

# CONCEPTION D'UN SYSTÈME EXPERT POUR LE PROJET DES RÉSEAUX ÉLECTRIQUES INDUSTRIELS

-----

Ayité Sénah Akoda AJAVON  
Université du Bénin  
Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs (ENSI)  
B.P. 1515, Lomé-Togo

-----

## RESUMÉ

Nous proposons, dans cet article, un système expert pour le projet des réseaux électriques industriels optimisés. La diversité des types d'informations utilisées dans le processus de projet de ces réseaux rend très difficile et très complexe l'obtention des solutions uniformes et optimales. L'utilisation des systèmes experts permet une bonne représentation et une gestion efficace des données de ce processus. Nous nous attachons à fournir au lecteur une vision pratique du sujet.

Mots Clés : Système expert, réseaux électriques, projet, optimisation.

## 1. INTRODUCTION

Avec les systèmes experts, partie intégrale de l'intelligence artificielle, l'informatique affronte l'un de ces défis les plus prometteurs et les plus difficiles, celui de la modélisation de la connaissance et de la simulation du raisonnement. Ainsi l'utilisation de cette nouvelle méthodologie de construction des systèmes informatiques pour des applications dans divers domaines n'a pas épargné celui de l'électroénergétique (Electroénergétique : domaine de la production du transport et de la distribution de l'énergie électrique) [3].

L'analyse du processus de projet des réseaux électriques industriels nous conduit à dégager deux principes fondamentaux pouvant aider à développer un système expert pour ce processus, à savoir :

- un processus de projet des réseaux électriques peut être traité comme un processus de sélection dans lequel les solutions partielles sont rassemblées et sont utilisées de telle manière que la solution finale réponde à des critères d'évaluation fixés (présupposés). Il est donc possible de créer une base de connaissances à l'aide de ces solutions partielles ;

- un modèle informatique des réseaux électriques est un modèle à usage répétitif. Il est alors possible d'élaborer une méthode de représentation des connaissances électroénergétiques, dans les catégories formelles, de telle sorte que l'utilisation de ces connaissances, par les méthodes ou structures d'inférence existant, assure la résolution du problème.

Donc le système expert proposé a été conçu en se basant sur ces deux principes.

## 2. CARACTÉRISTIQUES DU DOMAINE DE CONNAISSANCE

La tâche de projet des réseaux électriques industriels consiste à formuler les conditions de fournitures d'énergie électrique à l'usine. Il est évident que sur le plan technique, un problème de ce type est toujours résolvable à l'aide des méthodes de résolution décrites par les normes, les instructions et les formules mathématiques. Ce qui permet l'usage d'un modèle formel de données à usage répétitif [1]. Donc une approche de programmation classique (procédurale) pourrait conduire à résoudre ce problème de projet. Mais il faut préciser que le processus de projet électroénergétique ne présente pas uniquement qu'un aspect procédural. C'est aussi un processus intellectuel, à caractère créatif, où la compétence et l'expérience de l'homme (le projeteur) ont une grande influence sur les résultats finaux. De ce fait, un aspect déclaratif du problème se dégage.

Ainsi, on peut formuler le problème de projet de la manière suivante. Pour des ensembles données de nœuds de réception  $N^R$  et d'alimentation  $N^A$  il faut générer, dans l'ensemble des nœuds permis pour la localisation des postes de transits  $N^L$ , un sous ensemble de nœuds de transit  $N^T_k$  de

telle sorte qu'un réseau électrique R, remplissant les conditions du critère final adopté  $F_0$  ( $F_0$  - somme totale minimalisée des coûts), en résulte.

$$R = \langle N, L, f_M, f_L \rangle \quad (1)$$

où N - ensemble de tous les nœuds du réseau ; L - ensemble de tous les arcs (lignes) du réseaux ;  $f_M$  - fonctions dans les nœuds ;  $f_L$  - fonctions dans les arcs (lignes).

Les nœuds de réception, d'alimentation, et de localisation des postes de transit sont caractérisés respectivement par des vecteurs caractéristiques  $\varnothing^A$ ,  $\varnothing^R$  et  $\varnothing^L$ , qui mettent en évidence les paramètres caractéristiques de ces nœuds.

Pour un domaine de connaissance ainsi caractérisé, la stratégie de résolution utilisée contient en soi des algorithmes déterministes et les algorithmes d'optimisation utilisant des éléments heuristiques .

### 3. FORMALISME DE REPRÉSENTATION DES CONNAISSANCES ET STRUCTURE DU SYSTÈME

La représentation des connaissances dépend très fortement du domaine d'application. Une analyse des fonctionnalités du système [2], fait apparaître des connaissances de deux natures, dont leurs représentations sont :

- une représentation logico-déductive pure, basée uniquement sur les règles de production :

$$\text{REGLE (k) : SI } [ \text{PRÉMISSE} ]_i ; \quad i = 1, 2, \dots, T(k) \\ \text{ALORS } [ \text{ACTION} ]_q ; \quad q = 1 \quad (2)$$

où : T(k) nombre maximal de prémisses dans la règle (k) ; q - nombre maximal d'action (conclusion sous forme de proposition simple) dans la règle (k) :

- une représentation procéduro-logico-déductive, basée sur les règles de production utilisant des procédures écrites en programmes classiques (qui respectent la structuration naturelle d'une partie du domaine) comme prémisses ou actions de type :

$$\text{RÈGLE (l) : SI } [ \text{PRÉMISSE OU PROCÉDURE} ]_n ; \quad n = 1, 2, \dots, T(l) \\ \text{ALORS } [ \text{ACTION OU PROCÉDURE} ]_p ; \quad p = 1 \quad (3)$$

où : T(l) - nombre maximal de propositions simples ou procédures comme prémisses dans la règle (l) ; p - nombre maximal de conclusions (propositions simples ou procédures) dans la règle (l).

