



J. M. Christian BASTIEN

Entretien^{©1} réalisé par courriel
avec J.C. Sperandio

Christian Bastien est actuellement professeur des universités et membre du laboratoire PErSEUs (Psychologie Ergonomique et Sociale pour l'Expérience Utilisateurs, UR 7312) à l'Université de Lorraine, sur le site de Metz.

Avec son accent chaleureux, avec son sourire en coin, avec ses questions ponctuées d'un petit rire épris, Christian Bastien captive instantanément, qu'il s'adresse à des étudiants en quête de savoir ou à des collègues passionnés par la recherche.

D'ailleurs, c'est une véritable référence dans son domaine. Un des rares ergonomes dont le nom est devenu quasiment une marque : on ne dit pas les critères ergonomiques relatifs aux écrans de visualisation et aux interfaces logicielles. Non, on ne dit pas ça. On dit : « la grille de Bastien et Scapin », comme d'autres diraient le Frigidaire ou le Critérium ! Et la raison en est toute simple : leurs travaux sur les recommandations ergonomiques ont été novateurs, pertinents, robustes et surtout utiles. De fait, les « critères » ont eu un impact extrêmement significatif sur l'amélioration des conditions d'interaction entre les humains et les technologies, au point de devenir un outil fondamental de l'évaluation ergonomique des interfaces.

Si Christian Bastien s'est fait connaître pour sa capacité à rendre des concepts complexes accessibles à tous, grâce à son enthousiasme méthodologique et son talent de synthèse, il faut également admettre que son parcours de chercheur et d'homme va bien au-delà. Tour à tour étudiant en sexologie, psychologue de l'enfant, aide-soignant psychiatrique, informaticien, clinicien, méthodologue, behavioriste, cognitiviste, startupper², spinoffter³, directeur de laboratoire, responsable de master, partenaire pour l'industrie, référent pour la valorisation, etc... ce qui distingue vraiment Christian Bastien, c'est sa nature active, proactive et interactive. Il se pose des questions de recherche ancrées dans le terrain, trouve des solutions appliquées et cherche à administrer la preuve de ses propositions scientifiques. Sa passion pour les sciences des interactions humaines, technologiques et sociales, additionnée de son sens des recherches pertinentes et de sa personnalité sympathique en font une figure incontournable de la communauté des ergonomes.

Eric Brangier, professeur d'ergonomie, Université de Lorraine.

¹ Cet entretien est une publication de la Commission Histoire de la Société d'Ergonomie de Langue française. Tout usage, citation ou publication de l'intégralité du texte ou d'un extrait doit porter la référence : Entretien de la SELF avec Christian Bastien mené en 2023 par Jean-Claude Sperandio. Source : site de la SELF. Lien <https://ergonomie-self.org/wp-content/uploads/2023/11/bastien-christian.pdf>

² Créateur de startup (entreprise en démarrage)

³ Créateur de spin-off (entreprise créée à partir des connaissances et technologies issues de la recherche, par exemple issue d'un laboratoire universitaire ou scientifique)

Ma formation au Québec...

Je suis né à Montréal, au Québec, le 23 janvier 1958. J'ai donc 65 ans... Mon parcours n'a pas été très « standard ». Il n'a pas été très linéaire, comme c'est assez souvent le cas au Québec. Mes études de Cegep (*Collège d'Enseignement Général et Professionnel*, formation pré-universitaire) se sont déroulées dans plusieurs établissements. J'ai papillonné du Cegep d'Ahuntsic au Cegep du Bois-de-Boulogne (deux établissements au nord de Montréal) pour finir au Cegep du Vieux-Montréal, d'abord en sciences « dures » puis en Sciences Humaines. C'est au Cegep d'Ahuntsic que j'ai été initié à la recherche grâce à un professeur de psychologie qui était passionné. Nous avions, ce qui était rare dans les Cegep, beaucoup d'équipements de mesure, notamment des appareils de biofeedback. Mes premières expérimentations ont donc concerné l'utilisation du biofeedback pour la relaxation. C'est aussi à cette époque que j'ai commencé à faire des exposés oraux. Je me rappelle cet exposé sur les travaux d'Irenäus Eibl-Eibesfeldt, un éthologue autrichien, qui avait porté sur les comportements « agressifs ». C'est au Cegep que j'ai décidé de poursuivre mes études en psychologie.

J'ai commencé mon premier cycle en psychologie à l'université Concordia (une des trois universités anglophones de Montréal avec McGill et Bishop's) dans les années 80. J'y ai fait une session (la session d'automne) avant de rejoindre l'Uqam (*Université du Québec à Montréal*). Les admissions à l'Uqam étant contingentées (le nombre d'étudiants était limité et on ne pouvait être accepté en psychologie qu'en septembre) et comme j'arrivais à la deuxième session (qui commence en janvier), j'ai suivi mes cours « complémentaires » en sexologie, avant d'intégrer la psychologie. Pendant mon premier cycle universitaire (d'une durée de 3 ans au Québec), j'ai travaillé à l'hôpital psychiatrique Louis-Hyppolite Lafontaine, dans l'est de Montréal, comme beaucoup d'autres étudiants en psychologie à l'époque. J'y travaillais deux jours par semaine durant l'année, et deux mois à temps plein pendant les vacances d'été en tant qu'aide-soignant. En parallèle, j'ai aussi travaillé (une dizaine d'heures par semaine) comme assistant de recherche au *Laboratoire d'étude du nourrisson*, le LEN, qui était dirigé par Gérard Malcuit et Andrée Pomerleau. En tant qu'assistant, je travaillais pour des doctorants (expérimentations, codage d'enregistrements vidéo, analyse de données, etc.).

C'est à cette époque que j'ai commencé à utiliser des ordinateurs. J'ai d'abord utilisé un PDP-11, un « mini » ordinateur très volumineux, né en 1970, largement utilisé dans les laboratoires universitaires pour la conduite des expériences et l'analyse de données. Certes, comparé aux ordinateurs actuels, il fait figure d'antiquité. Notamment, les programmes étaient écrits sur des bandes, il n'y avait pas d'IHM (*interface homme-machine*), ni même d'écran, et on se servait de téléscripateur comme périphérique d'entrée-sortie, mais à son époque, il était déjà très innovant sur bien des points majeurs de programmation. Je suis ensuite passé au VAX, un ordinateur central. Les choses étaient un peu plus simples, car nous disposions d'un terminal écran/clavier. Mais la manipulation directe n'était pas encore là... tout se faisait par le biais de langages de commandes. Puis sont apparus des systèmes comme l'*Observational System*. Il s'agissait d'un mini-ordinateur portable, constitué d'un boîtier muni d'un clavier qui pouvait être programmé pour l'observation directe des comportements ou le codage de comportements enregistrés sur vidéo.

