

RAPPORT de PRESENTATION de la THESE
THESIS SUBMISSION REPORT

FORMULAIRE A RENVoyer PAR LE RAPPORTEUR

15 jours avant la soutenance sous peine de report de celle-ci

*This report should be returned by the reviewer at least 2 weeks prior to the
scheduled date of the public thesis defense.*

In case of incomplete or late submissions, the final oral defense risks being postponed.

Nom du candidat *Candidate (Last Name, First Name):* Pierre TAMAGNO

Titre de la thèse *Thesis title:* Challenging fission cross section simulation with long standing macro-microscopic model of nucleus potential energy surface.

1. Evaluation générale *General assessment :*

Digne d'être soutenue, en l'état, en vue du Doctorat ?

Can the thesis dissertation be defended in its current state?

☒ OUI YES

☐ NON NO

Si non, y a-t-il des modifications à apporter avant la soutenance ?

If not, are any changes recommended prior to the defense?

☐ OUI YES

☐ NON NO

2. Evaluation en vue de la soutenance *Evaluation in view of the thesis defense*

Nom, Prénom *Last Name, First Name:* GOUTTE Héloïse

Grade/établissement *Title/institution:* Chef de service CEA/DSM/Irfu/SPhN

Date: 30/09/2015

Signature :



2. Rapport (2/3 pages maximum) commentant les raisons pour lesquelles vous êtes favorable à la soutenance de cette thèse ou au contraire pour lesquelles vous êtes défavorable à la soutenance en l'état actuel du manuscrit

Report (max. 2-3 pages) – please detail the reasons in favor of or against the defense based on the current thesis dissertation submitted by the candidate:

A partir du 1er janvier 2015, l'Université de Bordeaux ne délivre plus de mention au grade de docteur (CFVU du 11 décembre 2014)

Le document présenté par Monsieur Pierre Tamagno en vue de l'obtention d'une thèse de doctorat s'intitule « Challenging fission cross section simulation with long standing macro-microscopic model of nucleus potential energy surface ». Il s'agit d'une présentation très soignée et très complète de son travail consacré à la modélisation de la fission. Ce travail s'inscrit dans le cadre de la thématique des données nucléaires et de leur évaluation, avec pour ambition l'introduction d'ingrédients microscopiques dans les calculs de sections efficaces de fission.

Les travaux sur les données nucléaires sont à la croisée de deux chemins : la précision et l'assise théorique. Très clairement, les données nucléaires doivent être précises afin d'être « directement » utilisables dans les applications, notamment la production d'énergie dans le cas de l'équipe encadrante du CEA/DEN. Mais en parallèle, il est indispensable d'avoir une maîtrise croissante des processus nucléaires, d'augmenter le pouvoir prédictif des approches et de fonder les modèles sur des ingrédients/théories microscopiques. Ainsi, une des possibilités est d'intégrer progressivement de nouveaux modèles de physique nucléaire de plus en plus fondamentaux, dans un cadre générique : c'est l'objectif majeur de cette thèse réalisée dans le cadre du code de réaction CONRAD.

Parmi les avancées significatives réalisées dans cette thèse, nous pouvons mentionner l'introduction de barrières de fission calculées à l'aide de modèles microscopique-macroscopique fondés sur FRDM (Finite Range Liquid Drop Model). Pour ce faire, des surfaces d'énergie potentielles à plusieurs dimensions sont tout d'abord calculées en fonction de paramètres de déformation nucléaire, puis les chemins de fission sont déterminés en minimisant l'énergie ou l'action le long des chemins. Ces calculs sont ensuite complétés par la dérivation des inerties/masses pour obtenir les probabilités de fission.

