HAL
open science

ENQUÊTE SUR LES FACTEURS AGRONOMIQUES ET ZOOTECHNIQUES DE LA TÉTANIE D'HERBAGE DANS LE NORD DE LA FRANCE

P. Larvor

To cite this version:

P. Larvor. ENQUÊTE SUR LES FACTEURS AGRONOMIQUES ET ZOOTECHNIQUES DE LA TÉTANIE D'HERBAGE DANS LE NORD DE LA FRANCE. Annales de zootechnie, 1964, 13 (3), pp.277-288. hal-00886826

HAL Id: hal-00886826

https://hal.science/hal-00886826

Submitted on 11 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Ann. Zootech., 1964 **13**, (3) 277-288

ENQUÊTE SUR LES FACTEURS AGRONOMIQUES ET ZOOTECHNIQUES DE LA TÉTANIE D'HERBAGE DANS LE NORD DE LA FRANCE

P. LARVOR

Service de Nutrition minérale,
École nationale vétérinaire, Alfort, Seine

SOMMAIRE

Au cours d'une enquête portant sur 187 exploitations de cinq clientèles vétérinaires du département du Nord, on a observé une liaison *statistique* significative entre la fréquence de la Tétanie d'herbage et cinq facteurs agronomiques et zootechniques, qui furent, par ordre d'importance décroissante :

1° la charge instantanée en unités gros bétail à l'hectare au moment de la mise à l'herbe. La fréquence de la Tétanie d'herbage diminue lorsque la charge augmente ;

2° la fertilisation azotée des pâturages. La fréquence moyenne de la Tétanie d'herbage augmente lorsque la fertilisation azotée est très intense ;

3° la fertilisation potassique des pâturages. La fréquence moyenne de la Tétanie d'herbage augmente lorsque la fertilisation potassique est très intense ;

4° la quantité de foin distribuée par vache et par jour au cours de l'hiver. Plus les vaches reçoivent de foin en hiver, moins elles font de Tétanie ;

5° la superficie de l'exploitation. Les exploitations de petite taille sont les plus touchées, or ce sont également celles où les vaches reçoivent le moins de foin. Ce facteur pourrait donc se confondre avec le précédent.

L'ensemble de ces facteurs de variation dans la fréquence de la Tétanie d'herbage influence 9 à 10 p. 100 de la variance totale de cette fréquence. Leur portée pratique est discutée. Si on tient compte du fait que le facteur principal de variation, la climatologie, était éliminé de par la technique de l'enquête, on voit qu'une partie très importante des variations de fréquence de la maladie reste soumise à des facteurs incontrôlés. Les incidences pratiques de ces constatations sur la prophylaxie sont discutées.

INTRODUCTION

La fertilisation des pâturages est le seul facteur agronomique dont l'influence sur la fréquence de la Tétanie d'herbage ait fait l'objet d'études systématiques. Ces travaux ont surtout été de nature expérimentale, et démontrent nettement l'in-

fluence de certains éléments fertilisants. Cependant elles ne permettent pas d'apprécier l'importance du rôle qu'ils jouent dans les conditions pratiques, ni de les classer dans la hiérarchie des facteurs agronomiques, zootechniques et climatiques, qui favorisent plus ou moins l'apparition de la Tétanie d'herbage. En effet l'expérimentation démontre un phénomène dans des conditions rigoureuses, mais arbitraires ; elles ne permet pas toujours de conclure à une action effective dans les conditions souvent très différentes et mal contrôlées d'une exploitation agricole.

Dans le cas de la Tétanie d'herbage, on admet unanimement que la cause essentielle est une perturbation profonde du métabolisme du magnésium ; or la régulation de ce métabolisme est un mécanisme complexe et sensible qui peut être influencé par une foule de facteurs. La mise en évidence de l'un de ces facteurs mineurs peut faire croire que l'on a démontré un phénomène primordial, alors qu'il n'en est rien. Ainsi il est certain que les hormones stéroïdes de la surrénale influencent de façon sensible le métabolisme du magnésium, mais les hypothèses qu'on avait pu formuler à ce sujet ont été démenties par les résultats de CARE et ROSS (1963), qui ont montré qu'un mouton surrénalectomisé nourri avec une herbe tétanigène manifeste une baisse du magnésium sérique aussi importante que des témoins normaux nourris avec la même herbe, ce qui exclut évidemment un rôle décisif de la surrénale.

Un résultat expérimental correct n'étant valable que dans ses conditions propres, son extension à d'autres conditions nécessitera une vérification minutieuse. Cette vérification peut être expérimentale, comme dans l'exemple ci-dessus, mais dans de nombreux cas la méthode d'enquête trouve sa pleine justification, en dépit des critiques valables qu'on peut lui opposer.

L'enquête se révèle précieuse à un autre point de vue à savoir la recherche de relations nouvelles entre les phénomènes, relations qui peuvent donner lieu à des hypothèses originales, et demanderont évidemment à être contrôlées par des méthodes plus rigoureuses.

Dans ces deux domaines, les principales critiques que l'on peut faire à l'enquête : l'imprécision et surtout le manque de spécificité, ne sont plus des obstacles majeurs.

— Que la méthode soit imprécise nuira à sa valeur en tant que moyen de contrôle, et tendra à faire sous estimer l'importance des facteurs actifs. A cet égard une conclusion positive sera donc plus importante et plus sûre qu'une conclusion négative, celle-ci pouvant être infirmée par un travail plus précis.

