

# **B**ASES CONCEPTUELLES ET FINALITES DE L'ECOPATHOLOGIE\*

J. BARNOUIN [1]

## **R**ESUME

L'article détaille le contexte de travail dans lequel se situe l'écopathologie, la conception de la maladie qui est liée à sa problématique, et indique par ailleurs les finalités des études écopathologiques, ainsi que les outils conceptuels et techniques nécessaires à leur mise en oeuvre.

## **S**UMMARY

Ecopathology is a methodological approach in epidemiology. Its aim is to find out the environmental, livestock system and animal features which increase when present the risk of occurrence and spreading of the main diseases and "disease complexes" among animal populations. In ecopathology, disease is the consequence of an imbalance between : a) the animal ability of physiological adaptation to aggression ; b) the constraints on the animals which are induced by the livestock system ; c) the level of consciousness of the farmers for animal health and hygiene.

## I - DEFINITIONS ET CHAMPS D'ACTION EN ECOPATHOLOGIE

### A - L'ECOPATHOLOGIE, UNE APPROCHE METHODOLOGIQUE

L'écopathologie est une approche méthodologique particulière qui fait partie de l'épidémiologie [1], dont on rappellera que c'est la science étudiant la distribution, les indicateurs de risque et les conséquences des désordres de santé dans des populations animales ou humaines [2]. Le champ d'action de l'écopathologie concerne les relations milieu-pathologie [3] au travers de la mise en oeuvre d'enquêtes, principalement prospectives et de type exposé-non exposé ou cas-témoin. Plus précisément, l'écopathologie est concernée par l'étude globale des relations complexes existant entre, d'une part des populations animales élevées en vue de la satisfaction des besoins de l'Homme, et de l'autre les contraintes environnementales (environnement bioclimatique

physique, économique, humain) auxquelles sont soumises ces populations.

Pour ce qui concerne le règne animal, l'approche écopathologique des troubles de santé a été primitivement conçue en France par l'I.N.R.A. (Institut National de la recherche Agronomique) et le C.N.E.V.A. (Centre National des Etudes Vétérinaires et Alimentaires), à partir de concepts et de travaux concernant des facteurs de pathogénicité subis ou transmis vers l'Homme par des organismes vivant dans l'eau, eau douce [4, 5] ou eau de mer [6]. Pour ce qui concerne le milieu marin, le terme écopathologie a été employé dans l'étude de la transmission des polluants chimiques vers le consommateur de produits d'origine marine par le biais des chaînes alimentaires ("de l'ultraplancton aux Thunnidés") ; dans ce cas, l'écopathologie tend à se confondre avec l'écotoxicologie, que l'on peut considérer comme la partie de l'écopathologie concernée par les maladies liées aux xénobiotiques.

\* Article reçu le 24 mars 1993, accepté le 26 mai 1993

[1] Laboratoire d'Ecopathologie, I.N.R.A., Centre de Recherches de Clermont-Theix, 63122 Saint Genès Champanelle, France

Par ailleurs, on signalera que le vocable écopathologie a été également utilisé dans le règne végétal, plus précisément dans l'étude des facteurs de pathogénicité des plantes [7].

## B - DEFINITIONS

La première définition de l'écopathologie, proposée dans le cadre de la pathologie des poissons d'eau douce [4], est la suivante : "l'écopathologie des systèmes piscicoles a pour objet l'étude des facteurs pathologiques et écologiques dont les actions individuelles ou intégrées ont pour effet de limiter la production aquatique exploitée par l'Homme". En se référant à cette définition, l'écopathologie apparaît donc clairement constituer une démarche systémique [8]. Au niveau des élevages d'animaux domestiques, "l'écopathologie étudie l'ensemble des facteurs qui, en interrelation dans l'environnement biologique, physique, humain et économique des animaux, est susceptible d'induire un état pathologique et/ou d'affecter leur productivité et la qualité des produits qui en dérivent" [9].

