

Zeitschrift:	Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegraфи svizzeri
Herausgeber:	Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe
Band:	70 (1992)
Heft:	1
Artikel:	Systèmes-expert pour la gestion de réseaux : 2e partie: compte rendu des résultats
Autor:	Liver, Beat / Prim, André
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-873967

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 22.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Systèmes-expert pour la gestion de réseaux

2^e partie: compte rendu des résultats

Beat LIVER et André PRIM, Berne

1 Introduction

Dans cette deuxième partie, les auteurs présentent le projet de recherche [1] 'Utilisation de systèmes-expert dans la gestion de réseaux' et les expériences qui en résultent [1]. Le cadre du projet ainsi que le but à atteindre sont tout d'abord définis, puis un exemple correspondant à ces exigences est choisi. Le développement du projet et la méthodologie 'KADS' terminent cette contribution. Le poids est donné sur le modèle conceptuel et sur son implémentation.

calculateurs sont reliés entre eux par un réseau du type 'ethernet' ne comportant pas d'autres éléments de transmission, tels que 'router, bridge, repeater', etc. Les recherches ont porté uniquement sur l'utilitaire 'VMS-MAIL' et sur le diagnostic de pannes reproductibles et non liées à une mauvaise utilisation de l'opérateur. Les erreurs du système d'exploitation, ainsi que les défauts liés au matériel ne sont pas pris en compte. Cet outil est destiné à des utilisateurs n'ayant que des connaissances partielles sur la gestion de réseaux. La délimitation du projet a nécessité un travail important jusqu'à ce que chaque personne participant au développement parle et comprenne le même langage.

2 Projet de recherche

21 But

Le but essentiel de ce projet de recherche est d'acquérir une certaine expérience dans le domaine des systèmes-expert afin qu'il soit possible de les évaluer et de les réaliser. On a eu recours à l'aide d'une firme externe (SYN-LOGIC SA) et le domaine d'application a été choisi dans le cadre des activités de l'Entreprise des PTT, c'est-à-dire la gestion de réseaux et, en particulier, les problèmes de diagnostics. Les PTT suisses utilisent un réseau important de calculateurs reposant sur le système d'exploitation 'VMS' avec son logiciel de réseau 'DECnet'; il a donc paru naturel et judicieux de traiter le problème du 'Mailing', d'autant plus que le matériel et l'expertise se trouvent concentrés au sein d'un même groupe, ce qui facilite grandement le développement. Le but du projet est donc de trouver les causes des pannes et de dysfonctionnement de ce service. Pour l'Entreprise des PTT, le problème du diagnostic est de première importance; en effet, une grande partie de ses activités dans ce domaine est liée à la recherche de pannes sur les réseaux et à la maintenance de ces derniers. Il s'agit en l'occurrence d'un projet de recherche. Il va sans dire que pour l'élaboration d'un produit commercial les critères de rentabilité ne peuvent être négligés.

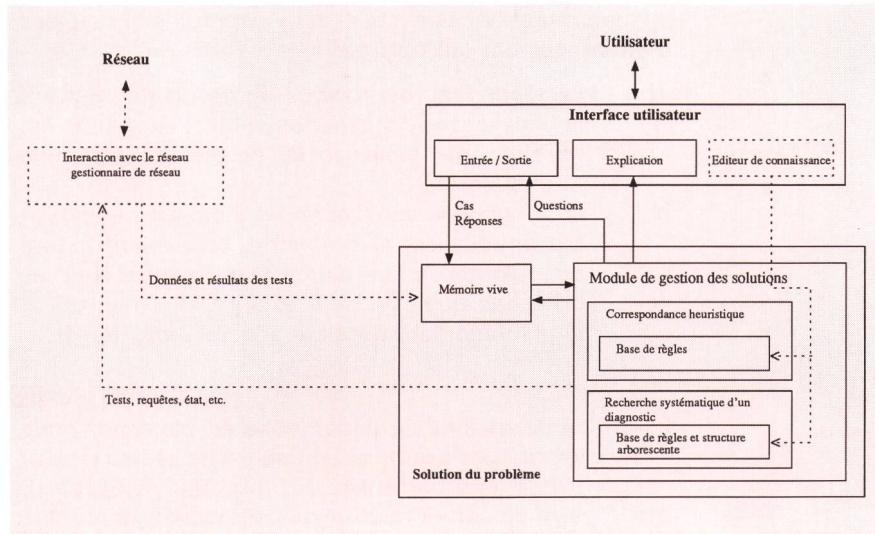
Pour commencer, il est absolument nécessaire de définir le domaine d'application de manière précise. Un réseau est caractérisé par sa topologie (structure géographique) et par ses composants (calculateurs et éléments de transmission). L'accent a été mis sur un cas particulier constitué de calculateurs VAX avec leur système d'exploitation VMS Version 5.4 et DECnet Phase IV. Ces cal-

