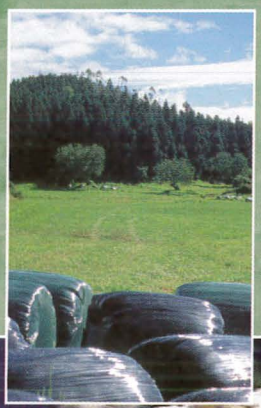
Actes du Séminaire Inra-Cirad

et

Journées préparatoires au Colloque régional

Coordonnateur : **Patrice GRIMAUD**



Les outils d'aide à la gestion des fourrages

13 - 17 mai 2002
Pôle Elevage du Cirad à la Réunion

Comité organisateur : **M. DURU, P. GRIMAUD, H. GUERIN, P. LECOMTE, P. THOMAS**

REGION REUNION VALORISONS NOS ATOUTS

INRA Institut National de la Recherche Agronomique

AFP UNION des ASSOCIATIONS FONCIERES PASTORALES

CIRAD

Ouverture du séminaire

Equipe ORPHEE :
**"Outils, Références et modèles
Pour la gestion des systèmes HerbagErs"**

Michel DURU
Inra Environnement
et Agronomie & Sad,
BP 27,
31326 Castanet-Tolosan Cedex,
France

Contexte, enjeux, objectifs et organisation des recherches

Depuis la fin des années 80, les missions assignées à l'agriculture et à l'élevage d'herbivores (bovin, ovin) se sont modifiées sous l'effet combiné des injonctions de la société, des prescriptions européennes, nationales et de leur traductions locales. Un modèle d'élevage à fonction essentiellement nourricière était encouragé par un système de soutien au marché des produits et d'aides à la capitalisation. Depuis le début des années 90, on attend désormais de l'agriculture et en particulier de l'élevage qu'ils répondent à des préoccupations citoyennes : conserver la qualité du milieu (gestion de l'espace, réduction de la pollution), améliorer celle des produits (plus naturels, typicité...). En outre, les éleveurs ont comme soucis la durabilité de leur système de production, qui peut s'analyser au travers des rapports qu'ils entretiennent avec leur environnement. Ces rapports peuvent être étudiés de 4 points de vue : écologique (le renouvellement des ressources naturelles sur le long terme), économique (la viabilité de l'exploitation), social (par exemple un nombre suffisamment élevé d'exploitations) et enfin intergénérationnel pour assurer la transmissibilité de l'exploitation. Ces préoccupations citoyennes et d'éleveurs ne constituent pas l'objet de notre recherche mais son contexte. Nous ne devons pas les perdre de vue de façon à préciser en quoi les références que nous élaborons permettent ou non de concilier les préoccupations des éleveurs et celles des citoyens.

Dans ce nouveau contexte, les prescriptions auprès des éleveurs se sont modifiées. D'une part on assiste à une grande diversification des modèles de production et non à la promotion d'un modèle unique comme dans les décennies précédentes. D'autre part les voies de prescription se sont aussi diversifiées : traditionnellement assumées par les Chambres d'agriculture et les Instituts Techniques, les organismes d'approvisionnement y contribuent désormais. Les organismes d'aval (coopératives...) orientent les modes de production en jouant sur les incitations financières (modulations saisonnières des prix des produits...) et les cahiers des charges. Enfin, on assiste à une implication plus directe de l'administration puisque les changements prennent la forme de contrats. La logique de la nouvelle loi d'orientation agricole au travers de la mise en place des CTE renforcera probablement cette tendance. Il en résulte un encouragement au changement des pratiques productives ; ces dernières étant soit spécifiées dans des cahiers des charges ou des chartes de "bonnes pratiques", soit mises en œuvre spontanément par les éleveurs de façon à s'adapter à ce nouvel environnement pour en tirer parti. Outre ces "forces de changement" externes aux élevages, on assiste à un agrandissement des surfaces et à un souhait d'allégement et de simplification du travail.

Les éleveurs sont ainsi soumis à un ensemble complexe de facteurs de changements dont la traduction prend des formes différentes (désintensification, extensification....) selon les caractéristiques structurelles des élevages (les surfaces et leurs spécificité), selon l'orientation productive (contrats et incitations par filière) et enfin selon la localisation (opportunités et dynamiques locales agri-environnementales, incitations régionales). Les capacités à s'adapter, à saisir de nouvelles opportunités, à trouver de nouveaux compromis entre des enjeux internes (revenu, travail...) et externes (qualité, environnement...) deviennent primordiales.

Les recherches de l'équipe visent à produire des connaissances et des outils permettant d'analyser et de conforter les capacités d'adaptation des exploitations d'élevage. Un enjeu pour la recherche est d'imaginer et d'évaluer de nouveaux modes d'organisation concernant l'alimentation du troupeau et l'utilisation du territoire herbager pour éclairer les pouvoirs publics, et de décliner ces modes d'organisation en termes de règles de production pour construire des outils de gestion appropriables par les éleveurs ou leur environnement professionnel (conseillers).

Ces modes d'organisation sont conçus comme des compromis entre des contraintes d'organisation identifiables au niveau des systèmes de production et des contraintes d'intervention liées aux caractéristiques du matériel biologique géré, en l'occurrence la végétation prairiale dans les systèmes herbagers. Ces modes d'organisation peuvent se définir d'une part par les grands équilibres au niveau du calendrier alimentaire (pâturage vs fourrages stockés,

ensilage de maïs vs stock d'herbe) et les assolements correspondants, d'autre part par des plans de production propres à chacun des types de ressource et les règles qui les coordonnent. Cette hypothèse nous a conduit à définir 2 axes de recherche présentés ci-dessous. La problématique de l'équipe est fondée sur l'interaction entre ces deux axes. Chacun d'eux correspond à l'étude d'un système (agro-écosystème, système technique de production) dont le modèle conceptuel de fonctionnement, présenté dans chacune des 2 sections de résultats, est tour à tour source de questions et d'hypothèses et moyens d'intégration des connaissances produites. La structure des modèles dépend des niveaux d'organisation considérés et oriente le choix de leurs critères d'acceptabilité. La visée heuristique de ces recherches est située sur les pratiques, mais en tenant le cap de recherches à valeur générale, dans les disciplines biologiques, mais aussi en ingénierie des systèmes de production.

L'articulation entre les axes 1 et 2 est fondamentale. Elle est constitutive de l'équipe et a comme ambition d'établir un chaînon manquant actuellement entre les entités fonctionnelles construites par les éleveurs pour raisonner leurs interventions et les entités retenues par les agronomes pour modéliser les processus biotechniques.

