



Apports alimentaires recommandés et tables de la valeur nutritive des aliments pour porcs



Centrale des moyens d'enseignement agricole, Zollikofen

Auteurs	Peter Stoll Jürg Kessler Andreas Gutzwiller Giuseppe Bee Claude Chaubert Jean-Louis Gafner Annelies Bracher, 1740 Neyruz Martin Jost, 1725 Posieux Prof. Hans Peter Pfirter Prof. Caspar Wenk	<i>Agroscope Liebefeld-Posieux, Station fédérale de recherches en production animale et laitière (ALP) 1725 Posieux</i> <i>Institut für Nutztierwissenschaften, ETH Zürich, 8092 Zürich</i>
Photos	Olivier Bloch	Agroscope Liebefeld-Posieux
Traduction	Michel Dubois, Evelyne Fasnacht Madeleine Gasser	Agroscope Liebefeld-Posieux Publiscrib, 3960 Sierre
Impressum		
<i>Distribution</i>	Centrale des moyens d'enseignement agricole, Länggasse 79, 3052 Zollikofen, Téléphone: 031 910 50 60, Fax 031 910 50 70, E-mail: lmz@edition-lmz.ch , Internet: www.edition-lmz.ch	
<i>Editeur</i>	Agroscope Liebefeld-Posieux, Station fédérale de recherches en production animale et laitière (ALP), 1725 Posieux, Téléphone: 026 40 77 111, fax: 026 40 77 300, info@alp.admin.ch	
<i>Internet</i>	Les <i>Apports alimentaires recommandés et tables de la valeur nutritive des aliments pour porcs</i> sont également disponibles en version électronique. Abonnement sous: www.alp.admin.ch	
<i>Identification bibliographique</i>	Agroscope Liebefeld-Posieux, 2005: Apports alimentaires et tables de la valeur nutritive pour porcs. LmZ, Zollikofen, 256 p.	
<i>Impression</i>	Lang Druck AG, 3097 Liebefeld	
<i>Edition</i>	2 ^{ème} édition revue et complétée 2005	
<i>Droits</i>	© 2005. Tous droits réservés, en particulier concernant la reproduction tel que copier ou scanner ainsi que publier électroniquement, mécaniquement ou autrement, sans autorisation écrite préalable de l'éditeur LmZ, sont expressément interdits.	

Table des matières

Abréviations	9
Avant-propos	10
Mode d'emploi des «Apports alimentaires recommandés»	12
1. Détermination des besoins énergétiques	15
1.1 Porcelets	15
1.2 Porcs à l'engrais	17
1.3 Truies	22
1.3.1 Remontes femelles	25
1.3.2 Truies gravides	26
1.3.3 Truies allaitantes	28
1.4 Verrats	28
1.4.1 Remontes mâles	28
1.4.2 Verrats de monte	29
1.5 Bibliographie	29
2. Détermination des besoins en matière azotée et en acides aminés	31
2.1 Porcelets et porcs à l'engrais	31
2.2 Truies	33
2.2.1 Remontes femelles	33
2.2.2 Truies en gestation	33
2.2.3 Truies en lactation	35
2.3 Verrats	36
2.3.1 Remontes mâles	36
2.3.2 Verrats de monte	37
2.4 Bibliographie	37
3. Détermination des besoins en minéraux et en vitamines	39
3.1 Minéraux	39
3.1.1 Macro-éléments	39
3.1.2 Oligo-éléments	44
3.2 Vitamines	47

3.2.1	Vitamines liposolubles	49
3.2.2	Vitamines hydrosolubles	50
3.3	Bibliographie	53
4.	Apports recommandés en énergie, en matière azotée, en acides aminés et en macro-éléments	55
4.1	Porcelets et porcs à l'engrais	55
4.2	Truies	61
4.2.1	Remontes femelles	61
4.2.2	Truies gravides et truies allaitantes	63
4.3	Verrats	67
4.3.1	Remontes mâles	67
4.3.2	Verrats de monte	69
5.	Apports recommandés en oligo-éléments et en vitamines	71
5.1	Porcelets	72
5.2	Porcs à l'engrais	73
5.3	Truies	74
6.	Recommandations particulières	77
6.1	Eau	77
6.1.1	Besoins	77
6.1.2	Indications pratiques concernant l'apport d'eau	78
6.1.3	Troubles de l'équilibre hydrique	78
6.1.4	Qualité de l'eau	79
6.2	Alimentation des porcelets pendant les périodes critiques ..	80
6.2.1	Porcelets allaités	80
6.2.2	Porcelets sevrés	84
6.3	Mesures alimentaires spéciales pour les truies d'élevage ..	91
6.3.1	Une fécondité optimale	91
6.3.2	La stimulation des chaleurs	91
6.3.3	Prophylaxie du syndrome MMA	92
6.4	Qualité microbiologique des aliments	95
6.4.1	Les causes de l'altération par des microbes	95
6.4.2	Mesures pour éviter des teneurs en eau trop élevées	95
6.4.3	Microbes dans les aliments pour animaux	95

6.4.4	Les effets des aliments altérés sur les animaux	96
6.4.5	L'analyse microbiologique d'un aliment	96
6.4.6	Conseils pour une demande d'analyse	98
6.4.7	Interprétation des résultats d'analyse	99
6.5	Les mycotoxines	99
6.5.1	Eviter la multiplication des moisissures	100
6.5.2	Que faire en cas de suspicion d'une mycotoxicose ?	101
6.5.3	Que faire en cas de contamination par des mycotoxines ?	102
6.5.4	Possibilités et limites des analyses de mycotoxines	102
6.6	Bibliographie	103
7.	Affouragement et qualité de la carcasse	105
7.1	Affouragement et composition de la carcasse	105
7.1.1	Influence de la composition de la ration	105
7.1.2	Influence de l'intensité d'affouragement	106
7.1.3	Influence du sexe	106
7.2	Qualité de la viande	107
7.2.1	Affouragement et qualité de la viande	107
7.2.2	Management et qualité de la viande	107
7.3	Qualité de la graisse	108
7.4	Conclusions pour les engraisseurs	109
7.5	Bibliographie	110
8.	Modes de production, technique d'affouragement et planification des rations	111
8.1	Affouragement et écologie	111
8.1.1	Diminution des rejets azotés	111
8.1.2	Emissions d'odeurs	115
8.1.3	Phosphore et phytases	115
8.2	Modes de production alternatifs	117
8.2.1	Vue d'ensemble	117
8.2.2	Assurance qualité viande de porc	122
8.3	Technique d'affouragement	123
8.3.1	Nourrisseurs automatiques commandés par ordinateur pour porcelets sevrés	124
8.3.2	Automates à bouillie et distributeurs de bouillies par tuyaux pour porcelets et porcs à l'engrais	125

8.3.3	Systèmes d'alimentation pour truies	126
8.3.4	Remarques relatives à la distribution d'aliments liquides et à l'hygiène des aliments	127
8.4	Valorisation des sous-produits	131
8.4.1	Estimation de la valeur nutritive des sous-produits	132
8.4.2	Compléter correctement les sous-produits	133
8.4.3	Comparaison des prix	133
8.5	Restrictions d'emploi des aliments	134
8.5.1	Composants limitatifs	134
8.5.2	Restrictions d'emploi	135
8.6	Planification des rations	140
8.6.1	Porcelets	141
8.6.2	Porcs à l'engrais	142
8.6.3	Truies	148
8.7	Bibliographie	153
9.	Additifs et aliments médicamenteux	157
9.1	Bases légales pour l'utilisation des additifs	157
9.1.1	Le livre des aliments pour animaux	157
9.1.2	Additifs, prémélanges et aliments composés	158
9.2	Additifs homologués	160
9.3	Recommandation d'application pour les acides organiques ..	162
9.4	Action des enzymes	166
9.4.1	Lieux d'action des enzymes digestifs	166
9.4.2	Utilisation des enzymes	167
9.5	Exigences BIO	168
9.6	Aliments médicamenteux	169
9.6.1	Principes concernant l'antibiothérapie	170
9.6.2	Distribution de médicaments via l'aliment sec ou l'aliment liquide	170
9.6.3	Prescriptions légales	171
9.7	Bibliographie	174
10.	Valeur nutritive des aliments	175
10.1	Energie	175
10.1.1	Aliments simples	175
10.1.2	Aliments composés	176

10.2	Matière azotée et acides aminés	177
10.3	Minéraux	178
10.4	Bibliographie	179
11.	Tables de la valeur nutritive des aliments	181
11.1	Mode d'emploi des tables de la valeur nutritive	181
11.2	Aliments	182
11.2.1	Aliments riches en énergie	182
11.2.2	Aliments riches en matière grasse	196
11.2.3	Aliments riches en matière azotée	198
11.2.4	Aliments riches en cellulose brute	208
11.2.5	Autres aliments	212
11.3	Minéraux	216
11.3.1	Aliments riches en énergie	216
11.3.2	Aliments riches en matière grasse	221
11.3.3	Aliments riches en matière azotée	222
11.3.4	Aliments riches en cellulose brute	227
11.3.5	Autres aliments	229
11.4	Informations complémentaires	230
12.	Index des aliments	233
12.1	Index alphabétique en français	233
12.2	Index des aliments français – allemand	244

Abréviations

Ca	calcium	MADP	matière azotée digestible porc
CB	cellulose brute	Met	méthionine
CBD	cellulose brute digestible	Mg	magnésium
CE	cendres	MG	matière grasse (par les méthodes Soxhlet ou Berntrop)
CEDP	conversion de l'énergie digestible porc	MGD	matière grasse digestible
Cl	chlore	Mn	manganèse
Co	cobalt	Mo	molybdène
Cr	chrome	MS	matière sèche
Cu	cuivre	MUFA	acides gras mono-insaturés
Cys	cystine	Na	sodium
EDP	énergie digestible porc	NSP	Polysaccharides de type non amidon
EDP _{To}	énergie digestible porc pour toute la période d'engraissement	P	phosphore
EMP	énergie métabolisable porc	PDP	phosphore digestible porc
EMP _E	énergie métabolisable porc (entretien)	Phe	phénylalanine
ENA	extractif non azoté	PPE	place de porc à l'engrais
ENAD	extractif non azoté digestible	PT	pouvoir tampon
Fe	fer	PTR	place de truie de reproduction
GIM	graisse intra musculaire	PUFA	acides polyéniques (acides gras polyinsaturés)
GMQ	gain moyen quotidien	PV	poids vif
GQ	gain quotidien	PV _{FP}	poids vif à la fin de la période
GPP	gain de poids de la portée	RAPA	rapport animal-place
His	histidine	Se	sélénium
I	iode	Thr	thréonine
IC	indice de consommation	Trp	tryptophane
Ile	isoleucine	Tyr	tyrosine
IPM	indice PUFA - MUFA	Val	valine
K	potassium	Zn	zinc
Leu	leucine		
Lys	lysine		

Avant-propos

Nous avons le plaisir de vous présenter la deuxième édition des apports alimentaires recommandés et tables de la valeur nutritive des aliments pour porcs, plus couramment appelés *Livre jaune*. Par rapport à la précédente, cette nouvelle version a été totalement remaniée pour correspondre aux exigences actuelles en matière d'alimentation porcine.

Le nouveau *Livre jaune* est à la fois un manuel d'alimentation du porc et un ouvrage de référence pour des renseignements spécifiques aux différentes catégories de porcs. Il propose ainsi, de manière condensée, toutes les connaissances actuelles existantes en matière d'alimentation porcine.

La nouvelle version du *Livre jaune* comprend des nouveautés essentielles regroupées dans de nouveaux chapitres tels que:

- Qualité et besoins en eau
- Mycotoxines et autres contaminants naturels
- Systèmes de production
- Mise en valeur des sous-produits
- Limite d'utilisation des aliments

Par ailleurs, la plupart des chapitres existants ont été adaptés. La table des valeurs nutritives a été complétée par de nouveaux aliments. Les valeurs des aliments déjà répertoriés ont été adaptées aux nouvelles connaissances. Des acides aminés, nécessaires pour l'optimisation des rations, ont été rajoutés, de même que le nouvel indice PUFA-MUFA, abrégé IPM, permettant une meilleure maîtrise de la qualité de la graisse.

Le *Livre jaune* a également été remanié dans sa forme, puisque sa présentation est nouvelle. Par ailleurs, pour permettre l'utilisation en direct des valeurs et une actualisation plus rapide, il peut également être obtenu en version internet sous forme d'abonnement. Cette version sera actualisée régulièrement et mise à disposition des abonnés.

Les travaux de rédaction de cette nouvelle édition du *Livre jaune* ont montré à quel point il est important de pouvoir faire appel à des résultats de recherches réalisées dans les conditions suisses. En effet, ces travaux complétés avec des travaux de groupes étrangers permettent d'atteindre des standards élevés dans la production porcine.

Cette réédition est un ouvrage collectif coordonné par Jürg Kessler. Elle est le fruit de nombreuses années de travail des spécialistes en production porcine d'ALP qui jour après jour ont complété leurs connaissances pour mieux répondre aux attentes des utilisateurs. On la doit également aux remarques et aux conseils de nombreux techniciens de la production porcine et au service d'impression de la centrale des moyens d'enseignement. Que tous soient remerciés de leur engagement.

Posieux, mai 2005

Danielle Gagnaux

Mode d'emploi des «Apports alimentaires recommandés»

Jürg Kessler et Peter Stoll

Dans le cadre d'une production durable de viande de porc de qualité, l'alimentation occupe une place primordiale. C'est la raison pour laquelle, l'objectif recherché doit consister à couvrir les besoins des animaux de manière aussi précise que possible et à réduire les frais pour les aliments au strict minimum. Les présents «Apports alimentaires recommandés» doivent permettre d'y contribuer. *Ce faisant, les différentes recommandations en la matière ainsi que les indications sont fournies à titre indicatif. Elles peuvent varier en fonction de l'objectif de production, de la détention, du genre d'animal et d'autres paramètres. Il s'agit également de tenir absolument compte de ces facteurs si l'on compare les présentes données à des recommandations issues de l'étranger.*

Comme cela a été le cas jusqu'à présent, l'unité utilisée pour l'énergie demeure l'Energie Digestible Porc (EDP) exprimée en mégajoules (MJ). L'EDP présente l'avantage d'être simple à estimer et de se laisser évaluer de façon suffisamment précise. Raison pour laquelle de nombreuses données sont à disposition qui sont à même de faire directement le rapprochement entre les quantités d'aliments distribuées (quantités de nutriments) et les performances des animaux. Les recommandations qui en découlent sont ainsi proches de la pratique.

Pour des raisons de simplification, dans les chapitres 1 et 2, les bases des calculs des besoins ne sont pas entièrement précisées. Les détails concernant le mode des calculs peuvent être obtenus en tout temps auprès des auteurs.

Aujourd'hui, l'apport en minéraux chez le porc doit satisfaire à différentes exigences. Ainsi, il doit couvrir correctement les besoins de l'animal, respecter l'environnement et ne doit déboucher sur aucun enrichissement dans les tissus et les organes non souhaités par le consommateur. Les sources de minéraux naturelles non renouvelables doivent en outre être utilisées de manière responsable.

Les présentes recommandations en la matière ont pour but de satisfaire à ces exigences autant que possible. Dans ce sens, les présentes recommandations sont axées sur la couverture des besoins nutritionnels du porc. On a sciemment renoncé à y inclure de possibles effets spécifiques telle qu'une augmentation de la croissance lors d'un apport dépassant les besoins. Aussi bien en ce qui concerne les oligo-éléments que les vitamines, les apports sont dorénavant remis sous forme du supplément recommandé. Celui-ci correspond au complément nécessaire effectif et tient déjà compte des teneurs naturelles en oligo-éléments et en vitamines de la ration.

Les présentes recommandations doivent servir de base à une optimisation ciblée de la ration. C'est pourquoi, on a ajouté l'indice PUFA- MUFA (abrégié IPM) dans les tables de la valeur nutritive afin de compléter les recommandations existantes relatives à l'apport en énergie, en protéines, en minéraux et en vitamines. La prise en compte de cet indice minimise le risque de déductions pour la qualité de la graisse à l'abattoir. Une liste comportant les limitations d'utilisation pour les principaux aliments complète les différentes informations nécessaires à l'optimisation.

Cependant, une alimentation couronnée de succès ne se limite pas seulement à la distribution d'une ration optimale. D'autres points doivent être pris en considération. Ainsi, les aliments doivent être d'une qualité irréprochable du point de vue microbiologique. En outre, le porc doit disposer de suffisamment d'eau de bonne qualité. La technique d'affouragement revêt elle aussi une importance primordiale. Tous ces points sont traités dans des chapitres bien précis.

L'objectif des présentes recommandations est de fournir le bagage nécessaire à toutes les personnes intéressées au porc afin d'atteindre une alimentation optimale. Il va de soi que le présent ouvrage ne peut pas aborder toutes les questions et tous les problèmes. Les auteurs se tiennent cependant volontiers à disposition pour davantage d'informations.

1. Détermination des besoins énergétiques

Peter Stoll

Les besoins énergétiques sont généralement déterminés selon la méthode factorielle qui distingue entre besoins d'entretien et besoins de production. Les besoins d'entretien expriment la quantité d'énergie indispensable à l'organisme pour maintenir ses fonctions essentielles et une activité physique minimale. Les besoins de production représentent l'énergie nécessaire à la croissance du jeune porc, au développement des fœtus et des autres produits de la gestation de la femelle gravide et à la production laitière de la truie allaitante. Il faut par ailleurs tenir compte, de cas en cas, de l'énergie utilisée pour constituer des réserves corporelles (pendant la gestation, par exemple), déployer une activité supplémentaire ou supporter de basses températures (si détention en plein air, par exemple).

1.1 Porcelets

Les besoins d'entretien du porcelet sont estimés selon la formule

$$EMP_E \text{ (MJ/jour)} = 0.709 \times PV^{0.569} \quad (1)$$

(Halter 1984). On convertit l'énergie métabolisable (EMP) en EDP ou vice-versa, à l'aide du facteur 0.96 (ARC 1981; $EMP = EDP \times 0.96$).

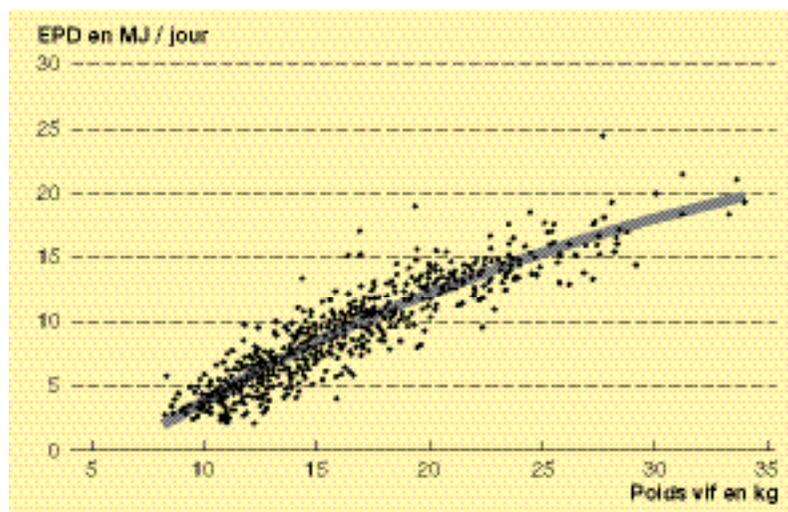
La croissance du jeune porc se caractérise surtout par le croît protéique et le croît lipidique. L'ingestion alimentaire, c'est-à-dire l'ingestion des nutriments via l'alimentation, et la composition nutritionnelle de la ration déterminent si le potentiel génétique disponible quant au croît protéique est exploitable. Le profil des acides aminés des protéines alimentaires et le rapport matière azotée/énergie jouent ici un rôle clé.

En général, les porcelets sont nourris à volonté, ce qui nous dispense de calculer des plans alimentaires à leur intention. S'ils sont en bonne santé et si leur alimentation correspond aux indications données dans les chapitres suivants, leur ingestion journalière d'énergie n'est guère influençable de manière significative, puisque le porcelet ingère, avec une concentration normale en énergie de la ration (> 13 MJ EDP par kg), jusqu'à satiété en énergie. La quantité journalière d'énergie ingérée peut être calculée à l'aide d'une régression (2) simpli-

fiée. Ces chiffres se réfèrent aux conditions présentes en cas d'alimentation sèche. En cas d'alimentation humide, on observe des ingestions d'énergie plus élevées (voir aussi chapitre 6.2).

$$\text{EDP (MJ/jour)} = -8.2206 + 135.57 \times \frac{\text{PV}}{100} - 143.62 \times \left(\frac{\text{PV}}{100}\right)^2$$
$$r^2 = 0.839 \quad (2)$$

Figure 1. Porcelets sevrés: ingestion d'énergie (EDP) estimée en fonction du poids vif.



Une fois déterminée l'ingestion d'énergie en fonction d'un certain poids vif, on peut estimer les gains quotidiens (GQ) correspondants à l'aide de la régression (3).

$$\text{GQ (g)} = -103.13 + 109.99 \times \frac{\text{PV}}{10} + 428.30 \times \frac{\text{EDP}}{10} - 83.52 \times \left(\frac{\text{EDP}}{10}\right)^2$$
$$r^2 = 0.811 \quad (3)$$

1.2 Porcs à l'engrais

Les lignées utilisées actuellement présentent un très haut potentiel génétique quant au croît protéique. Les femelles, qui ont moins tendance à engraisser que les castrats, pourraient donc être nourries à volonté. Mais dans la plupart des cas, on ne peut pas engraisser les animaux séparément, selon leur sexe. C'est pourquoi, l'alimentation des porcs à l'engrais est généralement rationnée. De ce fait, les performances des animaux varient énormément.

Ces variations relèvent non seulement de la quantité quotidienne d'aliment distribuée mais aussi de la composition de la ration, des pertes dues au gaspillage, de l'état de santé des animaux et du mode de détention.

La pression engendrée par la nécessité de simplifier, par exemple, d'utiliser un petit nombre d'aliments pour plusieurs catégories d'animaux ou groupes d'âge, aboutit – sur le terrain – à de fréquents compromis qui ne permettent pas une couverture optimale des besoins.

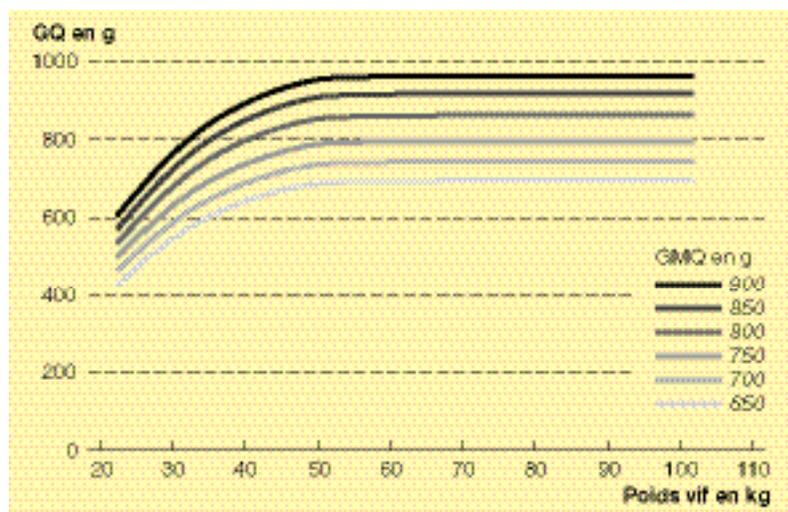
Figure 2. Les performances sont non seulement déterminées par la quantité quotidienne d'aliment, la composition de la ration et l'état de santé des animaux, mais également par le mode de détention.



Le rapport entre l'ingestion d'énergie et la croissance des animaux a été établi par le biais de plusieurs essais réalisés en conditions conventionnelles (détention en porcherie, sans parcours extérieur). La méthode factorielle (distinction entre besoins d'entretien et besoins de production) n'a pas été utilisée ici. En fait, cette différenciation ne revêt aucune importance pour l'engraisseur. On a donc directement adapté un modèle aux données des essais. La quantité d'énergie distribuée a été déterminée en fonction du poids vif et du gain moyen quotidien.

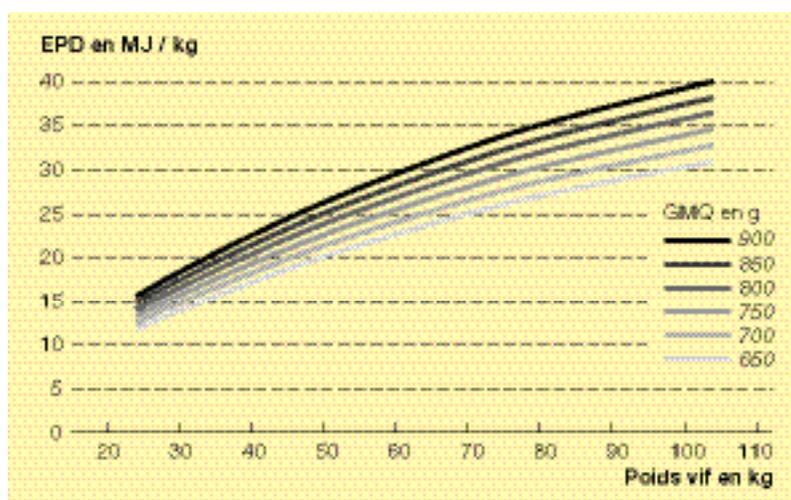
Les apports énergétiques recommandés selon le niveau des performances et le poids des animaux (figure 4) se fondent sur les courbes de croissance représentées dans la figure 3, qui permettent de minimaliser les quantités d'aliments nécessaires par kg de gain quotidien.

Figure 3. Porcs à l'engrais: courbes de croissance à différents niveaux de performances.



Les apports énergétiques recommandés en fonction des performances moyennes visées peuvent être estimés avec une précision suffisante à l'aide d'une régression linéaire multiple, pour des poids vifs de 24 à 102 kg.

Figure 4. Porcs à l'engrais: apports en EDP recommandés en fonction du poids vif, à différents niveaux de performances, selon figure 3, lors de détention en porcherie sans parcours.



La régression (4) établit le rapport entre l'EDP et le poids vif des animaux. Avec la régression (5), on évalue l'EDP en fonction du temps t (en jours). Les coefficients y relatifs sont indiqués dans le tableau 1 resp. dans le tableau 2.

$$\text{EDP (MJ/jour)} = b_0 + b_1 \times \left(\frac{\text{PV}}{100}\right) + b_2 \times \left(\frac{\text{PV}}{100}\right)^2 + b_3 \times \left(\frac{\text{PV}}{100}\right)^4 \quad (4)$$

$$\text{EDP (MJ/jour)} = c_0 + c_1 \times \left(\frac{t}{100}\right) + c_2 \times \left(\frac{t}{100}\right)^2 + c_3 \times \left(\frac{t}{100}\right)^4 \quad (5)$$

Tableau 1. Porcs à l'engrais: coefficients de régression (b_0 à b_3) pour l'estimation des besoins en énergie digestible porc (équation 4), pour différents gains moyens quotidiens, en fonction du poids vif (en kg), lors de détention en porcherie sans parcours.

GMQ en g	b_0	b_1	b_2	b_3
650	-0.37	65.23	-42.89	9.43
700	-0.26	66.11	-43.32	10.05
750	-0.20	67.83	-43.94	10.54
800	-0.17	69.91	-44.30	10.65
850	-0.20	72.42	-44.57	10.33
900	-0.30	75.26	-44.67	9.38

Exemple de calcul: apports recommandés en EDP pour un porc à l'engrais de 40 kg de poids vif et un gain moyen quotidien de 750 g, détenu en porcherie sans parcours.

$$\begin{aligned}
 \text{EDP} &= -0.20 + 67.83 \times \left(\frac{40}{100}\right) - 43.94 \times \left(\frac{40}{100}\right)^2 + 10.54 \times \left(\frac{40}{100}\right)^4 \\
 &= 20.17 \text{ MJ/jour}
 \end{aligned}$$

Il est plus difficile de déterminer les apports énergétiques recommandés pour les animaux disposant d'un parcours. Les données relatives à leurs performances varient d'autant plus qu'elles sont influencées par d'autres facteurs tels que l'activité physique (topographie, culture pastorale), les températures extérieures hors zone neutre, la situation quant aux parasites, etc. Nous nous en tenons donc aux normes définies pour les animaux détenus dans des porcheries sans parcours, que nous majorons généralement de 5% (Stoll 2000). Cette majoration peut atteindre 10 à 15% dans certains cas particuliers (importante activité de fouissage sur cultures sarclées, par exemple, ou conditions atmosphériques extrêmes) (Stoll 1992, 1995, 1996).

Tableau 2. Porcs à l'engrais: coefficients de régression (c_0 à c_3) pour l'estimation des besoins en énergie digestible porc (équation 5), pour différents gains moyens quotidiens, en fonction du temps t , lors de détention en porcherie sans parcours.

GMQ en g	c_0	c_1	c_2	c_3
650	12.34	25.27	- 8.81	0.74
700	12.62	27.64	- 10.18	1.26
750	13.05	30.43	- 11.43	1.77
800	13.52	33.74	- 12.76	2.22
850	14.04	37.48	- 14.01	2.15
900	14.58	41.71	- 15.31	1.06

Exemple de calcul: apports recommandés en EDP pour un porc à l'engrais dont le gain moyen quotidien est de 750 g au 30^e jour (détention en porcherie, sans parcours).

$$\begin{aligned}
 \text{EDP} &= 13.05 + 30.43 \times \left(\frac{30}{100}\right) - 11.43 \times \left(\frac{30}{100}\right)^2 + 1.77 \times \left(\frac{30}{100}\right)^4 \\
 &= 21.16 \text{ MJ/jour}
 \end{aligned}$$

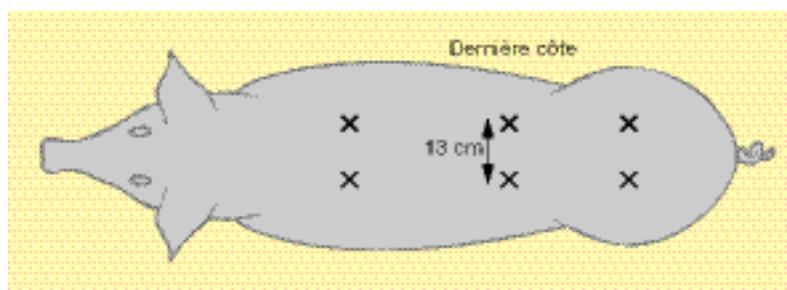
1.3 Truies

Les truies sont nourries de manière très différente. Même dans la littérature, les apports alimentaires recommandés sont très variables. Ces variations sont imputables à la taille des animaux et aux systèmes de détention (activité physique), voire à d'autres modes d'appréciation de l'énergie.

Les apports recommandés doivent toujours être considérés comme des indicateurs à remettre en question de façon critique, à vérifier et à adapter de cas en cas. Comme partout, «l'œil de l'éleveur» joue ici aussi un rôle essentiel. Le paramètre standard est la truie. L'objectif est de nourrir la truie en fonction de son état corporel qui doit être optimal lors de la mise bas. On peut apprécier l'état corporel à l'aide d'une échographie du site P2, qui détermine l'épaisseur du lard dorsal, et de la régression (6), ou au coup d'œil (Close et Cole 2001). Le site P2 se trouve à 6,5 cm de chaque côté de l'épine dorsale, à la hauteur de la dernière côte (figure 5).

$$\text{Classe d'état corporel} = \frac{(P2 + 0.7)}{5.8} \quad (6)$$

Figure 5: Site de mesure de l'épaisseur du lard dorsal P2 (Dourmad et al. 2001).



L'appréciation visuelle s'appuie sur les critères décrits dans le tableau 3. On attribue la classe appropriée et on détermine la stratégie alimentaire adéquate en fonction de l'appréciation. Une stratégie alimentaire individualisée permet

d'obtenir un état corporel équilibré (il faut viser les classes 3 et 4, figure 6). Tout régime individualisé se fonde sur l'appréciation de l'état corporel après le sevrage ou avant la première saillie. La correction alimentaire est effectuée selon le classement.

