



Haute Ecole d'Informatique, Madagascar

Programme scolaire

Etabli ce 26 octobre 2020

Par le directeur pédagogique, Dr F. Lou MAURICA

Table des matières

1. Organisation des Unités d'Enseignements (UE).....	3
2. Codes et intitulés des UE	4
3. Descriptions des UE.....	5
DONNEES1. Bases de données non semi- structurées	5
DONNEES2. Bases de données structurées relationnelles	5
IA1. Intelligence artificielle symbolique	5
IA2. Intelligence artificielle statistique.....	6
IHM1-WEB1. Interfaces web.....	6
METIER1. Systèmes d'Information Géographique.....	7
MGT1. Travail collaboratif.....	7
MGT2. Rédaction technique	8
MGT3. Gestion de projet	8
PROG1. Algorithmique	9
PROG2. Arithmétique des machines.....	9
PROG3. Programmation orientée objet.....	10
PROG4. Programmation fonctionnelle	10
PROG5. Algorithmique répartie	11
PROG6. Qualité du code	11
PROG7. Architectures Logicielles	12
THEORIE1. Mathématiques de l'informatique.....	12
THEORIE2. Analyses de complexité	13
SYS1. Systèmes d'exploitation	13
SYS2. Systèmes interconnectés.....	14
WEB2. Commerce et marketing digital.....	14

1. Organisation des Unités d'Enseignements (UE)

HEI délivre trois diplômes. Du moins élevé au plus élevé, ce sont : le Brevet de Technicien (BT), le Diplôme Universitaire Technologique (DUT), la Licence. *La Licence est prévue être accréditée par l'Etat malgache.*

HEI propose deux parcours : **Ecosystèmes Logiciels (EL)** et **Transformations Numériques (TN)**.

Le parcours EL produit des profils capables de programmer les briques de systèmes informatiques complexe. Il mène aux débouchés suivants : développeur backend, développeur frontend, développeur mobile, analyste de données, chef de projet, consultant en innovation.

Le parcours TN produit des profils capable d'exploiter les briques déjà programmées de systèmes informatiques complexes. Il mène aux débouchés suivants : référenceur web, gestionnaire web, commerçant-marketeur digital, analyste de données, devOps, chef de projet, consultant en innovation.

Les UE sont organisées dans la Figure 1 pour chaque parcours. Se référer à la Section 2 pour les codes utilisés. Se référer à la Section 3 pour la description de chaque UE.

