

**Université
Toulouse III
Paul Sabatier**

**Université
Bordeaux II**

**Institut National
Polytechnique de
Lorraine**

**Institut National
des Sciences et
Techniques
Nucléaires**

**MASTER 2^{ème} année : Electronique, Electrotechnique, Automatique,
Aéronautique, Espace, Energie, Télécom, Santé (E.E.A.-A.E.E.T.S.)**

**Spécialité :
SIGNAL, IMAGERIE ET APPLICATIONS (S.I.A.)**

Parcours : RADIOPHYSIQUE MEDICALE (RM)

Parcours : IMAGERIE MEDICALE (IM)

Responsable du Master EEA-AEETS : Pr. Jean-Claude PASCAL

Responsable de la spécialité SIA : Pr. Frédéric LERASLE

Responsables et correspondants des parcours :

Responsable de la formation : Pr. Isabelle BERRY (Université Toulouse III)

Co-responsables : Dr. Xavier FRANCERIES (Université Toulouse III), Dr. Olivier CASELLES (Institut Claudius Regaud, Toulouse), Pr Pierre PAYOUX (Université Toulouse III)
Correspondant à Bordeaux 2 : Pr. Jean-Louis BARAT
Correspondant à INPL : Dr. Alain NOEL
Correspondant au CEA-INSTN : Dr Jean-Marc BORDY

Secrétariats pédagogiques, renseignements et inscriptions :

Parcours Radiophysique

M^{me} Myriam DZIADOWIEC
Université Paul Sabatier
LAPLACE, Bât. 3R2, 118 route de Narbonne
31062 TOULOUSE Cedex 9
Téléphone : 05-61-55-68-48
Télécopie : 05-61-55-86-80
Email : myriam.dziadowiec@laplace.univ-tlse.fr

Parcours Imagerie

M^{me} Christine FAIVRE
Mme Pierrette AZUELOS
Service de Biophysique, CHU de Rangueil
Avenue Jean Poulhès, TSA 50032
31059 TOULOUSE Cedex 9
Téléphone : 05-61-32-32 27/05 61 32 28 70
Télécopie : 05-61-32-27-54
Email : faivre.c@chu-toulouse.fr
Email : pierrette.azuelos@univ-tlse3.fr

**Site Internet : <http://www.syspo.ups-tlse.fr>,
dossier de candidature à télécharger sur ce site et à renvoyer avant le 17 juin 2012,
31 mai pour les étudiants hors Communauté Européenne.**

**Les laboratoires d'accueil de ces deux parcours sont rattachés à l'Ecole Doctorale G.E.E.T. :
Génie Electrique, Electronique, Télécommunication: du microsysteme au systeme. (<http://www.laas.fr/GEET/>), ED 0323
TOULOUSE III.**

OBJECTIFS PEDAGOGIQUE, SCIENTIFIQUE ET PROFESSIONNEL DES DEUX PARCOURS

Dans le domaine de la santé, les rayonnements sont très largement utilisés d'une part dans des buts diagnostiques notamment par le biais des techniques d'imagerie et d'autre part dans des buts thérapeutiques en particulier en radiothérapie. Cette utilisation revêt un caractère :

- 1) médical et scientifique pour les actes de radiodiagnostic, de scintigraphie ou de radiothérapie ;
- 2) technologique lors du contrôle de qualité des sources et des détecteurs de rayonnement et des actes de dosimétrie ;
- 3) de recherche pour tous les personnels des établissements de santé participant aux actes précédemment énumérés auxquels viennent se joindre les chercheurs de l'Université, des grands organismes de recherche et des industries concernées.

Cette formation rapproche un certain nombre de spécialistes de l'utilisation médicale des rayonnements par la création, à côté de l'option visant à former à la recherche des futurs Physiciens Médicaux, d'une option ouverte à tous ceux, scientifiques et membres du Corps de Santé, qui souhaitent développer des recherches concernant la physique, le traitement et l'évaluation comparative des images biomédicales.

Le parcours "Radiophysique Médicale", est particulièrement indiquée pour les candidats qui souhaitent poursuivre des travaux de recherche nécessitant des connaissances physiques et technologiques approfondies dans le domaine des applications médicales des rayonnements ionisants.

Le parcours "Imagerie médicale" insistera particulièrement d'une part sur les techniques d'acquisition et de traitement d'image et d'autre part sur les procédés d'évaluation comparative des images biomédicales et sur les méthodes susceptibles d'amplifier le contraste image.