Selon nous, l'écopathologie en situation d'élevage a pour objet [10] : la mise en évidence des caractéristiques de l'environnement, du système d'élevage et des animaux dont la mise en jeu dynamique et concurrente augmente les risques d'apparition et de développement, au sein des populations animales ou chez les consommateurs des produits animaux, d'un ensemble de troubles de santé partiellement liés par des mécanismes étiologiques dépendants ou communs. Cette définition de l'écopathologie inclut les notions de complexité et d'interdépendance, et en conséquence la pathologie y est définie comme un ensemble de troubles de santé interdépendants et non comme des processus morbides indépendants.

Pour concrétiser la notion de "caractéristiques augmentant les risques d'apparition d'une maladie" incluse dans la définition de l'écopathologie, prenons l'exemple de la mortalité chez le veau ; dans ce cas, les caractéristiques qui augmentent le risque de mortalité sont :

a. Un apport de Crucifères fourragères à la mère au cours des trois derniers mois de gestation [11] ;

b. Un faible apport énergétique et de vitamine A à la femelle gestante durant la même période [12] ;

c. Un vêlage difficile [11] ;

d. Un vêlage de jumeaux ou de triplés ;

e. Une faible quantité de paille épandue sur la litière des mères [13] ;

f. Une insuffisance de qualité des soins portés au veau nouveau-né [14].

Pour être complet, signalons que le vocable écopathologie a été officiellement validé en 1977 par le Comité International de la Langue Française (CILF), avec la définition suivante [15] : "ensemble des maladies provoquées par l'environnement". Le terme écopathologie fait partie, selon le CILF, du domaine de l'étiologie des pathologies animales, et l'adjectif correspondant à écopathologie est écogénique ("qui se dit d'une maladie provoquée par l'environnement"), bien que le terme écopathologique soit en pratique majoritairement employé.

## C - ECOPATHOLOGIE, ECOLOGIE, ECONOMIE

Si l'écopathologie concerne - à l'évidence - le domaine de la maladie, cette approche méthodologique fait partie par ailleurs de la sphère de l'écologie. D'ailleurs le terme d'écologie est directement intégré dans la première définition de l'écopathologie [4], et pour certains auteurs [16] l'objet central de l'écopathologie est précisément l'étude des rapports entre pathologie et écologie.

A notre sens, la démarche écopathologique procède du mode de pensée écologique dans la mesure où elle prend en considération le "phénomène du contexte" [17], qui constitue la ligne de démarcation entre la science dans l'acception classique du terme et "la science de type nouveau" qu'est l'écologie [18] ; par ailleurs [19], écologie et écopathologie ne peuvent toutes deux "décrire et concevoir qu'en considérant les interactions organisatrices entre constituants extrêmement divers relevant chacun d'une discipline classique : entités physiques (géologiques, géographiques, atmosphériques, thermodynamiques, chimiques) ; entités

biologiques (unicellulaires, végétaux, animaux de toutes espèces) ; entités anthropo-sociales".

Une éventuelle ambiguïté peut subsister quant aux champs d'action de l'écopathologie, en fonction de ce que l'on entend par pathologie. Soit le terme de pathologie recouvre celui de maladie (clinique et subclinique), ce qui est le cas dans la définition du CILF [15] et dans notre conception ; soit la notion de pathologie s'étend à "la non-atteinte des objectifs de production" [20], c'est-à-dire à un concept de nature économique. Selon la définition que l'on retient pour la pathologie, l'écopathologie a alors pour objet, soit de contribuer à débrouiller l'écheveau des causes des troubles de santé, soit également celui des facteurs à prendre en compte dans la définition des critères technico-économiques de décision concernant la santé. L'apparente ambiguïté que nous venons de signaler peut être éclairée en considérant le nom de la principale société scientifique internationale concernée par l'écopathologie, l'*International Society for Veterinary Epidemiology and Economics* (Société Internationale d'Epidémiologie et d'Economie Vétérinaire). Ce regroupement scientifique, issu d'un symposium tenu en 1976 ("*New techniques in Veterinary Epidemiology and Economics*") [21], a pour objectif la prise en compte conjointe dans la recherche de données épidémiologiques et économiques ; ce qui tendrait à indiquer que, si épidémiologie et gestion de la santé ont des talents qu'il est sans doute judicieux de mêler, elles n'en sont pas moins des arts différents.

