



Programme des enseignements de 1^{re} année

ANNÉE SCOLAIRE 2022 / 2023

PROGRAMME DES ENSEIGNEMENTS DE 1^{re} ANNÉE

ANNÉE SCOLAIRE 2021-2022

Table des matières

PRESENTATION GENERALE DES ENSEIGNEMENTS.....	4
1 LES GRANDS DOMAINES D'ENSEIGNEMENT.....	7
2 TABLEAU SYNOPTIQUE DES ENSEIGNEMENTS DE 1^{RE} ANNEE.....	10
3 CORPS ENSEIGNANTS ET CORRESPONDANTS.....	15
UE 1-00 : HARMONISATION.....	16
REMISE À NIVEAU EN MATHÉMATIQUES.....	17
COMPLÉMENTS DE MATHÉMATIQUES.....	18
COMPLÉMENT D'INFORMATIQUE ET D'ÉCONOMIE.....	19
ALGORITHMIQUE ET PROGRAMMATION.....	20
INTRODUCTION A L'ÉCONOMIE.....	21
INTRODUCTION AUX SCIENCES SOCIALES.....	22
UE 1-01 : PROBABILITES.....	23
MATHS: INTEGRATION.....	24
ES: INTEGRATION.....	25
MATHS: PROBABILITES.....	26
ES: PROBABILITES GENERALES.....	2
UE 1-02 : METHODOLOGIE ET PRATIQUE DE LA STATISTIQUE EXPLORATOIRE.....	3
STATISTIQUE DESCRIPTIVE ET SAS.....	4
METHODE D'ANALYSE FACTORIELLE.....	5
INTRODUCTION AU LANGAGE SAS.....	6
INTRODUCTION AU LANGAGE R.....	7
OUTILS BUREAUTIQUES POUR LE STATISTICIEN	
UE 1-03 : BASE DE DONNÉES ET FONDEMENTS INFORMATIQUES.....	9
BASES DE DONNEES RELATIONNELLES.....	10
ALGORITHMIQUE ET COMPLEXITE.....	11
UE 1-04 : MODELISATION ECONOMIQUE 1.....	12
MODELISATION MICROECONOMIQUE.....	13
QUESTIONS MACROECONOMIQUES CONTEMPORAINES.....	14
UE 1-05 : HUMANITES.....	15
ANGLAIS.....	16
COURS D'OUVERTURE.....	18
LANGUES OPTIONNELLES.....	20
PARTICIPATION AUX ACTIVITES ASSOCIATIVES.....	21
UE 1-06 : STATISTIQUE INFERENTIELLE.....	24
MATHS: COMPLÉMENTS DE PROBABILITES.....	25
ES: COMPLÉMENTS DE PROBABILITES.....	26

INTRODUCTION A LA STATISTIQUE INFERENTIELLE.....	27
INTRODUCTION AUX TESTS STATISTIQUES	28
UE 1-07 : INTRODUCTION A L'APPRENTISSAGE STATISTIQUE.....	29
CLASSIFICATION NON SUPERVISÉE	30
STATISTIQUE AVEC R	31
OPTIMISATION ET MÉTHODES NUMÉRIQUES	32
UE 1-08 : PROGRAMMATION AVEC PYTHON	33
INTRODUCTION A LA PROGRAMMATION ORIENTEE OBJET ET DOCUMENTATION DU CODE	34
PROJET TRAITEMENT DE DONNÉES	35
UE 1-09 : MODELISATION ECONOMIQUE 2	36
ÉCONOMIE DE LA CROISSANCE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE	37
PROJET D'ECONOMIE.....	38
UE 1-10 : METHODOLOGIE ET PRATIQUE DE LA STATISTIQUE EXPLORATOIRE	39
ACCOMPAGNEMENT ET GESTION DE PROJET	40
TECHNIQUES REDACTIONNELLES	41
UE 1-11 : HUMANITÉS.....	42
ANGLAIS	43
COURS D'OUVERTURE	45
LANGUES OPTIONNELLES	47
PARTICIPATION AUX ACTIVITES ASSOCIATIVES	48
STAGE OPERATEUR INGENIEURS	51
STAGE OPERATEUR ATTACHES.....	52
MODULE SPECIFIQUE DES ATTACHÉS.....	54

Présentation générale des enseignements

Créée il y a 20 ans, l'ENSAI est l'une des deux grandes écoles d'ingénieurs avec l'ENSAE à être spécialisée dans le traitement de l'information et la statistique. Le secteur de la statistique est en pleine croissance, la donnée est devenue un actif stratégique des entreprises, et le métier de statisticien a évolué vers celui de Data Scientist. Par ses six filières de spécialisation, l'école offre ainsi des compétences reconnues dans des secteurs d'activités diversifiés, de l'industrie à la banque, en passant par les services aux entreprises ou la santé, en France ou à l'étranger.

L'ENSAI forme à la modélisation statistique, avec des compétences associées en économie et en informatique. Les compétences sont à la fois théoriques et opérationnelles, avec une grande part de la formation dédiée aux applications. La scolarité se déroule en trois ans pour les étudiants ingénieurs et en deux ans pour les étudiants fonctionnaires (attachés statisticiens de l'INSEE) avec, pour ces derniers, la possibilité d'obtenir un Master Science des Données pour la Décision Publique, parcours « évaluation et décisions publiques », co-accrédité avec les universités de Rennes 1 et Rennes 2, l'Insa de Rennes, Agrocampus Ouest.

Durant les deux premières années de scolarité à l'ENSAI, les étudiants ingénieurs et les étudiants fonctionnaires suivent en commun la majorité des enseignements.

PREMIERE ANNEE : HOMOGENEISER LES COMPETENCES ET ACQUERIR LES CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES DE BASE

La diversité des étudiants recrutés avec des connaissances préalables plus fortes en économie ou mathématiques oblige à de premiers enseignements fondamentaux distingués au premier semestre selon le cursus antérieur. Ainsi les étudiants venant de la voie « mathématiques » (concours communs polytechniques, L3 math...) ou des IUT Stid ont un enseignement renforcé en économie au 1^{er} semestre pour rattraper leur retard par rapport aux étudiants venant de la voie « économie ». De façon symétrique, les étudiants venant de la voie « économie » (prépa BL, Cachan D2, L3 économie...) suivent des cours complémentaires de mathématiques (algèbre, TD d'analyse) pour acquérir les bases utiles dans l'apprentissage ultérieur des statistiques.

La pédagogie des enseignements des probabilités est aussi adaptée à ces différences de cursus d'origine, pour faciliter l'assimilation des notions nouvelles. En informatique, les étudiants issus de la voie « économie » et de la voie « IUT Stid » suivent un cours d'algorithmique, complexité et de calculabilité tandis que les autres étudiants bénéficient d'un cours d'introduction à l'algorithmique et à la programmation.

A l'issue de cette première année, tous les étudiants auront les connaissances scientifiques de base en statistique, économie et informatique. Ils sauront mener une étude descriptive à partir d'une base de données réelle, mettre en œuvre les premiers modèles statistiques, juger des qualités de différents algorithmes, et relier des problèmes économiques contemporains à la théorie économique. Les étudiants sont formés à différents langages informatiques qui les rendront agiles et opérationnels dans leur vie professionnelle future.

Un stage d'un à deux mois conclut cette 1^{re} année : stage de découverte de la statistique publique pour les attachés stagiaires et stage opérateur pour les étudiants ingénieurs.

DEUXIEME ANNEE : APPROFONDIR ET COMMENCER A SE SPECIALISER

C'est l'année où les concepts statistiques avancés sont abordés, renforcés par des applications concrètes. Des cours spécialisés aux types de données rencontrées sont ainsi proposés : données temporelles, durée, données économiques, Big Data... L'année est également marquée par deux projets majeurs : l'un en informatique, l'autre en statistique. Les étudiants gagnent en autonomie et des cours électifs sont proposés pour préparer leur spécialisation de 3^e année (étudiants ingénieurs) ou leur entrée dans le monde professionnel (étudiants fonctionnaires). La présence des cours en anglais est renforcée lors du second semestre. Suite aux retours des entreprises partenaires et l'Insee sur l'importance de l'Anglais dans la formation des étudiants, l'école a décidé de mettre en œuvre un second semestre en anglais, avec un nombre de cours en anglais librement choisi par les étudiants. L'objectif est de donner la possibilité de suivre un cursus en anglais à tous les étudiants pendant un semestre "international", qu'ils soient partis en échange ou non. La mise en place de ce cursus en anglais vise également à permettre à nos partenaires européens de nous envoyer plus d'étudiants et ainsi de pérenniser nos accords Erasmus. Pour les étudiants ingénieurs, l'année se termine par un stage d'application en statistique de 2 à 3 mois.

TROISIEME ANNEE : SE SPECIALISER

Ingénierie statistique appliquée à l'industrie, aux sciences de la vie, à l'analyse des territoires et de la santé, au traitement informatique de grands volumes de données, au marketing ou à la gestion des risques et à l'ingénierie financière... En fin de 2^e année, tous les étudiants ingénieurs choisissent une filière de spécialisation dans laquelle interviennent de nombreux professionnels et ponctuée par un stage de 6 mois. Pour les étudiants fonctionnaires, c'est le choix d'une option dans le parcours « évaluation et décision publiques » du Master Science des Données pour la Décision Publique, selon une approche métier : études statistiques, méthodologie statistique ou traitements informatiques. Il peut être suivi, sous conditions, directement à la suite de la 2^e année ou en formation continue.

LES SIX FILIERES DE SPECIALISATION DE 3^E ANNEE

La formation d'ingénieur de l'ENSAI 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. 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.

Data Science & Génie des risques

Cette filière forme des ingénieurs spécialistes de la finance quantitative, capables d'innover et de proposer de nouvelles méthodes d'analyse. Elle s'articule autour de trois grands domaines de compétences : la réglementation et la gestion des risques bancaires, l'allocation et les stratégies d'investissement, l'innovation en ingénierie financière.

Data Science & Marketing

Cette filière forme à la fois des Data Scientists ayant une très forte compréhension des enjeux métiers du marketing et des revenus management aux capacités analytiques et quantitatives très élevées.

Data Science en Santé & Biostatistique

Cette filière forme au métier de biostatisticien. Elle s'appuie sur des compléments en statistique, et fournit les outils nécessaires pour une spécialisation dans le domaine de l'expérimentation. Les cours d'épidémiologie, d'essais cliniques et l'analyse des données Omics permettent en particulier aux étudiants de recevoir une solide formation pour des applications dans le secteur de la santé.

Data Science & Génie statistique

Cette filière renforce les connaissances en modélisation statistique, en abordant les thèmes de la qualité et la fiabilité, du traitement de l'image et du signal, ainsi que la prévision et ses applications, notamment dans le domaine de l'environnement. Les étudiants sont ainsi capables de s'adapter à des problématiques provenant de différents secteurs d'activité comme l'industrie, le secteur bancaire, l'environnement, les services...

Data Science & ingénierie des données

Cette filière vise à renforcer les connaissances en informatique pour l'analyse et la gestion de données, notamment dans le traitement des grandes bases de données. La formation permet une approche de la culture informatique ainsi qu'une présentation approfondie des technologies les plus récentes directement liées à l'analyse des données.

Data Science, Modélisation économique & Santé

Cette filière donne 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...).

L'OPTION DE FORMATION PAR LA RECHERCHE

Les étudiants qui souhaitent faire de la recherche théorique ou appliquée après l'ENSAI peuvent bénéficier de facilités offertes au cours de leur scolarité : possibilité, dans le cadre de conventions passées avec des universités, de suivre des cours de Master 2 pendant leur troisième année pour obtenir ce diplôme en même temps que celui de l'ENSAI, d'avoir des contacts privilégiés avec les laboratoires de recherche universitaires et ceux d'autres grandes écoles, avec le Centre de Recherche en Économie et Statistique du Groupe des Écoles Nationales d'Économie et Statistique (CREST), de bénéficier d'un encadrement personnalisé par un « tuteur » spécialiste du domaine dans lequel l'étudiant souhaite poursuivre ses recherches, possibilité d'effectuer le stage de troisième année dans un laboratoire de recherche, etc.

LE MASTER SCIENCE DES DONNEES POUR LA DECISION PUBLIQUE, PARCOURS « EVALUATION ET DECISION PUBLIQUES »

Les étudiants titularisés comme attachés statisticiens de l'INSEE peuvent obtenir un Master en « évaluation et décision publiques » dans le cadre de la formation continue de l'INSEE :

- Intégrée, c'est-à-dire dans le prolongement de leur deuxième année de scolarité à l'ENSAI,
- Décalée, c'est-à-dire de façon discontinue au cours de leurs premières années de fonction (5 ans maximum).

Le Master Science des Données pour la Décision Publique est co-accrédité avec les universités de Rennes 1 et Rennes 2, l'INSA de Rennes, Agrocampus Ouest. Le parcours « évaluation et décision publiques » comporte trois spécialisations au choix : statistiques et traitement des données, méthodologie de la statistique publique ou études statistiques.

1 Les grands domaines d'enseignement

En dehors de quelques enseignements très spécialisés de troisième année, les cours peuvent être regroupés en quatre grands domaines :

1. Mathématiques, probabilités, statistique
2. Informatique
3. Économie et sciences sociales
4. Humanités

MATHEMATIQUES, PROBABILITES, STATISTIQUE

La statistique fait partie intégrante des mathématiques appliquées. Elle se base sur le calcul des probabilités.

En première année, après des compléments en mathématiques nécessaires à une mise à niveau des étudiants n'ayant pas fréquentés les classes préparatoires scientifiques, quatre cours fondamentaux pour la compréhension scientifique des techniques statistiques enseignées par la suite sont abordés : intégration, probabilités, introduction à la statistique et statistique exploratoire multivariée. Les étudiants réalisent également plusieurs projets statistiques, en groupe, mettant en œuvre des méthodes de statistique descriptive ou des méthodes plus avancées. Les logiciels SAS et R, dédiés à la statistique, font également l'objet d'enseignement.

La seconde année est centrée sur l'apprentissage des techniques utiles au statisticien de profession : la modélisation, paramétrique ou non, d'une régression, l'étude des séries chronologiques modélisables par la méthode de Box-Jenkins, la théorie des sondages, l'analyse des modèles à choix discrets, l'apprentissage supervisé, les chaînes de Markov, les calculs bayésiens, les modèles de durée. Ces bases sont complétées, selon le statut de l'étudiant et ses choix, par une initiation aux processus stochastiques, des cours de méthodes de régression non paramétrique, ré-échantillonnage, de compléments de séries temporelles, de statistique mathématique, de cartographie ou d'échantillonnage avancée.

Un projet statistique, encadré par des professionnels et fonctionnant en petits groupes, permet aux étudiants de mettre en œuvre sur des données réelles un large éventail des techniques étudiées au cours des deux premières années. Les étudiants peuvent également participer à un Data Challenge.

Les cours de troisième année s'inscrivent dans des voies de spécialisation. Ils présentent les développements spécifiques des probabilités et de la statistique utiles au domaine étudié, tout en apportant les connaissances indispensables sur l'environnement dans lequel sera amené à travailler le statisticien.

INFORMATIQUE

L'enseignement informatique de première année est adossé à trois concepts principaux : l'algorithmique, la conception d'applications, et le stockage de données. Des liens sont effectués avec les enseignements de statistique. Python est le langage utilisé en 1ère année. L'algorithmique est introduit dans un premier temps avec les notions algorithmiques de base. Les étudiants issus des voies « économie » et « IUT Stid » bénéficient en outre d'un cours portant sur l'algorithmique et la programmation des algorithmes étudiés. Dans un deuxième temps, une introduction à la programmation orientée objet est abordée par tous avec le langage Python. Le lien avec les enseignements de statistique est notamment effectué à travers de TP sous Python dans le cours d'optimisation et méthodes numériques. La conception d'applications est abordée à travers des cours sur la documentation du code (y compris le métalangage de modélisation UML) et d'un projet de traitement de données. Enfin, les fichiers, les bases de données relationnelles et les tables statistiques SAS/R sont les trois principaux modes de stockage des données mis en pratique. Les accès aux fichiers sont abordés lors des cours de programmation objet et du projet. Le langage SQL est l'outil standard de mise en œuvre et d'interrogation de bases de données relationnelles.

Par la suite, tous les étudiants réalisent dès le début de la deuxième année un projet dont l'objectif est de mettre en application les enseignements reçus en première année et des compléments informatiques sur la gestion des bases de données dans des contextes Web et/ou Big Data. Au cours du second semestre, les ingénieurs suivent un cours de programmation orientée objet en C++ ou Java, ainsi qu'une introduction aux outils pour le Big Data. Plusieurs cours optionnels sont proposés en informatique, R avancé, technologies mobiles, conception de logiciel, traitement du signal,

et data visualisation. Des compléments informatiques sur des outils (R Shiny, VBA, Libre Office Basics, Compléments de SAS) sont proposés sans ECTS.

La troisième année apporte les compléments nécessaires à la mise en œuvre informatique des méthodes statistiques dans les domaines de spécialisation proposés. Elle offre également une voie d'approfondissement dans le domaine spécifique du traitement de l'information (compléments sur les bases de données, génie logiciel, conception et programmation orientées objet, administration de projets informatiques, intelligence artificielle, Big Data, Datamining, réseaux, technologies Web, etc.).

ÉCONOMIE ET SCIENCES SOCIALES

Les enseignements d'économie, de gestion et de sciences sociales ont pour objectif d'offrir à tous les étudiants une réelle capacité d'analyse et de compréhension des aspects essentiels du monde contemporain, à travers la mobilisation de la modélisation économique et de données fruits d'un comportement humain.

En première année, on distingue un public d'étudiants ayant de bonnes connaissances en sciences économiques et sociales et un public d'étudiants débutants ou n'ayant eu qu'une première initiation dans cette discipline. Pour les premiers, l'école propose un programme de macroéconomie appliquée abordant les développements récents en économie formalisée, et pour les seconds, des cours plus progressifs, avec en particulier une introduction à la modélisation macroéconomique (questions macroéconomiques contemporaines) et une introduction aux sciences sociales.

En deuxième année, le cours d'économétrie du tronc commun vise à donner aux étudiants les méthodes de validation empirique des modèles théoriques. Ce cours peut être complété au second semestre par des cours de micro et macro-économétrie appliquée. Des cours électifs complètent cette formation en ouvrant sur l'économie du risque, l'économie industrielle, l'économie des contrats ou l'économie financière notamment.

LES HUMANITES ET LES SOFTS-SKILLS

Pour nos ingénieurs Data Scientists ou statisticiens publics, la notion de compétence renvoie aux notions d'autonomie et de savoir agir dans le champ de la production et de l'analyse de données et de la décision en situation complexe (tâches non répétitives).

Les connaissances en mathématiques, informatique, statistique, économie (l'ADN de l'ENSAI) forment le socle indispensable à la formation d'un ingénieur Data Scientist compétent.

Les compétences transversales ou Soft Skills sont également indispensables pour valoriser dans un contexte professionnel tout le potentiel acquis durant les 3 années de l'ENSAI.

L'école a produit un référentiel de ces domaines de compétences adapté aux futurs métiers des étudiants qu'elle forme. Il est attendu d'un Data Scientist qu'il présente des qualités importantes dans les domaines suivants : la rigueur intellectuelle, le raisonnement analytique et la conceptualisation, la créativité et le sens de l'innovation, la communication et la pédagogie, les relations humaines, le travail en équipe en mode projet et la gestion du temps, l'ouverture au monde et la responsabilité sociale et civique.

Ces qualités sont mises en œuvre dans les différents processus d'apprentissages : les cours, les TP et TD, le travail personnel demandé.

L'école a fait le choix de renforcer spécifiquement la montée en compétence sur « le savoir agir » de ses étudiants à partir principalement de situations s'approchant le plus de situations professionnelles : les projets, les Data Challenges, les stages, les pratiques associatives.

L'apprentissage des techniques de communication et de la gestion de projet est progressif, basé sur la pratique et le conseil personnalisé. Les étudiants sont sensibilisés à ces compétences dans le cadre du projet de statistique descriptive en première année, puis les développent en travaillant sur les projets qui jalonnent leur scolarité, en particulier le projet statistique de deuxième année, le projet informatique de deuxième année et le projet statistique de troisième année.

