

LE SÉCHAGE DES FOURRAGES EN GRANGE EN BRETAGNE, EN 1963⁽¹⁾

A LA SUITE D'AUTRES RÉGIONS FRANÇAISES, LA BRETAGNE COMMENCE À S'INTERESSER À LA TECHNIQUE DE LA VENTILATION DES FOURRAGES SOUS GRANGE. EN 1963, une douzaine d'installations ont fonctionné dans les quatre départements bretons, dont huit en Ille-et-Vilaine.

L'on pourrait s'étonner du retard avec lequel notre région s'intéresse à ce procédé dont l'objet principal est de soustraire le plus tôt possible le fourrage à l'action de la pluie. Peut-être les agriculteurs bretons sont-ils particulièrement habiles à saisir le beau temps !! Peut-être aussi n'ont-ils pas assez conscience des pertes énormes qu'occasionnent au fourrage aussi bien les pluies que les nombreuses manipulations que subit, par voie de conséquence, le végétal ?

Mais également, si l'on considère que la vitesse de dessiccation d'un fourrage dépend principalement de *l'hygrométrie de l'air*, on peut se demander si, en climat très océanique, une ventilation artificielle sous abri sera beaucoup plus efficace qu'une ventilation naturelle sur champ. Si oui, dans quelles conditions ? En particulier, *suffit-il de ventiler l'air ambiant ou doit-on nécessairement réchauffer ?*

Afin de disposer de quelques éléments de réponse à ce sujet, l'Association Bretonne de Production Fourragère (Section Bretonne de l'A.F.P.F.) a organisé en 1963, en liaison avec les Directions des Services Agricoles,

les Organisations Professionnelles des quatre départements bretons ainsi que l'Electricité de France, une enquête sur la ventilation en grange en Bretagne (2).

Nous présentons successivement :

- le schéma d'organisation de l'enquête ;
- les conditions climatiques dans lesquelles s'est opérée la campagne de fanage 1963 ;
- les résultats obtenus.

I. — ORGANISATION DE L'ENQUETE

A) Principe.

Il s'agissait d'étudier comparativement, dans une même exploitation, les résultats fournis par fanage traditionnel et par ventilation sous grange. L'analyse devait porter sur :

- la valeur fourragère des deux foins traditionnels et ventilés ;
- les différentes pertes intervenues dans les deux procédés ;
- les facteurs susceptibles d'expliquer les principales pertes ;
- le prix de revient du kg de foin ventilé.

A cet effet, il était demandé à l'exploitant de faner suivant les techniques traditionnelles de fanage une fraction de chacune des coupes de fourrage destinées à la ventilation.

Tant dans les opérations de fanage traditionnel que de pré-fanage et de ventilation, l'exploitant a eu entière liberté pour le choix des méthodes. Seul son conseiller agricole a pu, avec les quelques éléments dont on dispose

(2) Nous tenons à remercier plus particulièrement M. le Directeur des Services Agricole d'Ille-et-Vilaine, MM. les Directeurs des Foyers de Progrès Agricole de PLOERMEL, de PONTIVY, de GUINGAMP, MM. les techniciens des Chambres d'Agriculture d'Ille-et-Vilaine et du Finistère, M. GUERIN, Directeur Régional du Service Agronomique de l'E.D.F., M. DELCURE, Directeur de la Maison de l'Elevage de BERNAY pour l'aide précieuse qu'ils ont apportée au sein de l'A.B.P.F. à la réalisation de cette étude.

actuellement, le guider lors des travaux. Par contre, le technicien a été tenu d'effectuer un certain nombre d'observations indispensables et de les consigner sur un document préparé à cet effet. Celles-ci portaient notamment sur :

- les caractéristiques de l'installation de ventilation (surface, capacité, frais d'installation, modes de récolte, etc...);
- le fourrage à la coupe (date, stade végétatif, etc...);
- les conditions du fanage traditionnel, du préfanage (précipitations, opérations de retournement, andainage, humidité à l'entrée en ventilation, etc...);
- la ventilation (température du fourrage, température, hygrométrie de l'air ambiant et sortant, etc...);
- la consommation d'énergie;
- la prise d'échantillons pour analyse : à la coupe (a), à la rentrée du foin traditionnel (b), à la rentrée sous grange du foin à ventiler (c), à la fin de la ventilation (d).

En principe, deux coupes successives au moins devaient être étudiées par exploitation.

Une codification permettait de simplifier l'étiquetage : une lettre majuscule (A à K) par exploitation — une lettre minuscule (a à d) par type et stade de fanage — un chiffre, numéro d'ordre de la coupe.

B) Le réseau d'installation.

Huit installations ont participé à l'enquête : cinq en Ile-et-Vilaine et une dans chacun des trois autres départements : Le tableau 1 en donne les principales caractéristiques.

Ce sont pour la plupart des ventilations à gaine centrale de superficie égale ou supérieure à 80 m². Le ventilateur « Law » dans sept cas sur huit est de puissance égale ou supérieure à 4 kW. A l'exception de l'installation de PLELO (situation littorale), les débits assurés sont de l'ordre de 25 à 30.000 m³/heure. Les frais d'installation s'élèvent environ à 70-80 F par tonne de foin séché.

TABLEAU 1 — CARACTERISTIQUES DES INSTALLATIONS ETUDIEES

Noms et lieux	Année d'installat.	Aire de séchage			Ventilateur			Frais d'installation			
		Surface (m ²)	Hauteur (m)	Capacité (T. foin sec)	Puissance (kW)	Débit (m ³ /h)	Marque	Gaine Caille- bottis (F)	Ventilateur (F)	Total (F)	Par tonne de capacité (F)
BARBIER Lande-Breuil (I.-et-V.) (E)	1963	120	5	60	5,5	33 000	Law	1 500	2 730	4 230	70
DELAMARE Bruz (I.-et-V.) (C)	1962	80	6	50	4	26 000	Law	1 400	2 500	3 900	78
GAUDIN Essé (I.-et-V.) (B)	1962	90	7	60	4	26 000	Law	1 600	2 420	4 020	67
MARCHANT Noyal-sur-Vilaine (I.-et-V.) (A)	1962	110	4,50	50	5,5	33 000	Law	1 000	2 500	3 500	70
SAULNIER Piré-sur-Seiche (I.-et-V.) (D)	1962	130	5	60	5,5	33 000	Law	2 000	2 500	4 500	75
HUET Plélo (C.-du-N.) (G)	1962	150	4,50	50	6	40 000	Law	1 000	3 600	6 840 (1)	145
Ecole d'Agriculture Ploermel (Morbihan) (H)	1963	80	6,50	50	3,5	26 000	Law	1 100	2 500	3 600	72
Ecole d'Agriculture Le Nivot (Finistère) (K)	1961	40	3	10	3	—	Sommer	—	—	2 000	200

(1) Compris dispositif de séchage automatique et main-d'œuvre.

C) Déroulement de l'étude.

Dans l'ensemble, la plupart des observations demandées ont pu être consignées. Cependant :

- seule une coupe a parfois été suivie de façon assez précise ;
- un certain nombre de coupes n'ont été étudiées qu'en ventilation : le témoin « foin traditionnel » manque ;
- enfin, certains résultats d'analyse, plus ou moins aberrants, laissent supposer soit un mauvais échantillonnage, soit une variation de composition entre la prise d'échantillon et le laboratoire.

