



**HAL**  
open science

## Systemes experts, micro-informatique et gestion des exploitations

J.M. Attonaty, R. Chartier, M.H. Chatelin, Laurent Hémidy, P. Leroy, J.C. Poussin, D. Schock

► **To cite this version:**

J.M. Attonaty, R. Chartier, M.H. Chatelin, Laurent Hémidy, P. Leroy, et al.. Systemes experts, micro-informatique et gestion des exploitations. INRA sciences sociales, 1988, 5, pp.1-4. hal-02720964

**HAL Id: hal-02720964**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02720964>**

Submitted on 1 Jun 2020

**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.

## RECHERCHES EN ECONOMIE ET SOCIOLOGIE RURALES

### SYSTEMES EXPERTS, MICRO-INFORMATIQUE ET GESTION DES EXPLOITATIONS

*Les techniques modernes de gestion des exploitations bénéficient à la fois des progrès de la recherche en sciences économiques et des progrès des moyens de calcul mis à la disposition des chercheurs et des techniciens. Cependant, la diffusion de ces techniques auprès des agriculteurs se heurte à de nombreux obstacles, dont la lourdeur et la difficulté d'utilisation ne sont pas les moindres. Depuis quelques années, le développement de la micro-informatique offre des perspectives nouvelles d'utilisation, adaptée à l'entreprise agricole, des techniques de gestion les plus évoluées. C'est ce que montrent les travaux réalisés par les chercheurs de l'INRA sur les systèmes experts et l'intelligence artificielle et sur leur utilisation dans la gestion de l'exploitation notamment pour l'analyse, le diagnostic et l'aide à la décision.*

#### Du crayon au micro-ordinateur

A la fin des années 50, l'étude des problèmes de gestion des exploitations agricoles se bornait à la mise au point de méthodes simples : utilisation de fiches d'exploitation, analyse de groupe, ne demandant que du papier, un crayon et un solide bon sens. C'est de cette époque que date le développement des centres de gestion dans la plupart des départements français. Peu à peu, ces méthodes furent complétées par la tenue de comptabilités qui allaient progressivement avoir recours à l'informatique.

Parallèlement, les recherches s'orientaient vers un nouvel objectif : déterminer de meilleurs systèmes de production, voire des systèmes optimaux, grâce à une méthode de recherche opérationnelle, la programmation linéaire, déjà appliquée en France dans d'autres secteurs d'activité par les compagnies pétrolières ou Electricité de France.

De nombreux travaux ont donc été menés dans cette voie. Les premiers, théoriques, visaient à mettre au point des méthodes de modélisation pour arriver à représenter, sous forme d'équations ou d'inéquations linéaires,

les multiples relations de l'exploitation agricole. Progressivement, ces méthodes furent employées dans des exploitations réelles, entraînant en retour d'autres recherches qui ont permis de les améliorer. C'est ainsi qu'on réussit à introduire dans les modèles les notions de risque et d'incertitude sur les rendements, les prix, le climat. Cette méthode, irremplaçable pour étudier les effets des modifications des techniques, pour analyser les systèmes de production, ou pour en envisager de nouveaux, est difficilement utilisable pour le conseil individuel d'exploitants agricoles. Aussi, s'est-on tourné à nouveau vers des techniques moins ambitieuses de calcul budgétaire, les programmes de simulation, qui visent à faciliter le choix de l'agriculteur parmi une gamme de solutions possibles. De nombreux programmes ont été créés dans ce but et implantés sur les ordinateurs disponibles.

Cependant, la plupart de ces programmes ont été peu utilisés, pour diverses raisons telles que : la difficulté d'accès à l'informatique pour les conseillers de terrain, la lourdeur de l'entrée des données, les délais de restitution. Nous en avons tiré les conclusions suivantes : pour que l'informatique puisse servir à l'aide à la décision des agriculteurs, les traitements doivent se faire dans

l'exploitation, sous la direction de l'agriculteur et de son technicien, qui doivent être maîtres de l'ordre et de l'exécution des calculs. Ces conditions sont parfaitement remplies par l'utilisation de micro-ordinateurs indépendants. Aussi, dès l'apparition des premiers micro-ordinateurs, un ensemble de programmes d'aide à la décision, recouvrant à la fois les aspects techniques et économiques des décisions annuelles, a été mis sur pied et diffusé. L'analyse de ses utilisations a amené à élargir le champ des recherches à la gestion dans son ensemble.

