Une application à l'usage du bois en conception de produit

Julien Gardan, Lionel Roucoules

▶ **To cite this version:**

Julien Gardan, Lionel Roucoules. Une application à l'usage du bois en conception de produit. 19ème Congrès Français de Mécanique, Aug 2009, Marseille, France. pp.1-6. hal-00876462

HAL Id: hal-00876462
https://hal.science/hal-00876462

Submitted on 24 Oct 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Science Arts & Métiers (SAM)

is an open access repository that collects the work of Arts et Métiers ParisTech researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in: http://sam.ensam.eu
Handle ID: .http://hdl.handle.net/10985/7425

To cite this version :

Julien GARDAN, Lionel ROUCOULES - Une application à l'usage du bois en conception de produit - - 2011

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository
Administrator : archiveouverte@ensam.eu

Une application à l'usage du bois en conception de produit

J. GARDAN[a], L. ROUCOULES[b]

a. Université de Technologie de Troyes (UTT) Laboratoire des Systèmes Mécaniques et d'Ingénierie Simultanée 12, rue Marie curie, BP2060, 10010 Troyes Cedex (France) &
Société Arduinnova, Laboratoire de recherche et développement, Chemin Les Loches, 08430 Mazerny (France), Email : julien.gardan@arduinnova.com

b. Arts et Métiers ParisTech - CER d'Aix-en-Provence
LSIS - Laboratoire des Sciences de l'Information et des Systèmes (UMR CNRS n° 6168), Equipe IMS - Ingénierie, Mécanique, Systèmes
2, cours des Arts et Métiers, 13617 Aix-en-Provence (France), Email : Lionel.Roucoules@ensam.eu

Résumé :

Le matériau bois comporte différents avantages qui sont transposables à différents dérivés permettant d'introduire un matériau durable, parfaitement intégré au cycle de vie d'un produit. Notre étude consiste à appliquer une méthodologie DFM couplée au prototypage rapide à base de particules bois, tout en associant les besoins spécifiques du "grand public" dans la réalisation d'un produit personnalisé. L'article montre donc comment les nouveaux outils de communication permettent d'associer les consommateurs au processus de conception et comment les procédés de prototypage permettent une fabrication directe d'un produit.

Abstract :

Wood has several advantages that are transferable to various derivatives allowing the introduction of a sustainable material into the product lifecycle. Our study is to apply a design DFM approach based on wood rapid prototyping, while associating the specific needs of the "general public" in the implementation of a customized product. New communication tools allow consumers to be involved in design process and prototyping processes allow direct manufacture of a product.

Mots clefs : Processus de conception, DFM, conception centrée utilisateur, produit « grand public », produit durable, prototypage rapide, bois.

1. Introduction du contexte et des objectifs

Le marché des produits « grand public » a évolué ces dernières années vers des produits personnalisables. Cette modification du marché a engendré de nouvelles offres ne s'appuyant pas, comme par le passé, sur des marchés existants, mais suscitant une nouvelle demande. Ce nouveau comportement a quelque peu modifié le processus de décision lié à la conception des produits. Pour être compétitif, faire un bon produit est nécessaire, mais malheureusement pas suffisant. Il convient aussi de faire le bon produit, c'est-à-dire le produit qui correspond aux réels besoins et attentes des utilisateurs [SAGOT 1998]. De nombreux domaines utilisent des méthodes centrées sur l'utilisateur. Il est constaté que la prise en compte des utilisateurs et de ses perceptions est primordiale pour la conception [POIRSON 2005 ; MANTELET 2006 ; ROUVRAY 2006]. Si le produit final correspond à leurs besoins, envies et caractéristiques, il aura toutes les chances d'être adopté [ERGOLAB 2004]. La fabricabilité du produit étant déterminante, plusieurs paramètres intrinsèques, liés au procédé, viennent s'ajouter au processus de conception. Cette connaissance liée au procédé de fabrication est difficilement perceptible par les utilisateurs finaux. Les nouvelles technologies de conception et de fabrication permettent l'intégration de nombreux paramètres en se basant sur différentes caractéristiques métier. Ces technologies peuvent être exploitées pour réaliser des produits plus évolutifs et répondre au marché des produits « customisables », en tenant compte des coûts, qualité, délais.

