

ETUDE PROSPECTIVE SUR L'EXPLOITATION DES MATERIAUX NATURELS COMPARES AUX MATERIAUX SYNTHETIQUES

Ana-Maria AVRAMESCU¹

En matière de nouveau matériau, l'innovation s'attache aussi sur l'amélioration de la qualité ressentie par l'utilisateur. Il s'agit de défis continus qui incitent les sociétés à la modernisation. Le défi est par conséquent de projeter des produits préservant l'environnement en utilisant de nouveau matériau naturel tout en assurant au moins la même qualité perçue que le matériau synthétique classique. Le résultat de notre recherche à valider l'utilisation de méthodes d'évaluation sensorielle sur le touchée a un matériau biosourcé. Notre travail nous a donné la possibilité de définir de profil sensoriel par le sens tactile relatif au matériau à la base de fibres de lin.

In terms of new materials, innovation also focuses on improving the quality felt by the consumers. These are ongoing challenges that encourage companies to modernize. The challenge is therefore to design environmentally friendly products using new natural materials while ensuring at least the same perceived quality as conventional synthetic materials. The result of our research to validate the use of sensory evaluation methods on the affected has a BioSource material. Our work has given the opportunity to define sensory profile by the tactile sense relative to the material at the base of linen fibers.

Keywords: design sensoriel, matériau biosourcé, matériau synthétique, environnement, écoconception.

1. Introduction

Les travaux présentés dans cet article ont les objectifs de développer des connaissances sur les matériaux pour une conception responsable de systèmes mécaniques durables centrés sur l'homme et sur la protection de l'environnement. En pleine saturation de l'offre en termes de produits et à une concurrence accrue, les sociétés doivent encore et encore travailler sur la qualité sentie du matériau qui permet une diversification lors du choix de l'utilisateur. En effet, l'acte de choix des consommateurs est devenu une préoccupation majeure pour les sociétés [1-3].

¹ Lecteur universitaire, Département d'Ingénierie Graphique et Design Industriel, Faculté d'Ingénierie Aérospatiale, Université POLYTECHNIQUE du Bucarest, Roumanie, e-mail: avr_ana@yahoo.com

Ainsi, l'entreprise essaie d'inclure, dans la démarche de création de matériau ou produit, les termes d'estime ou plaisir liés au produit [4]. L'une des disciplines qui permet de répondre à cette nécessité est le design sensoriel. Cette discipline est reliée au processus du développement de matériau ou produit et permet d'élaborer la fonction esthétique ou d'estime du matériau au même valeur que l'utilité technique du matériau ou produit garantira sa bonne exploitation [2], [4].

2. L'état de l'art

La documentation spécialisée indique que pour un usage complet des ressources disponibles pour une unité, le facteur humain joue un rôle spécial, aussi bien dans pour l'élaboration des détails du design, que dans la mise en œuvre son activité [1], [3]. Ceci veut dire que le personnel de l'unité doit posséder de bonnes connaissances spécialisées, ainsi qu'une formation générale.

L'analyse de l'évolution des modèles cybernétiques du système homme – machine, corrélée a l'évolution des systèmes de fabrication, joue un rôle de première importance.

Divers cyber modèles ont été mis au point sous forme de systèmes, par exemple : « système travail », « système homme – machine », « système homme – machine – environnement », « système homme – production », « système homme – moyen de travail – environnement », « système homme – demandes » [1], [3], [5-9].

Ces modèles cybernétiques correspondent à l'évolution dans le temps des diverses formes d'intégration l'homme dans le cadre de moyens techniques dans le processus de fabrication [10]. La détermination de l'efficacité d'utiliser le facteur humain dans une démarche stratégique dépend dans une large mesure du rendement de l'organisation qui dépend du niveau d'assurance des ressources humaines, mais également de l'efficacité de leur utilisation [7], [9], [10-14].

Garantie en temps utile des entreprises ayant des ressources humaines dans les aspects quantitatives, qualitatifs et structurels, aussi bien qu'un usage rationnel, a une influence déterminante sur la réalisation des objectifs de la société dans les meilleures conditions [12], [15-16]. Contributions théoriques concernant l'importance de la dimension humaine dans la gestion de l'innovation ainsi que des techniques et méthodes permettant d'évaluer le rendement des matériaux ou des produits industriels [9], [13]. Le but de cet article est de développer de nouvelles méthodes pour évaluer la performance et l'optimisation de matériaux ou produits industriels.

