UNIVERSITÉ DE STRASBOURG

Direction de la Recherche

Attestation de réussite

ATTESTATION DE DIPLOME

HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES

Attestation de réussite

La Directrice de la Direction de la Recherche de l'Université de Strasbourg, certifie que :

M. Rachid NOUICER

Né(e) le : 06/10/1967 à Mulhouse (68)

a obtenu le **20/11/2013** à l'Université de Strasbourg, le diplôme d'**HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES.**

En foi de quoi, le présent document lui est délivré.

Strasbourg, le 20/11/2013

La Directrice de la Direction de la Recherche

Béatrice MEIER-MULLER

Attestation de réussite

Nota *: Il n'est pas délivré de duplicata de ce certificat. Il appartient au titulaire d'établir lui-même et de faire certifier conformes par la Mairie de son domicile les copies qui peuvent lui être nécessaires.*

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG

Direction de la Recherche

NUMERO d'ORDRE

293

HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES
Rapport sur la présentation des travaux

Nom du candidat : M. Rachid NOUICER

Signature des membres du Jury :

M. Ch. BECK

Mme Ch. ROY

Mme B. ERAZMUS

M. J. AICHELIN

M. Y. SCHUTZ

M. P. JACOBS

M. A. NOURREDDINE

Monsieur Rachid NOUICER a présenté au jury ses travaux de recherche intitulés «Signatures d'un nouvel état de la matière nucléaire « Fluide Quasi Parfait de Quarks et de Gluons » dans les collisions des ions lourds aux énergies du RHIC».

Après son diplôme de doctorat, Rachid NOUICER s'est fortement investi dans le programme scientifique du collisionneur RHIC situé au laboratoire Brookhaven aux Etats-Unis en participant aux expériences PHOBOS et PHENIX. Ses travaux d'un très bon niveau en instrumentation et analyse de données forment un ensemble cohérent et présentent une forte continuité. Ils ont été présentés à plusieurs conférences et publiés dans des revues de renommée internationale. Le jury considère qu'ils sont d'une grande actualité et d'une utilité incontestable pour l'ensemble de la communauté travaillant sur les collisions d'ions lourds relativistes.

Rachid NOUICER a pris de nombreuses responsabilités dans des projets et participé aux nombreux groupes de travail nationaux et internationaux. Il a également assuré l'encadrement de jeunes chercheurs. Il a su appréhender non seulement les problèmes physiques posés mais aussi les situer dans un contexte pluridisciplinaire plus général. Le jury a également beaucoup apprécié l'exposé très clair et pédagogique. Les réponses fournies par le candidat aux nombreuses questions du jury ont montré ses connaissances étendues du domaine.

Rachid NOUICER a une notoriété scientifique et il est un expert reconnu dans son domaine. Il mérite pleinement d'obtenir une Habilitation à Diriger des Recherches.

Strasbourg le : 20 novembre 2013

Nom du Président du Jury : A. Nourreddine

Signatures du Président et des membres du jury :

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG

Strasbourg , 07 novembre 2013

AVIS DE PRESENTATION DE TRAVAUX EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES (Arrêté du 23 novembre 1988)

Direction de la Recherche

Catherine FLORENTZ
Vice Présidente Recherche
et Formation Doctorale

M. Rachid NOUICER

présentera ses travaux en vue de l'HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES

le **20 novembre 2013 à 15h00**

au ***IPHC - 23 rue du Loess Strasbourg***

sur le thème suivant : **Signature d'un nouvel état de la matière nucléaire "Fluide quasi parfait de quarks et de gluons" dans les collisions des ions lourds aux énergies du RHIC.**

Le jury sera composé de :

M. Ch. BECK, Directeur de Recherches, Université de Strasbourg Garant
Mme Ch. ROY, Directeur de Recherches,Université de Strasbourg, Rapporteur
Mme B. ERAZMUS, Directeur de Recherches, Ecole des Mines Nantes, Rapporteur
M. J. AICHELIN,PROFESSEUR, Ecole des Mines, Rapporteur

M. Y. SCHUTZ,Directeur de recherche CERN
M. P. JACOBS, Lawrence Berkeley National Laboratory Senior Scientist
M. A. NOURREDDINE Université de Strasbourg Professeur

Pour le Président
La Vice-Présidente
Recherche et Formation Doctorale
C. FLORENTZ

