

# ESIL – Formation d'ingénieur en Informatique (habilitation 2005)

## Première année

### Mathématiques

#### ALGÈBRE POUR L'INFORMATIQUE (C : 30h - TD : 30h - TP : 12h)

- Les nombres. Nombres entiers : écriture, représentation et calculs. L'usage des nombres en informatique.
- Problèmes arithmétiques. Divisibilité, congruences et nombres premiers. L'algorithme d'Euclide et ses applications, équations et systèmes d'équations, méthode des restes chinois.
- Principes de la cryptographie moderne. Méthodes à clé secrète. La cryptographie à clé publique et le système RSA : principes théoriques et pratiques (Internet, échanges bancaires).
- L'algèbre et les structures formelles. Opérations sur les ensembles : une généralisation de la notion usuelle de nombre. Groupes, anneaux, corps, espaces vectoriels : exemples et applications en mathématiques et ailleurs.
- Les corps finis et leur usage pour la mise en œuvre de codes correcteurs. Le cas des lecteurs CD.
- Ensembles ordonnés, treillis et algèbre de Boole, construction des codes de Reed Muller.

#### THEORIE DES LANGAGES (C:12h – TD:12h)

- Fondements de la théorie des langages et des automates qui sont à la base des méthodes d'analyse syntaxique et donc des compilateurs. Automates finis pour la modélisation de nombreux problèmes. Éléments de mathématiques discrètes qui sont nécessaires en informatique.
- Introduction : automates, langages et grammaires. Systèmes de re-écriture et dérivation.
  - Automates d'états finis et langages réguliers ; propriété d'équivalence ; automates déterministes.
  - Grammaires hors-contexte ; propriétés ; formes normales de Chomsky et de Greibach.
  - Automates à pile et équivalence avec les grammaires hors-contexte.
  - Langages déterministes et analyseurs associés.

#### ANALYSE (C : 20 h - TD : 24 h - TP : 12 h)

- Suites convergentes et suites de Cauchy. Fonctions usuelles : limites et développements limités, notations.
- Mesure des longueurs et des aires, lien avec les notions d'intégrale et de série. Ensembles remarquables.
- Intégrale de Lebesgue de fonctions d'une ou plusieurs variables. Règles de calculs (changement de variables, théorèmes de convergence et formules de Fubini) et application au calcul d'aires et de volumes.
- Séries entières, fonctions analytiques, holomorphes. Intégrale de Cauchy. Fonctions méromorphes, Résidus et application au calcul d'intégrales définies.
- Séries de Fourier et transformée de Fourier. Interprétation de la notion de fréquence (lumière, sons).
- La transformée de Fourier rapide. Lien avec les séries et intégrales de Fourier, et usage dans les calculs, en télécommunications et en traitement du signal. Les transformations et le calcul symbolique.
- Espaces de Hilbert, opérateurs. Filtrés et convolution

#### PROBABILITES-STATISTIQUES (C:12h - TD : 12h)

- Introduction : incertitude et probabilité, premiers formalismes, événements indépendants.
- Problèmes de calcul des probabilités. La notion de variable aléatoire, lois discrètes (loi de Bernoulli, lois binomiale, géométrique, et de Poisson). Exemple des jeux de hasard.
- Espace probabilisé. Espérance mathématique, variance et moments d'ordre supérieur, applications informatiques (analyse d'algorithmes, fiabilité des systèmes).
- Lois de probabilité continues. Fonction de répartition, densité de probabilité et moments. Lois continues usuelles (uniforme, gaussienne, exponentielle).
- \*Convergence de suites de variables aléatoires. Loi des grands nombres, limite centrale. Applications.
- La fonction caractéristique : un autre usage de la transformée de Fourier. Les formules intégrales de calcul.

#### ELEMENTS DE LOGIQUE (C/TD : 20h)

- Notions de base des systèmes formels. Calcul propositionnel et calcul des prédicats. Méthodes de démonstration automatique et étude des différentes stratégies permettant d'améliorer les démonstrations.
- Systèmes formels : preuves et théorèmes ; propriétés : correction, complétude, décidabilité ; exemples.
  - Calcul propositionnel : approches syntaxique et sémantique ; interprétations et modèles ; propriétés et principaux résultats
  - Calcul des prédicats : substitution et unification ; approches syntaxique et sémantique ; interprétation et modèles ; propriétés et principaux résultats.
  - Démonstration automatique : tableaux sémantiques ; Principe de résolution ; propriétés et principaux résultats.

#### METHODES NUMERIQUES (C:12h – TP:24h)

- Analyse numérique en problèmes informatiques : précision des calculs, stabilité et convergence des algorithmes itératifs, performances et complexité algorithmique.
- Systèmes d'équation linéaires (Gauss-Jordan, Jacobi et Gauss-Seidel, méthode L-R, systèmes tri-diagonaux)
  - Amélioration itérative de la précision des systèmes mal conditionnés.
  - Critère de convergence des méthodes de Jacobi et Gauss-Seidel et maîtrise de la convergence
  - Equations non linéaires et équations polynomiales
  - Etude de la convergence de la méthode de Newton
  - Interpolation et approximation, Tchebychev
  - Intégration (trapèzes, Simpson, Romberg et Gauss)
  - Etude de la convergence de la méthode des trapèzes, comparaison de l'algorithme d'accélération de la convergence et des méthodes de Romberg et Gauss

### Informatique fondamentale

#### INTRODUCTION A LA LA PROGRAMMATION (C : 12h – TD/TP : 24h)

- Ce cours introduit les notions de base de la programmation impérative à travers l'étude du langage C. Une importance particulière est donnée à la pratique. Les TD et TP en petits groupes permettent un suivi personnalisé des progrès de chacun.
- Introduction : fonctionnement général d'un ordinateur, premiers exemples et structure d'un programme C
  - Éléments de base du langage : types simples, variables, expressions
  - Instructions et types composés
  - Fonctions – récursivité – appels par valeur et par adresse – gestion de la pile
  - Pointeurs et opérations sur les adresses
  - Gestion de la mémoire
  - Entrées et sorties – gestion des fichiers
  - Directives de compilation et macros

#### UNIX et ENVIRONNEMENT (C : 4h – TP : 8h)

Ce cours ne donne pas lieu à notation. Son objectif est de maîtriser les commandes de base et l'environnement du système UNIX, essentiellement sous forme de TP et d'exercices pratiques.

