

Utilisation de la paille dans l'alimentation des bovins

par R. DACCORD et F. JANS, Station fédérale de recherches sur la production animale de Grangeneuve, CH-1725 Posieux

Introduction

La cellulose est le composé organique le plus abondant dans le monde. Grâce aux micro-organismes de son rumen, le ruminant valorise une partie de cette cellulose, principalement dans les fourrages verts et conservés, très rarement dans les pailles, puisque celles-ci sont en général utilisées comme litière ou sont enfouies et même brûlées. Il aura fallu la pénurie de fourrage engendrée par la sécheresse de l'été 1976 pour que les pailles prennent de l'importance comme fourrage de remplacement.

En 1974, la production de paille dans notre pays a été évaluée à plus de 600.000 t (SECRÉTARIAT DES PAYSANS SUISSES, 1975). Par unité de surface, cette paille a produit autant d'énergie brute que les grains. De cette importante quantité d'énergie, seule une faible part peut être utilisée par le ruminant, à cause de la dégradation très incomplète des glucides membranaires par les micro-organismes du rumen.

Les glucides membranaires sont composés de trois types de polysaccharides de structure: la cellulose, l'hémicellulose et les substances pectiques. Les microfibrilles de la cellulose sont tenues ensemble par l'hémicellulose et les substances pectiques et elles sont renforcées par la lignine pour former de longues fibres, donnant aux plantes une structure porteuse essentielle pour leur développement. En plus de son incrustation physique, la lignine forme un complexe chimique avec les polysaccharides de structure, constituant ainsi une barrière freinant l'hydrolyse des glucides végétaux.

Du point de vue nutritionnel, la matière organique de la paille se compose de deux fractions principales:

- une partie potentiellement digestible, composée par les polysaccharides de structure, qui est rendue plus ou moins indigestible par la présence de lignine;
- une partie indigestible, représentée essentiellement par la lignine.

L'importance réciproque et absolue de ces deux fractions influence d'une manière déterminante la valeur nutritive (estimation d'une production animale par unité d'aliment ingéré), et la valeur alimentaire (estimation d'une production animale à la suite de l'ingestion maximale d'un fourrage).

Caractéristiques chimiques et nutritives des pailles

Les pailles sont riches en matière cellulosique et pauvres en minéraux; leur teneur en matière azotée est trop faible pour assurer une activité normale des micro-organismes du rumen, ce qui limite leur digestion et leur ingestion (tableau 1). La conséquence de cette composition chimique est une digestibilité de la matière organique qui ne dépasse pas 50%; il en découle une valeur nutritive et un niveau de consommation faibles (tableau 2).

Tableau 1. Caractéristiques chimiques de quelques pailles (d'après Andrieu *et al.*, 1976; DLG, 1968 et 1973; Wirz, 1977).

Pailles	Matière sèche %	g/100 g MS *		g/1000 g MS *	
		Matière azotée	Cellulose brute	Ca	P
Avoine	85-90	3	43-45	3,8-4,1	1,2-1,4
Blé	85-90	3	43-45	2,5-3,1	0,7-0,9
Orge	85-90	3-5	43-45	4,0-4,8	0,7-0,9
Seigle	85-90	3	47-49	2,5-2,9	0,9-1,1

* MS = matière sèche

Tableau 2. Caractéristiques nutritives de quelques pailles (d'après Andrieu *et al.*, 1976; DLG, 1968 et 1973; Wirz, 1977).

Pailles	Matière sèche en %	Digestibilité de la matière organique ca %	UA ¹ /kg MS ²	Quantités ingérées kg MS ² /100 kg de poids vif
Avoine	85-90	49-50	0,21-0,25	max. 1,5-1,7
Blé	85-90	42-45	0,14-0,18	max. 1,3-1,5
Orge	85-90	44-48	0,19-0,22	max. 1,3-1,5
Seigle	85-90	42-45	0,16-0,22	max. 1,3

¹ UA = unité amidon

² MS = matière sèche

Les principales causes de variation des caractéristiques chimiques et nutritives des pailles sont les conditions de récolte et la variété; les variétés d'hiver sont généralement un peu moins digestibles que celles de printemps.

