



Evaluation des attentes des industriels pour l'intégration des facteurs humains dès la première phase de conception

Rabih Slim, Rémy Houssin, Amadou Coulibaly, Sun Xiaoguang

► To cite this version:

Rabih Slim, Rémy Houssin, Amadou Coulibaly, Sun Xiaoguang. Evaluation des attentes des industriels pour l'intégration des facteurs humains dès la première phase de conception. Congrès Lambda Mu 21 " Maîtrise des risques et transformation numérique : opportunités et menaces ", Oct 2018, Reims, France. hal-02074084

HAL Id: hal-02074084

<https://hal.science/hal-02074084>

Submitted on 20 Mar 2019

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.

Evaluation des attentes des industriels pour l'intégration des facteurs humains dès la première phase de conception

Evaluation of industrial expectations for the integration of human factors from the early design phase

Slim Rabih**, Houssin Rémy, Coulibaly Amadou, Xiaoguang Sun**

CSIP-ICube INSA de Strasbourg

24 bd de la Victoire

670 84 – France

rabi.h.slim@insa-strasbourg.fr

Résumé

Actuellement, l'usage du produit est évalué de manière sommaire et non structurée, dans le but de satisfaire les normes et de respecter les directives européennes. Dans les approches de conception traditionnelles, les informations liées à l'usage d'un produit ou d'un système sont souvent prises en compte dans la phase de conception détaillée, ce qui peut entraîner des modifications de conception ainsi que des itérations. D'une part, ces changements sont coûteux et chronophages. D'autre part, ils peuvent nécessiter quelques dispositifs sécuritaires et/ou des procédures supplémentaires d'utilisation.

Nous avons proposé dans Sun et al, 2018 une méthodologie visant à considérer les informations d'utilisation d'un produit, ou d'un système industriel, dès les premières phases de conception. Ceci permet d'accélérer l'émergence d'un système sûr à l'utilisation, sans nécessairement avoir recours à des systèmes de sécurité (capteurs, barrières...) ni à des procédures certainement sûres mais pas nécessairement productives.

Afin d'évaluer la perception de cette approche, par les entreprises, par rapport à des besoins concrets qu'elles pourraient avoir, et pour étudier l'applicabilité de la méthode proposée, nous avons proposé un questionnaire et mené un sondage auprès de 500 entreprises européennes et du monde. Les résultats de ce sondage sont présentés et analysés dans cet article.

Mots-clés — Processus de conception, Facteurs humains, Information d'utilisation, Fonction, Tâche, Comportement.

Summary

Currently, the use of the product is assessed in a summarily and unstructured way, in order to meet the standards and to obey the European directives. In traditional design approaches, information related to the use of a product or system is often taken into account in the detailed design phase, which can lead to design changes and iterations. These changes are, on the one hand, expensive and time-consuming. On the other hand, they may require some of the security features and / or additional procedures of use.

We have proposed in Sun et al, 2018 a methodology to consider the usage information of a product, or an industrial system, from the earliest stages of design. This makes it possible to accelerate the emergence of a system safe to use, without necessarily resorting to security systems (sensors, barriers, etc.) or procedures that are certainly safe but not necessarily productive.

In order to assess the perception of this approach, by the design companies, in relation to concrete needs they might have, and to study the applicability of the proposed method, we proposed a questionnaire and conducted a survey of 500 European and world-wide companies. The results of this survey are presented and analyzed in this paper.

Keywords - Design Process, Human Factors, Usage Information, Function, Task, Behavior.

1. Problématique et état de l'art

L'objectif de cette étude est d'analyser la faisabilité de la méthode d'intégration des informations d'utilisation dès la première phase de la conception proposée par Sun et al. 2018, en se basant sur les avis d'experts en conception. Nous présentons tout d'abord, un état de l'art contenant 3 points. Le premier porte sur le processus de conception. Le deuxième concerne les facteurs humains et ergonomiques et dans le troisième nous nous focalisons sur l'intégration de ces facteurs dans les phases de la conception. Dans la deuxième section, la méthode d'intégration des informations d'utilisation dès la première phase de la conception est illustrée. Avant de conclure et présenter quelques perspectives, dans la troisième section nous développerons et analyserons notre enquête et les résultats appropriés.

La clef pour y parvenir est de comprendre la conception, dont l'objectif principal est d'obtenir un produit/système qui correspond à l'utilisation et aux exigences d'utilisateur du point de vue, de la facilitation d'utilisation, de la sécurité de

l'utilisateur, de la fiabilité et de l'efficacité dans le lieu de travail (Mc Ruer, 1980 ; Redström, 2006).

C'est un processus innovant, itératif qui implique la créativité du concepteur, sa capacité de communication et ses compétences dans la résolution de problèmes. (Budynas & Nisbett, 2008) La conception est principalement décrite comme étant la résolution de problèmes. Les concepteurs contribuent à trouver des solutions et à développer les produits d'une façon très spécifique.

Ils portent une grande responsabilité, parce que leurs idées, leurs connaissances et leurs compétences déterminent d'une manière décisive les propriétés techniques, économiques et écologiques du produit. Le processus de conception exige un ensemble d'activités par lesquelles les concepteurs développent et/ou choisissent les méthodes pour réaliser un ensemble de fonctions. Pendant ce processus, des méthodes existantes sont généralement adoptées, mais quelques nouvelles méthodes peuvent être produites, et dans ce cas, il

apparaît une combinaison des deux. (Sun, H. (2012) ; Cavallucci et al. (2002)).

Le processus de base comporte cinq étapes, généralement mises en œuvre dans la résolution de problème :

1. Définir le problème.
2. Rassembler les informations pertinentes.
3. Générer les solutions multiples.
4. Analyser et sélectionner une solution.
5. Tester et mettre en œuvre la solution.