Durant le stage d'observation de première année, les étudiants élargiront leurs connaissances du monde professionnel et développeront leur capacité d'analyse à travers la rédaction du rapport.

Le « Projet professionnel » en deuxième et troisième année permet aux étudiants de mieux se connaître à travers, en particulier, l'utilisation d'un test de personnalité très utilisé pour les recrutements, de valoriser leurs compétences dans leur recherche de stage ou d'emploi en préparant les documents supports de leurs candidatures et de mettre en pratique les compétences scientifiques et comportementales durant leur stage d'application en statistique et leur stage de fin d'étude.

L'étude de l'anglais est obligatoire tout au long de la scolarité. Les étudiants sont répartis en groupes de niveau pour assurer un contenu et une pédagogie adaptés. Des modules de préparation au TOEIC sont intégrés aux cours mais

l'acquisition et le développement des compétences linguistiques et communicationnelles restent les objectifs principaux des cours. Le niveau B2 du CECRL est obligatoire pour l'obtention du diplôme d'ingénieur mais les cours visent l'acquisition du niveau C1. Au-delà des compétences linguistiques, les cours d'anglais cherchent à équiper les futurs ingénieurs avec les compétences transversales qui leur permettront d'évoluer dans des contextes internationaux variés, d'effectuer la veille scientifique et de comprendre les normes culturelles dans les pays étrangers.

Les cours des Humanités visent à approfondir les connaissances des étudiants dans plusieurs disciplines des arts et des sciences sociales et humaines. Du fait de leur structure et contenu, ils permettent aux étudiants de développer des compétences transversales, notamment celles liées à l'ouverture au monde et la responsabilité sociale et civique. Les étudiants doivent choisir parmi deux types de cours :

Langues optionnelles : L'allemand, le chinois, l'espagnol, l'italien, le japonais et le russe peuvent être étudiés du niveau A1 jusqu'au niveau B2+. Outre les compétences linguistiques et communicationnelles, les cours de langues optionnelles cherchent à préparer les futurs ingénieurs à agir dans des contextes pluriculturels.

Cours d'ouverture : Plusieurs options sont organisées chaque année. Certains cours visent l'ouverture via la culture générale (géopolitique, histoire de l'art, philosophie...), d'autres stimulent la créativité et la connaissance de soi via la pratique artistique (dessin, musique, peinture, théâtre...). Enfin, la possibilité de participer aux activités associatives ou aux projets spéciaux encourage l'engagement social et citoyen.

2 Tableau synoptique des enseignements de 1^{re} année

	Étudiants issus des concours		
	«mathématique»	« économie »	«DUT Stid »
MATHÉMATIQUES et PROBABILITES		Compléments de mathématiques	
	Intégration – Probabilités		
STATISTIQUE	Méthodologie et pratique de la statistique exploratoire, statistique inférentielle, introduction à l'apprentissage statistique		
ECONOMIE GESTION	Introduction aux sciences sociales Introduction à l'économie		Remise à niveau en économie
	Questions macroéconomiques contemporaines Modélisation microéconomique Modélisation macroéconomique		
	Projet d'économie		
INFORMATIQUE		Algorithmique et programmation	Remise à niveau en informatique
	Algorithmique et complexité - Bases de données relationnelles – Optimisation et méthodes numériques - Introduction à la programmation orientée objet avec Python – Documentation du code - Projet traitement de données		
HUMANITES	Anglais – Autre langue optionnelle		
	Cours d'ouverture (y compris activités associatives, engagement citoyen)		
	Gestion de projets et techniques rédactionnelles		

Enseignements de 1^{re} année :
Le premier semestre est différent selon le concours d'origine.
Étudiants issus du concours « Mathématiques »

Enseignements	Volume horaire					Coefficients et Crédits
	Cours	Projet	TD	TP	Total	
UE1-00 M : Introduction à l'économie						
Introduction aux sciences sociales	15				15	2
Introduction à l'économie	18		6		24	2
<i>Total UE 1-01 M</i>	<i>33</i>		<i>6</i>		<i>39</i>	<i>4</i>
UE1-01 M : Probabilités						
Stat. 1 M : Intégration	18		15		33	3
Stat. 2 M : Probabilités	15		15		30	3
<i>Total UE 1-01 M</i>	<i>33</i>		<i>30</i>		<i>63</i>	<i>6</i>
UE1-02 M-E-S : Méthodologie et pratique de la statistique exploratoire						
Statistique descriptive	9		3	18	30	1,5
Méthodes d'analyse factorielle	12		6	6	24	2
Statistique descriptive avec SAS	1,5			6	7,5	1,5
Introduction à R (eval. S2)	1,5			6	7,5	0
Accompagnement et gestion de projet	3	6	3,5	0	12,5	2
Techniques rédactionnelle (eval. S2)	6			3	9	0
Outils Bureautiques				3	3	
<i>Total UE 1-02 M-E-IS</i>	<i>33</i>	<i>6</i>	<i>12,5</i>	<i>42</i>	<i>93,5</i>	<i>7</i>
UE1-03 M-E : Bases de données et fondements informatiques						
Base de données relationnelles	6		4,5	13,5	24	3
Algorithmique et complexité	9		6	6	21	2
<i>Total UE 1-03 M-E-IS</i>	<i>15</i>		<i>10,5</i>	<i>19,5</i>	<i>45</i>	<i>5</i>
UE1-04 M-S : Modélisation économique 1						
Questions macroéconomiques contemporaines	18		9		27	2,5
Modélisation microéconomique	24		12		36	2,5
<i>Total UE 1-04 M-IS</i>	<i>42</i>		<i>21</i>		<i>63</i>	<i>5</i>
UE1-05 M-E-S : Humanités						
Option 1 - cours libres optionnels	24				24	1
Anglais 1 ^{er} semestre	24				24	2
<i>Total UE 1-05 M-E-IS</i>	<i>48</i>				<i>48</i>	<i>3</i>
Total 1^{er} semestre	204,00	6,00	80,00	61,50	351,50	30,0

Étudiants issus du concours: « Économie »

Enseignements	Volume horaire					Coefficients et Crédits
	Cours	Projet	TD	TP	Total	
UE1-00 E : compléments mathématiques et informatique						
Compléments de mathématiques	9		21		30	2
Algorithmique et programmation avec Python	6		3	12	21	2
<i>Total UE 1-01 M</i>	<i>15</i>		<i>24</i>	<i>12</i>	<i>51</i>	<i>4</i>
UE1-01 E-S : Probabilités						
Stat. 1 E-S : Intégration	24		15		39	3
Stat. 2 E-S : Probabilités	21		24		45	4
<i>Total UE 1-01 M</i>	<i>45</i>		<i>39</i>		<i>84</i>	<i>7</i>
UE1-02 M-E-S : Méthodologie et pratique de la statistique exploratoire						
Statistique descriptive	9		3	18	30	1,5
Méthodes d'analyse factorielle	12		6	6	24	2
Statistique descriptive avec SAS	1,5			6	7,5	1,5
Introduction à R (eval. S2)	1,5			6	7,5	0
Accompagnement et gestion de projet	3	6	3,5	0	12,5	2
Techniques rédactionnelle (eval. S2)	6			3	9	0
Outils Bureautiques				3	3	
<i>Total UE 1-02 M-E-IS</i>	<i>33</i>	<i>6</i>	<i>12,5</i>	<i>42</i>	<i>93,5</i>	<i>7</i>
UE1-03 M-E-S : Bases de données et fondements informatiques						
Base de données relationnelles	6		4,5	13,5	24	3
Algorithmique et complexité	9		6	6	21	2
<i>Total UE 1-03 M-E-IS</i>	<i>15</i>		<i>10,5</i>	<i>19,5</i>	<i>45</i>	<i>5</i>
UE1-04 E : Modélisation économique 1						
Questions macroéconomiques contemporaines	12		3		15	2
Modélisation microéconomique	13,5		6		19,5	2
<i>Total UE 1-04 M-IS</i>	<i>25,5</i>		<i>9</i>		<i>34,5</i>	<i>4</i>
UE1-05 M-E-S : Humanités						
Option 1 - cours libres optionnels	24				24	1
Anglais 1 ^{er} semestre	24				24	2
<i>Total UE 1-05 M-E-IS</i>	<i>48</i>				<i>48</i>	<i>3</i>
Total 1^{er} semestre	181,50	6,00	95,00	73,50	356,00	30,0

Étudiants issus du concours: « IUT Stid »

Enseignements	Volume horaire					Coefficients et Crédits
	Cours	Projet	TD	TP	Total	
UE1-00 E-S : compléments mathématiques						
Compléments de mathématiques	9		21		30	2
Compléments d'informatique et d'économie	15				15	1
<i>Total UE 1-01 M</i>	<i>24</i>		<i>21</i>		<i>45</i>	<i>3</i>
UE1-01 E-S : Probabilités						
Stat. 1 E-S : Intégration	24		15		39	3
Stat. 2 E-S : Probabilités	21		24		45	4
<i>Total UE 1-01 M</i>	<i>45</i>		<i>39</i>		<i>84</i>	<i>7</i>
UE1-02 M-E-S : Méthodologie et pratique de la statistique exploratoire						
Statistique descriptive	9		3	18	30	1,5
Méthodes d'analyse factorielle	12		6	6	24	2
Statistique descriptive avec SAS	1,5			6	7,5	1,5
Introduction à R (eval. S2)	1,5			6	7,5	0
Accompagnement et gestion de projet	3	6	3,5	0	12,5	2
Techniques rédactionnelle (eval. S2)	6			3	9	0
Outils Bureautiques				3	3	
<i>Total UE 1-02 M-E-IS</i>	<i>33</i>	<i>6</i>	<i>12,5</i>	<i>42</i>	<i>93,5</i>	<i>7</i>
UE1-03 M-E-S : Bases de données et fondements informatiques						
Base de données relationnelles	6		4,5	13,5	24	3
Algorithmique et complexité	9		6	6	21	2
<i>Total UE 1-03 M-E-IS</i>	<i>15</i>		<i>10,5</i>	<i>19,5</i>	<i>45</i>	<i>5</i>
UE1-04 M-S : Modélisation économique 1						
Questions macroéconomiques contemporaines	18		9		27	2,5
Modélisation microéconomique	18		12		30	2,5
<i>Total UE 1-04 M-IS</i>	<i>36</i>		<i>21</i>		<i>57</i>	<i>5</i>
UE1-05 M-E-S : Humanités						
Option 1 - cours libres optionnels	24				24	1
Anglais 1 ^{er} semestre	24				24	2
<i>Total UE 1-05 M-E-IS</i>	<i>48</i>				<i>48</i>	<i>3</i>
Total 1^{er} semestre	201,00	6,00	104,00	61,50	372,50	30,0

Le second semestre est le même pour tous les étudiants (*sauf en compléments de probabilités mais le volume horaire reste le même*)

Enseignements	Volume horaire					Coefficients et Crédits
	Cours	Projet	TD	TP	Total	
UE1-06 M-E-S : Statistique inférentielle						
Compléments de probabilités	10,5		12		22,5	1
Introduction à la statistique inférentielle	18		18		36	3
Introduction aux tests statistiques	15		15	3	33	3
<i>Total UE 1-06 M-E-IS</i>	<i>43,5</i>		<i>45</i>	<i>3</i>	<i>91,5</i>	<i>7</i>
UE1-07 M-E-S : Introduction à l'apprentissage statistique						
Classification non supervisée	10,5		6	6	22,5	2
Statistique avec R				12	12	1
Optimisation et méthodes numériques	9		9	6	24	2
<i>Total UE 1-07 M-E-IS</i>	<i>19,5</i>		<i>15</i>	<i>24</i>	<i>58,5</i>	<i>5</i>
UE1-08 M-E-S : Programmation avec Python						
Introduction à la Programmation orientée objet	9		3	18	30	2,5
Projet Traitement de données	1	12			13	2,5
<i>Total UE 1-08 M-E-IS</i>	<i>10</i>	<i>12</i>	<i>3</i>	<i>18</i>	<i>43</i>	<i>5</i>
UE1-09 M-E-S : Modélisation économique 2						
Economie de la croissance et du développement durable	18		9		27	3
Projet d'économie	3	9			12	2
<i>Total UE 1-09 M-E-IS</i>	<i>21</i>	<i>9</i>	<i>9</i>		<i>39</i>	<i>5</i>
UE1-10 M-E-S : Méthodologie et pratique de la statistique exploratoire						
Accompagnement et gestion de projet		18	3,5		21,5	4,5
Techniques rédactionnelles			6		6	0,5
<i>Total UE 1-10 M-E-IS</i>		<i>18</i>	<i>9,5</i>		<i>27,5</i>	<i>5</i>
UE1-11 M-E-S : Humanités						
Option 2* - cours libres optionnels	24				24	1
Anglais 2nd semestre	24				24	2
Sport et activité associative (facultatif)				30	30	
<i>Total UE 1-11 M-E-S</i>	<i>48</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>30</i>	<i>78</i>	<i>3</i>
Total 2nd semestre	142	39	81,5	75	337,5	30
Total Année	346	45	161,5	136,5	689	60

Les étudiants faibles en anglais suivront un cours « d'anglais renforcé » de 30 heures.

Les étudiants internes suivent une des voies « maths », « économie » ou « stid » selon leur cursus d'origine.

Les étudiants fonctionnaires ont une semaine de cours spécifiques complémentaires.

*Le cours de Physique doit être suivi obligatoirement une des 2 années par les ingénieurs des filières éco et Stid

3 Corps enseignants et correspondants

Département	Cours	Correspondant	Enseignant
Économie	Modélisation microéconomique	S. DANTHINE	E : R. Laurent/MS : S. DANTHINE
Économie	Questions macroéconomiques contemporaines	S. AURAY	S. AURAY
Économie	Introduction à l'économie	S. DANTHINE	S. DANTHINE, S. AURAY
Économie	Introduction aux sciences sociales	S. Legleye	D. Rémillon
Économie	Économie de la croissance et du développement durable	S. DANTHINE	C. Hachon
Économie	Projet d'économie	A déterminer	Divers intervenants
Humanités	Anglais	E. Burmeister	Divers intervenants
Humanités	Techniques rédactionnelles	L. Tardif	Divers intervenants
Humanités	Coaching et communication	L. Tardif	Divers intervenants
Informatique	Algorithmique et programmation avec Python	C. Herzet	C. Herzet
Informatique	Algorithmique et complexité	I. Yamane	I. Yamane
Informatique	Bases de données relationnelles	B. Girault	B. Girault
Informatique	Outils bureautiques pour le statisticien	B. Girault	Divers intervenants
Informatique	Introduction à la Programmation orientée objet et Documentation du code	J. Faouzi	J. Faouzi
Informatique	Projet traitement de données	J. Faouzi	J. Faouzi
Informatique	Optimisation et méthodes numériques	R. Pépin	Ch. Savel
Statistique	Remise à niveau en mathématiques	L. TRUQUET	Divers intervenants
Statistique	Compléments de mathématiques	L. TRUQUET	C. Gauthier et C. Savel
Statistique	Intégration – Math	B. De Loynes	B. De Loynes
Statistique	Intégration – ES	M. HRISTACHE	M. HRISTACHE
Statistique	Probabilités - Math	L. TRUQUET	L. TRUQUET
Statistique	Probabilités - ES	M. Marbac	M. Marbac
Statistique	Statistique descriptive	F. COQUET	F. COQUET
Statistique	Introduction au langage SAS	D. Audenaert	Laurent Costa
Statistique	Introduction à la statistique inférentielle	S. El Kolei	S. El Kolei
Statistique	Introduction aux tests statistiques	M. Du Roy de Chaumaray	M. Du Roy de Chaumaray
Statistique	Méthode d'analyse factorielle	M. Marbac	M. Marbac
Statistique	Classification non supervisée	M. Marbac	M. Marbac
Statistique	Introduction à R/Statistique avec R	D. Audenaert	D. Audenaert
Statistique	Accompagnement et gestion de projet	L. Tardif	Divers intervenants
Statistique	Compléments de probabilités - M	L. TRUQUET	L. TRUQUET
Statistique	Compléments de probabilités - ES	M. Marbac	M. Marbac

UE 1-00 : HARMONISATION

<i>Correspondant</i>	: Stéphane LEGLEYE
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 4 pour les M E - 3 pour les S
<i>Nombre d'heures d'enseignement</i>	: E = 12h CM + 27h TD + 12h TP S = 15h CM + 24h TD + 6hTP M = 18h CM + 6h TD

Finalité de l'UE :

Selon leur filière de recrutement les étudiants intègrent l'ENSAI avec des acquis d'apprentissage très différents en mathématique en informatique et en économie.

L'objectif de l'UE d'harmonisation est d'apporter selon la filière de recrutement les bases et les compléments de connaissances qui seront nécessaires au bon suivi et à l'acquisition des contenus des unités d'enseignements de la première année de l'ENSAI.

Structuration de l'UE :

Pour les étudiants recrutés par la filière maths :42 heures réparties en

- 6 CM de 3 heures d'introduction aux sciences sociales
- 16 CM de 1h30 de compléments d'économie

Pour les étudiants recrutés par les filières économie: 51 heures réparties en

- Compléments de mathématiques, algèbre 15h : 1CM de 3h et 3 TD de 3h
- compléments de mathématiques, analyse 15h: 5 TD de 3 heures
- Algo et programmation 21h : 4 CM de 1h30, 2 TD de 1h30, 4 TP de 3h

Pour les étudiants recrutés par la filière STID : 45 heures réparties en :

- Compléments de mathématiques, algèbre 15h : 2CM de 3h et 3 TD de 3h
- compléments de mathématiques, analyse 15h: 5 TD de 3 heures
- compléments d'informatique 6h : 2TP de 3h (dont un en autonomie)
- complément d'économie 9h : 6 CM de 1h30

Les internes sont placés dans une de ces 3 filières.

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

- Maths : Les fondamentaux et principales questions et enjeux des sciences économiques et sociales
- Economie: les concepts permettant d'assimiler l'UE d'intégration et de proba ainsi que la logique de programmation
- Stid : les concepts permettant d'assimiler l'UE d'intégration et de proba ainsi que des compléments d'économie et d'informatique

Les prérequis de l'UE :

Pour certains, la remise à niveau en mathématique.

REMISE À NIVEAU EN MATHÉMATIQUES

Refresher course in Mathematics

UE1-01 ES – Matière 1ASTA01 – Semestre 1

<i>Enseignant</i>	: Céline GAUTHIER, Pascale RICHARD, Pierre-Éric TREYENS, Antoine MEDOC
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 0
<i>Répartition des enseignements</i>	: 39h de cours (cours optionnel et sans validation)
<i>Langue d'enseignement</i>	Français
<i>Logiciels</i>	: Aucun
<i>Documents pédagogiques</i>	: Photocopie d'algèbre et d'analyse
<i>Prérequis</i>	: Niveau requis au concours ENSAI option économie

Modalités d'évaluation :

Test de niveau en début de session

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

Remise au niveau demandée par le programme du concours en analyse, algèbre et probabilités discrètes. En particulier, seront rappelées les définitions et méthodes de calculs de base pour l'analyse des suites, des fonctions, l'étude des espaces vectoriels et la manipulation des matrices.

Principales notions abordées :

Les nombres complexes, les suites (convergence et limite), les fonctions usuelles, dérivation de fonctions et développement limité, limites de fonctions et ensemble de continuité d'une fonction, calcul d'intégrales (changement de variables et l'intégration par partie) et intégrales généralisées, calculs de probabilités discrètes. Pour la partie d'algèbre linéaire, les espaces vectoriels, les changements de base, le calcul matriciel, les déterminants et l'inversion des matrices, la résolution des systèmes d'équations linéaires.

