

## Résumé

Nos travaux de thèse menés au sein du laboratoire Systèmes et Transports (SeT) de l'Institut de Recherche sur les Transports, l'Energie et la Société (IRTES, E. A. n° 7274, traitent de l'évaluation sensorielle de matériaux bio-sourcés à base de fibres de lin.

En effet, notre étude de la littérature, nous a permis de mettre en évidence, que le ressenti subjectif du consommateur est déterminant dans son acceptation ou son rejet d'un produit. Nous avons souligné que la prise en compte de la perception du consommateur est l'un des objectifs fondamentaux du contrôle qualité centré sur le facteur humain, paradigme dans lequel nous inscrivons notre recherche. De plus, les démarches d'éco-conception visent une amélioration environnementale radicale et se focalisent sur le service que doit fournir le produit au consommateur avec des améliorations sur la qualité, l'équité, l'harmonie environnementale au sein de l'entreprise. Ce sont des enjeux et des défis constants qui amènent les entreprises à se moderniser. Et moderniser aujourd'hui les entreprises, qui se doivent d'être de plus en plus compétitives, va dans le sens de remplacer les matériaux synthétiques avec des nouveaux matériaux bio-sourcés. Notre travail doit donc permettre de favoriser une meilleure intégration des caractéristiques sensorielles tactiles dans une démarche d'éco-conception de produits. Pour y parvenir, il est nécessaire de caractériser le ressenti du consommateur dans le but de construire, à l'aide d'un ensemble de descripteurs quantifiés, le profil d'un matériau / produit bio-sourcé (dans notre cas à base de fibres de lin).

Nous pouvons observer de nombreux travaux traitant des caractéristiques techniques des matériaux bio-sourcés, la question qui reste posée aujourd'hui porte sur les aspects sensoriels qui sont peu traités dans la littérature. Plus précisément, notre problématique est de savoir « Comment démontrer que d'un point de vue sensoriel, les produits fabriqués avec des matériaux bio-sourcés sont au moins équivalents aux produits fabriqués avec des matériaux synthétiques ? ». D'une autre manière, « Est-ce que ces matériaux bio-sourcés remplacent aussi bien voire mieux les matériaux synthétiques dans la conception de produits ? ». Cette problématique pose le besoin opérationnel de la caractérisation sensorielle des produits fabriqués en matériaux bio-sourcés, puis leur comparaison avec des produits fabriqués en matériaux classiques. Pour y parvenir, nous proposons dans un premier temps de nous focaliser sur la caractérisation sensorielle des matériaux, présentés sous forme d'échantillons, qu'ils soient bio-sourcés ou classiques. Puis dans un deuxième temps, d'étendre cette caractérisation sensorielle aux produits fabriqués avec ces matériaux. Enfin, pour approfondir « *Approche de l'impact des matériaux bio-sourcés sur la qualité perçue des produits : cas de la fibre de lin* » 20

cette approche sensorielle, nous proposons également d'effectuer une caractérisation instrumentale des matériaux bio-sourcés afin d'identifier le degré des relations existantes entre le ressenti des consommateurs et les mesures instrumentales. Dans le cadre de nos travaux, nous proposons de traiter ces questions pour le cas particulier des matériaux bio-sourcés à base de fibres de lin et des matériaux à base de fibres de verre (considérées comme synthétique en opposition aux fibres végétales). Nous étudierons plus particulièrement des matériaux bio-sourcés de type éco-composite renforcé de 20 % de fibres de lin (FL20) et un matériau synthétique de type composite renforcé de 20 % de fibres de verre (FV20). A noter que, nous approfondirons l'étude des matériaux bio-sourcés en nous intéressant à deux types de matériaux : un matériau bio-sourcé de type éco-composite unidirectionnel renforcé de 20 % de fibres de lin (FLU20) et un matériau bio-sourcé de type éco-composite sergé renforcé de 20 % de fibres de lin (FLS20).

En conséquence, pour répondre à cette problématique par l'intermédiaire des méthodes et outils d'analyse sensorielle, nous proposons plusieurs hypothèses de recherche. Pour aboutir à une caractérisation sensorielle, les méthodes et outils d'analyse sensorielle [Lhéritier, 2013 ; Depledt, 2009 ; Lefebvre et al., 2009 ; Romon et al., 2010 ; Rouvray et al., 2012 ; Rouvray, 2006] préconisent en premier lieu de construire une liste de descripteurs permettant de caractériser le matériau. Ce constat nous amène à notre première hypothèse sur la possibilité de construire une liste de descripteurs communs aux différents types de matériaux étudiés. Cette hypothèse peut se décomposer en deux sous hypothèses, en fonction du type de surfaces étudiées : surface brute vs. surface finie. Pour la finition, nous avons appliqué une couche de vernis pour obtenir un rendu au plus près du rendu final de ce type de matériaux. Notons que, les résultats de l'hypothèse 1.1 seront exploités pour répondre à l'hypothèse 2. De même, les résultats de l'hypothèse 1.2 seront utilisés pour l'hypothèse 3.