II. — LES CONDITIONS CLIMATIQUES DES FANAGES 1963

Chacun sait dans quelles conditions désastreuses se sont effectués les foin cette année. Les graphiques et tableaux ci-après essaient d'en concrétiser les aspects principaux pour la région de RENNES.

A) Pluviométrie (tableau 2 et graphique 1).

Durant les quatre principaux mois où l'on pouvait avoir du fourrage à ensiler ou faner (avril à juillet), la pluviométrie a été excédentaire ; plus précisément, la période la plus défavorable s'est située du *20 mai au 15 juin*, époque traditionnellement réservée au fanage.

Par contre, du 20 avril au 20 mai, la pluviométrie a été déficitaire ou sensiblement normale. Il a été de même des derniers jours de juin et de tout le mois de juillet.

B) Hygrométrie (tableau 3 - graphique 2).

Les minima enregistrés sont tous nettement plus élevés que la normale, tout particulièrement durant le mois de juin. C'est durant les deux premières décades de mai que, par ailleurs, les minima sont les plus bas (inférieurs à 55 %).

TABLEAU II — PLUVIOMETRIE 1963 A RENNES
 COMPAREE A LA MOYENNE 1954-1963 (en mm)

	Avril		Mai		Juin		Juillet	
	Moy.	1963	Moy.	1963	Moy.	1963	Moy.	1963
1 ^{re} déc. ..	17,2	19,7	11,0	14,9	19,6	55,4	11,7	2,2
2 ^e déc. ..	15,6	36,9	12,5	11,9	17,3	14,3	25,8	16,9
3 ^e déc. ..	15,1	4,8	16,7	19,8	12,0	18,0	8,3	7,8
Total ..	47,9	61,4	40,2	46,6	48,9	87,7	45,8	26,9

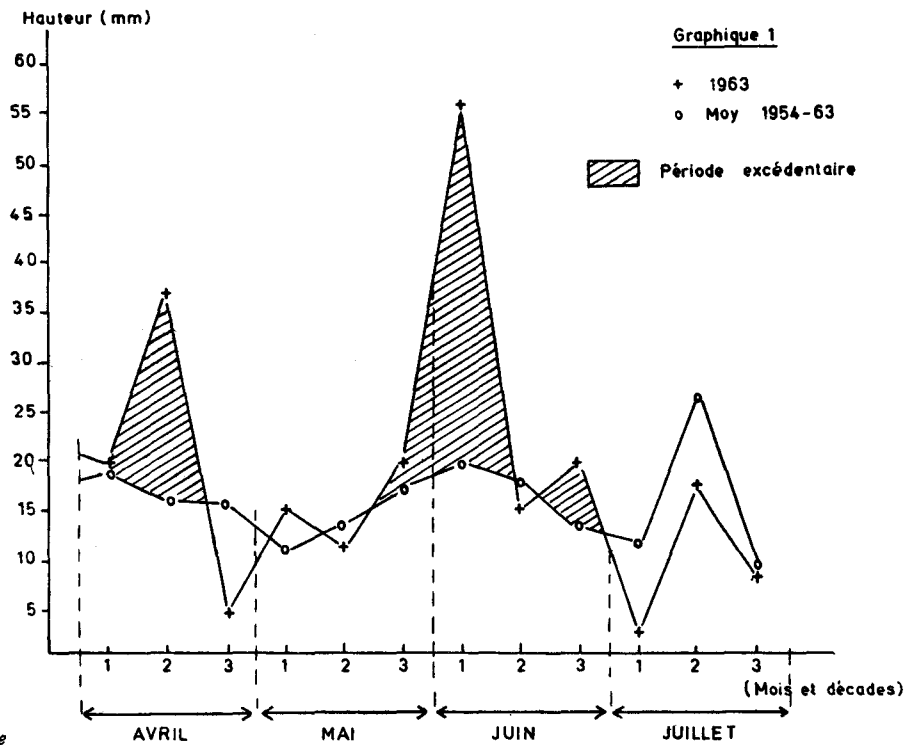
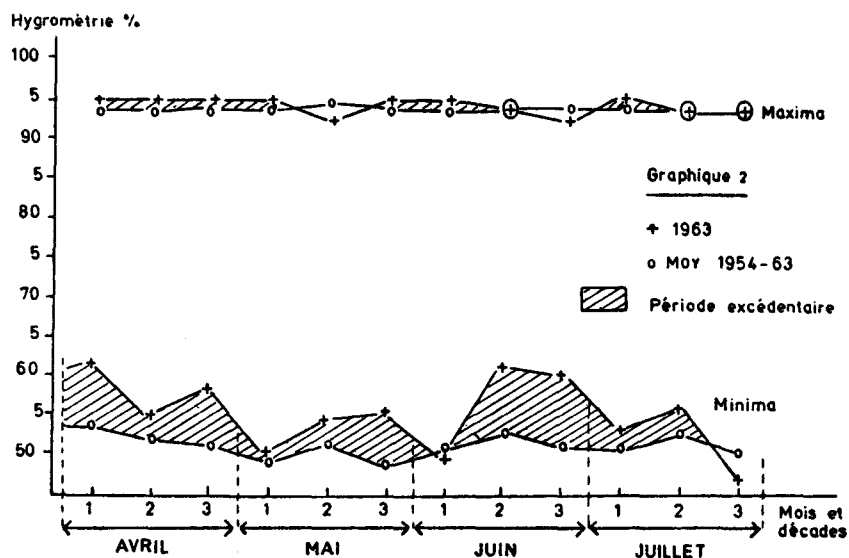


TABLEAU III — HYGROMETRIE 1963 A RENNES
COMPAREE A LA MOYENNE 1954-1963

1. — Moyennes décadaires.

	Avril		Mai		Juin		Juillet	
	Moy.	1963	Moy.	1963	Moy.	1963	Moy.	1963
Maxima .. 1 ^{re} déc. ..	93,6	94,2	93,8	94,4	93,7	94,2	94,6	95,7
Maxima .. 2 ^e déc. ..	93,4	94,5	94,8	92,3	94,0	94,0	94,9	94,9
Maxima .. 3 ^e déc. ..	93,9	94,3	93,9	94,5	94,3	93,5	94,9	94,9
Minima .. 1 ^{re} déc. ..	54,6	61,1	49,9	50,3	51,2	50,3	51,0	53,4
Minima .. 2 ^e déc. ..	52,1	55,0	52,1	54,4	54,0	61,4	53,1	56,2
Minima .. 3 ^e déc. ..	51,6	58,8	49,7	55,1	51,6	60,4	50,8	47,4



2. — Nombre d'heures journalières à hygrométrie inférieure à 80 %, 70 %, 60 %.

	Avril		Mai		Juin	
	Moy.	1963	Moy.	1963	Moy.	1963
< 80 %	10,8	7,2	11,6	10,0	10,9	7,8
< 70 %	6,7	4,6	8,2	7,1	7,5	4,6
< 60 %	5,6	2,7	4,8	4,2	4,5	2,4

Le principe de la ventilation étant d'utiliser au maximum les heures à hygrométrie basse et au plus égale à 80 % (voir courbe d'équilibre fourrage-air ambiant), il est utile de considérer le nombre d'heures qui ont été disponibles journallement aux différentes hygrométries. On constate que le déficit est très fort en juin, tant en heures à hygrométrie inférieure à 60 % (moins de 2 h. 1/2 par jour) qu'à 80 % (moins de 8 heures par jour) ; en *mai*, au contraire, on a disposé de *plus de 4 heures à moins de 60 % et de 10 heures à moins de 80 %*.

