

History of RSB Interview: Jacques M. Hammann

September 6, 2022, 8:30 to 10:00am (EST). Final revision: November 1, 2022

Interviewers:

Patrick Charbonneau, Duke University, patrick.charbonneau@duke.edu

Location:

Over Zoom, from Dr. Hammann's home in Val-de-Moder, France.

How to cite:

P. Charbonneau, *History of RSB Interview: Jacques M. Hammann*, transcript of an oral history conducted 2022 by Patrick Charbonneau, History of RSB Project, CAPHÉS, École normale supérieure, Paris, 2022, 12 p. <https://doi.org/10.34847/nkl.651f1p4p>

PC: Bonjour, docteur Hammann. Merci beaucoup de vous joindre à nous. Comme nous venons d'en discuter, la période ciblée par cet entretien est celle durant laquelle les modèles des verres de spins ont été formulés, période que l'on borne plus ou moins de 1975 à 1995. Avant d'entrer dans le vif du sujet, j'aimerais toutefois vous poser quelques questions sur ce qui vous a amené à vous engager dans le domaine. En particulier, comment vous êtes-vous intéressé à la matière condensée ou l'état solide? Et qu'est-ce qui vous a amené à poursuivre les études supérieures en physique expérimentale?

JH: [0:00:46] J'ai démarré mes travaux en physique expérimentale à mon entrée au CEA, et plus précisément au Service de Physique du Solide et de résonance magnétique qui est devenu plus tard le Service de Physique de l'État Condensé. À mon arrivée, j'ai été formé aux expériences de diffusion et de diffraction de neutrons sur des échantillons magnétiques. Ces expériences avaient lieu dans un réacteur nucléaire expérimental du Centre de Saclay. Elles permettaient d'étudier les structures magnétiques des échantillons à basse température. J'ai donc fait ma thèse sur ce sujet¹. Mon travail consistait à construire un réfrigérateur à hélium3 qui permettait de refroidir jusqu'à 0,3 Kelvins et étudier différentes structures magnétiques. Les échantillons étudiés étaient des composés de grenats de terre rare magnétiques. Ces expériences ont été couronnées par ma thèse en 1969.

¹Jacques Michel Hammann, *Étude par diffraction des neutrons de 0,3°K des propriétés magnétiques de grenats de terre rare et d'aluminium ou de gallium*, Thèse, Sciences physiques Orsay (1969). <https://catalogue.bnf.fr/ark:/12148/cb359144168> (Consulted October 2, 2022.)

PC: Aviez-vous une certaine liberté à choisir le sujet ou est-ce que ça vous avait été assigné comme étant employé du CEA?

JH: [0:02:21] Je sortais de l'École des mines². Herpin³, qui était responsable du service à l'époque, était venu à l'École et il a proposé un sujet de thèse. C'était effectivement un sujet qui était déjà bien organisé. En particulier, pour travailler à très basse température, apprendre les techniques de diffraction des neutrons et construire un cryostat spécial adapté à ces techniques. La proposition m'a tout de suite intéressée. Elle a donné lieu à un travail très enrichissant et à des résultats très fructueux.

PC: Donc, vous êtes resté au CEA après la thèse, parce que...

JH: [0:03:33] Après la thèse, je suis en effet resté au CEA. À l'époque, donc en '69, quand j'ai fini ma thèse, j'étais intégré dans un laboratoire de magnétisme à basse température et c'est dans ce laboratoire que j'ai pu continuer mon travail grâce à Bernard Vivet⁴ et Patrick Carrara⁵ qui étaient à l'origine du laboratoire. En '70, Vivet et Carrara ont quitté le CEA, l'un pour Schlumberger et l'autre pour l'Université de Toulouse. Du coup, l'équipe a été un peu perdue. Vivet a proposé que je reprenne la tête du groupe et le Chef du Service a immédiatement donné son accord, bien que je venais juste de finir ma thèse et que le groupe gérait déjà un assez gros laboratoire avec des thésards et des étudiants. La nouvelle équipe a continué les études sur les grenats, en particulier sur les grenats de gallium-holmium et de gallium-terbium. Ces études ont permis de comprendre les propriétés magnétiques à très basse température des systèmes dans lesquels le champ cristallin est prépondérant. Plusieurs articles importants ont été publiés dans ce thème. Ils ont mis en évidence un ordre antiferromagnétique induit par les interactions hyperfines à très basse température. Ces études ont été essentiellement effectuées par Paul Manneville pour sa thèse de 3e cycle⁶ et Miguel Ocio⁷ qui avait entre-temps rejoint notre groupe. Il faut également citer des études sur les

² École nationale supérieure des mines de Paris:

https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89cole_nationale_sup%C3%A9rieure_des_mines_de_Paris

³ André Herpin: https://fr.wikipedia.org/wiki/Andr%C3%A9_Herpin

⁴ See, e.g., "Announcements and Moves," *Intercom* **181**, 31-32 (September 1985).