Chaque classe supérieure ou inférieure au niveau souhaité (classes 3 et 4) appelle une correction alimentaire de 5% durant la première phase de la gestation (jour 1 – 84; début de gestation) et une correction alimentaire de 10% pendant la deuxième phase de la gestation (jour 85 – 114; fin de gestation). Si l'on attribue la classe 1 à une truie, après le sevrage, sa ration alimentaire devra être majorée de 10% (différence de 2 classes; $2 \times 5\% = 10\%$).

La truie devrait si possible atteindre la classe souhaitée au cours de la première phase de la gestation. Pour contrôle, on procède à une nouvelle appréciation des animaux, 3 à 4 semaines après la correction alimentaire. Le cas échéant, on rectifie à nouveau la quantité d'aliment.

Si on attribue, par exemple, la classe 6 à une truie en fin de gestation, sa ration doit être réduite de 20% (la classe 6 est deux classes au-dessus de 4; donc $2 \times 10\% = 20\%$ de réduction en fin de gestation).

Figure 6: Classification de l'état corporel des truies (Dourmad et al. 2001).

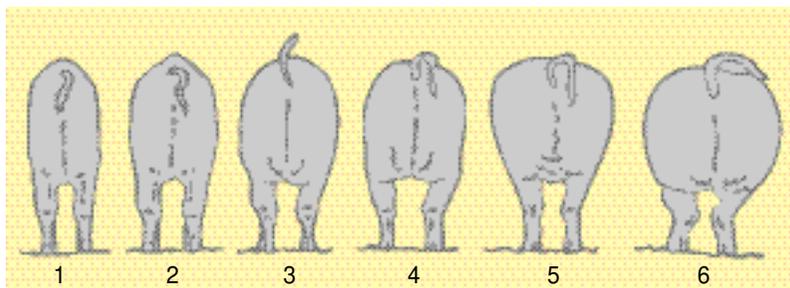


Tableau 3. Schéma d'évaluation servant à déterminer l'état corporel (Bilkei et Bolcskei 1993).

Bassin	Reins	Dos	Côtes	Classe
Os du bassin saillants Tissus creux autour de l'attache de la queue	Flancs creux	Vertèbres dorsales saillantes tout le long du dos	Toutes les côtes sont visibles	1
Os du bassin légèrement couverts Tissus légèrement creux autour de l'attache de la queue	Flancs creux	Certaines vertèbres dorsales saillantes	Côtes légèrement couvertes	2
Os du bassin non visibles	Vertèbres lombaires non visibles	Vertèbres dorsales seulement visibles au garrot	Côtes invisibles mais perceptibles	3
Os du bassin seulement perceptibles sur forte pression des doigts	Flancs pleins	Vertèbres dorsales seulement perceptibles sur forte pression des doigts	Côtes invisibles et difficilement perceptibles	4
Os du bassin imperceptibles Attache de la queue noyée dans les tissus gras	Vertèbres lombaires imperceptibles Flancs pleins	Vertèbres dorsales imperceptibles	Côtes imperceptibles	5
Os du bassin imperceptibles Plis graisseux autour de l'attache de la queue et de la vulve	Reins recouverts de graisse	Vertèbres dorsales imperceptibles	Côtes imperceptibles	6

L'appréciation de l'apport énergétique nécessaire aux truies gravides et allaitantes se fonde essentiellement sur des travaux français. Lorsque l'on compare les divers apports recommandés, il importe de tenir compte du fait qu'en Suisse, nous appliquons un système d'appréciation de l'énergie établi à partir d'essais relatifs à la digestion des porcs d'engraissement. La truie adulte métabolise notamment beaucoup mieux les rations riches en cellulose brute que les porcs à l'engrais. Le rapport entre EDP-élevage et EDP-engraissement peut être déterminé à l'aide de la régression suivante (Le Goff et Noblet 2001):

$$\text{EDP-élevage (MJ/kg)} = 1.014 \times \text{EDP-engraissement (MJ/kg)} + 0.0066 \times \text{CB (g/kg)} \quad (7)$$

Lorsque les rations ordinaires des truies gravides contiennent beaucoup de cellulose brute, la différence va de 0.5 à 1.0 MJ EDP par kg d'aliment.

Les bases de calcul suivantes impliquent des conditions habituelles (activité physique «ordinaire» des animaux et températures ambiantes normales). Les besoins énergétiques augmentent lorsque les animaux déploient davantage d'activité physique ou lorsque la température baisse.

1.3.1 Remontes femelles

Les cochettes sont l'avenir des éleveurs. Celui qui veut des animaux d'une bonne longévité, capables d'utiliser entièrement leur potentiel, doit accorder une attention particulière à leur état corporel avant la première saillie. Les remontes doivent disposer de réserves corporelles suffisantes pour être à même de supporter une éventuelle baisse de l'ingestion alimentaire, pendant la lactation, ou des conditions environnementales difficiles (Cole et Close 2001; Dourmad et al. 1994). Comme pour d'autres paramètres, il existe un optimum, ici aussi. Les truies dont les réserves adipeuses sont trop importantes avant la première saillie, ont notamment tendance à produire de plus petites portées (Klindt et al. 2001). Pendant la lactation, l'indice de consommation baisse et la dégradation des graisses corporelles qui en résulte augmente.

Dans la fourchette de 24 à 95 kg de poids vif, les besoins énergétiques des femelles divergent de ceux des porcs à l'engrais. On admet un gain moyen quotidien de 750 g.

Dès 95 kg de poids vif et jusqu'à la saillie, on vise un gain quotidien réduit. Pendant cette phase, l'apport énergétique est de 30 MJ EDP/ jour.

Objectifs pour la première saillie:

- âge: 220 – 230 jours
- poids: 120 – 140 kg
- épaisseur lard dorsal (P2): 18 – 20 mm
- classe d'état corporel 3 ou 4
- 2^e ou 3^e chaleurs

1.3.2 Truies gravides

Les besoins énergétiques des truies gravides se composent des besoins d'entretien et des besoins de production (Dourmad et al. 1997; Dourmad et al. 2001; Noblet et al. 1997). Les besoins de production englobent les besoins pour les produits de la gestation, les besoins pour la constitution des dépôts adipeux et les besoins pour la croissance (cochettes).

Les remontes grandissent encore pendant la gestation. Elles prennent au moins 50 kg de poids vif, dont 30 kg pour leur croissance et 20 kg pour les produits de la gestation. A partir de 200 kg de poids vif, on vise encore un gain de 35 kg (y compris la perte de poids moyenne, de 15 kg, pendant la lactation).

Le poids des truies fluctue selon le rythme du stade de gestation ou du stade de lactation. Des fluctuations excessives de poids engendrent des problèmes lors de la mise bas et pendant l'allaitement qui suit, ainsi que durant le cycle de gestation suivant (Dourmad et al. 2001; Hugues 1993; Koketsu et al. 1996; Noblet et al. 1997).

Une stratégie alimentaire adaptée de manière individuelle permet d'obtenir un état corporel équilibré (classes 3 et 4). L'objectif est une épaisseur du lard dorsal (P2) de 22 mm à la mise bas.

En cas de détention usuelle en porcherie, le modèle français peut être déterminé comme suit (dg = début de gestation; fg = fin de gestation; $PV_1 = PV/100$; n = nombre de porcelets):

- pour les primipares:

$$\text{EDP MJ/jour (dg)} = 10.8 + 13.86 \times PV_1 - 2.54 \times PV_1^2 + 0.50 \times PV_1^3 + 0.020 \times n + 0.0048 \times n^2 \quad (8)$$

$$\text{EDP MJ/jour (fg)} = 15.8 + 12.96 \times PV_1 - 2.33 \times PV_1^2 + 0.49 \times PV_1^3 + 0.076 \times n + 0.0261 \times n^2 \quad (9)$$

- pour les multipares:

$$\text{EDP MJ/jour (dg)} = 58.2 - 53.56 \times PV_1 + 31.32 \times PV_1^2 - 5.48 \times PV_1^3 + 0.021 \times n + 0.0045 \times n^2 \quad (10)$$

$$\text{EDP MJ/jour (fg)} = 73.7 - 69.10 \times PV_1 + 38.74 \times PV_1^2 - 6.73 \times PV_1^3 + 0.077 \times n + 0.0255 \times n^2 \quad (11)$$

Il faut encore procéder aux rectifications nécessaires en cas d'activité accrue et lors de basses températures ambiantes. L'estimation de ces corrections n'est pas simple car de nombreux facteurs doivent être pris en compte (durée des sorties en parcours, genre d'activité, isolation du sol, vitesse du vent, litière, état corporel et intensité d'affouragement).

Dans les cas extrêmes, la correction peut aller jusqu'à 20 – 30%. Mais en général, elle se situe plutôt dans une fourchette de 5 – 10%.

1.3.3 Truies allaitantes

Les besoins énergétiques des truies allaitantes sont également calculés de manière factorielle (besoins d'entretien et besoins de production laitière). Ils peuvent être déterminés comme suit (Noblet et al. 1990):

$$\text{EDP MJ/jour} = 0.48 \times \text{PV}^{0.75} + 29.8 \times \text{GPP} - 0.55 \times n \quad (12)$$

PV étant le poids de la truie après la mise bas, GPP le gain de poids de la portée par jour (kg/jour) et n le nombre de porcelets. Pour une portée de 10 porcelets, le gain de poids de la portée correspond à env. 1.5 à 2.0 kg/jour, pour une durée d'allaitement de 35 jours et un poids au sevrage de 7.8 kg par porcelet.

Exemple de calcul: $\frac{10 \times (7.8 - 1.2)}{35} = 1.89 \text{ kg/jour.}$

Pour les truies comprises dans la fourchette de poids de 150 à 200 kg, on peut simplifier la formule:

$$\text{EDP MJ/jour} = 6.2 + 9.6 \times \frac{\text{PV}}{100} + 29.8 \times \text{GPP} - 0.55 \times n \quad (13)$$

Pendant la lactation, la plupart des truies ne peuvent pas couvrir totalement leurs besoins énergétiques par le biais de l'ingéré. Elles perdent donc du poids, non seulement du fait de la mobilisation de leurs dépôts adipeux, mais également en raison de la dégradation de leur musculature (protéines corporelles).

La perte de poids liée à la lactation ne devrait pas excéder 15 à 20 kg, afin de ne pas trop altérer l'état général des animaux.

1.4 Verrats

1.4.1 Remontes mâles

Les besoins énergétiques des remontes mâles se trouvant dans la fourchette de 24 à 95 kg de poids vif se fondent sur les principes établis pour les porcs à l'engrais (chapitre 1.2). On admet un gain moyen de 850 g. A intensité d'affouragement égale, les verrats en croissance présentent un croît protéique supé-

rieur et un croît lipidique inférieur, par rapport aux croûts des animaux d'engraisement. L'apport énergétique recommandé pour les verrats en croissance est donc inférieur – de 5% – à celui qui a été déterminé pour les porcs à l'engrais (activité accrue prise en compte).

Dans la fourchette de poids de 95 à 115 kg, on admet une diminution du gain quotidien. L'apport énergétique journalier est de 28.5 MJ, soit 5% de moins que pour les remontes femelles.

1.4.2 Verrats de monte Les besoins énergétiques des verrats de monte (dès 115 kg de poids vif) se fondent sur des données anglaises (Close et Cole 2001) et se calculent en fonction des besoins d'entretien et de production. Ce modèle peut être déterminé comme suit :

$$\text{EDP MJ/jour} = 21.2 + 8.4 \times \frac{\text{PV}}{100} - 0.74 \times \left(\frac{\text{PV}}{100}\right)^2 \quad (14)$$

1.5 Bibliographie

ARC, 1981. The nutrient requirements of pigs. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Slough. 370 p.

Bilkei G., Bolcskei A., 1993. Die Auswirkung der Fütterung im letzten Trächtigkeitsmonat auf die perinatalen Parameter bei verschiedener Körperkondition und Parität der Muttersau. Tierärztliche Umschau. 48, 629 – 635.

Close W. H., Cole D.J.A., 2001. Nutrition of sows and boars. Nottingham University Press. 377 p.

Cole D.J.A., Close W. H., 2001. Investition in die Zukunft: Investition in Jungsau. animal talk. 8,1 – 2.

Dourmad J. Y., Etienne M., Noblet J., Causeur, D., 1997. Prédiction de la composition chimique des truies reproductrices à partir du poids vif et de l'épaisseur du lard dorsal. 29^{èmes} Journées Rech. Porcine en France. 255 – 262.

Dourmad J. Y., Etienne M., Prunier A., Noblet J., 1994. The effect of energy and protein intake of sows on their longevity. Livest. Prod. Sci. 40, 87 – 97.

Dourmad J. Y., Etienne M., Noblet J., 2001. Measuring backfat depth in sows to optimize feeding strategy. *Productions Animales.* 14, 41 – 50.

Halter H.M., 1984. Der Einfluss verschieden hoher Energie- und Proteinzufuhr auf den Energie- und Stoffumsatz bei Ferkeln. Diss. ETH Nr. 7669, 114 S.

Hughes P. E., 1993. The effects of food level during lactation and early gestation on the reproductive performance of mature sows. *Anim. Prod.* 57, 437 – 445.

Klindt J., Yen J. T., Christenson R.K., 2001. Level of dietary energy during prepubertal growth and reproductive development of gilts. *J. Anim. Sci.* 79, 2513 – 2523.

Koketsu Y., Dial G. D., Pettigrew J. E., King V. L., 1996. Feed intake pattern during lactation and subsequent reproductive performance of sows. *J. Anim. Sci.* 74, 2875 – 2884.

Le Goff G., Noblet J., 2001. Utilisation digestive comparée de l'énergie des aliments chez le porc en croissance et la truie adulte. 33^{èmes} Journées Rech. Porcine en France. 211 – 220.

Noblet J., Dourmad J. Y., Etienne M., 1990. Energy utilization in pregnant and lactating sows – modeling of energy requirements. *J. Anim. Sci.* 68, 562 – 572.

Noblet J., Dourmad J.Y., Etienne M., Le Dividich J., 1997. Energy metabolism in pregnant sows and newborn pigs. *J. Anim. Sci.*, 75, 2708 – 2714.

Stoll P., 1992. Vergleich unterschiedlicher Mastformen bei Schweinen; Teil 1: Weideverhalten, Mast- und Schlachtleistungen. *Landw. Schweiz.* 5 (10), 523 – 527.

Stoll P., 1995. Schweinemast mit Weidegang hat ihren Preis. *Agrarforschung.* 2 (10), 449 – 452.

Stoll P., 1996. Fütterungsaspekte in der Schweinemast. *Agrarforschung.* 3 (9), 455 – 458.

Stoll P., 2000. Auslauf von Mastschweinen – zusätzlicher Energieaufwand. Tagung vom 18. 5. 2000 des Institutes für Nutztierwissenschaften der ETH Zürich; Schriftenreihe aus dem Institut für Nutztierwissenschaften. Band 20, 169 – 171.

2. Détermination des besoins en matière azotée et en acides aminés

Peter Stoll

Les besoins en matière azotée sont en fait des besoins en acides aminés. Parmi ceux-ci, on distingue entre acides aminés essentiels et acides aminés non essentiels. L'organisme animal ne peut pas synthétiser les acides aminés essentiels qu'il doit donc trouver dans son alimentation. Par contre, il synthétise les acides aminés non essentiels à partir d'autres acides aminés. Il a donc aussi besoin d'acides aminés non essentiels. Ces besoins non spécifiques sont compris dans les besoins en matière azotée.

Les apports recommandés en acides aminés et en matière azotée ont été fixés en fonction des besoins en énergie. Par conséquent, les recommandations sont indiquées en g par MJ EDP. Les calculs ont été effectués pour la lysine ou la lysine digestible au niveau idéal, étant donné que la lysine est le premier acide aminé limitant. Les autres acides aminés essentiels peuvent être déterminés avec grande précision en fonction de l'apport en lysine. Ces relations sont utilisées aussi bien pour les calculs avec des acides aminés bruts que pour les acides aminés digestibles au niveau idéal.

2.1 Porcelets et porcs à l'engrais

Les éléments qui nous ont permis de définir les besoins en matière azotée et en acides aminés se fondent largement sur les résultats des recherches hollandaises (CVB 1996). Nous avons également utilisé nos propres données ainsi que celles du NRC (1998). Le modèle hollandais très complet comprend des situations et des niveaux de productivité très différents. Les présentes recommandations sont conçues de manière à satisfaire aux besoins en acides aminés des animaux produisant beaucoup de viande. Dans le cas des digestibilités des acides aminés, il s'agit des digestibilités iléales apparentes.

Pour estimer les apports recommandés en matière azotée et en lysine, on utilise les régressions suivantes (résultats en g/MJ EDP):

$$\text{MA (porc 8 – 110 kg)} = 13.321 - 3.416 \times \left(\frac{\text{PV}}{100}\right) \quad (15)$$

$$\text{Lys (porcelet 8 – 25 kg)} = 0.877 + 0.252 \times \left(\frac{\text{PV}}{100}\right) - 1.448 \times \left(\frac{\text{PV}}{100}\right)^2 \quad (16)$$

$$\text{Lys (engraissement 25 – 110 kg)} = 1.067 - 0.991 \times \left(\frac{PV}{100}\right) + 0.477 \times \left(\frac{PV}{100}\right)^2 \quad (17)$$

$$\text{LysD (porcelet 8 – 25 kg)} = 0.733 + 0.149 \times \left(\frac{PV}{100}\right) - 1.181 \times \left(\frac{PV}{100}\right)^2 \quad (18)$$

$$\text{LysD (engraissement 25 – 110 kg)} = 0.895 - 0.913 \times \left(\frac{PV}{100}\right) + 0.491 \times \left(\frac{PV}{100}\right)^2 - 0.045 \times \left(\frac{PV}{100}\right)^3 \quad (19)$$

Les apports recommandés pour les autres acides aminés sont exprimés en fonction de la lysine, selon le tableau 4.

Tableau 4. Porcelets et porcs à l'engrais: apports recommandés en acides aminés essentiels, en fonction de l'apport en lysine (Composition de la protéine idéale).

Acides aminés	%
Lysine	100
Méthionine	32
Méthionine et cystine	64
Thréonine	68
Tryptophane	20
Isoleucine	62
Leucine	100
Phénylalanine	60
Phénylalanine et tyrosine	96
Valine	70
Arginine (essentielle pour les jeunes)	40
Histidine (essentielle pour les jeunes)	32

2.2 Truies

2.2.1 Remontes femelles

Les besoins en matière azotée et en acides aminés des remontes femelles, dans la tranche de poids vif de 24 à 95 kg, sont dérivés des besoins du porc à l'engrais (chapitre 2.1). De 95 à 115 kg, on cherche à réduire le gain quotidien à environ 480 g. A partir de 115 kg, les remontes femelles sont alimentées comme les remontes femelles en gestation.

2.2.2 Truies en gestation

Les bases de calcul pour les besoins en matière azotée et acides aminés reposent sur le modèle de «croissance» français appliqué pour l'apport en énergie (chapitre 1.3) et sur des données anglaises pour ce qui est des acides aminés (Close and Cole 2001).

Ce modèle peut être décrit avec les régressions suivantes (les résultats ont pour unité g/jour; dg = début de gestation; fg = fin de gestation; $PV_1 = PV/100$; n = nombre de porcelets):

Pour les primipares:

$$MA (dg) = 75.7 + 30.24 \times PV_1 - 11.55 \times PV_1^2 + 3.18 \times PV_1^3 + 0.051 \times n + 0.1810 \times n^2 \quad (20)$$

$$MA (fg) = 80.1 + 28.72 \times PV_1 - 11.16 \times PV_1^2 + 3.17 \times PV_1^3 + 0.056 \times n + 0.1867 \times n^2 \quad (21)$$

$$Lys (dg) = 8.2 + 2.07 \times PV_1 - 1.13 \times PV_1^2 + 0.34 \times PV_1^3 + 0.006 \times n + 0.0204 \times n^2 \quad (22)$$

$$Lys (fg) = 8.4 + 1.99 \times PV_1 - 1.11 \times PV_1^2 + 0.33 \times PV_1^3 + 0.006 \times n + 0.0206 \times n^2 \quad (23)$$

$$\text{LysD (dg)} = 7.4 + 1.86 \times \text{PV}_1 - 1.02 \times \text{PV}_1^2 + 0.30 \times \text{PV}_1^3 + 0.005 \times n + 0.0184 \times n^2 \quad (24)$$

$$\text{LysD (fg)} = 7.6 + 1.79 \times \text{PV}_1 - 1.00 \times \text{PV}_1^2 + 0.30 \times \text{PV}_1^3 + 0.005 \times n + 0.0186 \times n^2 \quad (25)$$

Pour les multipares:

$$\text{MA (dg)} = 545.8 - 638.35 \times \text{PV}_1 + 324.22 \times \text{PV}_1^2 - 56.05 \times \text{PV}_1^3 + 0.068 \times n + 0.1796 \times n^2 \quad (26)$$

$$\text{MA (fg)} = 569.1 - 666.10 \times \text{PV}_1 + 337.44 \times \text{PV}_1^2 - 58.27 \times \text{PV}_1^3 + 0.072 \times n + 0.1852 \times n^2 \quad (27)$$

$$\text{Lys (dg)} = 61.1 - 73.09 \times \text{PV}_1 + 36.62 \times \text{PV}_1^2 - 6.32 \times \text{PV}_1^3 + 0.008 \times n + 0.0202 \times n^2 \quad (28)$$

$$\text{Lys (fg)} = 62.3 - 74.64 \times \text{PV}_1 + 37.35 \times \text{PV}_1^2 - 6.45 \times \text{PV}_1^3 + 0.008 \times n + 0.0205 \times n^2 \quad (29)$$

$$\text{LysD (dg)} = 55.1 - 65.94 \times \text{PV}_1 + 33.03 \times \text{PV}_1^2 - 5.70 \times \text{PV}_1^3 + 0.007 \times n + 0.0183 \times n^2 \quad (30)$$

$$\text{LysD (fg)} = 56.2 - 67.33 \times \text{PV}_1 + 33.69 \times \text{PV}_1^2 - 5.81 \times \text{PV}_1^3 + 0.007 \times n + 0.0185 \times n^2 \quad (31)$$

Les apports recommandés pour les autres acides aminés essentiels sont fixés en fonction de l'apport en lysine (tableau 5). Ceci est valable aussi bien pour les besoins bruts en acides aminés que pour les acides aminés digestibles.

Tableau 5. Truies en gestation : apports recommandés en acides aminés essentiels en fonction de l'apport en lysine (composition de la protéine idéale).

Acides aminés	%
Lysine	100
Méthionine	28
Méthionine et cystine	55
Thréonine	70
Tryptophane	20
Isoleucine	70
Leucine	100
Phénylalanine	55
Phénylalanine et tyrosine	100
Valine	79
Histidine	34

2.2.3 Truies en lactation

Le calcul des besoins en acides aminés repose sur les données de Close and Cole (2001). Les besoins en lysine sont définis de la façon suivante (unité g / jour; GPP = gain de poids quotidien de la portée en kg):

$$\text{Lys} = \frac{0.036 \times \text{PV}^{0.75}}{0.9} + 23.6 \times \text{GPP} + 0.1 \quad (32)$$

$$\text{LysD} = 0.036 \times \text{PV}^{0.75} + 21.26 \times \text{GPP} + 0.04 \quad (33)$$

Les apports recommandés pour les autres acides aminés essentiels sont exprimés en fonction de l'apport en lysine (tableau 6).

Tableau 6. Truies en lactation: apports recommandés en acides aminés essentiels en fonction de l'apport en lysine (composition de la protéine idéale).

Acides aminés	%
Lysine	100
Méthionine	26
Méthionine et cystine	51
Thréonine	61
Tryptophane	19
Isoleucine	61
Leucine	112
Phénylalanine	56
Phénylalanine et tyrosine	111
Valine	70
Histidine	35

2.3 Verrats

2.3.1 Remontes mâles Les apports en matière azotée et en acides aminés des remontes mâles entre 24 et 95 kg de poids vif correspondent largement à ceux des animaux à l'engrais (chapitre 4.1). En raison du croît protéique plus élevé chez le verrat en croissance, les besoins en matière azotée et en acides aminés sont majorés de 5%.

De 95 à 115 kg, on se base sur un gain quotidien réduit. Comme pour les cochettes, les recommandations pour l'approvisionnement en matière azotée et en acides aminés des remontes mâles sont dérivées de celles pour les truies en gestation, moyennant, comme indiqué précédemment, un supplément de 5%.

2.3.2 Verrats de monte A partir d'un poids vif de 115 kg, l'approvisionnement en matière azotée et en acides aminés des verrats de monte peut être considéré comme équivalent à celui des truies en gestation.

2.4 Bibliographie

Close W. H., Cole D.J.A., 2001. Nutrition of sows and boars. Nottingham University Press. 377 p.

CVB, 1996. Amino-zurenbehoefte van biggen en vleesvarkens. Documentatie-rapport nr. 14, 63 S.

NRC, 1998. Nutrient requirements of swine. National Academy Press, Washington, D.C., 189 p.

3. Détermination des besoins en minéraux et en vitamines

Jürg Kessler

3.1 Minéraux

Le terme de minéraux désigne les résidus issus de la calcination de matières d'origine animale ou végétale (cendres). Selon leur teneur moyenne dans l'organisme de l'animal, on distingue les macro-éléments (plus de 50 mg/kg de poids corporel) et les oligo-éléments (généralement moins de 50 mg/kg de poids corporel). Plus de vingt macro-éléments et oligo-éléments sont vitaux pour le porc. On considère qu'un minéral est vital lorsque son appauvrissement (déplétion) dans l'organisme induit des troubles métaboliques qui ne peuvent être évités ou supprimés que par un apport complémentaire de cet élément.

Les présentes recommandations concernent uniquement les macro-éléments et les oligo-éléments pour lesquels – en l'état actuel de nos connaissances – la couverture des besoins physiologique n'est pas toujours assurée via la ration, en modes usuels de détention et d'affouragement.

3.1.1 Macro-éléments Les apports en macro-éléments recommandés au chapitre 4 se fondent sur les besoins nets ou bruts estimés à l'aide de la méthode factorielle et/ou des essais d'alimentation (méthode empirique).

Les besoins nets du porc en macro-éléments se répartissent en besoins d'entretien et en besoins de production. Les besoins nets d'entretien comprennent les pertes endogènes, dites inévitables, par les fèces, l'urine et la peau. Ces pertes se composent de macro-éléments qui, même avec une alimentation dépourvue de minéraux, sont éliminés par l'organisme et ne peuvent plus être utilisés. Il s'agit, entre autres, des macro-éléments rejetés par le biais des sucs gastriques et intestinaux, des pertes par desquamation ou par sudation. Les besoins nets de production correspondent aux macro-éléments contenus dans le croît (croissance, gestation) et excrétés par le lait.

Mais, seule une proportion variable – selon l'animal et selon la source – de macro-éléments ingérés avec la ration n'est absorbée et utilisée dans le métabolisme intermédiaire (c.-à-d. est disponible pour les processus métaboliques ultérieurs; figure 7).

Les besoins bruts, soit la quantité de macro-éléments à distribuer au porc pour qu'il puisse couvrir ses besoins, se calculent donc à l'aide des besoins nets et du coefficient d'utilisation, selon la formule suivante (Kirchgessner 1997):

$$B = \frac{N_E + N_P}{U} \times 100 \quad (34)$$

- B besoins bruts en macro-éléments
- N_E besoins nets d'entretien
- N_P besoins nets de production
- U coefficient d'utilisation en %

Selon la GfE (2001), on peut subdiviser le coefficient d'utilisation en disponibilité gastrointestinale, en absorbabilité et en utilisation intermédiaire (figure 7).

Les apports ou les suppléments recommandés en macro-éléments et en oligo-éléments dans les différents tableaux se basent sur un coefficient d'utilisation moyen.

Figure 7. Présentation schématique de l'utilisation des minéraux.

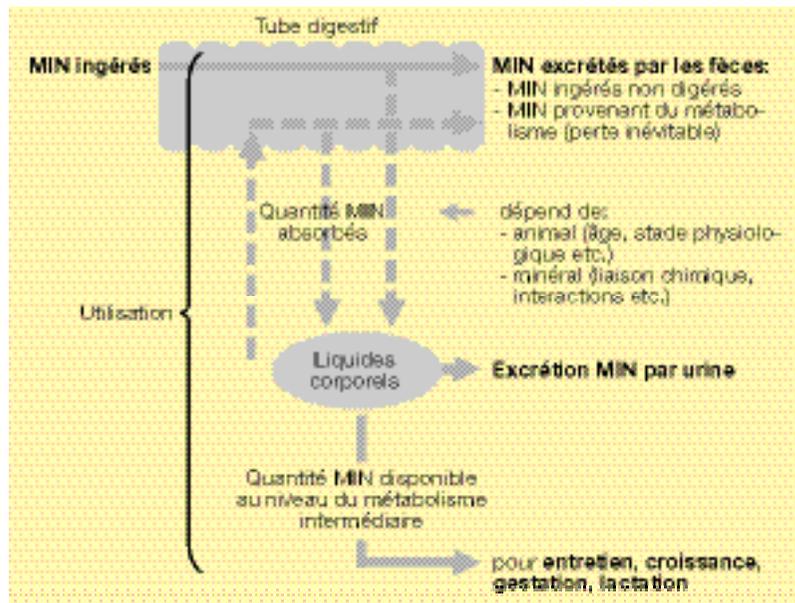


Tableau 7. Rapport Ca : P optimal.

	Ca : PDP	Ca : P
Porcelets et porcs à l'engrais jusqu'à 50 kg PV	2.8 : 1	1.3 : 1
Porcs à l'engrais dès 50 kg PV	3.0 : 1	1.3 : 1
Truies gestantes/en lactation	3.3 : 1	1.3 : 1

La proportion dans laquelle un minéral ingéré est absorbé sous une forme métabolisable par l'organisme peut toutefois varier considérablement. Nous n'aborderons pas ce sujet ici, faute de place. Mais nous renvoyons à la littérature spécialisée (Ammerman et al. 1995).

Les besoins en macro-éléments ont été définis selon les bases suivantes :

Calcium (Ca): Pour l'heure, les besoins en calcium du porc ne peuvent pas être exprimés en Ca digestible, notamment parce que nos connaissances sur la digestibilité du calcium fourni par les divers aliments sont encore très lacunaires. Les besoins du porc en Ca sont donc, comme par le passé, indiqués en calcium total (besoins bruts).

Le calcul des besoins bruts respectivement de l'apport recommandé en Ca (tableaux 16, 19, 23 et 26) se fonde sur l'apport recommandé en phosphore et sur le rapport Ca : P optimal présenté dans le tableau 7 (DLG 1997, NRC 1998, Jongbloed et al. 1999). Les besoins en Ca bruts, estimés selon la méthode factorielle (ARC 1981, DLG 1987, Jongbloed 1987, INRA 1989, Boltshauser et al. 1993) servent de témoins.

Phosphore (P): Comparées aux besoins, les rations des porcs sont d'ordinaire très riches en P naturel. Alors que les aliments d'origine animale contiennent du phosphore anorganique, les semences et les grains de céréales, les légumineuses et les oléagineux sont riches en phosphore organique, autrement dit en phosphore phytique. Mais le porc métabolise mal le phosphore phytique (voir chapitre 8.1.3). Selon le type d'aliment végétal son absorption varie beaucoup. Raison pour laquelle, les besoins, respectivement les apports recommandés en P sont exprimés en phosphore digestible (PDP). Nos recommandations se basent

comme par le passé sur le système hollandais (Jongbloed 1987, Jongbloed et al. 1999). Mais nous avons aussi tenu compte des toutes dernières données provenant de l'Allemagne, où un système PDP a également été introduit en 1997 (GfE 1997). Enfin, nous y avons inclus les résultats des propres essais d'ALP.

Le tableau 8 résume les bases de calcul des apports recommandés. Certaines valeurs étayées par des résultats plus récents (GfE 1997, Jongbloed et al. 1999) ont été modifiées, par rapport à la 2^e édition des «Apports alimentaires recommandés et tables de la valeur nutritive des aliments pour porcs».

En ce qui concerne le phosphore total, nous avons admis que le remplacement – imposé par la législation – des sources animales de P par des sources en usage dans le commerce n'influence pas beaucoup le coefficient d'utilisation. En vue d'un approvisionnement correct des animaux et d'une moindre charge polluante pour l'environnement, les aliments destinés aux porcs devraient, dans la mesure du possible, être optimisés en fonction du phosphore digestible.