C) **Insolation** (tableau 4 - graphique 3).

Le nombre d'heures journalières d'insolation demeure presque toujours inférieur à la normale. Le déficit le plus grand se situe d'une part *en avril*, d'autre part *en juin* ; le déficit le plus faible se situe en mai et début juin (alternance de fortes averses et de soleil).

L'on peut retenir de ces quelques observations sur le climat d'avril à juillet à RENNES que les seules périodes assez favorables en 1963 au fanage ont été les *deux premières décades de mai* et les *deux dernières de juillet*.

III. — **RESULTATS DES FANAGES EFFECTUES**

A) **Les fourrages à la coupe.**

1) *Dates de coupe.*

Celles-ci s'échelonnent du 18 mai (Dactyle-Luzerne) au 20 juillet (Luzerne) en seconde coupe, soit sur une période de deux mois.

Cependant, la majorité des fanages ont été effectués entre le 25 mai et le 4 juillet, c'est-à-dire durant la période *la plus défavorable, cette année, au fanage.*

2) *Nature des espèces et stades de développement.*

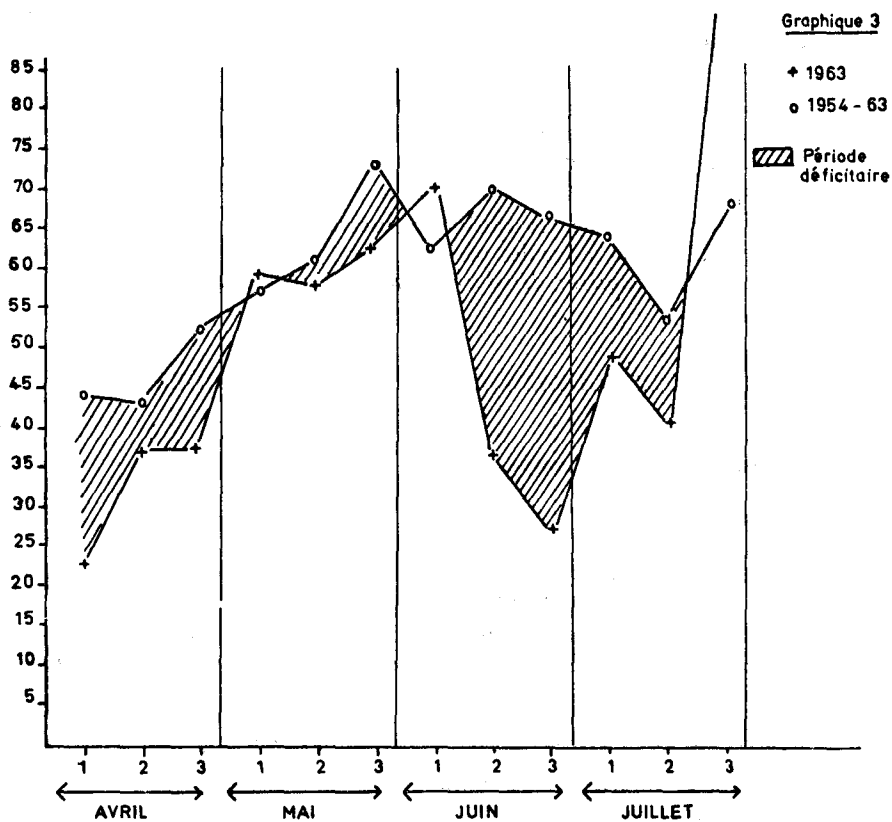
Les fanages étudiés ont porté sur :

— des Dactyles-Luzerne ;

TABLEAU IV. — INSOLATION 1963 A RENNES
 COMPAREE A LA MOYENNE 1954-1963

	Avril		Mai		Juin		Juillet	
	Moy.	1963	Moy.	1963	Moy.	1963	Moy.	1963
	(1)							
1 ^{re} déc. ..	44,0	22,8	58,1	59,8	63,1	70,8	64,4	49,0
2 ^e déc. ..	43,8	36,9	60,5	58,3	70,1	36,3	53,7	40,3
3 ^e déc. ..	52,1	37,0	73,4	62,6	66,9	27,8	68,4	109,0
Total ..	139,9	96,7	192,0	180,7	200,1	134,9	186,5	198,3

(1) Nombre d'heures par décade.



- des Ray-grass italiens ou hybrides associés ou non à du Trèfle violet ;
- des mélanges témoins : Dactyle + Fétuque + Luzerne ou
Dactyle + Ray-grass anglais + Trèfle blanc.
- un mélange complexe ;
- une Luzerne.

Leur stade de développement est généralement voisin de la floraison pour les premières coupes de fin mai à début juin ; certains Ray-grass d'Italie-Trèfle violet fauchés à la mi-juin étaient à un stade nettement plus avancé.

3) Rendements.

Nous n'avons que peu de données à ce sujet. Il est cependant probable que les rendements ont partout été très élevés.

C'est ainsi que :

- chez M. BARBIER (près de RENNES) on a récolté :
 - au 8 juin : 49,2 tonnes/ha en Fétuque des prés-Trèfle blanc,
 - au 28 juin : 71,2 tonnes/ha en Ray-grass d'Italie ;
- chez M. BOUFFORT (région de FOUGERES) :
 - au 6 juin : 75 tonnes/ha de Fétuque des prés Sequana en floraison.

La tardivité des récoltes ainsi que les conditions pluviométriques de l'année peuvent expliquer ces niveaux très élevés de rendement. Néanmoins, cette masse importante de fourrage a constitué un *premier obstacle à un bon travail sur champ* : retournement, andainage et surtout bottelage difficiles à effectuer.

4) Qualité du fourrage.

Le tableau 5 présente la composition de la matière sèche des différents fourrages.

Il apparaît aussitôt que tous sont, dès la coupe, de qualité très médiocre :

- le meilleur (un Ray-grass d'Italie-Trèfle violet) récolté le 28 mai dose 0,60 U.F. par kg de matière sèche ;
- le moins bon (une Fétuque récoltée le 8 juin) ne dose que 0,32 U.F. par kg ;

TABLEAU V. — COMPOSITION DU FOURRAGE A LA COUPE

Installation (Code) .	A	B	C		D		E		G			H			K	Moy.		
N° de la coupe	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	3	2	4	6	7		1	
Date de la coupe . .	11-6	1-6	18-5	18-5	2-7	20-7	8-6	28-6	28-5	12-6	2-7	27-5	8-6	24-6	4-7	26-6	—	
Espèces végétales . .	Gram. +	Dact. +	Dact. +	Dact. +	Gram. +	Luz. +	Fét. +	R.G.I. +	R.G.I. +	R.G.I. +	R.G.I. +	Dact. +	R.G.H. +	Dact. +	R.G.A. +	R.G.I. +	R.G.I. +	—
	T.-V.	Luz.	Luz.	Luz.			T.-B.	T.-B.	T.-V.	T.-V.	T.-V.	Luz.	T.-V.	T.-B.				
Composition de la Matière Sèche	Mat. min. %	9,1	8,2	11,9	10,4	8,0	8,4	8,6	11,1	7,9	8,2	6,0	6,9	6,3	6,8	7,0	5,5	8,8
	Mat. azot. %	16,7	11,2	22,0	21,9	10,1	17,0	9,4	14,8	9,3	10,9	7,7	10,9	9,9	9,0	8,9	9,6	14,3
	Cellulose %	35,7	37,6	33,1	27,2	40,3	40,4	43,2	37,6	29,2	37,9	36,0	36,3	34,4	34,9	35,9	34,9	36,7
	U.F./kg	0,46	0,42	0,44	0,58	0,36	0,36	0,32	0,40	0,60	0,43	0,48	0,46	0,47	0,50	0,50	0,54	0,44
	M.A.D./kg . .	93,4	60,7	127,9	146,6	51,8	86,9	45,4	80,4	58,4	59,1	42,4	56,0	56,5	51,7	50,1	54,7	80,2
M.A.D./U.F.	203	145	291	253	144	242	142	201	97	138	88	122	120	103	100	101	184	