J'ai aussi travaillé auprès de sujets handicapés mentaux sur les comportements induits (*schedule-induced behaviors*), c'est-à-dire des comportements qui sont induits par des programmes de renforcement sans être directement renforcés. Les expérimentations se déroulaient à l'hôpital psychiatrique de Joliette à environ 70 km de Montréal. Je réalisais les expérimentations pour un doctorant. Mon premier cycle en psychologie a donc surtout été marqué par le LEN et Gérard Malcuit. Les travaux des membres du laboratoire portaient sur les nourrissons et à cette occasion, je pris conscience que la psychologie du développement ne m'intéressait pas spécialement. J'étais plutôt intéressé par les aspects méthodologiques, l'épistémologie et l'approche comportementale. Le département de psychologie disposait à l'époque d'une animalerie assez importante. Il y avait une petite colonie de singes utilisés dans le cadre des travaux en éthologie animale, de nombreux rats pour les travaux en conditionnement et des aquariums pour l'étude des comportements agonistiques chez les poissons. Dans un des cours sur le conditionnement et l'apprentissage que j'ai suivis, j'ai eu l'occasion d'utiliser des « boîtes de Skinner » pour conditionner des rats. Rien de tel que la mise en pratique de notions théoriques...

Après mon premier cycle, j'ai obtenu une bourse du CRSNG (*Conseil de Recherches en Sciences*

Naturelles et en Génie du Canada) pour réaliser mes travaux de Maîtrise (Bac +5, l'équivalent du Master français) sous la direction de Gérard Malcuit. Mon étude a porté sur les aspects méthodologiques de l'habituation, une procédure largement utilisée à l'époque pour l'étude des nourrissons. L'habituation était, et est toujours d'ailleurs, utilisée pour découvrir les capacités cognitives (attention, catégorisation) des nourrissons. Cette procédure consiste à leur présenter des stimuli (la plupart du temps visuels) de façon répétée jusqu'à ce que les réponses d'orientation du nourrisson (essentiellement les fixations visuelles) diminuent jusqu'à un certain seuil. Cette diminution de la réponse était interprétée comme un signe d'apprentissage, de prise et de traitement d'information et de mémorisation. Ce seuil une fois atteint, certaines caractéristiques du stimulus visuel étaient modifiées et les changements de la réponse du nourrisson (une augmentation de la durée des fixations visuelles) considérés comme le signe d'une discrimination, de détection de la nouveauté, etc.

Toutefois, certains aspects de cette procédure nous interpellaient, mon directeur et moi. Dans une perspective comportementaliste, il nous semblait que l'effet d'un stimulus sur l'habituation d'une réponse d'orientation ne pouvait se résumer à ses seules caractéristiques. De plus, les procédures mises en place ne permettaient pas de distinguer les aspects captation (*attention getting*) et maintien de l'attention (*attention holding*) pas plus d'ailleurs qu'elles ne permettaient de distinguer ces effets de l'éventuelle valeur renforçante des stimuli. Le protocole expérimental que nous avons développé, ainsi que le dispositif que nous avons conçu, nous a permis de distinguer les valeurs fonctionnelles que les stimuli pouvaient acquérir, c'est-à-dire leur valeur d'élicitation d'une réponse d'orientation, de maintien et de renforcement de l'attention et de mesurer l'impact de ces valeurs sur l'habituation au cours du temps. Cette étude a donc permis de démontrer que la valeur fonctionnelle d'un stimulus était une autre caractéristique pouvant influencer les réponses d'orientation et leur habituation, et que cette valeur fonctionnelle des stimuli devait être clairement identifiée dans les protocoles expérimentaux utilisés. Cette étude m'a aussi permis de constater à quel point l'analyse critique des protocoles expérimentaux était importante. Les résultats de cette recherche ont été publiés en 1996 dans le *Journal of Experimental Child Psychology*.

Je garde un très bon souvenir de ma formation à l'Uqam. Je pense notamment à plusieurs professeurs dont les cours ont marqué ma formation : Jacques Beaugrand (qui travaillait sur la dominance agonistique chez les poissons et qui nous faisait cours en méthodologie de la recherche et plus particulièrement sur l'observation directe des comportements), Jean Bélanger (conditionnement et apprentissage), Robert Proulx (statistiques, informatique), Robert J. Vallerand (psychologie sociale, motivation), et évidemment Gérard Malcuit et Andrée Pomerleau.

Pour satisfaire les exigences de la maîtrise, je devais faire un stage de recherche. À l'époque, une convention venait d'être signée entre l'Uqam et l'Université Paris 5 (aussi appelée René Descartes). J'ai donc profité de cette convention pour faire mon stage sous la houlette de Roger Lécuyer, alors maître de conférence de cette université, au *Laboratoire de psychologie du développement et de l'éducation de l'enfant*, situé à cette époque rue Serpente à Paris. Ce laboratoire était dirigé par Marie-Germaine Pêcheux. Lécuyer collaborait avec Gérard Malcuit sur le thème de l'habituation. Mon stage s'est déroulé sur une période de 4 mois, de septembre à fin décembre 1988. C'est au cours de ce stage que j'ai eu l'occasion de rencontrer J.C. Sperandio, professeur à l'Institut de psychologie et ami de Roger Lécuyer, qui enseignait l'ergonomie dans le même bâtiment, et ainsi d'en apprendre un peu plus sur l'ergonomie lors de déjeuners forts sympathiques auxquels j'étais convié. À la fin du stage, je suis reparti à Montréal pour terminer ma maîtrise.

Ma venue en France...

