



**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.*

---

## Diagnostic d'exploitation agricole : apport de la simulation

Marie-Hélène Chatelin, Jean-Christophe Poussin

### Abstract

The aim of this paper is to present how simulation can help diagnosis and decision support activities in farms. A first way rests on model-based diagnosis principles : the comparison between results of a simulated behavior and reality. The question is to help the counselor to compare the results of a farm with most relevant data. A second way focuses on the cognitive dimension of decision-making processes. Simulation of the « decision-maker's behavior » is means to judge suitability between farmer's management way and farmer's expectations.

### Résumé

L'objectif de cet article est de présenter à l'aide d'exemples en quoi la simulation peut alimenter une démarche de diagnostic dans une exploitation agricole. Une première voie vise à aider le conseiller, à construire le référentiel pertinent pour l'exploitation étudiée, voire à formuler une prescription. Il s'agit donc d'amplifier le raisonnement de l'expert. La seconde voie met l'accent sur la formalisation du processus décisionnel de l'agriculteur. La démarche de diagnostic porte alors sur l'adéquation entre les objectifs du décideur, les moyens dont il dispose et la façon dont il mobilise ces moyens.

---

### Citer ce document / Cite this document :

Chatelin Marie-Hélène, Poussin Jean-Christophe. Diagnostic d'exploitation agricole : apport de la simulation. 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. 77-80;

doi : <https://doi.org/10.3406/ecoru.1991.4244>

[https://www.persee.fr/doc/ecoru\\_0013-0559\\_1991\\_num\\_206\\_1\\_4244](https://www.persee.fr/doc/ecoru_0013-0559_1991_num_206_1_4244)

---

Fichier pdf généré le 08/05/2018

## DIAGNOSTIC D'EXPLOITATION AGRICOLE : APPORT DE LA SIMULATION

Marie-Hélène CHATELIN\* et Jean-Christophe POUSSIN\*\*

### Résumé :

L'objectif de cet article est de présenter à l'aide d'exemples en quoi la simulation peut alimenter une démarche de diagnostic dans une exploitation agricole. Une première voie vise à aider le conseiller, à construire le référentiel pertinent pour l'exploitation étudiée, voire à formuler une prescription. Il s'agit donc d'amplifier le raisonnement de l'expert. La seconde voie met l'accent sur la formalisation du processus décisionnel de l'agriculteur. La démarche de diagnostic porte alors sur l'adéquation entre les objectifs du décideur, les moyens dont il dispose et la façon dont il mobilise ces moyens.

### FARM DIAGNOSIS : THE SIMULATION CONTRIBUTION

#### Summary :

The aim of this paper is to present how simulation can help diagnosis and decision support activities in farms. A first way rests on model-based diagnosis principles : the comparison between results of a simulated behavior and reality. The question is to help the counselor to compare the results of a farm with most relevant data. A second way focuses on the cognitive dimension of decision-making processes. Simulation of the « decision-maker's behavior » is means to judge suitability between farmer's management way and farmer's expectations.

## INTRODUCTION

L'objectif de cet article est de présenter en quoi la simulation peut alimenter une démarche de diagnostic dans le cadre de l'exploitation agricole. En simplifiant nous considérons l'exploitation comme un système complexe doté d'une logique propre et soumis aux effets conjugués d'un environnement incertain et des actions entreprises par un agriculteur. Ces actions sont décidées en fonction de la vision que l'agriculteur a de son système, de son devenir, et de son environnement.

Nous retiendrons comme définition du diagnostic, l'identification de la nature d'une situation (d'un mal ou d'une difficulté) par l'interprétation de signes extérieurs. Implicitement, cette définition suppose un modèle composé de trois ensembles : les signes (symptômes ou critères pour apprécier des différences) ; les jugements, voire de causes possibles dépassant le champ de l'observation ; les relations causales entre les deux premiers ensembles.

Classiquement, le diagnostic est effectué *a posteriori* sur une situation réelle par un expert extérieur à l'exploitation, en s'appuyant sur des situations de référence qui

ont statut de normes. Ces situations de référence sont le fruit de l'expérience accumulée par l'expert à un moment donné, et la gamme de ces situations ne traduit que partiellement la variabilité des contextes. Une première voie d'utilisation de la simulation vise à aider l'expert à mobiliser des connaissances générales dans un contexte particulier, à préciser la situation de référence utilisée, voire à formuler une prescription à la suite de son diagnostic. La simulation intervient alors pour amplifier le raisonnement de l'expert. Pour porter son diagnostic, l'expert utilise des normes, certes adaptées à la situation étudiée, mais indépendantes de la vision que le décideur a de son exploitation et de son environnement. Il s'agit donc d'un **diagnostic externe**. Une démarche complémentaire consiste à porter un regard non plus seulement sur les résultats de l'exploitation, mais également sur les processus de gestion de l'agriculteur. Cette seconde voie repose sur la formalisation des connaissances qu'utilise l'agriculteur pour prendre ses décisions. La simulation intervient alors pour juger de l'adéquation entre les objectifs de l'agriculteur, les moyens dont il dispose et la façon dont il mobilise ces moyens (**diagnostic interne**).

