

UTILISATION DES INDICATEURS DE SANTE POUR L'EVALUATION QUANTITATIVE DU NIVEAU SANITAIRE DES ELEVAGES PORCINS COMMERCIALISANT DES REPRODUCTEURS*

F. MADEC^[1], J.P. TILLON^[1]

RESUME : Une étude épidémiologique est conduite dans un groupe de 205 élevages porcins commercialisant des reproducteurs avec pour objectif de bâtir un protocole d'évaluation de leur état de santé et d'estimer le risque sanitaire encouru par les éventuels acheteurs. Ce dernier point est d'appréhension difficile et seule une estimation indirecte est tentée. Le protocole proposé et appelé "Bilan Sanitaire Approfondi" comporte une visite clinique détaillée, l'analyse des résultats techniques, des examens d'organes à l'abattoir ainsi que des recherches de laboratoire à partir de divers prélèvements : prises de sang (troues et porcs en croissance), fèces, porcelets sacrifiés. Le dépouillement statistique des données a débouché sur la sélection d'une combinaison d'indicateurs de santé pertinents permettant de réaliser une typologie des élevages. Un index de santé synthétique simple permet une évaluation quantitative du niveau sanitaire.

SUMMARY : An epidemiological study was undertaken in a group of 205 breeding and multiplying pig units. The aim was to build a protocol in order to evaluate their health status and at the same time to get an estimation of the sanitary risk for commercial farms when purchasing replacement stock. This last point could only be indirectly evaluated. The proposed scheme was called "Health-balance check" (Bilan Sanitaire Approfondi). It consisted of a detailed standard visit to the farm with clinical and technical observations, the examination of viscera for gross lesions at the slaughterhouse, and laboratory investigations from blood (sows and fatteners), feces (parasitology) and piglets (3 eight-to-ten weeks piglets which were randomly selected and euthanased at the laboratory for necropsy, bacteriology and parasitology). The statistical process lead to the selection of a combination of pertinent health indicators giving the quantitative evaluation of health status. According to their profile on these indicators, the herds were plotted on a map and consequently ranked into groups. Each of them got a score on a simple synthetic health index.

*
* *

* Texte de l'exposé présenté le 26 mai 1989.

[1] M.A., D.G.A.L., CNEVA, Station de Pathologie Porcine - 22440 Ploufragan.

A - INTRODUCTION

Le niveau sanitaire d'un élevage de porcs dépend pour une large part du degré de qualification du cheptel d'origine de ses reproducteurs de remplacement. Aussi paraît-il fondamental, dans une politique d'amélioration sanitaire, de constituer et de maintenir au meilleur niveau de santé les élevages de sélection et de multiplication [Backstrom et Bergtrom, 1977 ; Goodwin, 1978 ; Wood, 1978 ; Plonatt, 1987]. L'organisation pyramidale des schémas de distribution a tenté de réunir dans une même démarche la diffusion du progrès génétique acquis à l'étage de sélection et la fourniture de garanties sanitaires. L'adoption du statut d'élevage "**Exempt d'Organismes Pathogènes Spécifiques**" (appelé aussi "*Specific Pathogen Free*") a été préconisée dès le début des années 1970. Au Danemark, en Suisse, aux Pays-Bas et en Grande-Bretagne il existe ainsi des listes d'élevages porcins répondant à des qualifications garanties par des contrôles périodiques, les élevages contaminés ne pouvant se prévaloir des mêmes caractéristiques que les élevages demeurés indemnes [Kirkegaard-Petersen, 1988 ; De Jong, 1988 ; Alexander, 1988]. En France, de nombreux troupeaux de sélection ont été constitués par hystérectomie aseptique [Tillon, 1985].

Le renouvellement des reproducteurs dans les élevages de l'étage de production se fait aujourd'hui essentiellement à partir d'animaux achetés dans des troupeaux de sélection ou de multiplication. Ainsi, plus de deux élevages sur trois s'approvisionnent régulièrement dans un schéma pour le renouvellement de leurs cochettes [ITP, 1982. Le nombre des élevages produisant et commercialisant des jeunes reproducteurs est estimé à 1250 environ alors que le nombre des élevages possédant des truies et donc acheteurs potentiels est d'environ 40.000. Les flux commerciaux s'opèrent généralement au sein des organisations économiques de producteurs, ce qui facilite la surveillance des maladies à caractère épizootique. Les risques sanitaires liés aux mouvements d'animaux concernent donc en premier lieu la transmission des agents infectieux enzootiques [Goodwin et Whittlestone, 1983 ; Lamont et coll., 1980]. En 1986, la Station de Pathologie Porcine de Ploufragan s'est vue confier une étude visant la mise au point d'une méthode d'évaluation de l'état sanitaire des élevages commercialisant des reproducteurs (méthode dite des "**bilans sanitaires approfondis**"), élément d'un plan plus vaste destiné à garantir l'état de santé du cheptel dans son ensemble. La présente publication se propose de rapporter la problématique de l'étude, la démarche suivie ainsi que les principaux résultats obtenus.

B - MATERIEL ET METHODE

I. POSITION DU PROBLEME : NATURE ET MODE D'EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

1. Cas des maladies à déterminisme infectieux exclusif

En France, l'élevage porcin peut se prévaloir d'une situation très favorable à l'égard des grandes maladies contagieuses de l'espèce porcine : fièvre aphteuse, peste porcine africaine et peste porcine classique sont inexistantes ; la gastro-entérite transmissible et la diarrhée épidémique porcine sont devenues très rares. Seule la maladie d'Aujeszky persiste dans quelques régions à forte densité de production porcine qui ont d'ailleurs mis en oeuvre des programmes visant à l'éradication de l'infection dans le moyen terme. Les gripes porcines (H_1N_1 et H_3N_2) sévissent par vague dans ces mêmes régions, affectant principalement les élevages qui ne mettent pas en oeuvre la vaccination. Ainsi, disposant de tests sérologiques et virologiques de plus en plus fiables, est-il possible de qualifier un élevage :

- ou bien il est infecté et il peut être possible de dater cette infection d'après le profil sérologique d'un échantillon d'animaux d'âge différent. Dès lors, en fonction des règles admises, la décision de commercialisation peut être prise,
- ou bien il est indemne.

Cette situation de "tout ou rien" a le mérite de la clarté ; elle justifie que soient poursuivies des études sur la fiabilité et la sensibilité des tests de diagnostic et sur la durée d'excrétion post infectieuse. Les deux difficultés auxquelles peut se heurter la prise de décision sont :

- la distinction entre anticorps post-infectieux et post-vaccinaux,
- la possibilité d'une contamination entre le moment du contrôle et celui de la commercialisation. En effet, la période entre deux contrôles obligatoires successifs atteint 6 mois dans le cas de la peste porcine classique et 3 mois dans le cas de la maladie d'Aujeszky.

C'est la raison pour laquelle nous avons voulu compléter la garantie qu'apportent les contrôles périodiques en faisant intervenir des **indicateurs de vulnérabilité**.

2. Cas des maladies enzootiques à déterminisme complexe

La prévalence relativement faible des maladies à caractère exclusivement contagieux donne, paradoxalement, une grande importance aux maladies d'élevage, à caractère enzootique. Celles-ci sont responsables de pertes économiques que l'éleveur appréhende facilement. Aussi n'est-il pas étonnant qu'il cherche à s'entourer dans ses achats de reproducteurs, d'un niveau de garantie du même type que celles qu'on lui procure vis-à-vis des maladies virales épizootiques. En fait, la situation de ces maladies ne peut être considérée d'une manière équivalente, pour un ensemble de raisons parmi lesquelles :

- l'état d'infection initiale du troupeau de réception, qui héberge le plus souvent les agents microbiens effecteurs des maladies enzootiques (virus, mycoplasmes, bactéries, protozoaires...),
- des situations immunitaires très variées qui expliquent qu'une grande partie des infections enzootiques ne s'expriment pas en raison d'équilibres immunitaires complexes qui peuvent d'ailleurs contrarier la mise en évidence des agents infectieux par les tests de laboratoire.

