

Marie-Hélène CHATELIN*, Christine AUBRY**, Pascal LEROY*, François PAPY**,
Jean-Christophe POUSSIN***

*Production
management and
strategic decision
support. The case of
arable farm*

Summary – For farmers, the present question of redefinition of the new CAP implies redefinition of both strategic decisions and management practices. Most existing production models and decision support systems dealing with tactical and operational decision levels seem to be inadequate to solve these problems. In this perspective, we suggest that a pertinent way of setting the problem involves emphasizing the farmer's vision to build evolution projects.

According to the analysis of practices in arable farms, we assume that farmer's production management rests on an integrated vision of different decision levels (from operational to strategic ones): for each crop, the farmer conceives a set of coordinated decision rules for the successive steps of technical management; but these rules are strongly dependent on transversal levels of decision which deal with the necessary solving of conflicts between activities for the allocation of limited resources (labour, equipment, money...). This vision structures production management by the way of plans of action which raise the problem of coordination. So, we design a framework to formalize the production management. We assume that the formalization of a farmer's decision rules and the simulation of their results in a set of scenarios may help the farmer to have a new look on his own management and may lead him to imagine new ways of managing production. Thus, we conceive Decision Support Systems which expand the decision maker's reasoning. These D.S.S. are based on managerial knowledge representation (the decisional model) and on simulation processing. The decisional model uses frames, production rules and specific language. We implement tools that run decisional models and estimate their effects for several climatic scenarios. The aim is to favour an interactive and cooperative approach between farmers who have resolved the problem and the adviser.

This approach has been tried on problems such as wheat crop management and work organization in relation to the choice of equipment/labour levels. For this last point, an experimentation has been carried out since 1990 with groups of advisers and farmers. It showed the relevance of the approach as a support to imagine new technical and economical ways of organizing work and reflect on farms equipment. Another project is still in development for more rational irrigation management.

Key-words:

production management,
arable farms, decision
support system, knowledge-
based simulation

Pilotage de la
production et aide à la
décision stratégique: le
cas des exploitations en
grande culture

Mots-clés:

gestion de production,
exploitations de grande
culture, systèmes d'aide à
la décision, simulation à
base de connaissance

Résumé – L'objet de cet article est de présenter une démarche de modélisation de la production agricole dans une perspective d'aide à la décision stratégique. Cette démarche vise à privilégier une problématique de conseil basée sur la prise en compte des modalités pratiques de gestion des agriculteurs. L'objet de la première partie est de montrer à partir d'exemples les logiques qui structurent l'activité de gestion de production. Dans une deuxième partie, nous abordons la nature des interconnexions qui s'opèrent entre gestion courante et décisions stratégiques. Une troisième partie présente une démarche de conseil basée sur des systèmes d'aide à la décision qui permettent d'expérimenter par simulation des modèles de gestion et de construire des projets d'évolution d'exploitation, argumentés sous l'angle de leur intérêt économique et de leur cohérence vis-à-vis des contraintes de l'agriculture.

* Station d'économie et sociologie rurales de l'INRA, INA Paris-Grignon, 78850 Thiverval-Grignon.

** Département Systèmes agraires et développement de l'INRA, INA Paris-Grignon, 78850 Thiverval-Grignon.

*** ORSTOM, BP 1389 Dakar, Sénégal.

La reformulation complète de la Politique agricole commune (PAC) entraîne dans les exploitations de grandes cultures des remises en causes importantes. D'une part, au niveau de l'orientation, de nombreux agriculteurs se préparent, ou ont déjà commencé, à introduire des modifications importantes. D'autre part, les modèles de production actuels basés sur des objectifs de rendement maximum ne sont plus nécessairement cohérents avec les nouvelles contraintes, d'autant que souvent il ne s'agit pas simplement adapter ces modèles à la marge mais bien d'en imaginer de nouveaux (Tirel, 1991).

L'objectif poursuivi ici est d'accompagner les acteurs (agriculteurs et conseillers) dans leurs recherches de solutions nouvelles pour répondre à l'évolution du contexte socio-économique de l'agriculture.

En agriculture, la conception classique de la décision repose pour une grande part sur l'idée d'une décomposition hiérarchique basée sur une typologie décisionnelle à trois niveaux: décisions stratégiques, tactiques et opérationnelles. En matière d'aide à la décision, cette conception conduit souvent à traiter de façon autonome chacun de ces niveaux et à minimiser l'importance des interdépendances existant entre eux. De ce fait, l'aide à la gestion de production se conçoit couramment aux niveaux tactiques et opérationnels. A ce titre, l'abondance des travaux actuels concernant d'une part l'aide à la décision en temps réel au cours du cycle d'une culture (Lambert, 1989; Plant, 1989; De Jong, 1990), d'autre part des diagnostics *ex post* établis à partir de démarches analytiques est significative. Ces approches reposent sur la sélection de facteurs techniques considérés comme facteurs clés de la production et sur des normes d'efficacité technico-économiques (Eleveld *et al.*, 1991). Actuellement, un important courant européen se dessine visant à intégrer l'ensemble de ces aides dans le cadre de projets globaux assurant la coordination de l'ensemble des informations techniques, économiques et administratives de l'exploitation (Scheepens, 1992). Cependant, ces aides à la gestion technico-économique supposent que soient résolus en amont les problèmes de choix stratégiques. Par ailleurs, la question de la coordination des différentes productions de l'exploitation n'est pas explicitement posée.

Or, si les logiques à l'origine des décisions courantes en matière de gestion technique dépendent de choix de nature stratégique, nombre de ces mêmes décisions stratégiques renvoient à la représentation que se font les agriculteurs des problèmes rencontrés dans la gestion courante. C'est donc la question de la cohérence entre gestion courante (tactique et opérationnelle) et décisions stratégiques qui est introduite ici. Dans cette perspective, nous retiendrons les définitions suivantes (Lorino, 1991):

- 1) par pilotage de la production, la traduction d'une stratégie en termes de règles de décision, de sous-objectifs et d'indicateurs de suivi mobilisables dans le cadre de l'action,
- 2) par diagnostic, l'analyse de la situation après actions et la remise en cause éventuelle des règles de pilotage ou de la stratégie.

