HAL
open science

Vers une formalisation d'une démarche de conception de synoptiques industriels

Faouzi Moussa, Christophe Kolski

To cite this version:

Faouzi Moussa, Christophe Kolski. Vers une formalisation d'une démarche de conception de synoptiques industriels : application au système ERGO-CONCEPTOR. ERGO.IA'92 Ergonomie et Informatique Avancée 1992, Oct 1992, Biarritz, France. pp. 209-221. hal-03424541

HAL Id: hal-03424541

https://uphf.hal.science/hal-03424541

Submitted on 8 Jul 2022

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.

In : ERGO-IA'92, Ergonomie et Informatique Avancée, Biarritz, France, pp. 209-221, octobre, 1992.

Vers une Formalisation d'une Démarche de Conception de Synoptiques Industriels, Application au système ERGO-CONCEPTOR

Faouzi MOUSSA, Christophe KOLSKI

Laboratoire d'Automatique Industrielle et Humaine, URA CNRS 1118
Université de Valenciennes et du Hainaut Cambrésis, Le Mont Houy, B.P. 311
59304 Valenciennes Cedex, France
tél. : 27-14-12-34 fax : 27-14-12-94

Résumé : Cet article décrit une démarche de conception de synoptiques industriels que nous formalisons actuellement sous la forme d'un système informatique appelé ERGO-CONCEPTOR. Ce système est constitué de trois modules principaux. Le premier module permet la description du procédé à partir des résultats issus de l'étape d'analyse du système homme-machine. Le second module est capable de générer des spécifications d'interface. Enfin, le troisième module a pour but la génération interactive des vues graphiques à partir des spécifications.

Mots clés : conception ergonomique, interface homme-machine, contrôle de procédé

Abstract: This paper describes an approach for designing industrial control displays. This approach is presently formalized into a computing system called ERGO-CONCEPTOR. This system is constituted with three main modules. The first module allows the process description according with the results issued from the analysis of the man-machine system. The second module can generate interface specifications. Finally, the third module aims at interactively describing control dsplays using the interface specifications.

Keywords: ergonomic design, man-machine interface, process control

In : ERGO-IA'92, Ergonomie et Informatique Avancée, Biarritz, France, pp. 209-221, octobre, 1992.

INTRODUCTION

La conception des synoptiques industriels pour la supervision et le contrôle de procédés complexes pose des problèmes méthodologiques et ergonomiques importants (Rasmussen, 1986 ; Millot, 1988 et 1990 ; Kolski, 1989). Pourtant, un certain nombre d'outils, permettant de faciliter et d'améliorer la conception d'interfaces, existent. Cependant, une des limites de ces outils est qu'ils s'intéressent uniquement à un aspect particulier de la conception (Coutaz, 1990). De plus, l'utilisation de ces outils n'est pas toujours facile pour des concepteurs ayant peu de connaissances en ergonomie et/ou en informatique.

Il est donc indispensable de replacer ces besoins en ergonomie vis à vis des différentes étapes de la conception et d'établir les liens entre les différents niveaux d'analyse (Scapin et al., 1988). Il est aussi nécessaire de tendre vers des concepts clairs, applicables dans le cadre des processus d'évaluation et de conception d'interfaces.

L'objectif de nos travaux est de tendre vers une formalisation de la tâche de conception d'interfaces ergonomiques graphiques homme-machine pour le contrôle de procédé industriel. Après la description de la démarche de conception d'interfaces que nous visons à mettre en place, nous présentons les principes suivis par un générateur d'interfaces ergonomiques à haut niveau d'abstraction appelé ERGO-CONCEPTOR.

Ainsi, la présentation générale de la première étape de la démarche de conception suivie par ERGO-CONCEPTOR, à savoir la description d'un procédé, sera résumée. Cette description doit intégrer les résultats issus de l'analyse des tâches humaines, à savoir les besoins informationnels des opérateurs. A ce niveau, la spécification de l'interface devient possible. La manière dont elle est mise en oeuvre dans l'outil ERGO-CONCEPTOR sera présentée. Enfin, la génération des vues graphiques est réalisée sur la base des spécifications formelles de l'interface à concevoir. Ce point fait l'objet de la dernière partie de cet article.

I. PRESENTATION GENERALE DE LA DEMARCHE DE CONCEPTION ERGONOMIQUE DE SYNOPTIQUES INDUSTRIELS

La démarche qui fait l'objet de cette première partie correspond, dans le cadre restrictif de la conception des interfaces, à l'étape descendante de conception de système Homme-Machine de la méthodologie définie par P. Millot (pour de plus amples détails le lecteur se référera à Millot, 1990 ou Millot, Roussillon, 1991). La démarche que nous mettons en œuvre a pour objectif de fournir, à partir d'une part des caractéristiques techniques d'un procédé et de ses objectifs, et d'autre part des résultats issus de l'analyse de la tâche, un cahier des charges de spécification, incluant des facteurs ergonomiques, utiles à la génération des vues graphiques. Cette démarche est constituée principalement de deux phases (figure 1) : une première phase d'analyse du système homme-machine, suivie d'une seconde phase visant la réalisation effective des interfaces homme-machine.

- la première phase : à ce niveau un travail préliminaire est nécessaire. Ce travail consiste à construire un cahier des charges contenant les données du procédé, les besoins informationnels des opérateurs ainsi que les objectifs de contrôle et de commande. En réalité, la réalisation de la documentation technique du procédé est un travail indispensable pour la conception de n'importe quel système. Dans le contexte où se place notre travail, la conception des interfaces

graphiques suppose bien évidemment que le procédé physique soit bel et bien existant ou du moins que l'analyse de celui-ci ait déjà été réalisée. Cette analyse est effectuée la plupart du temps au moyen d'une des nombreuses techniques existantes permettant de décrire la structure du procédé, son fonctionnement normal ainsi que ses fonctionnements anormaux et ce avec des degrés de complexité et de précision plus au moins différents suivant les objectifs escomptés de cette analyse. Citons à ce propos que des outils tels que SADT, SASD, Graphe de Fluence, AMD, AMDEC, etc, existent et que leur utilisation par les concepteurs est désormais courante.