<http://docplayer.net/132418558-Schlumberger-september-25-1975.html> (Consulted October 7, 2022.)

⁵ Patrick Carrara, *Aspects du magnétisme du chlorure ferreux*, Thèse, Sciences physiques Orsay (1968)

<https://catalogue.bnf.fr/ark:/12148/cb35891000j> (Consulted October 2, 2022.)

⁶ Paul Manneville, *Ordre magnétique électronique induit par les interactions hyperfines dans les grenats de gallium et de terre rare (holmium et terbium)*, Thèse, Université Paris Sud (1972).

<https://www.sudoc.fr/175728976>

⁷ Miguel Jose Marie Ocio (1943-2003). See, e.g., "Conference in memory of Miguel Ocio," *IRAMIS News* (2005). https://iramis.cea.fr/en/Phoce/Vie_des_labos/News/index.php?id_news=1570 (Consulted October 6, 2022.)

interactions dipolaires dans les orthoferrites de terre rare (YFeO_3 et HoFeO_3) effectuées par Jean-Éric Bourée dans le cadre de sa thèse⁸ et de Roger Bidaux⁹ qui travaillait en même temps dans le groupe des théoriciens.

PC: Est-ce que vous vous souvenez de la première fois que vous avez entendu parler des verres de spin? Était-ce via ces collaborateurs ou était-ce déjà dans l'air?

JH: [0:08:40] Je ne me souviens plus de la première fois où nous avons entendu parler des verres de spin, mais il est évident que nos voisins théoriciens nous en avaient parlé, ainsi que nos collègues d'Orsay et de Grenoble. Vers 1980, nous avons effectivement entamé des expériences sur des systèmes désordonnés, mais au départ nous étions loin de considérer nos travaux comme étant liés à la notion de verres de spin. Nous avons essentiellement travaillé sur des composés isolants et nous avons l'impression que les échantillons n'étaient pas toujours reproductibles au niveau de la statistique du désordre contrairement aux échantillons métalliques. Nous avons donc fait des essais de reproductibilité des mesures.

Nos échantillons étaient fabriqués au laboratoire du CNRS à Meudon par Marc Noguès¹⁰. A l'origine les recherches étaient centrées sur les problèmes de percolation dans les spinelles de chrome $\text{CdCr}_{2-x}\text{In}_x\text{S}_4$. Nous avons particulièrement étudié le composé à $x=0,3$ qui présente une température de transition magnétique à 16,7K. La transition magnétique extrêmement fine de ce système désordonné et sa parfaite reproductibilité nous a conduit à l'étudier plus spécialement et à essayer finalement d'en faire un prototype de verre de spin isolant.

Les avantages de cet échantillon isolant sont d'une part un niveau important de magnétisme et d'autre part une conductance électrique faible pour les mesures de susceptibilité alternative. Nous avons publié l'existence d'un comportement de verre de spin dans le spinelle de chrome

⁸ Jean-Éric Bourée, Role des interactions dipolaires dans les orthoferrites de terre rare: effet de forme dans l'orthoferrite de terbium, thèse, Université Paris VI (1975). <https://www.sudoc.fr/042067162>

⁹ Roger Bidaux, *Antiphases périodiques dans les alliages or-cuivre du type Au Cu: fabrication et étude de monocristaux: proposition d'un modèle de structure*, thèse, Université Paris-Sud (1964). <https://www.worldcat.org/fr/title/1061558325?oclcNum=1061558325>

¹⁰ See, e.g., Marc Noguès, *Effet Jahn Teller coopératif dans les systèmes $\text{Me Mn}_2 \text{O}_4$ - $\text{Me}_2 \text{Sn O}_4$ avec $\text{Me}=\text{Zn}+2, \text{Mn}+2$* , Thèse, Université Paris-Sud (1974). <https://catalog.crl.edu/Record/a12c1ca8-20c2-5ab6-9087-cb4b46cf67aa> (Consulted October 2, 2022.)

et d'indium à la conférence de physique à basse température (LT16) de 1981¹¹.

