

Le Produit Concept Virtuel pour l'Évaluation de Produit: Le Cas ROSSIGNOL SA

Abdelmajid Kadri, Anthony Delamarre, Hervé Christofol & Simon Richir

Laboratoire Présence et Innovation
ENSAM Angers-Laval
2 boulevard du Ronceray, 49035 Angers, France
E-mail : abdelmajid.kadri@univ-angers.fr

Résumé :

Cette étude est le fruit de notre collaboration avec l'entreprise ROSSIGNOL SA, spécialisée dans les collecteurs de déchets. L'objectif était d'évaluer les apports de la réalité virtuelle, dans les phases préliminaires du processus de conception. Pour cela, nous avons défini une nouvelle représentation intermédiaire virtuelle, le Produit Concept Virtuel (PCV). Plus qu'une maquette virtuelle, le PCV permet de mettre en situation un produit et d'évaluer ses fonctionnalités. Nous avons tenté de mettre en évidence les avantages de cette nouvelle représentation virtuelle. Le projet sur lequel s'est basée notre collaboration était la réalisation d'un PCV de collecteur de déchets innovant. Les résultats ont montré que le PCV a permis d'améliorer la compréhension du produit concept, facilitant ainsi les prises de décisions qui orientent les choix de conception. De plus, le PCV a permis d'augmenter le nombre de cycles d'évaluations.

Abstract :

This study is the result of our collaboration with the company ROSSIGNOL SA, specialized in the collectors of waste. The objective was to evaluate the contributions of virtual reality, in the preliminary phases of the design process. For that purpose, we defined a new virtual intermediate representation, the Virtual Concept Product (VCP). More than a virtual model, the VCP allows to put a product in its context and to evaluate its features. We tried to show the benefits of this new virtual representation. Our collaboration was based on the realization of a VCP of an innovative collector of waste. The results showed that the VCP improved the understanding of the concept product, facilitating thus the decision-takings, which orient the choices of conception. Furthermore, the VCP increased the number of cycles of evaluations.

Mots-clefs :

Réalité Virtuelle, Produit Concept, PME, Innovation

1 Introduction

Parmi les contraintes inhérentes à la réalisation d'un produit, le temps et le coût de conception occupent une place majeure. Le coût élevé et le temps important, nécessaire à la conception d'un produit peuvent être attribués entre autres, à la nécessité de réaliser de multiples représentations physiques. Lors de l'évaluation de ces représentations physiques, si un défaut est constaté, il faut à nouveau réaliser d'autres représentations physiques, coûteuse et très longues à fabriquer. Ces difficultés se posent dans les grandes industries, mais pour les PME c'est une question de survie. Ces dernières sont continuellement à la recherche de nouveaux outils et méthodes leur permettant de mieux gérer leur processus de conception. Un de ces outils est le produit concept, il est l'équivalent du « concept-car » pour les secteurs d'activité autre que celui de l'automobile (Delamarre *et al.*, 2004). Il y existe niveaux de représentation du produit (Chedmail *et al.*, 2001) et la RV est un outil qui permet de réaliser des représentations intermédiaires virtuelles. Dans le cadre de notre collaboration avec l'entreprise ROSSIGNOL SA, nous avons défini une nouvelle représentation intermédiaire virtuelle, le Produit Concept Virtuel (PCV). Plus qu'une maquette virtuelle, le PCV permet de mettre en situation le produit concept et d'évaluer ses fonctionnalités. Le PCV se situe entre la maquette virtuelle et le prototype virtuel. Il permet de rassembler les différents acteurs d'un projet, autour d'une même perception du produit concept. Cette perception commune améliore la compréhension et l'évaluation du produit concept, facilitant ainsi la prise de décision. De plus, puisque le

produit et son environnement sont virtuelles, il est très facile et peu coûteux de faire des modifications, si un défaut est constaté.