Je suis revenu à Paris en 1989 pour faire le DESS⁴ d'Ergonomie (1990) et le DEA⁵ de processus cognitifs (1991) à l'Université Paris 5. Au cours de ce DESS, j'ai rencontré Dominique Scapin, alors directeur de recherche dans l'équipe projet « Psycho-Ergo » de l'Inria (*Institut national d'informatique et d'automatique*) à Rocquencourt, équipe dirigée à cette époque par André Bisseret. Dominique nous faisait un cours sur l'ergonomie des logiciels, une discipline qui m'a beaucoup intéressé. J'ai fait mon

⁴ DESS : Diplôme d'études supérieures spécialisées

⁵ DEA : Diplôme d'études approfondies

stage de DEA sous sa supervision. C'est lors de ce stage que j'ai commencé à travailler sur les critères ergonomiques. À la fin de mon DEA s'est posée la question de faire une thèse (j'en parle plus loin). Il s'en est fallu de peu pour que je ne poursuive pas en ergonomie...

À l'époque, j'avais eu l'occasion de participer à une expérience sur le conditionnement ventilatoire menée par Jorge Gallego, qui travaillait avec Pierre Perruchet à l'Université Paris 5. Ils venaient de déposer une demande de financement pour un projet de rééducation ventilatoire de polytraumatisés, en partenariat avec l'hôpital de Garche, et cherchaient un éventuel doctorant. Mon CV les avait intéressés en raison de mon expérience à l'Uqam en milieu hospitalier et ma formation en conditionnement et apprentissage. Mais leur projet n'a pas reçu le financement attendu et, en l'absence de financement, je ne pouvais poursuivre en thèse avec eux.

Les années Inria...

En parallèle, j'étais en discussion avec Pierre Falzon et Dominique Scapin, tous deux directeurs de recherche à l'Inria. Mes penchants pour les aspects méthodologiques m'ont fait opter pour le sujet de thèse que proposait Dominique Scapin. J'ai donc entrepris une thèse à l'Inria sous la direction conjointe de Sperandio et Scapin. Sperandio, professeur à Paris 5, était alors conseiller scientifique de cette équipe-projet. Ce fut une période très enrichissante et très stimulante. L'équipe « Psycho-Ergo » qui m'a accueilli comportait plusieurs chercheurs parmi lesquels Suzanne Sebillotte, Willemien Visser, Françoise Détienne, Pierre Falzon, André Bisseret et de nombreux doctorants (Jean-Marie Burkhardt, Sophie Chatel, Françoise Darses, Laurence Perron, Béatrice Cahour, Nathalie Bonnardel, Frédéric Aschehoug, Agnès Pollier...). Mon travail de thèse a porté sur la définition et la validation des *Critères Ergonomiques* pour l'évaluation des systèmes interactifs. Il faisait suite au travail de Frédéric Aschehoug qui avait compilé près de 800 recommandations pour la conception des interfaces homme-machine, dont il fit son sujet de thèse, et à ceux de Dominique qui avait entrepris de les « organiser ». Nos travaux étaient tout à fait dans l'air du temps, car les chercheurs et développeurs d'IHM étaient en attente de recommandations pour la conception. Ces recommandations étaient en grande partie issues d'études de psychologie expérimentale. Les documents de référence au début des années 80 étaient ceux de Smith et Mosier (1986). Ces auteurs avaient compilé 942 recommandations pour la conception. Près de 10 ans plus tard, Jean Vanderdonck (1995) publiait un recueil qui en comportait plus de 3000 !

Ce grand nombre et l'absence de structuration posaient un problème d'utilisation. En effet, comment trouver, sélectionner et appliquer les recommandations pertinentes lors du développement d'applications ? Ces difficultés étaient telles que des équipes se sont regroupées et se sont mises à développer des outils pour les intégrer au cycle de conception et de développement des logiciels (*Tools for Working with Guidelines*). Ces travaux, auxquels j'ai contribué, ont occupé un groupe de travail pendant quelques années. La dernière publication sur ce thème est parue en 2001 et les travaux de ce groupe ont cessé en raison du fait que très peu des recommandations disponibles pouvaient être automatisées et intégrées dans des outils de génie logiciel.

Une autre stratégie que nous avons adoptée a consisté à synthétiser ces connaissances. C'est ainsi que sont nés nos « *Critères Ergonomiques* » ! Dominique Scapin avait regroupé 800 recommandations en 18 catégories regroupées en 8 dimensions principales. Ces groupes se sont vu attribuer une « étiquette », un nom, que nous avons appelé « *Critères* ». Mon travail de thèse a consisté : 1) à définir ces critères, à proposer des illustrations, des justifications et des explications permettant de les distinguer les uns des autres ; 2) à vérifier leur compréhension dans des tâches de détection des défauts de conception de logiciels ; et enfin, 3) à les comparer à la norme ISO 9241-10 qui proposait des « Principes de dialogue » proches des critères. Ces différents travaux ont donné lieu à plusieurs publications⁶.

C'est au cours de cette période que j'ai eu l'occasion de participer à la conférence internationale CHI⁷

⁶ Bastien, J. M. C., & Scapin, D. L. (1995). Evaluating a user interface with ergonomic criteria. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 7, 105-121.

Scapin, D. L., & Bastien, J. M. C. (1997). Ergonomic criteria for evaluating the ergonomic quality of interactive systems. *Behaviour & Information Technology*, 16, 220-231.

⁷ CHI : Computer Human Interaction

de l'ACM⁸ et aux conférences nationales ErgoIA⁹ et IHM¹⁰ (soutenues par l'AFHIM¹¹). Pour ces deux dernières conférences, j'ai participé aux comités d'organisation et aux comités scientifiques pendant plusieurs années. Ces conférences m'ont permis de rencontrer les chercheurs français qui travaillaient en IHM (par ex., les membres des équipes de Toulouse, Philippe Palanque, Remi Bastide, Christelle Farenc ; celles de Grenoble, Joëlle Coutaz, Laurence Nigay ; celles de Paris, Michel Beaudoin-Lafon ; etc.), et aussi des chercheurs anglo-saxons (par ex., Nigel Bevan, qui était impliqué dans la normalisation à l'ISO, Marc Hassenzahl qui a développé le concept d'expérience utilisateur, Jurek Kirakowski qui a développé le questionnaire de satisfaction Wammi¹² pour les sites Web, et bien d'autres).

