

KLEIN Thierry

Partie rédactionnelle du rapport d'activité (2014)

Synthèse de la carrière :

• 1989-1994. Après une thèse consacrée à l'étude des propriétés électroniques des quasicristaux (1989-1992, Laboratoire d'Etudes des Propriétés Electroniques du Solide, CNRS et Université J. Fourier (UJF) – Grenoble, sous la direction de Françoise Cyrot), j'ai effectué un stage post - doctoral sur ce même sujet au sein du groupe du Professeur O.G. Symko du Département de Physique de l'Université de l'Utah, USA (1992-1994). Deux brevets ont été déposés au cours de ce séjour (US 6712915 & US 6574968). Suite à ce stage, j'ai rejoint l'UJF sur un poste de **d'Attaché Temporaire d'Enseignement et de Recherche** (1994-1995) et effectué une conversion thématique importante pour m'intéresser alors aux propriétés de l'état mixte des supraconducteurs. C'est sur ce projet de recherche que j'ai été recruté en tant que **Maître de Conférences** à l'UJF en 1995 (28^{ème} section).

• 1994-2001. Durant cette première période mon activité de recherche a été centrée sur l'étude des transitions de phases dans le composé $(K,Ba)BiO_3$. Comme nous le verrons ci-dessous, ce composé constitue une alternative intéressante aux autres oxydes à hautes températures critiques. Après avoir activement participé à l'encadrement de trois doctorants j'ai passé mon **Diplôme d'Habilitation à Diriger des Recherches en 2000**. Ce travail m'a également permis d'intégrer l'Institut Universitaire de France (membre junior, 2001) et j'ai été nommé au Conseil National des Universités en 2000. Pendant cette période j'ai été très impliqué dans l'enseignement des travaux pratiques (Grenoble et Valence). De 1994 à 1998, j'ai été responsable de la partie "optique" du pool de TP de Licence, et j'ai également eu l'occasion d'encadrer plusieurs cours et TD de premier cycle et Licence au près des étudiants handicapés moteur de l'université (SAUH, 1995-1999).

• 2001-2005. Suite à la découverte d'une supraconductivité dite "multi – gap" dans le composé MgB_2 (2001) j'ai réorienté (en partie) mon activité sur ce nouveau composé. Durant cette seconde période, j'ai continué à être fortement impliqué dans l'enseignement des TP (notamment en magnétisme) et j'ai encadré les travaux dirigés de Physique du Solide en Master I de Physique et Physique - Chimie. J'ai été nommé sur un poste de **Professeur des Universités** en 2002. Entre 2002 et 2005, j'ai été membre du conseil scientifique du "Groupement De Recherche" (GDR-2284) sur les "systèmes élastiques désordonnés", en organisant notamment l'école thématique du GDR (2004). J'ai également été membre du comité "structures magnétique" (5B) chargé de l'attribution du temps de faisceau de neutrons à l'Institut Laue Langevin de Grenoble (2004-2006). Enfin en 2003 j'ai pris la responsabilité du Magistère de Physique de Grenoble (jusqu'en 2007) et j'ai été membre du conseil de l'UFR (2002-2006).

• 2005-2012. L'année 2004 a été marquée par la découverte de la supraconductivité dans le diamant dopé. Le diamant est connu pour être le prototype des isolants et le matériau le plus dur qui soit, et le silicium parce qu'il est le constituant principal de l'électronique moderne, mais la question de savoir si ces composés pouvaient éventuellement être supraconducteurs n'avait pas reçu de réponse avant 2004. Pourtant ils le sont bien (lorsqu'ils sont dopés au bore) et mon activité a alors été en partie orientée sur ces nouveaux systèmes. Par ailleurs, je me suis aussi très largement impliqué dans l'étude des nouveaux supraconducteurs à base de Fer découverts en 2008. Ce fut la encore une découverte totalement inattendue car ces systèmes allient propriétés magnétiques et supraconductrices, a priori totalement antagonistes, et pourtant leur température critique est particulièrement élevée (jusqu'à 55K). Pendant cette quatrième période j'ai été amené à mettre en place plusieurs cours magistraux en Supraconductivité, Physique du Solide et plus récemment en Mécanique Quantique. Comme tout au long de ma carrière, j'ai continué à m'impliquer dans l'enseignement des TP, et nous avons travaillé à la mise en place de nouveaux TP permettant d'illustrer le cours de Physique du Solide de Master I. En 2006-2007 j'ai participé à l'organisation du congrès général de la SFP (Grenoble - Juillet 2007, chargé des relations avec les étudiants) et depuis 2012 je suis membre du "National Advisory Board" de la conférence "Strongly Correlated