2 Etat de l'art

Des représentations intermédiaires du produit sont souvent utilisées pour partager les idées et réduire le risque de changements tardifs coûteux (Ulrich et Eppinger, 2000). Ces représentations du produit peuvent aider l'équipe de conception à comprendre les différentes fonctionnalités du produit. Allen (1982) fut un des premiers à montrer l'importance de la rapidité de circulation des informations dans les projets. Il s'agit de se comprendre, mais surtout de se comprendre vite et bien. Mais, le vocabulaire et sa diversité sémantique sont sujets à interprétation selon sa propre langue et sa propre culture. Les représentations intermédiaires correspondent à « des outils d'interaction entre l'ensemble des acteurs de la vie du produit, afin de permettre des échanges et des compréhensions mutuelles plus efficaces » (Tichkiewitch, 1997). Traditionnellement des représentations physiques sont utilisées, mais la réalisation de celles ci est longue et coûteuse.

En conception, les approches classiques sont fondées sur l'idée que le coût des modifications augmente de manière exponentielle dans le temps (Tichkiewitch et Chapa, 1995). Les décisions prises dans la phase de conception représentent de 50 à 80% de l'engagement des dépenses nécessaires à la réalisation d'un produit, alors que les dépenses effectuées sont seulement de 5 à 20%. Il est donc particulièrement important de s'intéresser à cette phase qui conditionne à la fois la maîtrise du coût et des délais de production du produit final. La prise de décisions est réalisée à travers un processus de formulation et de correction d'hypothèses (FIG. 1). Ces décisions peuvent être prises soit très tôt sur des représentations virtuelles, soit beaucoup plus tard sur des représentations physiques. Selon Vélez (1999), les difficultés des représentations traditionnelles, sont la lenteur d'exécution et de rétroaction des décisions prises durant l'étape de proposition des solutions. Le concepteur doit parfois attendre jusqu'à la fabrication du produit pour obtenir une réponse qui lui permette de confronter ses hypothèses de conception au résultat. La lenteur de ce cycle limite la production d'idées du processus créatif et favorise le maintien de solutions non conformes au cahier des charges, affectant ainsi les décisions prises ultérieurement.

La FIG. 2 illustre la connaissance que l'on a du produit et la possibilité d'influencer son coût final, durant le processus de conception. L'utilisation de la RV permet une meilleure connaissance du produit, plus rapidement. La RV peut être une solution d'avenir pour les entreprises et devenir un bon outil d'aide à la conception de produits (Kan et al., 2002). Les représentations virtuelles, par leur rapidité de réalisation, permettent d'évaluer un nombre important de déclinaison du produit, en minimisant le coût et le temps de réalisation. De plus, La RV favorise l'interaction entre les différents acteurs (Lehner, 1997; Caterpillar, 1997).

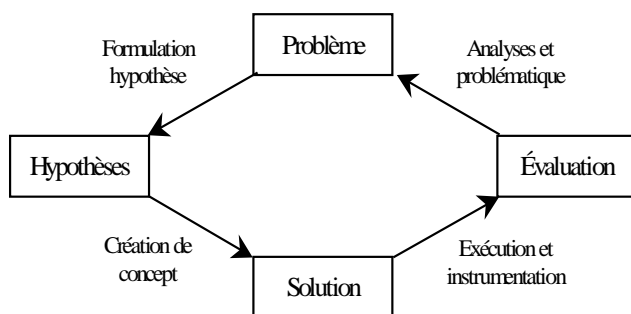


FIG. 1 – Cycle de formulation et correction des hypothèses Christofol (1995)

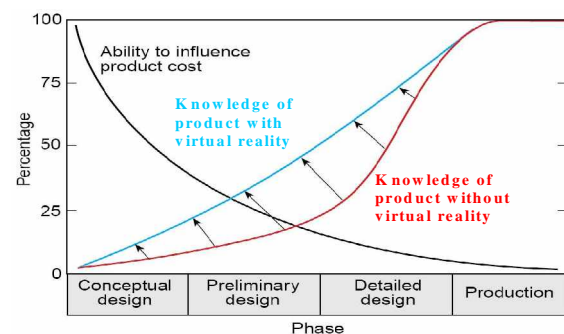


FIG. 2 – Coût et connaissance du produit Lombardo (1996)