Université de Strasbourg
Département Formation Doctorale
4 Rue Blaise Pascal
67000 STRASBOURG

Subatech
Laboratoire de physique subatomique et des technologies associées
Unité Mixte de Recherche 6457
École des Mines de Nantes - IN2P3/CNRS - Université de Nantes

Nantes, le 5 Novembre, 2013

RAPPORT

Sur la thèse d'Habilitation à diriger des recherches présentée par Rachid Nouicer et intitulée *Signature d'un nouvel Etat de la Matière Nucléaire « Fluide Quasi Parfait de Quarks et de Gluons » dans les collisions des Ions Lourds aux Energies du RHIC*

Les travaux de Rachid Nouicer faisant l'objet d'une thèse d'Habilitation à diriger des recherches s'inscrivent dans le programme scientifique expérimental du collisionneur RHIC (Relativistic Heavy Ion Collider) situé au laboratoire Brookhaven aux Etats-Unis. Rachid Nouicer a participé aux expériences PHOBOS et PHENIX dédiées à l'étude des propriétés du Plasma de Quarks et de Gluons crée dans les collisions d'ions lourds relativistes.

Le document, rédigé de façon claire et très exhaustive, est organisé en huit chapitres.

Le Chapitre I présente le cursus universitaire et professionnel du chercheur. Il contient une synthèse des travaux de recherche, d'encadrement et d'enseignement. Une liste des principales publications et des exposés dans des conférences internationales y est incluse. Des lettres de recommandation de plusieurs personnalités scientifiques témoignent d'une profonde implication et du rôle majeur de Rachid Nouicer dans le programme du RHIC.

Le Chapitre II décrit de façon synthétique les objectifs de recherches dans le domaine de la physique des ions lourds évoquant les différentes machines, du AGS au LHC en passant par le RHIC et le SPS, construites en Europe au CERN et aux Etats-Unis à Brookhaven. Le plan du manuscrit est introduit.

Dans le Chapitre III sont exposés les aspects théoriques et expérimentaux des collisions d'ions lourds ultralativistes. Les principes de l'interaction forte, des conditions de la création du Plasma de Quarks et de Gluons et ses observables expérimentales sont décrits en détail. Les résultats les plus marquants obtenus au AGS (le flot des particules) et au SPS (l'augmentation de la production d'étrangeté, la suppression des quarkonia) sont présentés et analysés.

Subatech - École des Mines de Nantes
4, rue Alfred Kastler - La Chantrerie - BP 20722 - 44307 Nantes cedex 3
Tél. 02 51 85 81 00 - Fax 02 51 85 84 79 – http://www-subatech.in2p3.fr

MINES Nantes

Subatech
Laboratoire de physique subatomique et des technologies associées
Unité Mixte de Recherche 6457
École des Mines de Nantes - IN2P3/CNRS - Université de Nantes

Le Chapitre IV présente la contribution personnelle de Rachid Nouicer dans le programme de recherche et de développement des détecteurs au silicium.

Entre 1998 et 2005 Rachid Nouicer était responsable de la construction et de l'assemblage du détecteur à pixels en silicium pour la mesure de la multiplicité des particules chargées pour l'expérience PHOBOS. Il a dirigé le laboratoire de l'Illinois à Chicago et ensuite l'installation finale du détecteur à Brookhaven. Rachid Nouicer a été responsable du fonctionnement du détecteur et de la qualité des données expérimentales.

Depuis 2003 Rachid Nouicer est en charge du détecteur stripixel traceur de vertex en silicium (VTX) de l'expérience PHENIX. Il a supervisé sa conception, sa construction, son assemblage et sa mise en service. Ila été nommé directeur du projet de détecteur de stripixel.

L'implication de Rachid Nouicer dans l'analyse des données et dans la publication des résultats est présentée dans le Chapitre V. Il a joué un rôle principal dans les mesures des distributions de pseudorapidité des particules chargées dans les collisions des noyaux Au+Au, Cu+Cu et d+Au à plusieurs énergies du faisceau. Rachid Nouicer exerçait dans PHOBOS la coordination du groupe de travail dédié à l'étude de multiplicités des particules. Ce travail a donné lieu à plusieurs publications dont Rachid Nuicer était l'auteur principal.

