

Physique de la matière condensée

M. Antoine GEORGES, membre de l'Institut
(Académie des sciences), professeur

ENSEIGNEMENT

Cours : Ingénierie quantique des matériaux et dispositifs à fortes corrélations électroniques

Cette année, tous les cours ont eu lieu à Grenoble, dans le cadre et à l'invitation de l'université Grenoble-Alpes et du Labex « Alliances – nanosciences – énergies du futur » (LANEF). L'enseignement avait pour intitulé général : « Ingénierie quantique des matériaux et dispositifs à fortes corrélations électroniques ». Il était divisé en trois parties, comprenant chacune trois heures d'enseignement.

La première partie, intitulée « Introduction à la physique des matériaux à fortes corrélations électroniques » a d'abord introduit quelques concepts clés de la physique des fortes corrélations électroniques, comme le blocage de Coulomb et la transition de Mott. Puis, on s'est attaché à décrire la physique des impuretés magnétiques dans les métaux (effet Kondo) ainsi que leurs conséquences pour le blocage de Coulomb dans les dispositifs nanoélectroniques de type « points quantiques ». Un troisième cours a introduit la description de la transition de Mott fondée sur la théorie de champ moyen dynamique.

La seconde partie, intitulée « Hétéro-structures, contrôle par la lumière : vers de nouvelles fonctionnalités des oxydes » avait pour but de décrire les avancées récentes permettant le contrôle des fonctionnalités des oxydes de métaux de transition. Après une introduction générale aux propriétés et à la structure électronique de ces matériaux, on a montré comment l'élaboration d'hétéro-structures et de films minces de haute qualité permet le contrôle par les contraintes (en compression ou en tension), ou par le dopage grâce aux liquides ioniques, tout en permettant aussi de combiner les fonctionnalités de plusieurs matériaux différents. L'exemple des oxydes de nickel $RNiO_3$ a été particulièrement développé, ainsi que les avancées théoriques récentes concernant la transition métal-isolant de ces matériaux. Le troisième cours a abordé les développements récents permettant de contrôler de manière sélective par des impulsions Tera-Hertz les propriétés structurales et électroniques de matériaux aux propriétés remarquables (manganites,

cuprates, nickelates), le mécanisme sous-jacent étant un couplage anharmonique entre phonons optiques et Raman (« phononique non-linéaire »).

Enfin, la troisième partie concernait les « Effets thermoélectriques : des matériaux aux petits systèmes quantiques. » Un premier cours a décrit les bases fondamentales du domaine. Dans un deuxième cours, le formalisme de Landauer pour le transport thermoélectrique mésoscopique a été introduit, avec des applications aux effets thermoélectriques dans les dispositifs mésoscopiques, qui ont connu un regain d'intérêt récent. Enfin, le dernier cours a été consacré aux effets couplant transport de particules et d'entropie dans les gaz d'atomes froids et aux expériences récentes sur ce sujet (en liaison avec des récentes contributions de l'équipe de chaire, impliquant également une collaboration avec l'équipe de T. Esslinger et J.-P. Brantut à l'ETH).

Séminaire : *Superconducting cuprates : recent advances, charge orders and open issues*

Cette année, le séminaire a pris la forme d'un colloque international de deux jours intitulé « Superconducting cuprates : recent advances, charge orders and open issues ». Ce colloque a eu lieu au Collège, les 26 et 27 mars 2015, et a été organisé en collaboration avec le professeur Louis Taillefer (université de Sherbrooke, Canada) qui a passé une partie de l'année académique 2014-2015 en séjour sabbatique dans l'équipe de chaire. Il a réuni une centaine de participants, et 18 orateurs parmi les meilleurs spécialistes internationaux du domaine y sont intervenus. Le colloque était organisé de manière à laisser de larges plages de discussion entre les orateurs et les participants, sous la direction d'un coordonnateur. Le programme du colloque et l'ensemble des exposés peut être consulté sur le site web de la chaire^a.