En outre, pour compléter ce cahier des charges technique du système, une étape d'analyse des tâches humaines s'est révélée durant ces dernières années de plus en plus nécessaire sinon primordiale pour la réussite du projet de conception des interfaces graphiques homme-machine (Rasmussen, 1986 ; Hollnagel, 1989). Seulement, si les méthodes et outils d'analyse systémique peuvent être considérés comme étant suffisamment formalisés et fiables, les travaux dans le domaine de l'analyse de tâche et en particulier les outils de **formalisation de la tâche** représentent un courant de recherche assez récent, en évolution rapide et permanente et encore en attente de résultats formels et définitifs. Toutefois, les lignes directrices de certains travaux de formalisation de la tâche commencent à donner des résultats prometteurs. En suivant minutieusement les enseignements et directives donnés dans ce domaine, on peut faire ressortir à partir de l'analyse de la tâche, un certain nombre d'informations appelées **besoins informationnels des opérateurs** qu'il faut considérer directement durant la phase de conception des interfaces graphiques.

En regard de ces deux étapes, qui peuvent se **recouper**, une source d'informations supplémentaires peut être déduite. Il s'agit des **objectifs de contrôle et de commande** qui représentent une dimension de description supplémentaire à expliciter, afin de se rapprocher du rôle particulier que l'opérateur aura à accomplir pour répondre aux objectifs fixés par les ingénieurs du procédé. Ainsi, dans cette étape seront précisés, par exemple, les sous-systèmes du procédé à contrôler, les consignes de sécurité et de production assignées à chacun des sous-systèmes, les différents types de personnes ayant à intervenir dans des contextes de fonctionnement particuliers (alarme de fort degré de gravité par exemple) ainsi que les changements à apporter à l'information (variation des niveaux de détails des informations présentées et de ses représentations graphiques par exemple) dans chacun de ces contextes, etc. L'ensemble des résultats issus de cette phase d'analyse constitue une base de données exploitée dans la phase suivante (figure 1).

In : ERGO-IA'92, Ergonomie et Informatique Avancée, Biarritz, France, pp. 209-221, octobre, 1992.

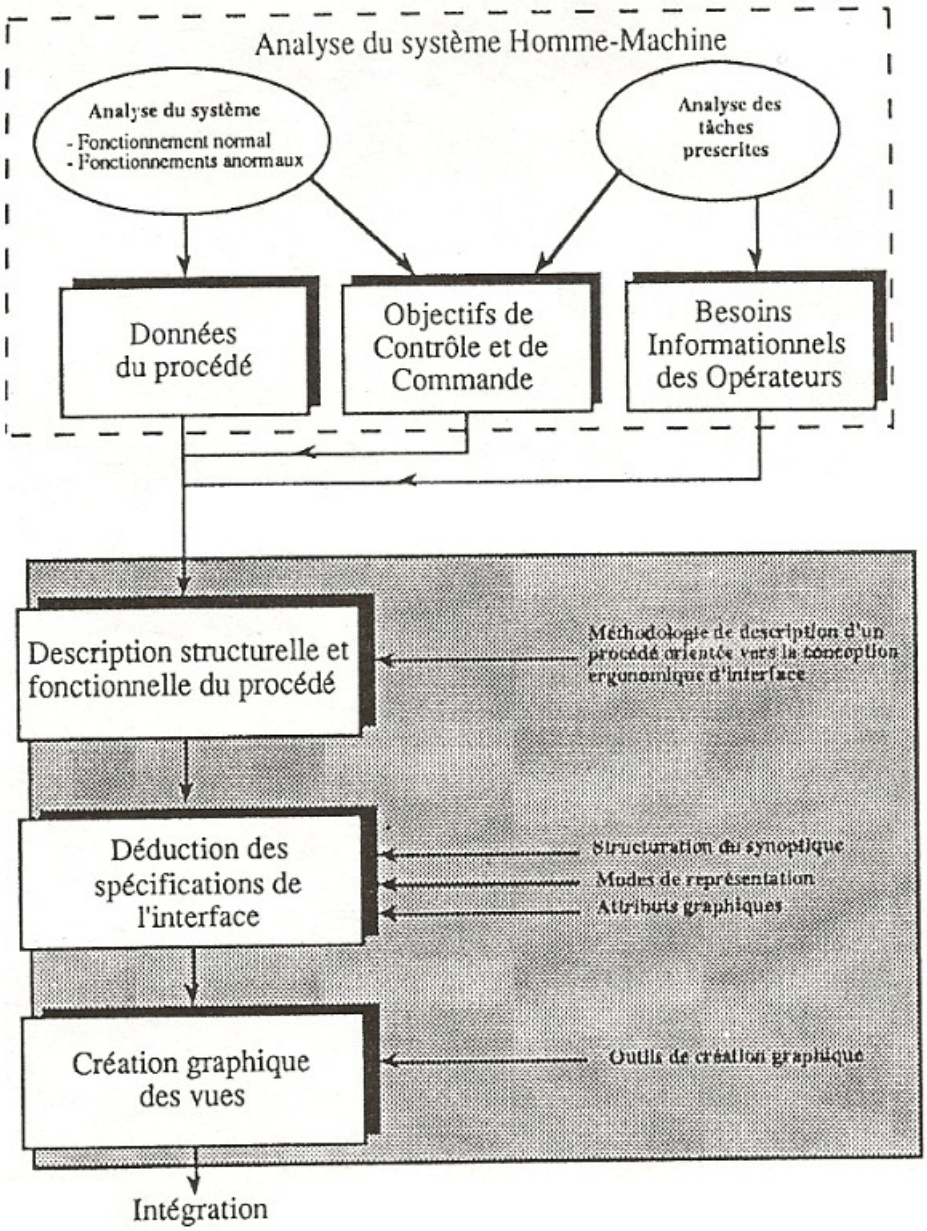

Figure 1 : Démarche de conception ergonomique d'interfaces Homme-Machine (Moussa et Kolski, 1991)

