



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

Section des Formations et des diplômes

Rapport d'évaluation de l'école doctorale n° 432



Sciences des Métiers de l'Ingénieur

de l'Ecole Nationale Supérieure d'Arts
et Métiers – Arts et Métiers Paritech

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

*Pour l'AERES, en vertu du décret du 3
novembre 2006¹,*

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

Au nom du comité d'experts,

- Michel Potier-Ferry

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).



Membres du comité d'experts

Président :

M. Michel POTIER-FERRY, Université de Lorraine

Experts :

M. Michel BATTEUX, Société Thalès

M. Olivier GAPENNE, Université de Technologie de Compiègne

M. Hubert ROMAT, Université de Poitiers

Délégué scientifique de l'AERES :

M. Djimedo KONDO

Date de l'évaluation : 2013-2014

Présentation de l'école doctorale

L'école doctorale *Sciences des Métiers de l'Ingénieur* (ED 432) rassemble tous les doctorants de l'ENSAM (Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers - Arts et Métiers ParisTech) et plus de la moitié de ceux de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris (MINES ParisTech). Elle a la particularité d'être localisée en de nombreuses villes presque uniformément réparties dans toute la France. S'ils appartiennent au même groupement ParisTech, les deux établissements se trouvent dans deux PRES différents, ce qui n'est pas complètement anodin, les communautés d'établissements prenant souvent un rôle important dans la gestion du doctorat. Pour l'instant cette situation n'a pas perturbé le fonctionnement de l'ED 432.

L'ED 432 est centrée sur le domaine de la mécanique qui représente à peu près 70 % des thèses, le reste étant réparti à peu près équitablement entre *Conception-Industrialisation* et *Mathématiques et Systèmes*. Elle s'appuie sur 22 unités de recherches, dont 8 sont associées au CNRS.

L'opportunité d'une coaccréditation avec le Conservatoire National des Arts et Métiers (CNAM) est évoquée et des laboratoires du CNAM étaient représentés lors de la visite.

Le nombre de doctorants inscrits au sein de l'ED 432 est proche de 500 et dépassera ce chiffre avec l'apport du CNAM. Le nombre de soutenances annuelles est de 126 sur les deux dernières années, pour un potentiel d'encadrement de 176 chercheurs et enseignants-chercheurs titulaires de l'Habilitation à Diriger des Recherches (HDR).

Synthèse de l'évaluation

- Appréciation par critère :

Fonctionnement et adossement scientifique

La structure d'une telle école doctorale est nécessairement complexe. La principale source de complexité est le caractère exceptionnellement multisite de l'ENSAM, qui ne permet pas une localisation classique sur un seul site ou sur un nombre réduit de sites. Le fonctionnement de l'ED n'est facilitée ni par la coexistence de deux tutelles (bientôt trois) ayant chacune leurs spécificités et leur politique de formation doctorale, ni par le grand nombre d'unités de recherches. Pour autant, le comité a constaté que ces difficultés n'empêchent pas l'ED 432 de remplir son rôle avec efficacité et dynamisme. Les doctorants rencontrés connaissent tous l'ED, ses responsables, son rôle ; ils apprécient les services rendus, sont en accord avec ses objectifs et participent à son fonctionnement notamment grâce aux deux associations de doctorants.

L'ED 432 est maintenant bien visible et bien identifiée, grâce notamment à un un site Web de bonne qualité ; cette visibilité est probablement encore plus forte du côté Arts et Métiers que de Mines ParisTech.

L'ED a un conseil conforme à l'arrêté de 2006. La gouvernance est devenue plus efficace grâce à la création d'un conseil restreint qui assure la gestion au quotidien et à un tandem de direction, la directrice provenant de l'ENSAM et la directrice adjointe des Mines. A l'ENSAM, des responsables locaux assurent la présence de l'ED dans tous les centres alors qu'aux Mines on s'appuie sur des responsables de spécialités. Vu le rôle important joué par le conseil restreint et afin d'augmenter sa lisibilité et son efficacité, des représentants des doctorants pourraient y être associés.