Dans la collaboration PHENIX, Rachid Nouicer était co-coordinateur du groupe de travail « Global-Hadron Physics ». Les performances du VTX ont permis de séparer les contributions des quarks lourds de charme (c) et de beauté (b) dans les mesures du facteur de modification nucléaire des électrons provenant de la décroissance des mésons D et B dans les collisions Au+Au à 200 GeV. Rachid Nouicer a joué un rôle majeur dans cette analyse et présenté les résultats à la conférence Quark Matter en 2012.

Le Chapitre VI est consacré à la description des principaux résultats du RHIC qui ont permis de créer et de caractériser l'état de la matière dans des conditions extrême de température et de densité. Rachid Nouicer décrit de façon détaillée les différentes signatures du plasma observées au RHIC et présente leur interprétation. Les mesures indiquent la formation d'un Plasma de Quarks et de Gluon se comportant comme un fluide ayant une viscosité très petite. Les modèles hydrodynamiques reproduisent bien ses caractéristiques. Le milieu créé modifie significativement les propriétés des particules qui le traversent.

Les perspectives de nouvelles mesures au RHIC II et au LHC sont présentées.

Le Chapitre VII contient la liste des publications sélectionnées et le Chapitre VIII les références bibliographiques.

Subatech - École des Mines de Nantes
4, rue Alfred Kastler - La Chantrerie - BP 20722 - 44307 Nantes cedex 3
Tél. 02 51 85 81 00 - Fax 02 51 85 84 79 – http://www-subatech.in2p3.fr
MINES Nantes

Subatech
Laboratoire de physique subatomique et des technologies associées
Unité Mixte de Recherche 6457
École des Mines de Nantes - IN2P3/CNRS - Université de Nantes

L'ensemble de travaux de Rachid Nouicer ont fait l'objet de nombreuses publications dans des revues à comité de lecture et des présentations de sa part dans des conférences internationales.

Rachid Nouicer a encadré des étudiants de maitrise et de DEA à l'Université de Strasbourg pendant la période de sa thèse de doctorat. Il s'est ensuite investi dans le programme d'enseignement de l'Université d'Illinois à Chicago aux Etats-Unis. Il a supervisé de nombreux doctorants et étudiants de Master au RHIC à Brookhaven.

En conclusion, Rachid Nouicer a démontré des capacités à diriger des projets de recherche de très haut niveau, dans le cadre des grandes collaborations internationales, aussi bien au plan instrumental que dans le domaine des simulations et de l'analyse des données.

Je donne un avis très favorable à sa soutenance de l'Habilitation à diriger des recherches.

Barbara Erazmus

Directeur de Recherche au CNRS

C. FLORENTZ
Vice-présidente Recherche
et Formation Doctorale

Subatech - École des Mines de Nantes
4, rue Alfred Kastler - La Chantrerie - BP 20722 - 44307 Nantes cedex 3
Tél. 02 51 85 81 00 - Fax 02 51 85 84 79 – http://www-subatech.in2p3.fr

MINES
Nantes

Strasbourg, le 30 octobre 2013

Rapport sur le mémoire intitulé

« Signatures d'un Nouvel Etat de la Matière Nucléaire. Fluide Quasi Parfait de Quarks et de Gluons dans les Collisions des Ions Lourds aux Energies du RHIC »

présenté par Mr Rachid Nouicer, en vue de soutenir une Habilitation à Diriger des Recherches

Mr Rachid Nouicer propose un mémoire résumant ses activités de recherche en vue d'obtenir une habilitation à diriger des recherches de l'Université de Strasbourg. Le cadre de son travail est celui des collisions d'ions lourds effectuées à des énergies ultra-relativistes auprès du collisionneur RHIC à Brookhaven (USA). Plus précisément, ce travail s'inscrit dans celui des recherches quant à la mise en évidence de la formation d'un état particulier de la matière nucléaire, le Plasma de Quarks et de Gluons.

Le mémoire se présente comme un volume important, avec près de 320 pages si l'on ne compte pas les publications jointes en fin de document. Celui-ci est composé de 8 chapitres.
Les chapitres numérotés de 3 à 6 présentent le cadre ainsi que les contributions proprement dites du candidat. Ce sont donc sur ces chapitres que mon expertise sera effectuée.