Le premier chapitre de ce manuscrit présente le contexte de cette thèse, la problématique des données nucléaires et des évaluations et donne des exemples où des améliorations devraient être apportées. Les modèles de réaction utilisés sont décrits dans les chapitres deux – théorie des collisions à deux corps-, et trois – modèles de réaction dans le domaine des résonances résolues et dans le canal de fission -. Dans le chapitre 4, l'ensemble des développements qui ont été apportés au code CONRAD pour améliorer et étendre le code dans le domaine statistique est détaillé. Le chapitre 5 décrit de façon très précise l'ensemble des modèles microscopique-macroscopique utilisés. Les calculs des barrières de fission, des inerties, des états de transition sont présentés dans le chapitre 6 et les conclusions et perspectives se trouvent dans le chapitre 7.

Ce document décrit en détail l'ensemble des formalismes en jeu ainsi que toutes les expressions mathématiques utilisées. Dans un souci de précision et d'exhaustivité, les équations en voie couplées sont ainsi détaillées dans l'annexe A de même que celles de base du modèle FRDM dans l'annexe B, ou les éléments de matrice de l'Hamiltonien et les coefficients de transmission dans les annexes C et D, respectivement. Ceci témoigne du fait que Monsieur Pierre Tamagno s'est totalement approprié les théories qu'il utilise.

Il est à noter que les illustrations sont bien choisies – figures et schémas de principe - et aident bien à la compréhension. Très clairement, ce manuscrit constitue un document de référence qui pourra, sans aucun doute, être utile à toute personne souhaitant connaître/poursuivre ce travail.

En parallèle, nous comprenons à la lecture du document qu'un gros travail de programmation numérique a été réalisé. Parmi les approches numériques performantes mises en œuvre durant cette thèse nous pouvons mentionner par exemple celles utilisées pour les calculs des chemins de moindre action et moindre énergie.

Tout ce travail de programmation a été fait avec un réel souci de vérification et de validation de chaque nouveau module. Par exemple des comparaisons systématiques ont été faites avec des codes de références comme TALYS, ou le code FRDM de P. Möller. Les différences qui persistent sont bien cernées afin d'identifier leur origine et leur potentiel impact dans les comparaisons futures.

Comme première application, un calcul complet de section efficace, à l'aide de ces nouveaux formalismes est présenté dans ce manuscrit. Il s'agit de la section efficace de fission pour la réaction ($n+^{239}\text{Pu}$) pour des énergies neutrons de 0 à 700 keV. Les résultats obtenus sont comparés aux données expérimentales et aux évaluations JEFF 3.2. Très clairement, les modélisations fondées sur les ingrédients issus du modèle FRDM ne reproduisent pas les données. L'origine de cette différence n'est pour l'instant pas clairement identifiée, seules quelques pistes sont envisagées.

On peut regretter que cette partie résultat ne soit pas plus complète avec par exemple la présentation d'un cas de référence, des discussions détaillées sur les comparaisons théorie-expériences, des variations autour de ce cas de référence pour analyser l'impact des différents termes et mieux comprendre le désaccord actuel, de plus nombreuses applications ... Très clairement, cette thèse a permis d'élaborer un nouveau modèle/code de calcul des sections efficaces de fission. Le travail effectué pour cela durant cette thèse est très impressionnant en quantité et en qualité. Il ouvre maintenant la voie à une utilisation à la fois minutieuse et extensive du code pour mieux comprendre le rôle de chaque terme, pour connaître son domaine de validité et pour définir les paramètres qu'il faudra probablement introduire pour mieux coller aux données. Sans aucun doute, riche de perspectives, ce travail mérite d'être continué par la suite, mais ceci dépasse très largement le cadre d'une thèse et ne peut en aucun cas être reproché à Mr Pierre Tamagno.

En résumé, le travail effectué dans cette thèse est très conséquent et de grande qualité et c'est donc sans réserve que j'autorise la soutenance de la thèse de Mr. Pierre Tamagno.
Avis très favorable.

Héloïse GOUTTE
Docteur habilité
Chef de service
CEA/DSM/IRFU/SPhN



A retourner à la DiRVED *To be returned to:*

DiRVED - Bât A33 - Bureau 115 - 351 cours de la libération - 33405 Talence cedex
ou par mail à la gestionnaire en charge du dossier
or by email to the administrative manager in charge.