



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

Section des Formations et des diplômes

Rapport d'évaluation du master



Physique médicale

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 2006¹,

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

¹ 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) : Versailles

Etablissement(s) co-habilité(s) au niveau de la mention : Institut national des sciences et techniques nucléaires

Mention : Physique médicale

Domaine : Sciences, technologies, santé

Demande n° S3MA150008699

Périmètre de la formation

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

Université Paris-Sud (UFR de Médecine, UFR Sciences) et l'Institut National des Sciences et Techniques du Nucléaire (NSTN).

- Délocalisation(s) :

Le Kremlin-Bicêtre (94), Orsay (91), Saclay (91).

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

Présentation de la mention

Le master *Physique médicale* (PM) est une formation pluridisciplinaire qui vise à former les étudiants à toutes les applications médicales possibles de la physique. Elle est co-habillée par deux établissements : l'Université Paris-Sud et l'Institut National des Sciences et Techniques du Nucléaire (INSTN).

Il s'adresse aux étudiants ayant suivi leur cursus en sciences ou en santé. La structure de la première année (M1) dépend des mentions d'origine des étudiants (par exemple physique ou médecine) et seules deux unités d'enseignement (UE) (qui peuvent être considérées comme des options pour ces mentions) donnent la coloration thématique propre à ce master. Deux spécialités indifférenciées, *Radiophysique médicale* et *Imagerie médicale*, qui couvrent le spectre des applications médicales de la physique, qu'elles soient thérapeutiques ou diagnostiques, sont proposées en deuxième année (M2). La première, *Radiophysique médicale*, prépare les étudiants qui souhaitent devenir radiophysicien (ou physicien médical), au concours d'intégration à la formation préparant au Diplôme de Qualification en Physique Radiologique et Médicale (DQPRM). La deuxième est orientée vers la recherche en imagerie que ce soit au niveau académique ou dans l'industrie.



Synthèse de l'évaluation

- Appréciation globale :

Ce master à finalité indifférenciée permet une ouverture originale vers des applications de la physique tournées vers le médical qui sont de plus en plus nombreuses. L'adossement à la recherche avec des laboratoires et instituts de recherche reconnus au niveau international offre des possibilités pour continuer en doctorat. L'absence d'un parcours de M1 propre à la mention est surprenante mais permet malgré tout de déboucher sur deux spécialités bien définies et bien organisées avec des attentes en termes de connaissances très bien établies. L'organisation particulière du M1 donne la possibilité à un plus grand nombre d'étudiants des domaines de la santé et de la physique (fondamentale ou appliquée) d'accéder au M2. Pour chaque spécialité, les bases en physique sont solides (avec des unités d'enseignement (UE) obligatoires pour les étudiants issus du domaine de la santé). Les modalités pédagogiques semblent assez classiques et la mutualisation des UE propres à la thématique excellente. En revanche, on peut regretter que l'acquisition des compétences transversales soit réduite à une UE d'anglais scientifique et que les compétences pré-professionnelles soient uniquement acquises lors du stage pour un master indifférencié dont l'ambition est également d'envoyer des étudiants dans l'industrie.

Toutefois, et malgré ces faiblesses mineures, les objectifs de cette formation ainsi que les modalités pédagogiques sont satisfaisantes.

Cette mention, qui s'appuie sur plusieurs établissements de recherche, diversifie une offre de formation naturellement riche au sein des différents établissements du pôle de la future Université Paris-Saclay. L'interaction avec les milieux socioprofessionnels est très satisfaisante et il existe d'ailleurs des liens très forts entre l'université et des instituts fortement impliqués dans le médical comme l'Institut Gustave Roussy. Enfin, la mise en place en 2013 d'un double diplôme avec l'Université de Ferrare en Italie permet de donner une envergure internationale à cette formation.

Aussi, le positionnement de cette mention dans l'environnement scientifique et socio-économique est jugé pertinent et répond aux divers critères de l'évaluation.

