



---

# Programme des enseignements

3<sup>e</sup> année

**Filière Ingénierie Statistique des territoires et de la santé**  
**ANNÉE SCOLAIRE 2019 / 2020**



École nationale  
de la statistique  
et de l'analyse  
de l'information

**FILIÈRE INGENIERIE STATISTIQUE DES TERRITOIRES  
ET DE LA SANTE**

**ANNÉE SCOLAIRE 2019/2020**

***Data Modeling for Spatial Analysis and  
Health Economics***

***2019/2020 ACADEMIC YEAR***



# Table des matières

<b>Présentation de la filière .....</b>	<b>5</b>
<b>Descriptifs des enseignements du tronc commun.....</b>	<b>11</b>
UE0 – Tronc commun .....	12
Droit du Travail.....	12
Anglais .....	14
Sport.....	16
UE1 – Machine Learning.....	17
Machine Learning.....	17
Régression pénalisée et sélection de modèles.....	19
Apprentissage statistique à grande échelle .....	20
Webmining et traitement du langage .....	22
<b>Descriptifs des enseignements de la filière.....</b>	<b>23</b>
UE2 – Territoire .....	25
Démographie.....	25
Dynamique de l’emploi .....	27
Economie publique.....	28
Méthodes d’évaluation des programmes .....	30
UE3 –Santé et protection sociale .....	32
Modélisation économique de la santé .....	32
Evaluation des préférences de santé .....	34
Mécanismes assurantiels et actuariels.....	35
Offre et demande de soins.....	36
UE4 – Econométrie avancée.....	38
Micro économétrie avancée .....	38
Modélisation avancée des choix discrets.....	40
Econométrie des données de panels .....	41
Statistique et économétrie spatiale .....	43
Compléments de Statistique bayésienne.....	46
UE5 Optionnelle .....	48
Economie spatiale et migrations.....	48
Economie urbaine .....	49
Economie et politique de l’énergie .....	50
Analyse des réseaux sociaux, spatiaux et complexes.....	51
Dynamique industrielle .....	52
Méta-Analyse .....	53
Evaluation médico-économique .....	55
UE – Projet de fin d’études.....	56
Projet méthodologique .....	56
Projet de fin d’études.....	57
Data challenge.....	58
UE – Séminaires professionnels .....	59
Séminaires professionnels.....	59



## Présentation de la filière

Cette filière vise à donner 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. 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.

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...).

### Six domaines d'enseignements

La formation représente un aboutissement à la pluridisciplinarité développée lors des deux premières années en statistique, probabilités, économie, informatique et anglais. Ces savoirs maîtrisés à l'issue des deux premières années sont appliqués aux deux domaines spécifiques : analyse des problématiques de la santé et analyse des problématiques du territoire.

Pour répondre aux exigences de la filière, en plus du tronc commun à tous les élèves de troisième année, l'enseignement est divisé en trois grands domaines auxquels s'ajoutent des domaines de spécialisation. De ce fait, l'ensemble des élèves reçoivent une solide formation de base dans les deux sous-domaines de la filière, santé et territoire, puis se spécialisent, les uns en santé, les autres en territoire. Les élèves travaillent, de plus, sur un projet de spécialisation qui leur permet d'appliquer les outils acquis à leur domaine de spécialisation.

Les trois domaines communs à tous les élèves sont :

#### 1. 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).

#### 2. 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.

#### 3. 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.

Les domaines de spécialisation sont:

### Spécialisation Territoire

Continuation de l'enseignement des théories et applications nécessaire à la compréhension de la problématique du territoire, couplé avec des méthodes avancées d'analyse importantes pour l'analyse du territoire : économie urbaine, réseaux physiques et sociaux, politique et économie de l'énergie, économie industrielle, apprentissage statistique.

### Spécialisation Santé

Continuation de l'enseignement des théories et applications nécessaire à la compréhension de la problématique de la santé, et enseignement et application de méthodes avancées d'analyse importante pour l'analyse du territoire : statistique bayésienne, méta-analyse, évaluation médico-économique, essais clinique, démographie médicale et modèle de prescription.

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 spécialisation donne lieu à l'écriture d'un mémoire en anglais ainsi qu'à une soutenance dans cette langue ; un enseignement est également dispensé en anglais.

### 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.



BANQUE DE FRANCE

EUROSYSTÈME



ined  
INSTITUT  
NATIONAL  
D'ÉTUDES  
DÉMOGRA  
PHIQUES



BIPE



*Commissariat général à l'égalité des territoires*



### ***Option Formation Par la Recherche***

Une formation par la recherche en Finance 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 la santé de grande qualité à l'Université d'Aix Marseille school of Economics.



Le diplôme proposé est la spécialité économie de la santé du Master « AMSE », dirigée par Karine Gente.





Volume horaire						
	Cours	Ateliers	Projets	Total	Crédits	Enseignant-e-s
<b>UE0 Tronc commun</b>						
Droit du Travail	3	6		9	0.5	Charlotte GRUNDMAN
Anglais	30			30	1.5	
Sport		30		30	0	
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>69</b>	<b>2</b>	
<b>UE1 Machine learning</b>						
Machine learning	18	21		39	3	Hong-Phuong DANG, Romaric GAUDEL, Fabien NAVARRO, Brigitte GELEIN
Régression pénalisée et sélection de modèles	9	6		15	1	
Apprentissage statistique à grande échelle	9	9		18	1.5	Arthur KATOSSKY, Rémi PÉPIN
Webmining et traitement du langage	9	12		21	1.5	Arthur KATOSSKY
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>48</b>	<b>0</b>	<b>93</b>	<b>7</b>	
<b>UE2 Territoire</b>						
Démographie	12	6		18	1	Carlo Giovanni CAMARDA
Dynamique de l'emploi	15			15	1	Samuel DANTHINE
Economie publique	15			15	1	Noémi NAVARRO
Méthodes d'évaluation des programmes	12	3		15	1	Purevdorj TUVAANDORJ
<b>Total</b>	<b>54</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>63</b>	<b>4</b>	
<b>UE3 Santé et protection sociale</b>						
Modélisation économique de la santé	24			24	1	Alain PARAPONARIS
Evaluation des préférences de santé	18		3	21	1	Stéphane LUCHINI
Mécanismes assurantiels et actuariels	21			21	1	Marc PERRONNIN, Marc TOURTOULOU
Offre et demande de soins	24		6	30	1	Zeynep OR-KEESE, Paul DOURGNON, Carine FRANC, Sylvain PICHETTI
<b>Total</b>	<b>87</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>96</b>	<b>4</b>	
<b>UE4 Économétrie avancée</b>						
Micro-économétrie avancée	18			18	1	Alain CARPENTIER
Modélisation avancée des choix discrets	9	3		12	1	Alain CARPENTIER
Modélisation avancée des choix discrets — Compléments	12			12	0	Alain CARPENTIER
Économétrie des données de panel	9	3		12	1	Eric DELATTRE
Économétrie des données de panel – Compléments	12			12	0	Eric DELATTRE
Statistiques et économétrie spatiale	9	3		12	1	Salima BOUAYAD AGHA, Lionel VEDRINE
Statistiques et économétrie spatiale – Compléments	12			12	0	Lionel VEDRINE, Salima BOUAYAD AGHA
Statistique bayésienne	9	6		15	1	Sophie ANCELET
<b>Total</b>	<b>90</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>105</b>	<b>5</b>	
<b>UE5 Optionnelle</b>						
Economie spatiale et migrations	12	3		15	1	Vincenzo CAPONI
Economie urbaine	15			15	1	Samuel DANTHINE
Economie et politique de l'énergie	15			15	1	Drifa BELHADI
Analyse des réseaux sociaux, spatiaux et complexes	18	9		27	2	Laurent Beauquitte
Dynamique industrielle	15			15	1	Frédéric LOSS
Méta-analyse	12	6		18	1	Drifa BELHADI
Evaluation médico-économique	12	12	6	30	2	Béranger LUEZA, Hélène CAWSTON
<b>Total</b>	<b>99</b>	<b>30</b>	<b>6</b>	<b>135</b>	<b>4</b>	

