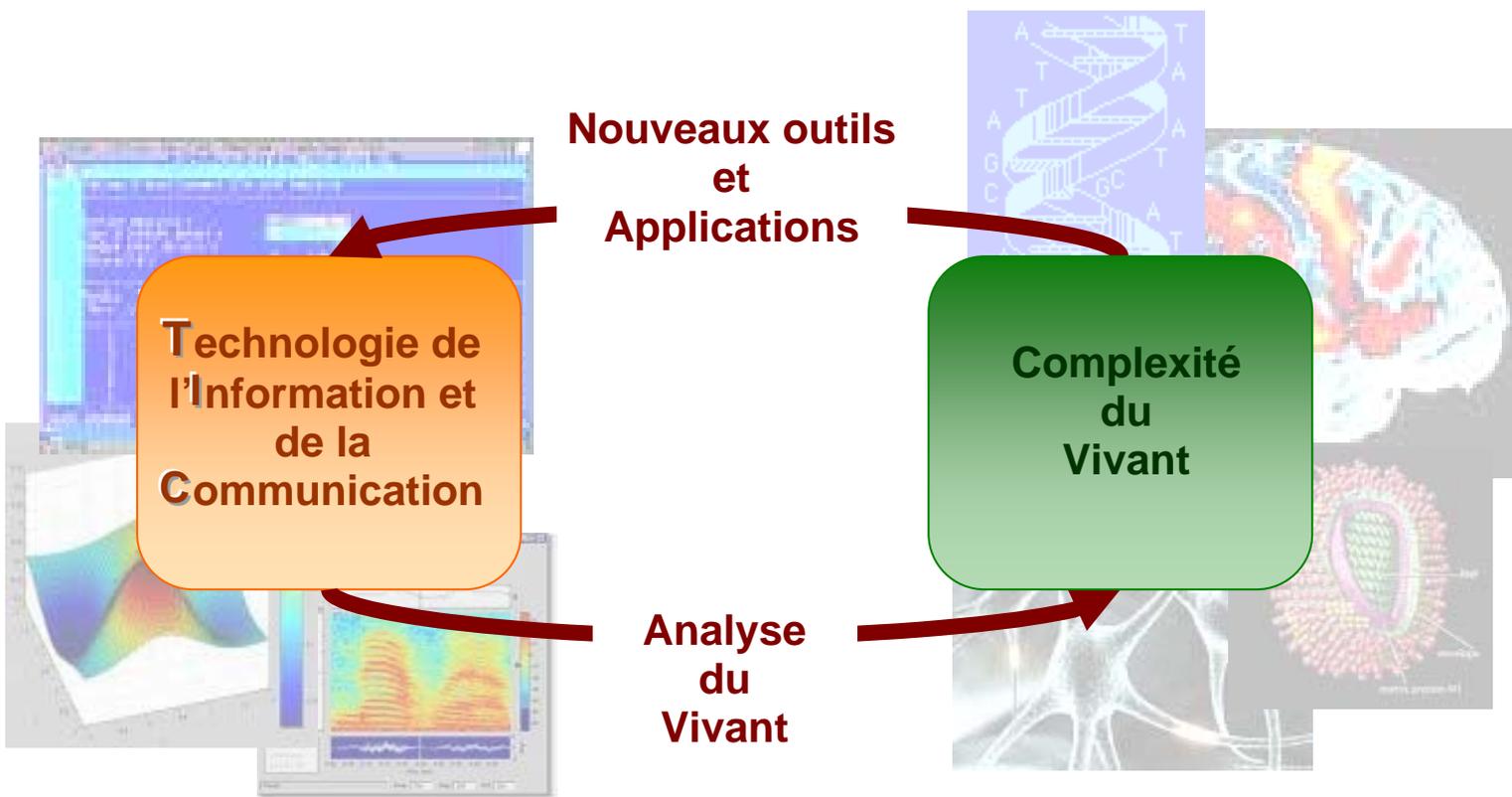


# MASTERE TRAITEMENT DE L'INFORMATION ET COMPLEXITE DU VIVANT



Coordnatrice du Mastère : **Mériem JAÏDANE**

ENIT, Département TIC, Unité de Recherche Signaux et Systèmes (U2S)