Le premier axe est centré sur les caractéristiques agro-écologiques des végétations prairiales et leurs dynamiques. L'objectif est de construire des modèles de fonctionnement d'agro-écosystèmes permettant d'instruire les questions d'organisation traitées au niveau des systèmes techniques de production. L'**itinéraire technique** est le niveau d'intégration recherché. Il s'agit de modéliser les effets combinés des principales interventions que sont la fertilisation et la défoliation sur les états et performances agronomiques d'une prairie et de mettre au point des outils de diagnostic des effets de ces interventions. Ces études sont largement définies par les besoins en recherche identifiés par l'étude des systèmes techniques. C'est pourquoi de tels objectifs nécessitent d'abord une réflexion approfondie sur les fonctions et les différents usages des prairies pour orienter et finaliser les recherches, puis le développement de travaux analytiques permettant d'établir des modèles prédictifs sur les relations entre les interventions culturales et les principaux processus biologiques impliqués. En Europe, les prairies permanentes présentent souvent une diversité d'usages au sein d'un même élevage en relation avec la diversité de fonctions nécessaires à l'alimentation en continu de lots d'animaux dont les exigences sont variables au cours de l'année et différentes entre lots. Ces fonctions concernent la production de ressources pour un usage immédiat (pâturage de qualité) ou différé (ensilage, foin de qualité ou tolérance pour une moindre qualité, constitution de reports sur pied), pour une utilisation systématique chaque saison ou au contraire occasionnelle. Cette diversitépeut être associée au choix des espèces fourragères semées, ou bien à un changement de conduite d'une prairie permanente qui occasionne des changements dans la nature et l'abondance des espèces. A cette diversité d'usages sont associées des caractéristiques agronomiques différentes en relation avec la nature, l'abondance et la morphologie des espèces qui fondent la valeur d'usage de la prairie : saisonnalité de la production et la valeur nutritive de l'herbe disponible, présence ou non d'espèces indésirables car peu ou pas consommées. Cette diversité d'usages s'observe aussi pour des prairies mono-spécifiques de graminées semées.

Le second axe de recherche concerne l'étude de l'organisation des systèmes techniques de production. Le choix des calendriers de production et des produits résulte largement d'un positionnement par rapport au marché, alors que les grandes lignes de la conduite alimentaire procèdent de choix quant à l'utilisation du territoire, le plus souvent compte tenu des réglementations imposées par les pouvoirs publics et des contraintes locales liées au milieu. Ces choix sont constitutifs d'une stratégie. Une catégorisation des systèmes d'élevage et de leurs choix de production constitue une des étapes de ces recherches. Pour les catégories de systèmes d'élevage où nous situons les enjeux les plus importants, notre objectif est d'expliciter et d'évaluer des modes d'organisation en les formalisant en termes de choix et de mise en œuvre de règles de production. Nous définissons ces modes d'organisation d'une part par les règles de répartition de la charge animale dans l'espace et dans le temps permettant d'alimenter le troupeau en continu, sous contraintes de ressources (terre, travail...) : les assolements fourragers et les

calendriers alimentaires, d'autre part par les règles de conduite des lots d'animaux et des surfaces. L'adaptation des systèmes de production passe le plus souvent par des innovations en termes d'organisation. Ce n'est pas tant de nouvelles techniques portant sur la gestion de la végétation ou des animaux qu'il convient de mettre au point que de définir de nouvelles logiques au niveau des systèmes de production. Les études consistent à établir les principes d'une structuration du système de production en entités de gestion (nommées ateliers de production) qui sont dimensionnées, coordonnées et conduites de façon à satisfaire à des contraintes portant sur les ressources du système de production. L'identification de ces entités est donc à la base de l'étude des modes d'organisation des élevages. C'est un préalable obligé lorsque l'on veut étudier l'adaptation des systèmes de production, qu'il s'agisse de prendre en compte les injonctions relatives à la qualité des produits ou à la qualité du milieu, et ainsi d'éviter de faire comme si toute adaptation se résumait à une règle de trois en réduisant un système à la somme de ses composants, par exemple les parcelles.

Conception d'itinéraires techniques

L'objectif de la recherche à ce niveau est de construire, ou d'adapter, des modèles d'itinéraires techniques couvrant la diversité des modes de conduite décrits précédemment, soit en mobilisant des connaissances disponibles dans la littérature, soit en acquérant ces connaissances par nous mêmes (cf tâche suivante). Les modèles doivent permettre de rendre compte des effets combinés de plusieurs interventions culturales (fréquence, période, intensité de défoliation ; fertilisation) sur les caractéristiques qui fondent la valeur d'usage de la prairie. Outre les variables de sortie usuellement retenues pour des prairies mono-spécifiques fauchées (modèles d'accumulation nette de biomasse et de qualité de cette biomasse), il importe d'étudier : (i) d'autres caractéristiques qui influent sur le comportement alimentaire (structure du couvert en termes de gaines et de limbes par exemple) pour les prairies pâturées ; (ii) la composition botanique des prairies permanentes à flore complexe pour définir les conditions de maintien ou de changement de valeur d'usage, ou bien encore pour éviter certains types de végétation jugés indésirables.

Acquisition de connaissances sur le fonctionnement des agro-écosystèmes

La définition et le pilotage des valeurs d'usage des couverts prairiaux impliquent de développer des modèles prédictifs sur les changements d'états des couverts en interaction avec les opérations techniques. Ces modèles sont développés à différents niveaux de l'organisation de la communauté prairiale en fonction des processus impliqués dans la définition des différentes variables de sortie associées à la définition de l'usage des couverts (dynamique de l'accumulation et/ou digestibilité de biomasse, dynamique de groupes fonctionnels, dynamique d'espèces cibles, ...). Ces niveaux d'organisation sont soit déjà connus (individus, populations, communauté) ou à construire (groupes fonctionnels,..). Les connaissances sur la caractérisation agronomique et le fonctionnement écologique sont articulées dans des modèles proposant une représentation du fonctionnement des couverts qui répondent aux besoins de prédiction des changements d'état pour la conduite.

Acquisition de connaissances sur l'organisation des systèmes d'élevage

Les méthodes d'évaluation ou d'aide à la conception des systèmes d'élevage sont le plus souvent fondées sur une approche globale des systèmes de production ou sur une agrégation de connaissances sectorielles.