\* Ingénieur de recherche, INRA-ESR, Grignon.

\*\* Chargé de recherche, ORSTOM, INRA-ESR, Grignon.

## SIMULATION ET DIAGNOSTIC EXTERNE

La simulation peut être utilisée pour générer une situation de référence adaptée au contexte particulier de la situation observée. Nous illustrerons cette proposition à l'aide de deux exemples.

**Le premier exemple est emprunté à l'agronomie.** Dans le cas du blé, certains agronomes ont une démarche de diagnostic ayant pour objectif la détermination des facteurs ayant limité le rendement de la culture (Meynard et Limaux, 1987). Pour réaliser ce diagnostic des facteurs limitants (nutrition azotée, maladies, verse...), l'agronome décompose le rendement de la culture en composantes du rendement (nombre de pieds sortie hiver, biomasse aérienne au stade 1 cm, nombre d'épis par m<sup>2</sup>, nombre de grains par m<sup>2</sup>, poids de 1000 grains). Le niveau atteint par chacune de ces composantes dépend du climat et des techniques culturales. Pour une variété et un climat donné, il est possible d'estimer le niveau potentiel des composantes du rendement qu'il serait possible d'atteindre en l'absence de facteurs limitants, les niveaux des facteurs et conditions requis pour la croissance et le développement potentiel de la culture et d'en déduire les techniques culturales appropriées. C'est la comparaison entre cette culture théorique conduite au potentiel et les observations réalisées au champ, qui permet de repérer les facteurs ayant limité le développement de la culture et les techniques à l'origine de ce décalage. Pour construire cette situation de référence, l'agronome s'appuie sur des connaissances générales (références, modèles...) difficiles à adapter précisément au contexte particulier de l'année climatique et de la parcelle étudiées.

La conception d'un simulateur d'élaboration du rendement du blé (Aubry et al., 1990) vise à dépasser cette limite. Ce simulateur permet de générer la situation de référence correspondant au même contexte pédoclimatique que celui dans lequel s'est développée la culture étudiée. La phase de diagnostic s'effectue alors comme décrit précédemment en comparant les observations effectuées sur la culture réelle aux prédictions du modèle théorique, et en repérant les techniques culturales qui ont conduit à des carences ou des gaspillages en azote, à l'élévation des risques phytosanitaires ou à la baisse de qualité. Cette approche suppose d'avoir mémorisé de façon précise l'ensemble de la vie de la culture, c'est à dire le niveau des composantes du rendement et les techniques culturales employées. Si les techniques sont en général connues, il n'en est pas de même pour l'ensemble des composantes. Le recours à la simulation sert alors à estimer les informations manquantes.

Signalons que dans le contexte actuel de réflexion sur l'extensification des cultures céréalières, le simulateur permettra également de générer des situations de référence non plus au potentiel, mais répondant à des objectifs de diminution des intrants.

Le fait de s'appuyer sur un modèle de fonctionnement pour émettre un diagnostic correspond au courant « diagnostic basé sur modèle » de l'intelligence artificielle dont les premières applications furent l'aide au monitoring. Ce domaine est largement développé dans des secteurs de pointe tels que le nucléaire ou la fabrication de circuits intégrés. Il est également représenté dans le domaine de l'aide à la décision (Jarke et Radermacher, 1988 ; Kim et Courtney, 1988). Toutefois, à l'instar de Raiman (Raiman, 1990), soulignons que le statut de référence dévolue aux résultats de la simulation suppose d'intégrer

d'emblée dans la démarche de diagnostic la possibilité de défaillance du modèle sous-jacent.

**Le second exemple concerne la méthode ATEL** (Appui Technique aux Eleveurs Laitiers) développée dans les années 1970 et largement diffusée. La philosophie de la méthode est tout entière contenue dans le sigle PCA (Prévision, Contrôle, Ajustement) nom du programme de simulation utilisé. Cette méthode propose aux éleveurs une gestion par contrôle d'écart. Son objectif initial est de faire prendre conscience à l'éleveur de la marge de progrès possible au niveau de la production de son troupeau en améliorant sa conduite et son alimentation. Cette démarche comporte trois phases.

