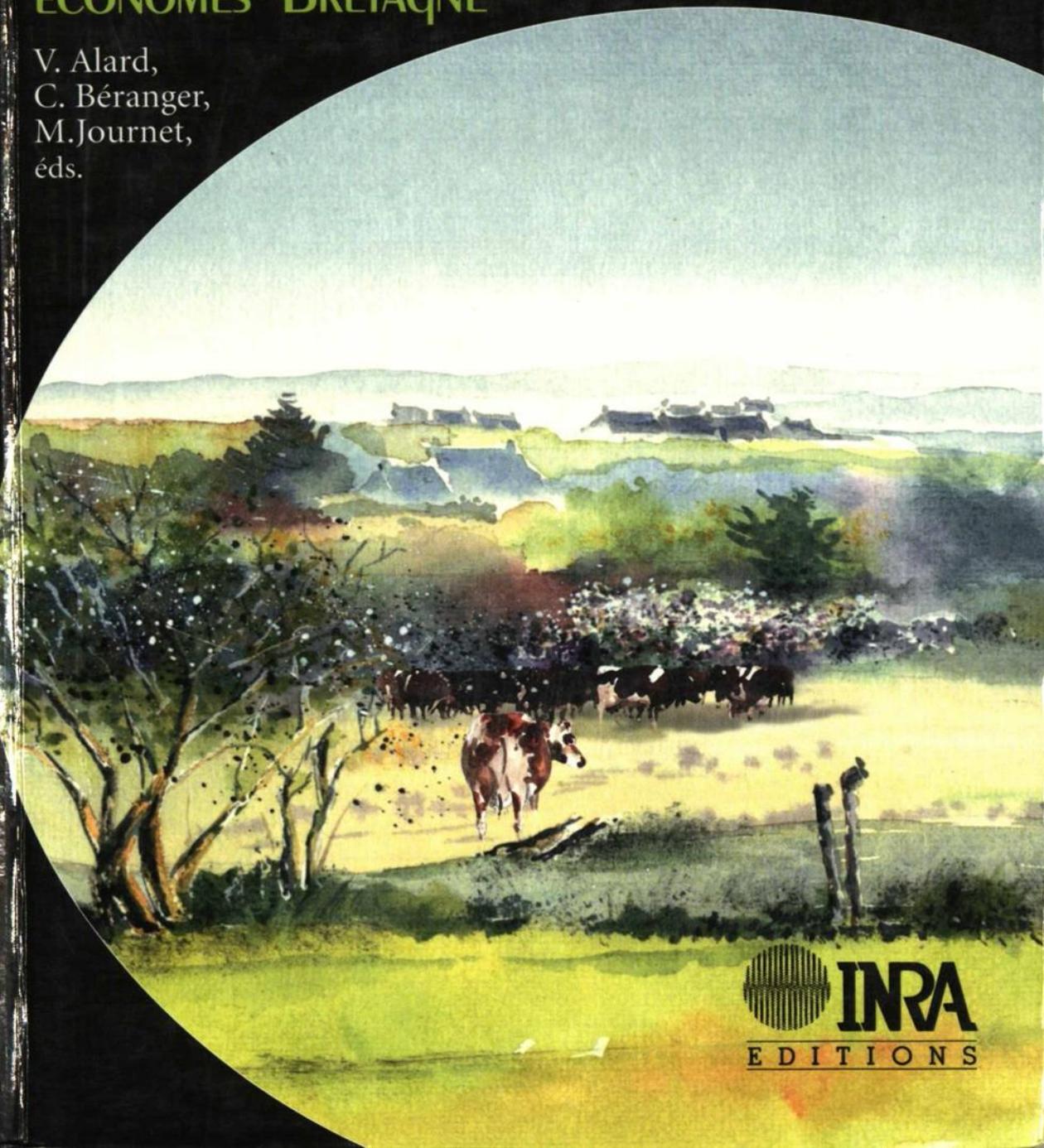


À LA RECHERCHE D'UNE AGRICULTURE DURABLE

ÉTUDE DE SYSTÈMES HERBAGERS ÉCONOMES EN BRETAGNE

V. Alard,
C. Béranger,
M. Journet,
éds.



 **INRA**
EDITIONS

À LA RECHERCHE
d'UNE
AGRICULTURE
DURABLE

ÉTUDE DE SYSTÈMES
HERBAGERS ÉCONOMES
EN BRETAGNE

À LA RECHERCHE
D'UNE
AGRICULTURE
DURABLE

ÉTUDE DE SYSTÈMES
HERBAGERS ÉCONOMES
EN BRETAGNE

**V. Alard, C. Béranger,
M. Journet, édés.**

INSTITUT NATIONAL
DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
147, rue de l'Université, 75007 Paris