— Qu'elle manque de spécificité (une liaison statistique de deux facteurs n'étant pas forcément une relation directe de cause à effet), nuira surtout à l'utilisation de l'enquête comme source d'idées nouvelles ; s'il est bien entendu au départ qu'on ne s'attend pas à trouver des certitudes, mais qu'on va à la recherche de faits nouveaux qu'il faudra ensuite confirmer et interpréter, la valeur suggestive du procédé est indéniable.

L'objet de cette étude a donc été d'examiner si les résultats expérimentaux concernant l'action des fertilisants sur la fréquence de la Tétanie d'herbage se trouvent confirmés sur le terrain, et de tenter d'isoler dans les caractéristiques des exploitations, l'alimentation hivernale, la culture de l'herbe, la conduite du pâturage et les soins aux animaux, d'autres facteurs pouvant influencer l'apparition de cette maladie.

MATÉRIEL ET TECHNIQUES

La Tétanie d'herbage est particulièrement fréquente en France dans le Nord (LARVOR et *al.*, 1961). Aussi a-t-on enquêté dans cinq localités approximativement situées selon un axe nord-ouest à sud-est, parallèle à la frontière belge ; ce sont, du nord au sud, Bergues (Flandre Maritime), Hazebrouck et Bailleul (Flandre intérieure), Carnières (Cambrésis), et Fourmies (Thiérache). Les races bovines exploitées sont essentiellement la *Flamande* et la *Frisonne Pie Noire*, la première étant prédominante dans les Flandres et devenant de plus en plus rare au profit de la seconde lorsqu'on va vers le sud-est. Ces races sont toutes deux grandes laitières. Tous les résultats n'ont pu être acquis que grâce à la collaboration active des vétérinaires praticiens de ces villes, qui ont choisi dans leur clientèle les exploitations à visiter, sur la base de l'esprit de coopération des exploitants.

L'échantillonnage ne peut donc être considéré comme dû au hasard, cependant le but de l'enquête n'étant pas un sondage sur la fréquence réelle de la maladie, mais une étude des rapports entre la fréquence et les conditions d'élevage et de culture, ceci n'a que peu d'importance, dans la mesure où la distribution des résultats (histogramme) à l'intérieur de chaque région fait apparaître des populations homogènes, ce qui est le cas.

L'enquête a été réalisée en deux temps : une première série de résultats a été obtenue pendant l'hiver 60-61 dans la région de Hazebrouck seulement, en utilisant un questionnaire très détaillé dans 50 exploitations ; une deuxième série a été obtenue pendant l'hiver 61-62 avec un questionnaire plus restreint et dans 137 exploitations des localités précitées.

Le premier questionnaire portait sur les points suivants :

1° Relevé détaillé du nombre de cas de tétanie au cours des cinq dernières années.

2° Renseignements généraux sur l'exploitation (superficie, répartition des cultures, présence d'une fosse à purin, nombre de bovins et leur répartition en catégories, production laitière, pratique de l'ensilage).

3° Alimentation d'hiver, avec un relevé détaillé des rations types.

4° Conditions d'exploitation au printemps, comprenant la date de mise à l'herbe, la surveillance des animaux, la complémentation alimentaire au pâturage, la rotation des herbages (surface et nombre des parcelles, durée de séjour des animaux).

5° Amendements et fertilisation des pâtures au cours des cinq dernières années.

L'établissement d'une réponse à ce questionnaire demandait plusieurs heures de conversation avec l'exploitant, aussi a-t-on éliminé un grand nombre de questions dans la seconde partie de l'enquête, ne conservant que les points suivants : fréquence annuelle de la Tétanie pour 100 laitières (calculée sur les cinq dernières années), superficie de la ferme, intensité de l'exploitation de l'herbe (mesurée par la charge instantanée à l'hectare en unités gros bétail, au moment de lamise à l'herbe), fertilisation minérale (N, P, K) et fertilisation organique (purin).

Dans la fertilisation minérale, il a été tenu compte des apports de N et K dûs au purin, estimés à 2,5 unités de N et 6 unités de K_2O par mètre cube de purin dilué au tiers (GISIGER, 1960 *a* et *b*), de façon à pouvoir éventuellement mettre en évidence un effet propre du purin, indépendamment de l'effet dû aux éléments fertilisants qu'il apporte.

Les résultats ont été analysés en établissant la matrice des corrélations entre toutes les variables :

1° Pour la population globale ;

2° A l'intérieur de chaque région prise isolément ;

3° Entre régions (ce qui exprime la corrélation entre les moyennes par région, compte tenu de leur importance numérique respective) ;

4° A l'intérieur des régions prises ensemble (*intra* régions) (ce qui exprime la corrélation que l'on obtient en superposant des populations régionales éventuellement dissemblables).

La variance a été analysée pour chaque paramètre, ainsi que la covariance pour chaque couple de paramètres ; enfin on a calculé les équations de régression donnant la fréquence de la Tétanie en fonction des différentes variables, à l'intérieur des régions et entre régions (ce qui revient à étudier les variables qui agissent sur le plan local et celles qui agissent sur le plan interrégional). Les calculs ont été effectués selon SNEDECOR (1946), une partie d'entre eux sur ordonnateur IBM 7090.

Les données ont été transformées de manière à avoir autant que possible une distribution normale.

L'influence de la ration d'hiver a été étudiée en comparant les fermes avec et sans Tétanie au moyen d'une simple analyse de variance, l'effectif des fermes pour lesquelles la ration d'hiver était bien connue étant assez faible (42 exploitations).