Pour revenir à de l'acte d'achat, l'une des choses qui permettent de distinguer les matériaux ou les produits, qui sont techniquement semblables, est la façon dont le consommateur va se sentir à propos du matériau ou produit [2], [4],

[8]. Afin d'aider les designers dans leur travail de définition et d'élaboration, la conception sensorielle permet de contrôler l'ensemble des aspects perçus d'un matériau ou d'un produit. Cette discipline possède donc des instruments et des méthodes pour évaluation sensorielle [3].

L'évaluation sensorielle est désormais un instrument décisionnel en matière d'innovation et de qualité des matériaux et des produits. La métrologie sensorielle est une technologie qui vise à donner un sens objectif à ses impressions [4-8]. Elle fait appel aux humains pour quantifier et décrire toutes les sensations humaines associées à un produit, un objet ou un matériau. Les travaux dans le domaine de l'évaluation sensorielle enrichissent aujourd'hui les spécifications des constructeurs dans des secteurs comme que l'industrie automobile, l'industrie ferroviaire, le développement des magasins, la menuiserie industrielle et plusieurs autres secteurs industriels [3], [9], [14], [16].

2.1. La conception de matériaux biosources

De nos jours, le processus de conception des produits est le sujet de la recherche à part entière [1]. L'écodesign est un acronyme pour l'expression « aménagement écologique ». L'ancêtre de la notion d'écodesign est V. Papanek au fil des années '70 [17].

Il est possible de trouver diverses définitions dans les littératures. C. Bakker présente deux formulations de l'éco-conception utilisant des visions différentes de la production industrielle : la première vise à améliorer la technologie des matériaux et des produits afin qu'ils soient plus respectueux de l'environnement et la deuxième définition concerne d'améliorer le mode de vie par la conception des matériaux et produits avec un but de développement soutenable [18].

L'écoconception est définie dans la norme ISO 14062 comme une démarche de la conception qui consiste à réduire les répercussions d'un matériau ou d'un produit (ou bien d'un service) sur l'environnement pendant toute la durée de la vie de ce matériau ou produit, ce qui permet de répondre aux demandes des consommateurs. Le but est de satisfaire les besoins des utilisateurs, mais de façon viable [1], [5-12], [19].

2.2. Une approche de conception écologique des produits

En ce qui concerne les définitions soulignées, il est important de mentionner que les demandes environnementales font partie des contraintes plus générales qui doit être pris en compte lors dans le domaine de design du produit. Par conséquent, l'écoconception doit équilibrer les contraintes environnementales et les autres contraintes de divers secteurs [4].

C'est pourquoi quelques chercheurs proposent de partager le problème environnemental dans l'équipe de conception tout en distribuant l'intervention environnementale à travers du déroulement de conception [3]. Ils partent du principe qu'en ajoutant un complément méthodologique global en matière d'environnement à chaque stade de conception, une intégration plus efficace peut être réalisée. Celle-ci prend la forme du processus d'écoconception [16-17].

Un concept connu sous le nom « écologique » doit tenir compte d'une nouvelle contrainte, l'environnement, au cours le processus de développement des produits dans le but de minimiser l'impact global du matériau sur environnemental pendant tout son cycle de vie, en adoptant des mesures de prévention au cours de la phase de conception du produit [18].

2.3. Le positionnement de la recherche

Ainsi, conformément au contexte de recherche en écoconception, nous situons notre travail dans un modèle d'analyse sensorielle centré sur les individus, où l'objectif est de mettre en évidence les différences, mais aussi des similarités entre les matériaux biosourcés et les matériaux synthétiques dans un surveillance de qualité senti.

