



**HAL**  
open science

## Exploiter la méthode CWA pour le design écologique d'une interface de maintenance 4.0

Loïck Simon, Philippe Rauffet, Clément Guérin, Julie Lassalle

► **To cite this version:**

Loïck Simon, Philippe Rauffet, Clément Guérin, Julie Lassalle. Exploiter la méthode CWA pour le design écologique d'une interface de maintenance 4.0. 11e Colloque EPIQUE, Jul 2021, Lille (visio-conférence), France. hal-03274567

**HAL Id: hal-03274567**

**<https://hal.science/hal-03274567>**

Submitted on 23 Sep 2021

**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.

---

# *ÉPIQUE 2021 : Exploiter la méthode CWA pour le design écologique d'une interface de maintenance 4.0*

**SIMON Loïck, RAUFFET Philippe, GUERIN Clement, LASSALLE Julie**  
Lab-Sticc, Rue de saint-maudé, 56100, Lorient,  
loick.simon@univ-ubs.fr

**Catégorie de soumission :** communication courte  
Interaction Hommes-Machines

---

## **RÉSUMÉ :**

Avec l'avènement de l'industrie 4.0, l'activité de maintenance évolue vers une supervision constante des différents équipements, à partir de projections d'états permettant d'être au plus près de l'état d'usure réelle. Dans le cadre du projet Seanatic cette maintenance prévisionnelle va être implantée dans le domaine maritime via l'utilisation d'interfaces écologiques. Les méthodes proposées dans cette communication pour opérationnaliser les résultats du CWA semblent être une solution pour en faciliter l'utilisation lors de la création d'interfaces écologiques. Cette facilitation s'explique par une simplification du processus de semantic mapping. Ces méthodes permettent également d'aider à la coopération au sein d'équipes pluridisciplinaires.

**MOTS-CLÉS :** cognitive work analysis (CWA), interface écologique, maintenance prévisionnelle, industrie 4.0

---

## **1. INTRODUCTION**

L'industrie 4.0 est définie par une généralisation des nouvelles technologies (IOT, CPS, etc.) et la multiplication de données issues de capteurs sur des équipements (big data) (Culot, Nassimbeni, Orzes & Sartor, 2020). Cet accès aux big datas va faire évoluer le travail de maintenance actuellement pratiqué en réponse à des pannes (maintenance corrective) ou avant des défaillances (préventive systématique et conditionnelle) vers une maintenance dite prévisionnelle. Cette nouvelle maintenance repose sur le monitoring de l'état de l'appareil et sur des projections de cet état (norme NF 13306). Ces projections sont issues d'algorithmes qui peuvent être implémentés dans des outils d'aide à la décision. Ces projections peuvent être communiquées à l'opérateur humain et nécessitent donc des interfaces humain-machine (IHM) adaptées au nombre conséquent de données (historisées et projetées), et en tenant compte d'éléments de contexte. L'analyse du domaine de travail a montré que la maintenance prévisionnelle fait à la fois appel à des activités de supervision et de planification (Simon, Guérin, Rauffet & Lassalle, sous presse). L'interface doit donc rendre visible les différentes contraintes liées à ces activités. Les interfaces écologiques permettent de rendre visibles les contraintes d'un environnement de travail pour que les utilisateurs aient conscience de leurs possibilités d'action. Les outils issus du Cognitive Work Analysis CWA permettent d'identifier les contraintes à afficher dans l'interface écologique (Rasmussen & Vicente, 1989).

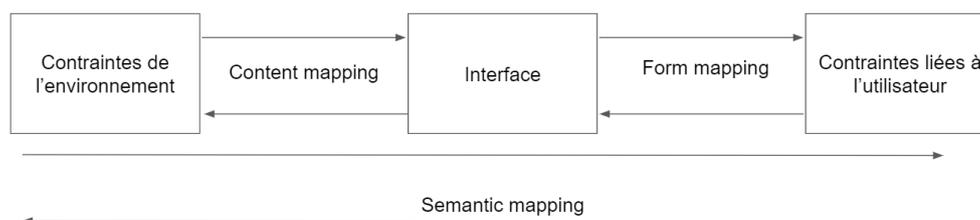
Le projet Seanatic vise à implanter la maintenance prévisionnelle au sein de l'industrie maritime et est soutenu dans le cadre du Programme d'Investissements d'Avenir (PIA) opéré par l'ADEME. Ce projet a pour but de créer un système d'aide à la décision pour la replanification d'interventions de

