

## **Parcours Ingénierie de la Donnée et de l'Intelligence Artificielle (voie apprentissage)**

Ce document décrit le programme prévisionnel de formation pour 2024-2025 en s'appuyant sur le programme 2023-2024 tel que transmis à la Commission du Titre d'Ingénieur fin 2023.

L'accréditation de Polytech Nantes à délivrer le diplôme d'ingénieur a été obtenue de la part de la Commission du Titre d'Ingénieur en février 2024, à nouveau pour la durée maximum et conformément au programme ci-joint.

Le programme est susceptible d'évolutions annuelles mineures, en application des processus d'amélioration continue conformes aux politiques de la Commission du Titre d'Ingénieur, sur la base des observations faites chaque année (feedback des élèves, indications du monde socio-économique de la spécialité, organisation interne à l'école).

Le programme inclut aussi, non décrits dans le document, un certain nombre d'ateliers relatifs à l'interaction des apprentis avec l'entreprise (accueil et présentation de la formation, présentation et animation du projet de fin d'études), dans l'esprit d'un suivi régulier des élèves en entreprise par une équipe tutorale où sont représentés l'entreprise, le CFA et l'école. L'information sur ces modalités d'échange sera précisée à la rentrée aux tuteurs entreprise puis avant chaque échéance.

Polytech Nantes

Cursus spécialité ingénieur informatique

syllabus du parcours Ingénierie de la Donnée et de l'Intelligence  
Artificielle (voie de l'apprentissage)

2023-2024

Volume de formation (heures maquette):

- Semestre 5 : 330h
- Semestre 6 : 287h
- Semestre 7 : 286h
- Semestre 8 : 282h
- Semestre 9 : 299h
- Semestre 10: 67h

Total : 1530h

## SEMESTRE 5

Le semestre 5, premier semestre du cycle ingénieur, vise :

- à fournir les bases scientifiques et techniques des 4 domaines classiques de l'informatique : langage, données, algorithmes, machine. L'intention est de fournir une culture assez large de l'informatique, avant une spécialisation progressive au fil des semestres suivants, et de faire réaliser que l'ingénieur informatique, même s'il est spécialisé en "données" doit appréhender un paysage assez large allant la modélisation mathématique de phénomènes aux infrastructures sur lesquelles les mises en oeuvres informatiques opèrent. Le semestre a peu de pré-requis informatique ou mathématique, permettant les intégration à la fois de publics scientifiques généralistes et de profils plus techniques informatiques, mais le rythme de progression est ambitieux.
- à initier un bagage sur la compréhension du monde socio-économique, de l'entreprise en tant qu'organisation, du rôle de l'ingénieur, à l'interculturalité et à progresser en anglais. Pour une partie des activités, le terrain d'apprentissage de l'entreprise d'accueil est exploité comme milieu d'observation.

### UE Programmation et algorithmes (6 ECTS)

L'UE **Programmation et algorithmes** aborde les principes et outils de la programmation logicielle, à la fois du point de vue de la construction de programmes pour la résolution de problèmes, puis par le prisme des méthodes et outils indispensables à l'appropriation des bonnes pratiques en matière de développement logiciel.

- **Algorithmes et structures de données** offre le cadre théorique et pratique de la programmation informatique. Il y est question des mécanismes algorithmiques de résolution de problèmes et d'analyse d'algorithmes. L'enjeu consiste à produire du code informatique efficace pour modéliser et résoudre une large gamme de problèmes. Le langage support de cet apprentissage est Python. Une part importante de l'enseignement est dévolue à l'adoption de bonnes pratiques de la programmation.

CM-TD	TP	Projet	Examen
18.5	20		1.5

Responsable : C. Marinica

Poids dans l'UE : 44%

Evaluation : devoir surveillé (50%), rendus de TP (50%)

- Prolongeant les premiers enseignements en algorithmique et python, **Introduction au développement logiciel** présente et justifie des premières méthodes organisationnelles et technologiques pour le développement logiciel. Cette matière vise des compétences complémentaires relatives à la qualité du processus de programmation, en cadre collaboratif, et à la qualité du code produit. Ayant exposé les raisons et principes du génie logiciel, une initiation théorique et pratique est fournie, qui couvre la gestion de version (git), le test unitaire, l'intégration continue et l'analyse statique de code.

CM	TD	TP	Projet	Examen
5.5		7		1.5

## Parcours Ingénierie de la Donnée et de l'Intelligence Artificielle (voie apprentissage)

Responsable : F. Picarougne

Poids dans l'UE : 22%

Evaluation : devoir surveillé (100%)

- Le **projet de développement logiciel** offre un cadre pratique pour s'exercer à la résolution de problèmes complexes (scénario d'optimisation combinatoire à traiter par des heuristiques spécifiques au scénario) par la construction de programmes informatiques en Python. Le problème comporte une sensibilisation à la recherche de solutions de complexité acceptables en pratique. Ce travail de groupe (mise en pratique systématique de git) est réalisé dans le cadre d'un concours de programmation de type Google Hashcode.

CM	TD	TP	Projet	Soutenance
1.5		7.5	39.5	1.5

Responsable : O. Aubert

Poids dans l'UE : 33%

Evaluation : évaluation du rendu (code, doc) et suivi (70%) et restitution orale (30%)

### UE Informatique fondamentale (6 ECTS)

L'UE **Informatique fondamentale** introduit les fondements théoriques classiques pour la modélisation et la résolution de problèmes complexes en machine.

- Théorie des graphes** présente les représentations mathématiques des graphes et étudie leurs nombreuses propriétés. Le cours aborde ensuite les principes de la modélisation de problèmes réels sous la forme de graphes, pour enfin développer quelques algorithmes fondamentaux sur les graphes (recherche du plus court chemin, arbre couvrant, etc.).

CM-TD	TP	Projet	Examen
15.5	3		1.5

Responsable : P. Kuntz

Poids dans l'UE : 33%

Evaluation : devoir surveillé (50%) et carnet de travail personnel (50%)

- Logique mathématique** commence par rappeler les principes de la théorie des ensembles et celle des ordres, pour ensuite introduire le cœur de cet élément constitutif, les logiques classiques : logique des propositions et logique des prédicats. Les compétences d'apparence un peu formelle en logique permettent ensuite une compréhension des mécanismes performants de modélisation et d'interrogation des structures et bases de données. Elles sont également utiles pour voir la tâche de programmation à un niveau d'abstraction élevé : la spécification, la vérification, les langages. Enfin, la logique est une des facettes de l'IA (encodage des connaissances, raisonnement, explicabilité).

CM-TD	TP	Projet	Examen
18.5			1.5

Responsable : H. Le Capitaine

Poids dans l'UE : 33%

Evaluation : devoir surveillé (100%)

## Parcours Ingénierie de la Donnée et de l'Intelligence Artificielle (voie apprentissage)

- **Automates et probabilités** introduit d'abord la théorie des langages et les grammaires formelles comme clé de compréhension de la programmation. L'étude des langages réguliers offre en outre des outils précieux pour l'analyse d'algorithmes et la preuve de programmes. C'est également le lieu de la présentation d'une construction puissante, les expressions régulières. Les automates finis, contre-partie pratique des langages réguliers, constituent un outil de premier choix dans d'innombrables champs d'application (conception de programmes informatiques et de protocoles de communication, linguistique, biologie, intelligence artificielle, etc.). Dans un second temps, on s'intéresse à la modélisation et au raisonnement pour les situations incertaines, grâce aux concepts de base de la théorie des probabilités. Ils apportent des fondements essentiels aux statistiques, l'analyse de données et la décision optimale dans l'incertain. Les probabilités peuvent aussi être considérées comme une extension de la logique dans l'incertain.

CM-TD	TP	Projet	Examen
19			1

Responsable : L. Ait-Oubelli, M. Gelgon

Poids dans l'UE : 33%

Evaluation : devoir surveillé (30%), exercices sur notebook (70%)

### UE Architectures et systèmes informatiques (6 ECTS)

L'UE **Architectures et systèmes informatiques** introduit les éléments techniques fondamentaux pour appréhender les architectures informatiques, d'un point de vue système d'exploitation, de communication en réseau et de stockage des données.

