



---

Programme  
des enseignements de 3<sup>e</sup> année  
Filière Data Science, Modélisation économique  
& Santé

---

**ANNÉE SCOLAIRE 2021 / 2022**

---

# **FILIÈRE DATA SCIENCE, MODÉLISATION ÉCONOMIQUE & SANTÉ**

**ANNÉE SCOLAIRE 2021/2022**

***DATA SCIENCE, ECONOMIC MODELLING & HEALTH SPECIALIZATION***

***2021/2022 ACADEMIC YEAR***

# Table des matières

<b>Présentation de la filière .....</b>	<b>4</b>
<b>Descriptifs des enseignements communs.....</b>	<b>8</b>
<b>UE : APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE (MACHINE LEARNING) .....</b>	<b>9</b>
APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE.....	10
APPRENTISSAGE PROFOND.....	11
TRAITEMENT AUTOMATIQUE DU LANGAGE ET FOUILLE DU WEB .....	12
<b>UE : PROJETS.....</b>	<b>13</b>
PROJET METHODOLOGIQUE .....	14
PROJET DE FIN D’ETUDES.....	15
DATA CHALLENGE .....	16
ANGLAIS.....	17
<b>Descriptifs des enseignements de la filière .....</b>	<b>18</b>
<b>UE SPECIFIQUES FILIERE MODELISATION ECONOMIQUE ET SANTE .....</b>	<b>19</b>
ECONOMIE PUBLIQUE .....	20
METHODES D’EVALUATION DES PROGRAMMES .....	22
ECONOMIE ENVIRONNEMENTALE .....	24
MODELISATION ECONOMIQUE DE LA SANTE .....	25
EVALUATION DES PREFERENCES DE SANTE .....	27
EVALUATION MEDICO-ECONOMIQUE .....	28
META-ANALYSE .....	29
DEMOGRAPHIE .....	31
LABOR ECONOMICS .....	33
ECONOMIE URBAINE .....	34
ECONOMETRIE DES DONNEES DE PANNELS .....	36
STATISTIQUE BAYESIENNE .....	38
ADVANCED MICROECONOMETRICS OF DISCRETE CHOICES.....	39
ANALYSE ET APPLICATIONS DES RESEAUX SOCIAUX .....	40
STATISTIQUE ET ECONOMETRIE SPATIALE .....	41
<b>UE : PROJET PROFESSIONNEL ET STAGES .....</b>	<b>44</b>
DROIT DU TRAVAIL .....	45

## Présentation de la filière

---

La formation d'ingénieur de l'Ensaï inclut 6 filières de spécialisation. Toutes ces filières forment aux métiers de la Data Science, avec une maîtrise des outils permettant l'extraction, l'analyse et la fouille de données et une capacité à choisir les modalités de traitements des données massives (Big Data) et des techniques d'apprentissage automatique (machine learning). Selon les spécialisations, ces compétences sont spécifiques à un domaine ou transversales. L'ensemble des filières continue à former aux compétences transversales (soft skills) et à la valorisation des travaux menés dans un contexte professionnel et international. Lors des cours et du projet méthodologique en anglais, les élèves travaillent toutes les compétences linguistiques et communicationnelles et approfondissent leurs connaissances liées au monde de l'entreprise et de la recherche. La séquence de Tronc Commun mêlant enseignements scientifiques, projets et anglais conclut la formation à l'autonomie et la capacité à mettre en œuvre des analyses de données en situation complexe. Un stage de fin d'études est à réaliser à l'issue de la scolarité, qui permet de mettre en œuvre dans un cadre professionnel une démarche scientifique autour d'une problématique en lien avec les enseignements de la filière.

La filière Modélisation économique et Santé vise à donner un bagage en ingénierie statistique et économétrie appliquée à la connaissance d'enjeux économiques et à la santé, et permettant l'évaluation des politiques publiques. Elle mobilise un grand nombre d'outils statistiques et économétriques, notamment en micro-économétrie. Différents concepts sont mis en exergue afin d'étudier les liens entre systèmes de santé, de retraite, de dynamique des territoires et donc des politiques publiques à l'œuvre dans ces domaines d'activité. Les liens entre démographie et santé, urbanisation et économie spatiale sont, par exemple, étudiés avec l'œil à la fois du politique public et du statisticien. Cela demande d'aller plus loin que la simple prédiction et d'élaborer des stratégies poussées pour vérifier les liens de causalité. Cette filière ouvre sur de très nombreux domaines de la décision économique, que ce soit dans le secteur public (ministères, santé, sécurité sociale...) ou privé (cabinets d'étude, laboratoires pharmaceutiques, consultants...).

### Les domaines d'enseignements

La formation représente un aboutissement à la pluridisciplinarité développée lors des deux premières années en statistique, probabilités, économie, data science et machine learning, informatique et anglais. Ces savoirs maîtrisés à l'issue des deux premières années sont approfondis et appliqués aux deux domaines spécifiques : analyse des problématiques de la santé et analyse des problématiques du territoire. Pour répondre aux exigences de la filière, l'ensemble des élèves reçoivent une solide formation de base en machine learning ainsi que dans les deux sous-domaines d'application de la filière, santé et territoire, et reçoivent de plus un enseignement avancé portant sur les méthodes économétriques.

### Territoire

Enseignement des théories et des applications économiques et économétriques nécessaire à la compréhension des problématiques liées au territoire : diagnostique du territoire, démographie, économie spatiale et migration, dynamique du travail, économie publique.

### Santé et Protection Sociale

Enseignement des théories et des applications économiques et économétriques nécessaire à la compréhension des problématiques liées à la santé : modélisation économique de la santé, mécanismes assurantiels et actuariels, offre et demande de soin, évaluation des préférences de santé.

### Compléments en Econométrie

Approfondissement en économétrie dépassant le cadre des applications en santé et territoire et développant une culture générale poussée en techniques économétriques, indispensable à tout ingénieur statisticien, mais avec une forte composante des méthodes utilisés dans le monde de la santé et du territoire (Méthodes d'évaluation des programmes, Économétrie spatiale, Économétrie des données de panel).

Des séminaires professionnels présentent la richesse des métiers du monde de la santé et du territoire à travers des sujets d'actualité et des témoignages de professionnels. La langue anglaise n'est pas négligée puisque le projet de méthodologie donne lieu à l'écriture d'un mémoire en anglais ainsi qu'à une soutenance dans cette langue ; un grand nombre d'enseignement est également dispensé en anglais. A l'issue de leur formation, les étudiants de cette filière auront les compétences spécifiques suivantes :

- Comprendre les problématiques socio-économiques liées à la santé et aux territoires, et à leurs interactions ;
- Maîtriser les méthodes et outils nécessaires aux évaluations médicales économiques ;
- Maîtriser la modélisation économique portant sur la santé et le territoire ;
- Capacité à mettre en œuvre les méthodes économétriques adaptées aux données socio-économiques ;
- Capacité à mobiliser la théorie économique pour interpréter les résultats de modélisation statistique et à éclairer la prise de décisions ;

### Des partenaires dynamiques et à la pointe

Pour appuyer son savoir-faire et son expertise, la filière bénéficie de partenariats avec des acteurs économiques de premier plan. En plus de la reconnaissance de la formation, ces partenariats permettent de développer des échanges privilégiés notamment via des cours et des séminaires professionnels.



### Option Formation Par la Recherche

Une formation par la recherche est ouverte aux étudiants de haut niveau de la filière Ingénierie statistique des territoires et de la santé désirant compléter leur cursus ingénieur par une formation universitaire en économie de grande qualité à l'Université d'Aix Marseille school of Economics. Le diplôme proposé est le master en économie théorique et empirique de l'Aix-Marseille School of Economics, dirigée par Roberta Ziparo.

Volume Horaire -- Option Modélisation Santé					
	Cours	Ateliers	Projets	Total	Crédits
<b>UE1 Machine learning</b>					
Machine learning	18	12		30	2,5
Apprentissage profond	6	6		12	1
Webmining et traitement du langage	9	12		21	1,5
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>30</b>		<b>63</b>	<b>5</b>
<b>UE2 Modélisation économique</b>					
Economie publique	15			15	1
Méthodes d'évaluation des programmes	15	9		24	2
Economie environnementale	15			15	1
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>9</b>		<b>54</b>	<b>4</b>
<b>UE3 Santé et protection sociale</b>					
Modélisation économique de la santé	24			24	2
Evaluation des préférences de santé	18			18	1
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>0</b>		<b>42</b>	<b>3</b>
<b>UE Compléments en économie de la santé</b>					
Evaluation médico-économique	12	12		24	2
Méta-analyse	12	6		18	1
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>18</b>		<b>42</b>	<b>3</b>
<b>UE4 Économétrie avancée</b>					
Économétrie des données de panel	15	9		24	2
Statistique bayésienne	9	9		18	1
Modélisation avancée des choix discrets	15	9		24	2
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>27</b>		<b>66</b>	<b>5</b>
<b>UE5 Analyse de réseaux</b>					
Analyse et application des réseaux sociaux	15	9		24	2
Statistique et économétrie spatiale	21	3		24	2
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>12</b>		<b>48</b>	<b>4</b>
<b>UE Projets</b>					
Projet méthodologique		9	18	27	1,5
Projet de fin d'étude		9	36	45	3,5
Data Challenge		12		12	0
Anglais		30		30	1
<b>Total</b>		<b>60</b>	<b>54</b>	<b>114</b>	<b>6</b>
<b>UE Projet professionnel et stages</b>					
Stage de fin d'études					25
Stage d'application					5
Séminaires et projet professionnels (dont droit du travail)	30			30	0
<b>Total</b>	<b>30</b>			<b>30</b>	<b>30</b>
Campus de Ker Lann <b>Sport</b>		<b>30</b>		<b>30</b>	<b>0</b>
<b>TOTAL 2021</b>	<b>249</b>	<b>186</b>	<b>54</b>	<b>489</b>	<b>60</b>

