

## Programme détaillé des enseignements

### *SEMESTRE S1 commun aux spécialités (MSIR, IDL, TechMed)*

| Type d'U.E. (1) | Intitulé et descriptif des U.E.   | Coef. (2) | Nombre d'heures par semestre |    |    | Crédits |
|-----------------|---|-----------|------------------------------|----|----|---------|
|                 |   |           | CM                           | TD | TP |         |
| F               | <u>GENIE LOGICIEL AVANCE</u><br>Gestion de projets.<br>Qualité logicielle.<br>Design patterns<br>Test logiciel<br>IHM, refactoring.   | 1         | 20                           | 10 | 10 | 5       |
| F               | <u>MIDDLEWARE</u><br>Introduction aux architectures réparties.<br>Notion de Middleware.<br>Vue en couches du middleware.<br>Les différents types de middleware :<br>Moniteurs transactionnels<br>EAI<br>Intégration d'information<br>BDs distribuées  | 1         | 20                           | 10 | 10 | 5       |
| F               | <u>TECHNIQUES DE COMLMUNICATION ET GESTION</u><br>Techniques de communication<br>Anglais<br>Gestion   | 1         | 40                           | 20 |    | 5       |
| Op              | <u>FONDEMENTS DES BASES DE DONNEES</u><br>Contraintes d'intégrité<br>Normalisation<br>Conception de schéma<br>Relations exemple<br>Base de données déductives<br>TP en Datalog  | 1         | 20                           | 14 | 6  | 5       |
| OP              | Calculabilité et Complexité<br>Introduction et motivations.<br>Notions de problèmes.<br>Modèles de calcul: Machines à registre, fonctions récursives, Machine de Turing déterministe.<br>Notion du calcul et d'algorithme.<br>Décidabilité, récursivement énumérable, Indécidabilité.<br>Réduction calculable.<br>Introduction à la théorie de complexité<br>Notion de NP et algorithmes non-déterministe.<br>Algorithme déterministe pour les problèmes dans NP. | 1         | 20                           | 20 |    | 5       |

Master Informatique et Systèmes  
spécialité Modèles, Systèmes, Imagerie, Robotique

|    |  |   |    |    |    |   |
|----|--|---|----|----|----|---|
| Op | <p><b><u>SYSTEMES TRANSACTIONNELS ET REPARTIES</u></b><br/> Gestion de la communication.<br/> Ordonnancement et synchronisation de processus.<br/> Allocation de ressources réparties et inter-blocage.<br/> Les systèmes transactionnels répartis.<br/> Notion de commutativité avant et arrière, de recouvrabilité.<br/> Peer to peer.</p>   | 1 | 20 | 14 | 6  | 5 |
| Op | <p><b><u>ANALYSE DE DONNEES</u></b><br/> Rappel de notions d'algèbre linéaire (espaces vectoriels, produit scalaire, matrices, valeurs et vecteurs propres, inertie).<br/> Analyse unidimensionnelle.<br/> Tests statistiques utilisés en analyse données ( Student, corrélation, chi-2, Fisher)/<br/> Régression multiple linéaire.<br/> Analyse en composantes principales.<br/> Analyse des correspondances (simples, multiples).<br/> Analyse canonique.<br/> Méthodes de classification (hiérarchique, non hiérarchique).<br/> Analyse discriminante.</p> | 1 | 20 | 10 | 10 | 5 |
| Op | <p><b><u>BASES DU TRAITEMENT DU SIGNAL ET IMAGE</u></b><br/> Signaux continus déterministes.<br/> Signaux échantillonnés.<br/> Signaux aléatoires.<br/> Filtrage des images.<br/> Segmentation des images.</p>   | 1 | 18 | 10 | 12 | 5 |
| Op | <p><b><u>TRAITEMENT ANALOGIQUE ET NUMERIQUE DE L'INFORMATION</u></b><br/> Chaîne d'acquisition :<br/> Généralités sur l'acquisition de données.<br/> Les capteurs et leurs conditionneurs.<br/> Numérisation.<br/> Notions d'architecture pour le traitement numérique de l'information<br/> préambule au TS numérique,<br/> notion de filtrage numérique,<br/> Limitations arithmétiques.</p>   | 1 | 20 | 18 | 12 | 5 |