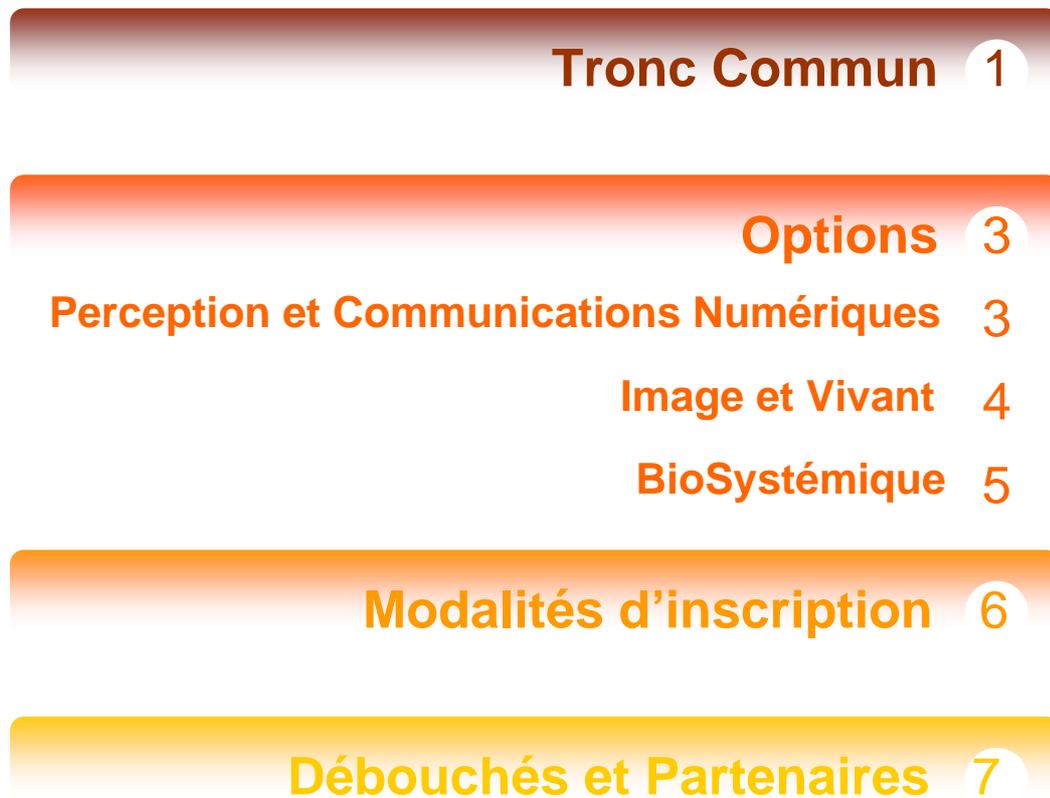
BP : 37, Le Belvédère 1002 Tunis, 71 874 700 pst 568, email : [u2s@enit.rnu.tn](mailto:u2s@enit.rnu.tn)

<http://www.enit.rnu.tn/U2S/TICV>

L'interaction entre le **Traitement de l'Information** et la **Complexité du Vivant** a donné naissance à une thématique générique qui s'impose actuellement dans le monde de la recherche car elle participe à la création d'approches originales dans le domaine des TIC (Technologies de l'Information et des Communications) en décloisonnant les disciplines. Ces approches permettent de mieux appréhender la complexité des sciences du vivant sans s'y restreindre puisqu'elles font émerger -en retour- de nouvelles applications.