Les problèmes de conception sont généralement définis plus vaguement avec une multitude de réponses possibles. Par conséquent, le processus de conception peut exiger des retours en arrière et des itérations.

L'obtention d'une bonne solution exige une méthodologie ou un processus.

Un processus de conception est proposé par Pahl et Beitz (1996).

Il est constitué de trois étapes :

Phase I : Conception conceptuelle

La conception conceptuelle est le processus par lequel la conception est initiée, menée au point de créer un certain nombre de solutions possibles qui se réduisent en un seul meilleur concept (Dieter et al. (2009)).

Les principales tâches de cette étape sont les suivantes :

- Identification des besoins des clients.
- Définition du problème.
- Génération de concepts.
- Évaluation des concepts.

Phase II : Dimensionnement (Embodiment phase)

Le dimensionnement consiste à définir les dispositions et les configurations préliminaires, puis à sélectionner les dispositions souhaitables et à affiner les critères techniques et économiques.

Elle contient trois tâches principales :

- Architecture de produit.
- Conception de configuration.
- Conception paramétrique.

Phase III : conception détaillée

Dans cette phase, la conception est portée sur une description technique complète du produit. Cela nécessite beaucoup des compétences pour spécifier tous ces critères correctement afin que la conception soit menée de façon satisfaisante (Hubka, V. (2015)).

1.1 Les facteurs humains et ergonomiques (Human factors and ergonomics « HFE »)

Avec l'intérêt croissant de l'expérience d'utilisateur dans la performance de produit, la commercialisation met l'accent sur le fait qu'un produit ne devrait plus être traité comme étant uniquement un fournisseur d'un ensemble de fonctionnalités. En effet, un produit fournit aussi aux utilisateurs des expériences (Hassenzahl, M. (2003)). Actuellement, ces expériences sont fortement intégrées dans le processus de conception des systèmes de production grâce aux technologies numériques qui sont au cœur de l'industrie 4.0.

L'expérience de l'utilisateur est une information cruciale dans la phase de conception. Les HFE sont considérés comme une connaissance des caractéristiques de l'utilisateur. Ils ont été appliqués dans la plupart des phases de conception (Zhou et al. (2016)). Les HFE ont évolué comme une discipline unique et indépendante qui se concentre sur les systèmes homme-machine, vus de la perspective unifiée de la science, l'ingénierie, la conception, la technologie et la gestion de systèmes compatibles humains. (Karwowski, W. (2005)).

Les professionnels des facteurs humains contribuent à la conception et à l'évaluation des tâches, des emplois, des produits, des environnements et des systèmes afin de les rendre compatibles avec les besoins, les capacités et les limitations de l'utilisateur.

L'ergonomie favorise une approche centrée sur l'homme pour concevoir des systèmes en considérant les facteurs physiques, cognitifs, sociaux, organisationnels, environnementaux et autres facteurs pertinents (Stanton et al. (2004)).

L'objectif des HFE est d'appliquer les connaissances sur le comportement humain, les machines, les tâches et les environnements de travail dans le but d'être productifs, sûrs, sains et efficaces dès que possible.

En général, le besoin d'une analyse de tâche formelle surgit quand un ou deux des conditions suivantes sont réunies :

- a) L'accomplissement d'un but exige plus d'efforts qu'une seule personne peut fournir, ou elle dépend d'une combinaison des compétences qui va au-delà de ce qu'un seul individu peut s'attendre à maîtriser.

Dans ce cas, l'analyse des tâches sert à décomposer une activité complexe et collective en un certain nombre d'activités plus simples et plus élémentaires.

- b) Les tâches deviennent si complexes qu'une personne ne peut plus les contrôler ou les comprendre.

L'analyse des tâches est devenue nécessaire lorsque le travail a changé d'un travail qui pourrait être fait par un individu sans aide, pour devenir un travail qui nécessite des efforts collectifs de personnes ou de systèmes cognitifs communs.

Pour satisfaire les demandes des tâches, la conception du lieu de travail est nécessaire pour améliorer la performance du travail et assurer la sécurité et la santé au travail. Cela aboutit à :

1. Minimiser la charge de travail physique et l'effort associé à l'opérateur concerné.
2. Faciliter l'exécution des tâches qui doit assurer la facilité de l'échange d'informations avec l'environnement, la minimisation des efforts physiques, etc.
3. Faciliter l'utilisation des différents éléments du lieu de travail.

Sans aucun doute, les informations de l'HFE devraient être prises en compte dans l'analyse des tâches. L'un des problèmes fondamentaux impliqués est qu'il existe généralement plusieurs exigences de compatibilités fonctionnelles homme-machine qui doivent être satisfaites en même temps.

1.2 Intégration de l'information (HFE) en phase de conception

La santé et la sécurité au travail sont des domaines interdisciplinaires axés sur la prévention des maladies professionnelles et des blessures. Une grande partie de l'amélioration de la sécurité et de la santé au travail qui ont été atteintes dans le passé peut être attribuée à deux catégories liées au moment de l'intégration de l'information (HFE) dans la phase de conception. La première catégorie est considérée comme des approches conventionnelles qui visent à prévenir les accidents et à atténuer leurs effets, en concevant des systèmes plus sûrs et en prenant des mesures pour s'assurer qu'ils fonctionnent comme prévu dans une phase de conception tardive. La seconde se concentre sur l'amélioration de la performance du produit sur la façon dont les utilisateurs peuvent, veulent utiliser le

produit, plutôt qu'à modifier leurs comportements pour s'adapter au produit dès une phase de conception précoce. La plupart des processus de conception impliquent des itérations. Des schémas préliminaires de conception sont réalisés et affinés à plusieurs reprises au fur et à mesure que la conception progresse jusqu'à ce que les variables mutuellement dépendantes seraient en accord.