#### LOGICIEL DE BASE (C : 32 h – TD : 32 h – Projet : 32 h)

- L'objectif de ce cours est de faire comprendre l'interface entre le matériel et le logiciel d'un ordinateur.
- Introduction : organisation d'un ordinateur, composants matériels et logiciels, interface entre le matériel et le logiciel, jeux d'instructions, interaction entre le système d'exploitation et programmes utilisateurs
  - Préparation d'un programme pour exécution (interface compilateur) : langage machine, langage d'assemblage, traduction des langages de « haut niveau » en langage d'assemblage, l'assemblage, l'édition des liens et le chargement
  - Mécanismes à la base des systèmes d'exploitation : les exceptions (appels système, interruptions, et déroulements), la notion de processus (multiprogrammation), mécanismes pour la gestion de la mémoire (mémoire virtuelle), entrées et sorties primitives, protection
- Etude de cas (illustration du cours à travers l'exemple d'un processeur RISC)

#### ALGORITHMIQUE ET STRUCTURES DES DONNEES (C: 24h – TD: 24h – Projet: 32h)

- Ce cours met l'accent sur les algorithmes de résolution de problèmes, leur complexité, et la gestion des données sous forme de types de données abstraites. A partir d'un problème concret, on construit un algorithme pour le résoudre puis on exhibe les aspects génériques et les principes abstraits de cet algorithme.
- Introduction.
  - Reconnaissance des systèmes de parenthèses, versions itératives et récursives.
  - Complexité, arrêt de la machine.
  - Les tableaux ; recherche, tri et hashage.
  - Les listes, files et piles.
  - Les arbres et types de données abstraites.
  - La gestion de la récursion, correspondance entre programmes récursifs et programmes itératifs.
  - Le principe du back-track.
  - Le principe de la programmation dynamique.
  - Le principe du diviser-pour-régner (divide-and-conquer).
  - La notion de NP-complétude et ses conséquences.
  - Preuve de programmes et à la logique de Hoare.

#### ALGORITHMIQUE DES GRAPHES (C:12h–TD:12h)

- Introduction à la théorie des graphes, présentation de quelques problèmes classiques sur les graphes, et de leurs solutions.
- Définitions de base.
  - Calcul des composantes connexes, des plus courts chemins et des chemins de poids minimaux (différents algorithmes).
  - Les arbres et leurs propriétés, les arbres de recouvrement minimaux.
  - Les problèmes de flow et le théorème du Max-flow Min-cut (algorithme de Ford et Fulkerson).
  - Le coloriage des sommets ou des arêtes d'un graphe (notions de base, pas d'algorithmes, le théorème de Vizing sur les coloriage des arêtes).
  - Chemins d'Euler et de Hamilton; exemples de problèmes résolus par énumération complète.
  - Illustration de la résolution de problèmes de graphes NP-complets à l'aide du TSP, introduction du principe du Branch-and-Bound (exploration combinatoire complète, branch-and-bound, solutions approchées).

#### RESEAUX I (C: 24h, TP : 6h)

- Vue d'ensemble des principaux concepts des réseaux
- Rôle et évolution des réseaux d'entreprise
  - Les principales applications des réseaux et leurs caractéristiques
  - Concepts de commutation : commutation de circuits et commutation de paquets
  - Protocoles de communication : rôle et assemblage hiérarchique en couches
  - Les couches du modèle OSI et celles du modèle TCP/IP utilisé dans Internet
  - Principaux supports de communication : paires torsadées, fibres optiques, liaisons sans fil
  - Fonctionnement général des principaux protocoles du modèle TCP/IP
  - Principaux concepts des réseaux locaux (LAN) – Ethernet
  - Principaux concepts des réseaux de grande distance (WAN) – Liaisons louées, Frame Relay, réseaux privés virtuels utilisant Internet
- TP : Manipulation des commandes réseaux sous UNIX ; Plan d'adressage IP et table de routage ; Programmation des sockets UDP et TCP

#### INTERNET et MULTIMEDIA (C/TD : 24h)

- Langages de l'Internet :**  
Initier aux différents langages (balises, scripts) et techniques pour la réalisation de sites Web dynamiques.
- Introduction à l'Internet
  - Langage à balises : XHTML
  - Langage de style : CSS
  - Langage de script : JavaScript
  - Pages dynamiques : PHP
  - Fonctionnalités de base d'une application Web
- Multimédia numérique, image et son**  
Le numérique. Le multimédia, convergence de l'informatique, de l'audiovisuel et des télécommunications.
- Le son. Ondes sonores, perception, loi de Fechner, théorème de Fourier. Numérisation : échantillonnage, théorème de Shannon, quantification. Formats MP3, MIDI. Compression du son, MPEG 1 Audio, MP3, Internet, Streaming.
  - L'image (fixe et animée). Numérisation, Cube des couleurs, Palette de couleurs. Formats bitmap et vectoriels (Synthèse d'images 2D/3D). Vidéo analogique, Numérisation, Compactage. Compression Image fixe (JPEG) et animée. MPEG. MPEG 1, 2 et 4. Vidéo CD, SVCD, DVD Vidéo. Internet. Streaming.

### Electronique et architecture

#### ELECTRONIQUE (C : 20h – TD : 20h – TP : 8h)

- Rappels d'électrocinétique : lois de base, régimes transitoires, régime sinusoïdal permanent, quadripôles.
- Systèmes linéaires.
- Analyse fréquentielle : fonction de transfert harmonique, diagrammes de Bode, filtres passe-bas, passe-haut, passe-bande, coupe bande et bande passante.
- Calcul symbolique : transformation de Laplace, fonction de transfert généralisée, réponses impulsionnelle et indicelle.
- Mémoires vives : technologies, adressage, assemblage, fonctionnement, mémoire centrale et mémoire cache.
- Amplificateur opérationnel : modélisation des amplificateurs opérationnels idéal et parfait, boucle d'asservissement, exemples classiques.

#### ARCHITECTURE DES ORDINATEURS (C : 24h – TD : 20h – TP : 12h – Projet:32h)

- Introduction : généralités et historique.
- Fonctions logiques élémentaires : portes, algèbre de Boole, simplification des fonctions.
- Logique combinatoire : addition, soustraction, comparaison, parité, codage, décodage, multiplexage et démultiplexage.
- Logique séquentielle : bascules, registres, compteurs synchrones et asynchrones.
- Mémoires vives : technologies, adressage, assemblage, fonctionnement, mémoire centrale et mémoire cache, Mémoires mortes et circuits de logique programmable.
- Unité centrale de traitement : représentation des nombres, opérations arithmétiques et logiques, unité de commande, fréquence d'horloge, séquenceur, traitement des instructions, anticipation, parallélisme, CISC et RISC.
- Entrées-Sorties et bus : terminaux, imprimantes, supports magnétiques et optiques.