Ces deux parcours ne sont que deux aspects d'un même objectif, le développement de l'utilisation médicale des rayonnements : c'est pourquoi une partie importante de la formation théorique est commune et certains terrains de stages pourront accueillir les deux catégories d'étudiants.

Les étudiants des Corps de Santé bénéficient d'un parcours aménagé restreint au tronc commun et aux enseignements spécifique au parcours IM.

ENSEIGNEMENTS

SEMESTRE S9

TRONC COMMUN RM-IM

UE 1. Entreprise, Communication, Langues (70h)

6 ECTS

Préparation au stage et à l'emploi ; communication.

Anglais (24h)

Séminaires :

L'organisation de la recherche en France

L'éthique dans la recherche médicale : Finalité, législation, procédures, étude de cas, discussion.

L'imagerie médicale.

Recherche, développement et économie de santé en imagerie médicale.

Radiologie interventionnelle.

Tomodensitométrie et radiologie numérique.

Contrôles de qualité en tomodensitométrie, en TEP et en gamma-caméra.

Stéréotaxie. Bases et applications.

Séminaires et bibliographie supplémentaires propres à chaque parcours.

Radiobiologie et radioprotection (40h) cours inclus dans cette UE pour le parcours RM (selon nouveau programme DQPRM)

UE 2 : physique pour l'instrumentation (voir page 5) incluse dans cette UE pour le parcours RM

UE 8. Techniques d'imagerie et images en médecine (35 h)

3 ECTS

Généralités: Introduction à la relation objet- image et principaux modes d'obtention des images. Longueur d'onde du rayonnement et dimension de l'objet

Les différentes techniques d'imagerie

- Le rayonnement X : imagerie en radiodiagnostic, imagerie interventionnelle, angiographie et scanner.
- Le rayonnement γ : γ caméra, tomographie d'émission monophotonique, tomographie d'émission de positons.
- La résonance magnétique nucléaire : principes physiques, imagerie (codage, séquences, pondérations),
- Les ultrasons : l'interaction ultrasons- matière, échographie, imagerie Doppler, imagerie 3D, microscopie.

Reconstruction

- La méthode de rétroprojection filtrée en TEMP.
- Les méthodes itératives (algébriques et statistiques). Comparaison entre les méthodes en TEMP et TEP.

Evaluation des systèmes d'imagerie.

- Paramètres caractéristiques fondamentaux.
- Critère d'évaluation d'une procédure diagnostique.

UE 11. Interactions rayonnements-matière (35 h)

3 ECTS

- Atome et noyau.
- Lois qualitatives et quantitatives de la radioactivité.
- Interactions photons-matière. Sections efficaces. Coefficients d'atténuation, de transfert d'énergie et d'absorption de l'énergie.
- Interactions électrons-matière. Sections efficaces.
- Aspects statistiques des mesures en radioactivité et en radiométrie.
- Principe et applications de quelques accélérateurs utilisés en médecine.
- Détecteurs à ionisation dans un gaz.
- Détecteurs à semi-conducteurs.
- Photomultiplicateurs et scintillateurs.
- Notions de spectrométrie γ .
- Notions de radiobiologie.

PARCOURS : RADIOPHYSIQUE MEDICALE

UE 51. Particules lourdes et notions de Kerma (35 h)

6 ECTS

- Bases de la dosimétrie et de la microdosimétrie.
- Etude des principaux dosimètres absolus : calorimètres, dosimètres chimiques, chambres d'ionisation.
- Dosimétrie par thermoluminescence.
- Trajectoires des électrons dans un champ magnétique décroissant.
- Le cyclotron isochrone. Le microtron. L'accélérateur linéaire.
- La filtration des rayons X.
- Dosimétrie des photons : relation dose-kerma, équilibre électronique.
- Dosimétrie des électrons, distribution des doses.
- Interaction des protons, des particules α et des ions lourds multichargés avec un milieu matériel. Calculs de doses et parcours.
- Méthode de Monte-Carlo. Génération de variables aléatoires. Calculs d'intégrales. Réductions de variance.
- Simulation du transport de particules par la méthode de Monte-Carlo. Application aux photons et aux électrons.
- Faisceaux de neutrons, protons et particules lourdes.

UE 52. Dosimétrie pour les applications médicales (35 h)

6 ECTS

- Distribution de la dose dans le milieu pour les faisceaux de photons et d'électrons de haute énergie et expression de la qualité des faisceaux (milieu homogène et géométrie simple).