PC: Vous n'étiez pas le premier groupe à travailler sur les verres de spin en France. Il y avait les groupes de Philippe Monod¹² à Orsay et de Jean Souletie¹³ à Grenoble, en particulier. Est-ce que leurs travaux ont exercé une quelconque influence sur le vôtre?

JH: [0:13:17] Oui, complète, parce que nous étions en relation directe avec Hélène Bouchiat¹⁴ et Philippe Monod. Nous avons aussi beaucoup de contacts avec Jean Souletie et son équipe à Grenoble. Leurs travaux ont eu beaucoup d'influence sur le choix du type d'expériences à mener. Nos relations avec Jean Souletie datent de 1977-78. A cette époque j'étais en année sabbatique à l'université de Los Angeles dans le laboratoire de W. G. Clark¹⁵ et il s'est trouvé que Souletie était également en année sabbatique dans le laboratoire voisin de Ray Orbach¹⁶. Nos relations se sont donc naturellement poursuivies à notre retour. Notre collaboration avec Hélène Bouchiat était évidemment plus directe. Nous avons souvent des rencontres et beaucoup de discussions en particulier autour des expériences extrêmement fines de susceptibilité et de bruit magnétique menées par Miguel Ocio.

Il faut noter que c'est par Hélène Bouchiat et par Éric Vincent¹⁷, qui nous a rejoint dans notre équipe en 1985, que nous avons eu connaissance du livre de L. C. E. Struik, *Physical Aging in Amorphous Polymers*¹⁸. Il proposait une loi d'échelle que nous avons transposée pour les verres de spin et qui marchait parfaitement. C'est à partir de là que nous avons pu établir des courbes maîtresses qui étaient parfaitement définies. Avec cette loi d'échelle simple nous avons pu correctement connaître les fonctions

¹¹ M. Alba, J. Hamman and M. Nogues, "Observation of a spin-glass behavior of the susceptibility in a dilute chromium spinel," *Physica B+C* **107**, 627-628 (1981).

¹² Philippe Monod: [https://fr.wikipedia.org/wiki/Philippe_Monod_\(physicien\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Philippe_Monod_(physicien))

¹³ See, e.g., J. Souletie, "Les Verres de spin," *J. Physique Coll.* **39**, C2-2—C2-16 (1978).

<https://doi.org/10.1051/jphyscol:1978202>

¹⁴ Hélène Bouchiat: https://fr.wikipedia.org/wiki/H%C3%A9l%C3%A8ne_Bouchiat; Hélène Bouchiat, *Transition verre de spin: comportement critique et bruit magnétique*, Thèse, Paris 11 (1986).

<https://www.theses.fr/1986PA112055> (Consulted October 4, 2022.)

¹⁵ "W. Gilbert Clark," *academictree.org* (s.d.).

<https://academictree.org/physics/peopleinfo.php?pid=176721> (Consulted September 29, 2022.)

¹⁶ See, e.g., P. Charbonneau, *History of RSB Interview: Raymond Orbach*, transcript of an oral history conducted 2022 by Patrick Charbonneau and Francesco Zamponi, History of RSB Project, CAPHÉS, École normale supérieure, Paris, 2022, 23 p. <https://doi.org/10.34847/nkl.cfddyh9y>

¹⁷ "Éric Vincent," *CEA Service de physique de l'état condensé* (s.d.).

<https://iramis.cea.fr/spec/Pisp/eric.vincent/> (Consulted October 6, 2022.)

¹⁸ L. C. E. Struik, *Physical Aging in Amorphous Polymers and Other Materials* (Amsterdam: Elsevier, 1978).

réponses des systèmes étudiés en fonction du temps de mesure t et du temps d'attente t_w ...

