

ETUDE DE L'INCIDENCE SAISONNIERE DE L'INFECTION PAR LE VIRUS DE LA LEUCOSE BOVINE ENZOOTIQUE CHEZ LES BOVINS*

G. MANET^[2], X. GUILBERT^[1], A. ROUX^[1], T. DRONKA^[1], A. VUILLAUME^[3], A.L. PAROD^[1]

RESUME : Une étude prospective de l'incidence saisonnière de la leucose bovine enzootique a porté sur 225 cheptels du département des Landes. En 2 ans, on a observé 157 infections.

Les taux de prévalence sont de 41 % des troupeaux et de 32 % des animaux, la taille moyenne des cheptels est de 15 animaux. L'incidence bimensuelle varie de 0 % à 13,6 %, en moyenne 2,6 %. Elle est maximale en été, minimale au printemps. Elle dépend du territoire, de la surface pâturée et de la taille du cheptel. Elle ne paraît pas dépendre du type de production, de la durée du pâturage, des maladies intercurrentes et du mode de stabulation. Le modèle de Reed et Frost suffit pour prendre en compte l'effet de la prévalence.

Le rôle des Tabanidés n'est pas mathématiquement isolable de celui des autres facteurs, mais il existe de fortes présomptions théoriques et pratiques de son importance.

Les facteurs de risque pour la prévalence sont différents de ceux de l'incidence.

SUMMARY : A prospective survey of seasonal incidence of enzootic bovine leucosis was undertaken on 225 cattle herds from the Landes district. During a 2-year period, 157 new infections were recorded.

Prevalence rates were 41 % of the herds and 32 % of the animals. The average herd size was 15 cattle. The 2-month incidence varied between 0 and 13,6 %, and averaged 2,6 %. The highest incidence was in Summer, the lowest in Spring. It depended of territory, grazed surfaces, and size of the herd. It did not seem to be associated with type of production, length of grazing time, presence of other diseases and housing. The Reed-Frost model was sufficient to simulate prevalence.

The importance of horseflies was not statistically proved although there were strong theoretical and practical arguments for it.

Risk factors were different for prevalence and incidence.

*
* *

* Texte correspondant au poster présenté le 26 mai 1989

[1] Laboratoire d'anatomie pathologique I.N.R.A., E.N.V. Alfort (94).

[2] Laboratoire d'anatomie pathologique I.N.R.A., E.N.V. Alfort; actuellement au laboratoire vétérinaire départemental de la Vendée (85).

[3] Laboratoire vétérinaire départemental des Landes (40).

Avec la collaboration technique de Christian Cenet, Valérie Chanoïna, Jean-Pierre Surgens, des vétérinaires praticiens des dix communes étudiées et de l'A.L.M.A.

INTRODUCTION

Dans la lutte contre la leucose bovine enzootique, la mise en place d'un assainissement différé dans une exploitation nécessite la maîtrise de la transmission du virus entre les adultes afin d'éviter une durée excessive de l'assainissement. Le caractère volontaire du mode d'assainissement oblige également à connaître le risque de réinfection des cheptels assainis à partir de leurs voisins. Les insectes piqueurs peuvent constituer des agents de transmission actifs dans une telle situation.

Les produits biologiques contaminés sont le sang et le lait. Les autres sécrétions et excréments peuvent contenir des particules infectantes si elles sont contaminées par des lymphocytes ; rappelons que 1000 à 2000 lymphocytes peuvent suffire à assurer la transmission de l'infection [22].

Les modes de transmission connus sont les voies iatrogène, maternelle (en fin de gestation, 1 à 5 % des veaux issus de mère infectée), orale pour les veaux nourris par leur mère, le contact étroit qui demeure une voie majeure dans les conditions habituelles [11, 15, 22].

Le rôle des insectes piqueurs est celui de vecteurs mécaniques. Des études expérimentales ont porté sur des modèles artificiels : transmission au mouton et sans délai [13], injections de broyats de têtes d'insectes et utilisation d'espèces variées d'insectes [5,6]. Aucune observation n'a permis d'étudier isolément le rôle des insectes dans les conditions naturelles. Les études sur la période d'incidence maximale de l'infection sont contradictoires et correspondent soit à des cas particuliers soit à des études globales intégrant de nombreux facteurs de confusion [3, 14, 20, 23].

Les insectes les plus probablement impliqués dans la transmission mécanique du virus sont les Tabanidés pour des raisons éthologiques et de par la taille de leurs pièces buccales. Notre étude se limitera donc à cette famille.

A - MATERIEL ET METHODE

I. TECHNIQUES SEROLOGIQUES ET ENTOMOLOGIQUES

Les techniques sérologiques et entomologiques ont été présentées par ailleurs [16]. Brièvement : dans la majorité des cas, les anticorps sont détectés entre les troisième et huitième semaines suivant l'infection, le plus souvent avant la sixième semaine. Les piègeages sont réalisés avec des appâts attractifs pour les Tabanidés et les Stomoxinés, de façon compétitive vis-à-vis des bovins sauf entre 30 et 100 mètres.

II. L'ENQUETE

1. Principes

On veut mesurer, chez les bovins, le risque à l'incidence de l'infection par le BLV de par la présence de taons.

Le principe retenu est celui d'une enquête prospective d'observation sur des animaux élevés dans les conditions traditionnelles.

On comparera les variations de populations d'insectes dans le temps et dans l'espace aux variations de l'incidence. L'étude est limitée aux animaux de plus de 12 mois afin d'éviter les conséquences de l'infection périnatale ; ce sont en outre eux qui sortent régulièrement et sont en contact avec les taons.

Trois territoires ou "zones" du département des Landes forment le support de l'enquête. Elles ont été choisies car correspondant à des biotopes différents et à un degré d'infection minimum par le BLV. Ce critère est choisi afin de pouvoir suivre facilement un grand nombre d'exploitations infectées. Le dernier critère important est la présence d'une densité suffisante d'élevages afin d'assurer l'homogénéité du biotope.

Les trois zones choisies sont situées dans :

la Haute Lande (R1),
la Chalosse (R2),
le Seignanx (R3).

Les prélèvements ont été effectués entre juillet 85 et mai 87.