<b>Projet de fin d'étude</b>						
Projet méthodologique		3	9	12	1	
Projet de fin d'étude		9	27	36	3	
Data Challenge		12		12	0	
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>36</b>	<b>60</b>	<b>4</b>	
<b>Séminaire professionnel</b>						
Séminaire professionnel	30			30	0	
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>438</b>	<b>162</b>	<b>51</b>	<b>651</b>	<b>30</b>	

<b>UE Stage 3A</b>	<b>Crédits 25</b>
--------------------	-----------------------

## **Descriptifs des enseignements du tronc commun**

UE0 – Tronc commun

## **Droit du Travail**

### ***Work Law***

Cours : 3h • Atelier : 6h

Enseignant : Charlotte GRUNDMAN, Avocat au Barreau de Paris.

Correspondant : Ronan LE SAOUT

#### **Objectif pédagogique :**

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.

#### **Contenu de la matière**

A cette fin, et 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.

Afin de satisfaire le plus possible à cet objectif, il est ainsi proposé l'organisation suivante des cours :

Cours commun (3 heures) :

Chapitre 1 : Comprendre d'où l'on vient pour savoir où on va :

- Introduction historique au droit du travail
- Les sources du droit du travail
  - sources imposées,
  - sources négociées
- Ordre public absolu et ordre public social

Chapitre 2 : les instances de contrôle du droit du travail

- L'inspecteur du travail
- Les multiples juges du droit du travail
- Point sur la procédure prud'homale

Chapitre 3 : Formation et exécution du contrat de travail

- la qualification du contrat de travail : « faux artisans, faux auto-entrepreneurs et vrai salarié ».
- le contrat à durée indéterminée, norme juridique et sociale
- la période d'essai après la loi du 25 juin 2008 : définition, durée et rupture
- les principales clauses du contrat de travail :
  - la clause de mobilité
  - la clause de non-concurrence

#### Chapitre 4 : la rupture du contrat à durée indéterminée

- le licenciement pour motif personnel
- le licenciement pour motif économique
- la démission du salarié
- les autres modes de rupture

Les TD :

La première heure de cours sera consacrée à l'étude d'un chapitre. 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.

#### Chapitre 1 : La modification du contrat de travail

##### *Modification du contrat de travail et changement des conditions de travail*

- la durée du travail (focus sur le forfait-jour)
- le lieu de travail
- la rémunération

#### Chapitre 2 : Le recrutement

#### Chapitre 3 : les droits fondamentaux du salarié

- Le fait religieux en entreprise
- Vie personnelle et technologies de l'information et de la communication (TIC)
- La mise en place de moyens de contrôle via les TIC en entreprise
- Harcèlements
- Maladie et maternité du salarié

#### Langue d'enseignement

Français

UEO – Tronc commun

## **Anglais**

### **English**

Cours : 30h (dont 15h d'aide au projet)

Enseignant : Divers intervenants

Correspondant : Todd DONAHUE

### **Objectif pédagogique**

Les élèves qui n'ont pas passé ou qui n'ont pas réussi le TOEIC en deuxième année continueront à progresser dans les compétences requises (la compréhension orale, la reconnaissance des erreurs, les pièges grammaticaux, et la compréhension écrite) pour obtenir le niveau B2. Les autres auront acquis les compétences nécessaires pour affronter le monde professionnel. Ils auront vu les tournures qui aident à diriger et à participer à des réunions, à prendre des décisions, et à négocier. Ils se seront entraînés à faire des présentations. Ils auront rédigé un projet en anglais et préparé la soutenance de ce projet.

### **Contenu de la matière**

Pour les élèves qui n'ont pas eu un score d'au moins 785 au TOEIC : pendant les 5 premières séances, les cours seront majoritairement dédiés à la préparation de cet examen. Les ressources informatiques de l'Ecole 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 filière et conçus afin de les préparer à affronter le monde professionnel sur le plan international. Les thèmes suivants seront traités : « Leading meetings », « Interviews », « Presentations », « Making decisions », et « Negotiating deals », et « Small Talk ».

Ensuite, les 5 dernières séances seront consacrées au projet anglophone dans chaque filière ainsi qu'à la préparation des soutenances orales. Chaque responsable de filière indiquera aux élèves 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.

### **Pré-requis**

Aucun

### **Contrôle des connaissances**

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\*. Le CV et la lettre faite pour cet exercice seront collectés et évalués et feront partie de la note finale. Le niveau acquis apparaîtra sur le Supplément au diplôme. L'objectif de la CTI<sup>†</sup> pour tous les élèves ingénieurs est d'atteindre le niveau B2.

\* le Cadre européen commun de référence pour les langues.

### **Références bibliographiques**

- Arbogast, B., *30 Days to the TOEIC Test*, Canada: Peterson's, 2002.
- Schramper-Azar, B., *Understanding and Using English Grammar*, New York: Longman, 1999.
- Buckwalter, Elvis, et.al, *Boostez votre score au TOEIC-spécial étudiants*, Paris: Eyrolles, 2009.
- Gear, Jolene, *Cambridge Grammar and Vocabulary for the TOEIC Test*, Cambridge: Cambridge University Press, 2010.

- Lecomte, Stéphane, et. al, *La Grammaire au TOEIC et au TOEFL : Mode d'emploi*, Paris: Ophrys, 2008.
- Loughed, Lin, *Tests complets pour le nouveau TOEIC (4<sup>ème</sup> ed.)*, Paris: Pearson Education France, 2008.
- MBA Center, *New TOEIC Study Book*, Paris: MBA Center Publications, 2007.

**Langue d'enseignement**

Anglais

***Pour tout complément d'information, chaque élève peut consulter le Programme des enseignements : Langues, disponible sur le site de l'école.***



UE0 – Tronc commun

## **Sport**

### ***Sport***

Atelier : 30h

Enseignant : Divers intervenants

Correspondant : Julien LEPAGE

*Cours facultatif*

### **Objectif de la matière**

L'objectif est d'amener les élèves à maintenir un esprit sportif, sortir du strict cadre académique et développer leurs capacités physiques.

### **Contenu de la matière**

9 activités sportives sont proposées par l'école :

- Badminton
- Basket
- Cross-Training
- Football
- Hand-ball
- Tennis de table
- Tennis débutant
- Volley-ball
- Cross-training
- Course à pied/préparation physique/coaching sportif

Outre les entraînements, les élèves inscrits peuvent être amenés à participer à des compétitions.

### **Prise en compte dans la scolarité**

La participation à une activité sportive peut donner lieu à l'attribution d'un bonus ajouté sur la moyenne du semestre concerné. Le niveau de ce bonus est précisé dans une circulaire d'application en début d'année académique. Il varie selon l'assiduité aux séances, l'engagement et la participation aux compétitions tout au long de l'année.

Pour être définitive, la liste des élèves bénéficiant de ces bonus doit être validée par le directeur des études.

