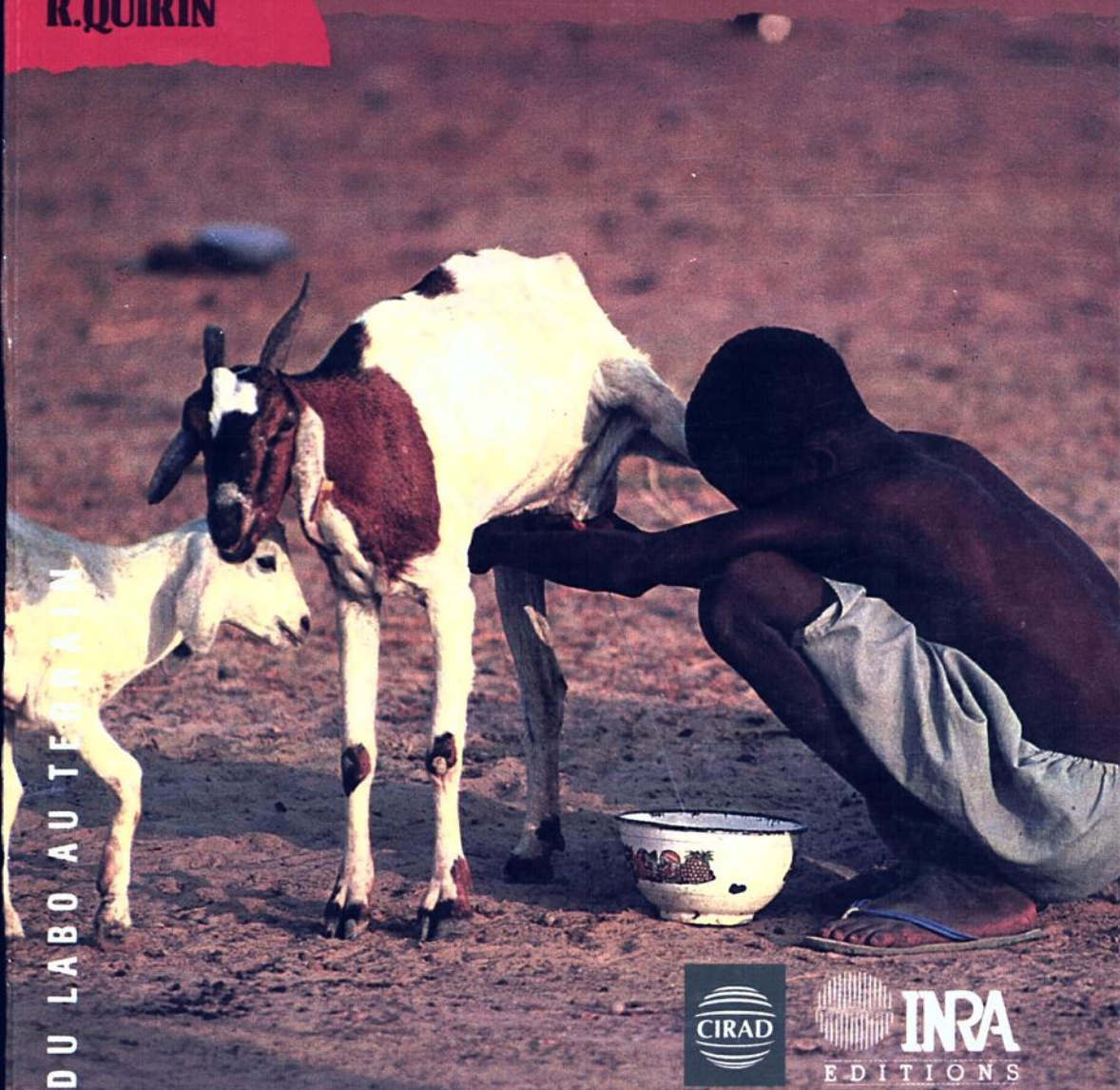


écopathologie animale

méthodologie

applications
en milieu tropical

B. FAYE
P.C. LEFEVRE
R. LANCELOT
R. QUIRIN



DU LABO AU TERRAIN



INRA
EDITIONS

écopathologie animale

méthodologie

applications en milieu tropical

écopathologie animale

méthodologie

applications en milieu tropical

**B.FAYE
P.C.LEFEVRE
R.LANCELOT
R.QUIRIN**

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
147, rue de l'Université, 75338 Paris Cedex 07

CENTRE DE COOPÉRATION INTERNATIONALE EN RECHERCHE
AGRONOMIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT
DÉPARTEMENT D'ÉLEVAGE ET DE MÉDECINE VÉTÉRINAIRE
10, rue Pierre Curie, 94704 Maisons-Alfort

DU LABO AU TERRAIN

Ouvrages parus dans la même collection :

Combattre les ravageurs des cultures : enjeux et perspectives

G. RIBA, Christine SILVY
1989, 230 p.

Ennemis et maladies des prairies

G. RAYNAL, J. GONDRAN,
R. BOURNOVILLE, M. COURTILLOT éd.
1989, 252 p., 39 pl. couleur

Cultures florales de serre en zone méditerranéenne française

Eléments climatiques et physiologiques
Coédition INRA-PHM Revue Horticole
E. BERNINGER
1990, 208 p.

Cultures en pots et conteneurs

Principes agronomiques et applications
Coédition INRA-PHM Revue Horticole
F. LEMAIRE, A. DARTIGUES, L.-M.
RIVIERE, S. CHARPENTIER
1990, 184 p.