En raison des questions sociotechniques, l'itération peut être appliquée tout au long du processus de conception. D'une part, l'intégration des informations HFE dans une phase de conception tardive peut entraîner des modifications et des itérations de conception. Ces changements indésirables peuvent être évités si les informations de l'utilisateur peuvent intervenir dans les phases de conception précoces (Sun, X., et al. (2016)). D'autre part, des procédures et des appareils supplémentaires peuvent être introduits dans le but d'assurer la convivialité et la sécurité de l'utilisateur. Mais, ils peuvent dégrader les performances du produit (Houssin, R., & Coulibaly, A. (2011)). Par exemple, dans la conception d'ingénierie conventionnelle, les utilisateurs participent au test après la phase du prototype, et certaines modifications peuvent être nécessaires en ce qui concerne les exigences d'utilisation. Les changements sont faciles et moins coûteux à mettre en œuvre dans la phase de développement précoce. La complexité et le coût du changement augmenteront avec le temps (Wan et al. (2003)). L'une des principales raisons de ces changements est la considération insuffisante des informations HFE dans la première phase de la conception.

La littérature sur l'ingénierie de la conception souligne que l'information du client et de l'utilisateur est cruciale pour la phase précoce de développement de produits. La conception centrée sur l'utilisateur (UCD) et la théorie de Kansai (Lee et al. (2002)) confirment que l'information de l'utilisateur devrait faire l'objet d'une attention particulière à chaque phase du processus de conception. Elle améliore la performance du produit autour de la façon dont les utilisateurs peuvent, ou souhaitent l'utiliser, plutôt que d'obliger les utilisateurs à modifier leur comportement pour s'adapter au produit (Kraft, C. (2012)). Cependant, la méthode (UCD) n'a pas été largement appliquée en raison de la prise en compte des compromis coût-bénéfice. Par exemple, c'est long et coûteux pour les concepteurs de collecter et connaître comment les utilisateurs utilisent le produit dans un environnement spécifique.

Considérer les informations HFE dans la phase de conception peut améliorer l'expérience de l'utilisateur (Pucillo, F., & Cascini, G. (2014) ; Redström, J. (2006)). Cependant, la plupart des études HFE actuelles se concentrent principalement sur les facteurs physiques humains (bases de données anthropométriques). L'hystérésis de l'intégration de l'information HFE en phase de conception apporte des modifications et des itérations tardives de la conception (Sun, X. et al. (2016)).

Sun, H., Houssin, R et al. (2013), Krishna (2013) montrent qu'en plus des facteurs physiques humains, le fait de considérer les facteurs sensoriels et mentaux de l'homme dans la phase de conception influencera positivement la productivité, la santé et la sécurité de l'utilisateur.

Certaines études existantes ont prouvé cette idée. Par exemple, une méthode de modélisation de la situation anormale (ASM) a été développée pour diminuer la charge du travailleur, le stress mental et les taux d'erreur résultant du traitement de situations anormales (Naderpour et al (2015)). Cette approche d'intelligence artificielle montre les capacités de l'évaluation de la situation. Cependant les limites de cette approche sont la difficulté de mettre à jour la base de données.

D'autres études sur la théorie de la conception et la méthodologie pour intégrer l'information HFE dans la phase de conception couvrent une large gamme et une diversité de cas : principalement (Sadeghi, L. et al. 2016) :

(1) la théorie de la résolution de problèmes inventifs (TRIZ) ; (2) la théorie de la conception axiomatique ; (3) le cadre fonction-comportement-structure « Function-Behavior-Structure » (FBS) (Gero, J. S. (1990)) ; (4) Méthodologie UCD et Kansei.

En plus, la réalité virtuelle (VR) a été développée comme un outil efficace pour vérifier si le prototype répond ou non aux exigences des utilisateurs (Zhou, et al (2016)). Ainsi la VR est un moyen de détecter les performances des produits et celles des utilisateurs en simulant le processus d'exploitation dans un environnement virtuel, tel que le prototype virtuel et les modèles humains numériques (DHM) dans l'environnement du logiciel CAO (Chaffin, D. B. 2005).

Une gamme d'études ont démontré l'applicabilité de ces théories, ces méthodologies et les outils nécessaires pour intégrer les facteurs humains dans la phase de conception. Par exemple, afin d'améliorer la performance du produit dans des situations d'utilisation, Houssin et Coulibaly (2011) proposent une approche innovante pour éliminer les contradictions entre la productivité et la sécurité en utilisant (TRIZ). Cependant, la méthodologie (TRIZ) ne donne pas des solutions détaillées mais elle fournit la façon de les trouver. Outre la théorie (UCD) et Kansei et la plupart des études recueillent souvent l'information HFE, seulement dans une phase de conception détaillée ou assez tard lorsque les décisions ou les modèles CAO de produit ont été réalisés (Sadeghi, L. et al. 2016).

2. Méthode de l'intégration des informations d'utilisation dès la première phase de la conception

En raison de l'importance de la prise en compte des facteurs humains dans les processus de conception, nous nous focalisons dans nos travaux sur l'intégration des informations liées à l'utilisation d'un produit ou d'un système dès les premières phases de la conception. Nous avons proposé une nouvelle approche qui définit non seulement le comportement du produit/système pour remplir les fonctions techniques, mais elle prend aussi en compte le comportement de l'utilisateur de ce produit/système pour exécuter les fonctions manuelles. Les informations d'utilisation indiquent comment l'utilisateur interagit avec le produit/système.