Sodium (Na) et chlore (Cl): Pour le sodium, les données concernant les besoins nets d'entretien et de production du porc sont rares (Aitken 1976). Raison pour laquelle, les apports recommandés dans les tableaux 16, 19, 23 et 26 reposent sur des essais d'alimentation et des observations effectuées sur le terrain.

Il n'existe pratiquement pas de données sur les besoins en chlore du porc. On admet qu'ils sont d'environ 1.5 fois ceux du sodium. Jongbloed et al. (1999) préconisent un apport de 1.5 g/kg d'aliment, pour toutes les catégories de porcs.

Magnésium (Mg): La littérature fournit des informations extrêmement variables quant aux besoins en magnésium du porc. Ce fait est notamment imputable à nos connaissances très lacunaires concernant les besoins nets d'entretien et de production. De plus, selon les auteurs, le coefficient d'utilisation du Mg varie fortement. Si l'on se tient aux différentes recommandations sur l'apport en Mg, de 0.15 à 0.80 g/kg d'aliment (ARC 1981, INRA 1987, NRC 1998, Jongbloed et al. 1999), les rations des porcelets et des porcs à l'engrais présentent des teneurs naturelles suffisantes pour couvrir leurs besoins en Mg. Tel devrait être également le cas, en règle générale, des rations destinées aux truies gestantes et en lactation. Ici, les recommandations vont de 0.4 (NRC 1998) à 1.7 g Mg/kg d'aliment (Jongbloed et al. 1999). Les besoins en magnésium du porc étant d'ordinaire couverts par le biais de la teneur naturelle de la ration, nous avons renoncé à dresser un tableau des apports recommandés.

Tableau 8. Valeurs de base déterminant les apports recommandés en P.

<i>Besoins nets entretien</i>	10 mg / kg PV et jour
<i>Besoins nets croissance</i>	
10 kg PV	5.05 g / kg de croît
20 kg PV	5.10 g / kg de croît
30 – 70 kg PV	5.15 g / kg de croît
80 – 100 kg PV	5.10 g / kg de croît
<i>Besoins nets gestation¹⁾</i>	
primipares début gestation	3.0 g / jour
multipares début gestation	2.0 g / jour
primipares fin gestation	5.5 g / jour
multipares fin gestation	4.5 g / jour
¹⁾ y compris fixation dans les os de la mère	
<i>Besoins nets lactation</i>	1.5 g / kg lait
<i>Coefficient d'utilisation</i>	
10 – 20 kg PV	55 %
tous autres PV et catégories	50 %

Potassium (K): Les données de la littérature concernant les apports recommandés en potassium pour toutes les catégories de porcs se situent entre 1.7 (NRC 1998) et 4.1 g / kg d'aliment (ARC 1981). Ces valeurs étant nettement inférieures à la teneur en K des rations ordinairement conçues pour les porcs, le potassium n'a pas été inclus dans les présentes recommandations.

3.1.2 Oligo-éléments On détermine les besoins en oligo-éléments à l'aide de la méthode factorielle, de la méthode des bilans et de la relation dose-effet. Cette dernière permet de définir, au moyen de certains critères spécifiques à chaque élément (tels que les activités enzymatiques), la quantité optimale d'oligo-éléments nécessaires aux performances et à la santé de l'animal.

Contrairement à l'édition précédente des «Apports alimentaires recommandés et tables de la valeur nutritive des aliments pour porcs» (Boltshauser et al. 1993), les tableaux 29, 30 et 31, relatifs aux oligo-éléments, indiquent non pas les apports recommandés, mais la quantité d'oligo-éléments (ci-après désignée supplément recommandé), à ajouter à la ration des animaux détenus en modes usuels de détention et d'affouragement. Cette modification a été entreprise à dessein de mieux prendre en compte les nécessités pratiques de la fabrication d'aliments. Les suppléments recommandés sont indiqués en mg/kg d'aliment à 88% MS.

Fer (Fe): Les premiers jours de vie sont une période critique pour le porc, au regard de son approvisionnement en fer. Un apport en Fe aux mères, supérieur au niveau de l'apport recommandé, ne permettra pas d'améliorer sensiblement l'approvisionnement en Fe du fœtus (ou les réserves de Fe des nouveau-nés), ni d'augmenter la teneur en Fe du lait maternel. Le porcelet a donc besoin d'une complémentation ciblée (injections de Fe, distribution de pâtes à base de Fe ou de terre riche en Fe). Mais attention: une complémentation orale trop élevée peut accroître le risque d'infections et de diarrhées.

Iode (I): L'approvisionnement en iode mérite une attention particulière chez la truie en lactation. Il importe, par ailleurs, de tenir compte du fait que certains aliments, tels que le colza 00, contiennent des substances goitrogènes qui augmentent les besoins en iode.

Cuivre (Cu): Etant donné sa charge polluante et par égard à la qualité des produits, le cuivre ne doit être distribué qu'en quantités correspondant aux besoins physiologiques (tableaux 29, 30 et 31) des animaux. Les essais y relatifs effectués à ALP (Kessler 2004) démontrent que l'apport de Cu indiqué dans le tableau 29 permet d'obtenir une croissance appropriée.

Manganèse (Mn): Les besoins en Mn sont couverts par les teneurs naturelles des aliments, à condition que les rations soient variées. Une complémentation en Mn peut cependant être indiquée lorsque les rations contiennent beaucoup

Figure 8. Contrairement à l'édition précédente les apports recommandés en oligo-éléments et en vitamines sont dorénavant remis sous forme de supplément recommandé.



de maïs, d'orge, de pommes de terre et de sous-produits laitiers. Ceci est particulièrement important pour les truies d'élevage car les besoins en Mn sont plus élevés pour la reproduction que pour la croissance.

Zinc (Zn): Divers constituants des aliments peuvent réduire l'utilisation du Zn. Ainsi, une concentration de Ca dans la ration supérieure à 1.25% diminue l'absorption du zinc. De plus, la phytine présente dans les aliments d'origine végétale peut former des sels insolubles avec le zinc, réduisant ainsi son absorption.

Cobalt (Co) et molybdène (Mo): Les données quantitatives sur les besoins en Co et en Mo sont tellement insuffisantes qu'il est impossible de formuler des recommandations y relatives. Nous pouvons toutefois admettre qu'ils sont couverts par les teneurs naturelles des rations. Aucune donnée n'atteste, en effet, un possible déficit en Co et en Mo chez le porc (Underwood et Suttle 1999).

Sélénium (Se): Il existe une étroite relation entre le sélénium et la vitamine E. L'effet antioxydant de la vitamine E protège l'organisme contre les radicaux li-

bres, alors que le sélénium – composant de l'enzyme glutathion-péroxydase – «neutralise» les radicaux déjà formés. Les teneurs en Se des aliments souvent basses, associées à des facteurs augmentant les besoins imposent une complémentation systématique des rations en Se. Des cas de mort subite peuvent survenir lorsque l'on injecte du fer à des porcelets carencés en Se et en vitamine E. Chez le porc à l'engrais, une complémentation en Se supérieure aux besoins physiologiques peut accroître la teneur en Se de la viande, et ce faisant contribuer à améliorer l'apport de sélénium en alimentation humaine. Ce fait n'entre pas en considération dans les présentes recommandations.

Chrome (Cr): Une complémentation en Cr aurait comme effet d'améliorer le rapport graisse/viande en faveur de la viande chez le porc à l'engrais. De plus, une complémentation en Cr aurait des effets positifs sur la qualité de la viande. Le chrome stimulerait aussi la croissance et influencerait positivement la fécondité de la truie. Les résultats d'essai sont cependant très variables, en particulier en ce qui concerne le porc à l'engrais. Par ailleurs, les informations se rapportant aux besoins physiologiques en Cr du porc font encore largement défaut (NRC 1998). De même, la question des effets à long terme d'une complémentation en Cr sur l'environnement n'a pas encore été examinée à fond. Nous renonçons donc à toute recommandation en la matière.

Associés aux teneurs naturelles des aliments, les apports ou les suppléments recommandés dans les chapitres 4 et 5 couvrent les besoins physiologiques en macro-éléments et en oligo-éléments des porcs détenus et affouragés dans des conditions usuelles. Un apport minéral nettement supérieur aux besoins physiologiques (tableau 9) peut avoir des conséquences néfastes sur la santé et la productivité du porc (NRC 1980).

Tableau 9. Seuil handicap pour les minéraux chez le porc. Tout dépassement de ces valeurs peut induire des troubles métaboliques.

	Seuil handicap en % de la ration
Calcium et phosphore	1)
Sodium	3.1 ²⁾
	en mg / kg MS
Fer	3000
Iode	300
Cuivre	250
Manganèse	400
Zinc	1000
Cobalt	10
Molybdène	1000
Sélénium	2

1) voir chapitre 3.1 rapport Ca : P optimal

2) si l'eau est disponible à volonté

3.2 Vitamines

Les besoins vitaminiques du porc sont généralement estimés au moyen de la méthode dite relation dose-effet. C'est-à-dire que l'on distribue aux porcs différentes quantités d'une vitamine dont on mesure l'efficacité en fonction de critères tels qu'absence de symptômes carenciels, production, reproduction, stockage et immunité. Le résultat constitue un certain nombre de valeurs qui permettent de déterminer les apports recommandés en vitamines. D'importantes différences peuvent cependant apparaître, qui sont imputables, entre autres, à une pondération variable des résultats des essais ou à une définition divergente de paramètres tels que pleine productivité et pleine santé. Les présentes recommandations concernant l'approvisionnement vitaminique du porc

doivent garantir sa pleine productivité et sa pleine santé, tout en lui permettant de constituer quelques réserves, selon les vitamines. Elles sont adaptées aux conditions régnant en Suisse et comprennent une marge de sécurité appropriée. Elles présupposent une alimentation et une détention conformes aux besoins de l'espèce. Enfin, elles se fondent sur des études scientifiques et sur des recommandations fournies par la recherche, l'industrie et la vulgarisation, concernant l'approvisionnement vitaminique du porc (ARC 1981, INRA 1989, Jones 1995, Kirchgessner 1997, NRC 1998, Roche 2001, BASF 2001, Ministry of Food Agriculture and Fisheries 2001).

Contrairement à l'édition précédente des «Apports alimentaires recommandés et tables de la valeur nutritive des aliments pour porcs» (Boltshauser et al. 1993), les tableaux 29, 30 et 31 relatifs aux vitamines indique non pas les apports recommandés, mais la quantité de vitamines (ci-après désignée supplément recommandé), à ajouter à la ration des animaux détenus en modes usuels de détention et d'affouragement. Cette modification a été entreprise à dessein de mieux prendre en compte les nécessités pratiques de la fabrication d'aliments.

La plupart des vitamines étant relativement bon marché, elles sont souvent ajoutées aux aliments destinés aux porcs en quantités excessives par rapport aux besoins physiologiques, soit par mesure abusive de sécurité, soit pour des motifs relevant du marketing. Bien que peu toxique (NRC 1987), un apport en vitamine supérieur aux besoins physiologique est indésirable. Il peut perturber l'équilibre entre les différentes vitamines ou induire un stockage de celles-ci

Tableau 10. Unités de mesure des vitamines A et E.

Vitamine	Unités de mesure
Vitamine A	1 unité internationale (UI) = 0.3 µg vitamine A-alcool
	= 0.344 µg acétate de vitamine A
	= 0.55 µg palmitate de vitamine A
Vitamine E	1 unité internationale (UI) = 1.00 mg acétate dl-α-tocophérol
	= 0.91 mg dl-α-tocophérol
	= 0.67 mg d-α-tocophérol

dans les chairs consommables, ce qui n'est pas souhaitable du point de vue du consommateur.

Les vitamines se divisent en deux groupes principaux : les vitamines liposolubles et les vitamines hydrosolubles. Bien que la choline ne puisse pas être considérée comme une véritable vitamine, elle sera – pour simplifier – traitée comme telle dans les apports recommandés. Quand on parle de vitamines, il faut bien se rendre compte que certaines d'entre elles doivent être comprises comme un groupe de substances apparentées dont les effets sont qualitativement identiques. Raison pour laquelle on a défini des unités de mesure pour ces vitamines (tableau 10).

3.2.1 Vitamines liposolubles

Font partie des vitamines liposolubles les vitamines A (y compris les provitamines A), D, E et K.

Vitamine A : Les besoins du porc en vitamine A peuvent être couverts aussi bien par des provitamines A (surtout le β -carotène) que par l'apport direct de vitamine A. Chez le porc, on admet un rapport de transformation du β -carotène en vitamine A, de 9 à 13 : 1. Outre sa fonction de précurseur de la vitamine A, le β -carotène intervient également – indépendamment de la vitamine A – dans les processus de la reproduction de la truie. Un supplément de β -carotène d'un ordre de grandeur de 200 – 400 mg par jour aux alentours du sevrage jusqu'à environ 3 semaines après une insémination réussie aurait des incidences positives sur le nombre de porcelets. Les aliments normalement utilisés pour les porcs ne contiennent pas de vitamine A (à quelques exceptions près), et généralement peu de β -carotène. Les rations des porcs doivent donc toujours être complétées en vitamine A, même si le porc possède des réserves de vitamine A stockée dans son foie qui lui permettent de surmonter aisément une carence temporaire (NRC 1998).

Vitamine D : Des essais ont permis de démontrer que l'efficacité de la vitamine D₂ d'origine végétale est pratiquement égale à celle de la vitamine D₃ synthétisée dans l'épiderme du porc, sous l'effet des rayons ultraviolets. Les aliments les plus fréquemment utilisés pour les porcs contiennent peu de vitamine D. De plus, la plupart des porcs sont exclusivement détenus à l'intérieur des porcheries. Il est donc indispensable de compléter leurs rations en vitamine D. Les suppléments recommandés dans les tableaux 29, 30 et 31 impliquent des apports de Ca et de P adaptés aux besoins des animaux.

Vitamine E: Le terme de vitamine E regroupe en fait plusieurs substances nommées tocophérols et tocotriénols. Parmi ces liaisons chimiques, l' α -tocophérol revêt une importance prépondérante pour le porc, en raison de sa haute activité biologique. Les comparaisons des différents teneurs alimentaires doivent donc être faites à ce niveau-là. Les céréales et les sous-produits de meunerie ne contiennent que de faibles quantités de tocophérols ayant une activité vitaminique intéressante. Quant aux tourteaux d'extraction, ils sont pauvres en vitamine E. D'où la nécessité d'en ajouter aux rations des porcs. S'agissant du porc à l'engrais, le supplément de vitamine E recommandé dans le tableau 30 doit être adapté à la teneur de la ration en acides gras polyinsaturés (PUFA) et à la graisse ajoutée (voir chapitre 5.2). Les quantités de vitamine E excédant cette valeur n'influencent positivement ni la croissance ni la qualité de la viande des porcs (Stoll 1998, Dufey 1998).

Vitamine K: Pour simplifier, disons que la vitamine K se présente sous trois formes: K_1 , dans les feuilles des plantes vertes, K_2 synthétisée par des micro-organismes et K_3 de synthèse. Les besoins du porc – mais non pas ceux du porcelet – sont couverts par la synthèse bactérienne intestinale. Une complémentation en vitamine K_3 peut se révéler nécessaire lorsque les aliments sont souillés par des moisissures ou lorsque les rations présentent un net excédent de Ca. En règle générale, la vitamine K_3 de synthèse est distribuée sous forme de ménadione bisulfite sodique à 50 ou 25% (2 g resp. 4 g correspondent à 1 g de vitamine K_3).

3.2.2 Vitamines hydrosolubles

Font partie des vitamines hydrosolubles les vitamines B_1 (thiamine), B_2 (riboflavine), l'acide nicotinique (niacine, vitamine PP), l'acide pantothénique, les vitamines B_6 et B_{12} , la biotine (vitamine H), la vitamine C et l'acide folique. Nos connaissances concernant les besoins du porc en vitamines hydrosolubles et la nécessité d'une complémentation sont aujourd'hui encore très lacunaires. Ce qui explique aussi pourquoi les apports recommandés varient beaucoup.

Vitamine B_1 : Les teneurs naturelles des aliments (céréales, sous-produits de meunerie, résidus de l'extraction d'huile) couvrent les besoins du porc en vitamine B_1 . Une complémentation est donc normalement superflue. La thiamine étant toutefois sensible à la chaleur, une complémentation peut s'avérer utile, s'agissant d'aliments soumis à des températures extrêmes.

Vitamine B_2 : Une complémentation en vitamine B_2 est indiquée pour les rations des porcelets et des truies contenant beaucoup de céréales. Elle devient super-

flue lorsque l'on distribue de grandes quantités de produits laitiers. Pour le porc à l'engrais, on recommande une complémentation en vitamine B₂ par mesure de sécurité.

Niacine: Le porc couvre ses besoins en niacine, soit en la synthétisant lui-même à partir du tryptophane excédentaire, soit via l'aliment. La plupart des céréales, des sous-produits de meunerie et des graines oléagineuses sont relativement riches en niacine. Mais la niacine des céréales est moins disponible que celle des graines oléagineuses. Étant donné que le tryptophane est très rarement excédentaire, dans nos modes usuels d'affouragement, et vu le peu de données existantes sur la disponibilité de la niacine naturelle, une complémentation nous paraît judicieuse, par mesure de sécurité.

Acide pantothénique: Les teneurs naturelles en acide pantothénique de la plupart des rations sont insuffisantes pour couvrir les besoins du porc. De plus, la disponibilité de l'acide pantothénique natif varie énormément d'un aliment à l'autre. Une complémentation systématique des rations est donc utile.

Vitamine B₆: En l'état actuel de nos connaissances, une complémentation en vitamine B₆ des rations ordinaires de céréales/soja n'est pas nécessaire car leurs teneurs naturelles couvrent les besoins. Il devrait en aller de même des rations contenant des sous-produits laitiers. Pourtant, on ajoute de la vitamine B₆ aux rations des porcs, par mesure de sécurité.

Vitamine B₁₂: La vitamine B₁₂ ne se trouvant que dans les aliments d'origine animale, tels la farine de poisson et les sous-produits laitiers, les rations habituelles des porcs – et notamment les rations végétales – doivent être complétées de manière appropriée. Même si le porc couvre une partie de ses besoins par synthèse bactérienne et par ingestion de fèces.

Biotine: La plupart des aliments destinés aux porcs contiennent naturellement de la biotine en quantités suffisantes pour couvrir les besoins. Mais la disponibilité de celle-ci varie d'un aliment à l'autre. En outre, les bactéries qui colonisent le tube digestif du porc synthétisent la biotine. En règle générale, on recommande une complémentation pour le porcelet et la truie (chez cette dernière, elle optimise la qualité des onglons).

Vitamine C: Peu de données – souvent contradictoires – existent à propos des besoins du porc en vitamine C (NRC 1998). Cela pourrait être dû, entre autres,

au fait que l'organisme du porc synthétise des quantités considérables de vitamine C via son métabolisme endogène. Une complémentation est parfois recommandée pour la truie d'élevage et le porcelet confrontés à des situations de grand stress.

Acide folique: On admet généralement que les besoins du porc en acide folique sont couverts via les teneurs naturelles des aliments et la synthèse bactérienne. La question de savoir dans quelle mesure des apports supplémentaires pourraient avoir un effet bénéfique sur la fécondité de la truie, par exemple, reste controversée. Des études sont encore nécessaires (Barkow et al. 1999). Les rations habituelles des porcs sont systématiquement complétées surtout parce que nos connaissances relatives au métabolisme de l'acide folique sont encore lacunaires.

Choline: Le porc trouve sa plus importante source de choline dans sa ration. Les céréales et les graines oléagineuses en contiennent des quantités suffisantes pour couvrir ses besoins. Il possède par ailleurs la capacité de synthétiser à partir de la méthionine excédentaire. Au surplus, la bétaine, un constituant de la betterave, peut remplacer la choline dans sa fonction de fournisseur de groupes méthyles.

Carnitine: La carnitine, substance similaire aux vitamines, est essentiellement présente dans les produits d'origine animale. Le porc peut aussi la synthétiser lui-même. Une complémentation de L-carnitine dans des rations destinées aux porcelets ont permis d'augmenter leurs accroissements journaliers et de réduire les pertes. Chez la truie, cette substance distribuée à hauteur de 50 mg/kg d'aliment aurait des effets positifs sur la condition physique, la fécondité et la production laitière. Une hausse de la production de sperme a été décrite chez le verrat recevant un apport quotidien de 500 mg de L-carnitine. Les porcs à l'engrais avec un croît quotidien élevé et une bonne valorisation des aliments auraient besoin d'une complémentation en carnitine d'environ 40 mg/kg. Nos connaissances actuelles en la matière sont cependant encore insuffisantes pour donner des indications à caractère obligatoire quant aux apports recommandés.

3.3 Bibliographie

Aitken F. C., 1976. Sodium and potassium in nutrition of mammals. CAB, Farnham Royal, Slough, 296 p.

Ammerman C. B., Baker D. H., Lewis A. J., 1995. Bioavailability of nutrients for animals. Amino acids, minerals, and vitamins. Academic Press San Diego, 441 p.

ARC, 1981. The nutrient requirements of pigs. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Slough, 307 p.

BASF, 2001. Recommendations for vitamin supplementation. Animal nutrition. Technical support. 4 p.

Barkow B., Böhme H., Flachowsky G., 1999. Einfluss von Folsäure auf die Produktionsleistung von Sauen. Übers. Tierernährg. 27, 165 – 190.

Boltshauser M., Jost M., Kessler J., Stoll P., 1993. Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Schweine. LmZ, Zollikofen, 129 S.

Diepen van Th. M., Jongbloed A. W., Kemme P. A., van der Weij-Jongbloed R., 1999. CVB, Herzien verteerbaar fosfornormen voor varkens. CVB- documentatierapport nr 24, 55 p.

DLG, 1987. Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Nr. 4: Schweine. DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 153 S.

Dufey P.-A., 1998. Schweinefleisch: Einfluss einer zusätzlichen Vitamin-E-Zulage. Agrarforschung 5 (9), 417 – 424.

GfE, 1997. Überarbeitete Empfehlungen zur Versorgung von Schweinen mit Phosphor. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 6, 193 – 200.

GfE, 2001. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 135 S.

INRA, 1989. L'alimentation des animaux monogastriques: porc, lapin, volailles. INRA, Paris Cedex, 282 p.

Jongbloed A. W., 1987. Phosphorus in the feeding of pigs: Effect of diet on the absorption and retention of phosphorus by growing pigs. Rapport I.V.V.O. nr. 179, Lelystad, 343 p.

Jongbloed A. W., Everts H., Kemme P. A., Mroz Z., 1999. Quantification of absorptability and requirements of macroelements. In: Kyriazakis I. (Ed.), A quantitative biology of the pig. CAB International, 275 – 298.

Jones R., 1995. Practical swine feeding ideas. The University of Georgia College of Agricultural & Environmental Sciences, Cooperative Extension Service. 18 p.

Kessler J., 2004. Cu-Versorgung des Ferkels. Publikation in Vorbereitung.

Kirchgessner M., 1997. Tierernährung. Verlags Union Agrar, Frankfurt am Main. 582 S.

Ministry of Food, Agriculture and Fisheries, 2001. Persönliche Mitteilung.

NRC, 1980. Mineral tolerance of domestic animals. NRC, Washington, 577 p.

NRC, 1987. Vitamin tolerance of animals. National Academy Press, Washington, D. C. 96 p.

NRC, 1998. Nutrient requirements of swine. National Academy Press, Washington, D. C., 189 p.

Reese D.E., Thaler R.C., Brumm M.C., Lewis A.J., Miller P.S., Libal G. W., 2000. Swine nutrition guide. Nebraska Cooperative Extension Service. 42 p.

Roche, 2001. Roche Vitamin Dosierungsempfehlungen für Haustiere – Update 2. Falttabelle.

Stoll, P. 1998. Schweinemast mit erhöhtem Vitamin-E-Gehalt in der Ration. Agrarforschung 5 (9), 413 – 416.

Underwood E. J., Suttle N. F., 1999. The mineral nutrition of livestock. CABI Publishing, Wallingford, 614 p.

4. Apports recommandés en énergie, en matière azotée, en acides aminés et en macro-éléments

Peter Stoll et Jürg Kessler

4.1 Porcelets et porcs à l'engrais

La teneur en énergie des aliments pour porcelets généralement distribués à volonté est ordinairement de 13 –14 MJ EDP/ kg. L'ingestion d'énergie moyenne correspond alors aux valeurs indiquées dans le tableau 11.

Tableau 11. Porcelets: apports recommandés en énergie, exprimés en EDP (MJ/ animal/ jour), en fonction du poids vif (PV), selon régression (2) présentée au chapitre 1.1.

PV en kg	8	10	12	14	16	18	20	22	24
EDP	1.7	3.9	6.0	7.9	9.8	11.5	13.1	14.7	16.0

Les porcs à l'engrais sont généralement rationnés, même si – compte tenu des lignées actuelles – ils pourraient aussi être nourris à volonté pendant la phase d'engraissement.

La teneur en énergie recommandée pour les aliments destinés aux porcs à l'engrais est de 12 à 13 MJ EDP/kg en production extensive et de 13 à 14 MJ EDP/kg en production conventionnelle. Le tableau 12 présente les apports recommandés en énergie pour les porcs à l'engrais, en fonction de leurs performances moyennes et de leur poids vif, respectivement du temps. Pour les niveaux de performances inférieurs, nous avons tenu compte d'un supplément pour conditions suboptimales (potentiel génétique, état de santé, etc.).

Si l'on applique le plan de rationnement correspondant, en cas d'engraissement extensif d'animaux dotés d'un important potentiel génétique, il faut donc s'attendre à une hausse significative des performances. C'est pourquoi la dernière ligne du tableau 12 indique un facteur de correction applicable en l'espèce.

Exemple: pour des animaux très productifs en conditions supérieures à la moyenne (GMQ visé 650 g), on recommande un apport énergétique quotidien de 12.7 MJ EDP (13.5 x 0.94) au lieu de 13.5 MJ EDP, pour la première semaine d'engraissement.

4. Apports recommandés en énergie, en matière azotée, en acides aminés et en macro-éléments

Tableau 12. Porcs à l'engrais: apports recommandés en énergie, exprimés en EDP (MJ/ animal/ jour), pour différents niveaux de performances (650 – 900 g de gain moyen quotidien, entre 24 et 102 kg de poids vif).

Semaine d'engrais- sement	650 g GMQ en 120 jours		700 g GMQ en 111 jours		750 g GMQ en 104 jours		800 g GMQ en 98 jours		850 g GMQ en 92 jours		900 g GMQ en 87 jours	
	EDP	PV _{FP}	EDP	PV _{FP}	EDP	PV _{FP}	EDP	PV _{FP}	EDP	PV _{FP}	EDP	PV _{FP}
1	13.5	27.2	13.9	27.4	14.4	27.7	15.0	28.0	15.7	28.2	16.4	28.5
2	15.0	30.7	15.5	31.3	16.2	31.9	17.0	32.5	17.9	33.1	18.8	33.7
3	16.5	34.6	17.1	35.6	18.0	36.5	19.0	37.5	20.2	38.5	21.4	39.5
4	18.0	38.8	18.8	40.2	19.8	41.6	21.1	43.0	22.5	44.4	24.0	45.8
5	19.5	43.3	20.4	45.1	21.6	46.9	23.0	48.7	24.6	50.5	26.4	52.4
6	20.9	47.9	21.9	50.1	23.3	52.3	24.9	54.6	26.7	56.8	28.6	59.0
7	22.2	52.7	23.3	55.3	24.8	57.9	26.5	60.5	28.5	63.2	30.7	65.8
8	23.4	57.5	24.6	60.5	26.2	63.5	28.1	66.5	30.2	69.5	32.5	72.5
9	24.5	62.4	25.8	65.8	27.5	69.1	29.5	72.5	31.8	75.9	34.2	79.2
10	25.5	67.3	26.9	71.0	28.7	74.7	30.8	78.5	33.2	82.2	35.8	86.0
11	26.5	72.1	27.9	76.2	29.8	80.4	32.1	84.5	34.7	88.6	37.3	92.7
12	27.3	77.0	28.8	81.5	30.9	86.0	33.4	90.5	36.1	94.9	38.8	99.4
13	28.1	81.8	29.7	86.7	32.0	91.6	34.6	96.4	37.5	101.3	39.8	102.0
14	28.9	86.7	30.7	92.0	33.1	97.2	35.9	102.0	38.3	102.0		
15	29.7	91.6	31.6	97.2	34.1	102.0						
16	30.4	96.4	32.5	102.0								
17	31.2	101.3										
18	31.6	102.0										
EDP _{TO}	2839		2707		2628		2578		2546		2520	
Corr.	0.94		0.97		0.98		0.99		0.99		1.00	

GMQ gain moyen quotidien PV_{FP} poids vif (kg) à la fin de la période
EDP_{TO} besoins énergétiques totaux pour la durée de l'engraisement
Corr. facteur de correction pour animaux à haute performance

4. Apports recommandés en énergie, en matière azotée, en acides aminés et en macro-éléments

Avec une alimentation rationnée, la concentration énergétique du croît diminue au début de la période d'engraissement car le croît protéique est plus important que le croît lipidique. Il en résulte une diminution de la conversion de l'énergie au début de cette période (tableau 13).

Tableau 13. Porcs à l'engrais : conversion de l'énergie (MJ EDP/kg de croît), pour des gains quotidiens de 650 à 900 g.

Semaine d'engraissement	650 g GMQ en 120 jours		700 g GMQ en 111 jours		750 g GMQ en 104 jours		800 g GMQ en 98 jours		850 g GMQ en 92 jours		900 g GMQ en 87 jours	
	CEDP	PV _{FP}	CEDP	PV _{FP}	CEDP	PV _{FP}	CEDP	PV _{FP}	CEDP	PV _{FP}	CEDP	PV _{FP}
1	29.9	27.2	28.3	27.4	27.3	27.7	26.6	28.0	26.0	28.2	25.5	28.5
2	29.5	30.7	28.0	31.3	27.0	31.9	26.2	32.5	25.7	33.1	25.3	33.7
3	29.5	34.6	28.0	35.6	27.1	36.5	26.4	37.5	26.0	38.5	25.7	39.5
4	29.9	38.8	28.5	40.2	27.6	41.6	27.1	43.0	26.8	44.4	26.8	45.8
5	30.5	43.3	29.3	45.1	28.6	46.9	28.2	48.7	28.1	50.5	28.2	52.4
6	31.5	47.9	30.3	50.1	29.8	52.3	29.6	54.6	29.7	56.8	30.0	59.0
7	32.6	52.7	31.6	55.3	31.2	57.9	31.1	60.5	31.4	63.2	31.9	65.8
8	33.9	57.5	33.0	60.5	32.7	63.5	32.8	66.5	33.3	69.5	33.8	72.5
9	35.3	62.4	34.5	65.8	34.3	69.1	34.5	72.5	35.0	75.9	35.6	79.2
10	36.7	67.3	35.9	71.0	35.8	74.7	36.1	78.5	36.6	82.2	37.2	86.0
11	38.1	72.1	37.3	76.2	37.2	80.4	37.5	84.5	38.2	88.6	38.8	92.7
12	39.3	77.0	38.5	81.5	38.5	86.0	39.0	90.5	39.7	94.9	40.3	99.4
13	40.5	81.8	39.8	86.7	39.9	91.6	40.5	96.4	41.3	101.3	41.4	102.0
14	41.6	86.7	41.0	92.0	41.2	97.2	42.0	102.0	42.2	102.0		
15	42.7	91.6	42.2	97.2	42.6	102.0						
16	43.8	96.4	43.4	102.0								
17	44.9	101.3										
18	45.5	102.0										
CEDP _{TO}	36.40		34.70		33.69		33.06		32.63		32.31	

GMQ Gain moyen quotidien
 CEDP_{TO} Conversion de l'énergie pour la durée de l'engraissement

CEDP Conversion de l'énergie
 PV_{FP} Poids vif (kg) à la fin de la période

4. Apports recommandés en énergie, en matière azotée, en acides aminés et en macro-éléments

Les tableaux 14 et 15 indiquent les apports recommandés en matière azotée et en acides aminés.

Tableau 14. Porcelets et porcs à l'engrais: apports recommandés en matière azotée et en acides aminés, exprimés en g/MJ EDP.