Comme l'indique le rapport 2005 de l'OST<sup>(1)</sup>, en Tunisie, la grande majorité des laboratoires de recherche concerne les Sciences du Vivant (près de 70%). Les Sciences de l'Informatique et des Technologies de Communications quant à elles, si elles ne constituent actuellement que 3% de cet effectif, ont montré avec les Mathématiques la plus forte évolution de l'indice de spécialisation<sup>(2)</sup> entre 1996 et 2001. La dynamique entre ces deux pôles reste timide et se limite à des actions de recherche ou de coopération éparées.

Le Mastère « Traitement de l'Information et Complexité du Vivant » est proposé dans une optique de développement de ce domaine pluridisciplinaire qui conduit à un profil de chercheurs et d'ingénieurs R&D à double compétence. Pour conduire l'étudiant-chercheur vers une autonomie et un esprit d'initiative devant un problème, la pédagogie choisie s'appuie sur deux volets. Pour le tronc commun comme pour les options, l'enseignement théorique de haut niveau est associé à des *articles-TP*. D'autre part, l'étudiant-chercheur est appelé à réaliser des travaux personnalisés sur des thèmes de recherche liés aux modules enseignés dans l'option.



<sup>1</sup> Rapport 2005 de l'Observatoire des Sciences et Techniques (OST) " Les systèmes nationaux de recherche et d'innovation du monde et leurs relation avec la France - éléments de rétrospective, situation actuelle et futurs possibles : les pays du Maghreb ", analyse réalisée par l'OST en collaboration avec le MAE (Direction Générale de la Coopération Internationale et du Développement) (mai 2005), Observatoire des Sciences Techniques, [http://www.obs-ost.fr/doc\\_attach/MaghrebMai2005.pdf](http://www.obs-ost.fr/doc_attach/MaghrebMai2005.pdf)

<sup>2</sup> L'indice de spécialisation d'un pays pour une discipline est le rapport de sa part mondiale dans cette discipline à sa part mondiale dans l'ensemble des publications toutes disciplines confondues. En Tunisie, l'évolution est de +91% pour les Sciences pour l'Ingénieur et +139% pour les Mathématiques contre +10% pour la biologie fondamentale. Les indices de spécialisation les plus forts sont en 2004 ceux des Mathématiques (3.42) suivis des Sciences pour l'Ingénieur (1.18) et de la recherche médicale (0.98).

# Tronc Commun

Dans l'optique de former des chercheurs et des ingénieurs R et D Mastère regroupe au moins trois composantes disciplinaire fondamentales, i.e., l'ingénierie, les Mathématiques appliquées ainsi que la Biologie, et la recherche dans le domaine des TIC.

Les cours du tronc commun ont donc pour objectif d'introduire les fondements de ce domaine de recherche pluridisciplinaire. Cette partie de la formation, cette dernière précède donc celle de chaque parcours.

Les enseignements du tronc commun appartiennent globalement à trois spécialités nécessaires au bon déroulement des parcours. Ces trois branches sont les mathématiques appliquées, la biologie, et l'ingénierie des TIC (traitement du signal et de l'image multidimensionnel, transmission du signal, théorie des systèmes et contrôle, ...).

Les modules listés ci-dessous sont donc des enseignements nécessaires au moins pour deux parcours. Par ailleurs, il est nécessaire d'avoir de solides bases dans les modules proposés dans le tronc commun. C'est pourquoi l'équipe pédagogique recommande aux futurs étudiants du mastère de se mettre à niveau à l'aide des cours en ligne proposés ici.

## MODULES DU TRONC COMMUN :

Modules fondamentaux		Coefficient
Modélisation stochastique <sup>3</sup>	16h	2
Intelligence Computationelle	16h	2
Complex dynamical Systems <sup>4</sup>	16h	2
Réseaux de transmission haut-débit	12h	1.5
Séminaires Bio et TIC	20h	4

## EQUIPE PEDAGOGIQUE :

NOM	Grade	Établissement
M. Jaïdane	Pr.	ENIT-U2S
J. Ezzine	MCF	ENIT-U2S
M. Ksouri	Pr	ENIT-ACS
M. Turki	MA	ENIT-U2S
S. Sevestre-Ghalila	MCF	ENIT-U2S/ Paris Descartes-MAP5
R. Ghozi	MA	ENIT-U2S

NOM	Grade	Établissement
S. Ben Miled	MA	ENIT-Lamsin
G. Mahé	MCF	Paris Descartes
M. Koubaa	MA	ENIT
D. Seret	Pr.	Paris Descartes
N. Mellouli	MC	Paris Descartes
D. Malouche	MA	ESSAIT

<sup>3</sup> Enseigné partiellement en anglais.

