

**IDENTIFICATION**CODE : GEN-3-S1-EC-COMB  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 9h  
TD : 10h  
TP : 8h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 27h  
Travail personnel : 0h  
Total : 27h**EVALUATION**Examen en deux parties :  
Culture générale en Combustion  
(sans document) : 20 min  
Applications (documents de cours  
autorisés) : 1h10**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

Transparents de cours

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. GALIZZI Cédric :  
cedric.galizzi@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Energie - Procédés (GEN-3-S1-UE-NRJ) et contribue aux compétences suivantes :

- A1 Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 2)
- A2 Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 2)
- A3 Mettre en oeuvre une démarche expérimentale (niveau 2)
- A5 Traiter des données (niveau 2)
- A6 Communiquer une analyse ou une démarche scientifique (niveau 2)
- C1 Concevoir, dimensionner, gérer et optimiser des systèmes énergétiques dans des contextes complexes et variés (ville, industrie, transport) (niveau 1)
- C2 Concevoir, dimensionner, et optimiser des installations de génie des procédés (niveau 1)
- C4 Intégrer les grands enjeux environnementaux dans les stratégies de développement
- C6 Intégrer les grands enjeux de la transition énergétique

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

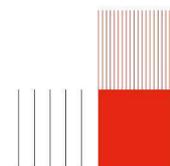
- connaître les caractéristiques des flammes de diffusion et de prémélange
- connaître les principaux combustibles et comburants
- connaître les grandeurs caractéristiques des milieux réactifs
- connaître les grandeurs caractéristiques pour les dispositifs industriels
- connaître l'application du premier principe à une réaction chimique de combustion
- connaître les méthodes pour déterminer la spontanéité d'une réaction de combustion
- connaître la méthodologie pour la création du diagramme d'Ostwald

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- être capable d'identifier les deux types de flamme dans un dispositif pratique
- être capable d'équilibrer une réaction chimique avec un combustible de formule générale
- être capable de calculer les grandeurs caractéristiques dans un dispositif industriel
- être capable de calculer la quantité de chaleur dégagée par une réaction
- être capable de calculer la température adiabatique de flamme
- être capable d'utiliser un diagramme d'Ostwald

**PROGRAMME**

- A) Approche phénoménologique et intérêts pratiques
  - flamme de diffusion et flamme de prémélange
- B) Rappels : chimie de la combustion et définitions
  - Equations chimiques, stoechiométrie, définitions pour les applications pratiques.
- C) Thermodynamique de la combustion
  - Premier principe, enthalpie de réaction, température adiabatique de combustion.
- D) Outils pour la combustion industrielle
  - Mesures dans les fumées et diagramme d'Ostwald.

**BIBLIOGRAPHIE**La combustion et les flammes. Michel Destriau et Roland Borghi. Editions Technip.  
Theoretical and numerical combustion. Thierry Poinso et Denis Veynante. RT Edwards.**PRÉ-REQUIS**Chimie : savoir équilibrer une équation bilan  
Bases de l'atomistique

**IDENTIFICATION**CODE : GEN-3-S1-EC-COND  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 6h  
TD : 8h  
TP : 8h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 22h  
Travail personnel : 0h  
Total : 22h**EVALUATION**Examen terminal (documents de  
cours autorisés) : 1 h 30**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Polycopié cours  
Formulaire cours  
Carte mentale  
Transparents  
Tests formatifs  
Annales**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**MME SARTRE Valerie :  
valerie.sartre@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Energie - Procédés (GEN-3-S1-UE-NRJ) et contribue aux compétences suivantes :

- A1 Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 2)
- A2 Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 2)
- A3 Mettre en oeuvre une démarche expérimentale (niveau 2)
- A5 Traiter des données (niveau 2)
- A6 Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (niveau 2)
- C1 Concevoir, dimensionner, gérer et optimiser des systèmes énergétiques dans des contextes complexes et variés (ville, industrie, transport) (niveau 1)
- C2 Concevoir, dimensionner, et optimiser des installations de génie des procédés (niveau 1)

## Capacités :

- choisir la solution existante de l'équation de la chaleur en 1D dans un solide en fonction du problème réel (permanent ou transitoire, avec ou sans source, géométrie, conditions aux limites)
- intégrer l'équation de la chaleur dans un solide, en régime permanent et en 1D, avec des géométries simples, avec et sans sources
- identifier les conditions aux limites d'un problème de conduction thermique réel et de les appliquer à la solution, pour déterminer le champ de températures
- réaliser un bilan thermique sur un élément d'ailette pour aboutir à l'équation différentielle régissant le champ de températures
- choisir la solution existante de l'équation différentielle régissant le champ de température dans une ailette en fonction du problème réel
- déterminer un flux de chaleur ou une densité de flux de chaleur
- calculer l'efficacité d'une ailette ou d'une surface ailetée

## Objectifs :

Acquisition des notions de base sur les transferts thermiques.  
Mise en équation des problèmes de transferts thermiques par conduction dans les milieux solides. Résolution de problèmes simples de conduction thermique par méthode analytique.

**PROGRAMME**

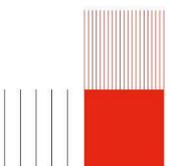
Fondements physiques de la conduction, conduction monodimensionnelle en régime stationnaire avec et sans source, conduction monodimensionnelle en régime instationnaire, théorie des ailettes.

**BIBLIOGRAPHIE**

Incropera, F.P., De Witt, D.P., Fundamentals of Heat and Mass transfer, J. Wiley, N.Y., 2002.  
Sacadura, J.F., Transferts thermiques, initiation et approfondissements, Lavoisier, 2015.

**PRÉ-REQUIS**

Mathématiques : Intégrales et dérivées, résolution d'équations différentielles, fonction de Bessel, fonction erreur, transformées de Laplace et de Fourier



**IDENTIFICATION**CODE : GEN-3-S1-EC-CONV  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 9h  
TD : 6h  
TP : 8h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 23h  
Travail personnel : 0h  
Total : 23h**EVALUATION**

1 examen écrit

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Polycopié en français avec les  
principales équations**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. RULLIERE Romuald :  
romuald.rulliere@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Energie - Procédés (GEN-3-S1-UE-NRJ) et contribue aux compétences suivantes :

- A1 Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 2)
- A2 Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 2)
- A3 Mettre en oeuvre une démarche expérimentale ou une démarche de production (niveau 2)
- A5 Traiter des données (niveau 2)
- A6 Communiquer une analyse, une démarche scientifique, une preuve ou une solution de façon argumentée et logique (niveau 2)
- C1 Concevoir, dimensionner, gérer et optimiser des systèmes énergétiques dans des contextes complexes et variés (ville, industrie, transport) (niveau 1)
- C2 Concevoir, dimensionner, et optimiser des installations de génie des procédés (niveau 1)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaître les différentes formes de convection (naturelle, forcée, changement de phase), les conditions limites, les différentes géométries (ouvertes, fermées)
- Connaître les principaux phénomènes physiques associés
- Connaître les nombres adimensionnels caractéristiques de la convection
- Connaître les équations permettant d'identifier les différents régimes d'écoulement (laminaire, turbulent) et les longueurs d'établissement
- Connaître les lois de variation du coefficient de transfert de chaleur en monophasique et lors de l'ébullition

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Etre capable de calculer un coefficient de transfert de chaleur monophasique et en ébullition
- Etre capable d'écrire un bilan thermique en géométrie fermée
- Etre capable de déterminer des propriétés à la bonne température
- Etre capable d'évaluer la pertinence du résultat

**PROGRAMME**

- 1 Introduction
  - 1.1 Principes fondamentaux
  - 1.2 Phénomènes physiques
  - 1.3 Différentes classes de problèmes en convection
- 2 Convection forcée monophasique
  - 2.1 Couches limites
  - 2.2 Equations fondamentales
  - 2.3 Détermination du coefficient d'échange surfacique
  - 2.4 Analyse aux dimensions
  - 2.5 Variables intervenant dans les problèmes de convection
  - 2.6 Convection forcée externe (laminaire ou turbulent)
  - 2.7 Convection interne forcée (laminaire ou turbulent)
- 3 Convection naturelle monophasique
  - 3.1 Classification des problèmes en convection naturelle
  - 3.2 Coefficient de transfert de chaleur
  - 3.3 Propriétés des fluides
  - 3.4 Equations de la convection naturelle en régime laminaire
  - 3.6 Analyse dimensionnelle et similitude
  - 3.7 Convection naturelle sur une plaque plane verticale
  - 3.5 Plaques planes horizontales et inclinées (température constante)
  - 3.6 Convection naturelle sur des cylindres / sphères
  - 3.7 Convection naturelle en géométrie fermée bouchée
  - 3.8 Convection naturelle en géométrie fermée débitante
- 4 Transfert de chaleur par changement de phase liquide-vapeur
  - 4.1 Ebullition en vase
  - 4.2 Ebullition convective forcée

**BIBLIOGRAPHIE**

Fundamentals of Heat and Mass Transfer. F. P. Incropera, D. P. Dewitt, T. L. Bergman, A. S. Lavine. Editions Wiley. ISBN-13: 978-0-471-45728-2. ISBN-10: 0-471-45728-0.

Convection Heat Transfer. A. Bejan. Editions Wiley. ISBN-13: 978-0-4712-7150-5. ISBN-10: 0-4712-7150-0.



## PRÉ-REQUIS

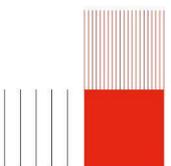
Transfert de chaleur par conduction  
Equations différentielles  
Bases de thermodynamique

### INSA LYON

#### Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France  
Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)



**IDENTIFICATION**CODE : GEN-3-S1-EC-MFLU  
ECTS : 3**HORAIRES**Cours : 22h  
TD : 20h  
TP : 4h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 46h  
Travail personnel : 0h  
Total : 46h**EVALUATION**1 devoir surveillé de 3h  
Evaluation du compte rendu de TP**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Cours : Copie des transparents et  
polycop  
TD : fascicule d'exercices**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. BONJOUR Jocelyn :  
jocelyn.bonjour@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Energie - Procédés (GEN-3-S1-UE-NRJ) et contribue aux compétences suivantes :

- A1 Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 2)
- A2 Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 2)
- A3 Mettre en oeuvre une démarche expérimentale (niveau 2)
- A5 Traiter des données (niveau 2)
- A6 Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (niveau 2)
- C1 Concevoir, dimensionner, gérer et optimiser des systèmes énergétiques dans des contextes complexes et variés (ville, industrie, transport) (niveau 1)
- C2 Concevoir, dimensionner, et optimiser des installations de génie des procédés (niveau 1)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Notion de déséquilibre et de transport
- Descriptions du mouvement des fluides, différents régimes d'écoulements
- Lois décrivant le mouvement d'un fluide (pression, gravité, inertie, viscosité)
- Nombres sans dimension en mécanique des fluides et similitudes
- Principe de portance et de traînée sur les objets placés dans un écoulement
- Notions de couches limites

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Faire des bilans des masses, de la quantité de mouvement et de l'énergie cinétique
- Etudier, modéliser et dimensionner en statique et en dynamique des écoulements hydrauliques et aérauliques en fluides parfaits et en fluides réels
- Choisir d'un volume de contrôle pour l'étude et le dimensionnement d'installations hydrauliques et aérauliques
- Réaliser une analyse dimensionnelle et appliquer des similitudes sur des installations hydrauliques et aérauliques
- Utiliser les hypothèses des couches limites laminaires ou turbulentes pour la modélisation des écoulements

**PROGRAMME**

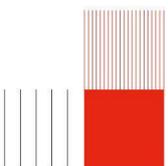
- Caractéristiques des Fluides: cadre de description; propriétés des fluides (viscosité, fluide newtonien, compressibilité, etc...)
- Statique des Fluides: loi fondamentale de la statique des fluides, théorème d'Archimède, calcul d'efforts sur un barrage
- Fluide parfait: définition, l'équation de Bernoulli - Applications (tube de Pitot, mesure de débit, vidange de réservoir,...)
- Eléments de cinématique des Fluides: formalisme Lagrangien et Eulérien, dérivée particulaire, système et volume de contrôle, théorème de transport de Reynolds
- Analyse par volume de contrôle: bilans de masse, de quantité de mouvement, d'énergie cinétique et d'énergie
- Analyse différentielle: équation de continuité, relation contrainte-déformation, Equations d'Euler et de Navier-Stokes, solutions élémentaires
- Analyse dimensionnelle et similitude : théorème de Vaschy-Buckingham, principaux nombres sans dimension en mécanique des fluides, signification physique et lien avec les équations de Navier-Stokes, dimensionnement d'une maquette respectant les conditions de similitude

**BIBLIOGRAPHIE**

- S. CANDEL - Mécanique des Fluides - Dunod 2001
- P. CHASSAING - Mécanique des Fluides, Eléments d'un premier parcours - Cepadues 2000
- R. COMOLET - Mécanique expérimentale des Fluides tomes 1 et 2 - Dunod 2002
- B.R. MUNSON, D.F. YOUNG, T.H. OKISHII - Fundamentals of Fluid Mechanics- 5th Edition, John Wiley Sons 2006

**PRÉ-REQUIS**

Mécanique du point et du solide

**INSA LYON**Campus LyonTech La Doua  
20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France  
Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00  
[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)

**IDENTIFICATION**CODE : GEN-3-S1-EC-RAY  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 10h  
TD : 10h  
TP : 8h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 28h  
Travail personnel : 0h  
Total : 28h**EVALUATION**

Rayonnement : Examen de deux heures (documents de cours autorisés)

Compte-rendus de travaux pratiques

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Transparents  
Polycopié**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. ROGER Maxime :  
maxime.roger@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPETENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Energie - Procédés (GEN-3-S1-UE-NRJ) et contribue aux compétences suivantes :

- A1 Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 2)
- A2 Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 2)
- A3 Mettre en oeuvre une démarche expérimentale (niveau 2)
- A5 Traiter des données (niveau 2)
- A6 Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (niveau 2)
- C1 Concevoir, dimensionner, gérer et optimiser des systèmes énergétiques dans des contextes complexes et variés (ville, industrie, transport) (niveau 1)
- C2 Concevoir, dimensionner et optimiser des installations de génie des procédés (niveau 1)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances et les capacités suivantes :

- connaître les approches corpusculaires et ondulatoires du rayonnement (notions de longueur d'onde, photons, angles solides)
- connaître les grandeurs radiatives fondamentales : luminance, densité de flux et flux (émis, absorbés, réfléchis, incident, net)
- connaître le rayonnement du corps noir
- connaître les propriétés radiatives caractérisant une surface (émissivité, absorptivité, réflectivité, transmittivité)
- connaître les méthodes de mesures de température et propriétés par pyrométrie, caméras infrarouges, spectromètre.
- connaître les facteurs de formes et la méthode des radiosités (Eq. aux flux partant)
- connaître l'effet photovoltaïque

- être capable de calculer des flux radiatifs émis, absorbés et réfléchis
- être capable d'effectuer un bilan radiatif dans une enceinte fermée
- être capable de mesurer des températures ou des propriétés radiatives par pyrométrie et thermographie infrarouge

**OBJECTIFS :**

calculer les flux radiatifs dans un système et coupler les transferts radiatifs avec les autres modes de transfert de chaleur, caractériser les propriétés radiatives de surfaces et mesurer des températures par voie optique.

**PROGRAMME**

Introduction au rayonnement, Grandeurs radiatives, Corps noir, caractéristiques des surfaces (émissivité, réflectivité, absorptivité, transmittivité), métrologie radiative, échanges entre surfaces noires ou grises et à émissions et réflexions diffuses séparées par un milieu transparent, énergie solaire photovoltaïque.

TP Mesures infrarouges et visibles - propriétés radiatives des corps  
TP Rayonnement d'un métal**BIBLIOGRAPHIE**Sacadura, J.F., Initiation aux transferts thermiques, Lavoisier, 2015  
Howell J. R., Siegel R. and Menguç P, Thermal Radiation Heat Transfer. CRC Press, 2010**PRÉ-REQUIS**Mathématiques : Intégrales et dérivées  
GEN-3-S1-EC-COND  
GEN-3-S1-EC-CONV  
Connaissance d'un langage de programmation

**IDENTIFICATION**CODE : GEN-3-S1-EC-TTC  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 7h  
TD : 6h  
TP : 6h  
Projet : 8h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 19h  
Travail personnel : 0h  
Total : 27h**EVALUATION**Contrôle terminal 80%  
TP 10%  
projet 10%**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

Un polycopié de cours

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. LEFEVRE Frédéric :  
frederic.lefevre@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Energie - Procédés (GEN-3-S1-UE-NRJ) et contribue aux compétences suivantes :

- A1 Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 2)
- A2 Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 2)
- A4 Concevoir un système répondant à un cahier des charges (niveau 2)
- A5 Traiter des données (niveau 2)
- A6 Communiquer une analyse, une démarche scientifique, une preuve ou une solution de façon argumentée et logique (niveau 2)
- C1 Concevoir, dimensionner, gérer et optimiser des systèmes énergétiques dans des contextes complexes et variés (ville, industrie, transport) (niveau 1)
- C2 Concevoir, dimensionner, et optimiser des installations de génie des procédés (niveau 1)
- C3 Maîtrise des outils de calcul permettant d'analyser, de modéliser ou de contrôler un système énergétique ou un procédé (niveau 1)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

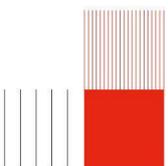
- Connaître les différents modes de transferts thermiques, leur origine physique, les milieux dans lesquels ils sont présents
- Connaître les lois élémentaires permettant de décrire chacun de ces modes
- Connaître les paramètres ou les propriétés élémentaires liés à ces équations et leur ordre de grandeur

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Etre capable d'identifier les différents modes de transferts thermiques dans une application réelle
- Etre capable de représenter sous forme d'un modèle nodal un problème de transferts thermiques combinés
- Etre capable d'écrire un bilan thermique à partir d'un modèle nodal afin d'obtenir des températures ou des flux de chaleur inconnus
- Etre capable d'évaluer la pertinence du résultat

**PROGRAMME**

Introduction aux transferts thermiques :  
Origine physique des différents modes de transfert thermique (conduction, convection, rayonnement, changement de phase)  
Lois élémentaires liées aux différents modes de transferts thermiques et paramètres associés  
Représentation sous forme nodale de chacun des modes de transferts  
Modélisation d'un problème de transferts thermiques combinés sous forme nodale et résolution

**BIBLIOGRAPHIE****PRÉ-REQUIS**

**IDENTIFICATION**CODE : GEN-3-S1-EC-ENVI  
ECTS : 1**HORAIRES**Cours : 16h  
TD : 0h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 16h  
Travail personnel : 0h  
Total : 16h**EVALUATION**

Examen écrit sans documents en temps limité sous forme de questions à réponses ouvertes et de questions à choix multiples.

L'objectif de l'épreuve est de vérifier les connaissances acquises et d'évaluer la capacité des étudiants à les mobiliser à bon escient.

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

Les fichiers au format .pdf des supports utilisés en cours par les enseignants sont mis à disposition des étudiants sur Moodle en ligne.

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. GAUTIER Mathieu :  
mathieu.gautier@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Le cours a deux objectifs principaux.

Il fournit tout d'abord aux étudiants une base en sciences de l'environnement, leur permettant de comprendre les interactions complexes entre les systèmes naturels et anthropiques. En explorant des sujets tels que l'écologie appliquée, la structure et le fonctionnement des écosystèmes et les cycles biogéochimiques, les étudiants seront en mesure de comprendre et d'évaluer de manière critique les impacts des pressions exercées par l'homme.

Le cours introduit également des outils méthodologiques et des cadres essentiels pour intégrer les questions environnementales dans la régulation et l'orientation des systèmes humains. Grâce à l'étude de l'ingénierie écologique, des objectifs de développement durable, des principes de l'économie circulaire, de l'écologie industrielle et territoriale et de l'analyse du cycle de vie, les étudiants apprendront à concevoir des écosystèmes résilients et à formuler des solutions durables.

**COMPÉTENCES**

- A1 Analyser un système (réel ou virtuel) ou un problème (niveau 1)
- A5 Traiter des données (niveau 1)
- A6 Communiquer une analyse, une démarche scientifique, une preuve ou une solution de façon argumentée et logique (niveau 1)
- C4 Intégrer les grands enjeux environnementaux dans les stratégies de développement des systèmes anthropiques (niveau 1)
- C7 Concevoir et mettre en œuvre une démarche d'écologie industrielle et territoriale visant à optimiser la gestion des ressources et à limiter les impacts environnementaux (niveau 1)

**PROGRAMME**

Le cours couvre les sujets suivants :

- I- Écologie appliquée
  - Principes de l'écologie et de l'écologie appliquée,
  - Structure et fonctionnement des écosystèmes,
  - Cycles biogéochimiques de la matière.
- II- Pressions et impacts des activités humaines sur l'environnement
  - Transformations dans l'utilisation des sols
  - Impact environnemental de l'agriculture intensive
  - Ressources en eau sous pression
  - Risques et défis des polluants
  - Introduction au concept de limites planétaires
- III- Solutions et voies durables pour la gestion de l'environnement
  - Protéger les écosystèmes
  - Concevoir des écosystèmes résilients grâce à l'ingénierie écologique
  - Objectifs de développement durable et promotion de l'économie circulaire
  - Écologie industrielle et territoriale et écoconception
  - Analyse du cycle de vie pour quantifier les impacts environnementaux

**BIBLIOGRAPHIE**

- \* Suren ERKMAN, Vers une écologie industrielle, Ed. Charles Léopold Mayer, Paris, 1998, 147p, ISBN: 2-84377-027-0
- \* François Gemenne, Aleksandar Rankovic, Thomas Ansart, Benoît Martin, Patrice Mitrano, Antoine Rio, Atlas de l'Anthropocène, 2019
- \* Rachel Carson - Silent Spring, 1962
- \* Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows, Jørgen Randers, William Behrens III., The Limits to Growth, Club of Rome, 1972.

**PRÉ-REQUIS**

Niveau Bac +2 scientifique de chimie et de physique.

**IDENTIFICATION**CODE : GEN-3-S1-EC-QM  
ECTS : 1**HORAIRES**Cours : 13h  
TD : 4h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 17h  
Travail personnel : 0h  
Total : 17h**EVALUATION**

Examen écrit sans documents en temps limité sous forme de questions à choix multiples et le cas échéant de questions à réponses ouvertes. L'objectif de l'épreuve est de vérifier les connaissances acquises et d'évaluer la capacité des étudiants à les mobiliser à bon escient.

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

Les fichiers pdf des diapos utilisées en cours par les enseignants sont mis à disposition des étudiants sur la plateforme moodle.

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**BLANC-BISCARAT Denise :  
denise.blanc-biscarat@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Ce module fait partie de l'unité d'enseignement Environnement (GEN-3-S1-UE-ENV).