Distribution de la dose dans le milieu pour les faisceaux de photons de haute énergie (obliquité, milieu hétérogène).
Détermination de la dose absorbée par ionométrie (protocoles).
Détermination de la dose absorbée par les autres détecteurs et application à la dosimétrie in-vivo (TLD, semi-conducteurs, calorimètres, films, ...).
Méthodes de calcul de la distribution de la dose en radiothérapie externe (hors Monte-Carlo).
Les sources radioactives scellées utilisées en curiethérapie : mode de spécification et dosimétrie.
Dosimétrie par gels.
Dosimétrie par films.
Modèles de calcul de la dose absorbée en curiethérapie.
Dosimétrie patient en Médecine Nucléaire Diagnostique.
Dosimétrie patient en Médecine Nucléaire Thérapeutique.
Dosimétrie des faisceaux de rayons X de basse énergie.
Spectrométrie X et gamma en clinique – comptages.
Application de la méthode de Monte Carlo à la Médecine Nucléaire (calcul de dose et modélisation des détecteurs).
Quantification en médecine nucléaire.

UE 53. Nouvelles techniques en radiothérapie (35 h)

6 ECTS

Exploration sous forme de travaux dirigés des nouvelles techniques émergeant presque tous les ans dans le domaine de la radiothérapie. Les techniques étudiées dans ce module évolueront donc dans le temps. Pour le moment, les principales techniques étudiées seront :

- la Radiothérapie Conformationnelle par Modulation d'Intensité (RCMI) ;
- l'arc thérapie dynamique avec modulation d'intensité du faisceau ;
- la Tomothérapie ;
- la Dosimétrie in-vivo en radiothérapie externe « classique » ;
- l'évolution des techniques de contrôle de la dose ;
- les nouveaux marqueurs.

Séminaires spécifiques au parcours (pris en compte dans l'UE 1) :

Epidémiologie des cancers.
Actualités et perspectives en radiothérapie externe.
Vers la radiothérapie conformationnelle.
Médecine nucléaire et TEP en cancérologie.
Assurance de qualité et évaluation : mammographie de dépistage.
Hadronthérapie.
Gestion des risques.
De l'espace à la médecine, de nouvelles technologies de détection.
Rôle et responsabilités du physicien médical.
De la mesure à la dose (en radiothérapie conventionnelle).

SEMESTRE S10

Stage (de Février à Juillet inclus, soutenance du rapport de stage en Septembre)

30 ECTS

Avec remise d'une bibliographie écrite portant sur le sujet de stage, au bout d'un mois de stage, prise en compte dans l'UE 1.

PARCOURS : IMAGERIE MEDICALE

ENSEIGNEMENTS MUTUALISES avec d'autres PARCOURS (TSAV-T)

Ces UE communes destinées aux étudiants scientifiques ont pour but de poser ou reposer de solides bases.

UE 2. Physique pour l'instrumentation (35 h)

3 ECTS

Structure d'un atome, ondes électromagnétiques et acoustiques, propagation des ondes.

UE 3. Traitement du signal (35 h)

3 ECTS

Signaux déterministes : brefs rappels sur les signaux analogiques, échantillonnage / quantification, signaux numériques, systèmes numériques linéaires invariants, transformation pour les signaux numériques (Fourier, z), notions d'analyse spectrale.

UE 4. Traitement et analyse des images (70 h)

6 ECTS

Introduction aux applications du TI, formation des images, colorimétrie, amélioration, filtrage, morphologie mathématique, opérations entre images, segmentation contours/régions, extractions de caractéristiques, interprétation.

UE 5. Analyse statistique de données (35 h)

3 ECTS

Représentation synthétique des données unidimensionnelles et bidimensionnelles/multidimensionnelles, outils pour les phénomènes aléatoires, bases sur les tests et la classification automatique.

ENSEIGNEMENTS SPECIFIQUES au PARCOURS IM

(les Corps de Santé ne suivent que ces enseignements ainsi que le tronc commun RM-IM)

UE 41. Imagerie Médicale fonctionnelle (35 h)

3 ECTS

1) Hémodynamique

Physiologie de la circulation cérébrale et cardiaque.

Cinétique des traceurs : produits de contraste ; barrière hémato-encéphalique ; débit et volume sanguins cérébraux

Vélocimétrie : angiographie IRM, Echo-planar, IRM de flux, de diffusion, de susceptibilité magnétique, vélocimétrie

ultra-sonore, radio-isotopique.