Dès lors, la situation d'élevage indemne d'infection enzootique, si elle constitue une position enviable sur un plan de stratégie sanitaire notamment dans le cas des élevages "tête de pyramide de sélection" n'est ni réaliste à l'échelle de la population porcine, ni même intéressante à rechercher dans la mesure où cette situation n'est guère compatible avec une activité d'élevage à finalité économique. En effet, n'étant pas totalement exempt de manquements aux règles d'hygiène, ce type d'élevage est en permanence exposé au risque de contamination à partir d'une variété de germes présents dans son environnement ; c'est l'infection antérieure, et donc l'immunité post-infectieuse sans cesse relancée à l'échelle du troupeau par les animaux en primo-infection, qui constitue finalement la meilleure barrière vis-à-vis du risque infectieux enzootique.

Pour autant, il ne serait pas raisonnable de renoncer à exercer un certain contrôle sur la circulation des agents effecteurs des maladies enzootiques. En effet :

- l'expérience prouve que, lorsqu'une maladie enzootique évolue dans un élevage, elle se communique plus facilement dans un autre élevage par le biais du transfert d'animaux (niveau de contagion plus élevé, virulence accrue des germes...),

- les animaux atteints de maladies enzootiques, surtout s'ils sont affectés dans le jeune âge, sont de moindre qualité zootechnique,
- certains agents effecteurs des maladies enzootiques justifient par eux-mêmes qu'on se préoccupe particulièrement de leur présence. Chez le porc, des bactéries telles que *Actinobacillus pleuropneumoniae* et les souches toxigènes de *Pasteurella multocida* ont un impact économique suffisant pour qu'on les juge indésirables. *Streptococcus suis* (type 2), responsable d'infection humaine, entre aussi dans cette catégorie, de même que le bacille du rouget.

C'est en considérant les maladies enzootiques sous le double aspect de :

- maladies à effecteurs microbiens spécifiques,
- maladies résultant d'une situation défavorable de l'ensemble du système d'élevage, elle-même conséquence d'une tendance des facteurs de production à se situer fréquemment en deçà des valeurs reconnues comme normes,

que nous avons tenté d'évaluer les risques sanitaires de transmission des maladies enzootiques à l'occasion de la vente de jeunes reproducteurs. Dans cette approche, nous avons tenu compte de deux catégories de risques dont nous avons cherché à identifier les meilleurs indicateurs :

- le risque direct, appréhendé à partir de la recherche d'agents infectieux sur des échantillons révélateurs (3 porcelets de 8 à 10 semaines d'âge, examen sérologique de porcs charcutiers) ainsi qu'à partir d'observations du tractus respiratoire (cavités nasales et poumons) à l'abattoir, considéré comme site contaminant par excellence,
- la tendance à l'expression des maladies enzootiques, révélée par une visite d'élevage approfondie comportant l'examen des commémoratifs techniques et sanitaires consignés depuis la précédente visite.

3. Les objectifs de l'étude

Une fois exprimée la problématique de l'étude, il convient d'en arrêter des objectifs précis. Ceux-ci sont au nombre de trois :

- Mise au point d'un protocole de collecte d'informations susceptibles de décrire les indicateurs les plus pertinents en regard des risques évoqués précédemment. En outre, ce protocole ne doit pas s'écarter des conditions usuelles de réalisation des observations par des intervenants non spécialisés qui devront le mettre en oeuvre dans des élevages dispersés sur l'ensemble du territoire.
- Classification des élevages selon le type pathologique dominant et le niveau de risque auquel ils sont associés, cette classification s'opérant à partir d'une sélection d'indicateurs dont la pertinence dans l'évaluation des risques aura été testée statistiquement [Pochin, 1975].
- Possibilité de comparaison entre la situation d'un élevage nouvellement introduit et les élevages déjà intégrés dans l'échantillon de l'étude. Cette modalité doit déboucher sur un index quantitatif global, situant le risque sur une échelle de valeurs. Elle doit, en outre, permettre de hiérarchiser les améliorations à apporter à ce nouvel élevage pour le rendre proche des meilleurs élevages de l'échantillon au terme d'un programme de progrès sanitaire [Hetzel, 1972].

II. LE PROTOCOLE DE REALISATION D'UN BILAN SANITAIRE APPROFONDI

Les travaux d'épidémiologie conduits dans le domaine du porc à Ploufragan ont permis d'établir le parallèle entre la structure et le fonctionnement d'un élevage et la notion de système [Tillon et Madec, 1986]. Ainsi, un élevage peut-il être décrit et ses "productions" évaluées. Les performances des animaux et leur état de santé sont considérées comme des "sorties" ou "des productions" du système. Aussi le protocole est-il surtout orienté vers la mesure de ces dernières. L'évaluation quantitative du niveau sanitaire se fait au travers d'un dispositif de collecte élaboré en tenant compte des objectifs de l'étude comme suggéré par ailleurs [Berg, 1973].

La réalisation d'un bilan sanitaire approfondi comporte donc trois catégories d'opérations :

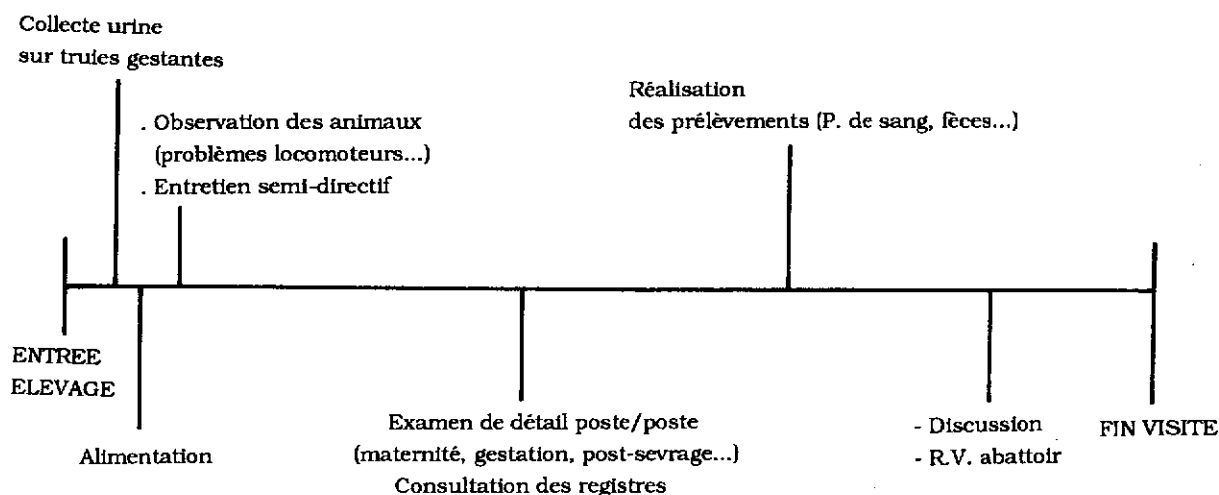
- . une visite clinique approfondie de l'élevage,
- . la collecte de données chiffrées se rapportant aux performances et aux prophylaxies (ces dernières permettant notamment d'aider à l'interprétation des résultats sérologiques),
- . les prélèvements pour le laboratoire et les examens divers.