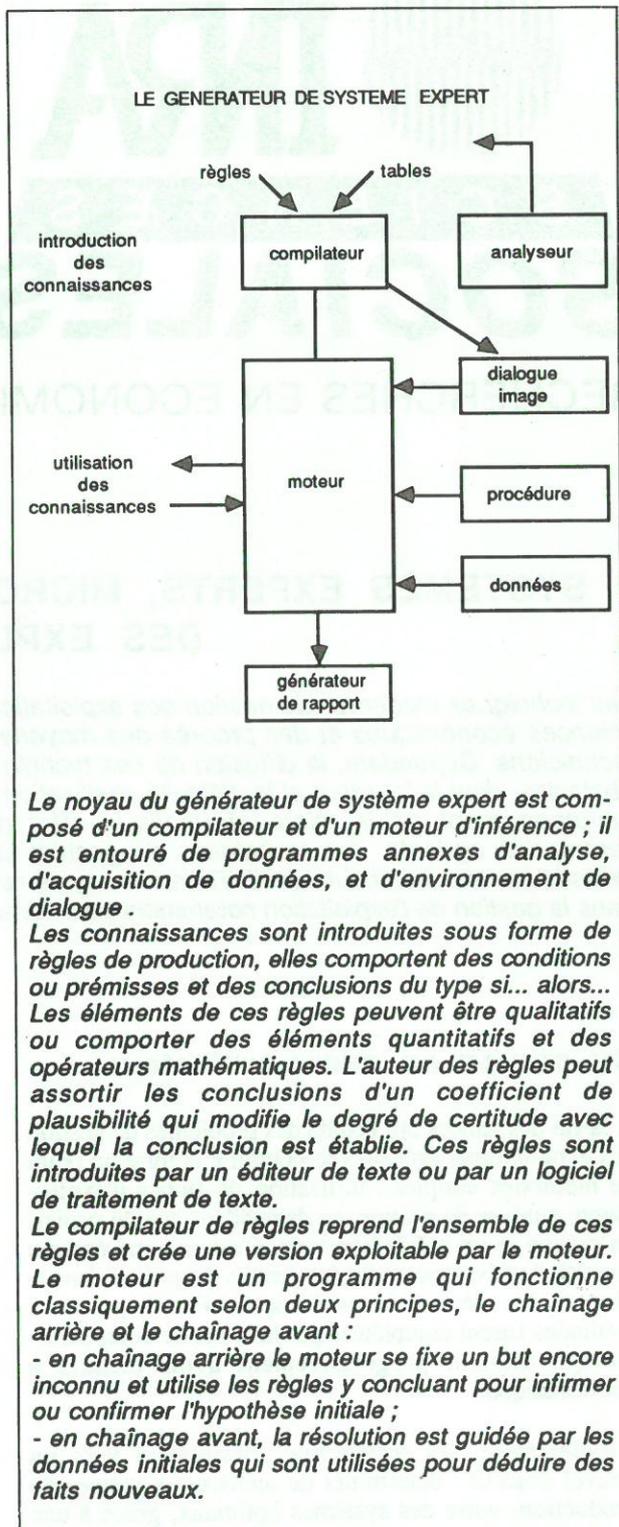
## La gestion et l'informatique

La gestion d'une exploitation agricole peut être conçue schématiquement comme la succession continue de trois phases : la décision, le suivi, et l'analyse-diagnostic, selon différentes échelles de temps : le quotidien, la campagne, le moyen terme et pour les différentes fonctions de l'entreprise : production, financement, trésorerie, commercialisation.

Actuellement, le degré d'utilisation de l'informatique est très différent dans chacune de ces phases. La comptabilité constitue depuis longtemps un terrain de choix pour les informaticiens. L'agriculture n'a pas fait exception et l'arrivée de micro-ordinateurs a amené un nouveau courant de logiciels comptables plus ou moins adaptés à l'entreprise agricole. A côté de l'enregistrement comptable, une série de programmes de suivi sont apparus. Ils se sont d'abord développés dans le domaine de la production animale. Ils regroupent en général la fonction d'enregistrement de données et la fonction de prévision à court terme.