Le recrutement des doctorants est laissé en premier lieu au directeur de thèse et à l'unité de recherches, mais l'ED contrôle le niveau et les pré-requis, quel que soit le financement. Dans certains cas, l'inscription en première année est probatoire et l'ED exige certaines validations. S'il s'agit des allocations de recherche propres, l'ED contrôle le financement et les sujets. La régulation par l'ED des sujets et des recrutements est plus forte à l'ENSAM qu'aux Mines.

La coopération des deux établissements a conduit à la production d'une charte des thèses commune et surtout à une philosophie commune, dont les points forts sont le développement des liens recherche-industrie, la volonté de promouvoir le doctorat dans les entreprises et une politique internationale dynamique. Ainsi les docteurs de Mines ParisTech figurent sur l'annuaire des anciens de l'école : un détail emblématique d'évolutions actuelles, auxquelles l'ED et les deux établissements de tutelle travaillent ensemble.



Une des forces de l'ED 432 est le soutien des deux établissements de tutelle, qui se traduit par la mise à disposition de locaux, d'un secrétariat et de moyens financiers, en particulier pour les déplacements entre sites. Elle bénéficie surtout de la volonté des deux établissements de développer la recherche et la formation doctorale, ainsi que du soutien de ParisTech.

Encadrement et formation

L'offre de formation est très large, en particulier pour les formations professionnalisantes, et s'appuie principalement sur des unités d'enseignement proposées par les deux établissements. Des moyens sont disponibles pour permettre aux doctorants de suivre des enseignements sur d'autres sites, ce qui garantit à chaque doctorant un accès à la plupart des modules proposés. Le dialogue direction-doctorants et le logiciel « ADUM » (Accès Doctorat Unique et Mutualisé) permettent d'ajuster l'offre aux besoins des doctorants.

Deux « journées » sont proposées en cours de thèse, au début et à mi-parcours, qui contribuent fortement aux liens ED/doctorants et aux relations entre doctorants, quelque soient le site ou l'établissement. Les contenus sont relativement classiques, mais avec un accent mis sur l'après-thèse et les carrières en entreprise.

La discussion avec les doctorants n'a pas fait apparaître de problèmes d'encadrement. Les taux d'abandon sont faibles, ce qui est un peu inattendu vu la proportion d'ingénieurs (44 %) dans l'ED et les thèmes de recherches appliqués qui permettent une insertion rapide en milieu industriel. Le suivi assuré par l'école doctorale dès la première année n'est certainement pas sans lien avec ces bons résultats.

L'ED affiche des normes d'encadrement très élevées (8 doctorants au plus par encadrant, taux d'encadrement total de 500 % au plus) qui sont parfois dépassées. Les explications avancées (dynamisme et jeunesse de certaines équipes, absence de problèmes réels d'encadrement, ou manque d'HDR dans certaines équipes) ne sont que partiellement convaincantes pour le présent et ne sauraient justifier le maintien de ces modes de fonctionnement désuets. Certaines situations particulières pourraient être résolues en continuant à encourager les soutenances d'HDR.

L'ED a fait beaucoup d'efforts sur la durée des thèses qui est assez classique avec une moyenne de 42-43 mois. Néanmoins il y a encore presque autant de soutenances dans une fourchette 40-52 mois qu'en dessous de 40 mois. L'effort, qui mérite d'être souligné, est donc à poursuivre. La politique de l'ED est de recommander le financement des 4^{èmes} années de thèse, mais la réalisation de cet objectif n'est pas apparue complètement claire.

Tous les doctorants sont financés, avec un minimum de 1200 €. Le grand nombre de financements d'origine industrielle est tout à fait notable, en particulier les 27 % de thèses CIFRE. En regard, le nombre d'allocations atteint à peine 7 %, ce qui est faible : il ne serait pas déraisonnable d'en augmenter le nombre pour maintenir une part suffisante de recherche en amont.

L'ED a une politique internationale dynamique, qui profite en particulier des actions des deux établissements et de ParisTech. Il y a une trentaine de thèses en cotutelle et le dispositif est bien géré. Il y a 42 % d'étrangers, avec une proportion significative d'européens et quelques américains, ce qui est un signe d'attractivité.

