

l'espèce dont il s'agit, il faut d'abord exprimer en kilogramme de carbone, non-seulement l'amidon et la graisse contenus dans les pois, mais encore les principes azotés. 100 kilogr. de pois renferment en principes digestibles :

	kil.	équivalent à carbone	kil.
Substances azotées...	23,9		15,40 (1)
Matière grasse.....	2,0		2,00
Amidon.....	59,6		25,03
			42,43

Dans les 16 k. de foin, l'alim. combust. est exprimé par 3,59 de carb.
 Dans les 4 k. 80 de pois par 1,30
 Différence..... 2,29

Il faut donc ajouter à la ration de pois, pour la compléter, une matière ayant, comme aliment respiratoire, une valeur de 2,28 kil. de carbone. Si cette addition est faite avec des pois, par ce qui précède, il en faudra 5,37 kil., ce qui porterait la ration à 10,17 kil. On arrive ainsi à l'équivalent de 63,5, l'équivalent du foin de prairie étant 100 : ce nombre approche beaucoup de celui de 66 que Thaer avait déduit de la pratique. Petri, a donné 54, et Block 30. Mais il est à remarquer que l'observation conduira généralement à des équivalents d'autant

(1) Admettant, en moyenne, dans ces substances, pour 100, 52 de carbone et 4 d'hydrogène libre, c'est-à-dire 4 d'hydrogène que les 24 d'oxygène ne sauraient transformer en eau. On admet, en outre, que la valeur calorifique de l'hydrogène est trois fois celle du carbone, ce qui porte l'élément combustible des pois à 64 pour 100.

plus faibles que les pois seront entrés pour une moindre proportion dans la ration, parce que les autres aliments apporteront, dans la plupart des cas, un excès d'aliments respiratoires ; c'est, par exemple, ce qui arrivera toutes les fois que la nourriture auxiliaire sera de la paille, des balles de grains, ou des racines. L'analyse chimique indique, en quelque sorte, les limites extrêmes. Sans l'adjonction d'un autre aliment, l'équivalent des pois sera 64. Quand, au contraire, ils n'entreront que pour une fraction dans la nourriture, et qu'ils seront associés à des aliments riches en amidon, en sucre, en graisse, leur équivalent se rapprochera de 30, c'est-à-dire du nombre qui ressort du dosage de l'azote.

Je veux montrer, en prenant un exemple dans l'alimentation de l'homme, combien on est exposé à s'égarer quand on fait abstraction des éléments digestifs non azotés de la nourriture. On a singulièrement insisté, dans des discussions à l'occasion de la production animale en agriculture, sur l'énorme différence que présente la viande sur le pain, considérés l'un et l'autre comme aliment. En partant des proportions respectives d'azote, on a prétendu que la viande est quatre fois aussi nourrissante que le pain.

Examinons s'il en est ainsi.

On peut représenter la composition des matières digestives de ces deux aliments par :

L'équivalent des féveroles est 23; mais il y manque 37 de matière digestible non azotée; pour le compléter, la table indique qu'il faut y associer 82 de paille, pour avoir une ration nourrissante comme 100 de foin.

Je me suis borné à présenter les suppléments d'équivalents en paille, parce que c'est avec ce fourrage qu'on forme, le plus ordinairement, les rations mixtes données au bétail, aux chevaux; mais à l'aide du tableau de la constitution des substances alimentaires, il est facile de trouver quel doit être le poids du supplément, en faisant usage de tel ou tel autre aliment. En voici un exemple :

Un habile agronome du département de l'Hérault, M. Bouscarens, est parvenu à nourrir du bétail et des bêtes à laine, presque exclusivement avec du tourteau de lin dont il ne trouvait pas de débouché.

Les vaches, soumises à ce régime, donnent, en moyenne, 7 litres de lait par jour. La ration se compose de 7 kil. de tourteaux par tête, pris en trois repas. Dans l'intervalle, on donne à chaque vache 6 kil. de balles. Le tourteau brisé en morceaux est détrempé et pétri avec de l'eau, de manière à prendre la consistance de la pâte employée à faire le pain. Les vaches refusent quelquefois cette nourriture; alors il faut en former des boules de la grosseur du poing, et les leur enfoncer dans la bouche aussi avant que possible : cette opération, renouvelée deux ou trois fois, suffit ordinairement pour les mettre en goût (1).