2) Métabolisme

Cinétique des traceurs : Consommations d'oxygène, de glucose.

Traceurs radio-isotopiques cérébraux et cardiaques.

Spectroscopie RMN.

3) Etude des récepteurs

par tomographie par photon unique,

par tomographie positron,

4) Imagerie d'activation des fonctions sensori-motrices et cognitives

Protocole d'activation.

Imagerie des potentiels évoqués.

5) Techniques d'imagerie haute résolution

6) Echographie

UE 42. Traitement Imagerie Médicale et Extraction de données anatomiques et physiopathologiques (35 h)

3 ECTS

- Généralités.

Caractéristiques des images médicales ; Formats d'images médicales, DICOM ; Transmission d'images, Réseau PACS...

- Compléments sur les outils de traitement d'images médicales : Extraction des tissus mous et solides ; Extraction de vaisseaux sanguins (angiographie); Filtrage Linéaire et Non Linéaire en IRM ; Morphologie mathématique appliquée à l'imagerie médicale.
- Morphométrie en imagerie cérébrale.
- Approches statistiques en Imagerie fonctionnelle.
- Recalage d'Images Médicales, Multimodalité : Normalisation spatiale en imagerie cérébrale, utilisation d'atlas, recalage rigide, recalage élastique...
- Extraction des données physiopathologiques en imagerie de diffusion (DWI, DTI, modèles de diffusion, connectivité cérébrale), en imagerie de Perfusion (agents de contrastes, application à l'ischémie cérébrale,...).

Bibliographie et Séminaires pratiques d'initiation à la recherche en imagerie, spécifiques au parcours (pris en compte dans l'UE 1)

Visite de site en IRM

Visite de site sur les techniques scintigraphiques

Visite de site en Radiodiagnostic

Démonstration de traitement d'images fonctionnelles cérébrales.

Autres traitements informatiques en Imagerie médicale

Démonstration de Traitement d'images spatiales.

Imagerie métabolique et fonctionnelle pour la radiothérapie.

SEMESTRE S10

UE 6. Informatique et Projets encadrés (70 h)

6 ECTS

Notions d'architecture des ordinateurs, pour comprendre les limitations dans la mise en œuvre des traitements (signal, image, vidéo) sur ordinateur.

Introduction aux systèmes d'exploitation, commandes UNIX/linux et Shells, pour être apte à s'adapter à n'importe quel environnement et plateforme de programmation.

Algorithmique et éléments généralistes de programmation (hors langage spécifique), pour mettre en évidence la nécessité d'une bonne analyse préalable du problème à programmer.

Programmation en C : typage des données, opérateurs, instructions, fonctions, pointeurs, fichiers, gestion dynamique de la mémoire, structures de données dynamiques, et compilation séparée.

Concepts de programmation orientée objet, et Langage C++ et/ou Java.

Introduction à la programmation Matlab.

Sensibilisation à la complexité algorithmique et l'optimisation de programmation.

UE 7. Implémentation et optimisation d'algorithmes de traitement des images (35 h)

3 ECTS

Sensibilisation à la notion d'optimisation des algorithmes et des codes.

Réduction de temps de calcul, réduction de l'espace mémoire (Profilage de code).

Renforcer les bases de C++, (avec notamment la notion d'héritage) et initier à l'utilisation de QT ©.

UE 9. Bases de l'estimation et de l'optimisation (35 h)

3 ECTS

Définitions, propriétés et construction des estimateurs.

Optimisation et méthodes inverses.

Stage (de Mars à Juillet inclus, soutenance du rapport de stage en Septembre)

18 ECTS

OBJECTIF PROFESSIONNEL DE CES DEUX PARCOURS

PARCOURS RADIOPHYSIQUE MEDICALE

Le parcours « Radiophysique Médicale » (diplôme compatible avec l'arrêté du 19 Novembre 2004) constitue un pré-requis pour la filière de formation des Physiciens médicaux, profession reconnue officiellement par l'arrêté du 28 Février 1977. Pour maintenir la qualité de son travail, un Physicien médical doit effectuer des recherches appliquées.

Un Master, puis un doctorat, constituent le moyen idéal pour atteindre un tel état d'esprit, grâce à une formation par la recherche.