2.4. Perceptions des matériaux

Les équipes de Renault ont mis au point de vrais outils pour analyser des perceptions sensorielles tactiles, sous le nom de SensoTact [1]. Ce dispositif, qui a mis trois ans à se développer, a permis d'élaborer des « cartes d'identité tactile » et de faire référence à des milliers de produits et matériaux. L'évaluation sensorielle est devenue un instrument d'aide à la décision pour innover et améliorer la qualité des matériaux et des produits [6]. D'autres applications de la métrologie sensorielle existent après la création d'études de surface de matériaux et l'extension à la fois à d'autres objectifs tels que le développement de produits et la valorisation des matériaux. La métrologie sensorielle va nous permettre de voir comment l'homme est utilisé pour décrire et quantifier l'ensemble des sortes de sensations humaines liées à un produit, un objet ou un matériau [5], [7], [16].

3. Matériau et méthodes

La présente étude sensorielle a pour objet de qualifier et / ou de quantifier une ou plusieurs caractéristiques perçues sur plusieurs matériaux. Le travail de l'article a donc pour objectif de pouvoir répondre à la question de l'influence du facteur humain et du développement d'une approche d'évaluation sensorielle de matériau biosourcé dans un contexte de design de produit.

Depuis tout le début, la métrologie sensorielle a eu la vocation la compréhension du consommateur et son intégration dans la définition des matériaux. Initialement dédiée à des secteurs d'activité comme l'agroalimentaire ou le domaine des cosmétiques, la métrologie sensorielle intéresse aujourd'hui d'autres secteurs de production tels que l'industrie automobile, dont la dimension sensorielle ne fait pas partie des principaux arguments de vente [3], [4], [16]. Pour les sociétés, la satisfaction des consommateurs est en effet l'objet d'une ambition profonde, dont aucun aspect de leur relation au matériau ou produit n'est négligé, et ce jusqu'aux ses perceptions tactiles ou olfactives. Pour séduire les utilisateurs et se distinguer, les entreprises recherchent de plus en plus à travailler sur les cinq sens : la vue, le toucher, l'odorat, le goût et l'ouïe [3]. Chacun d'eux nous promet une aventure sensitive et émotionnelle au travers des produits.

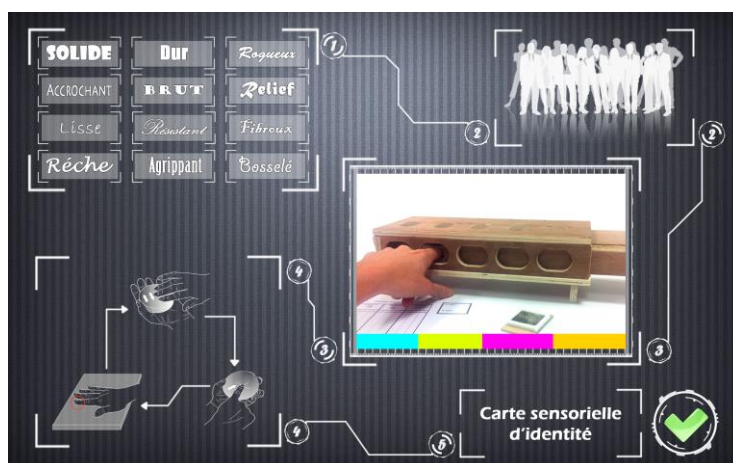


Fig. 1. Méthode d'analyse de profils sensoriels

Dans cette étude, nous décrivons une méthode d'analyse des profils sensoriels, figure 1, c'est-à-dire de données collectées à partir d'un échantillon de personnes appelées juges. Le but est d'évaluer l'intensité de la perception tactile perçue en que les juges ont sur l'un ensemble de matériaux, conformément à divers critères sensoriels appelés descripteurs.

3.1. Les sujets

Parce que les préférences des consommateurs varient selon l'âge, la catégorie socioéconomique, ou encore la culture du sujet [18], c'est très important de faire beaucoup attention à cet égard. Il était primordial d'avoir un panel homogène par rapport à ces critères pour mettre en évidence les préférences ou les antipathies communes à l'ensemble du groupe [1]. L'analyse sensorielle est une discipline scientifique qui met l'accent sur l'étude d'échantillons à travers de

l'ensemble de sens l'être humain [20-23]. Le contexte général de la relation entre le sujet et l'échantillon sera donc étudié. Par conséquent, le rendement de la mesure sensorielle est directement lié aux sujets sélectionnés. Une vingtaine d'étudiants (âgés de 20 à 22 ans) au cours de la première année du cycle ingénierie ont été recrutés pour participer dans le cadre des expérimentations proposées dans notre projet.