Un bonus peut être exceptionnellement attribué en dehors des activités sportives réalisées dans le cadre Ensaï. Pour y prétendre, les élèves concernés doivent remplir les 3 conditions suivantes :

- pratiquer régulièrement une activité sportive et participer aux compétitions liées ;
- posséder un niveau national (voir très bon niveau régional suivant le sport en question) ;
- déposer une demande argumentée auprès de la direction des études et du service sport en début d'année scolaire, afin de faire valider le programme d'entraînement, des compétitions et les modalités de diffusion des performances.

Pour certains ayant des contraintes sportives, des aménagements horaires pourront d'ailleurs être ainsi envisagés si besoin.

UE1 – Machine Learning	
<b>Machine Learning</b>	
<b><i>Machine Learning</i></b>	
Cours : 18h • Atelier : 21h	
Enseignants	: Hong-Phuong DANG (Ensaï), Romaric GAUDEL (Ensaï), Fabien NAVARRO (Ensaï) et Brigitte GELEIN (Ensaï)
Correspondant	: Arthur KATOSSKY (Ensaï)

**Objectif pédagogique :**

Ce cours présente les principes de l'apprentissage automatique (Machine Learning) ainsi que les modèles les plus utilisés.

**Contenu de la matière**

- Principes de l'apprentissage automatique
  - Apprentissage supervisé vs. non-supervisé ; échantillon d'entraînement et de validation, overfitting, erreur de généralisation ; fonction de coût (loss function) et minimisation d'une erreur ; évaluation des méthodes non-supervisées ; méthodes vues en 2A en tant que méthodes d'apprentissage
- Réseaux de neurones
  - Principe des réseaux de neurones ; propriétés des réseaux de neurones simples ; descente de gradient ; réseaux de neurones profonds ; architectures particulières (ex: réseaux de convolution ; réseaux récurrents ; ...) ; réduction de la dimension à l'aide de réseaux de neurones (auto-encodeurs ; word2vec ; ...).
- Méthodes d'agrégation
  - Quelques rappels et approfondissements (CART, multiregression trees), Bagging, random forests, Boosting, XGBoost, Stacking (agrégation de modèles de types différents par construction d'un modèle « superviseur » qui combine au mieux les prédictions des modèles primaires.)
- Support Vector Machines
  - Classification par hyper-plan séparateur ; classifieur de marge maximale ; données non linéairement séparable et méthodes à noyau ; SVM multi-classe ; liens avec d'autres modèles (logistique, réseaux de neurones) ; descente de gradient

**Compétences**

- Identifier comment résoudre une tâche par apprentissage automatique
- Choisir un modèle a priori adapté à une tâche
- Utiliser un modèle de l'état de l'art (SVM, réseau de neurones, forêt, ...)
- Comparer empiriquement différents modèles pour une tâche donnée

**Pré-requis**

R, Python, algèbre linéaire, optimisation de fonctions

**Contrôle des connaissances**

Des TP notés + un examen final

**Références bibliographiques**

- Andrew Ng. Machine Learning Yearning. Disponible gratuitement au lien <https://www.deeplearning.ai/machine-learning-yearning/>.

- Rémi Gilleron. Apprentissage machine - Clé de l'intelligence artificielle - Une introduction pour non-spécialistes. Ellipses.
- Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville. Deep Learning. 2016

**Langue d'enseignement**

Français

**UE1 – Machine Learning****Régression pénalisée et sélection de modèles*****Penalized problems and model selection***

Cours : 9h • Atelier : 6h

Enseignants : Cédric HERZET (INRIA) &amp; Clément ELVIRA (INRIA)

Correspondant : Arthur KATOSSKY (Ensaï)

**Objectif pédagogique :**

De nombreuses tâches d'apprentissage et de traitement du signal visent à retrouver un ensemble de grandeurs inconnues (état d'un système, modèle génératif, etc) à partir de données.

Malheureusement, dans de nombreuses situations, les données disponibles s'avèrent insuffisantes pour lever l'ambiguïté sur les quantités à inférer ou les estimer avec une précision suffisante.

Une manière classique de contourner ce problème consiste à introduire une information « a priori » sur la solution recherchée.

Plus particulièrement, dans ce cours nous montrons comment lever l'ambiguïté inhérente à certains problèmes en « pénalisant » les solutions ne présentant pas certaines caractéristiques d'intérêt.

L'objectif de ce cours est d'identifier et manipuler les méthodes de pénalisation les plus courantes.

**Contenu de la matière**

- Identifier la pénalisation la plus adaptée à une tâche
- Résoudre un problème d'optimisation comportant un terme de régularisation
- Régler les paramètres du modèle

**Pré-requis**

- Algèbre linéaire
- Optimisation convexe
- Programmation en Python

**Contrôle des connaissances**

TP notés + examen final

**Références bibliographiques**

- C. Bishop. Pattern recognition and machine learning. Springer-Verlag New York, 2006.
- S. Foucart and H. Rauhut. A mathematical introduction to compressive sensing. Applied and Numerical Harmonic Analysis. Birkhäuser, 2013.
- D. P. Bertsekas. Nonlinear Programming. Athena Scientific, USA, 2003.

**Langue d'enseignement**

Français

**UE1 – Machine Learning****Apprentissage statistique à grande échelle*****Large-scale Machine-Learning***

Cours : 9h • Atelier : 9h

Enseignant : Arthur KATOSSKY (Ensaï) et Rémi PEPIN (Ensaï)

Correspondant : Arthur KATOSSKY (Ensaï)

**Objectif de la matière**

Au cours de la dernière décennie, nous avons assisté à l'émergence d'applications numériques nécessitant de faire face à de gigantesques quantités de données, générées de plus en plus rapidement. Ces applications (surveillance de réseaux, biologie et médecine, applications financières, réseaux sociaux, etc.) nécessitent un besoin grandissant de techniques capables d'analyser et de traiter ces grandes masses d'information, avec précision et efficacité. La statistique rejoint ici les sciences du numérique, et plus précisément l'informatique répartie, pour proposer de nouvelles approches, relatives au Big Data. Les techniques et les modèles doivent prendre en compte le volume pléthorique de ces données, mais également leur génération rapide en continu (vélocité) ainsi que la diversité de leur format (variété) et la qualité de l'information (véracité), appelés communément les 4V du Big Data.

**Contenu de la matière**

- Les différents « v »
- Principes, avantages et inconvénients d'un système réparti
- connaître les stratégies de tolérance aux fautes (duplication des données, exécution avec erreurs)

**Compétences**

- Identifier l'architecture adaptée à une tâche (exécution séquentielle et/ou parallèle, exécution en mémoire et/ou en flux, exécution locale et/ou distante).
- Lancer des calculs sur une architecture Big Data (notamment, appliquer les paradigme Map-Reduce).
- exécuter des calculs volumineux – et en particulier des calculs statistiques – sur des prestataires de calcul (IaaS ou PaaS comme Amazon Web Service, Google Cloud Platform ou autre)

**Pré-requis**

Algorithmique.

**Contrôle des connaissances**

À déterminer.

**Références bibliographiques**

- Analyses des Big Data : quels usages, quels défis ? Note d'analyse du Commissariat général à la stratégie et la prospective
- Pirmin Lemberger, Marc Batty, Médéric Morel, Jean-Luc Raffaëlli. Big Data et machine learning - Manuel du data scientist, Dunod, 2015.
- Rudi Bruchez. Les bases de données NoSQL et le BigData : Comprendre et mettre en œuvre, Eyrolles (2015)

## **Langue d'enseignement**

Français.

