

ÉTUDE DE L'INTERACTION
ENTRE LES FACTEURS MICROBIENS ET L'ENVIRONNEMENT
DANS LA PATHOLOGIE DU VEAU

L. RENAULT *

avec la collaboration de J.H. LETREUT(1), J.P. MORISSE(2), J.P. QUILLET(3),
C. ROBERT(4), Y. SAINT-CAST(5) et A. VALLET(6).

=====

Après une revue rapide des principaux agents infectieux, seront présentées les données de quelques enquêtes récentes obtenues auprès d'un certain nombre d'ingénieurs et de confrères travaillant dans des organismes officiels ou privés ; puis leurs résultats seront discutés.

I. REVUE DES PRINCIPAUX AGENTS INFECTIEUX

Les résultats d'enquêtes récentes en France, empruntés à différents auteurs (Tableau I) concernant d'une façon précise soit les veaux de boucherie, soit les veaux d'élevage, ou d'une façon générale les Bovins, après isolement des agents infectieux ou contrôle sérologique, permettent de situer l'importance des agents respectifs responsables des deux grands syndromes, des affections digestives et des affections respiratoires.

Les résultats d'une enquête aux Etats-Unis sur des veaux âgés de 1 à 60 jours de race laitière et de race à viande, établissent les comparaisons.

II. RESULTATS D'ENQUETES

1. Interaction environnement - Agents infectieux

La plupart des résultats recueillis concernent l'étude de bilans technique et sanitaire, mise en rapprochement avec une morbidité et une mortalité globales, sans précision de la nature des agents infectieux et accompagnée ou non d'études statistiques. Dans ces études, l'environnement est représenté aussi bien par la qualité du colostrum que par le transport et les techniques d'élevage, comprenant les caractéristiques des bâtiments ainsi que la préparation du lait.

* Laboratoire Santé Animale Sanders, 19 Quai de l'Industrie, 91200 Athis-Mons.

(1) U.L.N. 50890 Conde-sur-Vire.

(2) Institut d'Elevage et de Pathologie, B.P. n° 9, 22440 Ploufragan.

(3) I.T.E.B., "Monvoisin" Cedex 71 bis, 35650 Le Rheu.

(4) BRIDEL, B.P. n° 5, 35240 Retiers.

(5) C.C.P.A., 12 rue Beaux Soleils, B.P. n° 202, 95520 Osny.

(6) I.T.E.B., Theix St Genes Champanelle, 63110 Beaumont.

Tableau I : Principaux agents infectieux responsables de la pathologie du veau en France et aux Etats-Unis, au cours de ces dernières années (document synthétique établi d'après les différentes publications citées ci-dessous). Les nombres correspondent à des pourcentages.

En pourcentages	FRANCE		ETATS-UNIS ⁱ		
	Veaux	Total	Lait	Viande	Total
AFFECTIONS DIGESTIVES					
Escherichia coli	58 ^a	18,9 ^b	25,7	30,8	26,7
Salmonella	5,6 ^c		31,9	0	25,6
Rotavirus	30 ^a	45,5 ^d	6,7	1,9	5,7
Coronavirus	50 ^a		12,9	34,6	17,2
Cryptosporidies	*		9,5	5,8	8,8
AFFECTIONS RESPIRATOIRES					
Salmonella	10 ^e				
Pasteurella		20 ^{f**}	10,5	3,8	9,2
Coryneb. pyogenes		6,6 ^f			
Mycoplasma		19 ^f			
Rhinotrachéite inf.	24 ^g	17 ^h			
M. des muqueuses	34 ^g	55 ^h	7,1	11,3	8,0
Adénovirus 3	32 ^g	84 ^h			
Parainfluenza 3	60 ^g	69 ^h			
Virus resp. sync.	45 ^g	50 ^h			
Reovirus 3	43 ^g				

a. RENAULT et coll. Bull. Soc. Vét. Pr. 1982, 66, 701-708.

b. MARTEL et PERRIN Bull. Soc. Vét. Pr. 1980, 64, 729-753.

c. RENAULT Soc. Fr. Buiatrie ENVA 17-18 Nov., 1977, 9-10.

d. PERRIN et coll. Bull. Acad. Vét. 1980, 53, 421-427.

e. MARTEL et coll. Bull. Acad. Vét. 1978, 51, 223-230.

f. MARTEL Bull. Grpt Techn. Vét. 1980 - 5 B - 201.

g. MAIRE et coll. XI Int. Congress on Dis. of cattle Tel Aviv 1980, 343-347.

h. DANNACHER et coll. Rev. Méd. Vét. 1980, 131, 359-368.

i. BULGIN et coll. J.A.V.M.A. 1982, 180, 1222-1226.

* Déjà mises en évidence en France

** Dont 6,5 p. 100 *P. multocida* et 13,5 p. 100 *P. hemolytica*.

1.1. MORISSE et coll., Septembre 1980 (tableaux II et III)

Cette enquête porte sur 9 élevages de veaux de boucherie et sur 6 élevages de futurs taurillons en Bretagne, dont les bilans sanitaire et technique sont confrontés avec plusieurs rubriques (en particulier, agents infectieux et hygiène) par un système de notation, le total de 15 points étant diminué en fonction du diagnostic des agents infectieux ou des manquements aux règles d'hygiène.

Tableau II : Numération bactérienne (en nombre de bactéries par m³ d'air ambiant) (J.P. MORISSE et coll., septembre 1980).

Elevage / Contrôle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Moyenne par Age
1 bâtiment vide	160	260	160	350	600	170	220	1600	160	160	550	330	—	—	—	—
2	1250	6400	3600	3500	2600	1000	2900	5200	4200	3800	1250	3300	3200	2670	2620	3200
3	2200	4600	16900	13600	50000	11700	10000	21800	11700	8000	3200	20000	26200	5050	5100	14700
4	29600	23300	8600	29000	22200	46000	10000	12000	27000	10100	21300	33000	42500	16200	10000	22700
5	47700	76600	15900	63700	41000	38200	5100	25800	—	17600	31600	11500	22500	16500	6000	30000
6	27000	8600	5900	41700	20600	26500	15000	18000	14000	66600	11300	14500	54400	7200	6600	22500
Moyenne par bâtiment occupé	21550	23900	12200	30300	27300	24700	8600	16600	14300	21200	13700	16500	29800	9500	6100	—

Chaque valeur est la moyenne de 3 prélèvements effectués le même jour dans le même élevage.