Références bibliographiques :

DEGRAVE, C., DEGRAVE, D. et MULLER, H., *Analyse 1^{re} année*, Bréal. 2003
 DEGRAVE, C., DEGRAVE, D. et MULLER, H., *Algèbre*, Bréal. 2000
 GUERRIEN, B., *Algèbre linéaire pour économistes*, Economica. 1997 (4^e éd.)
 PILLER, A., *Algèbre linéaire pour économistes : manuel d'exercices corrigés*, Premium. 2009 (2^e éd.)
 LECOUTRE, J.-P. et PILIBOSSIAN, P., *Analyse*, Dunod. 2008 (4^e éd.)
 LECOUTRE, J.-P. et PILIBOSSIAN, P., *Algèbre*, Dunod. 2005 (2^e éd.)
 PILLER, A., *Analyse I*, Premium. 2009 (2^e éd.), *Analyse II*, Premium. 2003

COMPLÉMENTS DE MATHÉMATIQUES

Algebra and calculus

UE 1- 00 ES – Matière 1ASTA02 – Semestre 1

Enseignant : Céline GAUTHIER, Charles SAVEL

Nombre d'ECTS : 3 pour les S et 2 pour les E

Répartition des enseignements : Algèbre : 15h

Analyse : 15h

Langue d'enseignement : Français

Logiciels : Aucun

Documents pédagogiques : Notes de cours

Prérequis : La partie algèbre et analyse au programme du concours ou les notions de l'enseignement de remise à niveau en mathématiques

Modalités d'évaluation :

Examen sur table 3h (1h30 Algèbre + 1h30 Analyse)

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

Cet enseignement vise à donner des compléments d'algèbre et d'analyse utiles pour le suivi des cours de probabilités, de statistique et d'optimisation. A l'issue de cet enseignement, les étudiants devront savoir utiliser les techniques élémentaires de réduction des endomorphismes ainsi que les propriétés de base des projecteurs orthogonaux qui seront reprises en statistique exploratoire multivariée. Pour la partie d'analyse, les étudiants sauront étudier des cas simples de convergence de suites ou de séries de fonctions, indispensables pour les cours d'intégration et de probabilités. Les notions de base concernant la dérivation des fonctions de plusieurs variables seront également abordées et seront fondamentales pour les cours de méthodes numériques, de statistique inférentielle et tous les cours de régression de deuxième année.

Principales notions abordées :

1. Réduction des endomorphismes : valeurs propres, sous-espaces propres, critère de diagonalisabilité, polynôme caractéristique, matrices semblables, polynômes de matrices.
2. Produit scalaire et orthogonalité : formes bilinéaires, quadratiques, matrices symétriques définies positives, définition d'un espace euclidien, du produit scalaire, norme, orthogonalité, bases orthogonales, orthonormées.
3. Projections : définition, propriétés en termes de rang, de matrices semblables, propriétés des matrices de ces applications sur un espace vectoriel normé, caractéristique en termes de norme, théorème de la projection orthogonale, application à la régression linéaire simple.
4. Séries numériques : convergence absolue, comparaison série/intégrale.
5. Suites de fonctions : convergence simple et uniforme, transmission de la continuité, de la dérivation, interversion intégrale et limite sur un intervalle borné.
6. Séries entières : rayon de convergence, développements en séries entières usuels.
7. Continuité et dérivabilité des fonctions à plusieurs variables : dérivées partielles, fonction de classe C_k , matrice jacobienne, développement limité.

Références bibliographiques :

AZOULAY, J.AVIGNANT, G. AULIAC, Les mathématiques en licence, cours et exercices corrigés, tomes 1-3, Ediscience. 2007 (3e éd.)

GUININ, B. JOPPIN, Tout-en-un : analyse-algèbre-géométrie, Bréal. 2006

JEREMY, P.MINEAU, J.C. THIENAUD, Algèbre I et II, Vuibert. 1997

ARNAUDIES, LELONG-FERRAND, Cours de mathématiques I (Algèbre), Dunod. 2003 (3e éd.)

COMPLEMENT D'INFORMATIQUE ET D'ECONOMIE

Fundamentals of Computer Science and Economics

UE1-01 S – Matière 1AECO01-S – Semestre 1

<i>Enseignant</i>	: Antoine DEQUAY (Informatique) ; Samuel DANTHINE (économie)
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 1
<i>Répartition des enseignements</i>	: 15h
<i>Langue d'enseignement</i>	Français
<i>Logiciels</i>	: Informatique : Python ; Économie : -
<i>Documents pédagogiques</i>	: Informatique : sujets de TP ; Économie : Slides et lectures
<i>Prérequis</i>	: Informatique : connaissances en algorithmique et programmation

Modalités d'évaluation :

1 TP noté pour la partie informatique

Quelques quizz à faire à la maison sur Moodle pour le partie économie

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

Informatique : Ce cours est une remise dans le bain de l'algorithmique de la base (variables, boucles, fonctions, ...) aux débuts des questionnements sur l'efficacité d'un algorithme. Ces questionnements seront au cœur du cours d'algorithmique qui suivra lors du semestre.

Économie: Ce cours vise à vérifier l'état des connaissances en économie des étudiants et, le cas échéant, de les préparer aux cours de Modélisation microéconomique et de Questions macroéconomiques contemporaines qui suivront.

Principales notions abordées :

- Informatique
 - Algorithmique : variables, conditions, boucles, fonctions, fonctions récursives.
 - Un exemple de problème résolu avec deux algorithmes de complexités différentes.
- Économie: Raisonnement à la marge, Analyse coût-bénéfice, Concept du coût d'opportunité, Rôle du marché, Notion de prix, Notion d'équilibre, Comportement économique, Fonctionnement imparfait du marché, Externalités, Politiques économiques et sociales, Politique monétaire, Croissance et environnement.

Références bibliographiques :

Microeconomics 2nd édition Austan Goosbee, Steven Levitt, Chad Syverson, Worth publishers 2016.

Principes d'Économie (4ième ed.), Robert H. Frank et Ben S. Bernanke, Economica, 2009.

Introduction à l'Économie, Daron Acemoglu, David Laibson, John A. List, Édition ERPI (Pearson) 2016.

Principes d'Économie. N. Gregory Mankiw, Mark P. Taylor, De Boeck 2019.

L'économie (CORE Economics) <https://www.core-econ.org/project/leconomie-par-lequipe-de-core/?lang=fr>

ALGORITHMIQUE ET PROGRAMMATION

Algorithms Design and Programming

UE 1- 00 E – Matière 1AINF01 – Semestre 1

<i>Enseignant</i>	: Cédric HERZET
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 2
<i>Répartition des enseignements</i>	: 21h de cours dont 6h de CM, 3h de TD et 12h de TP
<i>Langue d'enseignement</i>	: Français
<i>Logiciels</i>	: python3, Spyder, Jupyter Notebook
<i>Documents pédagogiques</i>	: Notes de cours sur Moodle
<i>Prérequis</i>	: Aucun

Modalités d'évaluation :

Un examen final sans documents

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

- Maîtriser les bases de l'algorithmique, connaître les principales structures de données et quelques algorithmes fondamentaux.
- Être capable d'organiser un traitement complexe en le découpant en procédures et fonctions.
- Pouvoir implémenter des algorithmes en utilisant la syntaxe du langage Python et mettre au point les programmes écrits dans une démarche de lisibilité et de réutilisabilité.

Principales notions abordées :

1. Introduction au développement de logiciels informatiques
2. Types de données simples et structurées
3. Structures algorithmiques
4. Procédures et fonctions
5. Programmation
6. Traduction des structures algorithmiques
7. Analyse descendante

Références bibliographiques :

T. CORMEN, C. LEISERSON, R. RIVEST Introduction à l'algorithmique, Dunod. 2002 (2e éd.)
 G. SWINNEN, Apprendre à programmer avec Python 3
 TANENBAUM, Systèmes d'exploitation, Pearson 2008 (2e éd.)
 TANENBAUM, Architecture de l'ordinateur Dunod 2001 (4e éd.)

INTRODUCTION A L'ECONOMIE

Introduction to Economics

UE 1- 00 M – Matière 1AECO03 – Semestre 1

Enseignant : Stéphane AURAY, Samuel DANTHINE

Nombre d'ECTS : 2

Répartition des enseignements : 24h de cours dont 18h CM et 6h TD

Langue d'enseignement : Français

Logiciels : Aucun

Documents pédagogiques : Lectures et quelques notes

Prérequis : Aucun

Modalités d'évaluation :

Quiz et examen final

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

- Initiation aux thématiques et à la façon de raisonner en Sciences Économiques
- Lire des articles décrivant les problèmes économiques
- Compréhension du rôle des agents économiques et des politiques de régulation

Principales notions abordées :

Raisonnement à la marge, Analyse coût-bénéfice, Concept du coût d'opportunité, Rôle du marché, Notion de prix, Notion d'équilibre, Comportement économique, Fonctionnement imparfait du marché, Externalités, Politiques économiques et sociales, Politique monétaire, Croissance et environnement.

Références bibliographiques :

Microeconomics 2nd édition Austan Goosbee, Steven Levitt, Chad Syverson, Worth publishers 2016.

Principes d'Économie (4ième ed.), Robert H. Frank et Ben S. Bernanke, Economica, 2009.

Introduction à l'Économie, Daron Acemoglu, David Laibson, John A. List, Édition ERPI (Pearson) 2016.

Principes d'Économie. N. Gregory Mankiw, Mark P. Taylor, De Boeck 2019.

L'économie (CORE Economics) <https://www.core-econ.org/project/leconomie-par-lequipe-de-core/?lang=fr>

Économie : cours d'introduction à l'analyse économique. Pascal da Costa. Licence. Cours commun d'Économie du cursus ingénieur-centralien, Ecole CentraleSupélec, Campus Paris-Saclay, Gif-sur-Yvette, France. 2018, pp.159. ffccl-01894953ff

INTRODUCTION AUX SCIENCES SOCIALES

Introduction to sociology

UE 1- 00 M – Matière 1AECO04 – Semestre 1

Enseignant : Delphine REMILLON

Nombre d'ECTS : 2

Répartition des enseignements : 15h de cours

Langue d'enseignement : Français

Logiciels : néant

Documents pédagogiques : Textes/tableaux

Prérequis : Aucun

Modalités d'évaluation :

1 examen final

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

- Développer une connaissance critique des différentes méthodes de collecte et d'analyse des matériaux
- Maîtriser certains concepts fondamentaux de la sociologie
- S'approprier des connaissances sur la société française

Principales notions abordées :

Ethnographie, Raisonnement statistique, Inégalités sociales, Socialisation, Classes sociales, Genre, Trajectoires scolaires, Ségrégation urbaine, Comportements politiques.

Références bibliographiques :

BERGER Peter (2006 [1963]) Invitation à la sociologie, Paris, La découverte.

BLANCHARD Marianne et CAYOUILLE-REMBLIÈRE Joanie (2016) Sociologie de l'école, Paris, La découverte.

BUGEJA-BLOCH Fanny et COUTO Marie-Paule (2015) Les méthodes quantitatives, Paris, PUF.

CAYOUILLE-REMBLIÈRE Joanie (2016) L'école qui classe. 530 étudiants du primaire au bac, Paris, PUF.

DARMON Muriel (2013) Classes préparatoires. La fabrique d'une jeunesse dominante, Paris, La découverte.

LAHIRE Bernard (dir.) (2019) Enfances de classe, Paris, Seuil.

MAILLOCHON Florence et SELZ Marion (2009) Le raisonnement statistique, Paris, PUF.

OBERTI Marco et PRÉTECEILLE Edmond (2016) La ségrégation urbaine, Paris, La découverte.

PAUGAM Serge (2012) L'enquête sociologique, Paris, PUF.

SINGLY de François, GIRAUD Christophe et MARTIN Olivier (2016) Apprendre la sociologie par l'exemple, Paris, Armand Colin.

UE 1-01 : PROBABILITES

Correspondant de l'UEs	: Adrien SAUMARD
Nombre d'ECTS	: 6 pour les M – 7 pour les ES
Nombre d'heures d'enseignement	: Concours Maths : 63h dont 33h de CM + 30h de TD Autres : 84h dont 45h de CM + 39h de TD

Finalité de l'UE :

A l'issue de cette UE, l'étudiant pourra couramment effectuer des calculs d'intégration et de probabilité, que ce soit dans un cadre à une ou plusieurs dimensions. En particulier, il saura identifier des distributions usuelles univariées et manipuler les lois gaussiennes multivariées en vue de leur utilisation intensive lors des cours de régression et d'économétrie de deuxième année. Ces compétences disciplinaires constituent un socle indispensable au développement des compétences avancées en modélisation, estimation et visualisation de données qui sont le cœur de l'activité professionnelle des statisticiens et *Data Scientists* formés à l'ENSAI.

Structuration de l'UE :

Le cours de Compléments de Mathématiques apporte les notions d'analyse et d'algèbre nécessaires pour amener les étudiants issus des concours Économie, IUT Stid et Interne à un niveau sensiblement équivalent à celui des étudiants issus du concours Mathématiques en ce qui concerne les disciplines mises en pratique à l'ENSAI. Le cours d'Intégration donne ensuite aux étudiants la maîtrise des notions de mesure sur un espace abstrait ainsi que les théorèmes usuels d'intégration qui sont un préalable fondamental au développement des concepts de probabilité modernes formant la base du cours de Probabilités. Ce dernier met en place les outils probabilistes qui sont la finalité de l'UE dans l'optique de la suite du cursus d'un étudiant à l'ENSAI.

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

- Savoir mobiliser les ressources d'un large champ de sciences fondamentales.
- Avoir la connaissance et la compréhension d'un champ scientifique et technique de spécialité.
- Savoir identifier et résoudre par des méthodes adéquates des problèmes, même non familiers et non complètement définis.
- Maîtriser les techniques de modélisation statistique.

Les prérequis de l'UE :

Cette UE demande que tous les étudiants maîtrisent la partie algèbre et analyse au programme du concours, ou aient suivi l'enseignement de remise à niveau en mathématiques. En particulier, les connaissances de base en probabilités discrètes ou en intégration (sommes de Riemann, primitives usuelles, intégration par parties) sont indispensables.

MATHS: INTEGRATION

Integral calculus

UE 1- 01 M – Matière 1ASTA03 – Semestre 1	
<i>Enseignant</i>	: Basile DE LOYNES
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 3
<i>Répartition des enseignements</i>	: 33h dont 18h de cours, 15h de TD
<i>Langue d'enseignement</i>	: Français
<i>Logiciels</i>	: néant
<i>Documents pédagogiques</i>	: Polycopié/Planche d'exercices corrigés
<i>Prérequis</i>	: Algèbre et analyse des classes préparatoires

Modalités d'évaluation :

Examen sur table

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

- Maîtriser la catégorie des espaces mesurés et ses foncteurs
- Appliquer les théorèmes limites
- Maîtriser le changement de variable en dimension supérieure

Principales notions abordées :

A l'issue de cet enseignement, les étudiants devront maîtriser les notions de mesure sur un espace abstrait, d'intégration par rapport à une mesure (intégrale de Lebesgue) ainsi que les théorèmes usuels d'interversion limite et intégrale. Des éléments sur l'analyse fonctionnelle et la convolution concluront le cours.

Références bibliographiques :

- M. BRIANE, G. PAGES, *Théorie de l'intégration*, Vuibert, 2006 (4e éd)
 KLENKE, *Probability theory*, Springer, 2013, (2e éd), online
 J. HOFFMANN-JORGENSEN, *Probability with a view towards statistics*, Chapman & Hall, 1994
 D. FOATA, A. FUCHS, *Calcul des probabilités*, Dunod, 2012 (3e éd.)
 J. JACOD, Ph. PROTTER, *L'essentiel en théorie des probabilités*, Cassini, 2003
 O. GARET, A. KURTZMANN, *De l'intégration aux probabilités*, Ellipses, 2011

ES: INTEGRATION

Integral calculus

UE 1- 01 ES – Matière 1ASTA04 – Semestre 1	
<i>Enseignant</i>	: Marian HRISTACHE
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 3
<i>Répartition des enseignements</i>	: 39h dont 24h de cours, 15h de TD
<i>Langue d'enseignement</i>	: Français
<i>Logiciels</i>	: N/A
<i>Documents pédagogiques</i>	: Polycopié
<i>Prérequis</i>	: Théorie élémentaire des ensembles, suites et séries, calcul différentiel et intégral réel, probabilités discrètes.

Modalités d'évaluation :

1 examen sur table ; 2 à 4 devoirs sur table

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

- Maîtriser les notions d'espace mesuré et de fonction mesurable
- Comprendre la construction et les propriétés de l'intégrale de Lebesgue

Principales notions abordées :

Tribu, mesure, fonction mesurable, intégrale de Lebesgue, espérance d'une variable aléatoire, mesure absolument continue.

Références bibliographiques :

Fournies en cours

MATHS: PROBABILITES

Probability

UE 1- 01 M – Matière 1ASTA04 – Semestre 1

Enseignant : Lionel TRUQUET
Nombre d'ECTS : 3
Répartition des enseignements : 30h dont 15h de cours, 15h de TD

Langue d'enseignement : Français
Logiciels : Aucun
Documents pédagogiques : Notes de cours + plaquette de TD
Prérequis : Calcul intégral et théorie de la mesure, notions d'algèbre linéaire, probabilités discrètes

Modalités d'évaluation :

1 examen intermédiaire (1h) et examen sur table (2h)

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

Cet enseignement permettra de maîtriser les notions de base en calcul des probabilités qui seront centrales dans tous les cours de statistique dispensés à l'ENSAI. En particulier, l'étudiant sera en mesure de

- Calculer à l'aide de techniques adaptées des lois de probabilité et des espérances mathématiques, que ce soit dans un cadre à une ou plusieurs dimensions,
- Identifier les lois de probabilité usuelles ainsi que leurs propriétés caractéristiques,
- Déterminer et utiliser les propriétés d'indépendance entre plusieurs variables aléatoires.

Principales notions abordées :

Variables aléatoires: définition, notion de loi de probabilité, lois discrètes ou à densité, espérance mathématique, théorème de transfert. Moments et espaces L_p , fonction de répartition, transformée de Laplace, fonction caractéristique. Méthodes de calculs de lois de probabilités et inégalités probabilistes.

Vecteurs aléatoires et lois multivariées : notion d'indépendance probabiliste, caractérisation de l'indépendance, convolution. Notion de covariance, de corrélation. Vecteurs gaussiens.

Références bibliographiques :

Foata, D., Fuchs, A. (2012). Calcul des probabilités (3ème édition), Dunod.
 Monfort, A. (1996). Cours de probabilités (3ème édition), Economica.
 Ouvrard, J.-Y. (2004). Probabilités 2, Cassini.
 Revuz, D. (1997). Mesure et intégration, Méthodes, Hermann.

ES: PROBABILITES GENERALES

Probability

UE 1- 01 ES – Matière 1ASTA04 – Semestre 1

Enseignant : Matthieu MARBAC-LOURDELLE

Nombre d'ECTS : 4

Répartition des enseignements : 45h dont 21h de cours, 24h de TD

Langue d'enseignement : Français

Logiciels : néant

Documents pédagogiques : Notes de cours + plaquette de TD+ corrigés des exercices

Prérequis : Calcul intégral et théorie de la mesure, notions d'algèbre linéaire, probabilités discrètes.

Modalités d'évaluation :

1 examen sur table

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

- Pouvoir couramment effectuer des calculs de probabilité, que ce soit dans un cadre à une ou plusieurs dimensions,
- Savoir identifier des distributions et en particulier des distributions usuelles,
- Maîtriser la notion de vecteur gaussien.

Principales notions abordées :

Variables aléatoires et lois réelles : définition, fonction de répartition, lois à densité, moments, théorème de transfert. Inégalités de Markov, Chebyshev, Jensen et Chernoff. Transformée de Laplace, fonction caractéristique, méthode de la fonction muette. Quantiles. Lois à densité usuelles.

Vecteurs aléatoires et lois multivariées : définition, fonction de répartition. Rappels d'intégration. Lois à densité, critère pratique d'indépendance, produit de convolution. Théorème de transfert, espérance, matrice de covariance, coefficient de corrélation, méthode de la fonction muette. Fonction caractéristique. Vecteurs gaussiens.

Références bibliographiques :

Faraut, J. (2006). *Calcul intégral*, EDP Sciences.

Foata, D., Fuchs, A. (2012). *Calcul des probabilités (3ème édition)*, Dunod.

Lefebvre, M. (2015). *Cours et exercices de probabilités appliquées (3ème édition)*, Presses Internationales Polytechnique.

Monfort, A. (1996). *Cours de probabilités (3ème édition)*, Economica.

Ouvrard, J.-Y. (2008). *Probabilités 1*, Cassini.

