



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

Section des Formations et des diplômes

Rapport d'évaluation du master



Physique et applications

de l'Ecole Polytechnique

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 : Ecole Polytechnique

Académie(s) : /

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

Mention : Physique et applications

Domaine : Sciences, technologies, santé

Demande n° S3MA150008855

Périmètre de la formation

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

Palaiseau et Zürich.

- Délocalisation(s) :

Une partie du master a lieu en Suisse (Zürich).

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

Ecole polytechnique fédérale de Zürich, ETHZ (Suisse).

Présentation de la mention

La mention de master *Physique et applications* (P&A) est une formation en physique co-habillée par 17 établissements de la région Île-de-France (IdF), qui présente de nombreuses spécialités. L'Ecole Polytechnique est co-habillée sur sept spécialités intitulées :

- *Physique des hautes énergies* (PHE).
- *International centre for fundamental physics* (ICFP).
- *Optique, matière, plasmas* (OMP).
- *Sciences de la fusion* (SF).
- *Sciences des matériaux et nano-objets* (SMNO).
- *Dispositifs quantiques* (DQ).
- *Nanosciences* (NS).

La spécialité portée par le département de Physique de l'Ecole Polytechnique concerne la physique des hautes énergies. C'est une formation internationale qui a pour objectif de former des chercheurs de très haut niveau dans le domaine des hautes énergies et plus particulièrement en physique des particules, en astrophysique, en cosmologie. Ce master est conjoint à L'Ecole Polytechnique Fédérale de Zürich (ETHZ) et les étudiants valident en fin de cursus les



diplômes français et suisse. Dans ce contexte, les deux années de la formation se réalisent en alternance (par année scolaire) entre les deux établissements. Seule cette formation sera évaluée par la suite. Cette spécialité est ouverte aux étudiants titulaires d'une licence, ou équivalent, qui possèdent un bon niveau en physique quantique et en électrodynamique. Son accès fait l'objet d'une sélection sur dossier par un comité académique joint aux deux écoles de Palaiseau et de Zürich.

Synthèse de l'évaluation

- Appréciation globale :

Cette formation de master d'un haut niveau scientifique est le résultat d'une co-habilitation internationale entre deux écoles prestigieuses dans le domaine des recherches en physique des hautes énergies mettant à profit un adossement très important à la recherche avec des laboratoires, organismes de recherche ou grands instruments d'excellence. Elle correspond à une formation à et par la recherche. Aucun partenariat professionnel n'est évoqué dans le dossier et aucune unité d'enseignement de préparation à la vie professionnelle n'est proposée.

L'objectif est la formation de chercheurs de très haut niveau dans le domaine des hautes énergies comme la physique des particules, l'astrophysique ou la cosmologie. Ces futurs chercheurs seront capables de mener une recherche autonome de niveau international. Pour se faire, la mention s'appuie sur une spécialité en deux ans dont une des années est passée dans l'établissement partenaire (ETHZ). Le projet pédagogique se structure « à la carte » en fonction des étudiants. Ce master a pour ambition d'attirer les meilleurs étudiants étrangers. Aussi, l'enseignement est partiellement dispensé en anglais et les étudiants non anglophones doivent obtenir une certification en anglais équivalente au TOEFL à 570 points. Les objectifs de cette formation ainsi que les modalités pédagogiques apparaissent cohérents et répondent aux critères de l'évaluation.

Une certaine concurrence peut exister au niveau des thématiques avec la spécialité *Noyaux, particules, astroparticules et cosmologie* (NPAC) également présente dans la mention *Physique et applications* mais dans laquelle l'Ecole Polytechnique n'est pas partie prenante. Une réflexion dans le cadre de la création de l'Université Paris Saclay est en cours pour clarifier le positionnement exact de chacune des spécialités. L'originalité de la spécialité portée par l'Ecole Polytechnique réside dans le partenariat établi avec l'ETH Zürich. L'environnement du plateau de Saclay et l'adossement à la recherche et au monde socio-économique sont incontestables et extrêmement denses. Le stage de master doit être réalisé dans un des nombreux laboratoires français et suisses auxquels la formation est adossée. Le positionnement de cette mention dans l'environnement scientifique et socio-économique est pertinent et répond aux divers critères de l'évaluation.