Tableau III : Analyse chiffrée pour chaque élevage de l'incidence des différents paramètres sur les bilans sanitaires et techniques (J.P. MORISSE et coll., septembre 1980).

N° Elevage	Qualité veau	Agents infectieux	Hygiène	Allimentation	Habitat	Bilan sanitaire	Bilan technique
1	13	9	5	12	12	7	9
2	9	10	9	10	8	2	5
3	12	10	9	6	8	8,5	9
4	10	5	10	9	5	9	8
5	10	10	11	6	12	14	8
6	10	9	9	10	11	12	5
7	7	8	12	12	8	3	10
8	11	10	11	6	12	13	11
9	10	9	13	10	12	13	9
10	8	9	14	9	12	6	
11	10	6	14	11 / 9	10	4,5	
12	11	7	14	10	12	7,5	
13	13	12	11	6	12	7,5	
14	10	11	12	9	15	13,5	
15	13	9	15	11	10	10,5	

Pour les 6 derniers élevages (futurs taurillons), le bilan technique ne peut être connu au terme de l'enquête.

La rubrique des agents infectieux correspond à une recherche des anticorps vis-à-vis de différents virus (IBR, Pi3, Adéno 3, BVD, RSV) et à l'isolement de Salmonella à partir des fèces.

La rubrique "hygiène" englobe les critères de respect d'une densité correcte, de nettoyage et de désinfection des locaux, de l'apport d'un air de bonne qualité chimique et bactériologique, appréciée par une teneur en NH₃ inférieure ou supérieure à 4 ppm, ainsi que par une numération des bactéries de l'air ambiant, inférieure ou supérieure à 20 x 10³ bactéries par m³.

Les résultats représentés sous forme d'histogrammes (figure 1) conduisent à envisager l'existence :

- . d'une relation entre les résultats techniques et le bilan sanitaire (élevage n° 8, bilan sanitaire excellent, niveau élevé des résultats techniques ; élevage n° 2, conditions sanitaires très médiocres, mauvais résultats techniques) ;
- . d'une relation par ordre croissant d'importance avec :
 - les agents infectieux, bien que les passages de virus soient pratiquement équivalents (note de 8 à 10) d'un élevage à l'autre, comme nous avons pu le constater avec MAIRE et coll. en 1980 pour les principaux virus des affections respiratoires,
 - l'hygiène, les densités microbiennes de l'air les plus élevées (21.500 ; 23.900 ; 30.300 des élevages n° 1, 2 et 4) favorisées par une hygiène insuffisante et par un mauvais réglage de la ventilation coïncidant avec les mortalités et les saisies les plus élevées.

Cependant, le nombre d'observations est trop faible pour pouvoir tirer une conclusion significative.

1.2. ROGER, 1982 (figure 2) (Service élevage laiterie BRIDEL)

Cette étude concerne l'interaction de l'effet du transport par mer sur la mortalité globale de 34 arrivages de veaux importés d'Angleterre ; les jours supplémentaires de transport semblent augmenter la mortalité moyenne de 1 à 3 p. 100 :

- à J0 : 3,2 p. 100 (pour 30 arrivages)
- à J + 1 : 4,2 p. 100 (pour 2 arrivages)
- à J + n : 5,9 p. 100 (2 arrivages).

Ces résultats fragmentaires et non spécifiques rejoignent les constatations de MORISSE et coll., juillet 1981, sur l'effet des agressions et des différentes réactions défavorables de l'organisme :

- . augmentation :
 - hématocrite (34 à 37 p. 100)
 - neutrophiles (40 à 70 p. 100)
 - dérivés urinaires des hormones gluco-corticoïdes (12 à 88 p. 100 des 17 OH > 0,5 mg par l.).
- . diminution :
 - lymphocytes (54 à 23 p. 100)
 - glycémie (1 à 0,5 g par l.)
 - protéinémie (60 à 53 g par l.).

Cependant, là encore, le nombre d'observations est insuffisant pour tirer une conclusion significative.

Figure 1 : Représentation schématique de l'importance relative des différents paramètres sur les bilans sanitaires et techniques (veaux de boucherie) (J.P. MORISSE et coll., septembre 1980).