Le canard de Barbarie

B. SAUVEUR, H. de CARVILLE éd.
1990, 182 p.

L'escargot *Helix aspersa*

Biologie-élevage
J. C. BONNET, P. AUPINEL, J. L. VRILLON
1990, 124 p.

Les herbicides : mode d'action et principes d'utilisation

R. SCALLA, éd.
1991, 464 p.

Les maladies des plantes maraîchères, 3^e édition

C. M. MESSIAEN, D. BLANCARD,
F. ROUXEL, R. LAFON
1991, 552 p.

Nutrition et alimentation des volailles

M. LARBIER, B. LECLERCQ
1992, 355 p.

Les *Alliums* alimentaires reproduits par voie végétative

C.M. MESSIAEN, J. COHAT, J.P. LEROUX,
M. PICHON, A. BEYRIES
1993, 244 p.

Agrométéorologie des cultures multiples en régions chaudes

C. BALDY, C.J. STIGTER
1993, 250 p.

Composition et mise en pages : G.L.J. Conseil

Coordination éditoriale : Sylvie Daumal

© INRA, CIRAD-EMVT, 1994

ISBN : 2-7380-0538-1

ISSN : 1150-3564

© Le code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique.

Toute reproduction, partielle ou totale, du présent ouvrage est interdite sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 3, rue Hautefeuille, Paris 6^{ème}.

INTRODUCTION

L'écopathologie constitue une branche récente de l'épidémiologie animale et a connu un développement particulièrement notable en France depuis le début des années 70. Initialement élaborée pour tenter d'apporter des solutions économiquement viables aux problèmes posés par la pathologie d'étiologie multifactorielle dans les élevages intensifs, la démarche écopathologique s'introduit aujourd'hui dans un contexte radicalement différent : celui de l'élevage extensif dans les conditions tropicales. Une première réflexion entamée au cours d'une réunion du Groupe santé animale de la CORAF (Conférence des responsables de la recherche agronomique africains)¹ a permis de répertorier un certain nombre de difficultés inhérentes aux zones tropicales et de proposer quelques solutions.

Par ailleurs, plusieurs équipes du CIRAD-EMVT ont initié des enquêtes d'écopathologie dans un contexte méthodologique sensiblement nouveau, mise à part l'expérience acquise dans le cadre des enquêtes de productivité menées depuis plusieurs années au sein du département (FAUGÈRE et FAUGÈRE, 1986).

Il paraissait donc opportun de fédérer les initiatives, les compétences, les réflexions méthodologiques à la lumière des études entreprises pour faire le point sur les enquêtes d'écopathologie en milieu tropical, d'analyser les contraintes plus ou moins spécifiques à ce milieu et, aussi, de proposer des réponses méthodologiques que l'expérience et les résultats à venir devront enrichir. De plus, ce volume se voulant une initiation à l'écopathologie et une vulgarisation de ses méthodes, nous avons pris le parti de simplifier le vocabulaire pour être accessible à tous.

Ainsi, cet ouvrage se veut tout ensemble outil de réflexion, guide pour l'action et source d'informations permettant à l'épidémiologiste d'approfondir ses connaissances. Objectifs ambitieux, auxquels ce livre espère en toute modestie pouvoir utilement contribuer.

¹ *Méthodologies d'enquêtes épidémiologiques en Afrique. Propositions pour la conception et le déroulement des enquêtes.*
Document n° 1. N'Djaména (Tchad) 21-31 mars 1990. 25 p.

TABLE DES MATIÈRES

L'ÉCOPATHOLOGIE : UNE MÉTHODE D'APPROCHE DE LA SANTÉ EN ÉLEVAGE	7
RAPPELS HISTORIQUES	7
ÉLÉMENTS DE DÉFINITION	8
LES CHAMPS D'APPLICATION HABITUELS	10
LES OUTILS	13
LES MÉTHODES	15
LES APPLICATIONS DES RÉSULTATS	24
LES TROIS CONDITIONS	26
QUELQUES RÉPONSES MÉTHODOLOGIQUES AUX CONTRAINTES LIÉES AUX PAYS EN DÉVELOPPEMENT	29
EMPORTER LA CONVICTION DES PARTENAIRES	29
L'INTROUVABLE GROUPE DE TRAVAIL ?	33
LES PATHOLOGIES MULTIFACTORIELLES SONT-ELLES D'ACTUALITÉ DANS LES PAYS TROPICAUX ?	34
L'INCONTOURNABLE RÉSEAU D'ÉLEVEURS	35
LA LOGISTIQUE PEUT-ELLE SUIVRE ?	40
L'ÉCOPATHOLOGIE TROPICALE, DÉFI OU NÉCESSITÉ ?	46
MISE EN ŒUVRE DE QUELQUES ENQUÊTES ÉCOPATHOLOGIQUES EN MILIEU TROPICAL	47
PREMIÈRE ÉTUDE DE CAS : FACTEURS DE RISQUE DES AVORTEMENTS CHEZ LA CHÈVRE AU BRÉSIL	47
DEUXIÈME ÉTUDE DE CAS : CONTRAINTES PATHOLOGIQUES MAJEURES ET FACTEURS DE RISQUE DES PNEUMOPATHIES CHEZ LES PETITS RUMINANTS AU TCHAD	60
TROISIÈME ÉTUDE DE CAS : ENQUÊTE SUR LES FACTEURS DE RISQUE DES PNEUMOPATHIES DES PETITS RUMINANTS AU SÉNÉGAL	76
AUTRES ENQUÊTES D'ÉCOPATHOLOGIE EN ZONE TROPICALE	81
CONCLUSION GÉNÉRALE	86
ANNEXES	89
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIE	109
RÉFÉRENCES INFORMATIQUE	115
Liste des sigles et abréviations	115
GLOSSAIRE	117

