

Ce document donne le détail des matières que suivront les étudiants du parcours *IA Pour la Santé* qui sont issus d'études de Santé.

Pour les étudiants issus d'un M1 d'Informatique, des différenciations sont envisagées en fonction du parcours de chacun :

- selon les compétences en IA
- selon les compétences en HPC
- selon les compétences en imagerie numérique.

Ces différenciations s'appuient sur des matières du parcours *HPC-Image-IA*, et sont précisées dans le document de présentation du parcours *IA pour la Santé*.

(UE 3.1 : Bases scientifiques pour l'IA)

**IAPs0911 Informatique**

ECTS	volumes horaires							MCC Session 1					
	CM	TD	TP	$\Sigma$	travail étudiant	$\Sigma$	projet tutoré	DST 2h	projet	CR	oral 20'	stage	$\Sigma$
6	20	15	15	50	60	110	20	50	50				100

**Description de l'enseignement**

A destination des étudiants issus d'un parcours de formation en Santé, cet enseignement vise à leur faire acquérir les compétences en développement informatique et en programmation, nécessaires au développement informatique d'applications d'IA pour la Santé : algorithmique, programmation, structures de données, bases de données, stratégies et outils de gestion de projet, etc.

Il s'agit également de comprendre le fonctionnement des architectures de calcul modernes : caractéristiques, fonctionnement, outils, ...

- **Objectifs :**
  - acquisition des compétences nécessaires au développement informatique d'applications d'IA pour la Santé
  - prise en main d'architectures de calcul modernes
  
- **Compétences spécifiques visées :**
  - écriture d'algorithmes
  - programmation Python
  - bases de données
  - gestion de projet et outils associés
  - architectures de calcul
  
- **Compétences générales visées :**
  - algorithmique, programmation
  - développement d'applications
  - outils et architectures associés
  
- **Programme :**
  - Bases de l'algorithmique ; programmation Python
    - exemples classiques
    - algèbre linéaire
  - Structures de données
  - Bases de données
  - Gestion de projet : développement agile, outils associés (GIT, ...)
  - Architecture des ordinateurs modernes ; prise en main
    - CPU, GPU, réseau interne ; localité des données
    - Unix (commandes de base) ; ssh
    - soumission de jobs (scripts / notebooks Jupiter)
    - analyse : résultats ; performance

(UE 3.1 : Bases scientifiques pour l'IA)

**IAPs0912 Bases de Mathématiques pour l'IA**

ECTS	volumes horaires							MCC Session 1					
	CM	TD	TP	$\Sigma$	travail étudiant	$\Sigma$	projet tutoré	DST 2h	projet	CR	oral 20'	stage	$\Sigma$
<b>3</b>	16	10	4	30	35	65	10	50		50			100

**Description de l'enseignement**

- **Objectifs :**
  - Maîtrise des différentes étapes de la mise en œuvre d'une analyse statistique dans un objectif de modélisation
    - Maîtrise des tests paramétriques usuels
    - Mise en application avec le logiciel R
- **Compétences générales visées :**
  - Analyse statistique des données
- **Compétences spécifiques visées :**
  - Modélisation par des méthodes de régression linéaire
- **Connaissances requises :**
  - Bases de probabilités et statistiques
- **Programme :**
  - Estimation empirique
  - Estimation par des méthodes élaborées :
    - méthode des moments
    - méthode du maximum de vraisemblance
  - Intervalle de confiance
  - Introduction au test ; tests paramétriques usuels
  - Modélisation :
    - modélisation linéaire
    - ANOVA

(UE 3.1 : Bases scientifiques pour l'IA)

**IAPs0913 Introduction à l'IA**

ECTS	volumes horaires							MCC Session 1					
	CM	TD	TP	$\Sigma$	travail étudiant	$\Sigma$	projet tutoré	DST 2h	projet	CR	oral 20'	stage	$\Sigma$
<b>3</b>	20	-	10	30	35	65	10		40	30	30		100

**Description de l'enseignement**

Introduction aux techniques de résolution de problèmes de modélisation et de classification à l'aide des méthodes de l'intelligence artificielle et plus particulièrement de l'apprentissage profond.