Le détail des calculs ne sera pas exposé, pour ne pas surcharger le texte ; on trouvera quelques précisions chiffrées dans les tableaux 1 à 4.

RÉSULTATS

Un certain nombre de facteurs n'ont pas paru avoir d'action significative, et on ne les discutera donc pas plus avant ; ce sont :

— la proportion entre les surfaces en pâtures et les surfaces en cultures (en particulier dans cette région, les céréales, les betteraves sucrières, les pois de conserve, les choux, les navets, la luzerne et le trèfle) ;

TABLEAU I

Analyse de la variance entre régions des facteurs étudiés

Facteur	Source de variation	Degrés de liberté	Somme des carrés	Carré moyen	F
Surface de l'exploitation	*Intra* régions (erreur)	182	28,552 870	0,156 884	—
	Entre régions	4	5,096 964	1,274 241	8,12**
Charge instantanée à l'hectare	*Intra* régions (erreur)	182	502,651 721	2,761 823	—
	Entre régions	4	19,433 579	4,858 394	1,76 N. S.
Azote	*Intra* régions (erreur)	182	970,998 219	5,335 156	—
	Entre régions	4	942,553 520	235,638 380	44,17**
Phosphate	*Intra* régions (erreur)	182	2 713,814 651	14,711 069	—
	Entre régions	4	418,165 313	104,541 320	7,01**
Potasse	*Intra* régions (erreur)	182	3 269,910 519	17,966 541	—
	Entre régions	4	509,259 701	127,314 920	7,09**
Purin	*Intra* régions (erreur)	182	474,536 427	2,607 343	—
	Entre régions	4	68,184 884	17,046 221	6,54**
Fréquence de la Tétanie	*Intra* régions (erreur)	182	229,304 456	1,259 915	—
	Entre régions	4	22,214 284	5,553 571	4,41**

N. S. = non significatif
* = $P < 0,05$
** = $P < 0,01$.

MATÉRIEL ET TECHNIQUES

La Tétanie d'herbage est particulièrement fréquente en France dans le Nord (LARVOR et *al.*, 1961). Aussi a-t-on enquêté dans cinq localités approximativement situées selon un axe nord-ouest à sud-est, parallèle à la frontière belge ; ce sont, du nord au sud, Bergues (Flandre Maritime), Hazebrouck et Bailleul (Flandre intérieure), Carnières (Cambrésis), et Fourmies (Thiérache). Les races bovines exploitées sont essentiellement la *Flamande* et la *Frisonne Pie Noire*, la première étant prédominante dans les Flandres et devenant de plus en plus rare au profit de la seconde lorsqu'on va vers le sud-est. Ces races sont toutes deux grandes laitières. Tous les résultats n'ont pu être acquis que grâce à la collaboration active des vétérinaires praticiens de ces villes, qui ont choisi dans leur clientèle les exploitations à visiter, sur la base de l'esprit de coopération des exploitants.

L'échantillonnage ne peut donc être considéré comme dû au hasard, cependant le but de l'enquête n'étant pas un sondage sur la fréquence réelle de la maladie, mais une étude des rapports entre la fréquence et les conditions d'élevage et de culture, ceci n'a que peu d'importance, dans la mesure où la distribution des résultats (histogramme) à l'intérieur de chaque région fait apparaître des populations homogènes, ce qui est le cas.

L'enquête a été réalisée en deux temps : une première série de résultats a été obtenue pendant l'hiver 60-61 dans la région de Hazebrouck seulement, en utilisant un questionnaire très détaillé dans 50 exploitations ; une deuxième série a été obtenue pendant l'hiver 61-62 avec un questionnaire plus restreint et dans 137 exploitations des localités précitées.

Le premier questionnaire portait sur les points suivants :

1° Relevé détaillé du nombre de cas de tétanie au cours des cinq dernières années.

2° Renseignements généraux sur l'exploitation (superficie, répartition des cultures, présence d'une fosse à purin, nombre de bovins et leur répartition en catégories, production laitière, pratique de l'ensilage).

3° Alimentation d'hiver, avec un relevé détaillé des rations types.

4° Conditions d'exploitation au printemps, comprenant la date de mise à l'herbe, la surveillance des animaux, la complémentation alimentaire au pâturage, la rotation des herbages (surface et nombre des parcelles, durée de séjour des animaux).

5° Amendements et fertilisation des pâtures au cours des cinq dernières années.

L'établissement d'une réponse à ce questionnaire demandait plusieurs heures de conversation avec l'exploitant, aussi a-t-on éliminé un grand nombre de questions dans la seconde partie de l'enquête, ne conservant que les points suivants : fréquence annuelle de la Tétanie pour 100 laitières (calculée sur les cinq dernières années), superficie de la ferme, intensité de l'exploitation de l'herbe (mesurée par la charge instantanée à l'hectare en unités gros bétail, au moment de lamise à l'herbe), fertilisation minérale (N, P, K) et fertilisation organique (purin).

Dans la fertilisation minérale, il a été tenu compte des apports de N et K dûs au purin, estimés à 2,5 unités de N et 6 unités de K_2O par mètre cube de purin dilué au tiers (GISIGER, 1960 *a* et *b*), de façon à pouvoir éventuellement mettre en évidence un effet propre du purin, indépendamment de l'effet dû aux éléments fertilisants qu'il apporte.