Gram. = Graminées diverses

R.G.A. = Ray-grass anglais

Luz. = Luzerne

Dact. = Dactyle

R.G.H. = Ray-grass hybride

T.-V. = Trèfle violet

Fét. = Fétuque

R.G.I. = Ray-grass d'Italie

T.-B. = Trèfle blanc

— la valeur U.F. moyenne de ces coupes est de 0,44 U.F. avec 80 g de matière azotée digestible par kg de matière sèche.

Quels facteurs peuvent être invoqués pour expliquer la médiocrité des fourrages en 1963 ?

C'est d'abord *la tardivité de la fauche* : l'on voit, en effet, avec quelle rapidité le fourrage peut s'enrichir en cellulose, entre l'épiaison et la floraison et s'appauvrir en unités fourragères et protéines digestibles. Le graphique 4, tiré du tableau 5, illustre ces variations :

- la valeur U.F. du Dactyle-Luzerne récolté le 1^{er} juin n'est que les 3/4 de celui récolté le 18 mai ; la teneur en matière azotée digestible du premier est de 40 % plus faible que celle du second ;
- de même la valeur U.F. d'un Ray-grass d'Italie récolté à un stade fort avancé, le 12 juin, est de 30 % inférieur à celle d'un Ray-grass récolté le 28 mai.

Néanmoins, la faible valeur énergétique des fourrages récoltés à un stade normal (voir Fétuque avant épiaison) oblige à invoquer un second facteur : *la faible insolation du printemps 1963.*

Quoi qu'il en soit, cette médiocrité des fourrages à la coupe permet d'ores et déjà de prévoir que la qualité des foins 1963, *qu'ils soient fanés selon une méthode classique, ou ventilés, sera extrêmement médiocre.*

Il en résulte aussi que *les différences que l'on peut espérer mettre en évidence entre les deux types de foins seront nécessairement limitées.*

B) Les foins obtenus, traditionnels ou ventilés.

1) Compositions comparées.

a) Résultats d'ensemble (tableau 6).

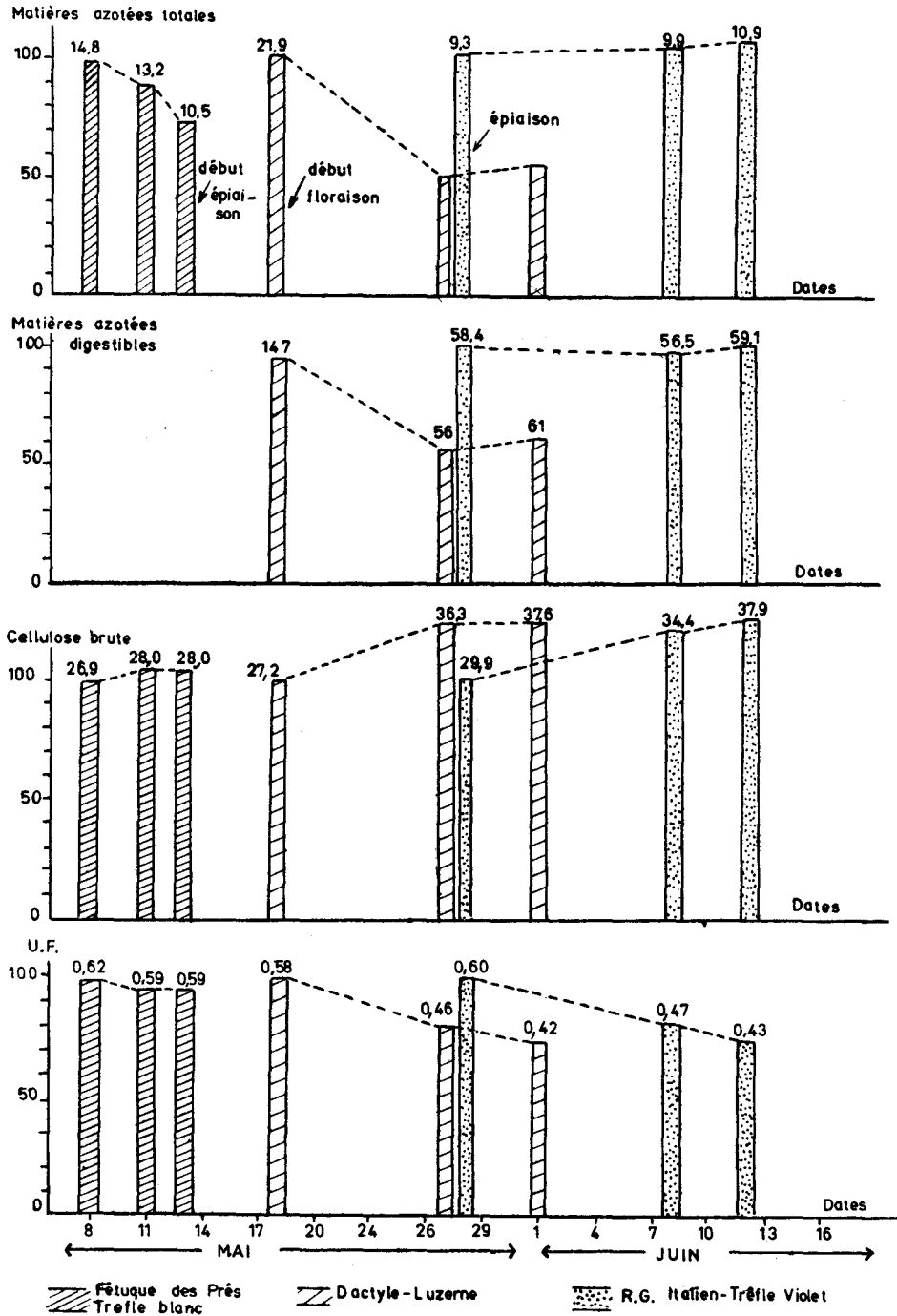
La composition moyenne des foins ventilés issus de mêmes coupes de fourrage que les foins traditionnels (onze couples de résultats seulement) ne diffère que très peu de ces derniers, de 1,6 à 6,5 % en moyenne. Toutefois, les différences sont généralement en faveur du foin ventilé.

b) Etude par élément nutritif et par coupe de foin.

Les graphiques 5 à 9 en résument les aspects essentiels.

