



**AgEcon** SEARCH

RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

*No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.*

## Méthode pour le développement de systèmes experts de diagnostic technico-économiques des élevages

E. Bourgeat, Olivier Lapierre

---

### Citer ce document / Cite this document :

Bourgeat E., Lapierre Olivier. Méthode pour le développement de systèmes experts de diagnostic technico-économiques des élevages. In: Économie rurale. N°206, 1991. Nouvelles approches en gestion de l'entreprise agricole. Session des 29 et 30 Novembre 1990 organisée par Jean-Marie Attonaty (INRA-ESR), Jacques Clément (DGER) et Louis-Georges Soler (INRA-SAD) pp. 64-69;

doi : <https://doi.org/10.3406/ecoru.1991.4242>

[https://www.persee.fr/doc/ecoru\\_0013-0559\\_1991\\_num\\_206\\_1\\_4242](https://www.persee.fr/doc/ecoru_0013-0559_1991_num_206_1_4242)

---

Fichier pdf généré le 08/05/2018

## Résumé

Lors du développement de systèmes-experts de diagnostics de résultats d'élevages, pour faciliter le transfert d'expertise, ainsi que son développement informatique, nous avons mis au point une méthode de gestion des connaissances de type diagnostic. Cette méthode permet d'exprimer l'ensemble des connaissances et des raisonnements mis en œuvre par les experts dans leur démarche de diagnostic, à savoir : l'identification de tous les éléments du système considéré ; pour chaque élément de type résultat d'élevage, la définition de situations, exprimées par un jugement (niveau faible, chute brutale,...) et auxquelles sont associées des valeurs (< 25 ; < 30 %,...) ; la recherche des causes et explications des situations constatées, au niveau d'autres résultats d'élevage ou de facteurs de production ; la formulation de remèdes à proposer en face de chacune des situations de type « défaillance ». Un programme mettant en application cette méthode permet notamment la génération automatique des règles qui constituent, à terme, le corps du système-expert.

## Abstract

During the implementation of expert systems for evaluating the results of animal units, in order to make the knowledge acquisition easier, we have developed a diagnosis knowledge management methodology. Thank to this method, it is possible to represent all the factors taken into account to establish the diagnosis : the identification of all the factors of the studied system (i. e. a herd) ; for each rearing result sharp, the definition of situations (low level, right state, decrease, ...).A set of values is associated to each of these situations (< 25 ; < 30% ; . . .) ; the causes and explanations situations, for failure situations. This method has been put into practice through a computer program that produce automatically the rulebase of the expert system.

## MÉTHODE POUR LE DÉVELOPPEMENT DE SYSTÈMES EXPERTS DE DIAGNOSTIC TECHNICO-ÉCONOMIQUES DES ÉLEVAGES

E. BOURGEAT\* et O. LAPIERRE\*

### Résumé :

Lors du développement de systèmes-experts de diagnostics de résultats d'élevages, pour faciliter le transfert d'expertise, ainsi que son développement informatique, nous avons mis au point une méthode de gestion des connaissances de type diagnostic. Cette méthode permet d'exprimer l'ensemble des connaissances et des raisonnements mis en œuvre par les experts dans leur démarche de diagnostic, à savoir : l'identification de tous les éléments du système considéré ; pour chaque élément de type résultat d'élevage, la définition de situations, exprimées par un jugement (niveau faible, chute brutale,...) et auxquelles sont associées des valeurs ( $< 25$  ;  $< 30\%$ ,...) ; la recherche des causes et explications des situations constatées, au niveau d'autres résultats d'élevage ou de facteurs de production ; la formulation de remèdes à proposer en face de chacune des situations de type « défaillance ». Un programme mettant en application cette méthode permet notamment la génération automatique des règles qui constituent, à terme, le corps du système-expert.