2. Comptage des insectes

La quantification des populations d'insectes se fait à partir de pièges installés à demeure et relevés toutes les semaines, le même jour. Il en existe 3 à 4 par zone. Toutefois, les résultats d'un piège mal placé en 1986 dans la zone 1 ont dû être éliminés.

On dispose également d'une série de 275 piégeages ponctuels réalisés au moins une fois à proximité de chaque exploitation. D'autres études particulières ont été menées afin d'étudier le rendement des pièges.

3. Etude sérologique

Deux types d'animaux sont soumis aux prélèvements.

- Les animaux exploités pour la viande ont fait l'objet d'un prélèvement par an en début ou en fin d'hiver lorsqu'ils sont rentrés à l'étable.
- Les animaux exploités pour le lait ont été saignés tous les deux mois pendant la période où ils étaient soumis au risque "taons", c'est-à-dire de juin à octobre.

En tout 8 séries de prélèvements ont été effectuées. Les prélèvements se sont échelonnés sur 2 à 3 semaines et étaient regroupés par zone. Le calendrier fut le suivant : juillet 85, septembre 85, novembre 85, mai 86, juillet 86, septembre 86, novembre 86, mai 87.

Certaines exploitations ou certains animaux n'ont pas pu être prélevés dans les délais et ont été omis pour une série.

4. Données complémentaires

On dispose de données supplémentaires sur les animaux et les exploitations :

- Date de naissance, date approximative d'achat ou de vente de l'animal, sexe, race.
- Type de logement, horaires des sorties en pâture, existence de risques de transmission iatrogène (chirurgie, prophylaxie), maladies intercurrentes.

III. EXPLOITATION DES DONNES

1. Quantité de données

Dix communes regroupant 225 exploitations ont été suivies (67, 84, 74 selon la zone). 93 d'entre elles étaient indemnes d'infection, 15 étaient infectées en totalité et pour 12 d'entre elles, les animaux infectés ont été éliminés dès le premier prélèvement ou elles n'ont subi que les prélèvements annuels. Dans une dernière, les caractéristiques de l'élevage étaient trop partiellement connues pour pouvoir être prises en considération. Ne sont donc directement utilisables pour l'étude de l'incidence que les résultats issus de 104 exploitations. Ceci correspond à 5044 animal-périodes.

2. Modèle d'analyse

a. Modèle de transmission

Le modèle adopté est un modèle de type Reed et Frost posant que le nombre de bovins se séroconvertissant à un instant donné, dans une population fermée, suit une loi binomiale de paramètres "N_i" et "z" avec :

N_i = effectif des animaux soumis au risque d'infection

$$z = 1 - (1 - p)^{P_i}$$

si :

p = probabilité pour qu'un contact infectieux ait lieu entre deux bovins si un des deux est infecté, paramètre qu'on désire étudier, et

P_i = nombre d'individus infectés dans la population à l'instant donné.

Ce modèle a été choisi de préférence à un modèle adapté à la transmission par les insectes (10) en raison de son caractère plus général et du manque de données entomologiques.

b. Paramètres de risque

Le modèle retenu pour p est un modèle logistique :

$$\text{Log} (p/1 - p) = a + B \cdot X$$

où X représente le vecteur des facteurs de risque et B un vecteur de coefficients.

Les facteurs de risque pris en compte sont les suivants :

Insectes

Le nombre moyen de Taons capturés par piégeage dans la zone entre deux prises de sang est la variable prise en compte, avec un décalage de huit semaines en raison du délai de séroconversion.

La taille du cheptel permet de prendre en compte le rapport entre la population du vecteur et celle de l'hôte ainsi que d'éventuels facteurs de confusion liés à la dimension du troupeau.

La durée de la présence des animaux en pâture permet de pondérer le rôle des insectes.

Facteurs de contagion directe

La densité des bovins au pâturage est mesurée par la surface pâturée puisque l'effectif est une variable déjà entrée.

Les maladies intercurrentes sont estimées par le nombre d'épisodes de diarrhée contagieuse ou de "grippe" dans l'année.

Les facteurs iatrogènes par le nombre d'opérations chirurgicales.

Autres facteurs

Ces facteurs sont destinés à prendre en compte des éléments mal définis et intrinsèques à la structure de la population. Le plus souvent, ce sont des variables qualitatives : zone, mode de production principal, effet période et année, mode de stabulation.

3. Procédure d'analyse

Après l'étude des données par analyse de variance et comparaison de proportions, une modélisation de la transmission sous l'hypothèse de Reed et Frost leur a été appliquée.

Une régression ascendante a été effectuée afin d'évaluer le risque relatif associé aux différents facteurs. Le critère de choix des facteurs était fondé sur le test du rapport des vraisemblances.

Le logiciel de recherche du maximum de vraisemblance a été établi par J. Maccario (laboratoire de pharmacologie, Paris 11), à partir du logiciel de Ashton [2]. Les calculs des taux d'incidence et le suivi des sérologies ont été fait par un logiciel conçu spécialement.

B - RESULTATS

I. CARACTERISTIQUES DES POPULATIONS ETUDIEES

Les caractéristiques suivantes s'adressent à la population des exploitations appartenant aux trois zones d'enquête.

1. Taille et production des exploitations

La production des exploitations est essentiellement laitière (L) dans R1. Le peu d'exploitations à vocation purement allaitante (V) et leur mode d'exploitation proche des exploitations mixtes ont amené au regroupement de ces deux catégories (tableau I).

Tableau I : Prévalence des cheptels en fonction de la zone géographique et de la production

Région	R1		R2		R3		TOTAL	
Production	L	V	L	V	L	V	L	V
INFECTE	56	2	27	12	19	16	102	30
INDEMNÉ	9	0	19	26	16	23	44	49
TOTAL	65	2	46	38	35	39	146	79

R1, R2, R3 = différentes zones géographiques.

L = laitière V = allaitante ou mixte.

La taille moyenne des exploitations varie de 7 à 18,3 vaches adultes selon la région et le type de production (tableau II). Elle est inférieure dans la région 1 (R1) et, pour les troupeaux laitiers uniquement, dans la région 2 (R2) par rapport à la région 3 (R3) (test de Student).

Tableau II : Taille moyenne des exploitations.