Graphique 5 : *Matières minérales.*

Graphique 4 - COMPOSITION DU FOURRAGE ET DATE DE COUPE



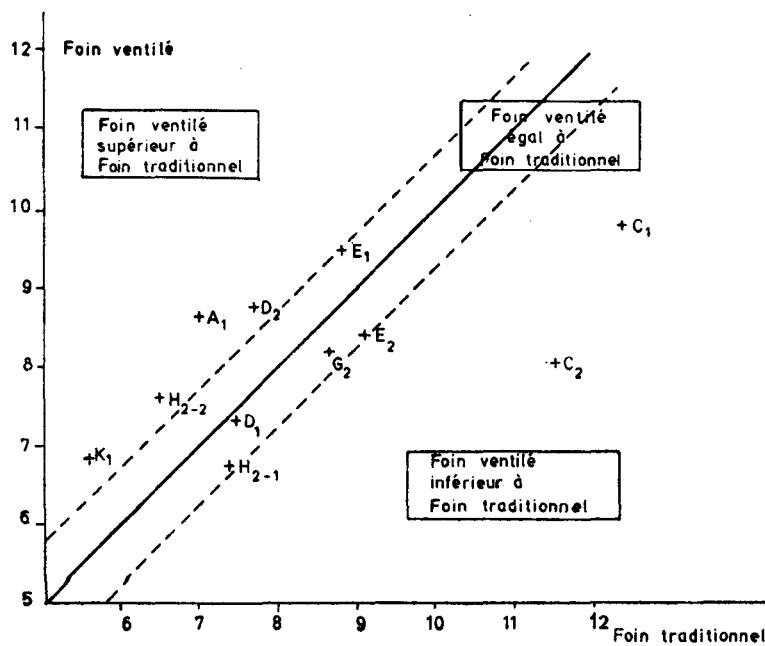
**COMPOSITIONS COMPAREES
DES FOINS TRADITIONNELS ET VENTILES**

I. — TABLEAU VI. — RESULTATS MOYENS (ONZE COUPLES DE DONNEES)

Teneurs de la Matière Sèche	Fourrage à la coupe	Foin tradition.	Foin ventilé	$\frac{V-T}{T}$ %
Matières minérales %	8,81	8,36	8,18	— 2,1
Matières azotées totales %	14,33	11,98	12,45	+ 3,92
Cellulose %	36,66	39,10	38,54	— 1,6
U.F./kg	0,44	0,35	0,37	+ 4,4
M.A.D./kg	80,2	71,8	76,5	+ 6,5

II. — ETUDE PAR ELEMENT NUTRITIF ET PAR COUPE DE FOIN

Graphique 5 - MATIERES MINERALES %



On a considéré que tous les points compris entre les deux parallèles en traits pointillés correspondent à des foins traditionnels et ventilés semblables (erreur estimée à 10 %).

On constate alors que seulement deux foins ventilés (C_1 et C_2) sont nettement moins pourvus en éléments minéraux que les foins fanés normalement. Par contre, quatre foins ventilés s'avèrent plus riches que les témoins.

Graphique 6 : *Matières azotées totales.*

Un seul foin (C_2) est défavorable à la ventilation. Quatre foins ventilés sont plus riches que le témoin.

Graphique 7 : *Matières azotées digestibles.*

Un seul foin — toujours le même — demeure plus pauvre que le foin traditionnel. Cinq foins ventilés sont plus riches que leur homologue non ventilé.

Graphique 8 : *Cellulose brute.*

Le foin C_2 ventilé est plus riche en cellulose que le traditionnel. Deux autres sont par contre nettement moins riches.

Graphique 9 : *Unités fourragères.*

Mêmes observations, simplement réciproques de celles du graphique 8.

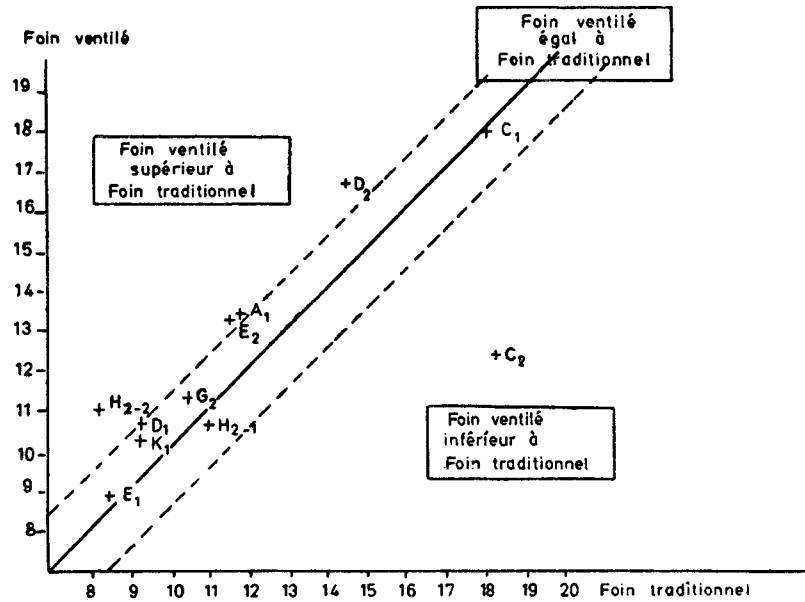
En conclusion, les très faibles différences moyennes observées au tableau 6 proviennent de ce que une à deux couches ventilées (C_2 notamment) ont donné de mauvais résultats : toutes les autres ventilations ont donné des foins de *moins mauvaise qualité ou comparable à celle des foins traditionnels.*

2) *Pertes de qualité* (tableau 7).

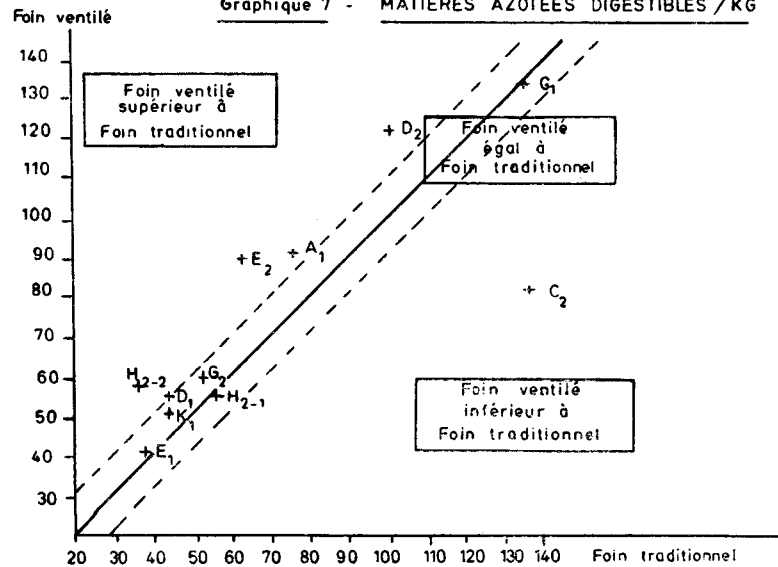
Qu'ils aient été ventilés ou non, les fourrages ont vu leurs teneurs en divers éléments considérablement modifiées. Le tableau 7 présente les variations globales enregistrées entre la coupe et le résultat final : foin traditionnel ou foin ventilé. Il ne nous a pas été possible de séparer dans ces variations globales celles inhérentes aux phases sur champ et sous grange.

