



agence d'évaluation de la recherche  
et de l'enseignement supérieur

Section des Formations et des diplômes

# Rapport d'évaluation du master



Imagerie moléculaire (EMMI)

de l'Université Paris-Sud

Vague E – 2015-2019

Campagne d'évaluation 2013-2014



agence d'évaluation de la recherche  
et de l'enseignement supérieur

Section des Formations et des diplômes

*En vertu du décret du 3 novembre 2006<sup>1</sup>,*

- Didier Houssin, président de l'AERES
- Jean-Marc Geib, directeur de la section des formations et diplômes de l'AERES

---

<sup>1</sup> Le président de l'AERES « signe [...], les rapports d'évaluation, [...] contresignés pour chaque section par le directeur concerné » (Article 9, alinea 3 du décret n°2006-1334 du 3 novembre 2006, modifié).



# Evaluation des diplômes Masters – Vague E

Evaluation réalisée en 2013-2014

Académie : Versailles

Etablissement déposant : Université Paris-Sud

Académie(s) : /

Etablissement(s) co-habilité(s) au niveau de la mention : /

Mention : Imagerie moléculaire (EMMI)

Domaine : Sciences, technologies, santé

Demande n° S3MA150008664

## Périmètre de la formation

- Site(s) (lieux où la formation est dispensée, y compris pour les diplômes délocalisés) :

La formation est dispensée au sein de l'Université Paris-Sud (Paris 11) et de l'Institut national des sciences et techniques nucléaires (INSTN) ainsi que dans les universités européennes partenaires : Université d'Anvers (Belgique), Université de Crète (Grèce) et Université de Turin (Italie).

- Délocalisation(s) : /

- Diplôme(s) conjoint(s) avec un (des) établissement(s) à l'étranger :

La formation est dispensée en partenariat avec trois universités européennes : Anvers, Crète et Turin. Certaines unités d'enseignement (UE) du master 2 (appelées « programmes intensifs ») sont aussi proposées dans le cadre de formations proposées par d'autres universités européennes différentes des quatre établissements partenaires : universités de Bruxelles, Leiden, Cologne et Munster.

## Présentation de la mention

Le master *Imagerie moléculaire (European Master in Molecular Imaging, EMMI)* correspond à une mention constituée d'une seule spécialité et qui se déroule sur deux années (master 1 et master 2). Cette mention portée par l'Université Paris-Sud et co-habilité avec l'Institut national des sciences et techniques nucléaires (INSTN), présente la double finalité professionnelle et recherche. Elle a été créée en 2008 en partenariat avec trois universités européennes (Université d'Anvers, Belgique ; Université de Crète, Grèce et Université de Turin, Italie) et a bénéficié pour sa création et son développement de financements européens. Le master est accessible aux étudiants titulaires d'une licence en biologie, en physique, en chimie, en biotechnologies, sciences biomédicales, ainsi qu'aux étudiants en médecine ou en sciences pharmaceutiques et a pour but de dispenser une formation, à la fois théorique et pratique, de niveau international, dans le domaine de l'imagerie du vivant, allant de l'imagerie moléculaire à l'imagerie de diagnostic médical. Cette formation permet l'acquisition par les étudiants de connaissances et



compétences à l'interface de nombreuses disciplines telles que la chimie, la physique, les mathématiques, la biologie et les sciences biomédicales. A ces enseignements se rajoutent les acquisitions de nombreuses compétences complémentaires (pratique de l'anglais, mobilité internationale, etc.) et pré-professionnelles telles que la communication scientifique, le travail de groupe, l'initiation à la valorisation, la création *start-up*, ou encore le pilotage de carrière.

Au cours de la première année de master (M1) les programmes et enseignements sont organisés séparément par les quatre universités partenaires, à l'exception d'une unité d'enseignement (UE) commune pour tous les étudiants inscrits au diplôme (programme intensif *PET imaging*), qui est enseignée à Paris. Durant la deuxième année de master (M2), l'ensemble des étudiants (issus des quatre universités) suivent de façon commune deux modules obligatoires (Expérimentation animale de niveau I, Molecular Imaging) et doivent choisir deux « programmes intensifs » parmi les trois qui leur sont proposés. Ces « programmes intensifs » sont réalisés dans chacune des trois autres universités partenaires. Au semestre 2 du M2, un stage de six mois est réalisé dans un des laboratoires associés à l'EMMI et deux évaluations sont organisées, une à mi-parcours (à trois mois de stage) et une en fin de stage. L'année de M2 permet aux étudiants d'acquérir le diplôme d'expérimentation animale de niveau I, et de suivre des « programmes intensifs » qui sont mutualisés au-delà des quatre établissements partenaires avec les Universités de Bruxelles, Leiden, Cologne et Munster.