Relativement aux objectifs fixés, ces deux démarches souffrent d'insuffisances. La modélisation des processus biophysiques aboutit rarement au niveau d'intégration nécessaire à la définition de stratégies de conduite de pâturage, du fait de la difficulté de prise en compte des contraintes qui pèsent sur les moyens de production, contraintes qui font qu'on ne peut se satisfaire d'un optimum agronomique (Stafford and Smith, 1996). Les approches les plus intégrées qui consistent en des études comparatives de cas, butent sur des difficultés de généralisation, ou d'anticipation des effets de changements de stratégies de conduite. En outre, les variables choisies ne sont pas toujours les plus adaptées (chargement moyen par exemple). Enfin, il est difficile d'intégrer les référentiels biotechniques dans ces analyses pour concevoir et évaluer des scénarios.

Notre hypothèse centrale est que les décisions d'intervention sont prises en fonction d'une logique technique (cf tâche 1), mais aussi organisationnelle. Autrement dit, les modes d'organisation des ressources fourragères et des troupeaux sont contraints certes par l'environnement socio-économique (caractéristiques de la filière, réglementations), mais aussi par le type de production zootechnique et le niveau des performances visées, et par les ressources des systèmes de production (force de travail, caractéristiques des parcelles...). C'est la raison pour laquelle il importe d'évaluer précisément les contraintes à chacun de ces niveaux. Cette approche nous a conduit à proposer une analyse des systèmes d'élevage sur la base d'ateliers de production, et à représenter les actions sous formes de règles générées par des contraintes.

Synthèse et mise en forme de connaissances dans la perspective de l'action au niveau des entités de gestion

Le développement agricole fonde ses conseils à partir : (i) d'expérimentations, le plus souvent à la parcelle, ou parfois au niveau du système, en cherchant à couvrir une gamme raisonnable de choix techniques en divers sites et sur plusieurs années climatiques (ITCF, IE), (ii) d'une approche globale des élevages par suivi (IE).

L'expérimentation, particulièrement longue et coûteuse à mettre en œuvre avec des animaux, est inadaptée à un contexte socio-économique mouvant et à la diversité des solutions techniques actuelles, notamment si on veut pouvoir analyser les effets combinés de plusieurs règles de conduite. Elle est en outre peu porteuse d'innovations, car un nombre très limité de comparaisons peuvent être effectuées. Les suivis d'élevage permettent quant à eux de préciser le cadre dans lequel les éleveurs prennent leurs décisions (Guérin, Bellon, 1989), mais ils ne permettent pas d'informer ces cadres, faute le plus souvent de disposer de modèles biotechniques adaptés.

Nous avons fait le choix de construire des outils de gestion basés, lorsque cela était possible, sur le couplage de modèles biotechniques et de modèles de décision. Cela permet d'innover dans trois directions : le diagnostic agronomique, la planification des activités au niveau des ateliers de production et l'allocation de ressources.

Les études d'agro-écosystèmes nécessaires à la mise au point d'itinéraires techniques

Nous présentons successivement les recherches portant sur des couverts de graminées mono-spécifiques semées, puis sur les prairies permanentes à flore diversifiée. En fin de chapitre nous présenterons un modèle intégré de fonctionnement de ces différents types de prairies et des modèles d'itinéraires techniques associés.

L'étude des communautés ayant été renouvelée depuis seulement deux ans, il est prévu de les poursuivre, mais avec certaines inflexions de façon à passer à une phase d'intégration des connaissances. Une première illustration de ces mises en correspondance, qui nécessite de mobiliser les recherches de nos collègues de l'élevage, est donnée à titre d'exemple dans le cas simple d'un couvert monospécifique pâturé par des vaches laitières où l'on cherche à concilier –quantités ingérées (biomasse minimale), production laitière (teneur en matières azotées minimales) et limitation des rejets azotés (teneurs en MAT maximales). Nous montrons de cette manière que réduire la fertilisation azotée diminue la gamme des intervalles entre défoliations pour satisfaire aux 3 objectifs.

Pour cela, deux types d'études peuvent être distinguées :

Les études sur la végétation proprement dite

Ces études visent d'une part à préciser la gamme des pratiques (défoliation) ou d'états du milieu (disponibilité en éléments minéraux) qui correspondent à des ensembles d'espèces pouvant être rassemblées dans un même groupe fonctionnel, d'autre part à caractériser leurs valeurs agronomiques (teneur en azote, digestibilité, biomasse accumulée au plafond de croissance (" ceiling yield ")). L'accent sera mis sur l'étude de la plasticité des espèces, en fonction des pratiques et des états du milieu, au sein et entre groupes fonctionnels, de façon à déterminer les limites de plasticité.

Initiée récemment avec l'équipe FGEP-INRA de Clermont-Ferrand et le CEFE-CNRS de Montpellier dans le cadre d'appels d'offres (AIP, DIVA, ECOS-Sud). le CEFE et l'équipe FGEP,

l'étude des traits d'espèces est pour nous le moyen de construire des modèles prédictifs des caractéristiques agronomiques. L'adoption par l'équipe des démarches et méthodes issues de l'Ecologie végétale et leur application à l'étude des couverts herbacés anthropisés s'est avérée enrichissante sur le plan des résultats et des collaborations scientifiques établies Plusieurs raisons nous amènent à poursuivre son développement. D'une part la pluridisciplinarité d'Orphée et l'objet de notre étude font de notre équipe un lieu privilégié pour l'adaptation de ces démarches et méthodes à des prairies permanentes. D'autre part, l'intérêt est réciproque puisque l'approche écologique sur les traits de vie des espèces trouve par ce fait l'occasion de tester sa généralisation et/ou ses limites sur des communautés végétales destinées à une fonction productive. Pour cela nous combinerons des études de population en culture pure et au sein des communautés. Ce travail nous permettra d'aborder aussi l'étude de la biodiversité. C'est un concept dont nous pouvons contribuer à expliciter le rôle fonctionnel, en précisant les niveaux d'organisation concernés : s'agit-il de la diversité des communautés à l'échelle d'un petit territoire, s'agit il de la diversité spécifique au niveau des communauté. Cette approche permettra en outre d'assurer le couplage entre les traits fonctionnels et l'étude des cycles démographiques des espèces pour analyser la possibilité d'inférer d'une part sur leur aptitude à la tolérance ou à l'évitement de la compétition aux stades sensibles du cycle de développement (ex. plantules ou juvéniles), d'autre part sur leur aptitude à la compétition au stade adulte.

