

# Master 2

Sciences, Technologies, Santé

2023-2024

*Informatique*

# Intelligence Artificielle




M2 IA



# SOMMAIRE

Contacts de la formation	02
Calendrier	04
Présentation de la formation	05
Volumes horaires et évaluations	06
<b>Contenu des enseignements</b>	
Semestre 3	08
Semestre 4	13

*Sommaire interactif  
pour revenir  
au sommaire  
cliquer sur *



## CONTACTS DE LA FORMATION

- Sandrine TRAVIER : **Directrice Adjointe à la Pédagogie**  
*sandrine.travier@univ-angers.fr*
- David LESAIN : **Responsable Pédagogique et Président du Jury**  
*david.lesaint@univ-angers.fr*
- Marie-Paule TUDEAU : **Gestion de la scolarité et des examens**  
Tél. : 02 41 73 53 95  
*marie-paule.tudeau@univ-angers.fr*

### SCOLARITÉ – EXAMENS

*Bâtiment A, Rez-de-chaussée*

*Horaires d'ouverture*

*8h30 – 12h00*

*13h30 – 16h30*

*Du lundi au vendredi*

*Fermé le mercredi après-midi*



## Semestre 3

			Rentrée et début des cours <b>04.09.23</b>
Vacances d'automne <b>28.10.23</b> au <b>05.11.23</b>	Vacances de fin d'année <b>23.12.23</b> au <b>07.01.24</b>	Fin du Semestre 3 <b>16.02.24</b>	Jury Semestre 3 <b>15.03.24</b>

## Semestre 4

Début de stage <b>19.02.24</b>	Vacances d'hiver <b>02.03.24</b> au <b>10.03.24</b>	Soutenances <b>26.08.24</b> au <b>28.08.24</b>	Jury Semestre 4 - année <b>29.08.24</b>
-----------------------------------	--	---	--

Les projets sont prévus les deux semaines avant les vacances d'automne (semaine 42-43) ; puis deux semaines avant les vacances de fin d'année (semaine 50-51).

*Planning susceptible de modifications*



## PRÉSENTATION DE LA FORMATION

Le master informatique dispense une formation générale sur les aspects fonda-

mentaux et pratiques de l'informatique. A l'issue d'un M1 commun, l'étudiant choisit un parcours parmi deux en M2 : le parcours Intelligence Artificielle (IA) ou le parcours Conception et Développement (CD).

Ces deux parcours comportent un tronc commun de culture d'entreprise (anglais, droit, etc.) et certains cours disciplinaires (programmation parallèle et distribuée, bases de données avancées, apprentissage et représentation des connaissances, optimisation appliquée, projets). La partie spécifique et disciplinaire (informatique) de chaque parcours représente environ 50% des enseignements.

Le parcours disciplinaire du M2 Intelligence Artificielle porte sur des cours centrés sur l'intelligence artificielle, l'optimisation et la décision, en présentant les fondamentaux et les derniers résultats de recherche dans ces domaines. Un stage en entreprise ou en laboratoire de recherche a lieu en fin de formation sur quatre à six mois.

### OBJECTIFS DE LA FORMATION

L'objectif du master informatique est de former des informaticiens polyvalents qui soient capables, d'une part, d'appréhender complètement le cycle du développement logiciel depuis la définition des besoins jusqu'au déploiement et la validation d'une application informatique, et d'autre part, de mener des projets de recherche

ou de recherche et développement.

Le parcours IA permet aux étudiants de découvrir des problématiques actuelles de recherche ; le stage s'effectue en laboratoire de recherche (privé ou public) ou en entreprise. La majeure partie des étudiants font le stage en laboratoire de recherche.

### POURSUITE D'ÉTUDES ET INSERTION

Les principaux métiers dans lesquels s'intègrent les étudiants issus du master informatique, parcours IA, sont les suivants : concepteur logiciel, chef de projet informatique, ingénieur de recherche et développement, ingénieur de recherche, enseignant-chercheur, chercheur.

A l'issue du parcours IA, environ un tiers des étudiants poursuit en thèse. Ces thèses ont lieu au LERIA (Angers), dans d'autres laboratoires publics (France, UE, Japon...) ou en lien avec le secteur privé dans le cadre de thèses CIFRE.

### PUBLIC VISÉ

Les étudiants issus d'un M1 en informatique.