On constate que dans les deux types de foin ce sont les pertes en unités fourragères qui sont les plus élevées (— 16 et — 19 %) ; les sucres sont les éléments les plus rapides à disparaître. Les pertes en matières azotées sont

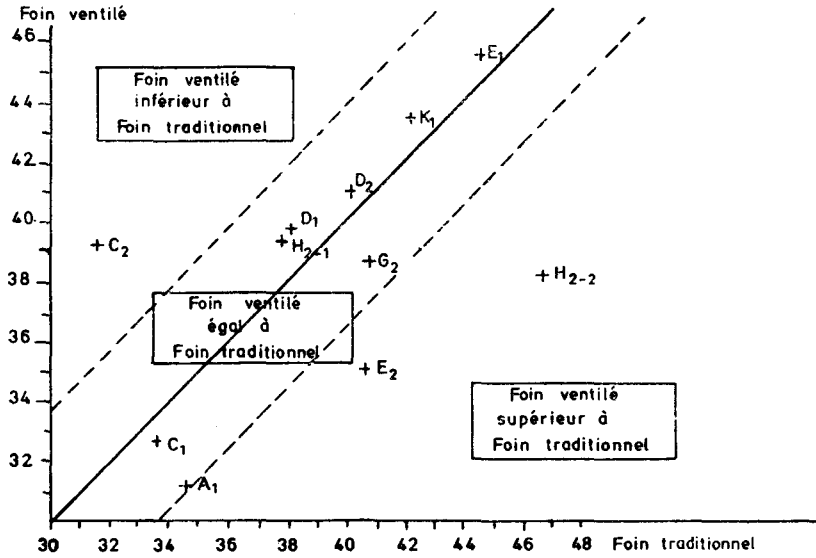
Graphique 6 - MATIERES AZOTEES TOTALES %.



Graphique 7 - MATIERES AZOTEES DIGESTIBLES /KG



Graphique 8 - CELLULOSE BRUTE %



Graphique 9 - U. F. / KG M.S.

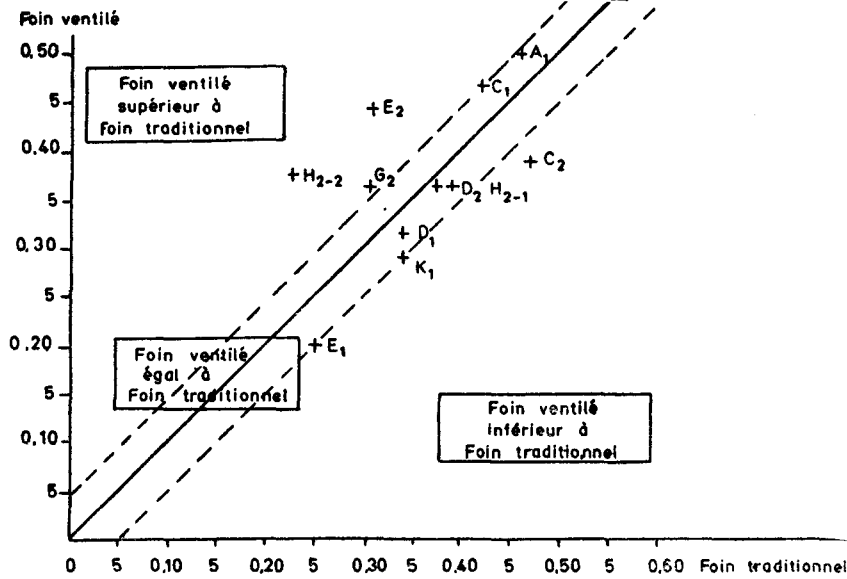


TABLEAU VII. — PERTES DE QUALITE POUR LES DEUX TYPES DE FANAGE

<i>Teneurs % Matière Sèche</i>	<i>Fourrage à la coupe</i>	<i>Foin tradi- tionnel</i>	<i>Foin ventilé</i>	<i>Variations foin tradit.</i>	<i>% four. coupé foin ventil.</i>
Matières minérales %	8,81	8,36	8,18	— 5,1	— 7,2
Matières azotées totales %	14,33	11,98	12,45	— 16,4	— 13,1
Cellulose %	36,66	39,10	38,54	+ 6,5	+ 5,2
U.F./kg	0,44	0,35	0,37	— 18,9	— 15,9
M.A.D./kg	80,2	71,8	76,5	— 10,5	— 4,6

également importantes chez le foin traditionnel, elles sont plus réduites dans le cas de la ventilation (M.A.D. surtout).

Pour élevées qu'elles soient, les pertes de qualité ne traduisent cependant que des modifications de structure de la matière au cours des travaux de fanage : elles résultent en réalité de la disparition d'un certain poids de matière ou *perte de masse*.

3) *Pertes de masse* (tableau 8).

Celles-ci sont énormes.

Dans le cas du foin traditionnel, elles *avoisinent ou dépassent 50 %* pour la première couche, 40 % pour la matière sèche de la seconde couche ; pour l'une et l'autre, *les pertes en U.F. dépassent 50 %*.

Dans le cas du foin ventilé, les pertes en *matière sèche et en matières azotées sont de 20 % moins élevées* que pour le traditionnel. Les pertes en U.F. ne sont moins élevées que dans le cas de la seconde couche.

TABLEAU VIII. — PERTES DE MASSE (Exploitation E)

<i>Nature des pertes</i>	<i>Fanage traditionnel</i>		<i>Ventilation sous grange</i>				<i>Pertes totales</i>	
	<i>1^{re} coupe (8 juin)</i>	<i>2^e coupe (28 juin)</i>	<i>Au préfanage</i>		<i>Sous grange</i>			
			<i>1^{re} coupe</i>	<i>2^e coupe</i>	<i>1^{re} coupe</i>	<i>2^e coupe</i>	<i>1^{re} coupe</i>	<i>2^e coupe</i>
Matière Sèche	47,8 %	37,7 %	19,3 %	20,3 %	7,6 %	—	26,9 %	20,3 %
Matières Minérales .	46,6	49,9	—	—	—	—	26,9	39,6
Mat. azot. totales ..	52,8	50,7	—	—	—	—	30,7	28,3
Mat. azot. digestibles	55,3	51,1	—	—	—	—	33,9	—
U.F.	59,1	51,7	—	—	—	—	54,2	20,4

On constate également que, tout au moins pour la matière sèche, les pertes principales sont observées *durant le préfanage*.

A remarquer enfin que les pertes observées sur la seconde couche ventilée sont moins élevées que pour la première : or l'on a ventilé avec *réchauffage*.

Ceci nous conduit à étudier les différents facteurs susceptibles d'expliquer l'échec ou la réussite relative de la ventilation dans notre région en 1963.

C) Les facteurs de pertes de qualité des foins en 1963.

1) *Durée de la phase « sur champ ».*

Les foins traditionnels sont restés en moyenne *10 jours 1/2* sur le champ, les durées extrêmes de fanage étant 4 et 23 jours. Ajoutons que certains foins témoins n'ont pas été effectués *parce qu'ils étaient considérés, à priori, comme perdus pour l'agriculteur*.

Les foins ultérieurement ventilés sont demeurés en moyenne *4 jours 1/2* sur champ ; les durées extrêmes de préfanage ont été de 48 heures et 8 jours, avec la distribution suivante :

Durée du								
préfanage .	2 jours	3 jours	4 jours	5 jours	6 jours	7 jours	8 jours	
Nombre								
de foins ..	2	3	3	1	3	4	1	.

Pratiquement donc, seuls deux foins sur dix-sept ont été rentrés en ventilation au bout d'un temps de préfanage à peu près normal ; ajoutons toutefois que ces deux foins dosaient respectivement 64,0 et 56 % d'humidité de la matière humide).