Afin de réduire les modifications dans les dernières phases de conception nécessaires pour respecter les normes ergonomiques, Sun et al. (2013) a proposé une méthode systématique prenant en compte les informations liées à l'utilisation.

Sun dans (Sun et al. 2018) améliore la première proposition en intégrant le cadre fonction-tâche-comportement à trois niveaux. (Fig.1) et en se basant sur la conception simultanée du produit/système et de son manuel d'utilisation.

En général, un manuel d'utilisation est considéré comme une représentation des informations techniques du produit. Il est fourni avec le produit au client. Cependant, le produit reçoit plus d'attention que son manuel d'utilisation. Le mode d'emploi est généralement créé par un expert à la fin du processus de conception. En fait, un bon manuel d'utilisation, non seulement peut aider l'utilisateur à utiliser le produit d'une manière correcte et efficace, mais aussi, il peut aider les entreprises à économiser une grande partie du coût de la formation du personnel et du service à la clientèle. Cependant, les manuels d'utilisation semblent être moins précieux qu'ils ne devraient. De nombreux utilisateurs ne comptent pas sur eux (Norman (1988)). Afin de concevoir un produit réussi, Norman (1988) affirme que la meilleure façon est que le manuel de l'utilisateur doit être

rédigé en premier, puis les travaux de conception seraient effectués conformément au manuel. Dans notre méthode, le concepteur définit le manuel d'utilisation initial qui dirige les spécifications fonctionnelles et le mode de réalisation des fonctions manuelles suivant les exigences de l'utilisation.

A ce niveau, le concepteur définit les tâches pour réaliser les fonctions prévues dans les spécifications. Dans ce cas-là, le concepteur définit les tâches effectuées par le produit en tant que tâches techniques, et les tâches effectuées par l'utilisateur en tant que tâches sociotechniques.

Dans le deuxième niveau, le manuel d'utilisation initial sera détaillé pour donner un manuel d'utilisation conceptuel qui est la ligne directrice de la conception détaillée. A ce niveau, le concepteur va proposer la structure qui remplit

les fonctions techniques compatibles avec les tâches sociotechniques (manuelles) à réaliser par l'utilisateur.

Finalement, dans le troisième niveau, le concepteur affine les tâches réalisées par l'utilisateur et celles à réaliser par la structure après avoir réalisé la conception détaillée de la structure. Ensuite, il analyse l'interaction entre le comportement de l'utilisateur et le comportement du produit afin de vérifier la performance globale du produit/système et son utilisateur.

Il a été noté que la ligne directrice de la méthode est d'éviter les mauvaises interactions entre le produit/système et son utilisateur. Dans l'ensemble, toutes les interactions qui causent un problème ergonomique, ou nuisent à la sécurité et/ou à la santé de l'utilisateur doivent être éliminées.

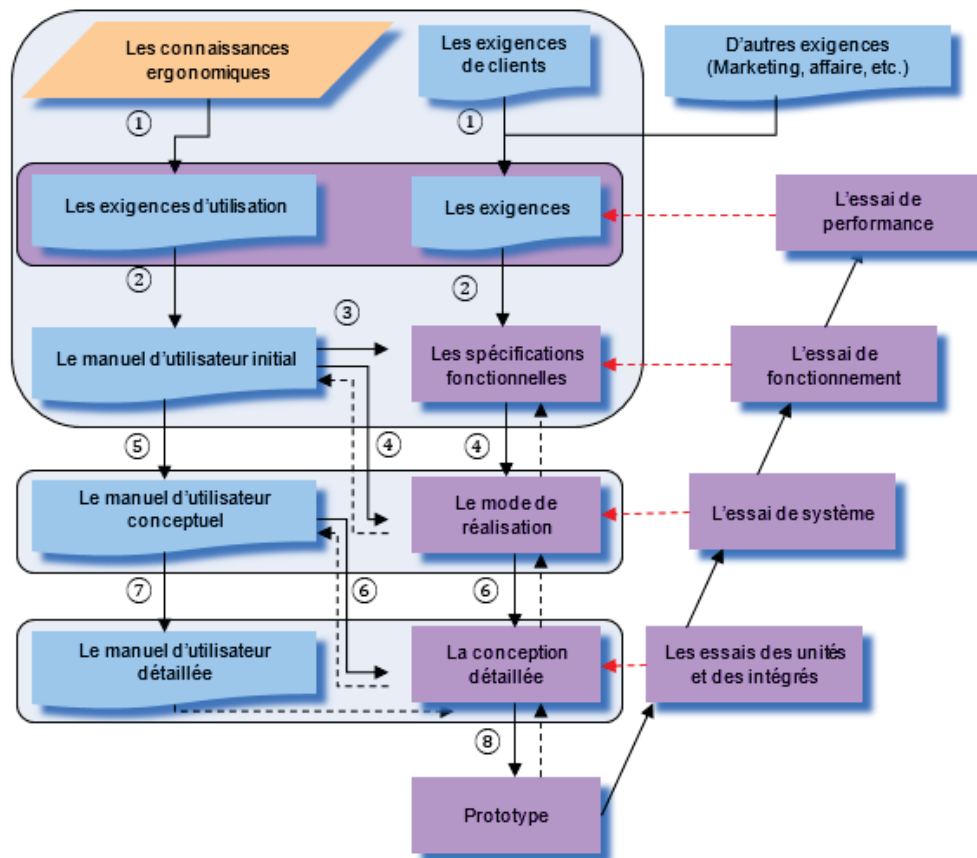


Figure 1 Les étapes de la méthodologie proposée

3. Enquête et résultats

3.1 Enquête

Notre objectif est de présenter notre méthode à différentes entreprises en France, en Allemagne et à l'international dans le but d'évaluer leurs besoins relativement à cette problématique et d'avoir leurs avis sur la méthode.