Suivi et Insertion

Gérées par les deux établissements (ENSAM et ParisTech), les enquêtes d'insertion professionnelle présentent des taux de réponse assez exceptionnels (96 % en 2013), ce qui témoigne à la fois de la qualité du suivi et de bonnes relations entre les doctorants et les structures de recherche et d'études doctorales.

Ces enquêtes montrent un très bon niveau d'insertion, en particulier dans le secteur privé qui emploie la moitié des diplômés. En regard, on dénombre assez peu de contrats post-doctoraux en France et l'insertion dans la recherche publique et l'enseignement supérieur est un peu plus faible qu'ailleurs, aux environs de 20 %. En moyenne, 20 % des diplômés trouvent un emploi à l'étranger.

La très bonne insertion des docteurs dans l'industrie n'est certes pas une surprise pour deux établissements dont c'est la principale vocation, mais en France il n'est pas anodin que la bonne image des ingénieurs de ces deux écoles dans le monde de l'industrie soit étendue aux docteurs de l'ENSAM et des Mines. C'est aussi le résultat du travail des laboratoires d'accueil rattachés à l'ED, de la politique des deux établissements et bien sûr de l'école doctorale *Sciences des Métiers de l'Ingénieur*. Le comité souhaite aussi souligner le dynamisme des deux associations de doctorants et leur

collaboration avec l'ED 432 ainsi que d'autres actions importantes comme le *Cercle Docteurs et Entreprises* mis en place par ParisTech.

Les renseignements fournis au comité sur l'insertion restent assez généraux. Il serait intéressant d'avoir davantage d'informations qualitatives sur les carrières des docteurs en entreprise, sur les niveaux de rémunération, les responsabilités, ou encore la nature des entreprises.

- **Appréciation globale :**

L'école doctorale *Sciences des Métiers de l'Ingénieur* a su trouver sa place malgré des difficultés structurelles liées à son caractère multisite et multi-établissements. Son fonctionnement actuel peut être considéré comme exemplaire à bien des égards : formation des doctorants, harmonisation des pratiques, relations ED-doctorants et ED-laboratoires, relations avec les établissements de tutelle, ou encore promotion du doctorat dans les entreprises.

En particulier, les actions de promotion du doctorat dans les entreprises ont un impact potentiel fort bien au-delà des Mines et de l'ENSAM, vu la notoriété des deux écoles d'ingénieurs. Le comité ne peut que recommander à l'ED de poursuivre ce travail.

Avec 22 unités de recherche sur une dizaine de sites, le travail d'harmonisation des pratiques est une tâche compliquée. L'ED a fait un travail important en ce sens, même s'il reste des progrès à faire en termes de durée des thèses et de taux d'encadrement.

Comme beaucoup d'écoles doctorales, l'ED 432 affirme laisser la politique scientifique aux unités de recherche et aux établissements. Le comité estime qu'elle pourrait se donner un rôle modeste, mais utile dans la définition d'une politique scientifique, par exemple en réfléchissant à l'équilibre entre recherche amont et recherche aval, les traditions des établissements conduisant à mieux valoriser la seconde.

- **Points forts :**

- Soutien des deux établissements et de ParisTech, prestige de ces deux établissements.
- Relations fortes avec le monde de l'entreprise, aussi bien pour le financement des thèses que pour l'insertion professionnelle des docteurs.
- Politique de promotion du doctorat en entreprise.
- Politique efficace de relations internationales.
- Fonctionnement exemplaire, malgré les difficultés liées à la multiplicité des sites et des tutelles.

- **Points faibles :**

- Environnement institutionnel incertain, pouvant à terme remettre en cause l'existence d'une école doctorale commune Mines-ENSAM.
- Maîtrise encore perfectible de la durée des thèses et des normes d'encadrement.