La prise en compte des notions de produits « durables », qui pousse à l'utilisation de matériaux et de procédés compatibles avec le respect de l'environnement pendant toute la durée de vie du produit, est une notion incontournable. L'impact environnemental des étapes jalonnant la vie d'un produit, pris en compte dans les écobilans comparés, appelé également analyse du cycle de vie (ACV), montrent que le bois a des avantages évidents et apparaît comme un choix « écologiquement responsable » [TROUY-TRIBOULOT & TRIBOULOT 2001].

Le projet de recherche se situe dans le cadre de l'intégration des utilisateurs dans le processus décisionnel de conception pour concevoir leur propre produit tout en prenant en compte la fabrication d'un matériau écologique, le bois.

Dans le domaine de la conception de produit personnalisé destinée au « grand public », nous souhaitons traiter les problèmes suivants :

- Proposer un outil de communication sur Internet, permettant de formuler la demande de l'utilisateur, le créateur de l'objet, et d'aborder tout particulièrement ses premières ébauches géométriques.
- Intégrer le matériau bois dans un procédé de fabrication rapide pour répondre à des contraintes écologiques.

La problématique générale cible le « grand public » et la possibilité de décrire son produit personnalisé à travers une plate-forme virtuelle et de le faire fabriquer en bois reconstitué. L'intégration de la conception et de la fabrication, notamment lié au prototypage rapide, facilitent la mise en œuvre. Le lien entre conception et fabrication se fait généralement par un modèle STL. Cependant, certains problèmes ne sont pas traités par l'utilisation de ce simple modèle d'échange (par exemple, affaissement de certaines parois, état de surface …). Dans de nombreux cas, ils doivent être pris en compte. En effet, les produits à la demande comportent le plus souvent des surfaces dont l'état a peu d'importance et des surfaces qui ont un rôle dans le fonctionnement du produit. Mais dans la plupart des cas, l'aspect visuel et le rendu de l'objet est déterminant dans le cheminement décisionnel du consommateur.

2. Place de marché : CREAFAB

Dans le contexte fortement concurrentiel actuel, les entreprises doivent faire face à plusieurs problématiques a priori contradictoires : une réduction du temps de mise sur le marché de nouveaux produits en même temps que la baisse de leurs coûts de production et l'optimisation de leur qualité. L'utilisation des outils de la chaîne de conception et de fabrication d'un produit, notamment le prototypage rapide, permet d'optimiser les cycles de conception, d'industrialisation et de production des produits en facilitant, systématisant et accélérant la validation de chacune des phases de développement. Cette chaîne peut intégrer d'autres éléments, notamment des outils de communication. Aujourd'hui, un utilisateur peut interagir sur le modèle numérique grâce à des systèmes collaboratifs.

Nous proposons dans cette étude d'intégrer le consommateur dans la création d'objets personnalisés grâce à un outil de communication sur internet, dénommé CREAFAB. Cet outil permettrait au grand public de concevoir son objet et de le faire fabriquer directement par un industriel. Cette étape est l'intégration d'un ensemble liant, la traduction du besoin personnalisé du consommateur, la structuration de la demande pour l'adapté en conception via notre méthodologie et la fabricabilité du produit personnalisé en prototypage rapide. Cette démarche est décrite à travers un scenario (FIG 1). Ce scenario montre les différentes étapes permettant l'obtention d'un produit personnalisé grâce à la plate-forme CREAFAB. Il nous a également permis de situer nos verrous scientifiques et technologiques.