Les performances des systèmes experts dépendent du contenu et de la structure des modules qui les composent. Pour le système conçu, nous avons utilisé une architecture classique qui est représentée à la figure 1.

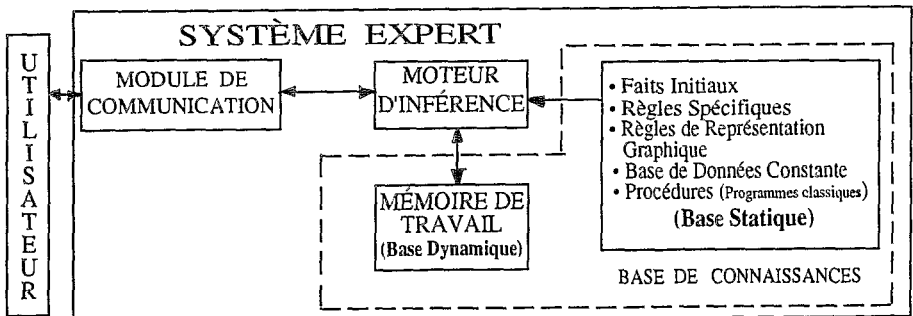


Fig. 1 Structure du système expert pour le projet des réseaux électriques industriels

#### 4. BASE DE CONNAISSANCES DU DOMAINE

La base de connaissances est constituée des parties suivantes (voir fig.1) :

\* **Faits initiaux** - Ils concernent les données d'entrée.

\* **Règles spécifiques** - Elles mettent en évidence des problèmes, tels que : la localisation optimale des principaux points de transit ; l'optimisation du coût du projet ; l'unification des éléments du réseau ; le choix des paramètres des éléments du réseau ; la stratégie de résolution etc..

\* **Base de données constante** - Elle contient les bases de données pour les câbles électriques, les batteries de condensateurs, les transformateurs, les courants admissibles des câbles.

\* **Procédures (programmes classiques)** - Ce sont des programmes de calculs numériques classiques. Les parties des connaissances représentées sous forme de procédures sont : la division du site en zone d'alimentation ; la compensation optimale de la puissance réactive.

\* **Règles de représentation graphique** - Les règles de représentation graphique illustrent l'aspect graphique des résultats du projet. Car les schémas électriques se réalisent suivant des principes, des instructions et des normes en vue d'uniformiser leurs interprétations.

\* **Mémoire de travail (base dynamique)** - Elle représente l'état actuel des connaissances acquises par le système pendant une phase de consultation. Puisque nous avons choisi Turbo-Prolog 2.0 comme langage principal d'implémentation du système, nous avons réalisé la base dynamique en créant plusieurs prédicats de base de données dynamique par définition dans une section spéciale du programme nommé "database".

#### 5. MOTEUR D'INFERENCE ET MODULE DE COMMUNICATION

Le moteur d'inférence, qui aura à exploiter la base de connaissances du domaine est Turbo Prolog. 2.0. Comme on le sait PROLOG est son propre moteur d'inférence.

Le système expert conçu permet à l'utilisateur, après une première consultation, d'imposer un retour à un nœud donné de l'espace pour d'éventuelles influences personnelles. Toute cette liberté d'influence sur le système lors d'une consultation permet d'ajouter une dose de routine, d'intuition et d'expériences aux résultats finaux et d'obtenir plusieurs variantes de solutions.

Le module de communication du système expert que nous avons élaboré est composé uniquement d'interface avec l'utilisateur. Car le système élaboré n'est pas fonctionnel en temps réel et le réaménagement de la base des connaissances se fait en dehors du système.

#### 6. RESULTATS, CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les résultats obtenus prouvent le potentiel de systèmes experts pour ce type d'application. Toutefois, ces travaux sont principalement exploratoire et académiques ; l'étude est menée avec une base de connaissances réduite (surtout la base des connaissances constante), comparativement à la base de connaissances utilisée dans les bureaux d'études. Néanmoins, nos travaux consistent à améliorer les techniques d'élaboration des projets des réseaux électriques industriels, et à trouver une façon d'évaluer et d'uniformiser ces types de projet.

En bref, nous pouvons dire que le système expert développé constitue un instrument important à la disposition des bureaux d'études dans le domaine de l'électroénergétique.

#### 7. BIBLIOGRAPHIE

- [1] Ajavon A.S.A : Un système expert pour la conception des réseaux électriques industriels. Thèse de doctorat, Institut Energoélectrique, Université Technique de Wrocław, Wrocław - Pologne, 1990.
- [2] Bujko J., Ajavon A.S.A : An Expert System for Industrial Power Networks Design. Second Symposium on Expert Systems Applications to Power Systems, July 17-20 1989, Seattle, USA.
- [3] CIGRE (Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques) : An International Survey of the present Status and the Perspective of Expert Systems on Power System Analysis and Techniques. Task Force 07 of Working Group 02 of Study Committee 38 (Power System Analysis and Techniques), Electra N° 123.