Electronic Systems" (Grenoble-2014). J'ai été membre du Conseil Scientifique et Technique du Département matière condensée et basse température de l'Institut Néel et du Conseil du Laboratoire de 2009 à 2011, et j'ai rejoint le conseil de l'UFR en 2011. Néanmoins durant cette période la plus grande partie de mon activité administrative a été consacrée à la responsabilité du Master 1 de Physique de Grenoble (2006-2012). Depuis 2012 j'ai pris la responsabilité de l'ensemble de la Mention Physique de l'UJF.

Activité scientifique :

1. Présentation des thématiques de recherche:

Mon activité scientifique est centrée sur l'étude des **supraconducteurs**. Il s'agit d'une activité expérimentale essentiellement basée sur des mesures magnétiques (aimantation locale) et thermodynamiques (chaleur spécifique). J'ai en effet développé une technique d'aimantation locale à sondes de Hall au sein de l'Institut Néel (CNRS – Grenoble) et collaboré très étroitement avec Christophe Marcenat (CEA – Grenoble) au développement de mesures de chaleur spécifique à très basses températures (0.3K) et sous champs magnétiques intenses. Le cas échéant, nous complétons nos mesures par des mesures de transport et de diffraction de neutrons.

Après un demi-siècle d'effort intensif, les travaux sur la supraconductivité semblaient avoir touché à leur fin lorsque Bardeen, Cooper et Schrieffer donnèrent une description microscopique au mécanisme d'appariement des électrons (modèle BCS, 1957). La découverte, en 1986, des cuprates dont la T_c a rapidement atteint 140K fut donc totalement inattendue. On s'aperçu très vite qu'ils ne pouvaient pas être décrits par le modèle BCS et la compréhension du mécanisme à l'origine de leur haute T_c reste aujourd'hui encore un enjeu majeur. Mais ces nouveaux composés ont également eu un tout autre intérêt. Comme tous les alliages, il s'agit de supraconducteurs dits de type II, pour lesquels le champ magnétique peut pénétrer sous la forme de vortex, mais dans ces matériaux, la distribution de ces vortex est très singulière et ils se sont alors avérés être des outils très riches pour l'étude des transitions de phases dans les systèmes élastiques désordonnés.

En effet, en l'absence de défauts, les interactions (élastiques) entre vortex conduisent à un réseau hexagonal, mais ces vortex sont en fait très sensibles à la présence de défauts et, lorsque le désordre devient important, la distribution aléatoire des défauts conduit à une distribution également désordonnée des vortex. La particularité des supraconducteurs à haute T_c , est que ces deux interactions y sont du même ordre de grandeur et la question de savoir quelle serait alors la structure des vortex s'est donc rapidement posée. T. Giamarchi et P. Le Doussal montrèrent qu'il devait exister (comme dans tous systèmes pour lesquels élasticité et désordre entrent en compétition : ondes de densité de charge, cristaux électroniques, domaines magnétiques,...) un nouvel état de la matière ni totalement ordonnée ni complètement désordonnée, baptisé verre de Bragg. Une analyse détaillée de mesures de diffraction de neutrons nous a permis d'amener la **première preuve expérimentale de l'existence du verre de Bragg** (voir [16] et description en 2). Plus récemment, nous avons montré que la transition entre ce verre de Bragg et la phase désordonnée (induite par un taux de désordre croissant) est du premier ordre [34]. Enfin, dans les supraconducteurs à haute T_c , les fluctuations thermiques augmentent à haute température et la situation se complique encore car élasticité, désordre et fluctuations thermiques deviennent tous trois importants. Nous avons alors montré que **le désordre et les fluctuations thermiques peuvent même modifier la transition entre l'état supraconducteur et l'état normal** (voir [19,21,23] et description en 2).