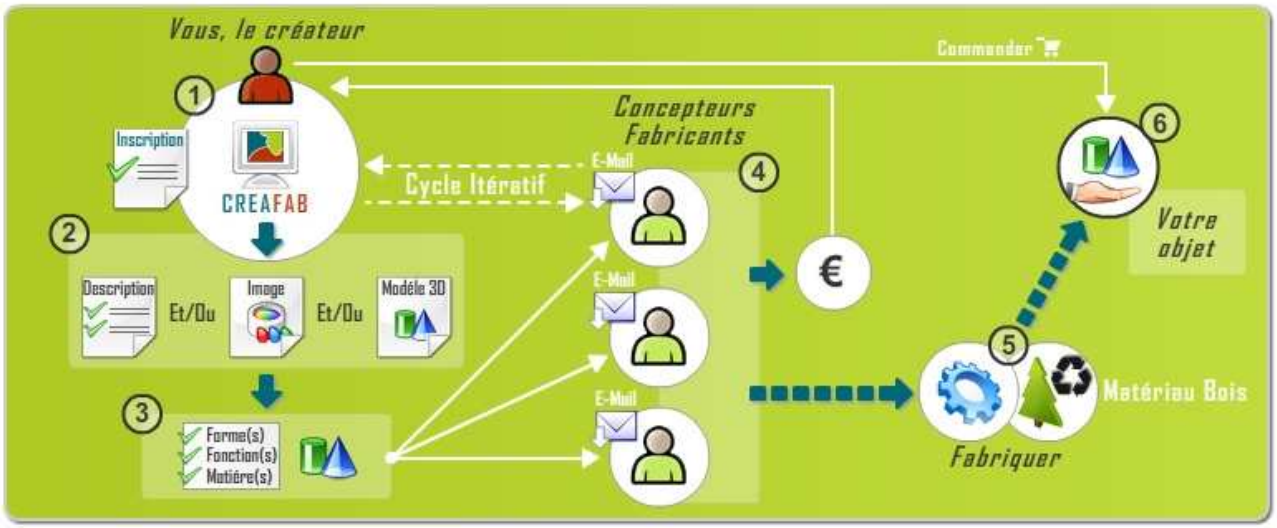

FIG. 1 – Scenario illustratif de la plate-forme de communication CREAFAB

2.1. Perception du consommateur dans la logique de conception

La maîtrise ou l'optimisation du facteur d'expressivité d'un produit dans le processus de conception passe obligatoirement par la prise en compte du ressenti sémantique et émotionnel des consommateurs. L'utilisateur peut aider le concepteur final et le fabricant du produit à résoudre des problèmes de définition du besoin, en l'aidant à formuler un cahier des charges qui correspond à ses préférences [POIRSON 2005]. L'expressivité est surtout liée à l'aspect visuel du produit, sa forme, sa texture, sa couleur, mais aussi son histoire. En effet certains produits à l'aspect stylisé fortement inspiré d'objets antérieurs dégagent une forte expressivité liée à l'histoire du produit. D'ailleurs, le matériau bois comporte certains avantages dans son aspect et son histoire. L'expressivité d'un produit est donc étroitement liée à la relation émotionnelle que le consommateur a avec le produit. La principale difficulté se situe dans la phase de développement de concepts en amont du processus de conception de produits. Le comportement du consommateur est fortement influencé et dépendant de l'offre existante. L'acte d'achat peut-être lié à deux types de motivations :

- L'objectivité, qui est définie par tous les éléments liés à des critères de choix dits objectifs : le prix, les fonctionnalités, les performances, les garanties, le service après-vente, etc. La plupart des ces critères sont quantifiables et formalisables.
- La subjectivité, qui recouvre la plupart du temps des critères dits subjectifs ou affectifs. Le cheminement décisionnel du consommateur obéit à des paramètres qui sont nombreux, hétéroclites, interdépendants et difficiles à quantifier et à formaliser.

Les consommateurs n'ont plus vraiment besoin qu'on leur démontre que le produit proposé est le meilleur, ils attendent d'en être convaincus au premier regard [HARADA 2001]. Cette perception du consommateur d'obtenir le produit qui leur convient, donne aux industriels des problèmes d'intégration de données complexes dans un univers concurrentiel. En effet, les produits engendrent chez le consommateur une pluralité de significations qui repose sur différents filtres comme le niveau de fonctionnalité ou le degré de confort d'utilisation (niveau de fiabilité).