Le chapitre 3 présente le contexte général du mémoire, celui de la physique du plasma de quarks et de gluons. Les aspects tant théoriques qu'expérimentaux sont passés en revue, montrant l'état de l'art de nos connaissances lorsque sont considérés les signaux obtenus au SPS et au RHIC. On peut s'interroger sur ce choix excluant la prise en considération des résultats du LHC afin de donner une vue globale sur le cadre des collisions d'ions lourds ultra-relativistes. Cela aurait également permis une interprétation a posteriori des résultats du SPS et RHIC plus pertinente puisqu'enrichie des nouveaux éclairages apportés par les analyses menées au LHC.

Le chapitre 4 porte sur les trajectographes des deux expériences du RHIC (PHOBOS et PHENIX) dans lesquelles Mr Rachid Nouicer s'est investi pleinement depuis 1998. Le descriptif des activités permet de mesurer le degré d'expertise très élevé de Mr Rachid Nouicer ainsi que le rôle capital qu'il a joué dans la construction de ces détecteurs et par conséquent au sein de ces deux grandes collaborations. En ayant des implications qui vont de la construction jusqu'à la validation de la qualité des données collectées avec les trajectographes, Mr Nouicer a acquis des compétences uniques et précieuses, se traduisant entre autre par les nombreuses responsabilités que les deux grandes collaborations lui ont naturellement confiées.

Dans le chapitre 5, Mr Rachid Nouicer présente les analyses de données auxquelles il a participé tout en assumant ses tâches instrumentales. Il présente en effet de manière détaillée sa contribution pour mesurer les distributions en densité de pseudo-rapidité des particules chargées mesurées grâce l'expérience PHOBOS. La méthodologie est expliquée, les résultats interprétés pour des données exploitées avec des systématiques très riches, en fonction des centralités, systèmes en collision etc. Il s'agissait de résultats de tout premier ordre car outre l'information intrinsèque que ces résultats véhiculent, ils ont permis de « défier » les divers modèles théoriques en vigueur à cette époque. La

dernière partie de ce chapitre présente les prédictions qu'il a été possible d'obtenir pour les énergies LHC à partir des données du RHIC.

Le chapitre 6 met en regard les résultats obtenus par Mr Nouicer avec les autres mesures portant sur d'autres observables. Un point particulier est à souligner concernant les mesures des particules contenant des quarks charmés ou beaux, Mr Rachid Nouicer ayant contribué plus spécifiquement sur ces analyses. Le chapitre se termine sur un bilan des résultats obtenus et mentionne très (trop ?) rapidement les perspectives de RHIC dans les années futures ainsi que son positionnement, en terme de complémentarité, par rapport au LHC.

En outre, le CV de Mr Nouicer présenté dans le chapitre 1 indique le nombre conséquent de publications (133) dont 24 sont en premier auteur, 22 en auteur clé. Il participe également à des activités de *reviewing* pour des revues internationales ou d'expertises pour le DoE.

Les activités de Mr Rachid Nouicer décrites dans son mémoire sont indéniablement celles d'un chercheur confirmé, de haut niveau. Les responsabilités qui lui ont été confiées, les nombreuses publications pour lesquelles il a joué un rôle capital ou encore son profil très complet, allant de l'instrumentation à l'interprétation des données, en sont de réels témoins.

En conclusion, le travail présenté dans le mémoire de thèse de Mr Rachid Nouicer remplit les conditions pour une soutenance d'habilitation à diriger des recherches et j'y suis très favorable.

Christelle Roy

C. FLORENTZ
Vice-présidente Recherche
et Formation Doctorale

Subatech
Laboratoire de physique subatomique et des technologies associées
Unité Mixte de Recherche 6457
École des Mines de Nantes - IN2P3/CNRS - Université de Nantes

Nantes, 10/10/2013

To whom it may concern

Rapport on the Habilitation of Dr. R. Nouicer

Dr Noucier has made the decision to present only a part of his work in this report. This has been a very good choice because it allowed for a detailed description of the topics he has chosen. The result is an excellent rapport which can be recommended to every student who wants to get familiar with the topic, either on the experimental or on the theoretical side. I saw few publications in which the essential results of the RHIC physics have been presented in such a short a precise way as the author did in this report.