- **la deuxième phase** : un des objectifs de notre recherche est d'aboutir à un outil formel permettant, à partir des données issues de la première phase, de générer les spécifications des vues graphiques nécessaires au contrôle des différents sous-systèmes du procédé. Ces spécifications doivent intégrer -en plus des données du procédé, des besoins informationnels des opérateurs et des objectifs de contrôle et de commande-, des **critères ergonomiques** de différents niveau d'abstraction intervenant au niveau de la construction des spécifications des vues graphiques et permettant ainsi d'aboutir à des vues graphiques répondant à priori à un ensemble de critères ergonomiques de base. Pour ce faire, trois étapes sont mise en œuvre :

- La première étape consiste à décrire le procédé sur les plans fonctionnel (variables décrivant le fonctionnement d'un sous-système, variables décrivant les interactions entre sous-systèmes ...) et structurel (squelette du procédé, interconnexion des sous-systèmes ...)

afin d'arriver à un premier niveau de connaissances nécessaires à la spécification de l'interface. Cette description suit une méthodologie de description de procédés orientée vers les besoins informationnels des opérateurs et les objectifs de contrôle et de commande.

- Exploitant les résultats issus des étapes précédentes, la deuxième étape est consacrée à la spécification de l'interface. A cet effet, les besoins informationnels sont répartis en vues, les vues sont structurées en zones et les zones sont composées d'entités informationnelles. A ce niveau, une base de connaissances ergonomiques est utilisée pour le choix des attributs graphiques, des modes de représentation, des entités informationnelles et des structures des vues adéquates. A la fin de cette étape un cahier des charges informatisé des spécifications est généré.

- La troisième étape s'intéresse à la création des vues graphiques. Pour ce faire, le concepteur se sert d'un éditeur graphique et du cahier des charges informatisé généré lors de l'étape précédente. Le concepteur doit pouvoir visualiser les résultats issus de l'étape de spécification, les valider entièrement, les valider partiellement en introduisant quelques modifications ou les rejeter et, par conséquent, se servir des primitives graphiques de base de l'éditeur pour réaliser, à son gré, les vues qu'il souhaite obtenir.

Cette deuxième phase est actuellement formalisée sous la forme d'un atelier logiciel appelé ERGO-CONCEPTOR présenté maintenant.

II. LE SYSTEME ERGO-CONCEPTOR

Nous développons actuellement un système visant la conception de synoptiques industriels (Moussa et al., 1992 ; Kolski et Moussa, 1991). Ce système, appelé ERGO-CONCEPTOR, se compose de trois modules interconnectés, figure 2 :

- Le premier module sert à décrire un procédé selon la méthodologie de description de procédés présentée dans la suite de l'article. Ainsi, ce module permet particulièrement la gestion des variables, des groupements fonctionnels simples (GFS), des groupements fonctionnels composés (GFC) et du réseau d'influence entre les différentes variables ou sous-systèmes, à l'aide de l'interface "utilisateur". Cette description doit être guidée par les besoins informationnels des opérateurs.

- Le second module permet la génération automatique, à partir des résultats issus du module précédent, d'un fichier de spécifications d'interface en exploitant des connaissances ergonomiques stockées dans une base de connaissances à l'aide de l'interface "ergonome".

- Enfin, le dernier module assure la génération des vues graphiques et ce en proposant au concepteur une interface avec le système, lui permettant de créer ses vues. Le premier éditeur peut être dit "intelligent" du fait qu'il exploite les spécifications déduites du module précédent. L'interface assure toutefois au concepteur des degrés de liberté lui permettant d'intervenir au niveau le plus bas de la conception des vues, à l'aide de fonctions d'édition graphique "classiques".