UE 1-02 : METHODOLOGIE ET PRATIQUE DE LA STATISTIQUE EXPLORATOIRE

<i>Correspondant de l'UE</i>	: François COQUET
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 6
<i>Nombre d'heures d'enseignement</i>	: 93h30

Finalité de l'UE :

Être capable de faire une description et une analyse d'une population en utilisant de façon appropriée les outils élémentaires de la statistique descriptive. Savoir interpréter et mobiliser les indicateurs pertinents. Savoir identifier les limites de l'analyse.

Maîtriser le socle des outils de la statistique permettant d'aborder de matière professionnelle exploratoire et multidimensionnelle toute étude de tableaux de données.

Structuration de l'UE :

L'UE est construite autour de la présentation des outils et méthodes de la statistique descriptive et d'un logiciel professionnel (SAS) permettant de les mettre en œuvre.

Le rapport intermédiaire de projet est utilisé pour évaluer la bonne acquisition de ces compétences.

L'outil bureautique LATEX utilisé par la communauté scientifique est présenté aux étudiants pour la rédaction du rapport.

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

Connaissance et compréhension de la nature et de l'utilisation pertinente des statistiques descriptives de base.

Mobilisation de ces connaissances pour la résolution de problèmes concrets.

Première approche par projet : recherche de l'information pertinente, compétences relationnelles et auto-évaluation dans le cadre d'un travail de groupe.

Mise en forme, interprétation et diffusion des premiers résultats.

Les prérequis de l'UE :

Aucun (premier cours de première année)

STATISTIQUE DESCRIPTIVE

Descriptive data analysis and SAS

UE 1-02 MES – Matière 1ASTA05 – Semestre 2

<i>Enseignant</i>	: François COQUET
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 1,5
<i>Répartition des enseignements</i>	: 30h dont 9h de cours, 3h de TD, 18h de TP
<i>Langue d'enseignement</i>	: Français
<i>Logiciels</i>	: SAS
<i>Documents pédagogiques</i>	: /
<i>Prérequis</i>	: Aucun

Modalités d'évaluation :

1 TP noté + 1 examen sur table associant questions complémentaires concernant le TP noté et résolution de problèmes

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

- Maîtriser des outils statistiques de Statistique Descriptive (étude unidimensionnelle de variables quantitatives ou qualitatives, étude du lien entre deux variables, quelle que soit leur nature, représentations graphiques, interprétation des résultats, notion d'indice) et appliquer ces outils sous SAS.

Principales notions abordées :

Statistique descriptive :

Analyse univariée : nature des variables, paramètres de tendance centrale, de position et de dispersion, paramètres de forme et de concentration, Identification empirique d'une loi ;

Liaison entre 2 variables qualitatives : tableau de contingence, statistique du Khi-2 et ses dérivés.

Liaison entre deux variables quantitatives : coefficient de corrélation linéaire, régression simple

Liaison entre une variable quantitative et une variable qualitative : coefficient de corrélation, analyse de la variance à un facteur.

Notion d'indice

Références bibliographiques :

HAMON A. et JEGOU N., *Statistique descriptive*, Presses Universitaires de Rennes , 2008

PY B., *Statistique descriptive*, Economica, 2007 (5e éd.)

MÉTHODES D'ANALYSE FACTORIELLE

Multivariate data analysis

UE 1-07 MES – Matière 1ASTA06 – Semestre 1

<i>Enseignant</i>	: Matthieu MARBAC-LOURDELLE
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 2
<i>Répartition des enseignements</i>	: 24h dont 12h de cours, 6h de TD et 6h de TP
<i>Langue d'enseignement</i>	: Français
<i>Logiciels</i>	: R
<i>Documents pédagogiques</i>	: Polycopié de cours, scripts R avec jeux de données
<i>Prérequis</i>	: Algèbre linéaire, cours de statistiques descriptives

Modalités d'évaluation :

1 examen sur table

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

- Mener une étude de statistiques descriptives (détection de dépendances entre variables, détection d'individus atypiques, visualisation, détection de sous-population homogènes).

Principales notions abordées :

Méthodes factorielles (analyse en composantes principales, analyse factorielle discriminante, analyse des correspondances et analyse des correspondances multiples) et clustering (Kmeans, Kmédoïdes, classification ascendante hiérarchique, modèles de mélanges).

Références bibliographiques :

- C. BIERNACKI, *Pourquoi les modèles de mélange pour la classification ?* La Revue de Modulad, 40, 1-22 (2009)
- P.A. CORNILLON, A. GUYADER, F. HUSSON, N. JÉGOU, J. JOSSE, M. KLOAREG, E. MATZNER-LOBER, L. ROUVIERE, *Statistiques avec R*, 3e édition augmentée et en couleurs, Presses Universitaires de Rennes, France. (2013)
- B. ESCOFIER, J. PAGES, *Analyses factorielles simples et multiples* (4e éd.), Dunod (2008)
- S. FRUHWIRTH-SCHNATTER, G. CELEUX, C. ROBERT, *Handboock of Mixture Analysis* (2019)
- F.HUSSON, S. LÊ & J. PAGÈS, *Analyse de données avec R*, Presses Universitaire de Rennes (2009)

STATISTIQUE DESCRIPTIVE AVEC SAS

Introduction to SAS language

UE 1-02 MES – Matière 1ASTA07 – Semestre 2

<i>Enseignant</i>	: Stéphane LEGLEYE
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 1,5
<i>Répartition des enseignements</i>	: 7,5h dont 1,5h de cours, 6h de TP
<i>Langue d'enseignement</i>	: Français
<i>Logiciels</i>	: SAS
<i>Documents pédagogiques</i>	: Présentation du cours et documentation Insee
<i>Prérequis</i>	: Utilisation de Windows n

Modalités d'évaluation :

Pas d'évaluation à l'issue du cours. L'évaluation des compétences en SAS aura lieu lors d'un TP noté en cours de Statistique descriptive avec SAS et lors du projet statistique 1A.

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

- Découvrir le langage SAS
- Manipuler les concepts de bibliothèque, de table, de variables et d'observations
- Comprendre la différence entre une étape DATA et une étape procédure (PROC).

Principales notions abordées :

Bibliothèque, table, étape DATA et étape procédure.

Références bibliographiques :

SAS : Maîtriser SAS Base et SAS Macro. SAS 9 et versions antérieures, Kontchou Kouomegni et Decourt, Dunod.
 SAS : Introduction au décisionnel : du data management au reporting, Ringuedé, Eyrolles

INTRODUCTION AU LANGAGE R

Introduction to SAS language

UE 1-02 MES – Matière 1ASTA08 – Semestre 2

<i>Enseignant</i>	: David AUDENAERT
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 1
<i>Répartition des enseignements</i>	: 7,5h dont 1,5h de cours, 6h de TP
<i>Langue d'enseignement</i>	: Français
<i>Logiciels</i>	: R
<i>Documents pédagogiques</i>	: Supports de cours, Supports de TP, Aide-mémoires
<i>Prérequis</i>	: notions de probabilités

Modalités d'évaluation :

Pas d'évaluation

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

- Écrire des programmes en R
- Manipuler des tableaux de données, calculer des statistiques descriptives
- Gérer un projet, créer un package
- Utiliser l'IDE R-Studio

Principales notions abordées :

- Prise en main du logiciel
- Importer des données
- Manipulation de tableaux de données
- Statistiques descriptives

Références bibliographiques :

P.A. CORNILLON, A. GUYADER, F. HUSSON, N. JÉGOU, J. JOSSE, M. KLOAREG, E. MATZNER-LØBER, L. ROUVIERE, Statistiques avec R, 3e édition augmentée et en couleurs, Presses Universitaires de Rennes, France (2013)

H. WICKHAM and G. GROLEMUND, R for Data Science: Import, Tidy, Transform, Visualize, and Model Data. 1 edition. O'Reilly Media. (2017) disponible en ligne : <https://r4ds.had.co.nz/>

Collection d'antisèches de la société R-Studio : <https://rstudio.com/resources/cheatsheets/>

OUTILS BUREAUTIQUES POUR LE STATISTICIEN

Office tools for statistics

UE1 - 02 MES – Matière 1AINF04 – Semestre 1	
<i>Enseignant</i>	: Chargés de TP
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 0
<i>Répartition des enseignements</i>	: 9h de TP
<i>Langue d'enseignement</i>	: Français
<i>Logiciels</i>	: utilisation d'outils en ligne pour la partie LaTeX. Git.
<i>Documents pédagogiques</i>	: guide d'utilisation LaTeX, sujet additionnel optionnel pour les tableur (libreoffice calc)
<i>Prérequis</i>	: Aucun

Modalités d'évaluation :

LaTeX est utilisé pour produire le rapport du projet statistique, et Git est utilisé au sein du projet informatique. L'évaluation de cette matière est intégrée à celle du projet statistique et ne fait pas l'objet de note à part entière.

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

- LaTeX : Le langage Latex permet de produire des documents de qualité et d'intégrer facilement des formules, des schémas dans ceux-ci. Cet enseignement a pour but de sensibiliser les étudiants à la puissance de ce langage et à leur donner les éléments pour progresser en autonomie dans l'usage de cet outil pour la production des différents documents : note de synthèse, rapport, présentation...
- Git : Git est un logiciel de gestion de versions décentralisé. Cet outil est essentiel pour collaborer efficacement au sein et entre des équipes de travail, en particulier lorsqu'il s'agit de travailler sur un programme ou une brique logicielle.
- Notebook Jupyter : Les notebooks Jupyter offrent un moyen simple de mêler code et résultats (numériques ou figures) pour fournir une preuve de concept, en particulier en Python. Les étudiants découvriront leur usage.
- Libreoffice Calc (optionnel) : Le tableur est un logiciel très utilisé par les statisticiens en complément d'outils plus complets. Dans cet enseignement les étudiants découvriront les bases du tableur Calc de LibreOffice. On apprendra à utiliser les fonctionnalités de type « bases de données » et « statistiques » d'un tableur.

Principales notions abordées :

1. Latex
 - a. Les bases du langage
 - b. Les principaux modules Latex
 - c. Exemple de réalisation : la note de synthèse
 - d. Réalisation d'une présentation avec le module Beamer
2. Git
3. Notebook Jupyter
4. LibreOffice Calc [Optionnel]
 - a. Gestion des formules
 - b. Les filtres
 - c. Les tableaux croisés
 - d. La mise en forme conditionnelle
 - e. Le solveur
 - f. Le calcul matriciel
 - g. Graphiques et fonctions statistiques, régression linéaire

Références bibliographiques :

<http://fr.wikibooks.org/wiki/LaTeX>

UE 1-03 : BASE DE DONNÉES ET FONDEMENTS INFORMATIQUES

Correspondant de l'UE	: Benjamin GIRAULT
Nombre d'ECTS	: 6
Nombre d'heures d'enseignement	: 45h

Finalité de l'UE :

À la fin de cette UE, les étudiants seront capables d'identifier, modéliser et résoudre des problèmes simples de traitement des données. Ces problèmes pourront nécessiter l'extraction d'information une base de données tabulaire, ou la réalisation d'un algorithme de traitement de données.

Structuration de l'UE :

L'UE Base de données et fondements informatiques est constituée de deux modules communs à tous, *Base de données relationnelles* et *Algorithmique et complexité*. En outre, le module *Algorithmique et programmation* sera dispensé aux étudiants issus des concours « Economie » et « Interne », enfin un cours module de *Complément d'informatique* sera donné aux étudiants provenant d'IUT Stid.

Le module *Base de Données Relationnelles (BDR)* est un cours d'initiation aux bases de données relationnelles, et à la technologie SQL. Même si on parle de plus en plus de bases de données NoSQL, les bases de données relationnelles restent encore aujourd'hui largement utilisées dans le monde de l'entreprise et de la donnée car elles sont conçues comme un outil flexible de stockage et traitement des données. Il est donc primordial que tous les étudiants de l'ENSAI aient des compétences en la matière. Elles seront approfondies dans leur scolarité via des projets informatiques et des cours spécifiques à certaines filières.

Le module *Algorithmique et programmation* s'adresse aux étudiants n'ayant aucune expérience dans la programmation informatique. Il se concentre sur la découverte des bases de l'algorithmique et l'apprentissage du langage Python, tout en présentant aux étudiants des contraintes de complexité simple. Ainsi les étudiants acquerront de solides compétences en programmation impérative, tout en étant capable de déterminer la complexité d'algorithme simple.

Le module de *Complément d'informatique* a pour but de présenter rapidement Python à des étudiants ayant déjà une expérience dans la programmation.

Le module *Algorithmique et complexité* se concentre sur l'analyse et la conception d'algorithme sous contrainte de complexité temporelle ou spatiale. Ce n'est pas un module d'initiation à la programmation avec le langage Python. Son but est de sensibiliser les étudiants qu'en entreprise les ressources que demandent un algorithme pour produire de la connaissance, aussi bien en temps de calcul qu'en infrastructure nécessaire à son fonctionnement sont primordiales, et qu'il y a des moyens théoriques pour déterminer l'évolution du temps d'un traitement en fonction de son entrée.

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

- Extraire l'information souhaitée de toute source de données tabulaires
- Résoudre un problème de traitement de données en concevant et réalisant un algorithme avec le langage Python tout en respectant des contraintes de complexité temporelle ou spatiale
- Comprendre des mécanismes fondamentaux de l'informatique permettant d'organiser une veille et de s'auto-former.

Les prérequis de l'UE :

Aucun

BASES DE DONNEES RELATIONNELLES

Relational Databases

UE1-03 MES – Matière 1AINF03 – Semestre 1

<i>Enseignant</i>	: Benjamin Girault
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 3
<i>Répartition des enseignements</i>	: 24h dont 6h de cours, 4h30 de TD et 13h30 de TP
<i>Langue d'enseignement</i>	: Français
<i>Logiciels</i>	: PostgreSQL
<i>Documents pédagogiques</i>	: Diapositive du cours
<i>Prérequis</i>	: Aucun

Modalités d'évaluation :

1 examen final (2h, tout document autorisé)

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

- Créer une base de données relationnelle et ses principales contraintes d'intégrité en utilisant un SGBD avec le langage SQL
- Maîtriser les éléments de base sur la construction et l'interrogation d'une base de données
- Comprendre le fonctionnement d'un système de gestion de bases de données (gestion des transactions, droit d'accès).
- Concevoir une base de données relationnelle normalisée (3ème forme normale)
- Concevoir une base de données relationnelle normalisée en modélisant avec UML.

Principales notions abordées :

Présentation des SGBD et de leur utilisation

- Définition des bases de données relationnelles
- Algèbre relationnelle
- Le langage de manipulation de données SQL
- Création d'une base de données avec SQL
- Conception et normalisation (utilisation de UML)

Références bibliographiques :

DELOBEL C., ADIBA M. (1982), Bases de données et systèmes relationnels, Dunod Informatique.

GARDARIN G.,(2003), Bases de données : les systèmes et leurs langages, Eyrolles.

GARDARIN G.,(1993), Maîtriser les bases de données, Eyrolles.

MIRANDA S., BUSTA J.M. (1993), Introduction aux bases de données, Eyrolles (3e éd.).

SOUTOU C. (2002), De UML à SQL, Eyrolles.

BOUDJLIDA N. (1999), Bases de données et systèmes d'informations, Eyrolles.

www.postgresql.org

ALGORITHMIQUE ET COMPLEXITE

Algorithms design and complexity

UE1-02 – Matière 1AINF04 – Semestre 1

<i>Enseignant</i>	: Ikko YAMANE
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 2
<i>Répartition des enseignements</i>	: 21h dont 9h de cours, 6h de TD, 6h de TP
<i>Langue d'enseignement</i>	Français et anglais
<i>Logiciels</i>	: Python3, Spyder, PyCharm
<i>Documents pédagogiques</i>	: Sous Moodle, pas de polycopié
<i>Prérequis</i>	: Rudiment dans la programmation impérative

Modalités d'évaluation :

1 examen sur table, 1 devoir maison

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

- Calculer la complexité d'un algorithme, identifier sa classe de complexité, évaluer le temps nécessaire à sa terminaison
- Produire un algorithme en python de complexité inférieure aboutissant au même résultat
- Appliquer les bonnes pratiques de programmation impérative
- Décrire les principaux composants d'un ordinateur

Principales notions abordées :

La première partie du cours se concentre sur le calcul de la complexité d'un algorithme, d'abord dans le cas non récursif puis ensuite dans le cas récursif. Si le cas non récursif consiste juste à compter le nombre d'opérations et nécessite uniquement des connaissances en arithmétique simple, le cas récursif est plus complexe et dispose d'outil propre comme le théorème général.

Dans un second temps nous étudierons différents formats de données et leur complexité pour différentes opérations élémentaires. Enfin nous verrons comment réduire la complexité d'une algorithme grâce à la programmation dynamique.

Références bibliographiques :

T. H. CORMEN, Introduction à l'algorithmique, Dunod (2002)
 T.H. CORMEN, C.E. LEISERSON, R.L. RIVEST, C. STEIN, Algorithmique, Dunod (2010).
 B. BAYNAT, P. CHRETIENNE, C. HANEN, S. KEDAD-SIHOUM, A. MUNIER-KORDON, C. PICOULEAU, Exercices et problèmes d'algorithmique, Dunod (2012).
 M. LUTZ , Python, Pocket Reference. O'Reilly (2014).
 M. LUTZ & D. MANIEZ, Python précis et concis, Dunod (2019).
 A. MARTELLI, A. RAVENSCROFT & D. ASCHER, Python, Cookbook (Second éd.) O'Reilly (2005).
 B. SLATKIN, Effective Python, Addison Wesley (2019)
 V.L. GOFF, Apprenez à programmer en Python, OpenClassrooms (2020, 23 juin)
<https://openclassrooms.com/fr/courses/235344-apprenez-a-programmer-en-python>

UE 1-04 : MODELISATION ECONOMIQUE 1

<i>Correspondant de l'UE</i>	: Samuel DANTHINE
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 6 parcours M / 5 parcours ES
<i>Nombre d'heures d'enseignement</i>	: 63h parcours M / 34,5h parcours E / 57h parcours IS

Finalité de l'UE :

Les cours de l'UE doivent permettre une compréhension des grandes questions microéconomiques et macroéconomiques via l'utilisation d'outils théoriques et empiriques. Cette UE vise à offrir des compétences en modélisation microéconomique et macroéconomique et à mettre en pratique la modélisation statistique sur des données économiques. Les méthodes présentées pour étudier ces caractéristiques sont directement mobilisables pour des métiers de chargés d'études statistiques ou économiques. Pour les étudiants issus du parcours mathématiques, un enseignement de sciences sociales est dispensé pour mettre à niveau les connaissances des étudiants.

Structuration de l'UE :

L'enseignement est organisé à partir de l'étude d'une série de problèmes contemporains à l'aide de modèles empiriques et théoriques tant au niveau individuel (microéconomie) qu'au niveau agrégé (macroéconomie) mais également au niveau sociétal (introduction aux sciences sociales).

Le cours de microéconomie est un cours de théorie économique, pour lequel chaque concept est illustré par des applications empiriques. Il vise à présenter et utiliser des modèles économiques utiles pour discuter l'utilisation de données économiques. Le cours consiste en une présentation théorique et formelle des principaux modèles qui seront ensuite principalement utilisés dans le cadre d'études de cas des principaux problèmes macroéconomiques contemporains comme la Grande Récession ou la crise du CoVid-19 mais aussi plus anciens comme les chocs pétroliers, la Grande Dépression ou encore la Grande Inflation ou enfin de manière historiquement plus transversale comme la persistance du chômage en Europe. Le cours d'introduction aux sciences sociales étudie de manière transversale les grands enjeux sociétaux.

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

Les principales compétences sont les suivantes :

- Interprétation des mécanismes économiques à l'œuvre en fonction des phénomènes observés.
- Interpréter le lien entre données, modèles et réalités observées.
- Comprendre l'importance de la mesure en économie.
- Être en mesure de trouver les données pertinentes à l'étude de questions macroéconomiques concrètes.
- Adapter des modèles à des phénomènes observés dans la réalité.

Les prérequis de l'UE :

Aucun

N.B. : Certains étudiants de la filière éco peuvent substituer un projet au cours de questions de macroéconomiques contemporaines.