3 Objectifs

Les représentations virtuelles sont très utiles pour évaluer au plus tôt le futur produit. La maquette virtuelle est très intéressante pour évaluer visuellement l'esthétique du produit. Cependant, l'utilisateur est passif face à cette maquette virtuelle (Fuchs, 2004). Celle ci ne permet pas d'évaluer les fonctionnalités du futur produit, ni de mettre en situation le produit dans son futur environnement. Le prototype virtuel

permet aux concepteurs d'évaluer les caractéristiques et les fonctionnalités du produit, grâce à une interaction et une immersion multisensorielle. Cependant, le prototype virtuel est à ce jour très peu utilisé dans les entreprises. Cela peut s'expliquer par le fait que le prototypage virtuel nécessite un investissement dans l'achat d'interfaces de RV, qui sont à ce jour encore très onéreuses. De plus, l'utilisation de ces interfaces de RV (gants de données, traqueurs, interfaces haptiques, ...) nécessite certaines compétences, que les PME ne possèdent pas toujours en interne. Le Produit Concept Virtuel (PCV) se situe entre la maquette virtuelle et le prototype virtuel. Il permet de mettre en situation le futur produit dans un EV adéquate et d'évaluer ses fonctionnalités, sans nécessité de lourds investissements, ni de compétences particulières.

Au cours de cette étude, nous avons conçu un Produit Concept Virtuel de collecteur de déchets, en collaboration avec les concepteurs de l'entreprise ROSSIGNOL SA. Nous étions dans l'attente de pouvoir valider nos hypothèses de recherche en menant une expérimentation au sein d'une PME. Nous avons plusieurs objectifs :

- Utiliser le PCV dans le processus de conception d'une PME ;
- Rassembler différents corps de métiers autour du PCV ;
- Déterminer les apports du PCV ;
- Evaluer l'intégration de la RV au sein de la PME.

La PME ROSSIGNOL SA était dans l'attente d'acquérir les compétences qui lui permettraient de développer elle-même un PCV, afin de :

- Economiser du temps et de l'argent lors de la conception de produits innovants ;
- Faciliter la collaboration inter métiers ;
- Mettre à jour son processus de conception;
- Communiquer sur ses nouvelles compétences.

4 Participants

Le projet a rassemblé dix participants, six étaient des professionnels issus de la PME ROSSIGNOL S.A. et quatre étaient des chercheurs du laboratoire P&I.

5 Protocole de réalisation et d'évaluation du PCV

La FIG. 3 illustre les étapes suivies pour la réalisation et l'évaluation du PCV.

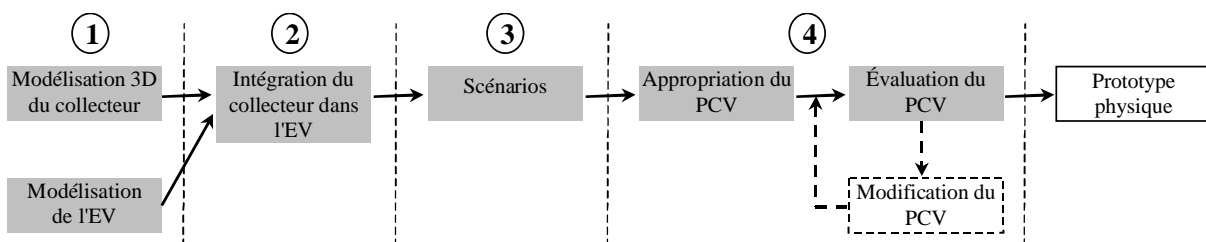


FIG. 3 – Etapes de réalisation et d'évaluation du PCV

1. Nous avons utilisé un modèleur (3Ds Max©) pour concevoir le modèle virtuel du collecteur de déchet et de l'EV dans lequel il devait évoluer. L'interactivité était gérée avec le logiciels (Virtools©).
2. Nous avons ensuite intégré le collecteur virtuel dans son EV.
3. Des scénarios ont été créés, permettant de mettre en évidence les fonctionnalités du collecteur.
4. Enfin, l'équipe de concepteurs a évalué le PCV en observant les fonctionnalités du collecteur et ses interactions avec l'EV. Cette étape a donné lieu à de multiples modifications du PCV, jusqu'à ce que le PCV corresponde aux attentes des concepteurs.