**SEMESTRE S2**  
*commun aux spécialités (MSIR, IDL, TechMed)*

| Type d'U.E. (1) | Intitulé et descriptif des U.E.  | Coef. (2) | Nombre d'heures par semestre |    |    | Crédits |
|-----------------|--|-----------|------------------------------|----|----|---------|
|                 |  |           | CM                           | TD | TP |         |
| F               | <b>PROJET</b><br>Conception d'applications<br>Outils logiciels   | 1         |                              | 50 |    | 5       |
| F               | <b>STAGE EN ENTREPRISE OU PROJET AU LABORATOIRE</b> (13 semaines)<br>Rédaction d'un mémoire.<br>Soutenance orale devant un jury composé de deux enseignants et un membre de l'entreprise du laboratoire d'accueil.   | 1         |                              |    |    | 10      |
| Op              | <b>MODELISATION ET OPTIMISATION DES SYSTEMES COMPLEXES</b><br>Exemples de problèmes en nombres entiers, mixtes.<br>Modélisation avec des variables entières, binaires.<br>Programmation dynamique.<br>Relaxation Lagrangienne.<br>Méthode de séparation et évaluation.<br>Méthode de coupes.<br>Coupes de Gomory.<br>Contraintes valides pour des programmes mixtes.<br>Procédures de génération de contraintes.<br>Applications, logiciels. | 1         | 20                           | 12 | 8  | 5       |
| Op              | <b>COMPILATION</b><br>Phase d'analyse :<br>Analyse syntaxique.<br>Analyse sémantique.<br>Génération de code :<br>Environnement d'exécution.<br>Génération de code intermédiaire.   | 1         | 20                           |    | 20 | 5       |
| Op              | <b>INFOGRAPHIE 3D (UDA)</b><br>Bibliothèques graphiques.<br>OpenGL et GLUT (transformations géométriques, rendu, animation).<br>Java 3D.   | 1         | 16                           |    | 24 | 5       |
| Op              | <b>TECHNOLOGIE DE L'INFORMATION DE SANTE (UDA)</b><br>Conceptualisation et élaboration des systèmes d'information en santé.<br>Problématique de l'élaboration du dossier du patient. Méthodologie et problèmes pratiques.<br>Méthodologie et problèmes pratiques de la démarche qualité et des contrôles qualité dans les Systèmes d'information de santé.   | 1         | 25                           | 15 |    | 5       |

Master Informatique et Systèmes  
*spécialité* Modèles, Systèmes, Imagerie, Robotique

|    |  |   |    |    |    |   |
|----|--|---|----|----|----|---|
| Op | <p><b><u>AUTOMATIQUE ET ROBOTIQUE</u></b></p> <p><b>Automatique :</b><br/> Modélisation d'un système linéaire par la représentation d'état<br/> Analyse de stabilité<br/> Commandabilité, observabilité<br/> Commande par retour d'état (placement de pôles, critères quadratiques).<br/> Observateur</p> <p><b>Robotique :</b><br/> Description des mouvements des corps rigides.<br/> Architecture des robots, paramétrisation.<br/> Modélisations et commandes géométrique, cinématique et dynamique.</p>         | 1 | 20 | 18 | 12 | 5 |
| Op | <p><b><u>MODELES PROBABILISTES ET METHODES HEURISTIQUES</u></b></p> <p><b>Rappels de probabilité. :</b><br/> Notions de processus aléatoires.<br/> Chaînes de Markov.<br/> Processus de Naissance et de Mort.<br/> Files d'attente, Réseaux de Files d'attente.</p> <p><b>Introduction à la Simulation :</b><br/> Outils de décision.<br/> Algorithmes gloutons.<br/> Algorithmes de recherche locales.<br/> Algorithme d'arrondis.<br/> Applications, logiciels d'optimisation (cplex, Coin, Abaccus,Sas, ...).</p> | 1 | 18 | 12 | 10 | 5 |

Master Informatique et Systèmes  
spécialité Modèles, Systèmes, Imagerie, Robotique