Dans un essai de digestibilité conduit à la Station fédérale de recherches de Grangeneuve sur des moutons, les coefficients de digestibilité de la matière organique de la paille d'avoine, de blé et d'orge furent semblables à ceux de la paille d'avoine rapportés dans le tableau 2. Dans cet essai, la paille de blé se révéla qualitativement légèrement supérieure aux pailles d'avoine et d'orge.

Utilisation des pailles comme fourrages

Pour compenser une récolte déficitaire en fourrages grossiers, les pailles de céréales doivent être employées dans certains cas comme substituts du foin. Leur faible valeur nutritive et leur très basse ingestibilité limitent leur utilisation à celle d'aliments de structure: leur but n'est pas d'apporter de l'énergie, mais d'éviter les troubles digestifs et métaboliques liés au taux élevé dans la ration d'aliments concentrés nécessaires pour compenser un manque important de fourrages grossiers de bonne qualité. Seules les pailles d'avoine, de blé et d'orge devraient être employées comme aliment de structure, tandis que la paille de seigle devrait être réservée pour la litière à cause de sa faible ingestibilité.

Lorsque la paille doit être utilisée chez des bovins se trouvant dans un stade de forte production, comme la vache laitière en début de lactation, la grande part que prennent les aliments concentrés dans la ration impose une série de mesures à prendre:

- *prévoir une période de transition*; les risques d'accidents sanitaires sont élevés lors du passage brusque d'un régime à base de fourrages grossiers à un régime riche en céréales; l'augmentation maximale de la quantité distribuée d'aliment concentré est de l'ordre de 1 kg tous les 3 jours;
- *étaler la distribution des céréales*; pour régulariser les fermentations dans le rumen, il est indispensable d'augmenter le nombre de repas à au moins quatre répartis dans la journée;
- *améliorer la structure des céréales*; la forme grossièrement broyée ou aplatie est physiologiquement plus favorable que la forme moulue et agglomérée; elle a l'avantage d'être aussi plus économique;
- *distribuer à volonté la paille*, longue ou hachée, qui doit être disponible en tout temps.

Si les précautions ci-dessus sont prises, les risques d'ordre digestif (météorisation, indigestion) et métabolique (acidose) sont peu élevés lorsque la proportion d'aliment concentré ne dépasse pas 60 à 70 % de la matière sèche de la ration.

Au fur et à mesure que la quantité de céréales augmente dans la ration, on ne peut éviter une déviation fermentaire dans le rumen; celle-ci va favoriser la production d'acide propionique, encourageant la formation de lipides corporels, aux dépens de la production d'acide acétique, principal précurseur des lipides du lait. Le taux butyreux aura donc tendance à diminuer, et une fois passé le som-

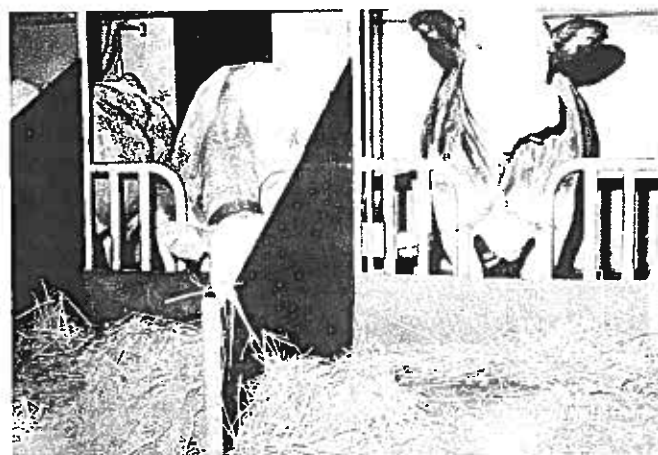


Fig. 1. Vue partielle de l'essai sur vaches laitières recevant une ration composée de paille à volonté, de foin en quantité restreinte (4 kg par jour) et d'aliment concentré selon les performances.

met de la lactation, les vaches seront prédisposées plus tôt à synthétiser des réserves de graisse.

Lorsque la paille est utilisée comme substitut de foin dans une ration dont la densité énergétique n'est pas élevée, comme dans la phase intermédiaire de l'élevage des bovins (environ 300 à 450 kg), il faut veiller à ce que l'apport d'azote soit suffisant pour permettre une activité normale des micro-organismes du rumen. La teneur en matière azotée ne doit pas être inférieure à environ 6 % dans la matière sèche. Le complément azoté peut être composé suivant les cas par des tourteaux, des conserves d'herbe ou de l'urée. Cette dernière n'est utilisée que si elle est apportée de façon fractionnée dans la journée et associée à un aliment riche en glucides solubles (céréales, mélasse).