La découverte en 2001 d'une supraconductivité à 40K dans MgB_2 , et ce bien que la supraconductivité soit dans ce cas totalement conventionnelle fut une nouvelle surprise. Mais ce composé présente lui aussi une seconde particularité : il s'agit du premier composé dans lequel la supraconductivité se développe sans ambiguïté sur deux bandes presque totalement découplées. Tous se passe alors comme si deux supraconducteurs coexistaient dans un même matériau. Nous avons été le **premier groupe à montrer la coexistence de ces deux supraconductivité** (voir [18] et description en 2). Cette coexistence n'est pas sans conséquence sur les paramètres microscopiques de la supraconductivité et conduit la encore à des particularités de l'état mixte et

nous avons réalisé les **premières études détaillées du diagramme de phases H-T** dans ce système [20-23,27].

La température critique particulièrement forte de MgB_2 résulte d'un couplage électron - phonon particulièrement fort dans ce composé covalent. Les systèmes covalents les plus connus sont probablement le diamant et le silicium mais dans ces derniers les liaisons covalentes se situent très en dessous du niveau de Fermi et doper un isolant pour en faire un supraconducteur ne semblait pas être un point de départ favorable tant ces deux états électroniques sont opposés (voir [31] et description en 2). Pourtant ces composés sont bel et bien des supraconducteurs lorsqu'ils sont dopés au bore et la T_c atteint même 10K dans le diamant, bien que la densité électronique soit cent fois plus faible que dans les métaux. Notre groupe joue actuellement un rôle majeur dans l'étude des propriétés supraconductrices de ces systèmes. La particularité du diamant supraconducteur est que la supraconductivité apparaît ici au voisinage d'une phase isolante et nous avons étudié en détail **le lien entre les transitions isolant – métal et métal – supraconducteur** [24,33,62].

Enfin, de nouveaux composés dont la T_c dépasse cette fois 55K ont été découverts au printemps 2008. Là encore, outre leur T_c particulièrement élevée, ces composés ont une seconde particularité : la présence simultanée de propriétés supraconductrices et magnétiques, en principe antagonistes (composés à base de fer). Tout comme pour les cuprates, la supraconductivité est alors non conventionnelle et pourrait être ici liée aux fluctuations de spins au sein de la structure magnétique. Le magnétisme ne serait alors plus un frein à la supraconductivité mais au contraire un élément nécessaire à son apparition. Etudier l'incidence de la structure magnétique sur les paramètres microscopiques de la supraconductivité est alors un enjeu fondamental pour comprendre le mécanisme de couplage. Pour cela il convient de faire une étude complète de l'évolution du diagramme de phases H-T en fonction de paramètres extérieurs comme le dopage ou le désordre. Nous avons ainsi **mis en évidence l'influence des corrélations électroniques dans le composé $\text{Fe}(\text{Se},\text{Te})$** ([67,73] et description en 2) et effectué une **analyse très complète des effets de brisure de paires dans $\text{Ba}(\text{Fe},\text{Ni})_2\text{As}_2$** [72].