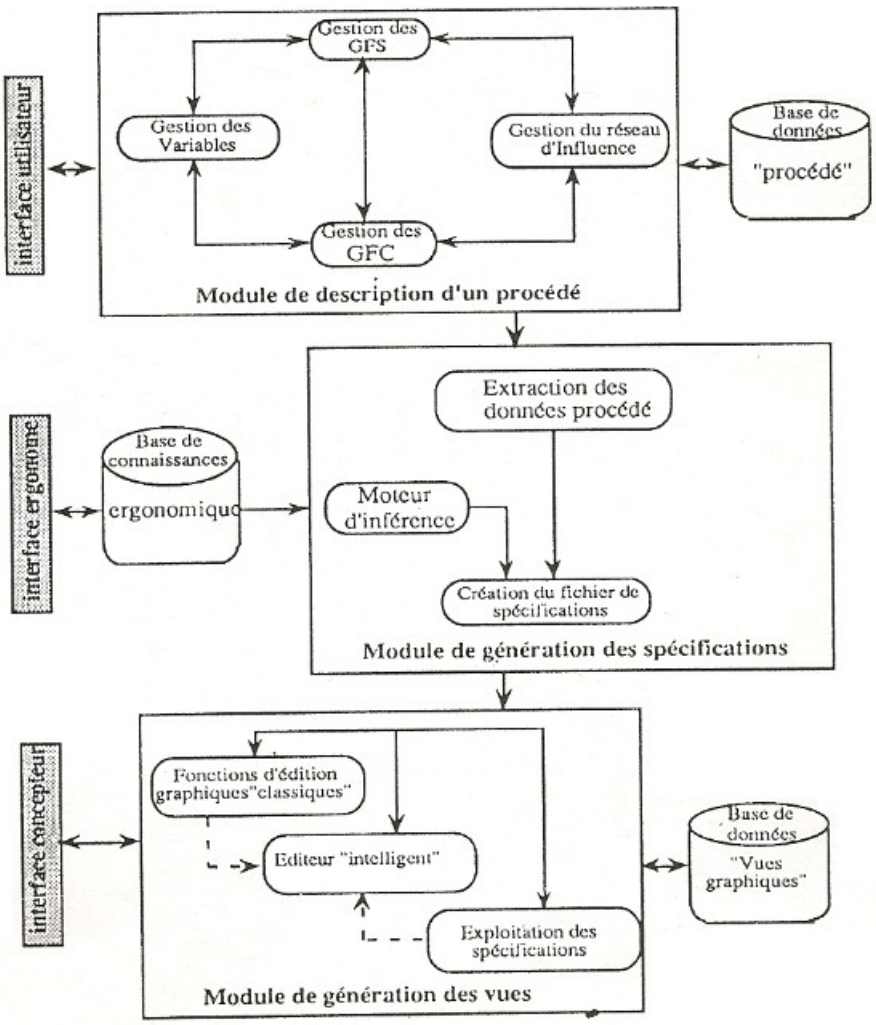

Figure 2 : Architecture informatique du système ERGO-CONCEPTOR

Le système ERGO-CONCEPTOR est développé à l'aide du langage LELISP et de l'environnement de développement d'applications graphiques constitué de la boîte à outils AIDA et du générateur d'interfaces MASAI, sur station VAX 3100 utilisant le système d'exploitation VAX/VMS. Nous résumons dans la suite le principe de chacun de modules constituant le système. Pour de plus amples détails, le lecteur se réfèrera à Moussa (1992).

III. LE MODULE DE DESCRIPTION D'UN PROCEDE

Une méthode de description d'un procédé automatisé a été proposée par Moussa et Kolski (1991). Les concepts de base sur lesquels s'appuie cette méthodologie pour décrire le procédé sont les suivants :

• Le Groupement Fonctionnel Simple (GFS) : C'est un sous-système indécomposable qui se présente comme étant un ensemble de variables reflétant à tout moment son état. Il permet de contrôler une fonction indécomposable. Les ressources d'un GFS sont les variables qui le composent, dites variables intrinsèques. Les liaisons entre les différents sous-systèmes sont

décrites par des liens d'entrées-sorties. Les informations véhiculées par les entrées et les sorties d'un GFS sont représentées par des variables dites de communication.

• Le Groupement Fonctionnel Composé (GFC) : Il s'agit d'un regroupement de sous-systèmes qui forme un sous-système de plus haut niveau. Les éléments d'un GFC, qui peuvent être des GFS et/ou des GFC, représentent des ressources de ce groupement fonctionnel dont le but est de contrôler une macro-fonction. Les variables intrinsèques qui représentent un GFC sont théoriquement les variables intrinsèques de tous les GF qui le composent auxquelles s'ajoutent les variables de communication entre ces GF. Les variables de communication d'un GFC sont déduites à partir des variables de communication entre les GF qui le composent et les GF extérieurs et/ou l'environnement sous lequel est soumis le procédé. Cependant, pour éviter d'avoir une quantité d'informations très importante au niveau le plus haut qui représente tout le procédé, il convient de faire une sélection des variables significatives qui reflètent une image synthétique du GFC, chaque fois qu'on remonte d'un niveau dans la hiérarchie. Dans la figure 3, la variable C2 est considérée comme une variable de communication pour les sous-systèmes GFS1 et GFS3 et comme variable intrinsèque pour le groupement fonctionnel GFC1. Par contre, la variable C3 est une variable de communication aussi bien pour GFS3 et GFS2 que pour GFC1 et GFC2.

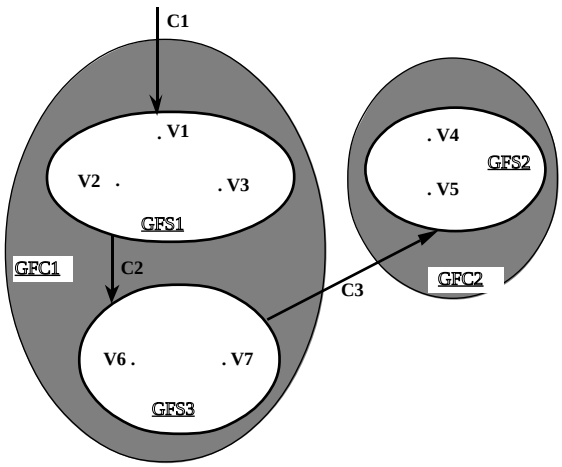

Figure 3 : Groupements Fonctionnels

• Le réseau de causalité : suite à la description structurelle (présentée ci-dessus) du procédé, le troisième concept de base est la description fonctionnelle de celui-ci. Cette dernière est réalisée à partir de la représentation des interactions entre les différentes variables d'un sous-système par des liens d'influence regroupés sous forme d'un réseau de causalité. Ces liens servent à décrire l'impact d'une perturbation affectant une variable d'un groupement fonctionnel sur le reste du système. En effet, lors du fonctionnement du procédé, le changement physique d'un composant a des conséquences fonctionnelles qui se propagent à travers le niveau de détail de la description.