L'ÉCOPATHOLOGIE : UNE MÉTHODE D'APPROCHE DE LA SANTÉ EN ÉLEVAGE

RAPPELS HISTORIQUES

INITIALEMENT inventé par un écologue travaillant sur les systèmes piscicoles (TUFFERY, 1977), le concept d'écopathologie fut repris par deux équipes de vétérinaires épidémiologistes : l'équipe de la station de pathologie porcine de Ploufragan qui relève du CNEVA (TILLON et ses collaborateurs) et celle du laboratoire d'écopathologie de l'INRA-Theix (BROCHART et ses collaborateurs) qui travaille sur la vache laitière. Par ailleurs, en 1984, le Centre d'Écopathologie Animale de Villeurbanne, structure professionnelle de droit privé (GIE) voit le jour à l'initiative de G. ROSNER et à la faveur d'un financement régional et national. Avec la création de ce centre, l'écopathologie se préoccupe non seulement des filières porcine et vache laitière, mais aussi des filières vache allaitante, ovine et caprine (la filière porcine fut ultérieurement abandonnée du fait de sa faible importance dans la région Rhône-Alpes).

Les démarches de ces trois équipes peuvent différer sur tel ou tel point, leurs objectifs, leurs objets d'études et leur finalité professionnelle n'étant pas superposables. Les unes sont plus concernées par les aspects cognitifs et méthodologiques, les autres sont en prise plus directe avec le développement agricole ; les unes abordent des problèmes sanitaires spécifiques, les autres s'intéressent à des *complexes pathologiques*. Les approches sont cependant comparables et des rencontres régulières ont lieu entre ces trois équipes, au sein de l'AEEMA (Association pour l'étude de l'épidémiologie des maladies animales) qui a constitué depuis 1985 un groupe de travail « Écopathologie ».

Dans son appellation et sa conception actuelles, l'écopathologie est donc une discipline spécifiquement française, bien que certaines recherches épidémiologiques réalisées à l'étranger (en particulier aux Pays-Bas et en Nouvelle-Zélande) puissent se rapporter à une démarche similaire. La notion d'écopathologie commence néanmoins à être reconnue au plan international comme une *école française d'épidémiologie*.

ÉLÉMENTS DE DÉFINITION

On peut trouver dans la littérature différentes définitions de l'écopathologie qui se distinguent par des nuances mineures. En allant au plus simple, on peut définir le concept d'écopathologie comme *l'étude des relations complexes existant entre l'environnement (c'est-à-dire l'ensemble des conditions géoclimatiques et technico-économiques auxquelles sont confrontés l'éleveur et son cheptel) et les états pathologiques survenant au sein du troupeau* (FAYE, 1986 ; BARNOUIN *et al.*, 1988).

Au Centre d'Écopathologie Animale de Villeurbanne, on insiste beaucoup aussi sur la notion d'économie, l'écopathologie étant aussi la « discipline qui étudie les rapports qui existent entre la pathologie et l'économie : conséquences économiques de la pathologie, conséquences pathologiques de l'économique »¹.

L'écopathologie représente donc une branche de l'épidémiologie analytique, parce que son objectif principal consiste à rechercher les facteurs de risque des maladies.

Les facteurs de risque se définissent comme des caractéristiques de l'environnement ou de l'individu, contrôlables par l'homme, qui, lorsqu'elles sont présentes et peuvent s'exprimer au sein d'une population ou d'un système, augmentent la probabilité d'apparition et de développement d'un état pathologique ou d'une association d'états (encadré n°1). *L'écopathologie envisage donc de prévenir certains troubles sanitaires en intervenant sur les facteurs de risque, sans nécessairement connaître ni les effecteurs, ni les mécanismes d'apparition de ces troubles.*

ENCADRÉ N° 1

Facteur et marqueur de risque

La notion de *facteur de risque* renvoie à une situation sur laquelle l'homme peut exercer un contrôle, à l'inverse de la notion de *marqueur de risque*. Dans ce dernier cas, il s'agit d'une caractéristique non modifiable de l'individu, qui représente un risque en soi (telle que l'âge ou le sexe), associée indirectement à une maladie donnée, mais dont la relation causale est exclue (JÉNICEK et CLÉROUX, 1982) : ainsi, chez la vache laitière, un rang de lactation élevé constitue, pour un animal donné, un marqueur de risque. En revanche, une mauvaise gestion des carrières des animaux (marquée par une insuffisance dans les réformes des vieilles vaches à mammites répétitives, par exemple) représente un facteur de risque.

Ainsi, débouchant sur des plans de prévention ou des outils d'aide à la décision, le caractère opérationnel de la démarche écopathologique doit être souligné.

L'écopathologie est donc une branche de l'épidémiologie, qui se distingue par un enrichissement dû à la rencontre avec d'autres disciplines : la systémique et l'écologie². En effet la démarche écopathologique procède d'un triple choix épistémologique (LANDAIS, 1991) :

1 Le Centre d'Écopathologie. Introduction. Document du Centre régional d'écopathologie, 26 rue de la Baisse, 69100 Villeurbanne.