Volume Horaire -- Option Modélisation Économique						
	Cours	Ateliers	Projets	Total	Crédits	
<b>UE1 Machine learning</b>						
Machine learning	18	12		30	2,5	
Apprentissage profond	6	6		12	1	
Webmining et traitement du langage	9	12		21	1,5	
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>30</b>		<b>63</b>	<b>5</b>	
<b>UE2 Modélisation économique</b>						
Economie publique	15			15	1	
Méthodes d'évaluation des programmes	15	9		24	2	
Economie environnementale	15			15	1	
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>9</b>		<b>54</b>	<b>4</b>	
<b>UE3 Santé et protection sociale</b>						
Modélisation économique de la santé	24			24	2	
Evaluation des préférences de santé	18			18	1	
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>0</b>		<b>42</b>	<b>3</b>	
<b>UE Compléments en modélisation économique</b>						
Démographie	12	3		15	1	
Economie du travail	15			15	1	
Economie urbaine	15			15	1	
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>3</b>		<b>45</b>	<b>3</b>	
<b>UE4 Économétrie avancée</b>						
Économétrie des données de panel	15	9		24	2	
Statistique bayésienne	9	9		18	1	
Modélisation avancée des choix discrets	15	9		24	2	
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>27</b>		<b>66</b>	<b>5</b>	
<b>UE5 Analyse de réseaux</b>						
Analyse et application des réseaux sociaux	15	9		24	2	
Statistique et économétrie spatiale	21	3		24	2	
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>12</b>		<b>48</b>	<b>4</b>	
<b>UE Projets</b>						
Projet méthodologique		9	18	27	1,5	
Projet de fin d'étude		9	36	45	3,5	
Data Challenge		12		12	0	
Anglais		30		30	1	
<b>Total</b>		<b>60</b>	<b>54</b>	<b>114</b>	<b>6</b>	
<b>UE Projet professionnel et stages</b>						
Stage de fin d'études					25	
Stage d'application					5	
Séminaires et projet professionnels (dont droit du travail)	30			30	0	
<b>Total</b>	<b>30</b>			<b>30</b>	<b>30</b>	
<b>Campus de Ker L</b>		<b>30</b>		<b>30</b>	<b>0</b>	
<b>Tél : 33 (0)2 99 05</b>	<b>TOTAL 2021</b>	<b>267</b>	<b>171</b>	<b>54</b>	<b>492</b>	<b>60</b>

# Descriptifs des enseignements communs

---



UE 1 – Machine Learning

# UE : APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE (MACHINE LEARNING)

Correspondant de l'UE : Adrien Saumard  
 Nombre d'ECTS : 5

Volume horaire de travail élève : env. 125h  
 (enseignements + travail personnel)  
 Nombre d'heures d'enseignement : 63h

## Finalité de l'UE :

L'apprentissage automatique (machine-learning) est un paradigme essentiellement différent des approches statistiques exploratoires (statistiques au sens classique) ou explicatives (économétrie). Il vise un objectif de prédiction dans la continuité des méthodes d'apprentissage statistique supervisé introduites lors des premières années de la formation d'ingénieur. Largement utilisé dans l'ensemble des professions statistiques à l'heure actuelle (les métiers de la *data science*), l'apprentissage statistique est incontournable dans la formation de l'ingénieur statisticien et trouve de nombreuses applications: prédiction des cours basés à partir d'articles de presse en finance, détection de maladie par imagerie médicale en santé, recommandation de produits en marketing, compression d'images ou encore modèles de traitement du langage, toutes ces applications reposent sur les mêmes bases.

## Structuration de l'UE :

L'UE se compose de 3 matières : apprentissage statistique (*machine-learning*), apprentissage profond (*deep-learning*) et traitement automatique de la langue et fouille du web (*natural language processing and webmining*). L'ensemble de ces matières permettent de mettre en œuvre les techniques classiques, en développant un esprit critique sur leurs limites (sur-apprentissage, grande dimension, représentativité de l'échantillon) et en utilisant des données non structurées (texte, image...). L'UE est accompagnée de séminaires professionnels sur des sujets émergents dans le champ de l'apprentissage statistique.

## Compétences ou acquis d'apprentissage à l'issue de l'UE :

Cette UE permet de maîtriser des méthodes et des outils de l'ingénieur (identification, modélisation et résolution de problèmes même non familiers et incomplètement définis, l'utilisation des approches numériques et des outils informatiques, l'analyse et la conception de systèmes) en développant l'aptitude à étudier et résoudre des problèmes complexes, à concevoir et mettre en œuvre des projets de collecte et d'analyse d'informations et à concevoir et mettre en œuvre des algorithmes prédictifs de *machine-learning*.

## Les pré-requis de l'UE :

Modélisation statistique de 2<sup>ème</sup> année, méthodes d'optimisation et d'algorithmique, aisance en R et Python.

UE 1 - Machine Learning

## APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE

### Machine Learning

<i>Enseignant</i>	: François PORTIER (Ensay) et Brigitte GELEIN (Ensay)
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 2,5
<i>Volume horaire de travail élève (enseignements + travail personnel)</i>	: Env. 60h
<i>Répartition des enseignements</i>	: 18h de cours et 12h d'ateliers
<i>Langue d'enseignement</i>	: Anglais (cours) et Français (ateliers)
<i>Logiciels</i>	: R
<i>Documents pédagogiques</i>	: supports de cours, bibliographie et fiches de TP
<i>Pré-requis</i>	: régression, régression logistique, convergence de lois de probabilité, théorème central-limite, algèbre linéaire ; classification par arbre ; programmation avec R ; programmation orientée objet ; optimisation: maximisation d'une fonction, algorithme de Newton

### Modalités d'évaluation :

- 1 compte-rendu de TP
- examen final

### Acquis d'apprentissage (objectifs) :

Comprendre les différents modèles de l'état de l'art (modèle linéaire: régression et classification, pénalisation, méthodes locales, SVM, forêt) ; Connaître les cas d'usage de ces modèles ; Savoir comparer empiriquement différents modèles pour une tâche donnée ; Savoir implémenter les méthodes étudiées en Python ou R

### Principales notions abordées :

Supervised learning; Regression; Classification; Empirical risk minimization; Model evaluation; Cross validation; Functional approximation; Model complexity; Large scale optimization; Stochastic gradient descent; Regularization; RIDGE and LASSO; Support Vector Machine; Kernel trick; Ensemble methods; Aggregation and Boosting; Random forest.

### Références bibliographiques :

- T. HASTIE, J. FRIEDMAN and R. TIBSHIRANI. *The elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference and Prediction* (2nd ed.), 2009
- James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2013), *An introduction to statistical learning*, New York: springer.
- Statistical learning with sparsity: the lasso and generalizations, T Hastie, R Tibshirani, M Wainwright – 2019  
Link: <https://web.stanford.edu/~hastie/StatLearnSparsity/>

UE 1 - Machine Learning

## APPRENTISSAGE PROFOND

### Deep Learning

<i>Enseignant</i>	: Romaric GAUDEL (Ensay)
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 1
<i>Volume horaire de travail élève (enseignements + travail personnel)</i>	: 25h
<i>Répartition des enseignements</i>	: 6h de cours et 6h d'ateliers.
<i>Langue d'enseignement</i>	: Anglais
<i>Logiciels</i>	: Python (tensorflow)
<i>Documents pédagogiques</i>	: supports de cours, bibliographie et fiches de TP
<i>Pré-requis</i>	: R, Python, modélisation statistique, apprentissage statistique, optimisation de fonctions

### Modalités d'évaluation :

1 Quizz et 1 compte-rendu de TP

### Acquis d'apprentissage (objectifs) :

- identifier une tâche particulièrement adaptée pour un réseau de neurones et/ou un réseau de neurones profond
- identifier et implémenter un réseau de neurone approprié pour un tâche d'apprentissage supervisé donnée (architecture, fonction de coût, méthode d'optimisation)
- utiliser et spécialiser un réseau de neurones pré-entraîné

### Principales notions abordées :

Les réseaux de neurones profonds sont au cœur d'avancées rapides en traitement d'image et de la langue depuis les années 2010. Ce cours présente ces modèles, leur fonctionnement, ainsi que comment les utiliser.

- Principe des réseaux de neurones
- propriétés des réseaux de neurones simples
- descente de gradient
- réseaux de neurones profonds
- architectures particulières : réseaux à convolution ; réseaux récurrents.

### Références bibliographiques :

- Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville. Deep Learning. 2016

UE 1 - Machine Learning

## TRAITEMENT AUTOMATIQUE DU LANGAGE ET FOUILLE DU WEB

*Natural language processing and webmining*

<i>Enseignant</i>	: Guillaume Gravier (Irisa)
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 1,5
<i>Volume horaire de travail élève (enseignements + travail personnel)</i>	: 38h
<i>Répartition des enseignements</i>	: Cours : 9h • Atelier : 12h
<i>Langue d'enseignement</i>	: Anglais
<i>Logiciels</i>	: Python
<i>Documents pédagogiques</i>	: Support de cours, Supports de TP
<i>Pré-requis</i>	: Programmation avec Python, Apprentissage statistique

### Modalités d'évaluation :

Projet

### Acquis d'apprentissage (objectifs) :

- collecter des données, extraire de l'information et apparier des sources textuelles
- choisir une méthode de traitement automatique de la langue pour une tâche classique (classification, analyse de sentiment, détection > d'entités...)
- se repérer parmi le foisonnement des modèles d'étude de la langue

### Principales notions abordées :

1. What's natural language and its processing
2. The representation of words
3. The representation and classification of documents
4. Language modeling and contextual word embedding
5. Sentence-level tagging (token level tasks)
6. Sequence to sequence models and transformers
7. Overview of standard NLP tasks today

### Références bibliographiques :

- Daniel Jurafsky, James H. Martin. *Speech and Language Processing: An introduction to natural language processing, computational linguistics, and speech recognition*, 2nd edition, Prentice-Hall, 2009. Draft of the 3rd edition partly available at <https://web.stanford.edu/~jurafsky/slp3>.
- Yoav Goldberg. *Neural Network Methods for Natural Language Processing*. 2017. An earlier draft is freely available online at <http://u.cs.biu.ac.il/~yogo/nnlp.pdf>.
- Kevin Gimpel's lectures (Toyota Technological Institute at Chicago and UChicago) on Natural Language Processing (<https://ttic.uchicago.edu/~kgimpel/teaching/31190-s18/index.html>) and on Advanced Natural Language Processing (<https://ttic.uchicago.edu/~kgimpel/teaching/31210-s19/index.html>).