(1) Ysabeau, *Journal d'Agriculture pratique*, t. IV, p. 205.

Admettons que chaque vache eût été convenablement nourrie avec 15 kilog. de foin :

	Albumine. kil.	Huile. kil.	Matière non azotée. kil.
Dans 7 kil. de tourteau, il y a :	2,29	0,42	2,32
6 de balles	0,31	0,08	3,14
	2,60	0,50	5,36
Dans 15 kil. de foin, il y a :	1,08	0,57	6,66

Il suffit de comparer la composition de ces deux rations pour voir que dans la première, une partie de de la matière azotée joue le rôle d'aliment combustible. En effet, si l'on exprime en carbone la valeur des rations, on a :

	Ration au tourteau. kil.	Ration de foin. kil.
Albumine.....	2,60 = carbone 1,66	1,08 = carbone 0,69
Matières grasses.....	0,50	0,57
Amidon ou analogues.	5,56	6,66
	4,41	4,06

Il résulte de cette comparaison que la ration de tourteau et de balles peut être substituée, avec quelque avantage, à 15 kilog. de foin; et c'est ce que l'expérience a confirmé.

J'ajouterai une dernière observation : c'est que les équivalents, déduits de l'azote, doivent être considérés comme entièrement satisfaisants, quand il s'agit d'aliments de même nature, aliments qu'on peut classer ainsi :

- 1° Foins et pailles;
- 2° Racines et tubercules;
- 3° Graines oléagineuses;

4° Graines de céréales et de légumineuses, tourteaux.

Dans la pratique, on a reconnu, par exemple, qu'il faut deux fois autant de betterave que de pomme de terre jaune pour rationner une vache; or, l'azote de la racine est à l'azote du tubercule comme 0,21 est à 0,40. L'avoine, l'orge, le seigle ont la même valeur nutritive; ils renferment aussi, à très-peu de chose près, les mêmes quantités d'azote.

Je ne dissimulerai pas tout ce qu'il y a d'imparfait dans les éléments de la table que je présente; mais il s'écoulera sans doute bien du temps encore, et il faudra des recherches nombreuses et délicates sur la constitution des substances alimentaires, avant qu'elle atteigne toute la perfection désirable. Il est d'autant plus à souhaiter que les travaux chimiques et physiologiques viennent éclairer la théorie de l'alimentation, que les observations faites directement sur les animaux sont sujettes à bien des causes d'erreurs, à bien des incertitudes; on peut en donner pour preuve la grande divergence des résultats obtenus cependant par de très-habiles praticiens: c'est que l'appréciation exacte de la limite passée laquelle une substance alimentaire cesse d'être nutritive, est fort difficile. Lorsqu'on ajoute à un ordinaire reconnu suffisant pour l'entretien d'un animal, une nouvelle dose d'aliment, l'effet de cette addition est à peine sensible, de sorte que dans les observations pratiques, on est exposé à évaluer défavorablement la faculté nutritive des aliments administrés en proportion trop

forte. Nous en avons eu la preuve dans une série d'expériences sur la nourriture des vaches laitières. A une vache recevant en topinambours et en fourrage sec l'équivalent de 15 kilog. de foin, on a donné en sus de cette nourriture 3 kilog. de tourteau de colza, de manière à doubler la ration. La vache n'a accepté que la moitié, 1^k,5 de tourteau; et malgré ce supplément, le produit en lait n'a pas été amélioré. Ainsi, d'après l'observation, le tourteau aurait un équivalent égal à 0, et cependant il est hors de doute que cet aliment est des plus substantiels.

Les grains durs et cornés que l'on donne aux chevaux et au bétail échappent souvent à la digestion; cette circonstance contribue à leur faire accorder une valeur nourrissante inférieure à celle qu'ils possèdent. Pour obvier à cet inconvénient, on égruge le grain; cette pratique est surtout suivie pour la vesce, les pois, les féveroles. Pour les céréales, il suffit de les détremper dans de l'eau chaude. L'avoine et l'orge sont peut-être les seuls grains pour lesquels cette opération ne soit pas indispensable. Des expériences faites avec soin, par ordre de la commission d'hygiène vétérinaire instituée par le ministre de la guerre, ont prouvé que la quantité d'avoine échappée à la digestion est tout à fait négligeable.