2 En fait, il s'agit moins de deux disciplines que d'une démarche dans l'approche du réel (la systémique) et d'une discipline scientifique (l'écologie).

– *Le choix de la complexité* : au schéma explicatif classique [agent pathogène → maladie] se substitue un modèle conceptuel complexe intégrant toutes les caractéristiques du milieu, les pratiques de l'éleveur, les performances des animaux, le microbisme du bâtiment d'élevage et le niveau technique de l'éleveur. Un tel modèle se caractérise donc par la priorité accordée aux facteurs d'environnement (d'où le préfixe *éco* pour écologie) et par une substitution du concept de *cause* par celui de *facteur de risque* défini plus haut, bien que le débat sur l'inférence causale soit loin d'être clos (DUCROT, 1990a)³. Pour illustrer ces propos, nous pouvons prendre l'exemple de l'enquête sur la mortinatalité des agneaux (DUCROT, 1988) qui montre que l'absence de la tonte chez les femelles gestantes augmente le risque de mortinatalité (les agneaux issus de ces femelles sont moins lourds et leur espérance de vie plus courte). L'absence de tonte constitue bien un facteur, mais on ne dispose pas pour autant d'explications physiopathogéniques évidentes permettant de définir un facteur causal.

– *Le choix de la globalité*, c'est-à-dire l'étude du milieu commun qui influe sur les performances sanitaires et zootechniques d'un ensemble d'animaux, ce qui conduit à considérer le complexe animaux/milieu d'élevage en terme de système (TUFFERY, 1985) dans lequel le facteur-temps (c'est-à-dire les différentes séquences temporelles qui témoignent d'une évolution concurrente des paramètres de l'environnement et des états pathologiques) représente un axe à prendre en compte dans l'analyse des facteurs de risque (FAYE et GRELET, 1991). Dès lors, la pathologie peut être considérée comme une *sortie* des systèmes d'élevage, au même titre, mais de façon plus sensible, que les performances zootechniques.

– *Le choix de l'étude en situation réelle* : si la maladie est considérée comme une sortie du système (au sens où l'entend L. BERTALANFFY, 1973, quand il définit le système comme un ensemble d'éléments en interaction), le concept de maladie renvoie au choix d'un niveau d'observation qui est celui des unités d'élevage. Dans ce cadre-là, le chercheur ne peut ni provoquer la maladie, ni maîtriser l'ensemble des paramètres de l'environnement (GANIÈRE *et al.*, 1991). En écopathologie, l'élevage est à la fois le lieu et le matériel de l'étude.

Aussi, ce triple choix renvoie-t-il à des outils, des méthodes, des concepts utilisés tant par la systémique que par l'écologie (au sens de la définition qu'en donne le dictionnaire, à savoir l'étude des milieux où vivent et se reproduisent les êtres vivants ainsi que des rapports de ces êtres avec le milieu)⁴.

De ce point de vue, on pourrait donc définir l'écopathologie comme la discipline qui étudie la complexité des rapports entre les processus pathologiques qui affectent les animaux et/ou les troupeaux, et les facteurs de l'environnement dans le contexte des systèmes d'élevage réels (par opposition à des élevages en situations expérimentales). C'est une approche probabiliste des maladies d'élevage, une discipline à visée opéra-

3 « La causalité est complexe : rétroaction de l'effet sur la cause, causalités finalités, endo-exo-causalités... » in E. MORIN, 1980.

4 Cependant, la notion d'écologie dans la démarche écopathologique doit se comprendre dans le sens : rôle des facteurs d'environnement sur la maladie. C'est ce qui la distingue d'une étude écologique des systèmes anthropogéniques (tels que les élevages) qui privilégie la recherche de l'impact des activités d'élevage sur l'environnement comme la pollution par les lisiers par exemple (BAYKOV et TYRAWSKA, 1991).

tionnelle qui cherche moins à produire des connaissances nouvelles qu'à résoudre des problèmes pathologiques. Du point de vue cognitif, elle peut cependant fournir des pistes, des hypothèses étiologiques pour des recherches analytiques (par exemple, BARNOUIN et CHASSAGNE, 1991).

LES CHAMPS D'APPLICATION HABITUELS

L'approche écopathologique constitue une démarche scientifique qui s'est imposée en France par la perception de l'existence d'une pathologie multifactorielle en élevage intensif. Cette définition repose sur deux mots clés.

La pathologie multifactorielle

Dans un article publié dans *Le Monde*, M. BROCHART (1982), parodiant Simone Signoret, écrivait *Les maladies ne sont plus ce qu'elles étaient*. De fait, les grands progrès réalisés en matière de prévention médicale et sanitaire ont fait quasiment disparaître les fléaux d'antan (tuberculose, brucellose, peste porcine, maladie de Newcastle,...) au profit de manifestations pathologiques à caractère enzootique. Cette nouvelle pathologie (que le Pr Espinasse qualifie de technopathie) se caractérise de la manière suivante (MADEC et TILLON, 1988) :