Même correctement complétées en azote, en sels minéraux et en vitamines et offertes à volonté, les pailles de céréales n'arrivent pas à couvrir à elles seules les besoins énergétiques d'entretien des bovins. Si l'on veut utiliser leur important potentiel d'énergie, il est nécessaire d'améliorer sensiblement leur valeur alimentaire par des traitements technologiques.

Traitement des pailles

Parmi les nombreux traitements étudiés, un des plus efficaces est le traitement par l'hydroxyde de soude qui attaque la lignine, favorisant la dégradation des glucides membranaires par les micro-organismes du rumen. Mis au point déjà au début du siècle en Allemagne, le traitement par lavage dans un bain de soude a été remplacé par un traitement par pulvérisation; ce dernier évite une manipulation difficile, un emploi de grandes quantités d'eau et une perte importante de composés solubles.

Le traitement par pulvérisation allié à une mise en agglomérés paraît être actuellement la méthode la plus efficace pour améliorer la valeur alimentaire des pailles. La forte augmentation de la pression et de la température lors du

passage dans la presse a pour conséquence un temps de réaction très court de la soude avec la paille. Une neutralisation de la soude n'est pas effectuée, le sodium en excès étant facilement éliminé par les reins, pour autant que les animaux aient de l'eau à disposition. Enrichies à environ 8 % de matière azotée par de l'urée ou des tourteaux et complétées en minéraux et en vitamines, ces pailles traitées ont une digestibilité de la matière organique dépassant 60 % et une valeur énergétique voisine de 0,40 UA/kg MS (unité amidon par kg de matière sèche). Leur niveau de consommation est augmenté jusqu'à 30 % par rapport aux pailles non traitées. Des essais ont été faits pour remplacer la soude par de l'ammoniaque; cette base plus faible semble moins efficace dans l'attaque de la lignine, mais offre l'avantage de pouvoir être utilisée comme source d'azote non protéique.

Le traitement par pulvérisation suivi de la mise en agglomérés est en mesure d'augmenter sensiblement la valeur alimentaire des pailles parce qu'il a une action sur la vitesse et l'ampleur de dégradation des glucides membranaires, en disloquant l'incrustation de lignine, et sur la vitesse de transit dans le rumen, en réduisant la longueur des particules de paille.

Essai d'utilisation de la paille avec des vaches laitières

La pénurie de fourrages grossiers qui s'annonçait en été 1976 incita la Station de recherches de Grangeneuve à conduire un essai pilote de courte durée pour recueillir des informations sur le rationnement de la vache laitière lorsque la paille doit remplacer en partie le foin faisant défaut.

Dispositif expérimental

69 vaches de race tachetée rouge du Simmental et de race brune furent réparties en 3 groupes homogènes, soumis à 3 traitements qui devaient représenter diverses solutions pratiques pour faire face à la pénurie de foin (tableau 3). 30 vaches étaient en première lactation, 18 en deuxième et 21 en troisième et suivantes. Comme les mise-bas sont réparties durant toute l'année, quelques vaches vèlèrent pendant l'essai.

Tableau 3. Plan expérimental

Traitements	A	B	C
Nombre de vaches	23	23	23
Paille, kg/j/vache	1	à volonté	—
Foin, kg/j/vache	4	4	8
Durée	période 1, jours	28	28
	période 2, jours	35	35

L'essai fut divisé en 2 périodes expérimentales; pendant la première période, d'une durée de 28 jours, le foin était de qualité moyenne et pendant la deuxième période de 35 jours, il était de bonne qualité. La paille était une paille de blé, récoltée dans de bonnes conditions. Chaque ration était complétée par un mélange de sels minéraux et de vitamines et par un aliment d'équilibre, afin d'obtenir un potentiel de production uniforme de 8 kg de lait. Pour une production laitière supérieure au potentiel de la ration, un aliment standard pour vache laitière était distribué dans la proportion de 0,5 kg par kg de lait. Le foin et la paille étaient présentés non coupés et les aliments concentrés en agglomérés; la distribution de ceux-ci était faite en portions de 2 à 3 kg données en 3 à 4 repas par jour. La composition chimique et la valeur nutritive de chaque aliment sont rapportées dans le tableau 4.