- **Initiation aux systèmes distribués** introduit les notions fondamentales sur les environnements informatiques composés de multiples machines communicantes. Ces systèmes permettent non seulement d'échanger des informations, mais aussi d'offrir des services (stockage, calcul) tels une machine abstraite unique, performante et souple d'usage (par ex. de type cloud), dont par exemple les applications intensifs en données ont besoin. Toutefois, la communication et la collaboration entre les machines soulèvent de nombreux problèmes étudiés dans les disciplines des réseaux et des systèmes répartis. La matière conduit un double objectif : d'un part, rendre autonomes et éclairés en pratique les élèves pour des opérations quotidiennes de tout élève connecté au réseau ; d'autre part, avoir une première compréhension des enjeux et les mécanismes impliqués dans l'exploitation des systèmes multi-machines.

CM-TD	TP	Projet	Examen
13.5			1.5

Responsable : R. Souadhi

Poids dans l'UE : 22%

Evaluation : devoir surveillé (100%)

- **Modèle relationnel** introduit le modèle mathématique et les langages d'interrogation des bases de données relationnelles, à savoir le calcul et l'algèbre relationnels, ainsi que leur contre-partie pratique, le langage SQL. En outre, sont abordées la modélisation et la normalisation de schémas relationnels à l'aide de la notion de dépendance fonctionnelle. Ainsi, la matière apporte l'essentiel pour utiliser efficacement une base de données relationnelle. La compréhension des fonctionnements internes du système est traitée dans des UE ultérieures.

## Parcours Ingénierie de la Donnée et de l'Intelligence Artificielle (voie apprentissage)

CM-TD	TP	Projet	Examen
13.5	15		1.5

Responsable : G. Raschia

Poids dans l'UE : 44%

Evaluation : devoir surveillé (50%), rendus de TP (50%)

- La matière **Systèmes Informatiques** présente principalement les systèmes d'exploitation. Ces systèmes logiciels forment le cadre dans lequel se construisent et s'exécutent les logiciels applicatifs les plus divers, dont les traitements et bases de données. En particulier, dès qu'on conçoit ou on exploite du logiciel où la souplesse d'exploitation de l'infrastructure (par ex. cloud) ou la performance (calcul, interrogation) sont des questions, une compréhension des systèmes d'exploitation est précieuse. Dans ce domaine, cette matière en vise une première compréhension théorique (architecture des machines, machine de Turing, circuits logiques) et une première maîtrise pratique (gestion de fichiers, droits, processus) permettant ensuite un travail autonome en ligne de commande sur les machines (en développement logiciel, bases de données,...)

CM	TD	TP	Projet	Examen
10.5		18		1.5

Responsable : Responsables : F. Guillet, F.Picarougne

Poids dans l'UE : 33%

Evaluation : devoir surveillé (100%)

UE Humanités (6 ECTS)

La matière **Anglais : outils linguistiques (TOIEC) et anglais professionnel** propose une montée en compétence générale en anglais, en ciblant d'une part la communication professionnelle par email et par téléphone, d'autre part en préparant explicitement aux épreuves du TOIEC.

1. Compréhension orale (dialogues & vidéos en anglais américain)
2. Compréhension écrite (extraits de presse, textes divers)
3. Communication téléphonique professionnelle (Expression orale)
4. CV & lettre de motivation (Expression écrite)

CM-TD	TP	Projet	Examen
21			1.5

Responsable : M. Morvan

Poids dans l'UE : 15%

- L'enseignement des **Sciences sociales appliquées au travail** vise à :
  - faire acquérir une démarche rationnelle de questionnement sur le travail et l'homme et une méthodologie de recueil de données adaptée à ce questionnement.
  - s'approprier les savoirs relatifs à une pratique liée au travail humain. - Faire se rejoindre "pratiques" et "théories" à partir de l'expérience professionnelle des élèves ingénieurs en apprentissage.
  - Transformer ces savoirs en savoirs-faire professionnels. Ce semestre, on s'intéressera en particulier à observer et questionner le travail et construire une problématique.

Au cours de ce semestre, on apprend à construire une problématique, observer et questionner le travail, se documenter et s'informer.

CM-TD	TP	Projet	Examen
28			

Responsable : F.Thomas

Poids dans l'UE : 50%

Evaluation : Rapport d'observation du travail, analyse organisationnelle, fiche de lecture (partagé entre semestres 5 et 6)

- **Enjeux de société et entreprises** aborde des méthodologies d'analyse via la réalisation d'une étude collective (en groupe de 4 ou 5 apprentis, sur les deux premières années) qui traite des problématiques en lien avec leur secteur d'activité. A titre d'exemple, les études peuvent porter sur la place des femmes dans le secteur informatique ou industriel, les représentations du bois sur le marché du bâtiment, le discours médiatique autour de l'« IA », du rapport « homme-machine » dans l'industrie, les croyances et les pratiques professionnelles en termes de sécurité des données numériques. En termes méthodologiques, il s'agit d'apprendre à étudier un sujet (recherche bibliographie, phase d'observation)

CM-TD	TP	Projet	Examen
4			

## Parcours Ingénierie de la Donnée et de l'Intelligence Artificielle (voie apprentissage)

Responsable : S. Guyard

Poids dans l'UE : 0%

- **Analyse de la pratique** vise à aider aux apprentis de passer d'une position «d'étudiant» à une position de «professionnel», grâce à une réflexion sur leurs modes et méthodologies d'apprentissage; une identification des pratiques efficaces; un échange entre pairs; une mise en lien des deux lieux de formation que sont l'école et l'entreprise d'accueil. On s'intéressera en particulier à l'identification des bonnes pratiques d'intégration de l'apprenti en entreprise.

CM-TD	TP	Projet	Examen
2			

Responsable : A. Breton

Poids dans l'UE : 0%

- La **préparation au projet de séjour international** vise à rendre capable de préparer et effectuer un séjour à l'étranger dans une entreprise, pour y effectuer un travail en lien avec sa formation, améliorer sa communication en langue étrangère, et élargir sa vision du travail et de la culture.
  1. Présentation du projet. Se familiariser avec l'organisation de l'année. Etablir un plan d'action.
  2. L'individu, son histoire et son appartenance. Identifier la singularité de son parcours pour mieux se situer dans son projet professionnel : construire un récit de son expérience par entretiens diachroniques. Restitution.
  3. Se projeter dans l'entreprise d'accueil. Valoriser son expérience professionnelle à travers une vidéo de présentation. Identifier son réseau et comprendre comment prospecter un stage à l'étranger.
  4. Analyser la construction d'un outil d'évaluation pour un projet de mobilité. Analyse de concepts associés à l'évaluation du travail.
  5. Analyse des représentations culturelles. Déconstruction des clichés et stéréotypes liés à des cultures. Introduction au management interculturel. codes socio-linguistiques, capital social et culturel, mythologies culturelles
  6. S'approprier d'une méthodologie de recherche dans le cadre d'un projet de mobilité. Sur quoi serai-je évalué ? Comment produire un rapport de stage numérique.
  7. Effectuer un retour d'expérience du séjour à l'international. Finaliser la préparation du dossier financier.

CM-TD	TP	Projet	Examen
8			

Responsable : A. Couté

Poids dans l'UE : 20%

- Le premier enseignement **Economie** couvre l'économie générale, macro- et micro-économique.

CM-TD	TP	Projet	Examen
18.5			1.5

Responsable : G. Thorel

Poids dans l'UE : 15%

Evaluation : devoir surveillé (100%)

- Les **Conférences industrielles** visent à élargir la culture et la curiosité des élèves quand aux types d'entreprise, secteurs d'activités, domaines de compétences, mode d'organisation du travail,

## Parcours Ingénierie de la Donnée et de l'Intelligence Artificielle (voie apprentissage)

modèles économiques, au moyen de interventions à l'école (1 par mois) faites par des entreprises pour présenter leur activité sur les axes ci-dessus.