3.2. Les échantillons

Dans le cadre de nos études, nous avons opté de comparer les matériaux provenant de source bio, composés de fibres naturelles de lin avec un matériau synthétique composé de fibres de verre. Le matériau composite biosourcé résulte, au cours des étapes de conception, d'une fusion de fibres (lin / verre) et d'une moule (une résine). L'orientation de la fibre joue un rôle décisif pour obtenir les propriétés du composite. En conséquence, on peut distinguer deux groupes de produits : le semi-produit unidirectionnel et le semi-produit sergé.

Tableau 1 :

L'espace produit – les échantillons						
Matériau utilisé	Variations surfaces	Echantillons similaires	Acronyme			Nombre échantillons
Matériau biosourcé sergé (BS)	5	3	BS11	BS12	BS13	45
			BS21	BS22	BS23	
			BS31	BS32	BS33	
			BS41	BS42	BS43	
			BS51	BS52	BS53	
Matériau biosourcé unidirectionnel (BU)	5	3	BU11	BU12	BU13	
			BU21	BU22	BU23	
			BU31	BU32	BU33	
			BU41	BU42	BU43	
			BU51	BU52	BU53	
Matériau synthétique verre (SV)	5	3	SV11	SV12	SV13	
			SV21	SV22	SV23	
			SV31	SV32	SV33	
			SV41	SV42	SV43	
			SV51	SV52	SV53	

Pour faire face à ces contraintes, l'ensemble des expérimentations doivent être menées aveuglement. Pour y parvenir, nous avons fabriqué des boîtes à essai, comme celles proposées à la figure 2. Ces boîtes sont utilisées pour tester les échantillons en lots de cinq. Le panel peut avoir accès à l'échantillon par une ouverture sur le côté latérale, ou par une ouverture qui est située sur le haut des boîtes. Les orifices ont été calibrés de façon à permettre un accès direct aux

échantillons des deux premières phalanges d'un ou deux doigts, base sur les mouvements tactiles définis dans le cadre du protocole établi.



Fig. 2. Boîtes de tests

3.3. Les descripteurs

Comprendre la perception est une question complexe qui débute par définir le vocabulaire à employer. Il est souvent difficile de définir précisément les sensations, en particulier pour les toucher, ce qui, à la différence de la vision, n'est pas un sens couramment utilisé pour décrire notre environnement. La recherche destinée visant à établir un vocabulaire sensoriel particulier et propre pour une population relève de la psychophysique. Nombreuses études psychologiques ont tenté de déterminer les mots descripteurs du sens du toucher et en notament les sensations par rapport aux textures [13]. Un descripteur est un terme qui décrit une sensation. Il est défini aussi précisément que possible pour être compris de façon homogène par tout le panel. Afin d'être efficaces, les descripteurs utilisés doivent remplir trois obligations principales : être discriminants, précis et pertinents. Les descripteurs doivent aussi, à un moindre degré, être indépendants et exhaustifs [3]. Pour nos études, on a pris pour le point de départ la liste de 41 descripteurs issus des publications du domaine [4], [21] : Abrasif, Absorbant, Accrochant, Aérien, Agréable, Agrippant, Argileux, Attachant, Bosselé, Brut, Chaud, Collant, Désagréable, Doux, Dur, Duveteux, Epais, Fibreux, Froid, Glissant, Granuleux, Grattant, Hétérogène, Humide, Irritant, Léger, Lisse, Lourd, Moelleux, Moite, Mou, Piquant, Rêche, Relief, Résistant, Rigide, Rugueux, Sablé, Solide, Souple, Soyeux.