# Deuxième année

## Mathématiques

### COMPLEXITE DES ALGORITHMES (C:12h –TD:12h)

Les objectifs de ce cours sont :

- Sensibiliser les étudiants à l'importance de l'étude de la complexité des algorithmes
  - Montrer les différentes approches de la complexité
  - Montrer l'importance du contexte, de ce que l'on mesure et de ce que l'on en déduit
  - Fournir des outils mathématiques pour analyser la complexité.
- Le cours s'organise en 4 parties, illustrées par des exemples pris dans des domaines variés pour montrer le spectre d'application des techniques et les limites des approches sur des problèmes réels de l'ingénieur.
- Généralités – outils mathématiques
  - Complexité pratique
  - Algorithmes de tri
  - Problèmes difficiles

### MODELES ALEATOIRES (C:12 h – TD: 12 h)

- Caractéristiques et performances des systèmes informatiques, comportements moyens et dispersion, analyses statistiques.
- Variables aléatoires, espérance et variance, lois des grands nombres. Analyse d'algorithmes.
- Fonction caractéristique. Fonctions aléatoires et systèmes continus, processus de Poisson, systèmes markoviens. Chaînes de Markov, applications : analyse de modèles discrets et fiabilité des systèmes.
- Systèmes à files d'attente. Modèles à flux simple. Equations et formules d'Erlang, application au dimensionnement de serveurs/routeurs.
- Introduction à l'analyse en simulation des systèmes : méthodes de Monte Carlo et générateurs aléatoires.
- Lois de probabilité discrètes et continues : définition, propriétés, génération et utilisation pratique.

### THEORIE DES CODES (C/TD : 24h)

- Introduction à la théorie des codes correcteurs d'erreurs et montrer comment les outils algébriques permettent de traiter des problèmes d'origine technologique.
- Quelques repères historiques
  - Généralités sur les codes correcteurs
  - Codes linéaires
  - Codes cycliques
  - Codes BCH et codes Reed-Solomon
  - Exemples d'applications industrielles des codes correcteurs

## Modèles de programmation

### CONCEPTION ORIENTEE-OBJETS (C:12h –TD:12h)

Apprendre à concevoir un projet avant de le développer. Etre capable de modéliser une conception en utilisant un sous ensemble des diagrammes UML.

- Fondement des modèles objets
  - Description des concepts objet
  - Modèle statique : le diagramme de classe
  - Modèle dynamique : le diagramme de séquence
  - D'autres diagrammes : diagramme de contexte, diagramme de flux, vues internes, ...
  - Méthodologie et démarche d'analyse
  - Méthodologie et démarche de modélisation
- TD : Analyse et modélisation d'un cas concret

### PROGRAMMATION ORIENTEE OBJETS

(C : 18 h – TD : 12h – TP : 8h – Projet:32h)  
Concepts de base de la programmation orientée objets en s'appuyant sur C++ et JAVA.

- C++ : éléments de base: classes et objets, membres, fonctions membres, constructeurs et destructeur.
  - La notion d'héritage, simple puis multiple. Polymorphisme et liaison dynamique.
  - La généricité et son utilisation en C++.
  - La gestion des exceptions.
- JAVA : organisation des programmes, construction des classes, initialisation, constructeurs
- exceptions et gestion des protections
  - classes abstraites, interfaces, classes anonymes, réflexion, bibliothèques standards.

### PROGRAMMATION DISTRIBUEE (C:12h –TD:12h)

Modèles d'applications distribuées, problématique de la concurrence d'exécution et gestion des communications et outils de programmation.

- Modèles Client-Serveur : Communication par mes-sages (asynchrone) ou événementielle (synch-rone); Modèle à objets, à composants ou à code mobile
- Mémoire virtuelle partagée
- Appels de procédure à distance dans les applications distribuées : RPC
- Le langage Java pour le développement d'applications concurrentes (threads / synchronisation / application de l'exclusion mutuelle)
- Extension / Distribution grâce à JavaRMI
- PVM et MPI (en Travaux Dirigés)

### PROGRAMMATION FONCTIONNELLE (C : 12h-TD/TP : 12h)

- Comparaison entre les approches fonctionnelles et impératives de la programmation.
- Introduction à la syntaxe de OCAML.
- Typage et définir des types.
- Implémentation des langages fonctionnels de programmation : typage, évaluation, gestion de la mémoire, garbage collector.
- Introduction au lambda-calcul (noyau commun à tous les langages de programmation fonctionnels).
- Modules OCAML et leurs applications

### PROGRAMMATION EN LOGIQUE(C:12h –TD:12h)

Modèle de programmation déclarative à travers le langage Prolog. Rappels de logique et de démonstration automatique – Restrictions du modèle général et fondements de Prolog.

- Présentation informelle à travers un exemple.
- Concepts de base de Prolog : syntaxe et sémantique
- Application : Prolog et bases de données relationnelles.
- Objets structurés, listes : définition, propriétés et opérations.
- Application : Prolog et les grammaires – Analyse et synthèse de langages.
- Contrôle de l'exécution : cut, négation par échec, contraintes – Modification dynamique des programmes
- Applications : Prolog et Systèmes experts : Bases de connaissances et moteurs d'inférence

### PROGRAMMATION TEMPS REEL (C : 14 h – TD : 10 h)

- Présentation des systèmes Temps Réels
- Introduction aux systèmes d'exploitation TR et à la programmation des tâches TR.
- Gestion des tâches
- Communication et synchronisation entre tâches
- Gestion des services (interruptions, gestion du temps)
- Algorithmes élémentaires d'ordonnement des tâches
- Introduction à la modélisation des tâches TR
- Réseaux de Petri, Statecharts

## Informatique fondamentale

### SYSTEMES d'EXPLOITATION (C:24h –TD:24h)

- Fonctions d'un système d'exploitation et exemples.
- Notion de processus, Commutation de contexte et mécanismes de bas niveau: interruptions, communication et synchronisation, entrées-sorties.
- Programmation de processus parallèles, synchronisation; sous-systèmes et services (E/S, mémoire)
- Mise en œuvre des processus, des primitives de synchronisation ; interruptions : réalisation du noyau.
- Exemples d'architecture de systèmes simples.
- Systèmes de gestion de fichiers
- Gestion mémoire, mémoires virtuelles et hiérarchies Désignation et liaison, protection
- Allocation des ressources.
- Gestion des processus, threads, tâches, objets
- Processus et noyaux temps réel, support réseau
- Modélisation et évaluation des performances

### SYSTEMES REPARTIS (C:12h –TD:12h –Projet :32h)

Apprentissage des concepts généraux au cœur des systèmes distribués.

- Contrôle et gestion distribuée des processus et des ressources
- Désignation et accès distribué
- Communication et modèles de distribution (RPC, RMI, etc)
- Mémoire partagée et répartie, mémoire virtuelle partagée
- Gestion distribuée et cohérence
- Noyaux distribués : études de cas

### RESEAUX II (C :40h – TP : 24h)

Concepts des réseaux locaux et des protocoles TCP/IP utilisés dans l'entreprise et dans Internet

- Principes de fonctionnement des réseaux locaux
  - Adressage des réseaux locaux
  - Ethernet et ses principales variantes (Fast Ethernet, Giga Ethernet, 10G Ethernet)
  - Fonctionnement des commutateurs Ethernet
  - Réseaux locaux sans fil (WiFi)
  - Réseaux de stockage (SAN)
  - Internet : structure et services
  - Couche réseau:IP et protocoles associés(ARP,ICMP)
  - Couche transport : TCP et UDP
  - Protocoles: FTP, TFTP, DNS, SMTP, POP3, SNMP,
- TP : Application Internet sous windows et linux: Serveur FTP, Client Mail, Messagerie; routeur, switch manageable.