**OBJECTIFS PEDAGOGIQUES**

Donner aux étudiants une bonne compréhension scientifique des milieux naturels de la planète (atmosphère, hydrosphère et lithosphère), de leurs caractéristiques physiques et éventuellement biologiques, et des effets des interactions avec les anthroposystèmes sur leur ces caractéristiques qualité des milieux, Ainsi au travers des cours dispensés et de son travail personnel, l'étudiant doit acquérir les connaissances et capacités suivantes sur lesquelles il sera évalué :

**Connaissances :**

- 1. Connaître les milieux naturels et leurs principales caractéristiques
- 2. Connaître les paramètres de qualité utilisés pour décrire leur état de pollution
- 3. Connaître les types de pressions et d'impacts des activités anthropiques sur les milieux naturels,
- 4. Connaître les conséquences de l'utilisation des ressources naturelles par l'homme en termes de quantités prélevées et de pollutions engendrées sur les milieux.
- 5. Connaître les conséquences locales (ex. écotoxicité) de la pollution des milieux naturels

**Capacités :**

- 1- Capacité à mobiliser les connaissances acquises pour apprécier les conséquences environnementales des activités anthropiques
- 2- Capacité à élargir et approfondir ses connaissances à partir des bases du cours et à communiquer sur un sujet environnemental particulier

**Compétences :**

Ce module contribue à l'acquisition des compétences suivantes :

- A1 Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 1)
- A5 Traiter des données (niveau 1)

**PROGRAMME**

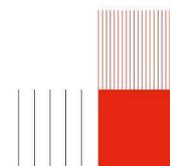
Le cours comporte 3 parties traitant respectivement de chacun des milieux naturels de la planète: atmosphère, lithosphère, hydrosphère.

Chaque partie présente les caractéristiques des milieux, les fonctions ou services rendus par ces milieux, leur vulnérabilité aux pressions et impacts qui en découlent. Les paramètres utilisés pour décrire l'état des milieux présentée et dynamique des polluants est abordée.

**BIBLIOGRAPHIE****PRÉ-REQUIS**

Niveau Bac + 2 scientifique de chimie et de physique.

Plus généralement, connaissances communes aux sciences de l'ingénieur au niveau bac +2 français ou équivalent



**IDENTIFICATION**CODE : GEN-3-S1-EC-SEC  
ECTS : 1**HORAIRES**Cours : 12h  
TD : 0h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 12h  
Travail personnel : 0h  
Total : 12h**EVALUATION**Contrôle terminal : restitution du  
cours sous la forme d'une vidéo**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Transparents de cours  
Un polycopié de 200 pages**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. LEFEVRE Frédéric :  
frederic.lefevre@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Environnement (GEN-3-S1-UE-ENV) et contribue aux compétences suivantes :

- A1 Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 2)
- A6 Communiquer une analyse, une démarche scientifique, une preuve ou une solution de façon argumentée et logique (niveau 2)
- B5 Agir de manière responsable dans un monde complexe (niveau 1)
- C1 Concevoir, dimensionner, gérer et optimiser des systèmes énergétiques dans des contextes complexes et variés (ville, industrie, transport) (niveau 1)
- C4 Intégrer les grands enjeux environnementaux dans les stratégies de développement des systèmes anthropiques (niveau 1)
- C6 Intégrer les grands enjeux de la transition énergétique : aspects techniques, économiques, juridiques et environnementaux (niveau 1)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- 1- Connaître les mécanismes de base du climat actuel et passé
- 2- Connaître les consommations énergétiques humaines actuelles et passées
- 3- Connaître le fonctionnement du GIEC
- 4- Connaître la structure du rapport "Global Warming of 1,5 °C"

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- 1- Capacité à développer une argumentation critique sur les questions liées à l'énergie et au climat

**PROGRAMME**

## Présentation du GIEC

Comprendre les bases du système climatique terrestre actuel et passé

Evaluer le potentiel en énergies renouvelables (et en ressources) à partir des différentes composantes du système climatique

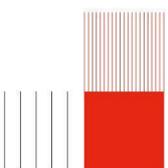
Être capable d'analyser les conséquences du changement climatique en lien avec notre consommation d'énergie et nos usages des sols

Être capable d'appréhender de manière synthétique un système complexe - savoir où trouver l'information pour approfondir

Prendre du recul par rapport au buzz médiatique/réseau sociaux/gourous et à la désinformation

**BIBLIOGRAPHIE**

- Ruddiman, W.F., 2013. Earth's Climate: past and future. Macmillan.
- Bolin, B., 2007. A history of the science and politics of climate change: the role of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Lutgens F., Tarbuck E., Herman R (2018). The atmosphere: an introduction to meteorology, Person education
- Archer, D., 2010. The global carbon cycle (Vol. 1). Princeton University Press.
- Garrison, T.S., 2010. Oceanography: An Invitation to Marine Science: Brooks. Cole, Cengage Learning.
- Sverdrup, K., Armbrust, E, 2008. An Introduction to the Worlds Oceans. McGraw-Hill Higher Education.
- Roberts, N., 2013. The Holocene: an environmental history. John Wiley & Sons.
- Smil, V., 2017. Energy and civilization: a history. MIT Press.
- Henson, R., 2014. The Thinking Person's Guide to Climate Change. Boston: American Meteorological Society.
- Archer, D., 2011. Global warming: understanding the forecast. John Wiley & Sons.
- Liou, K. N. (2002). An introduction to atmospheric radiation. Elsevier.
- Petty, Grant William. A first course in atmospheric radiation. Sundog Pub, 2006.
- WALLACE, John M. et HOBBS, Peter V. Atmospheric science: an introductory survey. Elsevier, 2006.
- S. Earle, Physical geology. BCcampus Open Education, 2019.
- D. R. Boden, Geologic fundamentals of geothermal energy. CRC Press, 2016.
- F. Leroy-Ladurie, L'histoire du climat depuis l'an mil. Flammarion, 2020



**IDENTIFICATION**CODE : GEN-3-S1-EC-MATH  
ECTS : 4**HORAIRES**Cours : 26h  
TD : 24h  
TP : 18h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 68h  
Travail personnel : 0h  
Total : 68h**EVALUATION**

Interrogation écrite (avec documents, durée : 1 h 30, coefficient : 3)

Interrogation écrite (avec documents, durée : 3 h, coefficient : 6)

Comptes rendus de TP VBA (coefficient : 1)

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Polycopié de maths  
Polycopié VBA  
Cours Moodle**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. ROUSSET François :  
francois.rousset@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Outils pour l'ingénieur (GEN-3-S1-UE-OPI) et contribue aux compétences suivantes :

A1 Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 2)  
A2 Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 2)  
C3 Maîtrise des outils de calcul permettant d'analyser, de modéliser ou de contrôler un système énergétique ou un procédé (niveau 1)En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :  
- connaître les transformations intégrales de Laplace et de Fourier ;  
- connaître diverses techniques de résolution des équations différentielles ;  
- connaître les fonctions spéciales (fonction gamma, fonctions d'erreur, fonctions de Bessel) ;  
- connaître l'analyse temps-fréquence ;  
- connaître les bases mathématiques de l'analyse numérique.En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :  
- être capable résoudre une équation différentielle en utilisant différents outils ;  
- être capable de résoudre l'équation de la chaleur dans diverses configurations ;  
- être capable de modéliser et de résoudre un problème issu d'autres EC (mécanique des fluides, conduction, rayonnement, commande des procédés) ;  
- être capable de mettre en oeuvre une stratégie numérique avec VBA.**OBJECTIFS :**

Permettre la résolution analytique ou numérique de problèmes mathématiques en lien avec les autres disciplines du département GEN.

**PROGRAMME**

1. Intégration
2. Équations différentielles
3. Transformation de Laplace
4. Espaces de Hilbert
5. Transformation de Fourier

**BIBLIOGRAPHIE**

Belorizky É. Outils mathématiques à l'usage des scientifiques et des ingénieurs, nouvelle édition, EDP Sciences, Paris, 2015.

Appel W. Mathématiques pour la physique et les physiciens, 4e édition, H&amp;K Éditions, Paris, 2008.

Le Guen F. Macros et langage VBA, ENI Éditions, St Herblin, 2015.

**PRÉ-REQUIS**

Analyse : analyse asymptotique, intégration, fonctions de plusieurs variables, équations différentielles.

Algèbre : décomposition en éléments simples, calcul matriciel, polynômes orthogonaux.

**IDENTIFICATION**CODE : GEN-3-S1-EC-STAT  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 7h  
TD : 18h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 25h  
Travail personnel : 0h  
Total : 25h**EVALUATION**

Contrôle final (2 heures) : 100 %

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

Polycopié de cours

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. ROUSSET François :  
francois.rousset@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Outils pour l'ingénieur (GEN-3-S1-UE-OPI) et contribue aux compétences suivantes :

A5 Traiter des données (niveau 2)  
C3-Maitrise des outils de calcul permettant d'analyser, de modéliser ou de contrôler un système énergétique ou un procédé (niveau 1)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaître les principales lois de probabilité discrètes et continues (binomiale, normale...)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Être capable d'estimer les paramètres d'une population (estimation ponctuelle et estimation par intervalle de confiance)
- Être capable de mettre en place un test d'hypothèse (conformité, comparaison), un test d'ajustement, un test d'indépendance et d'apprécier le risque de se tromper
- Être capable de lire les valeurs des probabilités et des variables dans une table statistique
- Être capable de réaliser une analyse de la variance à 1 ou 2 facteurs
- Être capable de réaliser une analyse de régression linéaire simple

**OBJECTIFS :**

A l'issue de ce cours, l'étudiant aura acquis les connaissances de base en statistiques et saura appliquer ces connaissances à des cas concrets de dépouillement de données. Une partie des travaux dirigés se déroulent sur informatique, il saura également se servir des fonctionnalités courantes d'Excel.

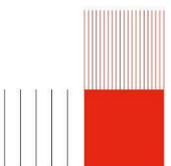
**PROGRAMME**

Après un bref rappel des notions de base en statistique descriptive et en probabilités, les thèmes suivants sont abordés : échantillonnage, estimation de paramètres, tests d'hypothèse (conformité, comparaison), tests d'ajustement, tests d'indépendance, analyse de la variance à 1 et 2 facteurs, régression linéaire.

Les séances de TD se déroulent soit en petits groupes pour la résolution de problèmes classiques, soit sur informatique pour apprendre les possibilités d'Excel pour le dépouillement statistique.

**BIBLIOGRAPHIE**

- 1/ SAPORTA - Probabilité, analyse des données et statistique - TECHNIP (1990)
- 2/ DODGE - Statistique, dictionnaire encyclopédique - DUNOD (1993)
- 3/ DAGNELIE - Théorie et méthodes statistiques - PRESSES AGRONOMIQUES DE GEMBLOUX (1975)
- 4/ KENDAL, STUART - The advanced theory of statistics - GRIFFIN (1979)
- 5/ COX, COCHRAN - Experimental design - WILEY (1992)
- 6/ <http://www.agro-montpellier.fr/cnam-lr/statnet/>

**PRÉ-REQUIS**Programme de probabilités statistiques du bac  
Connaissance de base d'Excel (tracé de graphiques, insertion de fonctions)

**IDENTIFICATION**CODE : GEN-3-S1-EC-GEPI  
ECTS : 3**HORAIRES**Cours : 95h  
TD : 95h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 190h  
Travail personnel : 0h  
Total : 190h**EVALUATION**Livrables intermédiaires  
Rapport de recherche  
documentaire  
Présentation orale**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Documents sur Moodle  
Bibliothèque**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. CHAUMARD Davyd :  
davyd.chaumard@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement SHS (GEN-3-S1-UE-SHS) et contribue aux compétences suivantes :

- B1 Se connaître, se gérer physiquement et mentalement (niveau 3)
- B2 Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome (niveau 3)
- B3 Interagir avec les autres, travailler en équipe (niveau 3)
- B4 Faire preuve de créativité, innover, entreprendre (niveau 2)
- B5 Agir de manière responsable dans un monde complexe (niveau 3)
- B6 Se situer, travailler, évoluer dans une entreprise, une organisation socio-productive (niveau 3)
- B7 Travailler dans un contexte international et interculturel (niveau 2)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Etre capable d'identifier ses modes de fonctionnement (cognitif, physique, relationnel, affectif, informationnel, émotionnel...), les ressorts de sa motivation, ses sources de stress et d'émotions...
- Etre capable d'acquérir par soi-même de nouvelles compétences en allant rechercher les ressources nécessaires
- Etre capable de s'intégrer dans un groupe, se positionner, construire une relation dynamique au groupe, intégrer de nouveaux membres
- Etre capable de s'engager dans un projet collectif : construire et conduire un projet, le faire évoluer; prendre conscience de son rôle et de sa responsabilité
- Etre capable de communiquer de manière appropriée : transmettre un message, écouter, faire preuve d'empathie, affirmer son point de vue, débattre de façon argumentée
- Etre capable d'appréhender les enjeux complexes (dans l'entreprise et dans la société) qui se présentent à l'ingénieur : en saisir les dimensions sociales, sociétales, politiques, économiques, environnementales, éthiques, philosophiques...

**OBJECTIFS :**

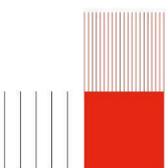
Le projet interdisciplinaire Genepi3 a pour objectifs principaux : de former les étudiants au travail en équipe projet, de perfectionner la communication (orale, écrite) des étudiants et d'améliorer leur maîtrise de l'information (recherche, analyse, synthèse). Les équipes Genepi3 sont constituées de 11 étudiants et sont encadrées par des enseignants du Centre des Humanités, du Service Commun de Documentation, du Centre des Sports, du Département GEn et d'intervenants extérieurs.

Ces objectifs se déclinent autour d'un projet principal, le projet RSI (Responsabilité Sociétale de l'Ingénieur), qui vise à mettre des équipes projet en situation de décision de politique environnementale concernant une technologie, un produit ou service, et prendre en compte ses impacts sur les trois piliers du développement durable que sont l'environnement, le social, et l'économie.

En parallèle, l'accent est mis sur la connaissance de soi et l'analyse des pratiques relationnelles via les différentes situations vécues lors de ce projet (théâtre, sport, travail en groupe, ...).

**PROGRAMME**

Choix d'un sujet de politique environnementale, Recherche et analyse d'informations liées au sujet, Compréhension des enjeux et interlocuteurs, Formation à la conduite de réunion, Formation aux méthodes de recherches documentaires, Identification des points d'amélioration de l'équipe et construction de solutions, Expression théâtrale, Pratique sportive (individuelle ou collective, de confrontation ou de coopération, en salle ou de pleine nature).

**BIBLIOGRAPHIE****PRÉ-REQUIS**

**IDENTIFICATION**CODE : GEN-3-S2-EC-HYDR  
ECTS : 3**HORAIRES**Cours : 14h  
TD : 10h  
TP : 16h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 40h  
Travail personnel : 0h  
Total : 40h**EVALUATION**

1 devoir surveillé de 2h

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Cours : Copie des transparents  
TD : fascicule d'exercices**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. BENBELKACEM Hassen :  
hassen.benbelkacem@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Energie - Procédés (GEN-3-S2-UE-NRJ) et contribue aux compétences suivantes :

- A1 Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 2)
- A2 Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 2)
- A3 Mettre en oeuvre une démarche expérimentale (niveau 2)
- A5 Traiter des données (niveau 2)
- A6 Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (niveau 2)
- C1 Concevoir, dimensionner, gérer et optimiser des systèmes énergétiques dans des contextes complexes et variés (ville, industrie, transport) (niveau 1)
- C2 Concevoir, dimensionner, et optimiser des installations de génie des procédés (niveau 1)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaître les écoulements en conduite : écoulement pleinement établi, théorème de Bernoulli généralisé, calcul de pertes de charge régulières et singulières, mesure de débits.
- Connaître les turbomachines : éléments de cinématiques (triangle des vitesses), modélisation des écoulements dans la roue, caractéristiques d'une turbomachine, point de fonctionnement, similitudes, étude spécifique des pompes et turbines.
- Connaître les circuits hydrauliques : analogie avec circuit électrique, pompes en série et en parallèle, réseaux ouverts et maillés.

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

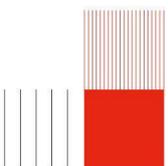
- Etre capable d'effectuer un calcul de pertes de charge régulières et singulières dans une installation.
- Etre capable de trouver les dimensions d'une roue de turbomachine hydraulique afin de répondre à un cahier des charges.
- Etre capable de lire des courbes caractéristiques de pompe et de prédire le comportement d'une pompe par une approche de similitude.
- Etre capable de prévoir le phénomène de cavitation en amont ou dans une pompe.
- Etre capable de prévoir les effets des combinaisons de pompes en série ou parallèle.

**PROGRAMME**

- Ecoulements en conduite et pertes de charge: écoulement pleinement développé, solution de Poiseuille; écoulement turbulent en conduite; coefficient de perte de charge et diagramme de Moody; pertes singulières dans les singularités
- Turbomachines hydrauliques: définition, technologies, principe de fonctionnement, triangle des vitesses, caractéristique d'une turbomachine; point de fonctionnement ; lois de similitude; étude détaillée des pompes (axiales et centrifuges); cavitation dans les pompes; turbines (Pelton, centrifuge, axiale)

**BIBLIOGRAPHIE**

- S. CANDEL - Mécanique des Fluides - Dunod 2001
- P. CHASSAING - Mécanique des Fluides, Eléments d'un premier parcours - Cepadues 2000
- R. COMOLET - Mécanique expérimentale des Fluides tomes 1 et 2 - Dunod 2002
- B.R. MUNSON, D.F. YOUNG, T.H. OKISHII - Fundamentals of Fluid Mechanics- 5th Edition, John Wiley Sons 2006

**PRÉ-REQUIS****INSA LYON**Campus LyonTech La Doua  
20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France  
Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00  
[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)

**IDENTIFICATION**CODE : GEN-3-S2-EC-THMO  
ECTS : 5**HORAIRES**Cours : 30h  
TD : 28h  
TP : 16h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 74h  
Travail personnel : 0h  
Total : 74h**EVALUATION**Contrôle continu : 25%  
Contrôle terminal : 60%  
Travaux Pratiques : 15%**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Polycopié de cours rédigé par le  
Pr. Christian JALLUT, Université  
Lyon 1**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. BONJOUR Jocelyn :  
jocelyn.bonjour@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Energie - Procédés (GEN-3-S2-UE-NRJ) et contribue aux compétences suivantes :

- A1 Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 2)
- A2 Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 2)
- A3 Mettre en oeuvre une démarche expérimentale (niveau 2)
- A5 Traiter des données (niveau 2)
- A6 Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (niveau 2)
- C1 Concevoir, dimensionner, gérer et optimiser des systèmes énergétiques dans des contextes complexes et variés (ville, industrie, transport) (niveau 1)
- C2 Concevoir, dimensionner, et optimiser des installations de génie des procédés (niveau 1)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

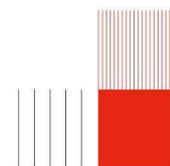
- Les concepts relatifs au 1er et au 2nd principes de la thermodynamique et leurs particularités de mise en oeuvre pour des systèmes ouverts
- Les concepts d'exergie et d'analyse exergétique
- Les modèles et équations d'état simples permettant de décrire les propriétés d'un certain nombre de corps purs, y compris en présence d'équilibres de phase
- Les sources usuelles de propriétés thermodynamiques, notamment les tables et diagrammes
- Les modèles ou équations d'états permettant de décrire les propriétés des mélanges, notamment des mélanges de fluides (mono ou polyphasiques)
- Les spécificités des mélanges non-idéaux
- Les éléments fondamentaux de la psychrométrie (thermodynamique de l'air humide)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Utiliser les tables et diagrammes thermodynamiques utiles à l'ingénieur
- Comprendre un problème typique de la thermodynamique appliquée au génie énergétique ou au génie des procédés, y compris avec des mélanges de fluides dont l'air humide
- Formuler ce problème sous forme d'équations, avec des hypothèses appropriées
- Comprendre l'interprétation physique de ces équations
- Résoudre ces équations et ainsi résoudre le problème

**PROGRAMME**Premier principe : 6 h  
Deuxième principe : 6 h  
Étude des fluides : 8 h  
- Gaz parfaits  
- Gaz réels  
- Modèles simples pour la matière condensée  
Étude des mélanges : 4 h  
- Mélanges idéaux ou réels monophasiques  
- Équilibres de phases pour des mélanges  
Air humide : 4 h**BIBLIOGRAPHIE**

1. Y.A. CENGEL, M. A. BOLES - Thermodynamics: An Engineering Approach, 6th ed., McGraw-Hill, 2006
2. L. BOREL, D. FAVRAT - Thermodynamique et Energétique - Ed. Polytechnique Romandes 2005.
3. H. GUENOCHÉ - Thermodynamique appliquée - Masson 1993.
4. M. DUDECK - Thermodynamique, les irréversibilités - Eska 1993.
5. J.P. PEREZ, A.M. ROMULUS - Thermodynamique, Fondements et applications - Masson 1993



**IDENTIFICATION**CODE : GEN-3-S2-EC-TMAT  
ECTS : 1**HORAIRES**Cours : 8h  
TD : 8h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 16h  
Travail personnel : 0h  
Total : 16h**EVALUATION**

2h

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

Polycopiés de cours et diapositives

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. BENADDA Belkacem :  
belkacem.benadda@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Energie - Procédés (GEN-3-S2-UE-NRJ) et contribue aux compétences suivantes :

- A1 Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 2)
- A2 Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 2)
- C1 Concevoir, dimensionner, gérer et optimiser des systèmes énergétiques dans des contextes complexes et variés (ville, industrie, transport) (niveau 1)
- C2 Concevoir, dimensionner, et optimiser des installations de génie des procédés (niveau 1)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaître la loi de Fick et savoir l'appliquer
- Connaître les bilans matière (global et local)
- Connaître les différents modèles de transfert de matière et en particulier celui du double film

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Etre capable d'effectuer un bilan matière
- Etre capable d'appliquer la loi de fick
- Etre capable de calculer un coefficient de diffusion des gaz et des liquides
- Etre capable de déterminer des coefficients de transfert de matière et calculer les flux de ransfer.
- Etre capable d'utiliser les bonnes corrélations permettant de calculer les coefficients de transfert de matière pour différentes géométries.

**OBJECTIFS :**

Acquérir les concepts de base du transfert de matière afin de les appliquer au dimensionnement de quelques échangeurs de matière nécessaires au traitement des effluents gazeux ou liquides

**PROGRAMME**

- Notion de bilan matière
- bilan local
- bilan global
- Unités, dimensions, nombres sans dimensions
- Diffusion moléculaire
- Loi de Fick
- Contre-diffusion équimolaire
- Diffusion de A dans B non diffusant
- Calcul des coefficients de diffusion
- Equation généralisée de la diffusion
- Diffusion turbulente
- Coefficients de transfert de matière
- Transfert de matière entre phases
- Modèles de transfert de matière
- Modèle du double film de Lewis et Whitman
- Les autres modèles
- Transfert de matière en géométries sphériques
- Corrélations pour le calcul des coefficients de transfert de matière
- bulles, gouttes

**BIBLIOGRAPHIE****PRÉ-REQUIS****INSA LYON**

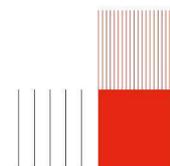
Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France

Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)

membre de



**IDENTIFICATION**CODE : GEN-3-S2-EC-EFF  
ECTS : 1**HORAIRES**Cours : 17h  
TD : 0h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 17h  
Travail personnel : 0h  
Total : 17h**EVALUATION**

Examen écrit 1h

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Recueil de diapos de cours avec  
possibilité de prise de notes sur la  
version papier et fichiers ppt en  
ligne**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**BLANC-BISCARAT Denise :  
denise.blanc-biscarat@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Environnement (GEN-3-S2-UE-ENV) et contribue aux compétences suivantes :

A1 Analyser un système (réel ou virtuel) ou un problème (niveau 1)  
A4 Concevoir un système répondant à un cahier des charges (niveau 1)  
C4 Intégrer les grands enjeux environnementaux dans les stratégies de développement des systèmes anthropiques (niveau 1)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaître les procédés de traitement les plus classiquement utilisés pour le traitement des effluents liquides
- connaître les procédés de traitement les plus classiquement utilisés pour le traitement de l'eau avant son utilisation

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Savoir définir une filière de traitement d'un effluent liquide selon les différents types de pollutions contenues dans l'effluent, et selon les objectifs de qualité à atteindre.
- Savoir définir une filière permettant de produire une eau stable et claire, une eau potable ou une eau ultra pure.