La visite de l'élevage (figure 1) a lieu le matin et dure environ 4 heures pour un enquêteur expérimenté. Il importe de pénétrer dans l'élevage au même moment que l'éleveur ce qui permet d'assister à l'alimentation des animaux et d'observer leur comportement (problèmes locomoteurs...) ainsi que de réaliser certains prélèvements (collecte des premières urines du matin sur truies). En outre, l'accompagnement de l'éleveur dans les différents postes de l'élevage est l'occasion privilégiée pour l'enquêteur de réaliser "à chaud" un entretien selon le mode semi-directif au cours duquel les principales anomalies techniques ou sanitaires seront spontanément abordées. Après cette première phase de la visite, l'enquêteur réalise un examen détaillé des différents compartiments de l'élevage y compris l'observation des registres. En troisième lieu les prélèvements sont réalisés* : prises de sang sur au moins 10 truies et 5 porcs charcutiers de 90-100 kg, choix de 3 porcelets d'environ 10 semaines d'âge pour autopsie et recherches bactériologiques au laboratoire, collecte de matières fécales sur 5 truies pour recherches parasitologiques. A l'issue de cette troisième période, l'enquêteur possède déjà de nombreux éléments objectifs d'appréciation. Un entretien plus directif et une discussion peuvent alors s'engager avec l'éleveur. La rédaction du formulaire d'enquête peut se faire à ce stade. Enfin un rendez-vous est pris en vue du déplacement à l'abattoir pour l'observation des organes respiratoires des porcs charcutiers (examen d'au moins 20 poumons et section d'au moins 10 groins).

Le contenu du protocole ci-dessus et la séquence de travail proposée résultent d'une mise au point progressive. Un protocole prototype a été préalablement mis à l'épreuve sur une échelle restreinte (17 élevages). Par ailleurs, les enquêteurs utilisateurs ont suivi une session de formation à Ploufragan avant l'application de la démarche sur la base nationale élargie.

* Ils peuvent au besoin être reportés au lendemain.

Figure 1 : Les opérations conduites sur l'élevage.



III. LA DEMARCHE SUIVIE POUR LE TRAITEMENT DES DONNEES

Elle résulte de la nature des données à traiter, des moyens logiciels disponibles ainsi que des objectifs fixés à l'étude et qui visent :

- A extraire la combinaison des indicateurs de santé les plus pertinents de l'ensemble des données collectées afin d'aboutir à une typologie des élevages.
- A présenter le résultat sous une forme simple, accessible à des non-spécialistes de la statistique.

Le tableau des données se présente sous la forme de deux ensembles :

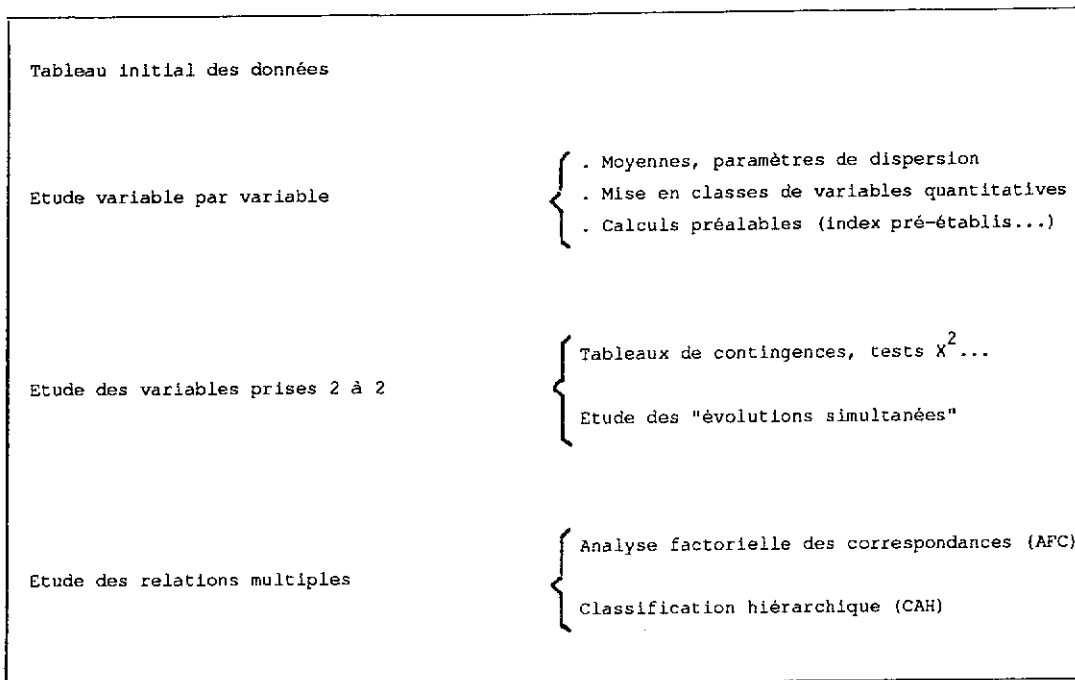
I = ensemble des individus (205 élevages)

J = ensemble des variables (109 paramètres décrivant la situation de chaque élevage)

Les variables sont soit quantitatives, soit binaires. La démarche générale est schématisée à la figure 2.

L'étude des relations simples a pour objet de révéler les liaisons entre deux variables et la solidité de celles-ci. Différents tests sont utilisés : corrélations, tableaux croisés de comptage, tests du X^2 . Ces travaux sont dirigés par l'expert qui détermine des paramètres "cibles" en regard du problème posé. L'ensemble des variables est confronté à ces derniers et les tests sont réalisés en procédure automatique par le calculateur. Les opérations peuvent néanmoins se dérouler en deux ou trois étapes, les résultats de la première servant de canevas pour le choix des cibles de la suivante. Cette phase intermédiaire du processus d'obtention des indicateurs bien que souvent laborieuse est importante car elle permet de mettre en relief les redondances, les évolutions remarquables (simultanées ou inverses), ainsi que l'indépendance des variables. Les résultats par la même occasion servent à établir la liste des paramètres susceptibles d'entrer dans la confection de variables composites ou d'index. Ainsi à l'issue de ces deux premières phases du traitement a-t-on une bonne connaissance du tableau des données et des principales informations qu'il contient.

Figure 2 : La démarche suivie pour le traitement des données.



L'étude des relations multiples aboutit à la visualisation des structures qui existent dans le tableau des données en tenant compte des inter-relations entre variables. La notion de "profil" doit en effet prévaloir dans cette étude. En outre, la présentation du résultat doit être simple et didactique. Ces impératifs ont justifié le choix de l'analyse factorielle des correspondances (AFC) et de la classification hiérarchique ascendante (CAH). La représentation discontinue, en arborescence de la classification servant d'aide à l'interprétation des résultats de l'AFC [Jambu et Lebeaux, 1983 ; Lebart et coll., 1985].

La démarche présentée à la figure 2 est en réalité schématique. Ainsi, existe-t-il quelques "allers-et-venues" et les méthodes multidimensionnelles peuvent être utilisées pour les calculs visant à compléter l'ensemble des variables à tester. C'est le cas pour de nouveaux indicateurs créés à partir des données élémentaires issues du protocole. La conduite de la séquence des travaux révèle en effet au maître d'oeuvre des associations remarquables qui peuvent engendrer des idées nouvelles et des pistes à explorer. Ainsi, par exemple, a été créée la variable "vulnérabilité des élevages à l'égard des épizooties", combinaison de 6 variables élémentaires se rapportant aux mesures de protection physique prises par les éleveurs (3 variables), à la densité porcine locale (2 variables) et à un traceur sérologique issu du laboratoire (1 variable). Le tableau I présente cet indicateur. La répartition des élevages sur les valeurs obtenues est mentionnée à la figure 3.