Dans les exploitations de grande culture, ces règles, ces sous-objectifs et ces indicateurs ne font pas l'objet d'une formalisation explicite. Toutefois, nous montrerons à l'aide d'exemples empruntés à l'analyse de pratiques d'agriculteurs que la gestion de production repose sur la mise en œuvre d'un ensemble coordonné de dispositifs de pilotage. Par dispositif, nous entendons l'ensemble des mesures prises et des moyens mis en œuvre dans un but déterminé. Ces dispositifs concrétisent des savoir-faire, c'est-à-dire des connaissances (théoriques et pratiques) et des modalités de mise en œuvre concrète, tant au niveau opératoire qu'au niveau de la coordination de différentes opérations. Ces savoir-faire résultent pour une grande part de l'expérience accumulée (Nitsch, 1991; Cerf, 1992) et s'inscrivent dans le cadre d'une rationalité adaptative (Petit, 1981; Nitsch, 1991). En accord avec Midler (1991), c'est l'existence d'une certaine réciprocité entre savoir et action qui est introduite ici: *"d'un côté, l'action est structurée par les savoirs existants; mais d'un autre, elle constitue une mise à l'épreuve de l'applicabilité et de la légitimité de ce dispositif cognitif."*

La démarche hétérodoxe proposée ici consiste à prendre la modélisation de l'activité de pilotage comme support à la préparation de décisions de nature stratégique. Cette démarche consiste à privilégier une problématique de conseil basée sur la prise en compte de la manière de gérer de l'agriculteur. Dans cette perspective, le rôle du conseiller est avant tout d'aider l'agriculteur à se construire une représentation de sa manière de gérer, à discuter des améliorations et à imaginer des projets argumentés à la fois sous l'angle de leur intérêt économique et de leur cohérence vis-à-vis des contraintes de l'action.

Maïeutique et constructivisme sont donc à la base de cette démarche de conseil. Maïeutique au sens où il s'agit de renvoyer à l'agriculteur une image de son discours sous la forme d'un modèle (modèle d'action au sens de Sébillotte, Soler, 1988; Duru *et al.*, 1988) et de susciter ainsi ses propres capacités de diagnostic (Berry, 1986; Dumez, 1988). Constructivisme dans la mesure où il s'agit dans la phase de conception de projets d'amener l'agriculteur à élargir le champ des solutions possibles (Bourguine, Lemoigne, 1990; Roy, 1992).

Dans une première partie, nous proposerons une grille de lecture de la gestion de production comme modèle d'action. Pour ce faire, nous nous appuierons sur des exemples empruntés à l'analyse de pratiques d'agriculteurs en faisant ressortir le fait que ces pratiques procèdent en fait d'une démarche intégrée où différents niveaux de décisions sont liés.

Dans une deuxième partie, nous aborderons la nature des interconnexions entre pilotage de production et décisions stratégiques. Nous montrerons alors en quoi les problèmes actuels liés à la modification du contexte économique posent de façon conjointe des questions sur l'orientation même des exploitations et sur les dispositifs de gestion de la production. Nous montrerons alors, en quoi la mise en place du nouveau contexte économique de la PAC place les exploitations en situation de rupture pouvant remettre en cause la légitimité de la stratégie et des dispositifs préexistants.

Dans une troisième partie, nous présenterons une démarche de conseil basée sur des systèmes d'aide à la décision permettant d'expérimenter par simulation des modèles d'action dans des contextes d'action variés. On attend de ces instruments qu'ils proposent par simulation une démarche expérimentale proche de celle de l'agriculteur (en accord avec l'hypothèse de rationalité adaptative formulée précédemment).

LA GESTION DE PRODUCTION DU POINT DE VUE DES PRATIQUES

Un ensemble coordonné de dispositifs de pilotage

En production végétale, les processus à gérer correspondent à des systèmes par nature complexes: en effet, il s'agit de processus biophysiques en interaction dynamique dont l'évolution dépend du climat. Les décisions d'intervention pour maîtriser l'évolution de l'ensemble en vue d'atteindre un objectif de production sont typiquement à prendre en situation d'information incomplète: a) le climat à venir n'est plus ou moins prévisible que sur un horizon restreint (3 à 5 jours), b) la dynamique d'évolution de processus tels que le développement de complexes parasitaires est mal connue, c) dans la pratique, l'état d'une culture ou d'un sol est souvent difficile à apprécier objectivement.

Toutefois, la nature des interventions possibles est fixée, leur nombre est limité et leur place dans le calendrier est approximativement connu. De ce fait, le pilotage en temps réel d'une production ne s'exerce pas en continu mais est structuré sur la base de rendez-vous qui déterminent le déclenchement des dispositifs de pilotage élémentaires orientés par l'intervention technique visée (semis, apports d'engrais, traitements, irrigation, récolte...). Ces dispositifs élémentaires de pilotage comportent tous, avant le déclenchement de l'action, la recherche d'information, un traitement de ces informations visant à établir des diagnostics et des pronostics, puis le choix des modalités pratiques d'intervention (techniques culturales, nature de produit, quantité...). Ces dispositifs font appel à des

savoir-faire opératoires nombreux. Nous n'aborderons ici ni le contenu, ni la constitution de ces savoir-faire. De façon générale, dans une exploitation donnée, ces dispositifs ne sont pas remis en cause fréquemment et la description de pratiques particulières (Cerf *et al.*, 1990) met en évidence l'existence de véritables procédures préétablies. Par contre, ces procédures peuvent différer notablement, dans une même exploitation, d'une production à une autre en fonction de la place économique de celles-ci, du caractère plus ou moins risqué de la production et qui nécessitera plus ou moins de précision dans la conduite...

Dès lors que plusieurs processus sont à gérer en parallèle sur l'ensemble des parcelles affectées à une production et sur l'ensemble des productions de l'exploitation, la mise en œuvre de ces dispositifs élémentaires pose le problème de coordonner ces différentes actions. S'agissant de la gestion d'une production, nous parlerons de dispositifs de pilotage locaux, dans la mesure où une logique autonome se dégage. S'agissant de la gestion de l'ensemble, nous parlerons de dispositifs de pilotage transversaux permettant de résoudre globalement les conflits possibles dans l'attribution de ressources limitées.

Des dispositifs locaux pour gérer l'hétérogénéité des situations rencontrées

Au niveau d'une production implantée dans des situations variées, l'adoption et l'adaptation de ces dispositifs élémentaires semblent s'inscrire dans le cadre d'un dispositif local dont l'objet est le choix et la coordination dans le temps et dans l'espace des interventions à effectuer sur une sole (ensemble des parcelles d'une même production).

C. Aubry montre sur la gestion de la sole de blé (travaux en cours), que des dispositifs basés sur une représentation simplifiée de la variété des situations à gérer sont employés par les agriculteurs. En effet, cette culture nécessite un grand nombre d'interventions étalées sur toute la campagne et pour des raisons de succession de cultures, elle est en général implantée, chaque année, sur de nombreuses parcelles aux caractéristiques variées (sol, type de précédent cultural, localisation...). La question de l'organisation de l'ensemble est ainsi concrètement posée.