Les résultats ont été analysés en établissant la matrice des corrélations entre toutes les variables :

1° Pour la population globale ;

2° A l'intérieur de chaque région prise isolément ;

3° Entre régions (ce qui exprime la corrélation entre les moyennes par région, compte tenu de leur importance numérique respective) ;

4° A l'intérieur des régions prises ensemble (*intra* régions) (ce qui exprime la corrélation que l'on obtient en superposant des populations régionales éventuellement dissemblables).

La variance a été analysée pour chaque paramètre, ainsi que la covariance pour chaque couple de paramètres ; enfin on a calculé les équations de régression donnant la fréquence de la Tétanie en fonction des différentes variables, à l'intérieur des régions et entre régions (ce qui revient à étudier les variables qui agissent sur le plan local et celles qui agissent sur le plan interrégional). Les calculs ont été effectués selon SNEDECOR (1946), une partie d'entre eux sur ordonnateur IBM 7090.

Les données ont été transformées de manière à avoir autant que possible une distribution normale.

L'influence de la ration d'hiver a été étudiée en comparant les fermes avec et sans Tétanie au moyen d'une simple analyse de variance, l'effectif des fermes pour lesquelles la ration d'hiver était bien connue étant assez faible (42 exploitations).

Le détail des calculs ne sera pas exposé, pour ne pas surcharger le texte ; on trouvera quelques précisions chiffrées dans les tableaux 1 à 4.

RÉSULTATS

Un certain nombre de facteurs n'ont pas paru avoir d'action significative, et on ne les discutera donc pas plus avant ; ce sont :

— la proportion entre les surfaces en pâtures et les surfaces en cultures (en particulier dans cette région, les céréales, les betteraves sucrières, les pois de conserve, les choux, les navets, la luzerne et le trèfle) ;

TABLEAU I

Analyse de la variance entre régions des facteurs étudiés

Facteur	Source de variation	Degrés de liberté	Somme des carrés	Carré moyen	F
Surface de l'exploitation	*Intra* régions (erreur)	182	28,552 870	0,156 884	—
	Entre régions	4	5,096 964	1,274 241	8,12**
Charge instantanée à l'hectare	*Intra* régions (erreur)	182	502,651 721	2,761 823	—
	Entre régions	4	19,433 579	4,858 394	1,76 N. S.
Azote	*Intra* régions (erreur)	182	970,998 219	5,335 156	—
	Entre régions	4	942,553 520	235,638 380	44,17**
Phosphate	*Intra* régions (erreur)	182	2 713,814 651	14,711 069	—
	Entre régions	4	418,165 313	104,541 320	7,01**
Potasse	*Intra* régions (erreur)	182	3 269,910 519	17,966 541	—
	Entre régions	4	509,259 701	127,314 920	7,09**
Purin	*Intra* régions (erreur)	182	474,536 427	2,607 343	—
	Entre régions	4	68,184 884	17,046 221	6,54**
Fréquence de la Tétanie	*Intra* régions (erreur)	182	229,304 456	1,259 915	—
	Entre régions	4	22,214 284	5,553 571	4,41**

N. S. = non significatif
* = $P < 0,05$
** = $P < 0,01$.

— la pratique de l'ensilage (encore assez rare) ;
— la date de la mise à l'herbe (très voisine pour tous les éleveurs) ;
— la fertilisation phosphorique ;
— les amendements calcaires.

L'influence de la prairie temporaire n'a pu être envisagée, cette pratique étant l'exception dans la région considérée ; il en est de même de la complémentation alimentaire au pâturage (foin et minéraux), assez peu répandue.

Lorsqu'on étudie, pour chacun des autres facteurs enregistrés, la variation d'une région à une autre, on s'aperçoit qu'il y a des différences significatives entre régions, sauf pour la charge instantanée à l'hectare (tableau 1 : analyse de la variance entre régions des facteurs étudiés).

Le tableau 2 donne la moyenne obtenue pour ces facteurs, en unités réelles. On voit ainsi que la propriété moyenne est de l'ordre de 20-25 hectares, la charges instantanée à l'hectare est relativement élevée (de l'ordre de 20 unités gros bétail à l'hectare), la fertilisation des prairies est intensive (moyenne en unités à l'hectare : N = 85,7 ; P_2O_5 = 47,2 ; K_2O = 97,6). La fréquence annuelle de la Tétanie pour l'ensemble de l'échantillonnage étudié est 1,17 pour 100 laitières, ce qui est sensiblement supérieur à l'estimation pour l'ensemble du département du Nord (0,7 à 0,8 pour 100, LARVOR et *al.*, 1961).

TABLEAU 2

Valeurs moyennes de chaque facteur, en unités réelles, pour chaque région

Facteur → / Région ↓	Surface en hectares	Charge en unités gros bétail/ha	N unités/ha	P_2O_5 unités/ha	K_2O unités/ha	Purin m³/ha	Fréquence Tétanie
Bergues	35,5	13,1	138,3	104,4	128,1	10,0	1,80
Hazebrouck	23,9	17,6	106,3	50,2	99,6	6,9	1,42
Bailleul	36,3	21,8	86,1	55,1	92,4	3,2	0,32
Carnières	25,4	24,0	118,2	58,4	190,2	18,6	3,24
Fournies	18,2	20,9	23,9	18,7	55,7	8,4	0,52
Moyenne générale	23,4	18,9	85,7	47,2	97,6	7,7	1,17