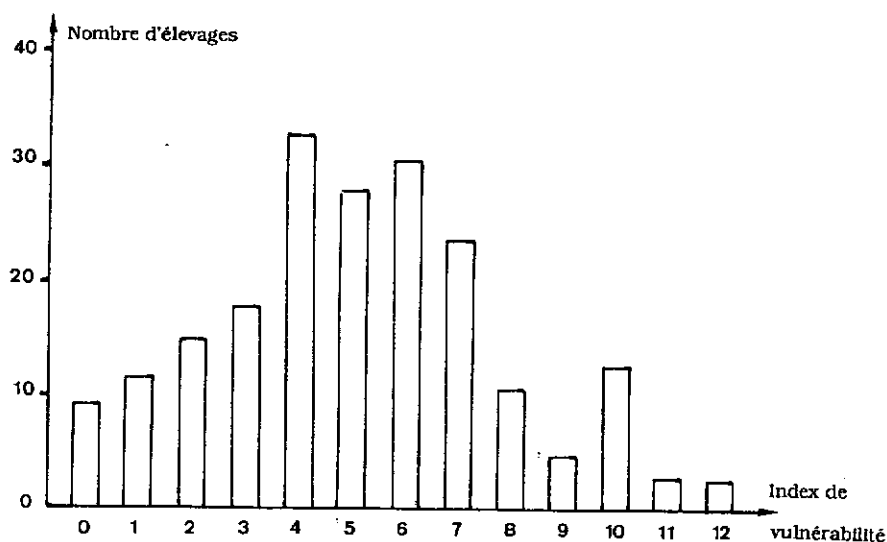
L'analyse du contenu du tableau des données s'est réalisée par étapes successives :

- Une analyse globale préliminaire a permis de dégager les tendances majeures du tableau. Ces tendances lourdes correspondent à des thèmes abordés successivement par la suite.
- La pathologie respiratoire a ainsi fait l'objet d'investigations prioritaires.

**Tableau I : Grille d'évaluation du degré de protection des élevages
à l'égard des contaminations venant de l'extérieur
(vulnérabilité des élevages à l'égard des contaminants aéroportés).**

Critères d'évaluation	Situation de l'élevage		
	oui	mal	non
1. Existence d'une clôture efficace	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Protection contre les oiseaux (locaux fermés + grillages aux ouvertures)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Douche obligatoire pour tout visiteur ..	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Nombre d'élevages porcins dans un cercle de 2 km de rayon autour de l'élevage ...	<input type="checkbox"/>		
5. Parmi ceux-ci y a-t-il un engraisseur spécialisé (>300 porcs)	oui <input type="checkbox"/>	non <input type="checkbox"/>	
6. Résultat de la sérologie GET sur porcs charcutiers de 100 kg	positive <input type="checkbox"/>	négative <input type="checkbox"/>	
Barème de notation			
. pour les critères n° 1, 2 et 3 : oui = 0 pt ; mal = 1 pt ; non = 2 pts			
. pour le critère n° 4 : absence d'élevage = 0 pt ; 1 élevage = 1 pt ; 2 ou 3 élevages = 2 pts ; 4 élevages ou + = 3 pt			
. pour le critère n° 5 : oui = 1 pt ; non = 0 pt			
. pour le critère n° 6 : positivité = 2 pts ; négativité = 0 pt			
La note de "vulnérabilité" est obtenue en totalisant les points obtenus.			

Figure 3 : Répartition des élevages selon la valeur obtenue pour l'index de "vulnérabilité" à l'égard des épizooties.



- Celles-ci sont d'autant plus justifiées que sous ses divers aspects, la pathologie respiratoire correspond à une dominante pathologique dans les élevages confinés intensifs en France et dans la plupart des Pays [Maded et coll., 1988].
- Les troubles se développent en outre essentiellement en seconde phase de la vie du porc en engraissement, c'est-à-dire, très près de la date de vente des futurs reproducteurs. En conséquence, le risque de commercialiser des animaux infectés et fortement excréteurs de contaminants est élevé.
- Les autres manifestations pathologiques notamment celles qui concernent la truie ont également été envisagées. Enfin, les travaux de synthèse ont permis d'extraire une sélection d'indicateurs sanitaires pertinents permettant la typologie des élevages. Les résultats présentés ici ne concernent que cette combinaison ultime obtenue ainsi qu'un index de santé composé à partir des critères sélectionnés.

IV. QUELQUES CARACTERISTIQUES DES ELEVAGES ETUDIES

Les 205 élevages étudiés se répartissent en 126 troupeaux de multiplication (61,5 %) et 79 troupeaux de sélection (38,5 %). La taille moyenne des élevages exprimée en nombre de truies en production est de 82 (mini : 21 ; maxi : 400 ; écart-type : 45). La répartition géographique des élevages selon les régions est présentée au tableau II. Les effectifs suivis montrent la pré-éminence des régions de l'ouest où la production porcine dans son ensemble est également la plus représentée [ITP, 1982].

Tableau II : Répartition géographique des élevages.

Région	Nombre d'élevages	%
Aquitaine	22	10,8
Bretagne	43	21
Charente-Poitou	24	11,7
Lorraine-Alsace	3	1,4
Midi-Pyrénées (+ Languedoc-Roussillon + Provence Côte d'Azur)	27	13,2
Nord-Picardie	15	7,3
Normandie	29	14,1
Pays de Loire	38	18,5
Rhône-Alpes	4	2
TOTAL	205	100

C - RESULTATS

I. TYPLOGIE DES ELEVAGES

Dans le sillage de l'étude individuelle des dominantes pathologiques et à la lumière des résultats obtenus, nous nous sommes proposés de rechercher la possibilité de mettre en relief une typologie des élevages en matière sanitaire. L'intérêt est avant tout pragmatique car l'opération fournirait au vétérinaire une vue synthétique de la situation mettant instantanément en évidence l'importance relative des principales familles de problèmes rencontrés et donc les cibles privilégiées pour l'élaboration d'un programme de redressement.

Tableau III : Etablissement du profil ou faciès pathologique des élevages sur une sélection d'indicateurs de santé.

Symbole indicateur	signification	définition s/s variable	bornes s/s variables				bornes variables			
			1	2	3	4	1	2	3	4
HYG	HYGIENE	% omphalites porcelets	0-4	4-15	+ 15		5 à 6	7	8 à 9	≥ 10
		% Porcelets arthrites	0	0.1-2.5	+ 2.5					
		% diarrhée blanches	0	0.1-40	+ 40					
		Parasites sur truies	0	> 0						
		Panaris sur truies	0	> 0						
PNE	Pneumonie	% Pneumonie	0	0.1-20	20-55	+ 55	2	3	4	≥ 5
	Abattoir	% notes > 10	0	0.1-5	+ 5					
RHI	Rhinite	% Rhinite	0	0.1-30	+ 30		2	3	≥ 4	
	Abattoir	% atroph. sévères	0	> 0						
P+A	Autres p ^{bs} Pulmonaires Abattoir	% Pleurésie	0	0.1-5	+ 5		2	3	≥ 4	
		% Abscès	0	> 0						
% LO	Troubles locomoteurs truies						0-5	5 - 12	12 - 20	≥ 20
% TM	% truies mortes						< 2	2 - 3.5	3.5-5.5	+ 5.5
% TU	% Infections urinaires						< 10	10 - 20	20 - 33	+ 33

REP	Problèmes de Reproduction	% Retours	- 10	10 - 15	15 - 20	+ 20	2	3 et 4	5	≥ 6
		% P. Portées (-5NT)	- 1.5	1.5-5	+ 5					
PDS	pb en Post-Sevrage	dia. sevrage	0	qq cas	Bp cas		< 3	4	≥ 5	
		% Pertes P. sev.	- 0.75	0.7-2.5	+ 2.5					
EDI	Diarrhée Engrais-sement						0	> 0		
VUL	Vulnérabilité "Protection"						0 - 3	4 - 6	≥ 7	
TPM	Isolement P. multocida						0	> 0		
PNA	Lésions respiratoires sur Porcelets	Pneumonie (note)	0	0.1-1.5	+ 1.5		3	4	5	≥ 6
		Rhinite (note)	0	0.1-3	≥ 3					
		Pleurésie Péricardi.	0	> 0						
CPP	Sérologie PPV/Charcut.						0	> 0		

Exemple de calcul : (cas de la variable PNA ci-dessus)

Soit un élevage obtenant les notes 1.3 pour la pneumonie, 3 pour la rhinite et zéro pour la pleurésie. Les classes correspondantes pour les sous-variables seront respectivement : 2 pour la pneumonie, 3 pour la rhinite et 1 pour la pleurésie.