Région	R1	R2		R3		TOTAL	
Production	L + V	L	V	L	V	L	V
Taille moyenne (écart-type)	10,31 (10,84)	15,3 (11,3)	11,9 (7,8)	22,6 (24,2)	17,7 (11,1)	16,8 (16,0)	14,8 (10,1)
Total (écart-type)	10,31 (10,84)	13,76 (10,02)		20,00 (18,66)		14,79 (14,25)	

L'écart-type indiqué est celui de l'échantillon.

2. Taux d'infection des cheptels et des animaux

Le taux d'infection des cheptels est indiqué dans le tableau I. Toutes les exploitations ayant hébergé au moins un animal infecté pendant l'enquête sont comptées comme infectées.

Le taux est hétérogène sur l'ensemble du tableau. Parmi les exploitations laitières, R1 est plus infectée que R2 ou R3 ($\text{CHI}^2 = 14,95$) mais il n'existe pas de différence entre R2 et R3 ($\text{CHI}^2 = 0,157$). Parmi les exploitations allaitantes (V + M) il n'y a pas de différence entre R2 et R3 ($\text{CHI}^2 = 0,74$), la comparaison s'étant limitée à ces deux zones.

Les exploitations laitières sont plus fréquemment infectées que les exploitations allaitantes dans le regroupement des deux zones sud (R2 et R3, $p = 0,01$) alors que la différence n'est pas significative dans la zone nord (R1, $p = 0,75$).

La taille moyenne des exploitations infectées n'est pas significativement différente de celle des cheptels indemnes dans chacun des trois groupes au seuil de 5 % (tableau III).

Tableau III : Taille moyenne des exploitations suivant leur état d'infection.

Groupe de risque	R1		RS, L		RS, V	
Etat d'infection	+	-	+	-	+	-
Taille moyenne (écart-type)	11,3 (11,3)	4,1 (3,1)	19,8 (18,5)	16,6 (18,1)	17,1 (11,7)	13,5 (8,7)
Nombre de cheptels	58	9	46	35	28	49

L'écart-type indiqué est celui de l'échantillon.

RS = ensemble de R2 + R3.

La prévalence dans les exploitations infectées diffère selon la région et la production (tableau IV). Elle est plus élevée dans la zone 1 et dans les exploitations laitières sauf dans la zone 2 où la prévalence apparaît identique quelle que soit la production (CHI2 = 3,50).

Tableau IV : Prévalence dans les troupeaux infectés.

Région	R1		R2		R3		TOTAL
Production	L	V	L	V	L	V	L + V
Effectif	639	14	380	142	532	337	2044
Prévalence	51,33%	56,00%	26,08%	18,23%	27,08%	14,46%	31,98%

3. Variations de la population des Taons

Le nombre moyen de taons capturés par jour et par piège selon la zone est indiqué sur la figure 1. Les captures ont été plus importantes à date égale en 1985 qu'en 1986 mais les périodes limites de capture sont comparables. Seule la période de capture effective est représentée, la surveillance s'étant étendue sur une durée plus importante.

En 1986, le nombre maximal capturé dans un piège en une semaine est de 72. On constate que la population des taons se développe rapidement à partir de la mi-juin, que le pic est atteint à la mi-juillet puis elle diminue rapidement avec une légère persistance jusqu'à la fin septembre.

La zone 1 héberge une population plus importante de taons que les autres zones. Ceci est plus remarquable en 1985 qu'en 1986 en raison de l'importance des populations d'insectes cette année là et du mauvais repositionnement d'un piège dans R1 en 1986.

L'homogénéité des zones a été étudiée lors de piégeages ponctuels réalisés en 1985 (figure 2). On constate l'homogénéité de chaque zone tant en ce qui concerne la répartition des taons (pourcentage de lieux où il y a eu capture) que la richesse des foyers (nombre de taons par lieu de piégeage positif).

II. INCIDENCE SEROLOGIQUE DE L'INFECTION PAR LE BLV

De juillet 1985 à mai 1987, les exploitations infectées ont permis de suivre 5044 animaux-périodes et d'observer 157 séroconversions. Le tableau V permet d'en constater la répartition selon la période et la zone ou la production.

L'incidence annuelle moyenne selon la zone est de 6,10 %, 2,84 % et 1,22 %. On peut rejeter avec un risque inférieur à 0,01 % l'hypothèse d'un taux unique pour les cinq principales catégories d'exploitations ou pour les trois zones ou pour les deux types de production des zones sud (R5) et la zone 1.

Les taux d'incidence des zones R2 et R3 diffèrent (CHI2 = 8,5) alors qu'avec la répartition des exploitations selon leur production, la différence entre les deux groupes n'est pas significative (CHI2 = 2,04). La comparaison entre les taux selon la production à l'intérieur de chacune des zones sud ne fournit pas non plus de différence significative alors que la comparaison à production identique entre les deux zones indique une différence (CHI2 = 3,836 pour les laitiers, CHI2 = 4,63 pour les allaitants, CHI2 ajusté = 7,62).

Figure 1 : Evolution de la population de Tabanidés dans les trois zones.