On a ensuite analysé la covariance de chaque couple de facteurs. Cette méthode permet de vérifier que la régression entre chaque couple de facteurs est homogène à l'intérieur des différentes petites régions, donc qu'il est licite de calculer des coefficients de corrélation *intra* régions sur la base de l'ensemble de celles-ci ; seule la corrélation : quantité d'engrais potassiques-quantité de purin, est manifestement différente d'une région à une autre (tabl. 3). On a donc établi une matrice des corrélations entre tous les facteurs (tabl. 4). Pour chaque couple de facteurs on a trois coefficients de corrélation, le premier calculé sur l'ensemble des données, le second

à l'intérieur des régions prises ensemble (*intra* régions), le troisième sur les moyennes par région (entre régions). Ce fractionnement a l'avantage de faire apparaître immédiatement que la fréquence de la tétanie est influencée par des facteurs qui sont actifs tantôt sur le plan local (*intra* régions), tantôt sur le plan régional (entre régions). Enfin on a calculé la régression multiple qui lie la fréquence de la Tétanie à tous ces facteurs, ainsi que les régressions partielles obtenues en supprimant successivement tous les facteurs.

TABLEAU 3

Signification des différences entre régions dans le coefficient de régression, pour chaque couple de variables. (Test F de SNEDECOR)

	Surface exploitation	Charge instantanée à l'hectare	Azote	Phosphore	Potasse	Purin
Fréquence Tétanie	0,418	0,143	0,772	0,338	0,491	0,438
Purin	0,586	0,820	2,197	0,407	3,827**	
Potasse	0,186	0,814	2,182	1,106		
Phosphore	1,107	0,339	0,587			
Azote	1,127	1,900				
Charge instantanée à à l'hectare	0,41					

Probabilité de F * = P < 0,05 (limite = 2,42 pour 177 et 4 degrés de liberté)
** = P < 0,01 (limite = 3,42 pour 177 et 4 degrés de liberté)

On met donc en évidence cinq facteurs influençant la fréquence de la Tétanie d'herbage. Deux d'entre eux sont zootechniques ; il s'agit de la quantité de foin consommée quotidiennement par chaque vache au cours de l'hiver, et de la charge instantanée à l'hectare au moment de la mise à l'herbe. Deux autres sont purement agronomiques, ce sont la fertilisation azotée et la fertilisation potassique des prairies. Le cinquième est de nature complexe ; c'est la surface totale de l'exploitation.

La corrélation multiple entre l'ensemble de ces facteurs et la fréquence de la Tétanie est 0,306, ce qui indique qu'ils n'influencent que 9 à 10 p. 100 de la variance totale de cette fréquence.

1° *La consommation de foin en hiver.*

La ration quotidienne de foin est significativement plus élevée dans les fermes sans Tétanie (moyenne 5,00 kg par vache et par jour) que dans les fermes à Tétanie (moyenne 3,46 kg par vache et par jour) (F = 8,21 alors que la limite 1 pour 100 est 7,31).

2° *La charge instantanée à l'hectare.*

L'accroissement de la charge instantanée à l'hectare tend à diminuer la fréquence de la Tétanie d'herbage. Ce facteur est principalement actif sur le plan local (corrélation *intra* régions $r = -0{,}163\ 50$ significative pour 175 D.L.). Ceci est à rapprocher du fait qu'il est le seul facteur dont la variation d'une région à une autre ne soit pas significative (cf. tabl· 1).

3° *La fertilisation azotée.*

Il y a une corrélation positive entre la fertilisation azotée et la fréquence de la

TABLEAU 4

Matrice des corrélations entre tous les facteurs étudiés. Le premier chiffre exprime la corrélation globale, le second la corrélation intra régions et le troisième la corrélation entre régions. Le nombre de degrés de liberté est respectivement de 185, 175 *et* 3 *pour les trois coefficients de corrélation.*

	Surface exploitation	Charge instantanée par hectare	Fertilisation azotée	Fertilisation phosphorique	Fertilisation potassique	Purin
Fréquence Tétanie	— 0,120 54 — 0,190 03* 0,402 94	— 0,165 70* — 0,163 60* — 0,218 41	0,194 13** 0,078 78 0,673 77	0,099 42 0,047 54 0,526 44	0,149 95* 0,060 86 0,879 02*	0,121 39 0,045 98 0,762 59
Purin	— 0,084 34 — 0,103 35 0,033 93	0,104 45 0,102 14 0,156 98	0,389 80** 0,552 55** 0,087 42	0,113 28 0,120 38 0,065 65	0,674 91** 0,692 04** 0,560 97	
Fertilisation potassique	0,050 12 — 0,055 73 0,685 10	0,055 04 0,061 67 — 0,017 62	0,590 76** 0,576 54** 0,806 53	0,450 38** 0,404 29** 0,747 94		
Fertilisation phosphorique	0,234 80** 0,111 69 0,977 65**	0,156 97* 0,211 95** — 0,519 38	0,440 44** 0,313 42** 0,906 90*			
Fertilisation azotée	0,134 36 — 0,131 89 0,808 74	0,131 51 0,277 27** — 0,460 06				
Charge instantanée par hectare	0,106 75 0,156 22* — 0,458 79					

* = P < 0,05
** = P < 0,01

Tétanie d'herbage. Ce facteur est significatif seulement lorsqu'on traite globalement les résultats ($r = 0{,}194\ 13$ pour 185 D.L.), il devient très faible *intra* régions et assez élevé entre régions. On peut en conclure qu'il agit surtout sur le plan interrégional, et peu sur le plan local.