Les effectifs tant en première et deuxième années de master (M1 et M2) sont plutôt en hausse (15-16 étudiants par année en M1 et une vingtaine d'étudiants en M2 en 2012), avec l'intégration de quelques étudiants provenant de formations extérieures (5 dont l'origine n'est pas précisée). Les taux de réussite et d'insertion professionnelle constatés sont très satisfaisants : tous les étudiants ayant suivi le M1 poursuivent en M2 et un taux de réussite supérieur à 85 % en M2 est observé. L'immense majorité des étudiants continuent en doctorat. D'une façon globale les critères de réussite et d'insertion sont satisfaisants.

L'équipe pédagogique comprend les deux responsables du master (côté Palaiseau et Zürich) ainsi que les enseignants-chercheurs des deux écoles assurant ainsi une représentativité des deux sites. Chaque étudiant est suivi par un enseignant référent pédagogique et un responsable administratif dans chacune des écoles, mais les modalités de ce suivi ne sont pas précisées. L'évaluation des enseignements, et l'autoévaluation réalisée par l'établissement, ne sont pas renseignées et ne permettent pas de prendre un peu de recul sur cette formation par ailleurs assez récente (ouverture en 2009). La mauvaise qualité de rédaction, et en particulier les nombreux éléments absents du dossier, nuisent à l'expertise et à la présentation de cette mention qui est de très grande qualité. Le dossier présente souvent une confusion entre spécialité et mention.

- Points forts :

- Expérience à l'internationale riche et formatrice.
- Adossement très important à la recherche avec des laboratoires de très haut niveau.

- Points faibles :

- Manque d'ouverture à l'environnement socioprofessionnel.
- Absence d'unité d'enseignement transversale.
- Rédaction trop succincte et lacunaire.



Evaluation par spécialité

Physique des hautes énergies

- Périmètre de la spécialité :

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

Palaiseau et Zürich.

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

Délocalisation(s) :

Zürich (Suisse).

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

ETH Zürich.

- Présentation de la spécialité :

Cette spécialité est la seule portée par l'Ecole Polytechnique au sein de la mention. L'évaluation de la spécialité est donc redondante avec celle de la mention. Le dossier présente souvent une confusion entre spécialité et mention.



Nanosciences

- Périmètre de la spécialité :

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

Université Paris-Sud, Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines (UVSQ), Ecole Polytechnique, ENS Cachan, IOGS, Ecole Centrale Paris (ECP), Supélec.

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

Université Paris-Sud, UVSQ, Polytechnique, ENS Cachan, IOGS, ECP, Supélec.

Délocalisation(s) : /

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

- Présentation de la spécialité :

Cette spécialité à finalité indifférenciée est co-habituée par sept établissements et est commune à trois mentions de l'Université Paris-Sud. Les enseignements peuvent se dérouler sur chacun des sept sites. Elle concerne un domaine très en vogue tant sur le plan fondamental qu'applicatif. Elle vise à former des spécialistes en nanomatériaux et nanostructures incluant les aspects élaboration et propriétés physico-chimiques.

- Appréciation :

Le domaine des nanosciences bénéficie actuellement d'un intérêt croissant avec l'arrivée d'applications concrètes liées à des effets de taille. Une spécialité dédiée aux nanosciences est tout à fait pertinente et l'attractivité importante de cette formation (entre 40 et 60 étudiants par promotion) en est la preuve.

Cette formation comporte un tronc commun et quatre parcours originaux (*Nanophysique, Nanodispositifs et nanotechnologies, Nanochimie* et un parcours international assez large dans le domaine des nanosciences) avec un volume total en présentiel de 372 heures dont 12 heures sont enseignées par des intervenants extérieurs. Le nombre d'unités d'enseignement et les différents parcours proposés sont judicieux car ils permettent aux étudiants de choisir des voies plus ou moins fondamentales et portées soit sur l'élaboration ou les propriétés physiques des nanomatériaux.

Les objectifs et les modalités pédagogiques sont jugés très satisfaisants.

L'adossé à la recherche est conséquent puisque l'équipe pédagogique est en lien avec 40 laboratoires du domaine et le LABEX NanoSaclay (Laboratoire d'Excellence) est une preuve d'un bon environnement scientifique dans le domaine de cette spécialité. Le nombre d'étudiants par promotion est compris entre 40 et 60 (59 en 2012). Le taux de réussite est également excellent s'expliquant par un recrutement très sélectif (un étudiant inscrit sur cinq candidatures), mais le taux d'abandon (environ 10 %) n'est pas négligeable et est en partie dû à l'origine des étudiants concernés. Le devenir des étudiants est très porté sur la recherche puisque 85 % d'entre eux s'engagent dans la préparation d'un doctorat. Toutefois, le taux d'insertion en entreprise est faible pour une spécialité à finalité indifférenciée. Cela est peut-être lié à la faible part des enseignements en compétences transversales de la formation. On relève un excellent retour des enquêtes (100 %) réalisées par courriel ou par téléphone. Celles-ci sont effectuées par le secrétariat pédagogique.