Ainsi, les descriptions structurelle et fonctionnelle du procédé sont achevées. Il importe maintenant de décrire le système en terme de hiérarchie d'abstraction "moyens-objectifs". A un niveau d'abstraction N_i, les objectifs d'un sous-système S_i donné peuvent être atteints en agissant sur les sous-systèmes de niveau N_{i-1} qui le composent. Au niveau d'abstraction N_{i+1}, ce sous-système S_i est vu comme étant un moyen ou une ressource servant à réaliser les objectifs du sous-système S_{i+1} qui l'englobe. En conclusion, la description d'un procédé s'effectue selon trois

axes complémentaires apportant chacun une description de nature différente. L'ensemble de ces trois types de description permet d'avoir une idée suffisamment précise pour déduire des spécifications de l'interface à réaliser. La mise en œuvre informatique de la méthodologie de description d'un procédé automatisé est accomplie par quatre sous-modules permettant respectivement la gestion des variables, des GFS, des GFC et du réseau de causalité (compilation). La figure 4 présente l'arborescence indiquant l'enchaînement des différents menus que peut rencontrer l'utilisateur du système au cours de la phase de description du procédé. Chacune des fonctions est décrite précisément par Moussa (1992).

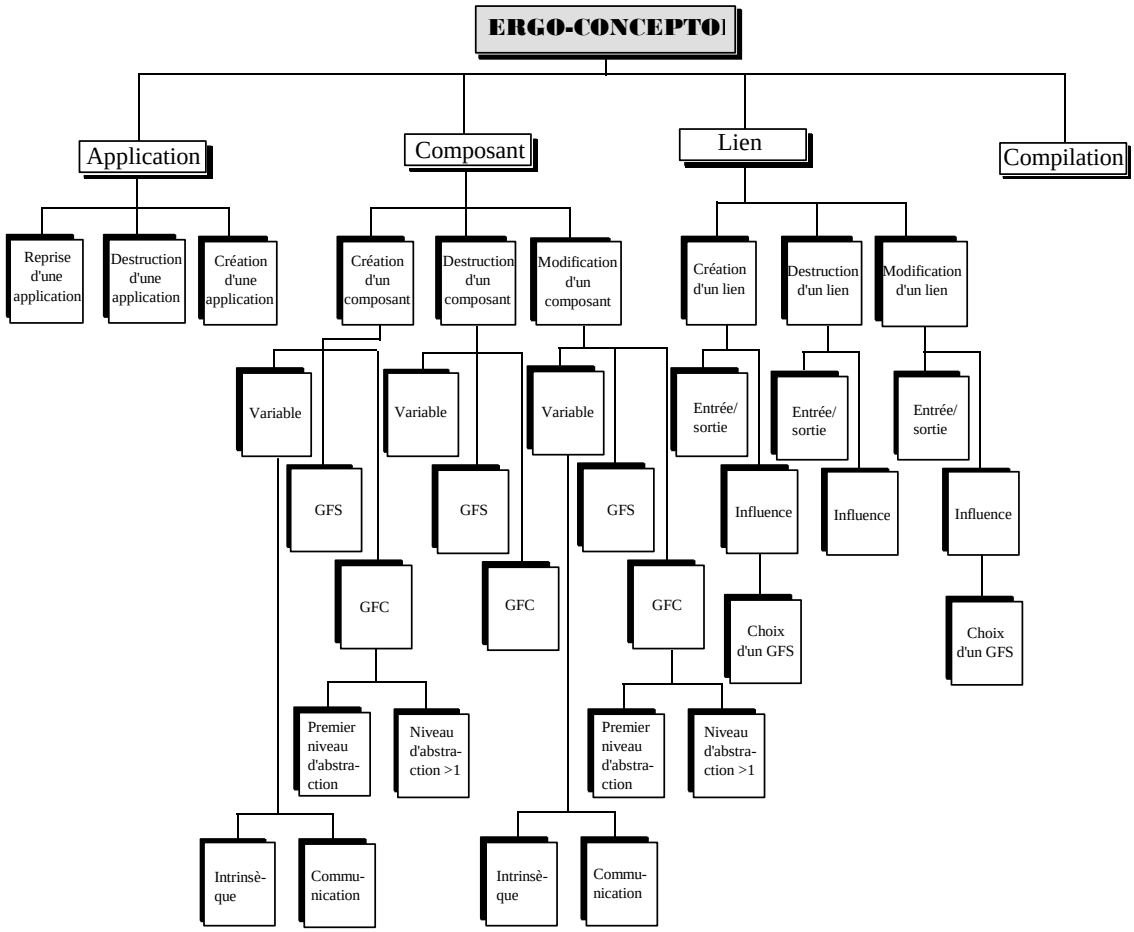

Figure 4 : L'enchaînement des pages-écrans du module de description du procédé

IV. LE MODULE DE GENERATION DES SPECIFICATIONS

Le système Ergo-Conceptor fait appel à une technique originale pour la spécification des vues graphiques. En effet, sur la base des données décrivant le procédé à représenter et à l'aide de connaissance ergonomiques relatives à la présentation de l'information à l'écran, Ergo-Conceptor va bâtir les spécifications de la bibliothèque de vues graphiques nécessaires au contrôle-commande du procédé en question. Ce module comprend les trois sous-modules suivants : un sous-module d'extraction de données, un moteur d'inférence et un sous-module de création de spécifications (figure 2). Ceux-ci sont décrits successivement ci-dessous.

Le sous-module d'extraction de données permet d'extraire, de la base de données procédé, les informations nécessaires à présenter. Il constitue une interface entre le module de définition

des besoins informationnels et le module de création de spécifications. Au moyen de procédures qu'il offre, il permet d'extraire les sous-systèmes à représenter, leurs entrées-sorties, les variables intrinsèques et de communication concernées et les liens d'influences entre elles (réseau de causalité). Toutes les données sont stockées sous forme de listes représentant la base des faits du système expert d'ergonomie de présentation d'information à l'écran.