**UE1 – Machine Learning****Webmining et traitement du langage****Webmining & NLP**

Cours : 9h • Atelier : 12h

Enseignant : Arthur KATOSSKY (Ensaï)

Correspondant : Arthur KATOSSKY (Ensaï)

**Objectif pédagogique :**

Le cours de *webmining & natural language processing* répond à plusieurs objectifs :

- pratiquer la collecte de données, l'extraction d'information et l'appariement de sources
- équiper les élèves avec des outils théoriques pour l'étude des données textuelles
- faire comprendre les grandes approches qui structurent le foisonnement de modèles de la langue
- présenter des exemples concrets d'applications dans les différents domaines d'application des élèves
- donner la capacité de réaliser des tâches classiques en étude de texte: classification, analyse de sentiment, détection d'entités, etc.

**Contenu de la matière**

- Introduction au traitement automatique du langage (*natural language processing*)
- Grandes catégories de modèles : *bag-of-words* et *tf-idf* ; réseaux de neurones (LSTM, GRU, etc.) ; plongements de mots (word2vec, GloVe, fasttext, Elmo, BERT, etc.) ; modèles probabilistes (HMM, CRF, LDA, etc.)
- Applications : classification, analyse de sentiment, détection d'entités, etc.
- Traitement de données textuelles et extraction d'information
- Collecte de données sur le web et utilisation d'une API

**Pré-requis**

Apprentissage statistique (réseaux de neurones) ; apprentissage statistique à grande échelle ; statistique bayésienne ; chaînes de Markov

**Contrôle des connaissances**

Projet

**Références bibliographiques**

Communiquée ultérieurement

**Langue d'enseignement**

Français.

## **Descriptifs des enseignements de la filière**





UE2 – Territoire

## **Démographie**

### ***Demography***

Cours : 12h • Atelier : 6

Enseignant : Giancarlo CAMARDA (Ined)

Correspondant : Samuel DANTHINE

*Enseignement destiné aux élèves de la filière « Ingénierie Statistique des Territoires et de la 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  $a_x$ , 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

**Pré-requis**

Programme des enseignements statistique de 2A (modélisation linéaire et non linéaire, analyse de données...)

**Références bibliographiques**

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

**Langue**

Anglais

UE2 – Territoire

## **Dynamique de l'emploi**

### ***Labor dynamics***

Cours : 15 h

Enseignant : Samuel DANTHINE (Ensaï)

Correspondant : Samuel DANTHINE

*Enseignement destiné aux élèves de la filière « Ingénierie Statistique des Territoires et de la Santé »*

#### **Course Description:**

The objective of this course is to provide an introduction to modern dynamic labor economics and its empirical implications

#### **Topics:**

1. Neoclassical model
2. One sided search
3. Diamond's paradox
4. Two-sided search:
  1. Random search
  2. Directed search
5. Applications

#### **Evaluation**

To be announced

#### **References :**

- Pissarides, C.: *Equilibrium Unemployment Theory*, 2<sup>nd</sup> edition, MIT Press, 2000
- Shimer, R.: *Labor Markets and Business Cycles*, Princeton UP, 2010
- Cahuc, P. and A. Zylberberg : *Labor Economics*, MIT Press, 2004

#### **Langue d'enseignement**

Anglais

UE2 – Territoire

## **Economie publique**

### ***Public economics***

Cours : 15h

Enseignant : Noemí NAVARRO (Noemi.Navarro@u-bordeaux.fr)

Correspondant : Samuel DANTHINE

*Enseignement destiné aux élèves de la filière « Ingénierie Statistique des Territoires et de la Santé »*

#### **Overview**

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. In the 15 hours available to us 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

- a) Individual endowments: education, taxes
- b) Market failures: externalities, public goods, market power
- c) 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. Non existing markets and market design: matching, allocation mechanisms, kidney exchange and school allocation.

Chapter 7. Public Choice: Voting and Arrow’s Impossibility Theorem

#### **Pré-requis**

Modélisation micro et macroéconomique

#### **Références**

- 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](#).

**Evaluation**

A préciser

**Langue d'enseignement**

Anglais

UE2 – Territoire

### **Méthodes d'évaluation des programmes**

#### ***Econometrics of Program Evaluation***

Cours : 12h • Atelier : 3h

Enseignant : P. TUVAANDORJ (ENSAI)

Correspondant : Samuel DANTHINE

*Enseignement destiné aux élèves de la filière « Ingénierie Statistique des Territoires et de la Santé »*

#### **Objective**

This course will introduce students to the principles and practice of evaluating economic and social programs. The course covers the fundamentals of causal models, empirical techniques for estimating counterfactual outcomes, methods for identifying parameters of policy interest. The objective of the course is to give the students a solid theoretical and empirical background that enables to analyze economic policies and integrates the analysis into policy decision making. The techniques that will be covered range from randomized field experiments and natural/quasi-experiments to econometric methods such as matching, instrumental variables, and difference-in-differences.

#### **Plan**

1. Introduction to causal inference: Rubin Causal Model (RCM) and counterfactual framework
2. Randomized experiment
3. Matching estimator
4. Regression discontinuity and kink designs
5. Panel data methods: difference-in-differences and synthetic controls
6. Quantile regression and quantile treatment effects
7. IV estimator and LATE
8. Nonparametric bounds

#### **Pre-requisites**

Econometrics 1, 2

#### **References**

- Angrist, J. D. & Pischke, J.-S. (2008), *Mostly Harmless Econometrics: An Empiricist's Companion*, Princeton university press.
- Angrist, J. D. & Pischke, J.-S. (2014), *Mastering 'Metrics: The Path from Cause to Effect*, Princeton University Press.
- Bertrand, M., Duflo, E. & Mullainathan, S. (2004), 'How Much Should We Trust Differences-in-Differences Estimates?', *The Quarterly journal of economics* **119**(1), 249–275.
- Imbens, G. W. (2014), 'Instrumental Variables: An Econometrician's Perspective', *Statistical Science* **29**(3), 323–358.
- Imbens, G. W. & Lemieux, T. (2008), 'Regression Discontinuity Designs: A Guide to Practice', *Journal of Econometrics* **142**(2), 615–635.
- Imbens, G. W. & Rubin, D. B. (2015), *Causal Inference in Statistics, Social, and Biomedical Sciences*, Cambridge University Press.