Les programmes d'aide à la décision sont par contre beaucoup moins répandus. Leur difficulté réside dans le fait qu'ils doivent prendre en compte la globalité de l'exploitation aussi bien au niveau de la production que du financement ou de la commercialisation. Une approche inspirée de l'analyse systémique utilisée dans l'industrie, et qui considère l'exploitation comme une série de sous-systèmes en interaction les uns avec les autres, permet d'établir un programme de prévision composé de nombreux sous-programmes correspondant à chaque fonction de l'entreprise. Pour être facilement utilisable, ce genre de programme nécessite en contrepartie de sévères simplifications.

Quant au diagnostic, il semblait, jusqu'à il y a peu, l'apanage de l'homme de l'art qui sait faire parler les chiffres, les mettre en relation avec des observations antérieures et se servir de son expérience pour tirer des conclusions ou aider l'agriculteur à les tirer. Mais il semble que l'évolution des recherches menées dans le domaine de l'intelligence artificielle soit à même d'apporter des éléments de solution. Parmi les secteurs que recouvre l'intelligence artificielle, celui des systèmes experts est sans doute le plus opérationnel. C'est pourquoi nous avons essayé d'en étudier les possibilités d'application à la gestion de l'exploitation, non seulement pour établir un diagnostic, mais aussi pour aider à la prise de décision.



## Les systèmes experts

A première vue, beaucoup d'obstacles s'opposent à l'utilisation des systèmes experts pour la gestion en agriculture. Tout d'abord, selon un point de vue couramment répandu, pour les mettre au point et les faire fonctionner, il faut utiliser des ordinateurs de grande capacité et avoir recours aux compétences de spécialistes en nombre restreint et aux salaires élevés ; ces contraintes en matériel et en hommes semblent incompatibles avec les capacités du monde agricole. D'autre part, la création d'un système expert sur un ordinateur central pose le problème de l'accès des utilisateurs

## Un extrait de base de connaissances

### Règles de fertilité

si (taux de réussite à première insémination artificielle (IA) est  $>$  à 70%)

et si (% de vaches à 3 IA et plus est  $<$  à 15%)

alors (la fertilité est très bonne)

(...)

si (taux de réussite à première IA est compris entre 60 et 70%)

et si (% de vaches à 3 IA et plus est  $<$  à 15%)

alors (la fertilité est bonne)

(...)

si (taux de réussite à première IA est  $<$  à 60%)

et si (% de vaches à 3 IA et plus est  $<$  à 15%)

alors (la fertilité est mauvaise)

(...)

si (taux de réussite à première IA est  $<$  à 60%)

et si (pourcentage de vaches à 3 IA et plus est  $>$  à 15%)

alors (la fertilité est très mauvaise)

### Règles de conduite du troupeau

si (il existe des vaches inséminées avant 40 jours)

et (le nombre de vaches inséminées avant 40 jours est  $>$  à 5)

et (le taux de réussite à première IA des vaches inséminées avant 40 jours est  $<$  à 60%)

et (fertilité très bonne)

alors (seules les vaches inséminées trop tôt ont une mauvaise fertilité)

(...)

si (il existe des vaches inséminées avant 40 jours)

et (le nombre de vaches inséminées avant 40 jours est  $>$  à 5)

et (le taux de réussite à première IA des vaches inséminées avant 40 jours est  $<$  à 60%)

et (fertilité très mauvaise)

et (le taux de réussite des vaches inséminées après 40 jours est  $>$  à 60%)

alors (les problèmes de fertilité sont dus aux animaux mis précocement à la reproduction)

(...)

potentiels. Ceux-ci disposent de leurs informations sur des ordinateurs décentralisés et doivent, pour effectuer un diagnostic, les extraire et les transmettre à l'ordinateur central, abritant le système expert. Enfin, un système expert est d'abord un ensemble de connaissances et, dans de nombreux domaines de l'agriculture, une grande partie de ces connaissances est d'origine locale et la création locale de systèmes experts est le seul moyen de les valoriser.