Les tubercules et les racines sont des aliments précieux pour les bêtes à cornes, ils suppléent à une partie du foin. D'après des expériences longtemps continuées à Bechelbronn, les chevaux s'accommodent aussi d'un semblable régime mixte, qui, par un emploi

bien entendu, amène quelquefois une grande économie dans l'entretien de ces animaux. Les racines se donnent après avoir été coupées. C'est un usage dont la bonté est sanctionnée par la pratique, que celui de mêler les tranches de racines avec de la paille hachée ou des balles de céréales. Il est toujours avantageux d'unir un aliment sec à un aliment très-aqueux dont les sucs tendent à s'échapper.

La betterave, les navets, les carottes, le rutabaga, les topinambours, sont toujours consommés crus. La pomme de terre est souvent donnée après avoir subi la cuisson. Cependant je puis affirmer que les ruminants se trouvent très-bien de l'usage des pommes de terre crues. A Bechelbronn, nos vaches ne les consomment jamais autrement ; on ne les fait cuire qu'alors qu'on les destine à la nourriture des chevaux et des porcs. La manière la plus convenable est de les cuire à la vapeur ; il n'est pas nécessaire de pousser la coction au point qu'elle doit atteindre lorsqu'il s'agit de l'alimentation de l'homme. Les pommes de terre cuites sont écrasées entre deux cylindres, ou simplement à la pelle, et mêlées à la paille hachée ; par la cuisson à la vapeur, elles ne perdent qu'une faible partie de leur poids, d'où il faut conclure que l'équivalent reste à peu près le même. Cependant il est possible que la matière amylicée s'assimile plus facilement, et que sous ce rapport les tubercules cuits soient plus nourrissants. Quelques éleveurs font cuire les pommes de terre au four ; cuites de cette façon, elles doivent être plus nutritives à poids égaux, par la

raison qu'elles renferment beaucoup moins d'eau, par suite de la dessiccation qu'elles éprouvent. Nul doute que ce mode de cuisson ne soit préférable lorsque l'on a en vue l'engraissement des porcs ou du bétail. La pomme de terre cuite au four ou rôtie peut certainement être amenée à un état tel qu'elle remplacerait avantageusement les grains et les farines dans l'alimentation des animaux. C'est un simple devis à faire sur les frais de cuisson.

C'est en pesant un animal que l'on peut déterminer l'influence favorable ou désavantageuse du régime alimentaire auquel il est soumis. Pour les animaux adultes accomplissant un travail régulier, comme les chevaux de labour, pour les vaches laitières, la ration doit être telle que le poids normal reste à peu près le même. Une nourriture insuffisante tend à diminuer l'embonpoint, la vigueur et la vivacité de l'animal ; les vaches rendront moins de lait. La ration demeurant la même, la perte de poids, l'amaigrissement, la diminution du lait, se manifesteront néanmoins si on augmente le travail, si on exige de la part de ces animaux une plus grande dépense de forces. Une condition indispensable dans les recherches sur l'alimentation est donc d'exiger des individus qui en sont le sujet, soit le repos absolu, soit un travail aussi égal que possible. Les jeunes animaux, en recevant une nourriture saine et suffisante, augmentent journellement d'une quantité que nous chercherons bientôt à évaluer ; le changement de nourriture apportera des variations notables dans leur accroissement si le régime

substitué est moins nutritif que celui qui le précédait; la balance indique ces variations.

Le bétail mis à l'engrais reçoit toujours de la nourriture en excès, c'est-à-dire un supplément à la ration d'entretien. L'augmentation de poids d'un animal est souvent assez considérable dans un court espace de temps pour être appréciée par des pesées même assez rapprochées; elle varie d'ailleurs aux différentes époques de l'alimentation. L'engraissement du bétail n'est pas une circonstance favorable pour évaluer la valeur nutritive des aliments; mais il est néanmoins utile, sous le point de vue pratique, de constater l'influence de la nourriture sur la production de la graisse. Un équivalent nutritif mal appliqué exercerait bientôt une action contraire à celle que l'on veut obtenir, l'animal resterait stationnaire en poids au lieu d'augmenter, si la ration n'était pas convenable.