PV en kg	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
MA	13.0	12.6	12.3	12.0	11.6	11.3	10.9	10.6	10.2	9.9
Lys	0.89	0.87	0.81	0.75	0.69	0.64	0.61	0.58	0.56	0.55
Mét	0.28	0.28	0.26	0.24	0.22	0.21	0.19	0.19	0.18	0.18
Mét + cys	0.57	0.56	0.52	0.48	0.44	0.41	0.39	0.37	0.36	0.35
Thr	0.60	0.59	0.55	0.51	0.47	0.44	0.41	0.39	0.38	0.38
Trp	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12	0.11	0.11
Ile	0.55	0.54	0.50	0.46	0.43	0.40	0.38	0.36	0.35	0.34
Leu	0.89	0.87	0.81	0.75	0.69	0.64	0.61	0.58	0.56	0.55
Phé	0.53	0.52	0.49	0.45	0.41	0.39	0.36	0.35	0.34	0.33
Phé + tyr	0.85	0.83	0.78	0.72	0.66	0.62	0.58	0.56	0.54	0.53
Val	0.62	0.61	0.57	0.52	0.48	0.45	0.42	0.41	0.39	0.39
Arg	0.36	0.35	0.33	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.22
His	0.28	0.28	0.26	0.24	0.22	0.21	0.19	0.19	0.18	0.18

Chez le porcelet, l'estimation des apports recommandés en macro-éléments (tableau 16) se base sur les données présentées au chapitre 3.1 et un gain quotidien maximal de 300 g à 10 kg et de 700 g à 20 kg de poids vif. Une mise en valeur des propres données d'ALP donne un gain quotidien moyen d'env. 160 g à 10 kg et de 550 g à 20 kg de poids vif. L'augmentation des apports recommandés en macro-éléments, par rapport à la dernière édition des «Apports alimentaires recommandés et tables de la valeur nutritive des aliments pour porcs» résulte de certaines adaptations relatives au gain quotidien, à l'ingestion d'énergie et au rapport Ca : PDP.

Tableau 15. Porcelets et porcs à l'engrais : apports recommandés en acides aminés digestibles au niveau iléal, exprimés en g/MJ EDP.

PV en kg	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
LysD	0.74	0.72	0.66	0.61	0.56	0.51	0.48	0.46	0.44	0.43
MétD	0.24	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.15	0.14	0.14
MétD + cysD	0.47	0.46	0.43	0.39	0.36	0.33	0.31	0.29	0.28	0.27
ThrD	0.50	0.49	0.45	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.30	0.29
TrpD	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09
IleD	0.46	0.44	0.41	0.38	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.27
LeuD	0.74	0.72	0.66	0.61	0.56	0.51	0.48	0.46	0.44	0.43
PhéD	0.44	0.43	0.40	0.36	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26	0.26
PhéD + tyrD	0.71	0.69	0.64	0.58	0.53	0.49	0.46	0.44	0.42	0.41
ValD	0.52	0.50	0.46	0.42	0.39	0.36	0.34	0.32	0.31	0.30
ArgD	0.29	0.29	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19	0.18	0.18	0.17
HisD	0.24	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.15	0.14	0.14

Les apports recommandés en macro-éléments pour les porcs à l'engrais, voir tableau 16, se fondent sur les indications figurant au chapitre 3.1 et – pour ce qui est des apports en Ca, en PDP et en P – sur les courbes de croissance (figure 3) et les courbes relatives aux besoins énergétiques (figure 4) présentées au chapitre 1.2. Si l'on utilise une autre courbe de croissance et une autre courbe des besoins énergétiques, les apports de Ca, de P et de PDP doivent être adaptés en conséquence. Les éléments nécessaires à cet effet se trouvent au chapitre 3.1.

L'apport recommandé en Ca, voir tableau 16, a été calculé selon le tableau 7 figurant au chapitre 3.1, afin d'optimiser l'utilisation du PDP fourni. En cas d'optimisation selon le phosphore total (P), l'apport recommandé en Ca doit être calculé selon la formule $1.3 \times$ apport recommandé en P (selon tableau 7).

4. Apports recommandés en énergie, en matière azotée, en acides aminés et en macro-éléments

Tableau 16. Porcelets et porcs à l'engrais: apports recommandés en macro-éléments, exprimés en g/MJ EDP.

PV en kg	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Ca ¹⁾	1.16	0.80								
P	0.75	0.52								
PDP	0.41	0.29								
Na	0.14	0.13								
Gain moyen quotidien: 650 / 700 g										
Ca ¹⁾			0.59	0.58	0.55	0.55	0.52	0.49	0.47	0.46
P			0.42	0.41	0.39	0.37	0.35	0.33	0.32	0.31
PDP			0.21	0.21	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16	0.15
Na			0.12	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.09
Gain moyen quotidien: 750 / 800 g										
Ca ¹⁾			0.61	0.59	0.56	0.56	0.52	0.49	0.47	0.45
P			0.44	0.42	0.40	0.37	0.35	0.33	0.31	0.30
PDP			0.22	0.21	0.20	0.19	0.17	0.16	0.16	0.15
Na			0.11	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08
Gain moyen quotidien: 850 / 900 g										
Ca ¹⁾			0.62	0.60	0.56	0.56	0.52	0.49	0.47	0.45
P			0.44	0.43	0.40	0.37	0.35	0.33	0.31	0.30
PDP			0.22	0.21	0.20	0.19	0.17	0.16	0.16	0.15
Na			0.11	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08

¹⁾ En cas d'optimisation selon le phosphore total (P), l'apport recommandé en Ca doit être calculé selon la formule (1.3 x apport recommandé en P).

4.2 Truies

4.2.1 Remontes femelles

Pour les remontes femelles pesant entre 24 et 95 kg, on recommande une concentration énergétique de 12.5 à 13.5 MJ EDP/kg d'aliment; de 95 à 115 kg: entre 11.6 et 12.2 MJ EDP/kg d'aliment.

Pour l'élevage des remontes femelles, il y a lieu de tenir compte des points suivants:

- Première saillie à 120 – 140 kg, à l'âge de 220 à 230 jours (2^e ou 3^e chaleur)
- Lors de la saillie: classe d'état corporel 3 ou 4, épaisseur du lard dorsal 18 à 20 mm
- Les cochettes nourries intensivement jusqu'au poids de 95 kg (épreuve des performances individuelles) reçoivent ensuite 2 à 2.5 kg d'un aliment de gestation ou des quantités appropriées d'aliments produits à la ferme et d'un aliment complémentaire (tableau 18)
- Une alimentation à volonté pendant quelque 10 jours avant la date présumée de la saillie a des effets bénéfiques sur le déroulement des chaleurs
- Les cochettes devraient pouvoir prendre régulièrement de l'exercice.

Tableau 17. Remontes femelles, de 24 à 95 kg: apports recommandés en énergie, exprimés en EDP (MJ/ animal et jour).

Semaine d'élevage	750 g GMQ en 95 jours		Semaine d'élevage	750 g GMQ en 95 jours	
	EDP	PV _{FP}		EDP	PV _{FP}
1	14.4	27.7	8	26.2	63.5
2	16.2	31.9	9	27.5	69.1
3	18.0	36.5	10	28.7	74.7
4	19.8	41.6	11	29.8	80.4
5	21.6	46.9	12	30.9	86.0
6	23.3	52.3	13	32.0	91.6
7	24.8	57.9	14	33.1	95.0

GMQ: Gain moyen quotidien

PV_{FP}: Poids vif (kg) à la fin de la période

4. Apports recommandés en énergie, en matière azotée, en acides aminés et en macro-éléments

Tableau 18. Remontes femelles de 95 à 115 kg de poids vif: apports recommandés en énergie, exprimés en EDP (MJ/animal et jour).

Poids	EDP
de 95 kg jusqu'à 10 jours avant la date de la saillie	30

Les tableaux 19 et 20 indiquent les apports recommandés en matière azotée et en acides aminés, respectivement en acides aminés digestibles au niveau idéal, en acides gras insaturés (IPM) et en macro-éléments.

Tableau 19. Remontes femelles, de 24 à 115 kg: apports recommandés en matière azotée, en acides aminés, en acides gras insaturés (IPM) et en macro-éléments, exprimés en g/MJ EDP.

PV en kg	24	30	40	50	60	70	80	90	dès 95
MA	12.5	12.3	12.0	11.6	11.3	10.9	10.6	10.2	9.7
Lys	0.86	0.81	0.75	0.69	0.64	0.61	0.58	0.56	0.55
Mét	0.27	0.26	0.24	0.22	0.21	0.19	0.19	0.18	0.18
Mét + cys	0.55	0.52	0.48	0.44	0.41	0.39	0.37	0.36	0.35
Thr	0.58	0.55	0.51	0.47	0.44	0.41	0.39	0.38	0.38
Trp	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12	0.11	0.11
Ile	0.53	0.50	0.46	0.43	0.40	0.38	0.36	0.35	0.34
Leu	0.86	0.81	0.75	0.69	0.64	0.61	0.58	0.56	0.55
Phé	0.51	0.49	0.45	0.41	0.39	0.36	0.35	0.34	0.33
Phé + tyr	0.82	0.78	0.72	0.66	0.62	0.58	0.56	0.54	0.53
Val	0.60	0.57	0.52	0.48	0.45	0.42	0.41	0.39	0.39
Arg	0.34	0.33	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.22	0.22
His	0.27	0.26	0.24	0.22	0.21	0.19	0.19	0.18	0.18
IPM	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
Ca ¹⁾	0.61	0.61	0.59	0.56	0.56	0.52	0.49	0.47	0.44
P	0.44	0.44	0.42	0.40	0.37	0.35	0.33	0.31	0.29
PDP	0.22	0.22	0.21	0.20	0.19	0.17	0.16	0.16	0.15
Na	0.12	0.12	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.09

¹⁾ En cas d'optimisation selon le phosphore total (P), l'apport recommandé en Ca doit être calculé selon la formule (1.3 x apport recommandé en P).

Tableau 20. Remontes femelles de 24 à 115 kg : apports recommandés en acides aminés digestibles au niveau iléal, exprimés en g/ MJ EDP.

PV en kg	24	30	40	50	60	70	80	90	dès 95
LysD	0.70	0.66	0.61	0.56	0.51	0.48	0.46	0.44	0.43
MétD	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.15	0.14	0.14
MétD + cysD	0.45	0.43	0.39	0.36	0.33	0.31	0.29	0.28	0.27
ThrD	0.48	0.45	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.30	0.29
TrpD	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09
IleD	0.44	0.41	0.38	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.26
LeuD	0.70	0.66	0.61	0.56	0.51	0.48	0.46	0.44	0.43
PhéD	0.42	0.40	0.36	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26	0.26
PhéD + tyrD	0.68	0.64	0.58	0.53	0.49	0.46	0.44	0.42	0.41
ValD	0.49	0.46	0.42	0.39	0.36	0.34	0.32	0.31	0.30
ArgD	0.28	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19	0.18	0.18	0.17
HisD	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.15	0.14	0.14

4.2.2 Truies gravides et truies allaitantes

La teneur en énergie des aliments pour truies gestantes devrait se situer entre 11.6 et 12.2 MJ EDP/kg. Les primipares sont nourries de manière un peu plus restrictive que les truies adultes. Les apports recommandés dans les tableaux 21 et 23 se réfèrent à des portées de 12 porcelets.

Comme on utilise généralement un seul aliment de gestation, les apports recommandés pour les acides aminés et les macro-éléments ont été définis de manière à satisfaire aux besoins des truies encore en croissance (tableau 23).

Les truies gestantes devraient pouvoir prendre suffisamment d'exercice. Les apports recommandés tiennent compte d'activités physiques moyennes, dans le cadre de la détention en porcherie. En cas d'activité accrue et de basses températures ambiantes, il y a lieu de prévoir des suppléments appropriés.

L'objectif est d'obtenir un état corporel de classe 3 ou 4, ou encore une épaisseur du lard dorsal (P2) de 18–20 mm au moment de la saillie et de 20–22 mm lors de la mise bas.

Tableau 21. Truies gestantes: apports recommandés en énergie, exprimés en EDP (MJ/ animal et jour) et calculés pour des portées de 12 porcelets.

	PV	Stade de gestation	
	Date saillie	du 1 ^{er} au 84 ^e jour (dg)	du 85 ^e au 114 ^e jour (fg)
Primipares	120	25.6	33.5
	130	26.5	34.4
	150	28.5	36.3
Multipares	140	30.5	39.0
	180	32.2	40.2
	220	34.5	42.1
	260	35.3	42.2

dg: début de la gestation fg: fin de la gestation

La teneur en énergie des aliments pour truies allaitantes devrait se situer entre 13.2 et 14.2 MJ EDP/kg. Il ressort du tableau 22 que les truies suitées d'un grand nombre de petits présentent des besoins en énergie importants qu'elles ne peuvent pas toujours couvrir par le biais de la quantité d'énergie ingérée. Lorsque les besoins en énergie excèdent la quantité d'énergie ingérée, il y a déficit énergétique. En conséquence, la truie mobilise sa substance corporelle et perd du poids. Cette perte de poids ne devrait cependant pas dépasser 15 à 20 kg. Les truies qui allaitent des portées de moyenne ou grande taille doivent donc être nourries à volonté.

Objectifs:

- porcelets: un poids élevé au sevrage
- truies: une perte de poids maximale de 20 kg à la fin de la période d'allaitement.

Tableau 22. Truies allaitantes: apports recommandés en énergie, exprimés en EDP (MJ/animal et jour).

PV après la mise bas	Nombre de porcelets					
	7	8	9	10	11	12 ¹⁾
150	60	66	71	77	82	88
180	63	69	74	80	85	91
210	66	71	77	83	88	94
240	69	74	80	85	91	97

¹⁾ Les besoins en énergie par porcelet supplémentaire sont de 5.6 MJ EDP/animal et jour.

Figure 9. Les truies suivies de nombreux porcelets ont des besoins énergétiques élevés qu'elles ne peuvent pas toujours couvrir par le biais de leur alimentation.



Tableau 23. Truies : apports recommandés en matière azotée et en acides aminés, resp. en acides aminés digestibles au niveau iléal, et en macro-éléments, exprimés en g / MJ EDP.

	Gestation		Lactation	
	brut	digestible au niveau iléal	brut	digestible au niveau iléal
MA	10		12	
Lys	0.48	0.43	0.75	0.68
Mét	0.13	0.12	0.20	0.18
Mét + cys	0.26	0.24	0.38	0.35
Thr	0.34	0.30	0.46	0.41
Trp	0.10	0.09	0.14	0.13
Ile	0.34	0.30	0.46	0.41
Leu	0.48	0.43	0.84	0.76
Phé	0.26	0.24	0.42	0.38
Phé + tyr	0.48	0.43	0.83	0.75
Val	0.38	0.34	0.53	0.48
His	0.16	0.15	0.26	0.24
Ca ¹⁾	0.66		0.66	
P	0.40		0.40	
PDP	0.20		0.20	
Na	0.13		0.13	

¹⁾ En cas d'optimisation selon le phosphore total (P), l'apport recommandé en Ca doit être calculé selon la formule (1.3 x apport recommandé en P).

4.3 Verrats

4.3.1 Remontes mâles Pour les remontes mâles pesant entre 24 et 95 kg, on recommande une concentration énergétique de l'aliment de 13 à 14 MJ EDP/kg.

De 95 à 115 kg de poids vif, la teneur en énergie doit se situer entre 11.6 et 12.2 MJ EDP/kg.

Les tableaux 24 et 25 donnent un aperçu des apports recommandés en énergie pour les remontes mâles.

Tableau 24. Remontes mâles de 24 à 95 kg: apports recommandés en énergie, exprimés en EDP (MJ/ animal et jour).

Semaine d'élevage	850 g GMQ en 84 jours		Semaine d'élevage	850 g GMQ en 84 jours	
	EDP	PV _{FP}		EDP	PV _{FP}
1	14.9	28.2	7	27.1	63.2
2	17.0	33.1	8	28.7	69.5
3	19.2	38.5	9	30.2	75.9
4	21.3	44.4	10	31.6	82.2
5	23.4	50.5	11	32.9	88.6
6	25.3	56.8	12	34.3	95.0

GMQ: Gain moyen quotidien

PV_{FP}: Poids vif (kg) à la fin de la période

Tableau 25. Remontes mâles de 95 à 115 kg: apports recommandés en énergie, exprimés en EDP (MJ/ animal et jour).

Poids	EDP
de 95 à 115 kg	28.5

4. Apports recommandés en énergie, en matière azotée, en acides aminés et en macro-éléments

Les tableaux 26 et 27 indiquent les apports recommandés en matière azotée et en acides aminés, respectivement en acides aminés digestibles au niveau iléal, en acides gras insaturés (IPM) et en macro-éléments.

Tableau 26. Remontes mâles de 24 à 95 kg: apports recommandés en matière azotée, en acides aminés, en acides gras insaturés (IPM) et en macro-éléments, exprimés en g / MJ EDP.

PV en kg	24	30	40	50	60	70	80	90	dès 95
MA	13.2	12.9	12.6	12.2	11.9	11.5	11.1	10.8	10.2
Lys	0.90	0.86	0.79	0.73	0.68	0.64	0.61	0.59	0.58
Mét	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.20	0.20	0.19	0.19
Mét + cys	0.58	0.55	0.50	0.47	0.43	0.41	0.39	0.38	0.37
Thr	0.61	0.58	0.53	0.49	0.46	0.43	0.41	0.40	0.40
Trp	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12	0.12
Ile	0.56	0.53	0.49	0.45	0.42	0.40	0.38	0.37	0.36
Leu	0.90	0.86	0.79	0.73	0.68	0.64	0.61	0.59	0.58
Phé	0.54	0.51	0.47	0.44	0.41	0.38	0.37	0.35	0.35
Phé + tyr	0.87	0.82	0.75	0.70	0.65	0.61	0.59	0.57	0.56
Val	0.63	0.60	0.55	0.51	0.47	0.45	0.43	0.41	0.41
Arg	0.36	0.34	0.31	0.29	0.27	0.26	0.24	0.24	0.23
His	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.20	0.20	0.19	0.19
IPM	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
Ca ¹⁾	0.64	0.64	0.63	0.59	0.59	0.55	0.52	0.49	0.45
P	0.46	0.46	0.45	0.42	0.39	0.37	0.34	0.33	0.30
PDP	0.23	0.23	0.22	0.21	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15
Na	0.11	0.11	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08

¹⁾ En cas d'optimisation selon le phosphore total (P), l'apport recommandé en Ca doit être calculé selon la formule (1.3 x apport recommandé en P).

Tableau 27. Remontes mâles de 24 à 115 kg: apports recommandés en acides aminés digestibles au niveau iléal (g/ MJ EDP).

PV en kg	24	30	40	50	60	70	80	90	dès 95
LysD	0.74	0.70	0.64	0.58	0.54	0.51	0.48	0.46	0.45
MétD	0.24	0.22	0.20	0.19	0.17	0.16	0.15	0.15	0.14
MétD + cysD	0.47	0.45	0.41	0.37	0.35	0.32	0.31	0.30	0.29
ThrD	0.50	0.48	0.43	0.40	0.37	0.34	0.33	0.31	0.30
TrpD	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09
IleD	0.46	0.43	0.40	0.36	0.34	0.31	0.30	0.29	0.28
LeuD	0.74	0.70	0.64	0.58	0.54	0.51	0.48	0.46	0.45
PheD	0.44	0.42	0.38	0.35	0.32	0.30	0.29	0.28	0.27
PheD + tyrD	0.71	0.67	0.61	0.56	0.52	0.49	0.46	0.44	0.43
ValD	0.52	0.49	0.45	0.41	0.38	0.35	0.34	0.32	0.31
ArgD	0.30	0.28	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18	0.18
HisD	0.24	0.22	0.20	0.19	0.17	0.16	0.15	0.15	0.14

4.3.2 Verrats de monte La teneur en énergie de l'aliment des verrats de monte devrait se situer entre 11.6 et 12.2 MJ EDP/kg.

Tableau 28. Verrats de monte: apports recommandés en énergie, exprimés en EDP (MJ/animal et jour).

PV en kg	115	150	200	250	300
EDP	30	32	35	38	40

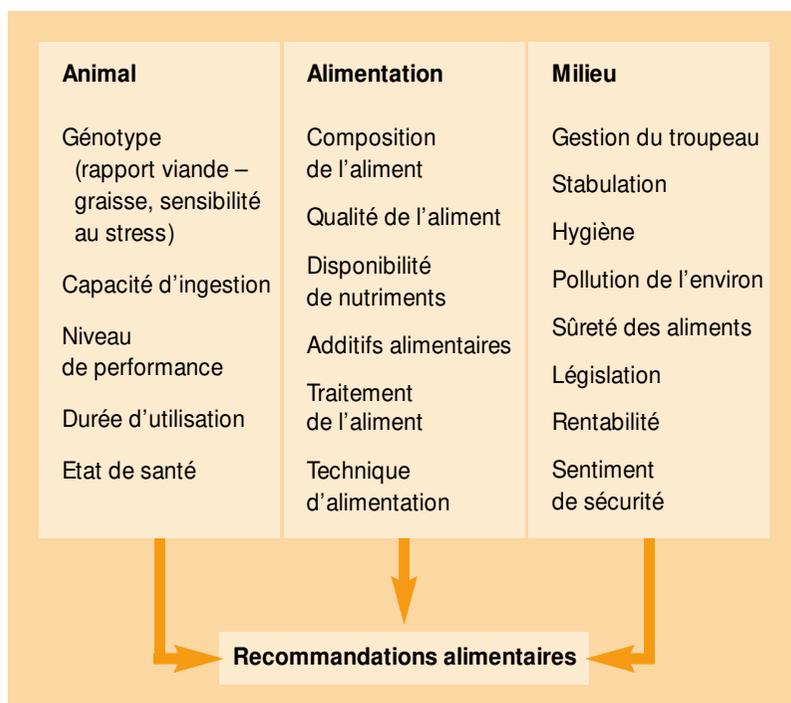
Les apports recommandés en matière azotée, en acides aminés, en acides aminés digestibles au niveau iléal, et en macro-éléments pour les verrats adultes correspondent aux recommandations fixées pour les truies gestantes (tableau 23).

5. Apports recommandés en oligo-éléments et en vitamines

Jürg Kessler

De nombreux facteurs influencent les apports en oligo-éléments et en vitamines pour le porc (figure 10). Il y a donc lieu de tenir compte de ceux-ci lors de l'établissement des recommandations alimentaires. Il est évident que ces facteurs et leur importance peuvent varier d'un pays à l'autre et d'un système de production à l'autre. Ces variations expliquent en partie les différences, rencontrées dans les recommandations alimentaires publiées, qui apparaissent entre les différents pays, instituts et sociétés. Les apports en oligo-éléments et en vitamines recommandés dans les tableaux 29 à 31 tiennent compte des conditions suisses pour ce qui est des facteurs d'influence «animal, alimentation et milieu». Ils ont fait leurs preuves lors de nombreux essais d'alimentation effectués chez ALP dans lesquels on a travaillé avec différents niveaux de performance et formes de détention.

Figure 10. Facteurs dont il faut tenir compte lors de l'élaboration des recommandations alimentaires (incomplets).



Les recommandations concernant les suppléments vitaminiques se fondent sur les considérations émises au chapitre 3.2. Elles tiennent compte de nos modes de détention et d'affouragement usuels et comportent toujours une marge de sécurité appropriée.

5.2 Porcs à l'engrais

Les recommandations suivantes reposent sur les bases exposées aux chapitres 3.1 et 3.2 et font partie intégrante des recommandations alimentaires. Il faut donc absolument en tenir compte lors de l'utilisation du tableau 30.

Les suppléments recommandés sont déterminés de manière à couvrir les besoins même lorsque la ration présente une densité énergétique élevée.

Figure 11. Même dans le cas d'une ration avec une densité énergétique élevée, les suppléments recommandés couvrent les besoins en oligo-élément et en vitamines.

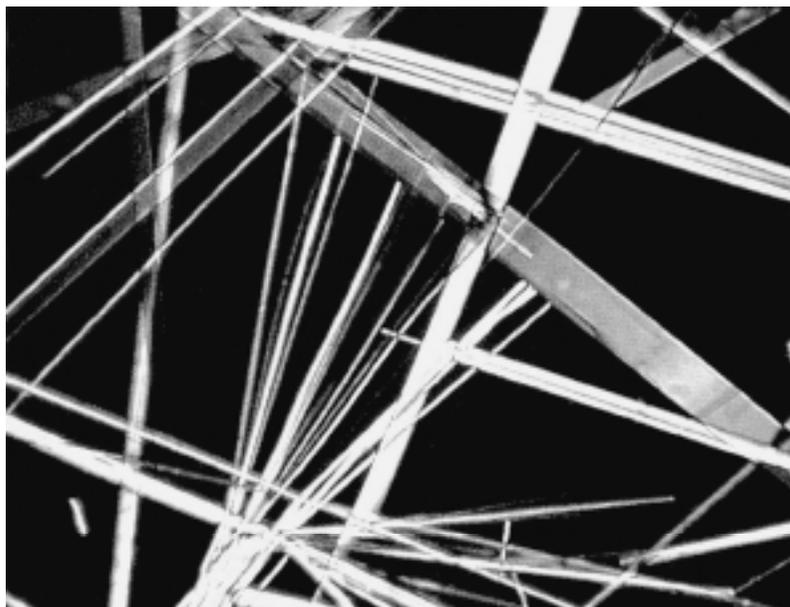


Tableau 30. Porcs à l'engrais: suppléments recommandés en oligo-éléments et en vitamines par kg d'aliment (88% MS).

Oligo-éléments		Vitamines			
Fe	20 mg	Vitamine A	4000 IE	Vitamine B ₁₂	20 µg
I	0.15 mg	Vitamine D	400 IE	Niacine	15 mg
Cu	4 mg	Vitamine E	12 ¹⁾ mg	Acide pantothénique	15 mg
Mn	10 mg	Vitamine K ₃	1 mg	Biotine	50 µg
Zn	55 mg	Vitamine B ₁	2 ²⁾ mg	Acide folique	0.5 mg
Se	0.15 mg	Vitamine B ₂	3 mg	Choline	200 mg
		Vitamine B ₆	3 mg		

¹⁾ Plus 2.6 mg de vitamine E par kg d'aliment, par g d'acides polyéniques et 4.4 mg de vitamine E par kg d'aliment, par 1% de graisse ajoutée.

²⁾ Besoins couverts par les teneurs naturelles; supplément recommandé 2 mg, si thermisation de l'aliment.

Les chiffres relatifs aux suppléments d'oligo-éléments recommandés dans le tableau 30 sont estimés en fonction des teneurs naturelles et des remarques mentionnées au chapitre 5.1. Lorsque la ration contient plus de 10% de petit-lait (base 88% MS), on conseille des suppléments de 40 mg pour le Fe et de 15 mg par kg d'aliment (88% MS) pour le Mn.

Les recommandations concernant les suppléments vitaminiques se fondent sur les considérations émises au chapitre 3.2.

5.3 Truies

Les recommandations suivantes reposent sur les principes résumés au chapitre 3.1 et 3.2 et font partie intégrante des recommandations alimentaires. Il faut donc absolument en tenir compte lors de l'utilisation du tableau 31. Faute d'information, une répartition des apports recommandés d'oligo-éléments et en vitamines selon les différents stades de production (tarissement, gestation, lac-

tation) n'est possible que dans une certaine mesure. Cela dit, les suppléments recommandés dans le tableau 31 sont déterminés de manière à couvrir les besoins, quels que soient les stades de production.

Tableau 31. Truies: suppléments recommandés en oligo-éléments et en vitamines par kg d'aliment (88% MS).

Oligo-éléments		Vitamines			
Fe	40 mg	Vitamine A	8000 IE	Vitamine B ₁₂	20 µg
I	0.55 mg	Vitamine D	800 IE	Niacine	20 mg
Cu	7 mg	Vitamine E	40 mg	Acide pantothénique	20 mg
Mn	20 mg	Vitamine K ₃	2 mg	Biotine	100 µg
Zn	55 mg	Vitamine B ₁	¹⁾ mg	Acide folique	1.5 mg
Se	0.2 mg	Vitamine B ₂	5 mg	Choline	300 mg
		Vitamine B ₆	4 mg		

¹⁾ Besoins couverts par les teneurs naturelles; supplément recommandé 2 mg, si thermisation de l'aliment.

Les chiffres relatifs aux suppléments d'oligo-éléments recommandés dans le tableau 31 sont estimés en fonction des teneurs naturelles et des remarques mentionnées au chapitre 5.1.

Les recommandations concernant les suppléments vitaminiques se fondent sur les considérations émises au chapitre 3.2.

Pour les remontes femelles et mâles, on peut se baser sur les apports recommandés en oligo-éléments et en vitamines recommandés pour les animaux à l'engrais (tableau 30). Les verrats reproducteurs doivent être traités comme les truies (tableau 31).

6. Recommandations particulières

Andreas Gutzwiller, Annelies Bracher, Jean-Louis Gafner, Martin Jost et Jürg Kessler

6.1 Eau

La teneur en eau de l'organisme du porc adulte est légèrement supérieure à 50% ; chez le porcelet nouveau-né, elle s'élève même à plus de 75%. En conséquence, un manque d'eau entraînera plus rapidement une baisse de productivité et des troubles de la santé qu'une carence en n'importe quel autre nutriment.

Tous les porcs doivent donc pouvoir s'abreuver librement, quel que soit leur âge ou stade de production.

6.1.1 Besoins

Les besoins en eau relèvent de nombreux facteurs (composition de la ration, climat, productivité, etc.). Environ 3 litres d'eau sont consommés pour chaque kg de MS d'aliment ingéré. Le tableau 32 récapitule les valeurs indicatives concernant les besoins en eau des diverses catégories de porcs.

Tableau 32. Besoins du porc en eau.

	Eau en litres/ jour
Porcelet	
Porcelet allaité	0.7
Porcelet sevré	1 – 2
Porc à l'engrais	
20 - 50 kg PV	3 – 4
50 - 80 kg PV	5 – 8
80 - 100 kg PV	8 – 10
Truie	
début gestation	8 – 12
fin de gestation	10 – 20
lactation	15 plus 1.5 par porcelet
Verrat	10 – 15

6.1.2 Indications pratiques concernant l'apport d'eau

Il ressort des rares essais publiés (Fraser et al. 1990, NRC 1998) qu'un débit de l'abreuvoir d'environ 7 dl / minute devrait suffire pour toutes les catégories d'animaux. L'expérience préconise toutefois un débit minimal de 2 litres / minute pour les truies en lactation.

Les porcelets allaités boivent de l'eau dès leurs premiers jours de vie. C'est pourquoi les boxes de mise bas doivent être équipés d'abreuvoirs adéquats. Les besoins en eau des porcelets sevrés augmentent brusquement en raison du passage à l'alimentation solide. Il importe donc que leurs abreuvoirs soient aisément accessibles. Les porcelets préfèrent les auges. Mais celles-ci présentent un inconvénient par rapport aux abreuvoirs à sucettes: l'eau peut être souillée.

Abreuver à l'auge entre les heures des repas permet d'accroître l'ingestion d'eau et peut-être aussi l'ingestion d'aliments chez les truies en lactation (Brooks 2000).

Cette pratique est particulièrement indiquée pendant les mois d'été, lorsque la température de la porcherie dépasse 20 °C et que les problèmes s'accroissent en raison d'une ingestion alimentaire insuffisante durant la période d'allaitement.

Les porcs détenus en groupe doivent disposer d'un nombre approprié d'abreuvoirs afin de pouvoir boire sans être dérangés.

6.1.3 Troubles de l'équilibre hydrique

L'eau présente dans le corps contient de grandes quantités d'électrolytes sodium, potassium et chlore. L'équilibre hydrique et l'équilibre électrolytique sont donc en étroite interrelation. Les reins stabilisent la teneur en eau du corps et sa concentration d'électrolytes par le biais de l'excrétion urinaire. Plusieurs erreurs alimentaires et certaines maladies peuvent perturber l'équilibre hydro-électrolytique, au point même d'entraîner rapidement la mort, si l'on ne prend pas les mesures nécessaires pour y remédier (tableau 33).