Les diplômés de cette mention peuvent prétendre à des carrières de recherche académique ou privée (après une thèse de doctorat) ou comme cadre supérieur dans l'industrie. La mention ne sera pas reconduite en l'état et, dans un souci d'intégration à l'Université Paris-Saclay et afin de garantir une stabilité des effectifs, une nouvelle maquette est actuellement en cours d'élaboration afin de proposer un master d'*Imagerie biomédicale*, issu de la fusion de ce master EMMI et du master de *Physique médicale* (Université Paris-Sud / INSTN).

## Synthèse de l'évaluation

- Appréciation globale :

Le dossier de présentation de cette mention *Imagerie moléculaire* (EMMI) est bien construit et est très clair. Les objectifs de la mention sont clairement définis et sont très pertinents : dispenser une formation de nature pluridisciplinaire et internationale pour la compréhension, l'utilisation et le développement des techniques d'imagerie du vivant. Ces techniques d'imagerie sont très évolutives et ont un impact fort, aussi bien pour la recherche fondamentale, que la recherche clinique, le développement industriel ou le diagnostic médical. L'ensemble des enseignements est dispensé en langue anglaise. La mention EMMI permet l'acquisition par les étudiants de connaissances et compétences qui sont transversales et pluridisciplinaires (chimie, physique, mathématiques, biologie et médecine).

Cette formation pour une discipline d'émergence est très spécifique, ce qui assure un très bon niveau de spécialisation et de professionnalisation des nouveaux diplômés. L'absence de passerelle, vers ou en provenance d'autres mentions de master est toutefois regrettable et pourrait être à l'origine de manque de visibilité au sein même de l'université. L'organisation européenne de cette mention est excellente et bénéficie d'un adossement « recherche » de très grande qualité, et de nombreux partenariats avec des industriels (Siemens, Philips Research, Biospace Lab, Sanofi-Aventis, Bracco Imaging, ...). La mention présente une organisation internationale de grande qualité, très proche de masters *Erasmus Mundus*.

Les contenus pédagogiques sont logiques, clairs et en adéquation avec les objectifs énoncés. Ils assurent l'acquisition des connaissances théoriques nécessaires ainsi que de réelles compétences techniques grâce aux nombreux travaux pratiques. Il existe une bonne cohérence entre les volumes horaires des différentes unités d'enseignement et les crédits européens (ECTS) attribués par tous les établissements partenaires. Des bourses de mobilité sont disponibles pour permettre aux étudiants de suivre les enseignements européens. On pourrait cependant craindre un défaut d'homogénéité dans la formation des étudiants suivant le master 1 dans les différents établissements européens. En effet, un seul module est enseigné de façon commune à tous (le programme intensif *PET Imaging*, enseigné à Paris) ; il est regrettable que la formation de M1 ne dispose pas de plus d'enseignements mutualisés entre les quatre universités partenaires.

En résumé, les objectifs de cette mention satisfont pleinement à l'ensemble des critères évalués et présentent des éléments d'excellence en termes d'organisation internationale, de qualité pédagogique, mais aussi d'adossement aux laboratoires de recherche et aux milieux socio-économiques.