« ESPACES RURAUX »

La collection « Espaces ruraux » a pour objectif de diffuser les résultats de la recherche sur les différents aspects du développement rural, saisi à l'échelle locale ou régionale, y compris dans ses relations avec la ville, dans les pays développés et les pays en développement. Elle privilégie les travaux ayant trait au territoire et aux activités humaines qui s'y inscrivent. En particulier, elle présente des textes sur les nouvelles fonctions que la société reconnaît aujourd'hui à l'agriculture : fonctions territoriales, environnementales, paysagères, culturelles, etc.

Public : les professionnels de l'agriculture et de l'aménagement du territoire, les enseignants et étudiants, les journalistes.

Titres parus dans la collection

**Comprendre un paysage.
Guide pratique de recherche**
B. Lizet, F. de Ravignan
1987, 150 p.

Fertilité et systèmes de production
M. Sebillote, dir.
1989, 370 p.

**Comprendre l'agriculture paysanne
dans les Andes Centrales.
Pérou-Bolivie**
P. Morlon, coord.
1992, 522 p.

Itinéraires cartographiques et développement
J.-P. Deffontaines, S. Lardon, éd.
1994, 136 p.

Races d'hier pour l'élevage de demain
A. Audiot
1995, 230 p.

Cet ouvrage expose les acquis d'un programme de recherche-action pluridisciplinaire portant sur l'expertise de systèmes de production à dominante laitière, de type herbager et économe, à la recherche d'un meilleur compromis économique, environnemental et social.

Ce programme, qui s'est déroulé en Bretagne de 1993 à 1998, est le fruit d'une collaboration étroite entre trois partenaires :

- L'INRA, Institut National de la Recherche Agronomique, dont le centre de Rennes et ses équipes de recherche ;
- Le CEDAPA, Centre d'études pour un développement agricole plus autonome ;
- Le conseil général des Côtes-d'Armor et sa direction de l'Agriculture et de l'Environnement.

Il a reçu le financement des partenaires de Bretagne Eau Pure : l'Union Européenne, l'État, le conseil régional de Bretagne, l'agence de l'Eau Loire-Bretagne, le conseil général des Côtes-d'Armor, le conseil général du Finistère, le conseil général d'Ille-et-Vilaine, le conseil général du Morbihan, ainsi que de l'INRA.

La réflexion que mène le CEDAPA¹, depuis déjà plusieurs années, sur le développement de systèmes de production herbagers autonomes, économes et respectueux de l'environnement, est aujourd'hui au cœur du débat sur la refondation des liens entre le monde agricole et la société. Ce débat a été amorcé depuis près de 10 ans à l'occasion de la réforme de la PAC, et relancé depuis à diverses reprises par les crises relatives à la sécurité sanitaire des aliments, aux atteintes à l'environnement et à la mise en œuvre à grande échelle des biotechnologies. Pourtant, il a fallu à ce groupe d'agriculteurs beaucoup de persévérance pour que l'on commence à entrevoir, dans le modèle qu'il propose, une des voies possibles pour le futur de l'agriculture en Bretagne et plus généralement dans le grand ouest de la France.

Le programme Systèmes Terre et Eau, dans lequel s'est engagé l'INRA avec le CEDAPA, grâce au soutien du conseil général des Côtes-d'Armor, aura contribué à légitimer la recherche de voies alternatives élargissant l'éventail des perspectives de développement agricole. En effet, les résultats présentés dans cet ouvrage démontrent la crédibilité technique et socio-économique des voies non conventionnelles explorées par le CEDAPA. Ils montrent aussi que la réussite de cette démarche innovante tient à son caractère systémique. Le CEDAPA ne s'est pas contenté d'adopter ou de mettre au point une panoplie de techniques ou procédés de désintensification : ce sont bien les exploitations qui sont reconfigurées dans leur ensemble et réorganisées selon une nouvelle cohérence. Cet ouvrage conforte ainsi l'idée que la recherche des voies d'un développement durable ne peut se concevoir sans un réinvestissement collectif important dans l'étude de l'exploitation agricole, de son fonctionnement et de sa gestion.