Après une évaluation satisfaisante du PCV, la réalisation d'un prototype physique peut être envisagée sans l'appréhension de devoir réaliser de multiples prototypes.

6 Description du PCV

Le PCV réalisé était un collecteur de déchet innovant d'extérieur. Ce collecteur possédait cinq fonctionnalités originales :

1. Mobilité et autonomie;
2. Interface de communication;
3. Gestion des obstacles;
4. Système répulsif pour animaux;
5. Déchargement automatique des déchets.

La première fonctionnalité du collecteur de déchet était sa mobilité et son autonomie. Ce collecteur de déchet pouvait se déplacer le long d'un parcours pré défini. Pour cela, nous avons modélisé un parc d'attraction représentant un village médiéval (FIG. 4), dans lequel nous avons défini l'itinéraire à suivre par le collecteur.

La seconde fonctionnalité était une interface de communication. Le collecteur était muni d'un écran pour communiquer avec les utilisateurs et leurs fournir des informations tel que son niveau de charge, la température extérieur, l'ensoleillement et bien d'autres informations. Pour mettre en évidence cette fonctionnalité, un scénario a été réalisé durant lequel un personnage mettait un déchet dans le collecteur. Ce dernier ayant atteint sa charge maximale, le faisait savoir par l'intermédiaire d'un message sur son écran (FIG. 5).

La troisième fonctionnalité était la gestion des obstacles du collecteur. Cela permettait au collecteur de s'arrêter dès qu'il détectait un obstacle, évitant ainsi de se détériorer ou de blesser quelqu'un. Le collecteur reprenait son parcours dès qu'il n'y avait plus d'obstacle. Pour mettre en évidence cette fonctionnalité, nous avons placé un second personnage sur le parcours du collecteur. L'utilisateur pouvait contrôler les déplacement de ce personnage afin d'évaluer le comportement du collecteur (FIG. 6).

La quatrième fonctionnalité était le système répulsif pour animaux. Le collecteur possédait un système à ultra son qui permettait de repousser les animaux potentiellement nuisibles à son bon fonctionnement. Pour expliquer cette fonctionnalité, nous avons modélisé la sphère de répulsion autour du collecteur, ainsi qu'un oiseau et un chat (FIG. 7). Les animaux pouvaient être envoyés à tout moment en direction du collecteur, afin de pouvoir se rendre compte de leur comportement face au système de répulsion. La sphère de répulsion n'était perceptible que par les animaux, donc pour pouvoir la voir nous devons basculer en vue subjective de l'un des animaux.

La cinquième fonctionnalité était le déchargement automatiquement des déchets dans un conteneur prévu à cet effet. Pour mettre en évidence cette fonctionnalité, nous avons modélisé le conteneur de déchet et mis en place un scénario d'évacuation des déchets. Une fois que le collecteur était plein, il le signalait via son écran (FIG. 5) et se dirigeait vers le conteneur pour décharger son contenu (FIG. 8).



FIG. 4 – EV du collecteur



FIG. 5 – Interface de communication



FIG. 6 – Gestion des obstacles



FIG. 7 – Sphère de répulsion

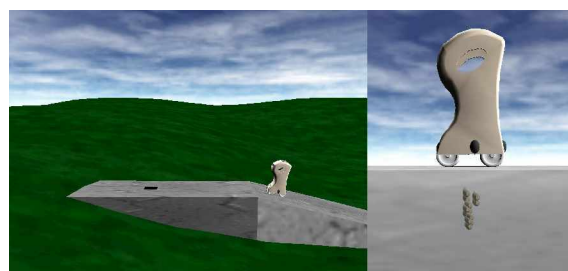


FIG. 8 – Évacuation automatique des déchets

Une autre contribution de la RV était l'accès à des points de vue difficilement réalisables dans la réalité, qui améliorent la compréhension du PCV. Dans l'EV, il y avait sept caméras sur lesquelles il était possible de basculer à tout moment : deux vues subjectives des deux avatars humains, deux vues subjectives des deux animaux, une vue subjective du collecteur, une vue globale suivant le trajet du collecteur et une vue globale permettant de naviguer librement dans l'EV. Le collecteur pouvait donc être observé sous tous les angles, ce qui permettait aux participants d'avoir une représentation claire et collective du collecteur. Cet apport a été particulièrement apprécié par les membres de l'équipe ROSSIGNOL S.A.

