

quinze jours de ces deux régimes, on ne s'est aperçu d'aucune différence dans la production du lait.

Il n'y a donc aucun motif pour accorder aux fourrages trempés une valeur nutritive supérieure à celle de la matière sèche qu'ils renferment.

Alimentation par les fourrages fermentés.

Quelques agronomes allemands font consommer les fourrages après leur avoir fait éprouver la fermentation. On assure que, de cette manière, on augmente la faculté nutritive des aliments, en ce qu'on favorise la digestion des animaux, et qu'en outre, on utilise des matières de peu de valeur. Enfin, et cette opinion est d'accord avec les principes de la physiologie, la fermentation, en développant de la chaleur dans toute la masse alimentaire, la dispose à l'assimilation en lui communiquant un certain degré de coction, avantage incontestable, au moins au point de vue de la santé du bétail, car tout éleveur sait combien il serait nuisible dans un hiver rigoureux de rationner avec des fourrages qui seraient à la température de l'air extérieur. Si la fermentation n'avait d'autre effet que celui de produire de la chaleur, on pourrait y suppléer par l'intervention de l'eau chaude; mais il est possible qu'elle ramollisse et rende plus aisément digestible certaines matières coriaces, comme les pailles, les fanes extrêmement ligneuses. Ce serait là un avantage incontestable; mais peut-être aussi cet avantage serait-il racheté par un inconvénient grave, la destruction de la ma-

tière sucrée. Il me semble qu'on obtiendrait la plupart des bons effets attribués à la fermentation en lui substituant la macération ou la coction. Au reste, ce genre de question doit être résolu par l'expérience.

Dans le courant de l'hiver de 1849, M. Le Bel a fait à Bechelbronn plusieurs observations intéressantes sur l'emploi comparé des fourrages fermentés. On a procédé ainsi à la préparation des aliments.

On faisait passer au coupe-racine alternativement un panier de betteraves et un panier de navets; la division des tranches de racine était achevée à l'aide d'un hachoir à main. Pour opérer le mélange, on a étendu sur le sol une couche de balle de froment de 20 centimètres d'épaisseur, qu'on a recouverte par une strate de racines hachées de 5 centimètres; puis cette dernière strate, par une autre de balle de 10 centimètres. On a continué de faire ainsi alterner des couches successives des deux fourrages. La dernière strate placée, on a arrosé bien également le tas avec de l'eau, puis on a opéré un mélange intime à l'aide de la pelle, et enfin toute la masse a été introduite et foulée fortement dans une caisse en bois de chêne, pouvant fermer exactement. On a répandu du sel à la surface du fourrage; après avoir recouvert avec un lit de paille, on a posé le couvert de la caisse en le maintenant avec une charge de 100 kilogrammes. Dans ces conditions, la température de la masse s'élève, en quatre jours, de 0 degré à 50 ou 60 degrés.

L'expérience a prouvé à M. Le Bel qu'il ne faut pas pousser la fermentation à ce point; 48 heures

depuis deux mois et demi. On l'a rationnée, pendant l'observation, avec le même régime qu'elle recevait depuis quelques jours, et qui se composait, pour vingt-quatre heures, de :

Foin.....	7,5
Paille hachée de froment.	4,5
Betteraves.....	27,0

L'expérience a été continuée pendant quatre jours. Les excréments, l'urine, le lait, ont été dosés. Les cendres des aliments consommés, comme celles des produits rendus, ont été déterminées et examinées chimiquement.

		Silice.	Acide phosphor.	Chaux.
100 de better. ont laissé cendr.	0,77 cont. p. 100	8,0	6,0	7,0
Paille.....	7,00	51,7	3,5	8,5
Foin.....	6,52 (1)	19,1	5,5	12,4
Excréments secs.....	12,40	65,0 (2)	5,96	10,8

(1) On a trouvé dans les cendres :

	de foin.	d'excréments.
Acide carbonique.....	10,0	1,0
— phosphorique..	5,5	5,96
— sulfurique.....	3,0	2,5
Chlore.....	2,6	2,0
Chaux.....	12,4	10,8
Magnésie.....	5,8	6,1
Silice.....	19,1	65,0
Oxyde de fer, alumine.	0,5	1,5
Par différence : Potasse et soude.....	41,1	5,14
	100,0	100,00

J'ai donné précédemment la composition des cendres des autres substances.