### *A Method for the development of expert systems for evaluating technical and economic results of animal husbandry*

#### Summary :

*During the implementation of expert systems for evaluating the results of animal units, in order to make the knowledge acquisition easier, we have developed a diagnosis knowledge management methodology. Thank to this method, it is possible to represent all the factors taken into account to establish the diagnosis : the identification of all the factors of the studied system (i. e. a herd) ; for each rearing result sharp, the definition of situations (low level, right state, decrease,...). A set of values is associated to each of these situations ( $< 25$  ;  $< 30\%$  ;...); the causes and explanations situations, for failure situations. This method has been put into practice through a computer program that produce automatically the rulebase of the expert system.*

## INTRODUCTION

Confronté aux exigences de rentabilité de son élevage et à celles du marché, l'éleveur met en œuvre des moyens techniques, financiers et humains, avec comme double nécessité de satisfaire la demande et de maîtriser économiquement son activité (Teffene, 1986).

Dans le but d'aider l'éleveur dans ses prises de décisions, différents organismes (nationaux ou privés) ont mis au point des méthodes de gestion technico-économiques. Ces méthodes reposent sur une collecte des informations au niveau des élevages, et sur l'informatisation et un traitement de ces données, parfois dans l'élevage, le plus souvent par la structure encadrant l'éleveur. Elles aboutissent à une restitution à l'éleveur de ses résultats, comparés à des moyennes de groupe, sous des formes diverses, le plus souvent sous forme de tableaux.

La CCPA (Centrale Coopérative des Productions Animales, OSNY) dispose de deux méthodes de gestion technico-économique pour les élevages bovins laitiers et porcins naisseurs-engraisseurs, respectivement Galaplan et Planiporc Naisseur Engraisseur. Ces méthodes sont utilisées par les coopératives adhérentes pour gérer les résultats de leurs éleveurs. Dans l'objectif de mieux valoriser ces informations, la CCPA a choisi de réaliser, en collaboration avec notre organisation, des systèmes experts produisant des diagnostics technico-économiques d'élevages (vaches laitières et porcs).

Les difficultés rencontrées, lors des phases de transfert des connaissances, nous ont entraîné à mettre au point une méthode de gestion des connaissances de type diagnostic, facilitant l'extraction des connaissances et l'écriture des bases de règles.

\* CEREOPA, Institut National Agronomique Paris-Grignon.

## **PROBLÉMATIQUE DU DÉVELOPPEMENT DES SYSTÈMES EXPERTS**

### **I. La place du système expert dans l'entreprise**

#### **1. L'organisation de l'entreprise vis-à-vis du système expert**

La réalisation d'un système expert repose sur l'intervention de quatre catégories d'individus aux compétences complémentaires :

- l'initiateur : c'est la personne qui a décidé que soit développé un tel programme dans son entreprise ou son organisation. Elle s'est informée sur cette technologie, a été intéressée, et souhaite en faire bénéficier son entreprise ;

- l'expert (ou les experts) : c'est le détenteur du savoir, l'homme dont les connaissances et les modes de raisonnements vont être transférés vers le système expert. Les experts sont des hommes de l'entreprise ou/et des personnes extérieures ;

- les utilisateurs : ce sont les personnes qui se serviront du système expert. Il peut s'agir de l'expert. Il peut également s'agir de non-experts à qui le programme permettra de répondre à des questions auxquelles ils ne sauraient trouver de réponses par eux-mêmes ;

- le cogniticien : quatrième protagoniste, c'est une personne extérieure à l'entreprise qui a principalement en charge le transfert des connaissances de l'expert vers le programme.

#### **2. La place du système expert par rapport au système d'information et de décision**

Le système expert, en tant que programme de valorisation d'informations de base, repose sur le système d'information de l'entreprise. La complétude et la représentativité de ce dernier sont des préalables indispensables à la mise en place d'un système expert.