- elle s'exprime à un niveau intermédiaire entre la population animale (touchée par les grandes épizooties d'antan) et l'individu : celui de l'unité d'élevage, entité géographique, sociale et démographique où sévit une pathologie qualifiée *de groupe* ou *d'élevage* ;
- elle se traduit chez l'individu malade par une symptomatologie variable, souvent équivoque, parfois fruste (on parle alors de pathologies subcliniques, ou même infracliniques, qui ne sont décelées qu'à l'aide d'analyses de laboratoire : comptage des cellules du lait, dosage des enzymes hépatiques circulantes, profils métaboliques,...) ;
- elle entraîne une forte morbidité, mais une faible mortalité ;
- elle ne met pas en jeu des contaminants spécifiques majeurs, mais soit des germes multiples dont le pouvoir pathogène varie en fonction de nombreux facteurs interactifs liés à l'environnement et à la conduite des animaux ; soit des désordres métaboliques et nutritionnels qui ne se rattachent pas à un agent pathogène identifié ;
- elle s'exprime dans les élevages de façon continue ou répétitive (saisonniers par exemple, ou en fonction du stade physiologique des animaux)⁵ ;
- elle s'accompagne généralement de mauvaises performances technico-économiques qui constituent d'ailleurs souvent le premier indicateur de la présence d'un problème sanitaire dans le troupeau.

Cette pathologie, sans être vraiment nouvelle, s'est développée avec l'intensification des productions et a surtout pris de l'importance en raison de ses répercussions sur les

5 À cet égard, J.P. TILLON parle d'endémiologie pour définir la partie de l'épidémiologie qui s'intéresse à ce type de maladie (LANDAIS et DUFOUR, 1990).

coûts de production et la baisse des marges obtenues dans les productions animales (PÉRETZ et CIMAROSTI, 1990).

La maladie relève dans ces conditions d'une inadaptation entre un ensemble de facteurs environnementaux et les performances de production de l'animal. Chaque facteur peut jouer un rôle, mais c'est le plus souvent la synergie des facteurs qui entraîne l'apparition et le développement de la maladie.

L'intensification des productions

Historiquement, l'émergence des pathologies multifactorielles s'est associée à l'intensification des productions animales. Il est d'ailleurs révélateur que les premières approches relevant de l'écopathologie se soient développées dans les élevages piscicoles, puis dans les productions hors-sol, provenant des filières porcines et aviaires. MADEC et TILLON (1988) définissent l'élevage intensif comme *une méthode d'élevage des animaux dont l'objectif économique est recherché au travers du meilleur rendement possible des facteurs de production*. Cela s'est traduit au sein des exploitations par une augmentation des effectifs, un confinement des animaux, une standardisation des pratiques et du matériel génétique animal, l'ensemble modifiant significativement l'environnement des individus.

Par la suite, la démarche écopathologique a concerné les ruminants domestiques : la vache laitière dans un premier temps (laboratoire d'écopathologie de l'INRA-Theix), puis l'ensemble des filières bovines, ovines et caprines (Centre d'Écopathologie Animale de Villeurbanne).

Cependant, les systèmes de production de ruminants concernés par les recherches en écopathologie s'inscrivent, dans la quasi-totalité des études menées actuellement, au sein des modes d'élevage qualifiés d'intensifs, même si la standardisation des pratiques et des conditions de l'environnement (bâtiment-alimentation-prévention) est beaucoup moins poussée que pour les productions hors-sol. Néanmoins, ce n'est pas seulement le caractère intensif des élevages qui a conduit à la mise en place des enquêtes d'écopathologie dans ce contexte, c'est aussi la possibilité de disposer plus facilement de paramètres quantifiables. La réelle difficulté d'enregistrer des paramètres en milieu extensif reste en effet une contrainte majeure.

Le développement de la démarche écopathologique chez les ruminants domestiques a impliqué des adaptations méthodologiques dues aux contraintes propres à ces filières (FAYE *et al.*, 1991) ; le poids de l'individu au sein du troupeau dans le cas de la vache laitière, le rôle de l'éleveur et les rapports qu'entretient l'animal avec l'espace et le temps représentent des facteurs à prendre particulièrement en considération.

Avec l'objectif de jouer sur le *milieu*, l'écopathologie intervient, en fait, sur le même registre que les démarches techniques qui ont accompagné l'intensification. En simplifiant, on peut considérer que l'élevage intensif crée un milieu fortement anthropisé et plus aisément modifiable alors que l'élevage extensif est plutôt soumis aux conditions naturelles sur lesquelles il est plus difficile d'agir.

Dans tous les cas, le champ d'application de la démarche écopathologique est associé à l'étude des maladies considérées comme le point de rencontre d'un ensemble de facteurs liés à l'environnement socio-économique, physique et biologique de l'animal d'élevage (plurifactorialité) et à la présence de cette pathologie au sein d'élevages basés

sur une productivité accrue de la terre, des animaux et du travail par une intensification appropriée (augmentation des intrants, sélection génétique, rationalisation des pratiques, mécanisation). Pour autant, le caractère intensif des productions ne constitue pas un critère absolu pour le choix des enquêtes écopathologiques, comme en témoignent certaines études mises en place dans la filière bovin-viande ou ovin-viande.

Le cadre originel de la mise en place et du développement de la démarche est donc globalement fort éloigné du milieu tropical qui nous préoccupe et, d'emblée, nous savons que des adaptations méthodologiques s'imposent, bien que, localement, se rencontrent dans les pays chauds, en particulier à la périphérie des grandes concentrations urbaines, des élevages caractérisés par l'intensification des productions, où la pathologie, souvent facteur limitant principal, relève du caractère multifactoriel décrit au chapitre précédent (LAHLOU-KASSI *et al.*, 1994).

Tableau 1 : Les principales enquêtes écopathologiques réalisées en France (d'après GANIÈRE et al., 1991).