Le fait que la phase supraconductrice se développe au voisinage d'une autre instabilité (ici magnétique) est un élément commun à la grande majorité des nouveaux supraconducteurs (γ compris les cuprates). Comprendre si le mécanisme de couplage à l'origine de la supraconductivité s'appuie sur cette seconde instabilité ou si au contraire les deux transitions sont en compétition est donc aujourd'hui un élément clé dans l'étude de la supraconductivité. Dans certains systèmes la seconde instabilité est électronique. C'est notamment le cas des **dichalcogénures** (NbSe_2, \dots) pour lesquels la supraconductivité coexiste, pour certains d'entre eux, avec une onde de densité de charges et j'ai donc également été amené à travailler sur ces composés.

2. Publications : présentation, en quelques lignes, des 5 publications) jugées les plus significatives:

"EVIDENCE OF THE BRAGG GLASS PHASE BY NEUTRON SCATTERING"
T.Klein, I.Joumard, S.Blanchard, J.Marcus, R.Cubitt, T.Giamarchi, P.Le Doussal
Nature 413, 404 (2001).

Dans cette article nous présentons une analyse détaillée des pics de diffraction de neutrons issus de la distribution des vortex dans un supraconducteur de type II ($(\text{K},\text{Ba})\text{BiO}_3$). Pour un cristal parfait, ces pics sont des pics « delta » simplement élargis par la résolution instrumentale alors, qu'au contraire, dans un système désordonné on s'attend à observer des pics très larges – et de faible intensité – permettant de remonter à la longueur de corrélation locale. Nous avons montré que pour les vortex dans un supraconducteur – et plus généralement dans tous les systèmes pour lesquels les interactions élastiques entre les particules (ici les vortex) et les interactions avec les défauts sont du même ordre de grandeur - les pics de diffraction n'entrent dans aucune de ces deux catégories et permettent de caractériser un nouvel état de la matière, baptisé verre de Bragg par T. Giamarchi et P. Le Doussal (qui en avait prédit l'existence). Ce travail (voir aussi [13]) a permis d'amener la première preuve expérimentale de l'existence de ce nouvel état de la matière, il a fait l'objet d'une conférence invitée lors de l'APS March Meeting de 2000 [81].

"EVIDENCE FOR TWO SUPERCONDUCTING GAPS IN MgB_2 BY POINT CONTACT SPECTROSCOPY"
P.Szabo, P.Samuely, J.Kacmarcik, T.Klein, J.Marcus, D.Fruchart, et al.
Physical Review Letters 87, 137005 (2001).

MgB_2 est un composant d'une étonnante simplicité chimique et cristallographique et pourtant la découverte de ces propriétés supraconductrices en 2004 a été à l'origine d'un très vif intérêt de la communauté. Tout d'abord car sa température critique est étonnamment élevée pour un supraconducteur conventionnel (environ deux fois celle du record précédemment établi dans Nb_3Ge) mais surtout parce que c'est le premier système pour lequel la supraconductivité se développe simultanément dans deux bandes (les liaisons π et σ du Bore) presque totalement découplées et aux propriétés très différentes. Tout se passe alors comme si deux supraconducteurs (un avec une T_c de l'ordre de 10K - bande π - et l'autre avec une T_c de 40K - bande σ) coexistaient dans un même système. En collaboration avec P.Szabo, collègue Slovaque alors en visite dans notre groupe (Maître de Conférences invité de l'UJF), nous avons amené la première preuve expérimentale – par spectroscopie de pointe - de cette coexistence. Cet article se situe dans le top 15 des articles les plus cités sur MgB_2 (sur environ 6000).

"DIRECT TRANSITION FROM BOSE GLASS TO NORMAL STATE IN $(K,Ba)BiO_3$ "
T.Klein, C.Marcenat, S.Blanchard, J.Marcus, R.Brusetti, C.J.van der Beek, et al.
Physical Review Letters 92, 037005 (2004).