Autres enseignements

École polytechnique. Cours de niveau master-1 « Physique quantique des électrons dans les solides » (A. Georges, M. Ferrero, E. Perepelitsky) septembre-décembre 2014.

Master « Concepts fondamentaux de la physique ». Cours : « Fermions et bosons fortement corrélés » (A. Georges avec X. Leyronas, C. Mora, O. Parcollet, M. Ferrero), septembre-décembre 2014.

ORGANISATION DE COLLOQUES

Un colloque international sur les oxydes de cuivre supraconducteurs à haute température critique a été organisé au Collège de France les 26 et 27 mars 2015 (voir ci-dessus).

a. Les interventions sont disponibles sous forme audio sur le site internet du Collège de France à l'adresse suivante : <http://www.college-de-france.fr/site/antoine-georges/symposium-2014-2015.htm> [NdÉ].

Antoine Georges a présidé le comité d'organisation de l'école d'hiver (niveau doctoral et post-doctoral) du réseau suisse MaNEP, sur le thème : « Shedding light on correlated electrons », Saas-Fe, janvier 2015.

DISTINCTIONS

Le Hamburg Prize for Theoretical Physics de la Joachim Herz Stiftung a été décerné à Antoine Georges, et lui a été remis lors d'un symposium à Hambourg (12-14 novembre 2014).

Antoine Georges a été élu à l'Académie des sciences. La cérémonie de réception a eu lieu le 23 juin 2015.

Alice Moutenet et Loucas Pillaud, stagiaires dans l'équipe de mars à juillet 2015, ont reçu le prix du stage de recherche de l'École polytechnique décerné par l'Académie des sciences.

ACTIVITÉS DE RECHERCHE DE L'ÉQUIPE

L'équipe de recherche : « Matériaux quantiques à fortes corrélations » est implantée au sein de l'Institut de physique du Collège de France (bâtiment E). L'équipe est rattachée au Centre de physique théorique – CPHT (CNRS UMR-7644), École polytechnique et université Paris-Saclay.

Membres de l'équipe de chaire : Michel Ferrero, Antoine Georges, Leonid Pourovskii (permanents) ; Sylvie Pottier (administration) ; Oleg Peil, Edward Perepelitsky, Minjae Kim, Akiyuki Tokuno, Wei Wu (postdoctorants) ; Yiteng Dang, Alice Moutenet, Loucas Pillaud (stagiaires de Master). Membres associés à l'équipe de chaire : Silke Biermann (CPHT), Olivier Parcollet (IPhT-CEA), Evgeny Kozik (King's College), Louis Taillefer (Université de Sherbrooke) ; Thomas Ayrat, Sophie Chauvin, Priyanka Seth, Yusuke Nomura, Wenya Rowe (doctorants et postdoctorants). Site web : <http://www.cpht.polytechnique.fr/cpht/correl/mainpage.htm>.

Les *matériaux à fortes corrélations quantiques* sont caractérisés par l'échec des descriptions en termes de fonctions d'ondes de particules indépendantes. Cette situation est fréquente dans le cas de matériaux à bandes étroites, dans lesquels les électrons « hésitent » entre un comportement itinérant et un comportement localisé. C'est le cas des métaux de transition (couches 3d, 4d, 5d) et surtout de leurs oxydes, des composés de terres rares et d'actinides (couches 4f et 5f) et de nombreux solides moléculaires. Par ailleurs, les développements expérimentaux de ces quinze dernières années dans le domaine des gaz atomiques ultra-froids permettent aujourd'hui de réaliser de véritables « solides artificiels » constitués par des atomes piégés dans un potentiel lumineux périodique (réseau optique). Ces nouveaux systèmes permettent d'explorer la physique des fortes corrélations quantiques avec un degré de contrôle et dans des régimes jusqu'alors inaccessibles.