Le tableau 9 a montré que l'influence de la durée du fanage a été, comme l'on pouvait s'y attendre, très forte sur la perte de valeur fourragère des foins traditionnels. Par contre, lors du préfanage pour ventilation, son rôle semble peu important.

2) *Pluviométrie.*

Les foins traditionnels ont reçu en moyenne 19 mm de pluie, les extrêmes étant 0 et 28 mm ; les foins ventilés n'ont reçu que 7,0 mm en moyenne, avec pour extrêmes 0 et 20 mm. Le tableau 9 b montre que dans les deux

procédés, la pluviométrie reçue sur champ a très fortement influencé le niveau des pertes (variation du simple à près du triple dans les deux cas). Plus particulièrement, un foin ventilé (H₂) rentré sous grange après 5 jours de préfanage sans pluie dose 0,38 U.F./kg ; le même, après 12 jours et 27,5 mm de pluie, ne dose plus que 0,23 U.F. par kg de matière sèche.

TABLEAU IX. — LES FACTEURS DE PERTES DE VALEUR FOURRAGERE DES FOINS EN 1963

a) *Durée de la phase sur champ :*

	<i>Fanage traditionnel</i>		<i>Ventilation</i>	
	<i>Moins de 8 jours</i>	<i>Plus de 8 jours</i>	<i>Moins de 4 jours</i>	<i>Plus de 4 jours</i>
Nombre d'échantillons ...	4	7	4	10
Fourrage à la coupe	0,38	0,47	0,42	0,46
Foin	0,34	0,36	0,33	0,33
Pertes %	— 10,7	— 23,2	— 21,4	— 17,1

b) *Pluviométrie sur champ :*

	<i>Fanage traditionnel</i>		<i>Ventilation</i>	
	<i>Moins de 10 mm</i>	<i>Plus de 10 mm</i>	<i>Moins de 7 mm</i>	<i>Plus de 7 mm</i>
Nombre d'échantillons ...	5	6	6	9
Fourrage à la coupe	0,44	0,44	0,42	0,46
Foin	0,40	0,32	0,38	0,35
Pertes %	— 10,0	— 27,1	— 9,5	— 23,9

c) *Humidité % à l'entrée de ventilation :*

	<i>Moins de 50 %</i>	<i>Plus de 50 %</i>
Nombre d'échantillons	9	6
Fourrage à la coupe	0,45	0,44
Foin ventilé	0,38	0,35
Pertes %	— 16,8	— 20,5

3) Teneur en eau à l'entrée sous grange (foin ventilé).

L'humidité moyenne des fourrages entrant en ventilation (eau % matière verte) était de 48,1 % avec la distribution suivante :

—	—	50-60 %	60 %
40 %	40-50 %	50-60 %	60 —
6	3	3	3

Les fourrages mis en ventilation à moins de 40 % d'humidité sont pour trois d'entre eux des *foins de juillet* ; deux autres sont du 27 mai, et ont pu être préfanés sans pluie ; le sixième est du 24 juin et est resté 8 jours dehors.

Le tableau 9 c montre que l'influence du taux d'humidité sur la perte de teneur en U.F. n'est pas extrêmement sensible.

4) Conditions de la ventilation.

Nous ne possédons sur ce facteur que des données très fragmentaires. La durée de la ventilation a été extrêmement variable : 4 jours et 33 jours, plus exactement 43 heures et 450 heures ont été les extrêmes observés ; la plupart des couches de fourrages ont cependant été ventilées de 80 à 90 heures, soit en moyenne 10 à 12 jours, durée très supérieure à la normale (5 à 6 jours). La raison en est que l'hygrométrie moyenne de l'air ambiant pour chaque couche ventilée a été constamment très élevée :

- matin (7 h.) : de 75 à 98 %
- soir (19 h.) : de 71 à 85 %

La température maximale atteinte dans le fourrage n'a dépassé 30° que dans deux cas : C₂ 37° et E₁ 45°.

Une seule ventilation enfin a été réalisée avec réchauffage : il s'agit de la seconde couche dans l'installation E (M. BARBIER). Le générateur d'air chaud était un réchauffeur à mazout ; il a permis d'élever la température moyenne de l'air d'environ 3°. La meilleure qualité du foin qui en est résultée (comparée à la première couche et au foin traditionnel) peut lui être imputée.

En conclusion, le facteur qui semble avoir joué le rôle le plus important, en 1963, dans les pertes globales, tant pour le foin traditionnel que ventilé, semble bien être la pluviométrie.

Pourquoi la durée de la phase sur champ et le degré d'humidité à l'entrée sous grange expliquent moins bien ces pertes ? Probablement en raison des solutions opposées apportées par l'agriculteur au problème : les uns ont préféré retarder la mise en ventilation pour rentrer un foin moins humide ; d'autres ont préféré le rentrer très humide. Dans le second cas, cependant, comme dans le premier, la phase sur champ a été *encore trop longue, compte tenu* de la pluviométrie journalière.

D) Coût de la ventilation en grange.

1) Prix de revient de l'installation (tableau 10).

Le coût des installations a varié de 2.000 à 6.800 F (installation avec séchage automatique) ; le coût moyen est de l'ordre de 3.500 F.

TABLEAU X. — COUT DES FOINS SECHES EN GRANGE EN 1963, EN BRETAGNE (SIX INSTALLATIONS)

Numéros des coupes	B		C	E		G	H	K
	1	2	1 + 2	1	2	1 + 2 + 3	2 à 7	1
Eau à la rentrée en grange (% M.H.)	40,2	34,8	60,2	58,6	50,9	44,1	40,0	64,0
Hauteur de chaque couche (m)	1,3	1,2	1,5	1,5	1,5	1,2	1-1,5	3,0
Tonnage de foin sec (à 15 % M.H.)	8,1	6,8	9,3	10,9	5,2	26,0	40,4	10,0
Consommation (kWh)	356	136	458	970	890	1 058	2 691	1 137
Consommation par tonne de foin sec (kWh)	44	20	49	89	171	41	66	114
Prix du kWh	(1)							
Dépense d'énergie par tonne	0,1	0,1	0,1	0,1	0,14	0,1	0,05-0,14	0,05 (2)
Amortissement par tonne ..	4,4	2,0	4,9	8,9	23,9	4,1	7,7	5,7
Coût total de la tonne séchée	13,0	13,0	14,0	13,0	13,0	18,0	12,0	26,0
	17,4	15,0	18,9	21,9	36,9	22,1	19,7	31,7

(1) Tarif dégressif.

(2) L'exploitation possède un transformateur ; à 0,10 le kWh, le coût de la tonne séchée serait de : 37,0 F.

Rapporté à la capacité de stockage, le prix de revient de l'installation se situe aux environs de 70 à 80 F par tonne, ce qui est voisin de la moyenne française. L'amortissement par tonne se situe aux environs de 12 à 13 F, sauf deux exceptions.

2) Consommation et dépense d'énergie (tableau 10).

La consommation évaluée en kWh ou en francs par tonne de fourrage s'avère très variable d'une installation à l'autre : elle varie de 20 kWh à 114 kWh et de 2 F à 9 F ; comparés aux moyennes françaises (40 kWh et 4,70 F d'après DESCROZAILLES et SCHAER), ces chiffres apparaissent finalement acceptables.

3) Coût total de la tonne séchée (tableau 10).