Dans un supraconducteur classique la supraconductivité se développe au dessous d'une ligne $H_{c2}(T)$ totalement déterminée par les paramètres microscopiques de la supraconductivité (vitesse de Fermi, gap supraconducteur et éventuellement libre parcours moyen électronique). Nous avons montré que dans les composés à haute température critique cette ligne est fortement influencée par les fluctuations thermiques mais également – de façon assez étonnante – par l'énergie de piégeage des vortex sur les défauts (dans notre cas des traces colonnaires amorphes introduites par irradiation aux ions lourds). Ce papier apporte une explication théorique à l'effet préalablement caractérisé suite à une étude extrêmement minutieuse des propriétés thermodynamiques de $(K,Ba)BiO_3$ (préalablement publiée dans deux autres articles dans Physical Review Letters [19] et [21]). Il a fait l'objet d'une invitation au 9th Joint Vortex Dynamics and Vortex Matter Workshop (2003) [89].

"SUPERCONDUCTING GROUP-IV SEMICONDUCTORS"
X.Blase, E.Bustarret, C.Chapelier, T.Klein and C.Marcenat
Nature Materials 8, 375 (2009).

Associer semi-conducteurs et supraconducteurs peut a priori sembler être une idée surprenante tant les propriétés électroniques de ces deux états sont opposées. Néanmoins, dans les supraconducteurs conventionnels, la supraconductivité est le résultat du couplage entre les électrons et les phonons et ce couplage est particulièrement fort dans les semi-conducteurs du groupe IV (notamment le diamant). Leur caractère semi-conducteur est dû au fait que les électrons sont impliqués dans les liaisons qui assurent la cohésion du matériau (liaison covalentes) et n'interviennent pas dans la conductivité. En rendant ces liaisons conductrices par dopage chimique on obtient une nouvelle famille de supraconducteurs ouvrant la voie sur une physique très riche alliant supraconductivité et transition métal - isolant. Ce « progress article » est une revue centrée sur les propriétés des composés existants (diamant et silicium) mais également sur les perspectives possibles puisque les calculs ab-initio ont permis de prédire de nouvelles structures qui pourraient être supraconductrices à des températures largement au dessus de 100K (même si aucun de ces systèmes n'a encore pu être réalisés expérimentalement). Notre travail a été présenté lors de plusieurs invitations : [89], [92] et [94] et sera publié dans "reflets de la physique" (CNRS, 2013).

"THERMODYNAMIC PHASE DIAGRAM IN $Fe(Se_{0.5},Te_{0.5})$ SINGLE CRYSTALS UP TO 28T"
T.Klein, D.Braithwaite, A.Demuer, C.Marcenat, P.Rodière, et al.
Physical Review B, 82, 184506 (2010).

La découverte en 2008 d'une nouvelle famille de supraconducteurs à base de Fer a pris une fois de plus la communauté de cours. En effet, alors que magnétisme et supraconductivité étaient

considérés jusqu'à là comme deux propriétés antagonistes, il semblerait que le magnétisme du fer soit ici un élément essentiel du couplage (non conventionnel) permettant d'atteindre des températures critiques particulièrement élevées (jusqu'à 55K dans certains cas). Ce travail est une étude détaillée du diagramme de phase H-T d'un de ces composés (Fe(Se,Te) de $T_c \sim 15K$). Elle est notamment basée sur des mesures de chaleur spécifique en condition extrême de champs magnétiques qui ont permis de mettre fin à la polémique sur la ligne $H_{c2}(T)$ qui était née de mesures de transport (donc non thermodynamiques) et de mettre en évidence le rôle important des corrélations électroniques dans ce système. Elle est fruit d'une collaboration étroite alliant différentes techniques expérimentales (chaleur spécifique donc mais également aimantation locale complétée par d'autres mesures magnétiques de pointe et des mesures de transport en champs pulsés) qui ont permis de faire une description complète du diagramme H-T (lignes H_{c2} et H_{c1}). Ce travail a été présenté lors de plusieurs séminaires invités (Grenoble, Saclay, Los Alamos).