SEMESTRE S3  
Spécialité MSIR

Les différents modules composant les semestres 3 et 4 de la spécialité MSIR sont répartis dans un module commun (5 crédits à valider) aux quatre parcours, trois modules communs aux deux parcours « recherche opérationnelle et productive » et « systèmes d'information et de communication », deux modules au choix parmi 4 aux parcours imagerie-Vision et Robotique et quatre modules spécifiques à chaque parcours. Le stage de recherche procure 20 crédits.

| Type d'U.E.(1) | Intitulé et descriptif des U.E.   | Coef. (2) | Crédits (5 et multiple de 5) |    |    |          |
|----------------|---|-----------|------------------------------|----|----|----------|
|                |   |           | CM                           | TD | TP |          |
| <b>F</b>       | Méthodes de l'aide à la décision (ISIMA)<br>Programmation linéaire entière et mixte, réseaux neuronaux, programmation par contraintes.<br>Programmation des jeux, techniques d'apprentissage.<br>Planification, applications à la robotique.  | <b>1</b>  | 20                           |    |    | <b>5</b> |
| <b>Op</b>      | Algorithmique avancée<br>Complexité, P,NP,PSPACE.<br>Transformation de problèmes.<br>Algorithmique combinatoire.  | <b>1</b>  | 20                           |    |    | <b>5</b> |
| <b>Op</b>      | Simulation des systèmes industriels<br>Principes de la simulation<br>Théorie de l'expérimentation<br>Démarches et cycle de vie : étapes, mise en oeuvre.<br>Vérification, validation, analyse de sensibilité.<br>Problèmes statistiques.<br>Applications aux systèmes complexes.<br>Exemples d'outils de simulation.  | <b>1</b>  | 20                           |    |    | <b>5</b> |
| <b>Op</b>      | Grilles de calcul et de données<br>Principes de distribution des calculs et des données<br>(P2P, Internet Computing, Metacomputing, Parasitic computing, Grid computing...)<br>Les besoins spécifiques des nouvelles applications nécessitant une grille de calcul.<br>Les différents types de grilles (Institutionnelles, grilles de PC, grilles de super-calculateurs...)<br>Concepts et composants des grilles de calcul et de données.<br>Authentification et sécurité.<br>Les intergiciels et surgiciels (upperware).<br>La gestion des données.<br>La soumission des calculs.<br>Exemples d'applications. | <b>1</b>  | 20                           |    |    | <b>5</b> |
| <b>Op</b>      | Modélisation des données et techniques d'optimisation robustes<br>Approximation par collocation (approches globales et approches locales).<br>Approximation au sens des moindres carrés (base canonique, polynômes orthogonaux, B-splines) .<br>Optimisation non linéaire (méthode du simplex,  | <b>1</b>  | 20                           |    |    | <b>5</b> |

Master Informatique et Systèmes  
spécialité Modèles, Systèmes, Imagerie, Robotique

