

METHODE POUR LA CARACTERISATION DU LIEN ENTRE CONCEPTION D'UN VEHICULE AUTOMOBILE ET BIEN-ETRE DU CONDUCTEUR

Marius BERTIN¹⁻², Jean-Bernard BLUNTZER¹, Morgane ROGER¹, Jean-Claude SAGOT¹, Laetitia DEL FABBRO²

¹ Univ. Bourgogne Franche-Comté, UTBM, IRTES EA7274, ERCOS, F-90100 Belfort, France

² RENAULT – Direction de l'Innovation et de la Recherche – Guyancourt, France.

Résumé : Les constructeurs automobiles doivent sans cesse innover afin de rester des acteurs majeurs du marché. Dans ce contexte et à travers l'intérêt croissant de la communauté scientifique et du public pour le bien-être, une nouvelle problématique de recherche autour du bien-être dans le développement d'un véhicule automobile a été identifiée comme porteuse d'innovations. Après avoir défini cette notion et exposé la pertinence d'adopter une vision plus holistique du bien-être dans le processus de conception, nous proposons dans cet article une méthode permettant de caractériser la manière dont celui-ci est aujourd'hui pris en compte dans le développement d'un véhicule automobile. S'agissant d'une approche émanant du terrain, nous présentons ensuite une analyse permettant d'évaluer l'objectivité de la méthode.

Mots clés : Design Process, Automotive Industry, Domain Mapping Matrix, Well-Being

1 INTRODUCTION

Un intérêt croissant pour le bien-être est observé ces dernières années et les concepteurs de produits proposent un nombre croissant de solutions dans ce sens. Dans le domaine de la recherche, un nombre important de travaux portent sur l'intégration du facteur humain dans le processus de conception d'un produit, comme par exemple en intégrant l'ergonomie [1]. De manière plus spécifique, le rôle du produit dans le développement personnel d'un individu et de son bien-être commence à être étudié [2]. Ainsi plusieurs travaux de recherches s'intéressent à l'intégration du bien-être dans la conception de nouveaux produits et services, comme par exemple le positive design [3], le positive computing [4] ou le design for happiness [5].

Les entreprises en général, et celles du secteur de l'industrie automobile en particulier, sont depuis de nombreuses années confrontées à une concurrence accrue, ce qui les pousse à renouveler sans cesse leurs produits et à proposer des coûts toujours plus compétitifs [6]. En raison d'une part d'un niveau d'exigence élevé des performances en termes de Qualité – Coûts – Délais et d'autre part de la montée en puissance d'une concurrence mondiale, les constructeurs automobiles doivent sans cesse pouvoir proposer des innovations tout en conservant leur identité de marque afin de rester des acteurs majeurs sur le marché [7]. Dans ce contexte, les constructeurs sont amenés à proposer fréquemment de nouveaux véhicules intégrant de nouvelles fonctionnalités, tant techniques que d'usage, permettant d'offrir de nouvelles prestations au client [8].

Ainsi une nouvelle problématique de recherche autour du bien-être a été identifiée comme porteuse et source d'innovation par Renault. Des travaux de recherches ont été engagés autour de l'intégration du bien-être du conducteur de demain dans le processus de conception d'un véhicule automobile.

Après avoir défini la notion de bien-être et exposé la pertinence d'adopter une vision plus holistique du bien-être dans le processus de conception, nous proposons dans cet article une méthode permettant de caractériser la manière dont le bien-être est aujourd'hui pris en compte dans le développement d'un véhicule automobile. S'agissant d'une approche émanant du terrain, nous présentons ensuite une analyse permettant d'évaluer l'objectivité de la méthode.