- ***Les études sur le sol et à l'interface entre le sol et la végétation***

Afin de définir les pratiques de fertilisation à mettre en œuvre pour maintenir les groupes fonctionnels correspondants aux caractéristiques agronomiques recherchées ou pour prédire le sens d'une évolution, il est nécessaire (i) de tenir compte à la fois des recyclages d'éléments minéraux via les résidus (litières ou racines sénescentes), et des spécificités des sols (pouvoir fixateur pour P) et (ii) de disposer d'outils de diagnostic suffisamment sensibles pour évaluer la biodisponibilité des éléments minéraux et rendre compte de son évolution sous l'effet des pratiques : P de la solution du sol (minéral et potentiellement minéralisable).

Notre objectif est d'entreprendre le couplage des études des cycles biogéochimiques et des stratégies d'espèces pour des agro-écosystèmes où le compartiment des résidus contribue largement au recyclage des éléments majeurs NPK. La dynamique de ce recyclage est contrôlée en particulier par la composition biochimique des résidus (C/N, C/P, N/P). L'approche par les traits fonctionnels a montré que les espèces à conservation de ressources ont un turnover foliaire plus lent, un rapport C/N plus élevé qui va influer sur la dynamique de minéralisation (collaboration avec P Loiseau pour N).

Il s'agira d'explorer les différentes voies de recyclage des résidus en relation avec la nature des tissus pour les espèces modèles ayant des stratégies différentes, de façon à estimer les intrants nécessaires au maintien des communautés correspondantes. La question est de savoir quelle est l'incidence de la composition minérale sur la décomposition des différentes espèces modèle et les conséquences sur l'évolution des ressources minérales du milieu.

En outre, le développement des études sur le cycle biogéochimique de P nécessite d'améliorer la prise en compte des caractéristiques du milieu qui contrôlent la biodisponibilité via les recyclages biologiques dans les milieux de faible fertilité P. Notre objectif est de tester sur une gamme plus étendue de sols que précédemment, l'effet des disponibilités en P sur la minéralisation de la matière organique en présence d'allophanes : fraction minérale qui fixe fortement les ions phosphates. Par ailleurs nous rechercherons quelle est le compartiment des matières organiques du sol le plus efficace dans le recyclage des éléments minéraux suite à un apport de P : résidus ou matière organique stabilisée.

Les études sur les dynamiques de population à partir d'espèces modèles choisies ont été développées en relation avec des itinéraires techniques où les pratiques de défoliation étaient représentées ou simulées uniquement par une coupe. Nous abordons l'étude de l'impact spécifique du pâturage sur cette dynamique sous différents aspects :

- Des suivis expérimentaux en cours ou prévus sont destinés à mettre en évidence l'impact du rôle de la défoliation et du piétinement par l'animal sur les taux de survie des plantules, stade de développement le

plus souvent soumis à un pâturage de printemps (modèles cerfeuil, sensitive[1] et genêt). Il s'agit en particulier de définir l'efficacité du pâturage en fonction du stade de développement de la plantule ou du juvénile (degré de sensibilité) et du chargement (probabilité de passage des animaux). On tentera d'estimer la variabilité (spatiale) de ces taux de survie en fonction du chargement et d'en simuler les conséquences sur les évolutions démographiques des populations.

- De préciser la notion d'indésirable, au niveau des stades adultes en relation avec le comportement d'ingestion des animaux. D'une part on précisera et quantifiera certains critères décrivant le caractère d'inappétence des espèces (physiques : ex résistance des tiges au cisaillement, chimiques). D'autre part on précisera la valeur de la ressource et la dynamique de la biomasse valorisable en relation avec le stade de développement de l'espèce, sa réponse morphogénétique à la défoliation et le comportement alimentaire des animaux au sein de couverts complexes. Nous étudierons en particulier les conséquences démographiques de la consommation des organes "ressources" (exemple jeunes pousses sur taux de survie des adultes, fleurs et fruits sur fécondité,..). Le développement d'un modèle démographique du genêt à balai (Cytisus scoparius) pour étudier l'impact du pâturage sur la dynamique de colonisation d'une espèce ligneuse envahissante à l'échelle d'un petit territoire.

L'objectif de ce projet sur C. scoparius est l'élaboration d'itinéraires techniques de gestion des surfaces pâturées qui prennent en compte la gestion de populations d'espèces de " petits ligneux " présentant un caractère indésirable. Dans les systèmes d'élevage en zone dites difficiles, le maintien des pratiques de pâturage et/ou l'ajustement de sa conduite ou les pratiques de gyrobroyage constituent souvent les seules voies possibles pour un contrôle de la dynamique de populations de ces espèces ligneuses. Cette espèce est très connue pour son caractère envahissant que ce soit au sein de ses habitats natifs ou exotiques.

Son aptitude à une dominance rapide en terme de densité de populations constitue le principal caractère indésirable de cette espèce car elle peut constituer dans certaines situations de conduite du pâturage une ressource non négligeable. Mais la valorisation de cette espèce comme ressource alimentaire nécessite qu'elle soit contenue dans certaines zones et à des densités de population qui permettent le maintien d'une flore diversifiée et accessible par les animaux. L'enjeu de ce projet est donc de contrôler par le pâturage (associé éventuellement à d'autre modes d'intervention notamment le gyro-broyage) la dynamique spatio-temporelle des populations de genêt afin de contenir son caractère indésirable voir de développer la ressource fourragère qu'elle représente.

Il s'agit dans ce projet de modéliser les réponses démographiques des populations de genêt sous l'impact du pâturage (caractérisé par des dates, périodes et chargement). L'originalité du projet est d'intégrer l'étude des structures génétiques de cette espèce comme une composante déterminante des interactions entre les populations et les pratiques de pâturage et donc de la réponse démographique à moyen et long terme. L'approche combinée démographique et génétique des populations permettra de caractériser l'organisation spatio-temporelle des interactions entre populations et pratiques de pâturage. Elle peut permettre en particulier de rendre compte de l'importance du rôle du pâturage aux différents niveaux de l'organisation de la dynamique de population. La parcelle est supposée être un des niveaux de l'organisation du pâturage qui peut structurer fortement la dynamique de population du genêt.

Il comportera deux volets complémentaires :

l'étude des dynamiques démographiques du genêt à l'échelle d'un petit territoire en relation avec différents scénarios de conduite du pâturage à l'échelle de la parcelle via la réponse de la structuration à la fois phénotypique (stade de développement) et génotypique des populations.

l'étude des processus adaptatifs (plasticité phénotypique et sélection génotypique) en réponse au pâturage et des conséquences à long terme sur la différenciation des dynamiques de populations (écotypage).