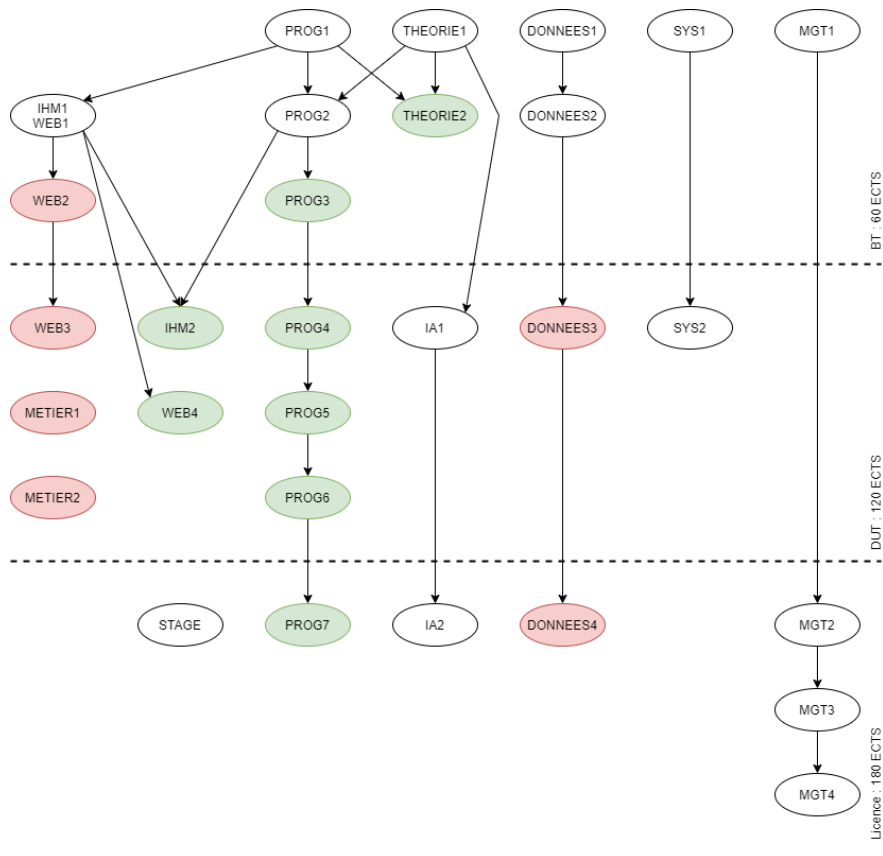


Figure 1. Organisation des UE. En vert : spécifique au parcours EL. En rouge : spécifique au parcours TN. Non colorié : commun à EL et TN. Les UE sur les Langues Vivantes sont omises de la figure, mais sont obligatoires pour chaque niveau.

2. Codes et intitulés des UE

Dans l'ordre alphabétique des codes, et sans les UE sur les Langues Vivantes. Les UE marquées sont encore construction.

DONNEES1	Bases de données non structurées
DONNEES2	Bases de données structurées
DONNEES3	Extract-Transform-Load
DONNEES4	Business Intelligence
IA1	Intelligence artificielle symbolique
IA2	Intelligence artificielle statistique
IHM1-WEB1	Interfaces web
IHM2	Interfaces mobiles
METIER1	Systèmes d'Information Géographique
METIER2	ERP-CRM
MGT1	Travail collaboratif
MGT2	Rédaction technique
MGT3	Gestion de projet
MGT4	Communication en entreprise
PROG1	Algorithmique
PROG2	Programmation orientée objet
PROG3	Arithmétique des machines
PROG4	Programmation fonctionnelle
PROG5	Algorithmique répartie
PROG6	Qualité du code
PROG7	Architectures logicielles
STAGE	Stage de 3 mois en entreprise (optionnel si alternance)
SYS1	Systèmes d'exploitation
SYS2	Systèmes interconnectés
THEORIE1	Mathématiques de l'informatique
THEORIE2	Analyse de complexité
WEB2	Commerce et marketing digital
WEB3	Référencement
WEB4	Services web et API

3. Descriptions des UE

Dans l'ordre alphabétique des codes, et sans les UE sur les Langues Vivantes, sans MGT4 non plus. En effet, ces UE sont enseignées par les partenaires de l'école. Par exemple, l'Alliance Française est en charge de l'enseignement du français.

DONNEES1. Bases de données non|semi- structurées

Objectifs	<i>Savoir lire, écrire et persister des données dans des formats peu contraignants.</i>
Crédits	6 ECTS
Volume horaire	20h de cours, 10h de TD, 30h de TP
Prérequis	Terminale Scientifique
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> Fichiers textes. CSV. JSON. YAML. XML. Redis : clés-valeurs en mémoire vive. MongoDB : documents persistants.

DONNEES2. Bases de données structurées|relationnelles

Objectifs	<i>Savoir créer un schéma de données propre en SQL. Maîtriser les questions de performances liées aux index.</i>
Crédits	6 ECTS
Volume horaire	20h de cours, 10h de TD, 30h de TP
Prérequis	DONNEES1
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> Entités et associations. Diagramme entité-association. Algèbre relationnelle. Le standard SQL. L'implémentation Postgresql. Clés primaires – serial contre uuid. Clés internes vs externes. Clés étrangères – cascades et restrictions. Contraintes d'unicité. Index BTree. Index multiples. Création concurrente. AWS RDS. Monitoring.
Supports	ISO/IEC 9075-1:2011 -- https://www.iso.org/standard/53681.html Documentation Postgresql -- https://www.postgresql.org/docs/

IA1. Intelligence artificielle symbolique

Objectifs	<i>Construire des modèles exacts d'IA. Les résoudre exactement si possible, donner des approximations satisfaisantes sinon.</i>
Crédits	6 ECTS
Volume horaire	20h de cours, 10h de TD, 30h de TP
Prérequis	THEORIE1
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> Histoire de l'IA. Les deux ères froides de l'IA. Test de Turing.