Malgré son caractère indifférencié, l'attractivité de la formation est difficile à percevoir car beaucoup d'éléments sont absents du dossier et le suivi des étudiants n'est pas suffisamment renseigné. En revanche, la nouvelle structuration mise en place semble avoir porté ses fruits pour les étudiants de la filière santé puisque les effectifs de M2 sont en progression de 25 à 40 étudiants sur les quatre ans. Le taux de réponse aux enquêtes pour le devenir des diplômés est compris entre 51 et 62 %. Le taux de réussite est très bon dans les spécialités de M2 (supérieur à 95 %) et l'insertion professionnelle des étudiants semble être prise au sérieux et influe visiblement sur le contenu des spécialités. Par exemple, pour compenser les fluctuations qui peuvent exister au niveau des emplois en radiophysique médicale, dues à la concurrence au niveau national et la conjoncture au niveau de la profession, une UE de radioprotection a été introduite pour ouvrir sur d'autres débouchés industriels. Mais des indicateurs précis et quantifiables sur les débouchés possibles dans ce nouveau secteur sont nécessaires pour évaluer le potentiel de cette démarche. De plus, le M2 d'imagerie ne montre pas sa plus-value pour une intégration dans l'industrie et semble donc plutôt orienté vers la recherche. Le taux de poursuite en doctorat varie de 24 % à 47 %.

Malgré la présence d'aspects positifs qu'il faudrait maintenir et appuyer, l'insertion professionnelle de cette mention devrait être renforcée afin de mieux satisfaire aux critères de l'évaluation.

L'implication de professionnels extérieurs est importante dans les deux spécialités, ce qui permet de pérenniser la coloration professionnelle du master. La dispersion apparente sur un très grand nombre d'intervenants est aussi liée au caractère particulier de l'organisation de la recherche en physique médicale en France (en particulier à l'absence d'enseignants-chercheurs du domaine associés à une section du CNU spécifique). L'équipe pédagogique est constituée de sept enseignants-chercheurs, de quinze professionnels et d'une secrétaire pédagogique, ce qui semble assez équilibré. Toutefois, il est étonnant que l'établissement déposant ne fournisse pas le support administratif nécessaire. La procédure d'autoévaluation, assez standard, n'apparaît pas comme très objective et l'évaluation des enseignements supposée être en place au niveau de l'établissement depuis 2008 n'est pas suffisamment explicitée. Les modalités de contrôle sont insuffisamment renseignées. D'un autre côté, l'équipe pédagogique a su faire évoluer de manière positive l'architecture et la structuration M1/M2, en suivant les recommandations émises par l'AERES lors de la précédente évaluation, comme en témoigne l'augmentation des effectifs en M2 (passage de 25 à 40 étudiants sur les quatre ans). En revanche, les difficultés pour diriger cette formation restent importantes malgré la création d'un poste de maître de conférences de physique médicale et les efforts évidents de toute l'équipe notamment en vue de l'intégration dans l'Université Paris-Saclay.



Dans son état actuel, le pilotage de cette mention présente quelques faiblesses. Toutefois, les évolutions proposées vont dans le bon sens.

- Points forts :
 - Enseignement fondamental de qualité.
 - Environnement propice avec un bon adossement à la recherche.
 - Travail en réseau et ouverture à l'international.
 - Un objectif ambitieux de réaliser, avec une forte mutualisation avec plusieurs mentions, un master pluridisciplinaire qui peine à trouver sa place en France.

- Points faibles :
 - Peu d'acquisitions de compétences transversales ou additionnelles.
 - Manque de suivi de la formation et des étudiants (portefeuille de compétence, livret de l'étudiant).
 - Morcellement de certains enseignements et multitude des intervenants dans une même unité d'enseignement.
 - Absence de certains indicateurs pour l'insertion professionnelle.

- Recommandations pour l'établissement :

Il serait intéressant d'essayer de faire un suivi un peu plus précis des étudiants, même s'il est compliqué vu les origines variées des étudiants.

L'acquisition de compétences transversales pourrait aussi être un moyen pour diversifier les débouchés professionnels et pour assurer une meilleure intégration dans le milieu industriel (gestion de projet, systèmes management/qualité, entrepreneuriat, intelligence économique).

Une solution pour élargir le spectre de compétences des diplômés serait de s'ouvrir d'avantage sur les secteurs à fort potentiel d'embauche (à évaluer avec une étude et des indicateurs).

Le nouveau poste de maître de conférences en physique médicale pourrait peut-être, à terme, constituer un début de solution pour le regroupement des interventions au sein de la même UE et une réduction du nombre d'intervenants.



Evaluation par spécialité

Radiophysique médicale

- Périmètre de la spécialité :

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

Université Paris-Sud.

Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires.

Etablissement(s) en co-habilitation(s) au niveau de la spécialité :

Université Paris-Sud.

Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires.