Le programme Systèmes Terre et Eau était fondé sur le pari de faire travailler ensemble, dans le cadre d'une démarche qu'il est convenu d'appeler « recherche-action », des agriculteurs, des ingénieurs et techniciens de développement, et des scientifiques de disciplines variées. Ce pari n'était pas gagné d'avance, compte tenu des différences de points de vue de ces divers partenaires, et des délais que chacun d'entre eux se fixe pour parcourir le cycle observation – réflexion – action. Il a sans doute fallu faire des compromis, remarquablement réussis, si l'on en juge par l'intérêt prospectif de cet ouvrage et par la moisson de résultats et de références acquises.

¹ Centre d'études pour un développement agricole plus autonome.

Avoir pris part à une expérience plutôt audacieuse et réussie de recherche-action ne dispense pas la recherche agronomique d'une réflexion d'ensemble sur sa contribution au développement durable. Dans le programme Systèmes Terre et Eau, comme dans beaucoup d'autres exemples de ce type de démarche, ce sont les praticiens qui ont joué le rôle de leader, et les scientifiques sont venus observer, analyser et évaluer leurs tentatives. C'est déjà un engagement significatif, si l'on en juge par l'écart des modèles techniques étudiés par rapport aux modèles dits dominants. Mais il faudra aller encore plus loin vers la conception et la mise au point de systèmes alternatifs, intégrés, et durables, permettant de diversifier la gamme des options de développement offertes aux agriculteurs. Sans se confiner dans une attitude d'observateurs-analystes, les chercheurs (ou en tout cas certains d'entre eux) doivent aller jusqu'à une implication à part entière dans le processus d'innovation, ce qui implique d'ailleurs un important effort méthodologique et la mise au point de démarches inédites.

Merci en tout cas aux collègues qui ont ouvert ce chemin, et démontré que cela pouvait se conjuguer avec une grande qualité de la démarche de recherche ; merci à leurs partenaires praticiens qui les ont à la fois entraînés, accompagnés... et supportés dans cette expérience passionnante. Bravo enfin aux auteurs de cet ouvrage qui démontre qu'une telle démarche est capitalisable et transmissible.

Jean BOIFFIN
Directeur Scientifique Environnement,
Forêt et Agriculture de l'INRA

Introduction	13
● Le programme Systèmes Terre et Eau	
L'agriculture bretonne : enjeux, problèmes et perspectives	17
Pourquoi le modèle breton ?	17
Les conséquences positives	19
Les limites	19
Le CEDAPA : un compromis économique, environnemental et social	23
Le CETA de Corlay préfigure le CEDAPA	23
Le basculement dans le productivisme	24
La création du CEDAPA	24
Le cahier des charges	26
Le CEDAPA aujourd'hui	28
Les étapes du programme	31
Objectifs	33
Organisation et déroulement du programme	33
Démarche méthodologique	34
● Les exploitations étudiées	
Caractérisation et typologie	39
Les caractéristiques structurelles des exploitations	39
<i>Localisation</i>	39
<i>Sols et climats</i>	40
<i>Moyens de production</i>	43
Les particularités des systèmes de production herbagers	45
<i>Le système de culture et le système fourrager</i>	45
<i>Le système d'élevage</i>	49
Typologie de fonctionnement	51
Conclusion	53
Évaluation des systèmes de production	55
Résultats technico-économiques	55
<i>Les produits : niveaux de spécialisation des productions et d'intensification</i>	55
<i>Les charges opérationnelles et les marges brutes : une maîtrise des coûts de production</i>	58
<i>Les charges de structure</i>	63
<i>L'efficacité économique globale</i>	65
<i>La durabilité économique des systèmes</i>	65
Conclusion	68

Le « temps de travail »	69
<i>La méthode bilan travail</i>	69
<i>Les exploitations enquêtées</i>	71
<i>Le travail d'astreinte</i>	73
<i>Le travail de saison</i>	75
<i>Temps disponible calculé</i>	78
<i>Conclusion</i>	79
Résultats environnementaux	80
<i>Bilan apparent de l'azote</i>	80
<i>La charge globale en pesticides</i>	89