La formalisation des connaissances ergonomiques consiste en l'énoncé de règles de présentation graphique d'informations et de structuration de vues et en la formalisation de ceux-ci en règles de production. Leur formalisme est du type : **Si *Condition* Alors *Conclusion*.** Ces règles de production sont exploitées par un moteur d'inférence fonctionnant en chaînage avant. Le mécanisme de traitement des connaissances est basé sur la séquence désormais classique : définition de l'ensemble des règles applicables, choix d'une règle à appliquer, inférence de la règle et mise à jour. La définition de l'ensemble des règles applicables est obtenue en vérifiant, successivement pour chaque règle de la base, si la condition exprimée dans le membre gauche de la règle est satisfaite. L'inférence de la règle permet d'en déduire que la conclusion exprimée dans le membre droit est satisfaite et de mettre à jour la mémoire de travail. Ce moteur d'inférence est exploité par le sous-module de création des spécifications. La base de connaissances ergonomiques contient environ une soixantaine de règles dont des exemples sont donnés dans (Moussa, 1992). Le sous-module de création des spécifications permet de générer le fichier de spécifications tout en respectant une syntaxe prédéfinie détaillée en annexe A. Cette syntaxe présente deux avantages :

- définir à priori l'ensemble des entités manipulées, en allant du plus simple (attributs graphiques : couleur, taille, police de cractères ...), au plus complexe (type de vue, structure de vue, mode de représentation, etc).

- assurer l'indépendance entre le module de description du procédé et l'éditeur graphique qui pourrait être modifié ou remplacé. En effet, le recours à une syntaxe permet d'éviter tous problèmes d'incohérence entre la structure informatique des données traitées par le générateur de spécification et le format "particulier" des données traitées par un éditeur graphique quelconque.

Le contenu du fichier de spécification décrit pour chaque vue : son type (supervision, commande...), le sous-système concerné, les zones qu'elle englobe (définition structurelle) et le contenu de chaque zone (entités informationnelles). Pour ce faire, ce module fait appel au moteur d'inférence pour exploiter les connaissances ergonomiques stockées dans une base de connaissances. De nombreux exemples issus de cette base sont visibles dans (Moussa, 92) . Ces connaissances concernent la structuration des vues, le choix des attributs graphiques (couleurs, polices de caractères ...) et des modes de représentation (étoile, barre-graphe ...). Le type de connaissance ergonomique est inféré suivant le niveau d'abstraction du processus de construction des vues. Le fichier de spécification est exploité directement par le module de dénération des vues graphiques.

V. LE MODULE DE GENERATION DES VUES GRAPHIQUES

A partir du fichier de spécifications des vues graphiques, qui est issu du module précédent, ce module se charge de proposer au concepteur une interface permettant la génération des vues graphiques. La mise en œuvre de cette interface se base sur les trois axes suivants, figure 2 :

- Analyse du fichier de spécifications pour en déduire l'ensemble des informations nécessaires à la réalisation des vues. Cette analyse repose sur la syntaxe qui a été définie dans le module précédent.

- Utilisation par le concepteur d'un éditeur graphique "intelligent" qui exploite l'ensemble des informations décrivant la structure et les fonctionnalités des vues. Pour cela il propose au concepteur, sous forme de texte, les spécifications nécessaires pour l'aider à générer ses vues. Il exploite également des routines graphiques élémentaires pour générer les vues graphiques de contrôle du procédé.

- Proposition au concepteur de fonction d'édition graphique "classiques" qui assure une fonction double : (i) d'une part ses routines graphiques, telles que le dessin d'un rectangle, d'un cercle, l'édition d'un texte etc..., servent comme entrées sous forme d'objets graphiques pour l'éditeur "intelligent", (ii) d'autre part, cet éditeur assure un degré de liberté important au concepteur des vues. Ce dernier peut ne pas suivre toutes les propositions de l'éditeur "intelligent". Il a la possibilité de modifier à tout moment une partie de la vue générée automatiquement par l'éditeur "intelligent", voire se passer complètement de celui-ci pour créer une vue à sa guise.

Ainsi, ces trois axes forment trois sous-modules complémentaires qui constituent une interface "intelligente" utilisée par le concepteur des vues. A partir du fichier de spécification des vues et de sa syntaxe prédéfinie, le sous-module d'exploitation des spécifications de l'interface a pour objectif de dégager les informations nécessaires pour la génération des vues graphiques. A cet effet, une analyse du fichier, généré par le second module de l'outil ERGO-CONCEPTOR, est effectuée. En se basant sur la syntaxe du fichier, cette analyse aboutit à un ensemble de listes LISP contenant les spécifications informationnelles et structurelles des vues à concevoir.

En ce qui concerne les <u>spécifications informationnelles,</u> Il s'agit d'extraire les listes suivantes : (i) la liste des sous-systèmes comportant les noms de tous les groupements fonctionnels simples (GFS) et composés (GFC) qui ont été définis dans le module de description du procédé; (ii) pour chacun des sous-systèmes, extraire une liste comportant tous les types de vues possibles et une autre contenant toutes les variables, en veillant à différencier les variables intrinsèques des variables de communication; (iii) pour chaque type de vue, extraire une liste comportant les différents modes de représentation de l'état du sous-système; (iv) pour chaque mode de représentation, extraire une liste contenant les variables du sous-système qu'il est conseillé d'afficher pour un mode donné; (v) pour chacune des variables du sous-système, extraire une liste comportant tous ses liens d'influence avec les autres variables du même GF et une autre contenant ses liens d'influence avec les variables des autres GF. En ce qui concerne les <u>spécifications structurelles</u>, il s'agit d'extraire les listes suivantes : (i) pour chaque type de vue, extraire une liste contenant les différentes zones; (ii) pour chaque zone, extraire une liste comportant toutes les entités; (iii) pour chaque mode de représentation, extraire une liste contenant ses différents éléments graphiques.