Lorsqu'on a déterminé la quantité de fourrage qu'un animal doit recevoir en vingt-quatre heures pour être convenablement entretenu en force, ou pour permettre un rendement avantageux en lait, ou un accroissement favorable en chair ou en graisse, on le pèse et on introduit dans la ration, en totalité ou en partie, la nourriture qu'il s'agit d'essayer. Au bout d'un certain temps, on pèse de nouveau; le poids fait connaître si la valeur nutritive du fourrage substitué est supérieure, égale ou inférieure à celle de l'aliment remplacé. Telle est la méthode généralement suivie; mais en la pratiquant, j'ai remarqué

qu'elle est sujette à des causes d'erreurs assez graves que je me suis efforcé d'atténuer dans des expériences entreprises sur l'alimentation des chevaux, expériences que je crois devoir rapporter.

Dans un bon nombre des observations parvenues à ma connaissance, j'ai reconnu que la durée des différents régimes auxquels les animaux ont été soumis n'a certainement pas été suffisamment prolongée, de sorte qu'on a dû être conduit à attribuer les changements survenus dans le poids des animaux aux effets de la nourriture, lorsque les variations constatées peuvent n'être qu'un simple fait accidentel. On admet qu'un animal adulte, soumis à la ration d'entretien, revient tous les jours au poids qu'il avait la veille; mais cela n'est rigoureusement vrai qu'autant qu'on suppose une série de pesées continuées pendant un nombre de jours suffisant pour faire disparaître les irrégularités qui se présentent d'une pesée à l'autre. Pour reconnaître l'amplitude des variations qu'un animal éprouve dans son poids, alors même qu'il est nourri d'une manière uniforme, qu'il prend ses repas exactement aux mêmes heures, j'ai pesé pendant plusieurs jours un cheval et une jument soumis à un régime des plus réguliers et qui exécutaient un travail parfaitement réglé, puisqu'ils étaient attelés à un manège faisant mouvoir une machine d'épuisement. Les pesées ont été faites à midi, avant que les animaux aient été conduits à l'abreuvoir, quatre ou cinq heures après leur premier repas. Voici les résultats obtenus :

	PAIN.		VIANDE.	
	Carbone.	Azote.	Carbone.	Azote.
Gluten..	7,0	5,5	1,1	
Amidon..	55,5	24,9		
Graisse..	0,2	0,2		
		37,6		1,1
			chaire sèche	25,7

Sous le rapport de la substance azotée digestive, il est incontestable que 1 kil. de viande équivaut à 4 kil. de pain; mais il ne faudrait pas en conclure qu'un homme, suffisamment rationné avec 1 kil. de pain, vivrait en mangeant, par jour, 250 grammes de viande.

Un adulte, recevant une nourriture normale, émet en vingt-quatre heures, par l'effet de la respiration, une quantité d'acide carbonique renfermant environ 250 grammes de carbone. En consommant par jour 1 kil. de pain, l'individu prend 376 gr. de ce combustible : s'il consommait 250 gr. de viande, il en recevrait seulement 35 gr., bien que la proportion de matière azotée fût la même dans les deux cas; le carbone de la viande se trouverait donc dix fois plus petit de ce qui est nécessaire pour satisfaire à une seule des fonctions vitales, l'acte respiratoire; il est ainsi hors de doute qu'un homme ne pourrait pas subsister en ne prenant pour nourriture, par vingt-quatre heures, qu'un demi-kilogramme de viande de boucherie, si à cette viande on n'associait pas un aliment végétal.

Cette incertitude dans laquelle laisse la théorie, lorsqu'il s'agit de fixer l'équivalent d'un aliment, n'a rien de surprenant; la valeur alimentaire

varie nécessairement suivant les conditions dans lesquelles la nourriture est administrée; et on a constaté qu'il n'est pas indifférent de donner seul un aliment, ou de l'associer à tel ou tel autre. Ce que la science indique, c'est que, pour qu'une ration soit aussi équivalente que possible à une autre, il faut que dans les deux rations il y ait non-seulement les mêmes proportions de principes azotés, mais encore les mêmes proportions des principes analogues à l'amidon ou au sucre, et, de plus, la même proportion de matières grasses. En connaissant la constitution des substances alimentaires, on peut composer, avec des aliments d'ailleurs fort divers, des rations à peu près identiques, puisqu'elles renfermeront la même quantité et la même nature de matières digestibles.