UE Projets

## UE : PROJETS

<i>Correspondant de l'UE</i>	: Basile de Loynes
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 6
<i>Volume horaire de travail élève (enseignements + travail personnel)</i>	: Entre 120h et 150h
<i>Nombre d'heures d'enseignement</i>	: Suivis réguliers avec les encadrants

### Finalité de l'UE :

Les projets sont l'occasion pour les étudiants de mettre en œuvre leurs connaissances acquises à l'ENSAI sur des cas d'études concrets. Ils visent à mettre en œuvre les outils et connaissances acquises en statistique, en informatique et en économie, dans une démarche de résolution de problèmes concrets type ingénieur.

Les projets se déclinent en deux versions: le projet méthodologique, en langue anglaise, vise à approfondir une thématique centrée autour d'un ou plusieurs articles scientifiques ; le projet de fin d'études (dans toutes les filières sauf biostatistique), plus appliqué, nécessairement sur des données issues d'une collecte, vise à proposer une solution pratique à une problématique générale proposée par une entreprise ou un laboratoire de recherche. À eux deux, ces projets couvrent toute l'étendue d'une démarche de développement: diagnostique d'un problème nouveau, lecture de la littérature scientifique sur le sujet, résolution d'un problème en respectant un compromis entre les règles de l'art d'une part, et les contraintes humaines, financières et techniques de l'autre. Ils permettent par ailleurs aux élèves de mesurer l'utilité de toutes les notions acquises au cours des trois années de formation.

Selon les filières, la réalisation d'un Data Challenge complète ces cas d'études concrets, à travers la réalisation d'un projet sur un temps court et des contraintes spécifiques.

### Structuration de l'UE :

Projet méthodologique: approfondissement d'une démarche de revue de littérature en langue anglaise ; constitue la partie théorique de recherche d'information dans une démarche de recherche et développement. Les élèves désireux de développer un projet de recherche académique peuvent privilégier un projet plus conséquent.

Projet de fin d'étude: approfondissement d'une démarche pratique, sachant composer avec des contraintes opposées, entre rigueur scientifique et nécessités pratiques ; constitue la partie implémentation dans une démarche de recherche et développement.

Data Challenge (optionnel, selon les filières) : rassembler sur une période très courte différentes équipes de profils variés afin de collaborer sur un projet.

### Compétences ou acquis d'apprentissage à l'issue de l'UE :

Ces projets concluent la formation d'ingénieur de l'Ensaï, et mobilisent un ensemble de compétences de l'ingénieur : capacité à trouver l'information pertinente, à faire une veille scientifique, à prendre en compte les enjeux de l'entreprise, à travailler dans un contexte international, tout en mobilisant des compétences techniques pour résoudre des problèmes complexes, et mener une démarche scientifique.

### Les pré-requis de l'UE :

Méthodes de travail des projets de 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> année.

UE Projets

## PROJET METHODOLOGIQUE

### *Methodological project*

<i>Enseignant</i>	: Divers intervenants
<i>Filières concernées</i>	: Toutes filières, avec des modalités différentes
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 1,5 ou 2,5 selon modalités (sauf filière Biostatistique) 3 (filière Biostatistique)
<i>Volume horaire de travail élève (enseignements + travail personnel)</i>	: Entre 40h et 75 h selon modalités
<i>Répartition des enseignements</i>	: 9h d'ateliers, et suivis réguliers
<i>Langue d'enseignement</i>	: Anglais
<i>Logiciels</i>	: Sans objet
<i>Documents pédagogiques</i>	: Sans objet
<i>Pré-requis</i>	: Connaissances générales en statistiques (1 <sup>e</sup> et 2 <sup>e</sup> années)

### Modalités d'évaluation :

Le projet méthodologique consiste en la production d'un article de synthèse sur un sujet de recherche à choisir parmi un catalogue. L'évaluation tient compte de l'article rédigé et de la réalisation d'une soutenance.

### Acquis d'apprentissage (objectifs) :

Les objectifs du projet méthodologique, et donc les compétences qui sont renforcées grâce à celui-ci, sont multiples:

- familiarisation avec la forme des productions académiques (articles notamment), en lecture comme en écriture
- capacité à faire une revue de littérature mélangeant ouvrages scientifiques et professionnels
- prise de conscience des enjeux autour de la reproductibilité des résultats de recherche
- communication sur des sujets techniques

Pour les étudiants désirant s'initier à la recherche, et pour l'ensemble des étudiants de la filière Biostatistique, le projet méthodologique prendra la forme de l'étude détaillée, la reproduction et/ou la mise en perspective d'un ou de plusieurs articles, au lieu d'une revue de littérature.

À cela s'ajoute les objectifs spécifiques à la production d'un travail technique en langue anglaise: mise en œuvre d'un projet complexe en langue anglaise, communication écrite et orale, acquisition d'un vocabulaire spécialisé, maîtrise de différents niveaux de langues en terme de style (oral vs. écrit) et de technicité (vulgarisation vs. spécialisation), mise en place de stratégies pour faire face à des difficultés linguistiques.

### Principales notions abordées :

Travail de recherche en groupe suivi par un chercheur (env. 5 séances) et un professeur d'anglais (4 séances). Des séances de travail personnel sont réservées dans l'emploi du temps.

UE Projets

## PROJET DE FIN D'ETUDES

### *Methodological project*

<i>Enseignant</i>	: Divers intervenants
<i>Filières concernées</i>	: Toutes filières sauf Biostatistique
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 3,5
<i>Volume horaire de travail élève (enseignements + travail personnel)</i>	: Entre 60h et 90 h
<i>Répartition des enseignements</i>	: 9h d'ateliers et suivis réguliers
<i>Langue d'enseignement</i>	: Français/Anglais
<i>Logiciels</i>	: Sans objet
<i>Documents pédagogiques</i>	: Sans objet
<i>Pré-requis</i>	: Connaissance de statistiques des trois années de l'ENSAI

### Modalités d'évaluation :

Le projet de fin d'études consiste en la production d'une étude statistique de niveau professionnel dans le monde de l'entreprise ou de la recherche, parmi un catalogue de sujet mis à disposition des élèves. Le projet est évalué à travers un rapport et une soutenance.

Les élèves désireux de s'initier à la recherche passant plus de temps sur le projet méthodologique, les attendus du projet de fin d'études sont ajustés pour tenir compte du moindre temps consacré que leurs camarades.

### Acquis d'apprentissage (objectifs) :

Les objectifs du projet de fin d'études, et donc les compétences qui sont renforcées grâce à celui-ci, sont multiples:

- mise en situation professionnelle
- capacité à définir une stratégie d'étude en réponse à une demande client
- mobilisation des compétences techniques (statistiques, économiques, informatiques)
- compromis entre rigueur scientifique et contraintes pratiques (limitations financières, logicielles, cognitives, temporelles...)
- travail de groupe
- gestion d'un projet sur le temps long
- communication (écrite, orale) sur des sujets techniques

### Principales notions abordées :

Travail autonome en groupe suivi par un professionnel de l'entreprise ou de la recherche (env. 5 séances).

UE Projets

## DATA CHALLENGE

### *Data Challenge*

<i>Enseignant</i>	: Divers intervenants industriels (correspondante : Salima El Kolei)
<i>Nombre d'ECTS</i>	: Pas d'attribution d'ECTS
<i>Volume horaire de travail élève (enseignements + travail personnel)</i>	: 2 journées
<i>Répartition des enseignements</i>	: 12h d'ateliers
<i>Langue d'enseignement</i>	: Français
<i>Logiciels</i>	: Sans objet
<i>Documents pédagogiques</i>	: Sans objet
<i>Pré-requis</i>	: Méthodes de travail des projets, Compétences statistiques et informatiques de 3ème année

### **Modalités d'évaluation :**

Les élèves participent au data challenge proposé à l'Ensaï ouvert également aux élèves de deuxième année. Il n'y a pas d'évaluation.

### **Acquis d'apprentissage (objectifs) :**

Le data challenge permet de rassembler sur une période très courte différentes équipes de profils variés afin de collaborer sur un projet. Cette expérience se rapproche des conditions réelles dans laquelle évoluent les datascientists au sein des entreprises. Il permet, à partir des mécanismes du jeu, de dynamiser et d'articuler la pédagogie autour d'un besoin concret d'entreprise et d'un événement qui s'achève par une évaluation objective. De nombreux challenges sont proposés autour de la Data ou présentant des problématiques Data importantes.

L'objectif de ce cours est de valoriser les compétences transversales acquises dans ce contexte opérationnel. Les compétences qui sont renforcées grâce à celui-ci sont multiples:

- Comprendre les problèmes à résoudre.
- Travailler en mode projet avec des contraintes.
- S'intégrer et s'adapter dans un contexte pluridisciplinaire. Selon les challenges, les compétences seront mobilisées à géométrie variable.
- S'adapter à la réalité de la Data d'entreprise (données non structurées, manquantes, volumétrie...)
- Communication orale des résultats (pitch...)

### **Principales notions abordées :**

Travail en groupe sur un temps court.



UE Projets

## ANGLAIS

### English

<i>Enseignant</i>	: Divers intervenants (correspondant : Todd Donahue)
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 1
<i>Volume horaire de travail élève (enseignements + travail personnel)</i>	: 40h
<i>Répartition des enseignements</i>	: 15h de cours, 15h d'aide au projet de fin d'études
<i>Langue d'enseignement</i>	: Anglais
<i>Logiciels</i>	: Sans objet
<i>Documents pédagogiques</i>	: Sous Moodle
<i>Pré-requis</i>	: Aucun

### Modalités d'évaluation :

L'examen final prend la forme d'une simulation d'entretien d'embauche. Cet examen oral durera environ 25 minutes, sera noté, et permettra d'évaluer le niveau d'expression orale sur l'échelle CECRL (Cadre européen commun de référence pour les langues). Le CV et la lettre faite pour cet exercice seront évalués et feront partie de la note finale. L'anglais est également évalué à travers le rapport écrit et la soutenance orale du projet de fin d'études. Le niveau acquis apparaîtra sur le Supplément au diplôme. L'objectif de la CTI (Commission des Titres d'Ingénieur) pour tous les élèves ingénieurs est d'atteindre le niveau B2.