maintenance par des interfaces écologiques. Seanatic est un projet où différents acteurs (ingénieurs informatique, ergonomes et concepteurs d'IHM) interviennent. Il était nécessaire de simplifier les résultats des analyses issues du CWA afin de les transmettre de l'équipe d'ergonomes à l'équipe de concepteurs d'IHM. Les contraintes de ce projet amènent en premier lieu à se poser la question sur la possibilité d'intégrer des méthodes complémentaires afin de favoriser l'émergence d'une interface écologique abordante (perception par l'utilisateur de ses possibilités d'action). La seconde interrogation porte sur la manière d'opérationnaliser les connaissances issues du CWA afin de produire un cahier des charges pour une équipe composée de concepteurs d'IHM.

## 2. MÉTHODOLOGIES

Pour Bennet et Flach (2019), une interface écologique est le résultat de trois processus de mapping : le content mapping, le form mapping et le semantic mapping (Fig. 1). Le content mapping est le produit de la mise en relation des contraintes de l'environnement et de l'interface. Il correspond à la cartographie des informations nécessaires à l'utilisateur : le contenu de l'interface (contraintes physiques ou organisationnelles à afficher). Le form mapping est le produit de la mise en relation entre les spécificités de l'utilisateur et l'interface. Il correspond à la prise en compte de ces spécificités (capacités cognitives, compétences, connaissances, etc.). Ce mapping va guider la conception vers des formes facilement compréhensibles et utilisables par l'utilisateur. Le semantic mapping (ou le design d'interface écologique) est la relation de compatibilité entre le contenu, le form mapping et l'interface. C'est le « comment » vont être représentées ces informations (une barre représentant un seuil critique d'une température par exemple). Ce semantic mapping se doit de favoriser une interface abordante pour mettre en relation des données critiques et aider l'utilisateur à percevoir les actions qu'il peut entreprendre. Pour compléter cette modélisation, nous avons utilisé trois méthodes, dont deux issues du design centrée-utilisateur (Lallemand & Gronier, 2015) : un atelier d'opérationnalisation, une méthode de tri et d'idéation utilisant des post-it et un maquettage collaboratif.

Figure 1 : Modélisation théorique du concept d'interface écologique (inspiré de Bennet & Flach 2019)

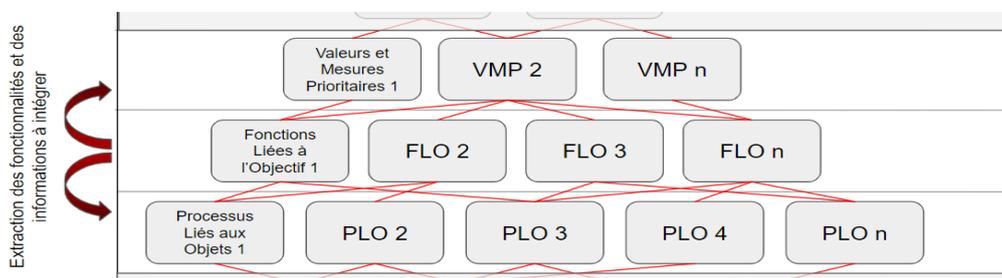


Ces trois méthodes s'effectuent à la suite de l'utilisation du CWA qui a permis d'identifier les contraintes de l'environnement, de comprendre les activités de la maintenance prévisionnelle ainsi que l'organisation et la répartition des tâches. Trois analyses du CWA ont été utilisées : une analyse du domaine de travail (WDA) ; une analyse de la tâche de contrôle (ConTA) ; une analyse du système organisationnel et des coopérations (SOCA) (Simon, Guérin, Rauffet & Chauvin, sous presse).