22 Résultats

Le résultat principal du projet est un modèle de la base de connaissance selon la méthodologie 'KADS' [2], ainsi que son implémentation sur un 'Shell' industriel SMECI (ILOG). Le choix de la méthode et l'évaluation du 'Shell' ne sont pas abordés ici. La structure des connaissances a été réalisée à partir d'une vingtaine d'exemples simulés sur des machines de test en laboratoire. L'information pour le système-expert est fournie soit par le message téléphonique d'un utilisateur, soit par un ou plusieurs messages d'erreur livrés par le système. Au moyen de la base de connaissance et d'une série de questions posées à l'opérateur, le système fournit ensuite le diagnostic correspondant en indiquant les commandes à effectuer pour résoudre le problème. Le modèle fonctionnel (fig. 1) donne un aperçu du système-expert. Les lignes pointillées représentent les possibilités d'extension.

L'accent a été mis sur la modélisation de la connaissance qui doit être indépendante de l'implémentation. L'expérience a montré que, sans modèle, il est pratiquement impossible d'adapter un système-expert à de nouvelles exigences; par exemple, l'introduction de nouvelles versions du logiciel nécessite une adaptation de la base de connaissance et des règles. La méthode 'KADS' a été utilisée parce qu'il existe aujourd'hui une bonne documentation et une certaine expérience dans ce domaine. Les méthodes de modélisation ne seront vraiment intéressantes que lorsqu'elles auront subi une certaine 'informatisation'. Certains produits qui vont assez

Fig. 1 Modèle fonctionnel du prototype



loin dans l'automatisation du développement, l'outil 'KOD' en est un exemple, existent actuellement sur le marché.

23 Extensions possibles

Il est possible d'étendre ce système-expert dans deux directions distinctes :

- a) en 'profondeur' en prenant non seulement l'utilisateur VMS-MAIL mais encore le système d'exploitation ainsi que le matériel et les autres composants de transmission
- b) en 'largeur' en prenant d'autres logiciels de télécommunication tels que X25, X400, ISDN, FDDI, etc.

Il serait également pensable d'englober le tout dans une architecture de type EMA ('Enterprise Management Architecture').

Une possibilité d'extension serait de pousser l'automatisation plus loin: le système pourrait, par exemple, chercher de lui-même l'information qui lui est nécessaire dans une banque de données ou sur d'autres systèmes situés dans le réseau.

Un éditeur de connaissance serait d'une utilité majeure et devrait permettre à l'expert d'entrer lui-même son expertise dans le système sans l'aide d'un cogniticien.

Les systèmes d'apprentissage automatique auront certainement un grand avenir, mais il est malheureusement un peu tôt pour en parler.

L'utilisation de systèmes-expert pour l'enseignement paraît être aussi très prometteuse.

Le problème de la maintenance des systèmes-expert, très important dans le cas d'environnement évolutif comme le diagnostic de réseaux, sera étudié ultérieurement dans un autre projet de recherche, de même que les problèmes liés au 'case based reasoning'.

3 Développement d'un système à base de connaissance selon la méthode 'KADS'

En ce qui concerne l'élaboration de la base de connaissance et le cheminement du raisonnement pour trouver une solution, la figure 2 montre les relations entre les activités de développement, les sources d'information et les modèles. Les rectangles représentent les modèles selon 'KADS' et les ovales indiquent les activités de développement. Les flèches désignent des activités ou leurs résultats.

