



# **Référentiel des compétences**

## **Diplôme d'Ingénieur**

# **Spécialité Informatique**

***Document de travail***

***23 mai 2005***

# 1. Référentiel des activités professionnelles

## a. Objectifs et finalité professionnelle du diplôme

Le caractère généraliste de l'ingénieur informaticien de l'INSA de Rennes lui permet d'intervenir dans de nombreux contextes avec compétence, par exemple au sein d'entreprises, d'administrations, de sociétés de services en informatique, de banque ou de télécommunications. Sa maîtrise des concepts fondamentaux en informatique, son esprit logique et inventif, ses aptitudes en gestion et en travail d'équipe sont fortement appréciés.

## b. Filières

En 5<sup>ème</sup> année, quelques étudiants en formation initiale suivent les cours du master recherche 2 en informatique co-habilité avec l'université de Rennes 1. Pour la procédure VAE, qui valide l'équivalence de 5 années d'étude, le département informatique considère cependant que la référence est le cursus 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> années à filière unique et 5<sup>ème</sup> année filière « industrie ». Il existe déjà des procédures dans les universités relatives aux équivalences de masters recherche.

## c. Emplois-types

- i. Chef de projet informatique
- ii. Ingénieur d'étude en informatique
- iii. Ingénieur R&D en informatique
- iv. Ingénieur méthode et qualité du logiciel
- v. Consultant en systèmes d'information
- vi. Architecte, urbaniste de systèmes d'information
- vii. Administrateur système et réseaux
- viii. Ingénieur technico-commercial en informatique
- ix. Maître d'œuvre en informatique
- x. Maître d'ouvrage en informatique
- xi. Directeur de services informatiques
- xii. Formateur en informatique

#### d. Secteurs d'activités

- i. Tout type d'entreprises : PME, Grands groupes, Services informatiques d'établissements publics, SSII, Sociétés d'édition de logiciels, laboratoires de recherche, « start up »
- ii. Tout secteur d'activité : télécommunication et réseaux, santé, agro-alimentaire, transport, énergie, défense, éducation, ...
- iii. Tout domaine d'application : imagerie numérique, « web services » et internet, réalité virtuelle, documentation électronique, ...

## **2. Référentiel des compétences**

### **a. Compétences scientifiques et techniques**

- i. Maîtriser les concepts et les formalismes fondamentaux de l'informatique
- ii. Maîtriser les langages de programmation et savoir les utiliser à bon escient
- iii. Savoir analyser et spécifier les besoins des systèmes d'information
- iv. Savoir modéliser les systèmes d'information
- v. Maîtriser la méthodologie et la qualité du logiciel
- vi. Maîtriser la complexité des algorithmes et des systèmes d'information
- vii. Maîtriser la gestion de projet
- viii. Maîtriser l'anglais technique

### 3. Référentiel des savoirs

Les intitulés des disciplines correspondent globalement à des cours dispensés en formation initiale

Le détail de ces cours est disponible sur les pages du département informatique.

Pour le niveau de maîtrise :

- **niveau c** : l'ingénieur a reçu une information sur le sujet et est capable de la restituer (est capable d'en parler)
- **niveau b** : il est capable d'utiliser les différents concepts, maîtrise l'outil
- **niveau a** : il maîtrise la méthode et domine les concepts.

Groupes de matières	Disciplines	Niveau de maîtrise exigé		
		a : maîtrise méthodo- logique	b : maîtrise d'outil	c: information et expression
<b>Architecture et systèmes</b>	<b>Architecture des calculateurs I :</b> Bases théoriques et pratiques permettant de concevoir et d'analyser les structures matérielles de base des ordinateurs. Algèbre de Boole, Représentation des valeurs, Circuits logiques, Circuits combinatoires, Circuits séquentiels, Unités de contrôle, Mémoires vives.	X		
	<b>Architecture des calculateurs II :</b> Éléments de base sur la programmation des circuits d'interface usuels. Notion de bus : définitions ; bus VME, CAN, Multibus, Signaux de micro-processeurs : le 68000 et le 80386, Synchronisation de micro-processeurs : attente active, interruptions, Les exceptions, Les entrées/sorties série : norme RS232, contrôle de flux, Les entrées/sorties parallèles : étude du 8255, Gestion des mémoires de masse : contrôleur de disque, DMA.		X	
	<b>Systèmes et outils pour le génie logiciel :</b> Introduction de certains outils présents dans les systèmes UNIX, premiers concepts de qualité de logiciels et initiation à un atelier de génie logiciel. Outils : make, cvs, man. Langages : shell, perl, python, php. Systèmes de fichiers : organisation interne, notion de liens, protection. Gestion de projet. Qualité logiciel : normes de programmation, métrologie.		X	
	<b>Système I :</b> Etude des processus du point de vue de leur mise en oeuvre. savoir écrire des handlers de périphériques, choix de décomposition d'application en processus communiquant (client-serveur). Processus : définitions, section critique, exclusion mutuelle, mécanisme producteur-consommateur, sémaphores. Entrées Sorties : modélisation des périphériques, prolongement logiciel de l'E/S, notion de handler, DMA, canaux. Gestion de l'unité centrale. Interblocage : définitions et conditions d'interblocage, détection, prévention, guérison.	X		
	<b>Système II :</b> Etude de la gestion de la mémoire, mécanismes de pagination, mémoire virtuelle. Gestion de l'espace des adresses : allocation statique, en pile, en tas. Pagination : pagination à plusieurs niveaux, tables des pages inversées, algorithmes de remplacement de pages, cache de translation. Hiérarchie de mémoires : organisation des caches, cohérence des caches. Mécanismes de passage de l'objet logique à l'objet physique, édition de liens dynamique. Sécurité et partage des informations.	X		