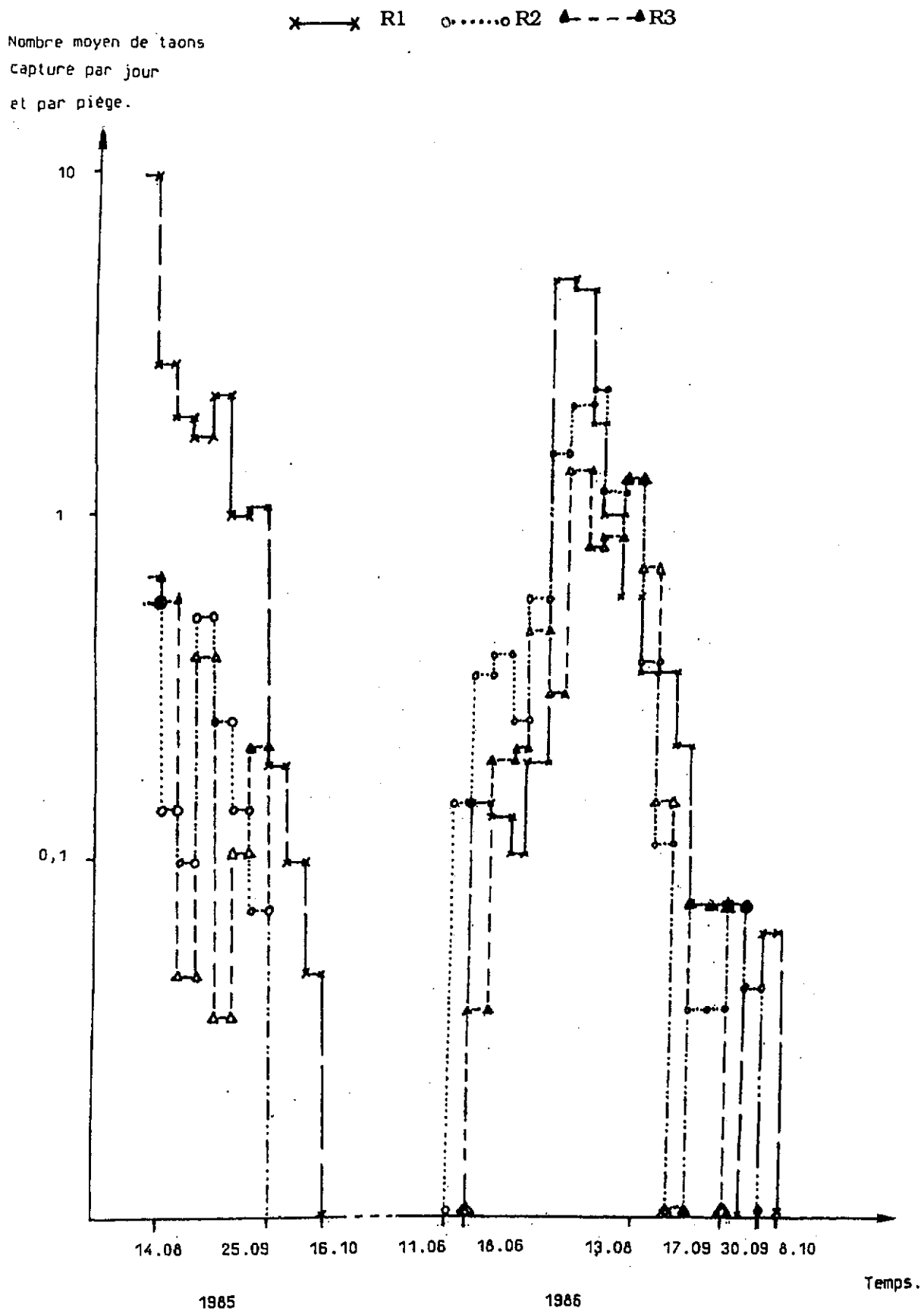


Figure 2 : Rendement des piégeages ponctuels.

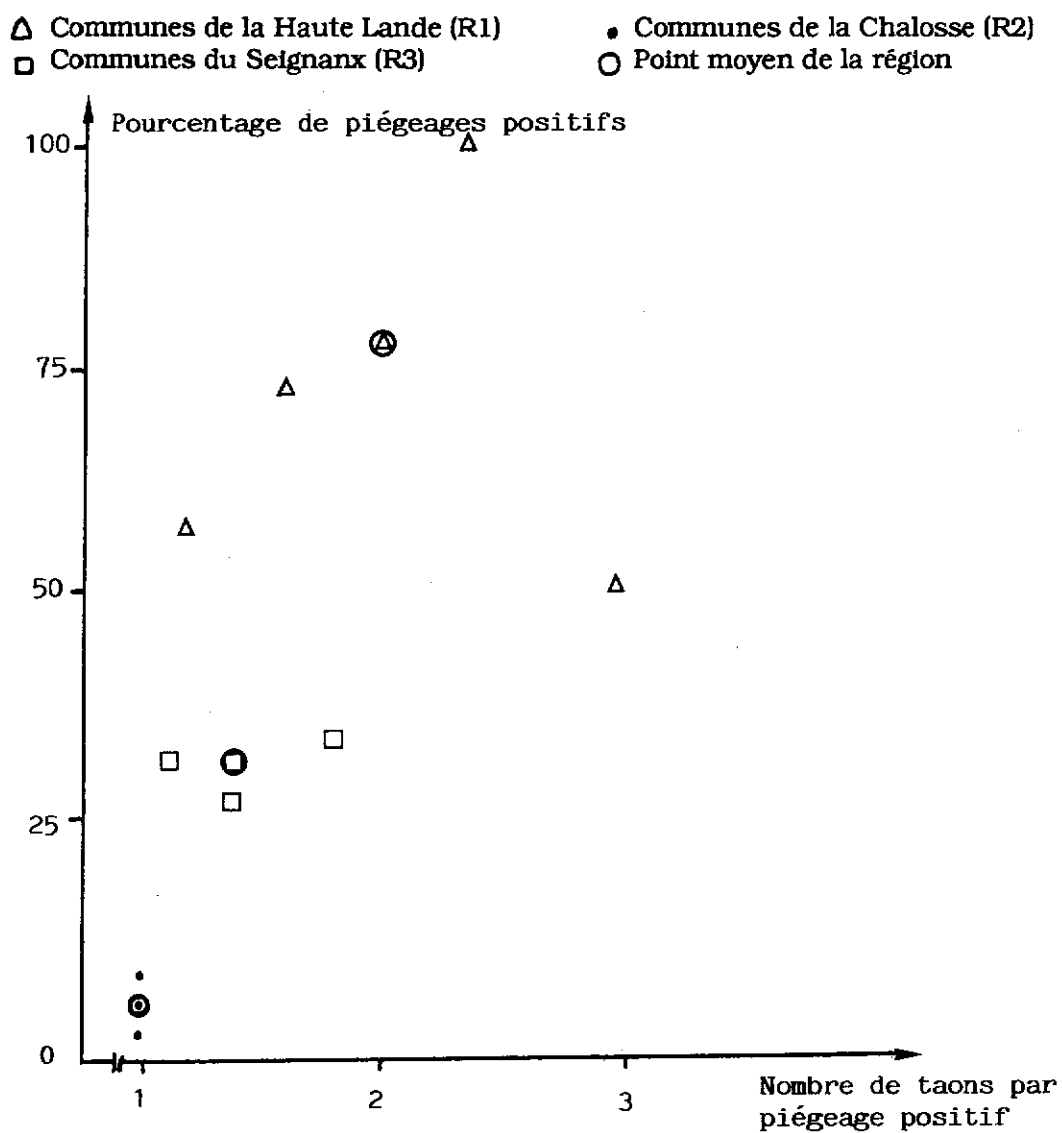


Tableau V : Taux d'incidence en pour mille, 157 séroconversions au total.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	TOTAL
HAUTE LANDE	136	000	026	011	090	067	005	060
CHALOSSE	027	031	017	009	029	051	009	025
SEIGNANX	027	006	009	000	020	012	008	012
LAITIER	036	017	014	002	028	024	010	019
ALLAITANT	011	010	008	005	014	032	005	012
TOTAL	058	014	015	005	040	035	008	026