- **Objectifs :**
  - Les différentes approches du machine learning
  - Architecture des réseaux de neurones élémentaires
  - Principaux algorithmes du machine learning
- **Compétences spécifiques visées :**
  - Connaissance des principales méthodes pour la classification et la régression linéaire
  - Connaître les principaux frameworks et bibliothèques pour le machine learning
  - Réaliser un projet de bout-à-bout (organisation du dataset, choix des algorithmes, entraînement, validation, déploiement)
- **Connaissances requises :**
  - Programmation en langage Python
- **Programme :**
  - Introduction au machine learning
  - Découverte des environnements d'exécution (Jupyter notebooks, scripts python)
  - Gestion des structures de données (Dataframes, etc.)
  - Modèles classiques pour la régression et la classification (apprentissage supervisée)
  - Modèles classiques pour la clusterisation et la réduction de la dimensionalité (apprentissage non-supervisée)
  - Introduction aux réseaux de neurones
    - classification d'images
    - prédiction de valeurs
  - Le cas des séries temporelles
    - modèles classiques et avec des réseaux de neurones
  - Implémentation d'une étude de cas "bout-à-bout" : de l'obtention des données jusqu'au déploiement d'une application

(UE 3.2 : Imagerie numérique et IA)

**IAPs0921 Imagerie médicale**

ECTS	volumes horaires							MCC Session 1					
	CM	TD	TP	$\Sigma$	travail étudiant	$\Sigma$	projet tutoré	DST 2h	projet	CR	oral 20'	stage	$\Sigma$
2	7	7	6	20	30	50	10	50	50				100

**Description de l'enseignement**

- **Objectifs :**
  - Comprendre les problématiques liées à l'imagerie médicale 2D et 3D
  - Maîtriser les méthodes classiques de traitement et à l'analyse des images médicales
- **Compétences générales visées :**
  - Traitement et analyse d'images
- **Compétences spécifiques visées :**
  - Maîtriser l'algorithmique pour l'imagerie médicale
  - Maîtriser programmation pour l'imagerie médicale 2D et 3D
  - Comprendre les enjeux technologiques et industriels afférents à l'imagerie médicale
- **Connaissances requises :**
  - Notions de base de physique ; éléments de Mathématiques
  - Algorithmique et complexité ; programmation
  - Notions de traitement et d'analyse d'images.
- **Programme :**
  - Modalités d'acquisition des images médicales (IRM, TDM, TEP...)
  - Physique de l'acquisition et physiologie
  - Propriétés des images médicales (structure, valeurs...)
  - Prétraitement (filtrage, débruitage, ...)
  - Recalage (temporel, multimodal, intrapatient...)
  - Segmentation et classification
  - Analyse (structurelle, quantitative...)
  - Modèles (atlas, patient-spécifique)
  - Simulation (physique, physiologique, biomécanique)
  - Applications cliniques

(UE 3.2 : Imagerie numérique et IA)

**IAPs0922 Traitement d'images**

ECTS	volumes horaires							MCC Session 1					
	CM	TD	TP	$\Sigma$	travail étudiant	$\Sigma$	projet tutoré	DST 2h	projet	CR	oral 20'	stage	$\Sigma$
2	8	8	4	20	30	50	10	50		50			100

**Description de l'enseignement**

- **Objectifs :**
  - Acquérir les notions fondamentales et les principes de bases pour l'étude, l'analyse et le traitement des images numériques
- **Compétences générales visées :**
  - Traitement et analyse d'images
- **Compétences spécifiques visées :**
  - Compréhension et mise en œuvre des algorithmes classiques de traitement d'images
  - Connaissances de base sur une chaîne de traitement d'images, le filtrage, les notions de contour et de région et la classification de données pour le traitement des images
- **Connaissances requises :**
  - Notions de base de Mathématiques ; algorithmique et complexité ; programmation
- **Programme :**
  - Acquisition et caractéristiques des images numériques (histogramme, propriétés spatiales, connexité, propriétés liées à l'intensité, notion de bruit)
  - Prétraitement : statistiques et débruitage ; anamorphose et filtrage linéaire et non linéaire (gaussien discret, binomial, filtre médian), transformée de Fourier et filtrage fréquentiel
  - Restitution et comparaison : morphologie mathématique binaire et niveaux de gris
  - Géométrie et topologie discrètes : approches cartésiennes, graphes, et modèles simpliciaux ; notions de transformations digitales topologiquement invariantes
  - Segmentation
  - Approche contours (level-sets, ...)
  - Approche régions (watershed, croissance de régions, split and merge, ...)
  - Méthodes d'optimisation (Random walkers, graph cuts, approches markoviennes, FCM, ...)
  - Approches hiérarchiques : arbres de coupes, arbres de formes, arbres binaires de partitions

(UE 3.2 : Imagerie numérique et IA)

**CHPS1004 Image et IA**

(mutualisé avec le parcours HPC-Image-IA)