CM	TD	TP	Projet	Examen
4.5				

Responsable : M. Gelgon  
pas d'évaluation

### UE Activité en entreprise (6 ECTS)

L'UE **Activité en entreprise** est la valorisation par des crédits ECTS, sur la base de travaux écrites produit par l'apprenti.e et du processus de suivi par l'équipe tutorale, de l'activité réalisée en entreprise. Une UE de ce type est présente à chacun des six semestres du cycle ingénieur.

Responsables : S. Guyard (ITII) et M. Gelgon

Activité à l'école (mi-semestre, une journée) : atelier réunissant les tuteurs entreprise et les apprentis pour présentation de la formation, du rôle du tuteur entreprise, des modalités de suivi du travail en entreprise et plus généralement de la pédagogie de l'alternance sur le cycle ingénieur, travail interactif autour de la grille de compétences (référentiel de diplôme) et des intentions d'activités en entreprise par apprenti.

Evaluation : voir le livret d'apprentissage pour toutes les UE en entreprise du cursus.



## SEMESTRE 6

Le semestre 6 prolonge les objectifs et la forme du semestre 5, à la fois en ce qu'il s'agit des fondamentaux et d'enseignements principalement par discipline (plutôt que mobilisant fortement plusieurs disciplines). Les enseignements d'informatique visent le couple logiciel-données, en élargissant la culture et la pratique du logiciel, en approfondissant significativement la gestion de données et en préparant l'analyse de données à la fois par la théorie et la pratique.

### UE Logiciel (6 ECTS)

L'UE **Logiciel** vise, à la suite du semestre 5, à compléter la culture et le caractère opérationnel des apprentis sur l'aspect logiciel. Elle introduit les paradigmes de développement logiciel modernes au travers de deux modèles: la programmation à objets d'une part, et les technologies liées au développement sur le web d'autre part.

- **Programmation objet en Java** vise à enrichir la connaissance et la pratique en matière de conception et développement logiciel, au moyen de la programmation orientée objet. Les procédés associés (encapsulation/modularité, sous-typage et héritage/généricité,...) permettent en effet d'améliorer la qualité du logiciel, par rapport à un langage impératif supposé préalablement connu par des étudiants. Le langage support utilisé est Java, car il est largement utilisé dans l'industrie informatique. Les questions de typage, surcharge, liaisons statique et dynamique sont étudiées.

CM-TD	TP	Projet	Examen
15	15	10	

Responsable : J. Cohen

Poids dans l'UE : 66%

Evaluation : projet (100%)

- **Technologies web** vise à fournir des bases techniques pour développer et déployer du logiciel sur le web. Pour cela, HTML, CSS et JavaScript sont étudiés (JavaScript objet-par prototype, fonctionnel, asynchronisme, défensif), puis les mécanismes de service : HTTP, websocket, serveurs NodeJS, services web et protocoles.

CM	TD	TP	Projet	Examen
10		16		

Responsable : M. Perreira Da Silva

Poids dans l'UE : 33%

Evaluation : rendus de TP (100%)

### UE Systèmes d'information (5 ECTS)

L'UE **Systèmes d'information** approfondit les procédés de modélisation à la fois pour le logiciel et les données, puis approfondit deux sujets majeurs en gestion de données (l'exécution des requêtes et les transactions), propres à la coloration spécifique à la formation.

- **Conception de systèmes d'information** introduit différents principes, outils et langages de modélisation tels que UML ou les diagrammes Entités-Associations, dont la traduction vers le modèle relationnel est très précisément étudiée. Une palette riche de diagrammes est présentée,

## Parcours Ingénierie de la Donnée et de l'Intelligence Artificielle (voie apprentissage)

pour proposer des points de vue complémentaires dans l'activité de modélisation de SI : état-transition, flux, séquences, etc.

CM-TD	TP	Projet	Examen
12.5	6		1.5

Responsable : M-P. Nachouki

Poids dans l'UE : 33%

Evaluation : Devoir surveillé (100%)

- **Traitement de requêtes** étudie l'évaluation et l'optimisation de requête, algorithmes de tri et de jointure. Indexation (structures de données) et transcription des requêtes aux bases de données en plan d'exécution algorithmique efficaces. Organisation physique et performance.

CM	TD	TP	Projet	Examen
9	7.5	3		1.5

Responsable : A. Bruckert

Poids dans l'UE : 33%

Evaluation : devoir surveillé (50%), rendus de TP (50%)

- **Systèmes transactionnels** approfondit le domaine des bases de données en s'intéressant aux transactions, c'est-à-dire à l'analyse des problèmes soulevés par l'accès potentiellement concurrents d'accès aux bases de données. Les mécanismes et solutions sont exposés en ayant recours au contrôle de concurrence, l'isolation, la sérialisabilité, les verrous.

CM	TD	TP	Projet	Examen
6	3	3		1.5

Responsable : G. Raschia

Poids dans l'UE : 33%

Evaluation : devoir surveillé (100%)

### UE Mathématiques appliquées (6 ECTS)

L'UE **Mathématiques appliquées** traite des sujets fondamentaux dans la perspective de l'analyse de données univariées puis multivariées l'année suivante, à savoir l'analyse statistique et l'algèbre linéaire. Un temps significatif est consacré à la mise en pratique logicielle et expérimentale.

- La matière **algèbre linéaire** vise à rendre les élèves capables de modéliser et manipuler un système linéaire à plusieurs variables. Via une série de problèmes (processus temporels, codes correcteurs linéaires, algorithme de Gram-Schmitt, moindres carrés multivariés,...), la matière amène à manipuler les systèmes linéaires, le calcul matriciel et ses principales opérations, les espaces vectoriels et leur extension euclidienne). La mise en pratique sur ces problèmes amène à étudier et pratiquer la manipulation informatique efficace des données et calcul en python avec Numpy.

CM-TD	TP	Projet	Examen
9	6		

## Parcours Ingénierie de la Donnée et de l'Intelligence Artificielle (voie apprentissage)

Responsable : M. Gelgon

Poids dans l'UE : 33%

Evaluation : compte-rendus de TP (33%), mini-projet (33%), devoir surveillé (33%)

- **Statistiques et probabilités** prolonge l'étude des probabilités démarrée au semestre précédent, via de nouveaux types de distributions, et l'étend vers les statistiques. Il introduit au raisonnement statistique et à la prise en compte de l'aléa en situation de décision et permet de s'initier aux étapes principales d'une démarche statistique (statistiques descriptives, tests, estimation au maximum de vraisemblance, estimation bayésienne).

CM-TD	TP	Projet	Examen
20	10	9	1.5

Responsable : M. Gelgon, J. Blanchard

Poids dans l'UE : 66%

Evaluation : ensemble d'exercices rendus (100%)

### UE Humanités (7 ECTS)

- **la Simulation de gestion d'entreprise** vise à appréhender le marketing, la stratégie d'entreprise et la gestion d'entreprise de façon ludique sur la base d'une mise en application simulant la gestion d'entreprise sur plusieurs années, le tout dans un univers concurrentiel. Les objectifs suivants sont poursuivis :

- acquérir les bases du marketing et de la gestion
- mettre en application les éléments théoriques sur la base de la simulation dans laquelle il est demandé, tout au long de la simulation, de rendre des calculs précis et de rendre compte de la stratégie déployée
- savoir rendre compte de manière synthétique de l'expérience vécue au sein d'un groupe
- savoir travailler en groupe et prendre en compte les divergences et les avis de chacun."

CM-TD	TP	Projet	Examen
		29	

Responsable : C. Gonçalves

Poids dans l'UE : 25%

Evaluation : rendu final du jeu d'entreprise (100%)

- **Fresque de la biodiversité**

CM-TD	TP	Projet	Examen
		6	

Responsable : J. Kingston

Poids dans l'UE : 0%

- L'enseignement de **l'anglais** se poursuit avec les outils linguistiques, visant toujours le TOIEC, et la communication orale visant en particulier la prise en parole en public.

CM-TD	TP	Projet	Examen
21			1.5

## Parcours Ingénierie de la Donnée et de l'Intelligence Artificielle (voie apprentissage)

Responsable : M. Morvan

Poids dans l'UE : 25%

- **Sciences sociales appliquées au travail** vise à faire acquérir une démarche rationnelle de questionnement sur le travail et l'homme et une méthodologie de recueil de données adaptée à ce questionnement. S'approprier les savoirs relatifs à une pratique liée au travail humain. Faire se rejoindre "pratiques" et "théories" à partir de l'expérience professionnelle des élèves ingénieurs en apprentissage. Ce semestre, on vise plus précisément les points suivants:
  - introduction à la fonction management.
  - comprendre les organisations.
  - changement et innovation.
  - animer une réunion.