Il est bien entendu possible d'expliquer des variables d'élevage autres que les troubles de santé à l'aide d'une approche systémique. On peut par exemple, dans le domaine de la qualité, vouloir expliquer par un ensemble de paramètres de l'environnement et du système d'élevage les variations des teneurs des fractions azotées du lait, en tant que paramètres économiquement importants pour la filière de production laitière [22] ; si de tels travaux, et d'autres plus globaux [23] sur "la qualité totale" (qui concerne à la fois la "qualité interne" - liée intrinsèquement à un produit - et la "qualité externe", liée essentiellement au système de production), sont réalisables et fort utiles à développer, ils ne font pas pour autant partie du domaine de l'écopathologie ; ils concernent en fait un autre domaine d'étude, que l'on pourrait dénommer zootechnie systémique, audit de la qualité, voire écologie de la qualité en situation d'élevage.

Quant à l'étude multifactorielle des critères de décision en gestion de la santé, qui un domaine d'étude à conforter, elle fait partie intégrante de la sphère économique, alors que l'écopathologie est une approche méthodologique au sein de la discipline épidémiologie. En fait, la dimension financière [24] et décisionnelle est ajoutée en "économique vétérinaire" aux caractéristiques physiques du système de production ; ainsi, l'économique vétérinaire apparaît comme une tentative de synthèse entre des concepts proprement économiques et les concepts issus de l'épidémiologie dynamique [21, 22].

## II - ECOPATHOLOGIE ET CONCEPTION SYSTEMIQUE DE LA MALADIE

### A - UNE CONCEPTION GLOBALE DE LA MALADIE

La conception de la maladie et de ses rapports avec le milieu, qui a sous-tendu les recherches écopathologiques conduites à l'I.N.R.A., est la suivante [17, 26] :

- La maladie est considérée comme un ensemble de cas survenant dans des populations animales définies et diversifiées ;
- Aucun problème de santé ne peut être évalué séparément, mais dans un contexte, concurremment à d'autres problèmes sanitaires ;
- Aucun problème pathologique n'est détaché d'un contexte économique et social ;
- La pathologie animale est généralement organisée autour de "complexes pathologiques" (ensemble de maladies statistiquement associées entre elles et apparaissant dans un espace de temps rapproché) [27] ;
- L'étude synthétique de la pathologie rend souhaitable, d'une part l'observation dynamique de la globalité de la pathologie, et de l'autre l'observation dynamique des facteurs d'environnement (climat,

alimentation...) dont on fait l'hypothèse qu'ils la conditionnent ;

- Ces observations doivent être effectuées sur une période de durée suffisante, en fonction de la durée de la vie économique du type d'animal étudié et des objectifs de recherche.

## B - MALADIE ET SYSTEME D'ELEVAGE

Finalement, la maladie est pour l'écopathologue le fruit d'une inadéquation entre :

- a. les possibilités d'adaptation physiologique d'un animal aux agressions ;
- b. les contraintes qu'exerce sur l'animal le système de production ;

- c. la conscience qu'a l'éleveur de l'importance de l'hygiène et de la santé animales.

Au sein d'un système d'élevage, la pathologie est, soit une variable "entrante", soit une variable "résultante" ; c'est une variable essentiellement entrante quand la pathologie est reliée à la dissémination dans l'élevage d'agents transmissibles (bactérie, virus, forme parasitaire infestante), lors d'entrée d'animaux extérieurs, ou de la rencontre entre un animal du troupeau et un élément étranger "porteur" (concours, prés contigus, transmission "sous les bottes"). La pathologie est, à l'inverse, une variable de sortie si elle est essentiellement "produite" par le système, à partir d'inadéquations engendrées par certaines de ses caractéristiques, par exemple la conduite alimentaire des animaux.