A titre d'exemple, prenons le cas d'une exploitation de Picardie, dont l'assolement est à base de blé, de betteraves sucrières et de pommes de terre, de pois protéagineux et de colza. La sole de blé est composée d'une vingtaine de parcelles, présentant une diversité de précédents et de types de sols et dispersées sur deux blocs parcellaires distants. L'agriculteur (appelons-le T.) déclare avoir une stratégie de conduite intensive sur l'ensemble de la sole.

Cette stratégie se déploie sous forme d'un dispositif local dont l'existence même résulte d'une volonté d'assurer dès que possible une connexion de la gestion du blé par rapport aux autres productions. C'est ainsi que, pour T., la stratégie de conduite intensive du blé se traduit à l'automne par des exigences en matière de dates de semis qui le conduisent à différer certaines récoltes de betteraves. Par contre au printemps, dans l'objectif de se ménager du temps et semer les betteraves dans de bonnes conditions, T. anticipe les apports d'azote et de régulateur de croissance sur la sole de blé. Ce système d'arbitrage vise ainsi à éviter au maximum les conflits possibles entre le blé et les autres productions.

Dans le cadre du dispositif local de gestion de la sole de blé, T. prévoit, à l'automne, un ordre de semis entre parcelles, une date de démarrage (vers le 5 octobre), des modalités possibles de travail du sol et d'attribution des variétés. Il tient compte pour cela d'une hiérarchie qu'il établit entre les parcelles en fonction de leur potentialité supposée et de leurs caractéristiques (localisation dans les blocs de parcelles, précédent, type de sol). Son objectif est d'avoir terminé ses semis aux alentours du 11 novembre. Ainsi, les semis débutent sur les parcelles de "précédent pommes de terre" et de "précédent pois" avec un chantier d'implantation sans labour, se continuent par les parcelles "derrière betterave" et se terminent par les parcelles de "précédent colza", qui, situées en terrain léger, sont plus faciles à travailler même en conditions pluvieuses. Ces ordres de priorité peuvent être révisés si le début de l'automne est pluvieux ou si du retard a été pris dans la récolte des précédents.

Au printemps, du fait de l'étalement des dates de semis, des choix variétaux et des terrains, l'état de ces parcelles présente une certaine hétérogénéité. Pour mettre en œuvre les différentes interventions prévues dans le cadre de sa stratégie de conduite intensive, l'agriculteur privilégie certaines parcelles pour décider de la nature ou de la date de ces interventions. Pour décider de la dose d'azote à apporter, certaines parcelles de "précédent pommes de terre" de l'un des blocs parcellaires servent de référence pour le calcul de la dose totale d'azote valable pour l'ensemble de la sole. Ce sont par contre des parcelles de "précédent pommes de terre" de l'autre bloc qui guident les décisions concernant le second apport d'azote. Ce type de fonctionnement mettant en jeu des parcelles particulières se retrouve pour les autres interventions printanières notamment pour les décisions de traitements fongicides.

L'ensemble de ce dispositif répond à deux natures de problèmes. Il se concrétise pour le semis sous forme de priorités à respecter entre parcelles. Pour les autres interventions, l'ensemble du dispositif élémentaire correspondant à chacune des interventions visées n'est mis en œuvre que sur un petit nombre d'entre elles. Elles jouent en fait le rôle de parcelles génériques dans la mesure où les décisions prises pour elles servent de règles applicables à l'ensemble de la sole.

Des dispositifs transversaux pour arbitrer l'attribution de ressources limitées

Sur ces différentes logiques locales (attachées à chaque production) se surimposent des logiques transversales qui interviennent à des moments-clés où la question de l'arbitrage de ressources limitées est explicitement posé. L'existence de ces logiques transversales sera illustrée à travers deux exemples empruntés à l'organisation du travail (Papy *et al.*, 1988) et à la gestion de l'irrigation dans un contexte de ressources limitées (Bonnefoy *et al.*, 1992).

L'organisation du travail

La coexistence d'activités concurrentes entre cultures donne lieu, à certains moments, à une gestion globale de l'organisation du travail visant à surmonter les conflits d'utilisation de la main-d'œuvre et du matériel. Reprenons l'exploitation de T., où l'automne est considéré comme la période critique en matière de travail. Dans le cadre de sa stratégie d'autonomie en matière de travail, cette tension l'a conduit à se doter de matériels importants. Toutefois, la main-d'œuvre de l'exploitation ne permet pas de réaliser l'ensemble des travaux simultanément (récoltes de pommes de terre et de betteraves, semis de blé). Pour résoudre ces conflits entre opérations concurrentes et décider de la succession des opérations, T. organise son travail autour de dates-clés correspondant à des priorités différentes :

- à partir du 1^{er} septembre et jusqu'à la première pesée de betterave, il consacre tous les moyens disponibles à la récolte exclusive des pommes de terre;
- de la première pesée de betteraves aux environs du 25 septembre et jusqu'au démarrage des semis de blé, la priorité est à la récolte des betteraves pesées;
- à partir du 5 octobre et jusqu'au 25 environ, la priorité est au semis de blé qui sera effectué en respectant la logique décrite précédemment. L'agriculteur accepte alors de prendre du retard sur les récoltes pour avancer les semis de blé;
- après le 25 octobre, la priorité revient aux récoltes de betteraves, les semis de blé ayant lieu en fonction des disponibilités restantes.

Au sein de chaque période, l'agriculteur définit les types de chantiers possibles (en combinant main-d'œuvre et matériels), l'enchaînement des actions et les critères de faisabilité des différentes opérations en fonction du climat et des terrains. Des adaptations de ce programme de base sont prévues si des aléas (climat, avancement dans la saison, pannes, etc.) affectent le déroulement souhaité. Ces assouplissements peuvent aller de

l'allongement de la durée du travail à la modification des priorités ou à une diminution des exigences quant aux conditions agronomiques de travail.

Deux objectifs prioritaires ressortent de ces arbitrages prévus :

- récolter les pommes de terre de consommation en bonne condition, même si la récolte a lieu un peu avant leur totale maturité physiologique;
- semer tôt une partie importante de la sole de blé (condition nécessaire pour une conduite "intensive").

La gestion de l'irrigation en ressource limitée

La gestion de l'eau d'irrigation sur une exploitation agricole ne se limite pas à des décisions de type opérationnel. En amont de ces décisions, l'agriculteur irriguant dans un contexte de ressources limitées en eau définit avant le démarrage de la campagne d'irrigation une stratégie d'utilisation de l'eau qui détermine la conduite d'irrigation en temps réel sur l'ensemble des cultures concernées.