Bovins Lait

mammites⁽¹⁾

fourbures et fourchet⁽¹⁾

conditions de vêlage et fécondité⁽¹⁾

pathologie du péri-partum⁽²⁾

Bovins de nurseries

pathologie respiratoire des veaux⁽¹⁾

pathologie respiratoire des jeunes bovins en lot⁽¹⁾

conditions de vêlage et fertilité des vaches allaitantes⁽¹⁾

Caprins

arthrites des chèvres⁽¹⁾

Ovins

mortalité néonatale⁽¹⁾

ecthyma des ovins⁽¹⁾

mammites des brebis⁽¹⁾

Porcins

mortalité du porcelet sous la mère⁽³⁾⁽¹⁾

troubles de la fertilité des truies⁽³⁾

diarrhée du porcelet sous la mère⁽³⁾

diarrhée du porcelet au sevrage⁽³⁾

pathologie de la mise bas de la truie⁽³⁾

pathologie respiratoire des porcs charcutiers⁽³⁾

Volailles

mauvaises performances zootechniques dans les élevages de poulet de chair⁽⁴⁾

pathologie respiratoire du poulet de chair⁽⁴⁾

dermite nécrotique du poulet de chair⁽⁴⁾

(1) Centre d'Écopathologie Animale ; (2) INRA-Laboratoire d'écopathologie ; (3) CNEVA-LCRAP-Station de pathologie porcine ; (4) CNEVA-LCRAP-Unité de recherche de pathologie aviaire.

Les enquêtes d'écopathologie en France

Les études réalisées ou en cours de réalisation s'inscrivent dans le champ habituel d'application de la démarche décrite précédemment. On trouvera dans le tableau 1 une liste non exhaustive des principales études écopathologiques réalisées en France.

Les maladies ayant entraîné les études répertoriées ici ne sont pas dues, pour la plupart, à un seul agent pathogène (exception faite pour l'arthrite-encéphalite caprine due au CAEV – *Caprine arthritis encephalitis virus* – et l'ecthyma des ovins dû à un parapoxvirus), mais sont simplement assimilées à de mauvaises performances zootechniques. De fait, la méthodologie développée et éprouvée sur les élevages tend à s'adapter à l'étude des problèmes liés à la qualité et des facteurs qui la déterminent, posés tant en terme de produit brut (qualité hygiénique du lait, qualité des carcasses) que de produits transformés (fromage, par exemple). D'ailleurs, en ce domaine, le Centre d'Écopathologie Animale met en place une enquête sur les facteurs affectant la qualité hygiénique du lait de chèvre et des produits transformés.

Dans la plupart des cas, cependant, les enquêtes menées par les équipes françaises se sont d'abord préoccupées des pathologies économiquement dominantes dans les élevages intensifs (mammites, boiteries et infécondité chez la vache laitière, pathologie respiratoire et infertilité chez les bovins viande, syndromes respiratoires et digestifs chez les porcs, etc.) pour lesquelles la prévention médicale et sanitaire classique s'avère insuffisante (même si elle est nécessaire) pour diminuer leur impact sur les performances économiques de l'exploitation.

LES OUTILS

En tant que discipline scientifique s'intéressant au *complexe* et au *multifactoriel*, l'écopathologie induit la récolte d'un volume souvent considérable de données et la mise en jeu de traitements multiples de l'information. De ce fait, l'écopathologie doit son développement à l'informatique, qui seule peut lui permettre de répondre à de tels objectifs, dans un délai suffisamment court pour que les résultats obtenus restent pertinents dans une optique d'intervention. Dès lors, l'écopathologiste, même s'il n'est ni informaticien ni statisticien, est obligé d'utiliser l'informatique et la statistique, et doit intervenir dans le choix du matériel, voire dans la conception des logiciels (JOSSE, 1986).

Le système informatique

Le choix du système propre à traiter l'information en écopathologie s'appuie sur les considérations suivantes :

- capacité en mémoire centrale suffisante ;
- rapidité d'exécution des nombreux calculs à réaliser tout au long de l'étude ;
- possibilité d'effectuer de nombreuses tâches annexes telles que la saisie des données, la gestion des fichiers, l'édition de résultats (en particulier graphiques), etc. ;
- capacité de récupérer des données déjà disponibles sur support informatique et stockées par des organismes tels que le Contrôle Laitier, les Centres d'Insémination Artificielle, la Météorologie Nationale... ;

- possibilité de travailler en multipostes lorsque l'étude est mise en place par plusieurs personnes impliquées dans le traitement ;
- éventuellement, possibilité de traiter plusieurs études simultanément.

Cet ensemble de considérations implique le choix d'un système autorisant un travail multitâches, la mise en place de terminaux connectés en réseau pouvant assurer une rapidité d'exécution confortable pour l'utilisateur. Traditionnellement, ce sont des systèmes entrant dans la catégorie des mini-ordinateurs qui sont utilisés, bien que la nouvelle génération des micro-ordinateurs dispose de capacité en mémoire suffisante pour traiter des enquêtes portant sur un nombre restreint d'individus (quelques centaines).