## III - FINALITES ET CONDITIONS D'EFFICACITE DES ETUDES ECOPATHOLOGIQUES

### A - QUELLES FINALITES POUR L'ECOPATHOLOGIE ?

La finalité générale des études écopathologiques est l'optimisation de la prévention, suite à une meilleure connaissance des risques pathologiques et de leur signification biologique ; mais l'écopathologie propose une prévention prenant essentiellement appui sur des facteurs de résistance "non-spécifiques", à l'inverse d'une démarche qui aboutirait à la seule multiplication des vaccinations et chimio-préventions [17], avec dans ce dernier cas des problèmes de résidus. Pour ce qui est de études menées au laboratoire d'écopathologie de l'I.N.R.A. [28], leur objectif majeur était de parvenir à un contrôle des maladies en agissant sur les facteurs maîtrisables de l'environnement pris au sens large (nutrition, hygiène, climat, système de soins) [29]. Il s'agit finalement, en écopathologie, de tenter de préserver en priorité "la santé du système de production", et non pas celle de l'individu.

Une autre et très importante finalité des recherches écopathologiques, c'est de proposer, à partir de la mise en évidence de facteurs de risque et de la discussion de leur signification biologique, des hypothèses étiologiques nouvelles, en vue d'une meilleure connaissance des mécanismes de la pathogénicité [10]. Un rôle éminent de l'écopathologue est de "se risquer" à

définir des théories originales sur les relations milieu-pathologie (à partir de la mise en évidence des facteurs de risque, de synthèses bibliographiques et d'observations de "praticiens"), puis de faire passer ces théories au travers du prisme de l'expérimentation et de l'enquête représentative, afin d'aboutir à leur validation.

### B - EFFICACITE DE LA DEMARCHE ECOPATHOLOGIQUE

Pour ce qui est de l'efficacité (en terme de résultats) et de la satisfaction personnelle engendrées par une démarche écopathologique, ces conditions reposent avant tout [30] sur l'art de ne vouloir expliquer que des problèmes sanitaires explicables, en fonction des connaissances existantes et des moyens d'étude disponibles.

Pour ce faire, il faut d'abord que les troubles de santé à expliquer aient une fréquence suffisante en regard de la taille de la population étudiée, ainsi que des variations significatives de fréquence dans l'espace et dans le temps. Les facteurs potentiellement explicatifs de ces troubles doivent par ailleurs exister dans toute leur diversité au sein de la population observée : on ne peut en effet mettre en évidence en écopathologie que les facteurs de risque mis en

jeu de manière significative au sein du "morceau de réel" que l'on observe via une enquête. Le succès d'une démarche écopathologique dépend aussi bien entendu de la validité de la ou des variables que l'on cherche à expliquer ou qui sont *a priori* explicatives, validité qui est fonction de la qualité du processus d'observation de ces variables et de la pertinence de leurs procédés de mesure, mais aussi de leur réelle signification biologique (si l'on prend l'exemple des infections mammaires, un grand nombre de descripteurs ou de mesures peuvent être choisis pour décrire leur impact, en fonction des objectifs de l'étude

écopathologique et du contexte d'élevage dans lequel elle se déroule).

En écopathologie, le succès d'une démarche de recherche dépend par ailleurs de la possibilité donnée au chercheur de mêler connaissance et intuition, de son goût pour l'écoute et les contacts humains, et enfin de son aptitude à travailler en équipe ; de tels éléments semblent d'ailleurs importants à considérer dans toute discipline où l'on tente de porter un regard synthétique sur le déroulement de la vie.

#### IV - CONCLUSION : ECOPATHOLOGIE ET OUTILS DE RECHERCHE

Pour prolonger la réflexion précédente, on peut considérer que le premier "outil conceptuel" de recherche de l'écopathologie est sa capacité d'observation critique de la réalité [31], suite à une collecte d'informations adaptée à un cadre d'étude précis [32]. En écopathologie, la procédure de recherche correspond en effet à l'analyse d'une liaison soupçonnée entre un élément de risque et un trouble de santé, liaison dont l'intuition s'est forgée à partir d'informations tirées de l'observation (observation directe, ou indirecte via des témoins biologiques). Le second outil de recherche en écopathologie, c'est la capacité de l'écopathologue à mettre le plus précisément possible en phase une relation

statistiquement observée avec les connaissances biologiques.