<sup>4</sup> Enseigné en anglais.

## SEMINAIRES BIO & TIC (2006-2007) :

NOM	Grade	Établissement
F. Debili	CNRS – Laboratoire LACAN	Traitement automatique du Langage
J. Mouine	ENIT	Neurotechnologie et traitement de la surdité
J.M. D’Herb�s	IRD Montpellier	Réseau d’observatoires pour la surveillance de la désertification en Afrique : Systèmes d’Information partagés
S. Abdelhak	Institut Pasteur Tunis	Cours d’introduction à la génomique
M. Jaber	FrameCube	Les puces à ADN : capteurs multiparamétriques pour l’analyse génétique
A. Harzallah	INSTM	La modélisation numérique des écosystèmes marins : hydrodynamique – �cologie – sédiments
D. Pontier	Université Lyon 1	Modélisation des processus d’émergence des maladies infectieuses
R. Phan Tan Luu	Université Aix-Marseille 3	Un exemple de plan d’expériences : assemblage d’huiles d’olive
Z. BenAzouz	Conseil national de Recherches - Canada	Traitement et analyse de données anthropométriques tridimensionnelles
E. Camus	SIEMENS, Allemagne	Imagerie médicale et innovations chez Siemens Medical Solution

# Option

## Perception et Communications Numériques

Il s'agit de former de futurs chercheurs et ingénieur R&D dans la conception de nouveaux outils et applications de traitement de l'information dédiés à la transmission des signaux numériques (audio et vidéo) en exploitant des approches perceptuelles et cognitives spécifiques à ces signaux. Ainsi, les étudiants devront être capables de définir des algorithmes, des outils, des méthodes adaptés aux nouveaux systèmes de télécommunications numériques véhiculant de tels signaux. Les compétences à acquérir relèvent du traitement du signal avancé, de la modélisation et de l'analyse de signaux et systèmes en intégrant la composante perceptuelle pour obtenir une autonomie de l'étudiant - chercheur devant un problème.

### MODULES DU PARCOURS :

Modules obligatoires (27h)	Coefficient
Approches perceptuelles en traitement audio	2.5
Estimation-Détection-Classification	2.5
Optimisation temps réel en contexte non stationnaire	2.5
Théorie de l'information pour les communications audio et vidéo	2.5
Projet libre (lecture d'article avec programmation = 30h de travail personnel)	1
Module Libre - à choisir parmi :	
UE d'un autre parcours ou d'un autre mastère	3

### EQUIPE PEDAGOGIQUE :

NOM	Grade	Établissement
M. Jaïdane	Pr.	U2S-ENIT
M. Turki	MA	U2S-ENIT
R. Amara	MA	U2S-INSAT
F.Raouaffi	MA	U2S-ISI
S. Larbi	MA	U2S-ENIT
G. Mahé	MCF	Paris Descartes
M. Mboup	Ch. Habilité	Paris Descartes
G. Rekaya	MCF	Télécoms Paris
G. Mahé	MCF	Paris Descartes
O. Gillet	MCF	Télécoms Paris

# Option Image et Vivant

Il s'agit de donner aux étudiants les derniers outils du domaine de l'image ainsi que la connaissance nécessaires à l'analyse de types de problèmes relatifs au domaine de l'image relevant des Sciences du Vivant. De solides connaissances sont particulièrement nécessaires au développement des nouvelles applications.

Pour cela, l'équipe pédagogique propose d'allier l'enseignement des grands thèmes de l'image (segmentation, texture, mouvement, 3D) à celui de la technologie de formation des images étudiées (échographie, IRM, Rayon X, biopuces,...), connaissance nécessaire à une modélisation réaliste.