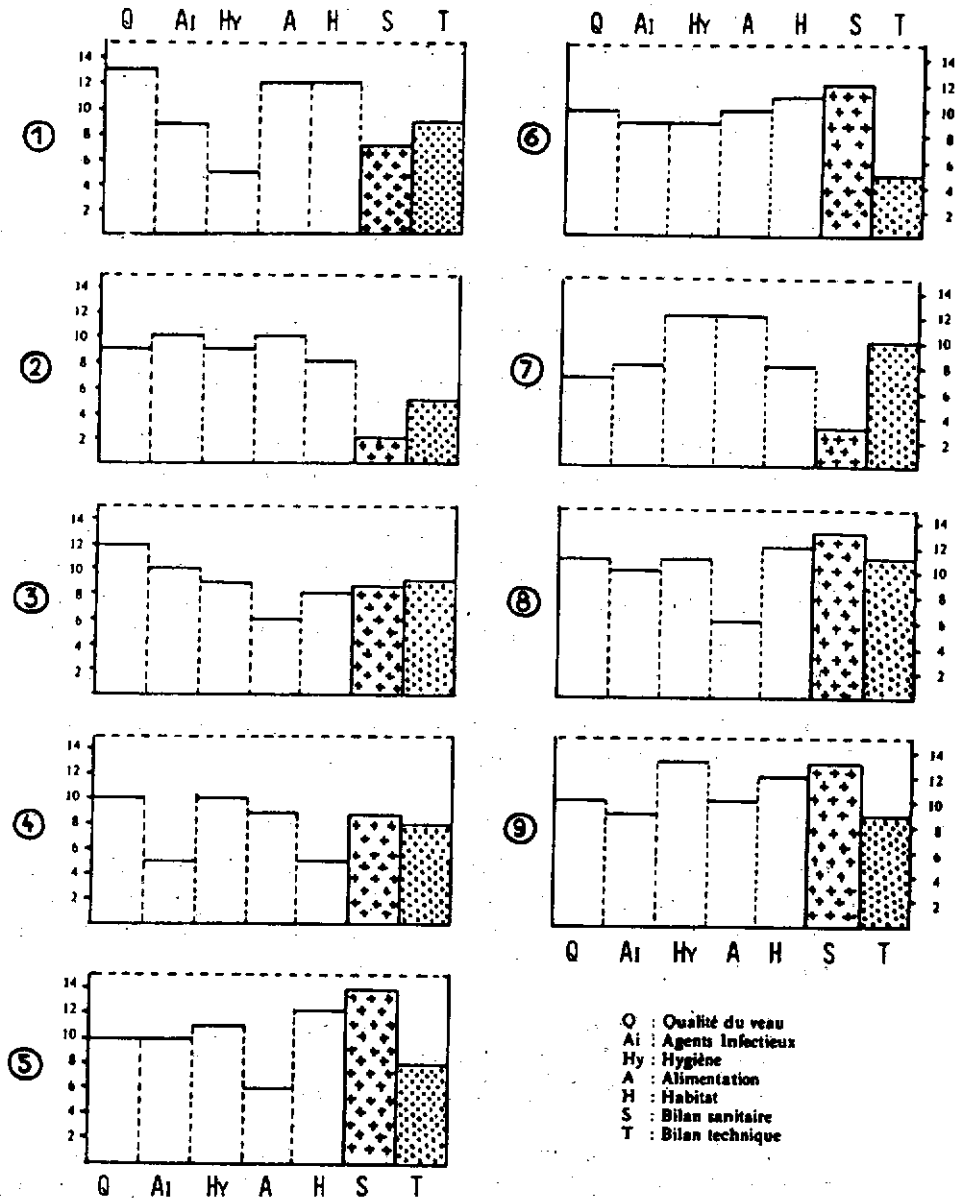
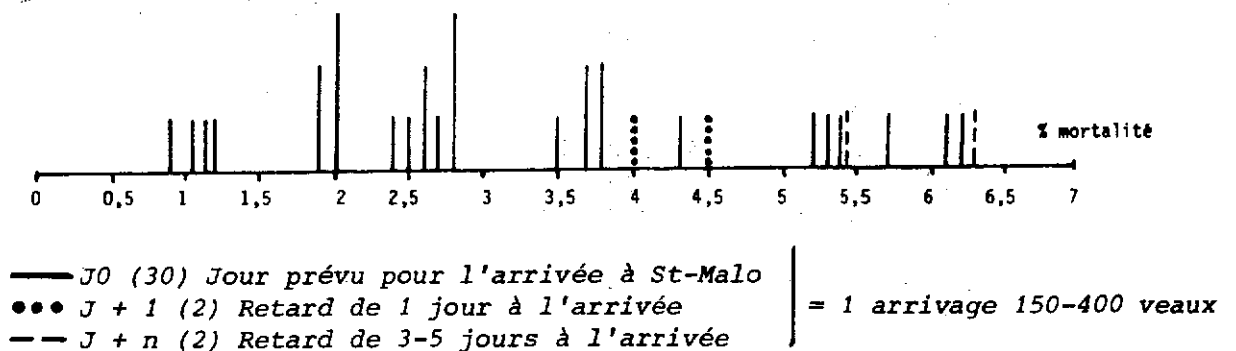


Figure 2 : Durée du transport et mortalité des veaux importés d'Angleterre (C. ROGER, 1982).