Les taux d'incidence par période diffèrent dans les zones R1 ($p < 0,01$ %) et R3 ($p < 2$ %), parmi les exploitations laitières de R5 ($p < 2$ %). Toutefois, les effectifs théoriques correspondant à certaines périodes sont inférieurs à 5 voire à 3.

La figure 3 indique l'évolution de l'incidence en fonction du temps pour chacune des zones.

III. FACTEURS DE RISQUE ASSOCIES A L'INCIDENCE

Cette étude complète le chapitre précédent par l'étude des différents facteurs de risque de l'incidence au travers d'un modèle en ayant à l'esprit d'aborder et de quantifier le rôle des taons.

Dans cette partie, le niveau de base est représenté par la zone R3 pendant la période du printemps.

Quatre facteurs suffisent à minimiser la vraisemblance de l'échantillon par leur effet propre sous l'hypothèse du modèle de Reed et Frost, c'est-à-dire sans tenir compte d'éventuelles interactions.

Ces facteurs sont : la zone, la saison, l'effectif total et la surface pâturée.

L'équation donnant le logit de la probabilité d'un contact infectieux est :

$$0,8473 R1 + 0,3607 R2 + 2,609 \text{ été} + 2,001 \text{ automne} + 0,9213 \text{ hiver} + 0,09817 \text{ surface} - 0,06941 \text{ effectif} - 6,651$$

Le tableau VI indique la covariance et la corrélation entre chaque coefficient.

L'introduction du facteur "insecte" permet de remplacer les facteurs "zone" ou/et "saison" mais avec une efficacité légèrement inférieure.

C - DISCUSSION

I. INTERPRETATION DES RESULTATS

1. Le modèle choisi et les résultats globaux

L'incidence bimensuelle observée varie selon la saison et la région entre 13,6 % et 0 %, en moyenne 2,61 %. Ceci correspond aux observations citées dans la littérature, limitées aux exploitations infectées avec des prévalences similaires et aux classes d'âge équivalentes : 1,3 % à 12,2 % [7, 8, 9, 18, 20, 21, 23]. Nos données sont également concordantes avec une étude réalisée de 1976 à 1979 sur une zone proche de notre zone R1 [15].

Les exploitations de notre échantillon appartiennent à tous les types courants en France. On y trouve des exploitations extensives et intensives, laitières, allaitantes ou mixtes choisies sur des critères géographiques, administratifs et liés à la L.B.E. Les proportions relatives sont toutefois spécifiques de l'échantillon et on note particulièrement une surreprésentation des élevages traditionnels de petite taille. Une autre caractéristique de notre échantillon tient au climat clément du département des Landes qui permet de maintenir les animaux à l'extérieur une grande partie de l'année et de la journée.

Figure 3 : Variation du taux d'incidence dans chaque zone en fonction de la période.

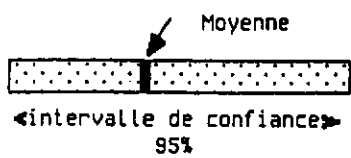
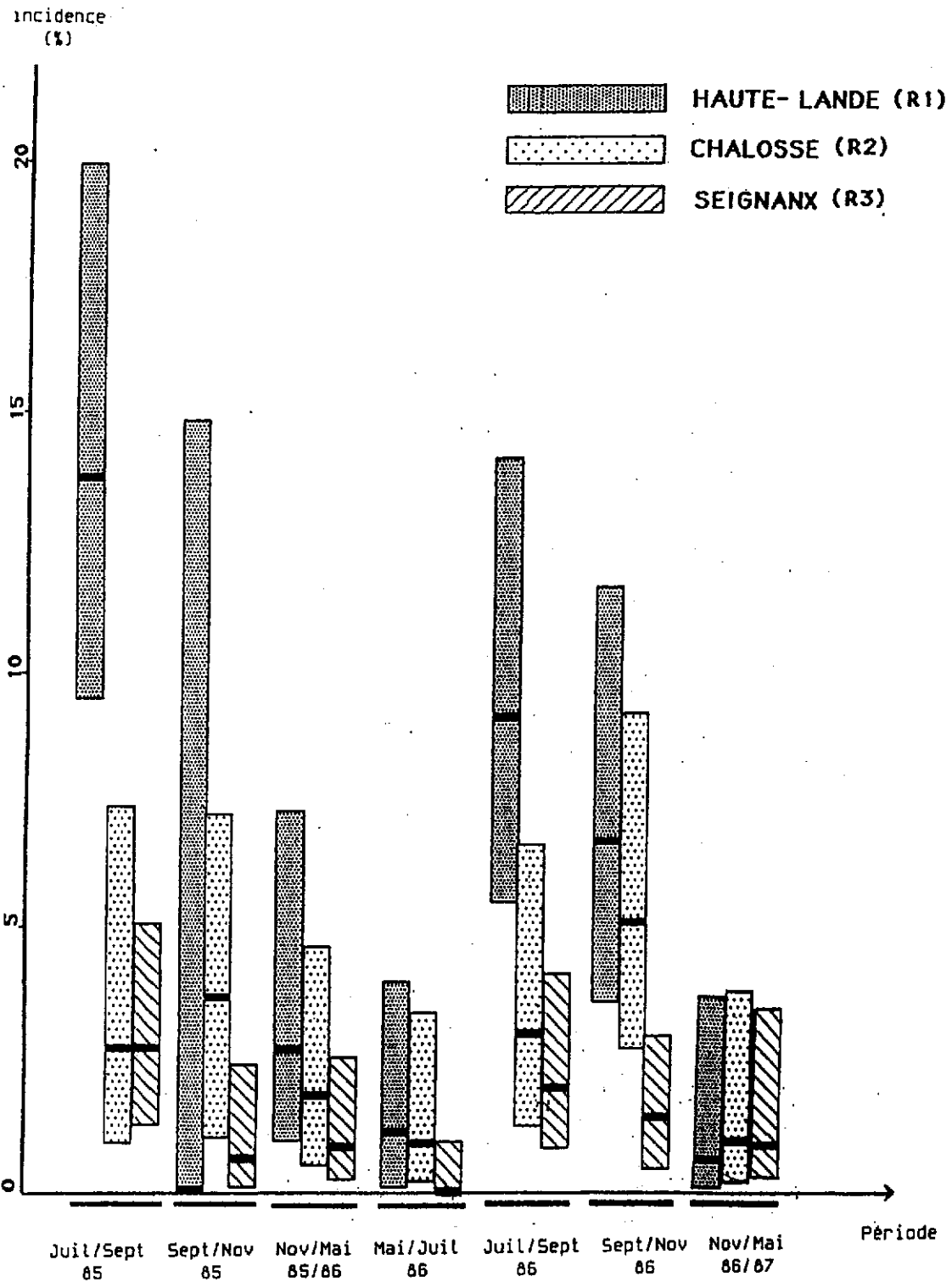