La preuve en sera faite à travers l'étude les exemples tirés d'applications issues des domaines de la biologie et de l'imagerie médicale introduits durant les cours magistraux et manipulés par les étudiants en TP informatique.

## MODULES DU PARCOURS :

Modules obligatoires -15h	Coefficient
Imagerie biomédicale	3.5
Segmentation et texture	1.5
Reconnaissance de formes <sup>5</sup>	1.5
Imagerie 3D	1.5
Analyse de séquences vidéo	1.5
Géométrie algorithmique	1.5
<b>Module Libre – 27h à choisir parmi :</b>	<b>3</b>
Module d'un autre parcours ou d'un autre mastère.	

## EQUIPE PEDAGOGIQUE :

NOM	Grade	Établissement
S. Sevestre-Ghalila	MA	ENIT/Paris Descartes
R. Ghozi	MA	ENIT
N. Lomenie	MCF	Paris Descartes
N. Vincent	Pr	ParisDescartes
R. Hamza	Pr	Fac. de Médecine de Tunis
N. Mnif	Ass. Agrégé	Fac. de Médecine de Tunis
H. Rajhi	Ass. Agrégé	Fac. de Médecine de Tunis
A. Salem	Ass. Agrégé	Fac. de Médecine de Tunis
F. Ben Slimane	Pr	Hopital Salah Azaiez
M. Jaber	Ingénieur R& D	FRAMECUBE
M. Chakchouk	Ingénieur R& D	INTT (Tunisie)

<sup>5</sup> Dispensé en anglais

## Option BioSystémique

Cette option s'inscrit dans la continuité de plusieurs actions comme les écoles de Biomathématiques ou le semestre thématique sur " les mathématiques et les sciences du vivant " organisée par la chaire UNESCO Mathématiques et Développement.

Il s'agit de donner aux étudiants les capacités d'affronter des problèmes relevant du domaine des applications mathématiques en biologie en adoptant une approche systémique développée dans le domaine des technologies de l'information et des communications. De solides connaissances mathématiques sont nécessaires ainsi qu'un intérêt pour les problématiques actuelles de la biologie. Les différents cours seront axés sur les applications en biologie (épidémiologie, écologie, génomique...).

Dans chacun des modules, outre l'essentiel du cours, une grande part sera laissée à des exposés (2h), dans lesquels des biologistes présenteront leurs thématiques de recherche. Les différents cours ont axés sur les applications en biologie.

Les compétences acquises relèvent de la biosystémique. Cette nouvelle discipline vise à extraire les principes qui gouvernent l'organisation dynamique de la matière vivante, elle s'inspire largement des concepts provenant des systèmes dynamiques et de la statistique des processus, mais également des progrès enregistrés en informatique et en bioinformatique. Cette approche s'appliquera à tout système biologique, dès qu'il peut-être vu comme un réseaux de systèmes vivants en interaction : c'est le cas de régulation génomique, au delà propagation des pandémies correspondant à l'interaction de relation organismes dans milieux naturels complexes

### MODULES DU PARCOURS :

Module obligatoires - 15h	Coefficient
Modélisation en Epidémiologie	1.5
Dynamique des populations	1.5
Modélisation des réseaux cellulaires	1.5
Données censurées	1.5
Échantillonnage et Méthodologie de la recherche expérimentale	1.5
Modélisation graphique des données biologiques	1.5
Projet libre (lecture d'article avec programmation = 30h de travail personnel)	2
<b>Module Libre - à choisir parmi :</b>	<b>3</b>
Module d'un autre parcours ou d'un autre mastère...	
Acquisitions et traitements de données de génomique (30h)	