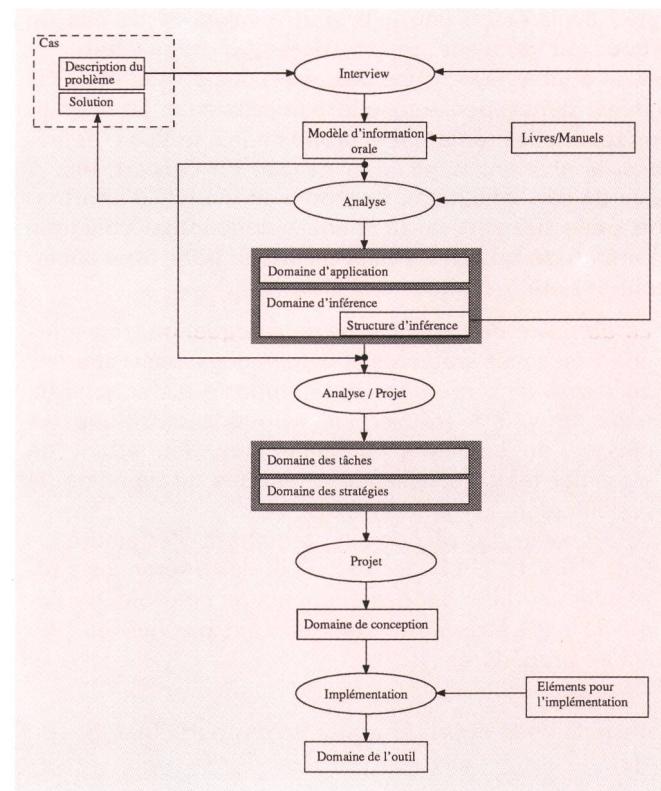


Fig. 2 Développement au moyen de la méthode KADS
Modèle conceptuel

Description du problème

Expéditeur(A) : Durand_J sur le calculateur A
Destinataire(B) : Dupont_E sur le calculateur B

Message d'erreur:
%MAIL-E-loglink, error creating network link to node B
SYSTEM-F-UNREACHABLE, remote node is not currently reachable

Solution du problème

Localisation

1. Essai avec un autre utilisateur, par exemple envoi d'un message de l'utilisateur A vers l'opérateur B;
Résultat: même message d'erreur.
2. Essai avec un autre calculateur de référence se trouvant sur le réseau;
Résultat: même message d'erreur
Localisation possible: l'erreur se trouve au niveau du calculateur A
3. Quels sont les calculateurs visibles au niveau du calculateur A?
Résultat: aucun
Localisation possible: une erreur au niveau de "DECnet" (A)
4. Dans quel état se trouve l'"executor" de A?
Résultat: l'"executor" est actif!
5. Dans quel état se trouve la ligne de communication?
Résultat: l'état est "SYNCHRONIZING"
La localisation est validée, le problème est cerné.

Solution du problème

1. Essai de mise en état "actif" de la ligne; Résultat: impossible
Conclusion: L'erreur est au niveau de la liaison physique entre le calculateur et le réseau.

Fig. 3 Exemple tiré du projet

L'analyse des quatre modèles utilisés n'est pas exhaustive, elle ne représente qu'un aspect de la modélisation pour un cas particulier. La vérification et la validation ne sont pas traitées ici afin de ne pas surcharger ce document.

31 Analyse

Après avoir établi une liste non exhaustive de cas de panne qui peuvent se présenter, le cogniticien, au moyen d'interviews, pose des questions à l'expert sur la manière dont il pense résoudre le problème. Le cogniticien récolte les remarques, propositions, notions, définitions, le cheminement de la pensée de l'expert, etc. A partir de ces indications, il élabore un modèle d'information orale qui servira au modèle conceptuel constitué lui-même de quatre niveaux distincts, dont trois seulement ont été exploités ici, à savoir:

- Le *domaine de l'application* dans lequel on trouve les connaissances statiques et dynamiques élémentaires.
 - Le *domaine d'inférence* qui comporte les actions de base servant à trouver les solutions ainsi que les classes ou concepts fondamentaux permettant de classifier les connaissances statiques du domaine de l'application.
 - Le *domaine des tâches* qui permettent d'atteindre les buts fixés. Le choix des tâches et des inférences à effectuer est dicté par des éléments de contrôle. Ce domaine peut être défini statiquement par une ou plusieurs procédures.