Le système expert va s'insérer, dans le processus de prise de décision, à un niveau plus ou moins proche de la décision finale. L'initiateur, en relation avec le cogniticien, doit délimiter l'univers des éléments pris en compte par le système expert afin de déterminer qui intervient dans la décision et comment elle est prise. Ils pourront alors décider de la place de l'outil dans le système d'information de l'entreprise, à qui il est destiné et pour accomplir quelle mission.

### **II. Le transfert de connaissances**

#### **1. Définition et importance**

La réalisation d'un système expert passe par une phase de transfert d'expertise (ou acquisition des connaissances), au cours de laquelle un cogniticien va transférer les connaissances de l'expert vers le système expert. Elle est primordiale car de son résultat vont dépendre les performances du système expert, évaluées par la vraisemblance des résultats qu'il fournit en comparaison à ceux que l'expert est habitué à obtenir ou qu'il espère obtenir.

#### **2. Déroulement**

Cette phase peut prendre différentes formes. Le plus souvent, elle repose sur un dialogue entre l'expert et le cogniticien. Le premier expose la façon dont il raisonne pour résoudre un problème ou résout des problèmes devant le cogniticien, le second, une fois l'entrevue terminée, analyse les dires de l'expert. Il doit alors choisir

un formalisme de représentation des connaissances qui lui permette de reproduire, de la façon la plus exhaustive et la plus représentative possible, le savoir de l'expert. L'expert doit ainsi retrouver dans la représentation faite par le cogniticien l'ensemble des éléments de son savoir.

#### **3. Difficultés rencontrées**

Cet exercice est toujours relativement long. De ce fait, il requiert une grande disponibilité de la part de l'expert, disponibilité qui n'est pas toujours facile à obtenir. Ce problème peut entraîner le cogniticien à essayer de devenir expert, afin de pouvoir répondre aux questions qu'il ne peut poser au légitime détenteur de ce titre.

La deuxième difficulté est essentiellement liée aux problèmes rencontrés au niveau du système d'information de l'entreprise. Le cogniticien, en remettant en cause celui-ci, remet également en cause les conditions même de l'expertise.

La troisième difficulté consiste à trouver une méthode de transfert des connaissances adaptée au type de problème à résoudre. Certaines d'entre elles sont assez générales : théorie du personnel construct, analyse du protocole, variations sur l'énoncé d'un problème, comparaison expert-novice (Galloin, 1988), analyse morphologique de discours... D'autres, plus spécifiques, concernent le diagnostic, le contrôle de process, la conception d'objets par ordinateur, ...

Nous mentionnerons quelques unes des méthodes qui s'appliquent à des problèmes de diagnostic, sachant que notre objectif est plus d'offrir un panorama rapide des recherches en cours que d'en fournir une liste exhaustive :

- l'acquisition des connaissances à partir de situations types, qui vise à décomposer le système en terme de tâches de traitement d'information pour une identification précise des connaissances à acquérir, (David, 1988),

- l'application, au domaine des systèmes experts, des connaissances relatives au fonctionnement neuronal (Ahuja, 1988),

- l'apprentissage automatique par le système expert, selon différents modes : par induction, par déduction, par analogie, par instruction,... (Lesafre, 1989),

- des modélisations diverses (modèle sous-jacent, modèle à base de graphes conceptuels,...) dont le but est d'augmenter le niveau d'abstraction du système (Marcotte, 1989 ; Watson, 1989 - Abel, 1989).

Notre démarche de mise au point d'une méthode appliquée au diagnostic d'élevage, qui fait l'objet de la deuxième partie de cet article, s'inscrit dans le prolongement des travaux sus-cités.

#### **4. Développement informatique et validation**

Une fois achevé le transfert d'expertise, les connaissances sont transcrites sous forme informatique : la première maquette du système expert est née. Il s'ensuit un processus itératif de validations des résultats du système expert par les experts, et de réécritures du programme.