Au total, la tonne séchée a coûté de 15 à 32 F. Ces chiffres sont conformes aux estimations données par divers auteurs (JOUIN, DESCROZAILLES et SCHAER). Remarquons que le prix de revient élevé de la tonne de foin dans le cas de l'installation K (Ecole du Nivot, en Finistère) résulte :

- de la faible capacité de stockage de l'installation ;
- de l'humidité très élevée du fourrage à l'entrée en ventilation (64 %) ;
- de l'hygrométrie très élevée durant toute la période de ventilation :
 - plus de 100 heures (sur 450) à 100 % d'hygrométrie ;
 - moins de 200 heures à moins de 80 %.

Le bas prix du kWh dans cette exploitation n'a pas compensé l'influence des conditions climatiques très défavorables cette année. Il est très probable que l'apport d'une source de chaleur aurait permis de réduire très considérablement la durée de la ventilation ; pour 1961 et 1962 réunies, l'installation n'a consommé que 958 kWh, soit 16 % de moins que pour la seule année 1963.

CONCLUSION

Pour juger de toute technique nouvelle, en agriculture, il est d'abord nécessaire de disposer de plusieurs années d'expériences. Cela n'est pas encore notre cas pour la ventilation en grange en Bretagne.

Cependant, il est également nécessaire de s'assurer que cette technique est exploitée correctement. Or, il est certain que l'année 1963, extrêmement défavorable au fanage, a mis aux prises une méthode nouvelle et un exploitant inexpérimenté et mal informé de son emploi. Trois questions peuvent alors être posées :

1) *L'exploitant a-t-il utilisé au mieux les possibilités de son exploitation ?*

Nous ne le pensons pas. En effet, parmi les avantages qui sont présentés par la technique de la ventilation sous grange, figurent, en toute première place :

- la possibilité d'échelonner considérablement les dates de coupe, en particulier de commencer les foins beaucoup plus tôt que traditionnellement ;
- et d'autre part, la réduction de la phase sur champ à un strict minimum de 48 heures.

Or, les premiers foins ont commencé vers le 20 mai, c'est-à-dire, à quelques jours de retard près, aux dates normales de fenaison en Bretagne. Et par ailleurs, le préfanage a généralement duré 4 à 8 jours.

Qu'aurait-il fallu donc faire ?

— Tout d'abord disposer, dès début mai — alors que le temps était favorable — de prairies de précocité suffisante pour être fauchées à l'épiaison : prairies à base de Dactyle, de Fétuque élevée, de Ray-grass anglais précoce notamment ; à RENNES, le Dactyle Germinal a épié le 4 mai, Floréal le 11, Prairial le 15 mai ; le Ray-grass anglais Primevère a également épié le 15 mai.

Tant sur le plan pâturage que fanage, l'année 1963 a démontré que le maillon très précoce est une nécessité absolue dans la chaîne de pâturage bretonne.

— Mais aurait-il fallu aussi, pensera-t-on, savoir que le mois de juin serait désastreux ? Ou bien prévoir les averses ?

Sans doute la prévision météorologique à longue échéance est encore du domaine de l'utopie. Cependant *la prévision à court terme (24 ou 48 heures) est déjà une réalité ; l'agriculteur ne l'utilise pas assez ou mal* : les outils modernes que l'on propose dans ce domaine ne sont plus la phase de la lune ou la direction des vents : « ils s'appellent baromètres et hygromètres ». Ils s'appellent aussi *données statistiques*. Si l'on calcule en effet, la chance que l'on a, lorsqu'il ne pleut pas pendant une journée de mai ou juin, d'avoir un second, un troisième, un quatrième, etc... jour sans pluie, on s'aperçoit que celle-ci est assez élevée : pour RENNES, on obtient sur dix ans les chiffres suivants :

— 2 jours consécutifs sans pluie	75,8
— 3 jours	» »	59,9
— 4 jours	» »	47,6
— 5 jours	» »	37,4

Ceci veut dire que, si l'agriculteur a besoin de 2 jours sans pluie, en mai ou juin, pour préfaner correctement, il a intérêt à couper au plus tard le second jour de beau temps. A partir du 3^e, il a moins de une chance sur deux de disposer d'un lendemain sans pluie.

2) *Les installations ont-elles répondu aux exigences du fanage en 1963 ?*

Nous ne le pensons pas.

Même rentré à moins de 50 % d'humidité, le fourrage a dû être ventilé pendant un temps très supérieur à ce qui est considéré comme normal ; en conséquence, avant même que chaque couche ait été suffisamment séchée, une nouvelle a été déchargée sur l'ancienne.

Quels remèdes aurait-il fallu pouvoir apporter à cela ?

— *Réchauffer l'air ?* C'est la solution qui nous semble la plus sûre : elle est simple et a déjà fait ses preuves par ailleurs. M. BARBIER a pu l'expérimenter et le résultat a été nettement positif. C'est sans aucun doute la seule technique valable chaque fois que l'hygrométrie ne descend pas au-dessous

de 80 % pendant une longue période, cas général cette année et tout particulièrement en Finistère.

Il faut cependant déterminer quelles sont les sources de chaleur les plus rentables.

— *Un ventilateur plus puissant ?* On a vu que le débit des ventilateurs des installations étudiées est de l'ordre de 25 à 30.000 m³/heure, soit pour une couche de 200 m³ un débit spécifique de 125 à 150 m³/heure/m³ de fourrage.

Ce débit était cette année *notablement insuffisant*. Il aurait fallu, tout particulièrement aux rares heures à hygrométrie basse, pouvoir assurer un débit au moins deux fois plus fort.

Ne doit-on pas en conclure que, dans l'Ouest, il nous faut des installations ayant *une réserve de puissance* plus importante qu'ailleurs ? Ce qui suppose, parallèlement, un réseau de distribution capable d'apporter, dans chaque exploitation, l'énergie nécessaire.

— *Une série de petites ventilations ?*

Plutôt que d'accroître la puissance du ventilateur, ne vaudrait-il pas mieux réduire le volume de fourrages à ventiler par installation ? Trois ou quatre petites installations permettraient de sécher indépendamment plusieurs coupes ou fraction de coupes sans peut-être consommer plus de kWh. Une réponse très favorable à ce système a déjà été donnée par un C.E.T.A. du Jura (méthode dite « Grandvallière »).

3) *L'exploitant n'aurait-il pas eu intérêt, lorsqu'au bout de 48 heures il se voyait dans l'impossibilité de rentrer son foin à moins de 60 % d'humidité, d'en faire de l'ensilage plutôt que persévérer dans le fanage ?*

Très certainement oui, compte tenu des caractéristiques actuelles des installations.

Mais la décision d'ensiler plutôt que de faner supposait l'outillage nécessaire et le ou les silos disponibles.

En résumé, à l'issue de cette étude faite lors d'une année climatique extrême, la ventilation en grange nous apparaît finalement susceptible d'améliorer très sensiblement la qualité trop souvent médiocre des foins bretons. Encore faut-il :

- que l'exploitant modifie son calendrier de récolte en fonction des possibilités de sa chaîne de pâturage et des possibilités de son installation de séchage.
- que les installations bretonnes soient dotées *d'un système de sécurité* (réserve de puissance ?... réchauffage ?...) qui leur permette de faire face *aussi économiquement que possible*, aux conditions climatiques extrêmes.

C. MOULE,

*Professeur à l'E.N.S.A. — Rennes,
Président de l'Association Bretonne
pour la Production Fourragère.*