CM-TD	TP	Projet	Examen
21			

Responsable : F. Thomas

Poids dans l'UE : 25%

Evaluation : Rapport d'observation du travail, analyse organisationnelle, fiche de lecture (partagé entre semestres 5 et 6)

- **Enjeux de société et entreprises** aborde des méthodologies d'analyse via la réalisation d'une étude collective (en groupe de 4 ou 5 apprentis, sur les deux premières années) qui traite des problématiques en lien avec leur secteur d'activité et notamment autour des dimensions souvent occultées en entreprise et/ou qui n'ont pas le temps d'être travaillées dans la formation. A titre d'exemple, les études peuvent porter sur la place des femmes dans le secteur informatique ou industriel, les représentations du bois sur le marché du bâtiment, le discours médiatique autour de l'« IA », du rapport « homme-machine » dans l'industrie, les croyances et les pratiques professionnelles en termes de sécurité des données numériques. La mutualisation des contextes d'entreprises et des expériences des élèves doit permettre le partage, la confrontation et une certaine montée en généralité des résultats. En termes méthodologiques, il s'agit d'apprendre à étudier un sujet (recherche bibliographique, phase d'observation)

CM-TD	TP	Projet	Examen
16			

Responsable : S. Guyard

Poids dans l'UE : 25%

Evaluation : livrable ESE (100%)

- **Analyse de la pratique** vise à aider aux apprentis de passer d'une position « d'étudiant » à une position de « professionnel », grâce à une réflexion sur leurs modes et méthodologies d'apprentissage; une identification des pratiques efficaces; un échange entre pairs; une mise en lien des deux lieux de formation que sont l'école et l'entreprise d'accueil. On s'intéressera en particulier à l'identification des bonnes pratiques d'intégration de l'apprenti en entreprise.

CM-TD	TP	Projet	Examen
4			

Responsable : A. Breton

Poids dans l'UE : 0%

## Parcours Ingénierie de la Donnée et de l'Intelligence Artificielle (voie apprentissage)

- La **préparation au projet de séjour international** vise à rendre capable de préparer et effectuer un séjour à l'étranger dans une entreprise, pour y effectuer un travail en lien avec sa formation, améliorer sa communication en langue étrangère, et élargir sa vision du travail et de la culture.
  1. Présentation du projet. Se familiariser avec l'organisation de l'année. Etablir un plan d'action.
  2. L'individu, son histoire et son appartenance. Identifier la singularité de son parcours pour mieux se situer dans son projet professionnel : construire un récit de son expérience par entretiens diachroniques. Restitution.
  3. Se projeter dans l'entreprise d'accueil. Valoriser son expérience professionnelle à travers une vidéo de présentation. Identifier son réseau et comprendre comment prospecter un stage à l'étranger.
  4. Analyser la construction d'un outil d'évaluation pour un projet de mobilité. Analyse de concepts associés à l'évaluation du travail.
  5. Analyse des représentations culturelles. Déconstruction des clichés et stéréotypes liés à des cultures. Introduction au management interculturel. codes socio-linguistiques, capital social et culturel, mythologies culturelles
  6. S'approprier d'une méthodologie de recherche dans le cadre d'un projet de mobilité. Sur quoi serai-je évalué ? Comment produire un rapport de stage numérique.
  7. Effectuer un retour d'expérience du séjour à l'international. Finaliser la préparation du dossier financier.

CM-TD	TP	Projet	Examen
8			

Responsable : A. Couté

Poids dans l'UE : 0%

- Les **Conférences industrielles** visent à élargir la culture et la curiosité des élèves quand aux types d'entreprise, secteurs d'activités, domaines de compétences, mode d'organisation du travail, modèles économiques, au moyen de interventions à l'école (1 par mois) faites par des entreprises pour présenter leur activité sur les axes ci-dessus.

CM	TD	TP	Projet	Examen
4.5				

Responsable : M. Gelgon

### UE Activité en entreprise (6 ECTS)

L'UE **Activité en entreprise** est la valorisation par des crédits ECTS, sur la base de travaux écrites produit par l'apprenti.e et du processus de suivi par l'équipe tutorale, de l'activité réalisée en entreprise. Une UE de ce type est présente à chacun des six semestres du cycle ingénieur.

Responsables : S. Guyard (ITII) et M. Gelgon

## SEMESTRE 7

Le semestre 7, en matière de science et technique informatique, poursuit la double ambition données-logiciel et théorie-pratique, avec d'une part une UE large en matière de modélisation-résolution de problème algorithmique avancée et d'analyse statistique de données, et une UE prolongeant la compétence logicielle, y compris gestion logicielle de la donnée. Deux projets permettent de croiser les compétences mathématiques et logicielle, organisationnelle et métier.

### UE Introduction à l'intelligence artificielle (7 ECTS)

L'UE **Introduction à l'intelligence artificielle**, d'appuyant sur les fondements algorithmique et statistiques de l'année précédente, couvre, d'une part, des questions de modélisation et d'algorithmique pour l'exploration et la décision, et d'autre part de l'analyse plutôt statistique de données.

- La matière **analyse de données et apprentissage** introduit les outils théoriques pour l'analyse multivariée de données (analyse en composantes principales et indépendantes, projections linéaires et non linéaires), clustering et les illustre par une série de travaux pratiques.

CM	TD	TP	Révisions	Examen
11.25	3	9	3	1.5

Responsable : H. Le Capitaine

Poids dans l'UE : 25%

Evaluation : devoir surveillé (50%), rendus de TP (50%)

- La matière **Modélisation de problèmes et optimisation combinatoire** vise à sensibiliser à la démarche de modélisation de problème (choix des variables, conséquences, choix du critère d'optimalité, multiplicité des critères, questions de consensus), discuter des caractéristiques des espaces de recherche puis à présenter des techniques d'exploration-optimisation dans ces espaces, dont la programmation linéaire et les métaheuristiques.

CM-TD	TP	Projet	Examen
11.25		6	1.5

Responsable : P. Kuntz

Poids dans l'UE : 16%

Evaluation : devoir surveillé (50%), micro-projet (50%)

- La matière **techniques de base de l'intelligence artificielle** s'attache, dans un premier temps, à la formalisation de problèmes comme l'exploration de graphes, à caractériser ces problèmes en complexité. On discute alors des algorithmes et heuristiques classiques pour l'exploration et leurs caractéristiques. Enfin, par contraste et avec un angle statistique, on aborde les principes de l'apprentissage supervisé.

CM	TD	TP	Révisions	Examen
10	4.5		3	1.5

Responsable : J. Martinez, H. Le Capitaine

Poids dans l'UE : 16%

Evaluation : devoir surveillé (100%)

## Parcours Ingénierie de la Donnée et de l'Intelligence Artificielle (voie apprentissage)

- Le **miniprojet intelligence artificielle** met en pratique, sur un sujet ludique renouvelé annuellement, les notions d'algorithmique exploratoire étudiées en techniques de base de l'intelligence artificielle. La mise en oeuvre utilise la programmation fonctionnelle qui aura été étudiée récemment.

CM	TD	TP	Projet	Examen
	9		15	

Responsable : J. Martinez, H. Le Capitaine

Poids dans l'UE : 16%

Evaluation : rendu intermédiaire de projet (50%), rendu final de projet (50%)

- Le projet **analyse statistique de données** consiste en une confrontation à des enjeux et questions issus d'un secteur politique/social/économique, fournisseur de jeux de données, pour en produire des analyses statistiques éclairant les questions. Le projet met en oeuvre des compétences statistiques travaillées pendant le cursus. Un premier accent est mis sur la gestion de projet de type agile, avec ses spécificités "analyse de données" et un second sur le commentaire critique rétrospectif des orientations prises et le commentaire des résultats expérimentaux obtenus.