- PC:** Je voulais encore parler un peu des premières années. Vous avez commencé à travailler sur le problème à peu près en même temps que la formulation de la brisure des répliques de Parisi¹⁹. Est-ce que ça a exercé une quelconque influence, à cette époque, sur votre travail?
- JH:** [0:16:12] Oui, certainement. Nous avons toujours essayé de suivre les dernières avancées des théoriciens et évidemment les dernières nouveautés des expérimentateurs. Mais nous ne cherchions pas—ou pas encore—à faire une véritable correspondance entre expérience et théorie. À ce stade, nous ne voyions pas encore une complète équivalence. Il nous fallait des résultats expérimentaux fiables et reproductibles. Il fallait des échantillons différents et des expériences plus approfondies pour certifier une quelconque comparaison avec les théories.
- PC:** Est-ce que vous discutiez, à cette époque avec les théoriciens? Ou était-ce des communautés complètement séparées?
- JH:** [0:20:00] Pour la période '80 à '86, nous étions essentiellement occupés par les expériences. Il n'y avait pas vraiment de confrontation avec la théorie.
- PC:** Je sais pour les articles, mais derrière les articles est-ce que vous alliez aux séminaires des théoriciens sur le domaine? Est-ce que vous parliez à Marc Mézard²⁰ ou à Bernard Derrida²¹?
- JH:** [0:20:38] Oui! Mais pas à eux seulement! Il faut savoir que notre laboratoire était voisin des bureaux des théoriciens de notre service. Nous avons une salle café commune et les discussions fusaient mais pas uniquement sur le problème des verres de spin! Donc, nous avons de la théorie à portée de main, mais il n'y avait personne parmi ces théoriciens qui s'intéressait spécialement aux verres de spin.
- PC:** Dans un contexte purement expérimental, vous avez collaboré avec des groupes de la région parisienne à cette époque. Pouvez-vous nous décrire

¹⁹ P. Charbonneau and F. Zamponi, *History of RSB Interview: Giorgio Parisi*, transcript of an oral history conducted 2021 by Patrick Charbonneau and Francesco Zamponi, History of RSB Project, CAPHÉS, École normale supérieure, Paris, 2022, 80 p. <https://doi.org/10.34847/nkl.7fb7b5zw>

²⁰ Marc Mézard: https://en.wikipedia.org/wiki/Marc_M%C3%A9zard

²¹ See, e.g., P. Charbonneau, *History of RSB Interview: Bernard Derrida*, transcript of an oral history conducted 2020 by Patrick Charbonneau and Francesco Zamponi, History of RSB Project, CAPHÉS, École normale supérieure, Paris, 2021, 23 p. <https://doi.org/10.34847/nkl.3e183b0o>

un peu comment la communauté était-elle structurée? Comment est-ce que ça fonctionnait? Comment est-ce que ces collaborations venaient à prendre forme?

JH: [0:24:07] La collaboration la plus évidente, était évidemment entre Orsay et Saclay. Par exemple, Hélène Bouchiat, à une époque, venait presque tous les jours, parce qu'elle travaillait directement avec Miguel Ocio. Ocio avait monté des expériences de détection de bruit magnétique qui étaient uniques. Au lieu de mesurer des réponses à un champ appliqué on pouvait mesurer le bruit induit en fonction de la température. C'était plus ou moins Monod et Bouchiat qui l'avaient poussé à ces expériences et qui travaillaient avec lui là-dessus dans notre labo²².

PC: J'ai une question pour mieux comprendre l'aspect pratique de tout ça. Est-ce qu'ils avaient de l'espace plancher dans votre labo?

JH: [0:25:35] Je ne sais pas trop ce que vous appelez espace plancher. Nos montages expérimentaux étaient très pointus. Nous avons dans les années '80 construit des magnétomètres très précis et quasi automatiques. Nous avons intéressé pas mal de gens, et nous étions toujours prêts à recevoir des expérimentateurs, mais toujours en collaboration. Nos montages expérimentaux étaient manipulés par notre équipe et n'étaient pas directement disponibles aux visiteurs. Nous avons par exemple reçu une équipe d'Utrecht qui travaillait dans les verres de spin et qui est venue faire des expériences avec nous²³. Nous avons évidemment eu beaucoup de discussions sur nos résultats respectifs. Le problème qui était à l'ordre du jour chez les expérimentateurs d'Utrecht était celui de la théorie des droplets de Fisher et Huse²⁴. L'équipe d'Utrecht ainsi d'ailleurs que celle d'Uppsala mettaient en avant la théorie des droplets par rapport à la théorie de Parisi. Cette différence a été longtemps présente entre nos équipes. Il a fallu attendre des expériences pointues pour différencier les théories.