|           |   |          |    |  |  |          |
|-----------|---|----------|----|--|--|----------|
|           | descente du gradient, Newton-Raphson, Levenberg-Marquard).<br>Optimisation robuste (Transformée de Hough, Moindre carrés médian, M-estimateur) .<br>Propagation d'incertitude.  |          |    |  |  |          |
| <b>Op</b> | Estimation<br>(Commun avec POLYTECH)<br>Notion d'estimateur.<br>Estimation optimale (CRLB).<br>Estimation linéaire.<br>Maximum de vraisemblance.<br>Estimation bayésienne.<br>Filtre de Kalman.   | <b>1</b> | 20 |  |  | <b>5</b> |
| <b>Op</b> | <i>Optimisation combinatoire</i><br><b>Problématique de l'optimisation.</b><br>Les différents types d'algorithmes.<br>Polyèdres combinatoires.<br>Séparation et optimisation.<br>Applications: conception de réseaux de télécommunications, problèmes de VLSI, traitement d'images.<br>Logiciels d'optimisation combinatoire (Cplex, Minto,...).  | <b>1</b> | 20 |  |  | <b>5</b> |
| <b>Op</b> | Optimisation des systèmes : méthodes et algorithmes (ISIMA)<br>Principes de décomposition et d'agrégation.<br>Calcul hiérarchisé et aide à la décision.<br>Méthodes de décomposition pour la programmation linéaire, entière et mixte .<br>Calcul parallèle et distribué pour les problèmes d'optimisation dans les réseaux.<br>Applications : Planification des systèmes de production : modèles de stocks et de flux ; allocation de ressources ; optimisation de la taille des lots ; problèmes de localisation. | <b>1</b> | 20 |  |  | <b>5</b> |
| <b>Op</b> | Reconnaissance des formes<br>(Commun avec POLYTECH)<br>Introduction à la reconnaissance des formes<br>Les descripteurs d'image utilisés pour la reconnaissance des formes en vision<br>Classification Bayésienne<br>Méthodes de classification paramétriques<br>Méthodes de classification non paramétriques<br>Les séparateurs à Vaste Marge (SVM)<br>Méta-classification (Bagging, Boosting)<br>Apprentissage non-supervisé   | <b>1</b> | 20 |  |  | <b>5</b> |
| <b>Op</b> | Représentation et traitement des connaissances<br>Introduction : les enjeux de la représentation des connaissances.<br>Les logiques de description : notions de base; techniques de raisonnement (subsumption structurelle, approche sémantique); propriétés des algorithmes de raisonnement.<br>Applications aux bases de données: le raisonnement taxinomique dans les modèles conceptuels de données; l'optimisation   | <b>1</b> | 20 |  |  | <b>5</b> |

Master Informatique et Systèmes  
spécialité Modèles, Systèmes, Imagerie, Robotique

|           |   |          |    |  |  |          |
|-----------|---|----------|----|--|--|----------|
|           | <p>sémantique des requêtes; l'extraction de schémas dans les bases de données semi-structurées.<br/>Les graphes conceptuels. La syntaxe. Les opérations. La sémantique. Le raisonnement.<br/>Applications typiques.<br/>Les ontologies. La place centrale des ontologies dans les problèmes d'intégration et de médiation d'informations. Représentation et exploitation des ontologies notamment avec les logiques de description.</p>   |          |    |  |  |          |
| <b>Op</b> | <p>Bases de données avancées pour le Web<br/>Les nouvelles technologies pour le Web : les nouvelles structures de données et de connaissances, les standards XML, RDF, OWL; modèle de données semi-structurées; langages pour les données semi-structurées et XML; présentation formelle de XPATH et XQUERY.<br/>Les technologies de bases de données pour la gestion des documents XML; algorithmes de transformation du modèle XML au modèle objet-relationnel et vice-versa; les systèmes natifs pour XML.<br/>Architectures et algorithmes pour l'intégration et la médiation de sources d'informations hétérogènes.<br/>Les web-services et les standards associés.<br/>Enjeux des web-services pour l'intégration d'applications. Le problème central de leur découverte et de leur composition automatiques.<br/>Présentation de quelques solutions.</p> | <b>1</b> | 20 |  |  | <b>5</b> |
| <b>Op</b> | <p>Systèmes répartis (ISIMA)<br/>Rappels sur les systèmes répartis : classifications, types de couplages, systèmes d'exploitation mono et multiprocesseur.<br/>Introduction au formalisme de modélisation.<br/>Système d'exploitation réparti multiprocesseur : mécanismes de communication et de synchronisation, gestion des processus et threads, gestion des transactions, allocation de processeurs, ordonnancement, ...<br/>Le système CHORUS : concepts et micro-noyau.<br/>Le langage parallèle LINDA.<br/>Spécification d'applications temps réel.<br/>Spécification et validation d'applications et de systèmes répartis avec E-Lotos et les réseaux de Pétri.</p>  | <b>1</b> | 20 |  |  | <b>5</b> |
| <b>Op</b> | <p>Commande avancée (Commun avec POLYTECH)<br/>Représentation des systèmes non-linéaires.<br/>Eléments de géométrie différentielle.<br/>Commandabilité, observabilité.<br/>Linéarisation exacte statique.<br/>Systèmes chaînés, systèmes plats.<br/>Méthode directe de Lyapunov.<br/>Applications : robots manipulateurs, robots mobiles.</p>   | <b>1</b> | 20 |  |  | <b>5</b> |