A very good example for this is chapter III (after a review of his career and support letters in chapter I and II) where he introduces into the present status of the theory and the theoretical predictions for experimental observables. In this chapter he explains the essential aspects of QCD and places the RHIC physics in perspective to the results obtained earlier at lower energies. He presents the concept of Bjorken, the color glass condensate, the concept of collective flow and its rapidity and beam energy dependence. This is followed by an introduction into the theoretical models which are directly related to his work, the Glauber model for the reaction geometry, the photon and heavy quark creation processes and the J/psi behavior in a medium. All this is written in a very clear fashion which shows that Dr. Nouicer can present all these different aspects of relativistic heavy ion physics in his own words and can condense the different information into a comprehensive and carefully evaluated overview. This demonstrates clearly that Dr. Nouicer masters the subject.

Chapter IV is the core part of the thesis. Dr. Nouicer is a specialist Silicium pixel detectors and has essentially contributed to the detectors used by the PHOBOS and the PHENIX collaboration. The large number of Nuclear Instruments and Methods articles testifies his input in the detector construction. Being theorist I am not able to evaluate this part of the thesis and leave this to my fellow reporters.

The chapter V is devoted to communicate the efforts which are necessary to extract, with help of the detectors, reliable physical quantities. Dr. Nouicer has developed the "hit counting" analysis, which sounds simple because one may assume that just the detector elements which are hit have to be counted. That this is by far not the case is demonstrated in this chapter were

Subatech - École des Mines de Nantes
4, rue Alfred Kastler - La Chantrerie - BP 20722 - 44307 Nantes cedex 3
Tél. 02 51 85 81 00 - Fax 02 51 85 84 79 - http://www-subatech.in2p3.fr

ECOLE DES MINES DE NANTES

we are introduced in all corrections which have to be applied that the raw data can be transferred into physical quantities. This chapter shows that Dr. Nouicer has the detector fully under control and that he masters all the corrections which are introduced, thanks to a lot of figures, in a very pedagogical way so that it is really a pleasure to read this chapter and to follow how from raw data a real physical observable emerges.

Having the reader convinced that the detector is correctly calibrated Dr. Nouicer continues in chapter V with the presentation of the results he obtained with the PHOBOS detector. It is important to know that this detector is much simpler than the other RHIC detectors. Nevertheless or one may even say due to this it delivered a careful measurement of the key quantities which allow for a global comprehension of the physics of relativistic heavy ion collisions. From the numerous publications as well as from the conference contributions it is evident that Dr. Nouicer played also a very important role in this analysis and for many of investigations he was the leading scientist. He starts out from the pseudorapidity distribution of charged particles, a measurement which invalidated the color glass condensate ansatz of Kharzeev and al.. This is followed by a study of the fragmentation region, where he could show that there Cu+Cu and Au+Au have identical spectra. Next comes a study of the number of charged particles as a function of the participant number for different systems at different energies. The results from the PHOBOS detector show clearly the similarity between Cu+Cu and Au+Au on the one side and from p+p and d+Au on the other side, a result which is not understood at all presently. Dr. Nouicer ends this chapter with a comparison of the charged particle multiplicities in pp and electron-positron collisions.

The chapter VI is devoted to an overview of the results of the RHIC experiments. As chapter II it is impressive by the clarity of the presentation and the in deep understanding of the involved physics. It covers many aspects of these reactions including the particle density, the question whether equilibrium is obtained in these reactions, the scaling of the flow, the different flow components and arrives finally at the problems on which Dr. Nouicer works presently: the physics of open and closed charm which can soon be studied intensively thanks to the vertex detector with Dr. Nouicer has constructed. He presents here the recent, still preliminary, results of the suppression of charm and bottom quarks in AA collisions as compared to pp collisions. These results are not in agreement with the present theory and promise intensive discussions in the future.

Without any doubt the habilitation of Dr. Nouicer is far above average. It shows clearly the two facets of the work of Dr. Noucier. One the one side his ability and his interest to construct and build state of the art detectors which have been proven to allow for new measurements and on the other side his capacity to analyze the results he obtained and to evaluate the results in view of the present theoretical and experimental knowledge. This double capacity is rare and makes Dr. Noucier valuable for each research laboratory in this domain.

The chapters II and V may serve very well for future students to learn the physics and the present knowledge of high energy heavy ion reactions and both show not only the pedagogical capacity of Dr. Nouicer but also his deep understanding of the physics.

The whole report demonstartes that Dr. Nouicer would be an excellent university teacher being equally strong in the presentation of science and in doing science.

I strongly recommend that he defend his habilitation orally.

Joerg Aichelin
Professor of physics

C. FLORENTZ
Vice-présidente Recherche
et Formation Doctorale