1 Thèse J Huguenin

L'étude des modes d'organisation des systèmes techniques de production pour la mise au point d'outils de gestion.

Le modèle retenu est fondé sur un certain nombre d'acquis. L'hypothèse, que l'agriculteur planifie certaines de ses actions, et ce d'autant plus facilement que les décisions à prendre présentent un caractère récurrent permettant un apprentissage et la conception de procédures de routine, a été vérifiée en agriculture (Aubry et al., 1998). En considérant une structuration des décisions en fonction du temps (Sheath and Clark, 1996), nous pouvons distinguer les décisions visant à l'établissement d'assolement et de calendrier alimentaire de celles aboutissant à des plans de pâturage et de récolte. Les décisions structurantes sur le long terme (chargement, saison des mises bas) ne relèvent pas d'un modèle simple. Par contre, nous avons montré qu'on pouvait rendre compte des décisions de nature cyclique selon le modèle suivant (appelé "modèle d'action": Duru et al., 1988; Sébillotte et Soler, 1989) : (i) un ou plusieurs objectifs généraux); (ii) un ensemble d'objectifs intermédiaires auxquels l'éleveur se réfère à des dates clefs pour réaliser des observations ; (iii) un ensemble de règles pour adapter la conduite du système en fonction d'évènements reconnus à l'avance. Le modèle d'action internalise ainsi les risques en construisant des anticipations et en intégrant des représentations des processus et des effets des actions à différents pas de temps.

Lors de la création de l'équipe, nous avons enrichi ce modèle d'action en formulant de nouvelles hypothèses que nous mettons progressivement à l'épreuve pour des systèmes d'élevage différents.

Plusieurs études basées sur l'analyse des pratiques des éleveurs et des justificatifs qu'ils en donnent, études conduites par nous mêmes ou d'autres équipes SAD (Girard, 1995), ont montré que les objets qu'ils gèrent coïncident rarement avec les objets privilégiés par les agronomes, la parcelle par exemple. Les entités sur lesquelles les éleveurs raisonnent leurs interventions, que nous avons nommées **ateliers de production**[2], sont le plus souvent d'ordre fonctionnel.

Elles ne se réduisent pas toujours à une réalité spatiale ou temporelle. Ce peut être par exemple l'ensemble des parcelles affectées au pâturage de printemps et d'automne; ces parcelles pouvant ou non être les mêmes aux deux saisons. Ce découpage des activités permet de distinguer deux questions. Celles relatives au dimensionnement et à la **coordination des ateliers** correspondent à l'allocation des ressources, les surfaces en particulier, aux différentes productions (maïs, prairies pâturée ou ensilées...) et aux différents lots d'animaux. Les règles de dimensionnement visent d'abord à fixer la période calendaire et les ressources nécessaires (surface allouée). Elles intègrent le type de gestion visé au niveau de l'atelier ; par exemple gestion du pâturage en flux tendus ou décalés. Les règles de coordination visent à gérer les enchaînements d'utilisation des différentes ressources fourragères à l'échelle des saisons et des campagnes (modification d'assolement, niveaux de provisions visés et tolérés en fourrages conservés....). Une deuxième question est relative à l'**organisation des ateliers**, c'est à dire à la définition ex ante des combinaisons d'interventions (fertilisation, nombre de parcelles allouées, distribution de fourrages conservés) et des règles d'adaptation pour créer des situations jugées favorables au bon déroulement de la période concernée, ainsi que des modalités des actions (hauteur d'herbe après pâturage, l'ordre d'utilisation des parcelles...).

Les éleveurs n'expriment pas spontanément les raisons de leur choix. Ceci provient de la difficulté de planifier de nombreuses actions y compris celles correspondant aux décisions de nature cyclique, compte tenu des situations d'incertitude et d'aléas. En outre, décidant le plus souvent seul, l'éleveur n'a pas souvent l'occasion de présenter ses raisonnements. Nous faisons l'hypothèse que ces difficultés d'anticipation particulièrement marquées pour les exploitations agricoles constituent un frein à l'adaptation des systèmes de production aux nouveaux enjeux. C'est la raison pour laquelle nous pensons que la mise au point d'outils permettant : (i) de définir les contraintes d'intervention découlant des caractéristiques recherchées au niveau des états de végétation (ou des performances zootechniques), (ii) d'évaluer différents scénarios tenant compte des contraintes d'organisation propres à tel ou tel système de production, peut enrichir les démarches de conseil et ainsi faciliter l'adaptation des systèmes de production. Dans la mesure où les outils produits par les chercheurs nécessitent de se doter d'une représentation des décisions et de les expliciter

2 Comme il s'agit d'une construction commune à plusieurs disciplines, nous qualifions cette approche d'interdisciplinaire.

sous forme de règles, ils peuvent alors être le support d'un apprentissage pour les éleveurs ou leurs prescripteurs.

Compte tenu de l'effet important du régime de défoliation sur plusieurs des composantes de la valeur d'usage des prairies, ainsi que de l'incertitude climatique, une attention particulière est portée au degré d'anticipation nécessaire dans la prise de décision afin de faciliter l'établissement de procédures de routine. Par exemple, dans des systèmes d'alimentation mixtes herbe-maïs, une gestion du pâturage en flux tendus au printemps suppose de prévoir les surfaces tampons dès l'automne. Leur affectation définitive se fait en plein printemps ; la fauche visant à maintenir une quantité d'herbe d'avance limitée au pâturage. Au contraire, pour des systèmes tout herbe, où l'alimentation en été est en partie basée sur des reports d'herbe sur pied, l'organisation du pâturage pour l'été se prépare en fin de printemps. La fauche de fin de printemps a alors comme fonction de générer des repousses à des dates décalées de façon à assurer le pâturage durant la plus grande partie de la période estivale. Outre l'anticipation des effets de la défoliation, la mise au point de procédures de routine passe par la définition de dates clefs pour l'établissement, la coordination et la révision des plans de production.