1. Le technicien établit d'abord un diagnostic sur l'élevage et fixe la marge de progrès qui lui paraît raisonnablement accessible pour l'éleveur. Cette marge est concrétisée sous la forme d'un niveau d'étable objectif.

2. Une simulation est ensuite réalisée à partir de l'inventaire détaillé des animaux (avec leurs dates de vêlage, de tarissement et d'insémination), du niveau objectif d'étable et d'un modèle de courbe de lactation standard. Cette simulation fournit d'une part, un plan objectif de production laitière pour l'ensemble du troupeau sous une forme familière à l'éleveur (production tous les dix jours et production mensuelle cumulée) et d'autre part, les effectifs prévus des animaux taris et à la traite.

3. La phase de suivi repose sur la comparaison entre le plan de production objectif et la réalisation. L'explication des écarts consiste à affecter à la conduite du troupeau et à l'alimentation la part qui leur revient. Ces estimations se font grâce à une méthode de calcul simple.

Dans cet exemple, la relation entre diagnostic et simulation est double. D'une part, la simulation permet de rendre opératoire un diagnostic, en transformant la marge de progrès résultant du diagnostic, en plan de production objectif utilisable pour la gestion du troupeau. D'autre part, les résultats de la simulation servent de références pour repérer des faiblesses au niveau de la conduite ou de l'alimentation du troupeau.

Ces deux démarches couplant diagnostic et simulation se situent typiquement dans une logique d'analyse effectuée sur les bases d'un modèle d'expert et dans le cadre d'une relation de conseil de type médecin/patient (E. H. Schein d'après les notes de lecture de H. Dumez, 1988). Dans la méthode ATEL, cette relation va jusqu'à la prescription d'un objectif à poursuivre et du suivi à mettre en place pour tendre vers cet objectif.

L'exemple du diagnostic sur le blé met l'accent sur les effets des actions de l'homme sur le système, et laisse dans l'ombre les raisons profondes ayant amené l'agriculteur à prendre telle ou telle décision. En effet, l'agronome qui émet un diagnostic des facteurs limitants sur le rendement du blé, construit son analyse en focalisant son attention sur la parcelle et en intégrant la connaissance du climat de l'année ; il fonctionne donc dans un contexte de connaissance parfaite. A l'inverse, l'agriculteur prend ses décisions sans connaissance du climat à venir, et en arbitrant entre des objectifs conflictuels qui dépassent le cadre de la parcelle. La non prise en compte des conditions dans lesquelles se forment les décisions est à l'origine d'un certain décalage entre le conseil issu du diagnostic et sa mise en œuvre par le décideur.

Par ailleurs, ainsi que le souligne Schein (opus cité), même si l'expert donne de bons conseils pour régler un problème particulier, il n'est pas sûr que les choses aient été réglées en profondeur, ni que le décideur ait appris à résoudre un problème semblable dans l'avenir. Dans cette optique, certains conseillers se posent actuellement la question en terme de nouvelles relations de conseil plus fortement connectées avec l'activité même de gestion de l'agriculteur.

## SIMULATION ET DIAGNOSTIC INTERNE

Pour Quéau, « la simulation consiste à mettre en œuvre des modèles dans des conditions variées, pour tenter d'explorer leurs possibilités, leurs défaillances, et éventuellement découvrir telle ou telle trajectoire comportementale encore inconnue ». C'est « un outil expérimental s'attachant à l'exploration non pas du réel mais des modèles qu'on s'en forme », qui « permet de mondifier à petits risques, de jouer le stratège en chambre » (Quéau, 1986). Vue sous cet angle et dans le contexte actuel de forte incertitude, la simulation nous paraît une voie intéressante pour aider l'agriculteur à se construire un jugement sur son propre mode de gestion et sa vision du risque. Les acquis de l'Intelligence Artificielle, en matière de représentation des connaissances nous permettent actuellement d'explorer cette nouvelle voie (Attonaty et al., 1990-b).