Le troisième outil nécessaire à une conception harmonieuse de l'écopathologie est l'interdisciplinarité (partenaires observateurs, partenaires biologistes, partenaires biométriciens). Enfin le dernier, et le premier "outil technique" de l'écopathologie, c'est naturellement l'informatique, en tant que moyen de gérer les données collectées (procédures de vérification de la qualité de l'information, élaboration de bases de données) et de permettre l'étude efficiente de leurs interrelations (exploration graphique, mise en oeuvre de tests statistiques) [33, 34, 35].

#### V - REFERENCES

- MORRIS R.S.- Epidemiological information systems. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 1991, 10, 1-123.
- MARTIN S.W., MEEK A.H., WILLEBERG P.- *Veterinary epidemiology - principles and methods*. Ames, USA : State University Press, 1987, 187.
- TOMA B., BENET J.J., DUFOUR B., ELOIT M., MOUTOU F., SANAA M.- *Glossaire d'épidémiologie animale*. Maisons-Alfort, France : Le Point Vétérinaire, 1991, 363 p.
- TUFFERY G., BEAUDEAIS A.M., DUBOIS-DARNAUDPEYS A.- L'écopathologie des systèmes piscicoles. In : *Semaine d'Hydrobiologie I.N.R.A.* Biarritz, France, I.N.R.A., 1971, 1-10.
- TUFFERY G.- *Recherches sur la Bucéphalose à Bucephalus polymorphus Buer 1827. Introduction à l'écopathologie des systèmes piscicoles*. Thèse Doctorat Ecologie, Université Paris VI, 1977, 137.

6. BARNOUIN J.- *La faune marine, vectrice des pollutions chimiques : données et problèmes sanitaires*. Thèse Doctorat médecine vétérinaire. Université Paul Sabatier, Toulouse, 1974, 99.
7. MALL L.P., TUGNAWAT R.K.- Ecopathological investigation : the influence of plant pathogenic fungus on calotific value and protein contents of *Dichanthium annulatum* (Forsk.) Stapf. *J. Indian Bot. Soc.*, 1973, 56, 179-182.
8. LANDAIS E.- Ecopathologie et systématique. *Etudes Rech. Syst. Agraires*, 1991, 21, 5-11.
9. GANIERE J.P., ANDRE-FONTAINE G., DROUIN P., FAYE B., MADEC F., ROSNER G., FOURICHON C., WANG B., TILLON J.P.- L'écopathologie : une méthode d'approche de la santé en élevage. *I.N.R.A. Prod. Anim.*, 1991, 4, 247-256.
10. BARNOUIN J.- Approche écopathologique de la composante nutritionnelle des troubles de santé chez la vache laitière : des facteurs de risque aux mécanismes de la pathogénicité. Thèse Doctorat Université, Montpellier II, 1992, 175.
11. BARNOUIN J., CHALUS T., LESCOURRET F.- Increased perinatal French dairy calf mortality associated with fresh rape in the parturient diet. *Prev. Vet. Med.*, 1992, 12, 111-120.
12. MENISSIER F., PETIT M.- Poids et vitalité des veaux à la naissance : leurs implications zootechniques. In : Jarrige (Ed.), *Physiologie et pathologie périnatales chez les animaux de ferme.*, 1984, 279-308.
13. BARNOUIN J.- Pathologie des vaches laitières en Bretagne : relations avec l'alimentation et le logement. *Cahiers Stat. Agr.*, 1988, 2, 35-48.
14. DARDILLAT C., VALLET A.- Mesures d'hygiène et de ménagement à la période périnatale pour prévenir les maladies néonatales infectieuses des veaux. In : Jarrige (Ed.), *Physiologie et pathologie périnatales chez les animaux de ferme*, 1984, 429-454.
15. QUEMADA G., DIKI-KIDIRI M., GOLDENBERG G., MURCIA C.- *Dictionnaire des termes nouveaux des Sciences et des Techniques*. Paris : Conseil International de la Langue Française, 1983, 605.
16. ROSNER G.- *Rapport relatif à l'étude de faisabilité du projet de création d'un centre régional d'écopathologie multispèces*. Lyon : G.I.E. Lait-Viande Rhône-Alpes, 1984, 74.
17. BARNOUIN J.- L'enquête écopathologique continue en élevages-observatoires : un système d'étude de la pathologie multifactorielle. In : *Milieu, pathologie et prévention chez les ruminants*. Versailles : I.N.R.A., 1981, 13-21.
18. BATESON G.- *Vers une écologie de l'esprit (Steps to an ecology of mind)* (tome 1). Paris, Le Seuil, 1990, 288.
19. MORIN E.- *La méthode. 2. La vie de la vie*. Paris, Le Seuil, 1980, 470.
20. SCHUKKEN Y.H., STASSEN E.N., NOORDHUIZEN J.P.T.M., VERHEIJDEN J.H.M., BRAND A.- Decision making on disease occurrence in herd health and production management programs. In : Wayne Martin S, éd. *Abstracts of the 6th International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics*. Ottawa, Canada, ISVEE, 1991, 497-500.
21. ELLIS P.P., SHAW A.P.M., STEPHENS A.J.- New techniques in veterinary epidemiology and economics. In : Ellis PP, éd. *Proceedings of a symposium on veterinary epidemiology and economics*. Reading, England : The Animal Health Group, 1976, 213.
22. AGABRIEL C., COULON J.B., MARTY G., CHENEAU N.- Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache. *Prod. Animales*, 1990, 3, 137-150.
23. LANDAIS E.- Tendances actuelles des recherches sur les systèmes d'élevage : exemple de travaux du département "Systèmes Agraires et Développement" de l'I.N.R.A. *Cahiers Agriculture*, 1992, 1, 55-65.