**OBJECTIFS :**

Le cours d'Environnement Industriel doit permettre aux étudiants d'acquérir une compréhension minimum des milieux naturels (atmosphère, hydrosphère, lithosphère), de leurs perturbations et dysfonctionnements liés aux activités anthropiques et des approches curatives et préventives à mettre en place pour aller vers la stratégie du rejet minimum.

Dans la partie relative à la "gestion de la qualité de l'eau", au cours de ce deuxième semestre, les différentes filières de traitement des effluents seront présentées. A cette occasion, les procédés les plus classiquement utilisés seront décrits et analysés. Les filières de potabilisation seront également abordées.

**PROGRAMME**

Le cours sera séparés en deux principales parties :

partie 1 : filières de traitement des effluents liquides. Description détaillée des prétraitements, du traitement primaire physico-chimique, du traitement secondaire biologique, traitement des boues.

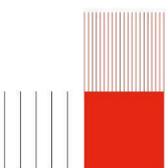
partie 2 : préparation des eaux avant leur utilisation

**BIBLIOGRAPHIE**

- \* Gérard Grosclaude et coll. Un point sur l'eau Tome I milieu naturel et maîtrise, INRA Editions, 1999, 204 p.
- \* Gérard Grosclaude et coll. Un point sur l'eau Tome II usages et polluants, INRA Editions, 1999, 210 p.
- \* Techniques de l'Ingénieur: C5 198, 200, 201 et 220, J3 942, G1 170 à 172, G1 250 et 450
- \* Mémento technique de l'eau, Degrémont, Ed. du cinquantenaire (9ième édition), Rueil-Malmaison, 1989, 1459 p.

**PRÉ-REQUIS**

Cours d'environnement industriel partie qualité de l'eau premier semestre



**IDENTIFICATION**CODE : GEN-3-S2-EC-SENV  
ECTS : 1**HORAIRES**Cours : 0h  
TD : 0h  
TP : 0h  
Projet : 9h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 0h  
Travail personnel : 0h  
Total : 9h**EVALUATION**Séminaire organisé sous forme  
d'un mini-congrès scientifique**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Voir les supports (pdf) des cours  
environnement de 3GEn**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. GAUTIER Mathieu :  
mathieu.gautier@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Le travail autonome tutoré demandé aux étudiants doit les rendre davantage acteurs de leur formation sur des sujets qu'ils ont eux-mêmes choisis en lien avec les cours "environnement" de la troisième année GEn.

Cela permet un complément aux cours des enseignants et ainsi une meilleure appropriation des connaissances est généralement observée. Les posters peuvent aborder des aspects pointus ou au contraire rechercher la vulgarisation scientifique de certains sujets plus larges. Leur contenu doit être présenté avec rigueur et de manière argumentée et documentée, en citant les sources d'information utilisées.

**COMPÉTENCES**

A6 Communiquer une analyse, une démarche scientifique, une preuve ou une solution de façon argumentée et logique (niveau 1)  
B3 Interagir avec les autres, travailler en équipe (niveau 2)  
B4 Faire preuve de créativité, innover, entreprendre (niveau 1)  
B5 Agir de manière responsable dans un monde complexe (niveau 1)

**PROGRAMME**

Les étudiants par groupes de 3 ou 4 doivent traiter sous forme d'affiches des sujets relatifs aux sciences et technologies de l'environnement. Chaque sujet est suivi par l'un des enseignants des cours environnement du département qui s'assure de la bonne orientation et de l'avancement régulier du travail. Plusieurs heures sont prévues à l'emploi du temps pour permettre aux étudiants de travailler en groupe et d'échanger avec les enseignants tuteurs s'ils le souhaitent.

Le but est de permettre aux étudiants de développer l'analyse de sujets qui les intéressent plus particulièrement, et de devenir par leur travail autonome davantage acteurs de leur formation.

Une liste de sujets est proposée. D'autres sujets peuvent être proposés par les étudiants mais ils doivent être validés par les enseignants au préalable.

Les posters doivent illustrer, élargir ou approfondir les notions abordées en cours, être pédagogiques, bien ciblés et donc synthétiques. Ils peuvent présenter un approfondissement scientifique, développer des questions de société (dans le domaine des cours environnement de 3GEn) faisant éventuellement polémique, proposer des analyses critiques de certaines réalisations ou projets.

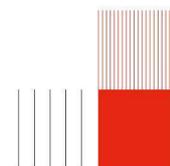
**BIBLIOGRAPHIE**

- CIRAD. Réaliser un poster. <https://coop-ist.cirad.fr/>
- Ressource variable suivant les sujets choisis.

**PRÉ-REQUIS**

Niveau Bac + 2 scientifique de chimie et de physique.

Plus généralement, connaissances communes aux sciences de l'ingénieur au niveau bac +2 français ou équivalent



**IDENTIFICATION**CODE : GEN-3-S2-EC-TDS  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 25h  
TD : 0h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 25h  
Travail personnel : 0h  
Total : 25h**EVALUATION**

Examen écrit en temps limité sous forme de questions à réponses ouvertes et de questions à choix multiples.

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

Mise en ligne des fichiers pdf des supports de présentation et énoncé du TD.

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. GAUTIER Mathieu :  
mathieu.gautier@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Les objectifs de ce cours sont :

- 1- Connaître les grandes lignes du contexte réglementaire de la gestion des déchets en France
- 2- Connaître les différentes filières pour la gestion et le traitement des déchets, dont celles visant à les considérer comme des ressources alternatives
- 3- Comprendre les enjeux de la valorisation énergétique des déchets, et plus spécifiquement de l'incinération, de la gazéification, de la pyrolyse et des enjeux associés (co-incinération, combustibles alternatifs, etc.)
- 4- Connaître les principes de base de biochimie et de microbiologie permettant de comprendre la mise en oeuvre des traitements biologiques
- 5- Connaître les enjeux du traitement biologique des déchets organiques, les potentialités de valorisation matière ou énergie, et le principe des traitements envisageables.
- 6- Connaître les spécificités et enjeux des sites et sols pollués, et les facteurs clés permettant de décrire le devenir des polluants dans les sols et sous-sols dans une démarche d'analyse des risques.

Le cours doit apporter aux étudiants une bonne vision générale des filières de gestion et des technologies de traitement des déchets solides, en incluant de manière générale d'autres types de milieu solide poreux / granulaire tels que les sédiments et sols pollués.

**COMPÉTENCES**

- A1 Analyser un système (réel ou virtuel) ou un problème (niveau 1)
- A4 Concevoir un système répondant à un cahier des charges (niveau 1)
- A5 Traiter des données (niveau 1)
- C2 Concevoir, dimensionner, et optimiser des installations de génie des procédés (niveau 1)
- C4 Intégrer les grands enjeux environnementaux dans les stratégies de développement des systèmes anthropiques (niveau 1)
- C7 Concevoir et mettre en oeuvre une démarche d'écologie industrielle et territoriale visant à optimiser la gestion des ressources et à limiter les impacts environnementaux (niveau 1)

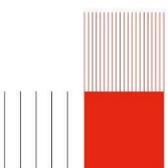
**PROGRAMME**

Le cours comporte les parties suivantes :

- Aspects prévention et réduction des déchets.
- Approche systémique des filières de gestion des déchets : valorisation matière, valorisation énergétique, stockage.
- Contexte réglementaire et référencement des déchets
- Déchets ultimes et stockage
  
- Processus thermochimiques liés aux déchets
- Le procédé d'incinération
- Les procédés alternatifs (gazéification, pyrolyse)
- Combustibles alternatifs et co-incinération
  
- Introduction à la microbiologie
- Traitements biologiques des déchets organiques non dangereux
  
- Procédé de traitement des sites et sols pollués

**BIBLIOGRAPHIE**

- Antonini G. (2017) Valorisation énergétique des déchets par voie thermochimique, rapport RECORD.
- Antonini G. (2003) Traitements thermiques des déchets - Processus thermochimiques, Techniques de l'Ingénieur.
- SOLAGRO (2000). La méthanisation des déchets ménagers et assimilés Recycler les déchets organiques et valoriser leur potentiel énergétique. Editions SOLAGRO, 2000. 32 p.
- Bayard R., Gourdon R. (2023) Traitement biologique des déchets. Techniques de l'Ingénieur.



**IDENTIFICATION**CODE : GEN-3-S2-EC-CDP  
ECTS : 4**HORAIRES**Cours : 24h  
TD : 22h  
TP : 16h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 62h  
Travail personnel : 0h  
Total : 62h**EVALUATION**

1 x 2h

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

Polycopié avec la très grande majorité des transparents présentés en cours. Enoncés des TD et TP sur la plate-forme Moodle.

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. PLANSON Dominique :  
dominique.planson@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Outils pour l'ingénieur (GEN-3-UE-OPI) et contribue aux compétences suivantes :

- A1 Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 2)
- A2 Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 2)
- A4 Concevoir un système répondant à un cahier des charges (niveau 3)
- A5 Traiter des données (niveau 2)
- A6 Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (niveau 3)
- C3 Maîtrise des outils de calcul permettant d'analyser, de modéliser ou de contrôler un système énergétique ou un procédé (niveau 2)

et mobilise la compétence suivante :

- C1 Concevoir, dimensionner, gérer et optimiser des systèmes énergétiques dans des contextes complexes et variés (ville, industrie, transport)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaître le principe de la régulation / asservissement d'un système commandé
- Connaître les méthodes de réglage des correcteurs

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Etre capable de modéliser un procédé en vue de le commander efficacement
- Etre capable de choisir une architecture de régulation / asservissement
- Etre capable de déterminer les paramètres de réglage des correcteurs pour respecter un cahier des charges
- Etre capable de prévoir la réponse temporelle d'un système bouclé

**PROGRAMME****OBJECTIFS :**

L'objectif de ce cours est de donner des bases solides en commande des procédés ; c'est à dire être capable de contrôler de façon automatique un processus. Des procédés industriels serviront d'exemples. Les grandes étapes seront détaillées comprenant le développement de loi de commande classique et optimisée avec différentes méthodes de synthèse (temporel, fréquentiel). La modélisation sera largement appuyée sur un logiciel utilisé dans le monde industriel : Matlab/Simulink (4 séances de TD sont consacrées à la pratique de ce logiciel).

La mise en oeuvre sera assurée par 4 séances de Travaux Pratiques (TP) illustrant les techniques de régulation et d'asservissement continu.

Cours magistral de commande des procédés continus (24 h).

- Modélisation des procédés et obtention de la fonction de transfert
- Réponses temporelles à des signaux classiques
- Utilisation des schémas-blocs, simplification. Mise en oeuvre avec le logiciel Matlab/Simulink
- présentation des lois de commande et de leur réglage (PID), mise en oeuvre à base d'amplificateur opérationnel
- approche fréquentielle de la commande (représentation de Bode et synthèse fréquentielle de correcteurs)

**BIBLIOGRAPHIE**

- "Systèmes Asservis Linéaires", J.C. Chauveau et P. Chauveau - Edition Casteilla - 1995
- "Feedback Control of Dynamic Systems" G. F. Franklin, J. David Powell, A. Emami-Naeini - 2005
- "Control System Design", G. Goodwin et al., Prentice-Hall - 2001
- "MATLAB R2009, SIMULINK et STATEFLOW pour Ingénieurs, Chercheurs et Etudiants", N. Martaj et M. Mokhtari, Springer-Verlag - 2010

**IDENTIFICATION**CODE : GEN-3-S2-EC-ALI  
ECTS : 1**HORAIRES**Cours : 0h  
TD : 8h  
TP : 0h  
Projet : 6h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 8h  
Travail personnel : 0h  
Total : 14h**EVALUATION**- Mini-projet (50% de la moyenne)  
- Contrôle terminale sur table (50% de la moyenne)**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Notes de cours/td distribuées en  
séance.**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. TREGOUET Jean-Francois :  
jean-francois.tregouet@insa-  
lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC contribue aux compétences suivantes :

- A1 Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 2)
- A2 Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 3)
- A6 Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (niveau 3)
- C3 Maîtrise des outils de calcul permettant d'analyser, de modéliser ou de contrôler un système énergétique ou un procédé (niveau 2)

et mobilise la compétence suivante :

- B3 Interagir avec les autres, travailler en équipe

**OBJECTIFS :**

Les objectifs généraux de cet enseignement sont les suivants :

- (i) consolider les concepts essentiels d'algèbre linéaire vus au FIMI :
  - en insistant sur la représentation graphique,
  - en s'appuyant sur l'outil informatique pour les aspects les plus calculatoires,
- (ii) initier (par la pratique) à NumPy-Python, en s'appuyant sur les compétences acquises au FIMI.

**PROGRAMME**

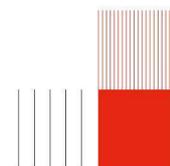
- Être capable de décrire par l'intérieur (sous forme paramétrique) l'ensemble S des solutions d'un système d'équations linéaires (après l'avoir formulé matriciellement comme  $Ax=y$ ) quelles que soient les dimensions de A.
- Être capable de déduire des informations sur S à partir (i) des dimensions de A et (ii) de son déterminant (si A est carrée).
- Être capable de représenter graphiquement (i) les solutions d'un système d'équations linéaires, (ii) l'image/noyau d'une application linéaire, (iii) la valeur absolue du déterminant, etc.
- Être capable de diagonaliser une matrice carrée dans le cas où les multiplicités algébrique et géométrique des valeurs propres sont égales.
- Être capable de ré-employer ces notions d'algèbre linéaire pour répondre à un problème non étudié en TD (décontextualisation et autonomie).
- Être capable de ré-employer les connaissances informatiques acquises au FIMI (en Java) au langage Matlab.
- Être capable d'utiliser l'outil informatique (Matlab) à bon escient, pour effectuer les phases calculatoires du raisonnement.

**BIBLIOGRAPHIE**

Balac, Stéphane, &amp; Sturm, Frédéric (2009). Algèbre et Analyse, cours de mathématiques de première année avec exercices corrigés - Deuxième édition revue et augmentée. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. ISBN : 978-2-88074-828-9.

**PRÉ-REQUIS**

Enseignement d'algèbre linéaire, niveau premier cycle.



**IDENTIFICATION**CODE : GEN-3-S2-EC-MNUM  
ECTS : 1**HORAIRES**Cours : 8h  
TD : 0h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 8h  
Travail personnel : 0h  
Total : 8h**EVALUATION**

Présence

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES****LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. REVELLIN Rémi :  
remi.revellin@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Cet EC contribue aux compétences suivantes :

B5 Agir de manière responsable dans un monde complexe (niveau 1)  
B6 Se situer, travailler, évoluer dans une entreprise, une organisation socio-productive (niveau 1)**PROGRAMME**

Une série de 4 conférences de 2h chacune sur le monde numérique.

**1-Fonctionnement des applications spécifiques :**

Le monde numérique repose sur un historique d'innovations et d'évolution technologiques nombreuses depuis les années 60, de la naissance de la Silicon Valley à l'émergence des crypto-monnaies. L'objectif de ce séminaire est de présenter trois des grands mouvements du monde numérique : le Web, les enjeux des GAFAM et les crypto-monnaies. Ces éléments seront présentés aussi bien du point de vue des évolutions d'idées que du point de vue des technologies associées.

**2-Introduction à la science des données :**

La Data Science est une discipline ayant pris beaucoup d'ampleur au cours de la dernière décennie. Néanmoins, et au-delà des buzzword issus des discours marketing, quels sont les fondements et l'intérêt de cette branche à l'intervalle entre les statistiques et l'informatique ? Que recouvre le terme nébuleux de Data Scientist ? Enfin, quels sont les cas d'usage associés à la transition énergétique et environnementale ? Ce cours de deux heures vise à répondre à ces questions ainsi qu'à donner une introduction générale au monde de la science des données.

**3-Logiciels libres :**

Ce cours explore l'Open Source, ses enjeux et sa dynamique, d'abord en informatique, puis dans des domaines plus concrets comme la réparation et la réutilisation avec les FabLabs. Il aborde enfin des initiatives ouvertes pour l'avenir.

**4-Internet et réseaux mobiles :**

Au cours de ce séminaire, nous présenterons une vision d'ensemble des réseaux et de l'échange de données à travers deux exemples :

- l'accès à Internet depuis une connexion sans fil située derrière une box ADSL/optique ;
- l'accès à Internet depuis un réseau cellulaire où l'utilisateur est mobile.

A chaque fois, nous porterons notre attention sur l'architecture matérielle et protocolaire, ainsi que sur les principaux mécanismes mis en oeuvre, afin de donner une vision d'ensemble.

**BIBLIOGRAPHIE****PRÉ-REQUIS**

Aucun

**IDENTIFICATION**CODE : GEN-3-S2-EC-MOD  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 3h  
TD : 20h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 23h  
Travail personnel : 0h  
Total : 23h**EVALUATION**Deux QCM  
DS sur l'ordinateur**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Support de cours fourni sur  
Moodle  
TDs sur l'ordinateur**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

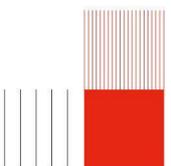
**CONTACT**M. XIN Shihe :  
shihe.xin@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Outils pour l'ingénieur (GEN-3-S2-UE-OPI) et contribue aux compétences suivantes :

A1 Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 2)  
A2 Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 2)  
A5 Traiter des données (niveau 2)  
C3 Maîtrise des outils de calcul permettant d'analyser, de modéliser ou de contrôler un système énergétique ou un procédé (niveau 1)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaître l'environnement Python
- Connaître les méthodes élémentaires pour la résolution des systèmes linéaires
- Connaître les méthodes pour le lissage polynomial
- Connaître la résolution des équations différentielles ordinaires

**PROGRAMME**Python : initiation  
Résolution des systèmes linéaires  
- méthodes directes : élimination de Gauss/factorisation LU  
- méthodes itératives : Jacobi, Gauss-Seidel, relaxation  
Lissage polynomial par les moindres carrés  
- méthodes élémentaires  
- méthodes avancées  
Equations différentielles ordinaires**BIBLIOGRAPHIE**Lascaux P. et Théodor R., Analyse numérique matricielle appliquée à l'art de l'ingénieur, tomes I et II, Masson, 1986  
Théodor R., Initiation à l'analyse numérique, Masson, 1986**PRÉ-REQUIS**Racines des équations  
- localisation des racines  
- méthodes de recherche : Lagrange, Newton-Raphson, dichotomie  
Dérivation numérique  
Algèbre linéaire et analyse matricielle

**IDENTIFICATION**CODE : GEN-3-S2-EC-MPHY  
ECTS : 1**HORAIRES**Cours : 8h  
TD : 8h  
TP : 16h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 32h  
Travail personnel : 0h  
Total : 32h**EVALUATION**

1 x 2h

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Polycopié de 120 pages avec  
cours + exercices**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. Revellin Rémi :  
remi.revellin@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPETENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Outils pour l'ingénieur (GEN-3-S2-UE-OPI) et contribue aux compétences suivantes :

A3 Mettre en œuvre une démarche expérimentale (niveau 2)  
A4 Concevoir un système répondant à un cahier des charges (niveau 1)  
C3 Maîtrise des outils de calcul permettant d'analyser, de modéliser ou de contrôler un système énergétique ou un procédé (niveau 1)

De plus, elle nécessite de mobiliser les compétences suivantes :

A1 Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel  
A2 Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel  
A5 Traiter des données

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaître le principe et les notions liés aux chaînes de mesure
- Connaître les principaux types de capteurs couramment utilisés dans l'industrie

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Être capable de choisir un capteur adapté dans un catalogue fournisseur
- Être capable d'utiliser un capteur de manière fiable
- Être capable d'analyser le résultat d'une mesure

**OBJECTIFS :**

Ce cours a pour objet l'initiation aux diverses techniques et moyens de mesure employés dans le domaine de l'énergétique sans oublier l'aspect normatif de la mesure qui est de plus en plus présent dans le milieu industriel

**PROGRAMME**

Introduction à la métrologie : termes de base, organisation nationale et internationale de la métrologie, système d'unité, étalons de mesure, erreur et incertitude, qualification d'une mesure (1 h)

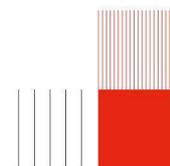
Estimation des incertitudes de mesures : Type A, B Monté Carlo, incertitude élargie, erreurs de mesurage et tolérance. (3h)

Mesure de température (échelles de température, capteurs résistifs, thermoélectriques): 2h

Capteurs utilisés dans l'industrie : 3h (intervention professionnelle)

**BIBLIOGRAPHIE**G. Asch. Les capteurs en instrumentation industrielle. DUNOD, 1982  
G. Asch. Acquisition de données Du capteur à l'ordinateur. DUNOD, 1999**PRÉ-REQUIS**

GEN-3-S1-EC-STAT



**IDENTIFICATION**CODE : GEN-3-S2-EC-GEPI  
ECTS : 3**HORAIRES**Cours : 0h  
TD : 0h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 0h  
Travail personnel : 0h  
Total : 0h**EVALUATION**Suivi de projet  
Rapport final**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Documents sur Moodle  
Bibliothèque  
IA**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. NEUVILLE Jean-Philippe :  
jean-philippe.neuville@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

- B1 Se connaître, se gérer physiquement et mentalement (niveau 1)
- B2 Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome (niveau 3)
- B3 Interagir avec les autres, travailler en équipe (niveau 3)
- B4 Faire preuve de créativité, innover, entreprendre (niveau 2)
- B5 Agir de manière responsable dans un monde complexe (niveau 3)
- B6 Se situer, travailler, évoluer dans une entreprise, une organisation socio-productive (niveau 3)
- B7 Travailler dans un contexte international et interculturel (niveau 1)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Être capable d'identifier ses modes de fonctionnement (cognitif, physique, relationnel, affectif, informationnel, émotionnel...), les ressorts de sa motivation, ses sources de stress et d'émotions...
- Être capable d'acquérir par soi-même de nouvelles compétences en allant rechercher les ressources nécessaires
- Être capable de s'intégrer dans un groupe, se positionner, construire une relation dynamique au groupe, intégrer de nouveaux membres
- Être capable de s'engager dans un projet collectif : construire et conduire un projet, le faire évoluer; prendre conscience de son rôle et de sa responsabilité
- Être capable de communiquer de manière appropriée : transmettre un message, écouter, faire preuve d'empathie, affirmer son point de vue, débattre de façon argumentée
- Être capable d'appréhender les enjeux complexes (dans l'entreprise et dans la société) qui se présentent à l'ingénieur : en saisir les dimensions sociales, sociétales, politiques, économiques, environnementales, éthiques, philosophiques...

