

FORMALISATION DE CONNAISSANCES ERGONOMIQUES DANS LE DOMAINE DE L'ERGONOMIE DE CONCEPTION D'INTERFACES GRAPHIQUES HOMME-MACHINE

Christophe Kolski, Faouzi Moussa, Patrick Millot
Laboratoire d'Automatique Industrielle et Humaine, URA CNRS N°1118 URIAH
Université de Valenciennes, Le Mont Houy, 59326 Valenciennes cedex, FRANCE

INTRODUCTION

L'objectif de cet article est de présenter nos travaux de recherche actuels concernant la formalisation de connaissances ergonomiques dans un but de conception d'interfaces graphiques Homme-Machine dans le domaine des procédés complexes continus, à l'aide de techniques d'Intelligence Artificielle. Cette recherche fondamentale fait suite à des travaux concernant la réalisation d'un système expert appelé SYNOP permettant d'évaluer "statiquement" la présentation d'information graphique. Le but de SYNOP est d'améliorer la perception de l'information. Dans ce but, ce système expert intègre des connaissances ergonomiques sous la forme de règles de production permettant d'améliorer automatiquement la présentation de l'information selon des critères ergonomiques, et de donner des conseils ergonomiques au concepteur. Pour plus de précisions concernant ces travaux, le lecteur pourra se référer à Kolski (1989), Kolski et Millot (1989) ou Kolski, Van Daele, Millot et De Keyser (1988).

Dans la première partie de cet article, nous situons le contexte de nos recherches actuelles en décrivant une démarche ergonomique globale de conception d'interface graphique Homme-Machine intégrant le système expert SYNOP. Dans la seconde partie, nous présentons nos travaux de modélisation de plusieurs étapes de cette démarche, par la formalisation de connaissances ergonomiques liées à la conception d'interfaces.

METHODOLOGIE DE CONCEPTION D'INTERFACE GRAPHIQUE HOMME-MACHINE DANS LES PROCEDES INDUSTRIELS (Kolski, 1989; Millot, Willaëys, 1987)

La démarche proposée pour la conception de l'interface graphique homme-machine se décompose en sept phases principales (figure 1) : la première phase a pour but la sélection de l'ensemble des données, nécessaires à la conduite du procédé, parmi toutes les données disponibles. Cet ensemble constitue les besoins informationnels de l'opérateur. Il résulte d'une analyse des tâches humaines suivant les différents contextes opérationnels du procédé, ou d'une analyse de l'activité future probable si le procédé est seulement en cours de conception. La seconde phase consiste à définir le cadre de composition des images en tenant compte des contraintes imposées par les limites logicielles et matérielles du support graphique choisi pour l'application. Puis, la troisième phase permet d'obtenir le cahier des charges du synoptique. Le synoptique désiré est alors constitué de "squelettes d'images" déduits à partir des décompositions structurelle et fonctionnelle des besoins informationnels. Par exemple, une des vues fournit une représentation concrète d'un circuit de refroidissement, une autre vue affiche la valeur d'une température et de deux pressions. La quatrième phase définit le mode de présentation des informations graphiques pour chacune des images du synoptique. Ainsi, les fonctions d'animation sont choisies, positionnées à l'écran, associées à un environnement statique et un codage coloré, etc. La cinquième phase consiste en la création graphique des images au moyen, par exemple, d'un éditeur de vues graphiques animées. Ensuite, une évaluation ergonomique vise à s'assurer que les vues graphiques créées répondent aux besoins de l'opérateur. Elle consiste en deux phases, l'une "statique" et l'autre "dynamique". La phase

d'évaluation "**statique**" des vues a pour objectif de vérifier que celles-ci respectent des règles d'ergonomie de présentation d'information à l'écran. Ces règles concernent la lisibilité des informations affichées, leur structuration sur l'écran, l'utilisation des couleurs, les contrastes colorés, la cohérence entre les images, etc. C'est à ce niveau qu'un système expert tel que SYNOP peut intervenir pour améliorer la présentation graphique de l'information à partir de règles ergonomiques. La phase d'évaluation "**dynamique**" est effectuée sur site ou/et en simulation. Son objectif principal est de vérifier que la structure et le contenu de chaque image répond aux besoins informationnels de l'opérateur lors de l'exécution de ses tâches et selon les différents contextes du procédé. Cette phase peut conduire à une restructuration des images, voire une refonte globale du synoptique.