Les activités de notre équipe de recherche s'organisent au sein du vaste domaine de la « matière quantique à fortes corrélations » autour de plusieurs directions différentes, depuis des aspects fondamentaux jusqu'à des questions liées aux propriétés de matériaux particuliers. Pour 2014-2015, quelques questions parmi les

plus nouvelles abordées par notre équipe au sein de cette thématique générale sont résumées ci-dessous.

Développements algorithmiques pour les fermions en interaction

La taille de l'espace de Hilbert d'un système quantique en interaction croît exponentiellement avec le nombre de particules, ce qui limite considérablement l'utilisation de méthodes de type diagonalisation exacte ou Lanczos. Les simulations de type Monte-Carlo quantique sont donc un outil de choix pour aborder ces problèmes. Dans le cas des fermions cependant, elles sont confrontées au fameux problème du « signe moins fermionique » : les amplitudes que l'on doit sommer n'ont pas un signe constant. Nous développons dans l'équipe un ensemble de méthodes permettant de progresser sur cette question fondamentale. En 2014-2015, ces travaux ont porté principalement sur :

- le développement de méthodes de Monte Carlo diagrammatiques directement sur le réseau pour des modèles de type Hubbard bidimensionnel (pertinent par exemple pour les cuprates supraconducteurs ou les atomes fermioniques dans un réseau optique). Ces travaux (Wei Wu, M. Ferrero, A. Georges) s'effectuent en collaboration avec E. Kozik (King's College) et s'inscrivent dans le programme « Simons collaboration on the many-electron problem » de la Simons foundation, dont la chaire est partenaire (voir Kozik *et al.*, 2015 et autres publications en préparation) ;

- le développement d'algorithmes toujours plus efficaces pour la solution des équations de la théorie de champ moyen dynamique (DMFT) et de ses extensions. Ces développements s'inscrivent dans le cadre de celui de la librairie de codes *open-source* TRIQS « Toolbox for Research on Interacting Quantum Systems » (Parcollet *et al.*, 2015), sous la direction de Olivier Parcollet (IPhT-CEA Saclay) et Michel Ferrero. Un nouvel algorithme de Monte Carlo diagrammatique qui somme le développement en puissances de la fonction d'hybridation a en particulier été développé (Seth *et al.*, 2015), ainsi qu'une nouvelle version de l'interface permettant d'effectuer des calculs de structure électronique de matériaux avec la librairie TRIQS, développée dans le cadre d'une large collaboration (Aichhorn *et al.*, 2015).

Propriétés électroniques et contrôle des oxydes de métaux de transition

Le contrôle des fonctionnalités des oxydes de métaux de transition est désormais au centre de la recherche dans ce domaine. Ce contrôle passe d'abord par celui de la structure du matériau, dont découlent les propriétés électroniques. Au delà de la synthèse de nouveaux composés par les méthodes de la chimie, plusieurs voies de contrôle « physique » sont actuellement explorées, comme la fabrication d'hétérostructures d'oxydes permettant d'agir via des contraintes mécaniques sur les caractéristiques électroniques essentielles : largeur de bande, énergies de champ cristallin, etc.

Dans ce contexte, les oxydes de nickel $RNiO_3$ (où R est une terre rare) présentent un intérêt particulier en raison de la contrôlabilité de la transition métal-isolant dans ces matériaux. La nature de cette transition reste cependant mal comprise. L'un des résultats récents marquant de notre équipe, dans le cadre d'une collaboration avec

l'université de Genève, a été de proposer une nouvelle approche théorique de la phase isolante (et de la transition) de ces matériaux, ainsi que de leur spectre optique (Peil *et al.*, 2014 ; Subedi *et al.*, 2015 ; Ruppen *et al.*, 2015).