2 ETAT DE L'ART ET OBJECTIFS DE LA RECHERCHE

Afin d'intégrer dans le processus de conception la notion bien-être, il s'agit tout d'abord de définir cette dernière. Le bien-être est apparu très tôt dans l'histoire de la philosophie et de la psychologie. Ainsi, pour Aristippe (435 av. J.-C.), l'ambition ultime de l'humain était de ressentir un maximum de plaisir, définissant ainsi la notion d'hédonisme. De cette manière, le bien-être était considéré comme la somme des expériences hédoniques qu'un individu pouvait vivre. Plusieurs siècles plus tard, Kahneman [9] étendit cette notion à toute les expériences plaisantes (i.e. émotions positives) et ainsi définit le concept de bien-être subjectif. Cependant, bien que les émotions positives contribuent au bien-être, il fut considéré qu'elles ne pouvaient être une condition suffisante pour garantir celui-ci. Ainsi, afin d'obtenir une vision plus holistique du bien-être, la notion d'eudémonisme fut introduite en psychologie, prenant ainsi en compte de nouvelles caractéristiques telles que l'engagement, le sens, la réalisation de soi, etc. Aujourd'hui de nombreuses théories du bien-être combinent ces deux points de vues, telle que la définition proposée par Seligman [10], selon laquelle le bien-être est caractérisé par un ensemble de cinq facteurs : les émotions positives (*positive emotions*), l'engagement (*engagement*), les relations sociales (*relationships*), le sens (*meaning*) et l'accomplissement (*accomplishment*). Les émotions positives correspondent à la composante hédonique du bien-être (la joie, le plaisir, la confiance, etc.). L'engagement correspond à un état psychologique dans lequel un individu se sent complètement absorbé dans une activité et correspond à l'état de *flow*, tel que défini par Csikszentmihaly [11]. Les relations sociales font références aux interactions sociales. Le sens correspond au sentiment qu'un individu peut ressentir lorsqu'il participe à une activité qui le dépasse (« feeling of belonging and serving something larger than the self ») [10]. Enfin, l'accomplissement peut être défini en terme d'achèvement lorsque l'individu a atteint un objectif particulier, et en terme de maîtrise (compétence) dont une personne peut faire preuve, dans un domaine particulier [12].

Comme évoqué dans l'introduction, l'objectif des travaux de recherche est d'intégrer cette notion au sein du processus de conception d'un véhicule automobile en proposant à terme des outils et des méthodes à destination des concepteurs.

Dès lors, dans le contexte de l'industrie automobile, il est aujourd'hui communément admis qu'il est nécessaire d'intégrer les vues expertes en amont du processus de conception [13] [14], telles que les vues fabrication, assemblage, etc. Ainsi, il s'agit pour nous d'utiliser la même approche et d'intégrer la notion de bien-être dès les premières phases de conception du véhicule. Ces travaux d'intégration des vues en amont du processus ont abouti à un grand nombre de méthodes et outils d'aide à la conception prenant en compte les spécifications provenant d'acteurs métiers différents. Ces travaux ont été communément associés dans la littérature à une approche de Design for X (DfX), où X peut être l'assemblage, la maintenance, etc. [15].

Cependant, dans le processus de conception d'un véhicule automobile, le bien-être semble être déjà pris en compte dans une certaine mesure. En effet, le confort du passager est pris en compte (*Design for Comfort*) [16] [17], l'ergonomie est intégrée (*Design for Ergonomics*) [18], de nombreuses spécifications existent afin de réduire les vibrations et améliorer le confort acoustique (*Design for Vibration*) [19], des travaux sont réalisés pour intégrer le style le plus tôt possible dans la conception (*Design for Aethetics*) [20], etc. Mais dans ces approches le bien-être tel que défini dans le modèle de Seligman [10] n'est pas traité comme une finalité, mais juste comme une conséquence potentielle. Nous considérons ainsi que la prise en compte actuelle du bien-être est opportuniste.