Même si la finalité indifférenciée de cette spécialité n'est peut-être pas pertinente, les flux d'étudiants, leur suivi et leur insertion sont très satisfaisants.

Le pilotage de la spécialité est organisé sur la base d'un conseil de spécialité constitué des responsables des quatre parcours et des responsables de chaque établissement co-habitué. Le processus d'autoévaluation est objectif et pertinent. Le pilotage de la spécialité apparaît très satisfaisant.



- Points forts :
 - Adossement à la recherche conséquent.
 - Choix conséquent d'unités d'enseignement.
 - Très bonne formation pour une poursuite en doctorat (très bonne insertion en doctorat).
 - Un parcours international avec des unités d'enseignement dispensées en anglais.
- Points faibles :
 - Peu d'insertion en entreprise pour une spécialité indifférenciée.
 - Nombre d'intervenants extérieurs un peu faible.
 - Parcours qui ne sont pas clairement définis dans le dossier.
 - Peu de compétences transversales enseignées.
- Recommandations pour l'établissement :

Il serait souhaitable de solliciter davantage d'intervenants extérieurs afin d'introduire dans la formation plus de compétences transversales. Même si les déplacements des étudiants sont minimisés, l'organisation des enseignements sur sept sites peut être perçue comme un handicap. Une diminution du nombre de sites serait plus confortable pour les étudiants. Enfin, au vu du nombre conséquent de poursuites en doctorat après la formation, une finalité recherche pour cette spécialité serait peut-être plus pertinente.

Concepts fondamentaux de la physique

La spécialité étant co-habilitée avec l'Ecole Normale Supérieure de Paris, établissement porteur, elle a été évaluée au cours de la vague D.

Optique, matière, plasmas

La spécialité étant co-habilitée avec l'Université Paris 6 - Pierre et Marie Curie, établissement porteur, elle a été évaluée au cours de la vague D.

Sciences de la fusion

La spécialité étant co-habilitée avec l'Université Paris 6 - Pierre et Marie Curie, établissement porteur, elle a été évaluée au cours de la vague D.

Sciences des matériaux et nano-objets

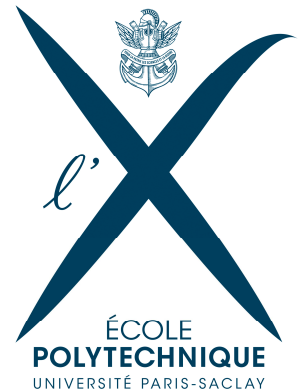
La spécialité étant co-habilitée avec l'Université Paris 6 - Pierre et Marie Curie, jusqu'alors établissement porteur, elle a été évaluée au cours de la vague D.

Dispositifs quantiques

La spécialité étant co-habilitée avec l'Université Paris Diderot (Paris 7), établissement porteur, elle a été évaluée au cours de la vague D.



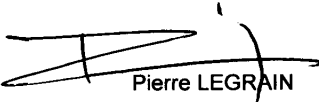
Observations de l'établissement



Observations de l'École polytechnique
sur l'évaluation du master
Physique des hautes énergies

Nous notons avec satisfaction que le rapport mentionne le suivi pédagogique et administratif des étudiants. Plus précisément, il s'agit d'une aide dans toutes les démarches administratives, notamment pour les étudiants internationaux et d'un suivi pédagogique individuel de l'étudiant, pour le choix de ses options, un soutien au cours du programme à sa demande et pour le choix des stages.

Le rapporteur indique en points faibles l'absence d'unité d'enseignement transversale. Il existe cependant des enseignements d'humanités et sciences sociales en M1 et des enseignements de langues vivantes en M1 et en M2. Ces enseignements, listés dans la présentation du programme, n'ont pas été suffisamment mis en avant dans le dossier alors qu'ils participent pleinement à la qualité du projet pédagogique.



Pierre LEGRAIN

Directeur de la Graduate School