Tableau VI : Modèle de Reed et Frost, quatre facteurs fondamentaux.

a. Coefficients des facteurs

Variable	Coefficient
Constante (x 0)	-6,6506
R1 (x 1)	0,8473
R2 (x 2)	0,3607
été (x 4)	2,6087
automne (x 5)	2,0012
hiver (x 6)	0,9213
surface (x11)	0,9817
effectif (x12)	0,6941

Valeurs propres
de la matrice de corrélation
des coefficients

3,75
1,94
1,63
0,34
0,19
0,08
0,06
0,01

b. Matrice de covariance et corrélation des coefficients

	x0	x1	x2	x11	x12	x4	x5	x6
x 0*	0,3989	-0,0443	-0,0452	-0,0055	-0,0217	-0,3349	-0,3366	-0,3350
x 1	-0,3174*	0,0489	0,0362	0,0034	-0,0030	-0,0000	0,0014	-0,0008
x 2	-0,2875	0,6570*	0,0621	0,0054	0,0013	0,0001	-0,0010	-0,0013
x11	-0,0833	0,1479	0,2060*	0,0110	-0,0268	0,0001	0,0000	-0,0002
x12	-0,1099	0,0428	-0,0167	-0,8145*	-0,0979	-0,0006	0,0010	0,0013
x 4	-0,8983	-0,0002	0,0008	0,0010	0,0034*	0,3483	0,3352	0,3352
x 5	-0,8808	0,0107	-0,0065	0,0006	-0,0054	0,9387*	0,3661	0,3353
x 6	-0,8800	-0,0063	-0,0087	-0,0038	0,0069	0,9425	0,9195*	0,3632

moitié diagonale gauche : corrélations * moitié diagonale droite : covariances

2. Les facteurs prépondérants dans le modèle

Parmi les caractéristiques d'exploitation ressortent la taille avec un effet "protecteur" et la surface avec un effet "aggravant". Il est évident que les exploitations ayant plus d'animaux ont besoin d'une plus grande surface à pâturer. L'effet taille peut s'expliquer éventuellement : dans les grandes exploitations, les animaux ont plus tendance à former des sous-groupes isolés, les animaux sont mieux soignés et l'hygiène mieux appliquée, le poids d'une contamination accidentelle est plus faible, etc. D'autres ont trouvé qu'en ce qui concerne la prévalence à l'intérieur des cheptels, plus la taille est élevée, plus elle est faible alors que la relation est inversée pour la proportion de cheptels infectés [12, 24].

Il est difficile d'aborder l'effet surface qui semble paradoxal. On remarque que le coefficient de corrélation entre les coefficients des deux facteurs est de -0,81. Leurs effets sont donc liés et la signification de leur deux actions opposées pourrait s'interpréter comme deux composantes de la "grandeur" de l'exploitation, un effet protecteur par certaines contraintes de structure et un effet aggravant lié à d'autres habitudes de ces exploitations (les stabulations libres sont toutes des grandes exploitations).

L'effet zone comporte un risque supérieur pour la zone R1, connue depuis les années 1960 pour être une zone d'enzootie particulièrement atteinte [15]. La zone 2 a un rôle plus faible et sa valeur est assez mal déterminée (coefficient de variation de 0,81 ; celui pour la zone 1 est de 0,26). La corrélation entre les deux coefficients attribués au facteur zone est naturellement élevée.

L'effet saison est prédominant dans l'effet période puisque l'introduction du facteur année n'ajoute rien à la vraisemblance de l'observation. Les trois coefficients sont très corrélés entre eux et leur variance sont très comparables. Lorsqu'on change les facteurs introduits dans le modèle, l'ensemble se conduit comme un bloc homogène.

Les observations déjà publiées sont peu explicites sur ce phénomène. Certaines s'attachent uniquement à l'étude d'un groupe de génisses et montrent que les séroconversions se multiplient à la saison où elles entrent en contact avec les adultes infectés ou en été lorsque les animaux de différentes exploitations sont réunis dans des pâturages communs [20, 21]. Une autre étude met en évidence un excès de séroconversion en hiver, certaines années [23]. Aucune ne cite de façon explicite la présence d'un nombre particulièrement élevé ou une absence totale de tabanidés dans la région étudiée [14] alors que notre enquête ainsi que les données entomologiques classiques montrent que l'habitat des taons est géographiquement limité.

3. Les facteurs non pris en compte

Le facteur année ne ressort pas au delà du premier pas de la régression. Des études à plus long terme ont montré des résultats divergents, certains observent des différences annuelles importantes, d'autres non [9, 23]. L'étude précédemment citée effectuée dans le même département n'avait pas mis en évidence de variation sur quatre ans.