La présentation de la première maquette constitue toujours une étape importante du développement d'un système expert, car c'est la première concrétisation, pour l'expert, du travail fourni. Selon la qualité du transfert de connaissances réalisé, l'expert va être heureusement ou malheureusement surpris. Sa motivation pour la suite du transfert d'expertise en découle directement. La première maquette est aussi la première démonstration concrète de la faisabilité du système expert.

La maquette s'enrichit ensuite peu à peu, jusqu'à ce que l'expert soit satisfait des résultats fournis par le système expert. Cependant, si au bout d'un certain temps d'utilisation, l'expert ou l'entreprise souhaite rajouter des éléments de raisonnements dans l'outil, elle doit pouvoir le faire. Pour cela, l'expert a besoin d'avoir à sa disposition l'ensemble des éléments et des raisonnements manipulés par le système expert, et le programme informatique doit être facilement modifiable. Ce sont là deux conditions essentielles à l'évolutivité du système. Leur réalisation peut être facilitée par la méthode retenue pour le transfert des connaissances.

## PRÉSENTATION DES SYSTÈMES EXPERTS DÉVELOPPÉS ET DE LEURS FONCTIONNALITÉS

### I. Les motivations des initiateurs

Des motivations d'origine découlent les caractéristiques des systèmes experts réalisés. Ces motivations sont ici de trois ordres : gain de temps, formation des hommes, image de l'entreprise.

- Chaque technicien d'élevage a à suivre un nombre important et souvent croissant d'élevages. Un outil fournissant automatiquement, à partir des seules informations de Galaplan ou de Planiporc, un diagnostic des élevages, permettait donc aux techniciens :

- de se libérer d'une partie un peu fastidieuse de leur travail, l'analyse des tableaux de bords des élevages,
- d'identifier très rapidement les éleveurs à problèmes.

- Disposer, lors d'une visite d'élevage, du commentaire émis par le système expert est un atout pour le technicien qui a ainsi sous les yeux les principaux résultats de l'élevage, leurs causes éventuelles, ainsi que les points à vérifier.

- Certaines coopératives souhaitaient envoyer à leurs éleveurs adhérents plus que de simples tableaux de chiffres de leurs résultats. La surcharge de travail actuelle de leurs techniciens les ont fait opter pour une automatisation des phases d'analyses des résultats et de rédaction des commentaires qui en découlent.

### II. Les caractéristiques des systèmes experts développés

Le système expert devait faire gagner du temps aux techniciens et nécessiter, pour son fonctionnement, un minimum d'interventions humaines. Nous avons donc construit un système fermé, ne dialoguant pas avec son utilisateur. Il récupère les résultats d'élevages de Galaplan ou de Planiporc, les analyse, et édite son diagnostic. Celui-ci est de ce fait nécessairement incomplet, l'ensemble des données relatives à l'élevage et à son environnement pouvant être utiles lors d'un diagnostic n'étant pas toutes présentes dans les systèmes d'information.

Ce souci de soigner la forme était absolument nécessaire, car le système expert, et donc la structure qui l'utilise, seront jugés autant sur le contenu des analyses que sur la qualité linguistique et la présentation du commentaire émis.

### III. Les résultats des systèmes experts

Un extrait de commentaire du système expert « lait » est fourni à titre d'exemple (Voir Annexe 1).

## MÉTHODE DE GESTION DES CONNAISSANCES ET DES RAISONNEMENTS DE TYPE DIAGNOSTIQUES

Les difficultés rencontrées lors des phases de transfert d'expertise, ainsi que le grand nombre de paramètres et de règles identifiés, nous ont conduits à développer une méthode et une interface informatique spécifique pour la gestion et la mise à jour de ces connaissances. L'objectif était de mettre au point un formalisme :

- suffisamment général et souple pour être appliqué à tous types d'élevages,
- minimisant le nombre de concepts utilisés,
- suffisamment complet pour représenter l'ensemble des connaissances et des raisonnements des experts.