MODELISATION MICROECONOMIQUE

Microeconomic theory

UE1-04 MES – Matière 1AECO04 – Semestre 1

<i>Enseignant</i>	: Samuel DANTHINE pour les MS Reynald LAURENT pour les E
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 2 pour les E et 2,5 pour les MS
<i>Répartition des enseignements</i>	: 19,5h dont 13,5h de cours, 6h de TD pour les E 36h dont 24h de cours et 12 de TD pour les M 30h dont 18h de cours et 12h de TD pour les S
<i>Langue d'enseignement</i>	: Français
<i>Logiciels</i>	: Aucun
<i>Documents pédagogiques</i>	: Slides, capsules vidéo, et lectures disponibles sur le site.
<i>Prérequis</i>	: Aucun

Modalités d'évaluation :

Quelques Quizz et 1 examen final

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

- Initiation aux thématiques et à la façon de raisonner en Sciences Économiques
- Initiation à la modélisation en Sciences Économiques
- Interprétation de résultat mathématique en sciences sociales

Principales notions abordées :

Modèle de décision du consommateur, Équilibre sur les marchés, Éléments de décision devant l'incertain

Références bibliographiques :

Microeconomics 2nd édition Austan Goosbee, Steven Levitt, Chad Syverson, Worth publishers 2016.

Principes de Microéconomie (4ième ed.), Robert H. Frank et Ben S. Bernanke, Economica, 2009.

Microéconomie, Daron Acemoglu, David Laibson, John A. List, Édition ERPI (Pearson) 2016.

Microeconomic Theory, Basic Principles and Extensions (11th ed), Walter Nicholson and Christopher Snyder, South-Western, Cengage Learning, 2012.

L'économie (CORE Economics) <https://www.core-econ.org/project/leconomie-par-lequipe-de-core/?lang=fr>

Intermediate Microeconomics (11th ed), Walter Nicholson and Christopher Snyder, South-Western, Cengage Learning, 2010.

QUESTIONS MACROÉCONOMIQUES CONTEMPORAINES

Contemporary Macroeconomic Issues

UE 1 -04 MES – Matière 1AECO05 – Semestre 1	
<i>Enseignant</i>	: Stéphane AURAY
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 2 pour les E et 2,5 pour les MS
<i>Volume horaire de travail étudiant (enseignements + travail personnel)</i>	: 27h + 1h30/TD
<i>Répartition des enseignements</i>	: 27h dont 18h de cours, 9h de TD dont 3h en autonomie pour les MS 15h dont 12h de cours et 3h de TD pour les E
<i>Langue d'enseignement</i>	: Français
<i>Logiciels</i>	: Aucun
<i>Documents pédagogiques</i>	: Transparents fournis au début du cours + planches de TDs
<i>Prérequis</i>	: Aucun

Modalités d'évaluation :

Quizz intermédiaire, examen final de 3h

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

- Comprendre l'importance de la mesure en économie.
- Être en mesure de trouver les données pertinentes à l'étude de questions macroéconomiques concrètes.
- Adapter des modèles à des phénomènes observés dans la réalité.
- Interpréter le lien entre données, modèles et réalités observées.

Principales notions abordées :

Il s'agit d'étudier une série de problèmes contemporains à l'aide de modèles empiriques et théoriques. En effet, la théorie économique est utile pour interpréter des événements (la « réalité » n'apparaît pas toujours directement) mais en même temps ces événements vont permettre de voir quelle est la « bonne théorie » pour les comprendre. Le cours consiste en une présentation théorique et formelle des principaux modèles qui seront ensuite principalement utilisés dans le cadre d'études de cas des principaux problèmes macroéconomiques contemporains comme la Grande Récession ou la crise du CoVid-19 mais aussi plus anciens comme les chocs pétroliers, la Grande Dépression ou encore la Grande Inflation ou enfin de manière historiquement plus transversale comme la persistance du chômage en Europe. Ce cours doit permettre une compréhension des grandes questions macroéconomiques à la fois via l'utilisation d'outils théoriques et empiriques

Références bibliographiques :

Barro R., 2008, Macroeconomics, MIT Press.

Blanchard O., D. Cohen et F. Johnson, 2018, Macroéconomie, Pearson Education (6ème édition).

Mankiw G., 2016, Macroéconomie, De Boeck (7ème édition).

UE 1-05 : HUMANITES

Correspondant de l'UE	: Emily BURMEISTER
Nombre d'ECTS	: 3
Nombre d'heures d'enseignement	: 48h

Finalité de l'UE :

À la fin de cette UE, notamment grâce aux enseignements des langues, les étudiants seront capables de mettre en œuvre les compétences linguistiques et culturelles qui facilitent la suivie des cours scientifiques dispensés en anglais ou d'autres langues, le travail dans un environnement professionnel international et la compréhension des normes culturelles dans les pays étrangers. À travers les cours d'ouverture, les étudiants acquerront les connaissances dans des disciplines autres que la statistique, l'économie et l'informatique. Cette UE vise également le développement des compétences transversales (*Soft Skills*) qui aideront les étudiants à réussir les projets académiques de leur formation, à intégrer le marché du travail et à devenir les citoyens éclairés.

Structuration de l'UE :

L'UE Humanités en 1ère année se compose de deux matières obligatoires : l'anglais et les cours libres optionnels. Les cours libres optionnelles sont constitués de deux types d'options : les langues optionnelles et les cours d'ouverture.

Anglais et langue optionnelles

En anglais les étudiants travaillent toutes les compétences linguistiques pour atteindre le niveau B2 du CECR et progresser vers un niveau C1. Pour les langues optionnelles (l'allemand, le chinois, l'espagnol, l'italien, le japonais et le russe), les étudiants travaillent toutes les compétences linguistiques afin de progresser selon leur niveau de départ. Lors des cours de langues, les étudiants développent également les connaissances interculturelles et les compétences transversales (*Soft Skills*), notamment dans les domaines de l'ouverture au monde, à la vie sociale et civique.

Les cours d'ouverture

Cette option vise à développer chez les étudiants une culture générale dans un domaine scientifique ou des sciences sociales et humaines non couvert dans les autres UE à l'ENSAI (communication interculturelle, développement durable, géopolitique, histoire de l'art, l'initiation à l'entrepreneuriat, philosophie, psychologie, physique...), à effectuer des travaux d'initiation dans un domaine artistique (cinéma, dessin, musique, peinture, théâtre...) ou à valoriser l'engagement citoyen des étudiants (participation à des activités associatives, à des projets avec des intervenants non statisticiens...). Les étudiants développent ainsi les connaissances et des compétences transversales dans la matière suivie à travers les dispositifs pédagogiques proposés : projets et réalisation artistique....

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

- maîtriser une ou plusieurs langues étrangères
- 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 contexte international et/ou pluriculturel
- savoir identifier les informations pertinentes, à les évaluer et à les exploiter.

Les prérequis de l'UE :

Pour les langues : test de positionnement

ANGLAIS

English

UE 1 -05 MES – Matière 1AHUM02 – Semestre 1

<i>Enseignant</i>	: Charles BOSTON, Emily BURMEISTER, Rosie DUTTON, Juliet LANGFORD, Mary MILONNET, Mike RANDALL,... (Anglais renforcé : Richard POINTER, Mike RANDALL, Carla SCHETTINI)
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 2
<i>Répartition des enseignements</i>	: 24h de cours TD par semestre
<i>Langue d'enseignement</i>	: Anglais
<i>Logiciels</i>	: TOEIC Mastery, VLC, Audacity, Moodle, Teams
<i>Documents pédagogiques</i>	: Fournis sur Moodle par les intervenants
<i>Prérequis</i>	: Avoir passé le test de niveau

Modalités d'évaluation :

La note finale prendra en compte un TOEIC blanc à la fin du semestre (30%), la note moyenne des contrôles continus (40%) et la participation (30%). La note de contrôle continu est composée d'au moins 4 évaluations (interrogations et travaux divers en cours ou à la maison) définis par les enseignants.

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

- Comprendre le contenu essentiel de sujets concrets ou abstraits dans un texte ou dialogue complexe ;
- Communiquer avec un degré de spontanéité et d'aisance tel qu'une conversation avec un locuteur natif ne comportant de tension ni pour l'un ni pour l'autre ;
- Posséder une gamme assez étendue de langue pour pouvoir faire des descriptions claires, exprimer son point de vue et développer une argumentation sans chercher ses mots de manière évidente ;
- Montrer un degré assez élevé de contrôle grammatical. Ne faire pas de fautes conduisant à des malentendus et peut le plus souvent les corriger lui/elle-même ;
- S'exprimer de façon claire et détaillée sur une grande gamme de sujets, émettre un avis sur un sujet d'actualité et exposer les avantages et les inconvénients de différentes possibilités ;
- Parler relativement longtemps avec un débit assez régulier ; bien qu'il /elle puisse hésiter en cherchant structures ou expressions, l'on remarque peu de longues pauses ;
- Prendre l'initiative de la parole et son tour quand il convient et peut clore une conversation quand il le faut, encore qu'éventuellement sans élégance ;
- Faciliter la poursuite d'une discussion sur un terrain familier en confirmant sa compréhension, en sollicitant les autres, etc. ;
- Utiliser un nombre limité d'articulateurs pour lier ses phrases en un discours clair et cohérent bien qu'il puisse y avoir quelques "sauts" dans une longue intervention.

Principales notions abordées :

Pour les étudiants qui n'ont pas le niveau B2, les cours se concentrent en partie sur la préparation au TOEIC et au développement des compétences pour atteindre le niveau B2. Les plus faibles suivent un enseignement supplémentaire d'**Anglais renforcé**, sous la forme de cours où plusieurs thèmes sont abordés. Les étudiants du niveau B2 suivront deux cours thématiques par semestre. Ces thèmes varient tous les ans, voici quelques exemples proposés par le passé : *Current Affairs in the EU, English through Art, Storytelling: The Hero and Mythology, Technology through History, The Swinging 60s, Trends in Technology, UK Culture*. Pour ces derniers, la préparation au TOEIC se fait en autonomie avec le logiciel que l'École propose en réseau « TOEIC Mastery » et pendant les TOEIC blancs. Le TOEIC définitif est proposé en fin d'année pour ceux qui souhaitent le passer dès la première année.

Pour tous les étudiants en première année, une présentation et des ateliers sont organisés pour la rédaction et le perfectionnement d'un CV et d'une lettre de motivation en anglais, afin d'aider les étudiants à développer leurs compétences professionnelles en anglais pour réaliser leur projet de période obligatoire à l'étranger, pour chercher un stage ou pour chercher un emploi. Cette formation sera sous forme de CM pour apprendre les techniques de rédaction dans un premier temps, et ensuite sous forme de travail en autonomie avec un retour individualisé.

Références bibliographiques :

- Azar, B. S., & Hagen, S. A. (2009). Understanding and using English grammar. White Plains, NY: Pearson Longman.
- Council of Europe, Common European Framework of Reference for Languages
<https://www.coe.int/en/web/common-european-framework-reference-languages/home>
- Loughed, Lin, Building Skills for the New TOEIC Test (2nd ed.), Pearson Education, 2009.
- Merriam-Webster's Online Dictionary Springfield, Mass. : Merriam-Webster, Inc. (2020)
<https://www.merriam-webster.com/>
- Oxford Advanced Learners Dictionary, 10th Edition, Oxford: Oxford University Press, 2020.
<https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/>
- Talcott C., Tullis G., Target Score (2nd ed.), Cambridge: Cambridge University Press, 2008.
- Trew, Grant, Tactics for TOEIC, Oxford: Oxford University Press, 2007.

COURS D'OUVERTURE

General culture courses

UE 1 -05 MES – Matière 1ATAOUV – Semestre 1

<i>Enseignant</i>	: Divers intervenants
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 1
<i>Répartition des enseignements</i>	: 24h de cours par semestre
<i>Langue d'enseignement</i>	: Français ou Anglais
<i>Logiciels</i>	: pour le cours de Cinéma (VideoPad Video Editor) et Physique (AviMeca, Salsaj et Regressi)
<i>Documents pédagogiques</i>	: fournis sur Moodle par les intervenants
<i>Prérequis</i>	: des conditions d'inscription à respecter selon le cours d'ouverture, précisé dans le « Programme des enseignements : Cours libres optionnels. »

Modalités d'évaluation :

2 contrôles continus dont les modalités de l'évaluation (quizz, devoir maison, mini-projet, ...) sont déterminées par l'enseignant selon la matière.

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

Chaque cours d'ouverture a des acquis d'apprentissage spécifique qui sont définis dans le Programme des enseignements : Cours libres optionnels.

De manière générale, à l'issue d'un cours d'ouverture, l'étudiant aura :

- Objectif 1 : Approfondi les connaissances dans la matière suivie
- Objectif 2 : Développé des compétences transversales dans les domaines variés

Principales notions abordées :

Différents cours d'ouverture sont proposés par l'école. Les cours ouverts en 2022/2023, leur contenu et leurs modalités de contrôle des connaissances sont décrites dans le « Programme des enseignements : Cours libres optionnels » disponible sur le site web de l'ENSAI.

L'objectif global est d'encourager les étudiants à s'ouvrir à d'autres disciplines tout en développant les compétences transversales (*Soft Skills*) dans les domaines tels que les relations humaines et le travail en équipe, la connaissance de soi, la créativité et le sens de l'innovation, la curiosité intellectuelle et l'ouverture au monde et à la vie civique et sociale. Au second semestre, le cours de physique doit obligatoirement être suivi (en première ou deuxième année) par les étudiants ingénieurs des filières Économiques et STID.

Pour les cours visant à développer une culture générale dans un domaine scientifique ou des sciences sociales non couverts à l'ENSAI (Communication interculturelle, Développement durable, Géopolitiques, Histoire de l'art, Initiation à l'entrepreneuriat, Média, Philosophie, Physique Psychologie) : les étudiants analysent et interprètent des disciplines majeures (de la pensée, de la culture, de l'expression et/ou de la science). Ils évaluent comment les idées influencent le caractère de la pensée humaine, la perception de la réalité et les normes qui gouvernent le comportement. Ils construisent un point de vue qui intègre les facteurs qui influencent l'activité humaine (artistique, historiques et/ou scientifiques). Ils apprennent à s'exprimer de façon critique en examinant des sources variées qui mettent au défi les idées reçues.

Pour les cours dans un domaine artistique (Cinéma, Dessin, Musique, Peinture et Théâtre) : les étudiants apprennent à analyser, à apprécier et à interpréter des œuvres artistiques (picturales, musicales et théâtrales) leur permettant d'observer d'un œil critique. Ils participent activement à la création artistique dans le cadre d'un projet commun (représentations musicales et théâtrales, expositions de travaux artistiques).

Évaluation des acquis d'apprentissage :

La mobilisation des connaissances et des compétences seront évaluées à travers au moins 2 contrôles continus dont les modalités sont indiquées par l'enseignant dans le « Programme des enseignements : Cours libres optionnels ».

Références bibliographiques :

Divers ressources fournis selon les sujets traités par les enseignants qui fournissent un syllabus détaillé avec les contenus, objectifs et ressources spécifiques à leurs cours.

Pour tout complément d'information, chaque étudiant peut consulter le Programme des enseignements : Cours libres optionnels, disponibles sur le site de l'école.

LANGUES OPTIONNELLES

Optional Languages

UE 1 -05 MES – Matière 1ATAOUV – Semestre 1

<i>Enseignant</i>	: Divers intervenants
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 1
<i>Répartition des enseignements</i>	: 30h de cours par semestre
<i>Langue d'enseignement</i>	: La langue ciblée – allemand, espagnol, chinois, italien, japonais, russe
<i>Logiciels</i>	: Aucun
<i>Documents pédagogiques</i>	: Fournis sur Moodle par les intervenants
<i>Prérequis</i>	: Avoir passé le test de niveau si non-débutant

Modalités d'évaluation :

4 contrôles continus dont les modalités de l'évaluation (quizz, devoir maison, mini-projet, ...) sont déterminées par les enseignants.

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

De manière générale, à l'issue d'un cours de langue optionnelle, l'étudiant aura :

- Objectif 1 : Progressé dans les quatre compétences langagières - l'expression écrite et orale et la compréhension écrite et orale
- Objectif 2 : Développé des compétences transversales dans les domaines tels que l'ouverture au monde, à la vie sociétal et civique

Principales notions abordées :

Les étudiants travailleront toutes les compétences linguistiques dans une approche communicative. Les étudiants apprennent à décrire et analyser les contextes culturels spécifiques aux peuples qui parlent la langue étudiée. Ils prennent du recul sur leurs propres cultures en s'ouvrant vers celles étudiées en cours pour développer les compétences transversales (*Soft Skills*) notamment dans les domaines de l'ouverture au monde, à la vie sociale et civique et la connaissance de soi.

Le contenu varie selon le niveau et la langue des cours : de débutants pour apprendre les bases aux cours thématiques pour les étudiants plus avancés. Les 6 langues optionnelles proposées visent les compétences langagières de communication.

- Allemand
- Chinois
- Espagnol
- Italien
- Japonais
- Russe

Références bibliographiques :

Cadre européen commun de référence pour les langues : apprendre, enseigner, évaluer (CECR)

<https://www.coe.int/fr/web/common-european-framework-reference-languages/home>

Divers ressources fournis selon les sujets traités par les enseignants qui fournissent un syllabus détaillé avec les contenus, objectifs et ressources spécifiques à leurs cours.

Pour tout complément d'information, chaque étudiant peut consulter sur le site de l'école :

- Le Programme des enseignements : Langues

PARTICIPATION AUX ACTIVITES ASSOCIATIVES

Participation in Student or Extra-Curricular Organizations

UE 1 -05 MES – Matière 1ABonus – Semestre 1

Enseignant : Département des Humanités (dispense) ; Direction des Études (bonus)

Nombre d'ECTS : 1 crédit ECTS (dispense) et/ou jusqu'à 0,5 points de bonus

Volume horaire de travail étudiant (enseignements + travail personnel) : 30h minimum

Langue d'enseignement : Français

Logiciels : Aucun

Documents pédagogiques : Aucun

Prérequis : Aucun

Modalités d'évaluation :

- La liste définitive des bénéficiaires de bonus est validée par le Directeur Adjoint des Études avant chaque jury.
- La dispense est validée par une note sur 20 points après une présentation et/ou rapport écrit..

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

La participation à des activités associatives favorise l'ouverture d'esprit, le développement des relations personnelles et l'engagement collectif. De ce point de vue, l'école souhaite l'encourager, dans la limite d'un investissement compatible avec la réussite académique de l'étudiant qui reste bien évidemment la priorité.

1) Les activités associatives liées à l'école

La participation comme dirigeant ou membre du bureau d'une association de l'école peut donner droit à des points bonus qui s'ajoutent à la moyenne du semestre concerné.

La liste précise des bénéficiaires et le niveau du bonus sont fixés par la direction des études, après concertation avec les associations concernées :

-en début d'année académique pour le semestre 1.

-en début d'année civile pour le semestre 2.

Pour bénéficier de ce bonus, les étudiants doivent avoir une activité avérée au sein de l'association pendant le semestre concerné. La liste définitive des bénéficiaires est validée par le Directeur Adjoint des études avant chaque jury.

En plus de ce dispositif, des membres des associations de l'école, dont la/ou les fonctions sont précisées en début du semestre concerné, peuvent bénéficier d'une prise en compte plus importante de leur engagement, afin de valoriser davantage l'ouverture procurée par les activités concernées (comptabilité, organisation, prospection, communication, animation...). Cette prise en compte supplémentaire consiste en la dispense d'un cours d'ouverture par semestre. Pour en bénéficier, les étudiants concernés doivent faire remonter par le Président de l'association concernée une demande au Département des Humanités, puis en fin de semestre faire une présentation ou remettre un rapport détaillant les actions réalisées - à titre personnel - pour l'association. Cette présentation et/ou rapport est noté par le Département des Humanités, qui en appréciera la forme et la richesse des actions entreprises pour l'école.

Hors cas de force majeure, si un étudiant ne remplit pas ses engagements et si son activité ne justifie pas la dispense, celle-ci est rétroactivement annulée. L'étudiant sera donc soumis au régime prévu dans le règlement de scolarité, c'est-à-dire qu'il devra donc composer sur deux cours d'ouverture (ou un cours de langue optionnelle) pour l'unité d'enseignement concernée.