Le content mapping s'obtient en opérationnalisant les connaissances issues du WDA, formalisée dans une hiérarchie d'abstraction (HA). Pour ce faire un atelier d'opérationnalisation a été réalisé avec trois pratiquants de la méthode du CWA (deux maîtres de conférences et un doctorant). L'objectif de cet atelier était d'extraire les fonctionnalités et informations à intégrer dans l'interface en se concentrant sur trois niveaux de la HA : les fonctions liées à l'objectif (les tâches à remplir pour réaliser les objectifs) les valeurs prioritaires (ce qui doit être pris en compte pour que les tâches soient correctement réalisées) et les processus liés aux objets (les processus physiques en lien avec les tâches) (Fig. 2). Pour cartographier les contraintes à afficher en fonction d'une tâche (FLO 1), les valeurs et mesures prioritaires (VMP1 et VMP2) et les processus liés aux objets (FLO 1 et FLO3) qui étaient reliés à cette tâche étaient notés. Cela permet de dresser une correspondance entre une tâche, ce qui doit être pris en compte et les données nécessaires pour sa bonne réalisation. Ensuite, les tâches étaient

regroupées en fonction de leurs similitudes (mêmes « VMP » et/ou mêmes « FLO »). Cette mise en correspondance a permis de faire émerger les quatre fonctionnalités principales (fonctionnalité de calendrier ; fonctionnalité de supervision ; fonctionnalité d’alarme ; fonctionnalités liées aux contextes) à intégrer dans le système Seanatic. Les informations que devrait afficher une interface pour réaliser les activités (le content mapping) étaient également identifiées grâce à cet atelier d’opérationnalisation.

Figure 2 : Méthode d’opérationnalisation de la hiérarchie d’abstraction pour la conception d’interface écologique



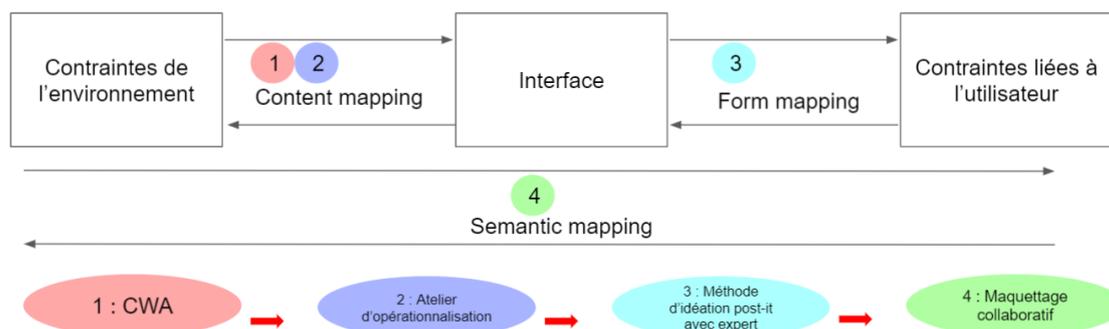
L’identification du form mapping et la complétion des liens entre les sous-fonctionnalités du système Seanatic ont été faites grâce un tri et une explicitation du content mapping sur des post-it. Un groupe composé de trois experts du domaine (SME), trois concepteurs d’IHM, un expert CWA, un ingénieur informatique et un animateur ont échangé sur une application web permettant à chacun d’écrire sur des post-it. Ces post-it étaient placés pour chacune des quatre fonctionnalités principales du système Seanatic. Ils comportaient les données issues de l’atelier d’opérationnalisation ainsi que le point de vue des SME concernant la forme que devraient prendre ces informations.

La création d’un semantic mapping prenant en compte les contraintes de l’environnement de travail, les contraintes de l’utilisateur et l’interface a été faite grâce à un maquettage collaboratif. Le même groupe que lors de l’étape précédente était présent. Les content et form mapping (résultats sous forme de cahier des charges et post-it) étaient repris comme matériaux de base. Pour ce maquettage collaboratif seul l’animateur pouvait intégrer des éléments dans la maquette qui était visible par tous. Afin d’arriver à un consensus sur le semantic mapping, l’animateur a privilégié une co-construction itérative entre les participants (échange et maquettage jusqu’à obtention d’un consensus).

### 3. RÉSULTATS

L’utilisation de ces différentes méthodes a permis d’aider les concepteurs d’IHM dans leur réflexion et la création des interfaces. Ces méthodes sont venues supporter les différents processus de mapping identifiées par Bennet & Flach (2019) (Fig. 3).