Ainsi, les spécifications informationnelles et structurelles de l'interface sont déduites. Elles vont être exploitées par l'éditeur "intelligent" pour la génération "automatique" des vues.

Le concepteur a accès à des fonctions d'édition graphique "classique". Celles-ci permettent

au concepteur d'effectuer des modifications à sa guise sur ce qui est généré automatiquement par l'outil. D'autre part, elles sont exploitées par l'éditeur graphique "intelligent". De plus, elles permettent la création des dessins de fond de plan présentant les différentes entités du synoptique du procédé. L'éditeur graphique "intelligent" utilise les spécifications informationnelles et structurelles des vues d'une part et les fonctions d'édition graphique "classiques" d'autre part. Ce sous-module se compose de deux parties complémentaires : (i) la première partie traite les informations concernant les attributs graphiques des entités à générer. (ii) la seconde partie concerne le traitement de la structure de la vue.

La figure 5 donne un exemple de génération d'un mode graphique "étoile" à partir des spécifications d'interfaces. Les variables visibles sur la figure ont été sélectionnées par le concepteur parmi la liste de variables proposée par ERGO-CONCEPTOR. Autour de la vue "étoile" en cours de création, on peut distinguer l'éditeur graphique "intelligent". Sur le haut de l'écran apparaissent les menus offrant au concepteur l'accès aux spécifications d'interfaces. Sur chacun des côtés (gauche et droit) de l'éditeur sont proposées des fonctions graphiques "classiques" permettant au concepteur de retoucher les vues à sa convenance.