Prenons l'exemple d'un agriculteur du Sud-Ouest de la France produisant sous contrat des semences de maïs et de carottes ainsi que du sorgho et du tournesol. Il irrigue environ 50 ha à partir d'un lac collectif. Il dispose d'un quota d'eau de 80 000 m³ si le lac est correctement rempli, moins si le lac n'est pas rempli (cas de ces deux dernières années).

Au printemps, l'agriculteur évalue l'utilisation prévisionnelle de son eau d'irrigation. Selon le remplissage du lac, il fixe a priori l'affectation d'un volume d'eau aux différentes soles à irriguer compte tenu des priorités entre cultures :

- Les carottes et les semences de maïs sont, compte tenu de leur intérêt économique, prioritaires quant à l'irrigation et l'agriculteur cherche à éviter au maximum les risques de *stress* hydrique. Le calcul du volume à affecter à ces deux soles se fait sur la base de la surface semée (à la fin de l'été précédent pour les carottes) ou qu'il prévoit de semer (pour le maïs), et d'une norme de consommation assurant une bonne couverture des besoins en eau de ces cultures. Il assure également un volume de sécurité pour l'arrosage des futurs semis de carottes. Si le remplissage du lac est très insuffisant au printemps, l'agriculteur diminue sa surface en maïs.

- Le volume disponible restant est affecté aux soles de sorgho et éventuellement de tournesol. L'agriculteur détermine alors la surface de ces cultures qu'il prévoit d'irriguer et le volume affecté exprimé en tours d'eau. Si le volume disponible dans le lac augmente au cours du printemps ou si l'agriculteur a la possibilité d'acquies de l'eau supplémen-

taire (achat de quota à un voisin), il peut faire évoluer ce plan avant la campagne d'irrigation.

Au cours de la campagne d'irrigation, le pilotage en temps réel des irrigations sur les différentes soles irriguées sera fortement déterminé par ce plan prévisionnel. Il lui faut décider de la date de début d'irrigation sur les soles de carottes et de semences de maïs et ajuster la fréquence de retour selon la demande climatique. Pour les parcelles de sorgho ou de tournesol irrigué, il place les apports prévus dans le cycle de développement des cultures selon ses marges de manœuvre pour l'utilisation de son équipement d'irrigation et ses disponibilités en main-d'œuvre. Enfin, en cours de campagne, il pourra décider de diminuer ou d'augmenter le nombre de passages sur ces cultures en fonction de l'eau encore disponible.

RELATIONS ENTRE PILOTAGE ET DÉCISIONS STRATÉGIQUES

Perspective pour l'aide à la décision

A travers l'étude empirique du comportement de gestion technique de plusieurs agriculteurs, une certaine régularité se dégage.

La gestion de production semble s'exercer de façon intégrée dans un cadre général structuré selon le principe de décomposition introduit par Simon (1974). Cela se concrétise par un double jeu de déconnexion et reconnexion des problèmes de gestion de production: dès que possible, ventilation en dispositifs locaux et opératoires autonomes et lorsque le problème de la gestion globale des conflits se pose, regroupement de l'ensemble dans le cadre de dispositifs transversaux. Ce "découpage" renvoie à ce que Midler qualifie de *"processus caractéristique de la gestion"*, à savoir *"celui de la réduction de la complexité qui permet l'action"* (1991).

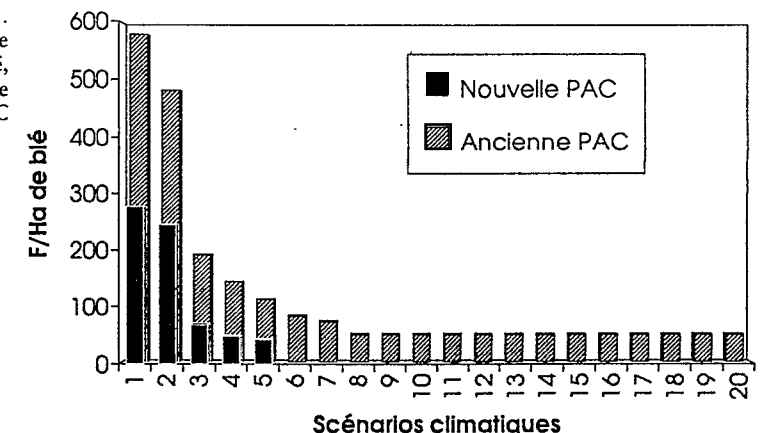
Ces dispositifs sont révélateurs de connaissances théoriques et pratiques sur les processus à gérer, mais ils se réfèrent également à des choix stratégiques tels que choix de production, niveau d'intensification, politique d'équipement... Toutefois, si ces dispositifs de pilotage traduisent la capacité des agriculteurs à intégrer gestion courante et stratégie, le nouveau contexte économique pose de façon cruciale la question de la légitimité de l'ensemble.

Reprenons l'exemple de T. sur la base des mesures prévues pour le blé dans la réforme de la PAC. Appliquons-lui de façon mécanique l'effet de ces mesures. Cela se traduit par une baisse de revenu moyen de 630 francs par hectare. Simulons maintenant en anticipant (sur la suite de l'article) l'effet combiné de ses règles actuelles d'organisation du travail en

automne, du climat observé sur 20 ans et des mesures de politique agricole (ancienne et nouvelle PAC). On constate alors que le risque économique lié à l'aléa climatique devient très relatif dans le cadre de la nouvelle PAC (graphique 1). D'une part, l'obligation de jachère entraîne une diminution de la surface de blé à semer, ce qui réduit d'autant les risques de semis tardif et de baisses de rendement associés. D'autre part, le niveau de prix bas à la production limite de façon importante l'impact économique de ces baisses de rendement. Ce faisant, on est amené à se poser des questions sur les règles structurant l'organisation du travail en automne, des questions sur le niveau d'équipement et de main-d'œuvre, des questions sur la conduite même du blé...

Ce jeu de remises en cause, pour trivial qu'il paraisse, s'avère difficile à conduire dans la réalité. En effet, il concerne un ensemble de relations entre plusieurs niveaux de décision, alors même que ces relations sont "prises en charge" de façon plus ou moins implicite (intériorisées pourrait-on dire) par l'activité de gestion et que cette intégration s'est opérée dans le contexte des dernières décennies.