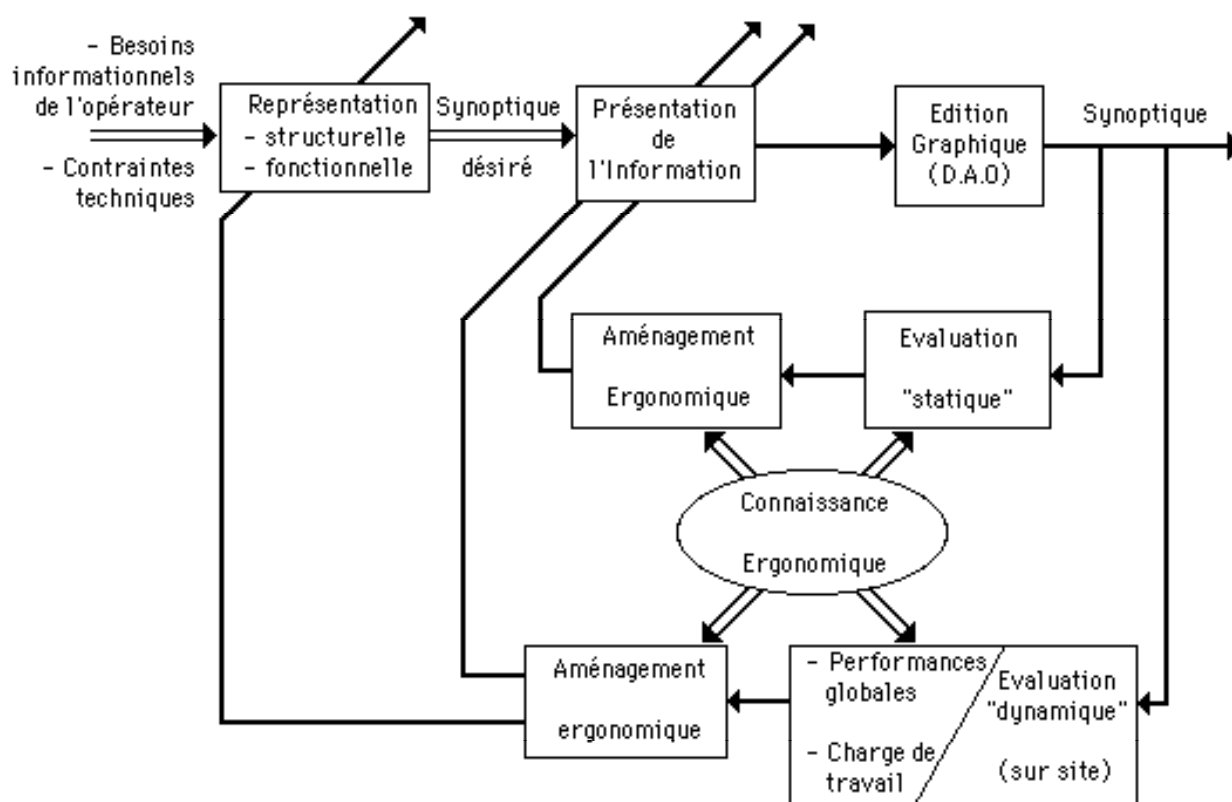


Figure 1 : Démarche de conception de l'interface graphique

Dans un but final de fournir à l'ergonome un outil interactif d'aide à la spécification ergonomique d'interface, nous envisageons actuellement une modélisation de différentes phases composant la démarche présentée : la réalisation du cahier des charges du synoptique, la définition ergonomique de la présentation de l'information, la création graphique des vues ainsi que l'évaluation ergonomique "statique" de celles-ci. Une première approche de solution est présentée dans la partie suivante.

ETUDE ET REALISATION D'UN SYSTEME EXPERT DE CONCEPTION

Afin de modéliser la démarche ergonomique, nous avons opté pour l'utilisation de

techniques issues de l'intelligence Artificielle. La solution prend alors la forme d'un outil expert interactif constitué de trois modules principaux, figure 2 : un module de recensement des besoins informationnels de l'opérateur, un module de définition structurelle et fonctionnelle des vues et un module de définition et de création graphique des images (Moussa et col., 1990a).

Le premier module de recensement des besoins informationnels de l'opérateur relevés lors de l'analyse des tâches doit permettre d'identifier rigoureusement, avant la réalisation graphique des vues, les différents contextes, le regroupement des variables, les utilisateurs du système, etc. La solution informatique envisagée, au problème de la représentation des connaissances à mettre en oeuvre, est une formalisation de ces données en une première représentation sous forme d'objets structurés en relation entre eux par un réseau sémantique alimentant les autres modules de la chaîne (ce réseau sémantique sera décrit précisément dans un prochain article). Il importe que le travail de recensement par l'ergonome des données ergonomiques relevées soit facilité par l'intervention d'un module de gestion de la cohérence (Moussa et col., 1990b).