4. Partie expérimentale

Les expérimentations ont été réalisées collectivement dans une pièce consacrée à l'enseignement. Les essais ont été surveillés et dirigés par des expérimentateurs. La passation a commencé par une période de présentation collective d'une vingtaine de minutes au cours de laquelle le panel a reçu de vive voix, et par l'utilisation d'un support de présentation vidéo projeté. Après cette

présentation des instructions, l'expérimentateur a distribué une fiche de tests contenant : la fiche de renseignement généraux et les grilles de tests comportant des listes de descripteurs. Le panel devait exprimer, pour chaque échantillon, la façon dont il se sentait au sujet des trois touches différentes définies (toucher tangentiel, toucher orthogonal, et toucher statique). Pour ce faire, le sujet fallait, pour chaque échantillon, pour chaque touché, pour chaque descripteur, indiquer à l'aide d'une croix si le descripteur correspondait à son ressenti. Par ailleurs, les sujets ont eu l'occasion de verbaliser librement leurs ressentis sur l'ensemble des échantillons testés.




Liste des descripteurs	Types de mouvements								
	Le toucher tangentiel			Le toucher orthogonal			Le toucher statique		
									
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Abrusif									
Absorbant									
Accrochant									

Fig. 3. Extrait d'une feuille de passation

La durée de toutes les expérimentations n'était ni limitée, ni chronométrée. La figure 3 présente l'enchaînement des mouvements à utiliser au cours des expérimentations.

4.1. L'expérimentation – la perception d'un matériau biosourcé

Notre objectif de recherche est de développer des connaissances en génie de matériau traditionnel naturel, à la base de fibre végétale, qui est capable de remplacer le matériau de synthèse chimique. Nous avons utilisé comme méthode la caractérisation physicochimique et thermomécanique des fibres de verre et des fibres végétales de lin en pour la mise au point d'élaboration de matériaux composites biodégradables. Ce choix est fait pour être en mesure d'aborder les préoccupations de conception sensorielle dans la conception de nouveaux systèmes mécaniques (tableau de bord, radiateur de véhicule etc.).

5. Résultats

Dans le contexte de notre problème de recherche, nous avons proposé de mettre en évidence la convenance de l'évaluation sensorielle, couplée ou pas avec de mesure instrumentale. Cette recherche a pour objet d'étudier les similitudes entre les matériaux biosourcés et les matériaux synthétiques. Les résultats fournissent de toute évidence des éléments de réponses. L'originalité de notre travail consiste à proposer l'application de notre démarche à l'évaluation sensorielle d'un matériau biosourcé. L'objectif est de trouver un nombre minimal de descripteurs (liste commune pour des matériaux étudiés), qui fournira autant

d'information que possible sur les propriétés sensorielles du matériau biosourcé à étudier. Au moment de concevoir le protocole expérimental, nous avons cherché à déterminer si les consommateurs non entraînés peuvent parler aux sensations de manière utile et cohérente pour notre recherche.

En vue d'obtenir la liste de descripteurs unitaires aux matériaux biosourcés et aux matériaux synthétiques, nous avons ainsi calculé l'ensemble de citations pour chacun des descripteurs. Les Figs. 4 et 5 illustrent les résultats recueillis. Les valeurs seuils obtenues en faisant la moyenne sur l'ensemble des citations par descripteur pour les types de matériaux concernés sont présentées dans le tableau 2. Sur les deux figures, les nombres de citations sont triés de manière décroissante de gauche à droite. Les valeurs limites sont représentées par une ligne verticale noir sur les Figs. 4 et 5.

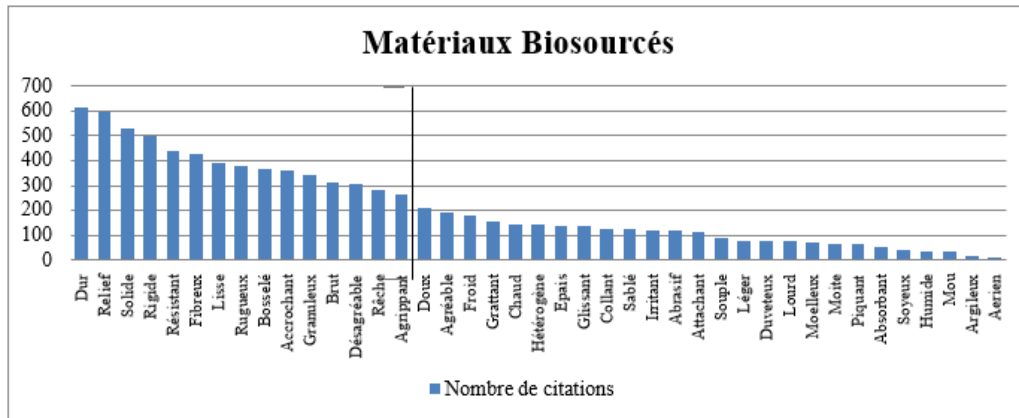


Fig. 4. Résultats descripteurs (matériaux biosourcés)