Notre première hypothèse basée sur une approche de plate-forme de communication, est la suivante : l'utilisateur peut créer une forme de son propre produit en suivant une démarche guidée exploitable par les professionnels. Cette démarche a pour objectif d'obtenir une ébauche du produit personnalisé.

2.2. Conception centrée utilisateur et guidée par la fabrication

Nous pouvons définir dans cette partie le consommateur comme utilisateur final du produit. Selon Danielle Quarante [QUARANTE 1994] le concept de « design » contient une double notion : à la fois ce qui peut se projeter, se programmer, se préparer à l'avance et à la fois ce qui peut trouver une forme concrète, être un dessin, un modèle, un plan. Le grand public ne reconnaît que la deuxième notion (dans l'industrie, le

design est perçu comme une activité technique permettant de trouver des solutions, ce qui est similaire à la notion de « conception »). Le concept d'utilisateur final se réfère ici à deux types:

- L'utilisateur final réel, c'est à dire qui utilisera l'objet de façon personnelle ou professionnelle après son lancement.

- L'utilisateur final potentiel, qui présente les mêmes caractéristiques que celles de la cible prévue. On fait donc intervenir des participants représentatifs d'un type spécifique de cibles qui peut-être représenté par une communauté.

Afin d'optimiser la qualité, de réduire les délais et les coûts et de concevoir des produits répondant aux fonctionnalités définies, différentes disciplines se sont insérées dans le processus de conception de produits (processus multidisciplinaire). Pour avoir une vision globale et pour arriver à donner forme à un produit, un chef de projet a besoin de cette approche multidisciplinaire occasionnée par le rapprochement des différents acteurs, où l'attente du consommateur sera un maillon déterminant dans l'ensemble du processus. En partant de cette caractérisation « le rôle du chef de projet est de tout prévoir dans la mesure du possible, afin que rien ne soit abandonné à l'aléatoire » [QUARANTE 1994].

La conception centrée utilisateur (CCU) impose que le développement du produit soit guidé par les besoins des utilisateurs plutôt que par les possibilités technologiques. La CCU en tant que processus de développement inclut un ensemble de méthodes spécialisées, destinées à recueillir des entrées utilisateur et à les convertir en choix de conception. Concevoir un produit facile à utiliser est donc un résultat qui découle de méthodologies de conception, et nécessite de se demander à chaque étape critique de la conception si le produit correspond aux besoins des utilisateurs finaux. Cette approche a été traduite en une norme internationale, l'ISO 13407 (Processus de conception centré sur l'opérateur humain pour les systèmes interactifs).

Cette base normative pour le cycle de conception peut servir à la conception ou à la reconception de la plupart des produits. L'idée est d'adapter le produit aux besoins des utilisateurs. La norme ISO 13407 définit les conditions de la mise en œuvre d'un processus centré sur l'opérateur humain. Ces conditions incorporent les préoccupations des utilisateurs, la compréhension claire de leurs besoins et l'intervention d'une équipe de conception multidisciplinaire. Cette notion d'expérience utilisateur est au carrefour de disciplines différentes (facteurs humains, conception, design, marketing, qualité, etc.).

Des modèles de données permettant de modéliser l'acte de conception et de conserver un aspect coopératif entre différents acteurs susceptibles d'intervenir dans la conception du produit ont été proposés par différents auteurs. Ces modèles sont associés à des méthodes de conception qui, tout en restant dans la philosophie de l'ingénierie concourante, ont leur propre particularité [ROUCOULES 2007]. Nous pouvons citer l'approche axiomatique dont une des spécialités est de proposer un modèle de conception composé de plusieurs espaces : l'espace client avec son besoin spécifique, l'espace concepteur avec ses compétences et l'espace de la fabrication avec le procédé utilisé. L'acte de conception est assuré par la propagation des paramètres de conception entre différents domaines [SUH 1999].

Notre deuxième hypothèse repose sur le DFM du produit : l'utilisateur peut-être intégré dans les différentes phases décisionnelles de création d'un produit en agissant sur les choix de conception et de fabrication. Les échanges de différentes formes identifiés au sein d'un processus collaboratif seront au cœur d'un cycle itératif et incrémental.