2) Les autres activités associatives

La participation à des activités associatives dans un cadre hors scolaire peut aussi donner droit à des points bonus, voire à une dispense de cours d'ouverture. C'est un droit depuis la loi « Egalité et Citoyenneté » du 27 janvier 2017 et le décret

n°2017-962 du 10 mai 2017 relatif à la reconnaissance des étudiants dans la vie associative, sociale ou professionnelle. C'est notamment le cas lorsque l'activité :

- traduit une compétence forte dans un domaine d'ouverture ;
- traduit un engagement dans une activité bénévole, dans une mission de service civique ou dans la réserve opérationnelle de la défense ;
- valorise l'école ;
- demande un investissement important.

Par exemple, la participation au 4L Trophy ou au Melting Notes Orchestra peut entrer dans ce cadre, lorsque les dates sont compatibles avec la période d'examens ou de rattrapages de l'école.

Les étudiants souhaitant en bénéficier doivent déposer une demande argumentée aux correspondants (le Directeur Adjoint des Études et le Département des Humanités).

Bonus	<h2 style="color: #0070C0;">SPORTS</h2> <p><i>Sports</i></p>
Enseignant	: Divers intervenants

Prise en compte dans la scolarité :

La participation à une activité sportive peut donner lieu à l'attribution d'un bonus (non cumulable) 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 étudiants 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 ENSAI. Pour y prétendre, les étudiants concernés doivent remplir les 3 conditions suivantes:

- pratiquer régulièrement une activité sportive et participer aux compétitions liées dans le but de représenter l'ENSAI ;
 - 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.

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

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

Principales notions abordées :

10 activités sportives sont proposées par l'école :

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

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

UE 1-06 : STATISTIQUE INFÉRENTIELLE

<i>Correspondant de l'UE</i>	: Adrien SAUMARD
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 7
<i>Nombre d'heures d'enseignement</i>	: 91,5h

Finalité de l'UE :

Comprendre les principes fondamentaux de la statistique inférentielle (notions de modèle statistique, d'échantillon, de paramètre, d'estimateur et de test statistique) et être capable d'analyser les caractéristiques de paramètres estimés à partir d'un échantillon afin d'en tirer des conclusions sur les vraies valeurs des paramètres. Choisir les méthodes adaptées aux différentes problématiques ou aux différents types d'échantillons.

Structuration de l'UE :

Une première partie vise à introduire des compléments de probabilité tels que la notion de loi ou d'espérance conditionnelle ainsi que les différents modes de convergence pour les suites de variables aléatoires qui seront centrales pour étudier la convergence des estimateurs. Les notions principales d'échantillonnage, d'estimation et d'intervalles de confiance seront ensuite abordées dans le cours d'introduction à la statistique inférentielle. La troisième partie de l'UE s'appuie sur ces connaissances pour définir et mettre en œuvre des tests statistiques, notamment à partir de la construction d'estimateurs des paramètres d'un modèle statistique.

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

- Savoir calculer des lois ou des espérances conditionnelles dans des cas usuels.
- Connaitre et être en mesure de déterminer les différents modes de convergence d'un estimateur.
- Savoir définir la modélisation statistique régissant un phénomène observé.
- Maîtrise les notions d'estimation paramétrique, d'intervalle de confiance, de tests d'hypothèses.
- Évaluer de façon critique les résultats d'une analyse statistique (analyser le contexte théorique, les objectifs et la méthodologie pour identifier les limites des résultats).

Les prérequis de l'UE :

Cours d'Intégration et de Probabilité du premier semestre.

MATHS: COMPLÉMENTS DE PROBABILITES

Probability

UE 1- 01 M – Matière 1ASTA09-M – Semestre 2

Enseignant : Lionel TRUQUET

Nombre d'ECTS : 1

Répartition des enseignements : 22,5h dont 10,5h de cours, 12h de TD

Langue d'enseignement : Français

Logiciels : Aucun

Documents pédagogiques : Notes de cours + plaquette de TD

Prérequis : Cours de probabilités et intégration du 1^{er} semestre de première année d'école

Modalités d'évaluation :

1 examen sur table

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

- Maîtriser les notions de loi et espérance conditionnelle, en vue de leur utilisation intensive lors des cours de régression et d'économétrie de deuxième année.
- Connaître et savoir utiliser les différents modes de convergence d'une suite de variables aléatoires, notions qui seront utilisées dans les cours de statistique inférentielle et d'introduction aux tests statistiques.

Principales notions abordées :

Espérance et loi conditionnelle : définition et construction de l'espérance conditionnelle. Notion de loi de probabilité conditionnelle. Techniques de calculs.

Convergences stochastiques : convergence en loi, convergence en probabilité, convergence dans L_p , convergence presque sûre. Relations entre ces convergences. Loi des grands nombres, théorème central limite, intervalle de confiance asymptotique.

Références bibliographiques :

Foata, D., Fuchs, A. (2012). Calcul des probabilités (3^{ème} édition), Dunod.

Monfort, A. (1996). Cours de probabilités (3^{ème} édition), Economica.

Ouvrard, J.-Y. (2004). Probabilités 2, Cassini.

Revuz, D. (1997). Mesure et intégration, Méthodes, Hermann.

ES: COMPLÉMENTS DE PROBABILITES

Probability

UE 1- 01 ES – Matière 1ASTA09-ES – Semestre 2

<i>Enseignant</i>	: Matthieu MARBAC-LOURDELLE
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 1
<i>Répartition des enseignements</i>	: 22,5h dont 10,5h de cours, 12h de TD
<i>Langue d'enseignement</i>	: Français
<i>Logiciels</i>	: néant
<i>Documents pédagogiques</i>	: Notes de cours + plaquette de TD+ corrigés des exercices
<i>Prérequis</i>	: Cours de probabilités et intégration du 1 ^{er} semestre de première année d'école

Modalités d'évaluation :

1 examen sur table

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

- Maîtriser la notion d'espérance conditionnelle, en vue de son utilisation intensive lors des cours de régression et d'économétrie de deuxième année,
- Utiliser sans difficulté les différents modes de convergence d'une suite de variables aléatoires, un prérequis pour tout cours de statistique comportant un aspect mathématique.

Principales notions abordées :

Espérance conditionnelle : espérance conditionnelle à un évènement, espérance conditionnelle à une variable aléatoire. Construction de l'espérance conditionnelle par projection orthogonale, définition générale.

Convergences stochastiques : convergence en loi, convergence en probabilité, convergence dans L_p , convergence presque sûre. Relations entre ces convergences. Loi des grands nombres, théorème central limite, intervalle de confiance asymptotique.

Références bibliographiques :

Faraut, J. (2006). *Calcul intégral*, EDP Sciences.

Foata, D., Fuchs, A. (2012). *Calcul des probabilités (3ème édition)*, Dunod.

Lefebvre, M. (2015). *Cours et exercices de probabilités appliquées (3ème édition)*, Presses Internationales Polytechnique.

Monfort, A. (1996). *Cours de probabilités (3ème édition)*, Economica.

Ouvrard, J.-Y. (2008). *Probabilités 1*, Cassini.

INTRODUCTION A LA STATISTIQUE INFÉRENTIELLE

Introduction to inferential statistics

UE 1-06 MES – Matière 1ASTA10 – Semestre 2

<i>Enseignant</i>	: Salima EL KOLEI
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 3
<i>Répartition des enseignements</i>	: 36h dont 18h de cours, 18h de TD
<i>Langue d'enseignement</i>	: Français
<i>Logiciels</i>	: /
<i>Documents pédagogiques</i>	: notes de cours, slides
<i>Prérequis</i>	: Intégration et Probabilité

Modalités d'évaluation :

Un devoir maison facultatif, examen écrit final.

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

- Maîtrise des notions générales relatives à l'inférence statistique sur un échantillon
- Connaissance théorique et pratique des méthodes classiques d'estimation
- Compréhension du cheminement de la construction d'un intervalle de confiance

Principales notions abordées :

- Caractéristiques stochastiques d'un échantillon : moments et fonction de répartition empiriques, statistiques d'ordre.
- Modèles statistiques, vraisemblance, famille exponentielle.
- Exhaustivité et information de Fisher.
- Estimation ponctuelle, qualités d'un estimateur, biais, erreur moyenne quadratique, consistance, efficacité, estimateur du maximum de vraisemblance, estimateur des moments, méthode Delta.
- Intervalles de confiance
Introduction à la régression

Références bibliographiques :

- M. LEJEUNE, *Statistiques. La théorie et ses applications*, Springer, 2010 (2^e éd.)
- D. DACUNHA-CASTELLE, M. DUFLO, *Probabilités et statistiques : problèmes à temps fixe*, Masson, 1994 (2^e éd.)
- D. FOURDRINIER, *Statistique inférentielle-Cours et exercices corrigés*. Dunod. 2002.
- K. KNIGHT, *Mathematical statistics*, Chapman & Hall, 2000
- JP. LECOUTRE, *Probabilités. Statistiques, Exercices corrigés avec rappel de cours*, Ed. Masson
- E.L. LEHMANN, *Theory of point estimation*, Springer, 1998 (2^e ed.)
- J.K. LINDSEY, *Parametric statistical inference*, Oxford Science Publication, 1996

INTRODUCTION AUX TESTS STATISTIQUES

Introduction to statistical tests

UE 1-06 MES – Matière 1ASTA11 – Semestre 2

<i>Enseignant</i>	: Marie DU ROY DE CHAUMARAY
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 3
<i>Répartition des enseignements</i>	: 15h de cours, 15h de TD, 3h de TP
<i>Langue d'enseignement</i>	: Français
<i>Logiciels</i>	: R
<i>Documents pédagogiques</i>	: notes de cours, slides
<i>Prérequis</i>	: Intégration et Probabilité, statistique inférentielle

Modalités d'évaluation :

Un examen écrit de 2h.

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

- Compréhension du cheminement de la construction d'un test et des enjeux de sa mise en œuvre
- Connaissance des tests classiques et du cadre de leur application.
- Assimilation des notions théoriques sur les tests paramétriques

Principales notions abordées :

- Introduction à la théorie des tests d'hypothèses : règle de décision, zone de rejet, erreur de 1ère et 2nde espèce, p-valeur
- Test usuels : du rapport de vraisemblance (simple et généralisé), paramétriques (moyenne, proportion, variance), non paramétriques (khi-deux, Kolmogorov-Smirnov, rangs).
- Comparaison de populations, ANOVA
- Tests pour la régression linéaire et logistique.

Références bibliographiques :

D. DACUNHA-CASTELLE, M. DUFLO, Probabilités et statistiques : problèmes à temps fixe, Masson, 1994 (2e éd.)
 D. FOURDRINIER, Statistique inférentielle-Cours et exercices corrigés. Dunod. 2002.
 JP. LECOUTRE, Probabilités. Statistiques, Exercices corrigés avec rappel de cours, Ed. Masson
 M. LEJEUNE, Statistique : la théorie et ses applications, Springer 2010
 G. SAPORTA, Probabilités, analyse des données et statistique, Technip, Paris. 2011 (3 e éd.)
 P. TASSI, Méthodes statistiques, Ed. Economica. 2004 (3 e éd.)

UE 1-07 : INTRODUCTION A L'APPRENTISSAGE STATISTIQUE

<i>Correspondant de l'UE</i>	: Adrien SAUMARD
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 6
<i>Nombre d'heures d'enseignement</i>	: 58,5h

Finalité de l'UE :

Introduire les concepts de base de statistique exploratoire multivarié ainsi que les méthodes numériques qui permettent d'optimiser des fonctions objectives construites à partir d'un échantillon de données. Cette UE, qui suit l'UE2 de statistique descriptive, introduit des outils de base utilisés préalablement à la modélisation statistique et les méthodes numériques qui seront centrales en statistique inférentielle ou pour les algorithmes d'apprentissage statistique supervisé.

Structuration de l'UE :

La matière Statistique exploratoire multivariée introduit les techniques statistiques de base pour obtenir un résumé de l'information contenue dans un jeu de données multivariées. La matière Optimisation et Méthodes numériques introduit les notions clés permettant l'approximation d'un optimum d'une fonction avec ou sans contraintes. La matière Statistique avec R permet d'apprendre à coder ou à utiliser en pratique les méthodes développées dans les deux autres matières.

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

Connaître et savoir utiliser les méthodes de statistique exploratoire qui permettent d'obtenir un résumé de l'information contenue dans les données multivariées. Maîtriser la mise en œuvre algorithmique de méthodes statistiques conduisant à un problème d'optimisation.

Les prérequis de l'UE :

Les notions abordées en statistique descriptive ainsi que les notions de base en analyse abordées lors de la remise à niveau ou les compléments de mathématiques.

CLASSIFICATION NON SUPERVISÉE

Multivariate data analysis

UE 1-07 MES – Matière 1ASTA12 – Semestre 2

<i>Enseignant</i>	: Matthieu MARBAC-LOURDELLE
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 2
<i>Répartition des enseignements</i>	: 22,5h dont 10,5h de cours, 6h de TD et 6h de TP
<i>Langue d'enseignement</i>	: Français
<i>Logiciels</i>	: R
<i>Documents pédagogiques</i>	: Polycopié de cours, scripts R avec jeux de données
<i>Prérequis</i>	: Algèbre linéaire, cours de statistiques descriptives

Modalités d'évaluation :

2 examens sur table

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

- Mener une étude de statistiques descriptives (détection de dépendances entre variables, détection d'individus atypiques, visualisation, détection de sous-population homogènes).

Principales notions abordées :

Méthodes factorielles (analyse en composantes principales, analyse factorielle discriminante, analyse des correspondances et analyse des correspondances multiples) et clustering (Kmeans, Kmédoïdes, classification ascendante hiérarchique, modèles de mélanges).

Références bibliographiques :

- C. BIERNACKI, *Pourquoi les modèles de mélange pour la classification ?* La Revue de Modulad, 40, 1-22 (2009)
- P.A. CORNILLON, A. GUYADER, F. HUSSON, N. JÉGOU, J. JOSSE, M. KLOAREG, E. MATZNER-LOBER, L. ROUVIERE, *Statistiques avec R*, 3e édition augmentée et en couleurs, Presses Universitaires de Rennes, France. (2013)
- B. ESCOFIER, J. PAGES, *Analyses factorielles simples et multiples* (4e éd.), Dunod (2008)
- S. FRUHWIRTH-SCHNATTER, G. CELEUX, C. ROBERT, *Handboock of Mixture Analysis* (2019)
- F.HUSSON, S. LÊ & J. PAGÈS, *Analyse de données avec R*, Presses Universitaire de Rennes (2009)

STATISTIQUE AVEC R

R for statistics

UE 1-07 MES – Matière 1ASTA13 – Semestre 2

<i>Enseignant</i>	: David AUDENAERT
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 1
<i>Répartition des enseignements</i>	: 15h de TP
<i>Langue d'enseignement</i>	: Français
<i>Logiciels</i>	: Langage R
<i>Documents pédagogiques</i>	: Supports de cours, Supports de TP, Aide-mémoires
<i>Prérequis</i>	: aucun

Modalités d'évaluation :

3h de TP individuel sur table

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

- Écrire des programmes en R
- Écrire Calculer des statistiques descriptives, effectuer des simulations
- Gérer un projet, créer un package
- Utiliser l'IDE R-Studio

Principales notions abordées :

- Prise en main du logiciel
- Statistiques descriptives
- Variables aléatoires sous R
- Programmation avec R (fonctions et tests)
- Graphiques avec ggplot2

Références bibliographiques :

P.A. CORNILLON, A. GUYADER, F. HUSSON, N. JÉGOU, J. JOSSE, M. KLOAREG, E. MATZNER-LØBER, L. ROUVIERE, Statistiques avec R, 3e édition augmentée et en couleurs, Presses Universitaires de Rennes, France (2013)

H. WICKHAM and G. GROLEMUND, R for Data Science: Import, Tidy, Transform, Visualize, and Model Data. 1 edition. O'Reilly Media. (2017) disponible en ligne : <https://r4ds.had.co.nz/>

Collection d'antisèches de la société R-Studio : <https://rstudio.com/resources/cheatsheets/>

OPTIMISATION ET MÉTHODES NUMÉRIQUES

Optimization and numerical methods

UE 1-07 MES – Matière 1INF05 – Semestre 2

<i>Enseignant</i>	: Charles SAVEL
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 2
<i>Répartition des enseignements</i>	: 24h dont 9h de cours, 9h de TD, 6h de TP
<i>Langue d'enseignement</i>	: Français
<i>Logiciels</i>	: Python3, Spyder, Pycharm ir
<i>Documents pédagogiques</i>	: Un document résumant les points essentiels du cours sera distribué
<i>Prérequis</i>	: Cet enseignement demande que tous les étudiants maîtrisent le calcul différentiel ainsi que l'algèbre linéaire

Modalités d'évaluation :

Examen sur table associant questions de cours et résolution de problèmes (calculatrice et documents autorisés)

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

- Déterminer analytiquement l'optimum d'une fonction.
- Démontrer l'existence d'un optimum global.
- Écrire les conditions Karush-Kuhn-Tucker d'un problème d'optimisation.
- Résoudre numériquement un problème d'optimisation sans contrainte

Principales notions abordées :

1. Optimisation :

- Rappels de calcul différentiel et d'algèbre linéaire. Généralités sur l'optimisation et exemples.
- Optimisation sans contrainte : existence, conditions nécessaires, conditions suffisantes.
- Optimisation avec contraintes d'égalités ou d'inégalités : théorèmes des extrema liés, théorème de Karush-Kuhn-Tucker.

2. Méthodes numériques :

- Méthodes de gradient.
- Méthodes de Newton pour systèmes non linéaires.
- Méthodes directes pour systèmes linéaires.

Références bibliographiques :

J.- M. ARNAUDIES, H. FRAYSSE, Cours de mathématiques (tome 2, Analyse), Dunod, 1996 (2e éd.)

X. GOURDON, Algèbre, Ellipses. (2009) (2e éd.) Analyse, Ellipses. (2008) (2e éd.)

J.-B. HIRIART-URRUTY, L'optimisation, Que sais-je ? (1996)

J.-F. BONNANS, J.-C. GILBERT, C. LEMARÉCHAL, C. SAGASTIZABAL, Optimisation Numérique, Aspects théoriques et pratiques, Springer (1997)

L. GENGOUX, Optimisation, Ecole Centrale de Paris (2007)

<http://perso.ecp.fr/~laurent/Modif/Documents/CoursOptim.pdf>

G. ALLAIRE, Analyse numérique et optimisation, Ellipses (2012)

<http://www.cmap.polytechnique.fr/~allaire/livre2.html>

C.T. KELLEY, Solving Nonlinear Equations with Newton's Method, SIAM (2003)

UE 1-08 : PROGRAMMATION AVEC PYTHON

<i>Correspondant de l'UE</i>	: Benjamin GIRAULT
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 5
<i>Nombre d'heures d'enseignement</i>	: 43h

Finalité de l'UE :

Aujourd'hui, le développement logiciel s'appuie fortement sur la notion d'objet que ce soit pour les codes développés par les data-scientistes ou pour les bibliothèques qu'ils utilisent. L'objectif de l'UE est donc de permettre la compréhension, l'utilisation, le développement, et la conception de codes s'appuyant sur le paradigme orienté objets.

L'UE aborde aussi d'autres concepts utiles au développement tels que la documentation de code et le test unitaire. Étant donné la place importante de Python dans le milieu de la Datascience, c'est le langage d'application utilisé pour cette UE.

Structuration de l'UE :

L'UE comporte une partie où ces notions sont découvertes, travaillées, et évaluées individuellement. Puis dans un second temps, un projet en équipes de 3 à 4 étudiants permet de travailler l'ensemble de ces notions simultanément et d'en éprouver les conditions de mise en œuvre en terme de gestion d'équipe et de gestion du temps de travail.

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

Concevoir et mettre en œuvre des projets de collecte et d'analyse d'informations en utilisant les outils informatiques associés, les techniques de production (bases de données, enquêtes, données non structurées issues d'internet) et les méthodes d'analyse quantitative de l'information, pour proposer des solutions et aider à la décision.

Dans une moindre mesure :

Compétences transversales techniques et relationnelles permettant de piloter un projet dans le champ d'action d'un ingénieur statisticien : il a la capacité à mener des projets d'organisation et à en assurer la maîtrise d'ouvrage, à s'intégrer et évoluer dans une équipe dans un contexte international et maîtrise les outils de gestion, de planification, d'évaluation.