- Recherche Opérationnelle. Optimisation. Programmation Linéaire à variables continues et à variables discrètes. Planning de ressources. Réseaux de distribution.
- Solveur libre OR-Tools de Google. Solveur CPLEX d'IBM. Comparaison de performances.
- Systèmes experts. Chaînage avant avec Drools : exploration du futur grâce à l'algorithme de Rete, application à la proposition de montages financiers. Chaînage arrière avec Prolog : exploration du passé grâce à l'algorithme d'unification, application à la détection de panne.

IA2. Intelligence artificielle statistique

Objectifs *Construire des modèles statistiques d'IA. Savoir les exploiter sur des données de taille réelle.*

Crédits	6 ECTS
Volume horaire	20h de cours, 10h de TD, 30h de TP
Prérequis	IA1
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> • Importance de la quantité des données. Percée de la reconnaissance d'image en 2012 avec IMAGENet. • Garbage In, Garbage Out. Incomplétude, imprecision, biais. • Python et Jupyter. Google Cloud Platform. • Apprentissage supervisé. Arbres de décision. kNN. Régression linéaire/logarithmique/exponentielle. • Apprentissage non supervisé. k-means. Classification ascendante hiérarchique. • Réseaux de neurones. Deep learning.

IHM1-WEB1. Interfaces web

Objectifs *Connaître les règles cognitives qui régissent les Interactions Homme-Machine. Etre capable de concevoir des interfaces ergonomiques.*

Savoir construire des pages web stylisées. Savoir construire des pages web localement interactives.

Crédits	6 ECTS
Volume horaire	20h de cours, 10h de TD, 30h de TP
Prérequis	PROG1
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> • Décalage d'impédance Homme-Machine • Notions d'ergonomie • Méthodes de conception d'IHM. Critères d'évaluation.

Supports

- HTML/CSS. Normes et supports par les différents navigateurs. Turing-complétude de la Règle 101 et implémentation en HTML/CSS.
- DOM et manipulation avec Javascript
- Notion de framework. Introduction à Bootstrap.
- Déconstruction de templates de sites en libre accès : <https://templated.co/>

Association Francophone d'Interaction Homme-Machine
<https://www.afihm.org/enseignement.shtml>

NIELSEN, J. Usability Engineering. 1993. Morgan Kaufmann Publishers. 362 pages. ISBN-10 : 0125184069.

DIX, A., FINLAY, J., ABOWD, G., BEALE, R. 2003. Human-Computer Interaction (3rd Edition). Prentice-Hall, Inc., USA.

W3C -- <https://www.w3c.fr/standards/>

METIER1. Systèmes d'Information Géographique

Objectifs	<i>Savoir développer des applications SIG</i>
Crédits	6 ECTS
Volume horaire	20h de cours, 10h de TD, 30h de TP
Prérequis	DONNEES1, IA1, PROG1, PROG2
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> • Modélisation du territoire. Eléments spatiaux et leurs caractéristiques. • Organisation et structuration des géodonnées • SQL spatial et bases de données NoSQL • Logiciel SIG • Initiation à la programmation informatique pour les applications SIG

MGT1. Travail collaboratif

Objectifs	<i>Savoir travailler ensemble en utilisant les outils numériques</i>
Crédits	4 ECTS
Volume horaire	15h de cours, 5h de TD, 20h de TP
Prérequis	Terminale Scientifique
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> • Google Drive / Agenda / Meet • Gestion de tickets avec Trello • Gestion de versions avec Git. Manipulation locale de graphe : ajout de nœud, ajout de branche, changement de base, fusion,

réécriture, tags. Problème d'isomorphisme de graphe et synchronisation distante.

- Gestionnaire centralisé de versions SVN contre Git
- Forge avec Gitlab. Tickets, approbations, jalons, livraison.