CM	TD	TP	Projet	Examen
1.5		3	45.5	

Responsable : M. Gelgon

Poids dans l'UE : 25%

Evaluation : rendu final de projet (100%)

### UE Logiciel et gestion de données (7 ECTS)

L'UE **Logiciel et gestion de données** prolonge l'UE logiciel de l'année précédente en visant à construire du logiciel de manière plus méthodique (outils informatiques et méthodologiques) et plus performante (programmation fonctionnelle, parallélisme). Elle approfondit aussi la compétence en bases de données, qui à ce stade sera déjà bien assise sur tous les fondamentaux (modèle relationnel, fonctionnement interne des requêtes, aspects transactionnel et analytiques).

- La matière **Outils pour le développement logiciel et gestion de projet** aborde une sélection de points complémentaires relative à la qualité et à la construction du logiciel: preuve de programme, analyse statique, gestion des dépendances, bonnes pratiques sur le développement collaboratifs (prise de recul sur les usages de git). Dans un second temps, on traite de l'organisation agile de projet et du rôle de "product owner".

CM	TD	TP	Projet	Examen
4.5		8		

Responsables : J. Cohen, L. Ait-Oubelli

Responsable : J. Cohen, L. Ait-Oubelli

Poids dans l'UE : 21%

Evaluation : rendus de TP (100%)

## Parcours Ingénierie de la Donnée et de l'Intelligence Artificielle (voie apprentissage)

- L'enseignement de la **programmation fonctionnelle** enrichit la compétence logicielle avec un paradigme exigeant mais puissant et d'actualité dans les systèmes en production. Il est particulièrement adapté aux chaînes de traitement de données. On s'appuie sur le langage OCaml.

CM	TD	TP	Projet	Examen
5	4.5	7.5		1.5

Responsable : J. Cohen

Poids dans l'UE : 29%

Evaluation : devoir surveillé (100%)

- La matière **SQL avancé et entrepôts de données** aborde la modélisation de bases de données multidimensionnelles, dont les spécificités architecturales sont conçues pour rendre efficacement disponibles toutes les données d'une organisation en vue de leur exploitation dans des systèmes décisionnels. En outre, nous abordons les mécanismes complexes et néanmoins utiles du langage SQL, tels que les requêtes récursives ou les requêtes analytiques, la division relationnelle ou encore les requêtes imbriquées.

CM	TD	TP	Projet	Examen
10	1.5	12		1.5

Responsable : G. Raschia

Poids dans l'UE : 36%

Evaluation : devoir surveillé (50%), rendus de TP (50%)

- L'enseignement de **parallélisation de données** apporte des premières notions sur la matière dont le traitement parallèle des données permet d'en améliorer les performances. On discute la méthode d'analyse de la capacité d'une tâche à être parallélisée, les performances qu'on peut en espérer, puis les architectures parallèles classiques.

CM	TD	TP	Projet	Examen
2.5		3		1.5

Responsable : J. Martinez

Poids dans l'UE : 14%

Evaluation : devoir surveillé (100%)

### UE Humanités (5 ECTS)

- Ce second cours d'**économie** couvre l'économie d'entreprise et économie circulaire.

CM	TD	TP	Projet	Examen
14.5				1.5

Responsable : G. Thorel

Poids dans l'UE : 25%

Evaluation : devoir surveillé (100%)

### - Anglais : la vie en entreprise

CM-TD	TP	Projet	Examen
-------	----	--------	--------



## Parcours Ingénierie de la Donnée et de l'Intelligence Artificielle (voie apprentissage)

13.5			1.5
------	--	--	-----

Responsable : M. Morvan

Poids dans l'UE : 25%

- **Sciences sociales appliquées au travail** vise à faire acquérir une démarche rationnelle de questionnement sur le travail et l'homme et une méthodologie de recueil de données adaptée à ce questionnement. S'approprier les savoirs relatifs à une pratique liée au travail humain. Faire se rejoindre "pratiques" et "théories" à partir de l'expérience professionnelle des élèves ingénieurs en apprentissage (analyse de la pratique). En termes d'enseignements méthodologiques, l'année couvre l'enquête de terrain, l'évaluation du travail, le travail en équipe, la pratique de l'écrit. Ce semestre, on vise également les points suivants:

- Environnement juridique et social : qu'est-ce qu'encadrer au regard du droit ?
- Travailler en équipe projet.

CM-TD	TP	Projet	Examen
28			

Responsable : F. Thomas

Poids dans l'UE : 35%

Evaluation : Début du micro-mémoire : questionnement de départ, protocole d'enquête, soutenance étape (partagé entre semestres 7 et 8)

- **Enjeux de société et entreprises** prolonge l'enseignement de la première année, mais cherche cette fois à enquêter dans les entreprises plutôt que dans la bibliographie. En terme disciplinaire, la matière s'ancre dans la sociologie du travail, la sociologie des organisations, économiques et de l'apprentissage. En termes méthodologiques, le programme de l'année porte sur le recueil de données puis leur analyse et interprétation.

CM-TD	TP	Projet	Examen
8			

Responsable : S. Guyard

Poids dans l'UE : 0%

- La **préparation au projet de séjour international** vise à rendre capable de préparer et effectuer un séjour à l'étranger dans une entreprise, pour y effectuer un travail en lien avec sa formation, améliorer sa communication en langue étrangère, et élargir sa vision du travail et de la culture.
  1. Présentation du projet. Se familiariser avec l'organisation de l'année. Etablir un plan d'action.
  2. L'individu, son histoire et son appartenance. Identifier la singularité de son parcours pour mieux se situer dans son projet professionnel : construire un récit de son expérience par entretiens diachroniques. Restitution.
  3. Se projeter dans l'entreprise d'accueil. Valoriser son expérience professionnelle à travers une vidéo de présentation. Identifier son réseau et comprendre comment prospecter un stage à l'étranger.
  4. Analyser la construction d'un outil d'évaluation pour un projet de mobilité. Analyse de concepts associés à l'évaluation du travail.
  5. Analyse des représentations culturelles. Déconstruction des clichés et stéréotypes liés à des cultures. Introduction au management interculturel. codes socio-linguistiques, capital social et culturel, mythologies culturelles

## Parcours Ingénierie de la Donnée et de l'Intelligence Artificielle (voie apprentissage)

6. S'approprier d'une méthodologie de recherche dans le cadre d'un projet de mobilité. Sur quoi serai-je évalué ? Comment produire un rapport de stage numérique.
7. Effectuer un retour d'expérience du séjour à l'international. Finaliser la préparation du dossier financier.

CM-TD	TP	Projet	Examen
12			

Responsable : A. Couté

Poids dans l'UE : 15%

- Les **Conférences industrielles** visent à élargir la culture et la curiosité des élèves quand aux types d'entreprise, secteurs d'activités, domaines de compétences, mode d'organisation du travail, modèles économiques, au moyen de interventions à l'école (1 par mois) faites par des entreprises pour présenter leur activité sur les axes ci-dessus.

CM	TD	TP	Projet	Examen
4.5				

Responsable : M. Gelgon

Poids dans l'UE : 0%

### UE Activité en entreprise (6 ECTS)

L'UE **Activité en entreprise** est la valorisation par des crédits ECTS, sur la base de travaux écrites produit par l'apprenti.e et du processus de suivi par l'équipe tutorale, de l'activité réalisée en entreprise. Une UE de ce type est présente à chacun des six semestres du cycle ingénieur.

Responsables : S. Guyard (ITII) et M. Gelgon

UE Intelligence artificielle (10 ECTS)

L'UE **Intelligence artificielle** couvre une sélection de méthodes et formalismes employés en intelligence artificielle, aussi bien sur l'apprentissage statistique que la représentation des connaissances. L'objectif de cette diversité est une prise de recul sur les sous-jacents de chaque technique. L'évaluation expérimentale de performances est également travaillée.

Le cours de **réseaux bayesiens** sont un formalisme probabiliste permettant de représentation et le raisonnement sur des connaissances incertaines et les informations incomplètes, parmi les plus puissants en intelligence artificielle, et appliqués dans de nombreux domaines socio-économiques. Ils permettent aussi des analyses de causalité. La matière couvre les principes et principaux algorithmes d'inférence probabiliste, l'apprentissage à partir d'expertise humaine et à partir de données, ainsi que des extension aux données temporelles et relationnelles.