Une direction de recherche particulièrement originale s'est développée depuis quelques années, qui cherche à contrôler les oxydes de métaux de transition en excitant de manière sélective certains modes structuraux par des impulsions lumineuses Tera-Hertz en résonance avec ces modes. Les expériences pionnières menées par Andrea Cavalleri et ses collaborateurs ont montré qu'il est possible de changer de manière transitoire la structure du matériau, induisant par exemple une transition isolant-métal (Rini *et al.*, 2007), ou plus récemment, augmentant ainsi la cohérence d'un matériau supraconducteur. Cette direction de recherche est au cœur du programme « Frontiers in Quantum Materials Control » (ERC Synergy Q-MAC) dont notre équipe est l'un des quatre partenaires. Nous avons, au cours de l'année précédente, élaboré une compréhension théorique détaillée et quantitative du mécanisme de « phononique non-linéaire » qui permet de modifier la structure par ces impulsions lumineuses (Subedi *et al.*, 2014). Cette méthode nous a récemment permis de décrire la structure expérimentale résolue en temps du supraconducteur YBCO soumis à de telles impulsions, mesurée par diffraction X résolue en temps (Mankowsky *et al.*, 2014).

Plusieurs autres matériaux à fortes corrélations électroniques ont fait l'objet de travaux dans notre équipe au cours de cette année. On peut citer notamment la structure électronique des pérovskites de ruthénium SrRuO_3 et CaRuO_3 , et en particulier une explication proposée pour les déviations observées dans le spectre optique de ce dernier matériau par rapport au modèle de Drude (Dang *et al.*, 2015 a,b). Leonid Pourovskii a également poursuivi son programme de recherche sur la structure électronique et le diagramme de phases complexe du fer (Pourovskii *et al.*, 2014 ; Vekilova *et al.*, 2015).

Effets thermoélectriques

Nous avons poursuivi certains travaux concernant la thermoélectricité, domaine qui avait fait l'objet des cours dispensés dans le cadre de la chaire en 2012-2013 et 2013-2014. Du point de vue des matériaux thermoélectriques, notre principale contribution récente (Mravlje et Georges, 2015) a été l'explication de la dépendance en température du coefficient Seebeck de Sr_2RuO_4 , dont nous avons montré qu'elle était révélatrice des degrés de liberté actifs dans ce matériau et qu'elle pouvait donc être comprise sur la base de considérations entropiques. En particulier, dans le régime de température 100K-600K, ce « métal de Hund » est caractérisé par des degrés de liberté de spin qui fluctuent alors que les degrés de liberté orbitaux sont gelés, ce qui conduit à une valeur particulière du coefficient Seebeck. Nous avons aussi effectué une prédiction sur le coefficient Seebeck de ce matériau selon l'axe *c*, prédiction qui semble confirmée par des expériences très récentes au CRISMAT-Caen (Daou *et al.*).

Enfin, nous avons mis à profit les études menées précédemment sur les effets couplant transport de particules et transport d'entropie dans les gaz d'atomes froids pour proposer un nouveau mécanisme de refroidissement des gaz atomiques de fermions, basé sur un analogue de l'effet Peltier (Grenier *et al.*, 2014).

PRINCIPALES COLLABORATIONS

L'équipe de chaire est membre fondateur de trois réseaux collaboratifs internationaux : le projet ERC-Synergy QMAC « Frontiers in Quantum Materials Control », Hambourg-Genève-Oxford-Paris (A. Georges et postdocs), la « Simons Collaboration on the Many-Electron Problem » financé par la Simons Foundation (M. Ferrero, A. Georges) et le Centre national de compétences en recherche NCCR-MARVEL « Materials Revolution: Computational Design and Discovery of Novel Materials », sous l'égide de la Fondation nationale suisse pour la science (O. Peil et A. Georges dans le cadre d'une affiliation à temps partiel à l'université de Genève). A. Georges est de plus membre du conseil scientifique du programme « Quantum Materials » de la Fondation canadienne pour la recherche avancée (CIFAR), qui a des liens de collaboration avec plusieurs équipes de chaire du Collège.