Graphique 1.
Les risques de perte de
produit blé,
comparaison ancienne
/ nouvelle PAC



Source: J. Mousset (Agrotransfert, Picardie)

Par ailleurs, plus concrètement, pour de nombreux agriculteurs, ce changement fait apparaître des enjeux perçus comme voies d'adaptation possibles pour compenser la baisse de revenu. Dans les exploitations de grande culture, cela se concrétise par des questions de plus en plus fréquentes telles que: comment absorber un accroissement substantiel de surface? Comment dégager du temps pour exercer une activité autre que l'activité agricole? Quelle diversification de production adopter? Comment de façon générale réduire les coûts de production? Comment diminuer les charges de structure? Comment réduire les charges opéra-

tionnelles?... Ces questions renvoient à des interrogations d'ordre stratégique par nature et posent le problème de leur réalisation pratique.

Quant à nous, la question est double: comment à la fois les accompagner dans leur démarche de recherche de solutions et les aider à se reconstruire rapidement de nouveaux dispositifs de pilotage adaptés? Il ne s'agit cependant pas pour nous d'intervenir directement auprès des agriculteurs, mais de proposer des démarches et des instruments mobilisables dans le cadre du conseil et susceptibles en retour d'alimenter un courant de réflexion sur la gestion et l'aide à la décision. Ces démarches reposent sur les trois hypothèses suivantes :

- il est possible de représenter les modalités de gestion de production en partant des logiques de l'acteur. Ces représentations garderont un caractère suffisamment réaliste pour simuler un fonctionnement de gestion de production;
- la démarche de modélisation demandée aux acteurs est un point de départ pertinent pour les amener à réfléchir sur les règles actuelles de gestion et à en imaginer de nouvelles qui soient cohérentes avec des projets d'évolution de leur exploitation;
- l'expérimentation sur "papier" des modèles créés est source d'apprentissage pour l'agriculteur, au sens où la confrontation de ces modèles à un grand nombre de scénarios climatiques va servir de base de réflexion pour améliorer de façon interactive les projets imaginés et pour comparer entre eux les projets jugés finalement intéressants.

Dans une perspective d'aide à la décision, l'approche développée ici n'a pour ambition ni de modéliser l'ensemble de l'exploitation, ni de proposer une solution optimale globale ou partielle. Elle reprend l'idée, en continuité avec celle qui semble être la base du fonctionnement de gestion des agriculteurs, d'une structuration en sous-problèmes. Ce parti pris de "découpage" vise explicitement à favoriser l'implication forte du décideur dans le processus de construction de son projet tout en offrant un cadre de travail structurant. Les deux types de problèmes abordés sont les suivants :

- la gestion de l'organisation du travail et la gestion des ressources en eau en relation avec les questions de taille de l'appareil de production et de choix de productions;
- la conduite de la culture du blé en relation avec la redéfinition de nouvelles stratégies de conduite, compte tenu de la nouvelle donne de la PAC. Les utilisations concerneront deux niveaux: (a) au niveau régional, la constitution de références technico-économiques couplant niveaux d'intensification et situations pédo-climatiques, (b) au niveau conseil (individuel ou en groupe), la question portera sur le choix de stratégies de conduite en s'appuyant sur la notion de parcelle générique.

UNE INSTRUMENTATION DE CONSEIL

Des choix stratégiques aux dispositifs de pilotage

La démarche proposée consiste donc à construire *ex ante* des modèles d'action et à les expérimenter par simulation. Les instruments qui vont servir de support à la modélisation sont typiquement des systèmes interactifs d'aide à la décision (SIAD). Ces systèmes n'ont pas pour objectif d'identifier une décision optimale qu'il "suffirait" ensuite de mettre en application. Leur finalité consiste à "*amplifier le raisonnement du décideur sur la base de ses propres représentations*" (Courbon, 1982). Ainsi que le souligne A. Théoret (1986), ces systèmes concrétisent "*une multiplicité d'efforts visant à offrir au gestionnaire la possibilité de modéliser ou structurer davantage une situation décisionnelle qui l'est peu a priori et d'appliquer des approches, techniques ou modèles appropriés aux aspects structurables d'une conjoncture décisionnelle particulière*". On espère ainsi aider le gestionnaire à améliorer la démarche suivie et la décision obtenue. Dans ces approches, l'accent est donc mis plus sur la prise de décision (vue comme un processus) que sur la décision en elle-même.

La réalisation des SIAD présentés ici s'inspire des techniques de l'intelligence artificielle. Ils comportent trois composantes: un cadre de représentation des connaissances, une représentation du contexte de l'action, un "moteur" pour faire fonctionner l'ensemble.

Le cadre de représentation des connaissances permet de formaliser un modèle d'action sous forme de règles de décision. Ces cadres proposent une structuration et un langage dédiés au type de dispositif concerné. Le formalisme de ces langages doit être "suffisamment proche" des représentations des agriculteurs et manipulable par des conseillers non spécialisés en informatique et, de façon générale, en modélisation.

Le contexte de l'action est concrétisé par des modèles d'évolution des processus biophysiques, par le climat (source de variabilité), l'état des ressources et l'avancement dans la campagne. L'évolution des processus à gérer tient compte des effets combinés du climat et des actions décidées par le "pilote" sur la base des règles de décision. Concernant le climat et sa variabilité, nous avons adopté le choix d'une représentation sous la forme de scénarios climatiques correspondant aux enregistrements historiques des années passées. En effet, ce choix permet, d'une part, de "valider" le fonctionnement du modèle représentatif de la gestion actuelle sur la base de souvenirs récents, d'autre part, de juger des résultats en matière de risque, en se référant à des années particulières ayant valeur de points de repère.

Le "moteur" permet de simuler jour par jour les décisions du "pilote", de faire évoluer l'ensemble du système et d'alimenter une base

d'informations. Cette base est cohérente avec les indicateurs mobilisés dans les règles et les dépouillements souhaités pour l'analyse des résultats de simulation.

La conception d'un instrument de ce type est indissociable de l'analyse empirique des pratiques de gestion et de l'implication forte de partenaires de terrain (conseillers et agriculteurs). A ce titre, il est plus approprié de parler d'un processus interactif de conception d'instrument et de démarches de conseil (Chatelin *et al.*, 1992). Il est toutefois possible de distinguer trois temps forts. Le premier vise à concevoir le modèle de l'instrument sur la base de l'analyse des pratiques et des enjeux perçus, le second correspond à sa mise en œuvre informatique, le troisième consiste à l'expérimenter dans le cadre d'actions concrètes de conseil.

Les trois projets sur lesquels nous travaillons sont à des stades variables d'avancement des travaux. Otel, conçu pour modéliser l'organisation du travail (Attonaty *et al.* 1990), est utilisé expérimentalement depuis deux ans en Picardie (Papy et Mousset 1992), en Bourgogne et au Sénégal. Pour la gestion du blé, une première version du logiciel (Deciblé) est en voie d'achèvement (Poussin, 1991 ; Aubry *et al.* 1992). Enfin la gestion de ressources limitées en eau en est à la phase de définition du modèle de l'instrument.