Chez les porcelets atteints de diarrhées, la cause directe de la mort est souvent un déficit en eau et en électrolytes aigu. Il faut donc immédiatement distribuer une solution d'électrolytes aux animaux présentant des diarrhées sévères. Les poudres proposées à cet effet dans le commerce doivent être délayées dans de l'eau, conformément au dosage prescrit.

Tableau 33. Troubles fréquents de l'équilibre eau/électrolytes.

Trouble	Equilibre eau / électrolytes	Prévention	Traitement
Manque d'eau	Eau du corps concentration d'électrolytes ↓ ↑	Contrôle régulier de l'apport d'eau	Distribuer de l'eau
Trop de NaCl dans la ration ¹⁾	Concentration d'électrolytes si apport d'eau limité ↑	Eau en libre service	Distribuer de l'eau en petites quantités ²⁾
Diarrhées	Eau et electro- lytes dans le corps ↓ ↓	Prévention en fonction de l'origine des diarrhées	Administration de médicaments et de solutions d'électrolytes, eau en libre service

¹⁾ Le petit-lait contient souvent d'importantes quantités de sel (NaCl). C'est pourquoi les porcs nourris au petit-lait doivent avoir la possibilité de boire de l'eau.

²⁾ Lorsque les animaux intoxiqués par du sel (principale cause: petit-lait concentré riche en sel) boivent beaucoup d'eau, la grande quantité de NaCl présente dans l'organisme fixe beaucoup d'eau, d'où une dangereuse accumulation d'eau (= œdème) dans le cerveau.

6.1.4 Qualité de l'eau

L'eau ne provenant pas du réseau public d'eau potable peut contenir beaucoup de molécules inorganiques et de bactéries intestinales (entre autres. *E. coli*, *salmonelles*); de plus, les eaux de surface des pâtures (ruisseaux, étangs) peuvent être contaminées par des algues bleues vertes, toxiques, et peuvent transmettre des agents pathogènes tels que coccidies, œufs de vers et leptospires. La Suisse ne connaît pas de valeurs limites officielles permettant d'apprécier la potabilité de l'eau pour les animaux. Le Canada a édicté les directives suivantes quant à la potabilité de l'eau destinée aux porcs (OMAFRA): conductibilité électrique à 25 °C < 4000 µS/cm¹⁾; sulfate < 1000 mg/l; faible teneur en algues; si présence de bactéries *E. coli* (indiquant une possible contamination par des excréments), l'origine de la contamination doit être recherchée et éliminée.

¹⁾ Chez les porcs non habitués, l'eau de > 1300 µS/cm peut provoquer de légères diarrhées (NCR, 1998).

6.2 Alimentation des porcelets pendant les périodes critiques

Dans l'élevage des porcelets, on vise à exploiter au mieux le potentiel de croissance élevé des animaux et à minimiser les pertes de porcelets dues à la nutrition. Il y a deux périodes particulièrement délicates pendant lesquelles des mesures adéquates – qui sortent du seul cadre de l'alimentation – doivent être prises et qui exercent une grande influence sur la réussite de la production: il s'agit d'une part de la première semaine de vie et, d'autre part, de la période de sevrage.

6.2.1 Porcelets allaités

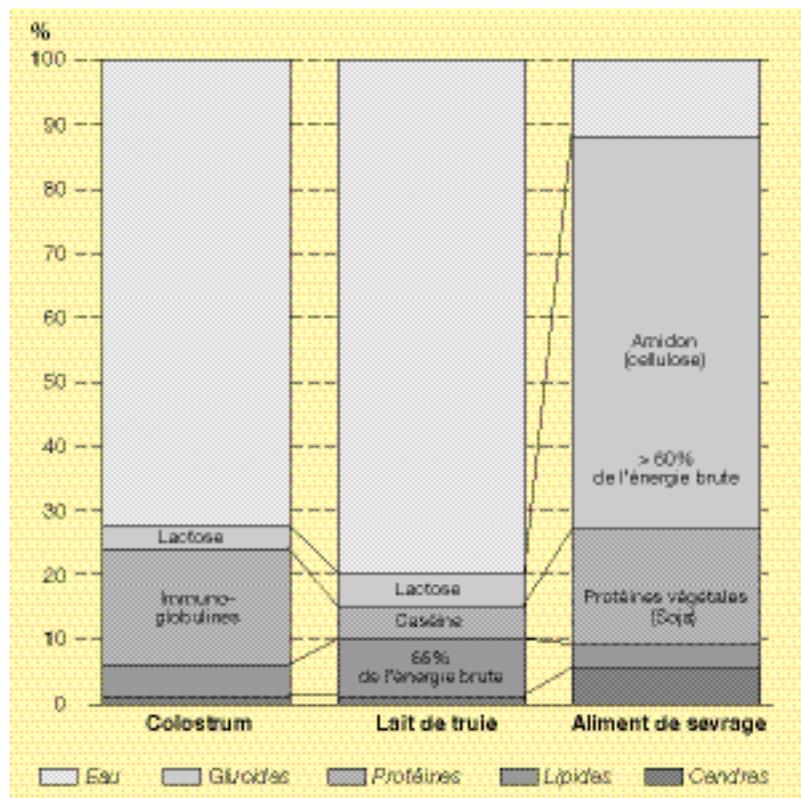
Les porcelets naissent sans couche de graisse protectrice et avec des réserves énergétiques limitées (glycogènes). Ils sont donc particulièrement sensibles au froid. Maintenir la température du corps est une question de survie. Si les porcelets nouveau-nés ne sont pas nourris avec du colostrum dans les deux heures qui suivent leur naissance, le risque d'hypoglycémie, éventuellement la mort de l'animal, augmente fortement. En cas de basses températures, ce danger est encore accru. Pour y remédier, on peut utiliser des lampes chauffantes et atteindre ainsi le micro-climat appropriée de 28 – 30 °C. Le colostrum ne sert pas seulement à réguler la température corporelle, mais aussi à protéger les porcelets nouveau-nés contre les maladies infectieuses, car il contient une forte concentration d'immunoglobulines. Il est donc indispensable que les porcelets se nourrissent rapidement de colostrum, d'autant plus que la teneur en immunoglobulines s'abaisse en l'espace de 12 heures de plus de la moitié. Comparé au lait normal, le colostrum contient aussi une plus grande quantité d'oligo-éléments, de vitamines et de facteurs de croissance. Le premier jour de vie, les porcelets luttent pour atteindre les tétines les plus riches en lait de la truie. Les plus faibles et les moins vigoureux sont défavorisés. Si l'on veut assurer à tous les porcelets d'une grande portée une ingestion suffisante de colostrum, il est nécessaire de les déplacer aussi rapidement que possible dans une autre portée moins nombreuse.

Même si le piétinement représente la cause la plus fréquente de mortalité chez les porcelets allaités (50%), une proportion importante de ces pertes est due à une sous-alimentation qui entraîne une faiblesse générale de l'organisme au cours des premiers jours de vie (Varley 1995). En outre, le lait de la truie ne couvrant pas les besoins en fer des porcelets, un apport complémentaire de fer sous la forme d'une injection, de pâte ou de terre à fouiller prévient l'anémie du porcelet. Il est également important que les porcelets disposent, dès le début, de suffisamment d'eau, car ils s'abreuvent généralement assez tôt. A noter que

les porcelets préfèrent boire dans des abreuvoirs. Pendant l'allaitement, l'apport en énergie d'un porcelet dépend essentiellement de la taille de la portée, de la tétine choisie, de la fréquence d'allaitement, de la production de lait de la truie et de la composition du lait qui doit être maintenue par un apport en nutriments conforme aux besoins de la truie allaitante. Il faut savoir que toutes les tétines ne fournissent pas la même quantité de lait, d'où la différence de croissance entre porcelets d'une même portée.

Lors du passage du colostrum au lait normal les porcelets passent d'une source alimentaire riche en protéines (jusqu'à 18% MA) à une alimentation riche en lipi-

Figure 12. Composition des aliments des porcelets allaités et sevrés.



des (figure 12). Dans le lait normal, la teneur en lipides est de 7 à 10%, ce qui représente 65% de l'énergie brute. Les teneurs en protéines et en lactose s'élèvent chacune à 5 – 6%, la fraction de protéines se composant de presque la moitié de caséine. Le lait de truie se digère facilement et sa digestibilité se situe pour les nutriment principaux à 97 – 99%. Les données relatives à la teneur en énergie du lait de truie varient selon la composition. On peut toutefois indiquer comme valeur moyenne 5.3 MJ EDP/ kg (colostrum 5.8 MJ EDP/kg).

Avec 10 g de MA par MJ EDP, le lait de truie possède un rapport protéines/énergie assez bas. Il a d'une part pour fonction d'assurer une formation de graisse importante chez le porcelet allaité mais, d'autre part, la faible quantité en protéines limite le potentiel de croissance. C'est la raison pour laquelle on en a souvent déduit que l'aliment complémentaire pour porcelets allaités devait contenir 20 à 22% de MA. Or, ceci augmente le risque de diarrhées. A ALP, des aliments complémentaires pour porcelets allaités avec une teneur en MA sensiblement plus basse – sont utilisés avec succès. Vu qu'on distribue les aliments complémentaires tout au long de la période de sevrage et même au-delà, il faut tenir compte de leur pouvoir tampon, c'est-à-dire viser une teneur en MA le plus bas possible (cf. paragraphe sur les porcelets sevrés).

L'énergie ingérée des porcelets allaités s'élève dans le cas d'un gain quotidien supposé de 180 g / jour (1^{ère} semaine) à 330 g / jour (5^e semaine) de 3.2 MJ EDP (1^{ère} semaine) à 6.9 MJ EDP au cours de la 5^e semaine (figure 13). En général, la sécrétion du lait chez la truie atteint son maximum au cours de la 3^e semaine pour ensuite s'abaisser à nouveau. Dans les grandes portées, le besoin en énergie pour exploiter le potentiel de croissance n'est plus couvert à partir de la 4^e semaine. Or, sans complément alimentaire ou dans le cas d'une ingestion insuffisante d'aliment complémentaire, on observe fréquemment, au cours de cette période, une stagnation de l'accroissement. Plus la période d'allaitement est longue, plus importante sera la contribution de l'aliment complémentaire à l'apport énergétique.

L'alimentation complémentaire remplit plusieurs fonctions:

- Couverture des besoins à partir de la 4^{ème} semaine d'allaitement et allègement de la contribution de la truie
- Familiarisation avec des composants alimentaires d'origine végétale
- Stimulation de la sécrétion de suc gastrique
- Stimulation de la formation d'enzymes pour la digestion des glucides et des protéines
- Stimulation du développement du gros intestin

- Préparation au sevrage, influence positive sur la fonction des villosités intestinales.

Le début de l'ingestion de nourriture solide marque la première étape du processus de sevrage qui, en conditions naturelles, débute à la troisième semaine d'allaitement et se termine entre la 12^e et la 17^e semaine. Ce sont les truies qui déterminent le rythme de sevrage en se séparant progressivement des porcelets. Or, le contact permanent et étroit entre porcelets et truies dans les boxes conventionnels de mise bas empêchent en quelque sorte le processus de sevrage de se dérouler naturellement. Il est recommandé de distribuer aux porcelets des aliments complémentaires dès la deuxième semaine. L'ingestion volontaire d'aliments complémentaires est très variable d'un porcelet à l'autre de même que d'une portée à l'autre. Une ingestion notable d'aliments complémentaires commence en général au cours de la troisième semaine et se situe entre 5 et 25 g par jour; la cinquième semaine, elle atteint 30 à 150 grammes par jour et par porcelet (figure 13). A la fin de la cinquième semaine d'allaitement, les aliments complémentaires ingérés couvrent – dans le meilleur des cas – à peine 30% de l'énergie totale ingérée. Assez fréquemment, les porcelets ingèrent des quantités d'aliments plus faibles de sorte que le jour du sevrage (après 35 jours), la nourriture se compose encore largement de lait de truie. Le changement radical de nourriture qui accompagne le sevrage demande une grande adaptation de la part des porcelets.

Dans le cas de la durée usuelle d'allaitement de cinq semaines et en conditions de détention conventionnelle, la consommation d'aliments complémentaires est en règle générale encore trop faible le jour du sevrage pour éviter le stress du sevrage. L'ingestion d'aliments secs peut cependant être stimulée pendant la période d'allaitement par les mesures suivantes :

- Mettre suffisamment d'eau à disposition des porcelets et installer un dispositif d'abreuvement adapté aux porcelets
- Stimuler l'ingestion d'aliment en répandant sur le sol propre de petites quantités d'aliments
- Renouveler tous les jours les aliments
- Assurer suffisamment de place d'alimentation, si nécessaire installer plusieurs automates
- À partir de la quatrième semaine d'allaitement, créer des conditions permettant à la truie de se mettre à l'écart : box séparé, sorties, pâturage, détention en plein air

- Donner des aliments appétents, aisément digestibles sous forme de granulés: céréales dont l'amidon est pré-gélatinisé, produits laitiers, protéines de pommes de terre, protéines de soja en dessous de 10%, sucre fourrager.

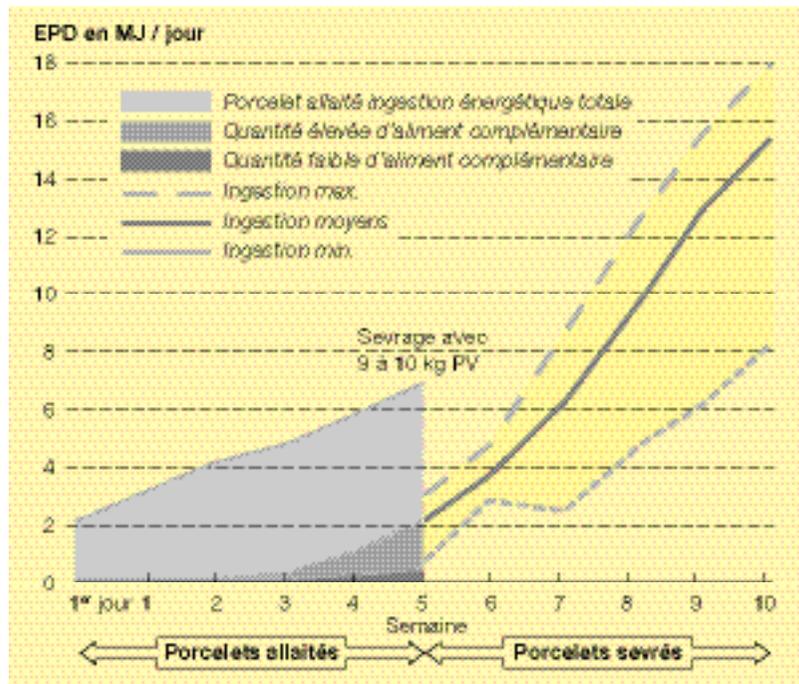
6.2.2 Porcelets sevrés En raison du sevrage abrupt, le niveau de performances des porcelets enregistre une chute notable (figure 13). Il s'agit là d'une conséquence directe du sevrage; autrement dit, immédiatement après le sevrage, le niveau d'ingestion de l'aliment solide est insuffisant pour couvrir les besoins énergétiques, l'apport énergétique étant sensiblement en dessous du niveau de celui de la période d'allaitement. La prédisposition particulière des porcelets sevrés aux troubles de la digestion et aux infections intestinales est due au comportement alimentaire perturbé au cours de la première semaine de sevrage, à savoir une consommation très basse, voire inexistante le jour du sevrage, suivie d'une consommation d'aliments trop rapide et trop élevée (Kamphues 1987). Souvent combinés à une ingestion d'eau insuffisante, les facteurs de stress suivants intervenant simultanément sont la cause principale de ce trouble du comportement alimentaire des porcelets:

- Séparation de la truie et privation du lait
- Passage à une alimentation complexe et sèche, séparation spatiale de l'eau et des aliments
- Changement d'étable
- Séparation des porcelets d'une même portée et regroupement avec des porcelets inconnus, luttes hiérarchiques.

La diarrhée de sevrage apparaît à la fin de la première semaine de sevrage et enregistre un pic au cours de la deuxième semaine. Des pertes économiques en résultent dues au dépérissement des porcelets, au ralentissement de leur croissance, aux coûts thérapeutiques et aux pertes d'animaux par déshydratation. La maladie oedémateuse apparaît un peu plus tard. Dans les deux cas, des bactéries *E. coli* sont impliquées.

Les bactéries *E. coli* font partie de la flore normale de l'intestin. Après le sevrage, on observe un déséquilibre passager au niveau de la flore intestinale en faveur de *E. coli* qui prolifèrent dans l'intestin. Ce développement est causé entre autres par la diminution de l'ingestion de nourriture au cours des premiers jours de sevrage, entraînant une atrophie des villosités de l'intestin grêle (Varley et Wisenman 2001) avec pour conséquence une digestion et une absorption intes-

Figure 13. Ingestion énergétique des porcelets allaités et sevrés
(sevrage le 35^{ème} jour; données relatives aux porcelets sevrés provenant des essais menés à ALP).



tinales limitées. La situation empire quand, après la phase initiale d'abstinence, les porcelets augmentent leur consommation d'aliments de façon excessive lors d'une alimentation à volonté, entraînant une surcharge de l'estomac. Les problèmes commencent déjà là: la sécrétion de suc gastrique encore faible au début du sevrage ne suffit pas à digérer la grande quantité d'aliments solides ingérée. En plus, les aliments ont souvent un pouvoir tampon élevé. La bouillie dans l'estomac n'est pas suffisamment acidifiée, ce qui compromet la digestion des protéines, et des micro-organismes potentiellement dangereux passent l'estomac intacts et peuvent coloniser l'intestin. Dans l'ensemble, une plus grande quantité de nutriments non digérés parvient dans le gros intestin et y forme un substrat nutritif pour les micro-organismes indésirables. Comme contre-mesure s'impose la stimulation d'une ingestion suffisante et régulière au cours des premiers jours de sevrage d'un aliment dont les teneurs et les ingrédients sont adap-

tés aux besoins des porcelets. Parallèlement, il convient de prendre des mesures complémentaires au niveau de la sélection, de l'hygiène et au niveau du climat de l'étable. Les porcelets fraîchement sevrés ont des besoins thermiques élevés en raison de leur bilan énergétique provisoirement négatif et sont donc très sensibles aux courants d'air. On peut par exemple créer un micro-climat favorable en couvrant les aires de repos ou les nids à porcelets.

Si l'on peut éviter une suralimentation par une consommation régulière, il n'y a aucune contradiction à rationner les porcelets – ce qui est parfois recommandé. Dans le cas d'un sevrage conventionnel, le stress lié au sevrage est préprogrammé et les possibilités de stimuler l'ingestion des aliments sont restreintes. Le passage d'un lait facilement digestible, ingéré toutes les heures et qui se compose principalement de graisse de lait, de lactose et de caséine, à une alimentation solide, riche en amidon, comprenant des protéines d'origine végétale et des minéraux ajoutés constitue un changement radical pour les porcelets (figure 12). En sélectionnant des matières premières qui soient plus proches de la composition du lait de truie, on peut améliorer le passage en atténuant le changement. Une alimentation de sevrage qui maintient une valeur pH basse dans l'estomac (suppression de *E. Coli*), qui assure une digestibilité élevée dans l'intestin grêle et qui stimule la flore du gros intestin (inhibition de *E. Coli*), doit répondre aux exigences suivantes :

- *Bonne acidification du contenu de l'estomac*: faible pouvoir tampon des aliments, teneur minimale en matière azotée et ajout d'acides aminés de synthèse; ajout de phytases; acidification des aliments par des acides organiques
- *Digestibilité élevée (appétibilité)*: utilisation d'aliments avec de l'amidon pré-gélatinisé; de préférence des protéines lactiques (lait écrémé, poudre de petit-lait); la farine de poisson est aussi indiquée; ajouter les protéines de soja avec prudence en raison d'éventuelles réactions d'hypersensibilité; utilisation ciblée d'enzymes
- *Réduction de la charge en E. coli dans les aliments de même que dans les animaux*: addition d'acides organiques ou de sels, utilisation d'aliments liquides fermentés, adjonction de probiotiques
- *Stimulation de la flore du gros intestin et de la vitesse de transit*: teneur en cellulose environ 5% ; ajout d'oligosaccharides
- *Stimulation de la consommation des aliments et de l'ingestion d'eau*: au cours des premiers jours, ajouter des abreuvoirs; places d'alimentation suffisantes aux auges; ne donner que des aliments frais.

Pour obtenir un pouvoir tampon bas (PT) de l'aliment, il faut utiliser, lors de la formulation des aliments pour porcelets, des composants avec un faible pouvoir tampon. Le tableau 34 énumère les valeurs à ce sujet. Comme prévu, les composants riches en minéraux ont un pouvoir tampon élevé. La teneur en sels minéraux doit donc être limitée au minimum.

Tableau 34. Pouvoir tampon (PT) de certains composants alimentaires.

Aliment	Teneur en matière sèche en g/kg	PT mol/kg d'aliment	PT mol/kg de matière sèche
Orge	870	0.30	0.34
Farine fourragère d'orge	900	0.33	0.37
Flocons d'orge	870	0.23	0.26
Avoine	870	0.30	0.35
Flocons d'avoine	900	0.26	0.29
Maïs	870	0.26	0.30
Brisure de riz	870	0.19	0.22
Seigle	870	0.38	0.44
Triticale	870	0.34	0.39
Blé	870	0.30	0.34
Farine fourragère de blé 1 ^{re}	880	0.40	0.46
Farine fourragère de blé 2 ^e	880	0.48	0.54
Issues de meunerie mélangées	880	0.51	0.58
Amidon de blé	890	0.20	0.22
Flocons de pommes de terre	890	0.62	0.70
Melasse de betteraves	800	1.06	1.32
Poudre de lactosérum	970	0.80	0.82
Panure	900	0.23	0.26
Gluten de maïs 60 %	900	0.23	0.26

6. Recommandations particulières

Aliment	Teneur en matière sèche en g/kg	PT mol/kg d'aliment	PT mol/kg de matière sèche
Protéine de pommes de terre	900	0.96	1.07
Pois protéagineux	870	0.54	0.62
Tourteau d'extraction du soja	880	1.01	1.15
Tourteau de presse de soja	880	0.97	1.10
Soja extrudé	950	0.86	0.90
Tourteau de presse de lin 8 – 12 % MG	900	0.86	0.95
Tourteau d'extraction de colza 00	910	0.98	1.08
Tourteau de presse de colza 00 4 – 9 % MG	910	1.00	1.10
Tourteau de presse de colza 00 > 9 % Fett	910	0.96	1.05
Poudre de lait entier	970	0.90	0.93
Poudre de lait écrémé	970	1.13	1.17
Levures Torula	900	0.82	0.91
Farine de poisson 64 % MA	920	1.31	1.42
Farine de poisson 70/72 % Ma	920	1.54	1.67
Issues d'avoine	930	0.39	0.42
Son de blé	870	0.64	0.74
Farine d'herbe	900	1.09	1.21
Marc de pommes séché, non dépectinisé	900	0.23	0.26
Marc de pommes séché, dépectinisé	900	1.12	1.24
Marc de poires séché	900	0.23	0.25
L-lysine-HCl	1000	0.82	0.82
DL-méthionine	1000	1.19	1.19
L-thréonine	1000	1.46	1.46

Aliment	Teneur en matière sèche en g/kg	PT mol/kg d'aliment	PT mol/kg de matière sèche
L-tryptophane	1000	1.12	1.12
Phosphate bicalcique	1000	7.60	7.60
Phosphate monocalcique	1000	3.00	3.00
Phosphate monosodique	1000	6.40	6.40
Carbonate de chaux	1000	15.00	15.00
Formiate de calcium	1000	12.00	12.00
Propionate de calcium	988	9.88	10.00
Acide formique 85 %		- 18.50	
Acide fumarique 98 %		- 8.40	
Acide propionique 98 %		- 13.20	
Acide citrique 90 %		- 4.70	
Propionate de magnésium	920	10.80	11.70
Acétate de magnésium	980	13.50	13.80
Fumarate de magnésium	940	8.80	9.40

En plus de la sélection des matières premières appropriées, on obtient par l'adjonction d'acides organiques une baisse du pH de même qu'une réduction de la charge en germes dans les aliments et dans tout le tube digestif. Il en résulte une amélioration de la digestibilité, une réduction de la formation de métabolites toxiques de même qu'une diminution des diarrhées. De bons résultats reproductibles ont été réalisés avec les acides formique et sorbique (Freitag et al. 1999). Par contre, les effets obtenus avec des probiotiques chez les porcelets sevrés sont très variables et ont enregistré un taux de réussite de seulement 56% (Rosen 2003). Quant aux levures et produits à base de levure étudiés à ALP, ils n'avaient pour la plupart aucun effet, voire des effets négatifs sur les performances des porcelets. Il en va de même des enzymes NSP testés (carbohydrases) qui ont réduit la consommation d'aliments et le gain de poids journalier. Seule la combinaison d'amylase et d'enzymes NSP a exercé une influence positive sur les performances.

La combinaison d'aliments de sevrage optimisés avec des techniques d'alimentation alternatives et des stratégies de sevrage ouvre de nouvelles perspectives en matière de stimulation de la consommation et de réduction du stress lié au sevrage. On peut citer les possibilités suivantes :

- *Alimentation liquide*: elle correspond mieux aux besoins des porcelets fraîchement sevrés que les aliments secs. Les possibilités d'alimentation vont des automates à aliments liquides (bouillie) avec intervalles en passant par une alimentation liquide dans des auges, jusqu'aux aliments liquides fermentés. Pendant la phase d'élevage, on peut s'attendre à une augmentation de la consommation de 15 à 20%. En distribuant des aliments liquides fermentés et donc acides, on peut aussi combattre les bactéries *E. coli* (Jensen et Mikkelsen 1998). Dans la pratique, il est cependant difficile de maintenir une qualité de fermentation constante.
- *Systèmes de séparation*: ceux-ci donnent la possibilité aux truies de s'isoler des porcelets et d'amorcer le processus de sevrage à partir de la 4^e semaine en réduisant la fréquence d'allaitement. Les porcelets détenus ainsi ingèrent, avant et après le sevrage, d'avantage d'aliments complémentaires et d'aliments de sevrage que les porcelets détenus de façon conventionnelle et enregistrent en conséquence des taux de croissance plus élevés (Pajor 1999). Avec les systèmes de séparation, on peut prolonger la période d'allaitement jusqu'à ce que les truies aient sevré elles-mêmes les porcelets. A dix semaines, le sevrage est largement terminé. Dans les systèmes de détention au pâturage ou en plein air, les porcelets peuvent en plus avoir des contacts sociaux avec leurs contemporains, ce qui a pour effet positif de limiter les luttes hiérarchiques lors d'un éventuellement regroupement ultérieur. A noter qu'il est aussi possible de favoriser les contacts entre portées dans la détention en étable.
- *Elevage et engraissement intégral*: ce type d'élevage met l'accent sur une détention sans stress, dans laquelle les porcelets ne sont ni regroupés ni changés d'étable (Eckel et al. 1995). La consommation d'aliments et la croissance journalière ont été sensiblement améliorées pendant l'élevage et l'engraissement.

6.3 Mesures alimentaires spéciales pour les truies d'élevage

L'alimentation a une influence considérable sur les deux paramètres clés que sont le «nombre de porcelets élevés par truie et par an» et la «longévité». Les apports alimentaires recommandés doivent se fonder sur les effets possibles, à long terme; exemple: l'alimentation pendant l'allaitement détermine la productivité de la truie au cours du cycle de reproduction suivant.

6.3.1 Une fécondité optimale

Plusieurs facteurs influencent la fécondité de la truie, parmi lesquels l'alimentation, dont le rôle est essentiel. Les apports nutritionnels doivent être bien adaptés, en particulier pendant la gestation (voir chapitres 4.2 et 5.3). Il s'agit d'éviter les excès – et donc un engraissement excessif – car ils entraînent, entre autres, une baisse de la consommation d'aliments pendant l'allaitement et les animaux maigrissent trop fortement, avec pour conséquence des retombées négatives sur la fécondité. Cela dit, les carences nutritionnelles sont tout aussi dangereuses que les excès et peuvent aussi être la cause de troubles de la fécondité. L'ingestion est moins bonne chez les truies épuisées. Des apports minéraux et vitaminiques inadaptés aux besoins peuvent aussi influencer négativement la fécondité (p. ex. développement embryonnaire, pertes embryonnaires). S'agissant des minéraux, l'on veillera à assurer des apports appropriés en calcium, en sodium et en sélénium (voir chapitres 4.2 et 5.3). En ce qui concerne les apports vitaminiques, les vitamines A, D₃, E et l'acide folique revêtent une importance primordiale. Enfin et surtout, une mycotoxicose d'origine alimentaire (voir chapitre 6.5) peut également compromettre la fécondité de la truie.

6.3.2 La stimulation des chaleurs

Les besoins énergétiques de la truie entre le sevrage et la saillie sont en moyenne identiques à ceux de la truie en fin de gestation. Ils dépendent de l'état de l'animal à la fin de la lactation. Un apport énergétique supérieur aux besoins (flushing) est bénéfique pour les taux d'ovulation et de fécondation, surtout chez les primipares dont l'état nutritionnel est faible, voire moyen, et chez les truies amaigrées en fin de lactation. Mais après la saillie, l'apport énergétique doit être réadapté aux besoins afin d'éviter une augmentation des morts embryonnaires. On peut également favoriser l'apparition des chaleurs en modifiant non seulement l'environnement de la truie mais également son alimentation (transition brusque). Certains exploitants utilisent un aliment «spécial chaleurs» ou un aliment complémentaire spécial déjà plusieurs jours avant le sevrage.

6.3.3 Prophylaxie du syndrome MMA

L'une des affections induisant le plus de pertes chez la truie d'élevage est le syndrome MMA, souvent appelé fièvre de lait. MMA signifie mammites (inflammation des mamelles), métrite (inflammation de l'utérus) et agalactie (absence de lait). En règle générale, la maladie se déclare 12 à 48 heures après la mise bas. Le syndrome MMA est une maladie infectieuse multifactorielle. Elle a en effet plusieurs causes dont certains agents infectieux tels les bactéries *E. coli*, les *staphylocoques* et les *streptocoques*, l'hérédité ainsi que des facteurs environnementaux. L'alimentation joue aussi un rôle important. Citons, en particulier, les apports alimentaires excessifs pendant la gestation, les changements drastiques de régime au moment de la mise bas ainsi qu'un intestin obstrué, voire paresseux, avant ou immédiatement après la mise bas.

Les objectifs de l'alimentation 3 à 4 jours avant et après la mise bas sont les suivants:

- éviter les troubles digestifs
- pas de surcharge du tube digestif
- couverture des besoins en énergie et en substances actives
- baisse de la pression d'infection et stimulation des défenses contre les infections.

Pour optimiser les conditions régnant dans le tube digestif, ALP utilise depuis des années avec succès le mélange suivant:

<i>Matière première</i>	<i>Proportion dans le mélange</i>
Son de blé	48.8 %
Protéines de pommes de terre	8.0 %
Dextrose	20.0 %
Graisse cristalline	21.15 %
Prémix	2.05 %

Les truies reçoivent ce mélange à raison de 2 – 3 kg par jour.

On peut réduire la pression d'infection et le nombre de germes dans l'urine ainsi que – par voie de conséquence – le risque d'infection dans l'utérus en abaissant la valeur pH dans l'urine à 6.1 – 6.3. On y parvient en distribuant des sub-

stances acidifiant l'urine et au moyen d'une ration de type acide. Dans ces rations, les anions prédominent comparé aux cations.

Pour la formulation de rations de type acide, on se sert du bilan cations / anions (DCAB). Le DCAB peut être calculé au moyen de la formule suivante (Höhler et al. 2000):

$$\text{DCAB}^{1)} \text{ (meq}^2\text{/kg MS)} = (50 \times \text{Ca} + 83 \times \text{Mg} + 26 \times \text{K} + 44 \times \text{Na}) - (59 \times \text{P} + 13 \times [\text{Met} + \text{Cys}] + 28 \times \text{Cl}) \quad (35)$$

¹⁾ Toutes les valeurs en g par kg matière sèche

²⁾ Milliéquivalent

Le tableau 35 donne un aperçu du DCAB des matières premières les plus importantes dans l'alimentation du porc.