	<p><b>Réseaux :</b></p> <p>Mécanismes fondamentaux des réseaux : la correction des erreurs de transmission, le contrôle de flux, les processus d'adressage et de nommage, le routage. Notions de base : propriétés des supports de transmission, modèle en couche. X25 : étude du niveau trame et du niveau paquet. Protocoles du niveau liaison de données: ethernet, token ring, FDDI, frame relay, ATM TCP/IP : adressage, ARP, TCP, UDP, protocoles de plus haut niveau. Nommage : DNS, messagerie, URL, MIB. Routage : routage statique, routeur interne, RIP, routage pour les mobiles. IPv6 : limites de IPv4, gestion des adresses, ICMPv6, autoconfiguration. Sécurité : principes, cryptographie et gestion des clefs, politique de sécurité, sécurisation d'un site IP</p>		X	
	<p><b>Systèmes répartis :</b></p> <p>Mécanismes de base propres aux systèmes distribués. Problématique actuelle des systèmes : Classes d'architecture. Nouvelles applications. Conséquences sur les systèmes. Mécanismes de bases : Nommage. Processus-agents Communication (RPC).Introduction à la synchronisation répartie. Gestion de l'accès à l'information : Gestion mémoire multiprocesseur. Gestion de la mémoire virtuelle répartie. Gestion de l'accès à l'information permanente (segmentation, fichiers répartis) Tolérance aux fautes : Introduction à la sûreté de fonctionnement. Principes de la tolérance aux fautes. Exemples d'architectures matérielles (Tandem, Stratus, FTM) Techniques logicielles pour la tolérance aux fautes dans les architectures réparties (actions atomiques). Exemples HA-CMP, SEQUOIA.</p>		X	
	<p><b>Tolérance aux fautes :</b></p> <p>Synthèse des concepts de la fiabilité et approche systèmes de la conception, de l'évaluation et de l'implémentation de systèmes informatiques tolérants aux fautes. Synthèse des concepts de la fiabilité et approche systèmes de la conception, de l'évaluation et de l'implémentation de systèmes informatiques tolérants aux fautes.</p>			X
<b>Conception logicielle</b>	<p><b>Structures de données :</b></p> <p>Bases de la programmation orientée-objet, maîtrise de types de données abstraits et de leur représentation telles que les listes, les ensembles, les arbres, les graphes et les tables. Savoir construire des structures de données convenables pour représenter les objets manipulés par un programme, en s'appuyant sur les méthodes développées pour les types de données abstraites de base.</p>	X		
	<p><b>Java :</b></p> <p>Savoir construire des programmes en langage JAVA, manipulant les structures de données pertinentes. Utiliser les structures de données du langage Java (collections).</p>		X	