Les ingénieurs diplômés.

Les élèves ingénieurs en informatique de dernière année sont susceptibles d'effectuer le M2 en parallèle (se renseigner).





# VOLUMES HORAIRES – ÉVALUATIONS

## SEMESTRE 3

30 ECTS

UE	Matières	Volumes horaires					ECTS	Coef.	Contrôle des connaissances	
		CM	TD	TP	Auto. Et.	Tot.			1 <sup>ère</sup> session	
									Assidus	Durée
<b>UE1 Programmation parallèle et architecture distribuée</b>										
1	Programmation parallèle et distribuée	8	6	6	-	20	3	3	CC	2h
<b>UE2 Ingénierie des données</b>										
2	Apprentissage profond	14	14	0	-	28	5	5	CC	2h
	Base de données avancées	16	12	4	-	32	5	5	CC	2h
<b>UE3 Optimisation appliquée</b>										
3	Optimisation appliquée	4	4	12	-	20	2	2	CC	2h
<b>UE4 Repr des connaissances, Docs, Recommandation, raisonnement</b>										
4	Repr des connaissances, Docs, Recommandation, raisonnement	15	15	0	-	30	3	3	CC	2h
<b>UE5 Systèmes à base de connaissances et interactions</b>										
5	Systèmes à base de connaissances et interactions	15	15	0	-	30	3	3	CC	2h
<b>UE6 Métaheuristiques</b>										
6	Métaheuristiques	15	15	0	-	30	3	3	CC	2h
<b>UE7 Algorithmes Intelligents pour l'Aide à la Décision</b>										
7	Algorithmes Intelligents pour l'Aide à la Décision	15	15	0	-	30	3	3	CC	2h
<b>UE8 Approches exactes de résolution</b>										
8	Approches exactes de résolution	15	15	0	-	30	3	3	CC	2h

 **Conditions de validation du semestre 3 :**  
Admis-e si moyenne pondérée du semestre 3 > ou = 10/20

 Pas de DA et pas de Session 2

CT = Contrôle Terminal  
CC = Contrôle Continu

P = Validation en Présentiel  
DA = Dispensé d'Assiduité

Auto. Et. = Autonomie Étudiant



## SEMESTRE 4

## 30 ECTS

UE	Matières	Volumes horaires					ECTS	Coef.	Contrôle des connaissances	
		CM	TD	TP	Auto. Et.	Tot.			1 <sup>ère</sup> session	
									Assidus	Durée
<b>UE1 Culture d'entreprise</b>										
1	Anglais	0	0	20	-	20	2	3	CC	1h
	Communication	8	0	8	-	16	1	2	CC	1h
	Droit	8	4	0	-	12	1	0	P	
	Conférences professionnelles et scientifiques	18	0	0	-	18	1	0	P	
<b>UE2 Projet</b>										
2	Projet	0	0	40	40	80	10	10	Oral	20mn
<b>UE3 Stage</b>										
3	Stage	0	0	0	-	0	15	15	Oral	20mn

- ➡ **Conditions de validation du semestre 4 :**  
**Admis-e si**  
**Règle de calcul : Moyenne du S4 = moyenne pondérée des UE**  
**Avoir validé les enseignements "Droits" et "Conférences Professionnelles et Scientifiques".**

Règles de contrôle de connaissances :

- Le calcul de la moyenne de l'année se fait de la manière suivante : (2\*semestre 3 + semestre 4) /3

⚠ Pas de DA et pas de Session 2

- ➡ **Conditions de validation de l'année :**  
**Admis-e si (2\*semestre 3 + semestre 4)/3 >= 10/20**  
**ET la moyenne des UE de semestre 3 pondérés par leurs coefficients >= 10/20**  
**ET avoir validé par la présence "Droit" et "Conférences professionnelles et scientifiques"**

CT = Contrôle Terminal  
 CC = Contrôle Continu

P = Validation en Présentiel  
 DA = Dispensé d'Assiduité

Auto. Et. = Autonomie Étudiant



# CONTENUS DES ENSEIGNEMENTS

## SEMESTRE 3

### UE1

#### PROGRAMMATION PARALLÈLE ET DISTRIBUÉE

*Parallel programming*

Responsable [Jean-Michel Richer](#)

##### Contenus

Il s'agit d'introduire la programmation parallèle au travers de la programmation sur cartes graphiques NVidia dotées de la technologie CUDA. Avec le framework CUDA la programmation parallèle diffère de celle que l'on peut effectuer sur un CPU.