Délocalisation(s) : /

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

- Présentation de la spécialité :

Cette spécialité indifférenciée s'adresse aux étudiants désireux de devenir radiophysicien ou de s'orienter vers les métiers en lien avec la radioprotection. Elle permet d'accéder au concours nécessaire pour intégrer la formation au Diplôme de Qualification en Physique Radiologique et Médicale (DQPRM). Elle est principalement ouverte aux étudiants de physique fondamentale ou appliquée.

- Appréciation :

Les connaissances attendues sont claires et en adéquation avec le projet. Les matières enseignées ainsi que les modalités des connaissances sont assez classiques pour ce genre de formation et répondent aux critères nécessaires pour présenter les candidats au concours du DQPRM. L'adossement à la recherche, via des partenariats *ad hoc* est très bon et permet, pour ceux qui le désirent (environ 10 %-15 % des étudiants) de poursuivre en doctorat. Toutefois, vu les objectifs affichés de la formation, on peut regretter que l'acquisition des compétences transversales soient réduites à une UE d'anglais scientifique et que les compétences pré-professionnelles soient uniquement acquises lors du stage.

Les objectifs de cette formation ainsi que les modalités pédagogiques apparaissent cohérents et ne présentent pas de faiblesses majeures.

Le nombre d'étudiants est tout à fait correct et stable avec la nouvelle structuration mise en place qui a permis d'élargir le bassin de recrutement au niveau du M1 (20-25 étudiants). Peu d'étudiants s'engagent dans la préparation d'un doctorat (environ 3 par an). Même si les perspectives d'emploi ne sont pas aussi argumentées que l'on pourrait le souhaiter (indicateurs), l'ouverture vers d'autres débouchés industriels comme la radioprotection montre l'effort renouvelé pour l'insertion professionnelle dans un contexte fluctuant pour la radiophysique. Des critères plus quantitatifs auraient été les bienvenus pour évaluer les possibilités réelles de ces débouchés.

Toutefois, ces déficiences n'occulent pas les bons taux de réussite et d'insertion jugés satisfaisants au regard des critères de l'évaluation.

L'implication de professionnels extérieurs est importante dans cette spécialité (plus de 80 %). L'équipe pédagogique est constituée de deux enseignants-chercheurs, deux ingénieurs et une secrétaire. Ces cinq personnes proviennent d'établissements partenaires (ISTN, CEA, Institut Curie) et aucun n'est statutaire de l'Université Paris-Sud. La procédure d'évaluation des enseignements supposée être en place au niveau de l'établissement depuis 2008 n'est pas suffisamment explicitée. Toutefois, l'équipe pédagogique a su faire évoluer de manière positive l'architecture et la structuration M1/M2, en suivant les recommandations émises par l'AERES lors de la précédente



évaluation, comme en témoigne l'augmentation des effectifs dans la formation. Par contre, les difficultés pour piloter cette formation restent importantes malgré la création d'un poste de maître de conférences de physique médicale et les efforts évidents de toute l'équipe notamment en vue de l'intégration dans l'Université Paris-Saclay.

Dans son état actuel, le pilotage de cette spécialité présente quelques faiblesses même si les évolutions proposées vont dans le bon sens.

- Points forts :
 - Adossement à la recherche de qualité.
 - Formation habilitée pour la présentation au concours d'entrée au DQPRM.
 - Master 2 réellement indifférencié permettant l'ouverture vers un doctorat ou une insertion professionnelle (majoritairement via un autre concours).

- Points faibles :
 - Absence de modules d'ouverture.
 - Déception possible des étudiants qui veulent faire cette spécialité pour le métier de radiophysicien au vu des perspectives d'emploi actuellement.
 - Fragilité de la structure par le manque de ressources propres et la multitude des intervenants extérieurs à l'établissement.

- Recommandations pour l'établissement :

Il serait peut-être intéressant de faire une étude plus poussée sur la potentialité des perspectives professionnelles alternatives mises en place pour compenser la fluctuation sur les entrées au concours du DQPRM.

Les efforts de recrutement de spécialistes au sein de l'établissement afin de consolider l'équipe pédagogique et regrouper quelques enseignements qui seront assurés par des ressources internes est à poursuivre dans la mesure du possible.

La mise en place de modules d'ouvertures en adéquation avec les perspectives affichées pour une ouverture vers le monde industriel serait sûrement une bonne idée, tout en renforçant le suivi de la formation et des étudiants (portefeuille de compétence, livret de l'étudiant).



Imagerie médicale

- Périmètre de la spécialité :

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

Université Paris-Sud.