MGT2. Rédaction technique

Objectifs *Maîtrise de la communication écrite*

Crédits	3 ECTS
Volume horaire	10h de cours, 10h de TD, 10h de TP
Prérequis	MGT1
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> • Méthodologies de la rédaction scientifique et technique • Rédaction de documents techniques : rapport technique, documentation de code, guide d'installation, manuel utilisateur. • Documentation d'API. Swagger. Readme.io. Génération de clients. Génération de clés. • Argumentation scientifique et technique pour les réponses à un appel d'offre ou un appel à projet

MGT3. Gestion de projet

Objectifs *Savoir gérer un projet informatique en utilisant l'approche la plus adaptée*

Crédits	6 ECTS
Volume horaire	20h de cours, 10h de TD, 30h de TP
Prérequis	MGT2
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction au management de projet informatique • Cycle de vie du projet : Cycle en cascade et cycle en V, Modèle en spiral, Unified process, focus sur les méthodes agiles, Scrum • Management des délais : Objectifs, processus associés, PERT, Gantt, chemin critique, marge totale, marge libre, focus sur l'estimation • Le management des risques d'un projet : Objectifs, processus associés, Analyse FFOM (SWOT), matrice de probabilité/impact, principe de Delphes, stratégies de traitement des risques • Initiation à la gestion financière. Les principes comptables, les opérations comptables, les documents comptables. La gestion du risque client. L'établissement du budget pour un projet. La mesure de la performance des projets.
Supports	Guide PMBOK© Gestion de projet en SSII, Michel Winter

PROG1. Algorithmique

Objectifs	<i>Savoir mécaniser les calculs dans le paradigme impératif, connaître les rudiments du paradigme fonctionnel</i>
Crédits	6 ECTS
Volume horaire	20h de cours, 10h de TD, 30h de TP
Prérequis	Terminale Scientifique
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> • Revue d'algorithmes déjà connus : équations quadratiques, division euclidienne. • Graphe de flot de contrôle. Etats en programmation impérative : variables et compteur ordinal. Effets de bords : instruction d'affectation. Branchement et itération. • Implémentations en JavaScript. • Définitions de fonctions. Pile et tas. Fonctions récursives terminales et non terminales. Accumulateurs. • Machine de Turing vs Lambda-calcul. Fonctions comme citoyens de première classe en programmation fonctionnelle. Applications partielles.
Supports	SICP-JS, M. Henz et al -- https://source-academy.github.io/sicp/

PROG2. Arithmétique des machines

Objectifs	<i>Comprendre comment la machine calcule. Réaliser les différences entre l'arithmétique des machines et l'arithmétique standard.</i>
Crédits	3 ECTS
Volume horaire	10h de cours, 10h de TD, 10h de TP
Prérequis	PROG1, THEORIE1
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> • Codage de l'information. Economie de base. • Entiers machines. Représentation en complément à deux. Overflow et arithmétique modulo. Typage statique en Java : entiers primitifs et entiers encartonnés (utilisation de JShell). • Nombres flottants. Erreurs d'arrondis. Affichage de Steele : ce qui est affiché n'est pas ce qui est calculé. IEEE-754. Overflow et saturation à l'infini. Mot-clé strictfp en Java. Entiers comme alternative partielle aux flottants. • Bugs dus à une mauvaise utilisation de l'arithmétique machine • Arithmétique à précision arbitraire. Classes : BigDecimal de java.math et Fraction d'Apache Common. • Nombres réels. Richardson : l'égalité sur R est indécidable.

Supports

IEEE 754-2019 -- <https://ieeexplore.ieee.org/document/8766229>

PROG3. Programmation orientée objet

Objectifs	<i>Programmer en orienté objet avec les bonnes pratiques</i>
Crédits	6 ECTS
Volume horaire	20h de cours, 10h de TD, 30h de TP
Prérequis	PROG2
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> • IDE. Eclipse. IntelliJ. • Objets : attributs et méthodes. Classes. • Egalité physique. Egalité symbolique sur les attributs – réécriture obligatoire de hashCode -- @EqualsAndHashCode de Lombok. • Encapsulation : visibilité. • Héritage. Favorisation de la composition sur l'héritage. Classes scellées de Java 15. Diagramme de classes. Principe de substitution de Liskov. Loi de Demeter. • Abstractions : classes abstraites, interfaces. Implémentation par défaut. • Immutabilité. @Value de Lombok. Type record de Java 14. • Principe de la responsabilité unique. Tests unitaires. • Classes anonymes internes et portée. Lambda.
Support	Effective Java, J. Bloch -- https://www.oracle.com/java/technologies/effectivejava.html