Pour cela, on a suivi la méthodologie mentionnée dans la figure 2 pour élaborer un questionnaire.

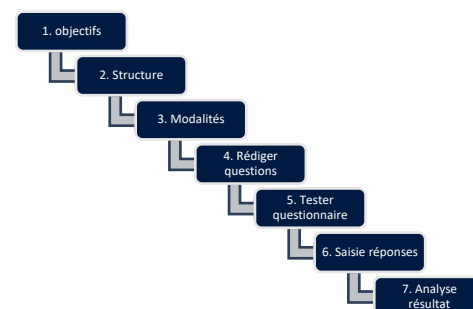


Figure 2 Les étapes pour élaborer un questionnaire

- 1) Objectif
- 1) Objectifs
- 1) Objectifs

L'objectif de cette enquête est de faire l'état de lieu dans les entreprises industrielles pour constater comment, quand elles font pour intégrer les HFE dans les processus de conception de leurs produits.

Pour réaliser cet objectif, notre questionnaire a été élaboré via le service Google Forms, un outil permet de créer des enquêtes en ligne et de les envoyer aux destinataires cibles.

- 2) Structure

Le questionnaire est constitué de deux parties :

- a) Des questions relatives à la méthode.
- b) Un document joint explicatif de la méthode.

- 3) Modalités

Les entreprises principalement visées sont en France et en Allemagne. Mais quelques-unes relèvent de l'international ce qui constitue un atout pour la représentativité de l'enquête.

La version finale du questionnaire est en anglais.

L'adresse du questionnaire est :

<https://goo.gl/forms/0OdG5RCRmeURy4Jm2>

- 4) Rédiger questions

Les 17 questions, dans cette enquête sont à choix unique ou multiples. Elles sont regroupées de la manière suivante :

- i. 12 questions sur les méthodes de conception pratiquées par les entreprises concernant la place des facteurs humains et des informations liées à l'utilisation dans leurs processus de conception ainsi que sur les problèmes rencontrés lors de l'intégration de ces informations et les conséquences de cette intégration.
- ii. 5 questions montrant l'avantage de notre méthode systématique.
- iii. La dernière question demande aux entreprises la possibilité de collaborer avec nous pour tester notre méthode chez eux.

- 5) Tester le questionnaire

Le questionnaire a été testé sur un petit échantillon du notre laboratoire. Il est chronométré dans le but que les concepteurs ne dépassent pas 5 minutes pour y répondre. Enfin il est corrigé à plusieurs reprises par l'équipe en fonction des problèmes rencontrés.

- 6) Saisir les réponses

Les réponses sont collectées automatiquement sur une feuille de calcul, accompagnée par le nom du répondant, sa position, le département et la compagnie pour laquelle il travaille.

- 7) Analyse statistique

Une analyse statistique des résultats est faite dans le but de mettre en évidence l'importance de la méthode.

3.2 Résultats

Notre méthode a été transférée à un échantillon bien représentatif dans le monde de la conception qui présente des bureaux d'études des entreprises et des laboratoires de recherche en France, l'Allemagne et l'international.

50 personnes (entreprises), ont répondu au questionnaire, soit un pourcentage de 10% des entreprises contactées. Parmi ces 50, 22 entreprises veulent collaborer avec nous soit un pourcentage de 44%.

3.3 Analyse statistique

Nous présentons ci-dessous une analyse statistique détaillée des résultats obtenus.

Question 1 :

Dans votre travail de conception, y a-t-il des modifications (itérations) ?

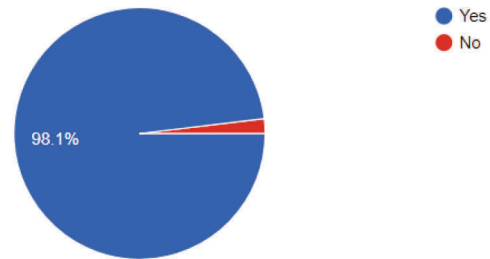


Figure 3 Question 1

Nous avons eu 50 réponses.

On voit que les itérations arrivent dans presque tous les processus de conception des entreprises répondantes. D'où la nécessité d'une méthode qui réduit les modifications.

Question 2 :

Dans quelle(s) étape(s), Les modifications de conception se produisent souvent ? (Choix multiples).



Figure 4 Question 2

Nous avons aussi eu 50 réponses.

Les réponses montrent que les itérations peuvent arriver dans toutes les phases de conceptions.

Question 3 :

Choisissez-la(es) raison(s) de vos modifications de conception. (Choix multiples)

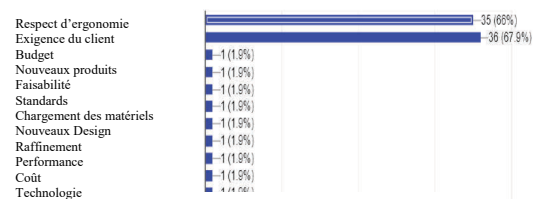


Figure 5 Question 3

Nous avons aussi eu 50 réponses.

Cela montre que malgré la présence des différentes raisons des itérations, la majorité de ces modifications sont causée soit pour respecter les normes et les lois ergonomiques, soit pour intégrer les exigences des clients.

Question 4 :

Actuellement, intégrez-vous les informations d'utilisation dans la phase de conception ?