Par ailleurs, le futur Physicien médical doit recevoir une formation aussi solide que possible, car son action, si elle relève beaucoup des rayonnements ionisants, s'étend à d'autres domaines de la physique, traités en milieu hospitalier. Cette formation offre un enseignement qui répond à ce que l'on demandera à ces personnels, dans le cours de leur vie professionnelle.

Débouchés : Principalement, la profession de physicien médical. 85 % des 711 physiciens formés à Toulouse depuis la création de cette formation occupent des fonctions de Physicien médical. Les 15 % restants se répartissent dans l'industrie, dans l'Enseignement Supérieur et dans la Recherche.

PARCOURS IMAGERIE MEDICALE

Le parcours « Imagerie médicale » découle tout naturellement de l'existence, dans le Sud-Ouest de la France, depuis plus d'une décennie, d'un fort courant de recherche dans ce domaine et dans celui de l'imagerie en général. Les travaux réalisés sont le résultat de collaborations entre équipes médicales et scientifiques avec souvent l'intervention d'un industriel.

Le parcours « Imagerie médicale », tel qu'il est conçu, situé à l'interface des communautés scientifiques et médicales et associé au parcours « radiophysique médicale », doit contribuer aux rapprochements des deux communautés.

Débouchés :

• En France

- Dans les organismes de recherche, tels que l'INSERM, le CNRS, le CEA, certaines unités ou départements sont concernés par l'imagerie médicale, le traitement et le transfert d'image (réseaux).
- Dans l'industrie de l'imagerie médicale et du traitement et du transfert d'image (réseaux), les départements recherche et développement peuvent constituer également des débouchés pour les étudiants scientifiques de cette option.
- Dans les CHU, CLCC, hôpitaux généraux, ce parcours peut intéresser des praticiens visant des postes de PU-PH, MCU-PH et de PH entre autres dans les disciplines de biophysique, médecine nucléaire, imagerie médicale, informatique médicale, anatomie pathologique. Les étudiants des corps de santé bénéficient d'un parcours aménagé restreint au tronc commun et aux enseignements spécifiques au parcours IM.

• A l'étranger

- Dans les pays francophones ne faisant pas partie de l'Europe (pays du Maghreb, Moyen-Orient...) et dans les pays européens (Espagne, Italie..)

DIPLÔMES REQUIS. CONDITIONS D'ADMISSION

Le recrutement s'effectue au niveau national. Les candidatures sont recueillies au cours de chaque année universitaire. **Date limite pour le dépôt des candidatures : le 17 juin** pour la rentrée de septembre, **le 31 mai pour les étudiants hors Communauté Européenne.**

PARCOURS RADIOPHYSIQUE MEDICALE

Examen du dossier de candidature et accord d'une commission pédagogique constituée des enseignants de l'Université Paul Sabatier et des délégués des enseignants de l'Université de Bordeaux II, de l'INPL Nancy et de l'INSTN.

1) Etudiants français

Les candidats scientifiques doivent être titulaires d'une première année de Master ou d'une maîtrise de sciences (dans les disciplines suivantes : physique ou sciences physiques, Electronique-Electrotechnique-Automatique, chimie-physique, chimie, GBM), d'une maîtrise de sciences et techniques ou de certains diplômes d'ingénieurs (liste dressée par la commission des titres d'ingénieurs).

2) Etudiants étrangers

Le nombre de places est fixé chaque année. Il est fortement recommandé aux étudiants étrangers :

- de posséder une bonne connaissance de la langue française.
- de faire acte de candidature aussi tôt que possible pour l'année universitaire suivante,
- de communiquer les résultats de leur scolarité; et particulièrement les notes obtenues, ainsi que les mentions correspondantes,
- de joindre des lettres d'appréciation de leurs professeurs, et de préciser - s'ils les connaissent - les besoins de leur pays en physiciens médicaux,
- dans toute la mesure du possible, de joindre une attestation des organisations de santé de leur pays, s'engageant à les installer dans un poste de physicien médical, à l'issue de leurs études en France.

PARCOURS IMAGERIE MEDICALE

L'admission des candidats reposera sur :

- un examen du dossier de candidature par des experts indépendants.
- une présentation orale par chaque candidat de sa formation et de sa motivation, devant un jury composé au minimum de trois membres de la formation doctorale avec au moins un représentant des disciplines scientifiques et au moins un représentant des disciplines du Corps de Santé.