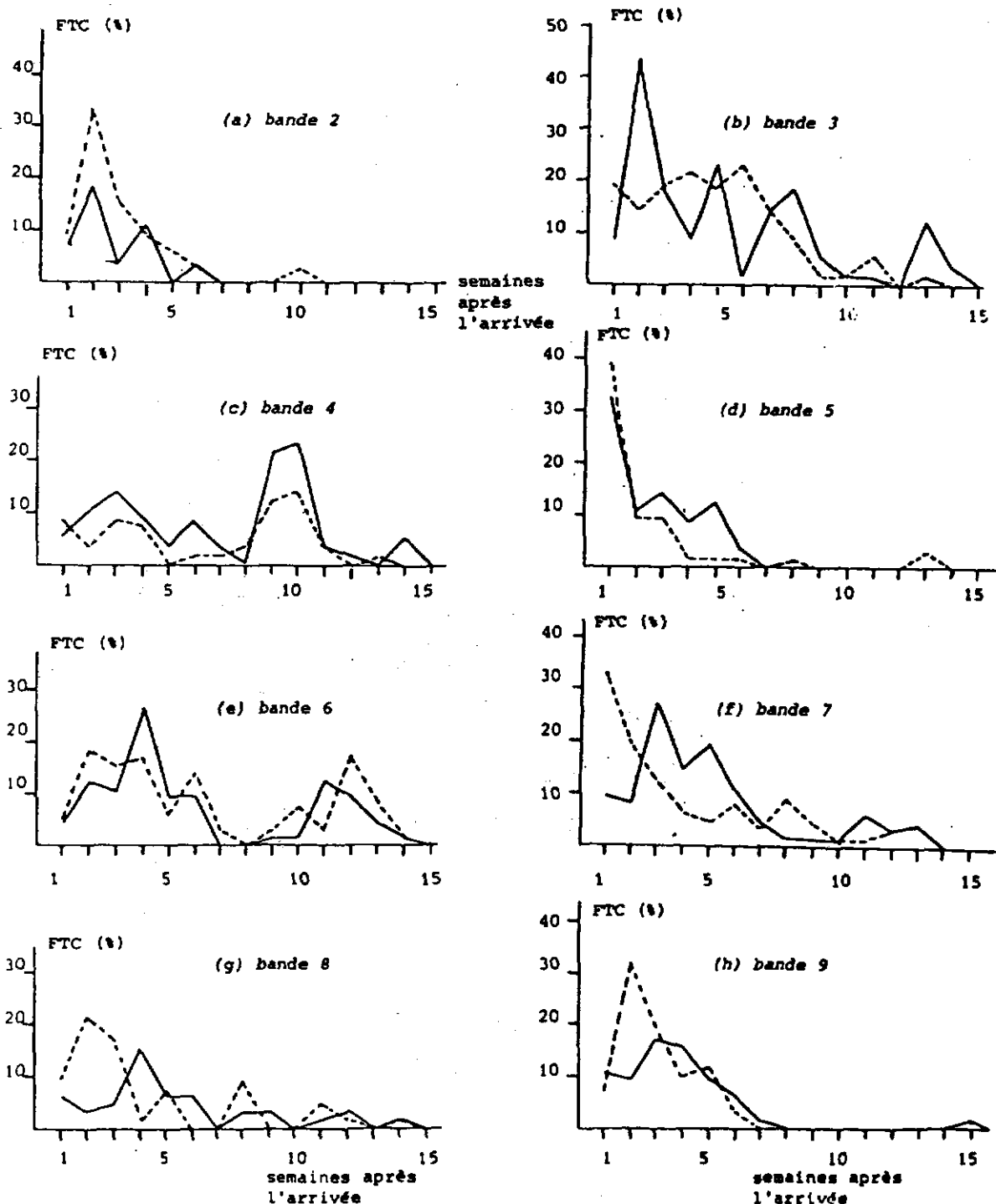


1.3. SCHULTZ, Mémoire de fin d'études, ENSA, Rennes, septembre 1981 (figure 3)

Le suivi de 8 bandes de 943 veaux de boucherie, Frisons et croisement Holstein x Normand, dans la station expérimentale de l'I.T.E.B. Le Rheu, Ille-et-Vilaine, permet d'apprécier l'influence des bâtiments sur les diarrhées d'adaptation et les maladies respiratoires (FTC = fréquence de tous les cas et rechutes).

Figure 3 : Comparaison entre les bâtiments de l'évolution des maladies respiratoires dans les différentes bandes (SCHULTZ D., septembre 1981).

— bâtiment fermé - - - - bâtiment semi plein air



Ainsi :

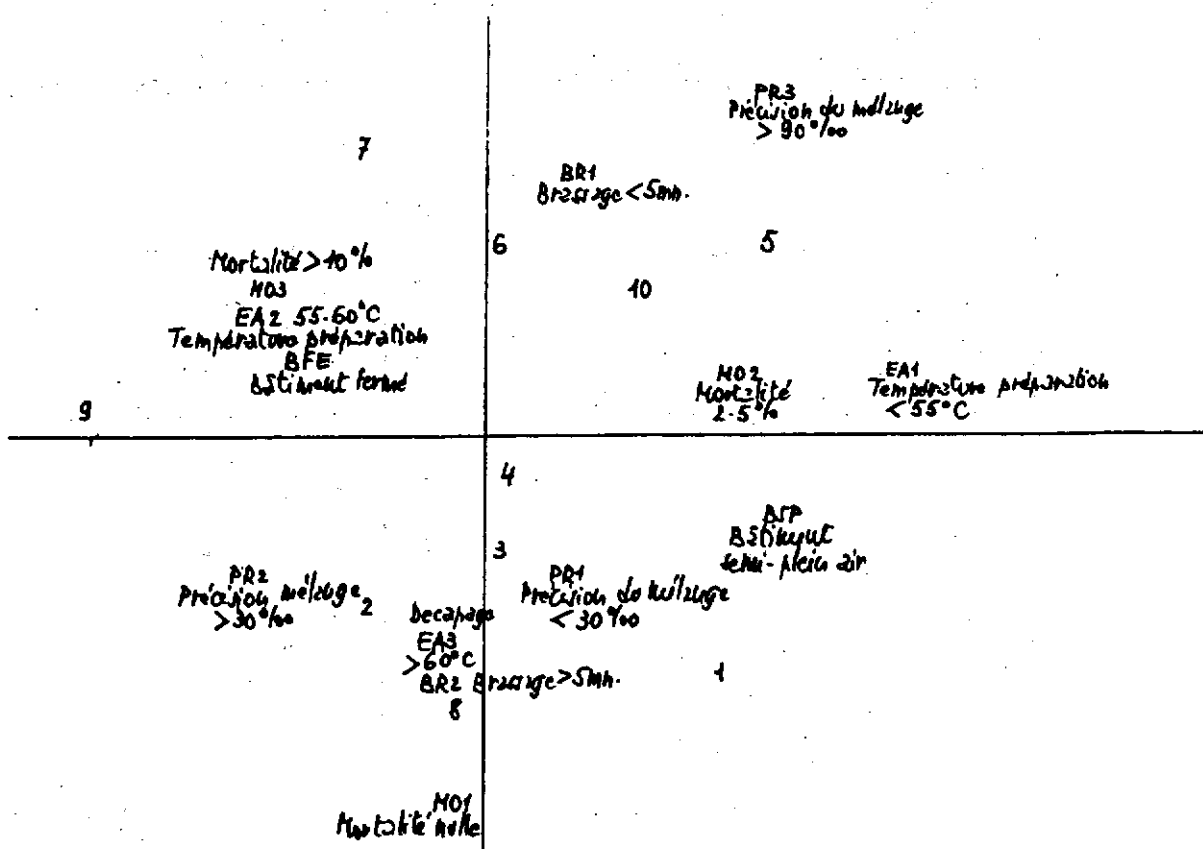
- les diarrhées d'adaptation sont significativement plus nombreuses ($p < 0,001$) dans le bâtiment semi-plein air (29,2 p. 100) que dans le bâtiment fermé (45,4 p. 100).
- les maladies respiratoires sont plus importantes au démarrage semaine n° 1, dans le bâtiment semi-plein air que dans le bâtiment fermé (17,7 p. > 10,5 p. 100 ; $p < 0,01$), et plus importantes les semaines n° 4 et n° 5, dans le bâtiment fermé que dans le bâtiment semi-plein air (9,9 > 5,7 p. 100 ; $p < 0,05$; 6,1 > 2,6 p. 100 ; $p < 0,01$).