**Hypothèse 1 : une liste de descripteurs communs devrait permettre de décrire les matériaux bio-sourcés et les matériaux synthétiques.**

**Hypothèse 1.1 :** une liste de descripteurs communs devrait permettre de décrire les matériaux bio-sourcés et les matériaux synthétiques pour les surfaces brutes

**Hypothèse 1.2 :** une liste de descripteurs communs devrait permettre de décrire les matériaux bio-sourcés et les matériaux synthétiques pour les surfaces finies

Suite à l'identification de cette liste de descripteurs communs, nous pouvons nous focaliser sur la caractérisation sensorielle des matériaux bio-sourcés de type éco-composite « *Approche de l'impact des matériaux bio-sourcés sur la qualité perçue des produits : cas de la fibre de lin* » 21

renforcé de 20 % de fibres de lin (FL20) et un matériau synthétique de type composite renforcé de 20 % de fibres de verre (FV20), et à leurs similitudes ou différences. Nous proposons une deuxième hypothèse sur les comparaisons entre le ressenti subjectif lors du toucher des deux types de matériaux. Dans le cadre de cette hypothèse, nous nous focalisons uniquement sur des échantillons de matériaux ayant un état de surface brute.

**Hypothèse 2 : le ressenti subjectif obtenu lors du toucher d'un matériau bio-sourcé devrait être similaire avec le ressenti subjectif obtenu lors du toucher d'un matériau synthétique pour les surfaces brutes.**

Notre objectif étant d'effectuer une caractérisation sensorielle de produits en matériaux bio-sourcés, et sachant que pour des produits ces matériaux sont rarement utilisés sous leur forme brute, nous nous focaliserons donc sur des produits à base de matériaux bio-sourcés avec surface finie. Pour cela, nous proposons de compléter notre réflexion en nous focalisant sur l'étude du ressenti lors du toucher entre un produit en matériaux bio-sourcés et un produit en matériaux synthétiques. De même, que précédemment, nous nous intéresserons à deux types de matériaux bio-sourcés. Il en résulte notre troisième hypothèse de travail.

**Hypothèse 3 : le ressenti subjectif obtenu lors du toucher d'un produit composé d'un matériau bio-sourcé devrait être similaire avec le ressenti subjectif obtenu lors du toucher d'un produit composé d'un matériau synthétique.**

Pour compléter notre approche sensorielle, nous proposons également d'étudier les corrélations entre la mesure instrumentale et le ressenti subjectif. Nous en déduisons ainsi notre quatrième hypothèse qui se décompose en deux sous-hypothèses en fonction des critères choisis : dureté d'un matériau bio-sourcé et d'un matériau synthétique et rugosité d'un matériau bio-sourcé et d'un matériau synthétique.

**Hypothèse 4 : le ressenti subjectif obtenu lors du toucher devrait être corrélé avec la mesure objective sur un matériau bio-sourcé / synthétique.**

**Hypothèse 4.1 :** le ressenti subjectif pour le descripteur « Dur » obtenu lors du toucher d'un matériau bio-sourcé/synthétique devrait être corrélé avec la mesure objective de dureté.

**Hypothèse 4.2 :** le ressenti subjectif pour le descripteur « Rugueux » obtenu lors du toucher d'un matériau bio-sourcé/synthétique devrait être corrélé avec la mesure objective de rugosité. « *Approche de l'impact des matériaux bio-sourcés sur la qualité perçue des produits : cas de la fibre de lin* » 22

Notre contribution finale, basée sur le retour d'expérience de l'ensemble des expérimentations présentées, introduit donc une méthodologie originale d'évaluation sensorielle où l'Homme est utilisé comme instrument de mesure avec le développement d'une caractérisation instrumentale. Enfin, les produits de notre étude, les matériaux bio-sourcés (composés de fibres de lin) et les matériaux classiques (composés de fibres de verre), sont potentiellement un espace-produit intéressant, tant que pour la partie d'un ressenti subjectif que pour la partie corrélation sensoriel/instrumental. La première originalité de nos travaux est de proposer l'application de notre approche pour l'évaluation sensorielle d'un matériau bio-sourcé. L'objectif est de rechercher un minimum de descripteurs (listes communes pour les matériaux étudiés), qui permettront de donner le maximum d'information sur les propriétés sensorielles du matériau bio-sourcé à analyser. Lors de la conception du protocole d'expérimentation, nous avons cherché à vérifier si des consommateurs non entraînés peuvent parler des sensations de manière utile et cohérente pour notre étude. La seconde originalité de nos travaux est de mesurer l'intensité de la sensation perçue d'un matériau bio-sourcé pour chacun des descripteurs choisis. La troisième originalité de nos travaux est de construire, à l'aide de l'ensemble des descripteurs, le profil sensoriel d'un matériau bio-sourcé à base de fibre de lin.

Nous avons finalement discuté de nos résultats. Ainsi, cette discussion propose de revenir sur l'approche expérimentale mis en oeuvre dans le cadre de l'évaluation sensorielle des matériaux bio-sourcés à base de fibre de lin. Nous évoquons notamment la nécessité d'approfondir nos études à l'aide de panels entraînés comme évoqué dans la littérature du domaine. Ensuite, la discussion traite du positionnement du design sensoriel et de méthodes associées (évaluation sensorielle) dans une approche de choix de matériaux dans le processus de conception de produits. Nous considérons que le design sensoriel peut être vu comme une discipline source pour supporter en partie le choix des matériaux avec l'aide de profils sensoriels. Nous mettons aussi en évidence la nécessité d'adopter un formalisme commun afin de représenter les données techniques et sensoriel. Pour cela, nous avons proposé une approche multi-vue du domaine du choix des matériaux adapté de la littérature actuelle. Enfin, nous discutons de la nécessité pour les concepteurs d'avoir un indicateur de performance global qui intègre dans son calcul les aspects sensoriels au même titre que les autres aspects évoqués dans la littérature.