Afin de fonder les bases d'une future intégration systématique du bien-être dans le processus de conception d'un véhicule automobile, il est nécessaire de caractériser objectivement la manière dont le bien-être est aujourd'hui pris en compte dans l'industrie automobile. Le présent article propose ainsi une méthode permettant de réaliser cette caractérisation en définissant le lien qui existe entre le bien-être et la conception d'un véhicule automobile. Nous proposons donc la première hypothèse de travail selon laquelle il est possible de caractériser le lien entre le bien-être et la conception d'un véhicule automobile (hypothèse 1). Sur la base de cette première supposition, nous proposons la seconde hypothèse de travail selon laquelle cette caractérisation est objective (hypothèse 2).

3 CARACTERISATION DU LIEN ENTRE BIEN-ETRE ET CONCEPTION

Afin de caractériser la manière dont le bien-être est aujourd'hui intégré dans le processus de conception d'un véhicule automobile, nous nous appuyons sur le modèle de conception « Multi-Domains et Multi-Vues » (MD-MV) [21] combinant la vision transversale du modèle de la conception découpée en mondes et en domaines (domaine du projet, domaine du produit, etc.) [22] à la représentation systémique suggérant qu'un système peut être appréhendé selon au moins trois points de vue (structurel, fonctionnel et dynamique) [23]. Comme l'illustre la Figure 1, le processus de conception est ainsi découpé en un ensemble de domaines (domaine du projet, domaine du produit, domaine du process, etc.) pouvant être observés selon différents points de vue. Ainsi le véhicule automobile (domaine du produit) peut être appréhendé selon ses fonctions (point de vue fonctionnel), ses systèmes (point de vue structurel) ou encore ses lois de comportement (point de vue dynamique).

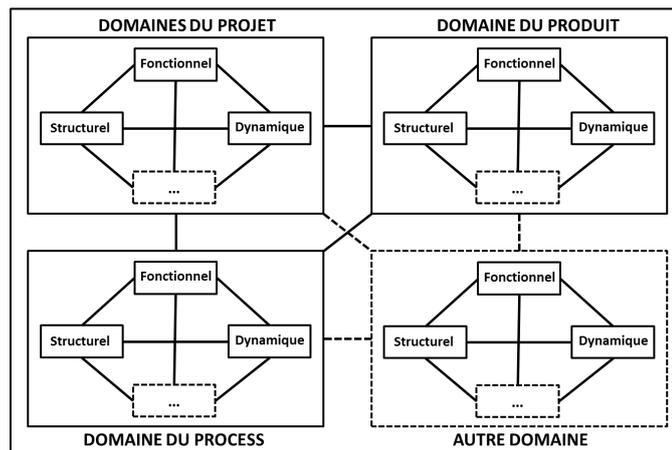


Figure 1. Modèle MD-MV

Ensuite nous suggérons d'assimiler la notion de bien-être à un nouveau domaine (Domaine du bien-être), composé des cinq facteurs : émotions positives, engagement, relation sociales, sens et accomplissement.

Ainsi, il s'agit pour nous d'établir le lien entre le domaine du bien-être et les différents domaines du processus de conception (cf. Figure 2).