Les pays et formations d'origine des candidats sont très bien documentés dans le dossier, faisant apparaître une bonne attractivité envers diverses formations initiales (49 % des étudiants sont biologistes, 23 %



médecins/pharmaciens, 9 % physiciens, 5 % ingénieurs, ...) et un recrutement international des étudiants (20 % d'étudiants français, 40 % d'étudiants issus d'autres pays européens). Les effectifs sont cependant faibles (7 à 11 étudiants en master 1, et 6 à 12 étudiants en master 2) malgré la qualité indéniable de cette mention. Ceci pourrait témoigner d'une visibilité partielle, en particulier par les étudiants français, et peut-être de l'aspect relativement cloisonné de la formation. Les taux de réussite au master 1 (85 à 100 %), au master 2 (84 à 91,5 %), et d'insertion professionnelle (100 % après le M2) sont bons, mais le recul temporel est encore faible (deux années seulement). En 2010-2011 et 2011-2012) le ratio poursuite en doctorat / insertion en entreprise était variable (1/6 à 6/12) ; enfin, 65 % des diplômés ont obtenu un emploi en relation avec l'imagerie. Ces résultats révèlent une adéquation entre les objectifs de la formation et les possibilités de poursuites en doctorat ou d'insertion professionnelle directe.

L'équipe pédagogique, constituée d'enseignants-chercheurs, de chercheurs et d'intervenants industriels, semble très investie et sa composition est bien détaillée dans le dossier (sections CNU, institutions de tutelle, participation aux enseignements). Les modalités de suivi des étudiants sont renseignées par une description très précise des modalités de contrôle de connaissance et d'aptitude. Les enseignements font l'objet d'évaluations par les étudiants et d'autoévaluations, et leur analyse semble être prise en compte dans un souci d'amélioration de la formation. Le pilotage de la mention est donc tout à fait satisfaisant et ne présente pas de point faible majeur.

● Points forts :

- Formation dispensée en partenariat avec trois universités européennes.
- Programme adapté aux évolutions scientifiques et industrielles du domaine.
- Adossement « recherche » de grande qualité et partenariats de très bon niveau avec des industriels du domaine.
- Offre de formation pertinente, cohérente et de très grande qualité.
- Recrutement d'étudiants issus de différentes formations initiales et d'origines internationales.
- Fort potentiel de spécialisation et de professionnalisation des diplômés.
- Taux de réussite et d'insertion élevés.

● Points faibles :

- Formation nécessitant d'importantes sources de financements. La qualité des enseignements autant que l'existence même de cette mention sont par conséquent soumises aux risques de la diminution de l'investissement des fonds européens.
- Une seule unité d'enseignement commune pour les étudiants européens du M1, ce qui peut générer un défaut d'homogénéité dans la formation initiale.

● Recommandations pour l'établissement :

La relative faiblesse des effectifs mériterait d'être analysée, en corrélation avec le bassin de recrutement (régional, national, international).

La création du nouveau master d'*Imagerie biomédicale* (fusion de ce master avec le master de *Physique médicale*, Université Paris-Sud) est une bonne initiative d'intégration dans la nouvelle Université Paris-Saclay et de mutualisation des enseignements. Cette nouvelle formation, à condition qu'elle présente une bonne visibilité pour les étudiants français et étrangers, devrait s'assurer des effectifs plus importants et stables. Il serait cependant important d'analyser au plus juste les débouchés possibles pour les futurs diplômés, afin de calculer les effectifs à ne pas dépasser.

L'organisation d'une école doctorale européenne semble être une excellente initiative, cependant soumise aux mêmes risques de diminution des investissements financiers. Pour pallier ce risque éventuel, il pourrait être envisagé de développer des partenariats privilégiés avec des industriels et acteurs socio-économiques (français et européens).

Il conviendrait, dans la nouvelle maquette, qui mentionne la création d'un master d'*Imagerie biomédicale* par fusion de ce master d'*Imagerie moléculaire* et du master de *Physique médicale*, de i) maintenir les recrutements pluridisciplinaires et internationaux des étudiants, et ii) valoriser, pérenniser, et développer les acquis du partenariat international. Il pourrait être envisagé de passer la labellisation *Erasmus Mundus*, ou éventuellement de se rapprocher de formations similaires labellisées.

Enfin, il serait important d'augmenter la mutualisation des enseignements pour l'ensemble des étudiants, issus des quatre universités partenaires, et ce dès le niveau M1 afin d'assurer une formation plus homogène.



# Observations de l'établissement

Le Président de l'Université

A

Monsieur Jean-Marc GEIB  
AERES  
25 rue Vivienne  
75002 Paris

Présidence  
Bâtiment 300  
91405 Orsay Cedex  
Tel: 01.69.15.74.06  
Fax: 01.69.15.61.03  
president@u-psud.fr

Orsay, le 28 Avril 2014

Réf: 118/14/JB/CV/LS

Monsieur le Directeur,

Je vous remercie pour l'ensemble des évaluations que vous nous avez fait parvenir. Dès à présent, nous nous attachons à intégrer vos recommandations dans la nouvelle offre de formation en cours d'élaboration.