Dans son champ qui évolue très rapidement, capacité de réaliser une veille scientifique et d'apprendre les nouveaux outils et méthodes en autonomie (il possède les bases théoriques permettant la compréhension des nouveaux outils)..

Les prérequis de l'UE :

Algorithmique.

Introduction à la programmation orientée objet et documentation de code.

INTRODUCTION A LA PROGRAMMATION ORIENTEE OBJET ET DOCUMENTATION DU CODE

Introduction to Object-Oriented Programming and code documentation

UE1-08 – Matière 1AINF06 – Semestre 2

<i>Enseignant</i>	: Benjamin GIRAULT
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 2,5
<i>Répartition des enseignements</i>	: 30h dont 9h de cours, 3h de TD et 18h de TP
<i>Langue d'enseignement</i>	: Français
<i>Logiciels</i>	: Python, VSCode
<i>Documents pédagogiques</i>	: Diapositives en cours
<i>Prérequis</i>	: Algorithmique

Modalités d'évaluation :

Contrôle continu : un TP noté (50%). Examen : un devoir sur table d'une durée de 2h, tout document autorisé (50% de la note finale).

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

L'objectif du cours est de présenter la démarche, les savoir-faire, les outils pour développer des applications simples traitant des données. Parmi les concepts abordés, on retrouve :

- La programmation orientée objet (POO). Elle est au cœur des langages de programmation modernes, elle permet de compartimenter les données et leur traitement, et elle facilite le développement modulaire d'applications. L'objectif principal est de comprendre les concepts de la programmation objet en concevant des classes simples, éventuellement organisées de façon hiérarchiques. La documentation du code
- L'encapsulation de fonctionnalité dans des « bibliothèques ».
- Le formalisme UML. Il fixe les conventions nécessaires à la description des fonctionnalités attendues vis-à-vis d'un code, la description du lien entre les données, la description des cas d'usage, ... C'est un langage puissant pour permettre la communication entre développeur et maître d'œuvre, mais aussi pour aider le développeur d'une application à en concevoir les composantes.
- Le langage support du cours est Python. Principales notions abordées : Documentation du code Encapsulation des données et fonctionnalités : bibliothèques et paradigme objet Héritage Fonctionnalité de base d'un objet : constructeur, export texte, ...Concepts avancés : membres statiques, abstractions, exceptions, ...Tests unitaires Les principaux diagrammes UML : de classes, de paquet, de cas d'utilisation, d'activités, d'état, de séquences

Références bibliographiques :

- Hugues Bersini. La programmation orientée objet : Cours et exercices en UML2, Python, PHP, C ...
- BOOCH, RUMBAUGH, JACOBSON. The Unified Modeling Language User Guide, Addison-Wesley, 2005 (2nd ed.) (traduction française chez Eyrolles), The Unified Software Development Process, Addison Wesley, 1999 (traduction française chez Eyrolles)
- P. ROQUES, F. VALLEE. UML2 par la pratique, Eyrolles. 2009 (7e éd.)

PROJET TRAITEMENT DE DONNÉES

Data mining project

UE1-08 – Matière 1AINF07 – Semestre 2

<i>Enseignant</i>	: Johann FAOUZI
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 2,5
<i>Répartition des enseignements</i>	: 1h de cours, 12h de projet
<i>Langue d'enseignement</i>	: Français
<i>Logiciels</i>	: Python, Git
<i>Documents pédagogiques</i>	: Diapositives en cours
<i>Prérequis</i>	: Introduction à la programmation orientée objet et documentation de code

Modalités d'évaluation :

Les livrables de cet atelier seront restitués sous la forme d'un rapport, d'un démonstrateur et d'une soutenance.

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

- Mettre en pratique sur un cas concret tous les aspects de l'enseignement d'introduction à la programmation orientée objet et à la documentation de code.
- Réaliser un logiciel de traitement de données et sa documentation au sein d'une petite équipe de 3-4 étudiants.
- Le cycle de vie de cet atelier suivra celui d'un développement logiciel classique, à savoir la modélisation des objectifs de l'application via UML, son implémentation en Python et la présentation de son usage.

Principales notions abordées :

Développement logiciel

Références bibliographiques :

Hugues Bersini. La programmation orientée objet: Cours et exercices en UML2, Python, PHP, C ...BOOCH, RUMBAUGH, JACOBSON. The Unified Modeling Language User Guide, Addison-Wesley, 2005 (2nd ed.) (traduction française chez Eyrolles), The Unified Software Development Process, Addison Wesley, 1999 (traduction française chez Eyrolles)

P. ROQUES, F. VALLEE. UML2 par la pratique, Eyrolles. 2009 (7e éd.)

Karlijn Willems. Jupyter Notebook Tutorial: The Definitive Guide.

<https://www.datacamp.com/community/tutorials/tutorial-jupyter-notebook#gs.lyG0nkw...>

UE 1-09 : MODELISATION ECONOMIQUE 2

<i>Correspondant de l'UE</i>	: Samuel DANTHINE
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 5
<i>Nombre d'heures d'enseignement</i>	: 39h

Finalité de l'UE :

Cette UE vise à renforcer les compétences en modélisation macroéconomique (notamment de croissance et donc de long terme) et à mettre en pratique la modélisation empirique sur des données économiques. Les données économiques résultent des comportements des agents : ménages, entreprises, gouvernements, et banques centrales, comportements qui se modifient au cours du temps. L'utilisation de ces données sur le long terme et la modélisation afférente doit tenir compte de ces caractéristiques. Les méthodes présentées pour étudier ces caractéristiques sont directement mobilisables pour des métiers de chargés d'études statistiques ou économiques. La mobilisation des compétences acquises en modélisation économique est effectuée à travers la réalisation d'un projet d'économie descriptive, qui vise à étudier une question économique contemporaine en s'appuyant sur une revue de littérature, et en menant une démarche scientifique avec une présentation claire et rigoureuse en lien avec la théorie économique.

Structuration de l'UE :

Le cours de macroéconomie étudie les phénomènes de cycle et de croissance qui ont vu certains pays se développer plus rapidement et plus fortement que d'autres suite à différents types de phénomènes (guerres, évolutions technologiques, transformation structurelle). Le projet économique vise à mettre en application les outils mobilisés dans l'UE 4 et 9 en analysant une question économique (micro ou macro) et en visant à y répondre.

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

- L'aptitude à mobiliser les ressources d'un (ou de plusieurs) champ scientifique et technique spécifique, l'UE étant à l'interaction de plusieurs champs scientifiques ;
- La capacité à prendre en compte les enjeux et les besoins de la société, l'UE traitant de problèmes sociétaux contemporains ;
- Aptitude à étudier et résoudre des problèmes complexes qui se modifient au cours du temps et au cours des cycles économiques en mobilisant des connaissances scientifiques à dominante mathématique, statistique et économique.
- Aptitude à mener une démarche scientifique en définissant une problématique à partir d'un sujet économique et d'une recherche bibliographique et à valoriser cette étude à travers un mémoire.

Les prérequis de l'UE :

Le cours de macroéconomie s'appuie sur le cours de questions macroéconomiques contemporaines de 1ère année.

ÉCONOMIE DE LA CROISSANCE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE

Economics of Growth and sustainable development

UE 1 -09 MES – Matière 1AECO06 – Semestre 2

<i>Enseignant</i>	: Christophe Hachon
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 3
<i>Répartition des enseignements</i>	: 27h dont 18h de cours, 9h de TD
<i>Langue d'enseignement</i>	: Français
<i>Logiciels</i>	: Aucun
<i>Documents pédagogiques</i>	: Support de cours en ppt + brochures de TDs
<i>Prérequis</i>	: Les bases de la macroéconomie et des agrégats macroéconomiques

Modalités d'évaluation :

Examen final de 2h sous la forme d'exercices, sans documents

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

- Comprendre les modèles de croissance
- Résoudre des modèles dynamiques
- Comprendre l'interaction entre croissance, environnement et développement durable

Principales notions abordées :

Croissance, convergence, externalités, biens publics, optimisation, diagramme des phases, sentier de croissance équilibré, croissance endogène, croissance exogène, croissance et environnement

Références bibliographiques :

- D. Acemoglu, Introduction to modern economic growth, Princeton university press.***
 J.O. Hairault (sous la direction de), Analyse macroéconomique, La découverte.***
 P. Aghion et P. Howitt, Théorie de la croissance endogène, Dunod.**
 R.J. Barro et X. Sala-i-Martin, Economic growth, The MIT Press.**
 O. Galor, Unified Growth Theory, Princeton University Press.
 C.I. Jones, Théorie de la croissance endogène, De Boeck.***
 A. Maddison, L'économie mondiale : une perspective millénaire, OCDE.

PROJET D'ECONOMIE

Project in Economics

UE 1 -09 MES – Matière 1AECO07 – Semestre 2

<i>Enseignant</i>	: A déterminer
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 2
<i>Répartition des enseignements</i>	: 12h de projet (3 heures de cours et 9 heures de plages horaires)
<i>Langue d'enseignement</i>	: Français
<i>Logiciels</i>	: Aucun
<i>Documents pédagogiques</i>	: Définis par les encadrants
<i>Prérequis</i>	: Cours de modélisation économique du semestre 1

Modalités d'évaluation :

Les étudiants, répartis par groupe de trois, rédigent un rapport d'environ 15 pages sur un sujet d'économie contemporaine, à partir d'un ou plusieurs articles et en s'appuyant sur leurs connaissances en modélisation économique. L'évaluation porte sur la qualité du rapport écrit (caractère pédagogique et rigueur scientifique de la présentation, richesse et pertinence des commentaires).

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

- Définir une problématique à partir d'un sujet économique et d'une recherche bibliographique
- Identifier les notions économiques principales permettant d'appréhender la problématique
- Analyser et synthétiser des documents relatifs au sujet
- Lier une problématique économique avec des éléments de théorie économique
- Répondre à la problématique via une démarche scientifique et un mémoire écrit bien structuré

Principales notions abordées :

L'objectif est d'utiliser les notions acquises dans les cours de modélisation économique pour étudier une question économique contemporaine. Plusieurs sujets seront proposés et encadrés par un animateur que les étudiants (par groupe de 3) doivent rencontrer trois fois avant la remise des mémoires. Les étudiants devront effectuer une recherche bibliographique, une revue de littérature, et conduire une démarche scientifique avec une présentation claire et rigoureuse en lien avec la théorie économique. Des analyses quantitatives à partir de données économiques pourront être menées si le sujet s'y prête. Les consignes et attendus de chaque projet seront précisés par les encadrants.

Références bibliographiques :

Sujets distribués au cours de la première rencontre avec l'intervenant.

UE 1-10 : METHODOLOGIE ET PRATIQUE DE LA STATISTIQUE EXPLORATOIRE

<i>Correspondant de l'UE</i>	: Laurent TARDIF
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 5
<i>Nombre d'heures d'enseignement</i>	: 27,5h

Finalité de l'UE :

Cette unité d'enseignement est organisée autour de la réalisation du projet statistique de première année.

Le projet statistique est une première expérience, dans le cadre des études à l'ENSAI, du futur métier de statisticien ou de chargé d'études statistiques, qu'il soit exercé à l'INSEE ou en entreprise.

Les étudiants répartis en groupes de trois doivent produire une étude scientifique en utilisant une base de données mise à leur disposition. Le projet se déroule d'octobre à avril.

L'objectif de l'UE est de proposer aux étudiants un travail permettant : d'acquérir une démarche scientifique, d'apprendre à faire des choix parmi différents outils de la statistique descriptive pour répondre à une problématique, d'utiliser les logiciels (SAS, R) à bon escient, d'apprendre à travailler en groupe et à communiquer des résultats, tant à l'écrit qu'à l'oral.

Structuration de l'UE :

Ce projet de statistique de première année est l'occasion d'intégrer et d'appliquer les connaissances acquises dans plusieurs enseignements de l'année en particulier la statistique descriptive (UE du premier semestre) et la statistique exploratoire multivariée (UE du second semestre).

Il permet d'intégrer également les apprentissages en techniques rédactionnelles et en bureautique (notamment le traitement de texte scientifique LaTeX).

Enfin, les étudiants bénéficient d'un accompagnement de coachs pour travailler les compétences du travail d'équipe, de la gestion du temps et de la communication orale, et de tuteurs académiques pour le suivi de la démarche d'étude et de la mise en œuvre des méthodes statistiques.

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

- Compétences générales de l'ingénieur :

- la connaissance et la compréhension d'un large champ de sciences fondamentales et la capacité d'analyse et de synthèse qui leur est associée
- la capacité à trouver l'information pertinente, à l'évaluer et à l'exploiter : « compétence informationnelle »
- la capacité à se connaître, à s'autoévaluer, à gérer ses compétences (notamment dans une perspective de formation tout au long de la vie), à opérer ses choix professionnels
- Compétences spécifiques de l'ingénieur ENSAI :
- Compétences transversales techniques et relationnelles permettant de piloter un projet dans le champ d'action d'un ingénieur statisticien : il a la capacité à mener des projets d'organisation et à en assurer la maîtrise d'ouvrage, à s'intégrer et évoluer dans une équipe dans un contexte international et maîtrise les outils de gestion, de planification, d'évaluation.
- Capacité de valoriser les ressources informationnelles pour contribuer à atteindre les objectifs de l'organisation qui l'emploie i.e. être en mesure de mettre en forme les résultats, les interpréter et leur donner du sens, les communiquer à l'oral comme à l'écrit auprès d'acteurs spécialistes ou non

Les prérequis de l'UE :

Statistique descriptive, statistique exploratoire multivariée, logiciel statistique SAS et R.

ACCOMPAGNEMENT ET GESTION DE PROJET

Project management

UE1 10 MES– Matière 1ASTA14 – Semestre 1 et 2

<i>Enseignant</i>	: Laurent TARDIF
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 4,5
<i>Répartition des enseignements</i>	: 21,5h dont 18h de projet et 3,5h de TD
<i>Langue d'enseignement</i>	: Français
<i>Logiciels</i>	: SAS et R
<i>Documents pédagogiques</i>	: /
<i>Prérequis</i>	: Statistique descriptive et statistique exploratoire multivariée

Modalités d'évaluation :

- le rapport du projet statistique et la soutenance de ce rapport sont évalués par un jury en fin d'année scolaire
- la ponctualité et la qualité des livrables aux tuteurs
- une note d'organisation du projet et une note sur une compétence transversale travaillée et l'évaluation de l'accompagnement de coaching.

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

Les étudiants répartis en groupes doivent produire en mode projet un rapport d'études en utilisant les méthodes et outils de la statistique exploratoire à partir d'une base de données mise à leur disposition. Le projet se déroule d'octobre à mai.

Les étudiants bénéficient d'un accompagnement de tuteurs académiques pour le suivi de la démarche d'étude et de la mise en œuvre des méthodes statistiques et de coachs pour travailler les compétences de gestion de projet, du travail en équipe et de la communication orale.

Le projet demande un investissement autonome des étudiants important : les demi-journées durant lesquelles les séances de tutorat ou de coaching sont planifiées sont dédiées à la réalisation du projet statistique. 11 demi-journées non accompagnées sont ainsi programmées au planning. Un temps de travail personnel non programmé d'environ 60 heures est à organiser pour finaliser les travaux du projet.

Les principaux attendus en termes d'acquis d'apprentissage sont :

- la démarche d'étude statistique
- La mise en œuvre pertinente des outils de la statistique exploratoire
- la valorisation des travaux et leur communication orale et écrite
- la gestion de projet, le travail en mode projet
- la relation humaine dans le cadre du travail en équipe : s'intégrer et valoriser ses compétences dans le cadre d'un travail d'équipe

Principales notions abordées :

- La méthode scientifique
- Outils et méthode de la gestion de projets,
- Principes de la communication,
- Team-building

TECHNIQUES REDACTIONNELLES

Written communication

UE1-10 MES – Matière 1AHUM03 – Semestre 2

<i>Enseignant</i>	: Divers intervenants
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 0,5
<i>Répartition des enseignements</i>	: 6h de TD
<i>Langue d'enseignement</i>	: Français
<i>Logiciels</i>	: Aucun
<i>Documents pédagogiques</i>	: Aucun
<i>Prérequis</i>	: Statistique descriptive et statistique exploratoire multivariée

Modalités d'évaluation :

Note de synthèse

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

- L'objectif de cet enseignement est de former les étudiants aux techniques rédactionnelles, c'est-à-dire à l'ensemble des règles permettant de produire et de structurer un document écrit scientifique, d'améliorer la lisibilité d'un texte et sa compréhension par un lecteur.
- La communication écrite est une compétence transversale pour les étudiants data-scientists. Outre l'importance de pouvoir communiquer et d'expliquer ses résultats c'est-à-dire de produire des commentaires sur les statistiques (indicateurs, tableaux, graphiques...) et les méthodes utilisées de façon compréhensible, le travail de l'écrit permet de clarifier et ordonner ses idées, d'approfondir les analyses et la production de sens.

Principales notions abordées :

- Le rapport scientifique ou l'étude
- Commenter des résultats et des présenter des méthodes
- Les lois de proximité
- La structure d'un texte : pyramide inversée, message essentiel, angle...
- Les règles de lisibilité : adopter un style actif, construire des phrases courtes, éviter les enchâssements et la logique instrumentale...
- L'habillage : titres, inters et chapô
- Les illustrations : tableaux et graphiques.

Le 1er TP est une mise en application de ces techniques sur des exemples issus de publications et/ou travaux statistiques. Les 2e et 3e TP ont pour finalité de travailler le rapport que chaque groupe doit rédiger dans le cadre de l'enseignement «Projet statistique ».

Références bibliographiques :

Elles seront données en cours. On pourra consulter les épisodes de la série « Savoir compter, savoir conter » publiés dans le Courrier des statistiques, ainsi que le Document de travail INSEE « savoir compter, savoir coder ».

UE 1-11 : HUMANITÉS

<i>Correspondant de l'UE</i>	: Emily BURMEISTERd
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 3
<i>Nombre d'heures d'enseignement</i>	: 48h

Finalité de l'UE :

À la fin de cette UE, notamment grâce aux enseignements des langues, les étudiants seront capables de mettre en œuvre les compétences linguistiques et culturelles qui facilitent la suivie des cours scientifiques dispensés en anglais ou d'autres langues, le travail dans un environnement professionnel international et la compréhension des normes culturelles dans les pays étrangers. À travers les cours d'ouverture, les étudiants acquerront les connaissances dans des disciplines autres que la statistique, l'économie et l'informatique. Cette UE vise également le développement des compétences transversales (Soft Skills) qui aideront les étudiants à réussir les projets académiques de leur formation, à intégrer le marché du travail et à devenir les citoyens éclairés.

Structuration de l'UE :

L'UE Humanités en 1ère année se compose de deux matières obligatoires : l'anglais et les cours libres optionnels. Les cours libres optionnelles sont constitués de deux types d'options : les langues optionnelles et les cours d'ouverture.

Anglais et langues optionnelles

En anglais les étudiants travaillent toutes les compétences linguistiques pour atteindre le niveau B2 du CECR et progresser vers un niveau C1. Pour les langues optionnelles (l'allemand, le chinois, l'espagnol, l'italien, le japonais et le russe), les étudiants travaillent toutes les compétences linguistiques afin de progresser selon leur niveau de départ. Lors des cours de langues, les étudiants développent également les connaissances interculturelles et les compétences transversales (soft skills), notamment dans les domaines de l'ouverture au monde, à la vie sociale et civique.

Les cours d'ouverture

Cette option vise à développer chez les étudiants une culture générale dans un domaine scientifique ou des sciences sociales et humaines non couvert dans les autres UE à l'ENSAI (communication interculturelle, développement durable, géopolitique, histoire de l'art, l'initiation à l'entrepreneuriat, philosophie, psychologie, physique...), à effectuer des travaux d'initiation dans un domaine artistique (cinéma, dessin, musique, peinture, théâtre...) ou à valoriser l'engagement citoyen des étudiants (participation à des activités associatives, à des projets avec des intervenants non statisticiens...). Les étudiants développent ainsi les connaissances et des compétences transversales dans la matière suivie à travers les dispositifs pédagogiques proposés : projets et réalisation artistique...