ECTS	volumes horaires						MCC Session 1						
	CM	TD	TP	$\Sigma$	travail étudiant	$\Sigma$	projet tutoré	DST 2h	projet	CR	oral 20'	stage	$\Sigma$
<b>2</b>	6	6	8	20	30	50	10	50	50				100

**Description de l'enseignement**

- **Objectifs :**
  - Être capable d'identifier et mettre en œuvre les algorithmes principaux de génération et de transformation d'images sous une forme qui relève du HPC
  - Savoir mettre en place des architectures de réseaux neuronaux profonds adéquates et optimisées pour les problèmes liés à la captation de flux denses d'images, la génération d'images et leur transformation et analyse
- **Compétences générales visées :**
  - Connaître et savoir évaluer les architectures de réseaux de neurones profonds pour l'analyse et la transformation d'images
- **Connaissances requises :**
  - Python NumPy
- **Programme :**
  - Réseaux convolutifs
  - Réseaux temporels
  - Autoencodeurs
  - Transformeurs
  - GAN
  - Apprentissage supervisé et auto-supervisé

(UE 3.3 : Données de Santé pour l'IA)

**IAPs0931 Données de Santé : typologie, réglementation ; entrepôts ;  
conception d'étude d'analyse de données**

ECTS	volumes horaires						dont projet tutoré	MCC Session 1					
	CM	TD	TP	$\Sigma$	travail étudiant	$\Sigma$		DST 2h	projet	CR	oral 20'	stage	$\Sigma$
6	20	10	-	30	30	60	-	100					100

**Description de l'enseignement**

Comprendre les aspects de la création, gestion et exploration de bases de données contenant des données de Santé.

- **Objectifs :**
  - Savoir obtenir et accéder à des bases de données et datasets contenant des données médicales ou de Santé
    - données open-source, données d'organisations et entités publiques, bases de données d'accès restreint
  - Savoir explorer les données
    - formats de stockage, accès via des API, autres aspects techniques (gestion big data)
  - Organiser et définir les paramètres pour l'acquisition et la gestion de données de Santé
    - principes de l'anonymisation et respect de la déontologie
    - contraintes légales
- **Compétences générales visées :**
  - Comprendre les avantages et limites d'un standard de données
  - Savoir explorer des données via API
- **Compétences spécifiques visées :**
  - Connaissance de l'écosystème des entrepôts de données de Santé
  - Savoir comment accéder et traiter des données de Santé
- **Connaissances requises :**
  - Bases de programmation Python, bases en base de données
- **Programme :**
  - Principaux standards pour le stockage et l'interopérabilité des données de Santé (ex : FHIR, OMOP)
  - Principales nomenclatures et typologies de données de Santé (ex : SNOMED, CIM10, CCAM)
  - Fonctionnement, avantages et limites d'un entrepôt de données de Santé
  - Les différents types de données de Santé
  - Connaître la réglementation autour du stockage et de l'usage des données de Santé pour la recherche (HDS, RGPD, Référentiel EDS)



(UE 3.4 : *Éléments transversaux*)

**IAPs0941 IA pour la Santé : enjeux éthiques ;  
stratégies d'IA pour les études en Santé ; conception**

ECTS	volumes horaires						dont <i>projet tutoré</i>	MCC Session 1					
	CM	TD	TP	$\Sigma$	travail étudiant	$\Sigma$		DST 2h	projet	CR	oral 20'	stage	$\Sigma$
<b>3</b>	10	10	-	20	20	40	-	100					100

**Description de l'enseignement**

Maîtrise d'éléments avancés du machine learning et son usage dans le cadre des applications médicales et pour la Santé

- **Objectifs :**
  - Donner une vision d'ensemble sur les différents types de données rencontrées dans le domaine de la Santé et comprendre la manière dont elles sont traitées par IA
- **Compétences générales visées :**
  - Connaissance des principaux modèles de machine learning et de réseaux de neurones
  - Maîtrise de la constitution d'un jeu d'apprentissage
  - Caractérisation de la performance et réseau de neurones et optimisation
  - Utilisation de l'intelligence artificielle dans le développement d'applications métier
  - Savoir reconnaître les limitations et les enjeux des modèles IA dans le cadre de la réglementation des usages en Santé
- **Compétences spécifiques visées :**
  - Les applications du machine learning (traitement du signal, traitement d'image, traitement du langage, reconnaissance de la parole, traitement de données temporelles)
  - Application du deep learning au service de la Santé
  - Reconnaître et répondre aux biais récurrents de l'IA en Santé
- **Connaissances requises :**
  - Base de programmation en python avec Pandas et Numpy
- **Programme :**
  - Segmentation et classification d'imagerie médicale
  - Modèles de survies
  - Classification de données temporelles
  - Sélection et amélioration de features
  - Modèles de machine learning mixtes
  - Traitement du langage naturel
  - Choisir les bonnes métriques d'évaluation en fonction du contexte