Nous avons donc tenté de voir dans quelle mesure il était possible de développer une autre approche des systèmes experts en utilisant :

- des ordinateurs facilement accessibles, en l'occurrence des micro-ordinateurs ;
- des connaissances disponibles de façon décentralisée pour une utilisation décentralisée ;
- des ingénieurs non spécialisés dans l'ingénierie de la connaissance.

Il nous semblait que ces systèmes, sans doute moins performants mais beaucoup moins coûteux, pourraient diffuser et démultiplier les connaissances de spécialistes locaux qui auraient ainsi la possibilité d'abandonner une partie du travail routinier et de se consacrer à des

problèmes difficiles ou nouveaux. L'expérience ainsi acquise devait permettre éventuellement d'améliorer le système expert qui n'a pas, pour l'instant, de capacité d'auto-apprentissage.

Afin de vérifier cette hypothèse, nous avons lancé une expérimentation en trois phases menées simultanément :

- la création d'un générateur de système expert fonctionnant sur micro-ordinateur, facile d'utilisation, et capable d'évoluer en fonction des besoins ;
- des tests de perception pour déterminer si des non spécialistes pouvaient en comprendre le fonctionnement et l'utiliser pour créer des maquettes de systèmes experts ;
- des tests de réalisation pour examiner si des prototypes de systèmes experts pouvaient être créés par des non spécialistes en un temps raisonnable et si ces systèmes étaient susceptibles de répondre correctement aux besoins.

Cette expérimentation a permis d'aborder plusieurs thèmes pouvant faire l'objet de systèmes experts : la production (diagnostic de maladie, analyse des techniques culturales) ; les résultats technico-économiques de l'exploitation, la révision comptable, etc. Les résultats positifs de ces essais montrent que, à côté de systèmes experts de conception traditionnelle utilisables à grande échelle et fondés sur des connaissances scientifiques indiscutables, il existe une place pour une approche décentralisée des systèmes experts aux objectifs limités. D'autre part, certaines techniques de l'intelligence artificielle et l'expérience acquise lors de ces expérimentations nous ont permis d'apporter des réponses nouvelles à deux problèmes classiques : le choix des cultures, l'organisation du travail et le choix des équipements.

## L'aide au choix des cultures

Le choix des cultures dans une exploitation est un problème permanent auquel la programmation linéaire a donné une série de réponses, malheureusement peu utilisables au niveau de l'exploitation, dans la mesure où elle néglige la structure parcellaire de celle-ci, et laisse à l'agriculteur le soin de répartir la surface de chaque culture sur les différentes parcelles. L'approche que nous avons essayé de développer prend en compte la structure parcellaire de l'exploitation et permet à l'agriculteur de modifier une solution proposée, de tester des variantes de prix, de rendement ou de non respect des contraintes, voire de définir lui-même un assolement.

Il s'agit d'un logiciel composé, outre le module de saisie des données, d'un modèle d'optimisation fournissant une série d'assolements et d'un module de calcul budgétaire. Les données nécessaires à son fonctionnement sont relatives aux parcelles (surface, histoire de la parcelle, type de sol) ; aux cultures (rendement en fonction des types de sol et des précédents, règles de répétition et de succession, prix des produits et charges par hectare), enfin aux contraintes globales de l'ensemble de l'exploitation. On retrouve la plupart des données utilisées dans un programme linéaire à la différence, importante, que chaque parcelle est individualisée. Un premier programme de calcul fournit alors, parcelle par parcelle, la liste des cultures possibles et la marge brute correspondante. Les données sont reprises par le

programme d'optimisation. Afin de raccourcir le temps de calcul sur micro-ordinateur, nous avons repris une technique couramment utilisée en intelligence artificielle notamment pour la résolution des problèmes de jeu d'échecs : on introduit une heuristique qui à défaut de fournir la solution optimale à coup sûr, fournit une solution optimale ou proche de l'optimum dans un temps raisonnable (2 ou 3 minutes).