Le type de production ne paraît pas intervenir dans l'incidence alors que c'est un facteur plus important que la région pour la prévalence. Ce rôle dans la prévalence est classique et s'explique essentiellement par des raisons historiques et zootechniques puisque la race n'a pas d'effet sur la réceptivité au virus [4, 22]. Ceci peut paraître étonnant puisque les troupeaux laitiers sont gérés de façon différente des troupeaux allaitants, avec des possibilités de transmission latrogène ou par voie lactée bien plus importantes. On peut avancer l'explication suivante : les exploitations allaitantes qui ont été suffisamment suivies pour être sélectionnées dans l'échantillon du modèle sont des exploitations mixtes et les animaux laitiers y sont ceux qui ont été les mieux suivis. Dans ces conditions, le résultat apparaît plausible.

Peu de cas de maladie intercurrente aiguë ont été relevés. Il s'agit le plus souvent d'affections ayant atteint les jeunes. Il est donc naturel que ce facteur n'ait pu avoir un rôle marqué dans notre étude.

Le type de bâtiment est lié le plus souvent à d'autres facteurs : la taille, la région par l'intermédiaire des cultures et du degré de développement, la surface, le type de production. Bien que ce facteur ne soit jamais intervenu de façon significative, le coefficient négatif observé dans le modèle complet va dans le sens de la plus forte prévalence observée dans les stabulations libres par d'autres auteurs [23].

La durée de présence à l'extérieur joue à plusieurs niveaux. C'est un facteur de pondération des autres variables de structure car la surface pâturée et les taons n'interviennent que pendant cette durée alors que le type de bâtiment n'intervient que pendant son complément. Le cas des stabulations libres ouvertes est moins clair puisqu'il n'y a pas le plus souvent, de délimitation entre l'extérieur et l'intérieur. Le rôle moyen de la durée est difficile à préjuger d'autant qu'il n'est pas homogène. Pour le rôle des taons par exemple, ceux-ci sont actifs aux heures chaudes de la journée. Certains éleveurs ont l'habitude de rentrer les animaux en milieu de journée pour les protéger de la chaleur, quitte à les laisser dehors pour la nuit.

C'est d'ailleurs un facteur qui améliore ou non la vraisemblance selon les autres facteurs entrés. L'estimation de son coefficient est liée à celui de la saison et du type de bâtiment (tableau VII).

Tableau VII : Rôle du facteur insectes en l'absence des facteurs zone et saison.

Facteurs inclus	Log-vraisemblance	Test CHI2 (ddl)	Akaike	Schwartz
Tous sauf R et sais.	-316,698	60,589 (5)	40,59	29,27
Idem sauf insectes	-340,314	47,232 (1)	45,23	40,97
base avec insecte sauf R et sais.	-318,973	4,550 (5)	-	-

Le premier modèle englobe les deux autres et est comparé au modèle comportant tous les facteurs. Le dernier correspond au modèle retenu en remplaçant les facteurs zone et saison par insectes (tableau VI). La dernière différence n'est pas significative avec un risque de 0,05.

Les insectes sont nécessaires par rapport à l'ensemble des facteurs moins la zone et la saison mais ceux-ci les remplacent utilement. Quelle que soit la configuration, les facteurs n'appartenant pas au modèle de base n'apportent rien.

Le rôle des taons est le sujet d'étude principal de cette enquête. Il est un peu décevant de ne pas le voir dans la forme terminale du modèle. Un certain nombre de remarques viennent tempérer ce résultat.

D'autre part, ce facteur était le second dans l'ordre hiérarchique lors du premier pas de la régression. Son introduction dans une étape est la seule à modifier notablement (20 %) la valeur et la variance des coefficients déjà introduits. Cette introduction se traduit également par l'apparition d'une valeur propre de l'ordre de l'unité dans la matrice de corrélation des coefficients. La suppression de facteur prépondérant comme la zone ou la saison redonnent un rôle à ce facteur alors que les autres facteurs interviennent de façon négligeable (tableau VII).

D'autre part, on constate que les variations quantitatives des populations d'insectes se superposent exactement à la hiérarchie des risques selon les zones et les saisons : plus élevé en R1 qu'en R2, en R2 qu'en R3, en été qu'en automne ; en hiver un effet résiduel (lié au délai de séroconversion, 8 semaines avant la mi-novembre ramène aux dernières captures de septembre), un risque quasi nul au printemps pour les mêmes raisons de délai. Il peut alors sembler cohérent que les cinq coefficients binaires donnent une meilleure souplesse au modèle qu'un chiffre relativement arbitraire et soumis à des erreurs de mesure. Cette remarque vaut pour les variables éliminées dans le modèle terminal : l'année 1986 qui est dotée d'un coefficient négatif est celle où il y a eu le moins d'insectes.

Le taux d'infection n'apparaît pas parmi les facteurs de risque. Il est pris en compte de façon implicite dans l'écriture du modèle. Son addition dans les facteurs de risque n'améliore pas la vraisemblance de l'échantillon mais elle est indispensable dans un modèle plus simple de type binomial.

II. LE DEVELOPPEMENT DE L'ETUDE

La quantification de la population d'insectes dépend d'un piégeage permanent exécuté ponctuellement dans chaque zone et soumis aux conditions locales.

On l'a vu dans la zone 1 où deux pièges écartés de moins de cinq cents mètres dans la même clairière avaient un rendement différent d'un facteur 10. On peut envisager de la moduler en utilisant la série des piégeages manuels qui donnent une idée de la répartition de la population des taons à l'intérieur des zones.

La manière de calculer le risque entraîne une imprécision sur sa valeur. Elle compte une durée fixe pour entraîner une séroconversion à partir d'un relevé hebdomadaire et les valeurs pour le début de 1985 ont été extrapolées. On pourrait envisager de calculer le risque plus précisément sur une base journalière en fonction de la date exacte du prélèvement et d'une courbe dynamique de population, en pondérant le rôle des insectes présents par la probabilité de détecter une séroconversion en fonction du temps telle celle proposée par Thurmond [19]. Toutefois, on peut se demander quelle est l'importance de cette sophistication des calculs face à la représentativité et au caractère aléatoire du piégeage.