Ces *critères ergonomiques* ont eu un grand impact, tant au niveau « universitaire » qu'au niveau des praticiens et sont toujours utilisés et cités. Plusieurs sociétés de conseil en ergonomie des logiciels (par exemple, *Usabilis* ou encore *ErgoWeb Canada* au Québec) les utilisent dans leurs prestations d'évaluation, ils les ont illustrés et ont formé des gens à leur utilisation. Des collègues québécois les ont inclus dans une application (un *plug-in* pour être précis) permettant de réaliser une inspection ergonomique de sites Web (<https://capien.co/fr>). Ce *plug-in* permet de faire des captures d'écran des pages et parties de pages Web, de les annoter, de leur associer un critère, de décrire le problème, et de proposer des solutions. Cet outil permet ensuite de générer un rapport d'inspection pouvant être partagé.

Toutefois, si les *Critères Ergonomiques* sont largement utilisés par les francophones, notamment grâce au rapport technique de l'Inria (RT-156)¹³, peu de gens ont lu les publications scientifiques les concernant. En conséquence, peu de gens sont capables d'expliquer en quoi ces *Critères* se distinguent, par exemple, des « heuristiques » de Nielsen (dans les années 90) ou encore de la Norme ISO 9241-110. Mais ceux, pour la plupart des universitaires, qui ont lu ces articles, ont repris la méthodologie que nous avons utilisée pour développer d'autres critères. C'est le cas, par exemple, des critères pour la conception et l'évaluation des technologies persuasives développés par Alexandra Nemery, doctorante de mon collègue Éric Brangier et par Cédric Bach, un autre de ses étudiants, pour les interactions homme-environnements virtuels¹⁴.

Au cours de cette période, j'ai aussi eu l'occasion de participer à des projets européens, notamment un qui portait sur le commerce électronique. Dans le cadre de ce projet, j'ai eu l'occasion de travailler sur l'ergonomie des sites Web, un travail que j'ai aussi poursuivi à l'université. En contact avec Suzanne Sebillotte j'ai aussi pu me familiariser avec l'analyse et la modélisation des tâches et activités des utilisateurs/opérateurs. Les travaux de Suzanne et Dominique ont permis de développer une application permettant de décrire, modéliser et simuler des tâches utilisateurs. J'utilise cet outil, qui a été repris et mis à jour par mes collègues de Grenoble, dans mes cours (<https://github.com/lias-laboratory/kmade>).

La période Inria a été aussi très riche. Mais mes contacts professionnels concernaient surtout la communauté IHM et pas tellement la communauté des ergonomes. J'étais membre d'associations telles que l'ACM et l'AFIHM, mais pas de la SELF à laquelle je n'ai adhéré que quelques années plus tard. Les travaux de Dominique et Suzanne tournaient autour des méthodes pour la conception et l'évaluation des systèmes interactifs et étant proche de la communauté des informaticiens, j'étais loin des débats qui portaient sur la distinction « tâche/activité ». Ces deux faces d'une même pièce étaient, il me semble, toujours présentes dans les analyses et les modélisations qui étaient réalisées pour spécifier les systèmes interactifs. L'Inria a publié une excellente vidéo sur la démarche de l'équipe (<https://mediatheque.inria.fr/videotheque/media/33238>). Bien qu'elle date, elle a été réalisée en 1994, j'utilise toujours cette vidéo dans mes cours.

⁸ ACM : Association for Computing Machinery

⁹ ErgoIA : Ergonomie et informatique avancée

¹⁰ IHM : Interaction homme-machine (ou aussi, selon le contexte : Interface homme machine)

¹¹ AFIHM : Association francophone d'interaction homme-machine

¹² Wammi : website analysis and measurement inventory (Kirakowski, 1998)

¹³ Christian Bastien, Dominique Scapin. *Ergonomic criteria for the evaluation of human-computer interfaces*. RT-0156, INRIA. 1993, pp.79. (inria-00070012v1)

¹⁴ Cédric Bach, Dominique Scapin. *Critères Ergonomiques pour les Interactions Homme-Environnements Virtuels : définitions, justifications et exemples*. [Rapport de recherche] RR-5531, INRIA. 2005, pp.47. (inria-00070476v2)

Retour au Québec, au CRIM (Centre de recherche informatique de Montréal)...

En fin de thèse, sous l'impulsion de Jean-Marc Robert, qui avait fait son doctorat à Paris 5 sous la direction de J.C. Sperandio, devenu ensuite professeur à l'École Polytechnique de Montréal, j'ai été contacté par la directrice de l'équipe « Interaction Personnes-Système » du CRIM, Frances De Verteuil. Elle souhaitait m'inviter à Montréal pour rencontrer les membres de l'équipe, ce que j'ai évidemment accepté. J'ai eu l'occasion d'y présenter mes travaux au cours d'un séminaire public. À la suite de quoi, après avoir rencontré tous les membres de l'équipe, Frances De Verteuil m'offrait un poste de chercheur. Je suis donc parti à Montréal à l'été 1995, comme de nombreux laboratoires de recherche, était un centre financé en partie par des fonds publics et en partie par des contrats privés. L'équipe dans laquelle je me suis retrouvé était composée de personnes venant d'horizons très divers (communication, physique, informatique, psychologie...) ce qui constituait une richesse pour répondre aux demandes des industriels.

En France, de nouveau : les années Paris Descartes...

Mon passage au CRIM n'a cependant duré qu'une dizaine de mois, des raisons personnelles et familiales m'ayant fait revenir en France. À mon retour en France, j'ai continué à travailler avec Dominique Scapin à l'Inria en tant qu'ingénieur-expert. Après ma thèse, j'ai obtenu en 1998 un poste de maître de conférences à l'Université Paris 5-René Descartes au sein du Laboratoire d'Ergonomie Informatique (LEI) dirigé par J.C. Sperandio. J'y suis resté jusqu'en 2007. Ce laboratoire était en charge, entre autres enseignements, du DESS d'ergonomie, que j'avais suivi comme étudiant en 1989 et dont le programme était orienté vers l'informatique et ses applications. Mon enseignement s'y insérait facilement. Au cours de cette période, j'ai poursuivi mes travaux de recherche sur les méthodes de conception et d'évaluation des systèmes interactifs. J'ai aussi saisi l'occasion de travailler sur de nombreux sujets, tous en lien avec l'ergonomie des systèmes interactifs. Ce fut une période très intense. J'ai également participé à plusieurs projets industriels (Capgemini, Eurocontrol, France Télécom, DGA, Novociné S.A., Sagem, Thalès, Thomson-CSF, Visual Friendly, Cité des Sciences, etc.). Ces projets ont concerné, par exemple, la conception d'interfaces pour bébés, l'évaluation d'interfaces pour le contrôle aérien, etc. Dans ce domaine, notamment, j'ai fait la rencontre de David Hugh à Eurocontrol, qui avait développé une interface pour le contrôle aérien. La particularité de son système tenait au fait qu'il détectait les conflits potentiels entre avions, mais laissait à l'opérateur la possibilité de tester en temps réel des solutions de résolution. Nous avons réalisé des tests utilisateur de son système.