L'exemple de la *figure 3* montre un cas particulier tiré du projet.

Le cognitien identifie les inférences en les transposant en une structure; pour ce faire, il dispose d'une bibliothèque d'inférences générales qu'il peut adapter à ses

besoins. Dans le cas exposé, deux structures principales d'inférences ont été trouvées.

- a) Le *diagnostic heuristique* ou associatif. Suivant le message ou l'expérience de l'expert, il est possible de localiser le problème avec une grande certitude.
 - b) Le *diagnostic systématique*. S'il n'est pas possible de localiser le problème, on explore l'arbre des hypothèses en déterminant quelles sont les branches que l'on peut exclure afin d'arriver le plus rapidement possible à la solution (fig. 4).

Le problème général se décompose en plusieurs 'sous-problèmes', par exemple, en une partie liée au réseau (DECNET-PB), une partie liée à l'utilisateur (USER-PB), etc. A partir de cette structure, le cogniticien construit le modèle général d'inférences de la *figure 5*. Les quadrilatères indiquent des inférences et les flèches représentent les concepts généraux utilisés.

Les inférences principales et leurs concepts sont définis ci-après. La terminologie anglaise a été conservée pour des raisons de commodité et de clarté.

Définitions:

- 'complaint' message d'erreur
 - 'hypothesis' localisation potentielle du problème
 - 'criterion' test, par exemple recherche de la valeur d'une variable
 - 'focus' localisation la plus prometteuse
 - 'differential' produit une liste de localisation possible (non encore rejetée) du problème.

Principales inférences:

- ‘choose’ génère le diagnostic le plus probable
 - ‘transform’ recherche les localisations encore possibles pour un message d’erreur
 - ‘augment’ propose à partir des sources d’erreur une possibilité de recherche ultérieure
 - ‘select’ trouve les valeurs réelles pour un test donné
 - ‘compare’ compare les valeurs d’un test avec les valeurs nominales.