3. Un matériau alternatif et écologique, le bois

Le bois est une matière organique biodégradable qui est à plus ou moins long terme réintégré dans le cycle naturel du carbone. Sa fabrication et son exploitation permettent le stockage de ce dernier. L'analyse du cycle de vie (ACV ou LCA, Life Cycle Analysis ou Assessment) nous dévoile les points forts du matériau dans sa globalité. L'ACV prend en compte l'impact environnemental des étapes suivantes de la vie du bois : élaboration et extraction, transformation, transport, installation, performances à l'usage et recyclage. Les informations concernant le cycle de vie du bois sont récentes et encore dispersés [TROUY-TRIBOULOT & TRIBOULOT 2001], mais nous pouvons citer quelques axes principaux :

- L'exploitation forestière est moins polluante que l'extraction des autres matériaux ;
- Son transport ne présente pas de risque et son approvisionnement peut se faire à proximité ;
- La transformation du bois nécessite moins d'énergie et moins d'eau que celle d'autres matériaux ;

- La valorisation énergétique des sous-produits du bois est en plein développement, et le bois-énergie est neutre sur le plan de la production de CO_2 ;

Le bois participe à la réduction des émissions de gaz carbonique en tant qu'alternative aux matériaux non renouvelables, qui induisent des coûts énergétiques et des impacts négatifs difficilement supportable par notre écosystème. Le cycle de vie du bois intègre certains composés qui regroupent l'ensemble des matériaux utilisant la matière bois transformée comme base principale, comme les contreplaqués, les panneaux de particules, fibres, etc. L'intérêt des ces produits repose sur leurs avantages économiques, techniques et utilitaires. Les différences de structure, que l'on peut retrouver dans une même essence, induisent une qualité et des critères d'utilisation variable. Toute la matière qui a peu de valeur marchande peut-être recyclée en étant rassemblée, broyée, déchiquetée, défibrée, et peut donner lieu à une matière bois reconditionnée, avec ou sans apport de liant, pour donner avantageusement papier, carton, panneaux de fibres ou de particules [PLASSAT 1994]. Ces dérivés du bois ont un prix de vente très compétitifs par rapport à des bois massifs même si les performances mécaniques sont moins élevées. Leur valeur technico-économique offre des débouchés importants à l'industrie des filières du bâtiment, de l'agencement, de l'ameublement en incorporant des techniques de décoration reconnu.

L'aspect et l'esthétisme du bois est sans aucun doute un avantage pour ce matériau. Mais son utilisation dans les dérivés de bois montre que d'autres applications sont réalisables sans pour autant transposer les avantages structurels et esthétiques du bois.

Notre troisième et dernière hypothèse repose sur l'utilisation d'une farine de bois issu de l'exploitation forestière : la fabrication rapide peut permettre la production d'objets en bois reconstitués en utilisant de la farine de bois et un liant naturel.

Cette utilisation permet de valoriser un déchet issu de l'exploitation forestière. La démarche étant résolument écologique, l'utilisation de colles et de peintures polluantes est à éviter.

Dans une chaîne de conception et de fabrication rapide, un modèle numérique d'une pièce peut-être généré en CAO ou encore par numérisation. Aujourd'hui, les procédés de prototypage permettent de réduire le processus de développement de produits par l'obtention direct des outillages de production et cela devrait se poursuivre par la fabrication directe de produits finaux en bonne matière en remplacement des procédés de fabrication série traditionnels (fonderie, emboutissage, injection…), sans outillage [DORMAL 2003].

L'application en prototypage nécessite plusieurs essais qui ont pour objectif de caractériser le matériau transformé et de définir les possibilités techniques associés à la conception d'un produit. Les modèles STL sont couramment utilisés pour effectuer la liaison entre la conception et le procédé de fabrication. C'est de la qualité du modèle STL que va dépendre la qualité et la précision de fabrication. Le niveau de précision étant également dépendant des différentes limites liées à la technologie utilisé (logiciel, machine de prototypage…). En effet, le prototypage rapide du type imprimante 3D impose une orientation de l'objet qui influence l'état de surface du produit. Cette étape implique une recherche appliquée en utilisant une imprimante 3D et l'utilisation du matériau bois transformé.