### COMPILATION (C/TD :24h –Projet:32h)

Principaux aspects de la compilation : analyses lexicale et syntaxique, sémantique et génération simple de code. Réalisation du compilateur pour un langage de type Pascal.

- La structure d'un compilateur, cross-compilateurs, compilation et évaluation partielle.
- L'analyse syntaxique descendante, le calcul des tables d'analyse.
- Le principe de l'analyse syntaxique ascendante.
- Déclarations globales et locales, le principe de la visibilité lexicale, la table des symboles.
- Les diverses vérifications sémantiques.
- La gestion de la pile, les blocs et la construction de l'adresseur (display).
- Génération de code intermédiaire sous forme de code 3-adresses et optimisation du code.

### ARCHITECTURES AVANCEES (C : 18 h – TD : 18 h)

L'objectif est de faire comprendre les mécanismes d'accélération des performances des ordinateurs.

- Introduction : fondements de la conception des ordinateurs (métriques de coûts et performances, tendances technologiques)
- accélération des performances des processeurs : parallélisme niveau instruction (pipelines, ordonnancements statique et dynamique, prédiction des branchements, exécution spéculative), introduction au parallélisme niveau thread
- accélération des performances de la mémoire : hiérarchie mémoire, conception et cohérence des caches
- Mécanismes d'accélération des entrées/sorties : systèmes de stockage, interfaces de communication

## Applications

### RECHERCHE OPERATIONNELLE (C:18 h – TD:10 h – TP: 8h)

- Optimisation avec ou sans contraintes : fonctions régulières ou convexes, multiplicateurs de Lagrange.
- La Programmation Linéaire. Exemples et résolution graphique. Ecritures matricielles.
- Le simplexe : approches algébrique et géométrique (polytopes convexes). Théorème d'optimalité et critères de choix des variables. Simplexe et méthode du tableau.
- Initialisation (méthode des deux phases, variables artificielles), convergence et cyclage. Le simplexe révisé.
- Dualité. Programmes primal et dual, interprétation économique. Méthode dual simplex.
- Complexité algorithmique et méthodes polynomiales. Méthodes de points intérieurs. Comparaison des algorithmes. Applications en économie et en informatique.
- Programmation linéaire en nombre entiers : branch and bound, plans de coupure.
- Les incertitudes : Programmation dynamique et Programmation Linéaire Stochastique.
- Théorie des jeux. Optimum de Pareto. Jeux à 2 joueurs et équilibres de Nash.

### BASES DE DONNEES RELATIONNELLES (C : 24 h – TD : 24 h)

- Présentation de la problématique et des différents modèles de données.
- L'algèbre relationnelle : opérateurs, absence de valeur, opérateurs externes.
- Le modèle relationnel : schéma relationnel, clés candidates et primaires, schéma de base de données, intégrité relationnelle et référentielle.
- Langage SQL : requêtes, création de tables, instructions de mises à jour des données.
- L'intégrité des données : contraintes déclaratives, déclencheurs.
- Les transactions : atomicité, confirmation, retour arrière.
- La programmation dans les bases de données : curseurs, exceptions, langage PL/SQL.
- La concurrence : granularité du verrouillage, multi-versions, lecture consistante.
- Les schémas externes : mises à jour à travers les vues, déclencheurs sur vue.
- La théorie de la conception d'une base de données relationnelle : dépendances fonctionnelles et multivaluées, décomposition, formes normales.
- Modélisation sémantique : modèle entité-relation, méthode Merise, règles de dérivation

### INTERFACES HOMME-MACHINE (C:12h –TD:12h)

- Enjeux de la réalisation d'interfaces homme machine et langage de spécification d'interfaces
- Cadre général et problématique : principes généraux sous jacents à tous les systèmes graphiques
  - Cas des micro ordinateurs sous OS propriétaires - XWindow
  - Interfaces en mode Web Html, php - Problème de la portabilité des interfaces
  - Interfaces en Java
  - ISL (Interface State Language), langage de spécification d'interfaces à base d'états. Liens entre ISL et UML. Mise en œuvre de ISL

### INFOGRAPHIE (C : 12 h – TP : 12 h)

- Apprendre à développer des applications graphiques temps réel.
- L'infographie: domaine d'application, matériel graphique, modèles d'affichage
- Visualisation 3D (transformations géométriques, modèles de projection, z-buffer ...)
- Modèles de couleur et Modèles d'éclairage
- Placage de texture
- Application de ces différents concepts à l'aide des bibliothèques OpenGL et GLUT
- Introduction à l'analyse d'image

# Troisième année : 2 modules au choix comportant 1 projet chacun

## Développement logiciel

<p><b>OPTIMISATION COMBINATOIRE (C : 24h – TP : 8h)</b></p> <p>Panorama des problèmes combinatoires, complexité et cadre général des solutions.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Qu'est ce qu'un problème combinatoire, éléments de complexité</li><li>Programmation par contraintes et algorithmes (de Forward Checking à AC7)</li><li>Optimisation globale, préférences, optimisation multicritères</li><li>Méthodes de recherche locale</li><li>Éléments de programmation logique avec contraintes</li><li>Extensions : scheduling, configuration</li><li>Parcours d'espace de recherche, simulation de parallélisme LDS, IDFS ....</li><li>Programmation linéaire mixte, méthodes polyédriques</li></ul>
<p><b>SPECIFICATIONS FORMELLES (C : 24h – TP : 8h)</b></p> <p>Introduction à la preuve de programme et à la théorie des spécifications formelles, travaux pratiques sur le logiciel de spécification formelle « Atelier B » et mini projet</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Les principes de la spécification (formelle).</li><li>Éléments de logique de Hoare.</li><li>Les opérations de raffinement.</li><li>Preuves de correction, obligations de preuve et preuve assistée.</li><li>Le langage de spécification B.</li></ul>
<p><b>MODELISATION ORIENTEE-OBJETS (C : 24h – TP : 8h)</b></p> <p>Connaître et utiliser UML2</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Apprendre les subtilités des diagrammes de classes et des bons designs par les Design Patterns</li><li>Apprendre les concepts des diagrammes d'activité par les Workflow Patterns</li><li>UML2 en grand: l'architecture MDA, le MOF, la sémantique par les contraintes du métamodèle</li><li>Sémantique opérationnelle de UML2: sémantique RTC des diagrammes d'état, sémantique "traverse to completion" des diagrammes d'activité</li><li>Spécification de contraintes sur le modèle : le langage OCL, utilisation d'alternatives (le langage Z)</li></ul>
<p><b>GENIE LOGICIEL (C : 24h – TP : 8h)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Introduction : les problèmes de développement et de maintenance</li><li>Les processus de développements logiciels : le produit et sa configuration, les processus et la bonne gestion des processus, la norme ISO 12207</li><li>Les processus élémentaires (étude détaillée) : étude d'opportunité, analyse des besoins, conception, tests, gestion de configuration</li><li>Les cycles de développement : cycle en V, prototypage, cycle itératif, le RUP, l'Xtreme programming</li></ul>
<p><b>BASES DE DONNEES AVANCEES (C : 24h – TP : 8h)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Le standard de l'ODMG (Object Database Management Group, 1993-1997) : objet, classe, encapsulation, héritage simple et multiple, polymorphisme d'inclusion et de surcharge, collections d'objets et de valeurs, persistance des objets et des valeurs, langage d'interrogation OQL.</li><li>La norme SQL3 (1999-2000) : LOB, tableau variable, table imbriquée, type objet, table d'objets, référence, héritage de type, principe de substitution, vue objet, héritage de table et de vue, manipulation des objets (requêtes et mises à jour).</li></ul>