### I. Présentation de la méthode

#### 1. Les grands principes

Cette méthode permet d'exprimer l'ensemble des connaissances et raisonnements mis en œuvre par les experts dans leur démarche de diagnostic, à savoir :

- l'identification de tous les éléments du système considéré (un élevage de vaches laitières ou de porcs dans les cas traités) ;

- pour chaque élément de type résultat d'élevage, la définition de situations, exprimées par un jugement (niveau faible, état satisfaisant, chute brutale...), et auxquelles sont associées des valeurs ( $< 25$  ;  $= 1,6$  ;  $< 30\%$  ;...);

- la recherche des causes et explications des situations constatées dans d'autres résultats d'élevages et/ou dans des facteurs de production ;

- la formulation de remèdes à proposer en face de chacune des situations de type « défaillance ».

#### 2. Les concepts utilisés

**Domaine** : le secteur sur lequel on veut établir un diagnostic (*un élevage de porcs*)

**Élément** : le domaine étudié peut être décrit par des éléments :

- les constituants (*type d'aliment, spécialisation de l'élevage, race...*)

- les résultats (*prolificité, mortalité en engraissement, IC en post-sevrage...*).

**Fonction** : ce qui est étudié est la valeur d'une fonction de l'élément, fonction traduisant un état ou une évolution de l'élément, sur un intervalle de temps donné (*valeur annuelle, évolution semestrielle...*).

**Relations d'analysabilité** : une fonction d'un élément n'est analysable que sous certaines conditions, relatives :

- à sa valeur,
- à la valeur des fonctions d'autres éléments, (*l'élément « mortalité en engraissement » en moyenne annuelle ne peut être analysé que si :*

- sa valeur est comprise entre 0 et 10. (*Dans le cas contraire, on suppose qu'il y a erreur de données,*
- l'élevage a une activité d'engraissement).

Situations critiques : la valeur d'un élément résultat peut-être telle que cet élément soit jugé en situation critique, c'est-à-dire nécessitant une recherche d'explications. Un jugement est exprimé par l'expert pour caractériser la situation critique.

*(Une mortalité moyenne annuelle en engraissement supérieure à 4,4 % est une situation critique, associée au jugement «trop élevée »).*

Pour les éléments constituants, on ne définit pas de situations critiques, car on a choisi de ne pas les juger dans l'absolu.

*(On ne dit pas à un éleveur que son système de ventilation est imparfait si ses résultats d'élevages sont satisfaisants).*

Relations de contexte : les classes de valeurs considérées pour définir comme critique une situation peuvent varier en fonction des valeurs prises par d'autres éléments.

*(La valeur retenue comme limite pour considérer comme « trop élevée » la mortalité annuelle en engraissement est fonction du degré de spécialisation de l'élevage ; elle est de :*

*4,4 % si l'élevage est naisseur-engraisseur,*

*3,9 % si l'élevage est uniquement engraisseur).*

Relations de dépendance père-fils : la situation critique d'un élément résultat peut-être expliquée par les valeurs prises par d'autres éléments, résultats et/ou constituants. Une relation de dépendance associe donc deux (ou plus) éléments : un élément résultat en situation critique et un ensemble d'éléments résultats et/ou constituants, porteurs d'explication de la situation critique.

L'élément résultat expliqué s'appelle le père, les éléments explicatifs sont les fils :

Élément père --- peut être expliqué par ---> élément fils

Un élément résultat peut participer à plusieurs relations, en tant que père ou que fils. Un élément constituant, s'il peut également intervenir dans plusieurs relations, ne peut jouer que le rôle de fils.

*(Mortalité en engraissement « trop élevée » --- peut être expliquée par --->*

*- mortalité en post-sevrage « trop élevée »*

*- taux d'occupation du bâtiment d'engraissement > 95 %).*

Fréquence d'apparition (valeur comprise entre 0 et 100) : c'est une valeur mesurant la probabilité qu'à un élément fils d'expliquer un élément père, au sens statistique du terme. Elle permet d'orienter et d'optimiser le diagnostic.