**PROGRAMME**

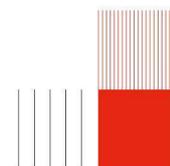
Élaboration d'un questionnaire puis réalisation et analyse de l'étude, Prise de décision politique, Démarche de mise en œuvre de cette politique, Gestion des conflits, Connaissance de soi, Expression théâtrale, Pratique sportive.

**BIBLIOGRAPHIE**

Zotero

**PRÉ-REQUIS**

Aucun



**IDENTIFICATION**CODE : GEN-4-S1-EC-ECHG  
ECTS : 3**HORAIRES**Cours : 8h  
TD : 12h  
TP : 18h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 38h  
Travail personnel : 0h  
Total : 38h**EVALUATION**Examens finaux  
-Partie échangeurs thermiques :  
1h30**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Polycopiés de cours, de TD et de  
TP**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. MICHEL Benoit :  
benoit.michel@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Procédés (GEN-4-S1-UE-ENV) et contribue aux compétences suivantes :

- A1 Analyser un système (réel ou virtuel) ou un problème (niveau 2)
- A2 Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 2)
- A3 Mettre en oeuvre une démarche expérimentale ou une démarche de production (niveau 2)
- A4 Concevoir un système répondant à un cahier des charges (niveau 2)
- A5 Traiter des données (niveau 2)
- C1 Concevoir, dimensionner, gérer et optimiser des systèmes énergétiques dans des contextes complexes et variés (ville, industrie, transport) (niveau 2)
- C2 Concevoir, dimensionner, et optimiser des installations de génie des procédés (niveau 2)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaître les différentes technologies d'échangeurs, leurs spécificités, ainsi que le vocabulaire associé
- Connaître les phénomènes physiques associés aux échangeurs et les notions associés (pertes de charges, rendement énergétique et exergetique, efficacité)
- Connaître et savoir utiliser les outils pour l'ingénieur disponibles pour prédire les performances d'un échangeur (transferts thermiques et mécaniques des fluides)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Etre capable de sélectionner des échangeurs adéquats parmi les catalogues constructeurs en fonction de l'application visée.
- Etre capable de caractériser les performances et les caractéristiques propres d'un échangeur en fonctionnement
- Etre capable de dimensionner des échangeurs simples, via le calcul d'un coefficient d'échange global et les méthodes du DTLM et du NUT
- Etre capable de comprendre et d'analyser leur rôle au sein de systèmes thermiques plus complexes (assemblage d'échangeurs et analyses exergetiques).

**PROGRAMME****OBJECTIFS :**

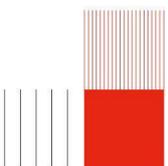
A l'issue de ce cours, l'étudiant sera capable de comprendre et d'analyser le fonctionnement et les caractéristiques propres aux échangeurs thermiques, ainsi que leur rôle au sein de systèmes thermiques plus complexes. Il sera capable de dimensionner des échangeurs simples et de sélectionner des échangeurs adéquats parmi les catalogues constructeurs en fonction de l'application visée.

**Echangeurs de chaleur**

Technologies d'échangeurs  
Coefficient d'échange global  
Méthode DTLM (Différence de température logarithmique moyenne)  
Méthode NUT, efficacité et relations fonctionnelles  
Assemblage d'échangeurs  
Analyse exergetique

**BIBLIOGRAPHIE**

- 1/ J. TAINE, J.P. PETIT - Transferts Thermiques, Dunod Université, 1989
- 2/ E. SAATDJIAN - Phénomènes de transport et leurs résolutions numériques, Polytechnica, 1993
- 3/ J. PADET - Principes des transferts convectifs, Polytechnica, 1997
- 4/ J.F. SACADURA, Initiation aux transferts thermiques, Tec et Doc, 1993
- 5/ F.P. INCROPERA, D.P. DeWITT - Fundamentals of heat and mass transfer, Wiley et Sons, 1990

**PRÉ-REQUIS****INSA LYON**Campus LyonTech La Doua  
20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France  
Tél.+ 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00  
[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)

## IDENTIFICATION

CODE : GEN-4-S1-EC-PSF  
ECTS : 3

## HORAIRES

Cours : 8h  
TD : 12h  
TP : 12h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 32h  
Travail personnel : 0h  
Total : 32h

## EVALUATION

Devoir surveillé de 2h  
Compte-rendus de TP

## SUPPORTS PEDAGOGIQUES

Polycopié

## LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

## CONTACT

M. BENBELKACEM Hassen :  
hassen.benbelkacem@insa-lyon.fr

## OBJECTIFS

### COMPÉTENCES :

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Procédés et environnement (GEN-4-S1-UE-ENV) et contribue aux compétences suivantes :

- A1 Analyser un système (réel ou virtuel) ou un problème (niveau 2)
- A2 Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 2)
- A3 Mettre en œuvre une démarche expérimentale ou une démarche de production (niveau 2)
- A4 Concevoir un système répondant à un cahier des charges (niveau 2)
- A5 Traiter des données (niveau 2)
- A6 Communiquer une analyse, une démarche scientifique, une preuve ou une solution de façon argumentée et logique (niveau 2)
- C2 Concevoir, dimensionner, et optimiser des installations de génie des procédés (niveau 2)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaître les différents types de contacteurs gaz-liquide, leurs spécificités, ainsi que le vocabulaire associé
- Connaître les phénomènes physiques associés aux contacteurs gaz-liquide (Les rétentions liquide et gazeuse, pertes de charges, engorgement)
- Connaître et savoir utiliser les outils pour l'ingénieur disponibles pour dimensionner un contacteur gaz-liquide ou liquide vapeur (transferts de matière avec ou sans réaction chimique, équilibre liquide vapeur)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Être capable de décrire le fonctionnement d'un contacteur gaz-liquide
- Être capable de dimensionner des contacteurs gaz-liquide (hauteur et diamètre) pour le traitement d'un effluent gazeux binaire
- Être capable de dimensionner une colonne de distillation pour un mélange liquide-vapeur binaire
- Être capable de déterminer les paramètres de transfert de matière (kLa, kGa) par absorption gaz-liquide avec réaction chimique.

### OBJECTIFS :

Apporter aux étudiants des connaissances de base de génie chimique leur permettant de dimensionner des procédés de séparation des fluides tels que la distillation d'un mélange binaire ou l'absorption gaz-liquide.

## PROGRAMME

- A/ Contacteurs gaz-liquide et hydrodynamique
  - Différents types de contacteurs (colonnes à plateaux, colonnes à garnissage)
  - Étude hydrodynamique des colonnes garnies (écoulements, engorgement)
- B/ Absorption gaz-liquide
  - Diagramme opératoire
  - Nombre d'Unités de Transfert, Hauteur d'Unités de Transfert
- C/ Absorption gaz/liquide avec réaction chimique
  - Mise en équation du transfert de matière couplé à une réaction chimique
  - Différents régimes cinétiques
- D/ Distillation binaire
  - Rectification continue
  - Méthode de McCabe et Thiele
  - Distillation discontinue

### Liste de TP associés :

- Absorption gaz-liquide avec réaction chimique
- Distillation discontinue
- Étude du coefficient volumétrique de transfert côté liquide : kLa

## BIBLIOGRAPHIE

Le génie chimique à l'usage des chimistes, J. Liéto, Ed. Lavoisier Tech. et Doc. 1998.

## PRÉ-REQUIS

### INSA LYON

Campus LyonTech La Doua  
20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France  
Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00  
[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)

**IDENTIFICATION**CODE : GEN-4-S1-EC-REA  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 3.5h  
TD : 12h  
TP : 4h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 19.5h  
Travail personnel : 0h  
Total : 19.5h**EVALUATION**Contrôle final : 95%  
Travaux pratiques : 5%**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

Polycopié de cours

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**MME DUCOM Gaëlle :  
gaelle.ducom@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Procédés et environnement (GEN-4-S1-UE-ENV) et contribue aux compétences suivantes :

- A1 Analyser un système (réel ou virtuel) ou un problème (niveau 2)
- A2 Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 2)
- A3 Mettre en œuvre une démarche expérimentale ou une démarche de production (niveau 2)
- A4 Concevoir un système répondant à un cahier des charges (niveau 2)
- A5 Traiter des données (niveau 2)
- A6 Communiquer une analyse, une démarche scientifique, une preuve ou une solution de façon argumentée et logique (niveau 2)
- C2 Concevoir, dimensionner, et optimiser des installations de génie des procédés (niveau 2)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaître le vocabulaire et les notions de base de cinétique chimique
- Connaître les équations caractéristiques des différents types de réacteurs idéaux (fermé, ouvert parfaitement agité, piston) en fonction du taux de conversion d'un réactif ou de l'avancement de la réaction
- Connaître les équations caractéristiques d'une association de réacteurs (en série ou en parallèle)
- Connaître les différents types d'écoulements et la méthode de détermination de la distribution des temps de séjour des molécules
- Connaître l'influence des paramètres physiques (température en particulier) sur les performances d'un réacteur

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Être capable d'écrire un bilan matière sur un réacteur idéal ouvert, fermé ou semi-fermé
- Être capable de dimensionner et prévoir les performances de réacteurs chimiques idéaux en milieu indilatable et dilatable
- Être capable de dimensionner et prévoir les performances d'une association de réacteurs idéaux (en série ou en parallèle)
- Être capable de diagnostiquer des dysfonctionnements
- Être capable d'optimiser des réacteurs chimiques dans des situations relativement simples

**PROGRAMME****OBJECTIFS :**

Apprendre aux étudiants à dimensionner les réacteurs chimiques qui sont le cœur de tout procédé industriel. La démarche est fondée sur des bilans de masse couplés aux données cinétiques.

- Rappels de cinétique chimique
- Écriture des bilans matière
- Dimensionnement des réacteurs fermés
- Dimensionnement des réacteurs ouverts idéaux (réacteur ouvert parfaitement agité et réacteur piston)
- Combinaison de réacteurs continus
- Distribution des temps de séjour
- Réglage de la température et bilans énergétiques

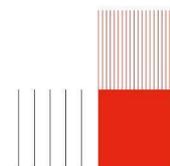
1 TP est associé à ce cours :

- Étude de réacteurs idéaux continus (distribution des temps de séjour)

**BIBLIOGRAPHIE**

J. VILLERMAUX, Génie de la Réaction Chimique. Conception et fonctionnement des réacteurs. 2nd Ed., Lavoisier Tec &amp; Doc, 1993.

O. LEVENSPIEL, Chemical Reaction Engineering, John Wiley &amp; Sons, 1962.



**IDENTIFICATION**CODE : GEN-4-S1-EC-BIOD  
ECTS : 1**HORAIRES**Cours : 12h  
TD : 2h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 14h  
Travail personnel : 0h  
Total : 14h**EVALUATION**Synthèse du cours au format  
vidéo, durée 20 minutes par  
groupe de 4 étudiants**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

Transparents de cours

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. Sialve Bruno :  
bruno.sialve@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Ce cours vise à fournir aux étudiants une compréhension approfondie et pluridisciplinaire de la biodiversité dans ses multiples dimensions. Il explore la diversité biologique sous un prisme historique, écologique, socio-économique et technologique. Les étudiants acquerront des bases solides pour analyser les interactions entre biodiversité et activités humaines.

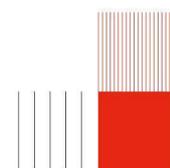
Cet EC contribue aux compétences suivantes :

- A1 Analyser un système (réel ou virtuel) ou un problème (niveau 1)
- A6 Communiquer une analyse, une démarche scientifique et des résultats en adaptant leur présentation à différents publics (niveau 2).
- B2 Appréhender les enjeux éthiques, sociaux et environnementaux liés à la biodiversité et à sa conservation (niveau 2).
- B3 Développer une approche critique et systémique des questions de conservation et d'aménagement du territoire (niveau 3).
- B4 Identifier et analyser les impacts des politiques publiques et des cadres législatifs sur la gestion de la biodiversité (niveau 3).
- B5 Agir de manière responsable dans un monde complexe en tenant compte des interactions entre enjeux environnementaux, économiques et sociaux (niveau 2).
- C4 Intégrer les grands enjeux environnementaux dans les stratégies de développement des systèmes anthropiques (niveau 3).
- C5 Utiliser les systèmes de management et les outils d'analyse dans le cadre d'une démarche de Développement Durable et de Responsabilité Sociétale des organisations (niveau 2).
- C6 Intégrer les grands enjeux de la transition écologique et énergétique (niveau 3).
- C7 Concevoir et mettre en œuvre une démarche d'écologie industrielle et territoriale visant à optimiser la gestion des ressources et à limiter les impacts environnementaux (niveau 3).

**PROGRAMME**

Ce cours comprend 12 heures de cours magistraux et 6 heures de travaux dirigés, répartis comme suit :

1. Introduction  
Définition et dimensions de la biodiversité  
Rétrospective historique : du Paléolithique à l'IPBES
2. Les services écosystémiques et la valeur de la biodiversité  
Fonctions écologiques et services écosystémiques  
Rôle dans la régulation des systèmes naturels et anthropiques
3. Pressions et menaces  
Changement d'usage sols et océans, exploitation des ressources naturelles, pollution, espèces exotiques invasives  
Changement climatique et biodiversité
4. Évaluation et mesure de la biodiversité  
Indicateurs et méthodologies d'évaluation  
Techniques avancées de quantification et de suivi
5. Biodiversité et gestion des ressources  
Impact de la gestion des eaux usées et des déchets sur la biodiversité  
Systèmes énergétiques et diversité biologique
6. Stratégies de protection, de conservation et de restauration  
Stratégies et protection et de conservation in/ex situ  
Principe de la restauration écologique des milieux dégradés
7. Études de cas et applications pratiques (Travaux dirigés)  
Travail de groupe portant sur l'analyse des impacts d'un système anthropique sur la biodiversité de son environnement.

**BIBLIOGRAPHIE****INSA LYON**Campus LyonTech La Doua  
20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France  
Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00  
[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)

**IDENTIFICATION**CODE : GEN-4-S1-EC-MELE  
ECTS : 3**HORAIRES**Cours : 16h  
TD : 16h  
TP : 16h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 48h  
Travail personnel : 0h  
Total : 48h**EVALUATION**

1 x 2h

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Polycopié avec la copie des  
transparents du cours, énoncés de  
TD et TP**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. PLANSON Dominique :  
dominique.planson@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Systèmes Energétiques (GEN-4-S1-UE-NRJ) et contribue aux compétences suivantes :

- A1 Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 2)
- A2 Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 2)
- A4 Concevoir un système répondant à un cahier des charges (niveau 2)
- A5 Traiter des données (niveau 2)
- A6 Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (niveau 2)
- C1 Concevoir, dimensionner, gérer et optimiser des systèmes énergétiques dans des contextes complexes et variés (ville, industrie, transport) (niveau 2)
- C6 Intégrer les grands enjeux de la transition énergétique : aspects techniques, économiques, juridiques et environnementaux (niveau 2)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaître le principe de fonctionnement des machines électriques
- Connaître l'alimentation électrique des machines
- Avoir des connaissances sur la variation de vitesse de ces machines

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Etre capable de choisir une machine électrique compte tenu de son utilisation et de son alimentation
- Etre capable d'estimer les pertes électriques, mécaniques, magnétiques
- Etre capable de proposer un convertisseur adapté à l'utilisation

**OBJECTIFS :**

Aujourd'hui, presque tous les ingénieurs doivent traiter des problèmes en rapport avec les machines électriques dans les domaines du développement, de la construction de la fabrication. Des machines électriques et des commandes se rencontrent sur beaucoup de machines de travail. L'objectif de ce cours est de donner à des non spécialistes une connaissance des matériels d'Electrotechnique et d'Electronique de Puissance portant sur les possibilités offertes, les conditions de mise en oeuvre, le choix entre les différentes solutions. Cet acquis devrait faciliter le dialogue avec des spécialistes.

**PROGRAMME**

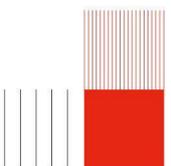
Circuits électriques monophasés et triphasés. Transformateur monophasé. 5 h.  
Régimes de fonctionnement et stabilité d'un système électromécanique (régimes transitoires et régimes permanents.) 3 h.  
Etude des machines à courant continu et à courant alternatif (synchrone et asynchrone) :  
- principe, propriétés, bilan de puissance, réversibilité du fonctionnement, modélisation. 8 h.  
Ce cours est complété par 4 séances de 4 h de Travaux Pratiques portant sur la mise en oeuvre des machines et les circuits monophasés et triphasés.

**BIBLIOGRAPHIE**

- « La vitesse variable électrique » - Tome 1 : les motovariateurs à courant continu - F. Bernot - Ed. International Thomson Publishing
- « Machines électriques » - J. Niard, R. Moreau, J. Battut - Ed. Nathan
- « Electronique de puissance » - Cours et exercices résolus - M. Lavabre - Ed. Casteilla-Educative

**PRÉ-REQUIS**

Lois générales en électricité. Mathématiques (nombre complexe).



**IDENTIFICATION**CODE : GEN-4-S1-EC-MTHM  
ECTS : 5**HORAIRES**Cours : 28h  
TD : 24h  
TP : 8h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 60h  
Travail personnel : 0h  
Total : 60h**EVALUATION**Contrôle continu 10 %  
Contrôle terminal 80 %  
Travaux pratiques 10 %**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Polycopié en français (environ 387 pages) comprenant le cours  
Polycopié de TD  
Polycopié de TP**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. REVELLIN Rémi :  
remi.revellin@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Systèmes Energétiques (GEN-4-S1-UE-NRJ) et contribue aux compétences suivantes :

- A1 Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 2)
- A2 Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 2)
- A3 Mettre en œuvre une démarche expérimentale (niveau 2)
- A4 Concevoir un système répondant à un cahier des charges (niveau 2)
- A5 Traiter des données (niveau 2)
- A6 Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (niveau 2)
- C1 Concevoir, dimensionner, gérer et optimiser des systèmes énergétiques dans des contextes complexes et variés (ville, industrie, transport) (niveau 2)
- C4 Intégrer les grands enjeux environnementaux dans les stratégies de développement des systèmes anthropiques (niveau 1)
- C6 Intégrer les grands enjeux de la transition énergétique : aspects techniques, économiques, juridiques et environnementaux (niveau 1)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaître les équations bilans : 1er et 2d principes ainsi que les bilans anergétique et exergétique.
- Connaître les généralités sur les transformations polytropiques.
- Connaître les ventilateurs et compresseurs : études comparées des différents types de compression, compresseurs volumétriques à pistons, compresseurs volumétriques rotatifs, compresseurs centrifuges et axiaux.
- Connaître les générateurs thermodynamiques : machines frigorifiques, pompes à chaleur, liquéfaction des gaz, fluides frigorifères

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Etre capable d'écrire et de résoudre des bilans énergétique, exergétique et anergétique
- Etre capable de dimensionner énergétiquement et de modéliser de manière élémentaire un composant (compresseur) ou une machine (Pompe à chaleur)
- Etre capable d'utiliser des diagrammes et des tables
- Etre capable de reconnaître les différents éléments composant les machines (analyse fonctionnelle) : pompes à chaleur, machine frigorifique

**PROGRAMME****OBJECTIFS :**

Comprendre les principes de conception des machines thermiques motrices ou réceptrice et des systèmes de conversion de l'énergie tels que les cycles combinés ou la cogénération.

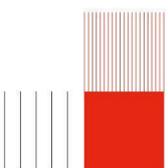
Maîtriser l'utilisation de diagrammes thermodynamiques et de logiciels de modélisation.

Donner une très bonne connaissance des problèmes théoriques et pratiques liés à la compression des gaz et de bonnes connaissances de base sur le fonctionnement et les modélisations élémentaires des machines frigorifiques, des turbines à gaz et à vapeur, des moteurs à combustion interne et plus généralement des systèmes énergétiques (cogénération, cycles combinés ...).

- 1) Equations bilans : 1er et second principes. Bilans anergétique et exergétique.
- 2) Généralités sur les transformations polytropiques.
- 3) Ventilateurs et compresseurs : études comparées des différents types de compression, compresseurs volumétriques à pistons, compresseurs volumétriques rotatifs, compresseurs centrifuges et axiaux.
- 4) Générateurs thermodynamiques : machines frigorifiques, pompes à chaleur, liquéfaction des gaz, fluides frigorifères.

**BIBLIOGRAPHIE**

1. L. BOREL, D. FAVRAT, Thermodynamique et Energétique - Ed. Polytechnique Romandes, 2005.
2. YA. CENGEI M. A. BOLES Thermodynamics an engineering approach Mc Graw



**IDENTIFICATION**CODE : GEN-4-S1-EC-NUM  
ECTS : 3**HORAIRES**Cours : 1h  
TD : 28h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 29h  
Travail personnel : 0h  
Total : 29h**EVALUATION**Deux QCM  
Compte-rendu du projet réalisé**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Lecture du document polycopié  
TD et réalisation d'un projet sur  
l'ordinateur**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. XIN Shihe :  
shihe.xin@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Energie (GEN-4-S1-UE-NRJ) et contribue aux compétences suivantes :

- A1 Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 3)
- A2 Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 3)
- A5 Traiter des données (niveau 3)
- A6 Communiquer une analyse, une démarche scientifique, une preuve ou une solution de façon argumentée et logique (Niveau 2)
- C3 Maîtrise des outils de calcul permettant d'analyser, de modéliser ou de contrôler un système énergétique ou un procédé (niveau 2)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaître les notions élémentaires des différences finies
- Connaître la discrétisation par les différences finies de l'équation de la chaleur en régimes permanent et transitoire
- Connaître la mise en oeuvre informatique sous matlab de la résolution numérique de l'équation de la chaleur, la qualifier et la valider

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Être capable de maîtriser la base des différences finies
- Être capable de discrétiser l'équation de la chaleur en utilisant les différences finies
- Être capable de résoudre numériquement l'équation de la chaleur et valider les résultats obtenus

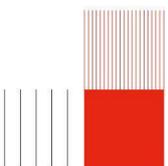
**OBJECTIFS :**Apprendre les méthodes numériques les plus utilisées en transfert thermique  
Mettre en oeuvre des programmes simples  
Modifier des codes existants**PROGRAMME**

Méthodes des différences finies

- Eq. de chaleur 1D stationnaire : schéma centré
- Eq. de chaleur 1D unstationnaire : schémas explicite, implicite et de Crank-Nicholson, stabilité et consistance

**BIBLIOGRAPHIE****PRÉ-REQUIS**

Modélisation multiphysique en 3GEN



**IDENTIFICATION**CODE : GEN-4-S1-EC-TELE  
ECTS : 1**HORAIRES**Cours : 12h  
TD : 4h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 16h  
Travail personnel : 0h  
Total : 16h**EVALUATION**

Contrôle continu (un QCM en fin de chaque amphi)

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

Support de cours Power point

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. SELLIN Eric :  
eric.sellin@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Énergie (GEN-4-S1-UE-NRJ) et contribue aux compétences suivantes :

A1 Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 2)  
C1 Concevoir, dimensionner, gérer et optimiser des systèmes énergétiques dans des contextes complexes et variés (ville, industrie, transport) (niveau 2)  
C6 Intégrer les grands enjeux de la transition énergétique : aspects techniques, économiques, juridiques et environnementaux (niveau 2)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- 1 - Avoir des connaissances sur les systèmes énergétiques électriques (production, transports, gestion, distribution)
- 2 - Avoir des connaissances sur les convertisseurs pour les transferts d'énergie
- 3 - Connaître les facteurs de développement historiques des réseaux électriques (guerre des courants, ouverture des marchés).