## Réseaux

<p><b>THEORIE DE L'INFORMATION (C : 24h – TD/TP : 8h)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Cryptographie : introduction aux champs principaux de la cryptographie moderne ; bases théoriques, présentation de deux problèmes centraux : la factorisation et le logarithme discret des entiers longs. Cryptosystèmes symétriques (DES, AES), cryptosystèmes asymétriques (RSA, El Gamal, Diffie Hellman), fonctions de hachage, signatures numériques.</li><li>Codes correcteurs d'erreurs : suit le cours de deuxième année ; on introduit le décodage efficace de certains codes correcteurs d'erreurs.</li><li>Compression de textes (méthodes statistiques – Huffman, codage arithmétique, méthodes dictionnaire (LZSS, LZW), méthodes adaptatives.</li></ul>
<p><b>CONCEPTION DES RESEAUX (C : 24h – TP : 8h)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Méthodologie de conception des réseaux</li><li>Critères de performances et de qualité de service des réseaux</li><li>Besoins en qualité de service des principales applications</li><li>Analyse des flux d'un réseau</li><li>Conception logique des réseaux locaux</li><li>Commutateurs Ethernet pour améliorer les performances et la robustesse</li><li>Utilisation des VLAN (réseaux locaux virtuels) pour améliorer la flexibilité</li><li>Techniques utilisées pour améliorer la qualité de service des réseaux</li></ul>
<p><b>ADMINISTRATION ET SECURITE DES RESEAUX (C : 24h – TP : 8h)</b></p> <p>Serveurs Windows 2003 et UNIX. L'aspect sécurité est particulièrement approfondi.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Présentation et caractéristiques d'Active Directory et stratégies de groupes</li><li>Gestion des utilisateurs et Service réseau disponible sous Windows Server</li><li>Configuration de l'autorité de certification avec Windows Server</li><li>Utilisation de certificats pour l'authentification</li><li>Présentation des outils d'analyse et d'administration des réseaux et gestion sous UNIX</li><li>Accès à la base d'annuaire par LDAP sous UNIX</li><li>Authentification par Kerberos sous UNIX, Mise en place du shell sécurisé SSH</li></ul>
<p><b>SOLUTIONS WAN ET PROTOCOLES DE ROUTAGE (C:24h-TP:8h)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Caractéristiques spécifiques des réseaux de grande distance</li><li>Techniques d'accès aux réseaux des opérateurs : réseau téléphonique, RNIS, xDSL, ...</li><li>Solutions à base de circuits : liaisons louées et solutions à base de circuits virtuels</li><li>« Frame Relay » pour interconnecter des réseaux locaux d'entreprise</li><li>Fonctionnement d'ATM au cœur du réseau - Evolution vers MPLS</li><li>Services de réseaux privés virtuels sur Internet (VPN)</li><li>Rôle des protocoles de routage, Protocoles « vecteur de distance » (RIP) ; « état des lignes » (OSPF) et protocole de routage utilisé dans Internet : BGP4</li></ul>
<p><b>TRANSMISSION DES DONNEES (C : 24h – TP : 8h)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Modèles analogiques et numériques des signaux physiques, transmission à distance et paramètres (énergie, bande, débit binaire, TEB), supports et fonctions mises en œuvre.</li><li>Le codage source et la notion d'alphabet de symboles, l'interférence entre symboles.</li><li>Représentation en fréquence des signaux et utilisation de la variable complexe. Modulation, modulations numériques (MAQ, MDP, MDF) et propriétés spectrales.</li><li>Démodulation. Performances des modulations numériques. Effet du codage de canal.</li><li>Multiplexage fréquentiel et temporel de liaisons et accès multiples (TDMA, FDMA, CDMA). Signalisation et synchronisation. Liaisons satellites, systèmes MIC et GSM.</li><li>Transmission par satellites (antennes, radio), liaisons sans fil, câbles, fibres optiques.</li><li>Etat actuel et perspectives (MODEM V92, RNIS, XDSL, FFC, DPL, GPRS, UMTS, ...).</li></ul>