7 Données collectées

Les données ont été collectées sous forme de deux questionnaires.

Le premier questionnaire a été remis à chacun des 6 participants issus de l'entreprise ROSSIGNOL S.A. Ce questionnaire avait pour objectif de déterminer s'ils avaient constaté un impact du PCV sur le travail en équipe, la compréhension du produit concept, l'évaluation du produit concept et la prise de décision.

Le second questionnaire a été remis à 14 étudiants de Master. Ces étudiants n'avaient pas participé au projet ROSSIGNOL S.A. et n'avaient aucune connaissance du PCV développé, ni des objectifs de notre étude. Avant de remplir le questionnaire, les étudiants ont visualisé la dernière version du PCV sur un écran immersif de 2,5m de haut sur 3m de large. Cette visualisation a duré 5 minutes et n'était accompagnée d'aucune explication. Le questionnaire avait pour objectif d'évaluer le niveau de compréhension des fonctionnalités du PCV, par les étudiants.

8 Résultats

Il est ressorti de l'analyse du premier questionnaire remis aux professionnels et de nos propres observations, qu'il y a eu en début de projet quelques appréhensions à utiliser une nouvelle technologie tel que la RV. Cela est devenue par la suite un facteur de motivation pour les participants. En effet l'aspect ludique de la RV a permis une adhésion plus facile des participants et a suscité leur intérêt. Le PCV a permis de concevoir une représentation commune du produit concept, que chacun a pu facilement s'approprier. Il a aussi permis de réaliser de multiples cycles d'évaluations et prises de décisions qui ont orienté les choix de conception. De plus nous avons constaté une stimulation de la créativité de l'équipe.

Pour étudier le second questionnaire remis aux étudiants, nous avons utilisé une Analyse en Composante Principale ACP, suivie d'une classification ascendante hiérarchique CAH. Cette étude nous a permis d'une part de détecter les corrélations entre les questions, qui ont été regroupées en cinq thèmes correspondants aux cinq fonctionnalités du produit concept. D'autres part, nous avons pu réaliser une classification des étudiants, en fonction de leur compréhension du PCV. La FIG. 9 représente le niveau de compréhension moyen des fonctionnalités du produit concept par les étudiants. On remarque que la mobilité, l'interface de communication et la gestion des obstacles ont été assez bien comprises. Le déchargement automatique a été parfaitement compris, par contre le système répulsif pour animaux a été quant à lui très mal compris. L'incompréhension du système répulsif pour animaux provient principalement de la mauvaise interprétation de la sphère de répulsion englobant le collecteur. Effectivement, 71,4% des étudiants pensaient que cette sphère de répulsion représentait la zone de détection des obstacles du collecteur. La FIG. 10 est un dendrogramme qui représente clairement le classement des étudiants selon leur compréhension du PCV. La ligne en pointillé représente la troncature permettant de visualiser les 2 groupes identifiés. Le premier groupe représente 21,4% des étudiants, ceux ci avaient bien compris les cinq fonctionnalités du produit concept. Le deuxième groupe représente 78,6% des étudiants. Les étudiants de ce groupe avaient la particularité de ne pas avoir compris le système répulsif pour animaux.