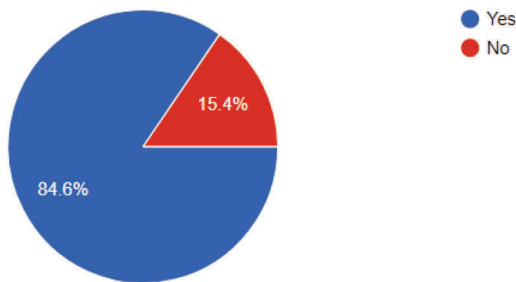


Figure 6 Question 4

Nous avons eu 50 réponses.

La plupart des utilisateurs Intègrent les informations d'utilisation dans les phases de conception.

Question 5 :

Dans quelle(s) phase(s) intégrez-vous les informations d'utilisation ? (Choix multiple)

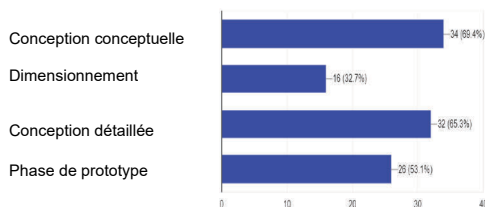


Figure 7 Question 5

Nous avons eu 47 réponses.

Suivant les réponses obtenues, l'intégration se fait dans les différentes phases, ce qui confirme notre hypothèse qu'il n'existe pas une méthode formelle de l'intégration des informations d'utilisation.

Question 6 :

Actuellement, comment intégrez-vous les informations d'utilisation ?

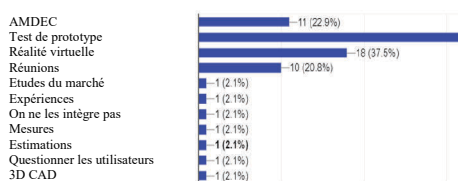


Figure 8 Question 6

Nous avons eu 46 réponses.

La méthode la plus favorable est l'analyse AMDEC. Il y a des réponses intéressantes qui sont en relation avec notre méthode tels que « interviewer et contacter les clients », « baser sur les expériences », etc...

Question 7 :

Quelle solution choisissez-vous lorsque les modifications de conception sont nécessaires ?

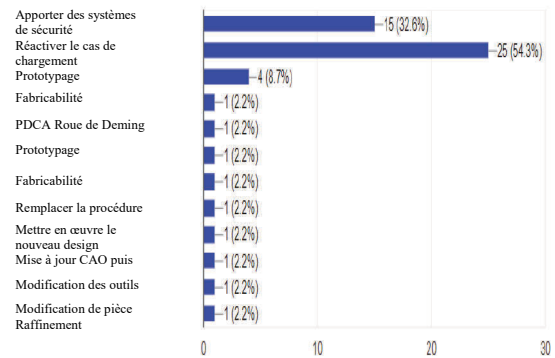


Figure 9 Question 7

Nous avons eu 45 réponses.

Il y'a des différents choix des solutions, mais le plus adopté c'est soit en introduisant des systèmes de sécurité, ce qui diminue la fiabilité globale ; Soit en reconcevant le produit ce qui coûte très chère et gaspille le temps.

Question 8 :

Quelles sont les conséquences de l'introduction des systèmes de sécurité et des procédures supplémentaires ?

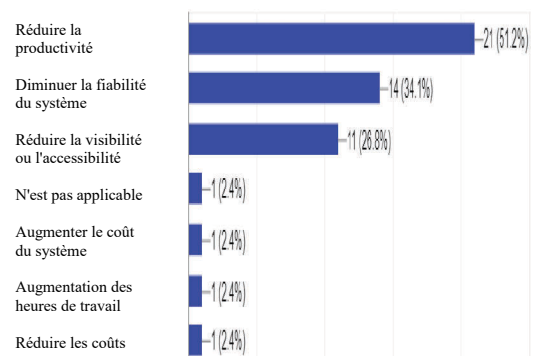


Figure 10 Question 8

Nous avons eu 40 réponses.

Les réponses confirment que le fait d'introduire ces systèmes de sécurité réduisent la fiabilité du système, l'accessibilité et la visibilité, et donc réduit sa productivité.

Question 9 :

Pensez-vous que vous êtes un « bon » utilisateur du votre produit ?

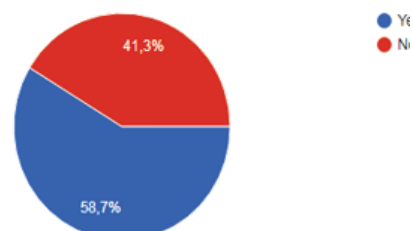


Figure 11 Question 9

Nous avons eu 46 réponses.

Presque la moitié des concepteurs sont conscients qu'ils ne sont pas des bons utilisateurs de leur produit.

Question 10 :

Normalement, quand le manuel d'utilisation doit être rédigé ?

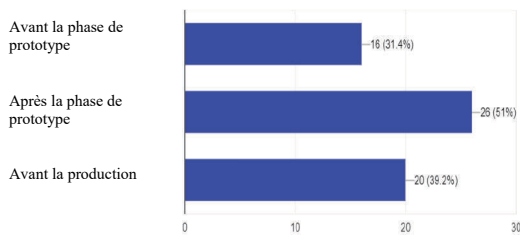


Figure 12 Question 10

Nous avons eu 49 réponses.

La plupart des réponses montre que le manuel d'utilisation est élaboré trop tard dans le processus de conception. Ce qui cause des modifications et des procédures d'utilisation compliquées. Ce qui est en contraire à notre méthode qui sert à rédiger le manuel en parallèle avec la conception.

Question 11 :

Habituellement, qui devrait écrire le manuel d'utilisation ?