## Imagerie numérique et modélisation géométrique

<p><b>ALGORITHMES DE COMPRESSION D'IMAGES (C : 24h – TP : 8h)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Introduction. Information et entropie, compression sans perte.</li><li>Méthodes entropiques : RLE, Huffman et Fano. Optimalité du codage de Huffman.</li><li>Méthodes de type dictionnaire (LZW et variantes), codage arithmétique, comparaisons.</li><li>Représentation d'images, utilisation, besoins de compression, compression sans pertes.</li><li>Information visuelle et codage par transformées de Fourier ou DCT (JPEG).</li><li>Les ondelettes : transformée en ondelettes, analyses multirésolution et représentation par ondelettes orthogonales, application aux images. Description de JPEG 2000.</li><li>Fractales. Notion d'IFS. Comparaison des techniques de compression des images fixes.</li><li>Compression vidéo : temps et prédiction du mouvement. MPEG1, MPEG2, MPEG4.</li></ul>
<p><b>ANALYSE D'IMAGES (C : 24h – TP : 8h)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Appréhender les problèmes d'analyse d'images à l'aide d'algorithmes performants.</li><li>Traitement d'images, analyse structurelle et détection fine</li><li>Gradient et Laplacien, détection et suivi de contours, contours actifs</li><li>Caractérisation par régions : Split and Merge ...</li><li>Morphologie mathématique</li><li>Transformation de Hough</li><li>Analyse de texture</li></ul>
<p><b>VISUALISATION SCIENTIFIQUE (C : 24h – TP : 8h)</b></p> <p>Techniques et applications en visualisation scientifique.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Algorithmes et concepts élémentaires :<ul style="list-style-type: none"><li>Bresenham, interpolation, remplissage de polygone, Atherton et Weiler ...</li><li>Algorithme du peintre – Z-Buffer – Lancer de Rayon – Radiosité</li><li>Voxels – Octrees – Marching cubes</li></ul></li><li>Applications en visualisation scientifique :<ul style="list-style-type: none"><li>Imagerie médicale</li><li>Simulation et réalité augmentée</li><li>Télédétention</li></ul></li></ul>
<p><b>MODELISATION GEOMETRIQUE ET CFAO (C : 24h – TP : 8h)</b></p> <p>Modélisation surfacique (Bézier, B-Splines et NURBS), et volumique (B-Rep, CSG)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Formes fonctionnelles, surfaces canoniques (plans, cylindres et cônes, sphères et tores)</li><li>Définition de formes fonctionnelles par contraintes géométriques (tangence, angles, ...)</li><li>Formes de raccordement et de style (surfaces sculptées ou de forme libre).</li><li>Définition des courbes paramétriques polynomiales (Bézier). Fonctions de Bernstein et courbes de Bézier. Raccordements, courbes de Bézier par morceaux, B-Splines.</li><li>Surfaces produit tensoriel, propriétés, dérivation et hodographes, évaluation</li><li>Algorithmes itératifs, Approximation de courbes et de surfaces. Géométrie différentielle</li></ul>
<p><b>MAQUETTE NUMERIQUE ET REALITE VIRTUELLE (C : 24h – TP : 8h)</b></p> <p>Modes d'interaction et simulation d'univers virtuels, problèmes des univers de grande taille,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Interaction, les sens passifs et actifs (vue, ouïe, toucher), et les sens inutilisés (goût, odorat).</li><li>Modes de travail de l'utilisateur appareillé ou non.</li><li>Scène de grande dimension et critères de visibilité (distance et direction du regard).</li><li>Modélisation hiérarchique et génération de modèles simplifiés (critères de visibilité).</li><li>Simplification par élimination de détails morphologiques.</li><li>Simplification par une surface simple approximant un ensemble de surfaces complexe.</li></ul>
<p><b>SIGNAUX ALEATOIRES ET FILTRAGE (C : 24h – TP : 8h)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Lois de probabilité et variables aléatoires, vecteurs aléatoires, vecteurs gaussiens.</li><li>Fonctions aléatoires : définition. Fonctions gaussiennes, processus de Poisson.</li><li>Loi de probabilité, dépendance, lois conditionnelles, corrélations.</li><li>Processus à accroissements indépendants et markoviens, stationnaires, bruit blanc.</li><li>Filtrage des signaux déterministes. Fonction d'autocorrélation et densité spectrale de puissance d'un signal stationnaire. Filtrage des signaux aléatoires et des images.</li><li>Traitement de signaux transitoires : transformée de Fourier glissante et ondelettes. La transformée en ondelettes d'un signal non stationnaire. Traitement des images.</li><li>Modèles de fonctions d'autocorrélation. Filtrage de Wiener et applications.</li></ul>
<p><b>SYSTEMES OUVERTS (C : 24h – TP : 8h)</b></p> <p>Architecture des systèmes ouverts, intégration de systèmes hétérogènes, conception et programmation. CORBA</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Problématique des systèmes ouverts et des « middlewares »</li><li>L'architecture et la technologie des systèmes ouverts</li><li>Modèles de systèmes ouverts et leur correction</li><li>Intégration de systèmes ; modèle OMG/CORBA, DCOM, COM+, NCA, etc</li><li>Systèmes ouverts embarqués ; exemples</li><li>Interopérabilité, portabilité et réutilisation</li></ul>
<p><b>ALGORITHMIQUE DISTRIBUEE (C : 24h – TP : 8h)</b></p> <p>Bases de l'algorithmique distribuée et du parallélisme pour le calcul parallèle et les systèmes et applications distribués.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>L'expression du parallélisme dans les langages (rappels)</li><li>Modèles d'Algorithmique Parallèle (e.g. PRAM, NUMA, etc)</li><li>Types d'algorithmes et applications (calcul scientifique, lancé de rayons, algorithmique parallèle sur les graphes et réseaux, etc)</li><li>Evaluation et correction des algorithmes parallèles</li><li>Exemples</li></ul>
<p><b>LANGAGES ET ARCHITECTURES TEMPS REEL (C : 24h – TP : 8h)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Mécanismes avancés d'ordonnancement des tâches</li><li>Systèmes d'exploitation et exécutifs temps réel, études de cas (Chorus/Jaluna, OSEK/VDX, Linux RTAI)</li><li>Utilisation des périphériques (bus de communication : VME, bus de terrain ; pilotes de périphériques/Linux)</li><li>Langages de spécification et d'implémentation (ESTEREL)</li><li>Méthodologies pour le développement des systèmes temps réel : RT-UML</li></ul>
<p><b>SYSTEMES SECURISES EMBARQUES-CARTES A PUCES (C : 24h – TP : 8h)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Architecture de la carte à puce</li><li>Standards et protocoles : Standards physiques ; Protocole de communication ;</li><li>Java Card : Le langage Java Card ; Architecture et fonctionnalités spécifiques.</li><li>Sécurité : Rappel des fondements ; Cryptographie ; Attaques et contre mesures</li><li>Carte santé et architecture à clés publiques</li><li>Intégration de la carte SIM (interaction mobile/carte SIM ; Réseau GSM)</li><li>Biométrie (Principes généraux ; Utilisation dans les cartes à puce)</li></ul>

# Enseignements généraux sur les 3 années

## ECONOMIE (C/TD : 36 h)

Découvrir » l'entreprise et la restituer dans le circuit économique et les marchés.

- Introduction : Analyse micro-économique – la production
- Les différentes approches de l'entreprise (sciences humaines, sciences de gestion, science économique)
- Etude des marchés : Définition des agents et opérateurs – Typologie des marchés (concurrence, monopole) et de leur fonctionnement.
- Les différents types d'entreprises : (typologie juridique)
- La gestion financière de l'entreprise : documents comptables et outils de gestion
- Analyse économique de l'entreprise, par la méthode des soldes intermédiaires de gestion et méthode des ratios
- Théorie des choix d'investissement : définition, méthodes, critères de choix
- Fonction de production et fonction de coût : facteurs de production, rendements, coûts, seuil de rentabilité.

## DROIT (C : 24 h)

Donner les notions de bases relatives au droit et aux législations

Initiation au droit

- Les sources du droit : droit français ; droit communautaire
- Le droit positif
- Les différentes branches du droit : droit privé ; droit public
- L'organisation judiciaire

Le droit en pratique

- Droit civil : droit des personnes ; droit des contrats
- Droit commercial : droit des sociétés
- Droit du travail : le contrat de travail

## COMMUNICATION (C/TD : 24 h)

### Pourquoi communiquer ?

- L'individu, L'institution, l'entreprise, l'association
- Les filtres bio-culturels (introduction à la P.N.L.), Les niveaux de communication inter-personnel (introduction à l'analyse transactionnelle), Les socio-styles (B. Cathelat)
- Les ciblage (Int. Ext) et les formes de communication

**Images** : où se trouve le capital image sur le bilan ? Techniques et outils

- Types de communication et Stratégies (copy-stratégies)
- Les huit principes pour bien communiquer selon Brochand
- Appel d'offre, choix des Partenaires, brief agences...ou/et exercices sur les postures
- Les nouveaux médias

## SECURITE DES SYSTEMES D'INFORMATION (C/TD : 24 h)

Sensibiliser les étudiants sur le problème fondamental de la sécurité globale du système d'information au sein de toute organisation.