1) Etudiants français

Les candidats scientifiques doivent être titulaires d'une 1^{ère} année de Master ou d'une maîtrise de sciences (dans les disciplines suivantes : EEA, physique ou sciences physiques, chimie physique, chimie, GBM), d'une maîtrise de sciences et techniques ou de certains diplômes d'ingénieurs (liste dressée par la commission des titres d'ingénieurs).

Les candidats du Corps de Santé doivent posséder une maîtrise de sciences biologiques et médicales ou un master 1^{ère} année. (Rappel : ils bénéficient d'un parcours aménagé restreint au tronc commun et aux enseignements spécifiques au parcours IM).

2) Etudiants étrangers

Ils doivent :

- se prévaloir de diplômes équivalents à ceux exigés des candidats nationaux et donc pouvoir fournir toutes les pièces justificatives dans les délais voulus,
- posséder une bonne connaissance de la langue française.

LABORATOIRES D'ACCUEIL

Le stage de Master débute début février et la soutenance du rapport de stage a lieu dans la première semaine de septembre. Le choix des stages se fait sur présentation écrite de leur contenu par les personnes chargées de les encadrer. La liste des sujets de stage aura été préalablement soumise à l'approbation du Conseil Scientifique du parcours qui aura également à donner son avis sur l'adéquation entre les laboratoires d'accueil et les candidats.

1a : Unités et équipes labellisées MENESR

Université de Toulouse III

- LAPLACE, UMR CNRS-INPT-UPS 5213. (M-C. BORDAGE, A. GLEIZES, G. LEDRU, F. MARCHAL, M. MASQUERE, N. SEWRAJ, P. TEULET),
- INSERM U825. Imagerie cérébrale et handicaps neurologiques (P. CELSIS, K. BOULANOUAR, F. AUBRY, I. LOUBINOUX, P. PAYOUX, J.A. LOTTERIE, I. BERRY, X. FRANCERIES, E. CASSOL),
- CRCT, INSERM U1037. Centre de Recherche en Cancérologie de Toulouse (F. COURBON, M. BARDIES)
- I2MC, INSERM U1048. Institut des maladies métaboliques et cardiovasculaires. Equipe athérosclérose (H. ROUSSEAU, M. ELBAZ, D. CARRIE),
- CERCO, UMR CNRS 5549, Centre de recherche Cerveau et Cognition (M. FABRE-THORPE, C.FONTA),
- SIMAD, LU 48, Simulations, Instrumentations et Matériaux pour les Applications Dosimétriques (O. CASELLES, P. DUTHIL, E. GONNEAU),
- IRIT, UMR CNRS 5505, Institut de Recherche en Informatique de Toulouse (D.KOUAME)

Université de Bordeaux II

- ERT CNRS 5543. Laboratoire d'imagerie moléculaire et fonctionnelle (C. MOONEN, M. ALLARD, F. COUILLAUD, N. GRENIER, H. LOISEAU, H. TRILLAUD, B. QUESSON),
- Laboratoire d'Imagerie Médicale (J.L. BARAT),
- CNRS UMR 5543. Signalisation et prolifération cellulaire .Imagerie confocale (P. VACHER),
- UPRESA 487.Laboratoire de Sciences Cognitives. (Pr B. CLAVERIE),
- INSERM U356. Imagerie de la réactivité bronchique et vasculaire (F. LAURENT),
- UMR CNRS 5536 Résonance Magnétique des Systèmes Biologiques (J-M. FRANCONI, P. DIOLEZ),
- EA 2966 Neurobiologie des affections de la Myéline (V. DOUSSET, K. TENDERO).

Université Blaise Pascal de Clermont-Ferrand

- IN2P3 CNRS.UMR 6533. Laboratoire de Physique Corpusculaire, Plateforme pour les Sciences du Vivant (B. MICHEL, G. MONTAROU, V. BRETON, L. MAIGNE).

Université de Franche-Comté

- UMR CNRS 6174.Equipe Interaction rayonnement- matière et revêtements, Montbéliard (L. MAKOVICKA, Y. BAILLY, R. GSCHWIND, J. HENRIET, E. MARTIN).

Université de Grenoble

- INSERM U647 Résonance magnétique nucléaire bioclinique (C. SEGEBARTH, J-F. ESTEVE, J-F. LEBAS, C. REMY),
- CNRS UMR 5525 Techniques de l'imagerie en médecine et en cognition (J. DEMONGEOT, J. TROCCAZ),
- European Synchrotron Radiation Facility, Experimental Division (E. BRAUER-KRISCH, J. BARUCHEL).