### Acquis d'apprentissage (objectifs) :

- maîtriser une ou plusieurs langues étrangères
- savoir candidater et réussir un recrutement en langue anglaise
- contextualiser et prendre en compte les enjeux et les besoins de la société
- se connaître, s'auto-évaluer, gérer ses compétences, opérer ses choix professionnels
- s'intégrer et évoluer dans un groupe pour mener à bien un projet dans un contexte international et/ou pluriculturel
- savoir identifier les informations pertinentes, à les évaluer et à les exploiter

### Principales notions abordées :

Pour les élèves qui n'ont pas eu un score d'au moins 785 au TOEIC : pendant les 5 premières séances, la plupart des cours seront basés sur la préparation à cet examen. Les ressources informatiques de l'École doivent aussi être mises à profit (pages Moodle, TOEIC Mastery), ainsi que les méthodes disponibles à la bibliothèque. Pour les autres élèves, les cours seront organisés par groupe de niveau et conçus afin de les préparer à affronter le monde professionnel sur le plan international. Les thèmes suivants seront traités : « Leading meetings », « Interviews », « Presentations », « Taking decisions », et « Negotiating deals », et « Cultural and Political Current Events ». Ensuite, les 5 dernières séances seront consacrées au travail de rédaction/correction des rapports faits en anglais dans chaque filière ainsi qu'à la préparation des soutenances orales. Chaque responsable de filière indiquera aux élèves, en début d'année, le projet concerné et les modalités de notation. Les élèves recevront des consignes détaillées avant de démarrer ces cinq séances, afin d'arriver à la première séance avec une première version ou extrait de leur rapport en anglais prêt pour correction et relecture. **Pour tout complément d'information, chaque élève peut consulter le Programme des enseignements : Langues étrangères, distribué au début de l'année académique.**

**Références bibliographiques :** Définies par chaque intervenant.

# Descriptifs des enseignements de la filière

---

UE Spécifiques filière MES

## UE SPECIFIQUES FILIERE MODELISATION ECONOMIQUE ET SANTÉ

<i>Correspondant de l'UE</i>	: Samuel Danthine
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 17
<i>Volume horaire de travail élève (enseignements + travail personnel)</i>	: De 25 à 30h par ECTS
<i>Nombre d'heures d'enseignement</i>	: 270h

### Finalité des UE :

La filière MES et ces UE spécifiques donnent un bagage en ingénierie statistique et économétrie appliqué à la connaissance des dynamiques territoriales et à la santé, et permettant l'évaluation des politiques publiques. Cette filière ouvre sur de très nombreux domaines de la décision économique, principalement dans le secteur privé (cabinets d'étude, laboratoires pharmaceutiques, bureaux de conseils...) mais également dans le secteur public (ministères, santé, sécurité sociale...).

### Structuration de l'UE :

La filière IST inclut 3 UE spécifiques : territoire, santé et protection sociale, et économétrie avancée.

### Compétences ou acquis d'apprentissage à l'issue de l'UE :

- Comprendre les problématiques socio-économiques liées à la santé et aux territoires, et à leurs interactions ;
- Maîtriser les méthodes et outils nécessaires aux évaluations médicales économiques ;
- Maîtriser la modélisation économique portant sur la santé et le territoire ;
- Capacité à mettre en œuvre les méthodes économétriques adaptées aux données socio-économiques ;
- Capacité à mobiliser la théorie économique pour interpréter les résultats de modélisation statistique et à éclairer la prise de décisions.

UE 2 – Modélisation économique

## ECONOMIE PUBLIQUE

*Public economics*

<i>Enseignant</i>	: Noemí NAVARRO (silvia-noemi.navarro-prada@univ-rennes1.fr)
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 1
<i>Volume horaire de travail élève (enseignements + travail personnel)</i>	: Sans objet
<i>Répartition des enseignements</i>	: 15h de cours
<i>Langue d'enseignement</i>	: Anglais
<i>Logiciels</i>	: Sans objet
<i>Documents pédagogiques</i>	: Slides/Manuscrit
<i>Pré-requis</i>	: Modélisation micro et macroéconomique, économie du risque, calcul algébrique, vectoriel et différentiel, analyse des fonctions (optimisation sous contraintes)

*Enseignement destiné aux élèves de la filière « Data Science, Modélisation Économique & Santé »*

### Course description:

Public Economics is the study of the role of the State in the economy. This includes the justifications for any economic intervention by the State as well as the design of tools for such an intervention and the study of its consequences. This is a broad sub-field of economics that is at the interstice of many other sub-fields: both at the macro and micro level. We will start by discussing the role of the State from a classical perspective and we will afterwards cover topics that can be of interest to students specializing in health and territories.

### Content:

#### Chapter 1. Introduction: The fundamental theorems of welfare and the “early” role of the state

- Individual endowments: education, taxes
- Market failures: externalities, public goods, market power
- Incomplete markets: insurance, repugnant goods

#### Chapter 2. Consumption of an unhealthy good: Tax incidence and behavioral strategies (“nudges”)

#### Chapter 3. Externalities, polluting goods and Pigouvian taxes

#### Chapter 4. Public goods and Lindahl prices

#### Chapter 5. Information asymmetries: moral hazard, adverse selection and health insurance

#### Chapter 6. Public choice and market design: matching, allocation mechanisms, kidney exchange and school allocation

### Course evaluation :

Mini-tests concernant les lectures obligatoires pour chaque chapitre (début de séance)	6 pts
Exercices à rendre	6 pts
Examen écrit récapitulatif	8 pts

### References :

- Jean Hindriks and Gareth D. Myles “Intermediate Public Economics” Second Edition. Cambridge, Massachusetts and London, England: Massachusetts Institute of Technology. 2013
- Guillaume Haeringer “Market Design: Auctions and Matching” Cambridge, Massachusetts and London, England: Massachusetts Institute of Technology. 2018
- Alvin E. Roth “Who Gets What - and Why: the New Economics of Matchmaking and Market Design” Boston, New York: Houghton Mifflin Harcourt. 2016
- Alvin E. Roth (2008), “What Have We Learned from Market Design?” Hahn Lecture, Economic Journal 118: 285-310. Updated version available in [this link](#).

UE 2 – Modélisation économique

## METHODES D'ÉVALUATION DES PROGRAMMES

### *Econometrics of program evaluation*

<i>Enseignant</i>	: Yutec SUN (Ensaï)
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 2
<i>Volume horaire de travail élève (enseignements + travail personnel)</i>	: Sans objet
<i>Répartition des enseignements</i>	: • Cours : 15h • Atelier : 3h
<i>Langue d'enseignement</i>	: Anglais
<i>Logiciels</i>	: Sans objet
<i>Documents pédagogiques</i>	: Slides/Manuscrit
<i>Pré-requis</i>	: Econometrics 1, 2

*Enseignement destiné aux élèves de la filière « Data Science, Modélisation Économique & Santé »*

### Course objective :

This course will introduce students to the applications of the empirical techniques for estimating the causal effect of economic and social programs. The lecture topics cover the estimation of causal treatment effects using advanced method of randomized field experiment and instrumental variables. The objective of the course is to provide the students a solid theoretical understanding of empirical challenges that each technique aims to solve, with strong emphasis on learning from the leading applications of the economics and marketing research. Through repeated exposure to frontier empirical studies by world-leading experts, students can gain an insight on how they developed innovative techniques to wrestle with new challenging problems.

### Content of the course :

- 1. Causal effect and estimation strategies: a review**
  - Impact of immigration in European economies
- 2. Designing experiment for measuring social treatment effect**
  - Mask effectiveness and coronavirus: a CDC report
  - Deworming treatment and school attendance in Kenya
  - Fair attendance and retirement savings decision
- 3. Socio-temporal instruments as Panel IV method**
  - Airbnb entry and residential housing market
- 4. Heterogeneous treatment effect**
  - Two-way fixed effects estimator
  - Robust DID estimator

### Evaluation :

TBD

### References :

- Angrist, J. D. & Pischke, J.-S. (2008), *Mostly Harmless Econometrics: An Empiricist's Companion*, Princeton university press.
- Wooldridge, J. M. (2010), *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, second edn, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

- Fisher, Kiva A, Mark W Tenforde, Leora R Feldstein, Christopher J Lindsell, Nathan I Shapiro, D Clark Files, Kevin W Gibbs, and Heidi L Erickson, Matthew E Prekker, Jay S Steingrub et al., "Community and close contact exposures associated with COVID-19 among symptomatic adults 18 years in 11 outpatient health care facilities-United States, July 2020," *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 2020.
- Miguel, Edward and Michael Kremer, "Worms: Identifying Impacts on Education and Health in the Presence of Treatment Externalities," *Econometrica*, 2004.
- Duflo, Esther and Emmanuel Saez, "The Role of Information and Social Interactions in Retirement Plan Decision: Evidence from a Randomized Experiment," *The Quarterly Journal of Economics*, 2003.
- Barry, Kyle, Edward Kung, and Davide Proserpio, "The Effect of Home Sharing on House Prices and Rents: Evidence from Airbnb," *Marketing Science*, 2021.
- Hornung, Erik, "Immigration and the Diffusion of Technology: The Huguenot Diaspora in Prussia," *American Economic Review*, 2014.
- Angrist, Joshua D, Guido W. Imbens, and Donald B. Rubin, "Identification of Causal Effects Using Instrumental Variables," *Journal of the American Statistical Association*, 1996.
- de Chaisemartin, Clément and Xavier D'Haultfœuille, "Two-Way Fixed Effects Estimators with Heterogeneous Treatment Effects," *American Economic Review*, 2020.

UE 2 – Modélisation économique

## ECONOMIE ENVIRONNEMENTALE

### *Environmental Economics*

<i>Enseignants</i>	: Marie-Hélène Hubert (marie-helene.hubert@univ-rennes1.fr)
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 1
<i>Volume horaire de travail élève (enseignements + travail personnel)</i>	: Sans objet
<i>Répartition des enseignements</i>	: 15h de cours
<i>Langue d'enseignement</i>	: Anglais
<i>Logiciels</i>	: Sans objet
<i>Documents pédagogiques</i>	: Slides/Manuscrit
<i>Pré-requis</i>	: Economics: Introduction to public economics, growth theory Econometrics: OLS regression, probit regression, logit regression

*Enseignement destiné aux élèves de la filière « « Data Science, Modélisation Économique & Santé » »*

### Course description :

This course presents the main theoretical and empirical tools for understanding environmental and resource economics. It will make use of microeconomic, macroeconomic and statistical analysis and will incorporate real-world examples. After a brief introduction, the class will be divided into three parts. The first part will be devoted to the analysis of the market failures in the presence of environmental externalities such as pollution and the different instruments the governments can use to correct those market failures. Then, natural resource management and sustainability issues will be presented in the second part of the class. Finally, the third part of the class will be devoted to environmental valuation. More precisely, the different tools used by economists to give a value to environment and amenities will be presented.