4° *La fertilisation potassique.*

Il y a une corrélation positive entre la fertilisation potassique et la fréquence de la Tétanie d'herbage. Ce facteur est significatif entre régions (r = 0,879 02 pour 3 D.L.). La corrélation *intra* régions étant extrêmement faible, il s'agit donc d'un facteur interrégional, comme la fertilisation azotée.

5° *La surface de l'exploitation.*

Les petites exploitations sont significativement plus touchées par la maladie que les grandes. Il s'agit d'un facteur à action locale (corrélation *intra* régions avec la fréquence de la Tétanie r = — 0,190 03 significative pour 175 D.L.).

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

A. — *Examen des différents facteurs significatifs*

1° La relation entre consommation de foin en hiver et fréquence de la Tétanie constitue une observation nouvelle, qui devra donc être confirmée d'une façon plus décisive. Cette relation n'est pas due à la distribution de foin au début du pâturage, qui n'est pas différente dans les exploitations avec ou sans tétanie. Sans épiloguer longuement, on peut remarquer que l'influence d'un aliment d'hiver suppose l'action préventive d'une substance capable d'être stockée dans l'organisme, ce qui exclut en particulier le magnésium. Si l'on note, d'une part, que le foin est la source quasi exclusive de vitamine D dans les nombreux élevages où les vaches ne reçoivent pas de complément vitaminique, d'autre part, qu'une certaine action préventive de la vitamine D contre la Tétanie d'herbage a déjà été signalée, soit sous forme de complément au pâturage (LINE et *al.*, 1958), soit comme complément au cours de l'hiver (PETERS, 1960), la présomption de l'action de la vitamine D du foin devient assez forte.

2° La charge instantanée à l'hectare. Sous réserve de confirmation ultérieure de ce fait nouveau par une expérimentation directe plus précise ont peut avancer deux hypothèses explicatives, qui ne sont d'ailleurs pas exclusives l'une de l'autre :

— L'accroissement de la charge à l'hectare se traduit par une obligation pour le bétail d'utiliser l'herbe au maximum en la coupant très court. Il en résulte une modification notable dans la composition de la matière sèche ingérée, par la diminution du rapport feuilles/tiges.

— La composition floristique des herbages peut se trouver modifiée d'une année à l'autre, et même d'un passage à l'autre, en fonction de l'intensité du pâturage.

Que cette action se manifeste surtout sur le plan local peut s'expliquer par le fait que la variation entre régions de la charge instantanée n'est pas significative (tabl. 1).

3° Les différences observées en ce qui concerne les fertilisations azotées et potassiques sont surtout manifestes entre régions. Cela tient vraisemblablement à ce que les différences de fertilisation au sein d'une même petite région ne sont pas suffisantes pour démontrer l'action de ce facteur. A l'appui de cette thèse, on peut rappeler que les variances entre régions des fertilisations azotées et potassiques sont hautement significatives (tabl. 1).

Cette double constatation est en accord avec les nombreux travaux consacrés à la question (BARTLETT et *al.*, 1954 ; HENDERSON, 1960 ; HVIDSTEN et *al.*, 1959 ; KEMP, 1958 et 1960 ; MUDD, 1962 ; SMYTH et *al.*, 1958 ; 't HART, 1956 ; 't HART et KEMP, 1956 ; WALSH et CONWAY, 1960). Un seul groupe d'auteurs n'a pas retrouvé cette action (ALTEN et *al.*, 1958), mais probablement parce que les quantités d'engrais employées par eux étaient assez modérées.

Une discussion détaillée du mode d'action des éléments n'entrerait pas dans le cadre de cette enquête, aussi se bornera-t-on à signaler quelques hypothèses parmi les plus vraisemblables :

— Les engrais azotés favorisent les Graminées au détriment des Légumineuses, donc tendent à faire évoluer la flore vers la prédominance d'espèces à teneur en magnésium relativement faible.

— La fumure azotée intensive augmente la teneur en matières azotées de l'herbe, et plus encore la teneur en matières azotées non protéiques, or de nombreux travaux (INGLIS et *al.*, 1959 et 1960 ; KEMP, 1960 ; LARVOR et GUÉGUEN, 1963 ; SJOLLEMA, 1932 et 1933 ; SJOLLEMA et SEEKLES, 1933) ont mis l'accent sur le fait qu'une caractéristique essentielle des herbes tétanigènes est leur très forte teneur en azote, et particulièrement en azote soluble (LARVOR et GUÉGUEN, 1963). Par ailleurs, on sait qu'il est possible d'altérer profondément le métabolisme du magnésium chez les bovins en leur administrant certains produits azotés (HENDRIKS, 1962 ; OYAERT, 1963 ; ROOK et *al.*, 1957 ; SEEKLES, 1958).

— La fertilisation potassique est susceptible d'augmenter la teneur en potassium de l'herbe, mais la possibilité de l'action directe du potassium sur l'utilisation du magnésium par les bovins est très controversée. Il paraît plus vraisemblable d'admettre le rôle de la compétition entre le potassium et le magnésium au niveau de l'absorption par les plantes, d'où une baisse de la teneur en magnésium de l'herbe (HENDE et COTTENIE, 1957 ; HENDERSON, 1960 ; Mc NAUGHT, 1959 ; RUSSELL, 1950 ; 't HART, 1957).

4° La surface de l'exploitation agit également sur un plan local (corrélation *intra* régions avec la fréquence de la Tétanie $r = -0{,}190\,03$, significatif pour 175 D.L.). Pourtant la variance entre régions de la surface des exploitations est hautement significative ($F = 8{,}12$: tabl. 1). Cela ne peut s'interpréter qu'en admettant que la surface n'est pas en cause en tant que telle, mais qu'on a affaire à un facteur lié sur le plan local à la surface des exploitations.