● Les systèmes de production

La conduite des troupeaux	101
Données	101
Modes de conduite des troupeaux	104
Méthodes d'alimentation.....	105
Conséquences	108
<i>Sur l'extériorisation des performances</i>	108
<i>Sur l'efficacité d'utilisation des ressources alimentaires</i>	109
<i>Sur le potentiel de production</i>	111
Conclusion.....	112
Le pâturage et les pertes d'azote	115
Exploitation de la sole en herbe	116
<i>Démarche</i>	116
<i>Suivi des ressources en herbe sur la saison de pâturage</i>	116
<i>La méthode «Pochon» et ses variantes</i>	117
<i>Les stratégies d'exploitation</i>	118
<i>Conclusion</i>	122
Déséquilibres azotés au niveau de l'animal	122
<i>Démarche</i>	122
<i>Niveaux de rejets et déséquilibres</i>	123
<i>Conclusion</i>	124
Excédents d'azote sur la sole en herbe	125
<i>Démarche</i>	125
<i>Niveaux de rejets et d'excédents sur les surfaces</i>	127
Estimation des pertes d'azote sous prairies	129
<i>Le modèle AZOPAT</i>	130
<i>Choix du mode de calcul</i>	132
<i>Choix des parcelles</i>	132
<i>Collecte, gestion et traitement des données</i>	132
<i>Protocole de suivi des profils d'azote dans les sols</i>	133
<i>Caractérisation de l'effet des pratiques agricoles</i> <i>sur les risques du lessivage</i>	133
<i>Flux d'azote et estimation des pertes par le modèle et in situ</i>	133
<i>Conclusion sur les rejets et pertes d'azote</i>	142

La gestion de l'azote et des rotations :

résultats environnementaux	145
La gestion de l'azote par l'agriculteur	145
<i>Démarche</i>	145
<i>Formes d'azote utilisé et charge en fertilisants</i>	146
<i>Analyse des modes de gestion de l'azote</i>	149
<i>Conclusion</i>	155
<i>Annexe : modalités de gestion de l'azote par secteur</i>	157
Les risques de pollution azotée en rotations herbagères	163
<i>Analyse des pratiques des agriculteurs</i>	164
<i>Acquisition de références expérimentales</i> <i>sur prairies et betteraves fourragères</i>	167
<i>Approche comparée du risque environnemental</i> <i>pour trois successions culturales</i>	173
La protection phytosanitaire	177
Les pratiques de protection phytosanitaire	177
<i>Démarche</i>	177
<i>Le processus de décision</i>	179
<i>Les interventions culturales</i>	184
<i>Les interventions chimiques</i>	186
<i>Essai de typologie</i>	186
<i>Conclusion et perspectives</i>	190
Le risque de pollution par les pesticides	192
<i>Démarche méthodologique</i>	194
<i>Comparaison de l'impact environnemental</i> <i>des applications de pesticides sur betteraves, blé et maïs</i>	195
<i>Conclusion et perspectives</i>	203
<i>Annexe</i>	205
Le compromis économique, environnemental et social	209
La réalité du compromis	209
<i>Démarche</i>	209
<i>Le compromis dans les exploitations</i>	211
<i>Conclusion et discussion</i>	216
Comparaison de trois types de systèmes de production par simulation	217
<i>Démarche méthodologique</i>	217
<i>Présentation des exploitations modèles</i>	220
<i>Évaluation environnementale</i>	221
<i>Évaluation économique</i>	226
<i>Discussion-conclusion</i>	227

● **Le bassin versant**

Un outil pour l'approche environnementale	233
Le milieu physique	237

Étude géomorphologique, géologique et pédologique	237
<i>Géomorphologie et délimitation des bassins</i>	
<i>et sous-bassins versants</i>	237
<i>Géologie des bassins versants</i>	239
<i>Caractéristiques et propriétés agronomiques des sols</i>	241
Étude hydrologique	245
<i>Instrumentation des bassins versants et protocoles de suivi</i>	246
<i>Le climat</i>	247
<i>Les débits à l'exutoire</i>	248
<i>Conclusion sur l'hydrologie</i>	250
Caractérisation des systèmes de production	253
Occupation du sol et systèmes de production	253
Fertilisation azotée et bilans d'azote	254
Les pratiques de protection phytosanitaire	256
<i>Les conduites de protection phytosanitaire</i>	256
<i>Les apports de pesticides sur les bassins versants</i>	257
<i>Conclusion sur les systèmes de production</i>	258
Conclusion sur les caractéristiques physiques	258
Transfert de produits phytosanitaires	
et qualité de l'eau	259
Contamination des eaux superficielles par les pesticides	259
<i>Substances actives recherchées, protocoles</i>	
<i>de suivi et d'analyse</i>	259
<i>Contamination par les désherbants du maïs</i>	262
<i>Contamination par les désherbants des céréales</i>	264
<i>Conclusion</i>	265
Suivi spatialisé de la contamination par l'atrazine	
et l'isoproturon	266
<i>Démarche méthodologique</i>	267
<i>Mise en évidence de la contribution</i>	
<i>des parcelles à risque fort</i>	269
<i>Conclusion et perspectives</i>	270
Flux d'azote et qualité de l'eau	273
Concentrations en nitrates et flux d'azote	
à l'exutoire des bassins	273
<i>Calcul des flux d'azote par la mesure des débits</i>	
<i>et des concentrations</i>	273
<i>Contribution des crues au flux total d'azote</i>	274
<i>Évolution de la teneur en nitrates de l'écoulement de base</i>	274
<i>Flux d'azote à l'exutoire des bassins et sous-bassins</i>	276
Estimation des quantités d'azote lessivables	
dans les bassins versants	276
<i>La pollution azotée considérée</i>	276
<i>Comparaison de l'azote lessivable</i>	
<i>aux flux mesurés aux exutoires</i>	278
Conclusion	281