J'ai co-encadré (avec Sperandio) ma première doctorante, Gaëlle Genieys-Dufour. La thèse était financée par France Télécom et portait sur l'« Analyse de l'activité de gestion de la disponibilité en communication médiatisée synchrone ». Quelques années plus tard, j'ai co-dirigé une autre thèse, cette fois avec Régis Mollard, professeur d'ergonomie physiologique à Paris 5, financée par le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC). Cette co-direction s'est poursuivie après 2007, après avoir rejoint l'équipe d'Éric Brangier à l'université Paul Verlaine de Metz. Les travaux d'Anaïs Mayeur, encadrés par Roland Brémond du LCPC, ont porté sur l'impact de l'activité de conduite automobile sur la détection de cibles en fonction des niveaux de visibilité. Il s'agissait donc de fournir aux concepteurs d'éclairages routiers des recommandations afin de faciliter la détection de cible lors de la conduite. L'intérêt des travaux a été de proposer des études de laboratoire suivies d'études de terrain sur circuit fermé.

Au cours de cette période, j'ai participé à la création de la société Yuseo, une société de conseil en ergonomie du Web, avec un ancien étudiant du master d'ergonomie. C'étaient les débuts de l'ergonomie des sites Web et nous avons mis en place un site, « L'ergonome.org », qui nous permettait de publier des articles sur le sujet. Je rédigeais de courtes synthèses accompagnées de références sur des thèmes tels que « La crédibilité des sites Web », « Les focus groups », « Les normes », etc. et nous avons mis en place des formations à l'ergonomie des sites Web. Cette aventure a duré près de cinq ans.

Toujours au cours de cette période, j'ai eu l'occasion de rencontrer Éric Brangier, qui était maître de conférences à l'Université de Metz et qui soutenait son HDR¹⁵ parrainée par J.C. Sperandio. J'avais envie de bouger et nous avons commencé à discuter des possibilités de mutation, d'autant que Sperandio partait en retraite en 2005.

¹⁵ HDR : habilitation à diriger des recherches

L'Université de Metz et de Lorraine...

J'ai donc déposé une demande de mutation qui a été acceptée et j'ai intégré, en septembre 2007, l'équipe ETIC (*Expériences utilisateurs dans le Traitement des Interactions technologiques et des Conduites humaines et sociales*) que dirigeait Éric au sein du laboratoire Interpsy dirigé par Alain Trognon. Sous la pression amicale d'Éric Brangier j'ai rédigé mon HDR que j'ai soutenue le 27 novembre 2008. Le titre de cette habilitation est « *L'évaluation ergonomique des systèmes interactifs, d'information et de communication : questions de méthode, questions de recherche* ». Après avoir été qualifié, j'ai candidaté et obtenu un poste de professeur à l'Université de Metz en septembre 2011. J'ai pris la direction du laboratoire en 2012 jusqu'en décembre 2021.

Depuis mon arrivée à Metz, j'ai dirigé (ou co-dirigé) et fait soutenir 10 thèses. Trois autres sont en cours. En plus des thèses que j'ai encadrées ou co-encadrées, j'ai été invité à plus de 40 jurys de thèse, comme rapporteur et examinateur et pour un certain nombre comme président. Plus de la moitié de ces thèses étaient en informatique. J'évoque ces éléments, car ils sont évidemment liés à mes thématiques de recherche. Quatre de ces thèses soutenues ont été financées par des contrats Cifre et se sont donc déroulées en entreprise. Les thématiques de ces thèses étaient bien évidemment liées à des problématiques des entreprises, mais toujours en lien avec mes thématiques de recherche. Des travaux ont été réalisés par exemple sur l'application d'une nouvelle taxonomie à la conception et l'évaluation ergonomique de systèmes de réalité augmentée pour le fantassin et sur les problèmes de perception des distances que posent ces systèmes (travaux réalisés chez Sagem par Thomas Dazenièr). Chez Alcatel Lucent Bell Labs, des travaux réalisés par Florentin Rodio ont porté sur une approche multimodale pour l'évaluation d'applications de communication innovantes. Il s'agissait plus particulièrement d'articuler et de combiner plusieurs méthodes, métriques et indicateurs afin d'améliorer la qualité de la mesure de l'expérience utilisateur. L'analyse de ces données a fait appel à deux techniques de triangulation à savoir les multifacettes et les multimesures. Un peu plus éloignée des méthodes d'évaluation, une autre thèse Cifre a été réalisée chez Renault. En dépit du nombre important d'ergonomes travaillant sur les systèmes d'info-divertissement embarqués dans les véhicules Renault, des plaintes de clients concernaient ces systèmes. Il s'agissait donc de comprendre ce qui dans le processus de conception n'avait pas été pris en compte. Cette étude a été abordée sous l'angle du « gap » recherche-pratique et des méthodes ergonomiques utilisées ou non en conception. J'ai eu plaisir à travailler avec les collègues Chalandon, Moiselet et Thianche. Une autre thèse Cifre a été réalisée chez un autre constructeur automobile, PSA. Il s'agissait ici, pour la doctorante Lisa Jeanson, d'expliquer les « erreurs » de montage sur chaîne dans une perspective de charge mentale. Ces travaux ont permis des modifications importantes sur les chaînes, modifications qui ont permis de réduire les « erreurs ».