Les numéros de classes donnent le nombre de points. Ainsi on totalise $2 + 3 + 1 = 6$.

En se reportant aux colonnes de droite, cet élevage se situe en classe 4 pour la variable PNA.

Une lecture rapide de la figure 4 permet de réaliser les commentaires généraux suivants :

- Il existe différentes familles d'indicateurs dont la nature permet de caractériser des familles de troubles.
- Les différentes variables ne se déploient pas selon la même trajectoire sur la carte.

La lecture plus détaillée permet de localiser, selon une ligne voisine de l'axe 1 horizontal, une échelle de sévérité des troubles respiratoires. En effet les modalités [PNE1], [RHI1], [PA+1] "étirent" le nuage vers la droite (modalités symbolisant l'absence de pneumonie, de rhinite et des autres lésions pulmonaires). A l'opposé, sur la partie gauche et en haut de la carte se trouvent les modalités signant des lésions sévères : [PNE4], [P+A3], [RHI3] ou de fidèles indicateurs d'accompagnement : [CPP2], anticorps parvovirus sur charcutiers et [TPM2] : *Pasteurella multocida* sur porcelets autopsiés.

Près de ces variables à forte contribution, en position moins "extrême", se situe la variable [PNA4] (lésions prononcées sur porcelets autopsiés) qui intervient également dans l'étirement de la distribution vers la gauche ; la modalité favorable [PNA1] tirant quant à elle de l'autre bord. La zone médiane rassemble les modalités correspondant aux niveaux intermédiaires des variables [PNE2], [PNE3], [PA+2], [PNA3], [RHI1].

La région du haut à droite regroupe un ensemble de variables relativement rapprochées et pour plusieurs d'entre elles assez solidement associées d'après leur position sur la même branche de l'arbre de la classification (figure 5). Elles correspondent toutes à des modalités favorables de variables décrivant la pathologie des reproducteurs ainsi que le niveau d'hygiène :

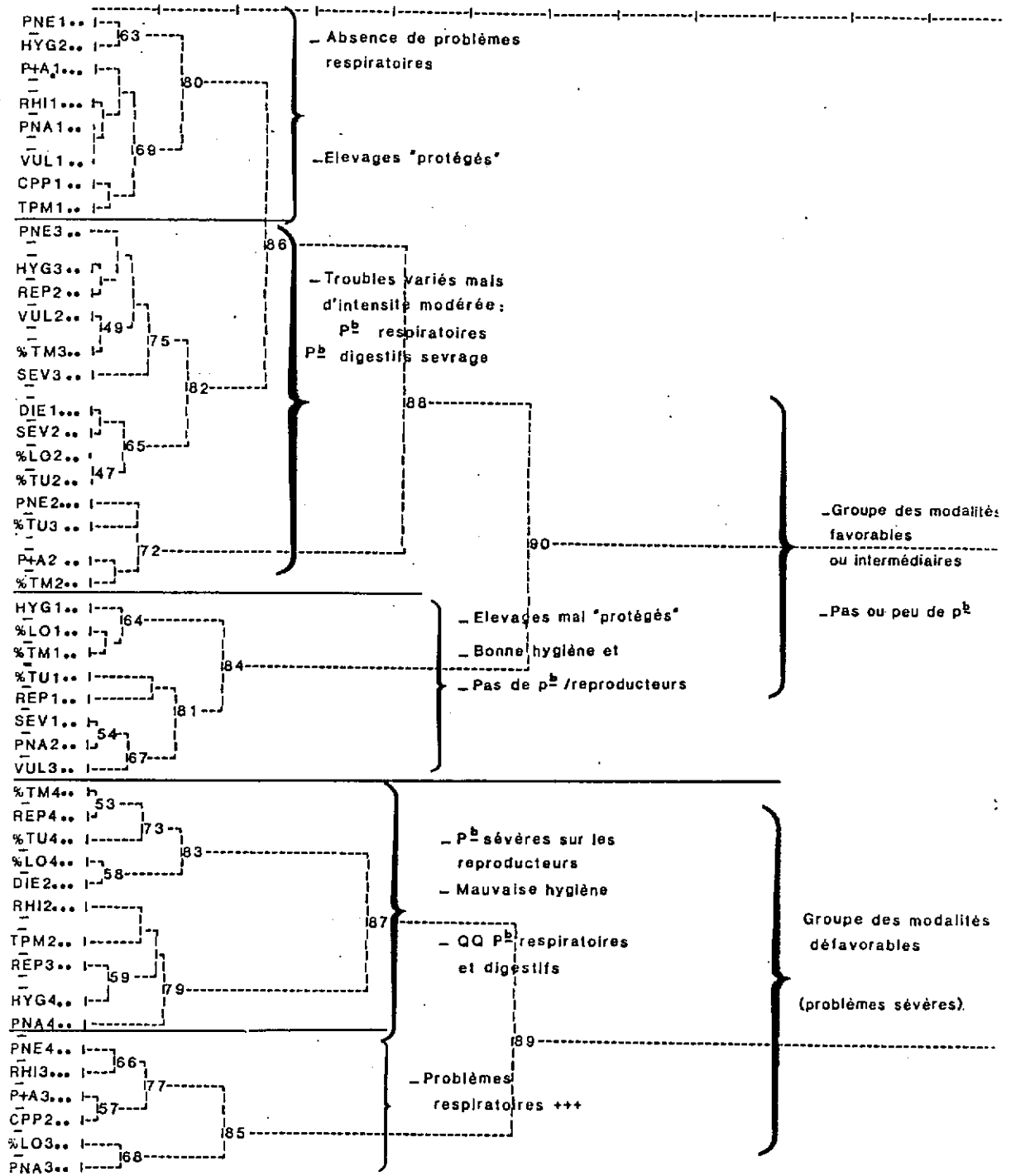
[%TM1] : faible taux de mortalité subite de truies
[HYG1] : très bon niveau d'hygiène
[REP1] : absence de troubles de la reproduction
[+LO1] : faible prévalence des troubles locomoteurs
[%TU1] : faible prévalence des troubles urinaires

Le niveau d'hygiène est évalué à partir des données élémentaires (sous-variables sélectionnées au cours de la séquence des travaux. Il s'agit de la prévalence des omphalites, arthrites et diarrhées blanches sur porcelets allaités ainsi que du parasitisme interne et externe sur reproducteurs auxquels sont jointes les anomalies podales de type "panaris" sur truies. Les modalités défavorables des variables se rapportant aux troubles notés chez les reproducteurs sont localisées en partie basse du plan : [+TU4], [%LO4], [%TM4], [%REP4]. La modalité [HYG4], qualifiant le niveau très insuffisant de l'hygiène exerce son attraction plus à gauche.

Une autre déformation se dessine de haut en bas et correspond à la pathologie digestive notamment au moment du sevrage. Les modalités traduisant des troubles sévères [SEV3], [DIE2] contribuent cependant nettement davantage que les modalités favorables [SEV1] et [DIE1], ces dernières demeurant relativement centrées.

Il faut enfin mentionner la dispersion des modalités traduisant le degré de protection des élevages et donc leur vulnérabilité à l'égard des contaminations virales venant de l'extérieur. On observe ainsi que la direction et le sens du déploiement de la variable [VUL] sont assez proches de la trajectoire des variables caractérisant la pathologie respiratoire.