*(Si à la suite du traitement par le système expert de 100 cas pour lesquels on a un problème de mortalité des porcelets en maternité, la qualité de l'isolation est mise en cause dans 80 % des cas, cet élément se verra attribué, dans sa relation de dépendance avec la mortalité en maternité, une fréquence d'apparition de 80. Lors des expertises ultérieures, le système expert recherchera en premier lieu l'explication d'une forte mortalité en maternité dans cet élément).*

Explicativité (valeur comprise entre 0 et 100) : l'explicativité est une valeur mesurant la capacité d'une relation à expliquer une situation critique. Elle permet de limiter ou d'étendre la suite de la recherche d'explications de l'élément père à tout ou partie des relations de dépendances existantes.

*(Soit la relation de dépendance :*

*mortalité en post-sevrage « trop importante » --- peut*

*être expliquée par ---> mortalité en maternité « beaucoup trop importante ».*

*Si l'on attribue à l'élément fils une explicativité de 100, le système expert s'arrêtera de chercher des causes à la mortalité en post-sevrage trop importante s'il peut vérifier celle-ci.*

*Par contre, si l'on considère la deuxième relation : mortalité en post-sevrage « trop importante » --- peut être expliquée par ---> mortalité en maternité « un peu trop importante »,*

*cet élément fils ne se verra attribué qu'un coefficient d'explicativité de 30, et le système expert ne se satisfera pas de cette explication et poursuivra sa recherche en considérant les autres relations mettant en œuvre la mortalité en post-sevrage en tant qu'élément père).*

Intensité (valeur comprise entre 0 et 100) : l'intensité d'une relation de dépendance mesure la possibilité que l'élément fils soit dans la situation dans laquelle il peut être cause d'une situation critique de l'élément père, sans que cet élément soit effectivement dans cette situation.

*(relation de dépendance entre mortalité en engraissement « trop élevée » (père) et mortalité en post-sevrage « trop élevée » (fils) : [intensité = 70]. Cela signifie que l'existence d'une forte mortalité en post-sevrage n'entraîne pas systématiquement une forte mortalité en engraissement).*

## II. Le développement d'une interface informatique

Nous avons développé une interface informatique pour faciliter la mise à jour du savoir et la navigation à travers l'ensemble des connaissances recueillies. Les principales fonctionnalités de cette interface sont :

- la mise à jour de connaissances : ajout, modification ou suppression,
- la consultation, à l'écran ou par le biais d'éditions spécifiques, qui facilite la validation par les experts,
- la liaison automatique avec la base de règles, grâce à la possibilité de transformer automatiquement le contenu de cette base de connaissances en règles de type Si... Alors..., et à la capacité de mises à jour aisées des tables de paramètres utilisés par le système expert.

## III. Une aide à l'extraction des connaissances

Cette méthode permet de faciliter le dialogue entre le(s) expert(s) du domaine et le cognicien chargé de cette extraction : le cognicien n'est pas expert du domaine, il ne comprend donc pas forcément tout ce que lui confie l'expert. L'expert, lui, n'est pas spécialiste en intelligence artificielle. Il dit donc tout ce qui lui passe par la tête et ne sait pas ce que le cognicien va faire de ce qu'il lui dit. Le plus souvent, il y a donc une grosse perte d'information entre ce que dit l'expert, ce que comprend le cognicien, et ce qui est représenté dans le système expert.

La méthode proposée rend l'extraction des connaissances interactive. Elle offre aux deux protagonistes un cadre, et un outil, pour le transfert des connaissances : le cognicien dispose d'un moule pour conduire les entretiens ; l'expert a, à sa disposition, une représentation de son savoir, qu'il peut valider, et à partir de laquelle il peut poursuivre son investigation personnelle. Cela lui donne de plus une image de la façon dont sont utilisées ses connaissances dans le système expert.