- Koenker, R. (2005), *Quantile Regression*, Vol. 38 of *Econometric Society Monographs*, Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- Manski, C. (2003), *Partial Identification of Probability Distributions*, Springer Series in Statistics, Springer-Verlag, New York.
- Manski, C. F. (1999), *Identification Problems in the Social Sciences*, Harvard University Press.
- Wooldridge, J. M. (2010), *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, second edn, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

**Language of Instruction**

English



<p>UE3 –Santé et protection sociale</p> <p><b>Modélisation économique de la santé</b></p> <p><b><i>Economics modeling for health</i></b></p> <p>Cours : 24h</p> <p>Enseignant : Alain PARPONARIS (Aix-Marseille Université)</p> <p>Correspondant : Samuel DANTHINE</p> <p><i>Enseignement destiné aux élèves de la filière « Ingénierie Statistique des Territoires et de la Santé »</i></p>
--

### **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

### **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 an 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

### **Prerequisites**

Public economy, micro and macro modelling

### **Evaluation**

A 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

**Langue d'enseignement**

Français

UE3 Santé et protection sociale

### **Evaluation des préférences de santé**

#### ***Valuing Health***

Cours : 18h • Projet 3h

Enseignants : Stéphane LUCHINI (Inserm – Aix-Marseille Université)

Correspondant : Samuel DANTHINE

*Enseignement destiné aux élèves de la filière « Ingénierie Statistique des Territoires et de la 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

#### **Pré-requis**

- 1 Théorie du consommateur
- 2 Econométrie : modèles de régression linéaires et non-linéaires

#### **Contrôle des connaissances**

Dossier

#### **Références bibliographiques**

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

#### **Langue d'enseignement**

Français et anglais

UE3 – Santé et protection sociale

### **Mécanismes assurantiels et actuariels**

#### ***Insurance***

Cours : 21h

Enseignants : Marc PERRONNIN (IRDES) - Marc TOURTOULOU (Spac actuaires)

Correspondant : Samuel DANTHINE

*Enseignement destiné aux élèves de la filière « Ingénierie Statistique des Territoires et de la Santé »*

#### **Objectif pédagogique**

Les objectifs de cet enseignement sont triples :

- Permettre aux étudiants d'acquérir une connaissance globale du champ d'application de la science économique que constitue la santé et la retraite
- Présenter les adaptations des outils théoriques et économétriques à ce domaine
- Offrir des applications concrètes sur des données réelles.

#### **Contenu de la matière**

- 1- Les outils des mécanismes assurantiels  
Introduction à l'actuariat : tarification, calcul de provisions mathématiques  
Économie de l'assurance : risques, aléa moral, antisélection, sélection adverse
- 2- Application à la santé  
Demande d'assurance santé
- 3- Application à la retraite  
Organisation de la retraite en France  
Le pilotage des régimes obligatoires en répartition  
Les régimes supplémentaires en capitalisation  
La comptabilisation des engagements de retraite au sein des entreprises

#### **Pré-requis**

Aucun

#### **Contrôle des connaissances**

Examen final

#### **Références bibliographiques**

- Phelps, C., Les fondements de l'économie de la santé, Publi Union, 1995
- Nyman J. A. The economics of moral hazard revisited, Journal of Health Economics, 18, 1999, pp. 811-824.
- Bardey D., Couffignal A., Grignon M. Trop d'assurance peut-il être néfaste ? Théorie du risque moral ex post en santé. QES n°53, série synthèse, juin 2002.
- Bardey D., Lesur R. (2005) Optimal health insurance contract : is a deductible useful ? Economics Letters
- Bardey D., Lesur R. (2006) Régulation optimale du système de santé dans un contexte de demande induite et de risque moral ex-post. Annales d'économie et statistiques.
- Petauton, Pierre : Théorie et pratique de l'assurance vie (Dunod)
- Charpentier François : Les retraites en France et dans le monde (Economica - 2009)

#### **Langue d'enseignement**

Français

UE3 – Santé et protection sociale

### **Offre et demande de soins**

#### ***Health Economics***

Cours : 24h • Projet : 6h

Enseignants : Zeynep OR, Paul DOURGNON, Carine FRANC, Sylvain PICHETTI (IRDES)

Correspondant : Samuel DANTHINE

*Enseignement destiné aux élèves de la filière « Ingénierie Statistique des Territoires et de la Santé »*

### **Objectif pédagogique**

Les objectifs de cet enseignement sont triples :

- Permettre aux étudiants d'acquérir une connaissance globale du champ d'application de la science économique que constitue la santé
- Présenter les adaptations des outils théoriques et économétriques à ce domaine
- Offrir des applications concrètes sur des données réelles.

### **Contenu de la matière**

Introduction générale

Histoire de l'économie de la santé

Démarche de l'économiste (rôle de la modélisation, apports de l'économétrie)

Particularités de l'objet d'analyse (quelques concepts clés de la microéconomie et de l'économie publique : externalités, biens publics, asymétries d'information, risque moral, sélection adverse)

Champs d'investigation de l'économie de la santé (régulation, évaluation) et critères (efficacité macroéconomique, microéconomie, équité)

Mise en perspective des différentes interventions à venir (articulation des modules)

Chapitre 1 : la demande de santé

La demande de santé : apports de la théorie du capital humain

La mesure de l'état de santé

Estimation de la demande de soins

Estimation de la demande de santé

Chapitre 2 : l'offre de soins en ambulatoire

Rappels sur l'architecture de l'offre de biens et services médicaux et les relations entre agents : médecine ambulatoire, hospitalisation et industrie pharmaceutique

Asymétries d'information et relation d'agence médecin-patient

L'hypothèse de demande induite : validations économétrique

Règles de paiement et stratégies des médecins

Régulation du médicament

Chapitre 3 : la régulation de la dépense pharmaceutique

La régulation de l'entrée sur le marché du médicament

La régulation du panier de médicament remboursable, du taux de remboursement et du prix

Chapitre 4 : l'offre de soins hospitaliers

Production et fonction de production des établissements de soins (introduction)

Règles de paiement et stratégies des offreurs de soins

Exploitation des données PMSI

**Pré-requis**

Aucun

**Contrôle des connaissances**

Dossiers et examen final

**Références bibliographiques**

Introduction

Rochaix L. L'analyse du marché des soins médicaux : quelle place pour l'économie de la santé, Revue d'Epidémiologie et de Santé Publique, 1996, 44, 498-510.

Hartmann L., Rochaix L. et de Kervasdoué J. L'économie de la santé en 1999, in Le carnet de santé, Mutualité Française, Editions Syros, 2000, pp. 59-122.

Chambaretaud S. et Hartmann L., Economie de la santé : avancées théoriques et opérationnelles, Revue de l'OFCE, octobre 2004.

Propper C., Why Economics is good for your health. 2004 Royal Economic Society Public Lecture, CMPO Working Paper Series N° 05/116.

Chapitre 1

Grossman M. The human capital model. Handbook of health economics vol 1. ch 7. North Holland

Le Pen, C. Demande de soins, demande de santé, Revue d'économie politique n°4, 1988

Levy E. La demande en économie de la santé. Revue d'Economie Politique, 1988, 4, 445-507.

Raynaud, D., Les déterminants individuels des dépenses de santé, Etudes et résultats n°182, DREES, juillet 2002

Références complémentaires

Barghava, A., D. T. Jamison, L. Lau and C. J. L. Murray, 2001, "Modeling the effects of health on economic growth", Journal of Health Economics, 20(3): 423-440

Chapitre 2

Rochaix L. Asymétrie d'information et incertitude en santé : les apports de la théorie des contrats. Economie et Prévision, 1997, N° 129-130, pp. 11-24.

Rochaix L et Jacobzone S. L'hypothèse de la demande induite : un bilan économique. Economie et Prévision, 1997, N° 129-130, pp. 25-36

Rochaix L, 'Les modes de rémunération des médecins', Revue d'Economie Financière, n°76, pp. 223 – 241, 2004

Chapitre 3

Pharmaceutical regulation in France 1980-2003. V. Paris, In " Int J Health Plann Mgmt ". 2005, n° 20, pp. 307-328.

Les laboratoires pharmaceutiques face à l'arrivée des génériques : quelles stratégies pour quels effets ? Nathalie Grandfils, Valérie Paris, Catherine Sermet. Questions d'économie de la santé n° 84. Série "Analyses". 8 pages.