Figure 5 : Etude du faciès pathologique - Typologie des élevages :
 Classification des variables.
 Représentation de la classification hiérarchique des 46 éléments
 (Fac N° 1 à 6)



L'observation de la classification des individus correspondant à la présente analyse a permis de distinguer des groupes d'affinités en fonction du profil sur les variables analysées. Ces groupes sont schématiquement représentés sur la carte de la figure 4 (zonage de la carte). La lecture conjointe de la distribution des variables sur la carte permet de mentionner les caractéristiques principales de chaque zone ainsi délimitées.

- Zone 1 : absence ou très faible prévalence des problèmes sanitaires ; à l'intérieur de la zone on peut réaliser un sous-groupe de tête qui mérite l'excellence.
- Zone 2 : troubles assez variés mais d'intensité modérée ; quelques problèmes sur reproducteurs et/ou problèmes digestifs (en partie basse).
- Zone 3 :
 - . problèmes généralement sévères sur reproducteurs,
 - . pathologie digestive,
 - . hygiène insuffisante,
 - . existence de troubles respiratoires.
- Zone 4 :
 - . élevages vulnérables à l'égard des épizooties,
 - . problèmes respiratoires,
 - . ni problèmes de reproduction, ni digestifs.
- Zone 5 : problèmes sanitaires variés d'intensité sérieuse (notamment respiratoires).
- Zone 6 : problèmes respiratoires graves, autres caractéristiques :
 - . sous-groupe du haut : grande vulnérabilité
 - . sous-groupe du bas : problèmes d'hygiène et de reproduction.

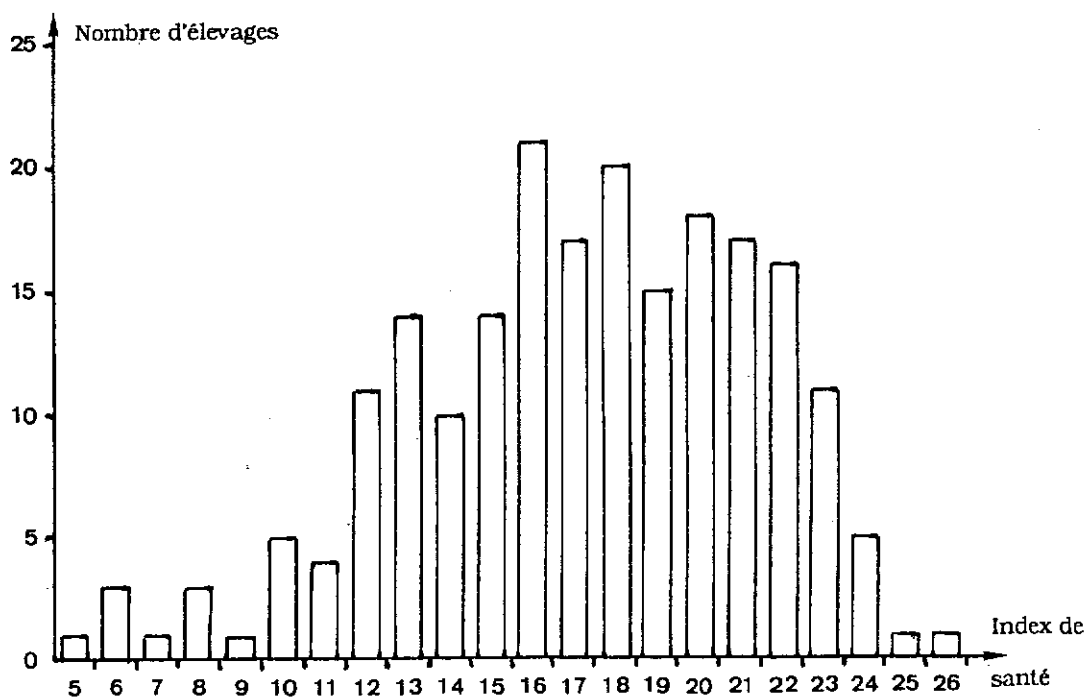
II. COMPOSITION D'UN INDEX SANITAIRE

L'analyse du faciès pathologique a permis de réaliser une typologie des élevages à l'égard des problèmes sanitaires. Dans le but d'offrir aux utilisateurs, vétérinaires, techniciens des schémas génétiques et éleveurs, une présentation des résultats plus synthétique et moins sophistiquée, la constitution d'un index sanitaire a été proposée. Celui-ci doit être de formation simple, compréhensible pour tout opérateur de terrain. Partant de l'objectif d'une bonification pour les bons résultats et d'une pénalisation pour les situations défaillantes, une grille d'évaluation de l'état sanitaire global a été élaborée à partir de la collection des indicateurs de santé sélectionnés plus haut pour la typologie. Le principe en est simple, aucune pondération n'est appliquée. Une valeur allant de zéro à deux est attribuée à chacun des indicateurs selon le niveau de la classe d'appartenance. La valeur finale de l'index est obtenue en totalisant les points attribués. La valeur maximale possible est 28 (lorsque les 14 indicateurs atteignent le niveau souhaité : $14 \times 2 \text{ pts} = 28$). La note minimale est de zéro (lorsque les 14 indicateurs sont tous aux niveau le plus bas). Le tableau IV montre pour chaque indicateur les règles utilisées pour la confection de cet index synthétique. La répartition des valeurs obtenues pour l'ensemble des 205 élevages apparaît à la figure 6. On observe une dispersion considérable de la distribution des valeurs bien que les notes extrêmes, virtuellement possibles (0 à 28), ne soient pas représentées (minimum = 5 ; maximum = 26 ; écart-type = 4,1). Une proportion restreinte de la population parvient à dépasser le seuil de 22 (7,3 % des élevages).

Tableau IV : Grille de calcul de l'index du niveau sanitaire à partir de la collection des indicateurs de santé sélectionnés pour la typologie.

<p><u>Modalités de variables "défavorables", affectation de la note zéro :</u></p> <p>HYG4, PNE4, P+A4, RHI4, REP4, %LO4, %TM4, %TU4, SEV3, DIE2, VUL3, CPP2, TPM2, PNA4</p> <p><u>Modalités de variables de niveau "intermédiaire", affectation de la note 1 :</u></p> <p>HYG2, HYG3, PNE3, PNE2, P+A3, RHI2, REP2, REP3, %LO3, %LO2, %TM2, %TM3, %TU3, %TU2, SEV2, VUL2, PNA2, PNA3</p> <p><u>Modalités de variables qualifiant un niveau satisfaisant, affectation de la note 2 :</u></p> <p>HYG1, PNE1, P+A1, RHI1, REP1, %LO1, %TM1, %TU1, SEV1, DIE1, VUL1, CPP1, TPM1, PNA1</p>
--

Figure 6 : Répartition des élevages selon la valeur obtenue pour l'index de santé.