Un examen plus détaillé montre qu'il y a une corrélation positive manifeste entre la surface de l'exploitation et la quantité de foin distribuée par vache et par jour en hiver ($r = +0{,}519$, significatif pour 38 D.L.). On est en droit de supposer que, dans l'ensemble, les petits fermiers ont des stocks fourragers d'hiver moindres que les grands, par tête de bétail, et que celà se répercute sur la fréquence de la Tétanie d'herbage.

B. — *Tentative de hiérarchisation des facteurs*

Il est bien connu que le facteur climatique est déterminant dans l'étiologie de la Tétanie d'herbage ; la répartition géographique et saisonnière de cette maladie en témoigne. L'influence climatique a été en grande partie éliminée dans cette enquête, puisqu'elle a porté sur un ensemble de cinq petites régions très voisines et sur les résultats de cinq années consécutives. Or, les facteurs étudiés contrôlent tout au plus 10 p. 100 des variations de fréquence de la Tétanie. On constate donc que, dans la région du Nord, même en faisant la part de l'imprécision des données qui tend évidemment à diminuer l'importance apparente des facteurs étudiés, une large partie des causes de variation reste non contrôlée. Il serait illusoire de vouloir chiffrer avec précision le rôle respectif des quatre facteurs identifiés. On peut néanmoins les ranger approximativement comme suit par ordre d'importance décroissante :

1° Charge instantanée à l'hectare, 2° fertilisation azotée et potassique, 3° quantité de foin distribuée en hiver.

C. — *Incidence pratique de ces observations*

Quelques conclusions concernant la pathologie peuvent être suggérées :

— L'utilisation d'une herbe produite intensivement doit être elle-même très intensive ; une charge instantanée à l'hectare insuffisante par rapport à la quantité d'herbe disponible constitue non seulement un gaspillage, mais une faute alimentaire ; il est donc important que le progrès dans les méthodes de pâturage accompagne l'accroissement de la production herbagère.

— Il semble que l'alimentation d'hiver, notamment en foin, puisse jouer un rôle appréciable dans la prévention de cette maladie.

— L'intensification fourragère est susceptible de favoriser dans une certaine mesure l'apparition de la Tétanie d'herbage. Est-ce à dire qu'il faut renoncer à la fertilisation ? La réponse à cette question dépend tout d'abord d'une constatation : la suppression pure et simple de la fertilisation ne provoquerait pas pour autant la disparition de la maladie, dont le déclenchement est lié à de nombreuses causes, connues ou inconnues, parmi lesquelles les engrais n'interviennent que pour 3 ou 4 p. 100 dans les conditions de l'enquête précédente. Cette réponse dépend ensuite d'une option fondamentale : toute production à un niveau élevé suppose un accroissement des risques, et il s'agit de savoir ce qui est le plus rentable, ou d'assumer ces risques en essayant de les réduire par des moyens prophylactiques divers, tels que la distribution de foin ou de compléments à base d'oxyde de magnésium, ou de limiter volontairement la production. Il apparaît souhaitable d'élaborer un compromis équilibré entre les impératifs sanitaires et ceux de la productivité, le principal critère devant être la rentabilité optimale.

Reçu pour publication en mai 1964.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier ici MM. les docteurs vétérinaires M. COMYN et B. HAUWEN, de Hazebrouck, M. CHATELAIN, de Carnières, M. CORNETTE, de Bergues, J. M. DEVOS, de Bailleul et R. HUGUIER, de Fourmies, grâce à l'obligeance et à la compétence desquels cette étude a pu être effectuée.

SUMMARY

AN ENQUIRY INTO FACTORS OF AGRONOMY AND ANIMAL HUSBANDRY RELATED TO GRASS TETANY IN THE NORTH OF FRANCE

In the course of an investigation on 187 farms covered by 5 veterinary practices in the Departement du Nord a statistically significant relation was seen between the frequency of grass tetany and five factors of agronomy and animal husbandry. These were, in descending order of importance :

1. The rate of stocking, in mature cattle equivalents, per hectare when the animals are put out to the pasture. Grass tetany is less frequent when stocking is more intense.

2. Nitrogen fertilisation of the pasture. Average frequency of grass tetany increases when rate of nitrogen fertiliser has been very high.

3. Potassium fertilisation of the pasture. Average frequency of grass tetany increases when rate of potassium fertiliser has been very high.

4. The amount of the daily ration of hay which the cows have received during the winter. The more hay is given the less tetany occurs.

5. The area of the farm. The small farms are more affected ; these are also the farms on which less hay is given. This factor seems to interact with the preceding one.

Taken together these factors causing variation in the frequency of grass tetany are responsible for 9 to 10 p. 100 of the total variance in the frequency. Their practical importance is discussed. Since the principal cause of variation, the climate, was eliminated by the method used for the study it can be seen that a very large part of the variation in frequency of the disorder is governed by factors which have not been controlled. The practical implications of these findings on preventive measures are discussed.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALTEN F., ROSENBERGER G., WELTE E. 1958. Zur Frage der Ursache und des Wesens der Weidetetanie. *Zentrabll. Veterinärmed.*, **5**, 201-230.

BARTLETT S., BROWN B. B., FOOT A. S., ROWLAND S. J., ALLCROFT R., PARR W. H. 1954. The influence of fertilizer treatment of grassland on the incidence of hypomagnesaemia in milking cows. *Brit. Veter. J.*, **110**, 3-19.