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

- maîtriser une ou plusieurs langues étrangères
- 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 contexte international et/ou pluriculturel
- savoir identifier les informations pertinentes, à les évaluer et à les exploiter.

Les prérequis de l'UE :

Pour les langues : test de positionnement

ANGLAIS

English

UE 1 -05 MES – Matière 1AHUM02 – Semestre 2

<i>Enseignant</i>	: Charles BOSTON, Emily BURMEISTER (ENSAI), Rosie DUTTON, Juliet LANGFORD, Mary MILONNET, Mike RANDALL, ... (Anglais renforcé : Richard POINTER, Mike RANDALL, Carla SCHETTINI)
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 2
<i>Répartition des enseignements</i>	: 24h de cours TD par semestre
<i>Langue d'enseignement</i>	: Anglais
<i>Logiciels</i>	: TOEIC Mastery, VLC, Audacity, Moodle, Teams
<i>Documents pédagogiques</i>	: Fournis sur Moodle par les intervenants
<i>Prérequis</i>	: Avoir passé le test de niveau

Modalités d'évaluation :

La note finale prendra en compte un TOEIC blanc à la fin du semestre (30%), la note moyenne des contrôles continus (40%) et la participation (30%). La note de contrôle continu est composée d'au moins 4 évaluations (interrogations et travaux divers en cours ou à la maison) définis par les enseignants.

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

- Comprendre le contenu essentiel de sujets concrets ou abstraits dans un texte ou dialogue complexe ;
- Communiquer avec un degré de spontanéité et d'aisance tel qu'une conversation avec un locuteur natif ne comportant de tension ni pour l'un ni pour l'autre ;
- Posséder une gamme assez étendue de langue pour pouvoir faire des descriptions claires, exprimer son point de vue et développer une argumentation sans chercher ses mots de manière évidente ;
- Montrer un degré assez élevé de contrôle grammatical. Ne faire pas de fautes conduisant à des malentendus et peut le plus souvent les corriger lui/elle-même ;
- S'exprimer de façon claire et détaillée sur une grande gamme de sujets, émettre un avis sur un sujet d'actualité et exposer les avantages et les inconvénients de différentes possibilités ;
- Parler relativement longtemps avec un débit assez régulier ; bien qu'il /elle puisse hésiter en cherchant structures ou expressions, l'on remarque peu de longues pauses ;
- Prendre l'initiative de la parole et son tour quand il convient et peut clore une conversation quand il le faut, encore qu'éventuellement sans élégance ;
- Faciliter la poursuite d'une discussion sur un terrain familier en confirmant sa compréhension, en sollicitant les autres, etc. ;
- Utiliser un nombre limité d'articulateurs pour lier ses phrases en un discours clair et cohérent bien qu'il puisse y avoir quelques "sauts" dans une longue intervention.

Principales notions abordées :

Pour les étudiants qui n'ont pas le niveau B2, les cours se concentrent en partie sur la préparation au TOEIC et au développement des compétences pour atteindre le niveau B2. Les plus faibles suivent un enseignement supplémentaire d'**Anglais renforcé**, sous la forme de cours où plusieurs thèmes sont abordés. Les étudiants du niveau B2 suivront deux cours thématiques par semestre. Ces thèmes varient tous les ans, voici quelques exemples proposés par le passé : *Current Affairs in the EU, English through Art, Storytelling: The Hero and Mythology, Technology through History, The Swinging 60s, Trends in Technology, UK Culture*. Pour ces derniers, la préparation au TOEIC se fait en autonomie avec le logiciel que l'École propose en réseau « TOEIC Mastery » et pendant les TOEIC blancs. Le TOEIC définitif est proposé en fin d'année pour ceux qui souhaitent le passer dès la première année.

Pour tous les étudiants en première année, une présentation et des ateliers sont organisés pour la rédaction et le perfectionnement d'un CV et d'une lettre de motivation en anglais, afin d'aider les étudiants à développer leurs compétences professionnelles en anglais pour réaliser leur projet de période obligatoire à l'étranger, pour chercher un stage ou pour chercher un emploi. Cette formation sera sous forme de CM pour apprendre les techniques de rédaction dans un premier temps, et ensuite sous forme de travail en autonomie avec un retour individualisé.

Références bibliographiques :

- Azar, B. S., & Hagen, S. A. (2009). Understanding and using English grammar. White Plains, NY: Pearson Longman.
- Council of Europe, Common European Framework of Reference for Languages <https://www.coe.int/en/web/common-european-framework-reference-languages/home>
- Loughed, Lin, Building Skills for the New TOEIC Test (2nd ed.), Pearson Education, 2009.
- Merriam-Webster's Online Dictionary Springfield, Mass. : Merriam-Webster, Inc. (2020) <https://www.merriam-webster.com/>
- Oxford Advanced Learners Dictionary, 10th Edition, Oxford: Oxford University Press, 2020. <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/>
- Talcott C., Tullis G., Target Score (2nd ed.), Cambridge: Cambridge University Press, 2008.
- Trew, Grant, Tactics for TOEIC, Oxford: Oxford University Press, 2007.

COURS D'OUVERTURE

General culture courses

UE 1 -05 MES – Matière 1ATAOUV – Semestre 2

<i>Enseignant</i>	: Divers intervenants
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 1
<i>Répartition des enseignements</i>	: 24h de cours par semestre
<i>Langue d'enseignement</i>	: Français ou Anglais
<i>Logiciels</i>	: pour le cours de Cinéma (VideoPad Video Editor) et Physique (AviMeca, SalsaJ et Regressi)
<i>Documents pédagogiques</i>	: fournis sur Moodle par les intervenants
<i>Prérequis</i>	: des conditions d'inscription à respecter selon le cours d'ouverture, précisé dans le « Programme des enseignements : Cours libres optionnels. »

Modalités d'évaluation :

2 contrôles continus dont les modalités de l'évaluation (quizz, devoir maison, mini-projet, ...) sont déterminées par l'enseignant selon la matière.

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

Chaque cours d'ouverture a des acquis d'apprentissage spécifique qui sont définis dans le « Programme des enseignements : Cours libres optionnels ».

De manière générale, à l'issue d'un cours d'ouverture, l'étudiant aura :

- Objectif 1 : Approfondi les connaissances dans la matière suivie
- Objectif 2 : Développé des compétences transversales dans les domaines variés

Principales notions abordées :

Différents cours d'ouverture sont proposés par l'école. Les cours ouverts en 2021/2022, leur contenu et leurs modalités de contrôle des connaissances sont décrites dans le « Programme des enseignements : Cours libres optionnels » disponible sur le site web de l'ENSAI.

L'objectif global est d'encourager les étudiants à s'ouvrir à d'autres disciplines tout en développant les compétences transversales (*soft skills*) dans les domaines tels que les relations humaines et le travail en équipe, la connaissance de soi, la créativité et le sens de l'innovation, la curiosité intellectuelle et l'ouverture au monde et à la vie civique et sociale. Au second semestre, le cours de physique doit obligatoirement être suivi (en première ou deuxième année) par les étudiants ingénieurs des filières Économiques et STID.

Pour les cours visant à développer une culture générale dans un domaine scientifique ou des sciences sociales non couverts à l'ENSAI (Communication interculturelle, Développement durable, Géopolitiques, Histoire de l'art, Initiation à l'entrepreneuriat, Média, Philosophie, Physique Psychologie) : les étudiants analysent et interprètent des disciplines majeures (de la pensée, de la culture, de l'expression et/ou de la science). Ils évaluent comment les idées influencent le caractère de la pensée humaine, la perception de la réalité et les normes qui gouvernent le comportement. Ils construisent un point de vue qui intègre les facteurs qui influencent l'activité humaine (artistique, historiques et/ou scientifiques). Ils apprennent à s'exprimer de façon critique en examinant des sources variées qui mettent au défi les idées reçues.

Pour les cours dans un domaine artistique (Cinéma, Dessin, Musique, Peinture et Théâtre) : les étudiants apprennent à analyser, à apprécier et à interpréter des œuvres artistiques (picturales, musicales et théâtrales) leur permettant d'observer d'un œil critique. Ils participent activement à la création artistique dans le cadre d'un projet commun (représentations musicales et théâtrales, expositions de travaux artistiques).

Évaluation des acquis d'apprentissage :

La mobilisation des connaissances et des compétences seront évaluées à travers au moins 2 contrôles continus dont les modalités sont indiquées par l'enseignant dans le « Programme des enseignements : Cours libres optionnels ».

Références bibliographiques :

Divers ressources fournis selon les sujets traités par les enseignants qui fournissent un syllabus détaillé avec les contenus, objectifs et ressources spécifiques à leurs cours.

Pour tout complément d'information, chaque étudiant peut consulter le « Programme des enseignements : Cours libres optionnels », disponibles sur le site de l'école.

LANGUES OPTIONNELLES

Optional Languages

UE 1 -05 MES – Matière 1ATAOUV – Semestre 2

Enseignant : Divers intervenants

Nombre d'ECTS : 1

Répartition des enseignements : 24h de cours par semestre

Langue d'enseignement : La langue ciblée – allemand, espagnol, chinois, italien, japonais, russe

Logiciels : Aucun

Documents pédagogiques : Fournis sur Moodle par les intervenants

Prérequis : Avoir passé le test de niveau si non-débutant

Modalités d'évaluation :

4 contrôles continus dont les modalités de l'évaluation (quizz, devoir maison, mini-projet, ...) sont déterminées par les enseignants.

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

De manière générale, à l'issue d'un cours de langue optionnelle, l'étudiant aura :

- Objectif 1 : Progressé dans les quatre compétences langagières - l'expression écrite et orale et la compréhension écrite et orale
- Objectif 2 : Développé des compétences transversales dans les domaines tels que l'ouverture au monde, à la vie sociétal et civique

Principales notions abordées :

Les étudiants travailleront toutes les compétences linguistiques dans une approche communicative. Les étudiants apprennent à décrire et analyser les contextes culturels spécifiques aux peuples qui parlent la langue étudiée. Ils prennent du recul sur leurs propres cultures en s'ouvrant vers celles étudiées en cours pour développer les compétences transversales (*soft skills*) notamment dans les domaines de l'ouverture au monde, à la vie sociale et civique et la connaissance de soi.

Le contenu varie selon le niveau et la langue des cours : de débutants pour apprendre les bases aux cours thématiques pour les étudiants plus avancés. Les 6 langues optionnelles proposées visent les compétences langagières de communication.

- Allemand
- Chinois
- Espagnol
- Italien
- Japonais
- Russe

Références bibliographiques :

Cadre européen commun de référence pour les langues : apprendre, enseigner, évaluer (CECR)

<https://www.coe.int/fr/web/common-european-framework-reference-languages/home>

Divers ressources fournis selon les sujets traités par les enseignants qui fournissent un syllabus détaillé avec les contenus, objectifs et ressources spécifiques à leurs cours.

Pour tout complément d'information, chaque étudiant peut consulter sur le site de l'école :

- Le Programme des enseignements : Langues

PARTICIPATION AUX ACTIVITES ASSOCIATIVES

Participation in Student or Extra-Curricular Organizations

UE1-11 Bonus – Semestre 2	
<i>Enseignants</i>	: Département des Humanités (dispense) ; Direction des Études (bonus)
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 1 crédit ECTS (dispense) et/ou jusqu'à 0,5 points de bonus
<i>Volume horaire minimal</i>	: 0h
<i>Langue d'enseignement</i>	: Français
<i>Logiciels</i>	: Aucun
<i>Documents pédagogiques</i>	: Aucun
<i>Prérequis</i>	: Aucun

Modalités d'évaluation :

- La liste définitive des bénéficiaires de bonus est validée par le Directeur Adjoint des Études avant chaque jury.
- La dispense est validée par le Département des Humanités après une présentation et/ou rapport écrit.

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

La participation à des activités associatives favorise l'ouverture d'esprit, le développement des relations personnelles et l'engagement collectif. De ce point de vue, l'école souhaite l'encourager, dans la limite d'un investissement compatible avec la réussite académique de l'étudiant qui reste bien évidemment la priorité.

1) Les activités associatives liées à l'école

La participation comme dirigeant ou membre du bureau d'une association de l'école peut donner droit à des points bonus qui s'ajoutent à la moyenne du semestre concerné.

La liste précise des bénéficiaires et le niveau du bonus sont fixés par la direction des études, après concertation avec les associations concernées :

- en début d'année académique pour le semestre 1.
- en début d'année civile pour le semestre 2.

Pour bénéficier de ce bonus, les étudiants doivent avoir une activité avérée au sein de l'association pendant le semestre concerné. La liste définitive des bénéficiaires est validée par le Directeur Adjoint des études avant chaque jury.

En plus de ce dispositif, des membres des associations de l'école, dont la/ou les fonctions sont précisées en début du semestre concerné, peuvent bénéficier d'une prise en compte plus importante de leur engagement, afin de valoriser davantage l'ouverture procurée par les activités concernées (comptabilité, organisation, prospection, communication, animation...). Cette prise en compte supplémentaire consiste en la dispense d'un cours d'ouverture par semestre. Pour en bénéficier, les étudiants concernés doivent faire remonter par le Président de l'association concernée une demande au Département des Humanités, puis en fin de semestre faire une présentation ou remettre un rapport détaillant les actions réalisées - à titre personnel - pour l'association. Cette présentation et/ou rapport est noté par le Département des Humanités, qui en appréciera la forme et la richesse des actions entreprises pour l'école.

Hors cas de force majeure, si un étudiant ne remplit pas ses engagements et si son activité ne justifie pas la dispense, celle-ci est rétroactivement annulée. L'étudiant sera donc soumis au régime prévu dans le règlement de scolarité, c'est-à-dire qu'il devra donc composer sur deux cours d'ouverture (ou un cours de langue optionnelle) pour l'unité d'enseignement concernée.

2) Les autres activités associatives

La participation à des activités associatives dans un cadre hors scolaire peut aussi donner droit à des points bonus, voire à une dispense de cours d'ouverture. C'est un droit depuis la loi « Egalité et Citoyenneté » du 27 janvier 2017 et le décret n°2017-962 du 10 mai 2017 relatif à la reconnaissance des étudiants dans la vie associative, sociale ou professionnelle. C'est notamment le cas lorsque l'activité :

- traduit une compétence forte dans un domaine d'ouverture ;
- traduit un engagement dans une activité bénévole, dans une mission de service civique ou dans la réserve opérationnelle de la défense ;
- valorise l'école ;
- demande un investissement important.

Par exemple, la participation au *4L Trophy* ou au *Melting Notes Orchestra* peut entrer dans ce cadre, lorsque les dates sont compatibles avec la période d'examens ou de rattrapages de l'école.

Les étudiants souhaitant en bénéficier doivent déposer une demande argumentée aux correspondants (le Directeur Adjoint des Études pour le bonus et le Département des Humanités pour le dispense).

Bonus	SPORTS
<i>Sports</i>	
<i>Enseignant</i>	: Divers intervenants

Prise en compte dans la scolarité :

La participation à une activité sportive peut donner lieu à l'attribution d'un bonus (non cumulable) 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 étudiants 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 ENSAI. Pour y prétendre, les étudiants concernés doivent remplir les 3 conditions suivantes:

- pratiquer régulièrement une activité sportive et participer aux compétitions liées dans le but de représenter l'ENSAI ;
 - 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.

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

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

Principales notions abordées :

10 activités sportives sont proposées par l'école :

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

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

STAGE OPERATEUR INGENIEURS

Profesional intership for Insee civil servants

UE 1 - 11 MEIS – Matière 2AHUM06 – Semestre 2

<i>Enseignant</i>	: Correspondants Valérie CHRETIEN et Laurent TARDIF
<i>Nombre d'ECTS</i>	: 1 ECTS pris en compte en 2A
<i>Volume horaire de travail étudiant</i>	: Temps de rédaction du rapport estimé entre 6 et 10 heures

Modalités d'évaluation :

Le stage est évalué à partir d'un rapport écrit d'une dizaine de pages construit comme un retour d'expérience.

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

Les stages font partie intégrante du processus pédagogique et durant chacune des 3 années les étudiants réaliseront un stage dont les objectifs, la durée sont différents et qui suivent une progression pour former les étudiants à valoriser leurs compétences dans leur futur cadre professionnel.

Le stage de première année est un stage de découverte :

- découvrir le monde de l'entreprise dans sa dimension socio-organisationnelle
- S'il est effectué à l'étranger, découvrir une autre culture sociale et professionnelle ; approfondir ses connaissances d'une langue étrangère.
- Découverte de soi comme dans toute nouvelle expérience

Principales notions abordées :

- Méthodes de recherche de stage, Choix du stage
- Expériences professionnelles : relations de travail, relations humaines, management, réalisation des tâches, opinion sur le monde du travail
- Compétences comportementales : adaptation, observation, connaissance de soi

STAGE OPÉRATEUR ATTACHÉS

Professional intership for Insee civil servants

UE 1-11 – Matière 2AHUM06 – Semestre 1	
Nombre d'ECTS	: 1
Volume horaire de travail étudiant	: Minimum de 7 semaines de travail
Documents pédagogiques	: Guide du stage opérateur attachés
Prérequis	: /

Modalités d'évaluation :

Deux évaluations sont prises en compte dans la note globale de stage :

A - Maître de stage : notation sur 20 valorisant l'intégration dans l'équipe, l'autonomie, l'investissement, les compétences techniques.... La note doit refléter le travail réel effectué par le stagiaire et sa capacité à travailler dans la statistique publique.

B - Direction des études ENSAI : notation sur 20 valorisant le rapport de stage et qui vise à mesurer la capacité de l'étudiant à effectuer un bilan professionnel et personnel de son expérience.

La note finale du stage est la moyenne arithmétique de ces deux évaluations. Pour valider le stage, une note supérieure à 10 dans chaque partie est nécessaire. Pour les étudiants internes, la note finale est la moyenne de la note de stage et de la note du rapport d'expérience professionnelle.

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

- Découvrir et appréhender le service statistique public, en s'intégrant dans une équipe de travail ;
- Effectuer un bilan professionnel et personnel d'une expérience professionnelle ;
- Réaliser un travail en mettant en application les enseignements reçus en 1^{re} année (utilisation des logiciels R ou SAS, statistique descriptive univariée, bivariée, analyses factorielles et classification ...etc).

Principales notions abordées :

Les thèmes de stage peuvent être très larges, couvrant l'ensemble des métiers de la statistique publique. Les compétences scientifiques seront mobilisées, mais également les soft skills (communication, gestion de projet, travail en équipe...).

Références bibliographiques :

Références associées au cours de quantification économique

Enseignements spécifiques Aux étudiants attachés

MODULE SPÉCIFIQUE DES ATTACHÉS

Enseignant

: Divers intervenants

Modalités d'évaluation :

Soutenance

Acquis d'apprentissage (objectifs) :

L'objectif de ce module est de donner des compléments de formation aux étudiants statisticiens publics, utiles pour leur prise de poste et le suivi du master "évaluation et décision publiques".

Cette période de 2 semaines (juin) sera dédiée à 3 points :

- Une formation obligatoire au premier secours (PSC1, 1 journée);
- Des séminaires d'1h30 à 3h présentant des méthodes innovantes en statistique publique et les meilleurs mémoires de master "évaluation et décision publiques";
- La réalisation d'un projet professionnel en autonomie (par groupe de 5 ou 6 étudiants) sur des thèmes en production statistique, méthodologie, études économiques ou informatique.

Pour ces projets, il est demandé de répondre à une commande, après un échange avec la personne proposant le sujet. Le travail est ensuite effectué en autonomie, sans encadrement spécifique.

Une soutenance est effectuée le dernier jour devant l'ensemble des étudiants et personnels impliqués.

Il n'y a pas de note associée à ces travaux mais des ECTS sont attribués.

La présence et l'assiduité sont donc obligatoires. La validation de ce module est une condition de titularisation.

Liste de sujets proposés en 2019 :

- Aspect géographique de l'analyse des données à la française Revue de littérature sur le multimode
- Travail méthodologique autour du multimode
- Le temps de travail dans la fonction publique territoriale (revue de littérature et analyse méthodologique)
- Appariement déterministe d'une enquête et d'un fichier fiscal Serious Game (gestion du temps et de projet)
- rammaire appliquée de la datavisualisation
- Maquette technique du nouveau intranet de l'Insee