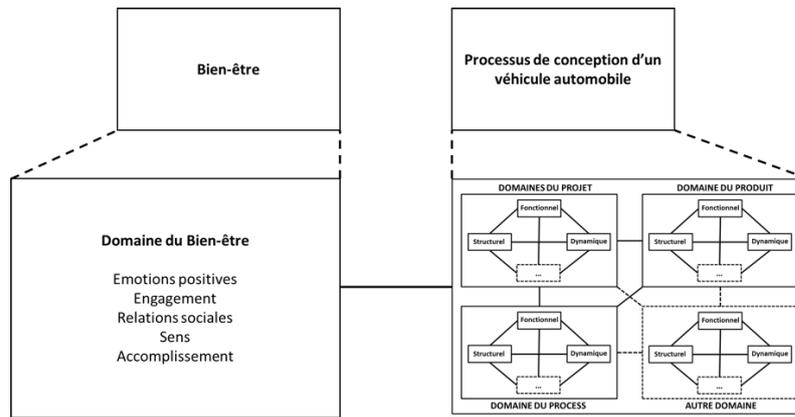


Figure 2. Lien Domaine du bien-être et MD-MV

Dans le modèle MD-MV, les différents domaines (appréhendés selon les différents points de vue) sont en interactions. En effet, il existe déjà un lien établi entre les fonctions du produit et les systèmes qui y répondent (lien point de vue fonctionnel – point de vue structurel du domaine du produit). De la même manière, il existe déjà un lien entre les fonctions du produit et les acteurs métiers intégrés au processus de conception (lien domaine du produit – domaine du projet). Il s’agit donc d’établir le lien entre le Domaine du bien-être et un seul des domaines du processus de conception.

Selon Tichkiewitch [24], « le processus de conception consiste à donner un ensemble de propositions permettant de décrire le produit (forme, dimension, moyen d’obtention) et répondant globalement à un cahier des charges ». Autrement dit, dans un processus de conception, les systèmes (point de vue structurel du domaine du produit) sont définis en réponse à un ensemble de spécifications, fonctions (point de vue fonctionnel du domaine du produit). De la même manière, les acteurs métiers sont déterminés en fonction des spécifications du produit. Ainsi le point de vue fonctionnel du produit est antérieur. Nous proposons donc d’établir le lien entre le Domaine du bien-être et le point de vue fonctionnel du Domaine du produit (Figure 3).

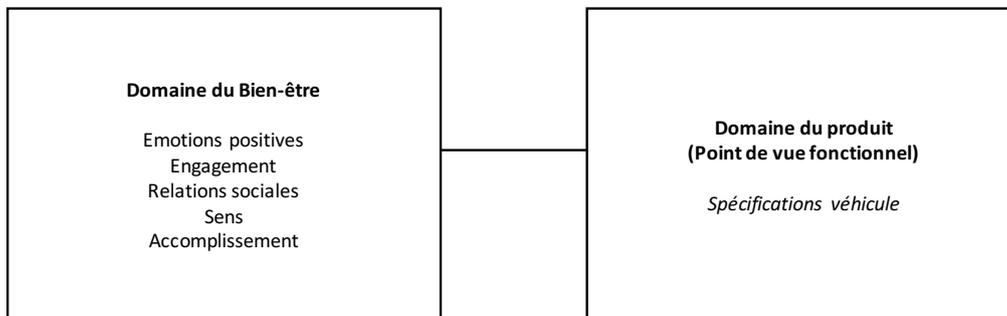


Figure 3. Lien Domaine du bien-être et Domaine du produit (point de vue fonctionnel)

Comme évoqué précédemment, nos recherches sont menées au sein de l’entreprise Renault. Dès lors, nous associons le point de vue fonctionnel du Domaine du produit aux grandes spécifications du véhicule (également appelées prestations clients). Dans le cadre de notre terrain d’investigations, elles sont au nombre de quatre-vingt-quatorze, parmi lesquelles : le confort acoustique, le confort ergonomique, la visibilité, la tenue de route, etc. Dans ce contexte, il s’agit d’établir le lien entre les cinq facteurs du bien-être (Domaine du bien-être) et ces quatre-vingt-quatorze prestations. Pour ce faire, nous suggérons d’utiliser des matrices inter-domaines (*Domain Mapping Matrix*) [15][25] permettant d’établir le lien qui existe entre les différents éléments de deux domaines (comme l’illustre la Figure 4, avec deux domaines quelconques A et B).

	B_1	B_2	B_3	B_4
A_1	x		x	
A_2		x		
A_3		x		x
A_4	x		x	
A_5				x
A_6	x	x	x	
A_7		x		x

Figure 4. Matrice inter-domaines entre deux domaines quelconques

Dans la pratique, il s'agit alors de renseigner une matrice comprenant les quatre-vingt-quatorze prestations à mettre au regard des cinq facteurs bien-être pré-identifiés dans la littérature et dont les coefficients $a_{i,j}$ sont soit égaux à 1 si la prestation P_i participe au facteur bien-être F_j , soit égaux à 0 dans le cas contraire (cf. Figure 3).