##### Compétences

- Connaître l'architecture CUDA et ses caractéristiques pour la programmation parallèle.
- Savoir paralléliser un traitement mono-thread.
- Savoir optimiser les ressources de la carte graphique afin de tirer le maximum des performances d'une carte graphique.

### UE2

#### APPRENTISSAGE PROFOND

*Deep learning*

Responsable [Sylvain Lamprier](#)

##### Contenus

L'objectif de ce cours est de présenter les processus d'extraction de connaissances à partir de données, et de les mettre en œuvre par des expérimentations. Après un rappel des fondamentaux de l'apprentissage statistique, l'idée sera d'appréhender les mécanismes modernes d'extraction statistique de connaissances. Nous commencerons par discuter des principes des machines à noyaux (type

SVM) pour s'orienter vers diverses architectures neuronales profondes, qui offrent une plus grande flexibilité pour manipuler divers types de données complexes.

L'UE sera également l'occasion pour les étudiants de prendre en main et se perfectionner sur les librairies actuelles du domaine (e.g., Numpy, Pytorch).

L'enseignement sera complété par un projet.

##### Compétences

- Savoir décider de l'architecture d'apprentissage à employer selon les données et la tâche considérées.
- Savoir mettre en oeuvre des processus d'analyse et d'apprentissage efficaces pour divers types de données complexes.
- Comprendre les défis actuels de l'apprentissage statistique et savoir s'orienter dans la littérature pléthorique du domaine.
- Prise en main des librairies actuelles du domaine.

### UE2

#### BASES DE DONNÉES AVANCÉES

*Advanced data base*

Responsables [Stéphane Loiseau](#) | [David Genest](#)

##### Contenus

Ce cours fait suite aux cours de bases de données qui fournissent les fondements théoriques et pratiques des bases de données utilisées aujourd'hui dans le monde professionnel, en particulier le modèle relationnel. Il a pour objectif de fournir un panorama de modèles de bases de données qui peuvent s'appliquer dans des domaines avancés.

##### Compétences





- Comprendre les bases des bases de données décisionnelles (entrepôt de données, ETL, cube de données).
- Assimiler le fonctionnement du modèle déductif des bases de données.
- Savoir mettre en oeuvre les modèles de bases de données floues.
- Avoir des bases sur NoSQL.
- Connaître quelques modèles connexes aux bases de données (graphes conceptuels, objet...).

### UE3

## OPTIMISATION APPLIQUÉE

### *Applied optimization*

Responsables **Frédéric Saubion** | **David Lesaint**

### Contenus

Comment intégrer une technologie issue d'un domaine de recherche (ici un solveur de contraintes) dans une application Web ? Cet enseignement permettra aux étudiants de voir les avantages de modéliser simplement un problème difficile dans un solveur plutôt que d'implémenter un algorithme ad-hoc compliqué et difficilement compréhensible. Après une brève présentation des concepts et principaux langages de modélisation (Mini- Zinc, etc.), l'accent sera mis sur la modélisation d'un problème réel (réservation de ressources, choix d'itinéraire, planification, etc.), de sa résolution et de la présentation des résultats dans un site web.

### Compétences

- Identifier un problème combinatoire lors de l'étude d'un cas concret (planification d'itinéraires, réservation de ressources, problèmes de gestion de l'énergie etc.).
- Proposer et choisir un modèle pour le représenter en vue de le résoudre par une technique de résolution éprouvée.
- Connaître et utiliser des techniques de résolution (solveur CSP, SAT, etc.).
- Intégrer des outils de R&D dans un environnement de présentation (Web ou

autre).

### UE4

## REPRÉSENTATION DES CONNAISSANCES, TEXTES, DOCUMENTS, RECOMMANDATION, RAISONNEMENT

*Knowledge representation, texts, documents, reasoning*

Responsables **Igor Stephan** | **Tassadit Amghar**

### Prérequis

*Notions et contenus :*

Logique propositionnelle et du premier ordre  
Théorie des Langages  
Programmation logique monotone  
Outils d'analyse textuelle automatique aux niveaux morphologique, syntaxique et sémantique.