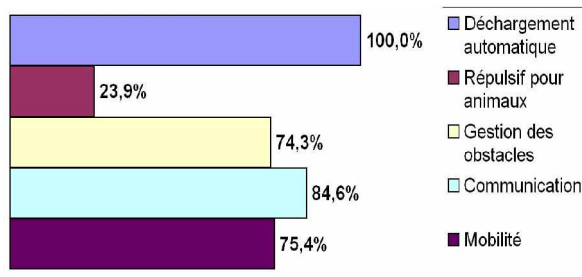


FIG. 9 – Compréhension des fonctionnalités

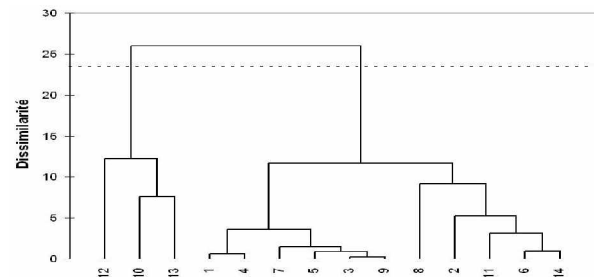


FIG. 10 – Dendrogramme

9 Conclusions

Dans cette étude, différents corps de métiers ont travaillé ensemble à la conception d'un collecteur de déchets innovant et la RV était une nouvelle technologie pour toute l'équipe de concepteurs. Les participants de ce projet ont pu ensemble découvrir les possibilités de cette nouvelle technologie et créer un vocabulaire commun, qui est la base d'une bonne collaboration. L'utilisation du PCV a permis de rassembler les différents acteurs du projet, autour d'une perception commune du produit concept, améliorant ainsi la compréhension et l'évaluation du produit concept. Il a aussi été possible de multiplier les cycles d'évaluations et prises de décisions qui orientent les choix de conception. Cela aurait été plus long et plus coûteux à réaliser avec des représentations physiques.

A ce jour, ROSSIGNOL S.A. utilise le PCV pour communiquer en interne autour de son produit concept. La représentation virtuelle d'un produit concept est bien plus parlante qu'un texte explicatif. Cependant, notre PCV n'avait intentionnellement pas un haut degré de réalisme et l'expérience menée auprès des étudiants a montré que certaines fonctionnalités du produit, pouvaient ne pas être comprises par les personnes extérieures au projet. Le PCV réalisé n'a donc pas été utilisé pour une communication en externe. Pour des raisons stratégiques, le produit concept n'a pas été fabriqué, mais trois de ses fonctionnalités (l'écran de communication, le système de répulsion et le déchargement automatique) ont été intégrées dans d'autres produits de la nouvelle gamme de collecteurs Rossignol.

Références

- Allen, T., 1982. *Managing the flow of technology*. Boston, M.I.T. Press.
- Caterpillar Inc, 1997. *Collaborative Virtual Reality*. Directors of Research meeting, NCSA, October 2nd 1997.
- Chedmail P., B. Maille, E. Ramstein, 2001. *Etat de l'art sur l'accessibilité en réalité virtuelle, application à l'étude de l'ergonomie*, Colloque Pimeca, La Plagne, 2-5 avril, 2001.
- Christofol H., (1995). "Modélisation systémique du processus de conception de la coloration d'un produit," ENSAM Paris, Thèse de doctorat.
- Delamarre A., H. Christofol, H. Samier and S. Richir, 2004. *Implementation of a RID organisation in SME'S*. Conference on the Design of Cooperative system. French Riviera
- Fuchs, P. 2004. *Le traité de la réalité virtuelle*. Les presses de l'école des mines de Paris.
- Kan H.Y., V.G. Duffy and C.J. Su, 2002. *An Internet virtual reality collaborative environment for effective product design*. *Comput Ind*, 45(2): p. 197–213.
- Lehner V. and T. DeFanti, 1997, *Distributed Virtual Reality: Supporting Remote Collaboration in Vehicle Design*, *IEEE Computer Graphics and Applications*, 17(2), March-April, p. 13-17.
- Lombardo J. S., E. Mihalak and S. R. Osborne, 1996. *Collaborative Virtual Prototyping*. Johns Hopkins APL Technical Digest, volume 17, number 3.
- Tichkiewitch S. et E. Chapa, 1995. *Un modèle produit multi-vues pour la conception intégrée*. PRIMECA, Nancy, 7 décembre 1995.
- Tichkiewitch S., 1997. *Relecture de l'estampage à la lumière de la mécanique*. *Connaissances et savoir-faire en entreprise*, Hermes.
- Ulrich, K. T. and Eppinger, S. D. 2000. *Product Design and Development*, McGraw-Hill Inc., New York.
- Vélez, G, 1999. *Realidad Virtual en Arquitectura – Actualidad y Futuro*, pp. 79-82, Congreso Iberoamericano de Gráfico Digital SIGRADI, Montevideo.