### Outline of the course :

**Chapter 1:** Introduction to environmental and resource economics

**Chapter 2:** Environmental regulation

**Chapter 3:** Natural resource management and sustainability

**Chapter 4:** Environmental evaluation

### Evaluation :

TBD

### Bibliography :

Baum C. and S. Hurn. Environmental econometrics using stata. Stat Press. Available here: [Stata Bookstore: Environmental Econometrics Using Stata](#)

Perman, R., Ma, Y., McGilvray, J., & Common, M. (2003). *Natural resource and environmental economics*. Pearson Education.

Available

here:

[https://www.uio.no/studier/emner/sv/oekonomi/ECON4925/h16/pensumliste/txtbook\\_3.ed\\_att00106.pdf](https://www.uio.no/studier/emner/sv/oekonomi/ECON4925/h16/pensumliste/txtbook_3.ed_att00106.pdf)

**CORE project** online resource for economists: available here <https://www.core-econ.org/the-economy/?lang=en>



UE 3 – Santé et protection sociale

## MODELISATION ECONOMIQUE DE LA SANTE

### *Economics modeling for health*

<i>Enseignants</i>	: Alain PARPONARIS & Bruno Ventelou (Aix-Marseille Université)
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 2
<i>Volume horaire de travail élève (enseignements + travail personnel)</i>	: Sans objet
<i>Répartition des enseignements</i>	: 24h de cours
<i>Langue d'enseignement</i>	: Français/Anglais
<i>Logiciels</i>	: Sans objet
<i>Documents pédagogiques</i>	: Slides/Manuscrit
<i>Pré-requis</i>	: Public economy, micro and macro modelling

*Enseignement destiné aux élèves de la filière « Data Science, Modélisation Économique & Santé »*

### Objectif pédagogique :

This course uses theoretical economic themes, both at micro and macro levels, to offer applications in the domain of health and healthcare: demand, supply and equilibrium in the healthcare markets; macroeconomics of health; development economics and health (epidemic trap). Some additional topics should include: Health and employability; population aging, etc

### Contenu de la matière :

#### Introduction

Why using theoretical models in "health economics"?

#### **Part 1. Microeconomics of Health**

##### 1 The demand for health and healthcare

Different ways of introducing health in the utility function/ different way of deriving healthcare demand (Grossman, 1972)

##### 2 Health supply

Self-employed physicians

Groups and networks of physicians

Payment schemes

##### 3 Public regulations in the healthcare market

Asymmetry of information: the consumer sovereignty in health

Public health policies: prevention programs; reducing social inequalities in health

#### **Part 2. Health and the macro-economy**

##### 4 Health as a sector in the macro-economy

The contribution of health to the economy in France and in the European Union

##### 5 Health, development and growth

Jeffrey Sachs: Health, Human capital, the development process

The econometrics of the health/growth relationship: The burden of diseases in Africa

##### 6 Health macro-dynamics

An augmented health Solow-model

Modelling health in a macroeconomic design: epidemic trap

#### **Part 3. Topics**

##### 7 Health and employability

Health and the labour market

##### 8 Health expenditures and population aging

Agent-based models, simulations, and mathematical models of aging

## Modalités d'évaluation :

À préciser

## Références bibliographiques :

- Baltagi, B.H., Bratberg, E., Holmas, T.H. (2005) A panel data study of physicians' labor supply: the case of Norway. *Health Economics* 14(10), 1035-1045.
- Clerc, I., L'Haridon, O., Paraponaris, A., Ventelou, B. (2012) Fee-for-service payment and consultation length in general Practice. A work-leisure trade-off model for French GPs. *Applied Economics* 44(25), 3323-3333.
- McGuire, T. (2000) Physician Agency. In: Culyer, A., Newhouse, J.P. (eds.) *The Handbook of Health Economics*. North-Holland
- Nicholson, S, Propper, C. (2011) Medical Workforce. In: Culyer, A., Newhouse, J.P. (eds.) *The Handbook of Health Economics*. North-Holland
- Rizzo, J.A, Blumenthal A. (1994) Physician labor supply: Do income effects matter? *Journal of Health Economics* 13, 433-453.
- Rochaix, L. (1993) Financial incentives for physicians: the Quebec experience. *Health Economics* 2(2), 163-176.
- Sæther, E.M. (2006) Physicians' Labour Supply: The Wage Impact on Hours and Practice Combinations. *Labour* 19(4), 673-703.
- Scott, A. (2000) Economics of general practice. In: Culyer, A., Newhouse, J.P. (eds.) *The Handbook of Health Economics*. North-Holland

UE 3 – Santé et protection sociale

## EVALUATION DES PREFERENCES DE SANTE

### *Valuing Health*

<i>Enseignant</i>	: Stéphane LUCHINI (Inserm – Aix-Marseille Université)
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 1
<i>Volume horaire de travail élève (enseignements + travail personnel)</i>	: Sans objet
<i>Répartition des enseignements</i>	: 18h de cours
<i>Langue d'enseignement</i>	: Français & Anglais
<i>Logiciels</i>	: Sans objet
<i>Documents pédagogiques</i>	: Slides/Manuscrit
<i>Pré-requis</i>	: Théorie du consommateur & Econométrie : modèles de régression linéaires et non-linéaires

*Enseignement destiné aux élèves de la filière « Data Science, Modélisation Économique & Santé »*

### Objectif pédagogique :

Ce cours est une introduction à l'évaluation économique de la santé, en se focalisant sur l'évaluation des préférences en matière de santé. Il présentera les enjeux et difficultés de l'exercice et dressera un panorama des méthodes utilisées dans le champ. Les fondements théoriques de ces méthodes seront présentés ainsi que les modalités pratiques de leur mise en œuvre, y compris les outils statistiques mobilisés.

### Contenu de la matière :

1. Introduction : Evaluation en matière de santé -- enjeux et difficultés.
2. Le concept de Quality adjusted life year (qaly) : théorie, méthodes et discussion.
3. Méthodes alternatives : Evaluation contingente des programmes de santé
4. Efficacité, inégalités et évaluation : le revenu équivalent

### Modalités d'évaluation :

Dossier

### Références bibliographiques :

- M.F. DRUMMOND et Coll. : "Méthodes d'Evaluation Economique des programmes de santé", Economica, 1998.

UE Compléments en économie de la santé

## EVALUATION MEDICO-ECONOMIQUE

### *Economic Evaluation in Health Care*

<i>Enseignant</i>	: Nicolas Jamet (Amaris)
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 2
<i>Volume horaire de travail élève (enseignements + travail personnel)</i>	: Sans objet
<i>Répartition des enseignements</i>	: • Cours : 12h • Atelier : 12h
<i>Langue d'enseignement</i>	: Français
<i>Logiciels</i>	: Sans objet
<i>Documents pédagogiques</i>	: Slides/Manuscrit
<i>Pré-requis</i>	: Aucun

*Enseignement destiné aux élèves de la filière « Data Science, Modélisation Économique & Santé » et « Data Science en Santé & Biostatistique ».*

### Objectif pédagogique :

L'objectif de ce cours est de présenter les méthodes de l'évaluation économique dans le domaine de la santé. Ce cours abordera d'abord les principes fondamentaux de l'évaluation sur le terrain, puis les différentes méthodes seront présentées et discutées, notamment du point de vue de résultats utilisés : l'évaluation coût-efficacité, l'évaluation coût-utilité, l'évaluation coût-bénéfice. Les aspects théoriques et techniques de l'évaluation médico-économique seront abordés, en particulier les techniques de modélisation statistique avancés permettant d'intégrer l'incertitude dans le calcul économique.

### Contenu de la matière :

- 1 Introduction à l'évaluation économique en santé
  - 1.1 Concepts
  - 1.2 Méthodes d'évaluation
- 2 Modélisation économique
  - 2.1 Arbres de décision
  - 2.2 Modèles de MARKOV
- 3 Analyse de l'incertitude
  - 3.1 Analyse classique
  - 3.2 Analyse probabiliste
- 4 Analyse critique d'un article

### Modalités d'évaluation :

Atelier et rédaction d'un mini projet + examen écrit

### Références bibliographiques :

- M.F. DRUMMOND, B.J. O'BRIEN, G.L. STODDART, G.W. TORRANCE, Méthodes d'évaluation économique des programmes de santé, Economica, 2ème édition, 1998
- M.F. DRUMMOND, McGUIRE A, Economic evaluation in health care, 2001.

UE Compléments en économie de la santé

## META-ANALYSE

### Meta Analysis

<i>Enseignant</i>	: Drifa BELHADI (Creativ Ceutical)
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 1
<i>Volume horaire de travail élève (enseignements + travail personnel)</i>	: Sans objet
<i>Répartition des enseignements</i>	: • Cours : 12h • Atelier : 6h
<i>Langue d'enseignement</i>	: Anglais
<i>Logiciels</i>	: Sans objet
<i>Documents pédagogiques</i>	: Slides/Manuscrit
<i>Pré-requis</i>	: Basic Winbugs knowledge

*Enseignement destiné aux élèves de la filière « Data Science, Modélisation Économique & Santé » et « Data Science en Santé & Biostatistique ».*

### Objectif pédagogique :

"La méta-analyse est une démarche, plus qu'une simple technique, qui a pour but de combiner les résultats de plusieurs essais thérapeutiques, pour en faire une synthèse reproductible et quantifiée. Cette synthèse produit un gain de puissance statistique dans la recherche de l'effet d'un traitement, une précision optimale dans l'estimation de la taille de l'effet et permet en cas de résultats apparemment discordants d'obtenir une vue globale de la situation".