De nombreux travaux de notre équipe de recherche s'inscrivent par ailleurs dans le cadre de collaborations, avec des équipes théoriques ou expérimentales. En 2014-2015, ces collaborations ont impliqué principalement les institutions suivantes : IPhT, CEA-Saclay (O. Parcollet), universités de Fribourg (P. Werner) et Genève (J.-M. Triscone, D. van der Marel, F. Baumberger, C. Berthod, D. Jaccard), ETH-Zurich (Ph. de Forcrand), université de Bonn (C. Kollath), Institut Jozef Stefan, Ljubljana (J. Mravlje), Max Planck Institute for Structural Dynamics, Hambourg (A. Cavalleri), King's College London (E. Kozik), université de Tokyo (H. Wadati et A. Fujimori), University of California, UC-Santa Cruz (B.S. Shastry), Columbia University (A.J. Millis).

PUBLICATIONS DE L'ÉQUIPE (2014-2015)

AICHHORN M., POUROVSKII L., SETH P., VILDOSOLA V., ZINGL M., PEIL O.E., DENG X., MRAVLJE J., KRABERGER G.J., MARTINS C., FERRERO M. et PARCOLLET O., « TRIQS/ DFTTools: A TRIQS application for ab initio calculations of correlated materials », *ArXiv [cond-mat]*, 2015, <http://arxiv.org/abs/1511.01302>.

AKERLUND O., DE FORCRAND P., GEORGES A. et WERNER P., « Extended mean field study of complex φ^4 -theory at finite density and temperature », *Physical Review D*, vol. 90, n° 6, 2014, 065008, DOI : 10.1103/PhysRevD.90.065008.

CATALANO S., GIBERT M., BISOGNI V., PEIL O.E., HE F., SUTARTO R., VIRET M., ZUBKO P., SCHERWITZL R., GEORGES A., SAWATZKY G.A., SCHMITT T. et TRISCONE J.-M., « Electronic transitions in strained SmNiO₃ thin films », *APL Materials*, vol. 2, n° 11, 2014, 116110, DOI : 10.1063/1.4902138.

DANG H.T., MRAVLJE J., GEORGES A. et MILLIS A.J., « Band Structure and Terahertz Optical Conductivity of Transition Metal Oxides: Theory and Application to CaRuO₃ », *Physical Review Letters*, vol. 115, n° 10, 2015, 107003, DOI : 10.1103/PhysRevLett.115.107003.

DANG H.T., MRAVLJE J., GEORGES A. et MILLIS A.J., « Electronic correlations, magnetism, and Hund's rule coupling in the ruthenium perovskites SrRuO₃ and CaRuO₃ », *Physical Review B*, vol. 91, n° 19, 2015, 195149, DOI : 10.1103/PhysRevB.91.195149.

GRENIER C., GEORGES A. et KOLLATH C., « Peltier Cooling of Fermionic Quantum Gases », *Physical Review Letters*, vol. 113, n° 20, 2014, 200601, DOI : 10.1103/PhysRevLett.113.200601.

HORVAT A., POUROVSKII L., AICHHORN M. et MRAVLJE J., « Theoretical prediction of antiferromagnetism in layered perovskite Sr_2TcO_4 », *ArXiv [cond-mat]*, 2015, <http://arxiv.org/abs/1501.03033>.

KOZIK E., FERRERO M. et GEORGES A., « Nonexistence of the Luttinger-Ward Functional and Misleading Convergence of Skeleton Diagrammatic Series for Hubbard-Like Models », *Physical Review Letters*, vol. 114, n° 15, 2015, 156402, DOI : 10.1103/PhysRevLett.114.156402.