La détermination du moment de la séroconversion est l'autre point fondamental de cette étude [1, 17]. Le vrai critère est le moment de l'infection et ce que nous apprécions est le développement de la réponse humorale. Il est vrai qu'en matière de L.B.E., celle-ci est rapide et le plus souvent intense. La technique employée possède de bonnes qualités mais ne peut éviter les écueils inhérent à la sérologie. Il est très difficile de connaître les délais de séroconversion après une infection naturelle car on ne dispose pas de moyens pratiques pour la provoquer rapidement. D'autre part, il est impossible de procéder fréquemment et simultanément à des prélèvements de sang sur un grand nombre d'animaux. La date de séroconversion n'est donc pas connue avec précision.

Il n'a pas été tenu compte du retentissement de l'environnement de l'exploitation sur les événements individuels à l'intérieur de l'exploitation comme les contacts au pré avec les animaux des voisins. L'environnement peut aussi expliquer l'apparition d'animaux infectés dans des exploitations indemnes en l'absence d'introduction d'animaux.

CONCLUSION

Les facteurs de risque majeurs observés en deux ans d'enquête prospective dans le département des Landes sont la taille de l'exploitation, la surface pâturée, la localisation géographique et la saison. Dans notre échantillon, ces deux derniers facteurs sont étroitement liés à la taille de la population de Tabanidés en contact avec les bovins. Le sens de l'intervention des facteurs d'après le signe de leur coefficient est celui d'une aggravation du risque lorsque les insectes sont plus nombreux. Aucun autre facteur de contagion étudié n'a eu d'influence sur la vraisemblance de notre échantillon après modélisation selon les hypothèses de Reed et Frost.

Les facteurs de risque de la prévalence et de l'incidence observées sur le même échantillon au même moment sont différents. La zone géographique a plus d'importance que la production pour l'incidence alors que c'est l'inverse pour la prévalence. Ceci est en faveur de l'intervention de critères géographiques indépendants du mode d'exploitation, comme les insectes.

On peut donc conseiller de tenir compte de la présence de Tabanidés dans l'analyse de la situation épidémiologique d'une exploitation et dans l'élaboration de plans de prophylaxie.

Cette enquête pourrait être étendue à d'autres régions afin d'étudier des situations d'élevage différentes avec des populations d'insectes variables. On peut penser aux régions de l'est de la France également fortement infectées par le virus leucémogène bovin.

BIBLIOGRAPHIE

1. ARMENIAN H. et LILIENFELD A.- Incubation period of disease. *Epidemiologic reviews*, 1983 (5), 1-15.
2. ASHTON.- The logit transformation, pp 51.
3. BECH-NITELSEN S. et coll.- Natural mode of transmission of BLV, role of bloodsucking insects. *Am. J. Vet. Res.*, 1978 (39), 1089-1092.
4. BURTON R. et coll.- BLV antibody in cattle in New South Wales. *Aust. Vet. J.*, 1986 (63), 380-381.
5. BUXTON B. et coll.- Role of insects in transmission of BLV : potential for mosquitoes. *Am. J. Vet. Res.*, 1982 (43), 1458-1459.
6. BUXTON B. et coll.- Role of insects in transmission of BLV : potential for stable flies, horn flies and Tabanids. *Am. J. Vet. Res.*, 1985 (46), 123-126.
7. GENTILE G. et coll.- Beobachtungen und Ergebnisse eines geprüften Programmes zur Bekämpfung der EBL in Italien. *Dtsch Tierärztl Wschr*, 1985 (92), 357-361.
8. JOHNSON R. et coll.- BLV, a herd based control strategy. *Prev. Vet. Med.*, 1985 (3), 339-349.
9. KAJA R. et coll.- Ten years seroepidemiological study of BLV in a dairy herd. Vth international symposium on bovine leukosis, Tubingen, septembre 1982, 323-336.
10. MCKELVEY J. et coll.- Vectors of disease agents. Interaction with plants, animals and man. Ed. Praeger, 1985.
11. MAMMERICKX M. et coll.- Eradication of EBL based on the detection of the Disease by the GP immunodiffusion test. *Ann. Rech. Vet.*, 1978, 9, 885-894.
12. MAMMERICKX M. et coll.- Epizootologie de la LBE en fonction de la taille du troupeau. *Ann. Méd. Vét.*, 1986 (130), 53-59.
13. OHSHIMA K. et coll.- Evidence on horizontal transmission of BLV due to Tabanids. *Jpn. J. Vet. Sci.*, 1981 (43), 79-81.
14. PARK N. et coll.- Survey for antibodies to BLV in dairy cattle. *Korean J. Vet. Res.*, 1986 (26), 61-68.
15. PARODI A.L.- Bilan de 10 ans de travaux virologiques et épidémiologiques sur la leucose bovine. *Rec. Méd. Vét.*, 1984 (160), 1157-1165.
16. PARODI A.L. et coll.- Natural mode of horizontal transmission of BLV. The potential role of tabanids. XIIIème symposium of the international association for comparative research on leukemia and related diseases. Jérusalem, novembre 1987. *Comp. Immuno. Immunopath.* (à paraître).
17. ROTHMAN K.- Induction and latent period. *Am. J. Epidemiology*, 1981 (114), 256-259.
18. SIMONYAN G. et coll.- A relationship between EBL and BLV infection, mode of transmission, prevention and control measures. Vth international symposium on

bovine leukosis, Tübingen, septembre 1982, 253-257.

19. THURMOND M. et coll.- Estimating time of natural infection with BLV. IIIrd international symposium on veterinary epidemiology and economics, Arlington, septembre 1982, 552-559.
20. THURMOND M. et coll.- An investigation for seasonal trends in BLV infection. *Prev. Vet. Med.*, 1982 (1), 115-123.
21. THURMOND M.- A prospective investigation of BLV in young dairy cattle. *Am. J. Epidemiology*, 1983 (117), 621-631.
22. TOMA B. et coll.- Epidémiologie, diagnostic et prophylaxie de la LBE. *Point Vét.*, 1984 (79), 13-27.
23. WILESMITH J. et coll.- Observations of farm husbandry and management factor on the prevalence of BLV infection. IInd international symposium on veterinary epidemiology and economics, Canberra, mai 1989, 607-612.
24. WILLEBERG P. et coll.- A preliminary evaluation of danish control program for EBL. IIIrd international symposium on veterinary epidemiology and economics, Arlington, septembre 1982, 84-91.