Le second module s'adresse comme le précédent plus particulièrement à l'ergonome, et permet la définition structurelle et fonctionnelle des vues à créer à partir des besoins recensés à l'aide du module précédent. Ce module doit alors faciliter à l'ergonome la description de chacune des vues selon deux niveaux complémentaires :

- Un premier niveau de description structurelle de l'image : Il s'agit ici d'associer à chaque type d'image une structure adéquate, à partir de recommandations ergonomiques proposées par les experts du domaine, et centralisées dans une base de connaissances.

Par exemple : *réserver une zone en haut à gauche pour afficher les cinq alarmes principales non acquittées*

- Un second niveau de description fonctionnelle de l'image : il s'agit ici de définir l'ensemble des tâches que l'opérateur de contrôle et de surveillance sera amené à réaliser à travers la vue. Ainsi sont déterminés les aspects fonctionnels de l'image associés aux différentes tâches, ainsi que la définition éventuelle des procédures qui seront mises en oeuvre pour satisfaire le niveau fonctionnel.

Par exemple : *La vue doit permettre de visualiser la tendance des variables T2 et T4.*

A la fin de cette seconde étape, chaque vue est complètement décrite sémantiquement dans une base de données. Celle-ci est prise en compte par le troisième module interactif permettant la définition ainsi que la création graphiques de la vue (il est à souligner que sur la figure 2, nous avons différencié le designer de l'ergonome, mais cette différenciation s'impose(ra)-t-elle vraiment, si l'on se réfère à l'évolution actuelle du métier d'ergonome ?...). Ainsi, le troisième module de définition et de création graphiques des images, utilisant plusieurs bases de connaissances intégrant des connaissances ergonomiques relatives à l'ergonomie de présentation d'information sur écran, vise à guider le designer lors de ses différents choix dans la définition de la présentation d'information. Il est possible à ce niveau de recenser plus particulièrement trois types de connaissances ergonomiques à mettre en oeuvre :

- **Type 1** : une première base de connaissance doit permettre d'assister l'opérateur lors du choix des modes de représentation des variables animées.

Par exemple : *SI l'opérateur doit visualiser la tendance d'une variable, ALORS lui proposer une représentation du type 'courbe'.*

- **Type 2** : une seconde base de connaissance doit permettre d'assister l'opérateur lors du choix des attributs graphiques.