CARE A. D., ROSS D. B. 1963. The role of the adrenal cortex in magnesium homeostasis and in the aetiology of hypomagnesaemia. *Res. Veter. Sci.*, **4**, 24-38.

GISIGER L. 1960 *a*. Neue Erkenntnisse über die Bereitung der Gülle und ihre zweckmassige Anwendung. *Schweiz. Landw. Mh.*, **38**, 433-450.

GISIGER L. 1960 *b*. Besondere Probleme der Güllerei in der Schweiz. *Schweiz. Landw. Mh.*, **38**, 540-462.

HENDE (Van den) A., COTTENIE A. 1957. Influence de la fumure potassique sur la composition chimique et la valeur fourragère des herbages. *Kalium Symposium, Vienne*, 113-138.

HENDERSON R. 1960. The application of potassic fertilizer to pasture and the incidence of hypomagnesaemia. *Potash Ltd. Technical series n° 1*, 23p.

HENDRIKS H. J. 1962. Quelques aspects biochimiques de la Tétanie de nutrition. *Thèse, Utrecht*. 137 (ne hollandais).

HVIDSTEN H., ODELIEN M., BAERUG R., TOLLERSRUD S. 1959. The influence of fertilizer treatment of pastures on the mineral composition of the herbage and the incidence of hypomagnesaemia in dairy cows. *Acta Agric. Scand.*, **9**, 261-291.

INGLIS J. S. S., WEIPERS M., PEARCE P. J., 1959. Hypomagnesaemia in sheep. *Veter. Rec.*, **71**, 755-763.

INGLIS J. S. S., 1960. Studies on hypomagnesaemia in ruminants. *8th Internation. Grassland Congr. Reading*. Section 5B, p. 17-23.

KEMP A., 1958. Influence of fertilizer treatment of grassland on the incidence of hypomagnesaemia and hypomagnesaemic tetany. *Netherlands J. Agric.*, **6**, 281-297.

LARVOR P., BROCHART M., THÉRET M., 1961. Enquête sur la fièvre vitulaire et la Tétanie d'herbage des bovins en France. *Écon. Méd. Anim.*, **2**, 5-38.

LARVOR P., GUÉGUEN L., 1963. Composition chimique de l'herbe et Tétanie d'herbage. *Ann. Zootech.*, **12**, 39-52.

LINE C., HEAD M. J., ROOK J. A. F., FOOT A. S., ROWLAND S, J., 1958. Investigations in the use of supplements for the control of hyponagnesaemia in dairy cows during the spring grazing period. *J. Agric. Sci.*, **51**, 353-360.

MC NAUGHT K. J., 1959. Effect of potassium fertilizer on sodium, magnesium and calcium in plant tissues. *N. Z. J. Agric.*, **99**, 442.

MUDD C. H., 1962. Hypomagnesaemia and fertilizers. *Agriculture*, **69**, 167-169.

OYAERT W., 1963. Tétanie d'herbe et alimentation. *Ann. Méd. vétér.*, **97**, 122-132.

PETERS A., 1960. Studien über den Zusammenhang zwichen Mängeln in der Winterstallfütterung hochleistender Milchkühe und der Grastetanie. *Schriftenreihe der Landwirt. Fak. Kiel*, n° 24, 62 p.

ROOK J. A. F., HEAD M. J., WOOD M., ROWLAND S. J., 1957. Hypomagnesaemia and grass tetany. *N. I. R. D. Report, Reading 1957*, 78-79.

RUSSELL E. J., 1950. Soil conditions and plant growth. Cité par HENDERSON, 1960.

SEEKLES L., 1958. La Tétanie de nutrition. In : La lutte contre les maladies des bovins et des ovins au pâturage. *Projet n° 204 de l'O. E. C. E.*, 65-90.

SJOLLEMA B., 1932. Recherches sur l'étiologie de la Tétanie d'herbage (en hollandais). *Tijdschr. Diergeneesk.*, **59**, 57-80 et 329-351.

SJOLLEMA B., 1933. Stoffwechselstörungen des Rindes. Acta Veter. Neerlandica, 1 fasc. 2. Cité par ENDER F. et *al.* *Nordisk Veterinaermed.*, **9**, 881-917, 1957.

SJOLLEMA B., SEEKLES L., 1933. Untersuchungen über die Aetiologie der Grastetanie. II. Der Einfluss einer Aufnahme von grösseren Mengen Eiweisskönen. *Archiv wiss. prakt. Tierheilk.*, **66**, 60-69.

SMYTH P. J., CONWAY A., WALSH M. J., 1953. The influence of different fertilizer treatments on the hypomagnesaemia proneness of a rye grass sward. *Veter. Rec.*, **70**, 846-849.

SNEDECOR G. W., 1946. *Statistical methods*. Iowa State Coll. Press. 4th edition, 485 p.

't HART M. L., 1956. Some problems of intensive grassland farming in the Netherlands. *Proc. 7th Int. Grassland Congress.*

't HART M. L., 1957. Influence of potassium fertilizer on animal production from pasture. *Kalium Symposium. Vienne*, 139-150.

't HART, M. L., KEMP A., 1956. Résultats préliminaires de recherches sur la Tétanie d'herbage des bovins (en hollandais). *Landbouwvoorl.*, **13**, 114-120.

WALSH M. J., CONWAY A., 1960. Hypomagnesaemia in ruminants. *8th Int. Grassland Congress, Reading*. Section 5 B.