Conception du modèle de l'instrument et développement du logiciel

L'enjeu de la première étape (conception du modèle de l'instrument) consiste à définir de façon cohérente le cadre de représentation des connaissances qui va servir de base à la définition des modèles d'action et une représentation du contexte de l'action. Par exemple, pour Deciblé, il a fallu mettre en correspondance les étapes du développement de la culture avec les moments d'intervention technique. Plus largement, cela s'est traduit par un travail important d'articulation, dans un même modèle de culture, de connaissances éparses sur les différents processus biophysiques et leur mise en correspondance avec les règles de décision de l'agriculteur. En effet, l'objectif était la simulation des conséquences (agronomiques, écologiques, économiques) de décisions techniques sur une parcelle, et les modèles de cultures disponibles dans la communauté scientifique ne se prêtaient pas à cet objectif (ils correspondent souvent à des conduites non restrictives ou ne prennent en compte qu'une partie des facteurs de production à la fois : eau, azote...). Par ailleurs, la nature des informations nécessaires est en général peu conciliable avec celles disponibles au niveau d'une exploitation. Cette première phase est en soi source d'accumulation de connaissances tant en ce qui concerne la compréhension de la pratique des agriculteurs que pour l'analyse des connaissances théoriques du domaine.

Nous ne détaillerons pas l'étape de développement du logiciel, très liée à la précédente. De façon générale, dans les trois projets, elle a fait l'objet de phases de construction de prototypes avant la réalisation "finale" du logiciel. Ces prototypes ont été conçus soit pour tester la possibilité de simuler un fonctionnement d'agriculteur (Papy *et al.*, 1988) soit, dans le cas de Deciblé, pour vérifier la possibilité de construire un modèle de culture cohérent (Maes, de Pontriand, 1989).

D'un point de vue technique, ces logiciels sont conçus sur le matériel usuel des techniciens et des agriculteurs (micro-ordinateurs de type PC) et doivent donner des résultats rapides. Ces contraintes pratiques nous ont laissé une marge de manœuvre étroite en matière de développement. Ces logiciels font appel à des techniques de représentation des connaissances issues de l'intelligence artificielle et des techniques plus classiques d'écriture de langages informatiques (compilation).

L'expérimentation d'une démarche de conseil : l'expérience menée en Picardie

Pour l'organisation du travail, l'expérimentation de la démarche a été menée en Picardie depuis 1990 (Papy, Mousset, 1992). Elle fut conduite par un ingénieur régional en relation avec des conseillers des centres de gestion, des chambres d'agriculture et des centres d'études techniques agricoles (CETA). Son objectif était double : d'une part, tester le logiciel et l'intérêt de cette nouvelle forme de conseil auprès des agriculteurs, d'autre part, concevoir des démarches d'intervention appropriables par les conseillers de la région. Deux types d'utilisation ont été envisagés, soit dans le cadre du conseil individuel, soit comme support d'animation de groupes d'agriculteurs. Les thèmes abordés dans ces sessions furent principalement la réduction des charges de mécanisation, la répercussion des nouvelles mesures de politique agricole et les formes collectives d'organisation du travail. Concernant l'action de conseil individuel, l'intervention "type" se décompose en trois étapes :

- la première a pour objectif la compréhension du fonctionnement actuel, les problèmes rencontrés et les projets de l'agriculteur. Le fonctionnement de l'organisation du travail est formalisé sous forme de plan d'action. Des simulations sont alors effectuées sur les années récentes pour valider la traduction du plan d'action ;
- la deuxième est consacrée à imaginer de nouvelles stratégies et les plans d'action correspondants. Elle donne lieu à des simulations effectuées sur un grand nombre de scénarios climatiques. Les résultats des plans d'action sont ainsi jugés sous l'angle de leur capacité à répondre aux objectifs visés dans des contextes climatiques variés ;

- enfin, les stratégies jugées intéressantes sont comparées du point de vue économique. Ce chiffrage se fait à l'aide d'un tableur et met en œuvre des données synthétiques concernant la production.

L'expérience a touché une cinquantaine d'exploitations, soit directement dans le cadre d'un conseil individuel, soit au travers de sessions de formation basées sur l'étude du projet d'un des agriculteurs du groupe. D'une façon générale, les projets étudiés concernent des décisions d'évolution importantes (accroissement de surface, diminution de main-d'œuvre, regroupement d'exploitations). A ce titre, ces études de projets renvoient à des approches complémentaires concernant le financement, la fiscalité... voire la dimension juridique et les aspects liés à la gestion des ressources humaines (dans le cas de regroupement d'exploitations). Faire le point sur ces trois années d'expérience nous mènerait trop loin ici; cela devrait prochainement faire l'objet d'une publication. Toutefois, un certain nombre de résultats peuvent être annoncés.

Ces expériences nous ont permis de conforter et d'affiner un certain nombre d'hypothèses concernant "le décideur" et en particulier la grille de lecture proposée en première partie.

Concernant l'implication du décideur dans le processus de construction de solutions, les apports semblent se situer à trois niveaux (Papy, Mousset, 1992):

- le premier concerne l'étape d'explicitation et de "validation" du modèle d'action actuel qui paraît cruciale pour l'adhésion de l'agriculteur à la démarche. D'une part, l'effort d'explicitation est un ressort puissant pour permettre à l'agriculteur d'imaginer des possibilités d'améliorations possibles. D'autre part, la "validation" conditionne fortement son degré d'intérêt pour la simulation dans sa démarche de recherche de solutions;
- le deuxième concerne la confrontation du modèle d'action actuel à des contextes différents de ceux qui servent à le valider (scénarios climatiques différents et contexte économique de la nouvelle PAC). Cette étape peut s'avérer utile pour remettre en cause certains a priori implicites, ainsi que nous l'avons montré pour le blé;
- le troisième concerne bien sûr la construction des projets à tester et leur expérimentation par simulation.

Au-delà de l'intérêt économique des solutions explorées, l'accent est mis, on l'aura compris, sur les apports possibles de la démarche au niveau du processus même de prise de décision. Toutefois, du fait de son caractère progressif en accord avec une maturation de projet, ce type d'approche contient en germe ses propres limites. Il pose en particulier le problème de la disponibilité (état d'esprit et temps) des conseillers pour la conduire. Des travaux sont en cours pour imaginer des interventions plus légères mais respectant dans leurs grandes lignes son caractère interactif.