Recommandations pour l'établissement

Le comité d'experts encourage l'établissement, l'ED 432 et les unités de recherche rattachées à l'école à poursuivre leurs efforts sur les éléments suivants :

- Adopter des normes d'encadrement réalistes et les mettre progressivement en application.
- Travailler sur la durée des thèses.
- Poursuivre le travail d'harmonisation entre les sites et entre les établissements.
- Augmenter le potentiel d'encadrement en encourageant la soutenance d'HDR.
- Mener une réflexion sur l'équilibre entre recherche de base et recherche appliquée.



Observations de l'établissement

Réponse à l'Évaluation AERES de l'École Doctorale 432 Sciences et Métiers de l'Ingénieur

Juin 2014

Les établissements remercient le comité d'évaluation AERES et son président pour leur travail d'expertise relatif à l'École Doctorale 432 « Sciences et Métiers de l'Ingénieur ». Nous apprécions la rigueur du travail effectué et la grande qualité du rapport de ce comité. Ce document sera un élément d'appui important pour les évolutions de l'ED 432, en particulier dans le contexte d'un élargissement de l'accréditation au CNAM.

Nous sommes globalement en accord avec l'évaluation qui est faite et souhaitons apporter quelques éléments supplémentaires pour les thèmes indiqués ci-après.

Fonctionnement et adossement scientifique

La visibilité de l'ED sur les sites web de tous les établissements doit effectivement être améliorée et cela sera fait à l'occasion des refontes des sites institutionnels.

Le rapport indique que "la régulation par l'ED des sujets et des recrutements est plus forte à l'ENSAM qu'aux Mines". A l'ENSAM, la gestion des bourses de l'ED et des sujets est effectivement organisée maintenant dans le cadre d'un Appel à Projet Commun Doctoral (APCD) qui intègre l'ensemble des mécanismes de financement de doctorat. Cela est possible grâce au périmètre de l'ED qui couvre la totalité de la formation doctorale de l'ENSAM, ce qui n'est pas le cas à MINES ParisTech, rendant plus complexe cette régulation.

Encadrement et Formation

L'ED 432 sera plus attentive à faire respecter la norme d'encadrement et améliorer la durée des thèses. Certains taux d'encadrement excèdent effectivement la norme mais aucune difficulté n'a été constatée dans le suivi de la thèse. Pour l'ENSAM, les taux d'encadrement importants étaient le fait de laboratoires en croissance. Avec notre politique d'encouragement pour soutenir le passage d'une HdR, les taux d'encadrements affichés sont en phase d'être respectés.

Il nous semble que le rapport met en opposition recherche finalisée (ou appliquée ou partenariale ou industrielle) et recherche académique. Nous tenons à affirmer que la recherche partenariale est un modèle de recherche original qui n'exclut pas la qualité académique, l'innovation passant forcément par une étude approfondie, donc académique, du sujet. Nous pouvons signaler en outre que pour le financement de recherche amont, les allocations sont complétées par l'abondement résultant du dispositif Carnot.

Suivi et insertion

Nous sommes conscients que le suivi du devenir des docteurs de l'ED doit être amélioré. Actuellement, les enquêtes de suivi sont assurées par les établissements dans le contexte mutualisé de ParisTech. De nombreuses informations quantitatives sont présentées lors des journées des doctorants (type entreprises, rémunérations...). Nous prévoyons un élargissement

des enquêtes pour suivre les promotions 5 ou 10 ans après leur sortie. A l'ENSAM, ce travail sera réalisé dans le cadre de l'Observatoire des métiers mis en place fin 2013.

Le rapport souligne la très bonne insertion des docteurs dans l'industrie. C'est en effet une spécificité forte de l'ED 432. Les établissements co-accrédités partagent une politique très volontariste pour porter et valoriser le doctorat auprès de l'industrie en France et à l'international. L'ENSAM, Mines ParisTech et le CNAM continueront à soutenir fortement l'Ecole Doctorale Sciences et Métiers de l'Ingénieur dans son développement et son rayonnement vis-à-vis de l'industrie. Nous retenons donc particulièrement la remarque du comité visant à obtenir des informations plus qualitatives sur le déroulement de carrière des docteurs de l'ED 432, indicateur important de la réussite du dispositif.

A Paris, le 3 juin 2014



Laurent Carraro
Directeur Général