Le choix des logiciels

Le choix des logiciels est guidé par des considérations portant aussi bien sur la capacité de traitement que sur leur pertinence. Il faut, dans le cadre d'une étude d'écopathologie, pouvoir :

- saisir, corriger et contrôler la cohérence des données (validation) ;
- assurer éventuellement la transformation des données, voire les manipuler mathématiquement (comme, par exemple, le calcul d'un intervalle vêlage-vêlage à partir de deux dates de mise bas) ;
- gérer des fichiers (fusions, choix de colonnes, choix de lignes, concaténation...) ;
- élaborer les calculs statistiques élémentaires (tri à plat, tri croisé, moyenne, variance, histogrammes de répartition, tests divers) ;
- mettre en œuvre des calculs statistiques plus élaborés (analyses de variance multivariées, analyses factorielles, classification...) ;
- éditer des résultats lisibles (sous forme graphique, par exemple).

Il existe sur le marché suffisamment de bons logiciels disponibles assurant de telles fonctions. Certains programmes d'analyse de données sont d'ailleurs multifonctions et assurent un continuum depuis la saisie jusqu'aux sorties graphiques. Les plus couramment utilisés par les équipes d'écopathologie en France sont ADDAD, BIDOUILLE, BIOMECCO, SAS, SPAD, STATITCF...

Le système d'information

En amont du traitement statistique des données, l'écopathologie peut amener les utilisateurs à mettre en place un système d'information sous forme d'une base de données relationnelle (PÉROCHON, 1990), ce qui facilite leur exploitation dans une stratégie exploratoire (LESCOURRET et FAYE, 1991). En effet, une telle stratégie ne permet pas de définir des processus standardisés d'interrogation (MALLOW et TUKEY, 1982a ; LESCOURRET *et al.*, 1992). Il importe alors de favoriser la multiplication des procédures possibles pour l'interrogation de la base de données, pour constituer les tableaux analysables directement par les logiciels statistiques. L'intérêt d'une base de données relationnelle se renforce dès lors que les informations collectées dans les enquêtes écopathologiques sont marquées par la complexité et un volume parfois considérable (FAYE *et al.*, 1989). Par ailleurs, la mise en relation des fichiers de données facilite

également les contrôles de cohérence et des contraintes d'intégrité (par exemple, un animal donné ne peut appartenir à un instant donné qu'à une seule exploitation à la fois) et permet donc de détecter les erreurs de saisie et de les corriger, après vérification sur le terrain (FIALON, 1991).

LES MÉTHODES

Le champ d'étude de l'écopathologie est l'exploitation agricole. C'est dans ce cadre que l'enquête recueille les données en vue de leur traitement statistique approprié. Le choix des données doit impérativement s'appuyer sur des hypothèses qu'il incombe de préciser au cours des premières étapes de l'étude.

L'enquête

Comme dans toute étude épidémiologique, un certain nombre d'étapes doit être respecté en toute rigueur : les *études préalables* (formulation des hypothèses à travers la bibliographie sur le thème choisi et/ou constitution d'un groupe de travail comprenant divers partenaires concernés par le thème – méthodologie développée par le Centre d'Écopathologie Animale) (encadré n° 2), le *choix des enquêteurs* qui repose sur leur connaissance du milieu d'étude et le *choix des éleveurs*. Compte tenu de la nature de l'étude (recherche des facteurs de risque), la sélection des éleveurs s'accommode d'un échantillonnage raisonné en fonction soit de la diversité des situations rencontrées (on cherche alors non une représentativité statistique, mais une représentation de la diversité des situations existantes, comme celle des systèmes d'élevage, des régions ou des niveaux de production), soit d'un ciblage particulier (on cherche un échantillon homogène d'éleveurs afin d'éliminer les facteurs de variation non pertinents ou secondaires).

À cet ensemble de travaux et de choix préliminaires s'ajoute la sélection des sources d'informations complémentaires telles que les données d'abattoir, les résultats d'analyses de laboratoire, les informations des organismes professionnels (Contrôle Laitier, Contrôle de performances, Centres de Gestion...) ou les bilans de la Météorologie Nationale.

Ces différents points fixés, un protocole peut être élaboré et testé au cours d'une pré-enquête, à l'aide de procédures qui peuvent différer selon les équipes. En tout état de cause, le protocole destiné à l'ensemble des partenaires (enquêteurs, enquêtés, partenaires financiers, partenaires techniques...) énonce les points essentiels de l'étude (GANIÈRE *et al.*, 1991) :

- il rappelle les objectifs de l'étude,
- il précise la méthodologie, le volume, la qualité et le rythme du recueil des informations,
- il définit le contenu de la formation des enquêteurs afin d'assurer l'homogénéité et la fiabilité des données collectées,
- il livre le questionnaire d'enquête,
- il définit les modalités de transfert et de centralisation des données,
- enfin, il précise la stratégie du dépouillement statistique des données.

ENCADRÉ N° 2

Le groupe de travail

Un groupe de travail comprend des représentants de l'ensemble des organisations concernées par le travail d'écopathologie tant au plan départemental que régional ou national. Ces groupes propres aux filières de production définissent :

- leur sujet d'enquête (et donc les critères de choix de celui-ci) ;
- leur typologie d'exploitation (et les critères de ce choix) ;
- la technique d'élaboration du questionnaire et du protocole d'enquête.

Le groupe est autonome, pluridisciplinaire et impliqué dans la conception, la réalisation et les résultats de l'étude.

La dynamique créée à l'occasion de cet échange interdisciplinaire permet la formation continue des acteurs et un réajustement de leurs connaissances, elle oblige les intervenants à justifier leurs choix et leurs hypothèses et elle autorise enfin la réappropriation de l'étude et de ses résultats par ceux qui n'en étaient que les destinataires (ROSNER, 1984).