Les thèses financées par des contrats doctoraux ont porté sur l'analyse de données oculométriques en recherche d'information sur Internet, sur la caractérisation des performances utilisateurs et sur les technologies persuasives. Les données oculométriques ne sont pas faciles à analyser et à interpréter. On obtient des « *scanpaths* », des « *heatmaps* », on utilise de nombreuses métriques telles que le nombre de fixations sur des éléments d'une page, le temps passé à explorer différentes zones d'une page, etc. Une des stratégies d'analyse consiste à découper les contenus d'une page en « zones d'intérêt » et à comptabiliser l'ordre d'exploration de ces zones, le nombre de fixations et les durées dans chacune de ces zones. Il s'agit là d'un découpage réalisé par le chercheur à l'aide des logiciels fournis par les constructeurs de matériels. Nous avons cherché à identifier ces « zones d'intérêt » non pas à partir des jugements du chercheur, mais en fonction des comportements des utilisateurs, de façon à pouvoir les identifier automatiquement. Nous avons ainsi testé plusieurs algorithmes de détection de ces zones d'intérêt à partir des points de fixation visuelle.

Par ailleurs, nous avons tenté de reproduire l'étude de Nielsen publiée en 2006, largement citée, qui montrait que l'exploration visuelle des pages Web se déroulait suivant une forme de « F » (le *F-Shape*). Cette idée que « tous » les internautes exploraient une page Web à peu près de la même façon nous questionnait. Nous n'avons pas réussi à reproduire ces conclusions même avec un échantillon de plus d'une centaine de participants. Nous avons donc essayé de caractériser les comportements d'exploration des pages Web et de « classifier » les internautes en fonction de leurs comportements. Ces études ont montré l'existence de « patterns » d'exploration des pages Web, sans que ces derniers soient propres aux individus. La visualisation et l'analyse des données oculométriques font actuellement l'objet de la

thèse de Kevin Falzone. Ces visualisations permettent notamment de comparer très facilement les internautes¹⁶. Pour expliquer ces patterns d'exploration, on cherche à savoir s'ils ne pourraient pas être liés à des styles cognitifs. On cherche aussi à savoir si des techniques d'analyse statistique telles que les *T-Patterns* ou les *Frequency profils* ne pourraient pas nous éclairer sur la dynamique de ces comportements de recherche visuelle d'information.

En 2010, avec Éric Brangier, nous avons publié un chapitre intitulé « L'évolution de l'ergonomie des produits informatiques : accessibilité, utilisabilité, émotionnalité et influençabilité »¹⁷. Dans ce texte, nous avons présenté brièvement les travaux de Fogg sur les technologies persuasives, c'est-à-dire des technologies visant à induire des changements d'attitudes et de comportements. Cette thématique a été peu étudiée en France, mais a fait l'objet de travaux au sein de notre laboratoire et au sein du Laboratoire Informatique de Grenoble et à l'ESTIA (École supérieure des technologies industrielles avancées). Avec Gaëlle Calvary, de Grenoble, nous avons créé en 2011 un groupe de recherche, « PISTIL » (Persuasive Interaction for Sustainable ILity) au sein de l'AFIHM pour fédérer les travaux autour des technologies persuasives dans le domaine du développement durable. Ce groupe a permis de produire 2 numéros spéciaux du Journal d'Interaction Personne-Système (JIPS) en 2015¹⁸ et en 2020¹⁹. J'ai encadré une thèse critique réalisée par Laura Déléant sur les éléments des sites Web qui étaient censés « influencer » les internautes.

En 2021, après deux tentatives infructueuses, nous obtenons un financement de l'ANR (*Agence nationale de la recherche*) pour le projet ePsyCHI (*Ingénierie des systèmes d'aide au changement de comportement : des théories en psychologie à l'interaction homme-machine*, ANR-21-CE38-007-02). Ce projet est porté par Yann Larillau du Laboratoire Informatique de Grenoble. J'y participe avec Guillaume Rivière de l'ESTIA, Valérie Fointiat et Laura Barbier de l'Université Aix-Marseille, et de Sybille Caffiau de Grenoble. Ce projet a pour objectif la définition d'un ensemble de langages semi-formels, nommé ePsyCHI, permettant de formaliser, de relier et de rendre opérationnelles les théories-clés en psychologie du changement de comportement. À l'image d'UML²⁰ en génie logiciel, ce langage devrait servir d'outil commun aux deux communautés de recherche en informatique et psychologie, pour des recherches centrées sur les systèmes interactifs d'aide au changement de comportement. En psychologie, ce langage devrait permettre de formaliser les principales théories, participant ainsi à une meilleure compréhension. En IHM, ce langage permettra d'exploiter ces théories et de mieux concevoir ce type de système sans avoir à maîtriser l'ensemble de ces théories. L'origine de ce projet tient au fait, bien documenté dans la littérature scientifique, que les concepteurs de systèmes interactifs dits « persuasifs » ou les DBCI (*Digital Behavior Change Intervention*) connaissant mal les théories du changement en psychologie procèdent par « pick-and-mix », c'est-à-dire par sélection généralement peu justifiée et argumentée de théories et mécanismes de changement appartenant à des épistémologies différentes, voire incompatibles. Il devient par conséquent difficile de savoir ce qui, dans ces systèmes, induit des changements.

Il faut dire que leur tâche n'est pas simple. Suivant les auteurs, on convoque plus de 80 théories et modèles du changement ! Ce projet me ramène à mes premières recherches en conditionnement et apprentissage, car bien évidemment, un des mécanismes implémentés dans ces systèmes est le « renforcement » positif. Or son implémentation dans des systèmes interactifs démontre une incompréhension de la théorie sous-jacente. Sont confondues les notions de « feedback », de « renforcement » et de « récompense » tout comme la nature « primaire » ou « secondaire » des renforcements, ainsi que les préférences jamais évaluées pour les supposés « renforcements ». Des problèmes similaires se posent aussi pour les théories psychosociales du changement (par exemple, comment implémenter la théorie du *goal setting* ? Quel lien entre un objectif fixé par l'utilisateur et la

¹⁶ Falzone, K., Lemonnier, S., Grébert, T., & Bastien, C. (2023). Using Scarf Plots to Visualize Moment-to-Moment Visual Search Behavior on Websites Adjunct Proceedings of the 34th Conference on l'Interaction Humain-Machine, Troyes, France. <https://doi.org/10.1145/3577590.3589604>

¹⁷ Brangier, E., & Bastien, J. M. C. (2010). L'évolution de l'ergonomie des produits informatiques : accessibilité, utilisabilité, émotionnalité et influençabilité. In G. Valléry, M.-C. Le Port, & M. Zouinar (Eds.), *Ergonomie des produits et des services médiatisés : nouveaux territoires, nouveaux enjeux* (pp. 307-328). Presses Universitaires de France.