Dans cette perspective, nous proposons une démarche de diagnostic non plus *a posteriori* sur une situation réelle résultant d'actions passées, mais *a priori* sur des situations virtuelles, issues de la simulation de la gestion de l'exploitation dans des conditions d'environnement variées. Cette démarche suppose d'une part la prise en compte des effets possibles de l'environnement sur le système (dimension aléatoire), et d'autre part, des décisions d'actions que le décideur envisage de prendre face à différentes situations (dimension cognitive). Le diagnostic résultera de la confrontation de ces situations virtuelles aux résultats attendus par l'agriculteur. Cette proposition rejoint les travaux de nombreux chercheurs en gestion qui soulignent le rôle déterminant dans la prise de décision, de la vision que les acteurs ont de leur entreprise et des relations qu'elle entretient avec l'environnement. Aussi la formalisation et la simulation des modèles décisionnels mobilisés par le décideur paraissent une voie intéressante pour réfléchir à la pertinence et la consistance de ces modèles (Hall, 1986).

Nous illustrerons cette seconde approche par l'exemple de l'utilisation d'un simulateur de l'organisation du travail en grande culture actuellement expérimenté en Picardie. OTELO est un instrument de réflexion pour l'agriculteur sur les forces et faiblesses non seulement de ses moyens de production mais aussi de sa façon de les mobiliser. Il nécessite d'abord d'explicitier et de formaliser avec l'agriculteur ses règles d'organisation, lesquelles constituent la base même du simulateur. Les résultats des simulations effectuées pour divers scénarios climatiques servent ensuite de support de discussion entre l'agriculteur et son conseiller sur l'adéquation entre les objectifs, les moyens de production et leur mise en œuvre (Papy F. et al., 1988, Attonaty et al., 1990-a).

Dans cette problématique, l'agriculteur est détenteur des connaissances en matière de gestion de son exploitation, et le conseiller assure la maïeutique en aidant l'agriculteur à formaliser les connaissances qu'il mobilise pour gérer son exploitation et à identifier ses objectifs et leur

hiérarchie. Le simulateur issu de cette formalisation constitue un « automate » à l'image de l'agriculteur. Agriculteur et conseiller peuvent alors regarder fonctionner cet automate confronté à divers scénarios.

Prenons l'exemple de l'exploitation de M. L. ; durant l'automne, période de pointe de travail, trois familles de travaux doivent être exécutés : la récolte des pommes de terre, la récolte des betteraves et les semis de blé. M. L. s'organise de manière à atteindre les trois objectifs suivants : terminer la récolte de pommes de terre avant le 1<sup>er</sup> octobre quitte à travailler le samedi ; semer entre le 1<sup>er</sup> et le 20 octobre pour les blés précoces, et avant le 1<sup>er</sup> novembre pour le blé après betterave, récolter les betteraves au rythme des pesées géométriques à partir du 13 octobre.

En reprenant l'organisation du travail telle qu'elle existe actuellement, nous avons simulé la réalisation des travaux avec le climat des dix-huit dernières années pour apprécier le niveau de risque induit par cette organisation du travail. L'objectif du 1<sup>er</sup> octobre pour la fin de la récolte des pommes de terre échoue plus d'une année sur trois ; les semis de blé dépassent souvent le 20 octobre, mais rares sont les années où ils s'achèvent après le 1<sup>er</sup> novembre. A compter du 1<sup>er</sup> octobre, l'implantation du blé précoce est mené de front avec la récolte des pommes de terre ; ceci permet d'absorber en partie le décalage enregistré pour la récolte, mais en contre partie fragilise le système s'il survient une panne. On peut alors mener une réflexion avec M. L. sur ses objectifs : la date butoir du 1<sup>er</sup> octobre est-elle impérative pour des raisons agronomiques ou économiques, ou bien cache-t-elle la volonté d'avoir une organisation moins tendue durant les semis de blé ? Ces interrogations ont conduit à envisager soit de modifier le parc de matériel ou le niveau de main d'œuvre, soit de remettre en cause cette date butoir, soit d'imaginer et de tester un autre mode d'organisation du travail. Un des enjeux de ce questionnement est de mettre en concurrence des solutions à base d'investissements (assurance passive) et d'autres fondées sur une gestion plus réfléchie, plus fine (assurance active).

Cet exemple est simple, mais d'autres études réalisées portent sur des modifications plus radicales telles que le regroupement d'exploitations : il ne s'agit plus alors d'adapter le mode de gestion mais d'en imaginer de nouveaux. La formalisation de ce type de problème suppose de la part du technicien des connaissances générales acquises à travers l'expérience de problèmes similaires. La même problématique est à l'origine d'autres travaux portant sur d'autres secteurs de l'exploitation agricole : la gestion stratégique (Attonaty et Soler, 1990), le système fourrager (Chatelin et Havet, 1990).