24. GALLIGAN D.T., RAMBERG C.F., CURTIS C., JOHNSTONE C.- Financial evaluation of animal health programs. In : Wayne Martin S, ed. *Proceedings of the 6th ISVEE Symposium*. Ottawa, Canada, ISVEE, 1991, 154-156.
25. HOWE K.S.- Economic considerations in research for farm animals disease control. In : Wayne Martin S, éd. *Proceedings of the 6th ISVEE Symposium*. Ottawa, Canada, 1991, 145-148.
26. BARNOUIN J.- L'enquête écopathologique continue : 1. Une nouvelle méthode de travail en pathologie chez les ruminants. *Bull Techn C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A.*, 1981, 46, 11-14.
27. FAYE B., FAYET J.C., BROCHART M., BARNOUIN J., PACCARD P.- Enquête écopathologique continue : 4. Mise en évidence des associations pathologiques : données d'élevage. *Ann. Rech. Vét.*, 1986, 17, 257-264.
28. BARNOUIN J.- Enquête écopathologique continue en élevages-observatoires chez les ruminants : objectifs et stratégie. *Ann. Rech. Vét.*, 1980, 11, 341-350.
29. CHOMEL B.- Epidémiologie vétérinaire. *Rev. Epidém. et Santé Publ.*, 1991, 39, 477-486.
30. JENICEK M.- *Introduction générale à l'épidémiologie*. Paris, Maloine, 1976, 400.
31. MADEC F., TILLON J.P.- Ecopathologie et facteurs de risque en médecine vétérinaire. Analyse rétrospective (1977-1987) de l'expérience acquise en élevage porcin intensif. *Rec. Méd. Vét.*, 1988, 164, 607-616.
32. FOURICHON C.- L'application des méthodes écopathologiques à l'étude des problèmes sanitaires dans les élevages. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 1991, 10, 151-157.
33. JOSSE J.- Informatique et écopathologie. *Rec. Méd. Vét.*, 1986, 162, 819-823.
34. FAYET J.C., BOUVIER A., CHONION N.- Enregistrement et stockage des données. *Bull. Assoc. Epidém. Mal. Anim.*, 1982, 1, 65-72.
35. TUFFERY G.- Epidémiologie animale et informatique. Actualité et prospective. *Rec. Méd. Vét.*, 1986, 162, 785-795.

\*  
\* \*