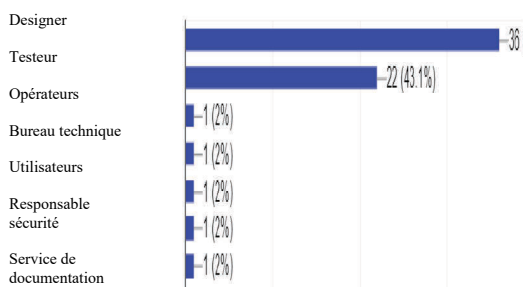


Figure 13 Question 11

Nous avons eu 49 réponses.

La majorité des réponses montre que le manuel est rédigé par les concepteurs (Designer) et non pas par un utilisateur.

Question 12 :

Êtes-vous intéressé par une méthode qui vous permet d'éliminer ou de réduire les besoins des systèmes de sécurité ?

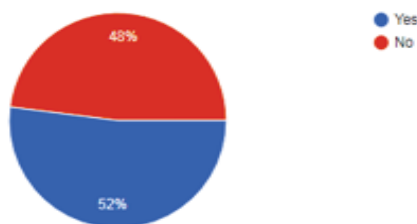


Figure 14 Question 12

Nous avons eu 50 réponses.

La moitié des réponses ne privilégient pas les systèmes de sécurité. Et l'autre moitié montre que les concepteurs croient avoir bien fait leur travail ou qu'il n'y a pas possibilité de faire mieux !

Ces 12 questions prouvent qu'il y a des problèmes des itérations. Ces problèmes ont des solutions, qui sont coûteuses et peuvent réduire la performance.

Il n'y a pas une méthode systématique qui intègre les informations d'utilisation dans les phases de conception précoce. D'où l'importance d'une telle méthode.

Question 13 :

Nous développons une méthode et un outil qui permettent aux concepteurs de créer un manuel d'utilisation pour intégrer les exigences d'utilisation dans la phase de conception. Souhaitez-vous introduire notre méthode pour réaliser des travaux de conception ?

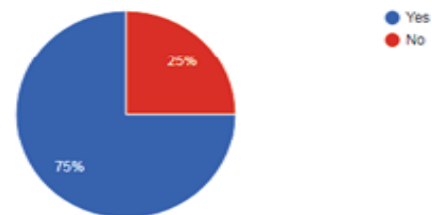


Figure 15 Question 13

Nous avons eu 32 réponses. 75% des réponses sont intéressés à une telle méthode créer un manuel d'utilisation et qui intègre les conditions d'utilisation.

Question 14 :

Souhaitez-vous systématiquement collecter les exigences d'utilisation ?

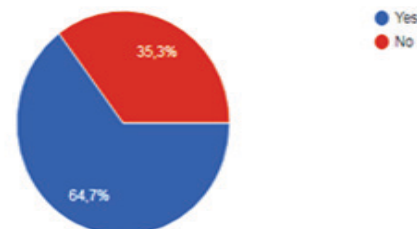


Figure 16 Question 14

Nous avons eu 17 réponses.

La plupart des réponses sont intéressés à une telle méthode systématique qui collecte les conditions d'utilisation.

Question 15 :

Pour prendre en compte l'interaction entre le produit et l'utilisateur, souhaitez-vous compléter l'analyse des fonctionnelle par une analyse des tâches ?

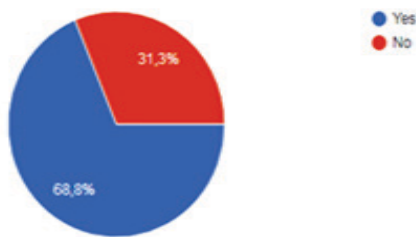


Figure 17 Question 15

Nous avons eu 32 réponses.

La plupart des réponses sont intéressés à une telle méthode qui prend en compte les interactions entre le produit et l'utilisateur en complétant les analyses fonctionnelles du produit par une analyse des tâches de l'utilisateur en utilisant ce produit.

Question 16 :

Afin de mieux définir les informations d'utilisation, seriez-vous prêt à définir l'entrée, la sortie, le contrôle, la durée et les ressources de support de chaque tâche requise pour remplir une fonction ?

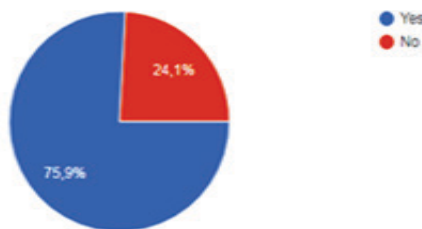


Figure 18 Question 16

Nous avons eu 29 réponses.

La plupart des réponses sont intéressés à une telle méthode qui permet de définir toutes les éléments pour réaliser les tâches nécessaires pour remplir les fonctions.

Question 17 :

Si oui, une introduction sur notre méthode sera présentée avec l'enquête. Veuillez nous contacter si vous êtes intéressé.

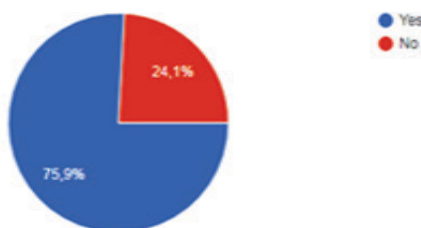


Figure 19 Question 17

Nous avons eu 29 réponses.

44% des répondants sont intéressés (moins que la moitié). Ce qui est étonnant par rapport aux réponses précédentes. Mais ça confirme les problèmes de confidentialité

Conclusion

La méthode proposée dans ce questionnaire permet de définir, d'analyser et d'évaluer en phase de conception architecturale et détaillée toutes les informations nécessaires et intégrables dans la conception. Ce qui nous a permis d'identifier et de valider les éléments nécessaires pour déterminer l'utilisation d'un produit à concevoir, et par conséquent générer son manuel d'utilisation en parallèle à sa conception.