Trois types de méta-analyses sont distingués, en fonction des données utilisées:

1. La méta-analyse des données résumées de la littérature, donc uniquement des essais publiés (ce qui expose au biais de publication)
2. La méta-analyse exhaustive sur données résumées se basant sur les études publiées et sur les travaux non publiés
3. La méta-analyse sur données individuelles se basant sur les données de tous les patients inclus dans les essais pris en considération dans la méta-analyse.

Dans la démarche de la méta-analyse, la variabilité (l'hétérogénéité) est considérée comme un paramètre de nuisance; elle contredit l'hypothèse de l'existence d'un effet traitement commun à tous les essais. La méta-analyse est très utilisée, notamment dans les analyses médico-économiques qui utilisent dans leur modélisation des indicateurs de résultats issus de publications diverses.

### Contenu de la matière :

1. Introduction
  - 1.1. What is it? / Why do we do it?
  - 1.2. The use of meta-analysis in clinical trial / Health economic evaluation
  - 1.3. Meta-analysis vs. randomised clinical trials
2. Protocol development
  - 2.1. Objectives
  - 2.2. Outcome measure and baseline information
  - 2.3. Data sources / Study selection
  - 2.4. Data extraction
  - 2.5. Analyses / Sensitivity analyses
  - 2.6. Presentation of results
3. Estimating treatment difference

- 3.1. Binary data
  - 3.1.1. Log-odds ratio
  - 3.1.2. Log-relative risk
- 3.2. Normally distributed data
  - 3.2.1. Absolute mean difference
  - 3.2.2. Standardised mean difference
- 3.3. Ordinal data
  - 3.3.1. Log-odds ratio (proportional odds model)
- 3.4. Survival data
  - 3.4.1. Log hazard ratio
4. Combining estimates of treatment difference
  - 4.1. Fixed-effects parametric approach (FE)
    - 4.1.1. Definition/assumption
    - 4.1.2. Model
    - 4.1.3. Estimation of the treatment difference and hypothesis test
    - 4.1.4. Testing for heterogeneity
  - 4.2. Random-effect parametric approach (RE)
    - 4.2.1. Definition/assumption
    - 4.2.2. Model
    - 4.2.3. Estimation of the treatment difference and hypothesis test
    - 4.2.4. Testing for between studies heterogeneity
5. Dealing with heterogeneity
  - 5.1. Limited power of heterogeneity tests
  - 5.2. Choice between FE and RE models
  - 5.3. Can we always present an overall estimate of treatment difference?
  - 5.4. Choice of appropriate measure of treatment difference
  - 5.5. Meta regression
6. Presentation of results
7. Selection / publication bias
8. Direct comparison vs. Indirect comparison
  - 8.1. Eg. Drug A vs placebo & Drug B vs. placebo => Drug A vs. Drug B
9. An introduction to Bayesian approach
10. Conclusion
  - 10.1. The use of meta-analysis
  - 10.2. Contrast between useful and useless meta-analysis

## Modalités d'évaluation :

À déterminer

## Références bibliographiques :

- Higgins JPT, Green S (editors). Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. Chichester (UK): John Wiley & Sons, 2008.
- Dias, S., Welton, N.J., Sutton, A.J. & Ades, A.E. NICE DSU Technical Support Document 2: A Generalised Linear Modelling Framework for Pairwise and Network Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials. 2011; last updated September 2016; available from [ht Atelier://www.nicedsu.org.uk](http://www.nicedsu.org.uk)

UE Compléments en modélisation économique

## DEMOGRAPHIE

### Demography

<i>Enseignant</i>	: Giancarlo CAMARDA (Ined)
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 1
<i>Volume horaire de travail élève (enseignements + travail personnel)</i>	: Sans objet
<i>Répartition des enseignements</i>	: • Cours : 12h • Atelier : 3h
<i>Langue d'enseignement</i>	: Anglais
<i>Logiciels</i>	: Sans objet
<i>Documents pédagogiques</i>	: Slides/Manuscrit
<i>Pré-requis</i>	: Programme des enseignements statistique de 2A (modélisation linéaire et non linéaire, analyse de données...)

*Enseignement destiné aux élèves de la filière « Data Science, Modélisation Économique & Santé »*

### Objectif pédagogique :

Cet enseignement a deux objectifs principaux, d'une part présenter les modes de calcul des principaux indicateurs démographiques en temps continu afin de construire un bilan démographique classique sur un territoire ad-hoc, d'autre part elle permet de comprendre les causes et conséquences possibles des phénomènes démographiques constatés.

### Contenu de la matière :

#### 1. Demographic accounting

the balancing equation and growth rates  
 rates and person-years  
 the Lexis diagram  
 rates vs. probabilities  
 age-specific rates  
 age-standardization  
 decomposition of differences between rates

#### 2. Life-table construction

a toy example  
 period life-tables  
 the issues of the ax , rate/probability conversion and open-ended interval  
 life-table in a continuous frame  
 life-table as a stationary population

#### 3. Demographic models for aggregate data

parametric models over age  
 Relational models  
 Lee-Carter model and its variations

#### 4. Smoothing methods in mortality

Quick Smoothing  
 Generalized Additive Model: a short overview  
 Direct Smoothing  
 P-splines

#### 5. Fertility and reproduction

Period fertility rates

### Cohort Fertility

Tempo effects

Reproduction measures

Coale-McNeil and Coale-Trussell models

Henry's "Natural Fertility"

### 6. Population projection

Cohort component method

Projection matrix and age-classified model

Forecasting model parameters

The Lee-Carter model for forecasting mortality

### Références bibliographiques :

- Preston, Heuveline et Guillot. Demography: Measuring and Modeling Population Processes, **Blackwell Pub**



UE Compléments en modélisation économique

## LABOR ECONOMICS

*Labor economics*

<i>Enseignant</i>	: Marion Goussé (ENSAI)
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 1
<i>Volume horaire de travail élève (enseignements + travail personnel)</i>	: 15h
<i>Répartition des enseignements</i>	: 15h of lecture
<i>Langue d'enseignement</i>	: Anglais
<i>Logiciels</i>	: Sans objet
<i>Documents pédagogiques</i>	: Slides/Manuscrit
<i>Pré-requis</i>	: Microeconomics, Applied Econometrics

*Enseignement destiné aux élèves de la filière « Data Science, Modélisation Économique & Santé »*

### Evaluation :

Article replication, joint project with Program Evaluation

### Objectives of the class :

The objective of this course is to introduce modern labor economics and its empirical implications.

### Topics :

The objective of this course is to introduce modern labor economics and its empirical implications.

1. **Determinants of Labor Supply**
  1. Standard basic model of labor supply
  2. Welfare and tax incentives
  3. Econometrics issues
  4. Search models
2. **Determinants of Labor Demand**
3. **Equilibrium**
  1. Neoclassical equilibrium
  2. Monopsony theory
3. **Effects of minimum wage**
4. **Human Capital Theory**

### References :

- Cahuc, P. and A. Zylberberg : *Labor Economics*, MIT Press, 2004

UE Compléments en modélisation économique

## ECONOMIE URBAINE

### *Urban economics*

<i>Enseignant</i>	: Samuel DANTHINE (Ensay)
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 1
<i>Volume horaire de travail élève (enseignements + travail personnel)</i>	: Sans objet
<i>Répartition des enseignements</i>	: 15h de cours
<i>Langue d'enseignement</i>	: Anglais
<i>Logiciels</i>	: Sans objet
<i>Documents pédagogiques</i>	: Slides/Manuscrit
<i>Pré-requis</i>	: Modélisation micro et macroéconomique

*Enseignement destiné aux élèves de la filière « Data Science, Modélisation Économique & Santé »*

### Course objectives :

**Urban Economics** is the economic study of urban areas. As such, it involves using the tools of economics to analyze urban issues such as crime, education, public transit, housing, and local government finance. More narrowly, it is a branch of **microeconomics** that studies urban spatial structure and the location of households and firms. Much urban economic analysis relies on a particular model of urban spatial structure, the monocentric city model pioneered in the 1960s by William Alonso, Richard Muth, and Edwin Mills. While most other forms of neoclassical economics do not account for spatial relationships between individuals and organizations, urban economics focuses on these spatial relationships to understand the economic motivations underlying the formation, functioning, and development of cities.

Since its formulation in 1964, William Alonso's monocentric city model of a disc-shaped Central Business District (CBD) and surrounding residential region has served as a starting point for urban economic analysis. Monocentricity has become weaker over time due changes in technology, particularly due to faster and cheaper transportation (which makes it possible for commuters to live farther from their jobs in the CBD) and communications (which allow back-office operations to move out of the CBD). Additionally, recent research has sought to explain the polycentricity described in Joel Garreau's Edge City. Several explanations for polycentric expansion have been proposed and summarized in models that account for factors such as utility gains from lower average land rents and increasing (or constant returns) due to **economies of agglomeration**.

### Description of the course :

- 1: Stylized facts: Cities around the world
- 2: The basic urban economics model with identical agents.
- 3: Optimality of the equilibrium allocation and comparative statics of the urban model.
- 4: Agglomeration economics and city formation
- 5: Urban labor economics
- 6: Urban ghettos, poverty and spatial mismatch
- 7: Rural-urban migration

### Course evaluation :

Article presentation

**Bibliography :**

- Glaeser, Edward L., 2008. "Cities, Agglomeration, and Spatial Equilibrium," Oxford University Press.
- Fujita and Thisse, 2013 "Economics of Agglomeration: Cities, Industrial Location, and Globalization" Cambridge University Press.
- Brueckner, 2011 "Lectures on Urban Economics" MIT Press

UE 4 – Économétrie avancée

## ECONOMETRIE DES DONNEES DE PANNELS

*Econometric analysis of pannel data*

<i>Enseignant</i>	: Ambre NICOLLE
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 2
<i>Volume horaire de travail élève (enseignements + travail personnel)</i>	: Sans objet
<i>Répartition des enseignements</i>	: • Cours : 18h • Atelier : 6h
<i>Langue d'enseignement</i>	: Anglais (Cours, ateliers et matériel mis à dispositions des étudiants, notamment les articles de recherche)
<i>Logiciels</i>	: Sans objet
<i>Documents pédagogiques</i>	: Slides/Manuscrit
<i>Pré-requis</i>	: Micro-économétrie avancée

Enseignement destiné aux élèves de la filière « Data Science & Marketing » et « Data Science, Modélisation économique & Santé »

### Objectif pédagogique :

L'objectif de ce cours est de fournir les outils utiles à l'estimation de modèles économétriques sur données de panel. Ce cours décrit les méthodes et leur mise en application pratique. Des exemples numériques ainsi que des travaux de recherche empiriques sont présentés tout au long du cours pour illustrer l'utilisation de ces méthodes.