Bocage : diversité biologique et fonctionnalité	283
Évaluation scientifique du bocage des deux bassins versants	284
<i>Recensement des haies et évaluation économique du bocage</i>	284
<i>Évaluation d'autres fonctions du bocage</i> <i>pour une évaluation scientifique plus globale</i>	288
<i>Conclusion</i>	291
Évaluation du bocage par les agriculteurs	291
<i>Démarche</i>	292
<i>Appréciation par les agriculteurs des fonctions du bocage</i>	292
<i>Critères d'évaluation utilisés par les agriculteurs</i>	294
<i>Comparaison et concordance avec l'évaluation scientifique</i>	294
Conclusion	297
Conclusion sur le bassin versant	299
Une échelle de validation des indicateurs de risque de pollution ?	299
Un outil d'évaluation des systèmes de production ?	300
Une échelle adaptée à l'action ?	302
Conclusion générale	305
Une démarche systémique	305
Un partenariat fort	306
Des atouts technico-économiques	306
Des atouts environnementaux	307
Des atouts sociaux	309
Un bilan positif sur la réalité du compromis environnemental et socio-économique	309
Des perspectives pour l'agriculture durable	310
Annexes	313
Comité de pilotage et conseil scientifique	313
Équipes de recherche	315
Partenaires et collaborateurs	316
Chercheurs et ingénieurs impliqués dans le programme et fonctions	318
Agriculteurs ayant collaboré	320
Chercheurs du comité de relecture	321
Publications	322
Mémoires et rapports remis	322
Liste des abréviations	327
Glossaire	329
Références bibliographiques	333
Liste des auteurs	339

INTRODUCTION

Le programme de recherche Systèmes Terre et Eau, confié à l'INRA de 1993 à 1998, et dont les résultats font l'objet du présent ouvrage, présente un certain nombre de particularités qui le distingue de ceux généralement réalisés dans un tel institut de recherche. En Bretagne, il répond à des préoccupations sociales et environnementales relatives à la dégradation croissante de la qualité de l'eau et à un souci de préservation du milieu naturel et des paysages émanant d'un groupe d'agriculteurs, le CEDAPA¹, dont les pratiques peuvent être qualifiées d'alternatives par rapport au modèle de production dominant dans cette région, parce que basées sur un système fourrager très herbager. A cette dimension environnementale très forte s'ajoute la question de la validité économique de tels systèmes de production, garante d'un développement agricole durable. Le programme Systèmes Terre et Eau est donc né d'une rencontre entre un groupe d'agriculteurs soucieux de mieux répondre aux besoins de la société - le CEDAPA, une collectivité locale très engagée dans la restauration de la qualité de l'environnement - le Conseil Général des Côtes d'Armor - et un institut de recherche agronomique - l'INRA, sur la base d'objectifs communs.

La démarche entreprise se distingue par la globalité de son approche pour réaliser une expertise sur la totalité de l'exploitation agricole et évaluer son aptitude à réaliser un compromis entre de bons résultats économiques, une préservation de l'environnement pour le bénéfice de la société et des satisfactions sociales pour l'exploitant et le milieu local.