4. Discussion et perspectives

L'article présente l'état des réflexions menées qui ont permis de déterminer et d'agencer la démarche du travail de thèse, tout en décrivant les problématiques associées., Dans un contexte spécifique aux produits « grand public fortement personnalisables ». L'étude est déterminante pour déverrouiller plusieurs problèmes scientifiques, la perception du consommateur sur son produit va dépendre de son profil mais également de son niveau de compétence, ce qui va compliquer les échanges. Chaque acteur peut se retrouver dans des échanges dont le niveau de compréhension va déterminer l'ensemble du processus de conception, d'où la difficulté de trouver une démarche adaptée à la demande du consommateur. Le cheminement des espaces est un point crucial de cette étude. Outre les avantages du matériau bois qui semblent évidents pour ses perspectives écologiques, son utilisation à travers le prototypage rapide fait apparaître des difficultés de mise-en-œuvre qu'il va falloir résoudre. L'ensemble de ces étapes réunies sur un même outil de communication permettra au consommateur de définir son produit, de le concevoir et de le fabriquer à partir d'une machine de prototypage.

References

BARBER, N.F., & MEYLAN, B. The anisotropic shrinkage of wood. A theoretical model, Holzforschung, 1964

CAVE, I.D. Swelling of a fibre reinforced composite in which the matri xis water reactive, Wood science and technology, 1972

DAMASIO, A.R. L'erreur de Descartes : la raison des émotions, Odile Jacob, 1994

DORMAL, T. Du prototypage rapide à la fabrication rapide. Rencontres Internationales du Développement Rapide de Produit VirtuReal, CIRTES, Saint Dié, France, 2003

HARADA, A. Integration of design ans science, Kansei Recognition and Rational Recognition, University of Tsukuba, report of modelling the evaluation structure of Kansei, P.81, 2001,

MANTELET, F. Prise en compte de la perception émotionnelle du consommateur dans le processus de conception de produits, Thèse LCPI, ENSAM, CER Paris, 2006

PLASSAT, F. Mise en œuvre du bois, Techniques de l'ingénieur- B 7 304, 1994

POIRSON, E. Prise en compte des perceptions de l'utilisateur en conception de produit. Application aux instruments de musique de type cuivre, Thèse IRCCyN, ECN, Université de Nantes, 2005

QUARANTE, D. Eléments de design industriel, 1994

ROUCOULES, L. Contribution à l'intégration des activités collaboratives et métier en conception de produit. Une approche au juste besoin : des spécifications fonctionnelles du produit aux choix des procédés de fabrication, Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Technologie de Compiègne, 2007.

ROUVRAY, A. Intégration des préférences émotionnelles et sensorielles dans la conception de produits d'ameublement : proposition d'une méthodes d'ingénierie affective, Thèse LCPI, ENSAM, CER Paris, 2006

SAGOT, J-C. GOMES, S., ZWOLINSKI, P. Ergonomics and design, International Journal of Design and Innovation Reasearch, Vol-1 n°2, nov 1998, P22-35, 1998

SASSUS, F., ALMERAS, T., GRIL, J., & YAMAMOTO, H. Modélisation des déformations de maturation de la fibre, Cahiers Scientifique du Bois, 2005

SUH N.P., « Applications of Axiomatic Design », Integration of process Knowledge into Design Support, ISBN 0-7923-5655-1, Kluwer Academic Publishers, 1999

TROUY-TRIBOULOT, M.C., TRIBOULOT, P. Matériau bois – Structure et caractéristiques, Techniques de l'ingénieur- C 925, 2001

Autres

ERGOLAB. HTTP://www.ergolab.net/articles/conception-centrée-utilisateur.html

La norme ISO 13407:1999. Processus de conception centrée sur l'opérateur humain pour les systèmes interactifs