*Compétences :*

- Connaître la modélisation en logique
- Connaître la notion d'automate
- Savoir programmer en python

### Contenus

Ce cours a pour objectif d'introduire aux différents aspects des fondamentaux de la représentation des connaissances, des informations non classiques, de la complexité, du traitement de données textuelles et de l'ingénierie linguistique.

1. Présentation de la thématique représentation des connaissances et formalisation du raisonnement (KRR) en tant que branche de l'Intelligence Artificielle, IA symbolique et logique classique, imperfections des connaissances, limites de la logique classique et introduction à différents formalismes logiques non-classiques.

2. Étude de la logique possibiliste, formalisme logique non-classique de traitement de connaissances incertaines : représentation des connaissances en logique possibiliste, raisonnement sémantique (distribution de possibilités) et raisonnement syntaxique (réfutation, résolution), application au raisonnement incohérent.



3. Raisonnement non monotone, limites de la logique classique (et de la programmation logique classique). Présentation d'ASP (Answer Set Programming), syntaxe et sémantique, et de ses utilisations pour les raisonnements de sens commun et les problèmes combinatoires, mise en pratique avec Clingo.

4. Problème de la représentation et de la résolution des jeux à deux joueurs sous l'angle de la complexité théorique : introduction des machines de Turing à oracle, définition des problèmes PSPACE, définition de la Hiérarchie Polynomiale, présentation de certains langages représentant la Hiérarchie Polynomiale (QBF, QCSP, QCHR), algorithmique du langage QBF.

## UE5

### SYSTÈMES À BASE DE CONNAISSANCES ET INTERACTIONS

*Knowledge based systems, interactions*

Responsable [Stéphane Loiseau](#)

#### Prérequis

*Notions et contenus :*

Avoir les connaissances nécessaires aux compétences décrites ci-dessous

*Compétences :*

Rudiments de logique et d'intelligence artificielle

#### Contenus

Il s'agit d'introduire aux grands principes des systèmes à base de connaissances et des systèmes interactifs les utilisant. Ce cours fournit les fondamentaux du domaine et les résultats saillants des travaux de recherche. On étudie donc les systèmes à base de connaissances, les mécanismes d'inférence des systèmes à base de connaissances, le génie des connaissances et mémoire d'entreprise, le modèle des cartes cognitives, le modèle des cartes conceptuelles, la validation des systèmes symboliques, les systèmes visuels de connaissances (graphes conceptuels, réseaux bayésiens...), les systèmes de maintien de vérité.

#### Compétences

— Connaître les systèmes à base de connaissances.

— Savoir mettre en œuvre les mécanismes d'inférence des systèmes à base de connaissances.

— Connaître le génie des connaissances et mémoire d'entreprise.

— Connaître le modèle des cartes cognitives.

— Connaître le Modèle des cartes conceptuelles.

— Comprendre ce qu'est la validation des systèmes symboliques.

— Panorama des systèmes visuels de connaissances (graphes conceptuels, réseaux bayésiens...).

— Connaître les systèmes de maintien de vérité.

— Avoir la capacité à analyser un article scientifique dans le domaine et à l'exposé.

## UE6

### MÉTAHEURISTIQUES

*Metaheuristics*

Responsable [Jin-Kao Hao](#)

#### Objectif

Cet enseignement présente les éléments fondamentaux des métaheuristiques qui sont des méthodes d'optimisation approchées générales et applicables dans de très nombreuses situations. La présentation mettra l'accent sur les concepts de base de différents types de métaheuristiques incluant notamment les méthodes de recherche locale à trajectoire unique, les algorithmes évolutionnaires à base de population, les méthodes hybrides. Des stratégies dédiées à l'intensification et la diversification ainsi que les techniques de traitement de contraintes seront abordées. Des exemples seront proposés pour illustrer comment aboutir à une conception d'un algorithme métaheuristique efficace. Des applications réelles seront étudiées dans des secteurs variés.



## Compétences

- Être capable de formaliser un problème combinatoire complexe.
- Être capable de concevoir et implémenter des algorithmes heuristiques pour résoudre le problème formalisé.