²² See, e.g., M. Ocio, H. Bouchiat and P. Monod, "Observation of $1/f$ magnetic fluctuations in a spin glass," *J. Physique Lettres* **46**, 647-652 (1985). <https://doi.org/10.1051/jphyslet:019850046014064700>

²³ The Utrecht group was led by Harold Wilfrid de Wijn. See, e.g., B. J. Dikken, A. F. M. Arts, H. W. de Wijn and J. K. Kjems, "Random-field induced memory effects in inhomogeneously diluted antiferromagnets $K_2Ni_xZn_{1-x}F_4$," *Solid State Commun.* **57**, 627 (1986). [https://doi.org/10.1016/0038-1098\(86\)90337-6](https://doi.org/10.1016/0038-1098(86)90337-6); "Prof.dr. H.W. de Wijn (1936 -)," *Catalogus Professorum Academia Rheno-Traiectina* (s.d.). <https://profs.library.uu.nl/index.php/profrec/getprofdata/2371/27/31/0> (Consulted October 5, 2022.)

²⁴ See, e.g., D. S. Fisher and D. A. Huse, "Ordered phase of short-range Ising spin-glasses," *Phys. Rev. Lett.* **56**, 1601 (1986). <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.56.1601>

- PC:** Comment est-ce que ça en est venu à un sujet de discussion? Est-ce que Daniel Fisher²⁵ a visité les labos en Europe?
- JH:** [0:31:01] A ma connaissance, Daniel Fisher n'a pas visité les labos en Europe. En '86-87, j'ai participé à une grande conférence aux États-Unis. Quand j'ai présenté nos expériences, Daniel Fisher et David Huse²⁶ étaient au premier rang et ils ont conclu par: "C'est exactement ça qu'on devrait voir sur les droplets." A l'époque donc, les deux théories ne pouvaient pas encore être vraiment différenciées !
- PC:** Ça, c'était en '86-'87?
- JH:** [0:31:45] Ça, c'était vers '86-'87, oui.
- PC:** Je voudrais parler un peu de l'article que vous avez publié avec Miguel Ocio dans *Pour la science*, en 1987, dans lequel vous expliquiez les avancées théoriques sur la brisure de la symétrie des répliques et l'ultramétrie²⁷. Pouvez-vous nous expliquer ce qui a mené à cet article et en quoi ça reflétait vos intérêts de recherche contemporains?
- JH:** [0:34:41] Nous avons eu deux articles dans *Pour la Science*. L'un était inclus dans un livre imprimé par *Pour la Science* dont le titre était *L'ordre du chaos*²⁸. Le livre était préfacé par Pierre-Gilles de Gennes²⁹ et contenait des articles un peu d'avant-garde. A la suite de ce livre *Pour la Science* nous a demandé un nouvel article pour le journal mensuel.
- PC:** Qu'est-ce qui a mené à la rédaction de cet article-là? Était-ce une commande de *Pour la Science*? Est-ce que vous avez approché le journal ou des collègues vous ont demandé de le faire?
- JH:** [0:36:03] Je ne sais plus qui nous avait demandé de participer au livre. Pour l'article du journal mensuel c'était une demande directe du rédacteur en chef qui était un scientifique que je connaissais bien.
- PC:** Donc, vous maîtrisiez quand même assez bien la théorie à cette époque-là?

²⁵ Daniel S. Fisher: https://en.wikipedia.org/wiki/Daniel_S._Fisher

²⁶ David Huse: https://en.wikipedia.org/wiki/David_A._Huse

²⁷ J.-M. Hammann and M. Ocio, "Les verres de spin et l'étude des milieux désordonnés," *Pour la science* **112**, 40-50 (February 1987).

²⁸ *L'Ordre du chaos* (Paris: Pour la Science, 1989). A second edition was published in 1997.

²⁹ Pierre-Gilles de Gennes, https://en.wikipedia.org/wiki/Pierre-Gilles_de_Gennes