Université de Lille II

- INSERM U703. Thérapie assistée par l'image (J. ROUSSEAU, N. RICHARD).

Université de Marseille

- LMA. CNRS UPR 7051. Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique (P. LASAYGUES, J-P. LEFEVRE, S. MENSAH).
- CNRS UMR 6612. Centre de Résonance Magnétique Biologique et Médicale, Faculté de Médecine (P. COZZONE, J.P. RANJEVA).

Université de Montpellier

- IES, UMR CNRS 5507 (Dosimétrie et effet de dose) (L. DUSSEAU, H. PREVOST).

Université de Nancy et INPL

- CRAN. UMR CNRS 7039. Ingénierie de la santé (D. WOLF).

Université de Nantes

- INSERM U601. Vectorisation des agents radiopharmaceutiques. (J.F. CHATAL, M. BARDIES).

Université de Nice

- LPES, CRESA, EA 1174. Physique électronique des solides (M. BENABDESSELAM, F. MADY, F. WROBEL).

Universités de Paris et Région Parisienne

- Paris XI UPRESA 27-10 Radiosensibilité, Radiocarcinogénèse humaine (F. ESCHWEGE),

- Paris XII. Hôpital H. Mondor. Département de cancérologie (J.P. LEBOURGEOIS),

- Paris XI INSERM U0103. Imagerie in vivo de l'expression des gènes (B. TAVITIAN),

- Paris XI INSERM U494. Imagerie quantitative des radio traceurs (I. BUVAT, M. BENALI),

- Paris CHU Bichat EA3512. Imagerie fonctionnelle in vivo du petit animal (D. LEGULUDEC, J-M. VRIGNEAUD).

Université de Poitiers

- IRCOM-SIC. UMR CNRS 6615. SP2MI (M. LEARD, C. FERNANDEZ-MALOIGNE, P. CARRE).

Université de Rennes

- INSERM-EMI 9934 Traitement du signal et de l'image (J.L. COATRIEUX, M. GARREAU, P. HAIGRON).

Université de Rouen

- IFR 47. Laboratoire de Quantification en Imagerie Fonctionnelle. (P. VERA, I. GARDIN).

1b : Equipes ou unités hors MENESR

Fédération Nationale des Centres de Lutte Contre le Cancer (FNCLCC) :

- Institut Bergonié, Bordeaux (A. CHEMIN),

- Centre Jean Perrin, Clermont-Ferrand (D. DONNARIEIX, M. DIONET),

- Centre Oscar Lambret, Lille (T. SARRAZIN, T. LACORNERIE),

- Centre Val d'Aurelle, Montpellier (N. AILLERES, J-M. DUBOIS),

- Centre Alexis Vautrin, Nancy (A. NOEL, V. MARCHESI),

- Centre Antoine Lacassagne, Nice (J.P. GERARD, J. HERAULT, S. MARCIE, G. MADELIS),

- Institut Curie, Paris. (P. FRANCOIS, S. ZEFKILI, J. DROUARD, G. GABORIAUD, A. MAZAL),

- Centre Eugène Marquis, Rennes (J.Y. HERRY, J.P. MANENS),

- Centre René Huguenin, St Cloud (A. POINSIGNON, R. LIDEROT),

- Institut Claudius Regaud, Toulouse (J. BONNET, O. CASELLES, F. COURBON, L. SIMON, L. VIEILLEVIGNE),

- Institut Gustave Roussy, Villejuif. Service de Physique (D. LEFKOPOULOS, A. BRIDIER, J. BOURHIS, M. RICARD).

Commissariat à l'Energie Atomique (CEA)

- C.E.A./L.I.S.T. Instrumentation et Métrologie des Rayonnements Ionisants (C.E.N. Saclay)
(P. BERGONZO, J-M. BORDY, J.M. DOLO, S. MAGNE)

- IRSN/DPHD/SDOS Fontenay aux Roses. Dosimétrie d'accidents et de criticité,
Dosimétries externe et interne (A. RANNOU, B. AUBERT),

- IRSN/DPHD/SARAM Fontenay aux Roses. Radiobiologie et radiopathologie
(C. LUCCIONI, I. AUBINEAU-LANIECE, J-F. BOTTOLIER, I. CLAIRAND, D. FRANCK),

- CEA Gradignan (P. MORETTO, S. INCERTI).