CM	TD	TP	Projet	Examen
8.5	10			1.5

Responsable : Ph. Leray

Poids dans l'UE : 22%

Evaluation : devoir surveillé (100%)

L'enseignement de **réseaux de neurones** apporte les fondamentaux du sujet et leur mise en pratique logicielle et expérimentale. Il couvre le neurone formel et l'apprentissage par optimisation, la structure des réseaux multi-couches classiques, l'apprentissage profond et les réseaux convolutifs pour l'image, les réseaux récurrents et le mécanisme d'attention. Ces notions sont également traitées par des exercices théoriques puis des travaux pratiques.

CM	TD	TP	Projet	Examen
8,75	3	4,5		1.5

Responsable : N. Normand, H. Mouchère

Poids dans l'UE : 22%

Evaluation : devoir surveillé (100%)

La matière **données multimédia** prolonge le cadre d'analyse de données vu au cours des semestres précédents par des déclinaisons et compléments spécifiques à divers types de média : données image, audio et textuelles. On s'intéresse de manière central au contexte multivarié, principalement dans un cadre statistique et probabiliste. La matière comporte un volet expérimental et mise en oeuvre logicielle important autour de l'apprentissage statistique, classification et reconnaissance, et l'évaluation de performance.

CM	TD	TP	Projet	Examen
7	7	10		

Responsable : M. Gelgon

Poids dans l'UE : 22%

Evaluation : rendus de TP (100%)

## Parcours Ingénierie de la Donnée et de l'Intelligence Artificielle (voie apprentissage)

La matière **Web sémantique** s'intéresse à la représentation et la manipulation de connaissance par des ontologies et approfondit le cas du web sémantique. Les questions de langage d'interrogation, raisonnement et intégration de connaissances sont abordées, l'ensemble étant mis en oeuvre au cours d'un petit projet.

CM	TD	TP	Projet	Examen
7	7		12	

Responsable : C. Marinica

Poids dans l'UE : 22%

Evaluation : rendu de projet (100%)

La matière **Questions éthiques et sociales en informatique** aborde les sens possibles de l'éthique, puis s'intéresse aux jugements humain et algorithmique, à la prise de décision humaine ou automatisée, aux notions d'objectivité et de subjectivité. Le cadre général est la prise de recul sur la manière de penser la transformation numérique de nombreuses activités humaines. Au cours d'un mini-projet, les élèves modélisent (en termes d'usages) des outils informatiques, tels que vécus par des utilisateurs humains.

CM	TD	TP	Projet	Examen
9			10	

Responsable : P. Kuntz

Poids dans l'UE : 11%

Evaluation : rendu de projet (100%)

### UE Infrastructure et logiciel (8 ECTS)

L'UE **Activité en entreprise** est la valorisation par des crédits ECTS, sur la base de travaux écrites produit par l'apprenti.e et du processus de suivi par l'équipe tutorale, de l'activité réalisée en entreprise. Une UE de ce type est présente à chacun des six semestres du cycle ingénieur.

- La matière **méthodes et outils devops** prolonge la compétence en construction logicielle en abordant la conteneurisation (docker), en renforçant l'intégration continue couplée au test et en intégrant le déploiement sur une machine virtuelle dans le cloud public. L'objectif est ainsi d'acquérir une connaissance pratique et de comprendre l'intérêt de ces chaînes de traitement modernes du logiciel.

CM-TD	TP	Projet	Soutenance
9	11.5	8	0.5

Responsable : A. Person et M. Gelgon

Poids dans l'UE : 28%

Evaluation : Soutenance (100%)

- La matière **dataops et cloud** étend l'intention de la matière "méthodes et outils devops" vers des points spécifiques à la manipulation de données. Plus précisément, il s'agit d'abord d'intégrer des tests sur les données (au sens de la validation de bon fonctionnement) dans des chaînes de traitement, à l'image du test logiciel. Enfin, on s'intéresse au mode d'exécution 'infrastructure as code' dans le cloud.

## Parcours Ingénierie de la Donnée et de l'Intelligence Artificielle (voie apprentissage)

CM	TD	TP	Projet	Examen
6	6		8	

Responsable : J. Montigny et M. Gelgon

Poids dans l'UE : 14%

Evaluation : Rendu de mini-projet (100%)

- La matière **recherche d'information et business intelligence** s'intéresse aux architectures logicielles et de gestion de données des systèmes de type tableau de bord et visualisation d'information, ainsi qu'aux choix de visualisation de données. Diverses solutions techniques sont traitées (powerBI, ElasticSearch/Kibana). Un angle non technique sur les usages des tableaux de bord est également apporté par des enseignants expérimentés dans le lien avec les utilisateurs métier, non informaticiens.

CM	TD	TP	Projet	Examen
12		12		

Responsables : O. Aubert, F. Hamon

Poids dans l'UE : 28%

Evaluation : Rendus de TP (100%)

- La matière **Découverte de la recherche** présente la recherche en tant que missions, institutions, professions et pratique, ainsi que la nuance et l'articulation entre recherche et ingénierie. Elle comporte une visite d'équipes du laboratoire LS2N. Dans un second temps, les apprentis identifient un domaine scientifique proche de leurs activités en entreprise et réalisent, sur ce thème, une courte synthèse bibliographique, sur la base d'une sélection d'articles de recherche en anglais. La synthèse prend elle-même la forme d'un tel article.

CM	TD	TP	Projet	Examen
4.5			19.5	1

Responsables : Jp Guédon

Poids dans l'UE : 28%

Evaluation : Rendu de mini projet (70%), Examen (30%)

### UE Humanités (6 ECTS)

- La matière **Enjeux de société, - Enjeux de société et entreprises** prolonge l'enseignement de la première année, mais cherche cette fois à enquêter dans les entreprises plutôt que dans la bibliographie. En terme disciplinaire, la matière s'ancre dans la sociologie du travail, la sociologie des organisations, économiques et de l'apprentissage. En termes méthodologiques, le programme de l'année porte sur le recueil de données puis leur analyse et interprétation.
  - « lancement de la 2ème étape » : retour sur les réalisations de 1ère année et rappel des objectifs de 2ème année, séance sur les méthodologies d'enquête et l'analyse de données.
  - Travail individuel et collectif (production et partage de données, travail collectif sur l'organisation et l'analyse des données).
  - créneau « point d'étape encadré » : suivi de l'avancement de chaque projet, conseil individualisé à propos de la méthodologie et l'analyse de données, suite des travaux.

## Parcours Ingénierie de la Donnée et de l'Intelligence Artificielle (voie apprentissage)

- Entre deux séances : Travail individuel et collectif (production et partage de données, travail collectif sur l'organisation et l'analyse des données).
- « point d'étape encadré » : retour sur les données recueillies et leur exploitation. Soutien à la présentation finale.
- Entre deux séances : préparation de la soutenance finale
- « restitution finale » : restitution devant la promotion de l'étude (problématique et hypothèses, démarche, corpus de données, résultats, apports et limites). Evaluation qualitative par l'intervenant. (Livrable matériel : support de présentation de la soutenance).

CM	TD	TP	Projet	Examen
	12			

Responsable : S. Guyard

Poids dans l'UE : 40%

Evaluation : livrable ESE (100%)

- **Sciences sociales appliquées au travail** vise à faire acquérir une démarche rationnelle de questionnement sur le travail et l'homme et une méthodologie de recueil de données adaptée à ce questionnement. S'approprier les savoirs relatifs à une pratique liée au travail humain. Faire se rejoindre "pratiques" et "théories" à partir de l'expérience professionnelle des élèves ingénieurs en apprentissage (analyse de la pratique). En termes d'enseignements méthodologiques, l'année couvre l'enquête de terrain, l'évaluation du travail, le travail en équipe, la pratique de l'écrit. Ce semestre, on travail en sus la remédiation post-soutenance.