Etablissement(s) en co-habilitation(s) au niveau de la spécialité :

Université Paris-Sud.

Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires.

Ecole Normale Supérieure de Cachan.

Délocalisation(s) : /

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

- Présentation de la spécialité :

Cette spécialité est orientée vers la recherche en imagerie que ce soit au niveau académique ou dans l'industrie. A l'issue de la formation, les étudiants peuvent s'engager dans la préparation d'un doctorat ou trouver un poste de spécialiste en imagerie médicale.

- Appréciation :

Les bases physiques sont solides et permettent aux étudiants d'appréhender l'imagerie médicale dans sa globalité des phénomènes physiques au traitement d'image en passant par les détecteurs. La formation repose sur des laboratoires et instituts du domaine de très haut niveau, ce qui permet une formation à et par la recherche de grande qualité. Il est dommage que la formation continue ne soit pas plus développée au sein des réseaux de laboratoires en imagerie médicale et surtout que l'acquisition des compétences transversales soit réduite à une UE d'anglais scientifique, comme les compétences pré-professionnelles uniquement acquises lors du stage.

Toutefois, et d'une façon globale le projet pédagogique de cette spécialité satisfait à l'ensemble des critères d'évaluation.

Les étudiants proviennent de trois filières différentes (santé, physique fondamentale ou physique appliquée), mais le nombre d'inscrits (autour de 10 par an) reste modeste malgré de bons taux de réussite. Quelques abandons (environ 30 %) qui proviennent peut-être d'étudiants en double parcours, sont observés. La perspective d'ouverture aux biologistes apportera peut-être un surplus d'étudiants mais augmentera encore la multitude de publics. La poursuite d'études en doctorat est correcte (environ 50 % des diplômés) mais l'insertion professionnelle dans l'industrie n'est pas très détaillée. Ceci ne permet pas de rendre compte de la plus-value du M2 surtout pour les étudiants en double parcours (santé par exemple) car la recherche et développement (R&D) en imagerie médicale est très souvent confiée à des docteurs à l'étranger. Aussi, la pertinence du caractère indifférencié de cette spécialité peut se poser.

Les taux d'insertion professionnelle dans l'industrie devraient être plus explicites afin de satisfaire aux critères de l'évaluation.

L'équipe pédagogique est constituée de trois enseignants-chercheurs de l'Université Paris-Sud, un chercheur et une secrétaire du CEA. L'implication de professionnels extérieurs est importante (environ 80 %) mais elle pourrait peut-être fragiliser la formation à plus long terme. L'équipe pédagogique a su utiliser les recommandations émises par l'AERES lors de la précédente évaluation, pour augmenter les effectifs. Mais la procédure d'évaluation des enseignements supposée être mise en place au niveau de l'établissement depuis 2008, n'est pas suffisamment explicitée.

Aussi, malgré la présence de quelques aspects positifs qu'il faudrait maintenir et appuyer, le pilotage de cette spécialité devrait être renforcé afin de satisfaire aux critères de l'évaluation.



- Points forts :
 - Connaissances fondamentales dispensées aux étudiants.
 - Bon adossement à la recherche.
 - Volonté de diversifier le profil des étudiants sélectionnés pour cette spécialité.
 - Des objectifs clairs malgré un public diversifié.

- Points faibles :
 - Manque d'indicateurs pour les recrutements industriels au niveau M2 et un affichage actuel de la spécialité peu pertinent indifférencié plutôt que recherche.
 - Encore un nombre d'étudiants un peu faible.
 - Absence de modules d'ouverture sachant que le volume horaire global est faible (191 heures) permettant la mise en place d'une ou deux UE supplémentaires.

- Recommandations pour l'établissement :

Une réflexion a déjà été menée concernant l'attractivité de la formation et le faible nombre d'étudiants dans cette filière avec l'ouverture prochaine vers les biologistes. Peut-être qu'une réflexion en profondeur sur le potentiel des débouchés industriels (sans doctorat) et la finalité du master serait intéressante pour éventuellement orienter encore plus cette spécialité sur la recherche.

La mise en place de modules d'ouvertures en adéquation avec les perspectives affichées pour une ouverture vers le monde industriel serait sûrement une bonne idée, tout en renforçant le suivi de la formation et des étudiants (portefeuille de compétence, livret de l'étudiant).

Il pourrait être intéressant de développer la formation continue avec les réseaux de laboratoires en imagerie médicale qui se mettent en place.



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
Pr Jacques BIDJOUN
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).