- **Introduction**
  - Quelques exemples de jeux de données de panels
  - Spécificités des données de panel : avantages et défis
  - Définitions et notations
- **Description des données**
  - Structure du panel
  - Nature et variabilité des variables
  - Représentations graphiques
- **Modèles linéaires statiques**
  - Modèles empilés (*pooled models*)
  - Modèles à effets fixes (*fixed effects models*)
  - Modèles à effets aléatoires (*random effects models*)
  - Modèles avec variables instrumentales (*instrumental variables*)
- **Modèles non linéaires statiques**
  - Modèles avec données discrètes (*binary outcome/count data models*)
  - Modèles avec données censurées (*censored data models*)
- **Modèles dynamiques**
  - L'estimateur Arellano-Bond (*Arellano-Bond estimator*)
- **Extensions**
  - Modèles à effets mixtes (*mixed models*)
  - Modèles à coefficients aléatoires (*random coefficient models*)

- **Analyses d'articles**

Les étudiants devront lire un article d'économétrie appliquée qui reprendra et prolongera les différentes méthodes du cours. Les thèmes abordés seront l'économie de la santé, l'économie spatiale et le marketing.

## **Modalités d'évaluation :**

Examen écrit.

## **Références bibliographiques :**

- Baltagi, B. (2008). *Econometric analysis of panel data*. John Wiley & Sons.
- Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. (2005). *Microeconometrics: methods and applications*. Cambridge University Press.
- Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. (2009). *Microeconometrics using Stata*. Stata Press.
- Hsiao, C. (2014). *Analysis of panel data*. Cambridge University Press.
- Pirotte, A. (2011). *Econométrie des données de panel: théorie et applications*. Economica.
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (2019). *Introduction to econometrics*, Pearson.
- Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric analysis of cross section and panel data*. MIT Press.

UE 4 – Économétrie avancée

## STATISTIQUE BAYESIENNE

### *Bayesian Statistics*

<i>Enseignant</i>	: Sophie Ancelet (IRSN)
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 1
<i>Volume horaire de travail élève (enseignements + travail personnel)</i>	: 23h
<i>Répartition des enseignements</i>	: 9h de cours, 6h de TP
<i>Langue d'enseignement</i>	: Français
<i>Logiciels</i>	: R & WINBUGS, OPENBUGS & JAGS
<i>Documents pédagogiques</i>	: Slides/Manuscrit
<i>Pré-requis</i>	: Cours de calcul bayésien 2A

### Modalités d'évaluation :

Examen écrit

### Acquis d'apprentissage (objectifs) :

- Maîtriser les connaissances de base pour l'analyse de données par approche statistique bayésienne.
- Avoir une connaissance des modèles hiérarchiques, réseau bayésien et graphes d'indépendance.
- Être capable de mettre en œuvre les méthodes enseignées pour mener des inférences bayésiennes de données, notamment à l'aide des logiciels WINBUGS, OPENBUGS et JAGS.

### Principales notions abordées :

Un rappel de cours est fait concernant les principes de la modélisation statistique bayésienne. L'accent sera mis sur l'analyse bayésienne par les méthodes de Monte Carlo par Chaînes de Markov (MCMC). Au travers d'exemples, seront abordés les notions de graphe d'indépendance conditionnelle, réseau bayésien, convergence des Chaînes de Markov, inférence, prédiction, validation et comparaison de modèles dans un cadre bayésien. Les exemples seront traités sous le logiciel WINBUGS ou JAGS en salle informatique.

### Références bibliographiques :

- Collectif BIOBAYES: Albert I., Ancelet S., David O., Denis J.B., Makowski D., Parent E., Soubeyrand S. (2015) Méthodes statistiques bayésiennes. Bases théoriques et applications en alimentation, environnement et génétique. *ELLIPSES*, ISBN : 978234000501
- Carlin, B. P. and Louis, T.A. (2009). Bayesian Methods for Data Analysis. Chapman & HALL/CRC, third edition, (535 pp.)
- Gelman, A., Carlin, J. B., Stern, H. S. and. Rubin, D. B (2004). Bayesian data analysis. Texts in Statistical Science. Chapman & HALL/CRC, second edition, (668 pp.)
- Robert, C. P. (2001). The Bayesian choice. Springer, (second edition) (604 pp.)
- Lunn, D.J., Thomas, A., Best, N. and Spiegelhalter, D. (2000). WinBUGS -- a Bayesian modelling framework: concepts, structure, and extensibility. *Statistics and Computing*, 10: 325-337.
- Gilks, W. R., Richardson, S. and Spiegelhalter, D. J. (1996). Markov chain Monte Carlo in practice. Chapman and Hall, (486 pp.)

UE 4 – Économétrie avancée

## ADVANCED MICROECONOMETRICS OF DISCRETE CHOICES

*Advanced microeconometrics of discrete choices*

<i>Enseignant</i>	: Marion Goussé (ENSAI)
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 2
<i>Volume horaire de travail élève (enseignements + travail personnel)</i>	: 24h
<i>Répartition des enseignements</i>	: 21h of lecture, 3h of practice
<i>Langue d'enseignement</i>	: English
<i>Logiciels</i>	: Sans objet
<i>Documents pédagogiques</i>	: Slides/Manuscrit
<i>Pré-requis</i>	: Econometrics, applied econometrics

### Evaluation :

Written examination

### Objectives of the class :

This main objective of the course is to present recent advances in discrete choice modeling.

After some reminders about the structure of discrete choice econometric models (random utility models) and the reference model used by econometricians (the Multinomial Logit model), the course aims at presenting two essential extensions of the reference discrete choice models: (a) discrete choice models with random parameters and (b) discrete choice models with agglomeration and/or congestion effects. These models are used in all fields of applied microeconometrics: choice of transport modes and routes, choice of business or residential location, modeling of market shares under imperfect competition, choice of recreational sites, ...

The course will address issues related to the specification and estimation of these models, both in theory and through detailed examples.

### Topics :

1. Reminders
  - a. Random utility models
  - b. The Multinomial Logit Model
  - c. The case of large choice sets
2. Models with random parameters
  - a. Interest and specification of random parameter models
  - b. Continuous mixing law: estimation by the MV
  - c. Discrete mixing law: estimation by the MV via the EM algorithm
  - d. Some practical aspects
3. Location models with congestion and/or agglomeration effects
  - a. Congestion and agglomeration effects and equilibria
  - b. Specification and estimation of discrete choice models with congestion or agglomeration effects
4. Supplement. Market share models

### References :

« Discrete choice methods with simulations », K. Train, 2004

UE 5 – Analyse des réseaux

## ANALYSE ET APPLICATIONS DES RESEAUX SOCIAUX

### *Social Network Analysis and Applications*

<i>Enseignant</i>	: Noemí NAVARRO (silvia-noemi.navarro-prada@univ-rennes1.fr)
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 2
<i>Volume horaire de travail élève (enseignements + travail personnel)</i>	: Sans objet
<i>Répartition des enseignements</i>	: • Cours : 15h+ • Atelier : 9h
<i>Langue d'enseignement</i>	: Anglais
<i>Logiciels</i>	: Sans objet
<i>Documents pédagogiques</i>	: Slides/Manuscrit
<i>Pré-requis</i>	: Mathematics, economics and game theory. For example, it will be assumed that students are comfortable with basic concepts from linear algebra (e.g., matrix multiplication), probability theory (e.g., probability distributions, expected values), and game theory (e.g., games in normal form, in extensive form, strategy, equilibrium), and some light calculus (e.g., differentiation and integration)

*Enseignement destiné aux élèves de la filière « Data Science, Modélisation Économique & Santé »*

### Course overview :

The course begins with an overview of concepts used to describe and measure networks. We will then discuss a series of models on network formation. Students will get familiarized with programs and packages that are commonly used for analyzing and simulating networks (gephi, R – igraph, Python – networkX). We will later discuss how networks impact individual behavior and collective outcomes, including contagion, diffusion, and public good provision.

### Content :

Chapter 1. Introduction: representing a network and basic definitions

Chapter 2. Global and local measures and statistics on networks

Chapter 3. Random network formation models

Chapter 4. Strategic network formation

Chapter 5. Contagion and epidemics on networks

Chapter 6. Decisions, behavior, and games on networks

### Evaluation :

Mini-tests concernant les lectures obligatoires pour chaque chapitre (début de séance)	6 pts
Exercices à rendre	6 pts
Atelier (programmation)	8 pts

### Skills :

Organizing/visualizing a large data set as a network, simulating network-based phenomena, reading, and interpreting data that are organized as a network, understanding how certain characteristics of the network structure affect socio-economic phenomena



UE 5 – Analyse des réseaux

## STATISTIQUE ET ECONOMETRIE SPATIALE

### *Spatial statistics and econometrics*

<i>Enseignants</i>	: Salima BOUAYAD AGHA (U du Maine) & Lionel VEDRINE (INRA Dijon)
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 2
<i>Volume horaire de travail élève (enseignements + travail personnel)</i>	: Sans objet
<i>Répartition des enseignements</i>	: • Cours : 21h • Atelier : 3h
<i>Langue d'enseignement</i>	: Français
<i>Logiciels</i>	: Sans objet
<i>Documents pédagogiques</i>	: Slides/Manuscrit
<i>Pré-requis</i>	: Econométrie 2A, R, Statistiques exploratoires multivariées

*Enseignement destiné aux élèves de la filière « Data Science, Modélisation Économique & Santé », « Data Science & Marketing » et « MasterE »*

### Objectif pédagogique :

L'utilisation de données spatiales connaît un développement important du fait de son utilisation dans de nombreux domaines : sciences de la terre, environnement et climatologie, épidémiologie, économétrie, analyse d'image, etc.... Pris dans son sens méthodologique le plus large, la statistique spatiale désigne toute analyse utilisant l'outil statistique et ayant une dimension spatiale, que cette dimension concerne l'outil proprement dit, l'objet analysé ou les variables utilisées comme descripteur de cet objet. Comme pour les séries temporelles, la statistique spatiale se différencie de la statistique classique par le fait que les observations sont dépendantes. Son originalité tient au fait que dans l'espace, les interactions peuvent être multidirectionnelles. Pour analyser des objets localisés il existe des outils statistiques spécifiques. L'un des plus classiques est la mesure de l'**autocorrélation spatiale**, qui rend compte à un niveau global de la tendance des lieux proches à se ressembler (autocorrélation positive) ou au contraire à s'opposer (autocorrélation négative). Les méthodes de l'économétrie spatiale permettent de tenir compte de cette dépendance spatiale dans les analyses statistiques classiques et d'éviter que celle-ci n'introduise des biais dans l'estimation des paramètres

Après avoir passé en revue les différents types de données spatiales le cours présente les outils de base de la statistique spatiale qui permettent de mesurer le degré de signification statistique des configurations et des relations spatiales de données géoréférencées, qui vont ainsi compléter et enrichir l'approche strictement cartographique.