Chapitre 4

Avis du Haut Conseil pour l'Avenir de l'Assurance Maladie du 23 mars 2006 relatif à la tarification à l'activité (T2A) et la convergence tarifaire des établissements de santé (MCO) (Note : [htAtelier://www.sante.gouv.fr/htm/dossiers/hcaam/avis\\_230306.pdf](http://www.sante.gouv.fr/htm/dossiers/hcaam/avis_230306.pdf) et Annexe : [htAtelier://www.sante.gouv.fr/htm/dossiers/hcaam/note\\_230306.pdf](http://www.sante.gouv.fr/htm/dossiers/hcaam/note_230306.pdf))

**Langue d'enseignement**

Français et anglais

UE4 – Econométrie avancée

### **Micro économétrie avancée**

#### ***Advanced econometrics***

Cours : 18h

Enseignant : Alain CARPENTIER (INRA Rennes)

Correspondant : Samuel DANTHINE

*Enseignement destiné aux élèves des filières « Ingénierie Statistique des Territoires et de la Santé » et « Gestion des Risques et Ingénierie Financière »*

#### **Objectif pédagogique**

Ce cours se situe dans le prolongement des cours d'Econométrie 2A et de Micro-économétrie appliquée. Il a deux objectifs principaux : la présentation de la modélisation micro-économétrique et la présentation des principales méthodes d'inférence statistique utilisées par les micro-économètres.

La modélisation économétrique concerne la première étape de l'analyse économétrique, celle qui commence par l'analyse du problème étudié et débouche sur la construction d'un modèle économétrique. Cette phase d'analyse est essentielle, d'une part pour répondre correctement à la question posée et d'autre part pour ensuite choisir les méthodes d'inférence appropriées. Le cours vise à présenter les grands types de questions analysées par les micro-économètres et les principaux modèles qu'ils utilisent.

Les méthodes d'inférence statistique utilisées par les micro-économètres sont assez variées (Moindres Carrés, Techniques à variables instrumentales, Maximum de Vraisemblance, ...). L'objectif de ce cours est d'une part de présenter ces méthodes dans un cadre unifié, celui de la Méthode des Moments Généralisée, et d'autre part d'exposer les principales astuces utilisées par les micro-économètres.

Les outils présentés ici sont à la base des travaux quantitatifs en marketing, scoring, économie de la santé, analyse des politiques publiques (consommation, emploi, production, ...).

#### **Contenu de la matière**

1. Econométrie linéaire et Méthode des Moments Généralisée
  - 1.1. Rappels : modèles de régression et de variables instrumentales
  - 1.2. Introduction à la méthode des Moments Généralisée
  - 1.3. Systèmes d'équation linéaire
  - 1.4. Estimation par étapes
2. Spécification des modèles économétriques
  - 2.1. Le modèle linéaire
  - 2.2. Hétérogénéité et flexibilité
3. Econométrie des variables dépendantes limitées et Maximum de Vraisemblance
  - 3.1. Rappels : choix dichotomiques, troncatures et censures
  - 3.2. Endogénéité dans les modèles paramétrique et estimation par le Maximum de Vraisemblance
4. Modélisation structurelle des effets de traitement
  - 4.1. Les effets de traitement, effet d'auto-sélection et biais de sélection
  - 4.2. Modélisation structurelle
  - 4.3. Sélection ignorable dans le traitement et aperçu des approches par les méthodes de régression et d'appariement

#### **Pré-requis**

Econométrie 2A, Micro-économétrie appliquée, Micro-économie.

#### **Contrôle des connaissances**

Examen écrit.

**Références bibliographiques**

- NEWEY W. & MCFADDEN, D., 1994, *Large Sample Estimation and Hypothesis Testing*, Chap 36 in Handbook of Econometrics, Vol IV, Edited by R.F. Engle and D.L. McFadden.
- WOOLDRIDGE, J.M., 2010, *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data (2<sup>nd</sup> ed)*, MIT.

**Langue d'enseignement**

Français.



UE4 – Econométrie avancée

### **Modélisation avancée des choix discrets**

#### ***Advanced microeconometrics of discrete choices***

Cours : 21h • TD : 3h

Enseignant : Alain CARPENTIER (INRA Rennes)

Correspondant : Samuel DANTHINE

Enseignement destiné aux élèves de la filière « Ingénierie Statistique des Territoires et de la Santé »

#### **Objectif pédagogique**

Ce cours se situe dans le prolongement des cours d’Econométrie 2A et de Micro-économétrie appliquée. Il a pour objectif principal de présenter les avancées récentes en matière de modélisation des choix discrets.

Après quelques rappels quant à la structure des modèles économétriques de choix discret (modèles à utilités aléatoires) et au modèle de référence employé par les économètres (le modèle Logit Multinomial), le cours vise à tout d’abord à présenter deux extensions essentielles des modèles de choix discret de référence : (a) les modèles de choix discret à paramètres aléatoires et (b) les modèles de choix discret avec effets d’agglomération et/ou de congestion. Ces modèles sont employés dans tous les domaines utilisant la micro-économétrie appliquée : choix des modes et des voies de transport, choix de localisation d’activité ou d’habitation, modélisation des parts de marchés en situation de concurrence imparfaite, choix de sites récréatifs, ...

Le cours abordera les questions liées à la spécification et à l’estimation de ces modèles, en théorie et à partir d’exemples traités en détail.

#### **Contenu de la matière**

1. Rappels
  - a. Modèles à utilités aléatoires
  - b. Le modèle Logit Multinomial
  - c. Cas des grands ensembles de choix
2. Modèles à paramètres aléatoires
  - a. Intérêt et spécification des modèles à paramètres aléatoires
  - b. Loi mélangée continue : estimation par le MV
  - c. Loi mélangée discrète : estimation par le MV via l’algorithme EM
  - d. Quelques aspects pratiques
3. Modèles de localisation avec effets de congestion et/ou d’agglomération
  - a. Effets de congestion et d’agglomération et équilibres
  - b. Spécification et estimation des modèles de choix discrets avec effets de congestion ou d’agglomération
4. Supplément. Modèles de parts de marché

#### **Pré-requis**

Econométrie 2A, Micro-économétrie appliquée, Micro-économie, Micro-économétrie avancée.

#### **Contrôle des connaissances**

Examen écrit.

UE4 – Économétrie avancée

### **Econométrie des données de panels**

#### ***Econometric analysis of panel data***

Cours : 21h • Atelier : 3h

Enseignant : Eric DELATTRE

Correspondant : Basile DELOYNES

Enseignement destiné aux élèves de la filière « Marketing Quantitatif et Revenue management » et « Ingénierie Statistique des Territoires et de la 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
  - Illustration
  - Définitions
  - Notations
  - Ecritures du modèle de panel
  - Les opérateurs
- Modèle linéaire statique
  - Le modèle à effets fixes
  - Le modèle à effets aléatoires
- Le modèle linéaire à effets individuels corrélés
  - L'approche de Mundlak et Chamberlain
  - Les méthodes de variables instrumentales
  - L'estimation du modèle dynamique de panel
  - Exemples
- Extensions
  - Le modèle à coefficients aléatoires
  - Modèles de panel non linéaires
- 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

#### **Pré-requis**

Micro-économétrie avancée.

#### **Contrôle des connaissances**

Examen écrit.

#### **Références bibliographiques**

- B. H. BALTAGI. *Econometric Analysis of Panel Data (2<sup>nd</sup> ed.)*, J. Wiley, 2001
- P. SEVESTRE. *Économétrie des données de panel*, Dunod, 2002
- J. M. WOOLDRIDGE. *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data (2<sup>nd</sup> ed.)*, 2010, MIT Press
- A. PIROTTE. *Économétrie des données de panel*, Economica, 2011

**Langue d'enseignement**

Français avec des articles de recherche en anglais.