### EQUIPE PEDAGOGIQUE :

NOM	Grade	Établissement
Slimane BEN MILED	MA	FST
Anouar KADDOUR	MA	ENIT
Dhafer MALOUCHE	MA	ESSAIT
Narges BAHI-JABER	Post-Doc	Université Lyon I
Alia BENKAHLA	MA <sup>6</sup>	Institut Pasteur de Tunis
Hassan HBID	Pr	Université Cadi Ayyad, Marrakech
Roger PHAN TAN LUU	Pr Honor.	Université d'Aix-Marseille 3

<sup>6</sup> Biologiste Adjoint à l'Institut Pasteur de Tunis

# Critères d'admission

Les critères adoptés par la commission<sup>7</sup> du Mastère TICV sont les suivants :

**ADMISSIBILITE** : être titulaire d'un diplôme d'ingénieur, d'une maîtrise, ou être inscrit en dernière année de formation au cycle d'ingénieur<sup>8</sup> et ce, dans les domaines des Télécommunications, du Génie Electrique, de l'Informatique, des Statistiques, des Mathématiques ou Mathématiques Appliquées. Les candidats issus d'autres filières comme celles du Vivant (biologistes, médecins,...), de la Physique,...sont soumis à une évaluation dans les domaines relatifs à ce Mastère.

Deux listes sont formées : la liste principale et la liste d'attente.

**DOSSIERS RETENUS EN LISTE PRINCIPALE** : sont écartés de la liste principale les dossiers ayant fait l'objet d'un redoublement ou d'un rattrapage, quel qu'il soit (y compris en langues). Le classement est établi sur la base des moyennes (ou mentions) et des notes obtenues dans les matières intéressant le Mastère (Mathématiques, Probabilités, Traitement du signal, Informatique, Théorie des Systèmes, ...).

Les personnes retenues dans la liste principale doivent se manifester auprès du responsable de Mastère afin de confirmer leur inscription<sup>9</sup>. Ceci permet, après audition des candidats en liste d'attente, de constituer la liste définitive.

**DOSSIERS RETENUS EN LISTE D'ATTENTE** : certains dossiers sont mis en liste d'attente car ne répondant pas aux critères ci-dessus. Les critères de sélection de tels dossiers sont les suivants :

- dossiers avec de fortes mentions mais un rattrapage ou un redoublement en début de scolarité, ou un classement dans le premier tiers de la promotion.
- activité dans les axes de recherche du Mastère associées à des lettres de recommandation.

Les candidats dont les dossiers ont été retenus en liste d'attente font l'objet d'une audition destinée à mieux cerner motivations et aptitude.

**LE NOMBRE FINAL DE DOSSIERS RETENUS EST DE 45 (SOIT 15 PAR OPTION).**

<sup>7</sup> Compte tenu de la co-diplômation avec le Master de Paris Descartes, les dossiers sont examinés par une commission respectant la parité entre les deux institutions.

<sup>8</sup> Au moment de l'inscription en Mastère

<sup>9</sup> Avant l'inscription administrative proprement dite

## DEBOUCHES ACADEMIQUES ET INSTITUTIONNELS

Les étudiants issus de ce mastère sont destinés à poursuivre en thèse leur formation en laboratoire de recherche puis à intégrer l'université ou un centre de recherche. Cet objectif est fondamental car il conduit à la **formation de formateurs à double compétence, dans un domaine émergent**. De par l'aspect pluridisciplinaire de la formation, les étudiants diplômés de ce mastère peuvent s'inscrire en **Thèse dans différentes disciplines relevant des TIC** : *Télécommunications, Génie Electrique, Informatique, Mathématiques*.