Veuillez trouver ci-joint les observations relatives aux évaluations de l'AERES sur l'ensemble des formations de Licence, Licence professionnelle et Master que l'université souhaite vous communiquer. Ces observations fournies par mention sont regroupées par type de diplômes (L, LP, M).

En vous remerciant de l'attention que vous voudrez bien porter à ces observations, je vous prie d'accepter, Monsieur le Directeur, mes très cordiales salutations.



UNIVERSITÉ  
PARIS  
SUD  
Président de l'Université Paris-Sud  
PRÉSIDENCE  
Bâtiment 300  
91405 ORSAY cedex

Les équipes pédagogiques du master de Physique Médicale et du master EMMI remercient les experts de l'AERES pour leur travail d'évaluation.

Sur l'essentiel, nous partageons les critiques et suggestions de l'AERES, auxquelles nous souhaitons apporter les réponses et compléments d'information suivants.

### **Master de Physique Médicale**

- Nous partageons l'analyse d'un déficit d'enseignements transversaux (actuellement limités à l'apprentissage de l'anglais de la Physique Médicale). Nous travaillons actuellement à la mise en place d'une UE de "Méthodologie de la recherche scientifique" qui sera proposée aux étudiants à la rentrée 2015. Cette UE comprendra notamment des cours sur la lecture critique des articles scientifiques, la propriété intellectuelle, la traçabilité en recherche et la réponse à un appel à projet.
- Concernant la dispersion des enseignements sur un grand nombre d'intervenants (liée à la difficile reconnaissance de la Physique Médicale comme discipline universitaire), les responsables d'UE ont été sensibilisés au problème et s'efforcent, année après année, de regrouper les cours autour d'un noyau d'enseignants plus impliqués et moins nombreux.
- Sur la question du suivi des étudiants, les moyens logistiques fournis par les tutelles ne nous ont pas permis de tracer systématiquement les étudiants ces dernières années. Nous sommes en train de réorganiser l'équipe pédagogique afin d'identifier des enseignants spécifiquement en charge de ce suivi.
- Sur la question de la formation continue, une solution envisagée serait de proposer un DU d'Imagerie Médicale au sein de l'UFR de Médecine du Kremlin Bicêtre, destiné aux radiologues et médecins nucléaires, possiblement élargi à d'autres disciplines médicales fréquemment impliquées dans la recherche en imagerie (neurologie, oncologie).
- A propos de l'UE de Radioprotection du M2 de Radiophysique Médicale, cette UE donne une vue large des différents aspects de la radioprotection. Il ne nous semble cependant pas qu'elle ouvre actuellement suffisamment de débouchés industriels. Une modification du contenu pédagogique est actuellement en cours pour aller dans cette direction.

### **Master EMMI**

- Concernant les débouchés, l'INSTN a mis en place un workshop dédié à l'employabilité des doctorants en imagerie dans l'industrie. Ce workshop sera organisé fin septembre 2014, en partenariat avec FLI (France Life Imaging) et l'EMIDS (European Molecular Imaging Doctoral School). Les étudiants des Master d'imagerie seront invités à y participer.
- Concernant l'EMIDS, il est prévu que France Life Imaging prenne en charge une partie des coûts liés à la participation de quelques doctorants à ce programme doctoral Européen.
- Concernant le cursus de M1 tel qu'il existait dans le cadre d'EMMI, il ne sera pas reconduit. Les recommandations formulées ne sont donc pas applicables. Cependant, un module d'initiation à l'imagerie sera mis en place pour les étudiants qui voudront rejoindre le M2.
- Concernant la pérennisation des partenariats internationaux, les laboratoires européens partenaires d'EMMI seront intégrés aux laboratoires partenaires du parcours Imagerie Biomédicale.
- Enfin, le recrutement pluridisciplinaire d'EMMI sera poursuivi au sein du parcours Imagerie Biomédicale ouvert aux Physiciens, aux Electroniciens et également aux étudiants issus de la filière Santé (Médecine, Pharmacie).