(UE 3.4 : *Éléments transversaux*)**IAPs0942      Anglais pour les données de Santé et l'IA**

ECTS	volumes horaires							MCC Session 1					
	CM	TD	TP	Σ	travail étudiant	Σ	projet tutoré	DST 2h	projet	CR	oral 20'	stage	Σ
<b>3</b>	-	20	-	20	15	35	-		40	30	30		100

**Description de l'enseignement**

- **Objectifs :**
  - Consolider ses connaissances de l'Anglais technique et professionnel
  - Pour obtenir 10/20, les étudiants devront avoir le niveau B2 dans les compétences évaluées par l'enseignant.
- **Compétences générales visées :**
  - Compétences relatives à l'apprentissage d'une langue étrangère au niveau B2/C1 du Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues (CECRL) : compréhension de l'oral, compréhension de l'écrit, expression orale en continu et en interaction, expression écrite
- **Compétences spécifiques visées :**
  - Appréhender le vocabulaire technique spécifique aux données et professions de la Santé
    - Savoir parler de son parcours universitaire et/ou professionnel, décrire ses missions et responsabilités
  - Elaborer des documents et courriers en Anglais
  - Conduire et participer à une réunion professionnelle/scientifique ou technique
- **Connaissances requises :**
  - Avoir étudié et pratiqué la langue anglaise dans l'enseignement secondaire et universitaire
- **Programme :**
  - Présentation à l'oral et à l'écrit d'un stage / d'un projet de recherche
  - Elaboration d'un dossier de candidature (recherche d'une offre d'emploi, étude et élaboration du CV vidéo et papier et d'une lettre de motivation en fonction de l'offre)
  - Participation à une réunion : bref exposé, argumentation, analyse critique, prise de décision
  - Conduite de réunion : donner et prendre la parole, synthétiser, réguler
  - Présentation du TOEIC et des ressources possibles pour le travailler

Remarque : étant donné le niveau attendu en fin de diplôme de Master (B2/C1), il est vivement recommandé de compléter les enseignements et apprentissages en TD d'Anglais par un travail personnel au CRL (Centre de Ressources en Langues) du campus. Ce travail complémentaire se fera en autonomie mais l'étudiant pourra bénéficier du guidage et de l'accompagnement de son enseignant d'Anglais.

(UE 4.1 : Champs d'application de l'IA en Santé)

**IAPs1011 Données et IA pour la Santé : champs d'application ; projet intégrateur**

ECTS	volumes horaires							MCC Session 1					
	CM	TD	TP	$\Sigma$	travail étudiant	$\Sigma$	projet tutoré	DST 2h	projet	CR	oral 20'	stage	$\Sigma$
6	10	-	-	10	105	115	105		40	30	30		100

**Description de l'enseignement**

- **Objectifs :**
  - Projet intégrateur
- **Compétences générales visées :**
  - Exploiter l'ensemble des compétences et connaissances acquises dans la formation afin de réaliser un projet intégrateur dans le domaine de la Santé
- **Programme :**
  - Le sujet est proposé
    - soit par un membre de l'équipe pédagogique du Master CHPS
    - soit par un organisme identifié par l'équipe pédagogique dont le domaine d'application correspond aux objectifs du parcours
  - Le travail demandé doit représenter l'équivalent d'un mois de travail à temps plein

(UE 4.2 : Stage)

**IAPs1021 Stage**

ECTS	volumes horaires							MCC Session 1					
	CM	TD	TP	$\Sigma$	travail étudiant	$\Sigma$	projet tutoré	DST 2h	projet	CR	oral 20'	stage	$\Sigma$
<b>24</b>	4	-	-	4	<b>700</b>	704	-			40	40	20	100

**Description de l'enseignement**

- **Objectifs :**
  - Stage en entreprise, laboratoire ou service
  - Appliquer les compétences et connaissances acquises durant la formation
- **Compétences générales visées :**
  - Maitriser les codes et usages du travail en entreprise ou en environnement médical
- **Compétences spécifiques visées :**
  - Connaître la vie de l'entreprise ou de l'environnement médical
- **Programme :**
  - Le stage peut être à visée industrielle ou académique.
  - Le sujet est fixé en accord avec les responsables de la formation.
- **Durée ; organisation :**
  - Durée minimale : 17 semaines équivalent temps plein