## CONCLUSION

Les exemples que nous avons retenus pour illustrer les liaisons possibles entre diagnostic et simulation sont tous pris dans le cadre d'une relation de conseil.

Dans le cadre d'un diagnostic externe, le diagnostic est réalisé par un expert du domaine (conseiller ou chercheur) auprès de l'agriculteur ; il est fondé sur un corps de connaissance générales propres à l'expert, et porte sur l'état de l'exploitation à un moment donné.

Dans une démarche de diagnostic interne, les connaissances modélisées sont celles de l'agriculteur et le diagnostic porte essentiellement sur leur cohérence : il s'appuie sur des situations virtuelles, conséquences des règles de

décision introduites et des scénarios d'environnement testés, et conduit à l'analyse du mode de gestion et de sa pertinence. Cette approche se situe dans une perspective d'apprentissage, c'est à dire d'amélioration, de production de connaissances pour l'agriculteur.

Toutefois, on l'aura compris, il ne s'agit pas de réduire le rôle du conseiller à un rôle de maïeutique, en effet ses connaissances expertes en matière d'organisation du tra-

vail, d'agronomie et d'économie le conduisent naturellement à porter son propre diagnostic, à imaginer des améliorations et à les formuler de façon cohérentes avec la vision de l'agriculteur. Par ailleurs, comme tout praticien, il enrichit son expertise à la faveur d'expériences nouvelles. On voit ainsi émerger la possibilité pour le conseiller de se construire un nouveau référentiel utilisable dans le cadre d'une approche classique en matière de diagnostic et de conseil.

## BIBLIOGRAPHIE

ATTONATY J.M., CHATELIN M.H., POUSSIN J.C., SOLER L.G. (1990). — Un simulateur à base de connaissance pour raisonner équipement et organisation du travail en agriculture. In **Economics and Artificial Intelligence**, (ed. P. Bourguin and B. Walliser), Paris 1990, pp. 291-297.

ATTONATY J.M., CHATELIN M.H., POUSSIN J.C. (1990). — L'évolution des méthodes et langages de simulation. In **Modélisation Systémique et Système Agraire**, (ed. J. Brossier, B. Vissac and J.L. Lemoigne), (INRA, Paris, 1990), pp. 119-133.

ATTONATY J.M., SOLER L.G. (1990). — Pour un renouvellement des instruments d'aide à la gestion stratégique. **Congrès de l'Association Européenne des Economistes Ruraux**. La Haye - septembre 1990, actes à paraître.

AUBRY C., MEYNARD J.M., MASSE J., ATTONATY J.M., CHATELIN M.H., POUSSIN J.C. (1990). — SIMULBLE : a simulation software of the effects of management techniques on winter wheat yield. **Congress European Society of Agronomie, Paris, 1990**.

CHATELIN M.H., HAVET A. (à paraître). — Better understanding to improve the forage system management : the simulation contribution. In « **Global appraisal of livestock farming systems and study of their organizational levels : concepts, methodology and results** ».

DUMEZ H. (1988). — De la pratique du chercheur consultant. **Annales des Mines. Série Gérer et Comprendre**, N° 11, Juin 1988, pp. 61-69.

HALL I.R. (1984). — The natural logic of management policy making : its implications for the survival of an organization. **Management Science**. Vol 30, N° 8, Août 1984, pp. 905-927.

JARKE M. RADERMACHER F.J. (1988). — The AI potential of model management and its central role in decision support. **Decision Support Systems**. Vol. 4. N° 4, Dec. 1988, pp 387-404.

KIM J., COURTNEY F. (1988). — A survey of knowledge acquisition techniques and their relevance to managerial problem domains. **Decision Support Systems**, Vol. 4, N° 3, Sep. 1988, pp 269-284.

MEYNARD J.M., LIMAUX F. (1987). — Préviation des rendements et conduite de la fertilisation azotée : cas du blé d'hiver. **C.R. Acad. Agric. Fr.**, 1987, 73, pp 117-132.

PAPY F., ATTONATY J.M., LAPORTE C., SOLER L.G., (1988). — Work organisation as a basis for farm management advice (equipment and manpower level against climatic variability). **Agricultural Systems**, n° 27, 1988, pp. 295-314.

QUÉAU P. (1986). — **Eloge de la simulation : de la vie des langages à la synthèse des images**. Ed. Champ Vallon. Col. milieux, 1986.

RAIMAN O. (1990). — Diagnosis from first principles. **Congress Economics and Artificial Intelligence**. Paris juil. 1990.