CONCLUSION

L'innovation instrumentale, en tant que moyen privilégié pour aider à transformer la relation de conseil aux agriculteurs, est au cœur des travaux que nous avons présentés. Le principe retenu ici est de proposer une "instrumentation de conseil" qui s'appuie sur la clarification de modèles d'actions, et puisse servir de base commune de réflexion et de dialogue pour l'agriculteur et son conseiller. Cette optique originale en agriculture tant en gestion de production qu'en gestion stratégique (Attonaty, Soler, 1991) renvoie à des travaux de chercheurs en gestion des organisations montrant l'intérêt d'une démarche de modélisation impliquant les acteurs de l'entreprise (Hatchuel, Molet, 1986), en particulier pour mettre en place de nouveaux modèles de gestion formulés en termes de coordination (Tanguy, 1991). Par ailleurs, le rôle attendu de la simulation rejoint les préoccupations de chercheurs tels que Hall (1984), de Jaegère et Ponssard (1990) et souligne l'intérêt de ce type d'approche pour faciliter la naissance d'une rationalité commune aux acteurs de l'entreprise.

Prendre le pilotage comme point de départ d'une réflexion d'ordre stratégique relevait initialement du pari de chercheurs. Concernant l'organisation du travail, l'expérience accumulée par nos partenaires de "terrain" semble confirmer l'intérêt de l'approche. En effet, d'un point de vue économique, les études réalisées montrent que l'adaptation des règles d'organisation du travail constitue une source importante de gains de productivité. Par ailleurs, le caractère pragmatique de cette démarche – au départ déroutante – se révèle être effectivement porteur d'une nouvelle dynamique du conseil tant au niveau individuel que pour l'animation de groupe d'agriculteurs.

Toutefois, le caractère innovant de la démarche pose le problème même de son insertion dans les structures de conseil existantes. A ce titre, il serait important de suivre l'expérience de démultiplication de la méthode actuellement en cours en Picardie auprès de conseillers des centres de gestion et des chambres d'agriculture, d'analyser les transformations qui s'opèrent et les conditions d'usage de ce type d'approche.

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*: BOUR-

- GINE (P.) and WALLISER (B.) (eds.), *Economics and Artificial intelligence*, Paris, pp. 291-297.
- ATTONATY (J.-M.), SOLER (L.-G.), 1991 — Renewing strategic decision-making aids, *European Review of Agricultural Economics*, vol. 18, n° 3/4, pp. 423-442.
- AUBRY (C.), CHATELIN (M.-H.), POUSSIN (J.-C.), ATTONATY (J.-M.), MASSE (J.), MEYNARD (J.-M.), GÉRARD (C.) ET ROBERT (D.), 1992 — Deciblé: a decision support system for wheat management, 4^e congrès international d'informatique agricole, Versailles, juin, 4 p.
- BERRY (M.), 1986 — Connaissance et action: de la balistique à la maïeutique, colloque international HEC, Montréal.
- BONNEFOY (M.), BOUTHIER (A.), DEUMIER (J.-M.), JACQUIN (C.), LEROY (P.), 1992 — Etude de faisabilité pour la mise au point d'une méthode de conduite des irrigations, Rapport INRA-ITCF au ministère de l'Agriculture, 100 p.
- BOURGINE (P.), LEMOIGNE (J.-L.), 1990 — Les bonnes décisions sont-elles optimales ou adéquates? XII^e congrès européen de recherche opérationnelle, Athènes, 25-29 juin, 11 p.
- CERF (M.), POITRENAUD (S.), RICHARD (J.-F.), SEBILLOTTE (M.), TIJUS (C.-A.), 1990 — Knowledge representation and farm management: how to describe procedural thinking, colloque sur la cognition, Madrid, 21-23 nov.
- CERF (M.), 1992 — Représenter les savoirs et savoir-faire des agriculteurs: intérêt pour l'élaboration d'aides à la décision pour la conduite des cultures, 4^e congrès international d'informatique agricole, Versailles, juin, pp. 79-83.
- CHATELIN (M.-H.), ATTONATY (J.-M.), POUSSIN (J.-C.), 1992 — Raisonnement l'organisation du travail en agriculture: chronique d'une démarche interactive de conception d'un SIAD, 4^e congrès international d'informatique agricole, Versailles, juin, pp. 5-8.
- COURBON (J.-C.), 1982 - Processus de décision et aide à la décision, *Economie et Sociétés*, série Sciences de gestion, 3, XVI, 12, pp. 1466-1476.
- DE JONG (P.-C.), 1990 — BETA: Un système d'aide à la décision pour la culture de la betterave sucrière, Procédure et expérience, 3^e congrès international d'informatique agricole, Francfort-sur-le-Main, H. Kuhlman, pp. 95-105.
- DURU (M.), PAPY (F.), SOLER (L.-G.), 1988 — Le concept de modèle général et l'analyse du fonctionnement de l'exploitation agricole, *Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture de France*, 74, pp. 81-93.
- ELEVELD (E.), HUIRNE (R.B.M.), DIKHUIZEN (A.A.), 1991 — Integrated information technology in farm management, XXVI^e séminaire de l'EAAE, Grignon, 10-12 septembre, 13 p.
- HALL (R.I.), 1984 — The natural logic of management policy making: its implications for the survival of an organisation, *Management Science*, vol. 30, n° 8, août, pp. 905-927.
- HATCHUEL (A.), MOLET (H.), 1986 — Rational modeling in understanding aid aiding human decision making, *European Journal of Operational Research*, n° 24, pp. 178-186.
- JAEGERE DE (A.), PONSSARD (J.-P.), 1990 — La comptabilité: genèse de la modélisation en économie d'entreprise, *Gérer et comprendre, Annales des Mines*, mars.
- LAMBERT (J.-R.), 1989 — A real-time cotton production decision support system on the farm, in: WEISS (A.), *Climate and Agriculture: systems approaches to decision making*, Charleston, pp. 258-265.
- LORINO (P.), 1991 — *Le contrôle de gestion stratégique. La gestion par les activités*, Paris, Dunod, 213 p.
- MAES (B.), PONBRIAND DE (R.), 1989 — Simulateur d'élaboration du rendement et construction d'itinéraires techniques pour la conduite du blé d'hiver, mémoire de DAA, Grignon, INA-PG, 53 p.
- MIDLER (C.), 1991 — Apprentissage et organisation, in: *Actes du séminaire Condor (Contradiction et dynamique des organisations)*, pp. 75-97.
- NITSCH (U.), 1991 — Computers and the nature of farm management, European seminar on knowledge management and information technology, Wageningen.
- PAPY (F.), ATTONATY (J.-M.), LAPORTE (C.) ET SOLER (L.-G.), 1988 — Work organization simulation as a basis for farm management advice, *Agricultural systems*, n° 27, pp. 295-314.
- PAPY (F.), MOUSSET (J.), 1992 — Vers une communication des savoirs théorique et pratique, 4^e congrès international d'informatique agricole, Versailles, pp. 177-180.
- PETIT (M.), 1982 — Théorie de la décision et comportement adaptatif des agriculteurs, in: *Formation des agriculteurs et apprentissage de la décision*, Actes de la journée du 21 janvier 1981, ENSSAA-INRA, pp. 1-36.