3. *Encadrement et animation recherche, valorisation :*

J'ai assuré la gestion d'un contrat « cible » de la région Rhône-Alpes (2009-2012) portant sur la supraconductivité dans le silicium et j'ai été le responsable pour l'Institut Néel d'un projet ANR portant sur le développement de la magnétométrie à sonde de Hall (2007-2011). J'ai également été partenaire de trois autres projets ANR (diamant supraconducteur (2005-2008), silicium supraconducteur (2009-2012) et supraconducteurs à base de fer (2009-2013)). Enfin j'ai été le responsable français d'un projet bilatéral (« stefanik » 2009-2011) entre le CNRS (Institut Néel) et l'académie des sciences slovaques (Institut de physique expérimentale de Kosice) portant sur le développement conjoint de mesures magnétiques et thermodynamiques dans les supraconducteurs. J'ai organisé l'école d'été du GDR 2284 sur "systèmes élastiques désordonnés" (2004), participé à l'organisation du congrès général de la SFP à Grenoble (2007), et depuis 2012 je suis membre du Comité National de la conférence "Strongly Correlated Electronique Systems" (Grenoble-2014).

Au cours de ma carrière j'ai (co)encadré 11 thèses (dont 2 en co-tutelle). Quatre de ces thèses ont été consacrées au système (K,Ba)BiO₃ (phénoménologie de l'état mixte), une à MgB₂, deux aux systèmes covalents (dont une en cours) et, également en cours, une aux supraconducteurs à base de fer, une aux effets de dopage par liquide ionique, une à la compétition entre onde de densité de charge et supraconductivité et une dernière à YBaCuO. J'ai également encadré deux séjours post-doctoraux : A. Conde-Gallardo 1998-1999 (état mixte de (K,Ba)BiO₃) et Z. Pribulova 2006-2007 (MgB₂).

Dans le cadre des « 100 ans de la supraconductivité » (2011), nous avons mis en place plusieurs actions vers le grand public. J'ai notamment participé à l'animation d'une exposition au Centre de Culture Scientifique, Technique et Industrielle de Grenoble (CCSTI - Grenoble) et effectué deux visites dans deux classes de lycées de l'agglomération grenobloise afin d'y présenter la supraconductivité. J'ai été invité à travailler dans le groupe du professeur Marcello Jaime du laboratoire des champs magnétiques intenses de Los Alamos (USA) durant le mois d'Avril 2011. Le but de ce séjour était de finaliser la mise en place de la mesure de chaleur spécifique en champs pulsés que nous avons développée ensemble en 2010 [66]. Par ailleurs, nous avons été amenés à effectuer des mesures de magnéto - transport en champs pulsés en collaboration avec le groupe du professeur Wai Kwok du Argonne National Laboratory [36]. J'ai également été invité à plusieurs reprises par le professeur Peter Samuely de l'institut de physique expérimentale de Kosice (Slovaquie) pour assister son groupe dans le développement d'un banc de mesure d'aimantation locale par sondes de Hall.

Plus récemment, j'ai porté le projet d'accueil du Dr. Shimpei ONO du Central Research Institute of Electrical Power Industry (Japon) qui a été invité par l'université J.Fourier sur un poste de maître de conférences (3 mois, 2012). Ce séjour nous a permis de mettre en place une collaboration sur la supraconductivité induite par effet de champ (à l'aide de systèmes ioniques) dans des composés isolants. Cette collaboration se poursuit actuellement grâce à l'obtention d'une « chaire d'excellence » du laboratoire d'excellence LANEF (2012-2014). Enfin, nous venons

d'initier une collaboration entre Grenoble - Vancouver (Canada) et Tallahassee (USA) suite aux avancées récentes dans les oxydes à haute température critique.