LEBLANC J.P.F., ANTIPOV A.E., BECCA F., BULIK I.W., CHAN G.K.-L., CHUNG C.-M., DENG Y., FERRERO M., HENDERSON T.M., JIMENEZ-HOYOS C.A., KOZIK E., LIU X.-W., MILLIS A.J., PROKOF'EV N.V., QIN M., SCUSERIA G.E., SHI H., SVISTUNOV B.V., TOCCHIO L.F., TUPITSYN I.S., WHITE S.R., ZHANG S., ZHENG B.-X., ZHU Z. et GULL E., « Solutions of the Two-Dimensional Hubbard Model: Benchmarks and Results from a Wide Range of Numerical Algorithms », *Physical Review X*, vol. 5, n° 4, 2015, 041041, DOI : 10.1103/PhysRevX.5.041041 [Archiv : <http://arxiv.org/abs/1505.02290>].

LUO Y., POUROVSKII L., ROWLEY S.E., LI Y., FENG C., GEORGES A., DAI J., CAO G., XU Z., SI Q. et ONG N.P., « Heavy-fermion quantum criticality and destruction of the Kondo effect in a nickel oxypnictide », *Nature Materials*, vol. 13, n° 8, 2014, 777-781, DOI : 10.1038/nmat3991.

MANKOWSKY R., SUBEDI A., FOERST M., MARIAGER S.O., CHOLLET M., LEMKE H.T., ROBINSON J.S., GLOWNIA J.M., MINITTI M.P., FRANO A., FECHNER M., SPALDIN N.A., LOEW T., KEIMER B., GEORGES A. et CAVALLERI A., « Nonlinear lattice dynamics as a basis for enhanced superconductivity in $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6.5}$ », *Nature*, vol. 516, n° 7529, 2014, 71-73, DOI : 10.1038/nature13875.

MRAVLJE J. et GEORGES A., « Thermopower and Entropy: lessons from Sr_2RuO_4 », *ArXiv [cond-mat]*, 2015, <http://arxiv.org/abs/1504.03860>.

PARCOLLET O., FERRERO M., AYRAL T., HAFERMANN H., KRIVENKO I., MESSIO L. et SETH P., « TRIQS: A toolbox for research on interacting quantum systems », *Computer Physics Communications*, vol. 196, 2015, 398-415, DOI : 10.1016/j.cpc.2015.04.023.

PEIL O.E., FERRERO M. et GEORGES A., « Orbital polarization in strained LaNiO_3 : Structural distortions and correlation effects », *Physical Review B*, vol. 90, n° 4, 2014, 045128, DOI : 10.1103/PhysRevB.90.045128.

POUROVSKII L.V., HANSMANN P., FERRERO M. et GEORGES A., « Theoretical Prediction and Spectroscopic Fingerprints of an Orbital Transition in CeCu_2Si_2 », *Physical Review Letters*, vol. 112, n° 10, 2014, 106407, DOI : 10.1103/PhysRevLett.112.106407.

POUROVSKII L.V., MRAVLJE J., FERRERO M., PARCOLLET O. et ABRIKOSOV I.A., « Impact of electronic correlations on the equation of state and transport in $\varepsilon\text{-Fe}$ », *Physical Review B*, vol. 90, n° 15, 2014, 155120, DOI : 10.1103/PhysRevB.90.155120.

REN Z., POUROVSKII L.V., GIRIAT G., LAPERTOT G., GEORGES A. et JACCARD D., « Giant Overlap between the Magnetic and Superconducting Phases of CeAu_2Si_2 under Pressure », *Physical Review X*, vol. 4, n° 3, 2014, 031055, DOI : 10.1103/PhysRevX.4.031055.

RUPPEN J., TEYSSIER J., PEIL O.E., CATALANO S., GIBERT M., MRAVLJE J., TRISCONI J.-M., GEORGES A. et VAN DER MAREL D., « Optical spectroscopy and the nature of the insulating state of rare-earth nickelates », *Physical Review B*, vol. 92, n° 15, 2015, 155145, DOI : 10.1103/PhysRevB.92.155145.

SENTEF M.A., KEMPER A.F., GEORGES A. et KOLLATH C., « Theory of light-enhanced phonon-mediated superconductivity », *ArXiv [cond-mat]*, 2015, <http://arxiv.org/abs/1505.07575>.