En résumé, l'incidence des affections respiratoires de 60 p. 100 a été la même pour les deux types de bâtiments, mais pour le bâtiment fermé, le déclenchement est plus long, la persistance des signes cliniques plus grande et la sévérité des lésions plus grave (cas des bandes 7 et 8).

Ces constatations sont liées aux effets de la température et de l'humidité, déjà signalés par JERICHO et MAGWOOD chez les Bovins et par DONALDSON sur les différents agents pathogènes : à basse température (15°C), une humidité relative élevée est plus préjudiciable qu'une humidité relative basse (100 et 50). A l'inverse, à température élevée (22°C), une humidité relative basse est plus préjudiciable aux animaux, qu'une humidité relative élevée (40 et 80 p. 100).

1.4. NEVEU, Mémoire de fin d'études, ENSA Rennes, septembre 1981 (figure 4)

Figure 4 : Analyse factorielle des correspondances faite par NEVEU, 1981).



Une étude statistique par analyse factorielle des correspondances puis par régression multiple de 9 ateliers de veaux d'élevage de la Loire-Atlantique et de l'atelier expérimental de la CANA, Ancenis, pendant la période de nurserie, indique, parmi les 13 paramètres de l'environnement retenus, concernant l'habitat et l'alimentation, responsables de mortalité faible entre 0 et 5 p. 100, sans en préciser les agents infectieux,

- . l'avantage du semi-plein air,
- . l'avantage du décapage,
- . la prépondérance d'une bonne préparation du lait (température de l'eau de prémélange 65°C, temps suffisant de brassage > 5 mn ; bonne précision de la concentration < 30 p. 1000),
- . l'importance du plan d'alimentation (quantité et concentrations progressives).

Les variations des durées des traitements collectifs, de l'hématocrite, du temps de brassage, de la température de l'eau de prémélange du lait, expliquent, par régression multiple, 55 p. 100 des variations de mortalité.

1.5. DELAMARE, Mémoire de fin d'études, ENSA Rennes, septembre 1982.

Des méthodes statistiques par analyse de variance et analyse factorielle des correspondances permettent, sur 205 veaux de boucherie de 15 élevages, parmi les coopérateurs de la laiterie d'Élle et Vire à Condé-sur-Vire, de relier le suivi sanitaire et, en particulier, les diarrhées des quatre premiers jours, avec les différents types d'alimentation des vaches tarées (type 1 : foin seul ; type 2 : foin, ensilage de maïs ; type 3 : ensilage de maïs ; type 4 : ensilage d'herbe ; type 5 : pulpe déshydratée).

L'état sanitaire comporte des indications sur la morbidité et la mortalité, fonction des arthrites, des diarrhées avant et après 4 jours, des omphalites (pivot). Ainsi, la morbidité moyenne est de 1,9 p. 100, mais avec des extrêmes : 20 p. 100 élevage n° 2 ; 27,3 p. 100 élevage n° 4 ; 33,3 p. 100 élevage n° 8 ; 20 p. 100 élevage n° 13. La mortalité moyenne est de 6,9 p. 100, dont 78 p. 100 par diarrhée et 79 p. 100 pendant les quatre premiers jours de la vie. La mortalité est de 1,9 p. 100 dont 57 p. 100 par diarrhée.

Le tableau IV indique :

- . un taux de morbidité beaucoup plus élevé (17,4 et 17,3 p. 100) des veaux de mères nourries avec des ensilages pendant la période de tarissement (types 3 et 4 d'alimentation),
- . des diarrhées se situant uniquement dans les premiers jours de la naissance pour le groupe de veaux issus des mères recevant l'ensilage de maïs uniquement (type 3),
- . un taux de mortalité nettement plus élevé (15,2 p. 100) des veaux de ce même groupe, de même qu'une résistance plus faible des veaux malades (71,4 p. 100 de veaux atteints de diarrhée sont morts, contre 0 pour le type 4 d'alimentation).

Tableau IV : Influence du type alimentaire sur l'état sanitaire des veaux (DELAMARE J.P., 1982).

Etat sanitaire Type alimentaire	Sains	Articulations déformées	Malades	Diarrhées 4 j.	Diarrhées 4 j.	Pivots	Morts	Mort-nés	Diarrhées	Mort ?	Nombre total de veaux
Type 1	31 (91,2)	2 (5,9)	1 (2,9)		1		3 (8,8)	1	1	1	34
Type 2	36 (92,3)	1 (2,6)	2 (5,1)	1		1	1 (2,6)	1			39
Type 3	36 (78,3)	3 (6,5)	8 (17,4)	7		1	7 (15,2)	1	5	1	46
Type 4	61 (81,3)	7 (9,3)	13 (17,3)	7	3	3	3 (4,0)	1	2		75
Type 5	10 (100)										10

Dans le cas des élevages n° 8 et 13, les taux de morbidité élevée correspondent avec les mois de l'année où la teneur sérique en carotène des vaches est la plus basse (figure 5).

L'analyse factorielle de correspondance confirme le rôle néfaste sur la résistance des veaux (figure 6) :

- . d'une teneur sérique faible en carotène et en gammaglobulines des mères,
- . d'une teneur faible en immunoglobulines du colostrum,
- . d'une teneur faible en immunoglobulines du sérum du veau.

L'importance du colostrum et des immunoglobulines a été également soulignée par WILLIAMS et al. en Ecosse en 1980 sur la mortalité de veaux de race à viande et de veaux laitiers, provoquée par des colibacilloses, de la salmonellose et des pneumonies virales compliquées.

2. Interactions agents infectieux - Environnement

Les études concernant les interactions entre un agent infectieux précis et l'environnement ne semblent pas disponibles. Il est possible de citer cependant le travail de MORISSE et col. sur la dissémination des salmonelles à partir des vaches laitières infectées et le mémoire de fin d'études de DELAMARE, déjà cité, sous certains aspects.

2.1. MORISSE et coll., juin 1982 (figure 7)

La recherche des Salmonella dans les fèces de 60 vaches FFPN x Holstein, à 6200 kg de lait, infectées par Salmonella typhimurium et S. manhattan, montre par exemple que le portage est identique chez les animaux présentant des signes cliniques (28 p. 100) et chez ceux n'en présentant pas (31 p. 100).