La consommation d'aliments et la production laitière furent déterminées chaque jour. La teneur du lait en matière azotée et en matière grasse fut analysée chaque semaine. Les animaux furent pesés en début et fin d'essai.

Déroulement de l'essai

Pendant la phase d'adaptation aux rations expérimentales, 4 vaches ne supportèrent pas l'augmentation rapide de la qualité d'aliment concentré présenté en 2 portions par jour et refusèrent d'en ingérer pendant 2 à 3 jours. Après avoir étalé la distribution d'aliment concentré sur 4 repas par jour, les dérangements digestifs cessèrent. L'essai proprement dit se déroula sans problème particulier.

Tableau 4. Composition chimique et valeurs nutritives des aliments expérimentaux

Aliments	Matière sèche %	g/100 g MS ¹		g/1000 g MS ¹			UA ² /kg MS ¹
		Matière azotée	Cellulose brute	Ca	P	Mg	
Foin (période 1)	87,7	9,6	32,9	5,6	3,1	1,6	0,38
Foin (période 2)	88,1	14,5	25,6	6,0	3,7	1,8	0,46
Paille de blé	89,8	3,5	46,3	3,3	1,0	0,6	0,20
Aliment d'équilibre							
Traitement A	87,6	16,0	5,8	11,1	7,0	1,9	0,75
B	89,6	16,0	5,3	10,5	7,5	1,8	0,76
C	89,7	13,8	5,0	9,4	7,8	1,6	0,75
Aliment vaches laitières	89,6	17,0	6,0	10,4	4,6	1,6	0,75

¹ MS = matière sèche

² UA = unité amidon

Résultats

Les vaches consommèrent complètement les quantités élevées d'aliment concentré distribuées, à l'exception des vaches fraîchement vélées (7 animaux), qui refusèrent 1 à 2 kg d'aliment pendant la première phase de la lactation, indépendamment du traitement. La quantité maximale d'aliment concentré ingérée par jour fut de 15 kg; la production laitière journalière s'élevait alors à 28 kg. Dans le traitement B qui prévoyait une distribution de paille à volonté, le niveau de consommation de la paille resta très bas, ne dépassant pas 2 kg par jour. Il ne fut influencé ni par la qualité du foin, ni par la quantité d'aliment concentré dans la ration. Les quantités d'aliments ingérées sont rapportées dans le tableau 5.

Tableau 5. Consommation moyenne des aliments expérimentaux

Aliments kg MS ¹ /jour	Classes de production laitière, kg/jour			
	<10	10-15	15-20	>20
Traitement A²:				
paille	0,9	0,9	0,9	0,7
foin	3,5	3,5	3,5	3,5
aliment concentré	5,1	6,9	8,8	10,6
matière sèche totale	9,5	11,3	13,2	14,8
Traitement B³:				
paille	2,0	2,0	1,8	1,9
foin	3,5	3,5	3,5	3,5
aliment concentré	4,7	6,8	8,3	9,4
matière sèche totale	10,2	12,3	13,6	14,8
Traitement C⁴:				
paille	—	—	—	—
foin	6,9	6,9	6,9	6,6
aliment concentré	2,8	4,7	6,9	9,1
matière sèche totale	9,7	11,6	13,8	15,7

¹ MS = matière sèche

² Traitement A: 1 kg paille + 4 kg foin + aliment concentré selon performances par jour et par vache.

³ Traitement B: paille à volonté + 4 kg foin + aliment concentré selon performances par jour et par vache.

⁴ Traitement C: 8 kg foin + aliment concentré selon performances par jour et par vache.

Les différents traitements n'eurent pas d'effet sur la quantité de lait produite. Celle-ci fut maintenue au même niveau que celui atteint avant l'essai avec une ration à base d'herbe. Par contre, les traitements influencèrent la qualité du lait, principalement le taux de matière grasse (tableau 6). La diminution du taux de matière grasse est sensible avec les traitements A et B, plus riches en aliments concentrés que le traitement C, et pour des productions laitières dépassant 15 kg par jour.