D - DISCUSSION - CONCLUSION

Bien que le vocable "bilan sanitaire" ait été utilisé pour désigner le travail présenté ici, le contenu et pour une part les objectifs s'écartent quelque peu de la connotation habituelle du mot "bilan". En effet, dans la pratique usuelle, l'établissement du bilan se fonde sur la prise en compte exclusive d'événements passés. La démarche des bilans sanitaires considère surtout le présent et fournit des indications sur l'avenir. Elle ne se limite pas à la restriction d'une image figée de la situation des élevages. Ainsi, des éléments à valeur prédictive à l'égard du futur proche apparaissent dans le tableau initial des données. C'est le cas des informations se rapportant aux porcelets sacrifiés à l'âge de 10 semaines au laboratoire et dont on sait, grâce à des travaux antérieurs, que l'état de santé préfigure pour un élevage donné celui des porcs charcutiers donc des jeunes reproducteurs trois mois plus tard [Madec et Kobisch, 1985]. Les contrôles bactériologiques réalisés sur ces animaux en phase critique à l'égard de la couverture immunitaire [Tillon et Kobisch, 1987] renseignent sur les contaminants en présence dans l'élevage. Les résultats de ces recherches ont permis de considérer ces porcelets comme précurseurs en matière de santé. Par ailleurs, l'un des objectifs de ces bilans est d'établir une estimation indirecte du risque sanitaire encouru par un acheteur. A cet égard, la pathologie respiratoire occupe une place prépondérante (pneumonie, pleuropneumonie, rhinite...). L'appréhension à l'abattoir des lésions respiratoires sur les porcs contemporains des jeunes reproducteurs commercialisés est une manière d'estimer ce risque. L'opération est contraignante car elle nécessite de se déplacer à l'abattoir. Elle est néanmoins impérative. En effet, bien que le portage asymptomatique soit fréquent [Rosendal et Mitchell, 1983 ; Elias, 1986], la plupart des spécialistes s'accordent à reconnaître qu'il existe une relation assez étroite entre les lésions et la "charge microbienne" des organes concernés [Gois et coll., 1980 ; Morrisson et coll., 1985 ; Brim et coll., 1986]. Ainsi, le risque pour un élevage fournisseur de jeunes reproducteurs de véhiculer une grande quantité de contaminants est-il accru en présence de sujets sévèrement atteints. D'où l'intérêt de procéder à une quantification des lésions notamment respiratoires. La visite approfondie réalisée à l'élevage permet de relever les signes cliniques selon une méthode "standard" ce qui présente l'avantage de permettre des comparaisons [Muirhead, 1980]. La consultation des documents permet de relever le niveau actuel des performances et l'évolution récente de celles-ci. On dispose finalement d'un ensemble relativement exhaustif de données dont il faut extraire les indicateurs de santé les plus appropriés en regard des objectifs de l'étude.

Du point de vue purement statistique, plusieurs méthodes permettent de tester "l'importance relative" des différentes variables. Elles ont été rappelées antérieurement [Feinstein, 1977]. Les calculs simples comme celui de la dispersion ou des corrélations permettent la constitution d'une base de travail de dimension réduite obtenue par la mise à l'écart de variables dont les valeurs individuelles sont très groupées ou des variables fortement corrélées faisant redondance. La démarche ultérieure consiste à progresser par paliers, les variables pouvant être soit retenues, soit rejetées à chaque étape. Le recours aux méthodes multidimensionnelles permet de mettre en relief les combinaisons privilégiées de variables. Leur intérêt a d'ailleurs été souligné il y a plusieurs années pour les études de clinimétrie [Feinstein, 1973]. La sélection ultime des indicateurs est celle qui offre la discrimination la plus nette entre les individus soumis à l'analyse. Par ailleurs, les épidémiologistes cliniciens anglo-saxons évoquent fréquemment la "solidité" et la "fluidité" des données collectées (hard and soft data), signifiant ainsi différents degrés de subjectivité, voire de pertinence des informations rapportées [Feinstein, 1977]. Les données dites "solides" correspondent à des observations irréfutables, quantifiables, les mesures pouvant être répétées (exemple du taux de mortalité, des résultats d'analyses...). Les données "fluides" sont davantage du domaine qualitatif et relèvent de "l'art de la pratique" [Jenicek et Cléroux, 1985]. Les deux catégories de données ont été rencontrées dans notre étude.

Lorsqu'un même phénomène se traduit selon l'expertise du maître d'oeuvre par des variables appartenant aux deux catégories, les données "solides" sont privilégiées. Ainsi, certaines observations cliniques correspondant à des variables fluides ont-elles été mises à l'écart de l'analyse (cas des écoulements vulvaires sur truies, écartés au profit du résultat des analyses d'urine...). Le maintien des observations cliniques dans le protocole est cependant capital en raison des possibilités de vérification de la cohérence des informations fournies et surtout du fait qu'elles correspondent à des indicateurs généralement simples et perceptives par l'éleveur, ce qui facilite les échanges avec le vétérinaire.

En médecine humaine, il existe une multitude d'indicateurs de santé mis au point ces dernières années [Jette, 1980 ; Nelson, 1980 ; Wagner et coll., 1983]. Ils traduisent schématiquement la vitalité et l'adaptabilité de l'individu ou de la population [Grogono et Woodgate, 1971 ; Goldberg et coll., 1979]. Selon Jenicek et Cléroux [1982], ces indicateurs concernent à la fois des aspects quantitatifs du diagnostic au niveau d'une collectivité et des aspects qualitatifs. L'appartenance au groupe des indicateurs de certaines variables retenues dans cette étude peut néanmoins surprendre. C'est le cas de l'index de vulnérabilité des élevages à l'égard des épizooties. En fait, il y a lieu de distinguer les indicateurs directs, observables "in situ" sur l'individu ou la population cible et qui rassemblent la grande majorité des critères sélectionnés, des indicateurs de santé basés sur des estimations indirectes. Selon les spécialistes, la mesure de l'état de santé ne doit donc pas nécessairement se limiter à des indicateurs directs généralement exprimés sous forme de taux (taux de mortalité, prévalence de la pneumonie...) mais elle peut s'étendre en fonction des objectifs et de l'expertise du maître d'oeuvre à l'évaluation du degré d'exposition de la collectivité à certains facteurs étiologiques clairement établis. Ainsi, peut-on retenir chez l'homme le degré d'exposition à l'alcoolisme ou au tabagisme comme indicateur indirect de santé [Sackett et coll., 1977].

Dans le domaine des productions animales et singulièrement du porc, tous les pays procèdent à des contrôles sanitaires dans leurs troupeaux de sélection et de multiplication. Quelques programmes de contrôle ont été récemment présentés [De Jong, 1987 ; Kirkegaard-Petersen, 1987 ; Keller, 1987]. Ces contrôles concernent surtout les maladies majeures et les autres maladies épizootiques qu'on peut détecter par la sérologie. Les visites cliniques sont également pratiquées. En revanche, les examens d'organes à l'abattoir ainsi que d'autres contrôles dont l'intérêt a été présenté ici ne figurent pas toujours, avec pour conséquence une situation communautaire loin d'être homogène. La plupart des spécialistes sont tentés par l'évaluation directe du risque de transmission des contaminants par les jeunes reproducteurs d'où les nombreux travaux conduits en matière de diagnostic notamment pour les maladies enzootiques [Van Leengoed et coll., 1986]. Si le bien-fondé de la démarche n'est pas à remettre en cause, il est également judicieux de prendre en considération les autres indicateurs d'autant qu'en ce qui concerne les maladies enzootiques, les contaminants sont largement répandus et ne sont donc pas les facteurs les plus "discriminants". Ainsi, l'évaluation du risque doit-elle aller pour ce type de contaminant au-delà du simple diagnostic de présence/absence pour parvenir à quantifier la "pression de contamination". C'est la raison pour laquelle nous avons eu recours à l'autopsie de porcelets. Ainsi, le protocole comporte-t-il certaines contraintes auxquelles ultérieurement nous essaierons de trouver des solutions palliatives. Il présente en revanche l'avantage de se baser sur des indicateurs de santé de fiabilité éprouvée, et observables directement sur l'individu. Ils appartiennent à différents domaines (clinique, sérologie, coprologie, nécropsie, démographie, géographie...) et couvrent la plupart des entités pathologiques justiciables à ce jour d'un contrôle. Dorénavant, dans tout élevage de sélection-multiplication, la collecte des données en respectant la procédure du protocole permet, après saisie informatique, une localisation instantanée de cet élevage sur une carte de référence et d'obtenir ainsi une évaluation quantitative de la situation sanitaire.