PROG4. Programmation fonctionnelle

Objectifs	<i>Programmer en fonctionnel avec les bonnes pratiques</i>
Crédits	5 ECTS
Volume horaire	15h de cours, 10h de TD, 25h de TP
Prérequis	PROG3
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> • Lambda calcul. Equivalence avec le mu-calcul et la machine de Turing. • Scala • Typage statique polymorphe • Immutabilité. Fonctions comme citoyens de première classe. • Types algébriques. Appariement de motifs. • Evaluation paresseuse. Evaluation gourmande. • Flux. Mappeurs. Réducteurs. Monades. • Types dépendants. GADT.
Support	Programming in Scala, M. Odersky -- https://booksites.artima.com/programming_in_scala_4ed

PROG5. Algorithmique répartie

Objectifs	<i>Savoir recourir à l'algorithmique répartie pour répondre aux problématiques de disponibilité et de performance</i>
Crédits	5 ECTS
Volume horaire	15h de cours, 10h de TD, 25h de TP
Prérequis	PROG4
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> • Histoire de l'algorithmique répartie. Besoin de disponibilité pendant la guerre froide. Limite du scaling vertical à cause du réchauffement des processeurs. • Quelques problèmes introduits par la concurrence : famine, interblocage, non-équité. • Théorème CAP – il est impossible d'avoir la consistance, la disponibilité et le partitionnement en même temps. • Thread. Actions atomiques. Compare-And-Swap dans les types atomiques de Java. • Le framework Executor. • Transactions SQL et niveaux d'isolations. • Gestion pessimiste de la concurrence. Gestion optimiste. Comparaison de performances. • Tests pour la concurrence. Preuves pour les algorithmes concurrents.
Support	Java Concurrency in Practice, J. Bloch -- https://jcip.net/

PROG6. Qualité du code

Objectifs	<i>Produire du code correct, sûr et sécurisé.</i>
Crédits	4 ECTS
Volume horaire	15h de cours, 5h de TD, 20h de TP
Prérequis	PROG5
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> • Bugs historiques. Echech de la mission Mars Climate Orbiter. Correction vs Sûreté vs Sécurité. • Tests unitaires. Tests de non-régression. Environnement dev-staging-prod. Gitlab CI. • Mesures de qualités. Niveau TRL. Complexité cyclomatique. Standard de programmation CERT. Linter. SONAR. • Tests de pénétration. Top 10 d'OWASP. Zed-Attack Proxy. Hackinglab. • Preuve de programme. Supériorité des preuves sur les tests. Propriétés intrinsèques. Propriété extrinsèques et langage de spécification, JML pour Java.

- Les tests et les preuves dans la norme DO-178 pour l'avionique.

PROG7. Architectures Logicielles

Objectifs	<i>Connaitre les principales architectures logicielles et savoir comment les choisir</i>
Crédits	6 ECTS
Volume horaire	15h de cours, 10h de TD, 25h de TP
Prérequis	PROG6
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> • Design pattern. Singleton, Observer, Visitor avec application aux enum Java, Façade avec l'exemple de SLF4j. • Introspection et injection de dépendances. Spring Boot. Pourquoi privilégier l'injection par constructeur. Construction @Lazy pour casser les cycles. • Architecture synchrone. REST. Design pattern Model-View-Controller – objets externes, objets du domaine métier, objets persistants. Quand et comment fusionner des objets de couches différentes. • Architecture asynchrone. Communication par messages. AWS SQS, SNS. Idempotence. • CQRS, la séparation commande-requête. • ORM. Inadéquation d'impédance relationnelle-objet, associations 1:1/1:n/m:n. JPA. Jooq. • OSIV, + : productivité, - : performance
Support	Clean Architecture, R. Martin