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- 1 - Être capable de proposer un convertisseur adapté à l'utilisation
- 2 - Être capable de discuter des avantages et inconvénients des réseaux du futur
- 3 - Être capable de dimensionner un système de stockage d'énergie

**PROGRAMME**

Ce cours propose d'illustrer les besoins en électrification dans le cadre de la stratégie nationale bas carbone et la nécessité de décarboner nos usages et notre industrie par le vecteur énergétique électrique. Un focus est proposé sur les scénarios des futurs énergétiques. Dans un second temps le principe de fonctionnement du système électrique est abordé (réseau de distribution, réseau de transport, stabilité du réseau, réglage de fréquence, réglage de tension, HVDC, dispatching de la production, marchés de l'électricité...). Pour finir il est proposé un approfondissement sur la production éolienne et photovoltaïque, leur participation aux services systèmes et les futurs besoins en flexibilités.

**BIBLIOGRAPHIE**

- J. MARTIN 1995, Energies éoliennes, Technique de l'ingénieur, Traités de Génie électrique, D8585, 23 pages.  
P. LECONTE 2000, Eoliennes, Technique de l'ingénieur, Traités d'aérodynamique, BM4640, 24 pages.  
B. MULTON 2003, Production d'électricité par des sources renouvelables, Technique de l'ingénieur, Traités de Génie électrique, D4005/6, 11 pages.  
B. MULTON 2003, Ressources énergétiques et consommation humaine d'énergie, Technique de l'ingénieur, Traités de Génie électrique, D3900, 14 pages.  
A. MIRECKI 2005, Etude comparative de chaînes de conversion dédiées à une éolienne de petite puissance, thèse INPT, laboratoire d'électrotechnique et d'électronique industrielle  
P. TREHIN 2006, Technologie des éoliennes, Polycopié de cours ENSAM de Corse, 178 pages.  
ROBYNS 2006 Impact de l'éolien sur le réseau de transport et la qualité de l'énergie, journées du club EEA, 16 pages.  
A. AHMIDI 2010, participation de parc de productions éolienne au réglage de la tension et de la puissance réactive dans les réseaux électriques, thèse L2EP, 207 pages.  
HABLE 2015, optimal integration of renewable energy sources by limiting peak generation, CIRED 2015, 5 pages.  
D. WILLISTON, consequences of out of phase reclosing on feeders with distributed generators, 2011, 9 pages  
A. OLIVIER 2018 rapport de PFE Enercon 65 pages

ERDF/ENEDIS-PRO-RES-5-10-12-13-64  
Global Wind Report 2018 -GWEC

Sites internet

**INSA LYON**

Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France

Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)

**IDENTIFICATION**CODE : GEN-4-S2-EC-CCM  
ECTS : 1**HORAIRES**Cours : 0h  
TD : 16h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 16h  
Travail personnel : 0h  
Total : 16h**EVALUATION**

Présentation orale du projet réalisé

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Une présentation brève en amphithéâtre  
Séances de TD sous un logiciel MFN commercialisé**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. XIN Shihe :  
shihe.xin@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Outils pour l'ingénieur (GEN-4-S2-UE-OPI) et contribue aux compétences suivantes :

- A1 Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 3)
- A2 Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 3)
- A5 Traiter des données (niveau 3)
- C3 Maîtrise des outils de calcul permettant d'analyser, de modéliser ou de contrôler un système énergétique ou un procédé (niveau 2)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- connaître les avantages et des limites des outils de simulation en mécanique des fluides
- connaître les différentes étapes d'une modélisation multiphysique
- connaître les règles de sélection des modèles physiques et de leurs éventuelles simplifications adaptées à l'écoulement étudié
- connaître les techniques de validation et de vérification des simulations

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Etre capable de maîtriser un logiciel de simulation en mécanique des fluides
- Etre capable de manipuler des nombres adimensionnés
- Etre capable d'utiliser des méthodes de discrétisation temporelle et spatiale d'équations de diffusion
- Etre capable d'utiliser des outils de post traitements des résultats de simulation dans un but d'analyse

**OBJECTIFS :**Introduire la mécanique des fluides numérique (MFN) et un logiciel CFD commercialisé.  
Faire un projet sous le logiciel MFN commercialisé.**PROGRAMME**

Introduction générale de la MFN :

- Modèles mathématiques et conditions aux limites
- Géométrie et maillage
- Méthodes numériques et méthodes de résolution
- Simulations et gestion des données
- Prétraitement et post-traitement
- Logiciels MFN

Présentation d'un logiciel MFN commercialisé

Application sous le logiciel MFN  
Réalisation d'u projet**BIBLIOGRAPHIE****PRÉ-REQUIS**Analyse Numérique 3GEN : méthodes numériques élémentaires.  
Méthodes numériques 4GEN S1 : méthodes numériques pour le transfert thermique.

**IDENTIFICATION**CODE : GEN-4-S2-EC-HYS  
ECTS : 1**HORAIRES**Cours : 0h  
TD : 18h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 18h  
Travail personnel : 0h  
Total : 18h**EVALUATION**

Contrôle final (individuel) : 100%

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Logiciel ProSimPlus  
Polycopié**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**Mme DUCOM Gaëlle :  
gaelle.ducom@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Outils pour l'ingénieur (GEN-4-S2-UE-OPI) et contribue aux compétences suivantes :

- A1 Analyser un système (réel ou virtuel) ou un problème (niveau 2)
- A2 Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 3)
- A4 Concevoir un système répondant à un cahier des charges (niveau 2)
- C2 Concevoir, dimensionner, et optimiser des installations de génie des procédés (niveau 3)
- C3 Maîtrise des outils de calcul permettant d'analyser, de modéliser ou de contrôler un système énergétique ou un procédé (niveau 3)

Il permet à l'étudiant.e de travailler et d'être évalué.e sur les capacités suivantes :

- Être capable de simuler différentes opérations unitaires (compresseurs, turbines, pompes, échangeurs de chaleur, réacteurs, colonnes d'absorption gaz-liquide, colonnes à distiller) en régime permanent ;
- Être capable de simuler une installation industrielle en régime permanent (machine thermique, procédé de traitement par exemple) ;
- Être capable d'élaborer un schéma de procédé.

**OBJECTIFS :**

Apprendre à se servir d'un logiciel de simulation utilisé dans le domaine de la chimie, la pétrochimie, le génie des procédés, le génie énergétique et l'ingénierie en général : le logiciel ProSimPlus de Fives ProSim.

**PROGRAMME**

- Principes de la modélisation physico-chimique des procédés, importance du choix du modèle thermodynamique : 2 h
- Compresseurs, turbines, pompes, échangeurs de chaleur, application aux machines thermiques : 6 h
- Réacteurs (réacteur ouvert parfaitement agité, réacteur à écoulement piston) : 3,5 h
- Colonnes d'absorption gaz-liquide : 0,5 h
- Procédés de séparation complexe (distillation continue de mélanges multi constituants) : 4 h

**BIBLIOGRAPHIE**

Documentation du logiciel

**PRÉ-REQUIS**

Cours et TD sur les turbines, compresseurs, pompes et machines thermiques (GEN-4-S1-EC-MTHM)  
Cours et TD sur les échangeurs de chaleur (GEN-4-S1-EC-ECHG)  
Cours et TD de génie de la réaction chimique (GEN-4-S1-EC-REA)  
Cours et TD de procédés de séparation des fluides : absorption gaz-liquide, distillation (GEN-4-S1-EC-PSF)

**IDENTIFICATION**CODE : GEN-4-S2-EC-PPP  
ECTS : 1**HORAIRES**Cours : 0h  
TD : 12h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 12h  
Travail personnel : 0h  
Total : 12h**EVALUATION****SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES****LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT****OBJECTIFS**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Sciences humaines et sociales (GEN-4-S2-UE-SHS) et contribue aux compétences suivantes :

- B1 Se connaître, se gérer physiquement et mentalement (niveau 2)
- B2 Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome (niveau 2)
- B3 Interagir avec les autres, travailler en équipe (niveau 2)

**PROGRAMME****BIBLIOGRAPHIE****PRÉ-REQUIS**

**IDENTIFICATION**CODE : GEN-4-S2-EC-CLIM  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 10h  
TD : 10h  
TP : 2h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 22h  
Travail personnel : 0h  
Total : 22h**EVALUATION**

Examen final : 2h

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

Polycopié : transparents de cours

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. CLAUSSE Marc :  
marc.clausse@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Energie (GEN-4-S2-UE-NRJ) et contribue aux compétences suivantes :

- A1 Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 2)
- A2 Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 2)
- A4 Concevoir un système répondant à un cahier des charges (niveau 3)
- A6 Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (niveau 2)
- C1 Concevoir, dimensionner, gérer et optimiser des systèmes énergétiques dans des contextes complexes et variés (ville, industrie, transport) (niveau 2)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaître les propriétés de l'air humide
- Connaître les méthodes permettant de déterminer les propriétés d'un point de soufflage
- Connaître les différentes opérations unitaires sur l'air humide
- Connaître les principes de la distribution d'air dans les locaux : conception des circuits aérauliques et filtration

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Être capable de déterminer les propriétés de l'air humide par lecteur graphique ou par le calcul
- Être capable de déterminer les caractéristiques d'un point de soufflage pour des charges et une ambiance données
- Être capable de proposer des solutions technologiques pour préparer le point de soufflage à partir d'air frais et de les pré-dimensionner
- Être capable de pré-dimensionner un circuit aéraulique : conduits, ventilateurs, filtres

**OBJECTIFS:**

Initier les étudiants aux méthodes, techniques et technologies mises en oeuvre ou étudiées dans secteur économique du conditionnement d'air, principalement dans une fonction d'Etudes - Ingénierie.

**PROGRAMME**

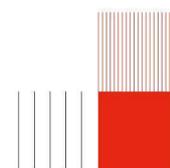
- 1 - équations d'état de l'air humide
- 2 - diagramme de l'air humide
- 3 - bilan d'air sec, hydrique et énergie sur un volume, détermination du point de soufflage
- 4 - opérations unitaires sur l'air humide : mélange, chauffage, refroidissement, humidification, déshumidification, récupération d'énergie et d'humidité
- 5 - solutions technologiques de référence pour le chauffage et le refroidissement (dont système à refroidissement évaporatif)
- 6 - aéraulique : pertes de charges régulières et singulières, ventilation, couplage ventilateur et réseau
- 7 - filtration : particulaire/moléculaire, filtres et chaîne de filtration, notions de salles blanches

**BIBLIOGRAPHIE**

- 1/ Le Recknagel (Tomes 1 ; 2 et 3), Manuel pratique du génie climatique, Recknagel, Sprenger, Honmann, PYC Edition, Paris
- 2/ Conception et calcul des procédés de climatisation, Brun, Porcher, Edition CFP, Paris
- 3/ Cours de Climatisation, Porcher, Edition CFP, Paris
- 4/ ASHRAE Handbook, Editions ASHRAE, mise à jour annuelle
- 5/ Génie climatique, Techniques de l'Ingénieurs, Vol. B2-I, Paris
- 6/ La filtration de l'air, Rault, Edition CFP, Paris
- 7/ Climatisation et conditionnement d'air modernes, Reinmuth, PYC, Paris, 1996.

**PRÉ-REQUIS**

Thermodynamique (GEN-3-S2-EC-THMO), Mécanique des Fluides (GEN-3-S1-EC-MFLU), Transferts thermiques (GEN-3-S1-EC-TTC), ou équivalent



**IDENTIFICATION**CODE : GEN-4-S2-EC-ENBA  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 12h  
TD : 18h  
TP : 8h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 38h  
Travail personnel : 0h  
Total : 38h**EVALUATION**Contrôle continu à chaque fin de  
séance de TD**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Polycopié, transparents de cours  
et documentations mis à  
disposition sur Moodle**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. CLAUSSE Marc :  
marc.clausse@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**Cet EC relève de l'unité d'enseignement Energie (GEN-4-S2-UE-NRJ) et contribue aux  
compétences suivantes :

- A1 Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 2)
- A2 Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 2)
- A4 Concevoir un système répondant à un cahier des charges (niveau 2)
- A6 Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation  
adaptées à leur spécialité (niveau 2)
- B3 Interagir avec les autres, travailler en équipe (niveau 2)
- C1 Concevoir, dimensionner, gérer et optimiser des systèmes énergétiques dans des  
contextes complexes et variés (ville, industrie, transport) (niveau 2)
- C3 Maîtrise des outils de calcul permettant d'analyser, de modéliser ou de contrôler un  
système énergétique ou un procédé (niveau 2)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaître les enjeux de la maîtrise énergétique des bâtiments
- Connaître les principes régissant le confort thermique des occupants
- Connaître les modes de transferts de chaleur dans une enveloppe de bâtiment et leurs  
effets dynamiques
- Connaître les méthodes permettant de déterminer les charges internes et externes d'un  
bâtiment avec prise en compte des effets d'inertie
- Connaître les différentes technologies de production et d'émission de chaleur et de  
froid dans le bâtiment
- Connaître les notions clés de la réglementation thermique pour les bâtiments neufs et  
en rénovation

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

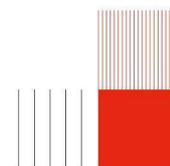
- Être capable d'utiliser des logiciels de Simulation Thermique Dynamique (STD comme  
TRNSys par exemple) pour étudier le comportement thermique dynamique d'un bâtiment  
et en déduire les charges en chauffage et en refroidissement
- Être capable de pré-dimensionner les moyens de productions et d'émission à partir du  
calcul des charges
- Être capable de proposer des solutions pour maîtriser les besoins énergétiques des  
bâtiments

**PROGRAMME**OBJECTIFS : initier les élèves aux problématiques en lien avec l'énergétique du  
bâtiment (enveloppe et systèmes) et le confort des occupants

- 1 - Introduction générale et notions de confort thermique
- 2 - Thermique de l'enveloppe, modélisation des échanges de chaleur internes et  
externes
- 3 - Définition des charges internes et externes, méthode ASHRAE de calcul des charges  
en été
- 4 - Solutions de production et d'émission de froid, principe et pré-dimensionnement
- 5 - Calcul réglementaire pour le bâtiment neuf (RT2012)
- 6 - Calcul réglementaire en rénovation, enjeux de la rénovation des bâtiments

Ses notions seront appliquées en séances de TD en utilisant des logiciels professionnels  
en lien avec l'énergétique du bâtiment : logiciel de simulation thermique dynamique  
(STD, comme TRNSys) et logiciel de calcul labellisé pour vérifier la réglementation  
thermique (ClimaWin par exemple)**BIBLIOGRAPHIE**

- 1/ Le Recknagel (Tomes 1 ; 2 et 3), Manuel pratique du génie climatique, Recknagel,  
Sprenger, Honmann, PYC Edition, Paris
- 2/ Conception et calcul des procédés de climatisation, Brun, Porcher, Edition CFP, Paris
- 3/ Cours de Climatisation, Porcher, Edition CFP, Paris
- 4/ ASHRAE Handbook, Editions ASHRAE, mise à jour annuelle
- 5/ Génie climatique, Techniques de l'Ingénieur, Vol. B2-1, Paris
- 6/ La filtration de l'air, Rault, Edition CFP, Paris
- 7/ Climatisation et conditionnement d'air modernes. Reinmuth PYC. Paris 1996



**IDENTIFICATION**CODE : GEN-4-S2-EC-PBIO  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 5h  
TD : 14h  
TP : 16h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 35h  
Travail personnel : 0h  
Total : 35h**EVALUATION**

Interrogation écrite sur table

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Diapositives de cours  
Index et nomenclature  
Logiciel de simulation dynamique  
pour le traitement biologique de  
l'eau  
Feuilles de calculs  
Polycopié**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**BISCARAT Denise :  
denise.blanc-biscarat@insa-lyon.frM. BUFFIERE Pierre :  
pierre.buffiere@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

- A1 Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 2)
- A2 Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 2)
- A5 Traiter des données (niveau 2)
- C2 Concevoir, dimensionner, et optimiser des installations de génie des procédés (niveau 2)
- C3 Maîtrise des outils de calcul permettant d'analyser, de modéliser ou de contrôler un système énergétique ou un procédé (niveau 2)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaissance des principaux descripteurs de pollution associés aux composés organiques et azotés
- Connaissance des variables d'état pouvant être associées à ces descripteurs dans un modèle
- Connaissance des principales opérations unitaires utilisées dans une station d'épuration

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Etre capable de décrire un modèle stoechiométrique / cinétique sous la forme d'une matrice de Petersen
- Etre capable d'écrire un bilan matière d'une réaction complexe sur un réacteur de géométrie simple
- Etre capable d'utiliser rapidement l'implémentation d'une résolution dynamique
- Etre capable de dimensionner les principaux éléments d'une station d'épuration
- Etre capable de dimensionner un dispositif d'aération dans un bassin de boues activées

**PROGRAMME**Le module se compose de 5h de cours et de 12h de TD;  
Introduction: Les variables de dimensionnement d'une station d'épuration;  
Caractérisation des intrants, caractérisation de la biomasse, bases de dimensionnement;

Cours: Les modèles classiques, représentation des stoechiométries et des cinétiques (Activated Sludge Models) par la matrice de Petersen, procédés d'élimination avancée de l'azote;

TD1: dimensionnement d'un bassin de boues activées, calcul de l'aération;

TD2 sur machine : Simulation dynamique d'une station d'épuration à partir de logiciels existants;

TD3: Comparaison de filières classiques et innovantes pour le traitement azote et carbone; TD4: modélisation de la méthanisation.

**BIBLIOGRAPHIE**

Biological Wastewater Treatment: Principles, Design and Modelling, edited by M. Henze, M.C.M. van Loosdrecht, G.A. Ekama and D. Brdjanovic (2008). IWA Publishing, ISBN 13: 9781843391883, 526 p.

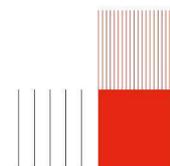
Mathematical modelling of biofilms (2006). Edited by C. Picioreanu, IWA Publishing, ISBN 13: 9781843390879, 208 p.

Gaëlle Deronzier, Sylvie Schérite, Yvan Racault, Jean-Pierre Canler, Alain Liénard, Alain Héduit, Philippe Duchène (2001) ; Document technique FNDAE n° 25, ISBN 2-85362-555-9 ; Traitement de l'azote dans les stations d'épuration biologique des petites collectivités 2001.

Philippe Duchène, Éric Cotteux (2002) Document technique FNDAE n° 26, 2002. ISBN 2-85362-593-1. Insufflation d'air fines bulles. Application aux systèmes d'épuration en boues activées des petites collectivités.

Degrémont (2005), Memento Technique de l'eau, 10ème édition. Lavoisier.

Spérandio M., Héran M., Gillot S. (2007). Modélisation dynamique des procédés biologiques de traitement des eaux. Techniques de l'Ingénieur, W6500 V1.



**IDENTIFICATION**CODE : GEN-4-S2-EC-SSL  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 6h  
TD : 12h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 18h  
Travail personnel : 0h  
Total : 18h**EVALUATION**Projet commun à 3 cours :  
Traitement des déchets solides,  
traitement des effluents liquides et  
traitement de la biomasse.**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Support écrit du diaporama utilisé  
en cours.  
Polycope de TD.**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**BLANC-BISCARAT Denise :  
denise.blanc-biscarat@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Energie (GEN-4-S2-UE-NRJ) et contribue aux compétences suivantes :

A1 Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 2)  
A2 Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 2)  
C2 Concevoir, dimensionner, et optimiser des installations de génie des procédés (niveau 2)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaître les objectifs atteignables par les différents procédés chimiques, physiques, membranaires ou faisant intervenir des phénomènes de surface.
- Connaître les différents modèles et lois utilisés pour le dimensionnement des principaux procédés chimiques, physiques, membranaires ou faisant intervenir des phénomènes de surface utilisés pour le traitement de liquide

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Savoir définir les procédés les plus adaptés aux objectifs de traitement à atteindre.
- Savoir dimensionner les procédés chimiques, physiques mécaniques, membranaires, d'adsorption, utilisés dans les filières de traitement des eaux
- Savoir utiliser les lois gouvernant les équilibres chimiques, les modèles de décantation des différents types de particules, la loi de Henry, les lois d'écoulement en milieu poreux saturés (loi de Darcy, relation de Kozeny-Carman), les modèles utilisés pour représenter les isothermes d'adsorption, les paramètres utilisés pour dimensionner les procédés membranaires (taux de conversion, taux de rétention, calculs des flux de perméat et sels)

**PROGRAMME**

Partie I. Rappels et situation du problème.  
Introduction. Les paramètres de la pollution. Les différentes eaux à traiter et les chaînes de traitement.

Partie II. Les traitements chimiques.  
Coagulation-floculation. Précipitation. Oxydation. Neutralisation.

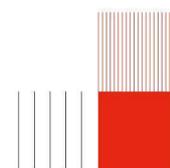
Partie III. Les traitements physiques.  
III.1. Procédés physiques : décantation. Flottation. Centrifugation. Filtration.  
III.2. Techniques de séparation membranaires : Ultrafiltration. Osmose inverse.  
III.3. Techniques de traitement faisant intervenir des phénomènes de surfaces : Adsorption. Echanges ioniques

Partie IV. Les traitements biologiques.  
Evolution d'une culture bactérienne. Modélisation de la croissance bactérienne. Elimination du substrat. Cultures bactériennes aérobies. Cultures bactériennes anaérobies. Mise en oeuvre des procédés de traitement aérobies. Mise en oeuvre des procédés de traitement anaérobies. Les solutions extensives.

Partie V. Le traitement des sous-produits.  
Les refus de dégrillage. Le sable. Les boues.

**BIBLIOGRAPHIE**Degrémont, Mémento technique de l'eau, 9ème édition, 1989.  
B. Drobenko, L'essentiel du droit de l'eau, Lextenso editions, 2008.  
Claude Cardot, Les traitements de l'eau, ellipses, 1999.**PRÉ-REQUIS**

Quelques connaissances sur les caractéristiques physico-chimiques de l'eau sont nécessaires.