Au cours de ma carrière j'ai effectué deux développements instruments importants :

- le premier a été centré sur la magnétométrie locale à sondes de Hall que j'ai développée au sein de l'Institut Néel (en collaboration avec Marcin Konczykowski de l'Ecole Polytechnique de Palaiseau et Vincent Mosser de la société ITRON). J'ai mis à profit l'expertise acquise pour assister le groupe du Professeur Peter Samuely de l'institut de physique expérimentale de Kosice (Slovaquie) dans le développement de cette technique de mesure.
- le second a été effectué en collaboration étroite avec Christophe Marcenat du CEA - Grenoble et a porté sur l'extension des mesures de chaleur spécifique vers les très basses températures (0.3K) en optimisant la chaîne de mesure jusqu'à obtenir un niveau de bruit uniquement limité par le bruit thermique (de l'ordre de quelques picovolts à 1K). Enfin j'ai participé au développement d'une expérience de mesure de chaleur spécifique en champs magnétiques pulsés en collaboration avec le groupe du Professeur Marcello Jaime du laboratoire des champs magnétiques de Los Alamos (USA) [66].

Activités pédagogiques :

Au cours de ma thèse (1989-1992) j'ai été vacataire de l'enseignement supérieur (TDs de mécanique du point en premier cycle) puis « teaching assistant » au cours de mon stage post - doctoral (1994-1995) au Département de Physique de l'Université de l'Utah, USA (TPs de physique de la « HiFi » : ondes électromagnétiques, enregistrement magnétique et CDs,...). Suite à ce stage, j'ai rejoint l'UJF sur un poste d'Attaché Temporaire d'Enseignement et de Recherche (1994-1995) et j'ai alors été fortement impliqué dans la gestion (responsable de plateforme) et la réalisation des TPs d'optique au sein du pool de TPs de Licence.

J'ai été recruté en tant que Maître de Conférences à l'UJF en 1995. J'ai continué à assurer la responsabilité de la partie "optique" du pool de TP de Licence jusqu'en 1998, et j'ai mis en place de nouveaux TPs ("Newtone") visant à sensibiliser les étudiants aux différents problèmes que l'on rencontre dans le développement d'un banc de mesure. J'ai également encadré des TPs de premier cycle à Grenoble et à Valence (électricité, mécanique et projets expérimentaux). Enfin j'ai mis en place de nouveaux TPs de magnétisme (niveau Master 1, basés par exemple sur l'utilisation d'un SQUID) et j'ai eu l'occasion (1995-2000) d'encadrer plusieurs cours et TD de L1-L2-L3 au près des étudiants handicapés moteur de l'université (SAUH). Cette activité consistait à reprendre les cours assurés dans la filière "normale" et à effectuer les travaux dirigés. J'ai ainsi eu l'occasion de suivre deux étudiants tout au long de leur Licence en assurant des enseignements dans un large spectre de matières : électrodynamique, mécanique analytique, mécanique statistique, hydrodynamique.

Par la suite j'ai continué à être fortement impliqué dans l'enseignement des TPs (notamment en magnétisme entre 1999 et 2011) et j'ai encadré les travaux dirigés de Physique du Solide en Master I de Physique et de Physique – Chimie entre 2001 et 2007. J'ai également mis en place une UE intégrée (cours/TDs/TPs) de magnétisme au sein de cette filière. A partir de 2007, j'ai été amené à mettre en place plusieurs cours magistraux : en Supraconductivité (Master 2, Physique de la Matière Condensée et du Rayonnement) et Physique du Solide (Master 1 de Physique) tout d'abord (2007-2012) et plus récemment en Mécanique Quantique (Licence de Physique, depuis 2011). A partir de 2007, nous avons travaillé à la mise en place de nouveaux TPs permettant d'illustrer le cours de Physique du Solide de Master I (en collaboration avec D. Ferrand et H. Cercellier). Ces TPs permettent d'illustrer le cours autour de thèmes comme les anomalies de transport électrique lors de la transition de Peierls, les propriétés électro - magnétiques des supraconducteurs ou plus récemment les calculs numériques de structures électroniques (logiciel Wien2K). Depuis 2007 une partie de ces TPs est réalisée à l'Institut Néel (dans notre salle de "manips") permettant ainsi aux étudiants d'effectuer ces TPs dans un "environnement de recherche" qu'ils apprécient énormément.