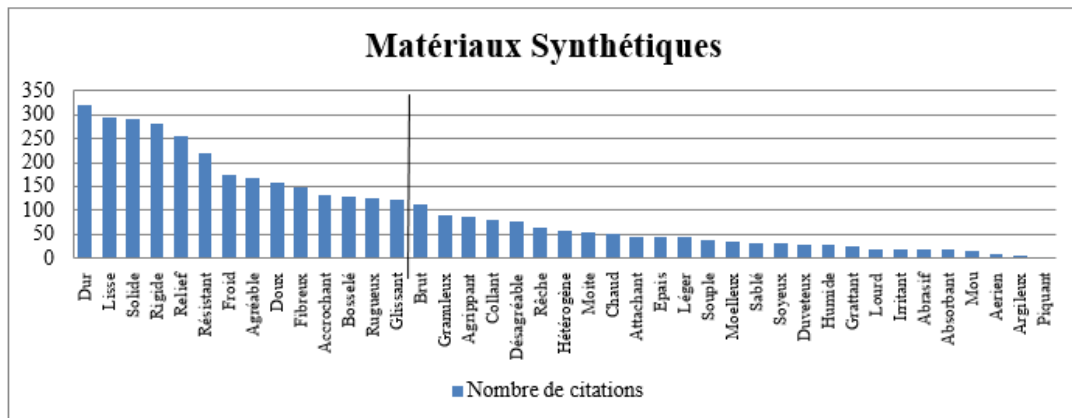


Fig. 5. Résultats descripteurs (matériaux synthétiques)

Tableau 2

Moyenne sur les résultats des citations pour les descripteurs	
Matériau	Valeurs seuils
Biosourcé	212,54
Synthétique	96,44

La deuxième originalité de notre travail consiste à mesurer l'intensité de la sensation perçue d'un matériau biosourcé pour chaque descripteur choisi, avec le but de comparer avec l'intensité de la sensation perçue d'un matériau synthétique. Une forte originalité de nos recherches est d'établir, à partir de tous les descripteurs communs retenus, le profil sensoriel d'un matériau biosourcé à base de fibre de lin. Le profil sensoriel d'un matériau biosourcé est présenté dans la figure 6, ou est représenté le profil sensoriel d'un matériau synthétique.

Notre dernière contribution, fondée sur les retours de toutes les expériences présentées, introduit par conséquent une méthode innovante d'évaluation sensorielle dans laquelle l'individu est utilisé tel qu'outil de quantification. Concernant la partie d'un ressenti subjectif, les produits de notre étude (le matériau biosourcé composé de fibres de lin et le matériau classique composé de fibres de verre), constituent potentiellement un espace produit intéressant.