En cela la démarche des bilans sanitaires vient judicieusement compléter les recherches sérologiques entreprises dans le cadre strict des maladies réglementées (PPC, Aujeszky...). La non considération des MLRC dans la liste des critères est liée aux mesures réglementaires spécifiques qui accompagnent une réponse positive. Par ailleurs, la réalisation d'une typologie en mettant en relief les dominantes pathologiques fournit les bases objectives pour des mesures de redressement éventuelles. Un nouveau contrôle et une nouvelle localisation permettent alors de mesurer le chemin parcouru. Enfin, la typologie constitue une étape préalable aux tentatives futures d'estimation plus directe du risque sanitaire.

BIBLIOGRAPHIE

- ALEXANDER T.J.L.- Le contrôle des maladies dans le cadre des Sociétés Internationales de vente des reproducteurs. C.R. Séminaire I.T.P., Rennes, Avril 1988, pp 19-27.
- BACKSTROM L., BERGSTROM G.- Atrophic rhinitis in swine fattener herds. A field study of the spread of the disease with infected pigs bought at market. Nord. Vet. Med., 1977, 29, 539-542.
- BERG R.L.- Health Status Indexes. Hospital Research and Educational Trust, 1973, Chicago.
- BRIM T.A., BACKSTROM L. and COLLINS M.T.- Transmission of Atrophic Rhinitis by natural exposure of diseased pigs to unaffected pigs : development of turbinate lesions and *Bordetella bronchiseptica* and *Pasteurella multocida* nasal flora. Proceedings IPVS Congress, 1986, Barcelone, p. 237.
- CARIOLET R.- Bilan de dix années d'utilisation de porcs EOPS à la Station de Pathologie Porcine de Ploufragan. Journées Rech. Porcine en France, 1986, 18, 321-330.
- DE JONG M.F.- Le programme de lutte contre la rhinite atrophique dans les élevages porcins de sélection-multiplication aux Pays-Bas.C.R. Séminaire I.T.P. Rennes, avril 1988, pp. 78-82.
- ELIAS P.- Epidemiological studies on atrophic rhinitis in swine. IX : investigations on the introduction of the disease. J. of Vet. Med., B, 1986, 33, 60-67.
- FEINSTEIN A.R.- An analysis of diagnostic reasoning. I- The domains and disorders of clinical microbiology. Yale. J. Biol. Med., 1973, 46, 212-232.
- FEINSTEIN A.R.- Hard science, soft data and the challenges of choosing clinical variables in research. Clin. Pharmacol. Ther., 1977, 22, 485-498.
- GOIS M., KUKSA F. and SISAK F.- Microbiological findings in the lungs of slaughter pigs. Proceedings IPVS, 1980, Copenhagen, p. 214.
- GOLDBERG M., DAB W. et CHAPERON J.- Indicateurs de santé et "sanométrie" : les aspects conceptuels des recherches récentes sur la mesure de l'état de santé d'une population. Rev. Epidémiol. Santé Publique, 1979, 27, 51-68 et 133-152.
- GOODWIN R.- Movement and disease on the farm. Pig Farming supplement, oct. 1978, pp. 49-51.

- GOODWIN R.F.W. and WHITTLESTONE P.- Monitoring for atrophic rhinitis : five years experience with a pilot control scheme. *Vet. Rec.*, 1983, 113, 411-412.
- GROGONO A.W. and WOODGATE D.J.- Index for measuring health. *Lancet*, 1971, 2, 1024-1026.
- HETZEL B.S.- The implications of health indicators : a comment. *Intern J. Epidemiol.*, 1972, 1, 315-318.
- I.T.P.- Enquête Gestion Technique des troupeaux de truies. Descriptifs régionaux, 1982, 57 pages + annexes.
- JAMBU M. and LEBEAUX M.O.- Cluster analysis and data analysis. North Holland ed., 1983, Amsterdam.
- JENICEK M. et CLEROUX R.- Epidémiologie : principes, techniques, applications. Maloine ed., 1982, Paris.
- JENICEK M. et CLEROUX R.- Epidémiologie clinique - clinimétrie. Maloine ed., 1985, Paris.
- JETTE A.M.- Health status indicators : their utility in chronic-disease evaluation research. *J. Chronic. Dis.*, 1980, 33, 567-579.
- JONES A.- New twist to pneumonia problem. *Pig Farming*, supplement, oct. 1981, 57-58.
- KELLER H.- Le service sanitaire porcin (SSP) en Suisse. C.R. Séminaire I.T.P., Rennes, avril 1988, pp. 48-56.
- KIRKEGAARD-PETERSEN B.- Le programme SPF danois. C.R. Séminaire I.T.P., Rennes, avril 1988, pp. 57-63.
- LAMONT M.H., EDWARDS P.T. and WINDSOR R.S.- Streptococcal meningitis in pigs : results of a five-year survey. *Vet. Rec.*, 1980, 107, 467-469.
- LEBART L. MORINEAU A. and WARWICK L.- Multidimensional descriptive data analysis. John Wiley ed., New-York, 1985.
- MADEC F. and KOBISCH M.- Piglets pointers to respiratory disease. *Pig International*, nov. 1985, pp. 24-25.
- MADEC F., ROBINEAU P., QUERREC A. et PANSART J.F.- Eléments de situation sanitaire des élevages porcins de la région de Bretagne. 1- Bilan lésionnel de l'appareil respiratoire des porcs à l'engrais. Journées Rech. Porcine en France, 1988, 20, 83-88.
- MARTIN S.W., MEEK A.H. and WILLEBERG P.- Veterinary epidemiology : principles and methods. Iowa Univ. Press, 1987.
- MORRISSON R.B., PIJOAN C., HILLEY H.D. and RAPP V.- Microorganisms associated with Pneumonia in slaughter weight swine. *Can. J. Comp. Med.*, 1985, 49, 129-137.
- MUIRHEAD M.R.- The pig advisory visit in preventive medicine. *Vet. Rec.*, 1980, 106, 170-173.

- NELSON K.G.- An index of severity for acute pediatric illness. Am. J. Public Health, 1980, 70, 804-807.
- PLONAIT H.- Aufbau und Gesundheitskonzept des Bundeshybridzuchtprogramms (BHZP) Der Praktische Tierarzt, 1987, 68, 5-12.
- POCHIN E.E.- The acceptance of risk. Br. Med. Bull., 1975, 31, 184-190.
- ROSENDAL S. and MITCHELL W.R.- Epidemiology of *Haemophilus pleuropneumoniae* infection in pigs : a survey of Ontario pork producers, 1981. Can. J. Comp. Med., 1983, 47, 1-5.
- SACKETT D.L., CHAMBERS L.W. and Mc PHERSON A.S.- The development and application of indices of health. General methods and results. Am. J. Public. Health., 1977, 67, 423-427.
- TILLON J.P.- Situation sanitaire de l'élevage porcin en France et conséquences pour le commerce des reproducteurs. Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz., 1985, 4, 535-549.
- TILLON J.P. et MADEC F.- Enquête épidémiologique permanente dans un réseau d'élevages de porcs en Bretagne (période 1978-1985). Journées Rech. Porcine en France, 1986, 18, 307-319.
- TILLON J.P. et KOBISCH M.- Données épidémiologiques sélectionnées pour aborder la prévention des maladies respiratoires du porc. Rec. Méd. Vét., 1987, 163, 381-393.
- VAN LEENGOED L.A., KAMPE M. and VECHT U.- Tonsil biopsy : a tool in epidemiological studies of A.R. and Streptococcal Meningitis in pigs. IPVS Congress, Barcelona, 1986, p. 227.
- WAGNER D.P., KNAUS W.A. and DRAPER E.A.- Statistical validation of a severity of illness measure. Am. J. Public Health, 1983, 73, 878-884.
- WOOD N.- Hints on herd health. Pig Farming, april 1978, 71-78.