Dans le but de faciliter la solution des questions relatives à la nourriture du bétail, j'ai rassemblé dans le tableau placé à la fin de ce chapitre, les données qu'il m'a été possible de recueillir sur la composition des substances végétales alimentaires. Ainsi, dans les premières colonnes de ce tableau, on trouve les proportions de ligneux non digestibles, de sels, d'albumine, de graisse et de matières digestibles non azotées, analogues à l'amidon, au sucre, à la pectine, etc. Viennent ensuite les équivalents nutritifs des aliments, rapportés à 100 kil. de foin de prairie, équivalents déduits de la proportion d'azote; puis, dans les colonnes suivantes, on a indiqué la matière nutritive non azotée qui

manque, ou bien celle qui est en excès dans ces mêmes équivalents.

J'ai montré précédemment, en prenant les pois pour exemple, comment il faut procéder pour calculer un *équivalent absolu*; Je n'ai pas cru devoir destiner une colonne à ce genre d'équivalent dont les éléments se trouvent dans la table. Ainsi, on voit que l'équivalent nutritif de l'orge d'hiver, d'après la proportion d'azote, est 54; or, si, dans 54 kil. d'orge, il y a l'albumine de 100 kil. de foin, il s'en faut de beaucoup que cette céréale contienne la dose de matière digestible non azotée des mêmes 100 kil. de foin, il convient donc d'augmenter l'équivalent de manière à y introduire ce qui manquait en matière digestible. Le calcul indique qu'on satisfait à cette condition, en ajoutant 13 kil. d'orge. Il en résulte que l'équivalent absolu de cette céréale devient 67, c'est-à-dire qu'il faut 67 kil. d'orge pour remplacer 100 kil. de foin, quand la substitution doit être faite entièrement avec de l'orge. Dans la réalité, les équivalents absolus sont plus nutritifs que les 100 kil. de foin auxquels on les substitue; la raison en est simple : dans le supplément ajouté pour remplacer la matière digestible non azotée, qui fait défaut, il y a nécessairement de l'albumine, de la légumine, etc.; l'équivalent absolu contient donc, en définitive, plus de principes azotés, plus de viande que n'en renferment 100 kil. de foin. Ainsi, dans 64 kil. de pois, il entre 15,3 kil. de légumine, c'est-à-dire le double de la substance azotée, de la viande contenue

dans 100 kil. de foin. Aussi, dans la pratique, où l'on s'est aperçu, depuis longtemps de la forte valeur nutritive des légumineux, on les donne à dose modérée, et presque toujours associés à des aliments pauvres en principes azotés, comme les pailles ou les balles de céréales, les racines et les tubercules. Rien de plus rationnel que cette association, puisqu'il s'agit d'introduire dans la ration les matières nutritives non azotées, dont elle manque; c'est pour faciliter la correction que doivent subir les équivalents, déduits de la proportion d'azote, que j'ai mis dans une colonne du tableau la quantité de paille qu'il faut ajouter, pour obtenir un équivalent qui, sous le rapport de sa constitution chimique, se rapproche autant que possible de 100 kilogr. de foin.

Dans les pailles de céréales de différentes natures, il y a environ 45 pour 100 de substances susceptibles d'être digérées, y compris l'albumine. Il est à peine nécessaire d'expliquer l'usage des nombres qui expriment les quantités complémentaires de paille. L'équivalent déduit de l'azote de l'avoine est 61; mais il manque, aux 61 kil. d'avoine, 7 kil. de matière digestible non azotée, d'amidon, par exemple, pour qu'ils aient la même valeur nutritive que 100 kil. de foin. On lit dans la table qu'en associant à ces 61 kil. d'avoine, 15 kil. de paille hachée, on leur communique 7 kil. de matière digestible non azotée; en d'autres termes, on a ainsi une ration mixte, dont la valeur nourrissante représente celle de 100 kil. de foin.