Figure 5 : Evolution de la teneur sérique en carotène des vaches et du taux de morbidité des veaux dans les élevages 8 et 13 (DELAMARE J.P., 1982).

—○— taux de morbidité —●— teneur en carotène

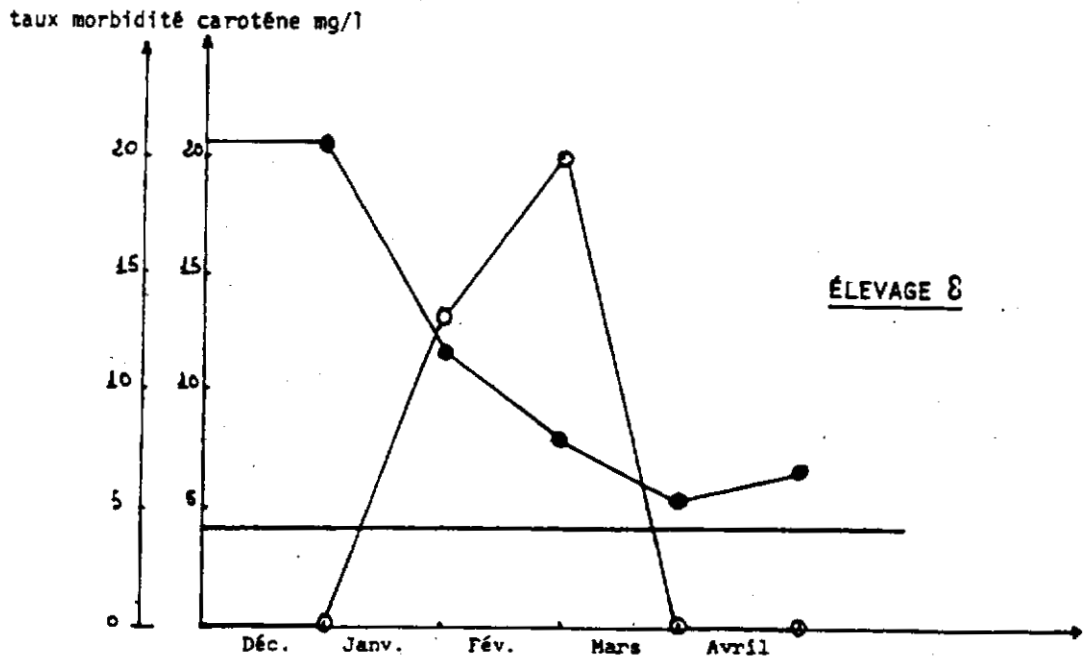
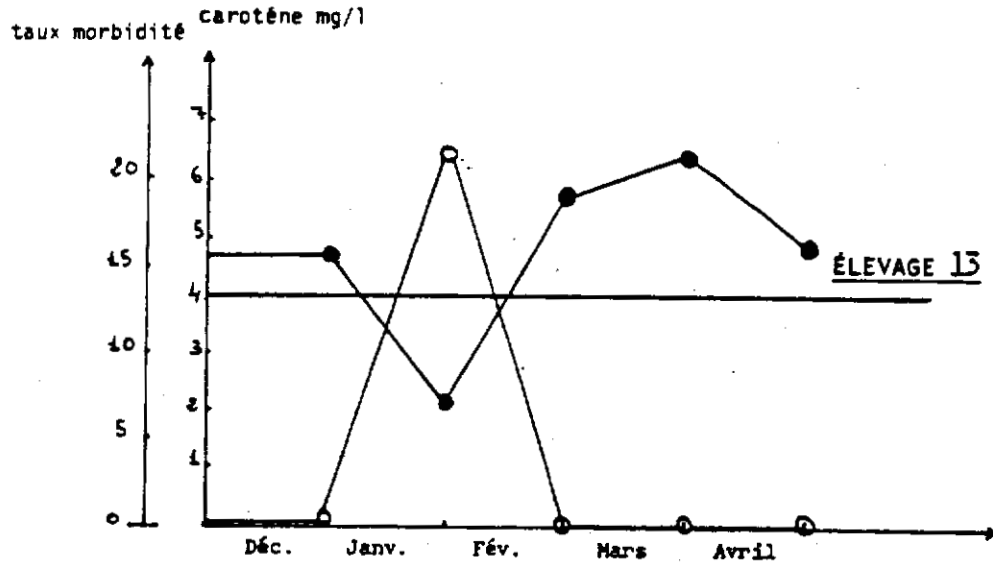


Figure 6 : Analyse factorielle de correspondance (DELAMARE, 1982).