- Une introduction à la sécurité.
- La définition d'une politique de sécurité.
- Des aspects techniques généraux de gestion de machines (hardware, système d'exploitation, sauvegarde,...).
- Architecture réseau sécurisée, firewalls et routeurs filtrants
- La cryptographie appliquée aux applications réseaux
- Les certificats électroniques et les infrastructures de gestion de clés publiques (PKI, Public Key Infrastructure)

## MARKETING- RECRUTEMENT-VENTE (C/TD : 52 h)

### Marketing

Introduction : Les différents marchés, l'apparition du marketing, la notion de profit.

- Le marketing opérationnel : Segments cibles, positionnement et marketing Mix
- La politique de produit : la gamme, la marque, le portefeuille de produits, matrice BCG
- La politique de prix : qu'est ce qu'un prix. Détermination du point mort et du prix psychologique.
- Plan marketing et analyse stratégique : Analyse SWOT, Analyse des besoins, segmentation.
- Marketing des nouvelles technologies : l'offre créatrice.

### Techniques de vente

La préparation, la découverte des besoins, l'argumentation et le traitement des objections d'un client.

### Techniques de recrutement

- Comment se vendre soi-même dans les phases de recrutement ?
- Principes et techniques de communication (personnelle, commerciale, institutionnelle).
- Capacité à s'exprimer avec aisance en vue d'un objectif précis.

## DROIT DE L'INFORMATIQUE (C : 18 h)

Les principes de la propriété intellectuelle utilisés pour l'informatique et l'internet

- Le régime juridique des logiciels et des créations numériques
- Le régime juridique des réseaux
- Les principes d'étude, de rédaction et de négociation des contrats informatiques ou internet
- La sécurité et la fraude informatique
- Le système légal de protection des données personnelles
- Les règles spécifiques du Droit du Travail pour l'informatique et l'internet

## ANGLAIS (130 h en médiathèque)

### Objectifs

Les Etudiants devront :

- Obtenir un niveau « Opérationnel Supérieur » correspondant à un score minimum de 750 à un test TOEIC.
- Comprendre la plupart des situations à caractère professionnel.
- Comprendre la plupart des intervenants Anglophones dans des réunions internationales.
- Satisfaire la plupart des exigences professionnelles.
- Soutenir une conversation avec aisance et précision dans des registres familiers.
- Lire la plupart des documents, mêmes techniques avec de rares utilisations du dictionnaire.
- Rédiger un CV et une lettre de motivation

## MANAGEMENT DE PROJET – QUALITE et ORGANISATION (C/TD : 56h)

### Management de projet

- I. Le contexte d'un projet* (projet, acteurs, besoins, contrat)
- II. Les 2 principes de la méthode*
- III. Préparer le projet en 11 étapes*  
Analyser le projet, Etablir l'organigramme technique du produit (OTP), Analyser les risques, Définir le cycle de développement (la stratégie), Définir les jalons et le calendrier, Définir les tâches (OTT), Définir les ressources (OTR), Estimer les durées et les coûts, Elaborer le planning (Pert / Gantt), Définir l'organisation (OTO), Rédiger le plan de gestion de projet
- IV. Suivre le projet* (exigences, risques, tâches, délais, ressources, budget, problèmes, tableau de bord, rapport d'avancement)
- V. Clôturer le projet* (recette, bilan, archives)

### Qualité et organisation

- I. MODULE 1 : processus*  
systèmes d'information, classification et méthodes d'analyse des processus (systémique, SADT, etc.), workflow, management des processus métiers (BPM) et reingénierie des processus métiers (BPR)
- II. MODULE 2 : analyse fonctionnelle*  
orientation de l'action, recherche de l'information, analyse des fonctions et des coûts, rédaction du CdCf
- III. MODULE 3 : analyse de la valeur*  
recherche d'idées et de voies de solutions, étude et évaluation de solutions, bilan prévisionnel et proposition de choix, suivi de réalisation
- IV. MODULE 4 : AMDEC/6M*  
les défaillances et les différents types d'AMDE, méthodologie de préparation, d'analyse et de mise en œuvre de l'AMDEC
- V. MODULE 5 : qualité*  
historique, enjeux et norme ISO 9001, processus métiers : bonnes pratiques, processus support et processus de management, mise en place d'un système qualité

# Horaires et crédits

## 1<sup>e</sup> Année – Volume total = 726 heures encadrées – Total des crédits ECTS = 60

Programme de 1 <sup>e</sup> année	Heures Encadrées				Travail personnel sur projet	Crédit ECTS
	cours	TD	TP	Total		
<b>Mathématiques (236 h. encadrées – 17 crédits)</b>						
▪ Eléments de logique	12	8	-	20		2
▪ Analyse	24	24	12	60		4
▪ Algèbre pour l'informatique	30	30	12	72		4
▪ Probabilités-Statistiques	12	12	-	24		2
▪ Méthodes numériques	12	-	24	36		3
▪ Théorie des langages	12	12	-	24		2
<b>Total</b>	<b>102</b>	<b>86</b>	<b>48</b>	<b>236</b>		<b>17</b>
<b>Informatique générale (254 h. encadrées + 2 projets – 22 crédits)</b>						
▪ Unix	4	-	8	12		-
▪ Introduction à la programmation	12	12	12	36		2
▪ Algorithmique et structures de données	24	24	-	48		3
▪ Algorithmique des graphes	12	12	-	24		2
▪ Logiciel de base	32	32	-	64		4
▪ Réseaux I	24	-	6	30		3
▪ Internet et multimedia	12	12	-	24		2
▪ Projet Algorithmique	-	8	-	8	24	3
▪ Projet Logiciel de base	-	8	-	8	24	3
<b>Total</b>	<b>120</b>	<b>108</b>	<b>26</b>	<b>254</b>	<b>48</b>	<b>22</b>
<b>Electronique et architecture (112 h. encadrées + 1 projet – 10 crédits)</b>						
▪ Electronique	20	20	8	48		3
▪ Architecture des ordinateurs	24	20	12	56		4
▪ Projet Architecture	-	8	-	8	24	3
<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>48</b>	<b>20</b>	<b>112</b>	<b>24</b>	<b>10</b>
<b>Socio-économie et management (126 h. encadrées– 11 crédits)</b>						
▪ Economie I	18	-	-	18		2
▪ Communication	24	-	-	24		2
▪ Marketing	24	-	-	24		2
▪ Introduction à la Gestion de projet	-	8	-	8		1
▪ Anglais	16	34	-	50		4
<b>Total</b>	<b>82</b>	<b>42</b>	<b>-</b>	<b>124</b>		<b>11</b>
<b>TOTAL</b>	<b>348</b>	<b>284</b>	<b>94</b>	<b>726</b>	<b>72</b>	<b>60</b>
<b>Stage obligatoire en entreprise</b>						<b>1 mois minimum</b>