UE4 – Économétrie avancée

### **Statistique et économétrie spatiale**

#### ***Spatial statistics and econometrics***

Cours : 21h • Atelier 3h

Enseignant : Salima BOUAYAD AGHA (U du Maine) et Lionel VEDRINE (INRA Dijon)

Correspondant : Samuel DANTHINE

*Enseignement destiné aux élèves de la filière « Ingénierie Statistique des Territoires et de la Santé »*

#### **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 ATELIER, l'un sur la cartographie et les méthodes exploratoires des données, les 2 autres sur l'économétrie.

## **Plan**

### **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

**Pré-requis :**

Econométrie 2A, R, statistiques exploratoire

**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)

**Langue d'enseignement**

Français

UE optionnelle spécialisation santé

### **Compléments de Statistique bayésienne**

#### ***Advanced Bayesian Statistics***

Cours : 9h • Atelier : 6h

Enseignant : Sophie ANCELET (IRSN)

Correspondant : Lionel TRUQUET

*Enseignement destiné aux élèves des filières « Génie statistique » et « Ingénierie Statistique des Territoires et de la Santé » et « Statistique et sciences de la vie »*

#### **Objectif pédagogique**

A l'issue de cet enseignement, les élèves devront maîtriser les connaissances de base pour l'analyse de données par approche statistique bayésienne. Les problèmes traités seront empreints aux sciences de la vie où l'emploi des méthodes bayésiennes progresse considérablement. Cependant, le caractère général de ces méthodes, utiles dans bien d'autres domaines d'application, sera clairement établi. À l'issue de ce module, l'étudiant doit 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.

#### **Contenu de la matière**

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). Aux 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.

#### **Pré-requis**

Cours de statistique bayésienne en deuxième année

#### **Contrôle des connaissances**

Projet court

#### **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.)

#### **Langue d'enseignement**

Français





UE5 Optionnelle

**Economie spatiale et migrations**

***Spacial economics and migrations***

Cours : 12h • Atelier : 3h

Enseignant : Vincenzo CAPONI (Ensaï)

Correspondant : Samuel DANTHINE

*Enseignement destiné aux élèves de la filière « Ingénierie Statistique des Territoires et de la Santé »*

**Course Description**

The objective of this course is to provide an introduction to the economic and econometric analysis of migration. The course will analyze the determinants and consequences of immigration, for sending and receiving countries, with the help of theoretical models and the econometric analysis of data.

**Topics and Reading List**

1. Introduction. Chapter 1.
2. The determinants of International Migration: Theory. Chapter 2
3. Why People Migrates. Chapter 3
4. Who Migrates. Chapter 4
5. The Effects of Immigration. Chapters 5-7
6. The Effects of Emigration. Chapter 8
7. Migration and Growth. Chapters 9 & 10
8. Immigration Policies. Chapters 14-16

**Prerequisites**

Linear models

**Evaluation**

To be announced

**Language**

English

UE5 Optionnelle

## **Economie urbaine**

### ***Urban economics***

Cours : 15h

Enseignant : Samuel DANTHINE (Ensaï)

Correspondant : Samuel DANTHINE

*Enseignement destiné aux élèves de la filière « Ingénierie Statistique des Territoires et de la Santé »*

### **Objective**

**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 mode 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

### **Prerequisites**

Modélisation micro et macroéconomique, Dynamique labor economics

### **Bibliography**

- Urban Labor Economics, Cambridge University Press, Apr 27, 2009
- Gautier, P. and Y. Zenou (2010), Car ownership and the labor market of ethnic minorities, *Journal of Urban Economics* 67, 392-403.

### **Evaluation**

To be announced

### **Langue d'enseignement**

Anglais

UE5 Optionnelle

### **Economie et politique de l'énergie**

#### ***Energy policy and economy***

Cours : 15 h

Enseignant :

Correspondant : Samuel DANTHINE

*Enseignement destiné aux élèves de la filière « Ingénierie Statistique des Territoires et de la Santé »*

#### **Objectif pédagogique**

L'objectif de ce cours est de présenter aux étudiants des applications pratiques des techniques économétriques aux questions environnementales, de gestion des ressources naturelles et de modélisation des marchés des matières premières. Il s'agit de montrer comment les outils statistiques permettent d'appréhender sur le front quantitatif la complexité de ces différentes problématiques au travers de l'étude de cas concrets issus de travaux scientifiques de premier plan.

#### **Contenu de la matière :**

Cet enseignement s'organise autour des 2 pôles suivants:

**Economie et politique de l'environnement** au regard de l'impératif de prise en compte des questions environnementales et de changement climatique dans les analyses coûts/bénéfices accompagnant les choix d'investissements, les calculs économiques publics comme privés et les politiques publiques. Après avoir présenté un panorama général des principales difficultés auxquelles sont confrontés les agents en présence d'un bien public/bien commun, d'externalités ou même d'absence/incomplétude des marchés, il s'agira de montrer comment la modélisation statistique permet d'appréhender ces problématiques à partir d'une sélection d'exemples particulièrement représentatifs. Ainsi l'évaluation statistique du coût de la vie, de l'amélioration de la qualité de l'air sur la santé ou encore des effets du changement climatique seront autant d'illustrations concrètes des thèmes abordés dans cette partie du cours.

**Marchés des matières premières** Aussi bien à l'échelle micro que macroéconomique, producteurs, consommateurs et finances publiques sont très sensibles aux fluctuations de cours des matières premières d'où l'importance de bien comprendre les principaux déterminants de la dynamique et de la formation de ces prix. Les caractéristiques intrinsèques des commodités, renouvelables/non-renouvelables, stockables/non-stockables sont à l'origine de théories économiques (règle d'Hotelling, stockage) sur lesquelles reposent des modèles dont la validité empirique doit ensuite être testée avant de pouvoir éventuellement servir d'aide à la décision. Partant, il existe une grande variété de techniques statistiques qui mobilisent à des degrés variables la théorie économique tant pour traiter des problèmes méthodologiques (choix de spécification, identification et traitement de l'endogénéité...) que ceux pratiques relatifs à la critique de Lucas et la prise en compte des changements structurels ou plus généralement à l'interprétabilité des résultats. Là encore, les différentes méthodes employées seront approchées au moyen de l'étude d'articles pertinents issus de littérature scientifique consacrée.

#### **Contrôle des connaissances**

Participation active, lectures critiques et présentations d'articles

#### **Langue d'enseignement**

Français ou anglais

UE5 Optionnelle

**Analyse des réseaux sociaux, spatiaux et complexes**

***Analysis of social, spatial, and complex networks***

Cours : 18h • Atelier : 9h

Enseignant : Laurent BEAUGUITTE, groupe fmr (flux, matrices, réseaux)

Correspondant : Samuel DANTHINE

*Enseignement destiné aux élèves de la filière « Ingénierie Statistique des Territoires et de la Santé »*

**Objectif pédagogique**

- Acquérir le vocabulaire relatif à l'analyse de réseau ;
- Connaître les méthodes d'analyse de réseau mobilisées dans différentes disciplines (géographie, physique, sociologie) ;
- Analyser et visualiser un jeu de données avec R et interpréter les résultats obtenus

**Contenu de la matière :**

- Vocabulaire de l'analyse de réseau et éléments d'historiographie
- Mesures globales et locales des réseaux
- Recherche des communautés dans les réseaux : objectif, méthodes et limites
- Analyse des réseaux techniques et des réseaux planaires
- Analyse statistique des réseaux (modèles ERGM et SIENA, QAP analysis)
- Visualisation des réseaux : enjeux et limites

**Prérequis**

Aucun pour le cours, notions de R préférables pour les heures de TD

Contrôle des connaissances : analyse en binôme d'un jeu de données et justification des méthodes utilisées.