Cette méthode permet également la validation de l'expertise par d'autres experts. C'est également avec cet objectif que l'interface informatique a été développée.

Deux types de représentation sont offertes aux utilisateurs, qui correspondent à deux niveaux différents d'observation du domaine :

- le premier d'entre eux se rapporte à une observation fine et détaillée des éléments et de leurs relations. C'est à ce niveau que se font les saisies et mises à jour, (voir Annexe 2).

Une fiche récapitulative de la totalité des informations recueillies concernant un élément donné peut être éditée ;

- la seconde de ces représentations correspond à une vision plus synthétique : c'est un arbre de causalité, dans lequel l'utilisateur peut naviguer d'un élément à l'autre et percevoir les relations impliquées.

#### IV. Une aide à l'écriture des règles

Ce formalisme permet, lors de la réalisation informatique du système expert, de produire automatiquement les règles. En effet, l'ensemble des connaissances et raisonnements stockés dans des bases de données sont transcrits en un enchaînement construit de règles de type Si... Alors...

Cette possibilité améliore la productivité de la phase de développement et facilite la mise à jour du système expert ainsi que son adaptation à des situations particulières.

#### V. Une méthode qui rend évolutive le système expert

Un système expert ne doit jamais être considéré comme achevé, car il doit pouvoir intégrer les nouvelles connaissances qui apparaissent. En mettant au point la méthode de gestion des connaissances présentée ici, nous avons donc comme préoccupation de rendre les systèmes experts le plus évolutifs possible. L'accès direct des experts à leurs connaissances, telles qu'elles sont manipulées par le système expert, facilite les phases de validation. L'automatisation de leur transcription en règles accélère quant à elle les phases de développement informatique.

#### CONCLUSION

L'extraction des connaissances constitue une phase très importante dans la réalisation de systèmes experts et la méthodologie que nous avons mise au point s'est avérée intéressante pour aider à mettre en place des outils de diagnostic de résultats d'élevage. Nous l'avons également utilisée lors de démarches de diagnostic d'autres domaines. Cependant, de nombreuses améliorations pourraient lui être encore apportées et nos travaux se poursuivent donc, dans le but de la rendre à la fois plus complète et plus souple, afin qu'elle puisse intégrer toute la complexité des raisonnements des experts et des domaines diagnostiqués, qui et quels qu'ils soient.

#### BIBLIOGRAPHIE

ABEL J., ABEL C. (1988). — Une méthodologie pour le développement des systèmes experts s'appuyant sur la notion de modèle sous-jacent. Huitièmes journées internationales d'Avignon : **les systèmes experts et leurs applications**. Conférence générale, 261, 282.

AHUJA S.B., SOH W.Y., SCHWARTZ A. (1988). — LIBRA/Dx : a neurally inspired processing metaphor for diagnostic reasoning. Huitièmes journées internationales d'Avignon : **Les systèmes experts et leurs applications**. Conférences spécialisées, 479, 530.

DAVID J.M., KRIVINE J.P. (1988). — Acquisition des connaissances à partir de situations types. Huitièmes journées internationales d'Avignon : **Les systèmes experts et leurs applications**. Conférence générale, 45, 58.

GALLOUIN J.F. (1988). — **Transfert de connaissances. Systèmes experts : techniques et méthodes**. Editions Eyrolles, Paris.

JONES P. (1989). — Agricultural applications of expert systems concepts. *Agricultural systems*, 31 (1989) 3-18.

LAPIERRE O. (1989). — **Programme d'expérimentation pour le développement des systèmes experts dans le domaine des productions ani-**

**males**. Rapport définitif. CEREOPA - Direction de la Production et des Echanges du Ministère de l'Agriculture et de la Forêt.

LESAFRE F.M., CORSI P., LAPICQUE J.Y., MANAGO M., CONRUYT N., BLYTHE J., BLANCARD D. (1989). — Acquérir des connaissances à l'aide de l'apprentissage. Neuvièmes journées internationales d'Avignon : **Les systèmes experts et leurs applications**. Conférence générale, 165-182.