## UE7

### ALGORITHMES INTELLIGENTS POUR L'AIDE À LA DÉCISION

*Intelligent Algorithms for decision making*

Responsables **Frédéric Saubion** | **Frédéric Lardeux**

#### Prérequis

*Notions et contenus :*

Optimisation combinatoire

- résolution de problèmes d'optimisation simples

Intelligence artificielle

- connaissance des bases de l'apprentissage automatique

*Compétences :*

- Appréhender un problème
- Proposer une solution
- Mettre en oeuvre une solution
- Présenter un travail

#### Contenus

Algorithmes évolutionnaires :

- Concepts de base.
- Représentation.
- Opérateurs de variations.
- Performances.
- Configuration automatique d'algorithmes
- Apprentissage par renforcement
- Expérimentation et analyse d'algorithmes

#### Compétences

- Conception de solutions algorithmiques
- Modélisation de problèmes
- Rédaction d'un rapport scientifique.
- Lecture d'articles scientifiques.

## UE8

### APPROCHES EXACTES DE RÉOLUTION

*Approaches to exact resolution*

Responsables **David Lesaint** | **Eric Monfroy**

#### Prérequis

*Notions et contenus :*

UE Intelligence Artificielle et Optimisation 1 en M1

*Compétences :*

- Savoir modéliser un problème sous contraintes
- Savoir dérouler un algorithme de filtrage

#### Contenus

L'objectif de ce cours est d'appréhender les concepts et méthodes fondamentaux permettant de modéliser et résoudre de manière exacte des problèmes d'optimisation combinatoire et de satisfaction de contraintes.

Dans le cadre des problèmes de satisfaction de contraintes seront présentées les méthodes de recherche arborescente, heuristiques de branchement, maintien de consistance, élimination de symétries, utilisation de contraintes globales, décomposition et hybridation avec méthodes de recherche locale.

Les analyses de modèles, la reformulation, la conversion de modèles seront également abordés dans le cadre de la modélisation par contraintes.

#### Compétences

- Connaître les méthodes générales de filtrage de problèmes.
- Être capable de comparer et analyser deux modèles d'un même problème, et éviter les phénomènes comme la symétrie et les big M.
- Connaître et être capable d'implanter les techniques de résolution de contraintes : fermeture par consistance locale, backtracking et couplage avec propagation de contraintes, heuristiques, élimination de symétries.



- Savoir utiliser des contraintes globales et en connaître les méthodes de propagation sur quelques cas.
- Savoir identifier des classes d'applications où la programmation par contraintes peut être utilisée à bon escient.

## SEMESTRE 4

### UE1

#### CULTURE D'ENTREPRISE

*Corporate culture*

Responsables **Jin-Kao Hao** | **David Lesaint**

##### Contenus

Il s'agit de permettre aux étudiants d'acquérir des notions leur permettant de mieux appréhender et de s'intégrer au monde de l'entreprise.

Ainsi, ils devront atteindre le niveau B2 du cadre européen commun de référence pour les langues (CECRL). Les étudiants aborderont aussi les spécificités de l'anglais scientifique, technique et professionnel. Ils prépareront parallèlement et passeront le TOIC, attestation de niveau linguistique reconnue par les entreprises. Ils acquerront les techniques de communication leur permettant de valoriser leur parcours et leurs compétences, mais aussi d'animer une réunion et une équipe. Ils étudieront également les particularités du droit appliqué au domaine informatique et notamment les concepts de propriété intellectuelle et de droit logiciel.

Enfin, des séminaires et conférences mensuels dont les intervenants seront issus des entreprises seront organisés afin de familiariser les étudiants avec des applications et problématiques industrielles. Les séminaires seront plutôt le lieu de présentation d'applications ciblées mais néanmoins représentatives réalisées en entreprises. Les conférences, quant à elles, seront dédiées à la présentation plus générale de certaines problématiques posées dans le secteur de l'informatique industrielle ou de secteurs limitrophes.

##### Compétences

- Savoir tenir une conversation en anglais.
- Savoir rédiger des documents de travail en anglais.
- Savoir se présenter auprès des recruteurs.

teurs.

- Savoir écrire une lettre de motivation.
- Connaître les principales ressources informatiques liées à la propriété intellectuelle.
- Savoir animer une réunion.
- Savoir animer une équipe projet.
- Savoir communiquer au cours des différentes étapes d'un projet.
- Connaître les problématiques de l'informatique industrielle.
- Connaître la réalité du secteur informatique actuel.