¹⁸ <https://jips.episciences.org/volume/view/id/159>

¹⁹ <https://jips.episciences.org/volume/view/id/426>

²⁰ UML : Unified Modeling Language

nature du feedback à lui fournir lors de l'atteinte de ces derniers ?). Les travaux que nous menons devraient permettre aux concepteurs de développer des systèmes plus cohérents sur le plan théorique et plus efficaces sur le plan pratique.

Un autre thème auquel je participe depuis quelques années avec des collègues du Loria²¹ (Didier Fass, Dominique Méry) et de l'UTBM²² (Franck Gechter) est l'intégration humain-système. Ces travaux sont de nature épistémologique et théorique. Un travail de thèse réalisée par Rémi Nazin (2019) et financé par la DGA (*Direction générale de l'armement*) a permis de jeter les bases d'un cadre conceptuel et formel permettant de rendre intelligibles les méthodologies et normes utilisées à travers des principes généraux. Une partie de ce travail a notamment permis de « formaliser » les critères ergonomiques et de proposer une ontologie de conception. Ce travail embryonnaire occupe toujours mes pensées. Actuellement, l'intégration humain-système est envisagée essentiellement du point de vue méthodologique. On tente d'articuler et d'intégrer les connaissances acquises en ergonomie physique/physiologique (anthropométrie, force, endurance, mouvement, etc.), cognitive (sensation, perception, attention, charge mentale, conscience de la situation, prise de décision, etc.) et organisationnelle (macro-ergonomie, culture organisationnelle, etc.). On réfléchit à un cadre théorique général pour la conception ergonomique de systèmes interactifs. Une première proposition a été publiée en 2020.

Participation à l'organisation professionnelle de l'ergonomie

Parallèlement à ces activités de recherche, j'ai participé aux activités de la section 16 du CNU (*Conseil national des universités*) en tant que membre nommé. J'ai réalisé un mandat et demi. Ce fut aussi l'occasion de convaincre les membres de la section, avec d'autres collègues ergonomes, de la nécessité de changer le nom de la section qui est devenue « Psychologie et Ergonomie ». Nous avons aussi réussi à faire accepter comme supports « qualifiants » les publications dans certaines conférences. La culture de la section ne reconnaissait comme « qualifiantes » que les revues et non les conférences. Or, en ergonomie et en interaction humain-machine, le processus de sélection des articles peut être tout à fait équivalent aux revues.

J'ai participé aux activités du Collège des Enseignants-Chercheurs en Ergonomie (CE2). Je me rappelle d'une des premières réunions qui s'est tenue au CNAM. C'était le 3 novembre 2003. Les échanges avaient été pour le moins animés. Qui était enseignant en ergonomie, qui ne l'était pas ? L'année suivante, un bureau élargi, composé de De la Garza, Falzon, Folcher, Prunier-Poulmaire, Six, Bourgeois-Bougrine, Burkhardt, Cabon, Daniellou et moi-même, a tenu une réunion dont l'ordre du jour portait sur un texte rédigé par François Daniellou sur la formation et la recherche en ergonomie, un autre texte sur les compétences en ergonomie rédigé par François Hubault et Xenophon Vaxevanoglou, et sur la préparation d'une rencontre avec des interlocuteurs au Ministère. Depuis cette époque – 20 ans déjà ! – les problématiques ont certes évolué, mais la discipline souffre encore aujourd'hui des problèmes de reconnaissance auprès de différentes instances et tutelles. Les membres actuels œuvrent toujours à la défense et au développement de la discipline... Les activités du groupe ont permis la création d'une certification « Ergonome Junior Certifié » et les discussions sur la reconnaissance d'un titre d'ergonome ont repris...

J'ai aussi contribué à la création de l'association Flupa en 2008 avec Gautier Barrère et Gérard Soisson qui étaient à l'époque fonctionnaires luxembourgeois. Il s'agissait d'une antenne (un « *Chapter* ») France-Luxembourg d'UPA (*Usability Professional Association*, qui est devenue depuis la *User eXperience Professional Association*, <https://uxpa.org>). L'objectif de Flupa est « de mettre à disposition des professionnels de l'UX francophones des espaces de discussion et de rencontre afin de leur permettre de développer leurs méthodes, leur réseau et leur pratique » (<https://flupa.eu/decouvrir-association/>). L'association compte aujourd'hui environ 4000 membres ! La SELF en compte un peu plus de 500, je crois...

Cet engouement pour l'expérience utilisateur n'est pas sans poser problème et il y aurait beaucoup à dire sur l'UX, ses motivations, ses fondements, ses prétentions, ses résultats, etc. Qui peut prétendre être

²¹ Loria : Laboratoire lorrain de recherche en informatique et ses applications (CNRS, Inria, Université de Lorraine)

²² UTBM : Université de technologie de Belfort Montbéliard

spécialiste UX ? Sur quelles formations s'appuie cette expertise ? Quel est le lien avec l'ergonomie des systèmes interactifs ? Est-on spécialiste UX dès lors que l'on développe des sites Web ou applications mobiles ? Issus d'horizons divers, les spécialistes actuels oublient souvent l'origine de ce terme et les liens on ne peut plus étroits avec l'ergonomie des systèmes interactifs.