		Domaine du bien-être				
		Emotions positives	Engagement	Relations sociales	Sens	Accomplissement
Domaine prestations	Prestation 1	1	0	0	1	1
	Prestation 2	1	1	1	0	1

	Prestation 94	1	0	1	0	0

Figure 5. Matrice inter-domaines Prestations/Bien-être

Ainsi l'existence de cette matrice inter-domaine prestations/bien-être confirme l'hypothèse de travail selon laquelle il est possible de caractériser le lien entre le bien-être et la conception d'un véhicule automobile (hypothèse 1). Cependant, s'agissant d'une approche émanant du terrain, il est nécessaire de démontrer l'objectivité de cette analyse (hypothèse 2). Nous proposons donc de réaliser une analyse du degré d'accord inter-juges. Cette analyse est détaillée dans le paragraphe suivant.

4 ETUDE DE L'OBJECTIVITE DE LA MATRICE INTER DOMAINES PRESTATIONS/BIEN-ETRE

Nous avons demandé à deux experts du domaine prestations clients, de renseigner la matrice inter-domaines prestations/bien-être. L'analyse a été menée sur un échantillon de 25% - représentatif d'un point de vue *fonctionnel* selon les experts- des quatre-vingt-quatorze prestations. Une matrice inter-domaines prestations/bien-être vierge a été présentée aux deux experts ainsi qu'une fiche reprenant la définition des cinq facteurs bien-être. Il s'agissait pour eux d'indiquer d'une croix lorsque, d'après leur jugement, une prestation donnée favorisait un facteur bien-être. Les résultats ont ensuite été retranscrits en valeurs binaires, en donnant la valeur 0 aux cases laissées vides, et 1 aux cases renseignées d'une croix, de manière à obtenir des matrices inter-domaines sous la même forme que celle présentée en Figure 3.

Dans un premier temps, un pourcentage d'accord a été calculé sur l'ensemble des prestations considérées pour le test, donnant des accords compris entre 60 et 92% (Tableau 1). Afin de rendre plus robuste cette analyse, le coefficient k kappa de Cohen a également été calculé. En effet, l'utilisation de ce coefficient est commode dans les cas où l'accord est évalué entre deux juges, et contrairement à un simple calcul de pourcentage d'accord, il prend en compte le fait que l'accord puisse être dû au hasard [26]. Pour les facteurs engagement, relations sociales et sens, nous obtenons un kappa de Cohen respectivement égal à 0.45, 0.41 et 0.78 (Tableau 1). Selon la grille proposée par Landis et Koch [27], ces coefficients correspondent à des degrés d'accord moyens à satisfaisants. Comme indiqué dans la dernière colonne du Tableau 1, un test statistique a été réalisé, n'assurant

pas l'objectivité de la cotation mais permettant de rejeter l'hypothèse nulle selon laquelle les jugements des deux experts seraient indépendants [28].

Enfin, et comme mentionné dans d'autres études [29], le coefficient kappa de Cohen réagit mal aux situations où l'une des modalités est rare. Dans notre cas, comme presque toutes les prestations semblent favoriser les émotions positives (modalité 0 rare) et presque aucune prestation ne semble favoriser l'accomplissement (modalité 1 rare), le kappa de Cohen ne peut être calculé pour ces deux facteurs.