Tout en étant globale, la démarche se veut aussi explicative, ce qui l'oblige à faire appel à des disciplines très diversifiées telles que l'agronomie des prairies et des plantes cultivées, les sciences du sol, l'hydrogéologie, pour appréhender de manière transversale le devenir d'éléments polluants tels que l'azote et les pesticides, mais aussi la nutrition et l'élevage en production animale, l'économie de l'exploitation et l'analyse des paysages. La nécessité de coupler une approche d'évaluation globale et une approche fonctionnelle approfondie dans des secteurs diversifiés, au niveau du terrain, a engendré la mise au point d'une approche particulière qui se distingue par plusieurs caractéristiques essentielles :

- un dispositif de recherches pluridisciplinaires présentant un large éventail de disciplines scientifiques qui mettent en œuvre leurs propres outils d'approche ;

- la définition en commun de modes d'évaluation globale pour les résultats économiques et pour les résultats environnementaux, à des échelles très variées telles que prairies, cultures, troupeaux, exploitation ;

- la réalisation de recherches complémentaires plus ponctuelles pour évaluer une technique particulière mise en œuvre dans ces exploitations, telles que des successions culturales faisant intervenir la prairie, et pour estimer son impact sur les pertes d'azote ;

- la mise en œuvre de méthodes d'approche aptes à résoudre le dilemme entre la précision de l'analyse, qui ne peut se faire que sur un échantillon d'exploitations de taille réduite et la représentativité d'une évaluation de portée générale, qui à l'inverse nécessite un nombre élevé d'exploitations.

¹ Centre d'études pour un développement agricole plus autonome.

Ainsi, pour remédier au particularisme des exploitations en nombre limité, trois types d'approches complémentaires ont été utilisés :

- l'évaluation des exploitations, regroupées par types de système de production, malgré leur faible effectif ;
- la simulation d'exploitations types, homogénéisées sur des critères de taille et de productivité, et qui différaient par le système fourrager (% d'herbe) et les niveaux de productivité et d'intrants ;
- l'étude évolutive sur une période de cinq ans, qui a permis de suivre, sur l'ensemble des exploitations du réseau, l'effet du changement de système de production, vers plus d'herbe, moins d'intrants et de productivité.

L'étude de petits bassins versants a permis d'autre part une mesure directe de l'impact des systèmes de production sur le milieu naturel.

Considérées séparément, ces méthodes auraient probablement été insuffisantes. C'est donc leur combinaison et l'intégration de résultats convergents, à différentes échelles et sous différents angles, qui donnent à l'étude sa validité scientifique.

Dans un premier temps, cet ouvrage rappelle quelques étapes clé du développement agricole breton, de l'après-guerre jusqu'à nos jours. Ce chapitre doit permettre au lecteur de comprendre les fondements sur lesquels le CEDAPA a conçu un modèle alternatif de développement agricole durable. Ce premier chapitre expose également l'architecture générale et le fonctionnement du programme Systèmes Terre et Eau. Le deuxième chapitre de cet ouvrage est consacré aux résultats globaux de l'évaluation économique, environnementale et sociale des systèmes de production étudiés. Il fait appel à l'utilisation d'indicateurs simples, communément utilisés par les structures d'encadrement du monde agricole ou encore mis au point au cours de ce programme faute de méthodologie globale disponible. Le troisième chapitre expose les résultats d'une démarche analytique approfondie du fonctionnement des différents sous-systèmes de l'exploitation (système d'élevage et systèmes de culture) ; en opérant différents changements d'échelle, propres à chaque discipline mobilisée, ce chapitre permet de mieux comprendre comment se construit l'efficacité économique et environnementale des systèmes de production du CEDAPA et de tenir compte d'ajustements internes à l'exploitation qui ne transparaissent généralement pas ou peu dans une approche plus globale. Enfin, la quatrième partie de cet ouvrage est consacrée aux recherches qui ont été menées à l'échelle du bassin versant. Laissant de côté le volet économique, ce chapitre traite des conséquences environnementales directes des systèmes herbagers du CEDAPA sur le milieu naturel en termes de pollution par l'azote et les pesticides, mais aussi en termes de paysage, tout en discutant de la pertinence de l'échelle bassin versant pour évaluer les performances environnementales d'un type de système de production.

En croisant échelles d'approches et disciplines scientifiques, à l'instar de la démarche d'expertise qui a prévalu tout au long de ce programme, cet ouvrage offre donc plusieurs modes de lecture qui doivent permettre de satisfaire tant le lecteur spécialiste de l'une des disciplines mentionnées plus haut, que le lecteur plus « généraliste », curieux de ces systèmes de production et d'une démarche de recherche originale.

LE PROGRAMME
SYSTEMES TERRE ET EAU