	<p><b>Schémas d'exécution et compilation I :</b></p> <p>De l'assembleur aux langages évolués. Traduction des structures de contrôle, structures de données, procédures, gestion de la mémoire : gestion statique et dynamique (pile, tas). Logiciels de traduction de programme, fonctionnement d'un assembleur, éditeur de lien, chargeur, fonctionnement de la machine virtuelle Java.</p> <p>Programmation en langage C</p>	X		
	<p><b>Schémas d'exécution et compilation II :</b></p> <p>Réalisation d'un compilateur. L'objectif visé est double : initier les étudiants aux techniques de compilation et leur faire réaliser un projet conséquent par groupe de 4 étudiants.</p>		X	
	<p><b>Analyse, conception et programmation orientés objets :</b></p> <p>Analyse et Conception Objet, Outils et méthode basés sur UML pour l'analyse et pour la conception ; Conception et Programmation Objet en C++, Conception et Programmation Objet en Java ; Héritage multiple et interface - Programmation générique : notion de frameworks</p>	X		
	<p><b>Compilation :</b></p> <p>Enjeux de la compilation, Analyse lexicale, Analyse syntaxique : Analyse descendante LL(1) et LL(k), Analyse ascendante LR, SLR, LALR., Analyse sémantique : Grammaires attribuées, Inférence de type à la Milner.</p>	X		
	<p><b>Méthode de programmation parallèle :</b></p> <p>Parallélisme d'exécution et machines parallèles, parallélisme d'expression ; Processus communicants par partage de variables, tâches légères, moniteurs de synchronisation et méthodes synchrones de Java, propriétés de vivacité, sûreté, algorithmique de la synchronisation, Processus et appel de procédure à distance ; Modèle Client-Serveur, RPC et RMI Java, rendez-vous ADA ; Processus communicants par échange de messages.</p>	X		
	<p><b>Programmation fonctionnelle :</b></p> <p>Expressions, définitions et types de base, utilisation des n-uplets, fonctions. Utilisation du filtrage par motif, polymorphisme et expressions de type, types "somme avec constructeur", types "produits nommés", fonctions et fonctionnelles usuelles sur les listes ; mécanisme des exceptions, Programmation modulaire par mise en oeuvre de type abstrait de données.</p>	X	X	

	<p><b>Programmation en logique :</b></p> <p>Logique et systèmes formels, langage des propositions et des prédicats, théorèmes de la déduction, unification et instanciation, résolution dans les langages des propositions et des prédicats.</p> <p>Programmation logique, nature logique d'un programme Prolog, fonctionnement de la "machine" Prolog. Utilisation de Prolog pour définir et interroger des relations (style base de données), les termes construits en Prolog, les arbres et les listes : définition récursive de prédicats, analyse syntaxique et mise en oeuvre de grammaires attribuées en Prolog, grammaires DCG</p>	X	X	
	<p><b>Qualité du logiciel :</b></p> <p>Réflexion sur l'impact de la non-qualité du logiciel. Les bugs et leurs conséquences, Techniques de test structurels.</p> <p>Introduction à la conception participative.</p>			X
	<p><b>Vérification :</b></p> <p>Les principes de la méthode formelle « B ». Les mécanismes de preuve, Intégration de la logique des propositions, Intégration de la logique des prédicats, Induction, Invariant, précondition, Obligations de preuve. Le langage de spécification, Substitutions généralisées, Ensembles, Fonctions et relations, Machines abstraites, Raffinement. Le langage de programmation, Machines abstraites, Raffinement, Implémentation, Importation</p>	X		
	<p><b>Composants logiciels :</b></p> <p>Motivation de la programmation distribuée et composants. Objets distribués, CORBA 2 : Architecture, langage de description d'interfaces, services. Composants logiciels distribués, CORBA Component Model : Architecture, serveurs et conteneurs, Entreprise Java Beans : Architecture, serveur/conteneurs, COM+ , .Net. Technologies XML.</p>		X	
<b>Mathématiques pour l'informatique</b>	<p><b>Algorithmique des graphes :</b></p> <p>Types de problèmes sur les graphes, et algorithmes classiques permettant de les résoudre. Graphes non valués : Définitions de base, Représentations d'un graphe, Opérations sur les graphes, Propriétés des graphes, Connexité, Cycles et cocycles, Arbres et arborescences, Ensembles stables et ensembles absorbants, Coloration de graphes. Graphes valués : Arbres couvrants de coût minimum, Chemins de valeur optimale, Applications : problèmes d'ordonnancement, problèmes de flots dans un réseau de transport.</p>	X		
	<p><b>Algorithmique- Complexité :</b></p> <p>Concepts et techniques de calcul mathématique utiles à l'informatique : récursion et induction, équations de récurrences, séries génératrices, comportement asymptotique. Analyse des algorithmes : mesure de complexité en temps et espace-mémoire, calcul de la complexité en moyenne et au pire, hiérarchie des fonctions de complexité (polynomiale, exponentielle). Méthode "Diviser pour régner" : présentation et application aux algorithmes de tri, recherche dichotomique, tracés récursifs de courbes. Optimisation combinatoire : programmation dynamique, méthode par essais successifs, élagage par heuristiques, algorithmes gloutons Introduction à l'intelligence artificielle : espace d'états, stratégies de résolution (Algorithme A*), arbre de jeu (min-max, alpha-beta).</p>	X		