Par exemple : *SI la variable x est en mode normal, utiliser la couleur verte*

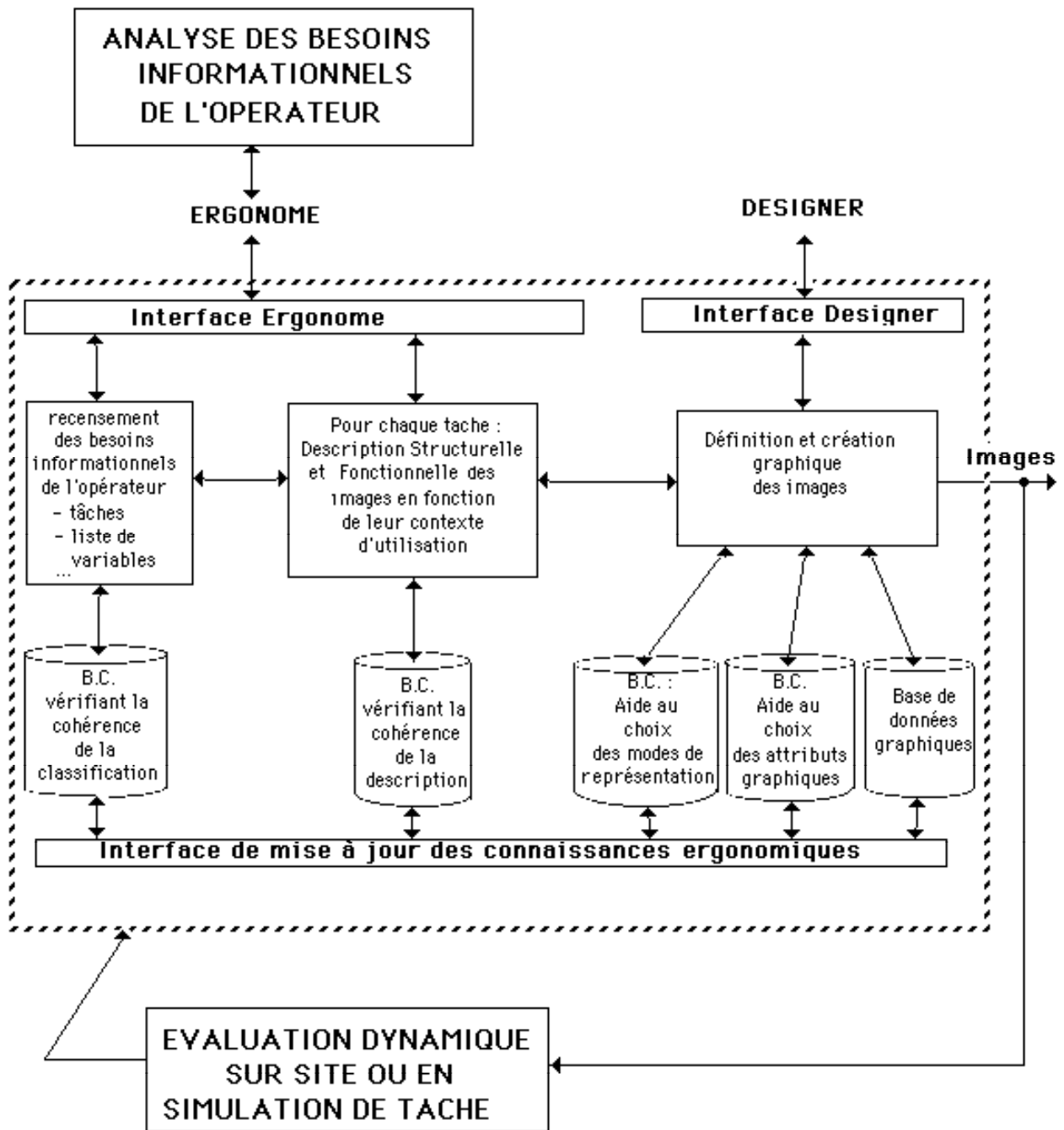


Figure 2 : Outil de modélisation de la démarche ergonomique de conception d'interface

- **Type 3** : une troisième base de connaissance doit, à partir des conclusions de l'inférence des règles de type 1, proposer des modes de représentations prédéfinis dans une base de données, paramétrés selon les conclusions de l'inférence des règles de type 2, et les afficher sur l'écran.

Par exemple : *SI un mode de représentation de type 'courbe' a été proposé pour la variable x*

ALORS afficher dans une fenêtre (pour sélection éventuelle par le designer) la courbe prédéfinie c1 avec le paramètre 'couleur' sélectionné pour la variable x.

Cette étape de définition et de création graphique des différentes vues doit conduire alors à une version du synoptique prête pour une évaluation en dynamique sur site ou en simulation de tâche.

CONCLUSION

Ces travaux de modélisation de la démarche de conception constituent une suite logique à ceux plus anciens de formalisation de connaissances ergonomiques pour le système expert SYNOP d'aide à l'évaluation ergonomique "statique" de la présentation d'information. Ces travaux permettent d'envisager à moyen terme l'assistance de certaines tâches de l'ergonome par des outils basés sur des techniques issues de l'Intelligence Artificielle.

Les outils informatiques actuellement utilisés pour modéliser la démarche sont le générateur de système expert SMECI et la bibliothèque graphique AIDA.

REFERENCES

- Kolski, C., 1989, Contribution à l'ergonomie de conception des interfaces graphiques Homme-Machine dans les procédés industriels : application au système expert SYNOP. Thèse de DOCTORAT, Université de Valenciennes, Janvier 1989.
- Kolski, C., Millot, P., 1989, Démarches ergonomiques d'évaluation et de conception d'interfaces graphiques homme-machine à l'aide de techniques d'intelligence artificielle : évolutions vis-à-vis de l'ergonomie. XXVème Congrès de la SELF : Evolutions technologiques et Ergonomie, Lyon, 4-6 Octobre 1989.
- Kolski, C., Van Daele A., Millot P., De Keyser V., 1988, Towards an intelligent editor of industrial control views, using rules for ergonomic design. IFAC Workshop Artificial Intelligence in real-time control, Clyne Castle, Swansea, Great Britain, September 1988.
- Millot, P., Willaëys, D., 1987. Les approches intelligence artificielle dans les systèmes de supervision. ENAC : I.A. et contrôle de la navigation aérienne, Toulouse, 1987.
- Moussa, F., Kolski, C. et Millot, P., 1990a, Etude de l'intégration d'un outil expert interactif ergonomique dans la démarche de conception d'interface graphique homme-machine. Colloque, "L'Ordinateur, L'Homme et L'Organisation II", Nivelles, 9-11 Mai 1990.
- Moussa, F., Kolski, C. et Millot, P., 1990b, Artificial intelligence approach for the creation and the ergonomic design of man-machine interfaces in control room. 9th European Annual Conference on "Human decision making and manual control", Varese, Italy, Sept. 10-12.