- JH:** [0:37:31] C'est vrai. Nous avons toujours essayé de suivre les approches théoriques quelles qu'elles soient.
- PC:** Donc, c'était en lisant la littérature par vous-même ou aviez-vous des collègues qui donnaient des cours? Comment est-ce que vous absorbiez un peu ce qui se passait du point de vue théorique?
- JH:** [0:38:02] Nous lisions en effet la littérature et nous en discussions entre nous. Nous avons aussi nos voisins théoriciens qui étaient intéressés bien qu'ils ne travaillaient pas directement sur le sujet. Ocio avait été très marqué par un livre russe dans lequel Mikhail V. Feigel'man explicitait largement la théorie de Parisi³⁰. Nous avons par la suite pu recevoir pour quelque temps dans notre équipe Feigelman accompagné par Valerii Vinokur³¹ et Lev B. Ioffe.
- PC:** Pour avancer un petit peu dans le temps, on peut revenir au professeur Orbach. C'est vers 1990 que vous avez commencé à collaborer avec lui. Comment est-ce que ça s'est développé? À la poursuite de quelles questions étiez-vous alors?
- JH:** [0:39:20] En 1977, j'ai fait une année complète à Los Angeles dans le laboratoire de W. G. Clark. Je travaillais avec lui sur un conducteur électrique organique et unidimensionnel $(\text{SN})_x$ ³². Ray Orbach était le directeur de l'unité. Il s'est trouvé que Souletie était en année sabbatique avec Ray Orbach. Nous avons donc eu beaucoup de relations à cette époque. Après cette année, nous nous sommes assez souvent rencontrés dans des conférences un peu partout. C'est dans une de ces conférences que Ray Orbach m'a proposé de venir faire un séjour dans son laboratoire. J'ai été très honoré par son invitation. J'ai eu ainsi le plaisir de faire un séjour dans son laboratoire pour un peu moins d'un an en 1989. J'ai essentiellement travaillé avec Marcos Lederman qui préparait sa thèse à l'époque³³. On se voyait en permanence avec Ray Orbach et les discussions ont toujours été extrêmement animées et fructueuses.
- PC:** Donc, ce n'est pas Lederman qui est venu?

³⁰ Vik. S. Dotsenko, M. V. Feigel'man and L. B. Ioffe, "Spin Glasses and Related Problems," *Sov. Sci. Rev. A* **15**, 1-250 (1990).

³¹ Valerii Vinokour: https://en.wikipedia.org/wiki/Valerii_Vinokour

³² See, e.g., L. J. Azevedo, P. M. Chaikin, W. G. Clark, W. W. Fuller and J. Hamman, "Low-temperature thermopower of $(\text{SN})_x$," *Phys. Rev. B* **20**, 4450 (1979). <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.20.4450>

³³ Marcos Lederman, *Dynamics of random magnetic systems: spin-glasses and random fields*, PhD Thesis, University of California, Los Angeles (1991).

https://search.library.ucla.edu/permalink/01UCS_LAL/17p22dp/alma9920633463606533

JH: [0:42:26] Nous avons eu la visite de Lederman à Saclay après mon séjour pour faire des manip chez nous³⁴.

PC: Mais nucléée par votre séjour initial?

JH: [0:42:42] Oui, bien sûr, c'était lié avec mon séjour.

PC: Quelle question poursuiviez-vous à ce moment-là? Vous aviez déjà effectué le travail sur les lois d'échelles, alors quelle était la prochaine étape à vos yeux?

JH: [0:43:11] Un des problèmes qui gênait Ray Orbach dans ces lois d'échelle était lié à la valeur de l'exposant mu. Sur toutes les expériences faites, ce paramètre était toujours légèrement inférieur à 1. Pourquoi? Nous avons refait de multiples expériences mais le résultat était toujours le même. Un autre problème était lié aux barrières d'énergie limitant les états du système. Nous avons dans ce cadre montré que les hauteurs de barrières augmentaient rapidement et divergeaient avec la diminution de la température. Après mon séjour, nous avons essentiellement continué notre collaboration par email ! Les sujets évoqués étaient toujours liés aux barrières et donc à l'extension des états d'énergie et aux longueurs de corrélation du système.

Dans les années suivantes nous avons bénéficié de la présence de plusieurs théoriciens. En particulier, il y avait Jean-Philippe Bouchaud³⁵ qui était dans notre groupe. Nous avons aussi eu la présence de Leticia Cugliandolo³⁶, qui était dans notre labo pendant un petit bout de temps.

PC: Vous avez quand même collaboré pas mal avec Jean-Philippe Bouchaud³⁷. Comment est-ce que cette relation s'est développée?

JH: [0:46:59] Jean-Philippe Bouchaud était dans notre groupe à partir de '92. Il a beaucoup collaboré alors avec Éric Vincent.