D'après les connaissances actuelles, on peut conclure à un rapport entre le DCAB et le pH urinaire (Lindermayer et Propstmeier 1999) de:

DCAB meq/kg MS	pH de l'urine
+ 600	7.5
+ 500	7.3
+ 400	7.2
+ 300	7.0
+ 200	6.9
+ 100	6.7
0	6.5
- 100	6.4
- 200	6.2

Tableau 35. DCAB des aliments (Höhler et al. 2000).

Aliment	DCAB meq/ kg
<i>Aliments énergétiques</i>	
Orge	- 42
Avoine	19
Grains de maïs	- 72
CCM	48
Triticale	- 60
Blé	- 27
Lactosérum	323
<i>Aliments riches en protéines</i>	
Protéines de pommes de terre	- 780
Févérole	190
Pois	64
Tourteau d'extraction du soja 44% MA	368
Tourteau d'extraction du soja 48% MA	324
Tourteau d'extraction de lin	303
Tourteau de pression de colza	245
Levure de bière	- 132
Farine de poisson 65 – 70% MA	358
<i>Aliments riches en cellulose</i>	
Son de blé	- 22
Pulpe de betteraves séchée	896
<i>Autres aliments</i>	
Phosphate bicalcique	1 085
Phosphate monocalcique	- 5 311
Carbonate de chaux	19 154
Formiate de calcium	15 152
Acide phosphorique	- 18 671
DL-méthionine	- 12 778

Il faut cependant éviter une trop forte et trop longue baisse du pH dans l'urine, car on a parfois observé, dans le cas d'un pH de 5.4, une augmentation de l'agressivité chez les truies.

6.4 Qualité microbiologique des aliments

6.4.1 Les causes de l'altération par des microbes

Un aliment pour animaux constitue une source nutritive riche pour les micro-organismes. Ils n'attendent que les conditions favorables pour se développer. Pour cela, ils ont besoin d'eau. La détermination de la teneur en eau des aliments ne donne que partiellement des indications sur l'aptitude des micro-organismes à se multiplier. En revanche, la mesure de l'activité de l'eau a_w au moyen d'un hygromètre (cf. Manuel suisse des denrées alimentaires, 1991) est nettement plus fiable. Les premières moisissures peuvent se multiplier à partir d'une a_w de 0.65 dans les aliments. Pour être considérés comme suffisamment secs, les aliments doivent présenter une a_w inférieure à 0.65.

6.4.2 Mesures pour éviter des teneurs en eau trop élevées

Il est possible grâce aux mesures suivantes d'éviter des teneurs en eau trop élevées dans les aliments :

- séchage approprié
- éviter des condensations dans le silo
- s'assurer que l'eau de pluie ne pénètre pas dans les silos
- éviter les ravageurs (insectes, rongeurs, etc.) dans les silos.

Plus l' a_w est élevée, moins l'aliment est stable, car la vitesse de développement des moisissures va croissant. On observe une succession de différentes espèces de micro-organismes qui s'attaquent à l'aliment, le transforment, y laissent des odeurs indésirables et parfois des produits toxiques qu'on appelle mycotoxines (voir chapitre 6.5). Une des règles d'or à appliquer dans la nutrition animale consiste à ne jamais donner des aliments avariés.

6.4.3 Microbes dans les aliments pour animaux

Les micro-organismes suivants peuvent être présents dans les aliments :

- *une flore microbienne typique du produit*: par ex., les microbes qui vivent sur les plantes. La présence d'une telle flore indique que l'aliment est composé de matières premières récoltées dans l'année

- *une colonisation par des espèces indicatrices de l'altération*: associations d'espèces indiquant une altération microbienne
- *des agents pathogènes sont parfois détectables*: par exemple *Salmonella*, *E. coli*, *C. perfringens*, virus, parasites, champignons.

Les phénomènes d'altération des céréales et d'autres aliments d'origine végétale ne débutent pas forcément au cours du stockage; ils peuvent déjà survenir au champ. Dans ce contexte, les *Fusarium*, parmi lesquels on trouve des espèces toxigènes, jouent un rôle particulier. Lorsque des *Fusarium* ont été détectés dans l'analyse microbiologique, il faut procéder à la recherche de mycotoxines (déoxynivalénol, zéaralénone, fumonisine et autres, voir aussi chapitre 6.5).

6.4.4 Les effets des aliments altérés sur les animaux

Dans le cas d'une contamination microbienne importante des aliments, on peut s'attendre à des chutes de performance (déficits en nutriments, refus de l'aliment), à des lésions occasionnées à l'épithélium intestinal (gastro-entérite avec diarrhées), à des diarrhées d'origine infectieuse, à des intoxications alimentaires (toxines bactériennes et mycotoxines) ou à des faiblesses immunitaires. Des examens vétérinaires de l'animal malade ou mort sont souvent nécessaires pour établir un diagnostic.

6.4.5 L'analyse microbiologique d'un aliment

L'appréciation de la qualité microbiologique des matières premières, des mélanges alimentaires et des rations repose sur la détermination de la charge en germes et de l'identification minimale des bactéries, des moisissures et des levures.

Quelques définitions à ce propos.

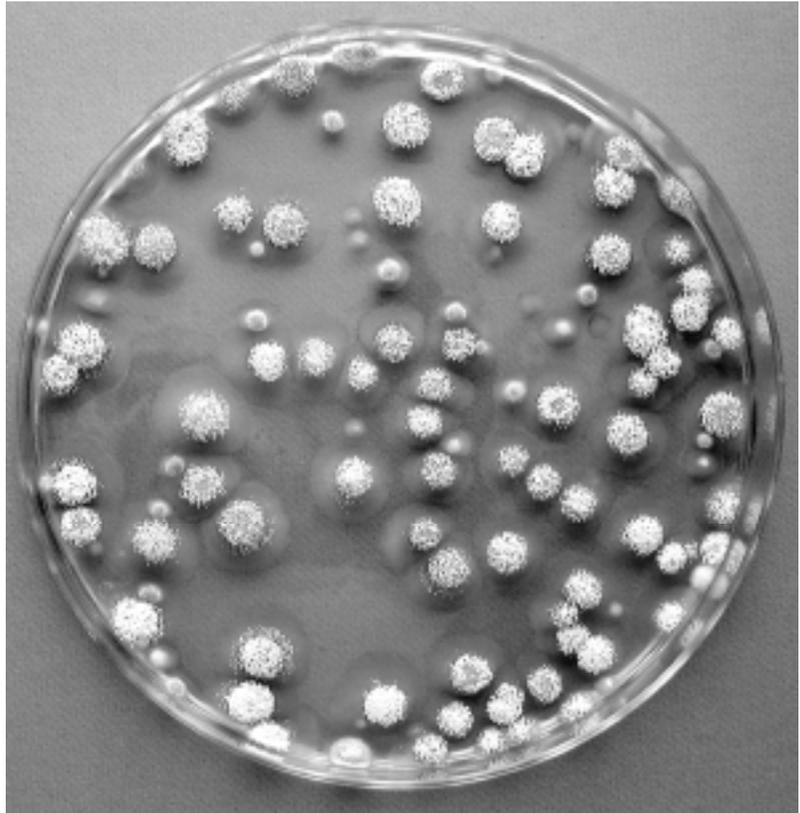
UFC (unité formant colonie)

Unité de dénombrement des micro-organismes. Au laboratoire, on compte le nombre de colonies qui se sont formées sur un milieu de culture.

Valeur d'orientation

Nombre le plus élevé d'UFC en micro-organismes qui, pour un aliment donné, soit encore admissible pour une qualité dite normale. On a défini ces valeurs d'orientation pour des micro-organismes indicateurs présents dans les aliments mélangés et les matières premières.

Figure 14: L'appréciation de la qualité microbiologique repose sur le dénombrement de germes.



Bactéries aérobies mésophiles¹⁾

Bactéries qui forment des colonies sur un milieu de culture, en présence d'air et à une température de 30 °C. On trouve dans un aliment mélangé non granulé entre 100 000 et 5 mio d'UFC de bactéries par g, et cinq à dix fois moins pour des aliments granulés.

¹⁾ On parle parfois de «nombre de germes totaux» qui sont l'ensemble des bactéries, levures et moisissures qui développent des colonies sur un milieu de culture. Pour l'évaluation de la qualité d'un aliment pour animaux, cette notion est insuffisante et doit être complétée par une identification minimale des micro-organismes présents.

Moisissures

Champignons filamenteux produisant des spores, présents pratiquement partout sur des matériaux solides. Se développent en structures typiques (mycélium). Dans un aliment non granulé de qualité normale, on peut trouver jusqu'à 50 000 UFC de moisissures par g. La granulation réduit d'environ 10 fois ce nombre.

Levures

Champignons unicellulaires préférant les substrats liquides.

Pour les aliments simples et les aliments mélangés, il existe désormais un tableau élaboré par la VDLUFA comportant des valeurs indicatives subdivisées en groupes de micro-organismes (typiques du produit ou indicateurs d'une altération), en espèces animales et en classes d'âge de même que selon le mode de traitement de l'aliment (farine, granulés). Ces tableaux ont été publiés sous www.vdlufa.de. D'autres renseignements peuvent s'obtenir au laboratoire de microbiologie, Agroscope, Posieux.

6.4.6 Conseils pour une demande d'analyse

Une discussion avec le laboratoire permet de clarifier bien des points avant une analyse. Il faut se rendre compte que les micro-organismes en général ne sont pas répartis uniformément dans un aliment. La prise d'échantillon aura donc une influence sur les résultats et devra être faite soigneusement, en prélevant à plusieurs endroits d'un lot ou d'un silo.

Compter au moins 500 g par échantillon pour des analyses complètes (grands lots: prélever davantage, faire un échantillon mélangé de façon homogène avant de l'envoyer).

Pour la détermination des levures dans les aliments liquides, les échantillons doivent être réfrigérés mais non congelés avant l'envoi; ils doivent être envoyés par express, dans des bouteilles en plastique préalablement et soigneusement rincées avec l'aliment liquide. Il est prudent d'aviser le laboratoire avant de procéder à l'envoi de matériel instable pour un service approprié et immédiat.

Il est très utile, pour une analyse ciblée et l'interprétation des résultats, de joindre par écrit à l'envoi les motifs de la demande d'analyse et les symptômes observés.

6.4.7 Interprétation des résultats d'analyse

Lors de l'interprétation des résultats, il faut savoir que :

- Le résultat des dénombrements donne souvent des indices, mais rarement la preuve qu'un aliment a provoqué une maladie ou une mauvaise performance zootechnique
- Il faut tenir compte des probiotiques ajoutés (par ex. *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecium* ou *Saccharomyces cerevisiae*) pour éviter de fausses conclusions dans le cas d'un nombre élevé de germes.

Les valeurs d'orientation n'ont pu être précisées que pour des aliments stables et secs (farines et granulés). Pour les aliments liquides ou fermentés (ensilages), on dispose des indications suivantes :

- *Soupes, sous-produits laitiers*: Cette alimentation liquide présente des points faibles lorsque les conditions hygiéniques ou techniques ne sont pas optimales (chapitre 8.3). Ces liquides constituent des milieux favorables à la croissance des bactéries lactiques et entérobactéries et des levures, alors que les moisissures ne s'y développent généralement pas. La prolifération des levures, qui sont parfois déjà abondamment présentes dans les matières premières, peut provoquer des gonflements à la suite de la production importante de gaz, pouvant même entraîner la mort des animaux. On admet que des valeurs pour les levures de 200 000 UFC/ml et moins sont acceptables.
- *Ensilages*: Les ensilages doivent être irréprochables. Il ne doit pas s'y développer de moisissures visibles. Les post-fermentations doivent être évitées ou maîtrisées. Chaque type d'ensilage possède une flore microbienne particulière: par exemple, il n'est pas rare qu'un bon ensilage de maïs contienne plus de 1 mio UFC/g de levures, alors qu'elles sont pratiquement absentes dans des ensilages d'herbe. Il faut savoir pourtant que des ensilages d'apparence normale peuvent contenir des mycotoxines.

6.5 Les mycotoxines

Les mycotoxines sont des toxines produites par des moisissures. Sous nos latitudes, les champignons de l'espèce *Fusarium*, qui attaquent le maïs et d'autres céréales déjà avant la récolte, constituent la principale source de mycotoxines. Ils produisent le déoxynivalénol (abrégé DON), la zéaralénone (abrégé

ZON) ainsi que d'autres mycotoxines dont certaines sont encore peu connues et indétectables lors d'analyses de routine. Les toxines produites par les *Fusarium* peuvent déjà être présentes sur les grains et la paille lors de la récolte. Mais les mycotoxines peuvent aussi être formées après la récolte, lorsque les conditions de stockage favorisent la survie et la prolifération des moisissures.

**6.5.1 Eviter
la multiplication
des moisissures**

La multiplication des *Fusarium* au champ est favorisée par les conditions suivantes (voir aussi Krebs et collaborateurs 2000):

- un climat humide
- maïs comme pré-culture
- travail du sol sans labour
- des semences non traitées
- une haute densité végétale
- une fumure N inappropriée
- des cultivars prédisposés.

Les conditions suivantes favorisent la multiplication des moisissures dans les céréales stockées:

- activité élevée en eau a_w (chapitre 6.4) due au fait que l'aliment stocké présente une faible teneur en MS
- formation d'eau de condensation
- haute température ambiante
- locaux insuffisamment nettoyés
- aliments infestés de charançons ou de mites
- contamination par des excréments de chats ou de rongeurs.

Pour réduire le risque d'une contamination des aliments ou de la paille par les mycotoxines, il importe d'éliminer autant que possible les facteurs précités. Les céréales présentant une basse teneur en MS peuvent être protégées pendant le stockage à l'aide d'agents conservateurs qui inhibent le moisissement.

Cependant, ces agents de conservation détruisent la majeure partie de la vitamine E présente dans les céréales. Une autre mesure qui permet de réduire la contamination des céréales par les mycotoxines consiste à séparer mécaniquement les glumes, les brisures et les petits grains plus sujets aux contaminations que les grains intacts. Une contamination des céréales mais aussi de la paille n'est jamais exclue, surtout après une période de pluie. La paille laissée au sol après la récolte et altérée par la pluie est particulièrement problématique.

6.5.2 Que faire en cas de suspicion d'une mycotoxicose ?

En cas de troubles tels que diminution des performances, susceptibilité accrue aux maladies et troubles de la fécondité, il faut toujours penser à une possible mycotoxicose. Mais, à l'exception de la vulvo-vaginite due à la zéaralénone, les signes d'une mycotoxicose sont si peu spécifiques (tableau 36) que les troubles observés permettent tout au plus un diagnostic présomptif.

Il existe une suspicion fondée de mycotoxicose

- lorsque les autres causes possibles ont été exclues
- des conditions favorables à la multiplication des champignons ont existé, soit sur la plante avant la récolte, soit lors du stockage des aliments
- les problèmes sont apparus après un changement d'aliment.

Une mycotoxicose peut être confirmée ou infirmée par des analyses d'échantillons d'aliments correctement prélevés (chapitre 6.4).

A noter cependant que s'agissant de troubles de la fécondité, ceux-ci ne sont parfois décelables que des semaines voire des mois après une intoxication. Dans ce cas, les analyses d'aliments ne sont probantes que si l'échantillon prélevé provient bien de l'aliment distribué au moment où les dégâts, p. ex. la résorption des embryons ou la mort des fœtus, se sont produits.

Tableau 36. Valeurs limites et effets toxiques des mycotoxines DON et ZON.

Mycotoxine	Valeur limite ¹⁾ mg/ kg d'aliment (88 % MS)	Effets toxiques
Déoxyvalérol (DON)	1.0	Baisse de l'ingestion alimentaire; vomissements, si aliment fortement contaminé; refus alimentaires; susceptibilité accrue aux infections; résorption des embryons, mort des fœtus
Zéaralénone (ZON)	0.05 (jeunes femelles) 0.25 (truies)	Jeunes femelles: vulvo-vaginite Truies: chaleurs irrégulières ou absentes (après le sevrage ou en cas de non-gestation)

¹⁾ dans la ration totale (Source: Gesellschaft für Mykotoxinforschung e. V. 2000).

Tout dépassement des valeurs limites peut induire des problèmes de santé.

6.5.3 Que faire en cas de contamination par des mycotoxines ? Si l'on suspecte une mycotoxicose, la première mesure à prendre est de changer immédiatement d'aliment. Il est possible d'utiliser les lots d'aliments avariés en les mélangeant à des aliments inaltérés destinés aux porcs à l'engrais ou aux ruminants. Dans ce cas, il convient de faire analyser la qualité microbiologique et la teneur en mycotoxines de l'aliment avarié et de respecter les valeurs limites pour les ruminants (www.mykotoxin.de).

6.5.4 Possibilités et limites des analyses de mycotoxines Le nombre de moisissures décelées à l'analyse microbiologique ne permet pas de quantifier la contamination des aliments par des mycotoxines. Il se peut que des moisissures sont détruites lors du traitement de l'aliment et pendant le stockage, alors que les mycotoxines, substances très stables, sont toujours présentes dans les aliments.

L'introduction de tests ELISA pour l'analyse semiquantitative de mycotoxines a entraîné une baisse des coûts des analyses relatives aux mycotoxines au cours des dernières années. Si le test ELISA révèle la présence de mycotoxines, ce résultat devrait être confirmé par une analyse chimique plus précise.

L'analyse d'un aliment provenant d'un cheptel suspecté d'être atteint d'une mycotoxicose peut démontrer l'absence de mycotoxines pour différentes raisons :

1. Le problème de santé rencontré n'était pas une mycotoxicose.
2. L'échantillon d'aliment envoyé au laboratoire n'est pas représentatif du lot avarié (lot différent, répartition inhomogène des mycotoxines dans le lot, etc.).
3. Il s'agit de mycotoxines non détectables au moyen des méthodes d'analyses dont nous disposons.

6.6 Bibliographie

Brooks P., 2000. Water provision. In: Nutrition of Sows and Boars (Eds. W. Close und D. Cole). Nottingham University Press, Nottingham, 159 – 180.

Ekkel E. D., van Doorn C. E. A., Hessing M. J. C., Tielen M. K. M., 1995. The specific stress-free housing system has positive effects on productivity, health and welfare of pigs. *J. Anim. Sci.* 73, 1544 – 1551.

Fraser D., Patience J., Phillips P., McLeese J., 1990. Water for piglets and lactating sows: quantity, quality and quandaries. In: Recent Advances in Animal Nutrition (Eds. Haresign W., Cole D.). Butterwoths, London, 137 – 160.

Freitag M., Hensche H-U., Schulte-Sienbeck H., Reichelt B., 1999. Biologische Effekte konventioneller und alternativer Leistungsförderer. *Kraftfutter*. 2, 49 – 57.

Genest M., Dallaire S., 1995. Feeding strategies during the lactation period for first parity sows. *Can. J. Anim. Sci.* 75, 461 – 467.

Gesellschaft für Mykotoxinforschung e. V., 2000. Orientierungswerte für Konzentrationen von DON und ZON im Futter von Schwein, Rind und Huhn. <http://www.mykotoxin.de>.

Höhler D., Lindermayer H., Wolfram S., 2000. Reducing urinary tract infections. *Feed Mix*. 2 (8), 12 – 14.

Jensen B.B., Mikkelsen L.L., 1998. Feeding liquid diets to pigs. In: Recent advances in animal nutrition. 107 – 127.

Kamphues J., 1987. Untersuchungen zu Verdauungsvorgängen bei Absetzferkeln in Abhängigkeit von Futtermenge und -zubereitung sowie von Futterzusätzen. Habilitationsschrift, Tierärztliche Hochschule Hannover. 200 S.

Krebs H., Dubois D., Külling C., Forrer H.-R., 2000. Fusarien- und Toxinbelastung des Weizens bei Direktsaat. *Agrarforschung*. 7, 264 – 268.

Lindermayer H., Propstmeier G., 1999. Mit «saurem» Futter Harnwegsinfekten vorbeugen. *top agrar*. 4, S 22 – S 24.

NRC, 1998. Nutrient requirements of swine. National Academy Press, Washington D.C. 189 p.

OMAFRA: Qualité de l'eau et performance des porcs. Fiche technique <http://www.gov.on.ca/OMAFRA/french/livestock/swine/facts/91-081.htm>.

Pajor E.A., Weary D.M., Fraser D., Kramer D.L., 1999. Alternative housing for sows and litters: 1. Effects of sow-controlled housing on responses to weaning. *Applied animal behaviour science.* 65, 105 – 121.

Rosen G.D., 2003. Setting standards for the efficient replacement of pronutrient antibiotics in poultry and pig nutrition. In: *Gesunde Nutztiere – Heutiger Stellenwert der Futterzusatzstoffe in der Tierernährung.* Tagungsbericht ETH-Zürich, Schriftenreihe aus dem Institut für Nutztierwissenschaften, Ernährung-Produkte-Umwelt, ETH-Zürich. 72 – 88.

Schweiz. Lebensmittelbuch, 1967. Methoden für die Untersuchung und Beurteilung von Lebensmitteln und Gebrauchsgegenständen, Teil 7, Kapitel 64 (1991), 1 – 9.

Varley M.A. (Ed.), 1995. The neonatal pig. Development and survival., CAB international, 342 p.

Varley M.A., Wiseman J. (Eds.), 2001. The weaner pig. Nutrition and management., CAB international, 336 p.

7. Affouragement et qualité de la carcasse

Giuseppe Bee et Peter Stoll

A part les performances d'engraissement et d'abattage, la qualité du produit final – viande et graisse – joue un rôle central dans la réussite d'une production porcine orientée vers l'avenir (Fischer 2001). Il est dans l'intérêt du producteur d'optimiser la qualité du produit car celle-ci est fondamentale pour l'image de la viande de porc. D'autre part, elle influence partiellement la formation des prix appliqués par les acheteurs.

Qu'entend-on par qualité du produit ?

La qualité du produit implique les facteurs qualitatifs suivants :

- *Qualité nutritionnelle*
Teneurs protéique, lipidique, minérale, vitaminique et énergétique
- *Qualité sensorielle*
Couleur, odeur, consistance, jutosité, tendreté de la viande fraîche et apprêtée
- *Qualité technologique*
Capacité de rétention d'eau et stabilité de la couleur de la viande musculaire ainsi que teneur en graisse, consistance de la graisse et couleur du tissu adipeux
- *Qualité hygiénique et toxicologique*
Statut microbien, maturité, teneurs en substances odorantes et aromatisantes provenant de l'aliment, ainsi que teneurs en résidus médicamenteux
- *Qualité: que doit-on viser ?*
La viande de porc devrait être de couleur rosée à rouge, perdre peu d'eau au stockage comme à la cuisson, et donc être tendre, juteuse et aromatique. Le tissu adipeux devrait être blanc, de consistance ferme et stable à l'oxydation.

7.1 Affouragement et composition de la carcasse

La composition de la carcasse – caractérisée par les proportions de viande, de tissu adipeux, d'os, de couenne et de tendons – influence directement (propriétés nutritionnelles, organoleptiques) et indirectement (propriétés liées à la transformation) la qualité du produit.

7.1.1 Influence de la composition de la ration

Le potentiel de croît musculaire du porc est génétiquement déterminé. On peut l'utiliser au mieux par le biais d'apports nutritionnels appropriés et notamment des apports protéique (acides aminés) et énergétique dont le rôle est prédomi-

nant. Lorsque l'apport d'acides aminés est insuffisant ou lorsqu'il existe un important déséquilibre entre les acides aminés, l'animal ne peut pas utiliser entièrement son potentiel à former la musculature. Les intéressés trouveront des valeurs indicatives permettant d'équilibrer les rations au chapitre 4.1 traitant des apports recommandés.

7.1.2 Influence de l'intensité d'affouragement

On peut contrôler l'intensité d'affouragement via la quantité quotidienne d'aliment, d'une part, et via la concentration énergétique de l'aliment, d'autre part. En pratique, l'affouragement rationné revêt une importance majeure pour une production de qualité. Le choix de l'intensité d'affouragement relève de plusieurs facteurs tels que :

- l'objectif visé par le producteur (voire le label) quant aux performances d'engraissement des animaux
- le potentiel génétique des animaux
- le mode de garde et le climat de la porcherie.

D'où l'impossibilité de formuler des chiffres indicatifs valables à son propos. On admet généralement qu'elle peut être d'autant plus haute que le potentiel génétique de croît musculaire est élevé. Si plus de 5% (valeur indicative) des carcasses sont déclarées trop gras à l'abattoir, l'intensité d'affouragement doit être réduite. Tout changement brusque de l'intensité d'affouragement pendant l'engraissement, en particulier durant la phase de finition, compromet la qualité des carcasses. Un affouragement soigneusement programmé pour toute la durée de l'engraissement permet de diminuer le risque des carcasses déclassées.

7.1.3 Influence du sexe

Le potentiel de croissance, et donc l'aptitude à former les tissus musculaires et adipeux dépendent beaucoup du sexe. Lorsque les animaux sont nourris ad libitum ou lorsque la densité d'affouragement est élevée, l'ingestion des castrats est nettement plus importante que celle des femelles, surtout durant la période de finition (dès 80 kg PV). Durant cette phase, le potentiel de croît lipidique est plus élevé que le potentiel de croît musculaire. L'animal utilise donc une plus grande part de substances nutritives et d'énergie ingérées pour former du tissu adipeux.

La quantité d'énergie alimentaire utilisée pour la formation de la graisse – contrairement à la viande – est nettement plus élevée. D'où une détérioration marquante de l'indice de consommation des castrats. Plusieurs mesures sont

disponibles, qui permettent de prendre en compte cet élément. L'engraissement séparé selon les sexes en est une. Si elle est inapplicable, il y a lieu d'accorder une attention particulière au poids vif ou au poids mort, lors de l'abattage. Le poids mort maximal d'un castrat devrait être de 85 kg, celui d'une femelle de 92 kg. Ce procédé implique une observation rigoureuse des animaux, à partir d'environ 80 kg PV, pour ne pas laisser passer le moment propice à l'abattage. Autre possibilité: cesser l'affouragement *ad libitum* et rationner les castrats pendant la période de finition, afin de prévenir une ingestion excessive. Mais attention: tous les animaux doivent absolument pouvoir manger en même temps.

7.2 Qualité de la viande

7.2.1 Affouragement et qualité de la viande

Les substances étrangères organiques ou inorganiques contenues dans les aliments peuvent altérer la qualité de la viande aux plans hygiénique et toxicologique, ce qui est rarement le cas en Suisse, grâce à notre sévère législation. La qualité des produits est bien plus influencée par la génétique et, dans une certaine mesure, par le mode de détention au cours de l'engraissement, que par l'affouragement (Scheeder et al. 2001a). A condition bien sûr que les animaux soient nourris selon leurs besoins. Si tel n'est pas le cas, il faut s'attendre à des répercussions défavorables sur la qualité de la viande. Exemple: un apport énergétique trop restreint n'apaise pas la faim – même si l'apport protéique est de qualité suffisante – et induit un comportement plus agressif. De plus, la teneur en graisse intramusculaire (critère qualitatif essentiel pour la viande de porc) est considérablement réduite.

Si non seulement la quantité d'aliment mais encore la quantité ou la qualité des protéines (profil des acides aminés) sont insuffisantes, les carcasses montrent une charnure dite faible, comme on l'a constaté dans la pratique. La viande présente par ailleurs une faible capacité de rétention d'eau (qualité liée à la transformation).

7.2.2 Management et qualité de la viande

Le management pendant l'engraissement n'a aucune influence sur la qualité de la viande. Il existe, par contre, un rapport certain – imputable au stress – entre le traitement des animaux avant l'abattage et la qualité du produit final. Celle-ci peut présenter certaines altérations (PSE ou DFD) dont on minimalisera l'apparition en respectant les règles suivantes (Fischer 2001):

- Traiter les porcs avec ménagement, lors du chargement dans le véhicule de transport et à l'abattoir
- Conserver les lots d'engraissements tels quels pour le transport à l'abattoir
- Veiller à ce que l'aération soit suffisante pendant le transport
- Respecter la densité d'occupation admise pour le véhicule de transport
- Si le trajet est long, accorder aux animaux un temps de repos (~ 1 heure) avant l'abattage.

7.3 Qualité de la graisse

Les acides gras présents dans la graisse ingérée jouent un rôle décisif dans la composition, soit dans la qualité des tissus adipeux (Scheeder et al. 2001b; Stoll 1999). Ce fait est surtout important pour la fabrication des denrées de longue conservation. Aussi les acheteurs demandent-ils un tissu adipeux ferme, n'ayant pas tendance à rancir. Tel est le cas lorsque les teneurs en acides gras insaturés (acides gras mono- et polyinsaturés ou, en abrégé, MUFA et PUFA) ne sont pas trop élevées. Comme l'indiquent les tableaux des valeurs nutritives, le maïs, l'herbe séchée et toutes les huiles végétales contiennent beaucoup de PUFA. On découvre également des teneurs accrues en PUFA dans les sous-produits de restauration souvent très riches en huiles végétales. Les fourrages contenant peu de MUFA et de PUFA sont l'amidon, les betteraves fourragères, les pommes de terre et les sous-produits laitiers pauvres en matières grasses.

Figure 15. Les acides gras présents dans la graisse ingérée jouent un rôle décisif dans la composition, soit dans la qualité des tissus adipeux.



Comment optimiser une ration

L'indice PUFA – MUFA (IPM) remplace l'ancienne norme PUFA (0.8 g/MJ EDP). L'IPM est calculé selon l'équation (36) (tous les paramètres en g/MJ EDP).

$$\text{IPM} = \text{PUFA} + 1.3 \times \text{MUFA} \quad (36)$$

A part la fermeté des tissus adipeux, qui dépend uniquement du profil des acides gras, la stabilité à l'oxydation constitue le deuxième critère qualitatif majeur. La vitamine E fournie via la ration passe pour la meilleure protection contre l'oxydation des graisses. Le chapitre 5.2 comporte des données y relatives.

7.4 Conclusions pour les engraisseurs

Pour obtenir des carcasses de bonne qualité, il importe d'observer les points suivants en matière d'affouragement.

Couverture des besoins

- La ration doit être composée de manière à couvrir les besoins énergétiques et protéiques (acides aminés) du porc, durant toutes les étapes de sa vie
- Cette couverture doit aussi être assurée lorsque l'on utilise des fourrages et des sous-produits provenant de l'exploitation même.

Graisse contenue dans les aliments

- L'IPM d'un aliment ne devrait pas excéder 1.7 g/MJ EDP
- La ration doit être enrichie en vitamine E, selon ses teneurs en graisse et en PUFA.

Absence de résidus

- Ne pas utiliser d'aliments contenant des résidus indésirables
- Respecter impérativement les délais d'attente liés aux traitements médicamenteux.

7.5 Bibliographie

Fischer K., 2001. Bedingungen für die Produktion von Schweinefleisch guter sensorischer und technologischer Qualität. Fleischwirtsch. 151, 7 – 22.

Scheeder M. R. L., Gläser K. R., Wenk C., 2001a. Einflüsse von Fütterung und Genetik auf Fleisch- und Fettqualität beim Schwein. 1. Betrachtung ausgewählter Aspekte der Qualitätsproduktion von Schweinefleisch. Fleischerzeugung. 5, 95 – 99.

Scheeder M. R. L., Gläser K. R., Wenk C., 2001b. Einflüsse von Fütterung und Genetik auf Fleisch- und Fettqualität beim Schwein. 2. Wirkung genetischer Faktoren und Beeinflussung durch verschiedene Futterfette. Fleischwirtsch. 6, 14 – 18.

Stoll P., 1999. Fütterung und Fettzahl – noch genauer! Suissporcs- Information. 12/99, 6 – 8.

8. Modes de production, technique d'affouragement et planification des rations

Peter Stoll, Annelies Bracher, Martin Jost, Andreas Gutzwiller et Jürg Kessler

8.1 Affouragement et écologie

Partout où des animaux sont détenus, on trouve des déjections. Dans les régions présentant une concentration trop élevée en animaux, ces déjections, sous forme de fumier, de lisier et de gaz, polluent l'environnement. En ce qui concerne la détention de porcs, outre le phosphore, ce sont surtout les composés d'azote tels que l'ammoniac et le nitrate qui sont problématiques pour l'environnement. Si des étables sont placées à proximité de zones d'habitation, les odeurs également peuvent présenter une nuisance. Il faut cependant faire attention que des mesures débouchant sur une diminution des émissions d'azote et de phosphore pour chaque animal ne soient pas annulées, au niveau de l'exploitation, par un nombre de cycles de production plus élevé, un plus grand nombre d'animaux ou une mauvaise technique de stockage ou d'épandage du lisier.