L'enquête est une méthode permettant de saisir le réel en ne s'appuyant ni sur la provocation des événements à étudier, ni sur l'observation de l'évolution ou de l'apparition d'un événement dont on maîtriserait les facteurs de variation indésirables. Le phénomène étudié (pathologie multifactorielle) étant par nature complexe, il importe de collecter des informations diversifiées sur les paramètres qu'on suppose intervenir sur son apparition. *Cette information doit être pertinente, exhaustive et fiable.* Ce n'est qu'à cette condition que l'information brute, issue de l'enquête, pourra devenir une donnée dont la manipulation dans un objectif statistique éclairera les hypothèses préalables.

La méthodologie d'enquête proprement dite peut présenter des particularités de détail selon les filières de production étudiées et les objectifs poursuivis par les différentes équipes. Cela dit, quelques principes paraissent communs :

La principale source d'informations est le *questionnaire d'enquête*. Celui-ci peut être à la fois typologique, rétrospectif (état des lieux de l'élevage, structure de l'exploitation, passé sanitaire,...) et prospectif (relevé régulier des événements, suivi des pratiques évolutives,...). Il n'existe pas de questionnaire-type transposable d'une étude à l'autre. Sa rédaction doit être le fruit d'une concertation large entre partenaires (groupes de travail, équipes pluridisciplinaires). La présence d'un informaticien-statisticien est souhaitable afin de favoriser l'adéquation entre la formulation des questions et l'analyse statistique.

En épidémiologie animale, l'éleveur est le point de passage obligé pour accéder aux sources d'information sanitaire en matière de pathologie d'élevage. En conséquence, le questionnaire constitue le support à travers lequel l'enquêteur devra relever toutes les données relatives à l'état de santé du troupeau tel qu'il est perçu par l'éleveur et précisé le cas échéant par le vétérinaire traitant.

La rédaction, le renseignement et l'interprétation des réponses à un questionnaire représentent sans doute les difficultés majeures dans l'enquête proprement dite, car nombreux sont les biais possibles. Le comportement de l'éleveur face à une série de questions peut faire varier la nature de la réponse selon le trait de caractère dominant qui le caractérise (LUQUET et DESAYMARD, 1989). Sachant par ailleurs qu'il peut y avoir quelques divergences entre ce qu'il dit (les dires), ce qu'il fait (les actes) et ce qu'il pense

(les opinions), le questionnaire directif à questions fermées est généralement le type privilégié dans les enquêtes écopathologiques (encadré n° 3). Ceci en facilite l'exploitation informatique, mais nécessite de la part des concepteurs du document une bonne connaissance du milieu étudié, d'où l'importance de la pluridisciplinarité du groupe lors de la conception.

Globalement les principes généraux d'un questionnaire judicieux sont les suivants :

- une seule idée doit être développée par question,
- le langage doit être accessible aux personnes interrogées,
- les modalités d'une question doivent s'inscrire dans un ordre logique facilitant le déroulement de l'entretien,
- le degré de précision demandé pour les réponses quantitatives doit être compatible avec la précision que les enquêtés sont en mesure de donner,
- les questions à caractère subjectif (telles que la stabulation est-elle propre ou sale ?) doivent être évitées,
- le temps de renseignement du questionnaire doit être en rapport avec le temps que l'enquêté peut accorder sans gêne à l'entretien. Par ailleurs, il peut être préférable de tester le questionnaire au préalable sur une sous-population avant de l'appliquer sur l'échantillon définitif (BARNOUIN, 1982), afin d'apprécier le temps nécessaire à son remplissage ou d'évaluer la pertinence de la formulation des questions.

ENCADRÉ N° 3

Questionnaire directif ou semi-directif ?

Il semble qu'un questionnaire directif soit plus adapté si l'enquêteur veut accéder à des informations mesurables (par exemple, dans un questionnaire socio-économique : l'âge de l'exploitant, le temps de travail, les activités menées à l'extérieur...). Cependant, lorsque les informations concernent les représentations que l'éleveur a de ses pratiques et de son environnement (mode de vie, lien de parenté, devenir de son élevage, rôle des acteurs du développement agricole, etc.), le questionnaire semi-directif paraît plus opérationnel (MOUILLE, 1987). Ainsi, l'entretien semi-directif (réponses à des questions du genre Êtes-vous totalement d'accord/plutôt d'accord/plutôt pas d'accord/pas du tout d'accord avec telle ou telle affirmation ?) permet de révéler des situations non prévues par un questionnaire directif (rôle des femmes dans les activités d'élevage ou devenir de l'élevage par exemple).

Cependant, certaines informations complexes (alimentation non standardisée) ou difficilement codifiables *a priori* (la pathologie), relèvent plus d'un questionnaire ouvert, ce qui implique ultérieurement une codification univoque par un spécialiste (encadré n° 4).

Enfin, quelques recommandations complémentaires peuvent être utiles pour améliorer la qualité des informations recueillies. Il s'agit d'abord de la précision sur la période de référence qui correspond aux questions posées (le mois, l'année,...). Il s'agit ensuite d'introduire dans le document des questions-pièges destinées à permettre des vérifications par le recoupement volontaire entre questions (contrôle de cohérence) : par exemple, si un éleveur déclare avoir une étable libre paillée, il ne peut fournir les dimensions des logettes... Il est préférable également pour l'enquêteur de vérifier rapidement les réponses apportées, dès son retour au bureau, afin d'assurer les