(2) La silice sortie avec les excréments excède sensiblement celle qui est entrée avec les aliments; malgré tout le soin que l'on peut apporter à une expérience faite sur une aussi grande échelle, on

Lait.....	0,50	»	28,0	24,0
Urine (extrait) (1)....	42,00	»	»	1,0

L'expérience a duré quatre jours. En voici les détails :

Produit	Quantité	Silice	Acide phosphor.	Chaux
100 de betteraves	0,77	8,0	6,0	7,0
Paille hachée	7,00	51,7	3,5	8,5
Foin	6,52 (1)	19,1	5,5	12,4
Excréments secs	12,40	65,0 (2)	5,96	10,8

TABLEAU.

comprend que lorsqu'une substance inorganique n'est pas assimilée, et que par conséquent on devrait avoir 0 pour différence, on obtienne cependant, à cause des erreurs inévitables, une perte ou un gain au résultat final; mais cette perte ou ce gain doit être très-faible : c'est ce qui arrive dans cette circonstance pour la silice.

(1) Il y a eu quelque incertitude dans le dosage de l'urine; mais cette incertitude ne peut pas influencer sur le résultat final de l'observation, par la raison que l'urine ne renfermait que très-peu de chaux, et pas sensiblement d'acide phosphorique.

Silice, acide phosphorique, chaux, contenus dans les aliments consommés par la vache.					
ALIMENTS.		SUBSTANCES minérales contenues.	SILICE.	ACIDE phosphor.	CHAUX.
	kil.	gr.	gr.	gr.	gr.
Betteraves.....	108	832	66,6	49,9	58,2
Paille.....	18	1260	631,4	42,9	107,0
Foin.....	30	1956	373,6	107,6	242,5
Somme.....			1091,6	200,4	407,7

Silice, acide phosphorique, chaux, contenus dans les produits rendus par la vache.					
PRODUITS.		SUBSTANCES minérales contenues.	SILICE.	ACIDE phosphor.	CHAUX.
	kil.	gr.	gr.	gr.	gr.
Excréments secs...	13,80	1711	1112,1	102,0	184,8
Lait.....	24,72	123	»	34,4	29,5
Urine (extrait)	4,60	1932	»	»	19,3
Sortis.....			1112,1	136,4	233,6
Entrés.....			1091,6	200,4	407,7
Différence pour 4 j.			+20,5	-64,0	-174,7
Différence par jour.			+ 5,1	-16,0	-43,5

Nous trouvons, pour l'acide phosphorique et la chaux assimilés, dans un jour, 16 gr. et 43 gr. Ici encore la chaux est supérieure à ce qu'elle devait être pour constituer, avec l'acide, le phosphate des os.

De ces recherches, bien insuffisantes sans doute, il résulte cependant que, dans la nutrition d'un veau ou d'une vache saillie, il y a une partie des substances minérales provenant des aliments, définitivement fixés pour concourir à l'accroissement ou à la formation de l'individu. Chez un animal adulte, il était à présumer que cette fixation définitive de principes inorganiques n'avait point lieu, ou qu'elle était bien moins considérable, et qu'on devrait retrouver dans les déjections et les sécrétions tout l'acide phosphorique, toute la chaux, etc., qui avaient été introduits par les aliments. C'est, au reste, ce que confirme l'expérience faite sur un cheval, et dans laquelle les substances minérales rendues ont balancé les substances minérales reçues. Toutefois, de ce que les matières inorganiques expulsées journellement de l'organisme sont à très-peu près égales en quantité, et semblables par leur nature à celles des aliments consommés, il ne faudrait pas en conclure qu'un individu adulte pût se contenter d'une nourriture qui en serait privée. Comme la matière organique, une fraction de la matière inorganique des plantes s'assimile d'abord dans l'organisme, et entre pour un certain temps dans la constitution d'un être vivant, avant d'en être rejetée. Nul doute qu'un animal dont le régime alimentaire n'aurait pas, par exemple, une quantité suffisante de chaux, d'acide phosphorique, etc., n'éprouvât des symptômes fâcheux qui se termineraient évidemment par la mort, si un semblable régime était continué. C'est ce que

prouvent des expériences très-intéressantes, dans lesquelles M. Chossat a nourri des granivores avec un aliment riche en principes azotés et féculents, en acide phosphorique, mais ne renfermant pas une dose convenable de chaux. Durant des recherches antérieures, cet habile physiologiste avait eu l'occasion de s'assurer du besoin qu'ont les pigeons de joindre une certaine quantité de matière calcaire à celle qui se trouve naturellement dans leur nourriture habituelle. Depuis, M. Chossat a nourri des pigeons uniquement avec du blé, dans les cendres duquel, comme nous l'avons constaté, il entre beaucoup de phosphate de magnésie, des sels de potasse et fort peu de chaux. Ces animaux se trouvaient d'abord très-bien de ce régime, ils commençaient par engraisser. Au bout de deux ou trois mois cet état prospère cessait ordinairement, l'animal buvait avec fréquence; les fèces devenaient molles, diffuses; le poids du corps diminuait, et l'animal succombait entre le huitième et le dixième mois, à la suite d'une diarrhée que M. Chossat attribue à l'*insuffisance de principes calcaires*; accident qui se présente chez l'homme, particulièrement lors du travail de l'ossification. Mais le résultat le plus saillant de ces expériences, c'est l'altération du système osseux. La privation prolongée de substances calcaires a fini par rendre les os des pigeons tellement minces, que même pendant la vie ils se cassaient avec la plus grande facilité. La conclusion à tirer de ces observations, c'est que les sels calcaires dépo-