## L'organisation du travail et le choix des équipements

Pour répondre aux questions que se posent de nombreux chefs d'exploitations de grande culture sur la possibilité d'accroître la productivité du travail dans le contexte actuel de stagnation ou de diminution des prix agricoles, nous avons constitué une équipe pluridisciplinaire regroupant économistes et agronomes. Notre approche permet de raisonner l'organisation du travail sur l'ensemble de l'exploitation. Elle repose à la fois sur les travaux actuels dans le domaine du fonctionnement de l'exploitation agricole et sur les recherches en matière de programme de simulation. Le simulateur de travail que nous avons élaboré prend en compte les points de travail, les changements de techniques culturales en fonction des aléas climatiques et le risque de non réalisation en temps opportun des diverses opérations.

Le modèle simule le fonctionnement d'une entreprise agricole, jour par jour, pendant la période de pointe, de début septembre à la fin décembre, pour les vingt dernières années. Il combine classiquement les approches diachronique et synchronique. L'approche

diachronique décrit les itinéraires techniques de chaque culture : la suite des opérations culturales appliquées à une culture et les règles de décision qui conditionnent l'exécution d'une opération, son remplacement par une autre et l'enchaînement des opérations. L'approche synchronique prend en compte la résolution des conflits qui peuvent exister, à un moment donné, entre les différentes opérations à effectuer.

L'intérêt manifesté par les agriculteurs et les agents de développement devant ce modèle expérimental nous a incité à élaborer un simulateur aux possibilités plus nombreuses que celles de notre premier modèle et plus simple à utiliser. Pour résoudre ces contraintes contradictoires, nous tentons de créer un langage spécifique de la modélisation du travail, capable de générer tout une série de modèles différents et directement exécutable sur micro-ordinateur après compilation.

Il semble que l'alliance des techniques de pointe et de la micro-informatique soit singulièrement bien adaptée à la complexité et à la diversité de l'entreprise agricole. En permettant la décentralisation des systèmes et la multiplication des utilisateurs, la micro-informatique favorise l'accumulation des connaissances locales, leur mise en forme, et rend leur utilisation à la fois plus facile et plus rationnelle. Une plus large diffusion des techniques de gestion sur le terrain passe certainement par leur possibilité d'adaptation et "d'appropriation" par les utilisateurs.

J. M. Attonaty, R. Chartier,  
M.H. Chatelin, L. Hemidy, P. Leroy  
INRA, Economie et sociologie rurales  
J.C. Poussin ORSTOM, D. Schock DGER

### Pour en savoir plus

Ces recherches ont été menées principalement à la Station d'Economie et Sociologie Rurales de Grignon ; les recherches sur l'organisation du travail ont été faites en collaboration avec l'unité Systèmes agraires et Développement de Paris-Grignon. On peut se reporter aux publications suivantes :

- J. M. Attonaty, "Pourquoi les systèmes experts", *Purpan*, n° 138, Janvier-Mars 1986, pp.1-4.
- J. M. Attonaty, "L'apport de la simulation du travail à l'organisation du travail en agriculture", *BTI*, 1986, pp.412-418.
- J. M. Attonaty, M. H. Chatelin, D. Schock, "Systèmes experts et gestion des exploitations agricoles, une expérience menée à Grignon", *BTI*, N° spécial sur les systèmes experts (à paraître).
- J. M. Attonaty, C. Laporte, F. Papy, L. G. Soler, *La modélisation du fonctionnement de l'exploitation agricole : intérêt pour l'analyse des besoins en matériel et en main-d'œuvre en grande culture*, INRA-SAD, Etudes et Recherches N° 8, Décembre 1987, 47 p.
- F. Papy, J. M. Attonaty, C. Laporte, L. G. Soler, "Work organisation simulation as a basis for farm management advice", *Agricultural Systems*, 27, 1988, pp. 295-314.
- J. M. Attonaty, P. Leroy, *Branch and bound technique to provide nearly optimal cropping plan for a farm : a decision making software*, Actes du congrès EAAE-ORCS, Dobrecen, 1988 (à paraître).

Les programmes informatique sont disponibles :

- pour les établissements d'enseignement, au CNERA, rue du Dr Petitjean, 21000 Dijon.
- sinon, auprès des organismes suivants : IGER, ISAGRI, MICROFORMATIC, TELCIEL.