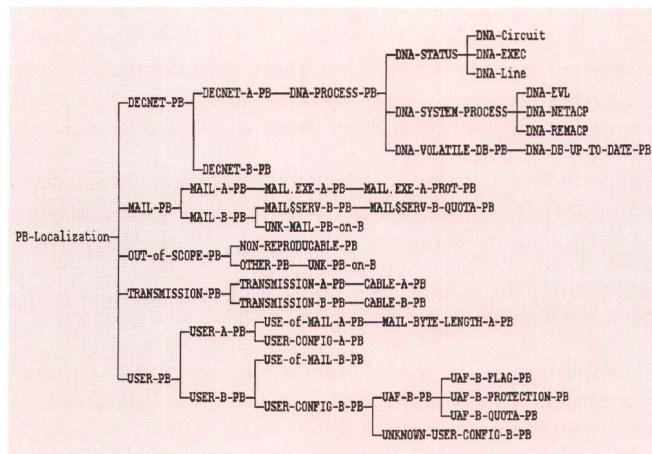


Fig. 4 Structure simplifiée

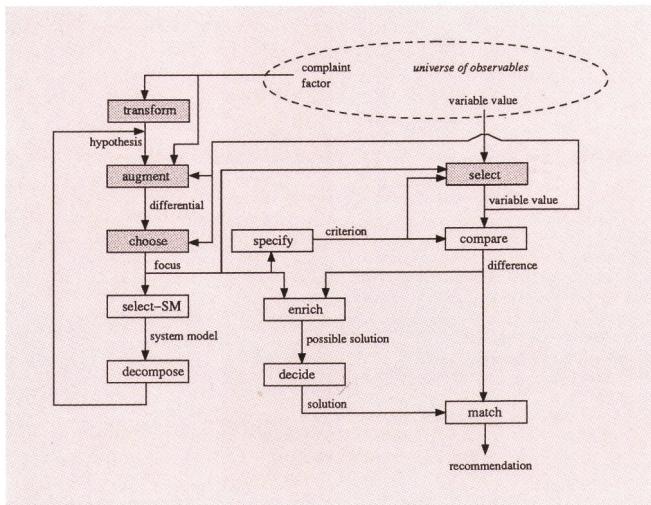


Fig. 5 Structure d'inférence de la base de connaissance

Les interviews et l'analyse ont permis, par des itérations successives, d'obtenir ce modèle d'inférence qui décrit les fonctions de base du système-expert. Il représente le cheminement du raisonnement de l'expert pour tous les cas étudiés. Si de nouveaux cas non étudiés ne sont pas compatibles avec ce modèle, il est toujours possible de l'étendre ou de le modifier. Les tâches peuvent être représentées au moyen d'un langage formel illustré par la figure 6.

32 Réalisation

L'outil de travail appelé 'Shell' est composé de deux parties générales, la première consiste en une base de connaissance et la deuxième permet de résoudre le problème par des stratégies adéquates.

La base de connaissance englobe:

- les objets (par exemple le calculateur), les relations entre ces objets ainsi que leurs comportements. Leur structure est représentée par des attributs. Les nombres complexes qui forment une classe dont les attributs désignent la partie réelle et la partie imaginaire en sont un exemple. Les méthodes sont des opérations effectuées sur ces nombres, telles qu'additions, multiplications, etc. Les instances d'une classe sont des objets dont les attributs ont une valeur.
- par des *règles de production* organisées en hiérarchie de paquets de règles qui dirigent le raisonnement.

Solution du problème

- L'outil gère une pile de paquets de règles à effectuer. Cette gestion est dynamique, le premier paquet de règles de la pile étant le paquet prioritaire.
- Le système à un instant donné se trouve dans un état donné. Lors de l'exécution du paquet de règles, la valeur des objets est modifiée et le système se trouve dans un nouvel état.
- Le système s'arrête lorsqu'une règle localise une faute et donne à l'opérateur des consignes pour résoudre le problème.

```

aufgabe diagnose (in: complaints, universe_of_observables ; out: solution)
  declaration: differentials, hypothesis;
  create (complaints, universe_of_observables, differentials);
  do
    refine (differentials, universe_of_observables, solution);
    until "solution or no further refinement possible"
  end diagnose

aufgabe create (in:complaints, universe_of_observables ;out: differentials)
  declaration: differential, complaint;
  differentials := {};
  for each complaint of complaints do
    transform (complaint, universe_of_observables, hypothesis);
    augment (hypothesis, differential);
    differentials := "union of differentials and differential";
  end for
end create

```

Fig. 6 Une représentation simplifiée de la tâche 'Diagnose'

Il existe quatre types de règles principales:

- les règles de localisation potentielle
- les règles de décision qui déterminent si la localisation est coupable ou pas
- les règles de redirection qui choisissent une nouvelle localisation
- les règles de filtre qui déterminent si oui ou non il faut explorer une localisation.

La figure 7 montre la structure de paquets de règles de localisation d'erreurs potentielles. A titre d'exemple, considérons le paquet de règles 'Search-in-Decnet'. Il s'agit d'une instance de la classe 'S.Task' qui définit tous les paquets de règles. L'attribut: 'rule-base' associe la base de règle 'Search-in-Decnet-KB' au paquet de règles. L'attribut 'subtasks' contient la liste des paquets de règles 'fils', en ce cas les règles liées à l'expéditeur (A) ou au destinataire (B). Le paquet de règles 'Search-in-Decnet-KB' permet de définir si l'erreur provient de DECNet; si tel est le cas, les règles suivantes permettent de voir si l'erreur se trouve côté expéditeur ou côté destinataire.