**IDENTIFICATION**CODE : GEN-4-S2-EC-MTHM  
ECTS : 3**HORAIRES**Cours : 20h  
TD : 18h  
TP : 12h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 50h  
Travail personnel : 0h  
Total : 50h**EVALUATION**Contrôle terminal 90 %  
Travaux pratiques 10 %**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Polycopié en français (environ 387  
pages) comprenant le cours  
Polycopié pour les TD  
Polycopié de TP**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. REVELLIN Rémi :  
remi.revellin@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Energie (GEN-4-S2-UE-NRJ) et contribue aux compétences suivantes :

- A1 Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 2)
- A2 Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 2)
- A3 Mettre en oeuvre une démarche expérimentale (niveau 2)
- A4 Concevoir un système répondant à un cahier des charges (niveau 2)
- A5 Traiter des données (niveau 2)
- A6 Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (niveau 2)
- C1 Concevoir, dimensionner, gérer et optimiser des systèmes énergétiques dans des contextes complexes et variés (ville, industrie, transport) (niveau 2)
- C4 Intégrer les grands enjeux environnementaux dans les stratégies de développement des systèmes anthropiques (niveau 1)
- C6 Intégrer les grands enjeux de la transition énergétique : aspects techniques, économiques, juridiques et environnementaux (niveau 1)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaître les turbines à vapeur et les cycles associés : turbines axiales à action et à réaction, triangles des vitesses, cycle de Hirn, Rankine, à soutirages
- Connaître les installations motrices à gaz : Cycles de Joules, Brayton, turbo-réacteurs.
- Connaître le principe des cycles combinés : méthode du pincement.
- Connaître les fluides frigorigènes et les logiciels de référence (Refprop, CoolPack, Thermoptim, EES)
- Connaître les moteurs alternatifs à combustion interne (à allumage commandé, moteurs diesel) : thermodynamique appliquée aux MACI, pollution et rendements des moteurs, généralités techniques.

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Etre capable d'écrire et de résoudre des bilans énergétique, exergetique et anergétique appliqués à des cycles moteurs
- Etre capable de dimensionner énergétiquement et de modéliser de manière élémentaire un composant (e.g. turbine) ou une machine (e.g. installation motrice à vapeur ou à gaz).
- Etre capable d'utiliser des diagrammes, des tables et un logiciel (Thermoptim)

**PROGRAMME****OBJECTIFS :**

Comprendre les principes de conception des machines thermiques motrices ou réceptrice et des systèmes de conversion de l'énergie tels que les cycles combinés ou la cogénération.

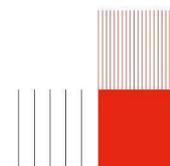
Maîtriser l'utilisation de diagrammes thermodynamiques et de logiciels de modélisation.

Donner une très bonne connaissance des problèmes théoriques et pratiques liés à la compression des gaz et de bonnes connaissances de base sur le fonctionnement et les modélisations élémentaires des machines frigorifiques, des turbines à gaz et à vapeur, des moteurs à combustion interne et plus généralement des systèmes énergétiques (cogénération, cycles combinés ....).

- 1) Moteurs à flux continu : cycles à vapeur (Rankine, Hirn, à soutirages...), étude de la turbine à vapeur (triangle de vitesses), installations motrices à gaz, turbo réacteurs, cycles combinés. Cogénération.
- 2) Moteurs alternatifs à combustion interne (à allumage commandé, moteurs diesel) : thermodynamique appliquée aux MACI, pollution et rendements des moteurs, généralités techniques.

**BIBLIOGRAPHIE**

1. L. BOREL, D. FAVRAT, Thermodynamique et Energétique - Ed. Polytechnique Romandes 2005



**IDENTIFICATION**CODE : GEN-4-S2-EC-STA  
ECTS : 19**HORAIRES**Cours : 0h  
TD : 0h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 0h  
Travail personnel : 0h  
Total : 0h**EVALUATION**Rapport de stage de 50 pages maximum  
Soutenance orale de 20 minutes suivie de 10 minutes de questions  
Fiche d'évaluation du tuteur de laboratoire**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Document de présentation des attentes du SIRD  
Ressources bibliographiques d'une bibliothèque universitaire**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. Roger Maxime :  
maxime.roger@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Stage 1 (GEN-4-S2-UE-STA) et contribue aux compétences suivantes :

- A1 Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 3)
- A2 Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 3)
- A3 Mettre en oeuvre une démarche expérimentale (niveau 3)
- A4 Concevoir un système répondant à un cahier des charges (niveau 3)
- A5 Traiter des données (niveau 3)
- B1 Se connaître, se gérer physiquement et mentalement (niveau 3)
- B2 Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome (niveau 3)
- B3 Interagir avec les autres, travailler en équipe (niveau 3)
- B4 Faire preuve de créativité, innover, entreprendre (niveau 3)
- B5 Agir de manière responsable dans un monde complexe (niveau 3)
- B6 Se situer, travailler, évoluer dans une entreprise, une organisation socio-productive (niveau 3)
- B7 Travailler dans un contexte international et interculturel (niveau 3)
- C3 Maîtrise des outils de calcul permettant d'analyser, de modéliser ou de contrôler un système énergétique ou un procédé (niveau 2)
- C6 Intégrer les grands enjeux de la transition énergétique : aspects techniques, économiques, juridiques et environnementaux (niveau 2)
- C7 Concevoir et mettre en oeuvre une démarche d'écologie industrielle et territoriale visant à optimiser la gestion des ressources et à limiter les impacts environnementaux (niveau 2)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :  
- Etre capable de rechercher et d'exploiter de la documentation scientifique**OBJECTIFS :**

Au cours du Stage d'Initiation à la Recherche et au Développement - d'une durée de 20 semaines minimum - les étudiants sont confrontés à une problématique scientifique, qu'ils doivent analyser par voies expérimentale et/ou numérique. Le sujet peut être très varié mais obligatoirement dans le domaine des sciences dures. Il s'agit d'une étape importante de la formation qui a pour but de valider la capacité de l'étudiant à répondre à une problématique réelle en mettant en oeuvre toutes les compétences acquises durant la formation : de la maîtrise de certains domaines scientifiques à la gestion de projet en passant par les relations avec les autres (binôme, tuteur, fournisseur, personnels du laboratoire, partenaire industriel, ...).

**PROGRAMME**

- A des degrés divers, suivant la nature et l'avancement des sujets, les SIRD ont pour objet :
- d'apprendre à utiliser la documentation scientifique (livres, articles issus de journaux ou de conférences scientifiques, manuscrits de thèse ou de Master),
  - d'élaborer un projet, de manière autonome, en synthétisant les connaissances et en faisant preuve d'imagination,
  - d'apprendre à choisir le matériel (adaptation, rapport qualité - prix) dans la documentation technique,
  - de construire, quand c'est le cas, une installation en faisant preuve d'initiatives,
  - d'exploiter l'installation : mesures, critiques, modifications... afin de l'optimiser,
  - d'utiliser les moyens informatiques et les logiciels adaptés,
  - de donner l'occasion d'apprendre à travailler en équipe,
  - d'approfondir un domaine scientifique particulier,
  - d'apprendre à synthétiser et analyser clairement les résultats dans un rapport permettant à un lecteur non initié de comprendre les tenants et les aboutissants du travail,
  - d'améliorer le mode d'expression dans un exposé oral en utilisant avec discernement les moyens audio-visuels

**BIBLIOGRAPHIE****PRÉ-REQUIS****INSA LYON**Campus LyonTech La Doua  
20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France  
Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00  
[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)

**IDENTIFICATION**CODE : GEN-5-S1-EC-EREN  
ECTS : 3**HORAIRES**Cours : 43h  
TD : 3h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 46h  
Travail personnel : 0h  
Total : 46h**EVALUATION**

QCM

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

Fichier PDF des supports de cours

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. CLAUSSE Marc :  
marc.clausse@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Filières Energétiques (GEN-5-S1-UE-NRJ) et contribue aux compétences suivantes :

C6 Intégrer les grands enjeux de la transition énergétique : aspects techniques, économiques, juridiques et environnementaux (niveau 2)  
B5 Agir de manière responsable dans un monde complexe (niveau 2)

De plus, elle nécessite de mobiliser les compétences suivantes :

C1 Concevoir, dimensionner, gérer et optimiser des systèmes énergétiques dans des contextes complexes et variés (ville, industrie, transport)  
C2 Concevoir, dimensionner, et optimiser des installations de génie des procédésEn permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :  
- L'ensemble des filières renouvelables : éolien, géothermie, solaire PV, thermique et thermodynamique, hydraulique, biomasse  
- pour chacune d'elle connaître : le potentiel technique et économique, les solutions technologiques types, les réglementationsEn permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :  
- Être capable de discuter de manière argumentée les bénéfices et les risques de chacune des filières**OBJECTIFS :**

A l'issue de ce cours, l'étudiant aura connaissance des différentes voies de conversion de l'énergie primaire renouvelables en énergie utile ainsi que des différents enjeux économiques et techniques liés à chacune des filières: gestion de l'intermittence, approvisionnement, etc.

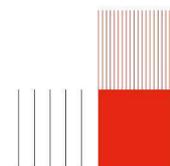
Les enseignements étant majoritairement dispensés par des industriels des différents secteurs, l'étudiant bénéficiera également d'un retour d'expérience sur le dimensionnement et la conduite de ces installations.

**PROGRAMME**

- Solaire thermique (3 h)
- Solaire photovoltaïque (3 h)
- Solaire thermodynamique (2h)
- Énergie éolienne (9h)
- Énergie hydraulique (4h)
- Énergie géothermique (4h)
- Biomasse (12 h)
- Evaluation LCOE (3h - TD)

**BIBLIOGRAPHIE**

- Les biocarburants, Daniel Ballerini, IFP Publications Editions Technip, Paris France, 2006
- SOLAGRO (2000). La méthanisation des déchets ménagers et assimilés - Recycler les déchets organiques et valoriser leur potentiel énergétique. Editions SOLAGRO, 2000. 32 p.

**PRÉ-REQUIS**Module de transferts thermiques (GEN-3-S1-EC-TTC)  
module de thermodynamique appliquée (GEN-3-S2-EC-THMO)

**IDENTIFICATION**CODE : GEN-5-S1-EC-FONU  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 25h  
TD : 0h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 25h  
Travail personnel : 0h  
Total : 25h**EVALUATION**

QCM

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES****LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. CLAUSSE Marc :  
marc.clausse@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Filières Energétiques (GEN-5-S1-UE-NRJ) et contribue aux compétences suivantes :

C6 Intégrer les grands enjeux de la transition énergétique : aspects techniques, économiques, juridiques et environnementaux (niveau 2)  
B5 Agir de manière responsable dans un monde complexe (niveau 2)

De plus, elle nécessite de mobiliser les compétences suivantes :

C1 Concevoir, dimensionner, gérer et optimiser des systèmes énergétiques dans des contextes complexes et variés (ville, industrie, transport)  
C2 Concevoir, dimensionner, et optimiser des installations de génie des procédés

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaître la filière nucléaire : cycle du combustible, traitement des déchets, gestion des risques, principe des centrales nucléaires
- Connaître les ressources, les enjeux et les grandes étapes de la filière hydrocarbures de l'amont à l'aval ainsi que sa transformation
- Connaître les enjeux liés aux matériaux miniers pour l'énergie

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Être capable de discuter de manière argumentée les bénéfices et les risques de la filière nucléaire
- Être capable de discuter de manière argumentée les bénéfices et les risques de la filière hydrocarbure
- Être capable de discuter de manière argumentée les bénéfices et les risques des ressources minières pour l'énergie

**OBJECTIFS :**

A l'issue de ce cours, les étudiants doivent comprendre le fonctionnement d'une centrale nucléaire et comparer ses avantages et ses inconvénients par rapport aux autres filières.

Ils auront également acquis les connaissances nécessaires à une bonne compréhension des enjeux liés aux énergies fossiles pour l'ensemble de la chaîne: exploration, production, raffinage, e-fuel et fuel soutenable.

**PROGRAMME**

## Nucléaire (14h)

- La situation énergétique mondiale et en France (réserves, production). La part du nucléaire
- La fission, la cinétique et la dynamique des réacteurs
- Les différentes filières nucléaires dont le surrégénérateur et l'EPR
- Les réacteurs à eau pressurisée, bilan neutronique, fonctionnement, description technologique
- Les déchets, le combustible, la sûreté vis-à-vis de l'environnement, la fiabilité humaine (Tchernobyl, Three Miles Island,...)

## Energies fossiles (4h)

- La place des ressources fossiles dans le mix énergétique
- Présentation de l'amont hydrocarbure: notion de réservoir, de réserves, de méthodes d'extraction, etc.
- Présentation de l'aval hydrocarbure: notions de raffinage, de marchés pétroliers, etc.
- e-fuel et carburants soutenables

## Matériaux pour la transition énergétique (3h)

- Panorama des besoins et des ressources en matériaux minéraux jouant un rôle dans la transition énergétique.

**BIBLIOGRAPHIE****PRÉ-REQUIS****INSA LYON**

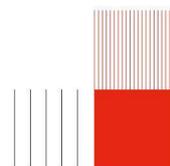
Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France

Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)

membre de



**IDENTIFICATION**CODE : GEN-5-S1-EC-RESO  
ECTS : 3**HORAIRES**Cours : 29h  
TD : 14h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 43h  
Travail personnel : 0h  
Total : 43h**EVALUATION**

QCM

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Support ppt des intervenants  
extérieurs**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. CLAUSSE Marc :  
marc.clausse@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Filières Energétiques (GEN-5-S1-UE-NRJ) et contribue aux compétences suivantes :

C6 Intégrer les grands enjeux de la transition énergétique : aspects techniques, économiques, juridiques et environnementaux (niveau 2)  
B5 Agir de manière responsable dans un monde complexe (niveau 2)

De plus, elle nécessite de mobiliser les compétences suivantes :

C1 Concevoir, dimensionner, gérer et optimiser des systèmes énergétiques dans des contextes complexes et variés (ville, industrie, transport)  
C2 Concevoir, dimensionner, et optimiser des installations de génie des procédés

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaître les enjeux, principes et solutions technologiques pour les réseaux de chaleur, pour les réseaux de transport d'électricité, les réseaux de distribution d'électricité (smart grid), les réseaux de transport et de distribution de gaz.
- Connaître les enjeux, principes et solutions technologiques pour la filière hydrogène
- Connaître les enjeux et principes du droit de l'énergie
- Connaître les enjeux et principes des marchés de l'énergie
- Connaître les enjeux et principes de la transition énergétique dans les collectivités territoriales

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Être capable de discuter de manière argumentée sur les réseaux d'énergie
- Être capable de discuter de manière argumentée sur les marchés de l'énergie et sur les règlements s'y appliquant

**OBJECTIFS :**

Ce cours vise à présenter les enjeux liés aux réseaux d'énergie (réseau de chaleur, réseau de gaz, réseau électrique et smart grid, hydrogène) ainsi que ceux liés aux marchés de l'énergie et au droit de l'énergie.

**PROGRAMME**

- Réseau de chaleur (3h)
- Réseau électrique HT (2h)
- Smart Grid (2h)
- Réseau de gaz (4h)
- Hydrogène (2h)
- Marché de l'électricité (6h)
- Marché du gaz (3h)
- Droit de l'énergie (4h)
- Transition dans les collectivités locales (2h)

**BIBLIOGRAPHIE****PRÉ-REQUIS**

aucun

**IDENTIFICATION**CODE : GEN-5-S1-EC-EENV  
ECTS : 1**HORAIRES**Cours : 10h  
TD : 0h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 10h  
Travail personnel : 0h  
Total : 10h**EVALUATION**

L'évaluation a la forme d'un travail écrit, sous la forme d'un QCM (Question à choix multiples) et/ou de petites questions de synthèse.

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES****LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. CLAUSSE Marc :  
marc.clausse@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Outils et méthodes d'analyses énergétique et environnementale (GEN-5-S1-UE-ENV) et contribue aux compétences suivantes :

C5 Utiliser les systèmes de management et les outils d'analyse dans le cadre d'une démarche de Développement Durable et de Responsabilité Sociétale des organisations : aspects normatif, socio-économique, financier et technique (niveau 2)  
B5 Agir de manière responsable dans un monde complexe (niveau 2)

De plus, elle nécessite de mobiliser les compétences suivantes :

C4 Intégrer les grands enjeux environnementaux dans les stratégies de développement des systèmes anthropiques

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaître les concepts fondamentaux et les principales grilles d'analyse de l'économie de l'environnement.
- Connaître les outils et les fondements des politiques publiques de l'environnement en France et en Europe.

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Etre capable d'appréhender les enjeux des rapports entre les activités productives humaines et le cadre de vie des hommes

**OBJECTIFS :**

Présenter les concepts fondamentaux et les principales grilles d'analyse de l'économie de l'environnement.

Appréhender les enjeux des rapports entre les activités productives humaines et le cadre de vie des hommes

Exposer les outils et les fondements des politiques publiques de l'environnement en France et en Europe.

**PROGRAMME**

La première finalité du cours est de permettre aux élèves d'accéder aux débats courants sur des sujets aussi divers que : la mondialisation et les enjeux environnementaux, le développement durable, les coûts sociaux de l'activité économique, la responsabilité sociale des entreprises, les relations entre la croissance verte et emploi, entre les commerce international et l'environnement, etc.

Le cours revendique une approche relevant de la socio-économie en illustrant, par des exemples très concrets puisés dans l'actualité, la manière dont les modèles théoriques en économie se traduisent dans les politiques publiques nationales et/ou européennes.

Finalement, le cours se veut une introduction didactique à « L'économie de l'environnement ». Il met à la disposition des élèves des éléments de langage, des instruments de mesure et des outils de décision publique qui peuvent leur permettre de prétendre à des spécialisations dans le domaine du management du développement durable dans les entreprises et les collectivités publiques.

Aux sources de l'économie de l'économie de l'environnement

- Les concepts de base de l'économie de l'environnement : externalité, coût social, internalisation, monétisation, actualisation, croissance verte, développement durable, etc.

- Les débats contemporains sur les rapports entre la croissance et l'environnement

L'évaluation économique des biens l'environnement

Les politiques réglementaires et la protection de l'environnement

La fiscalité environnementale

La privatisation de l'environnement

Normes et instruments volontaires (écolabels)

Les marchés des droits à polluer échangeables

**BIBLIOGRAPHIE**

- Abdelmalki Lahsen et Mundler Patrick, Economie de l'environnement et du développement durable, De Boeck, 2010.
- Brunel Sylvie, Le développement durable, PUF, Coll. Que sais-je ?, 2012.
- Gadrey Jean, Lalucq Aurore, Faut-il donner un prix à la nature ? Les Petits Matins, 2015.
- Jackson Tim, Prospérité sans croissance : la transition vers une économie durable, De Boeck, 2010.
- Méda Dominique, La mystique de la croissance, Flammarion, Coll. Essais, 2013.
- Ostrom Elinor, Gouvernance des biens communs. Pour une nouvelle approche des

ressources naturelles, De Boeck, 2010.

- Robin Marie-Monique, Sacrée croissance : comment en sortir, La Découverte, 2014.

## PRÉ-REQUIS

Aucun Prérequis n'est exigé. En revanche, il est fortement recommandé d'être présent de façon assidue au cours, de prendre des notes, de les « travailler » et de suivre l'actualité liée à l'environnement en France, en Europe et dans le monde.

### INSA LYON

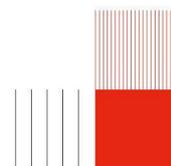
#### Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France

Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)

membre de



**IDENTIFICATION**CODE : GEN-5-S1-EC-FPEP  
ECTS : 1**HORAIRES**Cours : 12h  
TD : 4h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 16h  
Travail personnel : 0h  
Total : 16h**EVALUATION**

QCM + projet

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES****LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. CLAUSSE Marc :  
marc.clausse@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Outils et méthodes d'analyses énergétique et environnementale (GEN-5-S1-UE-ENV) et contribue aux compétences suivantes :

C5 Utiliser les systèmes de management et les outils d'analyse dans le cadre d'une démarche de Développement Durable et de Responsabilité Sociétale des organisations : aspects normatif, socio-économique, financier et technique (niveau 2)  
B5 Agir de manière responsable dans un monde complexe (niveau 2)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaître les mécanismes de financements des projets d'infrastructures et connaître les principaux acteurs
- Connaître les bases du financement de projets et du pilotage économique de projets

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Etre capable de comprendre les grands échecs de projets d'infrastructure à l'international
- Etre capable de tester ces concepts sur des exemples concrets

**OBJECTIFS :**

- Comprendre les mécanismes de financements des projets d'infrastructures et connaître les principaux acteurs
- Comprendre les grands échecs de projets d'infrastructure à l'international
- Apprendre les bases du financement de projets et du pilotage économique de projets
- Tester ces concepts sur des exemples concrets

**PROGRAMME**

- Partie I
- Comprendre les notions élémentaires d'un investissement
- Evaluer la rentabilité d'un investissement
- Cadrer et préparer une offre financière
- Optimiser une offre financière
- Etude de cas : réaliser le plan de financement d'un ferme éolienne de 50M sur 10 ans
- Partie II
- Evaluer le budget d'un projet
- Piloter l'avancement d'un projet
- Evaluer les écarts au budget
- Etude de cas : piloter l'avancement des travaux de la ferme éolienne de 50M€ sur 10 ans

**BIBLIOGRAPHIE****PRÉ-REQUIS**

- Aucun

**IDENTIFICATION**CODE : GEN-5-S1-EC-MENV  
ECTS : 1**HORAIRES**Cours : 9h  
TD : 0h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 9h  
Travail personnel : 0h  
Total : 9h**EVALUATION**Etudes de cas, quiz et exercices.  
QCM.**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

Diapositives

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. CLAUSSE Marc :  
marc.clausse@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Outils et méthodes d'analyses énergétique et environnementale (GEN-5-S1-UE-ENV) et contribue aux compétences suivantes :

C5 Utiliser les systèmes de management et les outils d'analyse dans le cadre d'une démarche de Développement Durable et de Responsabilité Sociétale des organisations : aspects normatif, socio-économique, financier et technique (niveau 2)  
B5 Agir de manière responsable dans un monde complexe (niveau 2)

De plus, elle nécessite de mobiliser les compétences suivantes :

C1 Concevoir, dimensionner, gérer et optimiser des systèmes énergétiques dans des contextes complexes et variés (ville, industrie, transport)  
C2 Concevoir, dimensionner, et optimiser des installations de génie des procédés  
C4 Intégrer les grands enjeux environnementaux dans les stratégies de développement des systèmes anthropiques

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaître les objectifs et la finalité des systèmes de management Qualité, Hygiène, Santé, Sécurité, Environnement & Energie
- Connaître les exigences et la philosophie d'un système global et intégré de management des risques
- Connaître les enjeux managériaux associés
- connaître les processus d'audit et d'évaluation

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Etre capable de positionner et utiliser efficacement les systèmes de management

**OBJECTIFS :**

A l'issue de ces modules, les étudiants seront capables de comprendre :

- les objectifs et la finalité des systèmes de management Qualité, Hygiène, Santé, Sécurité, Environnement & Energie
- les exigences et la philosophie d'un système global et intégré de management des risques
- les enjeux managériaux associés
- les processus d'audit et d'évaluation