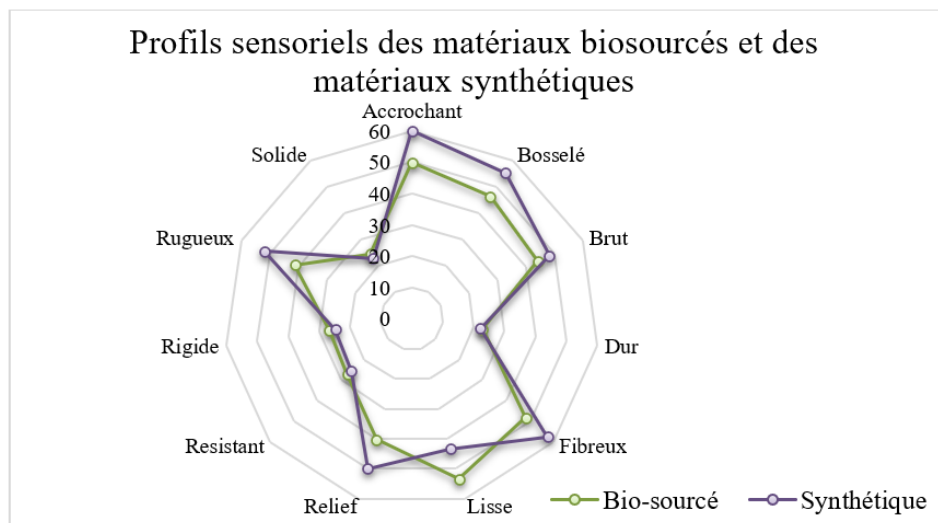


Fig. 6. Profil sensoriel de matériaux biosourcés et synthétiques

6. Conclusions

En effet, le choix des matériaux implique beaucoup de contraintes liées aux différents métiers. Ces contraintes sont soutenues par des acteurs du design avec des buts et intérêts parfois contraires. La problématique de travail proposé

pourrait être d'étudier comment faciliter les travaux des designers à accorder le plus d'espace envisageable aux contraintes environnementales, mais aussi sensorielles dans le développement de leur produit.

Sur la base de ce positionnement, nous aimerons explorer notre réflexion sur ce second niveau. Comme mentionné, nous soulignons la nécessité d'être en mesure d'alimenter la base de données matériaux en base de données sensorielles en utilisant les profils sensoriels. Nous soulignons également qu'il est nécessaire d'adopter une procédure commune pour représenter les données technico-sensorielles. Pour ce faire, nous avons proposé une perspective multi vue dans le domaine du choix de matériaux adaptée à la littérature courante. Enfin, nous débattons du besoin pour les concepteurs de disposer d'un indicateur de performance global qui intègre des aspects sensoriels dans son calcul ainsi que d'autres aspects mentionnés dans la littérature.

Le deuxième aspect portait sur la place de la conception sensorielle dans le processus de conception du produit et notamment le choix de matériau. Nous avons proposé de positionner le design sensoriel et ces méthodes à trois niveaux (cahier des charges, outil de conception et besoin en données matériaux). Notre travail de recherche s'inscrit dans le cadre de la réflexion sur la dimension environnementale et vise à identifier et à développer de méthodologies d'évaluation sensorielle menées à évaluer le matériau biosourcé. Plus spécifiquement, notre travail se concentre sur l'approche d'évaluation sensorielle des matériaux biosourcés dans la conception et a accordé de plus en plus d'importance à la perception sensorielle dans la société d'aujourd'hui.

7. Futur travail

Ce sujet aborde dans nos études est très large en raison de la diversité des divers points qui peuvent être traités en parlant de la perception humaine, de la qualité perçue ou même du choix consommateur. Pour enrichir notre démarche, nous proposons de comparer les deux cultures en utilisant la méthodologie sensorielle tactile proposée, qui va également être mise en œuvre dans les deux cultures, France – Roumanie, avec des sujets non entraînés. Dans cette optique, nous proposons une évaluation sensorielle de l'acceptabilité visuelle des consommateurs en ce qui concerne les matériaux biosourcés. Sur la base de la bibliographie, nous proposons d'utiliser notre protocole d'évaluation sensorielle pour le cadre visuel, avec l'objectif d'assurer une meilleure compréhension et une utilisation plus aisée de l'analyse sensorielle.