sés dans le système osseux sont réabsorbés, et que cette résorption a lieu quand l'animal ne trouve pas dans l'aliment qu'il reçoit une quantité suffisante des éléments ou de l'un des éléments des os (1).

Un pigeon consomme par jour 30 grammes de froment, donnant à l'état normal environ 0,63 gr. de cendres, dans lesquelles l'analyse indique : acide phosphorique 0,296 gr., chaux 0,018 gr. Cette quantité de chaux serait donc insuffisante pour entretenir dans son état normal le tissu osseux. J'ai cru devoir insister sur les considérations précédentes, parce qu'il est possible de les faire intervenir dans les applications. Il est bon qu'un éleveur, un nourrisseur sache l'influence que les substances minérales exercent dans l'alimentation. Ainsi, pour les animaux en pleine croissance, il ne faut pas négliger de s'assurer si le régime substantiel qui leur est administré est, en outre, capable de nourrir le système osseux. Peut-être qu'en dirigeant l'alimentation du jeune bétail ou des jeunes chevaux, de manière à réduire ou à exagérer l'introduction de certains éléments inorganiques à l'aide de la nourriture, on parviendrait à faire subir à une race telle ou telle modification. Peut-être aussi les règles empiriques recommandées pour diminuer la charpente osseuse du bétail, pour faire prédominer le tissu musculaire ou le tissu adipeux, sont-elles fondées sur les pro-

(1) Chossat, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. XIV, p. 451.

suffisent, et au bout de ce temps la chaleur développée ne dépasse pas 30 à 35 degrés.

Voici les quantités sur lesquelles on opérait ordinairement pour avoir le chargement d'une caisse.

Balles.....	150 kil.
Navets.....	290
Betteraves...	206
Eau.....	80
Sel.....	2
	<hr/>
	728

Les résultats auxquels M. Le Bel est arrivé, ne semblent pas, en définitive, favorables à la fermentation. Voici le résumé de ses expériences, sur lesquelles j'aurai l'occasion de revenir.

L'équivalent de 100 kilogrammes de foin a produit en poids vivant et en lait :

	Poids vivant. kil.	Lait. litr.
1 ^{re} Expérience, fourrage non fermenté.	3,32	6,0
2 ^e Expérience, fourrage fermenté....	5,86	4,1
3 ^e Expérience, fourrage fermenté....	4,41	4,2
4 ^e Expérience, fourrage non fermenté.	7,45	0,9

En moyenne, le fourrage fermenté n'a pas produit de meilleurs effets dans l'alimentation que celui donné en nature.

De la matière inorganique des aliments.

Nous retrouvons dans les animaux les substances minérales dont nous avons constaté l'existence dans les plantes. Les os contiennent une proportion considérable de phosphate de chaux. Il faut donc que les

éléments de ce sel, l'acide phosphorique et la chaux, fassent partie de la ration alimentaire : c'est là un point sur lequel tous les physiologistes sont d'accord ; mais ce qu'on n'a pas encore déterminé, c'est la quantité précise de matière minérale qui doit entrer dans la nourriture. Les analyses de cendres que j'ai rapportées montrent que si les aliments végétaux contiennent tous à peu près les mêmes principes inorganiques, ils les contiennent en proportions fort diverses. Ainsi, la pomme de terre, le froment, l'avoine, les fèves, renferment beaucoup moins de chaux que le trèfle, les pailles de céréales, les pois. Les acides phosphorique et sulfurique, les alcalis ne sont pas moins variables ; de sorte que l'on est conduit à se demander si une ration formée de tel ou tel aliment apporterait, à l'animal qui la consommerait, la dose suffisante de principes inorganiques, qu'il doit assimiler journellement pour se maintenir dans un état satisfaisant de santé et de vigueur.