Facteurs bien-être	Accord en pourcentage	Kappa de Cohen	K (P-value)
Emotions positives	60	n/a	n/a
Engagement	72	.45	2.44 (<.05)
Relations sociales	84	.41	2.02 (<.05)
Sens	92	.78	3.92 (<.01)
Accomplissement	92	n/a	n/a

Tableau 1. Accord en pourcentage et Kappa de Cohen pour les cinq facteurs

Cette analyse du degré d'accord inter-juges permet d'affirmer que la caractérisation de la prise en compte actuelle du bien-être sur la base d'une matrice inter-domaine prestations/bien-être est relativement objective. Bien que l'utilisation de deux juges reste pertinente pour une étude d'accord inter-juges, comme le montre certaines études réalisées dans le secteur médical [29], il serait intéressant de confronter cette grille à un plus grand nombre d'experts. Ensuite, l'analyse montre que certaines composantes, telles que les émotions positives, mettent en avant un certain désaccord. Ainsi, afin d'optimiser cette caractérisation, il serait pertinent de construire des groupes de travail sous la forme de focus groups [30] avec un plus grand nombre de juges, durant lesquels un véritable consensus pourrait être obtenu, permettant alors de confirmer complètement l'hypothèse suggérant que la caractérisation du lien entre bien-être et conception du véhicule automobile est objective.

6 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

De nouveaux travaux de recherches ont été engagés autour de l'intégration du bien-être du conducteur de demain dans le processus de conception d'un véhicule automobile. Cependant, cette notion semble être déjà intégrée d'une manière opportuniste. Afin de fonder les bases d'une future intégration systématique, il est nécessaire de caractériser objectivement la manière dont le bien-être est aujourd'hui pris en compte. Cet article propose ainsi une méthode permettant de caractériser cette prise en compte en s'appuyant sur des matrices inter-domaines.

S'agissant d'une approche émanant du terrain, il a été nécessaire de réaliser une analyse évaluant l'objectivité de cette approche. Le calcul de degré d'accord entre deux experts a permis de montrer que l'approche était relativement objective. Cependant il serait pertinent à l'avenir de réaliser cette caractérisation en focus groupe, permettant ainsi d'obtenir un meilleur consensus entre les différents experts.

A terme, cette caractérisation nous permettra d'évaluer objectivement la manière dont le bien-être est aujourd'hui pris en compte dans la conception d'un véhicule automobile, en regards des facteurs définis par Seligman [10]. Les éventuels insuffisances et/ou déséquilibres qui seront mis en avant nous permettront alors d'être davantage pertinents dans nos préconisations pour une future prise en compte systématique du bien-être.

REFERENCES

- [1] Sagot, J.C., Gouin, V., Gomes, S., *Ergonomics in product design : safety factor. Safety Science Journal, special issue: safety in design*, Vol.41, No.2-3, pp 137-154, 2003.
- [2] Kamp, I., Desmet, P., *Measuring product happiness*, In CHI'14 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, ACM, pp 2509-2514, 2014.
- [3] Desmet, P. M., Pohlmeier, A. E., *Positive design: An introduction to design for*