Ces résultats confirment le fait, maintenant bien établi, que des quantités élevées d'aliments concentrés provoquent une déviation de la fermentation dans le rumen, favorisant la production d'acide propionique aux dépens de celle d'acide acétique. L'essai montre que le taux de matière grasse du lait n'est pas étroitement lié à celui de la matière cellulosique de la ration. Ce dernier peut descendre au-dessous du seuil de 18 % sans que la vache à production laitière élevée ait des problèmes d'ordre digestif ou métabolique. Ce seuil de 18 % paraît d'ailleurs plus dogmatique que physiologique.

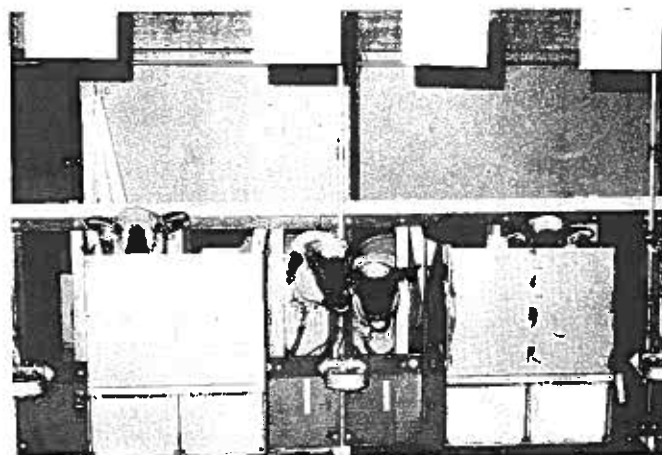


Fig. 2. Groupe de moutons soumis à l'essai d'ingestibilité de la paille d'avoine, de blé et d'orge.

Tableau 6. Taux de matière grasse du lait et de cellulose brute des rations expérimentales

Traitements	Paramètres	Classes de production laitière, kg/jour			
		<10	10-15	15-20	>20
Pré-expérimental *	MG lait ¹	4,4	4,0	3,7	3,6
	CB ration ²	22,9	22,8	22,7	22,6
A *	MG lait ¹	5,1	3,9	3,6	3,2
	CB ration ²	18,0	16,5	15,0	13,6
B *	MG lait ¹	4,3	3,8	3,5	3,2
	CB ration ²	22,1	19,4	17,6	16,0
C *	MG lait ¹	4,7	3,9	3,6	3,7
	CB ration ²	22,0	20,0	17,0	15,7

* Traitement pré-expérimental (31.5-8.8.1976): ration à base d'herbe
 Traitement A } voir explications tableau 5
 Traitement B }
 Traitement C }

¹ MG lait = matière grasse du lait, g/100 ml

² CB ration = cellulose brute de la ration, g/100 g matière sèche

Conclusions

A cause de leurs faibles ingestibilités et de leurs valeurs nutritives très basses, les pailles de céréales ne peuvent être considérées comme un substitut du foin. Elles ne sont qu'un aliment de structure, permettant d'utiliser des rations riches en céréales qui constituent souvent la source d'énergie la plus disponible pour pallier un déficit de fourrages grossiers de qualité. Ces rations n'ont d'intérêt que pour surmonter une période de pénurie de fourrages avec un cheptel de vaches de valeur et pour conserver un instrument de production qui est souvent le plus important de l'exploitation. Ce genre de rations permet d'éviter une sous-alimentation en énergie et en matière azotée de la vache laitière, sous-alimentation qui a des incidences négatives sur toute la lactation, celles-ci étant d'autant plus fortes que la période de carence a lieu au début de la lactation.

Les pailles de céréales peuvent être des sources d'énergie pour le ruminant à condition qu'elles soient soumises à un traitement chimique, associé à une complémentation azotée, minérale et vitaminique adéquate et à un passage dans une presse. Il serait intéressant d'étudier en Suisse la production de ce type d'aliment dont l'utilisation est déjà répandue dans certains pays (MUENCHOW *et al.*, 1976; REXEN, 1976).

Résumé

La pénurie de fourrages grossiers de qualité qui s'annonçait en été 1976 a obligé d'étudier à nouveau l'utilisation des pailles de céréales comme aliment de substitution au foin chez le ruminant, et principalement chez la vache laitière. A cause de leurs valeurs alimentaires très basses, les pailles ne peuvent être qu'un aliment de structure, rendant possible l'utilisation de rations riches en céréales qui permettent de maintenir en état un cheptel de vaches de qualité pendant la période de pénurie. Seul un traitement chimique et physique des pailles avec un supplément adéquat d'azote, de sels minéraux et de vitamines est capable d'élever leurs valeurs alimentaires au niveau de celles d'un foin moyen.