Cette représentation des systèmes techniques de production, jointe aux modèles intégrés que nous avons présentés ci-dessus, constitue le socle à partir duquel nous pouvons bâtir et évaluer des outils de gestion auxquels nous donnons une acception large (cf Moisdon). Ce peut être une grille de diagnostic agronomique des pratiques de pâturage, un simulateur pour la planification des tâches au sein d'un atelier de production, un modèle d'organisation des systèmes fourragers (modes d'occupation de l'espace, calendrier d'alimentation. Dans tous les cas, ces outils combinent un modèle de décision construit à partir d'observations et enquêtes en élevages et des connaissances sur les agro-écosystèmes. Les outils de diagnostic agronomique sont construits à partir d'un assemblage de ces connaissances, le plus souvent réduites à la définition de seuils. Ils sont utilisés pour interpréter des situations observées à l'échelle des entités de gestion. Pour les outils d'aide à la planification, ce sont les modèles de dynamique de végétation qui sont mobilisés de façon à simuler différents scénarios. Enfin, les modèles de modes d'organisation des systèmes fourragers s'appuient ou bien sur des modèles biotechniques simplifiés, ou bien sont "calibrés" à partir d'une connaissance qualitative des végétations lorsque des connaissances quantitatives font défaut.

Nous maintenons donc notre objectif général, produire des outils de gestion à partir de la modélisation de modes d'organisation des systèmes techniques analysés comme des compromis entre des contraintes d'organisation identifiables au niveau des systèmes de production et des contraintes d'intervention liées aux caractéristiques du matériel biologique géré, en l'occurrence la végétation prairiale dans les systèmes herbagers. Nous montrons ci-dessous comment nous comptons faire évoluer notre projet scientifique : (i) en diversifiant les situations auxquelles s'appliquent les outils de gestion, ce qui suppose d'élargir les recherches sur les itinéraires techniques ; (ii) en s'intéressant au devenir de ces outils.

Produire ces outils nécessite de mobiliser 3 champs de compétences. Nous les présentons de manière linéaire, alors que notre expérience nous a montré que divers cheminements sont possibles ; compétences sur i)sur les processus biologiques pour concevoir des itinéraires techniques ; ii) les modes d'organisation pour identifier les contraintes à la mise en œuvre de ces itinéraires techniques ; iii) sur les rapports entre la recherche et les entreprises et organisations pour concevoir des outils de gestion.

Construire des modèles pour la conception et l'évaluation de modes d'organisation des élevages

Les recherches basées sur les suivis d'élevage permettent d'identifier les contraintes perçues par les éleveurs pour gérer leur système technique : un fonctionnement d'exploitation est considéré comme une solution concrète à un problème d'organisation. Cette approche reste toutefois insuffisante pour concevoir d'autres modes d'organisation, étant donné la difficulté d'imaginer et d'évaluer à l'avance la faisabilité de scénarios combinant des contraintes d'ordre différents : celles attachées aux itinéraires techniques permettant d'atteindre les performances recherchées, celles des systèmes techniques de production mais aussi celles de son environnement. C'est la raison pour laquelle nous avons entrepris

récemment la construction d'un modèle de simulation –systèmes fourragers en élevages allaitants- comme cela a été fait pour les systèmes laitiers. Nous proposons de définir des modes d'organisation qui utilisent les surfaces exclusivement pâturables à fort niveau de contraintes. Pour les élevages de coteaux, les premières observations montrent qu'une telle perspective suppose d'abord de réviser les chantiers de constitution de stocks. En effet, c'est souvent l'excès de stocks qui génère une mise à l'herbe tardive et est donc un frein à l'utilisation des surfaces peu productives, du moins tôt au printemps. En montagne les contraintes sont plus fortes : d'une part les surfaces non mécanisables sont situées plus en altitude ce qui impose un décalage des périodes d'utilisation, d'autre part les contraintes portent aussi sur les surfaces mécanisables. En effet, s'agissant uniquement de prairies non semées, la richesse floristique du milieu est alors souvent une contrainte pour leur utilisation, car les pratiques, outre leur effet sur la production de biomasse, ont aussi un effet sur la nature des espèces dominantes dont certaines sont refusées par les animaux, ce qui contribue à réduire l'autonomie fourragère de ces élevages. C'est donc une organisation d'ensemble qu'il s'agit de modéliser sachant que d'une part les effets du pâturage sur les dynamiques de population des espèces indésirables sont les plus marqués au printemps, d'autre part les interventions de printemps sont en partie régies par l'usage des mêmes parcelles à l'automne, ainsi que par les périodes d'utilisation des surfaces non mécanisables en été. Les connaissances précises en cours d'acquisition sur les dynamiques de végétation[3], de même que sur les contraintes d'organisation nous permettent de réaliser la construction d'un tel modèle.

Avancer dans la construction d'un modèle générique de représentation des décisions relatives à l'organisation et à la gestion de la composante herbagère des systèmes d'élevage

Nous disposons maintenant d'un capital d'études réalisées sur des systèmes d'élevage très différents (laitier, allaitant), qu'il s'agisse de suivis d'élevage ou de travaux de modélisation à différents niveaux d'organisation (d'un ensemble de parcelles pâturées par un lot d'animaux à la totalité de l'espace fourrager et pastoral...). Ces travaux ont été conduits pour partie indépendamment les uns des autres et avec des collaborations différentes (F. Coleno avec ESR Grignon, M. Duru avec BIA, P.L. Osty avec SAD Avignon), mais les résultats issus de ces différents projets montrent des points de convergence[4]. Le premier d'entre eux est que les actions sur les parcelles et les animaux sont organisées par regroupement d'activités (les ateliers). Le second point commun est que cette organisation est construite au niveau du système technique (les calendriers d'alimentation et d'utilisation de l'espace dans les systèmes herbagers, les configurations de parcs dans les systèmes pastoraux, les assolements dans les systèmes avec cultures), mais aussi au niveau des regroupements d'activités au sein des ateliers. Un autre point de convergence est que cette organisation est plus ou moins planifiée, du moins pour les activités à caractère cyclique, mais la complexité des systèmes à gérer font que cette planification est difficile. C'est la raison pour laquelle les modèles de simulation qui couplent des modèles de décision et des modèles biotechniques sont un des moyens d'animation au niveau de petits collectifs d'éleveurs et de conseillers, en donnant à voir les résultats techniques escomptés suite au choix de tel ou tel assemblage de règles. Nous proposons de tirer parti de cette diversité pour produire un cadre d'analyse plus général, mais aussi plus précis que celui que nous avons présenté. Il pourra servir de support pour nos actions de formation et constituer une aide pour préparer la nouvelle action de recherche présentée dans la section suivante.