8.1.1 Diminution des rejets azotés

Par place de porc à l'engrais (PPE) et par place de truie de reproduction (PTR), on compte par année, selon les «Données de base pour la fumure des grandes cultures et des herbages» (DBF, FAL / RAC 2001), respectivement 13 kg et 35 kg d'azote (N). Les rejets azotés se composent de l'azote fécal qui est déterminée

Tableau 37. Volume d'excrétion azotée et efficacité de l'utilisation de l'azote de différentes catégories de porcs.

	Volume de N	Utilisation de N
	Pratique Suisse	(N retenu : N ingéré)
Porcelet allaité, kg / animal		86 %
Porcelet sevré, kg / animal	0.4	45 – 54 %
Porc à l'engrais, kg / animal PPE, kg / année	4.0 13.0; limite inférieure: 10.0	30 – 50 % ¹⁾
Truie en gestation, kg / animal	6.5	10 – 21 %
Truie en lactation, kg / animal kg / année (gestation incl.)	5.1 25.4	33 – 43 % 18 – 28 %
PTR, kg / années (porcelets sevrés incl.)	35.0; limite inférieure: 29.2	

¹⁾ 50% dans le cas d'un affouragement multiphasé lié au concept de la protéine idéale.

par la digestibilité des protéines et de l'azote urinaire contenant l'azote digéré mais pas valorisé. Cela signifie que l'azote excédentaire issu d'un apport de protéines dépassant les besoins et /ou d'un profil d'acides aminés défavorable apparaît dans l'urine sous forme d'urée représentant plus de 90% de l'azote urinaire. Lorsque l'urée est en contact avec les fèces, il se transforme rapidement en ammoniac qui s'évapore dans l'air.

Dans le cycle de production d'un porc à l'engrais (contribution relative des truies et porcelets incluse), près de 16% de l'azote alimentaire est excrété par voie fécale et 51% par voie urinaire. Seul un tiers de l'azote alimentaire est utilisé (Dourmad et al. 1999). Le mode d'alimentation influence les pertes d'azote par les déjections. Les bases pour atteindre une alimentation optimisée par rapport à l'azote englobent les mesures suivantes (Verstegen et Tamminga 2002):

- *Alimentation conforme aux besoins*: marge de sécurité adaptée, alimentation par phase
- *Digestibilité élevée*: choix des composants de base, inactivation des inhibiteurs de trypsine, utilisation d'enzymes (par exemple, effet indirect des carbohydrases)
- *Profil optimal en acides aminés*: choix des composants de base, adjonction d'acides aminés de synthèse, rations réduites en protéines
- *Rapport glucides-protéines dans le gros intestin*: apport de glucides fermentescibles sous forme de polysaccharides de type non amidon (par ex. pulpes de betteraves)
- *Restes et gaspillage d'aliment minimaux*.

Les contributions absolues et relatives de ces mesures alimentaires figurent dans le tableau 38 qui présente un potentiel considérable de diminution des rejets azotés.

Alimentation conforme aux besoins: afin d'éviter un apport excédentaire en protéines, il faut adapter la composition et la quantité de la ration à la performance et au stade physiologique du porc (chapitre 4). Cela s'effectue par le biais d'une alimentation divisée en phases avec des teneurs en protéines échelonnées. Dans le cas le plus simple, on différencie, chez les porcs à l'engrais, entre les aliments de croissance et les aliments de finition. En ce qui concerne les truies, le changement d'alimentation intervient en fonction du cycle de reproduction. Malheureusement, pour des raisons de simplification et de possibilités de stockage des aliments, cela n'est souvent pas réalisé dans la pratique.

A cette occasion, on accepte un excès temporaire de protéines. Si la composition de l'aliment et les besoins sont estimés de manière suffisamment précise, les déjections azotées diminuent de 10 – 37% (tableau 38) en cas d'alimentation à deux jusqu'à plusieurs phases. Il est également possible de réaliser des économies si l'on renonce à des marges de sécurité trop élevées.

Tableau 38. Contribution des mesures alimentaires à la réduction des rejets azotés.

	Azote total (lisier)	N fécal	N urinaire	Emission d'ammoniac
Alimentation selon les normes, marge de sécurité peu élevée	10 – 15%		↓	↓
Digestibilité élevée de la matière azotée	5%	10 – 25%		
Alimentation par phases: engraissement				
2 phases	10%		↓	↓
3 phases	15 – 20%		↓	20%
Alimentation multiphasés ¹⁾	37%	17%	30%	↓
Alimentation par phases: truies en gestation / lactation	20 – 25%		↓	29%
Rations réduite en protéines, Adjonction d'acides aminés de synthèse (Lysine, méthionine, thréonine, tryptophane)	par 10 g MA / kg aliment: ⇒ -8 jusqu'à 8.5 % N par 10 g MA / kg aliment: ⇒ -9 % NH ₄ ⁺ -N dans le lisier par 10 g MA / kg aliment: ⇒ 0.1 – 0.3 l consommation d'eau diminuée jusqu'à 40 % de moins de N _{tot} , jusqu'à 60 % de moins d'émissions de NH ₃			
Glucides fermentescibles dans le gros intestin	pH ↓	+ 20 – 70 % ²⁾ quantité de fèces ↑	35 – 45 % quantité d'urine ↓	25 – 60 %

¹⁾ Modèle de calcul basé sur les apports alimentaires recommandés

²⁾ L'azote dans les fèces augmente

Digestibilité élevée: la digestibilité des aliments détermine la quantité de fèces produite. On peut réduire la quantité d'azote fécal en choisissant des composants de base ayant une digestibilité protéique élevée. Il ne faut pas sous-estimer les facteurs anti-nutritifs exerçant une influence sur la digestibilité des protéines tels que les inhibiteurs de trypsine et les lectines des légumineuses. Celles-ci doivent être inactivées par un traitement thermique correspondant. En outre, il est possible de désagréger les composants difficiles à digérer à l'aide d'adjonctions d'enzymes.

Profil des acides aminés: le besoin en protéines se traduit par un besoin en acides aminés. La valorisation des acides aminés est déterminée par la disponibilité des acides aminés essentiels et limitants. Une part déterminante des excréments d'azote dans l'urine est due à des déséquilibres des acides aminés. L'optimisation du profil des acides aminés, selon le concept de la protéine idéale (chapitre 2), constitue une manière efficace de minimiser les excréments de N étant donné que la teneur en matière azotée de la ration peut être réduite. On atteint ceci de deux manières: l'utilisation d'aliments protéiques qui se complètent au niveau de leur profil en acides aminés et l'adjonction d'acides aminés de synthèse aux rations dans lesquelles la teneur en protéines a été réduite. Cela concerne avant tout la lysine, la méthionine, la thréonine et le tryptophane. La limite de la réduction en matière azotée se situe à environ 40 g/kg d'aliment. On obtient ainsi jusqu'à 40% de moins d'azote excrété et jusqu'à 60% de moins d'ammoniac émis. Étant donné que la consommation d'eau diminue en même temps, il se forme moins d'urine.

Rapport glucides-protéines dans le gros intestin: un apport ciblé de glucides fermentescibles dans le gros intestin favorise la croissance de la flore au sein de ce dernier avec une formation accrue d'acides gras volatils, engendre une modification du rapport N urinaire / N fécal et augmente la quantité d'azote organique dans les fèces. Le pH du lisier baisse et les émissions d'ammoniac diminuent (Canh et al. 1998).

Restes et gaspillage d'aliments minimaux: des auges inadéquates, une mauvaise technique d'affouragement et des aliments altérés peuvent provoquer des pertes élevées d'aliments qui finissent dans le lisier. Une minimisation de ces pertes n'est pas seulement important au niveau environnemental mais aussi économique.

8.1.2 Emissions d'odeurs

Comme c'est le cas pour chaque espèce animale, les excréments du porc présentent une odeur typique. Celle-ci se compose d'une multitude de différents gaz. En ce qui concerne le porc, ce sont l'ammoniac (NH_3) et le gaz sulfhydrique (H_2S) qui dominent quantitativement. Les composés malodorants se forment dans le gros intestin tout d'abord en tant que produits intermédiaires de la dégradation des acides aminés. Un manque relatif en glucides fermentescibles renforce ce processus. Les processus de transformation se poursuivent dans le lisier ou le fumier (Mackie et al. 1998).

Il n'est pas possible d'éviter les odeurs, mais elles peuvent être influencées par l'alimentation (Sutton et al. 1999):

- Etant donné que l'ammoniac participe grandement aux émissions d'odeurs, toutes les mesures d'alimentation mentionnées ci-dessus, qui conduisent à une diminution des déjections azotées, peuvent également contribuer à diminuer les émissions d'odeurs.
- Une diminution de la quantité de protéines qui s'écoulent dans le gros intestin réduit la formation de composés malodorants. Cela peut être géré par une élévation de la digestibilité de la matière azotée et une ration dont la teneur en matière azotée est conforme aux besoins.
- La modification du rapport glucides-protéines dans le gros intestin par un apport ciblé de glucides fermentescibles dans la partie postérieure du tube digestif (aliments riches en cellulose brute, pulpe de betteraves, marc) limite la formation de produits intermédiaires malodorants issus de la fermentation microbienne.

8.1.3 Phosphore et phytases

Afin d'avoir une pollution aussi faible que possible de l'environnement avec du phosphore (P), due à la détention de porcs, les déjections de P par le biais des fèces et de l'urine doivent être réduites au minimum. Du point de vue de l'alimentation, on dispose de plusieurs possibilités en la matière. Les plus importantes sont la couverture ciblée du besoin en P au travers d'une alimentation multiphase ainsi que l'augmentation de la digestibilité du P par le biais de l'utilisation de phytases. Ci-dessous, l'utilisation des phytases est traitée plus en détail.

Dans les aliments pour animaux d'origine végétale, on trouve du phosphore à 60 – 75% sous forme de phosphore phytique. Seule une petite partie de celui-ci peut être utilisé par le porc étant donné que les enzymes nécessaires à la libération du P – les dites phytases – manquent dans une large mesure. Aujourd'hui,

grâce à des micro-organismes, il est possible de produire industriellement de grandes quantités de phytases qui seront ensuite ajoutés à l'aliment. L'utilisation de ces phytases permet d'améliorer grandement la mise en valeur du P issu des aliments végétaux, ce qui conduit, lorsque les teneurs en P de l'aliment sont adaptées de manière correspondante, à réduire fortement la pollution de l'environnement due aux excréments des animaux. Mais les phytases influencent également de manière positive la mise en valeur des protéines et des acides aminés ainsi que celle des minéraux importants pour le porc, à savoir, le calcium, le fer, le cuivre et le zinc. Cependant, aujourd'hui, il n'est pas encore possible de prendre en considération cette amélioration pour les apports recommandés en oligo-éléments en raison du manque de données.

Selon les recommandations du groupe de travail «DLG-Arbeitskreis Futter und Fütterung» (DLG 1999):

100 unités de phytase (FTU¹⁾) correspondent à 0.16 g PDP
ou
0.20 g P de phosphate monocalcique
ou
0.23 g P de phosphate bicalcique

¹⁾ Une unité d'activité de phytase (FTU) est définie comme la quantité d'enzymes, qui, par minute, libère 1 micromol de phosphore anorganique à partir de 0.0015 mol/l de phytate de sodium à un pH de 5.5 et à 37 °C.

Ce coefficient d'échange est valable pour un complément de phytases jusqu'à 500 unités par kg d'aliment. Pour les compléments dépassant 500 FTU par kg d'aliment, la digestibilité du P issu d'aliments d'origine végétale augmente peu, voire pratiquement plus. Pour les rations composées principalement d'aliments d'origine végétale présentant une digestibilité du P peu élevée tels que le maïs, l'orge ainsi que le tourteau d'extraction de soja (Tables de la valeur nutritive, chapitre 11), il est possible d'utiliser directement le coefficient d'échange de 0.16 g PDP par 100 FTU. Si la ration contient des quantités plus importantes d'aliments avec une digestibilité du P relativement élevée (blé, protéine de pommes de terre, etc.), il faut tenir compte du fait que le coefficient d'échange indiqué n'est valable que pour une augmentation de la digestibilité du P issu de végétaux jusqu'à 65%. Cette limitation a pour conséquence qu'il n'est pas possible d'utiliser le coefficient d'échange entier dans ces rations.

Il est évident que le coefficient d'échange de 0.16 g PDP par 100 FTU dépend de différents paramètres. Ainsi, la libération du P par les phytases diminue dans l'ordre truie allaitante > porc à l'engrais > truie en fin de gestation > porcelet. On a également constaté que certains acides tel que l'acide formique renforcent l'activité des phytases. On ne sait toutefois pas dans quelle mesure les combinaisons d'enzymes ont une influence sur l'activité des phytases. Des essais effectués sur le porc laissent apparaître un effet inhibiteur des carbohydrases sur l'activité des phytases. Jusqu'à aujourd'hui, on a pas encore réussi à convertir en chiffres les différentes influences.

8.2 Modes de production alternatifs

8.2.1 Vue d'ensemble

Quelle que soit la forme de production ou de détention, l'alimentation repose sur les mêmes principes: couvrir les besoins nutritifs tout en permettant un comportement conforme à l'espèce avec pour objectif des truies productives, des porcelets sains et, comme produit final, une viande d'une qualité irréprochable.

Figure 16. Le principe d'une alimentation couvrant les besoins de l'animal et permettant un comportement conforme à l'espèce est également valable pour les modes de production alternatifs.



Les programmes labellisés se distinguent de la pratique habituelle au travers de directives de production fixées et contrôlées contractuellement et qui sont axées sur les critères suivants dans diverses combinaisons et d'une rigueur variable:

- Circuit fermé des éléments nutritifs au niveau de l'exploitation
- Prestation écologique requise
- Détention respectueuse des animaux
- Période d'allaitement prolongée
- Aliments et additifs exempts d'OGM
- Aliments à l'état naturel (non traité)
- Pas d'additifs chimico-synthétiques: acides aminés, enzymes, acides organiques, etc.
- Pas de graisses animales et de protéines à l'exception de lait et de sous-produits laitiers
- Assurance qualité: obligation d'enregistrer et d'étiqueter, traçabilité, contrôle, certification.

Les exigences des divers labels ou AQ (Assurance qualité) diffèrent dans une mesure plus ou moins large. Tous doivent au moins respecter les dispositions de la loi sur la protection de l'environnement et des animaux ainsi que l'utilisation interdite d'aliments génétiquement modifiés soumis à déclaration obligatoire, les teneurs-limite étant cependant différemment interprétées. Dans le cadre de l'interdiction générale d'utilisation de stimulateurs de performance antimicrobiens et les mesures ESB plus sévères, la production labellisée et la production conventionnelle se sont rapprochées. Il subsiste des différences par rapport aux exigences qui vont plus loin que les bases légales tels que la prestation écologique requise, des bilans d'éléments fertilisants équilibrés, le principe des aliments produits à l'exploitation, uniquement des additifs naturels, systèmes de stabulation particulièrement respectueux des animaux (SST), programme SRPA, pâtures prescrites et détention en plein air. Les directives de production des programmes labellisés contiennent bien plus que des aspects concernant l'alimentation et la détention uniquement. Des informations plus détaillées peuvent être obtenues auprès des organisations en question (tableau 39), dans les «*Labelprogramme in der Tierhaltung*» (Buchmann 2001), concernant l'agriculture biologique auprès de l'Institut de recherche pour l'agriculture biologique (classeur «*Richtlinien Biolandbau*» et «*Praxiswissen Biolandbau*») et concernant spécifiquement l'élevage en plein air dans «*Freilandhaltung von Schweinen*» (Ingold et Kunz 1997).

Tableau 39. Label et AQ dans la détention des porcs.

Label	Organisation	Siège	Informations
M-7	Migros Garantie viande en 7 points	Zurich	www.engagement.ch www.migros.ch
IP-Suisse	Association Paysans IP-Suisse	Zollikofen	www.ipsuisse.ch
AgriNatura	Anicom AG	Winterthur	www.anicom.ch
SwissPrimPorc	Association suisse des détenteurs de vaches nourrices et mères	Brugg	www.svamh.ch
Coop Naturaplan	COOP	Bâle	www.coop.ch
AQ viande suisse	Union suisse des paysans	Brugg	www.qm-schweizerfleisch
Bourgeon	Bio Suisse	Bâle	www.bio-suisse.ch www.fibl.org
Migros-Bio	Migros	Zurich	www.engagement.ch
kagfreiland	kagfreiland	Saint-Gall	www.kagfreiland.ch
Demeter	Verein für biologisch- dynamische Landwirtschaft	München- stein	www.demeter.ch
Freiland-Haltung VSS	Verein Schweizer Landwirte für Schweine-Freiland- Haltung	Köniz	Tél. 031 829 32 30

Les différentes réactions de la pratique au sujet des mauvaises performances, d'une qualité de graisse lacunaire, d'un manque de charnure, des poitrines grasses, de problèmes de fécondité et de pertes de porcelets chez des animaux labellisés font ressortir des problèmes d'alimentation qui ne se limitent pas dans chaque cas à la production labellisée. Voici quelques remarques en la matière:

- *Niveau de consommation.* Les races actuellement en usage présentent un potentiel de croissance de 700 – 900 g / jour. Pour atteindre un taux de croissance modeste de 600 g / jour pour des porcs à l'engrais, ce qui est parfois considéré comme étant plus respectueux des animaux, il faut distribuer une quantité d'aliments très restrictive. De tels animaux ont faim en permanence et sont très agités. En outre, on a décelé une teneur en GIM réduite et une teneur en acides polyéniques plus élevée dans le lard dorsal, des facteurs qui ont un impact négatif sur la qualité gustative ou technologique. Si en cas d'un apport énergétique restrictif, il s'y ajoute une qualité lacunaire des protéines, il en résulte des carcasses qui manquent de charnure. D'autre part, l'alimentation *ad libitum* peut, chez les castrats, conduire à des poitrines grasses et une proportion de viande maigre trop faible. Il est recommandé de limiter le poids de la carcasse des castrats à 85 kg, d'engraisser mâles et femelles séparément et d'appliquer une alimentation rationnée à partir de 80 kg de poids vif (chapitre 7).
- *Pâturage, détention en plein air:* Lors de la pâture, il faut tenir compte de plusieurs aspects particuliers (Stoll 1994). Le risque d'infestation parasitaire est plus élevé en plein air. Sans vermifugation régulière, la productivité diminue et les réclamations provenant des abattoirs augmentent. En outre, lors de l'élevage sur pâture, la proportion de viande maigre augmente et la graisse sous-cutanée et intramusculaire diminuent. Les acides polyéniques sont stockés dans moins de graisse. Alors la graisse corporelle devient flasque. Si en plus les porcs ingèrent des acides gras insaturés au travers de fourrages verts ou de maïs, l'aliment complémentaire doit présenter un IPM réduit en conséquence afin que la ration totale ne dépasse pas la valeur maximale recommandée de 1.7 g / MJ EDP. En raison d'une activité plus intense et de la régulation thermique, le besoin énergétique augmente de 5 – 15% (chapitre 1.2) et l'indice de consommation diminue. Les truies en gestation peuvent couvrir une grande partie des besoins au moyen de pâture ou de fourrages, mais pas les truies allaitantes car celles-ci ont un besoin nutritionnel bien plus élevé. C'est pourquoi, un aliment complet avec une concentration élevée en nutriments est recommandé. Lors de pâture ou de détention en plein air, il faut prêter une grande attention à un approvisionnement correct en eau, aussi en hiver. Ceci est particulièrement important pour les truies allaitantes. Toutes les catégories de porcs doivent être protégées contre le froid et la chaleur au moyen de cabanes isolées, de paille longue, de bains de boue et de toits procurant de l'ombre. Lorsque la température dépasse 22 °C, une truie allaitante restreint sa consommation d'aliments alors que cette température se situe

déjà bien en-dessous de la zone de neutralité thermique pour les porcelets nouveau-nés et sevrés. C'est la raison pour laquelle, en été, les truies ont besoin de bains de boue et d'ombre. Par contre, les porcelets devraient toujours pouvoir se retirer dans un endroit abrité du vent et isolé. La période d'allaitement prolongée à 6 – 7 semaines figurant dans les programmes labellisés nécessite une alimentation complémentaire des porcelets dans un abri inaccessible à la truie. Avec une rotation planifiée, le choix du site et de la charge animale, il est possible d'éviter la pollution des eaux, le tassement et l'érosion du sol ainsi que des odeurs désagréables – des problèmes qui peuvent se poser lors de la détention en plein air (Eberle et Buchmann 2000).

- *Approvisionnement en protéines.* En absence de sources protéiniques d'origine animale, il faut tenir compte de l'ensemble des acides aminés essentiels pour l'optimisation des rations. Cela signifie qu'outre la lysine, la méthionine, la cystine, la thréonine et le tryptophane, il faut également considérer l'isoleucine, la leucine, la phénylalanine, la tyrosine, la valine, l'arginine et l'histidine (chapitre 4). Etant donné que les aliments d'origine végétale contiennent des quantités infimes de carnitine et pas de vitamine B₁₂, des rations entièrement végétales doivent être complétées avec ces substances actives (chapitre 3.2). Ceci est en particulier valable pour les rations des truies reproductrices. En raison du renoncement à utiliser des acides aminés de synthèse dans certains programmes labellisés, il faut augmenter la teneur en matières azotées de la ration, ce qui a pour conséquence une augmentation des déjections azotées (chapitre 8.1). Afin que la transformation de l'ammoniac en urée ne stresse pas l'animal, il est recommandé d'appliquer l'alimentation par phases aussi bien pour les porcs reproducteurs que les porcs à l'engrais. Les légumineuses contiennent des inhibiteurs de la trypsine et des lectines qui doivent être absolument inactivés par un traitement thermique. Les légumineuses non traitées ne doivent pas être affouragées en raison d'une digestibilité de la matière azotée réduite (chapitre 8.5).
- *Hygiène des aliments.* Vu l'accès accru au fourrage sous forme de litières, de foin, d'herbe, de maïs et leurs ensilages, le risque de troubles sanitaires dus aux mycotoxines augmente (chapitre 6.5). Seuls des fourrages d'une qualité irréprochable doivent être distribués aux porcs et il faut écarter les lots moisissus. Si l'on n'utilise pas d'additifs d'acides pour stabiliser les aliments, les exigences d'hygiène de tous les secteurs de l'exploitation augmentent. Les aliments secs ou liquides avariés engendrent des sérieux problèmes de santé (chapitre 6.4). Ce sont les truies reproductrices et les porcelets qui y sont le plus sensibles.

8.2.2 Assurance qualité viande de porc

Grâce à l'assurance qualité viande suisse (AQ-VS), la production agricole est rendue plus transparente et accessible pour les acheteurs et les consommateurs. L'AQ-VS doit également garantir la production d'une viande de la meilleure qualité. Ces objectifs peuvent être atteints au travers entre autres d'une compétence professionnelle élevée des éleveurs de porcs, d'une détention respectueuse des animaux et d'un soutien actif à la santé animale.

La participation à l'assurance qualité VS est ouverte à tous les éleveurs de porcs et elle est facultative. Pour y participer, il faut s'engager à respecter les lois en vigueur concernant la protection des animaux, la protection des eaux, les épizooties et l'alimentation. En outre, les dispositions relatives au statut SSP doivent être respectées. Les processus de production doivent être documentés, constamment mis à jour et pouvoir être consultés aisément. Différentes listes de contrôle et différents formulaires (voir Internet: www.aq-viandesuisse.ch) aide à remplir les exigences l'AQ-VS.

On trouve des indications plus détaillées au sujet de l'alimentation des porcs conformément à l'AQ-VS dans les Directives pour la production porcine (édition de mars 2002). Les principaux points sont les suivants:

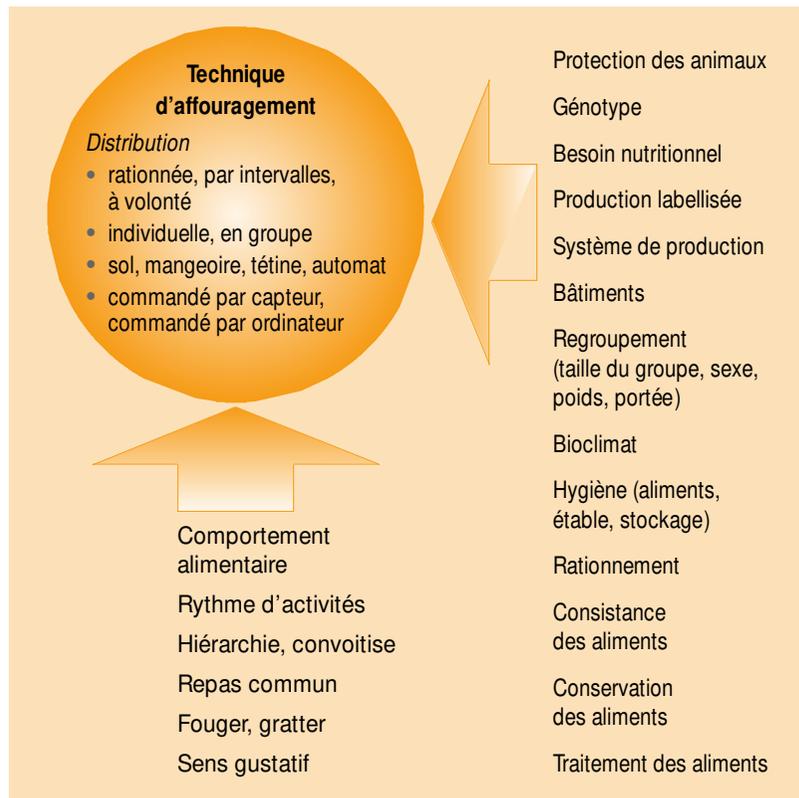
- Les dispositions du Livre des aliments pour animaux sont déterminantes.
- Seuls des aliments ne contenant pas d'organismes génétiquement modifiés (OGM) soumis à déclaration obligatoire peuvent être utilisés.
- Les établissements AQ qui affouragent des soupes de viande doivent être agréés par le vétérinaire cantonal en tant que destinataires de soupe de viande. En outre, on peut uniquement affourager des soupes de viande traitées conformément à l'article 183 de l'Ordonnance sur les épizooties.
- En ce qui concerne la préparation et/ou la distribution de sous-produits de cuisine ou de table, les établissements AQ doivent disposer de l'autorisation actuelle du canton.
- Pour les établissements AQ qui utilisent de la farine de poisson, des conditions particulières sont exigées par rapport à l'alimentation et à la documentation.

Les producteurs d'aliments à la ferme ont, dans certains cas, besoin d'une autorisation d'Agroscope Liebefeld-Posieux (ALP; chapitre 9.1). Une autorisation n'est pas nécessaire si on transforme dans sa propre exploitation des aliments complémentaires, par exemple des concentrés de protéines ou des aliments minéraux ainsi que des matières premières/aliments simples, en un mélange et si ce mélange est utilisé uniquement au sein de l'exploitation.

8.3 Technique d'affouragement

Le choix d'une technique d'affouragement déterminée est influencée par une multitude de facteurs dont l'interaction est très forte (figure 17).

Figure 17. Facteurs influençant la technique d'affouragement.



En règle générale, les porcs sont des animaux actifs le jour avec deux phases d'activité principales entre 7 h et 10 h et 14 h et 18 / 20 h. La consommation d'aliments est répartie sur plusieurs repas et s'effectue en plein air typiquement par fouissage, grattage et broutage. Les sens de l'odorat et du goût sont très développés. Les porcs mangent en commun et sont dotés d'un rang hiérarchique

établi ainsi que d'un sens de la convoitise (jalousie du manger) marqué. Un porc qui mange entraîne les autres à manger. «Faire la queue» ne fait pas partie de leur répertoire comportemental (Schäfer 1999). Lors d'aliments et de places d'alimentation limités, des luttes hiérarchiques se produisent. Les animaux qui sont placés plus haut dans l'échelle hiérarchique évincent ceux placés plus bas qui ne peuvent pas s'alimenter ou peu. Ce comportement justifie les limites imposées pour le rapport animal-place d'alimentation (RAPA) et le nombre maximal d'animaux par automate autorisé pour différents systèmes d'alimentation (www.bvet.ch). Lors d'une alimentation rationnée sans système d'identification électronique un RAPA de 1:1 est prescrit.

L'alimentation restrictive habituelle imposée au porcs à l'engrais et aux truies taries conduit ceux-ci à dévorer leurs rations rapidement. En particulier avec les aliments liquides, la portion est ingurgitée en quelques minutes. Les besoins en nutriments sont certes couverts, mais l'instinct de découverte et d'activité ne peut être satisfait dans les boxes dépourvus de structure. Cette situation provoque des anomalies du comportement et une agitation élevée. Conformément à l'ordonnance sur la protection des animaux, les porcs doivent pouvoir s'occuper (www.bvet.ch). A cet effet, la paille et le fourrage grossier sont appropriés.

En cas d'alimentation à volonté, l'ordre hiérarchique perd de l'importance et les places d'affouragement peuvent être partagées aussi longtemps que les animaux de rang inférieur disposent de suffisamment de temps pour ingérer leur ration pendant la journée et non pas pendant la nuit. Cela dépend de la taille du groupe, du RAPA, de l'âge et de la consistance des aliments. Etant donné que les aliments humides et liquides sont ingérés plus rapidement que les aliments secs, on autorise un rapport animal-place d'alimentation moins élevé (5:1) pour les automates d'aliments secs que pour les aliments liquides (10:1).

Les progrès réalisés au niveau de la technique des processeurs ont élargi les possibilités de la distribution des aliments (Hesse 2001): alimentation par intervalles, alimentation individuelle automatisée, système d'alimentation à capteur (mesure du niveau de remplissage).

8.3.1 Nourrisseurs automatiques commandés par ordinateur pour porcelets sevrés

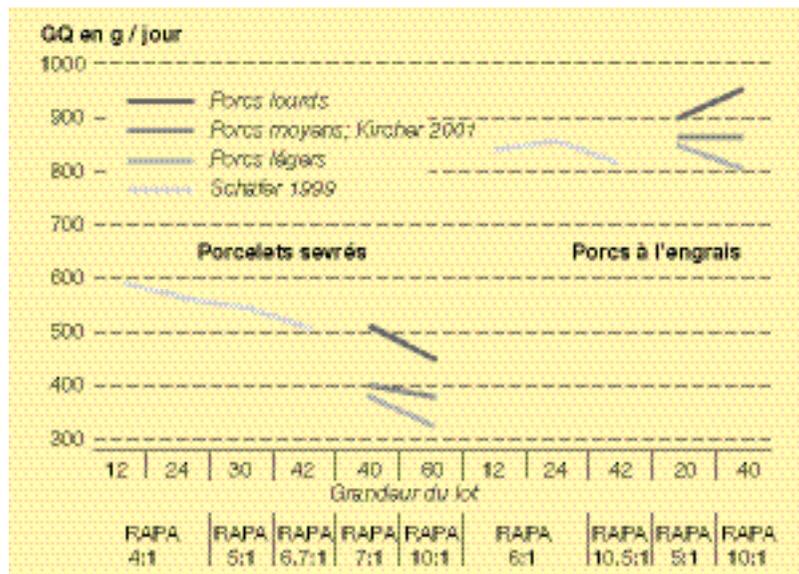
Avec les nourrisseurs automatiques commandés par ordinateur pour porcelets sevrés, le mélange d'aliment sous forme de bouillie arrive dans la mangeoire à intervalles déterminés. En fonction du modèle, il est possible de programmer la quantité d'aliments, l'intervalle et la durée d'alimentation par bloc d'alimenta-

tion. Cette alimentation par intervalles avec de petites portions et de nombreux repas est faite sur mesure pour l'alimentation des porcelets sevrés. Une consommation d'aliments uniforme sans excès permet de prévenir une multiplication indésirable de *E. coli*. Mais le succès de ce système d'alimentation dépend de la courbe d'alimentation choisie, du nombre de portions, de la durée d'ingestion par bloc d'alimentation et du RAPA. Si l'on fixe une quantité restreinte d'aliments journaliers, tous les porcelets devraient pouvoir manger simultanément. Une consommation d'aliments insuffisante juste après le sevrage en raison des places d'alimentation limitées et / ou d'une durée d'ingestion trop courte a pour conséquence une diminution du niveau de performance.