SETH P., KRIVENKO I., FERRERO M. et PARCOLLET O., « TRIQS/CTHYB: A continuous-time quantum Monte Carlo hybridisation expansion solver for quantum impurity problems », *Computer Physics Communications*, vol. 200, 274-284, 2016, DOI : 10.1016/j.cpc.2015.10.023 [ArXiv : <http://arxiv.org/abs/1507.00175>].

STRICKER D., MRAVLJE J., BERTHOD C., FITTIPALDI R., VECCHIONE A., GEORGES A. et VAN DER MAREL D., « Optical Response of Sr_2RuO_4 Reveals Universal Fermi-Liquid Scaling and Quasiparticles Beyond Landau Theory », *Physical Review Letters*, vol. 113, n° 8, 2014, 087404, DOI : 10.1103/PhysRevLett.113.087404.

SUBEDI A., CAVALLERI A. et GEORGES A., « Theory of nonlinear phononics for coherent light control of solids », *Physical Review B*, vol. 89, n° 22, 2014, 220301, DOI : 10.1103/PhysRevB.89.220301.

SUBEDI A., PEIL O.E. et GEORGES A., « Low-energy description of the metal-insulator transition in the rare-earth nickelates », *Physical Review B*, vol. 91, n° 7, 2015, 075128, DOI : 10.1103/PhysRevB.91.075128.

TOKUNO A. et GEORGES A., « Ground states of a Bose-Hubbard ladder in an artificial magnetic field: field-theoretical approach », *New Journal of Physics*, vol. 16, 2014, 073005, DOI : 10.1088/1367-2630/16/7/073005.

DE LA TORRE A., HUNTER E.C., SUBEDI A., WALKER S.M., TAMAI A., KIM T.K., HOESCH M., PERRY R.S., GEORGES A. et BAUMBERGER F., « Coherent Quasiparticles with a Small Fermi Surface in Lightly Doped $\text{Sr}_3\text{Ir}_2\text{O}_7$ », *Physical Review Letters*, vol. 113, n° 25, 2014, 256402, DOI : 10.1103/PhysRevLett.113.256402.

VAN ROEKEGHEM A., AYRAL T., TOMCZAK J.M., CASULA M., XU N., DING H., FERRERO M., PARCOLLET O., JIANG H. et BIERMANN S., « Dynamical Correlations and Screened Exchange on the Experimental Bench: Spectral Properties of the Cobalt Pnictide BaCo_2As_2 », *Physical Review Letters*, vol. 113, n° 26, 266403, 2014, DOI : 10.1103/PhysRevLett.113.266403.

VEKILOVA O.Y., POUROVSKII L.V., ABRIKOSOV I.A. et SIMAK S.I., « Electronic correlations in Fe at Earth's inner core conditions: Effects of alloying with Ni », *Physical Review B*, 2015, vol. 91, n° 24, 245116, DOI : 10.1103/PhysRevB.91.245116.

VILDOSOLA V., POUROVSKII L.V., MANUEL L.O. et ROURA-BAS P., « Reliability of the one-crossing approximation in describing the Mott transition », *Journal of Physics: Condensed Matter*, vol. 27, n° 48, 2015, 485602, DOI : 10.1088/0953-8984/27/48/485602.

WADATI H., MRAVLJE J., YOSHIMATSU K., KUMIGASHIRA H., OSHIMA M., SUGIYAMA T., IKENAGA E., FUJIMORI A., GEORGES A., RADETINAC A., TAKAHASHI K.S., KAWASAKI M. et TOKURA Y., « Photoemission and DMFT study of electronic correlations in SrMoO_3 : Effects of Hund's rule coupling and possible plasmonic sideband », *Physical Review B*, vol. 90, n° 20, 2014, 205131, DOI : 10.1103/PhysRevB.90.205131.