Dans ce cadre, nous prévoyons aussi de développer plus spécifiquement un modèle générique sur la gestion des ateliers " pâturage ", en mobilisant les résultats des modèles d'itinéraires techniques. En effet, si le pâturage a toujours comme fonction d'alimenter des herbivores dont les besoins quantitatifs ou qualitatifs peuvent être plus ou moins élevés, il vise aussi à préparer des ressources pour une utilisation

3 Notre expérience montre qu'il faut beaucoup de temps pour mettre en forme les connaissances agronomiques et écologiques de façon à ce qu'elles soient mobilisables dans un modèle de gestion de production

4 Points de convergence qu'on observe aussi avec des travaux conduits sur l'allotement et la reproduction (Dedieu et coll), de même que dans les systèmes de grande culture (Aubry et coll)

ultérieure. C'est vraisemblablement un trait commun à tous les systèmes herbagers[5] , mais la fonction de préparation (ou de réparation) diffère selon les systèmes herbagers[6] : la nature et le nombre de critères considérés, le niveau d'anticipation (délai entre l'action et l'objectif attendu) ne sont pas sur les mêmes. Nous pensons "revisiter" les données issues de suivis d'élevage à la lumière de cette grille de lecture et des acquis sur le fonctionnement des végétations pâturées. Nous pensons aussi, d'après nos collaborations avec les Chambres d'Agriculture de l'Aveyron et de l'Ile & Vilaine que c'est une clef pour la difficile tâche d'explicitation de différentes logiques de pâturage avec nos partenaires.

Mettre en œuvre de nouvelles approches de l'innovation liées aux processus de changement dans le monde agricole et apporter de nouveaux outils pour l'aide à la décision, la conception d'innovations et la formation

Quels rapports entre la recherche et les entreprises et organisations pour concevoir des outils de gestion ?
La mise au point d'outils de gestion constitue le point de convergence des différentes actions de recherche de l'équipe. En développant nos démarches d'observation et de formalisation, nous identifions progressivement les entités et les principes de la gestion que réalisent, de façon plus ou moins visible et stable, les pratiques ordinaires des éleveurs. Ce faisant, nous nous retrouvons dans la définition de J.C. Moisdon : "L'outil de gestion constitue une représentation provisoire, autour de laquelle les acteurs entreprennent par des "apprentissages croisés" l'exploration des liens qui les unissent, des conditions de leur activité, de la signification même des termes qu'ils manipulent, et des chemins par lesquels ils peuvent évoluer". Pour avancer vers une science de l'action en appui sà nos approches biotechniques des activités productives des agriculteurs, la complexité et les tâtonnements dans l'organisation des recherches sont inéluctables... Cependant, nécessitant d'articuler des recherches qui se déroulent à des rythmes différents, elle demande du temps. Les travaux étant les plus avancés pour la gestion du pâturage dans les systèmes laitiers, une partie des actions peut être menée en partenariat. Cependant, la progression de notre travail est freinée par les compétences dont nous disposons. L'étude du rôle des outils dans les processus d'innovation suppose de recruter au niveau de l'unité SAD un chercheur en sciences sociales compétent en ergonomie ou en sciences cognitives ou des organisations, selon les questions ou outils retenus. Ce sera aussi l'occasion d'initier une thématique de recherche avec l'appui de l'équipe "Réseau, Innovation, Territoire et Apprentissage". Une deuxième limitation est, comme nous l'avons déjà signalé, les compétences en informatique pour la construction des modèles. La partie la plus importante de notre activité concerne bien maintenant la gestion des végétations prairiales dans les systèmes situés en zones sensibles où sont posées des questions relativement à la pérennité des végétations.
Les travaux que nous avons conduits jusqu'à maintenant permettent de distinguer plusieurs types d'outils de gestion et de questions relatives à leur fonction et usage.
Les outils de diagnostic agronomique[7], construits par un couplage d'études réalisées in situ chez des éleveurs et la mobilisation des connaissances créées sur le fonctionnement des agro-écosystèmes, peuvent, au delà de la réalisation de bilans de situation dans des élevages, faciliter la mise en œuvre de plans de production. Ils ont été construits par interactions successives avec les organismes de développement et des éleveurs. Nous en présentons régulièrement des versions actualisées depuis plus de 10 ans, au cours de sessions de formation[8]. Il s'agit "d'outils papier",

5 De-intensification of grasslands : current state and trends M. Duru et B. Hubert, IGC 2001, Brésil, communication invitée. Les domaines expérimentaux du SAD (Mirecourt, St Laurent ?) pourraient être mobilisés pour définir et valider des indicateurs appropriés.

6 la longueur de la gaine d'une talle de graminée au cours des différents cycles de pâturage dans un système intensif ; des délais mini et maxi entre deux utilisations couplés à des dates clefs dans des systèmes plus extrensifs.

7 on peut regrouper ici les outils de diagnostic agronomique conçus pour être utilisés au niveau des ateliers de production ainsi que les outils plus conventionnels de diagnostic d'interventions précises (la fertilisation....), pour peu que ce diagnostic soit fait à une échelle régionale. Nous avons ainsi récapitulé les usages possibles de la méthode de diagnostic du niveau de nutrition azotée d'une prairie à base de graminées. Nous montrons qu'elle peut être utilisée pour gérer la fertilisation azotée : (i) pour le pilotage à court terme (exemples : un ensemble de parcelles conduites en pâturage tournant ; le fractionnement des apports pour des prairies ensilées), (ii) pour le diagnostic d'un ensemble de parcelles ayant une même fonction, en vue d'adapter la fertilisation l'année n+1 à partir d'un diagnostic réalisé l'année n. Un deuxième ensemble d'applications concerne la création de référentiels régionaux, d'une part en tirant mieux parti des essais agronomiques, d'autre part en valorisant mieux les informations issues d'enquêtes culturales.

8 il s'agit surtout de conseillers "de proximité", qui ont en charge l'animation et le recueil de références auprès d'un petit nombre d'éleveurs.

simples d'usage. Les retours que nous en avons sur le moment ou en différé montrent qu'ils permettent de répondre à des questions techniques que se posent les conseillers d'élevage dans leur relation avec les éleveurs (quelles modalités de fertilisation, comment contrôler le développement de telle espèce indésirable...). Mais pour aller plus avant, nous devons répondre aux questions suivantes ; les outils s'insèrent-ils dans une démarche de conseil plus générale ou servent-ils à répondre à des questions ponctuelles au coup par coup ; sont-ils utilisés pour un autre usage que celui initialement prévu ; servent-ils à définir des normes techniques ou au contraire sont-ils un moyen de réfléchir à des choix d'objectifs...autant de questions sans réponse actuellement, faute d'avoir considéré la relation des conseillers aux outils comme un objet d'étude.