Deux exemples de règles de la figure 8 sont développés ci-après:

DefRule Perform-Sethost

```

;;connaissance de type 'select' (voir structure
d'inférence)
Si
  la fonction set-host sur B n'a pas été effectuée
  alors
    tester la fonction et stocker le résultat (yes or
    no) dans l'attribut 'set-host-functions' de l'ob-
    jet 'other-data'

```

DefRule If-Perform-Sethost-ok-then-focus-mail- problem

```

;;règle de redirection de type 'augment'
Si
  la valeur de l'attribut 'set-host-functions' de
  l'objet 'other-data' est 'yes' et si la valeur de
  l'attribut 'problem-here' de l'objet 'mail-pb'

```

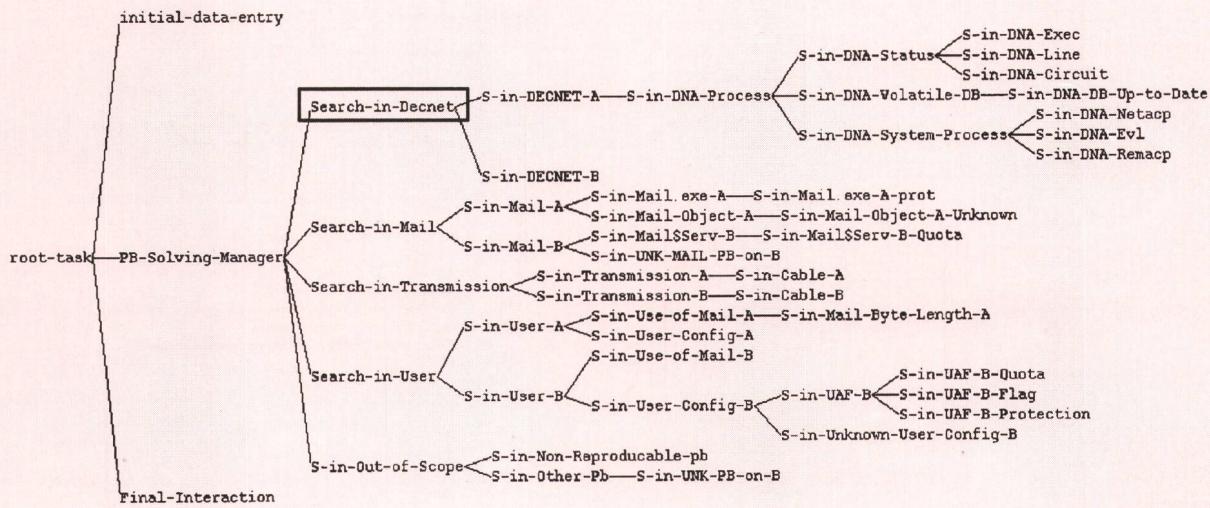


Fig. 7 Représentation simplifiée

n'est pas définie (la localisation n'est pas définie)

alors

placer le paquet de règles 'mail-pb' en tête de liste et passer à l'exécution.

Il est important, par l'adjonction de commentaires judiciaires, de montrer les relations existant entre le domaine d'inférence et les définitions des diverses règles. Ces règles sont très proches du langage naturel et ne nécessitent en général que peu de commentaires.

4 *Conclusions*

- L'expérience a montré qu'il est indispensable de modéliser l'expertise, spécialement lorsque l'outil doit

subir des modifications dues, par exemple, à des changements de logiciel. Bien que l'ampleur du travail pour créer ce modèle soit très importante, 'KADS' a permis d'opérer indépendamment du système-expert auquel il a été fait appel. En effet, l'outil utilisé (SMECI) a subi de grandes modifications d'une version à l'autre. Il n'existe pas encore de standardisation dans ce domaine comme c'est actuellement le cas pour les langages de programmation FORTRAN, C, etc.