### UE2

#### PROJET ANNUEL

*Annual project*

Responsables **Jean-Michel Richer** | **Jin-Kao Hao** | **David Lesaint**

##### Contenus

Projet réalisé entre septembre et mars et comptabilisé au 2ème semestre pour le contrôle des connaissances. Il s'agit pour un groupe d'étudiants de réaliser un logiciel en mettant en œuvre les connaissances relatives au Génie Logiciel et la Gestion de Projet.

##### Compétences

- Savoir concevoir un cahier des charges.
- Être capable de concevoir une application.
- Être capable de travailler en équipe.

### UE3

#### STAGE

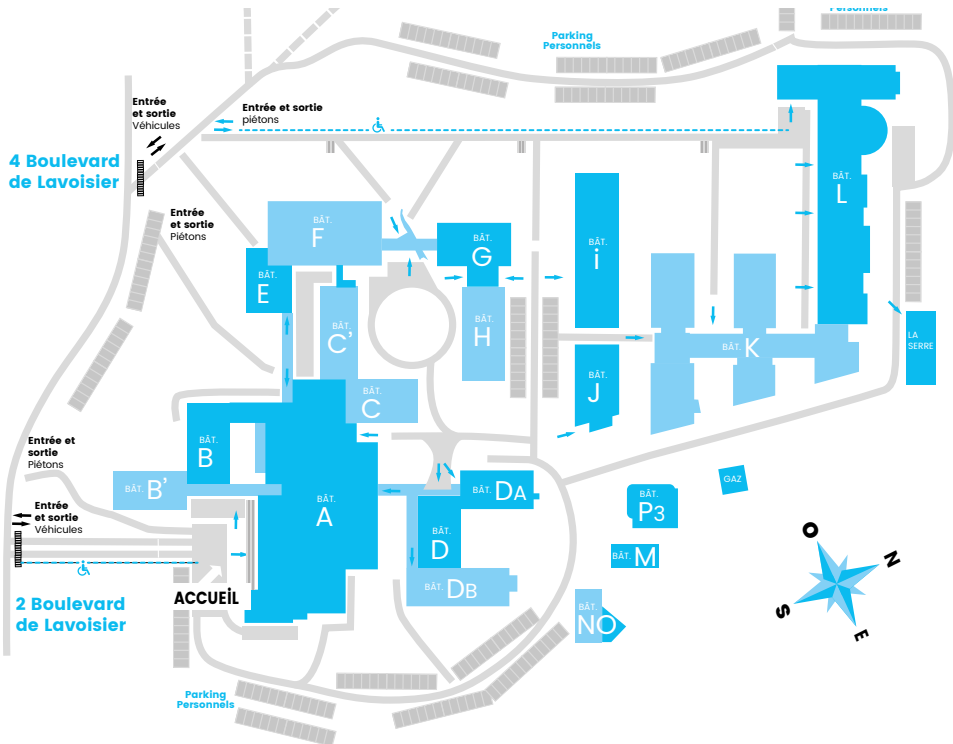
*Internship*

Responsables **Jean-Michel Richer** | **David Lesaint**

##### Contenus

Stage d'application de 4 à 6 mois.





- A** Administration | Scolarité | Enseignement (Amphi A à E)
- B** Biologie végétale | Physiologie végétale | Travaux pratiques biologie
- B'** Travaux pratiques biologie
- C** Travaux pratiques chimie
- C'** Département de Géologie | Recherche environnement (LETG -LEESA) | Recherche géologie (LPGN-BIAF)
- D** Travaux pratiques physique
- Da** Enseignement | Travaux pratiques physique
- Db** Département de Physique | Recherche physique (LPHIA)
- E** Travaux pratiques biologie
- F** Département de Biologie | Recherche neurophysiologie (SIFCIR) | Travaux pratiques biologie, géologie
- GH** Département informatique | Recherche informatique (LERIA) | Travaux pratiques géologie
- I** Département Mathématiques | Recherche Mathématiques (LAREMA)
- J** Chimie enseignement | Travaux pratiques
- K** Département de Chimie | Recherche Chimie (MOLTECH Anjou)
- L** Espace multimédia | Enseignement (Amphi L001 à L006) | Salle d'examen rez-de-jardin



**FACULTÉ  
DES SCIENCES**  
UNIVERSITÉ D'ANGERS

2, Boulevard Lavoisier  
49045 ANGERS CEDEX 01  
T.0241735353  
www.univ-angers.fr4



**LE TRI  
+ FACILE**