Les outils de gestion qui visent à faciliter l'organisation ex ante d'un système de production, c'est à dire qui se proposent de faire réfléchir en pesant des risques, en évaluant des moyens à mobiliser pour atteindre une performance donnée, recouvrent en fait 2 catégories d'outils que nous présentons volontairement de manière séparée alors que les frontières entre les deux peuvent être ténues dans certains cas.

Les "cadres de représentation" qui sont aussi des "outils papiers" constituent l'une des catégories. Ils sont construits à partir d'observations en situation et de supports théoriques provenant généralement hors du monde agricole (cf Simon, théorie de systèmes, incursion récente dans le monde de l'industrie). Ils correspondent à des schémas spécifiant les invariants à considérer pour l'étude de l'organisation d'un système de production, en vu par exemple de préciser des marges d'évolution : traditionnellement estimer les marges "de progrès", plus récemment examiner les réponses que les activités d'élevage doivent donner à des sollicitations ou injonctions, diverses et évolutives. Un exemple de cadres de représentation est l'assemblage des activités en ateliers de production et la définition des temporalités qui les animent : moments d'établissement des plans de production, périodicité et modalités de révision. Pour ces outils, il faut bien admettre que même si dans leur principe, ils ont valeur générale comme nous l'avons rappelé ci-dessus, il y a une grande difficulté pour que les conseillers d'élevage se les approprient. Comme le nom que nous leur donnons l'indique, ils constituent un support de réflexion destiné à être alimenté et précisé à partir de l'expérience des utilisateurs (leurs référentiels...), ou de connaissances agronomiques.

La deuxième catégorie d'outils concerne des logiciels (simulateurs couplant un modèle de décision et un modèle biotechnique) conçus avec un interface convivial de façon à pouvoir être utilisé par d'autres agents que les concepteurs. Notre expérience (cf Sepatou) montre que les interlocuteurs montrant un intérêt marqué pour ces produits, et pouvant les utiliser de manière autonome, sont de fait peu nombreux. Il s'agit d'experts régionaux déjà sensibilisés aux questions auxquelles peut répondre le simulateur. Ils doivent ainsi avoir une problématique explicite à ce niveau (par exemple quelles sont les règles de conduite du pâturage pour tenir 150 jours au pâturage, quelles adaptations prévoir entre années, ... ; et non une question plus globale : est-il possible de concevoir des systèmes plus pâturants). En outre, la flexibilité du produit exige une formation au langage informatique.

En situation intermédiaire à ces deux types d'outils, nous positionnons les modèles d'étude qui, dans notre équipe, ont comme fonction de définir des scénarios permettant de satisfaire à des contraintes à la fois d'organisation (les ressources sont limitées) et d'intervention (tout n'est pas possible sur la végétation). Ils n'ont pas été conçus pour être des outils d'aide à la décision et n'ont d'ailleurs pas d'interface convivial prévu pour cela. A la différence des cadres de représentation, ils fournissent une évaluation quantitative de différents scénarios. Les enseignements de ces simulations sont alors susceptibles d'être utilisés dans des démarches de conseil. Mais il ne suffit pas que de tels enseignements soient publiés pour qu'ils soient repris. D'autres formes de communication doivent être trouvées.

Suite à l'analyse critique des outils de gestion, nous pouvons formuler deux pistes de recherche devant donné lieu à l'établissement de nouvelles collaborations et à un recrutement selon les exemples choisis, pour disposer des compétences nécessaires[10].

10 ces propositions s'appuient aussi sur les conclusions de l'évaluation des 10 ans d'Agro-transfert Picardie, réalisée par M. Duru dans le cadre plus général de l'évaluation du biopôle.

Une première piste concerne les outils de diagnostic agronomique. Nous en avons une grande expérience, notamment au travers de notre forte implication dans le Groupe Fourrage Midi Pyrénées et de notre contribution régulière à la formation de prescripteurs et de gestionnaires depuis une vingtaine d'années. Il nous semblerait pertinent de dresser un bilan des usages existants et d'en tirer des leçons pour améliorer et évaluer la faisabilité d'applications nouvelles, orienter les études nécessaires à des prolongement. Dans tous les cas, cela suppose d'étudier comment ces outils ont été mobilisés par des conseillers et d'identifier les obstacles rencontrés. Il importerait donc de considérer plus globalement les démarches de conseil dans lesquelles se sont (ou peuvent) s'insérer ces outils.

Une deuxième piste concerne la conception d'innovations au niveau de l'organisation des systèmes techniques de production. Un cas particulier est à notre avis celui où un logiciel, une fois réalisé, peut vivre "sa propre aventure" (c'est potentiellement le cas des actions Agro transfert[11]). Mais le cas le plus fréquent est celui où les outils produits, qu'il s'agisse des cadres de représentation, des modèles d'étude, voire des simulateurs, ne peuvent à eux seuls prétendre jouer directement la fonction d'outils d'aide-à la décision, n'ont pas parce qu'ils ne répondent pas à une "commande" ou qu'ils n'ont pas été " co-produits " avec des utilisateurs potentiels, mais parce que le plus souvent il n'y a pas une demande formulée à un niveau suffisamment précis pour débuter un tel travail. Le rôle de tels outils est alors d'abord de faciliter la formulation des questions en instruisant un dialogue " chercheurs-acteurs ", puis d'accompagner une réflexion sur des changements. Il s'agit alors de concevoir une démarche d'animation (sensibilisation, conseil...) au niveau d'une petite région, ce qui demande des compétences spécifiques au niveau de la recherche, de façon à s'impliquer dans les réseaux socio-techniques pour contribuer à l'innovation. Ensuite, ces mêmes outils ou d'autres, peuvent être repris pour mettre en place cette démarche. Les outils les plus quantitatifs que nous pouvons concevoir ont alors comme fonction d'aider à s'organiser, à planifier, surtout pour les situations de gestion les plus complexes. Leur fonction première est de contribuer à l'**apprentissage** entre différents acteurs .

Pour chacune des pistes, les postures de recherche sont susceptibles d'être différentes. Pour les classer, on retiendra la proposition d'Hatchuel (2000). Trois postures peuvent être distinguées: le modèle de laboratoire (L), le modèle de terrain (T), le modèle de recherche intervention (RI). Selon l'implication nécessaire dans les situations d'action, l'une ou l'autre des postures, ou bien une combinaison d'entre elles sera à privilégier. Nous pouvons mettre à profit la diversité de nos expériences pour les situer dans cette grille et ainsi contribuer à structurer un pôle toulousain sur l'aide à la décision en agriculture.

11 Là aussi, cela suppose qu'un ingénieur informaticien confirmé se charge des modifications dans Sepatou.