MARCOTE R.A., HOLTZBLATT L.J., LABONTE R.C., PIAZZA R.L. (1989). — A model-based approach for diagnosing launch system hardware. Neuvièmes journées internationales d'Avignon : **Les systèmes experts et leurs applications**. Conférence générale, 585-600.

TEFFENE O. (1986). — Evolution des besoins et des services dans le secteur des productions porcines. SFER, **Quel avenir pour les services aux agriculteurs ?**

WATSON I.D., SHAVE M.J.R., MORALEE D.S. (1989). — A knowledge analysis methodology using an intermediate knowledge representation based on conceptual graphs. Neuvièmes journées internationales d'Avignon : **Les systèmes experts et leurs applications**. Conférence générale, 183, 198.

## ANNEXE 1

### Extrait de commentaire émis par le système expert

Avec 6 594 francs par vache présente, votre marge GALA annuelle vous situe parmi les meilleurs de votre groupe. Elle a progressé de 237 francs sur 3 mois, soit plus que les éleveurs de votre groupe.

Votre moyenne économique a diminué de 76 litres avec une baisse importante en janvier et avec une hausse importante en mars. La baisse générale de moyenne économique est due à une diminution des productions par vache traite. Cependant, celle-ci est compensée par la baisse du nombre de vaches improductives qui a permis de gagner 118 litres par vache présente.

La production par vache traitée a chuté avec une chute importante en janvier, et cette chute semble s'expliquer par une augmentation du nombre de génisses dans le troupeau.

Votre prix du lait moyen annuel est en hausse et a plus progressé que celui du groupe. Les taux annuels n'ont cependant pas connu de fortes variations (TP : 0,05 g/l, TB : 0,1 g/l).

Compte-tenu des caractéristiques génétiques et raciales de votre troupeau ainsi que des stades de lactation mensuels, le TP du mois de février est anormalement faible (29.1) alors qu'il aurait dû être de 32.3. La quantité de concentré par vache présente a augmenté de 16.1 kg par vache et par an. Malgré l'augmentation du concentré par vache, la production laitière est en baisse. Il est important de faire le point avec votre technicien.

— contrôlez les distributeurs de concentré

— vérifiez si le plan de complémentation est bien appliqué.

Y a-t-il une consommation suffisante de fourrage ? Vérifiez sa qualité et contrôlez l'accès au silo.

## ANNEXE 2

Pages écrans présentant quelques-unes des informations auxquelles il est possible d'accéder. Exemple : élément « Lait/VT/jour », et sa fonction « évolution mensuelle ».

Ecran 1 : les éléments

ÉLÉMENTS Marge Gala Moyenne économique Lait/VT/jour Taux de matière utile % de vaches tarées < more >
--

Ecran 2 : une situation critique, les valeurs correspondantes et les causes possibles

ÉLÉMENT : Lait/VT/jour (Evolution mensuelle) SITUATION CRITIQUE : baisse COMMENTAIRE : « La production par vache traite par jour a chuté en » + MOIS
--

VALEURS < - 6	CONTEXTE Stade de lactation = Début
------------------	--

CAUSES Cellules (Evolution mens.) UFL ration de base (Evolution mens.) et UFL ration de base (Valeur mois 1) Concentré/litre (Evolution mens.) Type de ration de base (Valeur mois 1) et Type de ration de base (Valeur mois 2) < more >
---

Ecran 3 : une cause

CAUSES

Élément Concentré/litre (Evolution mens.) < Ajout >
---

Valeur < - 50
------------------

REMÈDE/EXPLICATION : « Baisse du concentré/l. »  
NON DÉTECTION : 0      FRÉQ. APPARITIONS : 85  
INTENSITÉ : 40      EXPLICATIVITÉ : 30