Outre les stages M2 liés à une poursuite en thèse, j'ai encadré plusieurs stages de Master :

- Stage de Maîtrise de Roland Guerre (1998). Ce stage nous a permis d'effectuer les premières mesures d'aimantation locale.
- Stage de Master 1 de Raoul Piqueret (2007) consacrée aux mesures de l'effet Nernst dans $(K,B)BiO_3$ [68].
- Stage de master ERASMUS de Frédéric Gustafsson sur la supraconductivité et la transition métal - isolant dans le diamant dopé au bore [62].
- Stage de Master 2 et Agrégation de Régis Marlaud consacrée à l'étude de l'influence du désordre sur le diagramme de phases de MgB_2 [34]
- Stage de fin d'études de l'école d'ingénieur PHELMA de Antoine Chavant portant sur l'influence des défauts sur les propriétés magnétiques d'un supraconducteur à base de fer (en collaboration avec Pierre Rodière).
- Stage de Master 1 de Ketty Beauvois. Ce stage nous a permis de finaliser une nouvelle expérience de mesure de chaleur spécifique à très basse température (0.3K).

En Octobre 2012, j'ai été invité par le professeur Peter Samuely de l'institut de physique expérimentale de Kosice (Slovaquie) à donner un cours (école doctorale) sur les propriétés magnétiques des supraconducteurs et les techniques de mesures magnétiques. J'ai pris une part très active dans le comité de lecture du livre « Supraconductivité » récemment publié par Philippe Mangin et Rémi Kahn aux éditions Grenoble - Sciences.

Responsabilités Collectives :

J'ai pris mes premières responsabilités administratives à l'UJF en 2003, date à laquelle j'ai pris la responsabilité du Magistère de Physique de Grenoble. J'ai assuré cette tâche jusqu'en en m'attachant notamment à organiser les activités en lien avec cette formations. Des cours théoriques ont été mis en place en première (L3) et surtout en seconde année (M1) (théorie classique des champs et théorie des groupes & symétries en physique) mais j'ai également couplé cette formation fortement aux laboratoires de recherche de Grenoble (stage obligatoire en L3, mini projet en M1 et TPs en laboratoire en M1). Les enseignements de la 3^{ème} année sont eux une ouverture vers les mathématiques (topologie).

En 2006 j'ai pris la responsabilité du Master 1 de Physique de Grenoble (2006-2012). Ce Master 1 de physique fondamentale permet d'intégrer les différentes spécialités de Master 2 centrées sur les différentes activités de recherche du pôle Grenoblois (matière condensée, physique des particules, astrophysique, optique,...) mais également des Master 2 de mentions connexes (comme par exemple la physique médicale). Les étudiants ont alors la possibilité de faire un parcours de M1 adapté au M2 qu'ils souhaitent intégrer en choisissant leurs UE au sein d'une liste alliant matières générales et cours de spécialisation. Cette diversité de parcours engendre une charge organisationnelle importante mais rend aussi cette année très intéressante du fait d'un contact important avec les étudiants (conseils). Il s'agit d'une formation exigeante mais apprécié par les étudiants français mais également étrangers puisqu'environ un tiers des 90 étudiants suivent cette formation en tant qu'étudiants ERASMUS. Depuis 2012 j'ai pris la responsabilité de l'ensemble de la Mention Physique de l'UJF. Mon rôle consiste notamment à préparer l'offre de formation pour le prochain plan quinquennal.

En 2000 j'ai été nommé au conseil National des Université (jusqu'en 2002, date de ma nomination au grade de Professeur). Depuis 1998, je participe au jury du concours commun polytechnique (épreuves orales de 1998 à 2000 et épreuves écrites depuis 2000).