Master Informatique et Systèmes  
spécialité Modèles, Systèmes, Imagerie, Robotique

|                |  |          |     |  |  |           |
|----------------|--|----------|-----|--|--|-----------|
| <b>Op MSIR</b> | <p>Systèmes de Vision Embarqués<br/><b>(Commun avec POLYTECH)</b><br/>Généralités, état de l'art.<br/>Spécificité de la vision embarquée (temps-réel, parallélisme).<br/>Capteurs de vision (classes d'imageurs, ...)<br/>Architectures de traitement (rétines, smart cameras, ...).<br/>Méthodes et outils de développement (langages, conception hétérogène, certification de code, ...).</p>  | <b>1</b> | 20  |  |  | <b>5</b>  |
| <b>Op</b>      | <p>Imagerie Médicale (UDA)<br/>Eléments de physique des capteurs d'imagerie médicale : radiologie, angiographie numérisée, tomodensitométrie rayons X, tomoscintigraphie, échographie et quantification ultrasonore, imagerie par résonance magnétique) .<br/>Caractérisation de l'image en termes de fonction de transfert et de bruit.<br/>Méthodes de reconstruction tomographique.<br/>Fusion de données multimodales (différentes théorie de modélisation et d'agrégation des données)</p>                                  | <b>1</b> | 20  |  |  | <b>5</b>  |
| <b>Op</b>      | <p>Traitement d'images<br/><b>(Commun avec UDA)</b><br/>Détection de contours par filtrage optimal, reconnaissance de primitives géométrique simples par transformées de Hough.<br/>Approximations surfaciques et template matching.<br/>Contours et surfaces déformables explicites (contours actifs et paramétriques) et implicites (représentation par lignes de niveau).<br/>Modélisation probabiliste par champ de Markov : application à la restauration et à la segmentation.<br/>Méthodes scale-space et ondelettes.</p> | <b>1</b> | 20  |  |  | <b>5</b>  |
| <b>Op</b>      | <p>Synthèse d'images et modélisation<br/>Algorithmes 2D.<br/>Courbes et surfaces de Bézier, B-splines, interpolation.<br/>Rendu z-buffer, lissage texture.<br/>Lancer de rayons.<br/>Illumination globale.</p>   | <b>1</b> | 20  |  |  | <b>5</b>  |
|                | TOTAL HORAIRE S3   |          | 120 |  |  | <b>30</b> |

**SEMESTRE S4**  
**Spécialité MSIR**

| Type<br>d'U.E.(1) | Intitulé et descriptif des U.E.   | Coef.<br>(2) | Nombre d'heures par semestre |    |    | Crédits<br>(5 et<br>multiple de<br>5) |
|-------------------|---|--------------|------------------------------|----|----|---------------------------------------|
|                   |   |              | CM                           | TD | TP |                                       |
| Op                | <p>Vision 3D</p> <p><b>Reconstruction tridimensionnelle avec caméra calibrée :</b><br/>Introduction.<br/>Modélisation d'une caméra.<br/>Estimation des relations géométriques entre deux images.<br/>Extraction du déplacement de caméra à partir des relations géométriques.<br/>Triangulation de primitives à partir de deux images.<br/>Etalonnage de caméra.</p> <p><b>Reconstruction tridimensionnelle avec une caméra non calibrée :</b><br/>Reconstruction projective.<br/>Estimation des relations géométriques entre plusieurs images.<br/>Reconstruction par factorisation.<br/>Reconstruction par contraintes de fermeture.<br/>Ajustement de faisceaux.<br/>Auto-étalonnage d'une caméra à partir d'une reconstruction projective.<br/>Géométrie des scènes dynamiques.</p> | 1            | 20                           |    |    | 5                                     |
| Op                | <p>Fusion de données et SLAM</p> <p>Fusion de données :<br/>Introduction,<br/>fusion bayésienne,<br/>théorie de l'évidence,<br/>théorie des possibilités,<br/>association de données,<br/>suivi multipistes.</p> <p><b>SLAM</b><br/>Localisation,<br/>Cartographie,<br/>EKF/SLAM,<br/>SLAM particulière.</p>  | 1            | 20                           |    |    | 5                                     |
| Op                | <p>Commande référencée capteur</p> <p>Préliminaires mathématiques.<br/>Tâches référencées capteurs.<br/>Commande dans SE(3)<br/>Commande dans l'espace capteur<br/>Commande dans SE(3) et dans l'espace capteur.</p>  | 1            | 20                           |    |    | 5                                     |