	<p><b>Grammaires et langages :</b></p> <p>Langages rationnels et algébriques, opérations permises sur ces objets. Un langage peut être engendré par une grammaire, reconnu par un automate, dénoté par une expression rationnelle, solution d'un système d'équations. Langages reconnaissables et automates finis, Expressions rationnelles, Grammaires algébriques, Langages algébriques, Automates à piles.</p>	X		
	<p><b>Modèles stochastiques et méthodes statistiques :</b></p> <p>Modélisation de phénomènes dont l'évolution n'est pas déterministe. Espace de probabilité : Espace fondamental ; Espace de probabilité discret ; Probabilité conditionnelle ; Indépendance d'événements ; Application à la fiabilité des systèmes. Variables aléatoires : Principales lois discrètes et continues ; Fonction de répartition ; Fonctions génératrices de variables aléatoires entières; Lois conjointes, lois marginales ; Sommes de variables aléatoires indépendantes. Moments associés à une loi : Espérance, variance, covariance, corrélation, régression linéaire. Lois des grands nombres: Loi faible des grands nombres ; Théorème de la limite centrale. Eléments de statistique inférentielle : Estimation de paramètres ; Intervalles de confiance ; Tests statistiques (tests, d'hypothèses, tests d'ajustement).</p>	X		
	<p><b>Evaluation de performances de réseaux de files d'attente :</b></p> <p>Introduction à la modélisation de systèmes par réseaux de files d'attente. Evaluation de modèles sous l'angle processus stochastiques : réseaux à forme produit ; réseaux de Jackson, Gordon-Newell, (algorithme de convolution), et BCMP. Analyse et évaluation de réseaux à forme produit par valeurs moyennes : hypothèses de la forme produit ; Méthode MVA ; Formule de Little ; Réseaux monoclasse ouverts ou fermés ; Réseaux multiclasse ouverts ou fermés ; Réseaux mixtes.</p>			X
	<p><b>Analyse de données :</b></p> <p>Méthodes permettant essentiellement de résumer, d'explorer et de présenter des données. Méthodes factorielles : analyse en composantes principales, analyse factorielle des correspondances simple. Classification automatique (ou non-supervisée) Méthodes de réallocation : agrégation autour des centres mobiles, agrégation selon les k-moyennes, Classification hiérarchique : critère d'agrégation du saut minimal, critère d'inertie de Ward. Méthodes de classement (ou de classification supervisée), Analyse factorielle discriminante, Règles de classement : géométriques et bayésiennes, discrimination par boules, règles des m plus proches voisins. Régression linéaire simple et multiple</p>		X	
	<p><b>Optimisation et contraintes :</b></p> <p>Contraintes et valuations, Satisfaisabilité de contraintes dans les cas suivants: domaine arithmétique, domaine d'arbres, domaines finis ; Opérations sur les contraintes: Simplification, projection (élimination de Fourier), implication, équivalence ; Optimisation (algorithme du simplexe). Domaines finis de contraintes, Satisfaisabilité, solveurs basés sur la cohérence des noeuds et arcs, des bornes (règles de propagation) ; Optimisation: optimiseurs basés sur des essais successifs, sur le backtracking, sur le simplexe. Programmation Logique avec Contraintes, Evaluation, arbre de dérivation ; Modélisation simple, modélisation utilisant des structures de données. Implémentation des systèmes de Langages de Programmation Logique avec contraintes, Solveur incrémental de contraintes, méthode pour sauver, restaurer les contraintes.</p>	X	X	

<b>Applicatifs</b>	<b>Bases de données :</b> Concepts des bases de données (BD) et des systèmes de gestion des bases de données (SGBD). Modélisation par les données, modèle conceptuel entité-association, modèles organisationnels classiques : modèle hiérarchique, modèle réseau. Modèle relationnel, algèbre relationnelle, SQL. Conception des schémas relationnels, contraintes et dépendances fonctionnelles, calculs des dépendances impliquées, fermeture et couverture minimale d'un ensemble de dépendances fonctionnelles, normalisation, critères et algorithmes pour les décompositions de schémas relationnels (en 3NF et en BCNF). Implantations classiques d'une mémoire relationnelle, complexité des algorithmes et organisation, organisations de base : organisation en tas, organisation hachée, indexes primaires et secondaires, B-arbres. Algorithmes pour les requêtes et optimisation des requêtes. MERISE, modélisation des données et des traitements, des modèles conceptuels aux modèles physiques.	X	X	
	<b>Domaine applicatif 1 (par exemple Réalité virtuelle, Images numériques, Réseaux de neurones et logique floue).</b> <b>Fondements, principes et principales techniques d'un domaine applicatif.</b>		X	
	<b>Domaine applicatif 2 (par exemple Bioinformatique, Intelligence artificielle et diagnostic)</b> <b>Fondements, principes et principales techniques d'un domaine applicatif.</b>		X	
	<b>Gestion de projets</b> <b>(cf document des humanités)</b>		X	
<b>Humanité (cf document INSA)</b>	Communication professionnelle			
	Connaissance de l'entreprise			
	Economie et gestion			
	Langue vivante 1 - Anglais			
	Education physique et sportive			