Au cours de ces années, j'ai surtout été intéressé par les aspects méthodologiques en ergonomie et par le développement d'outils (par exemple, www.evalyzer.com). Mes travaux ont couvert un spectre large, allant des analyses de l'activité à la spécification détaillée pour l'interaction humain-machine/ordinateur/système. J'ai donc plutôt côtoyé la communauté IHM (participation aux conférences de l'AFIHM et ErgoIA) que la communauté des ergonomes, d'autant que tout ce qui concerne l'ergonomie des systèmes interactifs était plutôt marginalisé par la communauté des ergonomes. Certains disaient que nous ne faisons pas vraiment d'ergonomie !!! Je lisais récemment un article de Chignel, Wang, Zare et Li (2023) intitulé « *The Evolution of HCI and Human Factors: Integrating Human and Artificial Intelligence* »²³. Cet article est très intéressant car il présente notamment l'évolution du domaine de l'IHM et des Facteurs Humains. Ces auteurs rappellent qu'en 1983, la première conférence de l'ACM²⁴ a été organisée conjointement par l'ACM et la *Human Factors Society*. Les thématiques de l'époque permettaient aux deux communautés de travailler ensemble. Mais la focalisation sur l'opérateur pour les Facteurs Humains a écarté cette discipline de l'IHM qui a fini par remplacer l'opérateur par l'utilisateur...

Les systèmes interactifs ne sont plus seulement développés pour travailler ; ils se sont imposés partout, dans toutes les activités de la vie quotidienne. Le domaine de l'IHM s'est développé en s'appuyant sur les sciences cognitives, la sociologie, l'anthropologie, et la psychologie en intégrant par exemple, les théories de l'activité, la cognition distribuée et l'action située. Mais l'actualité va sans doute changer la donne. En effet, les progrès récents de l'intelligence artificielle (IA) reposent des questions qui occupaient déjà il y a des décennies les spécialistes des facteurs humains et de l'ergonomie.

Je ne m'étendrai pas sur la distinction entre les facteurs humains et l'ergonomie, car il s'agit selon moi des deux facettes d'une même pièce. Quand on fait de la conception détaillée des systèmes interactifs ou de l'intégration « humains-systèmes », on a besoin des connaissances issues des facteurs humains (analyse des contextes d'usage, exigences et conception, évaluation, connaissances sur le fonctionnement humain du point de vue comportemental et cognitif, physique et physiologique, ...) et ce d'autant que les systèmes sont complexes.

Parmi les questions/problèmes qui se posent face à l'IA on retrouve la nécessité de rendre ces systèmes compréhensibles pour les utilisateurs. Des recherches portent actuellement sur l'IA explicable (*explainable AI, XAI*) qui visent à améliorer la compréhension humaine et la performance du système humain-IA en fournissant aux utilisateurs les informations sur le comportement du système d'IA et ce afin d'augmenter la confiance en ces systèmes. Ces problématiques étaient déjà abordées avec les systèmes experts. Parallèlement, la littérature sur les facteurs humains s'est intéressée depuis longtemps à la manière de déterminer les besoins d'information de l'humain, sa charge de travail et la confiance accordée aux systèmes autonomes. Il n'y a qu'à voir les nombreux travaux autour des voitures autonomes, les thématiques de conscience de la situation, de charge de travail pour déterminer le contenu et la fréquence des explications, l'interruptibilité (à quel moment les systèmes d'IA peuvent/doivent-ils interrompre les opérateurs/utilisateurs ?), les travaux sur la supervision toujours d'actualité, la compatibilité cognitive, l'allocation des fonctions (que doit-on allouer à l'IA et quelles tâches réserver aux humains ?), etc. Tous ces systèmes d'IA nécessiteront des interfaces spécifiques.

Finalement, de l'interaction on s'oriente maintenant plutôt vers de l'intégration humain-système (ordinateur). Cette intégration devra être centrée humain. Au côté des aspects interaction/intégration, l'IA pourrait être utile pour le diagnostic, le pronostic et la prévention. Dans le domaine de l'ergonomie physique, par exemple, plusieurs études montrent qu'il est possible d'améliorer les méthodes d'analyse ergonomique grâce à l'utilisation combinée de l'intelligence artificielle et de capteurs portables. Les méthodes qui combinent les informations obtenues au moyen de capteurs physiques (IMU, accéléromètre, gyroscope, etc.) ou de capteurs tels que EMG, EEG, EKG/ECG, avec l'IA, offrent des perspectives intéressantes du point de vue du diagnostic, du pronostic et de la prévention notamment

²³ ACM Transactions on Computer-Human Interaction. Vol. 30 / 2, Article 17, pp 1-30 (<https://org/10.1145/3557891>)

²⁴ ACM SIGCHI : Association for Computing Machinery, Special Interest Group in Computer-Human Interaction

des troubles musculosquelettiques.

Mais l'actualité c'est aussi le changement climatique et le développement durable. L'ergonomie n'y échappe d'ailleurs pas. Les récents congrès de la SELF n'y sont pas insensibles ! On a vu aussi apparaître des numéros spéciaux sur des thèmes tels que « *The Human Factors in Designing Sustainable Systems* », ou encore des ouvrages on ne peut plus explicites comme « *Human Factors for Sustainability* ». Mais cette préoccupation n'est pas nouvelle. Elle devient simplement plus urgente. Les facteurs humains et l'ergonomie ont reconnu très tôt l'importance de la « durabilité » ancrée dans le bien-être humain. Cette préoccupation remonte aux années 1990. Lors du congrès de l'IEA (International Ergonomics Association) en 1994 à Toronto, qui a suivi le Sommet de la Terre de Rio, Nevil Moray avait exposé les défis mondiaux du développement durable. Bien que la réaction de la communauté HFE (*Human Factors Engineering*) ait été assez lente au départ, une multitude d'initiatives et de domaines de recherche ont été lancés. Ces initiatives ont débouché sur de nouveaux concepts tels que l'ergoécologie, l'ergonomie verte, l'ergonomie de la chaîne d'approvisionnement et la conception de systèmes de travail durables, etc.

Et cette préoccupation se retrouve aussi en IHM. J'ai déjà évoqué plus avant les technologies persuasives qui permettraient de susciter davantage de comportements « durables » mais aussi de développer des systèmes interactifs d'une part moins gourmands énergétiquement et plus « durables » dans leur conception.

Cet entretien, auquel Jean-Claude m'a convié, m'a pris beaucoup de temps. Son invitation date de janvier 2022 je crois. Mais ce fut un exercice très intéressant. Tout près de la retraite, je me rends compte que j'ai encore beaucoup de projets, et toujours autant d'intérêt. J'espère pouvoir continuer encore quelques années.

Merci Jean-Claude de m'avoir donné l'occasion de revenir sur mon parcours et de me remémorer tous ces bons moments avec tous mes collègues.