Master Informatique et Systèmes  
spécialité Modèles, Systèmes, Imagerie, Robotique

|    |  |   |    |  |  |   |
|----|--|---|----|--|--|---|
| Op | Géométrie discrète<br><b>(Commun avec UDA)</b><br>Droites et plans discrets.<br>Polygonalisation.<br>descripteurs de formes.<br>Cartes combinatoires.<br>Préservation de la topologie.<br>Applications (infographie, imagerie médicales).  | 1 | 20 |  |  | 5 |
| Op | Décision en productique<br>Rappels sur les heuristiques classiques pour les problèmes des systèmes de production.<br>Principes généraux des métaheuristiques.<br>Méthodes de recherche locale.<br>Méthodes évolutionnistes.<br>Le multicritère en productique.<br>Évaluation des métaheuristiques.<br>Hybridation de méthodes.<br>Quelques cas caractéristiques: Flow-shop, Flow-shop hybride, Job-shop, HSP, TSP, configurations d'ateliers,...<br>Aperçu sur d'autres applications: allocation de ressources dans les multiprocesseurs, placement et regroupement de machines.   | 1 | 20 |  |  | 5 |
| Op | Analyse des systèmes de production<br>Réseaux de Pétri déterministes.<br>Algèbre des dioïdes.<br>Réseaux de Pétri non déterministes.<br>Application à la représentation des systèmes de production.<br>Évaluation des performances des systèmes de production.   | 1 | 20 |  |  | 5 |
| Op | Bases de données avancées pour le Web<br>Les nouvelles technologies pour le Web : les nouvelles structures de données et de connaissances, les standards XML, RDF, OWL; modèle de données semi-structurées; langages pour les données semi-structurées et XML; présentation formelle de XPATH et XQUERY.<br>Les technologies de bases de données pour la gestion des documents XML; algorithmes de transformation du modèle XML au modèle objet-relationnel et vice-versa; les systèmes natifs pour XML.<br>Architectures et algorithmes pour l'intégration et la médiation de sources d'informations hétérogènes.<br>Les web-services et les standards associés. Enjeux des web-services pour l'intégration d'applications. Le problème central de leur découverte et | 1 | 20 |  |  | 5 |

Master Informatique et Systèmes  
*spécialité* Modèles, Systèmes, Imagerie, Robotique

|           |   |          |    |  |  |           |
|-----------|---|----------|----|--|--|-----------|
|           | de leur composition automatiques.<br>Présentation de quelques solutions.  |          |    |  |  |           |
| <b>Op</b> | Réseaux sans fil<br><i>(Commun avec ISIMA)</i><br><b>Ingénierie des réseaux sans fil :</b><br>Spécificités du canal.<br>Architectures cellulaires et satellitaires.<br>Méthodes d'accès spécifiques.<br>Aspects avancés : Wireless/ATM,<br>IP/ATM, Cell Splitting.<br><b>Modélisation des réseaux sans fil :</b><br>Les techniques de spécifications<br>formelles. Modélisation d'un médium<br>par ESTELLE.<br>Modélisation d'un médium par OPNET.<br>Autres types de modélisation. | <b>1</b> | 20 |  |  | <b>5</b>  |
|           | TOTAL HORAIRE S4  |          | 40 |  |  | <b>10</b> |

| <b>Mémoire de recherche</b> | <b><u>Nature et mode de validation</u></b>   | <b><u>Durée (en semaines)</u></b> | <b><u>Crédits</u></b> |
|-----------------------------|--|-----------------------------------|-----------------------|
| <b><u>Stage S4</u></b>      | Stage en Laboratoire<br>Rédaction d'un mémoire.<br>Soutenance orale devant un jury composé de trois<br>enseignants. habilités à diriger des recherche. | 20                                | <b>20</b>             |