Figure 3 : Opérationnalisation des résultats du CWA et articulation des méthodes avec les processus de mapping



La mise en œuvre de ces méthodes a permis de réaliser un cahier des charges exhaustif des contraintes à implémenter au regard des quatre principales fonctionnalités du système Seanatic afin de rendre les interfaces écologiques. Pour chacune des quatre grandes fonctionnalités de l'outil d'aide à la décision Seanatic, ce cahier des charges était représenté sous forme d'un tableau récapitulatif qui comportait les informations suivantes : le besoin (exemple : accès aux informations portuaires), les contraintes (exemple : afficher la durée d'escale) et la recommandation d'affichage associée (exemple : délimitation temporelle grâce à des barres parallèles).

#### 4. DISCUSSION

Une interface écologique est le résultat de la mise en relation entre les contraintes d'un environnement, les contraintes des utilisateurs et une interface. Le résultat de ces relations s'exprime via trois processus de mapping : le content mapping, le form mapping et le semantic mapping. Les méthodologies proposées ici permettent de favoriser l'émergence d'un content mapping (issu des analyses CWA) facilement utilisable par les équipes de conception d'IHM grâce à un cahier des charges. L'intégration des SME par des méthodologies centrées-utilisateurs permet également de faire émerger un form mapping adéquat aux futurs utilisateurs en prenant en compte leurs spécificités (connaissances, compétences, etc.). L'utilisation de ces mappings pour réaliser des maquettes collaboratives permet d'aboutir à un semantic mapping, phase qui permet de favoriser le développement d'interfaces abordables. Notons également que l'utilisation de méthodes centrées-utilisateurs au sein d'équipe pluridisciplinaire comportant ergonomes et concepteurs d'IHM facilite la création d'un dialogue commun et donc la transmission d'informations et de connaissances.

Aucune analyse formelle des besoins des concepteurs d'IHM n'a été réalisée, cependant, le projet demandait de formaliser sous forme de cahier des charges des recommandations pour les interfaces. De plus, lors de la présentation des résultats du CWA, la demande d'une explicitation des analyses sous forme de cahier des charges a été reformulée par l'équipe de concepteurs d'IHM. L'opérationnalisation du CWA telle que proposée ici permet de transposer facilement les informations issues d'un WDA en cahier des charges. La complétion de ce cahier des charges avec les résultats des deux autres méthodes permet d'aboutir à un document aidant à la création d'interfaces écologiques. Cette proposition méthodologique nécessite d'être confirmée avec des tests sur les interfaces finales (actuellement en cours de finalisation) afin de valider leur qualité écologique.

#### 5. RÉFÉRENCES

- Bennett, K. B., & Flach, J. (2019). Ecological Interface Design : Thirty-Plus Years of Refinement, Progress, and Potential. *Human Factors*, 61(4), 513-525. <https://doi.org/10.1177/0018720819835990>
- Burns, C. M., & Hajdukiewicz, J. (2004). *Ecological Interface Design*. CRC Press.
- Culot, G., Nassimbeni, G., Orzes, G., & Sartor, M. (2020). Behind the definition of Industry 4.0 : Analysis and open questions. *International Journal of Production Economics*, 226, 107617. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107617>
- Lallemand, C., & Gronier, G. (2015). *Méthodes de design UX : 30 méthodes fondamentales pour concevoir et évaluer les systèmes interactifs*. Editions Eyrolles.
- McIlroy, R. C., & Stanton, N. (2015). Ecological Interface Design Two Decades On : Whatever Happened to the SRK Taxonomy? *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 45, 1-19. <https://doi.org/10.1109/THMS.2014.2369372>
- NF EN 13306—Janvier 2018. (s. d.). <https://www.boutique.afnor.org/norme/nf-en-13306/maintenance-terminologie-de-la-maintenance/article/828621/fa185755>
- Rasmussen, J., & Vicente, K. J. (1989). Coping with human errors through system design : Implications for ecological interface design. *International Journal of Man-Machine Studies*, 31(5), 517-534. [https://doi.org/10.1016/0020-7373\(89\)90014-X](https://doi.org/10.1016/0020-7373(89)90014-X)
- Simon, L., Guérin, C., Rauffet, P., & LASSALLE, J. (Sous presse). Using cognitive work analysis to develop predictive maintenance tool for vessels. ESREL, Angers.