CM-TD	TP	Projet	Examen
21			

Responsable : F.Thomas

Poids dans l'UE : 35%

Evaluation : Situation de départ, protocole de recherche, soutenance étape (partagé entre semestres 7 et 8)

- **Anglais : la vie en entreprise 2**

CM	TD	TP	Projet	Examen
	15			

Responsable : M. Morvan

Poids dans l'UE : 25%

- **Analyse de la pratique** vise à aider aux apprentis de passer d'une position «d'étudiant» à une position de «professionnel», grâce à une réflexion sur leurs modes et méthodologies d'apprentissage; une identification des pratiques efficaces;un échange entre pairs; une mise en lien des deux lieux de formation que sont l'école et l'entreprise d'accueil. On s'intéressera en particulier à l'identification des bonnes pratiques d'intégration de l'apprenti en entreprise.

CM-TD	TP	Projet	Examen
4			

Responsable : A. Breton

Poids dans l'UE : 0%

## Parcours Ingénierie de la Donnée et de l'Intelligence Artificielle (voie apprentissage)

- Les **Conférences industrielles** visent à élargir la culture et la curiosité des élèves quand aux types d'entreprise, secteurs d'activités, domaines de compétences, mode d'organisation du travail, modèles économiques, au moyen de interventions à l'école (1 par mois) faites par des entreprises pour présenter leur activité sur les axes ci-dessus.

CM	TD	TP	Projet	Examen
4.5				

Responsable : M. Gelgon

Poids dans l'UE : 0%

### UE Activité en entreprise (6 ECTS)

L'UE **Activité en entreprise** est la valorisation par des crédits ECTS, sur la base de travaux écrits produit par l'apprenti.e et du processus de suivi par l'équipe tutorale, de l'activité réalisée en entreprise. Une UE de ce type est présente à chacun des six semestres du cycle ingénieur.

Responsables : S. Guyard (ITII) et M. Gelgon

Activités à l'école :

- atelier à mi-semestre avec les tuteurs entreprise et les apprentis pour présenter les enjeux du Projet de Fin d'Etudes. Dans un second temps, chaque apprenti et son tuteur entreprise esquissent ou affinent le sujet envisagé, qui doit à la fois s'insérer naturellement dans ses enjeux de l'entreprise et permettre aux apprentis d'y adjoindre des analyses sous des angles d'analyse organisationnelle, humaine, scientifique et économique
- de courtes soutenances et un exposé écrit (quelques pages) de ces intentions de projet de fin d'études ont lieu en fin de semestre, pour aider à mûrir et apprendre à formaliser un projet.

UE Humanités (6 ECTS)

L'enseignement des **Sciences sociales appliquées au travail** complète le travail initié dans la même matière aux semestres précédent, en traitant au cours de l'année les points suivants (une journée par point) :

- Mener un entretien.
- Pratique de l'écrit
- Soutenir un projet
- Numérique et travail
- Bienveillance et travail.
- Management interculturel.
- Vision macro-économique du travail

CM	TD	TP	Projet	Examen
28				

Responsable : F.Thomas

Poids dans l'UE : 30%

Evaluation : soutenance intermédiaire de micro-mémoire (100%)

• **Gestion de projet et d'affaires, négociation et industrie**

CM	TD	TP	Projet	E xamen
36				

Responsable : J. Kingston

Poids dans l'UE : 40%

Evaluation :

• **Qualité Sécurité Environnement**

CM	TD	TP	Projet	Examen
20				

Responsable : B. Bled et J. Kingston

Poids dans l'UE : 30%

Evaluation :

UE \*Gestion de données avancées\* (6 ECTS)

S'appuyant sur les fondamentaux des semestres 5 à 8 en matière de gestion de données, plutôt orientés vers les bases relationnelles, cette UE apporte des compléments relatifs à des types de données particuliers (types, types de besoins d'accès, données massives), nécessitant des solutions techniques spécifiques.

• **Documents structurés et NoSQL**



## Parcours Ingénierie de la Donnée et de l'Intelligence Artificielle (voie apprentissage)

Le cours présente les tendances récentes des systèmes de stockage, du point de vue des modèles de données, des architectures et des langages d'interrogation. Nous mettons d'abord l'accent sur les systèmes de stockage large échelle basés sur des techniques de fragmentation et de cohérence à terme. En second lieu, nous étudions plusieurs extensions du modèle relationnel parmi lesquelles arbres, graphes et objets, comme structures de base du système de stockage de données. En particulier, nous étudions attentivement les langages et systèmes de requêtes dédiés à ces nouveaux systèmes de stockage.

CM	TD	TP	Projet	Examen
10		9		1.5

Responsable : G. Raschia et S. Rousseau

Poids dans l'UE : 33%

Evaluation : devoir surveillé (50%) et compte-rendu de TP (50%)

### • Données temporelles

Le stockage de données peut présenter des difficultés quand celles-ci présentent des propriétés temporelles : des données évoluant au cours du temps ou bien des traces d'événements, où chaque événement de la trace est daté. Ce type de données peut être rencontrés dans de nombreux domaines. Pour les données évoluant temporellement, quelques exemples sont le domaine financier (valeurs des actions), le domaine médical (évolution d'un cancer) ou encore le domaine scientifique (données météorologique). La génération de trace est quand à elle liée à l'informatisation des entreprises, où les données sont collectées en continues: chaque application est susceptible de générer des traces sur son utilisation. Un domaine d'application de ce type de données est le process mining, ayant pour objectif d'étudier les processus métier réalisés par les employés d'une entreprise ou de détecter des fraudes.

Les systèmes de gestion de bases de données classiques n'étant pas adaptés pour prendre en compte les spécificités de ces données, de nouveaux outils ont été proposés. L'objectif du cours est ainsi de présenter les technologies suivantes :

- les bases de données temporelles
- les systèmes de stockage de traces

CM	TD	TP	Projet	Examen
5		6		1

Responsable : A. Pigeau

Poids dans l'UE : 33%

Evaluation : devoir surveillé (100%)

### • Qualité des données

Ce cours traite des problématiques liées à la qualité de données rencontrées dans les données de tout type (structurées, non-structurées) et en provenance de diverses domaines d'application. En effet, il est primordial dans le cadre d'un système d'information d'évaluer et améliorer la qualité de l'information disponible. A travers ce cours, nous allons étudier l'ensemble de dimensions et facteurs qui caractérisent la notion de 'qualité de données', mais ainsi son importance. Ensuite, nous allons nous intéresser aux étapes de traitement appliquées aux données afin de pouvoir comprendre à quel moment la qualité de ces données peut se détériorer. Enfin, nous allons étudier les méthodes disponibles pour évaluer la qualité de données, et nous allons voir un ensemble de techniques permettant son amélioration.

CM	TD	TP	Projet	Examen
5		4.5		1

Responsable : C. Marinica

Poids dans l'UE : 33%

Evaluation : devoir surveillé (100%)

#### UE \*Prédiction et décision\* (6 ECTS)

##### • Aide multi-critères à la décision

L'aide multicritère à la décision (AMCD) regroupe un ensemble de méthodes relevant de la recherche opérationnelle dont l'objectif est de fournir une aide à un décideur devant choisir parmi un ensemble d'alternatives ou d'actions décrites par plusieurs critères souvent contradictoires.

Les objectifs de ce cours sont de comprendre les principes théoriques de base liées à la modélisation des préférences et à l'aide multi-critère à la décision, d'étudier les méthodes de base pour cette tâche, et de les mettre en oeuvre dans un cas d'étude particulier.