³⁴ See, e.g., M. Lederman, R. Orbach, J. Hamman, M. Ocio and E. Vincent, "Dynamics in spin glasses," *Phys. Rev. B* **44**, 7403 (1991). <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.44.7403>; M. Lederman, R. Orbach, J.-M. Hamman and M. Ocio, "Temperature dependence of barrier heights in spin glasses," *J. Appl. Phys.* **69**, 5234-5236 (1991). <https://doi.org/10.1063/1.348089>

³⁵ Jean-Philippe Bouchaud: https://en.wikipedia.org/wiki/Jean-Philippe_Bouchaud

³⁶ Leticia Cugliandolo: https://en.wikipedia.org/wiki/Leticia_Cugliandolo

³⁷ See, e.g., J.-P. Bouchaud, E. Vincent and J. Hamman, "Towards an experimental determination of the number of metastable states in spin-glasses?" *J. Physique I* **4**, 139-146 (1994). <https://doi.org/10.1080/01418639508238540>; E. Vincent, J. Hamman, M. Ocio, J.-P. Bouchaud and L. F. Cugliandolo, "Slow dynamics and aging in spin glasses," In: *Complex Behaviour of Glassy Systems* (Berlin: Springer, 1997), pp. 184-219. <https://doi.org/10.1007/BFb0104827>

- PC:** Donc, la collaboration avec Jean-Philippe, en particulier, est-ce que c'était lui qui amenait des idées pour que vous les testiez? Ou était-ce vous qui aviez des résultats qu'il fallait expliquer?
- JH:** [0:49:51] Les deux sont vrais. Il a clairement aidé à la compréhension des résultats expérimentaux et suggéré de nouvelles approches. Il a essayé en particulier un modèle simple de pièges³⁸ qu'il a adapté pour retrouver et comprendre les paramètres des lois d'échelle observés dans les verres de spin.
- PC:** Donc, c'est le problème qui est venu en premier et ensuite le modèle a été adapté et non pas motivé par les manips?
- JH:** [0:50:43] L'intérêt d'un tel modèle simple est de voir si le comportement observé expérimentalement n'est pas trivial à priori.
- PC:** Dans les années '90, vous avez deux papiers phares, du moins si l'on se fie au nombre de citations: l'un sur la susceptibilité à basse fréquence, en 1992³⁹, et l'autre sur les longueurs de corrélation dans les verres de spin avec Ray Orbach, en 1999⁴⁰. Dans les deux cas, je pense, qu'à vos yeux ça augmentait la validité ou l'importance de la brisure des répliques. Quelle était la réaction de la communauté face à ces avancées?
- JH:** [0:52:31] Il va sans dire que la réaction de la communauté a été très positive.
- PC:** Vous parliez plus tôt des débats avec le groupe d'Uppsala, par exemple. Est-ce que dans les années '90 il y a eu un plus grand consensus qui émergeait à la lumière de vos résultats? Ou est-ce que ça demeurait plus...
- JH:** [0:54:39] Il y a effectivement eu un consensus avec le groupe d'Uppsala. Nous avons accueilli Per Nordblad et Kristian Jonason⁴¹ dans nos

³⁸ See, e.g., J.-P. Bouchaud, "Weak ergodicity breaking and aging in disordered systems," *J. Physique I* **2**, 1705-1713 (1992). <https://doi.org/10.1051/jp1:1992238>; C. Monthus and J.-P. Bouchaud, "Models of traps and glass phenomenology," *J. Phys. A* **29**, 3847 (1996). <https://doi.org/10.1088/0305-4470/29/14/012>

³⁹ F. Lefloch, J. Hamman, M. Ocio and E. Vincent, "Can aging phenomena discriminate between the droplet model and a hierarchical description in spin glasses?" *Europhys. Lett.* **18**, 647 (1992). <https://doi.org/10.1209/0295-5075/18/7/013>

⁴⁰ Y. G. Joh, R. Orbach, G. G. Wood, J. Hamman and E. Vincent, "Extraction of the spin glass correlation length," *Phys. Rev. Lett.* **82**, 438 (1999). <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.82.438>

⁴¹ See, e.g., K. Jonason, *Dynamics of complex magnetic systems* (Uppsala: Acta Universitatis Upsaliensis, 1999).

laboratoires. Un travail commun a été effectué et a été publié dans *Europhysics Journal* en 2000⁴².

PC: À Saclay ou ailleurs, avez-vous eu la chance d'enseigner des cours sur les verres de spin ou sur la brisure des répliques? Ou étiez-vous complètement exclus de la sphère d'enseignement?