REFERENCES

- [1]. *Ana-Maria AVRAMESCU*, Approche de l'impact des matériaux biosourcés sur la qualité perçue des produits : cas de la fibre de lin, Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, Thèse de doctorat, Sciences pour l'Ingénieur, Montbéliard, 2013
- [2]. *Ana-Maria AVRAMESCU, Morad MAHDJOUB, Florence BAZZARO, Jean-Claude SAGOT*, Evaluation sensorielle tactile d'un matériau biosourcé : application aux éco-composites à base de fibres de lin, Actes de la conférence Confère (colloque sur les sciences de l'innovation et de la conception), CONFERE 2014, 3-4 juillet, Sibenik, Croatie, 8 p., 2014
- [3]. *Pensé-Lhéritier A.-M.*, Conception des produits cosmétiques : la formulation, Editor Va lley Editions, pp. 383, 2018
- [4]. *Pensé-Lhéritier A.-M.*, Conception des produits cosmétiques : l'objectivation, Editor Lavoisier Tec & Doc, pp. 212, 2016
- [5]. *De Boissieu, F.*, Toucher artificiel à base d'un micro capteur d'effort : traitement du signal et des informations associées (Doctoral dissertation, Institut National Polytechnique de Grenoble-INPG), 2010
- [6]. *Deegan, K. C., Koivisto, L., Näkkilä, J., Hyvönen, L., & Tuorila, H.*, Application of a sorting procedure to greenhouse-grown cucumbers and tomatoes. *LWT-Food Science and Technology*, 43(3), 393-400, 2010
- [7]. *Depledge F.*, Evaluation sensorielle -Manuel méthodologique, 3ème édition, Lavoisier, Paris, pp. 524, 2009
- [8]. *Domingo, L., Brissaud, D., & Mathieux, F.*, Implementing scenario to better address the use phase in product eco-design. In International conference on engineering design ICED 2013
- [9]. *Ribeiro, I., Peças, P., & Henriques, E.*, A Life Cycle Framework to support materials selection for Eco-design: a case study on Biodegradable Polymers. *Materials & Design*, 2013
- [10]. *Padayodi E.*, Éco-conception : étude comparative de l'impact environnemental d'une pièce en éco-composite/lin vs composite/verre, SeT-IRTES (EA-7274), UTBM, Journées Jeunes Chercheurs : Eco-composites et Composites Biosourcés, ISAT – Nevers, France, 2013
- [11]. *Oumarou S., Padayodi E., Atcholi K-E., Beda T.*, Elaboration d'un éco-matériau par un procédé adapté au contexte économique-social du Cameroun : application à l'élaboration de panneaux de particules en bois de cotonnier et liants naturels. *Proceedings Journées Jeunes Chercheurs : Eco-composites et Composites Biosourcés*, Nevers, France, pp. 21, 2013
- [12]. *Mahdjoub, M., Al khatib, A., Bluntzer, J.B., & Sagot, J. C.*, Multidisciplinary convergence about "product-use" couple: Intermediary object's structure, Seoul, South Korea, p.10, 2013
- [13]. *Lhéritier A.-M.*, Intégration sensorielle et sociétale dans la conception produit. Levier d'innovation dans le secteur des bio-industries, Université de Grenoble, Mémoire HDR, Paris, pp.136, 2013
- [14]. *Bavay, C., Brockhoff, P. B., Kuznetsova, A., Maître, I., Mehinagic, E., & Symoneaux, R.*, Consideration of sample heterogeneity and in-depth analysis of individual differences in sensory analysis. *Food Quality and Preference*, 2013
- [15]. *Auffarth, B.*, Understanding smell—The olfactory stimulus problem. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 37(8), 1667-1679, 2013
- [16]. *Dobre C.; Grosu L.; Dobrovicescu A.; Chişiu G.; Constantin M.*, Stirling Refrigerating Machine Modeling Using Schmidt and Finite Physical Dimensions Thermodynamic Models: A Comparison with Experiments, *Entropy*, 2021, 23, 368
- [17]. *Kazazian T.*, Design et développement durable : Il y aura l'âge des choses légères, Victoires Editions, 2003
- [18]. *Bakker C.*, Environmental Information for Industrial Designers, Delft University of Technology, PhD Thesis, Delft, Pays-Bas, pp. 221, 1995

- [19]. *ISO 14062*, Environmental management, integrating environmental aspects into product design and development. Technical report, ISO, Geneva, 2002
- [20] *ISO 13299*, Analyse sensorielle – Méthodologie – Directives générales pour l'établissement d'un profil sensorielle – AFNOR, 2003
- [21]. *Crul, M., & Diehl, J.*, Design for sustainability, a step-by-step approach. UNEP, United Nations Publications, 2009
- [22]. *Lhéritier A.-M.*, Formulation, Wiley-ISTE Publisher, pp. 352, 2013
- [23]. *Ciccotelli J.*, Vers de machines et systèmes plus sûrs. Quelques perspectives de recherche et développement. Cahier de Notes Documentaires – Hygiène et sécurité du travail 166, 1^{er} trimestre, pp. 189-199, 1997