- On s'est aperçu que, dans des cas d'expertises complexes, il est nécessaire pour le cogniticien de connaître le domaine (définitions, vocabulaire, etc.). En effet une partie des interviews a été octroyée au cogniticien pour parfaire son manque de connaissances dans le domaine. Il est également important pour l'expert de contrôler le travail du cogniticien afin de s'assurer du bon degré de compréhension.

```

Object Search-in-Decnet
  rule-base
  subtasks
          of Class S.Task
          = Search-in-Decnet-KB
          = List of
              S-in-DECNET-A
              S-in-DECNET-B

Object Search-in-Decnet-KB
  rule-list
          Object of Class S.RuleBase
          = List of
              ...
              Perform-SetHost
              ...
              If-Perform-SetHost-ok-then-focus-mail-problem

```

Fig. 8 Base de règle dans 'Search-in-Decnet'

– Le groupe qui a travaillé à ce projet a acquis une certaine expérience dans le domaine des systèmes-expert liés à des problèmes de diagnostic, expérience qu'il est prêt à partager avec d'autres personnes ayant des problèmes semblables.

- [2] The KADS Methodology: A de facto standard at hand, P. Decitre, Cap Gemini Innovation, August 1990.
- [3] *Boon A.C., Koopman M.R. and Dillema G.* The development of a knowledge-based system for diagnosing a mail-handling machine, PTT Research, Netherlands, 11. International Conference on Expert Systems and their Application, Vol. 3, p. 137–148, Avignon, 1991.
- [4] *Brunet E., Bouchet C. and Anjewierden A. Shelley*, an integrated workbench for KBS development, 9. International Conference on Expert Systems and their Application, Avignon, 1989.

Bibliographie

- [1] *Liver B. und Prim A.* Wissensbasierte Systeme im Netzwerkmanagement. F+E-Projekt Nr. 180, V-Bericht VI2.2008 U, GD PTT, Bern, 1991.

Zusammenfassung	Résumé	Riassunto	Summary
<i>Wissensbasierte Systeme im Netzwerkmanagement. Teil 2: Erfahrungsbericht</i>	<i>Systèmes-expert pour la gestion de réseaux. 2^e partie: compte rendu des résultats</i>	<i>I sistemi basati sulla conoscenza nella gestione delle reti. Seconda parte: Resoconto delle esperienze</i>	<i>Knowledge Based Systems for Network Management. Part 2: Experience Report</i>

In diesem zweiten Teil wird das Ergebnis des Forschungsprojektes «Wissensbasierte Systeme im Netzwerkmanagement» vorgestellt. Zuerst werden die Auswahl und die grobe Definition einer geeigneten Anwendung, der vorhandene Prototyp und dessen Weiterentwicklung in einem Folgeprojekt beschrieben. Danach wird die Entwicklung der verschiedenen Modelle nach der Methodologie KADS dargestellt. Der Schwerpunkt liegt auf dem konzeptuellen Modell und dessen Implementation.

La deuxième partie de cet article résume les résultats du projet (systèmes-expert pour la gestion de réseaux). On décrit d'abord le choix d'une définition sommaire de l'une des applications appropriées, le prototype existant et son perfectionnement au cours d'un projet subséquent. L'article se poursuit par la description du développement de divers modèles selon la méthodologie KADS. L'accent est mis sur le modèle conceptuel et son implémentation.

In questa parte gli autori presentano il risultato del progetto di ricerca «Sistemi basati sulla conoscenza nella gestione delle reti». Essi descrivono la procedura adottata per scegliere e definire sommariamente un'applicazione adeguata, il prototipo esistente e l'ulteriore suo sviluppo in un progetto successivo. Illustrano quindi lo sviluppo dei diversi modelli secondo il metodo KADS. Essi attribuiscono grande importanza al modello concettuale e alla sua implementazione.

Die nächste Nummer bringt unter anderem:

Vous pourrez lire dans le prochain numéro:

Potrete leggere nel prossimo numero:

2/92

- Liver B., Prim A. Wissensbasierte Systeme im Netzwerkmanagement. Teil 2: Erfahrungsbericht
- Zobrist H. Entwicklungskurve für Telefonanschlüsse
Courbe de développement dans le domaine des raccordements téléphoniques
- Dasser S. La nouvelle architecture de documents-concepts et produits
- Koch W. Weiterbildungs-Perspektiven für Ingenieure