JH: [0:57:02] Nous n'étions pas dans la sphère d'enseignement, mais je pense que nous n'en étions pas exclus ! C'était clairement dû à notre volonté. Nos interventions étaient toujours destinées aux thésards ou aux écoles d'été spécialisées.

PC: Est-ce qu'il y a des choses qu'on a manqué, qu'on devrait discuter à propos de cette époque?

JH: [0:57:57] Je voudrais simplement noter qu'à partir de la période '95 nous avons beaucoup travaillé avec les collègues japonais. Ocio et moi-même avons pu passer quelque temps à l'université d'Osaka dans le laboratoire de Yoshi Miyako⁴³. Ces contacts ont été très profitables et ont donné un vrai élan dans la communauté japonaise. Les contacts et les collaborations ont largement continué avec Éric Vincent après 1995.

Nous avons ici discuté uniquement du thème des verres de spin, mais nous avons également utilisé nos instruments pour des mesures sur les supraconducteurs et sur d'autres expériences demandées par des laboratoires du CEA ou extérieurs. Enfin, je voudrai noter que nous avons toujours eu des thésards, donc des relations avec l'université. En moyenne, nous avons un thésard tous les cinq ans⁴⁴. Éric Vincent a pris le relai de nos

⁴² See, e.g., K. Jonason, E. Vincent, J. Hamman, J.-P. Bouchaud and P. Nordblad, "Memory and chaos effects in spin glasses," *Phys. Rev. Lett.* **81**, 3243 (1998). <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.81.3243>; K. Jonason, P. Nordblad, E. Vincent, J. Hamman and J.-P. Bouchaud, "Memory interference effects in spin glasses," *Euro. Phys. J. B* **13**, 99-105 (2000). <https://doi.org/10.1007/s100510050014>

⁴³ See, e.g., Y. Miyako, S. Kawarazaki, T. Taniguchi, T. Takeuchi, K. Marumoto, R. Hamada, Y. Yamamoto, M. Sato, Y. Tabata, H. Tanabe, M. Ocio, P. Pari and J. Hamman, "Spin density wave and heavy electrons in $Ce(Ru_{1-x}Rh_x)_2Si_2$ and $Ce_{1-x}La_xRu_2Si_2$," *Physica B* **230**, 1011-1013 (1997). [https://doi.org/10.1016/S0921-4526\(96\)00791-0](https://doi.org/10.1016/S0921-4526(96)00791-0)

⁴⁴ We noted:

- Catherine [Katia] Pappas, *Étude magnétique des composés isolants frustrés et désordonnés $CsMnFeF_6$ et $CsNiFeF_6$* , Thèse, Université Paris XI (1984). <https://www.sudoc.fr/043382738>
- Michel Alba, *Étude de la dynamique des verres de spin*, Thèse, Université Paris XI (1986) <http://ark.bnf.fr/ark:/12148/cb37595393x>
- Philippe Refrégier, *Étude de la cinétique lente de l'aimantation des verres de spin isolants: réponse et fluctuations*, thèse Paris XI (1987). <https://www.theses.fr/1987PA112321>
- François Lefloch, *Étude expérimentale de l'espace des phases et effet du champ magnétique dans les verres de spin*, Thèse, Université Paris XI (1993). <https://www.theses.fr/1993PA112316>

laboratoires en 1995. Il y a eu depuis beaucoup de nouveaux éléments sur le sujet des verres de spin...

PC: Est-ce que vous avez toujours des notes, des papiers, de la correspondance de cette époque? Si oui, avez-vous des plans pour les déposer dans une archive académique éventuellement?

JH: [0:59:21] Non. Toutes mes archives sont restées à Saclay.

PC: Merci beaucoup pour cet entretien.

-
- Laurent Leylekian, Etude expérimentale de la réponse magnétique de la céramique supraconductrice $\text{La}_{1.8}\text{Sr}_{0.2}\text{CuO}_4$, thèse, Paris XI (1993). <https://www.theses.fr/1993PA112362>
 - Roman Sappey (1997). <https://www.linkedin.com/in/roman-sappey-1445aab/> (Consulted October 31, 2022.)
 - Vincent Dupuis, *Dynamique lente des systèmes magnétiques désordonnés*, Thèse, Université Paris XI (2002). <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00002623>