**Bibliographie**

- M. Hennig, U. Brandes, J. Pfeffer et I. Mergel, 2012, *Studying Social Networks. A Guide to Empirical Research*, Campus Verlag.
- M.E.J. Newman, *Networks : An introduction*, Oxford University Press, 2010.
- S. Wasserman et K. Faust, *Social Network Analysis. Methods and Applications*, Cambridge University Press, 1994.
- Synthèses méthodologiques du groupe fmr : [htAtelier://halshs.archives-ouvertes.fr/FMR/fr/](http://htAtelier://halshs.archives-ouvertes.fr/FMR/fr/)
- Billets du blog fmr : [htAtelier://groupefmr.hypotheses.org/](http://htAtelier://groupefmr.hypotheses.org/)

**Contrôle des connaissances**

À déterminer

**Langue d'enseignement:**

Français

UE5 Optionnelle

### **Dynamique industrielle**

#### ***Industrial Organization : Competition and Market Strategies***

Cours : 15 h

Enseignant : Frédéric LOSS (Université Paris Dauphine)

Correspondant : Samuel DANTHINE

*Enseignement destiné aux élèves de la filière « Ingénierie Statistique des Territoires et de la Santé »*

#### **Objectif pédagogique :**

L'objectif du cours avancé d'économie industrielle, est de donner aux étudiants les « clefs » nécessaires à la compréhension du fonctionnement des marchés en situation de concurrence imparfaite. Ce cours présentera tout un ensemble de modèles qui permet d'analyser un grand nombre de situations économiques différentes, mais caractérisées par des interactions entre firmes.

#### **Contenu de la matière**

##### Plan du cours :

- Interactions sur les marchés en situation d'information asymétrique ou incomplète.
- Interactions entre le marché des produits et la structure de financement des entreprises.
- Théorie de la firme.

##### • **Pré-requis**

Avoir suivi un cours de micro économie, ainsi qu'un cours d'organisation industrielle, de niveau intermédiaire.

#### **Contrôle des connaissances :**

Le contrôle des connaissances sera un examen écrit de 2 heures. Les documents seront interdits. Une calculatrice simple sera autorisée.

#### **Références bibliographiques :**

- Théorie de l'organisation industrielle, Jean Tirole, 1988, Economica.
- Competition Policy: Theory and practice, Massimo Motta, 2004, MIT Press.
- Handbook of Industrial Organization, volumes I, II et III, North Holland.
- The theory of the firm, Daniel F. Spulber, 2009, Cambridge University Press.

#### **Contrôle des connaissances**

À déterminer

#### **Langue d'enseignement**

Français ou anglais

UE5 Optionnelle

## **Méta-Analyse**

### **Meta Analysis**

Cours : 12h • Atelier : 6h

Enseignant : Drifa BELHADI (Creativ Ceutical)

Correspondant : Samuel DANTHINE

*Enseignement destiné aux élèves des filières « Ingénierie Statistique des Territoires et de la Santé » et « Statistique pour les sciences de la vie »*

### **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

**Pré-requis****Basic Winbugs knowledge****Contrôle des connaissances**

A 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 [htAtelier://www.nicesdu.org.uk](http://www.nicesdu.org.uk)

**Langue d'enseignement**

Anglais

UE5 Optionnelle

### **Evaluation médico-économique**

#### ***Economic Evaluation in Health Care***

Cours : 12h • Atelier : 12h • Projet : 6h

Enseignants : Béranger LUEZA (Amaris) . Hélène CAWSTON (Amaris)

Correspondant : Samuel DANTHINE

*Enseignement destiné aux élèves des filières « Ingénierie Statistique des Territoires et de la Santé » et « Statistique pour les sciences de la vie »*

#### **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 avancées 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

#### **Pré-requis**

#### **Contrôle des connaissances**

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, 2<sup>ème</sup> édition, 1998
- M.F. DRUMMOND, McGUIRE A, *Economic evaluation in health care*, 2001.

#### **Langue d'enseignement**

Français



UE – Projet de fin d'études

**Projet méthodologique**

***Methodological project***

Atelier : 3h • Projet : 9h

Enseignants : Divers intervenants

Correspondant : Arthur KATOSSKY (Ensaï)

*Enseignement destiné à l'ensemble des élèves des six filières*

**Objectif pédagogique**

Le projet méthodologique consiste en la production d'un article de synthèse sur un sujet de recherche à choisir parmi un catalogue. Ses objectifs sont multiples:

- familiarisation avec la forme des productions académiques
- mise en œuvre d'une démarche scientifique rigoureuse
- prise de conscience des enjeux autour de la reproductibilité des résultats de recherche
- travail en binôme
- communication sur des sujets techniques

À cela s'ajoute les objectifs spécifiques à la production d'un travail scientifique en langue anglaise (expression écrite et orale, vocabulaire spécialisé, vulgarisation, etc.).

**Contenu de la matière**

Travail de recherche en groupe suivi par un chercheur (env. 5 séances) et un professeur d'anglais (4 séances).

**Contrôle des connaissances/ Evaluation**

Projet

**Références bibliographiques**

Selon les projets

**Langue d'enseignement**

Anglais

UE – Projet de fin d'études

**Projet de fin d'études**

***End of study project***

Atelier : 9h • Projet : 27h

Enseignant : Divers intervenants

Correspondant : Arthur KATOSSKY (Ensaï)

*Enseignement destiné à l'ensemble des élèves des six filières*

**Objectif pédagogique**

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. Ses objectifs 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

**Contenu de la matière**

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

**Pré-requis**

**Références bibliographiques**

Selon les projets

**Contrôle des connaissances**

Évaluation: projet avec soutenance

**Langue d'enseignement**

Français

UE – Projet de fin d'études

### **Data challenge**

#### ***Data Challenge***

Atelier : 12h

Enseignant : Divers intervenants industriels

Correspondant : Salima EL KOLEI

*Enseignement destiné à l'ensemble des élèves des six filières*

#### **Objectif pédagogique**

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 et d'évaluer les compétences transversales acquises dans ce contexte opérationnel.

#### **Contenu de la matière**

Les élèves devront participer au data challenge proposé à l'Ensaï ouvert également aux élèves de deuxième année.

#### **Compétences acquises**

- 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...)

#### **Prérequis**

- Compétences en statistiques et informatiques de 1A, 2A et 3A.
- Compétences transversales mobilisées dans les projets 1A, 2A et 3A.

UE – Séminaires professionnels

**Séminaires professionnels**

*Professional conferences*

Cours : 30h

Enseignant : Divers intervenants

Correspondant : Samuel DANTHINE

*Enseignement destiné aux élèves de la filière « Ingénierie Statistique des Territoires et de la Santé »*

**Objectif pédagogique**

Les conférences métiers ont pour objectif de présenter aux étudiants diverses problématiques auxquelles ils seront confrontés dans leur environnement professionnel. Elles sont assurées par des professionnels, souvent anciens élèves de l'Ensaï, issus d'entreprises variées, représentatives du marché de l'emploi.