Les questions sont structurées d'une manière à savoir les différents problèmes rencontrés pendant le travail des concepteurs, les solutions prises en compte et leurs effets sur la performance du produit final.

Une analyse statistique des réponses obtenues nous a permis de bien conclure que pendant le travail des concepteurs, des modifications arrivent souvent pendant les différentes phases de conception suite à des différentes raisons.

Le fait de respecter les normes et les lois ergonomiques et le fait d'intégrer les exigences des clients sont parmi les raisons les plus fréquentes.

Une intégration tardive des informations d'utilisation et l'élaboration tardive du manuel d'utilisateur provoquent ces modifications.

Pour résoudre ce problème, les concepteurs introduisent des systèmes de sécurité, ce qui diminue la fiabilité globale du système. Et des fois ils reconçoivent le produit, ce qui coûte très chère.

Ces solutions ne sont pas privilégiées, mais elles sont adoptées suite à une manque d'une méthode formelle qui intègre les informations d'utilisation dès la première phase de la conception.

Une telle méthode qui réduit les modifications et améliore la performance du produit final est intéressant et utile pour le travail de conception.

Les futurs travaux portent sur l'amélioration de la méthode de Sun dans (Sun et al. 2018) et le logiciel approprié afin d'appliquer la méthode sur un cas industriel plus complexe et plus complet.

Références

- Budynas, R. G., & Nisbett, J. K. (2008). Shigley's mechanical engineering design (Vol. 9). New York: McGraw-Hill.
- Cavallucci, D., Lutz, P., & Thiebaud, F. (2002). Methodology for bringing the intuitive design method's framework into design activities. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture, 216(9), 1303-1307.
- Chaffin, D. B. (2005). Improving digital human modelling for proactive ergonomics in design. Ergonomics, 48(5), 478-491.
- Dieter, G. E., Schmidt, L. C., & AZARM, S. (2009). Engineering design.
- Eppinger, S. D., Whitney, D. E., Smith, R. P., & Gebala, D. A. (1994). A model-based method for organizing tasks in product development. Research in engineering design, 6(1), 1-13.
- Gero, J. S. (1990). Design prototypes: a knowledge representation schema for design. AI magazine, 11(4), 26.
- Hassenzahl, M. (2003). The thing and I: understanding the relationship between user and product. In Funology (pp. 31-42). Springer Netherlands.
- Houssin, R., & Coulibaly, A. (2011). An approach to solve contradiction problems for the safety integration in innovative design process. Computers in Industry, 62(4), 398-406.
- Hubka, V. (2015). Principles of engineering design. Elsevier.

- Karwowski, W. (2005). Ergonomics and human factors: the paradigms for science, engineering, design, technology and management of human-compatible systems. *Ergonomics*, 48(5), 436-463.
- Kraft, C. (2012). *User experience innovation: User centered design that works*. Apress.
- Krishna, A. (2013). *Customer sense: How the 5 senses influence buying behavior*. Springer.
- Lee, S., Harada, A., & Stappers, P. J. (2002). Pleasure with products: Design based on Kansei. *Pleasure with products: Beyond usability*, 219-229.
- McRuer, D. (1980). Human dynamics in man-machine systems. *Automatica*, 16(3), 237-253.
- Naderpour, M., Lu, J., & Zhang, G. (2015). An abnormal situation modeling method to assist operators in safety-critical systems. *Reliability Engineering & System Safety*, 133, 33-47.
- Norman Donald, A. (1988). *The psychology of everyday things*. Basic books.
- Pahl, G., & Beitz, W. (1996). Introduction. In *Engineering Design* (pp. 1-25). Springer London.
- Pucillo, F., & Cascini, G. (2014). A framework for user experience, needs and affordances. *Design Studies*, 35(2), 160-179.
- Redström, J. (2006). Towards user design? On the shift from object to user as the subject of design. *Design studies*, 27(2), 123-139.
- Rouse, W. B., & Cody, W. J. (1988). On the design of man-machine systems principles, practices and prospects. *Automatica*, 24(2), 227-238.
- Sadeghi, L., Dantan, J. Y., Siadat, A., & Marsot, J. (2016). Design for human safety in manufacturing systems: applications of design theories, methodologies, tools and techniques. *Journal of engineering design*, 27(12), 844-877.
- Stanton, N. A., Hedge, A., Brookhuis, K., Salas, E., & Hendrick, Sun, H. (2012). improving product performance by integration use taks during the design phase: a behavioural design approach (Thèse de Doctoral, Université de Strasbourg).
- Sun, H., Houssin, R., Gardoni, M., & de Bauvront, F. (2013). Integration of user behaviour and product behaviour during the design phase: Software for behavioural design approach. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 43(1), 100-114.
- Sun, X., Houssin, R., Renaud, J., & Gardoni, M. (2016). Integrating user information into design process to solve contradictions in product usage. *Procedia CIRP*, 39, 166-172.
- Sun, X., Houssin, R., Renaud, J., & Gardoni, M. (2018). Towards a human factors and ergonomics integration framework in the early product design phase: Function-Task-Behaviour. *International Journal of Production Research*, 7543, 1-13.
- WAN, L., GUO, G., & DAI, H. (2003). Realization of Engineering Change in PLM System. *Journal of Chongqing University (Natural Science Edition)*, 28(1), 112-115.
- Zhou, D., Chen, J., Lv, C., & Cao, Q. (2016). A method for integrating ergonomics analysis into maintainability design in a virtual environment. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 54, 154-163.