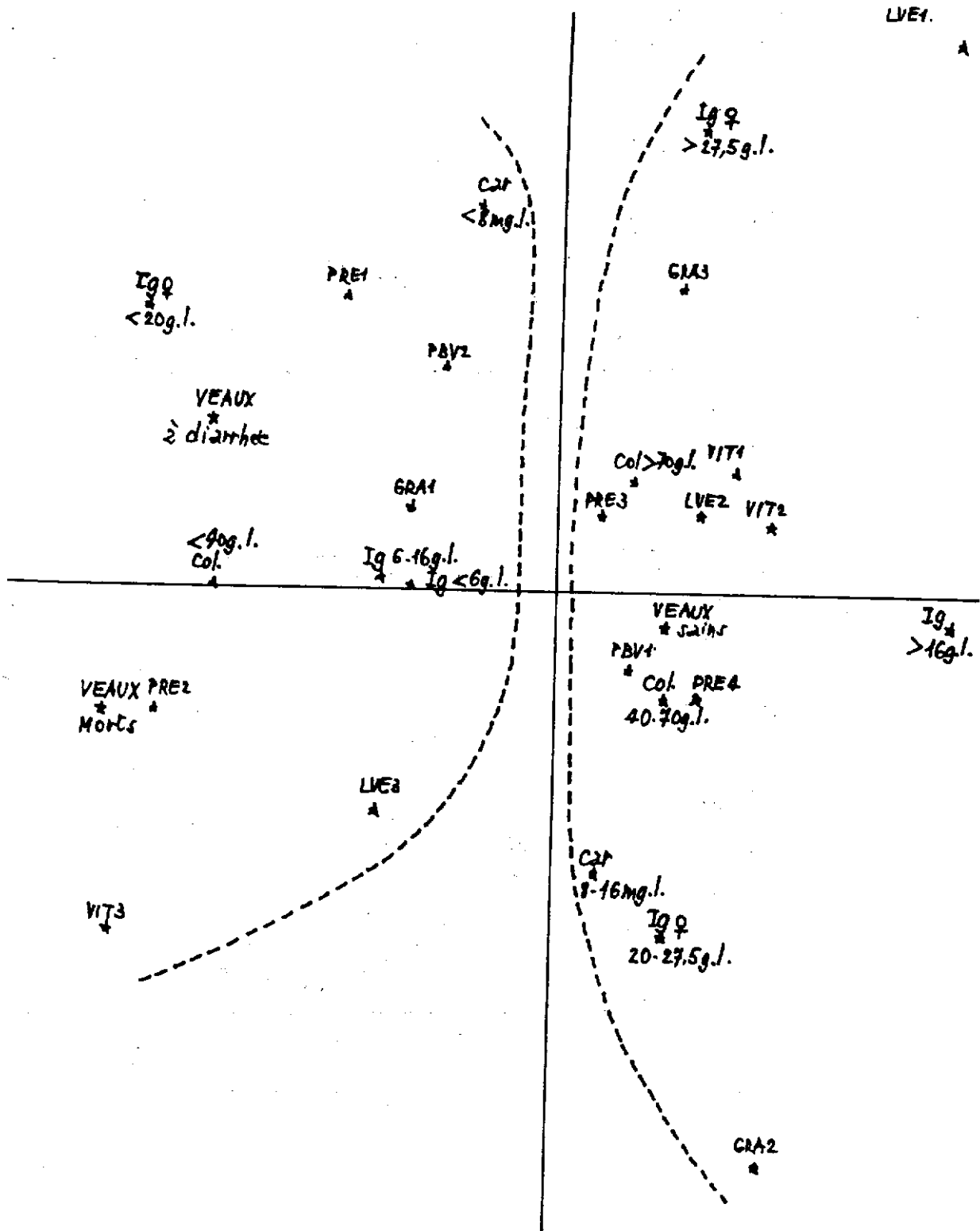
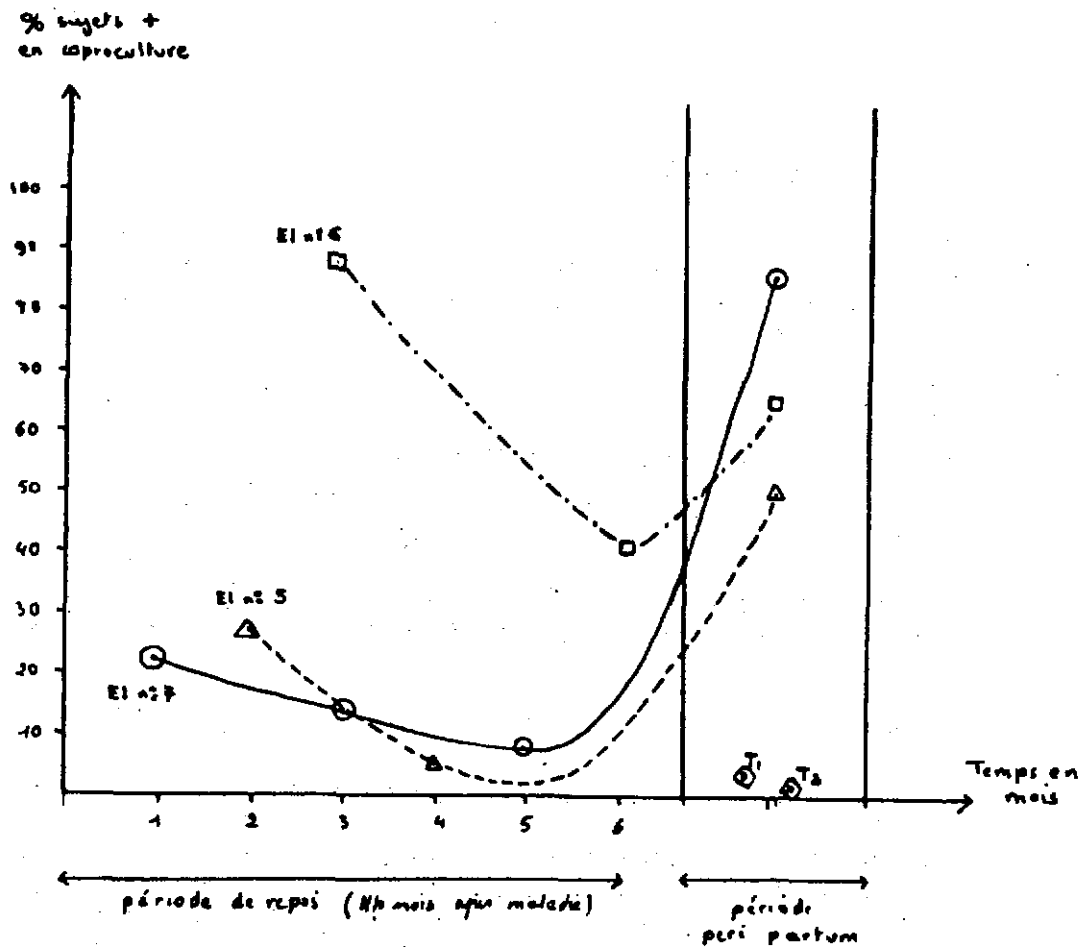


Figure 7 : Cinétique de l'excrétion fécale de Salmonelles en période de repos et en période peri partum. (J.P. MORISSE et coll., juin 1982).

◇ T₁ Elevage témoin n° 1 ◇ T₂ Elevage témoin n° 2



La recherche systématique pendant la période peripartum indique aussi une augmentation très importante du pourcentage de sujets porteurs (89 et 82 p. 100 avec et sans expression clinique), traduisant la relation entre la multiplication de certains microorganismes et l'état particulier des mères au moment de la mise bas.