Le cours s'attache ensuite plus spécifiquement à l'étude des données économiques. Les méthodes de l'économétrie spatiale sont de plus en plus utilisées dans de nombreux domaines (croissance, économie régionale et urbaine, marketing, étude des marchés immobiliers, ...). Favorisées par le développement des systèmes d'information géographique qui permettent de disposer simultanément des valeurs prises par les variables d'intérêt et de leur localisation géographique, ces méthodes permettent de prendre en compte dans la modélisation les phénomènes d'interaction spatiale de différentes manières.

Il s'agit d'étendre les méthodes de l'économétrie standard en considérant les principaux problèmes rencontrés dans l'utilisation de ces données (hétérogénéité des observations, interaction spatiale). Après avoir présenté les différentes manières de formaliser les effets spatiaux (effet de débordement et de dépendance spatiale, hétérogénéité) seront exposés les différentes spécifications économétriques spatiales ainsi que leur estimation par différentes méthodes (maximum de vraisemblance et méthode des moments généralisés). Les tests de spécifications les plus courants seront également exposés. Les exposés seront illustrés par des exemples issus de la littérature récente dans ce domaine.

De nombreux exemples utilisant R ou STATA illustrent les sujets abordés. Le cours sera complété de 3 ATELIERS, l'un sur la cartographie et les méthodes exploratoires des données, les 2 autres sur l'économétrie.

## Contenu de la matière :

### Introduction générale : nécessité de la prise en compte de la dimension spatiale

- Statistiques spatiales et séries temporelles
- L'intérêt de prendre en compte la dimension spatiale
- Les étapes d'une étude spatiale
- Divers types de données spatiales
- Spécificité des données spatiales : hétérogénéité et autocorrélation

### PARTIE 1 : Statistique Spatiale

#### La boîte à outils d'analyse des données spatiales

- Matrices de voisinage
- Matrices de pondération spatiale
- Autres outils spécifiques de la statistique spatiale

#### Analyse exploratoire des données spatiales et tests

- Outils de représentation
- Tests d'autocorrélation spatiale
- Indices locaux d'autocorrélation spatiale
- Tests d'homogénéité

### PARTIE 2 : Econométrie spatiale sur données en coupe

#### L'étude de l'autocorrélation spatiale en économétrie

- Une typologie des modèles spatiaux
- L'effet multiplicateur et l'effet de diffusion spatial
- Le modèle spatialement autorégressif
- Le modèle à erreur spatialement autocorrélée
- Le modèle de Durbin spatial
- Les tests de spécification
- Les modèles en présence de données spatiales manquantes
- Le choix de la matrice de pondération affecte-t-il l'interprétation des résultats ? Rationaliser son choix
- Critiques de l'identification dans les modèles autorégressifs spatiaux
- L'approche quasi-expérimentale dans l'estimation de modèles spatiaux

#### L'étude de l'hétérogénéité spatiale en économétrie

- Instabilité des paramètres et inférence statistique
- La régression géographique pondérée
- Les modèles à régimes spatiaux
- La régression spatiale par quantile
- Interactions entre autocorrélation et hétérogénéité spatiale

### PARTIE 3 : Introduction à l'économétrie spatiale sur données de panel

#### L'économétrie spatiale en données de panel

- Typologie des modèles
- Les panels statiques avec effets spatiaux

Les panels dynamiques avec effets spatiaux  
Les tests de spécifications

## Modalités d'évaluation :

Mini projet

## Bibliographie :

- Dreesbeke, J.J., Lejeune, M. et Saporta, G. (2006), *Analyse statistique des données spatiales*, Technip
- Anselin, L., Florax, R.J.G.M. et Rey, S.J. (2004), *Advances in Spatial Econometrics*, Springer
- LeSage, J. et Pace, K.R. (2009), *Introduction to Spatial Econometrics*, CRC Press
- Anselin, L, Le Gallo, J., et Jayet, J. (2007), *Spatial Panel Econometrics*, In L. Matyas and P. Sevestre (Eds.), *The Econometrics of Panel Data, Fundamentals and Recent Developments in Theory and Practice* (3rd Edition). Dordrecht, Kluwer
- Arbia, G. (2006), *Spatial Econometrics: Statistical Foundations and Applications to Regional Growth Convergence*, New York: Springer
- Corrado, L. and Fingleton, B. (2011), Where is the economics in spatial econometrics?, *Journal of Regional Science*, 52(2)
- McMillen, Daniel P. (2010), Issues in spatial data analysis, *Journal of Regional Science*, 50(1)

UE Stages

## UE : PROJET PROFESSIONNEL ET STAGES

<i>Correspondant de l'UE</i>	: Patrick Gandubert
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 30
<i>Volume horaire de travail élève (enseignements + travail personnel)</i>	: Travail en entreprise
<i>Nombre d'heures d'enseignement</i>	: 30h (séminaires)

### Finalité de l'UE :

Cette UE correspond à des temps pédagogiques en lien direct avec les entreprises. Les séminaires professionnels ont pour objectif de présenter aux étudiants diverses problématiques auxquelles ils seront confrontés dans leur environnement professionnel. Il permet d'apporter des compléments par rapport à certains cours, et fait le lien entre les enseignements et les applications pratiques qui en découlent. Le projet professionnel permet de préparer les étudiants à leur entrée dans la vie professionnelle et aux stages, il est réalisé sur la 2ème et 3ème année de formation. Des simulations d'entretien de recrutement sont organisées en 3e année. Elles sont assurées par des recruteurs d'entreprises et d'organisations partenaires de l'Ensaï. Les stages (application en 2ème année, fin d'études en 3ème année) permettent aux élèves de mettre en pratique les enseignements de mathématiques appliquées, d'informatique et d'économie dans un cadre professionnel. Le stage de fin d'études, d'une durée de 20 semaines minimum, vise à appliquer les enseignements de 3ème année et à acquérir de l'expérience pour assurer la transition vers l'emploi. Il constitue une étape essentielle de mise en situation professionnelle pour le futur ingénieur qui dispose à ce stade de l'ensemble des bagages techniques de la formation.

### Structuration de l'UE :

Le stage de fin d'études constitue la majeure partie de l'évaluation de cette UE (25 ECTS). L'Ensaï exige une forte adéquation entre le contenu du stage et la filière de spécialisation de 3e année. Il fait l'objet d'une procédure de validation par le responsable de filière et par le département des relations avec les entreprises. L'évaluation tient compte de la capacité d'intégration de l'étudiant dans l'entreprise, ses capacités d'initiative et de satisfaction au regard des objectifs du stage, et de la qualité du rapport et de la soutenance réalisée devant un jury composé d'un président, d'un vice-président, tous les deux issus du monde de l'entreprise et d'un permanent de l'école. Le stage d'application de 2ème année est pris en compte dans cette UE (5 ECTS). Les séminaires professionnels ne sont pas évalués.

### Compétences ou acquis d'apprentissage à l'issue de l'UE :

Le stage de fin d'études (et l'UE) comprend un objectif technique - il s'agit de répondre à la commande, à la problématique inscrite dans le thème du stage à l'aide des connaissances acquises - et un objectif professionnel - il s'agit de parfaire la connaissance du monde du travail, de développer des capacités relationnelles et d'adopter une démarche d'insertion dans le monde professionnel.

### Les pré-requis de l'UE :

Aucun

UE Projet Professionnel

## DROIT DU TRAVAIL

### Work Law

<i>Enseignant</i>	: Charlotte GRUNDMAN, Avocat au Barreau de Paris
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 1
<i>Volume horaire de travail élève (enseignements + travail personnel)</i>	: 15h
<i>Répartition des enseignements</i>	: Cours : 3h • Atelier : 6h
<i>Langue d'enseignement</i>	: Français
<i>Logiciels</i>	: Sans objet
<i>Documents pédagogiques</i>	: Distribués pendant le cours
<i>Pré-requis</i>	: Aucun

### Modalités d'évaluation :

Exposé d'un cas pratique réalisé lors des TD.

### Acquis d'apprentissage (objectifs) :

La matière étant extrêmement vaste et complexe, il est ici proposé aux étudiants une approche didactique et vivante du sujet, l'objectif de l'enseignement étant de permettre aux étudiants qui travailleront dans un futur proche en entreprise d'avoir compris certaines notions pratiques essentielles en droit du travail.

### Principales notions abordées :

Hormis le cours d'amphi, il sera systématiquement proposé aux étudiants, après l'étude d'une notion, un exercice visant à mettre en pratique la notion abordée. Le cours commun (3 heures) traite des notions suivantes : Comprendre d'où l'on vient pour savoir où on va (introduction historique au droit du travail, les sources du droit du travail, ordre public absolu et ordre public social), les instances de contrôle du droit du travail, formation et exécution du contrat de travail, la rupture du contrat à durée indéterminée. Pour les TD, la première heure de cours sera consacrée à l'étude d'un chapitre (la modification du contrat de travail, le recrutement, les droits fondamentaux du salarié). Cet exposé sera suivi d'une mise en situation pratique, où les étudiants devront par groupe répondre à un cas pratique. Un rapporteur sera désigné par groupe, et la notation se fera à cette occasion.