On peut se former une idée des principes minéraux nécessaires dans l'alimentation, d'après ce qu'en contiennent les rations dont une longue expérience a prouvé l'efficacité. Cependant, comme il y a tout lieu de croire que dans nombre de cas les substances minérales sont en excès dans la nourriture, j'ai pensé qu'il pouvait être utile de rechercher, à l'aide de l'analyse, la nature et la proportion des éléments inorganiques assimilés par un individu, afin d'avoir un minimum qui pût servir de base dans les supputations qu'on aurait à faire sur ce

sujet. Mes expériences ont été entreprises dans deux circonstances que je considère comme étant celles où l'assimilation est la plus rapide et la plus complète. En effet, les observations ont eu pour objet un veau en pleine croissance et une vache laitière qui avait été saillie.

Le veau, âgé de six mois, pesait 168 kil. Quelques jours avant de le mettre en expérience, on l'avait nourri avec du foin. Pendant le dosage, qui a duré deux jours, il a consommé 8^k,666 de fourrage.

Le veau a rendu, le 1^{er} jour, 9^k,77 d'excréments;
le 2^e jour, 9^k,27

19^k,04; desséchés, ils ont pesé 3^k,370.

Dans ces deux jours, on a recueilli 2^k,534 d'urine, qui ont donné un extrait pesant 190 grammes. Dans le même espace de temps, le veau a bu 26 litres d'eau.

L'analyse a indiqué dans 100 de :

Foin.....	cendres..	7,6
Excréments desséchés,	cendres..	12,7
Extrait d'urine.....	cendres..	40,0

La composition des cendres provenant du foin consommé et des produits fera connaître d'une manière approchée la quantité et la nature des substances inorganiques assimilées.

Composition des cendres.

	de foin.	d'excréments.	extrait d'urine.
Acide carbonique.....	9,0	2,0	17,3
— phosphorique...	5,3	5,1	0,2
— sulfurique.....	2,4	2,3	7,0
Chlore.....	2,3	1,9	9,9
Chaux.....	20,4	16,0	0,9
Magnésie.....	6,0	6,5	6,0
Potasse et soude.....	17,3	12,5	57,3
Oxyde de fer, alumine.	1,5	1,0	»
Silice.....	33,7	51,0	1,4
Perte.....	2,1	1,7	»
	100,0	100,0	100,0

PRODUITS RENDUS EN DEUX JOURS	MATIÈRES sèches.	CENDRES contenues.	ACIDE phosphor.	ACIDE sulfurique	CHLOR.	CHAUX.	MAGNÉSIE.	POTASSE et soude.	OXIDE de fer et alumine.	SILICE.
Excréments secs.....	gr. 3370	gr. 428	gr. 21,8	gr. 9,8	gr. 8,1	gr. 68,5	gr. 27,8	gr. 53,5	gr. 4,3	gr. 218,3
Extrait d'urine.....	190	76	0,2	5,3	7,5	0,7	4,8	43,5	»	1,1
Substances minérales rendues.	»	»	22,0	15,1	15,6	69,2	32,4	97,0	4,3	219,4
Foin consommé.....	8666	659	34,0	15,8	15,2	134,4	39,5	114,0	9,9	222,1
Substances minérales fixées en deux jours.....	»	»	12,9	0,7	»	65,2	7,1	17,0	5,6	2,7

Cette expérience indiquerait que le veau a fixé en vingt-quatre heures 6 grammes 1/2 d'acide phosphorique; et, en supposant que cet acide soit entré à l'état de phosphate des os, il a dû se combiner avec 7,8 gr. de chaux. Or, nous trouvons que la chaux assimilée dans l'organisme s'élève à 32,6 gr., c'est-à-dire à plus de quatre fois la quantité nécessaire pour constituer un sous-phosphate. Il est vrai que dans les os le phosphate est toujours réuni au carbonate, les os de bœuf, suivant Vauquelin et Fourcroy, contiennent même 10 de carbonate pour 38 de phosphate. Néanmoins, la chaux des aliments qui aurait été fixée, d'après l'expérience, est encore bien supérieure à ce qu'elle devrait être, si elle concourait uniquement à la formation du tissu osseux. Si cet excès est réel, si l'observation n'est pas affectée d'erreur, il devient vraisemblable que cette base entre dans la constitution des sels à acides organiques répartis dans l'économie animale.

Par une série de pesées, j'ai constaté que le veau, par l'effet de la nourriture au foin, augmentait chaque jour de 630 grammes. Dans ce poids entraient 55,6 gr. de substances minérales, parmi lesquelles le phosphate calcaire des os serait représenté par 14,3 grammes, ou à peu près par 3 pour 100 du poids vivant développé pendant vingt-quatre heures.

Dans l'expérience sur la vache laitière, je me suis borné à considérer l'acide phosphorique et la chaux pris et rendus. La vache mise en observation était âgée de quatre ans et pesait 660 kil.; elle portait