###### 1. Généralités sur l'aide multicritère à la décision

Critère, Actions, Dominance, Pré-ordre Analyse de la dominance et de la satisfaction

1. Principes des méthodes fondées sur un critère unique de synthèse
2. Principes des méthodes de surclassement

Relation de surclassement Electre I

1. Principes des méthodes de distance à une action idéale

Distance à l'idéal, à l'anti-idéal Topsis

1. Liens avec la théorie du choix social

CM	TD	TP	Projet	Examen
8.75	4.5			1.5

Responsable : Ph. Leray

Poids dans l'UE : 33%

Evaluation : devoir surveillé (100%)

##### • Analyse prédictive

Ce cours porte sur la mise en oeuvre pratique du processus d'apprentissage supervisé, et traite des différentes étapes qui permettent d'aboutir à un "bon" modèle. Introduction Cycle de vie d'un modèle prédictif Méthodes et mesures pour l'évaluation des modèles Mise en concurrence des algorithmes et réglages des hyperparamètres Méthodes de rééchantillonnage Application au scoring

CM	TD	TP	Projet	Examen
7.5	1.5	7.5		1.5

Responsable : J. Blanchard

Poids dans l'UE : 33%

Evaluation : devoir surveillé (100%)

##### • Théorie des jeux

## Parcours Ingénierie de la Donnée et de l'Intelligence Artificielle (voie apprentissage)

La théorie des jeux cherche à comprendre comment un ensemble d'acteurs qui ont des objectifs et intérêts différents/divergents vont se comporter collectivement. Cette théorie permet de comprendre l'émergence de comportements dans un groupe d'acteurs. Elle est appliquée dans de nombreux domaines: économie, sciences sociales, les systèmes multi-agents (e-commerce, systèmes autonomes), réseaux (télécommunication,...), biologie, ...

Module 1: Jeux non-coopératifs.

- Jeux sous forme stratégique, jeux à somme nulle
- Stratégies dominantes, équilibre de Nash, Stratégies prudentes Stratégies mixtes
- Jeux sous forme extensive, induction à rebours
- Jeux à information incomplète

Module 2: Jeux coopératifs.

- Jeu coopératif coalitional, coeur d'un jeu, valeur de partage (Shapley)
- Jeu de marchandage
- Jeu stratégique répété: comment coopérer en environnement non-coopératif

Module 3: Application à la négociation.

- Menaces lors d'un marchandage
- Jeux dynamiques: protocoles de négociation

CM	TD	TP	Projet	Examen
8.75				1.5

Responsable : C. Labreuche et J. Blanchard

Poids dans l'UE : 33%

Evaluation : devoir surveillé (100%)

UE \*Utilisateur\* (6 ECTS)

- La matière **Données personnelles** couvre deux points liés à l'exploitation des données personnelles :

Il expose le paysage en matière de systèmes à recommandation et de personnalisation de l'information : contextes applicatifs, sources de données permettant la recommandation, modélisation du problème, algorithmes.

Par ailleurs, la neutralisation (ou anonymisation) des données personnelles propose, par des techniques de transformation, de rompre le lien entre l'individu et son empreinte numérique, de sorte à préserver la vie privée. Il s'agit d'explorer ce champ au carrefour de la sécurité et de l'analyse de données, et dont l'objectif principal est la diffusion d'informations neutralisées issues de données personnelles.

Recommandation et personnalisation : e-commerce, média sociaux, réseaux sociaux Bénéfices des systèmes à recommandation Description des objets par tagging collaboratif Evaluation Modélisation de l'utilisateur Filtrage collaboratif : méthodes knn user-based/item-based Découverte de structure latente : factorisations matricielles et probabilistes Evaluation des systèmes à recommandation Relation des sys. rec. avec des problèmes connexes (confidentialité, recherche d'information, réseaux sociaux,...)

(1) Introduction générale : la vie privée à l'ère du numérique, réglementation CNIL, cadre national, européen et international. (2) Techniques d'anonymisation : (2.1) k-anonymat et dérivés, Datafly,

## Parcours Ingénierie de la Donnée et de l'Intelligence Artificielle (voie apprentissage)

minGen, Mondrian (2.2) protection différentielle, sensibilité, mécanisme Laplacien, mécanisme exponentiel (3) Mise en oeuvre du k-anonymat sur jeu de données réelles avec une boîte à outil spécialisée (sdcMicro, ARX, etc.)

CM	TD	TP	Projet	Examen
10		6		1

Responsable :

Responsable : G. Raschia, M. Gelgon

Poids dans l'UE : 50%

Evaluation : rendu de TP (50%) et devoir surveillé (50%)

### • Visualisation d'information

Connaître les bases de l'Interaction Homme-Machine et de la visualisation d'information d'un point de vue non technique : connaître les utilisateurs, concevoir l'interaction et les interfaces, évaluer un produit interactif. Être capable de concevoir de meilleurs produits et d'interagir avec des spécialistes (design, ergonomie, etc.)

1- Introduction : histoire et évolution de l'interaction homme-machine 2- Concevoir un produit interactif : processus général, connaître les utilisateurs, scénarios, écrans et navigation 3- Capacités perceptives et cognitives des utilisateurs 4- Expérience utilisateur (UX) : importance actuelle, émotions dans les IHM, appropriation 5- Evaluer un produit interactif : à quel moment, comment ? 6- Visualisation d'information : définition et objectifs, histoire, principes

Nombreux exemples et petits ateliers de conception / évaluation en cours de route.

CM	TD	TP	Projet	Examen
5	5		3	

Responsable : Y. Prié

Poids dans l'UE : 50%

Evaluation : rendu de conceptions et évaluations de visualisation (100%)

### Projet R&D (6 ECTS)

L'UE **Projet R&D** consiste en un travail à caractère scientifique, en binôme ou trinôme, portant sur des sujets construits et encadrés par des membres du laboratoire. Il vise à faire comprendre une problématique scientifique, ses enjeux, en établir l'état de l'art, progresser selon une direction suggérée par l'encadrant, apporter généralement une contribution logicielle associée et un travail expérimental d'évaluation avec son commentaire critique. Un travail rédactionnel et de soutenance accompagne la démarche.

CM	TD	TP	Projet	Soutenance
			99	1

Responsable : M. Gelgon

Poids dans l'UE : 100%

Evaluation : rapport et soutenance (100%)

UE Activité en entreprise (6 ECTS)

L'UE **Activité en entreprise** est la valorisation par des crédits ECTS, sur la base de travaux écrits produit par l'apprenti.e et du processus de suivi par l'équipe tutorale, de l'activité réalisée en entreprise. Une UE de ce type est présente à chacun des six semestres du cycle ingénieur.

UE Humanités(3 ECTS)

• **Droit des affaires et intelligence économique**

CM-TD	TP	Projet	Examen
21			

Responsable : J. Kingston

Poids dans l'UE : 20%

L'enseignement des **Sciences sociales appliquées au travail** complète le travail initié dans la même matière aux semestres précédent, en traitant au cours de l'année les points suivants (une journée par point) :

- Mener un entretien.
- Pratique de l'écrit
- Soutenir un projet
- Numérique et travail
- Bienveillance et travail.
- Management interculturel.
- Vision macro-économique du travail

CM-TD	TP	Projet	Examen
28			

Responsable : F. Thomas

Poids dans l'UE : 80%

Evaluation : rapport et soutenance finale de micro-mémoire (100%)

UE Exploitation des données (3 ECTS)

- La matière **Données spatiales** introduit la manipulation logicielle des éléments géographiques. Elle en précise les modèles, les opérations, les techniques spécifiques d'interrogation de base de données et la mise en pratique avec des outils du domaine (systèmes d'informations géographiques)

CM	TD	TP	Projet	Examen
6		6		

Responsable : F. Queyroi

Poids dans l'UE : 50%

- La matière **Données en flux** apporte des compléments sur les architectures logicielles spécifiques au traitement des flux de données, au sens des systèmes continuellement alimentés en nouvelles données et qui doivent en assurer le traitement. On examine ici le cas des architectures distribuées basées événement, qui sont courantes dans les systèmes moderne à large échelle.

CM	TD	TP	Projet	Examen
----	----	----	--------	--------

## Parcours Ingénierie de la Donnée et de l'Intelligence Artificielle (voie apprentissage)

3		3		
---	--	---	--	--

Responsable : A.Pigeau

Poids dans l'UE : 50%

### UE Activité en entreprise (24 ECTS)

L'UE **Activité en entreprise** est la valorisation par des crédits ECTS, sur la base de travaux écrits produit par l'apprenti.e et du processus de suivi par l'équipe tutorale, de l'activité réalisée en entreprise. Une UE de ce type est présente à chacun des six semestres du cycle ingénieur.

Responsables : S. Guyard (ITII) et M. Gelgon

Activités à l'école :

- soutenance mi-parcours (mi-semestre)
- atelier d'aide rédaction du mémoire
- soutenance finale (septembre)