## 2<sup>e</sup> Année – Volume total = 726 heures encadrées – Total des crédits ECTS = 60

Programme de 2 <sup>e</sup> année	Heures Encadrées				Travail personnel sur projet	Crédit ECTS
	cours	TD	TP	Total		
<b>Mathématiques (72 h. encadrées – 6 crédits)</b>						
▪ Complexité des algorithmes	12	12	-	24		2
▪ Modèles aléatoires	12	12	-	24		2
▪ Théorie des codes	12	12	-	24		2
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>-</b>	<b>72</b>		<b>6</b>
<b>Informatique fondamentale (212 h. encadrées – 18 crédits)</b>						
▪ Compilation	24	-	-	24		2
▪ Architectures avancées	18	18	-	36		2
▪ Systèmes d'exploitation	24	24	-	48		2
▪ Systèmes répartis	12	12	-	24		2
▪ Réseaux II	40	-	24	64		4
▪ Projet Systèmes répartis	-	8	-	8	42	3
▪ Projet Compilation	-	8	-	8	42	3
<b>Total</b>	<b>118</b>	<b>70</b>	<b>24</b>	<b>212</b>	<b>84</b>	<b>18</b>
<b>Modèles de programmation (166 h. encadrées – 15 crédits)</b>						
▪ Conception orientée-objet	12	12	-	24		2
▪ Programmation orientée-objet	18	12	8	38		2
▪ Programmation en logique	12	12	-	24		2
▪ Programmation fonctionnelle	12	12	-	24		2
▪ Programmation distribuée	12	12	-	24		2
▪ Programmation temps réel	14	-	10	24		2
▪ Projet Programmation orientée-objet	-	8	-	8	42	3
<b>Total</b>	<b>80</b>	<b>68</b>	<b>18</b>	<b>166</b>	<b>42</b>	<b>15</b>
<b>Applications (132 h. encadrées – 9 crédits)</b>						
▪ Recherche opérationnelle	18	10	8	36		2
▪ Bases de données relationnelles	24	12	12	48		3
▪ Infographie	12	-	12	24		2
▪ Interfaces homme-machine	12	-	12	24		2
<b>Total</b>	<b>66</b>	<b>20</b>	<b>46</b>	<b>132</b>		<b>9</b>
<b>Socio-économie, management (144h. encadrées – 12 crédits)</b>						
▪ Gestion de projet	-	24	-	24		2
▪ Economie II	18	-	-	18		2
▪ Droit	24	-	-	24		2
▪ Techniques de recrutement	-	16	-	16		1
▪ Techniques de vente	-	12	-	12		1
▪ Anglais	16	34	-	50		4
<b>Total</b>	<b>58</b>	<b>86</b>	<b>-</b>	<b>144</b>		<b>12</b>
<b>TOTAL DES ENSEIGNEMENTS ENCADRES</b>	<b>358</b>	<b>280</b>	<b>88</b>	<b>726</b>	<b>126</b>	<b>60</b>
<b>Stage obligatoire en entreprise</b>						<b>2 mois minimum</b>

**3e Année – Volume total = 428 heures – Total des crédits ECTS = 60**  
**(dont 30 pour le stage de fin d'études)**

Programme de 3 <sup>e</sup> année	Heures Encadrées				Travail personnel sur projet	Crédit ECTS
	cours	TD	TP	Total		
<b>DEUX MODULES AU CHOIX PARMIS 4 CI-DESSOUS</b>						
<b>pour chacun : 166 h. encadrées – 11,5 crédits ECTS</b>						
<b>Module Développement logiciel</b>						
▪ Optimisation combinatoire	24	-	8	32		2
▪ Spécifications formelles	24	-	8	32		2
▪ Modélisation orientée-objet	24	-	8	32		2
▪ Génie logiciel	24	-	8	32		2
▪ Bases de données avancées	24	-	8	32		2
▪ Projet	-	6	-	6	94	1,5
<b>Total module</b>	<b>120</b>	<b>6</b>	<b>40</b>	<b>166</b>	<b>94</b>	<b>11,5</b>
<b>Module Imagerie numérique et modélisation géométrique</b>						
▪ Algorithmes de compression d'images	24	-	8	32		2
▪ Analyse d'images	24	-	8	32		2
▪ Visualisation scientifique	24	-	8	32		2
▪ Modélisation géométrique et CFAO	24	-	8	32		2
▪ Maquette numérique et réalité virtuelle	24	-	8	32		2
▪ Projet	-	6	-	6	94	1,5
<b>Total module</b>	<b>120</b>	<b>6</b>	<b>40</b>	<b>166</b>	<b>94</b>	<b>11,5</b>
<b>Module Systèmes, informatique embarquée, temps réel</b>						
▪ Signaux aléatoires et filtrage	24	-	8	32		2
▪ Architecture des systèmes ouverts	24	-	8	32		2
▪ Algorithmique distribuée	24	-	8	32		2
▪ Langages et architectures temps réel	24	-	8	32		2
▪ Systèmes embarqués et cartes à puce	24	-	8	32		2
▪ Projet	-	6	-	6	94	1,5
<b>Total module</b>	<b>120</b>	<b>6</b>	<b>40</b>	<b>166</b>	<b>94</b>	<b>11,5</b>
<b>Module Réseaux</b>						
▪ Théorie de l'information	24	-	8	32		2
▪ Conception des réseaux	24	-	8	32		2
▪ Administration et sécurité des réseaux	24	-	8	32		2
▪ Solutions WAN et protocoles de routage	24	-	8	32		2
▪ Transmission des données	24	-	8	32		2
▪ Projet	-	6	-	6	94	1,5
<b>Total module</b>	<b>120</b>	<b>6</b>	<b>40</b>	<b>166</b>	<b>94</b>	<b>11,5</b>
<b>Pour les 2 modules et les projets associés choisis</b>	<b>240</b>	<b>12</b>	<b>80</b>	<b>332</b>	<b>188</b>	<b>23</b>
<b>Tronc commun (96h. encadrées –coef. 7)</b>						
▪ Sécurité	24	-	-	24	-	2
▪ Qualité et organisation	-	24	-	24	-	2
▪ Droit de l'informatique	18	-	-	18	-	1
▪ Anglais	6	24	-	30	-	2
<b>Total</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>-</b>	<b>96</b>	<b>-</b>	<b>7</b>
<b>TOTAL DES ENSEIGNEMENTS ENCADRES</b>	<b>288</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>428</b>	<b>188</b>	<b>30</b>
<b>Stage obligatoire en entreprise</b>				<b>4 mois minimum</b>		<b>30</b>