Un essai d'alimentation pilote conduit sur 69 vaches laitières à la Station fédérale de recherches sur la production animale de Grangeneuve a confirmé les possibilités d'utilisation de la paille comme aliment de structure; celui-ci permet de distribuer lorsque le foin manque, des rations riches en aliment concentré sans induire des troubles digestifs ou métaboliques, pour autant que certaines modalités d'alimentation soient respectées.

Riassunto

La penuria di foraggio grossolano di qualità che si annunciava nell'estate 1976 ha obbligato di studiare di nuovo l'utilizzazione delle paglie dei cereali quale alimento di sostituzione del fieno per i ruminanti e principalmente per le vacche lattifere. A causa del loro valore alimentare molto basso, le paglie non possono essere che un alimento di struttura, rendendo possibile l'utilizzazione di razioni ricche di cereali, che permettono di mantenere una mandra di qualità durante il periodo di penuria. Soltanto un trattamento chimico e fisico delle paglie con una supplementazione adeguata di azoto, di sali minerali e di vitamine rende possibile di aumentare il loro valore alimentare a un livello di un fieno di media qualità.

Un esperimento di afforaggiamento con 69 vacche lattifere eseguito alla Stazione federale delle ricerche sulla produzione animale di Grangeneuve ha confermato la possibilità dell'utilizzazione delle

paglie quale alimento di struttura. Queste permettono di somministrare razioni ricche di alimenti concentrati senza indurre dei disturbi digestivi se certe modalità d'alimentazione vengono rispettate.

Zusammenfassung

Der Rauhfuttermangel, der sich bereits im Sommer 1976 abzeichnete, warf einmal mehr die Frage des Einsatzes von Getreidestroh als Heuersatz in der Milchviehfütterung auf. Aufgrund seines tiefen Futterwertes ist Stroh vor allem als Strukturfutter zu sehen, das die Möglichkeit gibt, einen guten Milchviehbestand mit Hilfe getreide-reicher Rationen ohne Leistungseinbusse durch eine Rauhfuttermangelperiode zu bringen. Eine Erhöhung des Futterwertes von Getreidestroh ist nur durch chemische und physikalische Behandlung unter gleichzeitiger Ergänzung mit Stickstoff, Mineralstoffen und Vitaminen möglich. Behandeltes und ergänztes Stroh entspricht nährwertmässig etwa mittlerem Heu.

In einem an der FAG mit 69 Kühen durchgeführten Fütterungsversuch wurde bestätigt, dass es möglich ist, Stroh als Strukturfutter zu verwenden. Sofern gewisse Fütterungsmassnahmen beachtet werden, können bei Heumangel kraftfutterreiche Rationen verfüttert werden, ohne dass die Gefahr von Verdauungs- oder Stoffwechselstörungen besteht.

Bibliographie

- ANDRIEU J., BÉRANGER C., DEMARQUILLY C., DULPHY J.P., GEAY Y., HODEN A., JARRIGE R., JOURNET M., LIENARD G., PETIT M., RÉMOND B., THERIEZ M. et THIVEND P., 1976. Alimentation des ruminants en période de pénurie fourragère. *Bull. Techn. CRZV* Theix, INRA, (25) 65-89.
- DLG, 1968. *Futterwerttabelle für Wiederkäuer*. DLG-Verlag, Frankfurt, 123 p.
- DLG, 1973. *Futterwerttabellen, Mineralstoffgehalte in Futtermitteln*. DLG-Verlag, Frankfurt, 199 p.
- MUENCHOW H. et BERGNER H., 1976. Untersuchungen zur Charakterisierung von Strohpellets. 10. Mitteilung: Methodische Untersuchungen zur in vitro-Prüfung von Strohmaterialien. *Arch. Tierernährung*, 26 (4) 245-256.
- REXEN F., 1976. The effect on digestibility of a new technique for alkali treatment of straw. *Ani. Feed Sci. and Techn.* 1, 73-83.
- SECÉTARIAT DES PAYSANS SUISSES, 1975. *Statistiques et évaluations concernant l'agriculture et l'alimentation*. (52), Brugg, 187 p.
- WIRZ, 1977. *Landwirtschaftliches Handbüchlein*. Aarau, 200 p.