- subjective Well-being*, International Journal of Design, vol. 7, n° 3, 2013, p.5-19.
- [4] Calvo, R.A., Peters, D., *Positive Computing*, MIT Press, 2014.
- [5] Pohlmeier, A. E., *Design for happiness*, Interfaces, vol. 92, n° 8-11, 2012.
- [6] Brissaud, D., Garro, O., *Conception distribuée, émergence. Conception de produits mécaniques, méthodes, modèles et outils*, 1998.
- [7] Snelders D., Morel, K. P. Havermans P., *The cultural adaptation of web design to local industry styles: a comparative study*, Design Studies, vol. 32, n° 5, 2011, p. 457-481.
- [8] Cagan, J., & Vogel, C. M., *Creating breakthrough products: Innovation from product planning to program approval*, Ft Press, 2002.
- [9] Kahneman, D., Diener, E., Schwarz, N., *Well-being: Foundations of hedonic psychology*, Russell Sage Foundation, 1999.
- [10] Seligman, M. E., *Flourish: A visionary new understanding of happiness and Well-being*, Simon and Schuster, USA, 2012.
- [11] Csikszentmihalyi, M., *Flow: The psychology of optimal experience*, New-York, HarperPerennial, 2008.
- [12] Ericsson K.A., *Attaining excellence through deliberate practice: Insights from the study of expert performance*, Teaching and learning: The essential readings, 2002, p. 4-37.
- [13] Sako, M., *Modularity and outsourcing: The nature of co-evolution of product architecture and organisation architecture in the global automotive industry*, The business of systems integration, 2003, p. 229-253.
- [14] Norbye J.P., *Car Design: Structure & Architecture*, USA, Tab Books New York, 1984.
- [15] Lindemann U., *A vision to overcome "chaotic" "design for X" processes in early phases*, Int. Conf. Engineering Design, ICED'07, 28 – 31 August 2007, Paris.
- [16] Da Silva L., Bortolotti S. L. V., Campos I. C. M., Merino E. A. D., *Comfort model for automobile seat*, Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation, vol. 41, n° 1, 2012, p. 295-302.
- [17] Ebe, K., & Griffin, M. J., *Factors affecting static seat cushion comfort*, Ergonomics, vol. 44, n° 10, 2001, p. 901- 921.
- [18] Sang C. L., Ren J. D., Liu Y. Q., Mi M. D., Li S. H., Gao X. X., *Development Of An Adjustable Physical Mockup Used For Design Validation Of Passenger Car Ergonomics And Interiors*, Advanced Materials Research, vol. 650, 2013, p. 698-704.
- [19] Morioka M., Griffin M. J., *Absolute thresholds for the perception of fore-and-aft, lateral, and vertical vibration at the hand, the seat, and the foot*, Journal of sound and vibration, vol. 314, n° 1, 2008, p. 357-370.
- [20] Bluntzer J. B., Ostrosi E., Sagot J. C., *Styling of cars: is there a relationship between the style of cars and the culture identity of a specific country?*, Institution of Mechanical Engineers, *Part D: Journal of Automobile Engineering*, vol. 229, n° 1, 2014, p. 38-51.
- [21] Gomes, S., Sagot, J. C., *A Concurrent Engineering Experiment Based on a Co-Operative and Object Oriented Design Methodology*, In *Integrated Design and Manufacturing in Mechanical Engineering*, Springer Netherlands, pp 11-18, 2002.
- [22] Solhénus G., *Concurrent engineering*, Annals of the CIRP, Vol.41, No.2, pp 645-655, 1992.
- [23] Le Moigne, J.-L., *La théorie du Système Général, théorie de la modélisation*, P.U.F., Paris, 1977.
- [24] Tichkiewitch, S., Tiger, H., Jeantet, A., *Ingénierie simultanée dans la conception de produits*, Université d'été du pôle productique Rhône Alpes, Aussois, France, 1993.
- [25] Danilovic M., Browning T.R., *Managing complex product development projects with design structure matrices and domain mapping matrices*, International Journal of Project Management, Vol. 25, pp. 300-314, 2007.

- [26] Cohen, J., *A coefficient of agreement for nominal scales*, Educational and Psychosocial Measurement, Vol.20, p37-46, 1960.
- [27] Landis, J.R., Koch, G. G., *The measurement of observer agreement for categorical data*, Biometrics, 159-174, 1977.
- [28] Fleiss J.L., Cohen J., and Everitt B.S., *Large sample standard errors of kappa and weighted kappa*, Psychol. Bull., 72, 1969, p. 323-327.
- [29] Arrondo, F., *Fidélité inter-juges d'un instrument de mesure des symptômes prémorbides et prodromiques de la schizophrénie*, thèse de doctorat, Université de Lorraine, 2012.
- [30] Attal-Vidal C., Iribarne P., *Focus groups : mode d'emploi*, AFNOR Editions, Paris, 2012.

Contact principal:

Marius BERTIN
marius.bertin@utbm.fr
Tel : +33 6 87 76 14 13