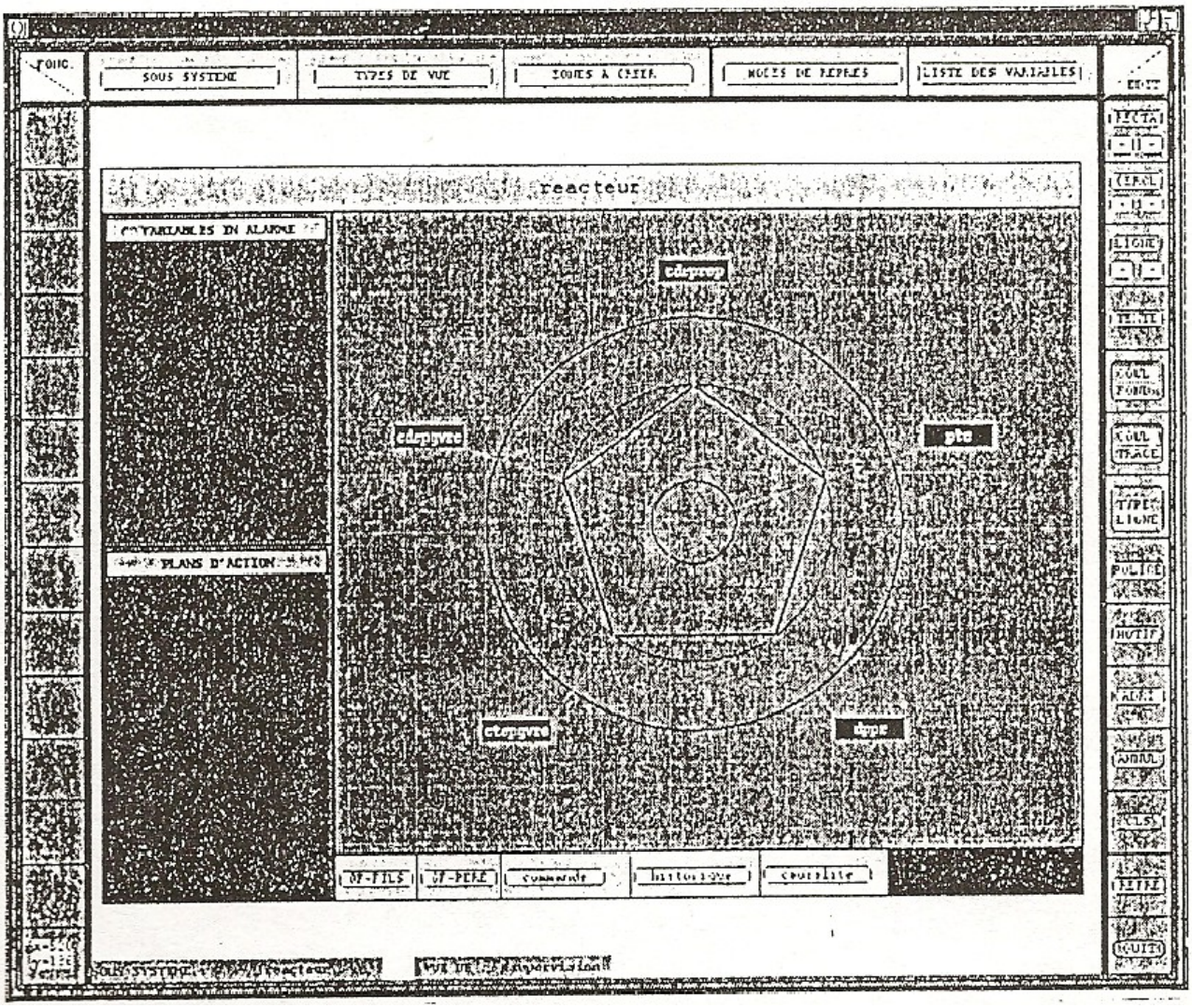

Figure 5 : Exemple de mode graphique généré à l'aide du troisième module

CONCLUSION

Cet article a été consacré à la description de l'outil ERGO-CONCEPTOR. Il propose d'abord une interface à son utilisateur pour la description du procédé. Ainsi, la base de données "procédé" est créée. Parallèlement, une interface est proposée à l'ergonome du système pour saisir les connaissances ergonomiques. La base de connaissances ergonomiques est ainsi créée. Ces connaissances seront utilisées pour présenter des conseils textuels au concepteur des vues lors de sa tâche de création graphique. L'étape suivante concerne la génération des spécifications. Il s'agit donc d'une intégration des données décrivant le procédé, des besoins informationnels des opérateurs et des connaissances ergonomiques, qui seront exploitées par le moteur d'inférence. Un ensemble de spécifications des vues à générer est donc déduit. Afin de formaliser cet ensemble de données, une syntaxe a été introduite et respectée par la fonction de création du fichier de spécifications. Ainsi, l'ensemble des informations nécessaires à la réalisation des vues est extrait. L'étape suivante consiste en la génération la génération des vues graphiques de contrôle du procédé. Une décomposition de cette étape en trois sous-modules complémentaires a été effectuée. Le premier sous module se charge de l'analyse du fichier de spécification défini précédemment, pour aboutir à un ensemble de listes LISP contenant les informations nécessaires à la génération des vues. Le second sous-module est constitué de fonctions d'édition graphiques "classiques" permettant d'offrir certains degrés de liberté au concepteur pendant la création des vues. Enfin, le troisième sous-module présente au concepteur un éditeur graphique "intelligent" qui intègre toutes les données relatives au "procédé" et les connaissances ergonomiques préalablement définies. A ce niveau, les vues graphiques sont générées. Il convient donc de les sauvegarder dans une base de données "vues".

Afin de valider techniquement cette démarche, une première application **en laboratoire** de l'outil ERGO-CONCEPTOR a été menée sur un procédé de type centrale nucléaire à partir d'une description technique d'un tel procédé trouvée dans (Bebin, 1984). La démarche suivie par cet outil, présentée dans cet article, a donc été appliquée sur ce procédé, depuis sa description jusqu'à la génération de ses vues graphiques. Ainsi, nous sommes partis de l'hypothèse qu'une analyse des tâches humaines avait été réalisée au préalable sur le système homme-macbine. Puis, la méthodologie de description du procédé a été utilisée pour construire la base de données "procédé" à l'aide du premier module, et ceci en faisant appel à une description selon les trois axes structurel, fonctionnel et par hiérarchie d'abstraction moyen/objectif présentés précédemment. A l'aide du second module, des spécifications d'interface ont été automatiquement générées à partir de la description du procédé, et ceci à l'aide des connaissances ergonomiques relatives aux modes de présentation centralisées dans la base du système ERGO-CONCEPTOR. Ces spécifications ont ensuite été exploitées directement par un concepteur (en thèse au laboratoire) pour ensuite générer interactivement à l'aide du troisième module 55 vues de contrôle dont un exemple de vue étoile est donné en figure 5. Cette validation technique du système ERGO-CONCEPTOR fera l'objet d'articles spécifiques. Bien entendu, il s'agira ensuite de valider le système sur des cas industriels réels.

BIBLIOGRAPHIE

Bebin J. , 1984. Techniques de l'Ingénieur. Génie Nucléaire. Edition N°1063, Mai 1984.
Coutaz J. , 1990. Interface Homme-Ordinateur : Conception et Réalisation. Dunod, Paris, 1990.

Hollnagel E., 1989, Performance Improvement trough cognitive task analysis. ESA-ESTEC Workshop : A task oriented approach to human factors engineering, Noordwijk, The Netherland, November 21-23.

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, 1989.

Kolski C., Moussa F., 1991. Une approche d'intégration de connaissances ergonomiques dans un atelier logiciel de création d'interfaces pour le contrôle de procédé. Actes du congrès "Le génie Logiciel et ses Applications", Toulouse, 9-13 décembre 1991.

Millot P., 1988. Supervision des procédés automatisés et ergonomie. Editions Hermes, Paris, Décembre 1988.

Millot P., 1990. Coopération Homme-Machine : Exemple de la téléopération. Journées du GR Automatique, Strasbourg, 17-19 Octobre 1990.

Millot P., Roussillon E., 1991. Man-Machine Cooperation in Telerobotics : Problematics and Methodologies. Second France Israël Symposium on Robotics, Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires, Gif sur Yvette, Avri 1991.

Moussa F., 1992. Contribution à la conception ergonomique des interfaces de supervision dans les procédés industriels : application au système ERGO-CONCEPTOR. Thèse de Doctorat, Université de Valenciennes.

Moussa F., Kolski C., 1991. ERGO-CONCEPTOR : système à base de connaissances ergonomiques pour la conception d'interfaces de contrôle de procédé industriel. Technologies Avancées, vol. 2 (2), 5-14, décembre 1991.

Moussa F., Kolski C., Millot P., 1992. A formal methodology for ergonomic design of man-machine interfaces. Proposition pour : 5th IFAC/IFIP/IFOR/IEA Symposium on Analysis, Design and Evaluation of Man-Machine Systems. The Hague, The Netherlands, June 9-11, 1992.

Rasmussen J., 1986. Information processing and Human-Machine Interaction, an approach to cognitive engineering. North Holland series in System Science and Engineering, Andrew P; Sage Editor, 1986.

Scapin D.L., Reynard P., Pollier A., 1988. La conception ergonomique d'interfaces : problèmes de méthodes. Rapport de recherche, n°957, INRIA, décembre 1988.