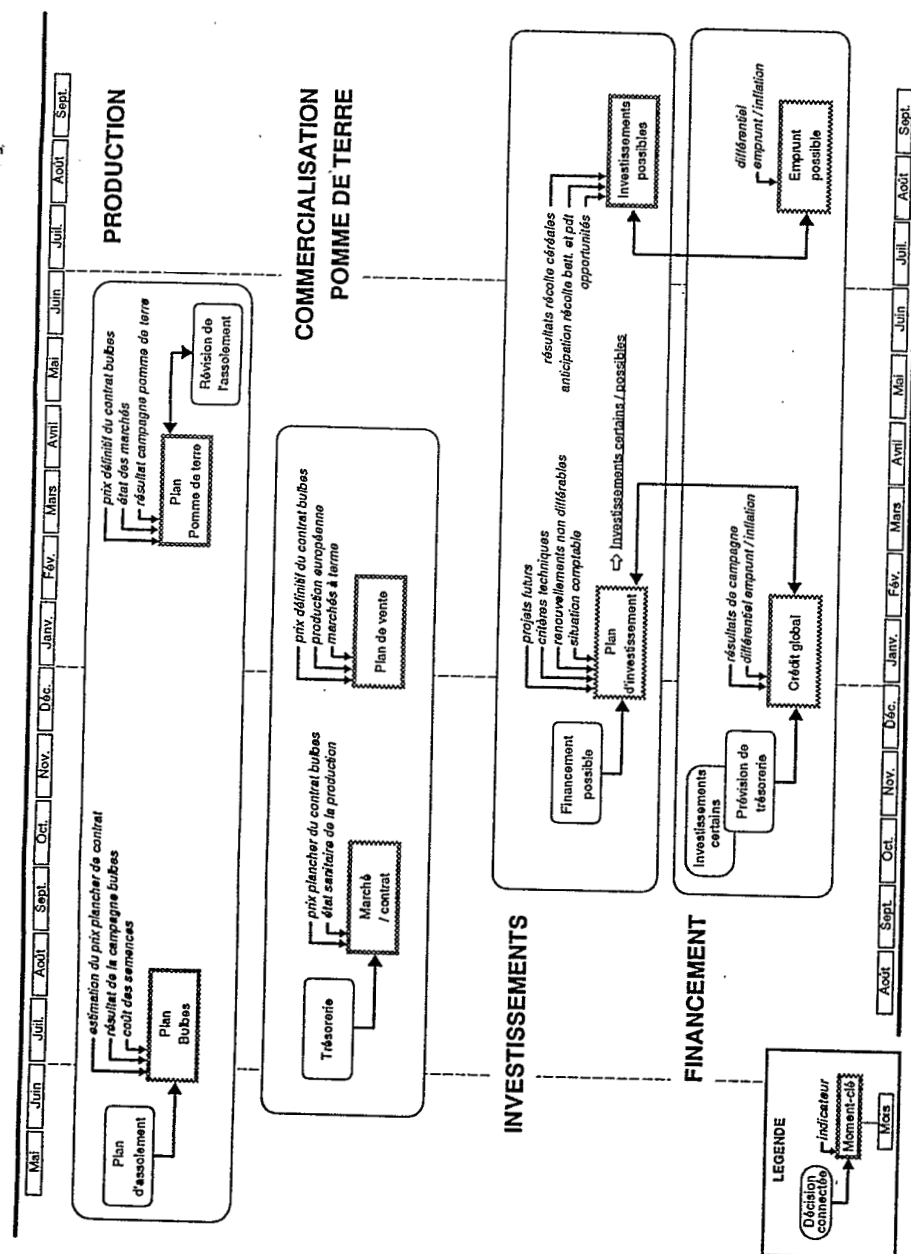
- PLANT (R.), 1989 — An artificial intelligence based method for scheduling crop management actions, *Agricultural systems*, n° 31, pp. 127-155.
- POUSSIN (J.-C.), 1991 — Déciblé: un outil d'aide à la décision pour la conduite du blé d'hiver, mémoire de DEA de méthodes scientifiques de gestion, Université de Paris-Dauphine, septembre.
- ROY (B.), 1992 — Science de la décision ou science de l'aide à décision, *Revue Internationale de Systémique*, vol. 6, n° 5, pp. 497-529.
- SÉBILLOTTE (M.), SOLER (L.-G.), 1988 — Le concept de modèle général et la compréhension du comportement de l'agriculteur, *Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture de France*, 74, pp. 59-70.
- SCHEEPENS (A.J.), 1992 — Approche des besoins en information dans la culture agricole hollandaise au cours des dix dernières années, 4^e congrès international d'informatique agricole, Versailles, pp. 153-166.
- SIMON (H.-A.), 1974 — *La science des systèmes*. Paris, Ed. Epi.
- SOLER (L.-G.), 1990 — Décisions financières et incertitude dans l'entreprise agricole, *Revue Française de Gestion*, n° 79, pp. 47-56.
- TANGUY (H.), 1991 — Modéliser la production: un point de départ pour rénover la planification et le contrôle d'activité, *Economie Rurale*, n° 206, novembre-décembre, pp. 23-28.
- THÉORET (A.), 1986 — Processus décisionnel et systèmes d'aide à la décision, in: *L'aide à la décision, nature, instruments et perspectives d'avenir*, Québec, Presses de l'université Laval, pp. 497-529.
- TIREL (J.-C.) 1991 — Gestion de l'entreprise agricole: perspectives et nouveaux enjeux, *Economie Rurale*, n° 206, novembre-décembre, pp. 18-22.

Stratégies de planification et d'ordonnancement

Quel modèle pour l'industrie des produits
frais laitiers ?

Michel NAKHLA

Tableau 2. Le diagramme de pilotage chez D.



Pilotage de la production et aide à la décision stratégique

Le cas des exploitations en grande culture

Marie-Hélène CHATELIN
Christine AUBRY
Pascal LEROY
François PAPY
Jean-Christophe POUSSIN

22 SEP. 1995

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 38937 ex 1

Cote : B

P15 M