**PROGRAMME**

- Normalisation / Certification / Accréditation / Marquage CE
- Système de management qualité / ISO 9001
- Approche processus , orientation client
- Système de management de l'environnement / ISO 14001
- Code de l'environnement : ICPE, régimes
- Système de management de la santé et de la sécurité au travail / OHSAS 18001 et ISO 45001
- Code du travail : obligations de l'Employeur
- Système de management de l'énergie / ISO 50001
- Audit énergétique
- Développement durable
- Les autres référentiels : Éthique, sécurité de la Supply Chain
- Système Management Intégré
- Gestion des risques
- Responsabilité Sociétale des Entreprises / ISO 26000
- Obligations réglementaires : Grenelle 2, art. 225
- L'audit et l'évaluation, l'audit interne, seconde et tierce partie
- Les 6 étapes
- Le reporting
- L'évaluation extra-financière

**BIBLIOGRAPHIE**

- Les normes ISO 9001, 14001, et 50001 OHSAS 18001
- Les réglementations applicables : le code de l'environnement, la loi de transition énergétique, les directives européennes

## PRÉ-REQUIS

Aucun

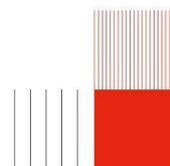
### INSA LYON

#### Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France  
Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)

*membre de*



**IDENTIFICATION**CODE : GEN-5-S1-EC-METH  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 2h  
TD : 21h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 23h  
Travail personnel : 0h  
Total : 23h**EVALUATION**

Contrôle terminal

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES****LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. LEFEVRE Frédéric :  
frederic.lefevre@insa-lyon.fr  
M. CLAUSSE Marc :  
marc.clausse@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Outils et méthodes d'analyses énergétique et environnementale (GEN-5-S1-UE-ENV) et contribue aux compétences suivantes :

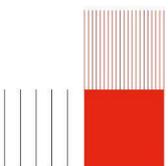
- A1 Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 2)
- B5 Agir de manière responsable dans un monde complexe (niveau 2)
- C1 Concevoir, dimensionner, gérer et optimiser des systèmes énergétiques dans des contextes complexes et variés (ville, industrie, transport) (niveau 2)
- C2 Concevoir, dimensionner, et optimiser des installations de génie des procédés (niveau 2)
- C3 Maîtrise des outils de calcul permettant d'analyser, de modéliser ou de contrôler un système énergétique ou un procédé (niveau 2)
- C4 Intégrer les grands enjeux environnementaux dans les stratégies de développement des systèmes anthropiques (niveau 2)
- C5 Utiliser les systèmes de management et les outils d'analyse dans le cadre d'une démarche de Développement Durable et de Responsabilité Sociétale des organisations : aspects normatif, socio-économique, financier et technique (niveau 2)
- C6 Intégrer les grands enjeux de la transition énergétique : aspects techniques, économiques, juridiques et environnementaux (niveau 2)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaître les grands principes de la méthode et de l'outil bilan Carbone
- Connaître les grands principes de l'ACV et de l'outil SimaPro
- Connaître les grands principes de la méthode du pincement

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Etre capable d'utiliser au niveau débutant la méthode Bilan Carbone de l'ADEME
- Etre capable d'utiliser au niveau débutant l'outil SimaPro
- Etre capable de mener une méthode du pincement

**PROGRAMME**10 h de cours/TD sur la méthode du pincement  
4 heures de TD sur l'outil Bilan Carbone  
6 heures de Cours/TD sur l'ACV et l'outil SimaPro**BIBLIOGRAPHIE****PRÉ-REQUIS**

**IDENTIFICATION**CODE : GEN-5-S1-EC-STRA  
ECTS : 4**HORAIRES**Cours : 0h  
TD : 0h  
TP : 0h  
Projet : 0.5h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 0h  
Travail personnel : 0h  
Total : 0.5h**EVALUATION**Rapport 30 pages  
exposé 30 minutes**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES****LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. CLAUSSE Marc :  
marc.clausse@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement SHS 5 (GEN-5-S1-UE-SHS) et contribue aux compétences suivantes :

- A1 Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 3)
- A2 Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 3)
- A4 Concevoir un système répondant à un cahier des charges (niveau 3)
- A5 Traiter des données (niveau 3)
- A6 Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (niveau 3)
- C1 Concevoir, dimensionner, gérer et optimiser des systèmes énergétiques dans des contextes complexes et variés (ville, industrie, transport) (niveau 3)
- C2 Concevoir, dimensionner, et optimiser des installations de génie des procédés (niveau 3)
- C3 Maîtrise des outils de calcul permettant d'analyser, de modéliser ou de contrôler un système énergétique ou un procédé (niveau 3)
- C4 Intégrer les grands enjeux environnementaux dans les stratégies de développement des systèmes anthropiques (niveau 3)
- C6 Intégrer les grands enjeux de la transition énergétique : aspects techniques, économiques, juridiques et environnementaux (niveau 3)
- C7 Concevoir et mettre en oeuvre une démarche d'écologie industrielle et territoriale visant à optimiser la gestion des ressources et à limiter les impacts environnementaux (niveau 3)
- B2 Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome (niveau 3)
- B3 Interagir avec les autres, travailler en équipe (niveau 3)
- B5 Agir de manière responsable dans un monde complexe (niveau 3)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Être capable de collecter de l'information diffuse
- Être capable de poser des hypothèses réalistes pour pallier l'absence de données
- Être capable de mettre en oeuvre des logiciels métiers pour justifier le choix de solutions technologiques
- Être capable d'interagir avec des interlocuteurs divers : expert technique, responsable de service/politique, fournisseur, etc.
- Être capable de travailler en groupe : planification, répartition des tâches, synthèse, etc.
- Être capable de présenter de façon synthétique et argumentée, tant à l'oral qu'à l'écrit, les enjeux, méthodes employées, résultats et conclusions

**OBJECTIFS :**

Conduire un mini projet (4 semaines temps plein) répondant à la problématique d'un client non académique (industrie, collectivités, associations, etc.) sur un sujet de transition/efficacité énergétique et/ou de transition écologique

**PROGRAMME****BIBLIOGRAPHIE****PRÉ-REQUIS**

Connaissance des secteurs industriels .  
Capacité d'établir des bilans quantitatifs « masse-énergie » des activités industrielles.  
Analyse d'une cartographie du territoire (implantation des activités industrielles)  
Connaissance de la réglementation « déchets », « risques technologiques » et « environnement » en général.  
Capacité de recherche documentaire sur le Web, de rédaction d'un document de synthèse, de travail en équipe répartition des rôles et des tâches).

**IDENTIFICATION**CODE : GEN-5-S1-EC-PFE  
ECTS : 10**HORAIRES**Cours : 0h  
TD : 0h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 0h  
Travail personnel : 0h  
Total : 0h**EVALUATION**Présentation orale de 15 min + 20  
min de questions devant un jury.**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES****LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. Revellin Rémi :  
remi.revellin@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Projet de fin d'études 1 (GEN-5-S1-UE-PFE) et contribue aux compétences suivantes :

- A1-Analyser un système (réel ou virtuel) ou un problème (niveau 3)
- A2-Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 3)
- A3-Mettre en oeuvre une démarche expérimentale ou une démarche de production (niveau 3)
- A4-Concevoir un système répondant à un cahier des charges (niveau 3)
- A5-Traiter des données (niveau 3)
- A6-Communiquer une analyse, une démarche scientifique, une preuve ou une solution de façon argumentée et logique (niveau 3)
- B1-Se connaître, se gérer physiquement et mentalement (niveau 3)
- B2-Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome (niveau 3)
- B3-Interagir avec les autres, travailler en équipe (niveau 3)
- B4-Faire preuve de créativité, innover, entreprendre (niveau 3)
- B5-Agir de manière responsable dans un monde complexe (niveau 3)
- B6-Se situer, travailler, évoluer dans une entreprise, une organisation socio-productive (niveau 3)
- B7-Travailler dans un contexte international et interculturel (niveau 3)
- C1 Concevoir, dimensionner, gérer et optimiser des systèmes énergétiques dans des contextes complexes et variés (ville, industrie, transport) (niveau 3)
- C2 Concevoir, dimensionner, et optimiser des installations de génie des procédés (niveau 3)
- C3 Maîtriser des outils de calcul permettant d'analyser, de modéliser ou de contrôler un système énergétique ou un procédé (niveau 3)
- C4 Intégrer les grands enjeux environnementaux dans les stratégies de développement des systèmes anthropiques (niveau 3)
- C5 Utiliser les systèmes de management et les outils d'analyse dans le cadre d'une démarche de Développement Durable et de Responsabilité Sociétale des organisations : aspects normatif, socio-économique, financier et technique (niveau 3)
- C6 Intégrer les grands enjeux de la transition énergétique : aspects techniques, économiques, juridiques et environnementaux (niveau 3)
- C7 Concevoir et mettre en oeuvre une démarche d'écologie industrielle et territoriale visant à optimiser la gestion des ressources et à limiter les impacts environnementaux (niveau 3)

**PROGRAMME**

Le sujet du projet de fin d'études est défini en début d'année scolaire entre l'alternant, le tuteur entreprise et le tuteur académique. Le référent pédagogique valide in fine le sujet.

Une ou des problématiques technique/scientifique/technologique doivent être définies afin que l'alternant puisse mettre à profit tout ce qu'il a appris au cours de sa formation et au sein de l'entreprise. Il s'agit en général de la conduite, du développement et de la réalisation d'un projet. Les objectifs sont de se confronter à un projet réel, savoir l'organiser et le gérer et mettre en oeuvre différentes techniques et technologies pour le résoudre. C'est une sorte de fil conducteur sur lequel l'alternant travaille durant toute l'année scolaire.

La problématique doit être formulée en commençant par des expressions comme : « Dans quelle mesure... ? », « En quoi... ? » ou « Par quels moyens ... ? ».

**BIBLIOGRAPHIE****PRÉ-REQUIS****INSA LYON**Campus LyonTech La Doua  
20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France  
Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00  
[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)

**IDENTIFICATION**CODE : GEN-5-S1-EC-PR  
ECTS : 10**HORAIRES**Cours : 0h  
TD : 0h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 0h  
Travail personnel : 0h  
Total : 0h**EVALUATION****SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Rapport de 30 pages ou article  
scientifique  
Présentation orale de 30 min**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

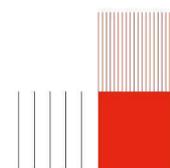
**CONTACT**M. ROUSSET François :  
francois.rousset@insa-lyon.frM. REVELLIN Rémi :  
remi.revellin@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Option PR (GEN-5-S1-UE-PR) et contribue aux compétences suivantes :

- A1 Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 3)
- A2 Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 3)
- A3 Mettre en œuvre une démarche expérimentale (niveau 3)
- A4 Concevoir un système répondant à un cahier des charges (niveau 3)
- A5 Traiter des données (niveau 3)
- A6 Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (niveau 3)
- B1 Se connaître, se gérer physiquement et mentalement (niveau 3)
- B2 Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome (niveau 3)
- B3 Interagir avec les autres, travailler en équipe (niveau 3)
- B4 Faire preuve de créativité, innover, entreprendre (niveau 3)
- B5 Agir de manière responsable dans un monde complexe (niveau 3)
- B6 Se situer, travailler, évoluer dans une entreprise, une organisation socio-productive (niveau 3)
- B7 Travailler dans un contexte international et interculturel (niveau 3)
- C1 Concevoir, dimensionner, gérer et optimiser des systèmes énergétiques dans des contextes complexes et variés (ville, industrie, transport) (niveau 3)
- C2 Concevoir, dimensionner, et optimiser des installations de génie des procédés (niveau 3)
- C3 Maîtrise des outils de calcul permettant d'analyser, de modéliser ou de contrôler un système énergétique ou un procédé (niveau 3)
- C4 Intégrer les grands enjeux environnementaux dans les stratégies de développement des systèmes anthropiques (niveau 3)
- C5 Utiliser les systèmes de management et les outils d'analyse dans le cadre d'une démarche de Développement Durable et de Responsabilité Sociétale des organisations : aspects normatif, socio-économique, financier et technique (niveau 3)
- C6 Intégrer les grands enjeux de la transition énergétique : aspects techniques, économiques, juridiques et environnementaux (niveau 3)
- C7 Concevoir et mettre en œuvre une démarche d'écologie industrielle et territoriale visant à optimiser la gestion des ressources et à limiter les impacts environnementaux (niveau 3)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :  
- Être capable de rechercher et d'exploiter de la documentation scientifique**PROGRAMME**

- A des degrés divers, suivant la nature et l'avancement des sujets, les projets ont pour objet :
- d'apprendre à utiliser la documentation scientifique (livres, articles issus de journaux ou de conférences scientifiques, manuscrits de thèse ou de Master),
  - d'élaborer un projet, de manière autonome, en synthétisant les connaissances et en faisant preuve d'imagination,
  - d'apprendre à choisir le matériel (adaptation, rapport qualité - prix) dans la documentation technique,
  - de construire, quand c'est le cas, une installation en faisant preuve d'initiatives,
  - d'exploiter l'installation : mesures, critiques, modifications... afin de l'optimiser,
  - d'utiliser les moyens informatiques et les logiciels adaptés,
  - de donner l'occasion d'apprendre à travailler en équipe,
  - d'approfondir un domaine scientifique particulier,
  - d'apprendre à synthétiser et analyser clairement les résultats dans un rapport permettant à un lecteur non initié de comprendre les tenants et les aboutissants du travail,
  - d'améliorer le mode d'expression dans un exposé oral en utilisant avec discernement les moyens audio-visuels

**BIBLIOGRAPHIE****PRÉ-REQUIS****INSA LYON**Campus LyonTech La Doua  
20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France  
Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00  
[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)

**IDENTIFICATION**CODE : GEN-5-S1-EC-MBPC  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 13h  
TD : 6h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 19h  
Travail personnel : 0h  
Total : 19h**EVALUATION**

Projet par groupe de 2 à 3 personnes

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

Diaporama + exercices sur ordinateur

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**BLANC-BISCARAT Denise :  
denise.blanc-biscarat@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Option 2EIT (GEN-5-S1-UE-2EIT) et contribue aux compétences suivantes :

- A2 Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 2)
- A5 Traiter des données (niveau 3)
- A6 Communiquer une analyse, une démarche scientifique, une preuve ou une solution de façon argumentée et logique (niveau 3)
- C3 Maîtrise des outils de calcul permettant d'analyser, de modéliser ou de contrôler un système énergétique ou un procédé (niveau 1)
- C4 Intégrer les grands enjeux environnementaux dans les stratégies de développement des systèmes anthropiques (niveau 3)
- C7 Concevoir et mettre en oeuvre une démarche d'écologie industrielle et territoriale visant à optimiser la gestion des ressources et à limiter les impacts environnementaux (niveau 2)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaître les principaux mécanismes élémentaires (et leurs couplages) qui contrôlent la mobilité de contaminants contenus dans un matériau solide pollué.
- Connaître les différents modèles permettant de décrire les mécanismes de rétention ou de mobilité des polluants.

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Savoir décrire un matériau solide complexe en vue de son évaluation environnementale
- Savoir décrire le comportement d'un matériau au contact avec une phase solide (eau, extractant ou autre)
- Savoir utiliser les fonctionnalités simples d'un logiciel de modélisation géochimique (PhreeqC)

**OBJECTIFS :**

L'objectif de ce cours est de décrire et comprendre les principaux mécanismes élémentaires (et leurs couplages) qui contrôlent la mobilité de contaminants contenus dans un matériau solide pollué lorsque celui-ci est mis en contact avec de l'eau.

**PROGRAMME**

- I. Description des mécanismes physico-chimiques
  - I.1. Critères de description d'un matériau solide
  - I.2. Les acteurs « primaires » de la pollution: Eau et Polluants
  - I.3. Facteurs d'influence du comportement des polluants
  - I.4. Mécanismes d'échanges aux interfaces
- II. Rôle des activités microbiennes dans l'évolution des déchets et autres matériaux
  - II.1. Grands principes de fonctionnement des micro-organismes (rappels de 3GEN)
    - II.1.1- Caractères généraux et exigences métaboliques
    - II.1.2- Métabolismes énergétiques
    - II.1.3- Croissance microbienne
  - II.2- Biodégradation, biodétérioration
    - II.2.1- Définitions de termes et procédures d'évaluation
    - II.2.2- Facteurs d'influence
    - II.2.3- Formation et rôle des biofilms
    - II.2.4 -Exemples d'altération microbienne des matériaux solides
      - II.2.4.1- Biocorrosion des métaux
      - II.2.4.2- Biodétérioration des bétons
      - II.2.4.3- Evolution des ordures ménagères en centres de stockage
- III. Modélisation du terme source dans le cadre de la norme ENV 12920
  - III.1. Présentation succincte de la norme EN12920
  - III.2. Modélisation du terme source méthode
    - III.2.1. Qu'est-ce qu'on cherche à modéliser ?
    - III.2.2. Comment faire ?
    - III.2.3. Modélisation mécanistique du terme source ?
      - III.2.3.1. modèle chimique
      - III.2.3.2. modèle de transport
      - III.2.3.3. modèle couplé
    - III.3. Modélisation du terme source outil
      - III.3.1. Quelques généralités sur PhreeqC
      - III.3.2. Identification de l'assemblage minéral
      - III.3.3. Validation de l'assemblage minéral
      - III.4. Mise en pratique

**BIBLIOGRAPHIE****PRÉ-REQUIS**

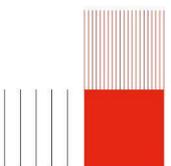
**INSA LYON**

**Campus LyonTech La Doua**

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France

Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)



**IDENTIFICATION**CODE : GEN-5-S1-EC-MEOE  
ECTS : 8**HORAIRES**Cours : 50h  
TD : 0h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 50h  
Travail personnel : 0h  
Total : 50h**EVALUATION**Projet 2EIT (utilisation des  
concepts et des outils de tous les  
modules de 2EIT dans le projet)**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Supports de cours disponibles sur  
plate-forme en ligne accessible à  
tous  
les étudiants inscrits dans l'option  
2EIT + documents spécifiques au  
projet fourni par les tuteurs.**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**MME BISCARAT Denise :  
denise.blanc-biscarat@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**Cet EC relève de l'unité d'enseignement Option 2EIT (GEN-5-S1-UE-2EIT) et contribue  
aux compétences suivantes :

- C1 Concevoir, dimensionner, gérer et optimiser des systèmes énergétiques dans des contextes complexes et variés (ville, industrie, transport) (niveau 2)
- C2 Concevoir, dimensionner, et optimiser des installations de génie des procédés (niveau 2)
- C4 Intégrer les grands enjeux environnementaux dans les stratégies de développement des systèmes anthropiques (niveau 2)
- C7 Concevoir et mettre en oeuvre une démarche d'écologie industrielle et territoriale visant à optimiser la gestion des ressources et à limiter les impacts environnementaux (niveau 2)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaître et comprendre les jeux d'acteurs et les stratégies de synergie territoriale
- Connaître les différentes voies de traitement et de valorisation des déchets et des effluents d'un territoire
- Connaître les avantages et les inconvénients des traitements biologiques
- Connaître les avantages et les inconvénients des traitements thermiques
- Connaître les avantages et les inconvénients des traitements d'effluents

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Savoir choisir et appliquer les différentes voies de traitements biologiques au cas concret d'un projet
- Savoir choisir et appliquer les différentes voies de traitements thermiques au cas concret d'un projet
- Savoir choisir et appliquer les différentes voies de traitements d'effluents au cas concret d'un projet

**OBJECTIFS :**

L'objectif de ce module est d'apprendre aux étudiants à intégrer les connaissances antérieures (3ème année, 4ème année, tronc commun de la 5ème année) et autres modules de 2EIT notamment en ce qui concerne des données de la réalité industrielle et sociétale (fonctionnement des collectivités, politiques publiques, installations classées, autres standards économiques et sociaux).

Ils seront pour cela confrontés à des problématiques industrielles et sociétales concrètes dans le cadre du projet:

- Jeux d'acteurs et d'institutions, recherche et dimensionnement de solutions concrètes pour des questions environnementales spécifiques (flux de déchets ou effluents ...)
- Enjeux environnementaux, sanitaires et économiques spécifiques à un territoire, appliqués à des territoires donnés (en France ou à l'international).

**PROGRAMME**

Présentation générale du projet

Cours d'approfondissement appliqué au projet :

- Biotechnologies appliquées aux déchets
- Dimensionnement de traitement d'eaux usées-gestion territoriale des eaux
- Traitements thermiques des déchets
- Valorisation des déchets en Génie Civil

Projet (en 8 groupes) :  
5 séances de 3h avec tutorat  
Soutenances du projet**BIBLIOGRAPHIE****PRÉ-REQUIS****INSA LYON**Campus LyonTech La Doua  
20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France  
Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00  
[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)

**IDENTIFICATION**CODE : GEN-5-S1-EC-PRO  
ECTS : 4**HORAIRES**Cours : 0h  
TD : 0h  
TP : 0h  
Projet : 11h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 0h  
Travail personnel : 0h  
Total : 11h**EVALUATION**Rapport de stratégie + soutenance  
Les autres rapports techniques  
sont évalués et comptabilisés dans  
le module Mise en oeuvre des  
écotechnologies**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES****LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**BLANC-BISCARAT Denise :  
denise.blanc-biscarat@insa-lyon.fr  
M. GAUTIER Mathieu :  
mathieu.gautier@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Option 2EIT (GEN-5-S1-UE-2EIT) et contribue aux compétences suivantes :

- A1 Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 3)
- A4 Concevoir un système répondant à un cahier des charges (niveau 2)
- A5 Traiter des données (niveau 2)
- A6 Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation adaptées à leur spécialité (niveau 3)
- C1 Concevoir, dimensionner, gérer et optimiser des systèmes énergétiques dans des contextes complexes et variés (ville, industrie, transport) (niveau 2)
- C4 Intégrer les grands enjeux environnementaux dans les stratégies de développement des systèmes anthropiques (niveau 3)
- C5 Utiliser les systèmes de management et les outils d'analyse dans le cadre d'une démarche de Développement Durable et de Responsabilité Sociétale des organisations : aspects normatif, socio-économique, financier et technique (niveau 2)
- C7 Concevoir et mettre en oeuvre une démarche d'écologie industrielle et territoriale visant à optimiser la gestion des ressources et à limiter les impacts environnementaux (niveau 3)
- B1 Se connaître, se gérer physiquement et mentalement (niveau 3)
- B2 Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome (niveau 3)
- B3 Interagir avec les autres, travailler en équipe (niveau 2)
- B4 Faire preuve de créativité, innover, entreprendre (niveau 2)
- B5 Agir de manière responsable dans un monde complexe (niveau 2)
- B6 Se situer, travailler, évoluer dans une entreprise, une organisation socio-productive (niveau 2)

et mobilise la compétence suivante :

- C2 Concevoir, dimensionner, et optimiser des installations de génie des procédés

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaître les différentes voies de traitement et de valorisation des déchets et des effluents d'un territoire
- Connaître les avantages et les inconvénients des traitements biologiques
- Connaître les avantages et les inconvénients des traitements thermiques

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

- Savoir développer une stratégie de synergie territoriale entre les différentes activités pré-existantes et celles à créer
- Savoir proposer des boucles matières et/ou énergie entre les différentes activités humaines et les cartographier
- Savoir sélectionner les voies de traitement des déchets et des effluents offrant le plus de synergies territoriales avec le reste des activités
- Savoir travailler en équipe structurée avec des rôles et des responsabilités respectives au service d'un même projet

**OBJECTIFS :**

L'objectif de ce projet est de concevoir une démarche globale d'écologie territoriale appliquée à un territoire imposé.