2.2. DELAMARE

Dans la mesure où les diarrhées des quatre premiers jours ont pu être rattachées par nos soins à une étiologie colibacillaire (souches entérotoxigènes K99 des élevages 4 et 8 ; souche septicémique 078 : K80 de l'élevage 2) et où elles représentaient 79 p. 100 de l'étiologie, les conclusions de ce mémoire peuvent aussi bien concerner les colibacilloses que morbidité et mortalité et affirmer qu'elles dépendent statistiquement de la richesse en carotène et en immunoglobulines du sérum, du colostrum des mères et par voie de conséquence, du sérum des veaux.

III. CRITIQUES ET PROPOSITIONS

L'analyse des résultats présentés, tout au moins dans le cadre des personnes consultées, indique à l'évidence :

- . le manque de richesse des enquêtes épidémiologiques sur la pathologie du veau dont nous disposons,
- . le manque de précision d'un agent infectieux particulier dans l'étude de l'interaction agents infectieux - environnement,
- . l'absence d'étude statistique pour certaines de ces enquêtes.

De plus, certains auteurs soulignent l'insuffisance de l'échantillonnage et des données recueillies.

En fait, dans le cas précis de l'interaction des agents infectieux et de l'environnement, l'éclosion de la maladie est aussi dépendante classiquement de la résistance de l'hôte. Cette résistance est elle-même en rapport avec :

- . des facteurs intrinsèques : âge, immunité, alimentation,
- . des facteurs extrinsèques de l'environnement :
 - agressions du transport : effets sur l'immunité active, sur les réactions de défense non spécifiques,
 - agressions physiques : effets du froid, du chaud, de l'humidité, des U.V., de la ventilation, du NH₃ sur l'hôte et les agents infectieux,
 - agressions chimiques : effet des traitements,
 - agressions physiologiques : surpopulation, manque de confort.

Et devant la difficulté de recensement de ces nombreux facteurs et la lourdeur du coût de telles entreprises, il est possible de se poser la question avec Webster de savoir, s'il n'est pas préférable à des enquêtes épidémiologiques, de poursuivre et d'étendre les études concernant :

- . la survie, la multiplication et la diffusion des agents infectieux dans le milieu extérieur (voir à ce sujet les synthèses de WRAY et de DONALDSON),
- . les réponses spécifiques de l'hôte, telles que :
 - protection passive apportée par les immunoglobulines du colostrum (voir à ce sujet l'étude de LEVIEUX),
 - protection active, spécifique ou non spécifique vis-à-vis des différents agents infectieux, en fonction des différentes agressions (voir à ce sujet la revue de synthèse de KELLEY),
 - protection locale, intestinale et respiratoire, par les phénomènes d'épuration et de clairance (voir à ce sujet la revue de synthèse de PERSON sur système immunitaire et immunopathologie du tube digestif, l'étude de MORISSE sur l'action du NH₃ sur la pathogénie de la pasteurellose du lapin et l'étude de CHARLEY sur le macrophage alvéolaire chez le porc).

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- CHARLEY B.- Le macrophage alvéolaire chez le porc : description et étude fonctionnelle. Ann. Rech. Vét., 1982, 13, 1-9.
- DELAMARE J.P.- Influence de l'alimentation de la vache tarie sur l'état du veau dans les premiers jours de vie. ENSA Rennes. Mémoire de fin d'études mars, septembre 1982.
- DONALDSON A.I.- Factors influencing the dispersal, survival and deposition of airborne pathogens of farm animals. Vet. Bull., 1978, 48, 83-94.
- JERICO K.W.F. and MAGWOOD S.E.- Histological features of respiratory epithelium of calves held at differing temperature and humidity. Can. J. Comp. Med., 1977, 41, 369-379.
- KELLEY K.W.- Stress and immune function : A bibliographic review. Ann. Rech. Vét., 1980, 11, 445-478.
- LEVIEUX D.- Transmission de l'immunité par le colostrum chez le veau. Bull. Techn. CRZV Theix, INRA, 1980, 41, 39-47.
- MORISSE J.P.- Action d'un agent irritant (NH₃) sur la pathogénie d'une affection respiratoire expérimentale à *Pasteurella multocida* chez le lapin. 2ème J. Rech. cunicole 4 et 6 avril 1978 Toulouse, Com. n° 27.
- MORISSE J.P., HUONNIC D., MAURICE R. et COTTE J.P.- Enquête sanitaire globale bovine. Résultats d'une étude réalisée en Bretagne sur un échantillon d'élevages de veaux de boucherie et de jeunes bovins en 1978-1979. Services Vétérinaires. Institut d'élevage et de Pathologie à Ploufragan, septembre 1980.
- MORISSE J.P., COTTE J.P. et HUONNIC D.- Influence du circuit d'approvisionnement sur le comportement sanitaire du veau. 1ère partie : Modifications hématologiques et biochimiques chez le veau stressé. Services Vétérinaires. Institut d'élevage et de pathologie à Ploufragan, juillet 1981.
- MORISSE J.P., COTTE J.P. et HUONNIC D.- Etude de la dissémination des Salmonelles à partir de vaches laitières infectées, afin de diminuer les risques de contamination des éleveurs et des consommateurs. Services Vétérinaires. Institut d'élevage et de pathologie à Ploufragan, juin 1982.
- NEVEU T.- Relations entre différents facteurs zootechniques et l'état sanitaire des veaux d'élevage. ENSA Rennes. Mémoire de fin d'études, septembre 1981.
- PERSON J.M.- Système immunitaire et immunopathologie du tube digestif. Rec. Méd. Vét., 1982, 158, 53-60.
- SCHULTZ D.- Etude épidémiologique et importance des maladies respiratoires chez les veaux de boucherie. ENSA Rennes. Mémoire de fin d'études, septembre 1981.

WEBSTER A.J.F.- Weather and infectious disease in cattle. Vet. Rec., 1981, 108, 183-187.

WILLIAMS P.E.V., WRIGHT C.L. and DAY N.- Mortality in groups of purchased Friesian-cross calves. Br. Vet. J. 1980, 136, 561-566.

WRAY C.- Survival and spread of pathogenic bacteria of veterinary importance within the environment. Vet. Bull., 1975, 45, 543-550.