THEORIE1. Mathématiques de l'informatique

Objectifs	<i>Posséder les bases mathématiques utilisées en informatique, notamment pour les domaines suivants : performance des calculs, sécurité informatique, expressivité des programmes</i>
Crédits	6 ECTS
Volume horaire	20h de cours, 40h de TD
Prérequis	Terminale Scientifique
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> • Suites récurrentes. Termes généraux. Raisonnement par récurrence. Convergence et divergence. Vitesse de convergence. Fonction d'Ackermann. • Croissance de fonctions linéaires, logarithmiques et exponentielles. Recherche linéaire contre recherche dichotomique dans un tableau. • Logarithme discret et application en cryptographie.

- Injection, surjection, bijection. Principe des tiroirs et collision des fonctions de hachage.
- Nombres rationnels et stabilité de l'arithmétique dans \mathbb{Q} .
- Indécidabilité de la terminaison d'une machine de Turing universelle. Généralisation au théorème de Rice : impossibilité de prouver l'absence de bugs en général.

THEORIE2. Analyses de complexité

Objectifs	<i>Savoir évaluer la qualité d'un algorithme à travers les ressources temporelles et mémoires qu'il consomme</i>
Crédits	3 ECTS
Volume horaire	10h de cours, 10h de TD, 10h de TP
Prérequis	PROG1, THEORIE1
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> • Tri à bulle. Tri fusion et la version implémentée dans la JRE. Complexité temporelle exacte dans le pire des cas. Complexité des créations et des utilisations d'index en bases de données. • Complexité asymptotique. Notation de Landau. Complexité dans le meilleur des cas, complexité en moyenne. • Problèmes NP-complets. SAT. $P = ? NP$. Complexité mémoire. • Compétitions de programmation : Google HashCode. Projet Euler.
Supports	Introduction to Algorithms, R. Rivest TAOCP, D. Knuth -- https://www-cs-faculty.stanford.edu/~knuth/taocp.html

SYS1. Systèmes d'exploitation

Objectifs	<i>Être capable de comprendre et de prendre en main un environnement GNU/Linux</i>
Crédits	5 ECTS
Volume horaire	15h de cours, 10h de TD, 25h de TP
Prérequis	Terminale Scientifique
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> • Gestion de paquets sur GNU/Linux. • La ligne de commande. Bash Scripting. • Gestion des périphériques. Unix File System. • Protection des fichiers : droit d'accès et chiffrement. • Gestion des services. • Raspberry Pi.
Supports	https://learning.lpi.org/en/learning-materials/101-500 https://otherthewire.org/wargames

SYS2. Systèmes interconnectés

Objectifs	<i>Être capable de créer, d'administrer et de maintenir de grandes infrastructures</i>
Crédits	5 ECTS
Volume horaire	15h de cours, 10h de TD, 25h de TP
Prérequis	SYS1
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> • Réseaux informatiques. LAN, WAN. Equipements réseaux : switches, routeurs. • Services réseaux. DHCP. DNS. Emailing. Serveurs web. Serveurs de fichiers. • IPv4 vs IPv6. • Virtualisation. Conteneurisation. • Orchestration des configurations pour les déploiements massifs : Ansible, Puppet, AWS Terraform. • Solutions cloud : IaaS, PaaS, SaaS. • Sécurisation : system hardening et audit avec Lynis, sniffage réseau avec Wireshark, alerting. • Conseil de la direction sur l'automatisation et les achats à faire.
Supports	https://docs.ansible.com https://puppet.com/docs https://docs.docker.com https://www.root-me.org/

WEB2. Commerce et marketing digital

Objectifs	<i>Savoir bien cibler les clients, développer les ventes, bien communiquer sur une entreprise et ses produits</i>
Crédits	6 ECTS
Volume horaire	20h de cours, 10h de TD, 30h de TP
Prérequis	WEB1
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> • Fondements de l'e-commerce et du marketing digital • Stratégies marketing et commerciale • SEO et optimisation • Outillage : CRM, Google Analytics
Supports	https://www.linkedin.com/learning/paths/become-a-digital-marketing-specialist