Les travaux sont réalisés en groupe de 3 à 4 étudiants.

Nous vous demandons de proposer un plan de gestion globale des déchets et des eaux usées générés sur le territoire proposé avec toutes les possibilités de traitement. Selon les directives européennes, l'objectif est d'optimiser la production de nouvelles ressources (matière/énergie) à partir des déchets et des eaux usées dans les activités existantes et de proposer de nouvelles activités pour le développement d'un Eco-Park (selon le concept de l'écologie industrielle ou économie circulaire) en tenant compte des aspects économiques et sociaux et la protection de l'environnement nécessaire (l'air, le sol et les ressources en eau).

Ne pas oublier de mentionner pour chaque étape de votre proposition, le contexte juridique et réglementaire européen et toutes les étapes et les méthodes d'évaluation nécessaires pour garantir la qualité de vie et l'environnement naturel dans la région

**PROGRAMME**

Plusieurs livrables sont attendus :

- 1-Schéma général de gestion avec intégration systémique, contexte réglementaire, mise en oeuvre de synergies, définition des enjeux et des indicateurs,.
- 2-Une partie concernant la mise en oeuvre de biotechnologies
- 3-Une partie concernant la mise en oeuvre de technologies thermo-chimiques
- 4-Une partie concernant la mise en oeuvre de technologies de traitement et de gestion

d'effluents

5- Une partie concernant une analyse multicritère comparative de solutions

## BIBLIOGRAPHIE

## PRÉ-REQUIS

Connaissances des cours d'environnement de 3GEN et de 5GEN

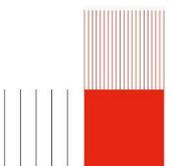
### INSA LYON

Campus LyonTech La Doua

20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - France

Tél. + 33 (0)4 72 43 83 83 - Fax + 33 (0)4 72 43 85 00

[www.insa-lyon.fr](http://www.insa-lyon.fr)



**IDENTIFICATION**CODE : GEN-5-S1-EC-AVD  
ECTS : 2**HORAIRES**Cours : 8h  
TD : 4h  
TP : 14h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 26h  
Travail personnel : 0h  
Total : 26h**EVALUATION**

L'évaluation se fait au moyen d'un projet de science des données (voir fiche GEN-5-PROJ-S1).

Cas particulier des étudiants d'échange qui ne sont inscrits qu'à GEN-5-AVD-S1 : l'évaluation de cet enseignement se fait via une soutenance orale.

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

Polycopié de cours, énoncés des travaux dirigés, énoncés des travaux pratiques (langage Python)

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. ROUSSET François :  
francois.rousset@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Objectifs :

- Devant un jeu de données, être capable de choisir une méthode d'analyse
- Être capable de conduire une l'analyse de données en langage Python
- Être capable d'interpréter les résultats d'une l'analyse de données

Compétences visées :

- A1-Analyser un système (réel ou virtuel) ou un problème, niveau 3
- A2-Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel, niveau 3
- A5-Traiter des données, niveau 3

**PROGRAMME**

ANALYSE FACTORIELLE

1. Analyse en composantes principales (ACP)
2. ACP et classification ascendante hiérarchique
3. Autres méthodes : analyse factorielle des correspondances, analyse des correspondances multiples, analyse factorielle des données mixtes

SÉRIES TEMPORELLES

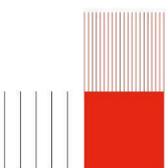
1. Introduction
2. Caractérisation des séries temporelles univariées
3. Modèles pour la prédiction des séries temporelles
4. La famille ARIMA-SARIMA
5. Cas des séries multivariées
6. Ouverture : approche par réseaux de neurones

**BIBLIOGRAPHIE**

Escofier B., Pagès J. (2016) Analyses factorielles simples et multiples : Cours et études de cas. 5e édition, Dunod, Paris.

**PRÉ-REQUIS**

Bases d'algèbre linéaire



**IDENTIFICATION**CODE : GEN-5-S1-EC-DSE  
ECTS : 3**HORAIRES**Cours : 12h  
TD : 12h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 24h  
Travail personnel : 0h  
Total : 24h**EVALUATION**

- Examen final

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**

- Support de cours ppt

**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. CLAUSSE Marc :  
marc.clausse@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****OBJECTIFS :**

Ce cours propose une première approche sur les enjeux, les outils et les méthodes liés à une démarche d'optimisation lors de la conception des systèmes énergétiques. A l'issue de celui-ci les élèves seront capables de mettre en oeuvre cette démarche sur des cas simples et de proposer les solutions technologiques associées le cas échéant.

**COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Option I2E (GEN-5-S1-UE-I2E ) et contribue aux compétences suivantes :

A1 Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 3)  
A2 Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 3)  
C1 Concevoir, dimensionner, gérer et optimiser des systèmes énergétiques dans des contextes complexes et variés (ville, industrie, transport) (niveau 3)  
C3 Maitrise des outils de calcul permettant d'analyser, de modéliser ou de contrôler un système énergétique ou un procédé (niveau 3)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances suivantes :

- Connaître les principes de l'optimisation exergo-économique (méthode F-P-L)
- Connaître les enjeux de la valorisation de chaleur fatale dans l'industrie et dans les villes
- Connaître les solutions technologiques en lien avec la valorisation de chaleur fatale
- Connaître les principes du dimensionnement optimum des réseaux d'énergies (problème MINLP)

En permettant à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les capacités suivantes :

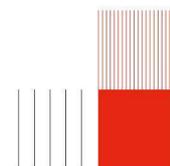
- Etre capable d'effectuer le bilan des flux exergétiques (mécanique, thermique et matière) d'un système énergétique quelconque
- Etre capable d'effectuer le bilan des coûts (fonctionnement et investissement) d'un système énergétique quelconque
- Etre capable d'optimiser la conception d'un système énergétique à partir de critères exergétique et économique
- Etre capable de proposer des solutions technologies adaptées pour la valorisation de chaleur fatale

**PROGRAMME**

- Analyse exergo-économique
- + rappels et notions sur l'exergie
- + bilan exergétique
- + approche F-P-L
- Optimisation
- + enjeux liés à l'optimisation des systèmes énergétiques
- + présentation des différentes outils et méthodes

**BIBLIOGRAPHIE****PRÉ-REQUIS**

- Thermodynamique et thermodynamique appliquée
- Machines thermiques



## IDENTIFICATION

CODE : GEN-5-S1-EC-PROJ  
ECTS : 3

## HORAIRES

Cours : 0h  
TD : 0h  
TP : 0h  
Projet : 13h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 0h  
Travail personnel : 0h  
Total : 13h

## EVALUATION

Soutenance intermédiaire

Remise d'un rapport

Soutenance finale

## SUPPORTS PEDAGOGIQUES

## LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Anglais  
Français

## CONTACT

M. ROUSSET François :  
francois.rousset@insa-lyon.fr

## OBJECTIFS

Conduire une étude de science des données (langage Python)

Compétences visées :

A5-Traiter des données, niveau 3

A6-Communiquer une analyse, une démarche scientifique, une preuve ou une solution de façon argumentée et logique, niveau 3

B3-Interagir avec les autres, travailler en équipe, niveau 3

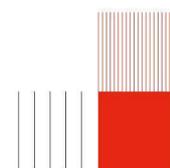
## PROGRAMME

## BIBLIOGRAPHIE

## PRÉ-REQUIS

Analyse et visualisation de données (GEN-5-AVD-S1)

Science des données pour l'énergie (GEN-5-SDPE-S1)



**IDENTIFICATION**CODE : GEN-5-S1-EC-SDPE  
ECTS : 5**HORAIRES**Cours : 14h  
TD : 0h  
TP : 10h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 24h  
Travail personnel : 0h  
Total : 24h**EVALUATION**

L'évaluation se fait au moyen d'un projet de science des données (voir fiche GEN-5-PROJ-S1).

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES****LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. ROUSSET François :  
francois.rousset@insa-lyon.frM. SCUTURICI Vasile-Marian :  
marian.scuturici@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Objectifs :

- Appréhender les outils de la science des données
- Comprendre et piloter un projet lié à la science des données, en particulier des projets IA
- Valoriser les données fournies par la science des données / IA
- Appréhender les enjeux, les risques liés à la science des données et la conduite spécifique d'un projet IA

Compétences visées :

- A5-Traiter des données, niveau 3
- C3-Maitrise des outils de calcul permettant d'analyser, de modéliser ou de contrôler un système énergétique ou un procédé, niveau 2

**PROGRAMME**

2h CM : cours introductif

- Science des données : court historique
- Motivation
- Processus de valorisation des données
- Science des données : limitations et risques

1h CM : Datasets et data

- Caractérisation et type de data/dataset
- Qualité des données
- Prétraitements

2h CM : Apprentissage supervisé (régression)

- Régression (régression linéaire et polynomiale)
- Validation croisée
- Biais et variance

2h CM : Apprentissage supervisé (classification)

- Classification binaire (régression logistique et arbre de décision)
- Recherche de meilleurs hyperparamètres
- Performances d'un classifieur
- Classification multi-classe (+ forêt aléatoire)

4h TP : Datasets et classification

1h CM : Apprentissage non supervisé

- Clustering basé sur une distance (k-means)
- Clustering basé sur la densité (DBSCAN)
- Exemples d'applications du clustering

2h TP : Apprentissage non supervisé

4h CM : Réseaux de neurones

- Le neurone biologique
- Le Perceptron et le Perceptron Multicouche (MLP)
- Apprentissage Profond (Deep Learning)
- Réseaux de neurones convolutifs (CNN). Application à la vision.
- Réseau de neurones récurrents. Application aux séries temporelles
- Apprentissage par renforcement
- Apprentissage par transfert
- Exemples

4h TP : Réseaux de neurones

2h CM : Modèles de Machine Learning, stratégies et limites

**BIBLIOGRAPHIE**

A. GERON, Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and Tensorflow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems. O'REILLY 2019

**IDENTIFICATION**CODE : GEN-5-S1-EC-INS1  
ECTS : 4**HORAIRES**Cours : 35h  
TD : 0h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 35h  
Travail personnel : 0h  
Total : 35h**EVALUATION**Évaluation collective des groupes  
projet via  
- un pitch oral visuel  
- un rapport écrit  
- une soutenance orale  
et complétée par un suivi tout au  
long du projet :  
- revues de projet formelles et  
informelles  
- compte-rendu hebdomadaire de  
travail accompli et de répartition  
des tâches au sein du groupe**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**- Apports, applications et revue de  
projet en TD  
- Conférences en CM  
- Tutorat projet hybride (présentiel /  
distanciel & synchrone /  
asynchrone selon besoins)**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**Mme MULLER Virginie :  
virginie.muller@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Option INSPIRE (GEN-5-S1-UE-INS) et contribue aux compétences en humanités suivantes :

- B2 Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome (niveau 2)
- B3 Interagir avec les autres, travailler en équipe (niveau 3)
- B4 Faire preuve de créativité, innover, entreprendre (niveau 3)
- B5 Agir de manière responsable dans un monde complexe (niveau 3)

Les crédits ECTS associés sont dédiés DRS et couvre plusieurs éléments des 5 items de la feuille de route DRS.

Il permet à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances &amp; compétences suivantes :

- Montage de projet collectif responsable réel ou réaliste en appui sur le terrain
- Prise en compte des enjeux socio-écologiques dans le choix de la raison d'être du projet
- Démarche de Design Thinking appliquée
- Étude des impacts socio-écologiques du projet
- Intelligence collective et méthodologie de gestion de projet
- Présentation professionnelle de son travail de différentes manières (soutenance, pitch, revue de projet)

**PROGRAMME****LANCEMENT**

- Présentation du module & choix des groupes

**IDÉATION**

- Enjeux socio-écologiques : système terre global, biodiversité, climat et ressources
- Enjeux sociaux : précarité, discrimination, intersectionnalité
- Présentation d'initiatives et projets d'ingénierie positive inspirantes en lien avec les enjeux socio-écologiques
- Approche sensible et personnelle des enjeux socio-écologique
- Construction d'une vision partagée
- Démarche de Design thinking : créativité et représentation de l'idée / usage / utilisateurs

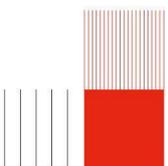
**BIBLIOGRAPHIE**

Pour une écologie du sensible, Jacques Tassin

Le design thinking au service de l'innovation responsable - X. Pavie, C. Jouanny, D. Carthy, F. Verez

**PRÉ-REQUIS**

Néant



**IDENTIFICATION**CODE : GEN-5-S1-EC-INS2  
ECTS : 6**HORAIRES**Cours : 42h  
TD : 0h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 42h  
Travail personnel : 0h  
Total : 42h**EVALUATION**Évaluation collective des groupes projet via  
- un pitch oral visuel  
- un rapport écrit  
- une soutenance orale  
et complétée par un suivi tout au long du projet :  
- revues de projet formelles et informelles  
- compte-rendu hebdomadaire de travail accompli et de répartition des tâches au sein du groupe**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**- Apports & applications projet  
- Conférences, rencontres & ateliers  
- Tutorat projet**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**Mme MULLER Virginie :  
virginie.muller@insa-lyon.fr**OBJECTIFS**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Option INSPIRE (GEN-5-S1-UE-INS) et contribue aux compétences en humanités suivantes :

- B1 Se connaître, se gérer physiquement et mentalement (niveau 3)
- B2 Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome (niveau 3)
- B3 Interagir avec les autres, travailler en équipe (niveau 3)
- B4 Faire preuve de créativité, innover, entreprendre (niveau 3)
- B5 Agir de manière responsable dans un monde complexe (niveau 3)
- B6 Se situer, travailler, évoluer dans une entreprise, une organisation socio-productive (niveau 2)

Les crédits ECTS associés sont dédiés DDRS et couvre plusieurs éléments des 5 items de la feuille de route DDRS.

Il permet à l'étudiant de travailler et d'être évalué sur les connaissances &amp; compétences suivantes :

- Montage de projet collectif responsable réel ou réaliste en appui sur le terrain
- Prise en compte des enjeux socio-écologiques dans le choix de la raison d'être du projet
- Démarche de Design Thinking appliquée
- Étude des impacts socio-écologiques du projet
- Intelligence collective et méthodologie de gestion de projet
- Présentation professionnelle de son travail de différentes manières (soutenance, pitch, revue de projet)

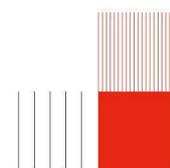
**PROGRAMME****ÉTUDE DU PROJET**

- Intelligence collective : management de projet au sein du groupe
- Démarche de Design thinking : Tests bénéficiaires & enquête experts itératifs
- Faisabilité : raison d'être, écosystème, stratégie, gouvernance, cadre juridique et financier, identité visuelle
- Évaluation de impacts sociaux et environnementaux

**BIBLIOGRAPHIE**

Pour une écologie du sensible - Jacques Tassin

Le design thinking au service de l'innovation responsable - X. Pavie, C. Jouanny, D. Carthy, F. Verez

**PRÉ-REQUIS**

**IDENTIFICATION**CODE : GEN-5-S2-EC-PFE  
ECTS : 30**HORAIRES**Cours : 0h  
TD : 0h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 0h  
Travail personnel : 0h  
Total : 0h**EVALUATION**

- Une présentation orale 20 min + 20 min de question/discussion.
- Un rapport de 30 pages (hors annexes) qui doit comporter a minima : un résumé, une introduction, une nomenclature, une partie bibliographique, une conclusion et une liste des références cités dans le texte. Les annexes sont en sus. Le rapport sera remis 7 jours avant la date de la soutenance au TA soit en format pdf soit en format papier, suivant l'accord conclu entre les deux parties.
- Une évaluation du travail en entreprise : issue de la fiche de synthèse annuelle.

**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES****LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. REVELLIN Rémi :  
remi.revellin@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**

Cet EC relève de l'unité d'enseignement Projet de fin d'études 1 (GEN-5-S2-UE-PFE) et contribue aux compétences suivantes :

- A1-Analyser un système (réel ou virtuel) ou un problème (niveau 3)
- A2-Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel (niveau 3)
- A3-Mettre en oeuvre une démarche expérimentale ou une démarche de production (niveau 3)
- A4-Concevoir un système répondant à un cahier des charges (niveau 3)
- A5-Traiter des données (niveau 3)
- A6-Communiquer une analyse, une démarche scientifique, une preuve ou une solution de façon argumentée et logique (niveau 3)
- B1-Se connaître, se gérer physiquement et mentalement (niveau 3)
- B2-Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome (niveau 3)
- B3-Interagir avec les autres, travailler en équipe (niveau 3)
- B4-Faire preuve de créativité, innover, entreprendre (niveau 3)
- B5-Agir de manière responsable dans un monde complexe (niveau 3)
- B6-Se situer, travailler, évoluer dans une entreprise, une organisation socio-productive (niveau 3)
- B7-Travailler dans un contexte international et interculturel (niveau 3)
- C1 Concevoir, dimensionner, gérer et optimiser des systèmes énergétiques dans des contextes complexes et variés (ville, industrie, transport) (niveau 3)
- C2 Concevoir, dimensionner, et optimiser des installations de génie des procédés (niveau 3)
- C3 Maitriser des outils de calcul permettant d'analyser, de modéliser ou de contrôler un système énergétique ou un procédé (niveau 3)
- C4 Intégrer les grands enjeux environnementaux dans les stratégies de développement des systèmes anthropiques (niveau 3)
- C5 Utiliser les systèmes de management et les outils d'analyse dans le cadre d'une démarche de Développement Durable et de Responsabilité Sociétale des organisations : aspects normatif, socio-économique, financier et technique (niveau 3)
- C6 Intégrer les grands enjeux de la transition énergétique : aspects techniques, économiques, juridiques et environnementaux (niveau 3)
- C7 Concevoir et mettre en oeuvre une démarche d'écologie industrielle et territoriale visant à optimiser la gestion des ressources et à limiter les impacts environnementaux (niveau 3)

**PROGRAMME**

Le sujet du projet de fin d'études est défini en début d'année scolaire entre l'alternant, le tuteur entreprise et le tuteur académique. Le référent pédagogique valide in fine le sujet.

Une ou des problématiques technique/scientifique/technologique doivent être définies afin que l'alternant puisse mettre à profit tout ce qu'il a appris au cours de sa formation et au sein de l'entreprise. Il s'agit en général de la conduite, du développement et de la réalisation d'un projet. Les objectifs sont de se confronter à un projet réel, savoir l'organiser et le gérer et mettre en oeuvre différentes techniques et technologies pour le résoudre. C'est une sorte de fil conducteur sur lequel l'alternant travaille durant toute l'année scolaire.

La problématique doit être formulée en commençant par des expressions comme : « Dans quelle mesure... ? », « En quoi... ? » ou « Par quels moyens ... ? ».

**BIBLIOGRAPHIE****PRÉ-REQUIS**

GEN-5-S1-EC-PFE

**IDENTIFICATION**CODE : GEN-5-S2-EC-STA  
ECTS : 30**HORAIRES**Cours : 0h  
TD : 0h  
TP : 0h  
Projet : 0h  
Evaluation : 0h  
Face à face pédagogique : 0h  
Travail personnel : 0h  
Total : 0h**EVALUATION**Rapport de stage  
Soutenance orale de 20 minutes  
suivie de 10 minutes de questions  
Fiche d'évaluation du tuteur  
industriel**SUPPORTS  
PEDAGOGIQUES**Document de présentation et des  
attentes du stage industriel**LANGUE  
D'ENSEIGNEMENT**

Français

**CONTACT**M. BONJOUR Jocelyn :  
jocelyn.bonjour@insa-lyon.fr**OBJECTIFS****COMPÉTENCES :**Cet EC relève de l'unité d'enseignement Stage 2 (GEN-5-S2-UE-STA) et contribue aux  
compétences suivantes :

- A1 Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel (niveau 3)
- A3 Mettre en oeuvre une démarche expérimentale (niveau 3)
- A4 Concevoir un système répondant à un cahier des charges (niveau 3)
- A5 Traiter des données (niveau 3)
- A6 Communiquer une analyse ou une démarche scientifique avec des mises en situation  
adaptées à leur spécialité (niveau 3)
- B1 Se connaître, se gérer physiquement et mentalement (niveau 3)
- B2 Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome (niveau 3)
- B3 Interagir avec les autres, travailler en équipe (niveau 3)
- B4 Faire preuve de créativité, innover, entreprendre (niveau 3)
- B5 Agir de manière responsable dans un monde complexe (niveau 3)
- B6 Se situer, travailler, évoluer dans une entreprise, une organisation socio-productive  
(niveau 3)
- C1 Concevoir, dimensionner, gérer et optimiser des systèmes énergétiques dans des  
contextes complexes et variés (ville, industrie, transport) (niveau 3)
- C2 Concevoir, dimensionner, et optimiser des installations de génie des procédés  
(niveau 3)
- C3 Maîtrise des outils de calcul permettant d'analyser, de modéliser ou de contrôler un  
système énergétique ou un procédé (niveau 3)
- C4 Intégrer les grands enjeux environnementaux dans les stratégies de développement  
des systèmes anthropiques (niveau 3)
- C5 Utiliser les systèmes de management et les outils d'analyse dans le cadre d'une  
démarche de Développement Durable et de Responsabilité Sociétale des organisations :  
aspects normatif, socio-économique, financier et technique (niveau 3)
- C6 Intégrer les grands enjeux de la transition énergétique : aspects techniques,  
économiques, juridiques et environnementaux (niveau 3)
- C7 Concevoir et mettre en oeuvre une démarche d'écologie industrielle et territoriale  
visant à optimiser la gestion des ressources et à limiter les impacts environnementaux  
(niveau 3)

**OBJECTIFS :**Le stage en Entreprise a pour objet de donner à l'étudiant la possibilité, en utilisant les  
moyens et les

méthodes de l'industrie :

- d'appliquer, de contrôler et de perfectionner ses connaissances scolaires,
- de tester ses facultés d'analyse et de synthèse,
- de se familiariser avec les méthodes de travail de l'industrie.

Ces buts pourront être atteints par la participation effective de l'étudiant, au sein d'une  
équipe, aux travauxd'un atelier, d'un chantier ou d'un bureau d'études, à la réalisation d'une étude dont le  
thème aura étéprécisé par le tuteur industriel en fonction de ses objectifs. Il est, en outre, vivement  
conseillé de ne paslimiter son activité à la seule technique, mais de profiter de ce séjour de plusieurs mois  
dans l'industrie pours'informer des problèmes de toute nature qui se posent à l'entreprise, et des solutions  
apportées pour les

résoudre, pour assurer et améliorer son efficacité et sa rentabilité.

**PROGRAMME**Stage de 20 semaines minimum en entreprise en France ou à l'étranger pour les  
étudiants de GEn et obligatoirement en France pour les étudiants en échange  
académique**BIBLIOGRAPHIE****PRÉ-REQUIS**

Cours de troisième et quatrième année du département GEn pour les étudiants de