La co-diplômation ainsi que les coopérations de l'équipe pédagogique assurent une diversité d'accueil. Les étudiants peuvent en particulier être accueillis en Tunisie dans différentes institutions relevant du domaine des Sciences du Vivant mais aussi dans les institutions relevant du domaine des TIC associés aux traitements et à la transmission de signaux audio, images et vidéo (*SAGEM,ERTT, ONT, INTT, Tunisie Télécom, Tunisiana, Instituts Supérieurs de Musique, Centre de Musiques Arabe et Méditerranéennes, Institut du Patrimoine,...*). Par ailleurs, **l'expérience de la formation des écoles de Bio-Mathématiques** et la mise en place du **semestre thématique « Mathématiques et les Sciences du Vivant » de la Chaire UNESCO à l'ENIT** ont permis de mieux les institutions sensibles aux outils issus des TIC, cognition et théorie de la complexité. Une liste non exhaustive de ces institutions est la suivante : *Institut Pasteur, Laboratoires en Biologie, Faculté de Médecine, Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie, Institut des Zones Arides de Mednine et de Tataouine, Institut de Recherche Vétérinaire, Centres de Biotechnologie de Sfax, Institut National des Sciences et Technologies de la Mer,...*

## DEBOUCHES INDUSTRIELS R&D

Le marché potentiel direct et indirect des **sciences du vivant et de la biotechnologie sera multiplié par 20 d'ici 2010** en Europe, au Japon, aux Etats-Unis selon différentes analyses<sup>10</sup>. L'autre objectif de ce mastère est ainsi de **former des personnes qui puissent participer au transfert technologique** vers les acteurs du développement économique et social<sup>11</sup>. Notons par ailleurs, la **sollicitation de ces acteurs dans l'enseignement** proprement mais aussi dans les semaines du tronc commun (voir intervenants séminaires 2006-2007) dit du mastère afin de sensibiliser les étudiants à leur problématique.

## PARTENAIRES ET STRUCTURES D'ACCUEIL

On mentionne ci-après les ingénieurs et chercheurs issus de laboratoires et d'institutions partenaires pour chaque option. Cette liste est non exhaustive et des conventions de partenariat sont en cours.

<sup>10</sup> Voir par exemple le rapport 2005 sur «la place des Biotechnologies en France et en Europe » réalisé pour l'Assemblée Nationale en France par l'Office Parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques. <http://www.assemblee-nationale.fr/12/rap-off/i2046.asp>

<sup>11</sup> Politique tunisienne (2004-2009) des Brevets et de la Protection industrielle <http://www.mrstdc.gov.tn/divers/lien.htm#>

<b>PARTENAIRE</b>	<b>ADRESSE</b>	<b>THEMATIQUE(S)</b>
Office National de la Télédiffusion (ONT)	Tunis	Transmission audio, vidéo
Instance Nationale des Télécommunications	Tunis	Transmission audio
Centre de Musiques Arabe et Méditerranéenne	Sidi Bou-Saïd	Tatouage, codage, restauration audio,
UBVideo	Parc Technologique El Ghazala – Tunis	Codage vidéo –DSP
INRIA-Loria	Cortex	Cognition – Réseaux de neurones impulsionnels
CEA	Fontenay-Saclay	Traitement de l'Information
Laboratoire Signaux et Systèmes du CNRS	Gif sur Yvette France	Communication et filtrage particulière
ENST - Bretagne	Brest	Communications
ENST - Paris	Paris	Communications
Service d'Imagerie Médicale, EPS C. Nicolle	Bd du 9 avril, Tunis	Imagerie médicale et ostéoporose
INSERM U 658	Centre Hospitalier Régional d'Orléans	Détection de l'ostéoporose
Laboratoire MAP5 <sup>12</sup>	Université Paris Descartes	Tatouage d'images, Analyse d'images
Laboratoire MAI	Domaine de Vilvert F-78352 Jouy-en-Josas Cedex,	Imagerie Biologique
Laboratoire de Médecine Préventive	Institut National de la Santé Publique	Bases de Données
Groupe de Bioinformatique et Modélisation (LIVGM-IPT)	Institut Pasteur de Tunis	Génomique
UMR CNRS 5558 Écologie Évolutive des Populations	Université Lyon I	Epidémiologie
ENIT-LAMSIN	ENIT	BioSystémique
UR investigations moléculaires des maladies orphelines d'origines génétiques	Institut Pasteur de Tunis	Génétique

<sup>12</sup> <http://www.math-info.univ-paris5.fr/MAP5>