8.3.2 Automates à bouillie et distributeurs de bouillies par tuyaux pour porcelets et porcs à l'engrais

Contrairement aux distributeurs automatiques d'aliments secs, les distributeurs automatiques de bouillie par tuyau sont équipés d'un système d'abreuvoir intégral (abreuvoirs à sucettes, tétines à buse). Les portions d'aliments qui parvien-

Figure 18. Gain quotidien des porcelets sevrés et des porcs à l'engrais alimentés par distributeurs automatiques de bouillie par tuyau en fonction de la taille du groupe et du rapport entre le nombre de places disponibles à la mangeoire et le nombre d'animaux.



ment dans la mangeoire par un mécanisme de dosage peuvent être mélangées en bouillie par les porcs eux-mêmes. Cela présente plusieurs avantages : moins de poussière dans l'étable, consommation d'aliments et d'eau simultanée, consommation d'eau moins élevée, aliments stockés et transportés au sec, c'est-à-dire sous une forme plus stable du point de vue hygiénique. Ces automates permettent en outre la détention de grands groupes avec davantage d'espace pour chaque animal pour se mouvoir. Cependant, avec un RAPA de l'ordre de 10 : 1, la concurrence pour obtenir une place à la mangeoire croît. Les agressions, les refoulements, et le taux d'utilisation de la mangeoire dépassant 100% augmentent. En conséquence, l'activité nocturne des animaux qui occupent un rang inférieur dans l'échelle hiérarchique est amplifiée. Les effets sur le niveau de performance sont représentés dans la figure 18.

Les porcelets réagissent déjà lors d'un élargissement du groupe avec une diminution de la performance, même quand le RAPA restait identique. Les travaux de Kircher (2001) montrent qu'auprès des grands groupes avec un RAPA plus élevé, les taux de croissance des porcelets de toutes les catégories de poids diminuent, alors que pour les porcs à l'engrais, la croissance des animaux lourds se fait au détriment des animaux légers. Le gain de poids quotidien moyen demeure identique, mais les porcs présentent des taux de croissances très divergents. Un RAPA de 10 : 1 est jugé trop élevé pour les porcelets. Pendant la phase délicate de sevrage, la seule façon de résoudre le problème de la concurrence élevée est de placer des mangeoires supplémentaires. La meilleure solution cependant constitue à adopter dès le départ un RAPA ne dépassant pas 5 : 1.

8.3.3 Systèmes d'alimentation pour truies

En ce qui concerne les truies, il faut considérer chaque animal individuellement (chapitre 1.3). En raison de la détention en groupe de truies taries prescrite, la distribution habituelle rationnée et individualisée d'aliments doit être revue. Les possibilités offertes dépendent de la taille du troupeau. En principe, il faut séparer les jeunes des vieilles truies et un regroupement basé sur l'état des réserves corporelles facilite une alimentation ciblée. Lors d'une alimentation rationnée par groupe, c'est important que chaque truie puisse ingérer sa ration prévue sans être dérangée. Plusieurs possibilités existent : une vitesse d'ingestion élevée (Quickfeeder, bouillie dans la mangeoire avec séparation des places à la mangeoire), un dosage lent des aliments (Dribblefeeder, les truies sont fixées biologiquement à la mangeoire) ou des stalles d'alimentation autobloquantes. La fixation momentanée dans des stalles d'alimentation autobloquantes permet une alimentation individuelle et «manuelle» de petits troupeaux.

Grâce à l'alimentation individuelle par ordinateur, l'alimentation individuelle peut être automatisée, programmée et contrôlée. Sur le marché, il existe des systèmes pour les aliments secs, la bouillie et la soupe. Les truies tarées ingèrent leur ration quotidienne sous forme de bouillie et de soupe en moins de 30 minutes. La mise à disposition de fourrage grossier occupe et calme les truies contribuant à la satiété et au comportement typique de l'espèce. L'alimentation à volonté nouvellement introduite chez des truies tarées va dans la même direction. Afin d'éviter un engraissement excessif, on recommande des aliments riches en fibres qui procurent un sentiment de satiété (~ 12% CB, < 10 MJ EDP).

8.3.4 Remarques relatives à la distribution d'aliments liquides et à l'hygiène des aliments

Dans les installations modernes pour l'affouragement d'aliments liquides, les processus automatisés sont très développés. Le guidage individuel vers les boxes, combiné avec des capteurs du niveau de remplissage, permet à la fois une alimentation rationnée et à volonté à la mangeoire courte. L'avantage du système d'alimentation par capteurs est que le comportement alimentaire influence le dosage. Cela facilite l'engraissement par sexe (Hoppenbrok 1998). Ayant droit à s'alimenter et lorsque la mangeoire est vide, une quantité d'aliments correspondante est fraîchement mélangée. Il est recommandé de laisser les porcs vider la mangeoire complètement une fois par jour. Le système est approprié pour toutes les catégories de porcs. Le transport des aliments sous forme liquide peut se révéler problématique du point de vue de l'hygiène. La vidange complète des tuyaux contribue grandement à l'hygiène alimentaire. Les réservoirs de lavage nécessaires à cet effet devraient être intégrés de manière standard.

La tendance à remplacer les aliments secs par des aliments liquides ou des bouillies augmente l'importance de l'hygiène. On sait qu'un mélange d'eau et d'aliment constitue un milieu nutritif idéal pour des micro-organismes (chapitre 6.4). Lors d'une multiplication incontrôlée de germes indésirables, les aliments se détériorent rapidement et engendrent des troubles sanitaires.

La qualité microbiologique d'une soupe dépend des facteurs suivants (Coenen 1998, complété):

- de la qualité de l'eau
- de l'état hygiénique et de la teneur en germes des matières premières
- de la conservation et de la fermentation des matières premières¹⁾
- de l'inoculation avec des bactéries lactiques¹⁾
- du pH de la soupe, modifié par des additifs¹⁾

¹⁾ voir chapitre 9.3

Figure 19. Lors de la distribution d'aliments liquides, une hygiène stricte est primordiale.



- de la durée de stockage des aliments: chaudières, tuyaux, mangeoires
- des caractéristiques techniques de l'installation, du dispositif de rinçage, de la vidange complète des tuyaux
- du nombre de repas, de la manipulation des restes d'aliments
- de l'hygiène au niveau du stockage et de l'étable, du dispositif de nettoyage de l'installation.

Chaque installation pour aliments liquides doit disposer d'un concept d'hygiène qui doit être approuvé par le fabricant de l'installation, le conseiller en alimentation des porcs ainsi que le vétérinaire et qui doit être appliqué de manière conséquente lors de la mise en fonction (tableau 40).

Tableau 40. Concept d'hygiène et recommandations pour les installations pour aliments liquides.

Points à contrôler	Nettoyage			Recommandations
	Quotidien	Hebdomadaire	Périodique	Contrôles
Silos d'aliments concentrés Convoyeur Conduites Installation de dépoussiérage		Contrôle, nettoyer si nécessaire Nettoyer	Balayer à fond avant un nouveau remplissage	Silos extérieurs placés à l'ombre, stockage des céréales au sec, éventuellement acidification; contrôle de la température, foyers de moisissures, insectes, fèces de rongeurs, eau de condensation et eau de pluie
Fourrage Ensilage de maïs, CCM Litière	Distribuer frais, enlever les restes			Uniquement de qualité irréprochable, marchandise moisie ⇒ mycotoxines Ensilage de maïs: nombreuses levures possibles
Eau				Si propre source, contrôle périodique de la qualité
Sous-produits laitiers Citernes mobiles et fixes Conduites d'alimentation	Rincer	Nettoyeur à haute pression, si nécessaire	Si faisable, avec de la soude caustique ou du H ₂ O ₂	Contrôle périodique du pH, densité de levures, formation de gaz; stabiliser avec des additifs ou fermenter de manière contrôlée
Cuve de préparation de la soupe Mélangeur	Nettoyer automatiquement et / ou rincer avec un tuyau	Nettoyeur à haute pression avec eau chaude, faire disparaître le biofilm en brossant	Nettoyage approfondi	En acier inoxydable, dépourvu de coins et de rebords, munis d'une soupape de vidange, ouverture de nettoyage, pompe à acide, dispositif de vidange; contrôler périodiquement la soupe par rapport au pH, à la formation de gaz, à la teneur en germes; stabiliser les restes
Réservoir de rinçage		Nettoyeur à haute pression avec eau chaude	Nettoyage approfondi	Accès et contrôle aisés, contrôler la présence de dépôts, de biofilm

Points à contrôler	Nettoyage			Recommandations
	Quotidien	Hebdomadaire	Périodique	Contrôles
Conduites à soupe			Nettoyage approfondi avec de la soude caustique avant la réoccupation ou 2 – 3 fois par année	Insertion de tronçons de tube en vitrage acrylique ⇒ biofilm visible; vidange complète des tuyaux; le pompage favorise l'abrasion, vérifier la pression de gaz
Conduites vers l'auge			Fixer l'éponge de nettoyage sur le nettoyeur à haute pression avant la réoccupation	À monter verticalement sans coude; formation de moisissures possible!
Auge	Rincer les fèces et les restes d'aliments		Nettoyeur à haute pression avant la réoccupation	Marche, courte durée de séjour des aliments dans l'auge, vérifier périodiquement le pH de la soupe, les germes, le gaz, la précision du mélange
Etable	Nettoyer l'aire de défécation		Nettoyer et désinfecter avant la réoccupation	Lutte contre la prolifération des mouches, respect des normes relatives au climat de l'étable, germes et toxines sur les particules de poussière!

La nécessité d'un nettoyage approfondi des tuyaux avec de la soude caustique fait l'objet d'une controverse. Dans certaines exploitations, une microflore saine et stable s'est établie dans l'installation sans former de biofilm. Dans ces cas, il est inutile d'intervenir. Dans tous les autres cas, et en particulier dans les exploitations d'élevage, un nettoyage approfondi périodique est recommandé. C'est souvent la dernière mesure permettant d'écarter les levures et dépôts qui résistent à l'acide (Nagel 1998 a, b). Un biofilm se forme par l'adhérence de bactéries mucosécrétantes sur les surfaces. Celles-ci résistent aux procédés de nettoyage mécaniques et chimiques et provoquent une recontamination cons-

tante de la soupe. La semaine qui suit le nettoyage approfondi, on recommande de procéder à l'inoculation de la soupe avec des bactéries lactiques et avec *Pediococcus acidilacticien* particulier, afin que se forme rapidement une microflore lactique (Nagel 2000) et que des micro-organismes indésirables ne puissent pas se développer. L'inoculation peut également s'effectuer au travers d'un petit-lait fermenté de façon contrôlée. Cependant, les bactéries lactiques devraient être déjà ajoutées dans la fromagerie.

La qualité des matières premières et de la soupe doit être vérifiée régulièrement. Outre l'aspect et l'odeur ainsi que le comportement alimentaire des porcs, les éléments suivants livrent des informations utiles: la mesure du pH (papier réactif), la mesure de la formation de gaz avec le test de la bouteille en PET et la détermination du nombre de germes avec le test de contact (informations et références sous www.almedica.ch) ou envoi d'un échantillon d'aliment à un laboratoire d'analyses des aliments (chapitre 6.4). Le domaine de pH optimal pour les aliments liquides se situe entre 4 – 4.8. Lors du test avec la bouteille en PET, il peut arriver que, malgré un nombre élevé de levures, aucun gaz ne se forme et que le résultat négatif soit mal interprété. On a observé ce phénomène avec du petit-lait conservé au moyen d'acide propionique (Spara et al. 2003). D'autres indications relatives à la stabilisation et à la conservation des aliments figurent dans le chapitre 9.3.

8.4 Valorisation des sous-produits

L'industrie agro-alimentaire engendre des sous-produits dont la majeure partie est éliminée ou valorisée de manière avantageuse et écologique par le biais de l'alimentation porcine (Chaubert 1995). Encore faut-il bien connaître, entre autres, la valeur nutritionnelle de ces sous-produits et leurs différents composants. Certains d'entre eux renferment des composants qui restreignent les quantités utilisables.

Le chapitre 8.5 (Restrictions d'emploi des aliments) donne des indications à ce propos. Le tableau 41 énumère les principaux sous-produits utilisés dans l'alimentation porcine. La liste des sous-produits reconnus donne des informations supplémentaires relatives à l'emploi des sous-produits susceptibles d'entraîner des dérogations aux exigences concernant la surface utile (art. 25 de l'Ordonnance sur la protection des eaux; RAP 2000).

Tableau 41. Liste des principaux groupes de sous-produits.

Sous-produits de	
l'industrie laitière	babeurre, lait écrémé, petit-lait, perméat; frais ou sous forme de concentré
l'industrie de la pomme de terre	purée de pelures de pommes de terre
la conserverie légumière	soupe de légumes
l'industrie fruitière	marc de pommes, de poires et de raisins, résidus de distillation
l'industrie sucrière	pulpe de betteraves, mélasse
la fabrication de l'amidon et du tofu	lait d'amidon issu de la fabrication de l'amidon, drêche de tofu
la fabrication d'huiles de colza, de tournesol et de lin	tourteaux d'extraction et de pression de soja,
la meunerie	blé déclassé, son, farine fourragère, germes de céréales
la fabrication des pâtes, la boulangerie et la biscuiterie	pâtes, pâte boulangère, pain, biscuits
la restauration	sous-produits de gastronomie

8.4.1 Estimation de la valeur nutritive des sous-produits

Les tableaux des valeurs nutritives (chapitre 11) informent sur les teneurs moyennes en substances nutritives et en minéraux. Mais la plupart des sous-produits peuvent présenter des teneurs très variables, selon le matériel initial et selon les procédés de transformation appliqués. Aussi est-il indiqué, dans certains cas, de faire analyser des échantillons représentatifs. Plus la composition de la matière sèche change, plus ces analyses doivent être fréquentes. Dans la pratique, la plupart des fluctuations à court terme de la valeur nutritive sont généralement liées à des variations de la teneur en matière sèche (p.ex. sous-produits laitiers). Il faut donc au moins connaître, dans un bref délai, les teneurs en matière sèche pour pouvoir préparer des soupes dont les valeurs nutritionnelles correspondent le plus près possible à la réalité. Autrement dit, l'exploitant doit être à même de déterminer la matière sèche. Il est conseillé de faire périodiquement vérifier la validité de la «méthode maison» (four) par un laboratoire officiel (échantillons parallèles).

8.4.2 Compléter correctement les sous-produits

La ration du porc nourri aux sous-produits doit être correctement complétée (nutriments et minéraux), afin qu'il puisse fournir les performances visées et que la qualité d'abattage, de la viande et du tissu adipeux corresponde aux exigences des acheteurs. Il s'agit donc de combiner judicieusement les sous-produits et de compléter la ration à l'aide d'un aliment complémentaire approprié, afin d'obtenir une ration qui soit conforme aux besoins des porcs. Les sous-produits étant généralement distribués sous forme de soupe, il est impératif de respecter les principes applicables aux soupes, énoncés au chapitre 8.3.

8.4.3 Comparaison des prix

Avant d'utiliser un sous-produit pour l'alimentation porcine, il s'agit d'évaluer si son prix est justifié. Le résultat de cette analyse peut varier selon l'exploitation. Si les prix des matières premières diminuent, rendant les aliments composés plus avantageux, le prix auquel un sous-produit est intéressant pour le producteur de porcs baissera également.

A partir des teneurs en énergie et en protéines, on peut évaluer si le prix du sous-produit se justifie (prix paritaire; programme en développement; plus tard accessible sous: www.alp.admin.ch). Le calcul du prix substitutif à partir de l'optimisation des rations donne cependant la meilleure appréciation. Si le prix effectif du sous-produit est plus élevé que le prix substitutif calculé, ce produit est trop cher par rapport aux composants de base utilisés.

Le prix substitutif d'un sous-produit doit donc être réduit en cas de

- contraintes supplémentaires pour la préparation et la distribution des rations
- frais élevés de transport et de stockage
- contraintes supplémentaires pour le nettoyage
- teneurs nutritives fluctuantes (composition moins précise des rations)
- risques élevés (d'altération du fourrage, troubles de la santé).

8.5 Restrictions d'emploi des aliments

Certains aliments contiennent des substances qui restreignent leur utilisation pour les porcs.

8.5.1 Composants limitatifs

Les aliments tels que le maïs, le son et les graines de colza sont riches en acides gras monoinsaturés et polyinsaturés (MUFA et PUFA). Ces acides gras peuvent influencer négativement la qualité de la graisse (indice de graisse) (voir chapitre 7.3). Les rations riches en sucre de lait (lactose) peuvent provoquer des troubles digestifs tels que diarrhées et formation excessive de gaz dans le gros intestin. Une importante production de levures dans les sous-produits laitiers stockés accroît encore le risque de troubles digestifs (voir chapitre 6.4).

En surplus, de nombreux métabolites végétaux secondaires déploient des effets indésirables dans l'organisme du porc. Les jeunes animaux y sont particulièrement sensibles. Font notamment partie des métabolites végétaux secondaires les inhibiteurs de la trypsine, les lectines, les tanins et les glucosinolates. Les inhibiteurs de la trypsine se trouvent surtout dans les graines de légumineuses (soja, pois), et – en plus faibles quantités – dans le seigle et le triticale. Ils inactivent les enzymes pancréatiques servant à la digestion des protéines. Conséquence: la digestibilité de ces protéines dans l'intestin grêle diminue.

Un traitement thermique permet de neutraliser une grande partie des inhibiteurs de la trypsine. Les lectines, surtout présentes dans les féveroles et les pois, sont des protéines qui s'agglutinent à la surface des cellules intestinales, lèsent la muqueuse et de ce fait perturbent les processus digestifs. A l'instar des inhibiteurs de la trypsine, les lectines peuvent être en grande partie inactivées par la chaleur. Les tanins sont des liaisons insensibles à la chaleur, qui ont une influence défavorable notamment sur la digestion protéique. La féverole, le pois, le colza et le millet sont particulièrement riches en tanins. Les glucosinolates se trouvent dans le colza et d'autres crucifères. Ils ont une saveur âcre susceptible d'influer négativement sur la consommation. De plus, ils inhibent le fonctionnement de la glande thyroïde – dont l'importance est capitale pour le métabolisme – par le biais de différents mécanismes. Les alcaloïdes sont également des métabolites végétaux secondaires ayant des effets négatifs sur l'organisme du porc. On les trouve, entre autres, dans le lupin et dans les pommes de terre vertes ainsi que dans les germes de pommes de terre. Ingérés en grandes quantités, les alcaloïdes peuvent induire des intoxications aiguës.

Figure 20. Les betteraves sont aussi bien acceptées par le porc.



8.5.2 Restrictions d'emploi

Les tableaux 42a à 42e résument les restrictions d'emploi des principaux aliments. Il donne des valeurs indicatives; la composition et les teneurs de la ration totale restent toujours déterminantes.

Là où rien de particulier n'est mentionné, la restriction d'emploi concerne la ration entière avec environ 88% de MS.

Tableau 42a. Restrictions d'emploi des principaux aliments pour porcs.

Aliment	Motifs	Utilisation et remarques
Féveroles	Alcaloïdes, lectines, inhibiteurs de la trypsine, tanins	Porcs à l'engrais 20% ; porcelets et truies 10% ; les protéines sont riches en lysine et pauvres en méthionine, en cystine et en tryptophane (combinaison favorable avec du colza) ; doivent être suffisamment sèches car elles ont tendance à moisir ou être conservées humides
Marc de pommes	Cellulose brute	10% ; dans des aliments spéciaux pour porcelets sevrés jusqu'à 20%
Brisures de riz	Bactéries	De 20 à 30%
Pulpes de betteraves	Cellulose brute, effet gonflant et gélifiant	20% dans la MS ; dans les installations d'aliments liquides, 10% dans la MS
Cacahuètes tourteau de pression tourteau d'extraction	IPM	Dans le cas de moisissures, il faut s'attendre à des aflatoxines 5% 10%
Graisses animale végétale graisse de coco, huile de noyau de palme	IPM IPM Acide laurique	12% 3% 3%. L'acide laurique (C12) est un acide gras que l'on trouve en général seulement en faible quantité dans la graisse de porc. Lorsque l'on donne aux porcs de la graisse de coco ou de l'huile de noyau de palme comme aliment, la teneur en C12 augmente massivement dans les tissus adipeux, ce qui conduit également à des teneurs élevées en C12 dans la graisse des volailles, si l'on donne la graisse de porc comme aliment à celles-ci. Dans la production de bouillon de poules, l'acide laurique provoque un goût de savon.
Sirop de fructose	Saccharose	20% dans la MS ; en combinaison avec des quantités élevées de petit-lait au maximum 10% dans la MS ; avantageux en combinaison avec de la graisse
Betteraves fourragères	Effet gonflant et gélifiant	Porcs à l'engrais de 30 à 40% dans la MS ; truies jusqu'à 1.8 kg de MS/jour ; si au cours des cinq dernières années, du lisier de porcs a été répandu sur le sol, il y a un risque de parasites (terre adhérent à la betterave)

Tableau 42b. Restrictions d'emploi des principaux aliments pour porcs.

Aliment	Motifs	Utilisation et remarques
Sous-produits de restauration	IPM	En raison de la teneur élevée en matières grasses et en sodium, selon l'origine au maximum de 30 à 50% dans la MS; Recommandé en combinaison avec des aliments pauvres en matière grasse comme le petit-lait, la mélasse et l'amidon liquide; donner de l'eau à volonté; respecter les prescriptions légales (ordonnances sur les épizooties RS 916.401 art. 41 à 43)!
Déchets de légumes		Traitement thermique recommandé (hygiène; libération des nutriments; destruction de certains composants alimentaires indésirables)
Orge		Aucune restriction
Herbe Herbe fraîche	Cellulose brute, IPM	A donner à l'état de jeune pousse (sinon teneur en cellulose brute élevée); le mélange de trèfles blancs et de ray-gras est recommandé en particulier pour les porcs d'élevage (1.2 à 1.4 kg MS par jour); pour les porcs à l'engrais de 10 à 15% de la MS Porcelets et porcs à l'engrais 10%; pour les porcs d'élevage, aucune restriction; ne sécher que la matière fraîche jeune.
Herbe séchée	Cellulose brute, IPM	
Avoine	Cellulose brute, IPM	Composant alimentaire de choix pour l'exploitation d'élevage; porcs à l'engrais 10%; veiller à un séchage suffisant; dans l'alimentation du porcelet, normalement sous la forme de flocons d'avoine
Pommes de terre flocons étuvées		Alimentation crue, étuvée, étuvée-ensilée ou séchée sous la forme de flocons ou de farine Aucune restriction
séchées cruées	Inhibiteurs de la trypsine	Aucune restriction, à condition qu'il ne s'agisse ni de germes de pommes de terre ni de pommes de terre vertes (solanine) Jusqu'à 30% dans la MS
pelures	Inhibiteurs de la trypsine, solanine	Jusqu'à 30% dans la MS; il faut en plus ajouter à l'aliment complémentaire 2 g L-lysine/kg d'aliment complémentaire; ne pas donner de pommes de terre germées ou vertes; si du lisier de porcs a été répandu sur le sol au cours des 5 dernières années, il y a un risque de parasites (terre adhérent à la pomme de terre). 10% dans la MS; cuit 20% dans la MS

Tableau 42c. Restrictions d'emploi des principaux aliments pour porcs.

Aliment	Motifs	Utilisation et remarques
Lin graines tourteau de pression tourteau d'extraction	Alcaloïdes, IPM IPM	Porcs à l'engrais et porcs d'élevage 10% De 10 à 15% 15%
Lupin doux	Alcaloïdes	Porcs à l'engrais 5% ; ne pas donner aux porcelets ni aux porcs d'élevage
Maïs farine grains, épis plante entière	 IPM IPM Cellulose brute, IPM	 Particulièrement sensible à la contamination par le champignon <i>Fusarium</i> (produit des mycotoxines) Porcs à l'engrais 30% dans la MS; choisir de préférence une variété avec une teneur basse en matière grasse Porcs à l'engrais 40% dans la MS sous la forme d'ensilages; influence un peu moins la qualité de la graisse que sous la forme de farine; dans le cas de proportions plus élevées, avantageux pour la qualité de la graisse en combinaison avec du petit-lait et / ou de l'amidon liquide Truies portantes 1.2 à 1.5 kg MS par jour; porcs à l'engrais 0.3 kg MS par jour
Sous-produits laitiers babeurre lait écrémé perméat-concentré petit-lait-concentré petit-lait de sérac	 Matière azotée Matière azotée Lactose Lactose Lactose	 Dans les rations d'engraissement avec des teneurs élevées en lactose, la teneur en cellulose brute de l'aliment complémentaire ne devrait pas dépasser 3.5% ; selon les conditions d'entreposage, les levures se multiplient rapidement Mêmes restrictions que pour le lait écrémé; contrôler la teneur en MS, étant donné qu'il est souvent dilué avec de l'eau de lavage Porcs à l'engrais de 4 à 5 l par jour 20% dans la MS; les animaux doivent disposer d'eau fraîche, le perméat étant riche en sodium Porcs à l'engrais 30% dans la MS; les animaux doivent disposer d'eau fraîche, le petit-lait étant riche en sodium Analogue au perméat
Pois protéagineux	Lectines, alcaloïdes	Porcs à l'engrais 40% ; porcelets et truies 20% ; les protéines sont riches en lysine et pauvres en méthionine (combinaison avec du colza favorable); doivent être suffisamment secs (ont tendance à moisir) ou être conservés humides

Tableau 42d. Restrictions d'emploi des principaux aliments pour porcs.

Aliment	Motifs	Utilisation et remarques
Colza graines	Glucosinolates, IPM	Doivent être toastées (Inhibiteurs de la trypsine); Porcs à l'engrais 3%; porcs d'élevage 6%; les protéines sont riches en acides aminés méthionine et cystine, qui contiennent tous deux du soufre (combinaison favorable avec des féveroles et des pois protéagineux)
tourteau de pression	Glucosinolates, IPM	Normalement analogue au tourteau d'extraction; entreposable avec des restrictions (teneur en matières grasses plus élevée)
tourteau d'extraction	Glucosinolates	Porcs à l'engrais 10%; porcelets 5%; truies 8% (max. 1.5 mmol de glucosinolate par kg d'aliments complets); combinaison favorable avec des féveroles et des pois protéagineux
Seigle		Ne pas dépasser 30% dans la ration; veiller à une éventuelle contamination par de l'ergot de seigle (valeur limite pour les porcs à l'engrais 0.1%); autres indications, cf. triticales
Soja graines	Alcaloïdes, lectines, inhibiteurs de la trypsine, IPM	Doivent être toastées; conviennent bien dans les rations pour les truies allaitantes (15%)
tourteau de pression	IPM	Porcelets et porcs à l'engrais 10%; porcs d'élevage 15%;
tourteau d'extraction		Aucune restriction
Tournesol tourteaux de pression	Cellulose brute, IPM	5%
tourteaux d'extraction	Cellulose brute	Porcelets et porcs à l'engrais 10%
Navets fourragers	Glucosinolates	5% dans la MS
Topinambours	Inuline	30% dans la MS; si au cours des cinq dernières années, du lisier de porcs a été répandu sur le sol, il y a un risque de parasites (terre adhérent à la tubercule)
Triticale	Ergot de seigle	Porcelets 30%; porcs à l'engrais 45%; truies 20%; contamination possible par de l'ergot de seigle; ne pas donner des aliments contaminés à des truies portantes, la proportion d'aliments ergotés, poussiéreux étant indéterminable

Tableau 42e. Restrictions d'emploi des principaux aliments pour porcs.

Aliment	Motifs	Utilisation et remarques
Blé		Aucune restriction
Son de blé	Cellulose brute	10%
Mélasse de betteraves	Saccharose	20% dans la MS; en combinaison avec des quantités élevées de petit-lait, 10% dans la MS; en aliment granulé 5%; avantageux en combinaison avec de la matière grasse

Attention: Les prescriptions relatives aux restrictions d'emploi des aliments peuvent diverger des données indiquées dans les tableaux 42 a à 42 e, en fonction du type de production (voir chapitre 8.2).

Remarques finales: Les limitations d'emploi dues à certains éléments nutritifs tels que la cellulose brute, le lactose et les acides gras insaturés (IPM) ne sont que des valeurs indicatives, ces aliments étant toujours distribués en combinaison avec d'autres composants alimentaires. Ce qui est déterminant, ce sont les valeurs des teneurs dans la ration complète. Par exemple, la proportion de maïs qui se trouve dans les rations contenant de grandes quantités de petit-lait peut naturellement être plus élevée que dans les rations qui contiennent des composants déjà riches en acides gras insaturés.

8.6 Planification des rations

Le stade de production et le niveau de performance déterminent les besoins. Il faut planifier les rations de telle façon que les besoins quotidiens en substances nutritives et en minéraux soient couverts (chapitres 4, 5). En plus, il faut également tenir compte des capacités d'ingestion et de digestion, du comportement alimentaire, de la qualité de viande recherchée (chapitre 7) ainsi que des quantités maximales recommandées pour certains composants (chapitre 8.5). Dans les programmes labellisés, s'y ajoutent des obligations et interdictions spécifiques (chapitre 8.2). La marche à suivre pour le calcul des quantités d'aliment et des teneurs des aliments complets ou complémentaires figure dans les exemples de ration suivants.

8.6.1 Porcelets

Exemple de calcul d'un aliment complet

En général, les porcelets sont affouragés à volonté. Mis à part pendant la semaine qui suit le sevrage, le porcelet se nourrit à satiété du point de vue énergétique. La quantité d'énergie ingérée est à peine influencée lors d'une concentration énergétique habituelle de l'aliment (> 13 MJ EDP/kg) affouragé à sec.

On peut calculer l'ingestion journalière d'énergie en fonction du poids vif en utilisant la formule (2) décrite au chapitre 1.1.

- Hypothèses*
- poids vif: 18 kg
 - valeur énergétique de l'aliment: 13.5 MJ EDP/kg
 - aliment sec

Apport énergétique journalier recommandé selon la formule (2) du chapitre 1.1:

$$\begin{aligned} \text{EDP} &= -8.2206 + 135.57 \times \frac{18}{100} - 143.62 \times \left(\frac{18}{100}\right)^2 \\ &= 11.53 \text{ MJ/animal et jour} \end{aligned}$$

On obtient ainsi une ration de 0.85 kg par animal et par jour (11.53/13.5).

A partir du poids vif et de la consommation d'énergie, on peut estimer le gain quotidien selon la formule (3) du chapitre 1.1:

$$\begin{aligned} \text{GQ (g)} &= -103.13 + 109.99 \times \frac{18}{10} + 428.30 \times \frac{11.53}{10} - 83.52 \\ &\quad \times \left(\frac{11.53}{10}\right)^2 = 478 \text{ g par jour} \end{aligned}$$

Lors de la distribution d'aliments liquides, on peut s'attendre à une consommation d'énergie de 20% plus élevée. Si on l'insère dans l'équation figurant ci-dessus (13.84 MJ EDP/jour), il en résulterait un GQ de 528 g.

Les teneurs de l'aliment complet se calculent selon les recommandation du chapitre 4.1 (tableaux 14, 15, 16). Il est à relever que le IPM (chapitre 7.3) représente une valeur maximale.

Tableau 43. Porcelets: teneurs d'un aliment complet (par kg d'aliment) pour un poids vif de 18 kg et une valeur énergétique de l'aliment de 13.5 MJ EDP/kg.

Ration: 0.85 kg d'ali- ment complet	g/ MJ EDP	g/ kg d'aliment	Ration: 0.85 kg d'ali- ment complet	g/ MJ EDP	g/ kg d'aliment
MA	12.6	170 ¹⁾	IPM max	1.7 ²⁾	23.0
LysD	0.72	9.7	Ca	0.80	10.8
MétD + cysD	0.46	6.2	P	0.52	7.0
ThrD	0.49	6.6	PDP	0.29	3.9
TrpD	0.14	1.9	Na	0.13	1.8

1) Exemple de calcul pour la matière azotée:
 g/kg d'aliment: $12.6 \times 13.5 = 170$
 12.6: apport recommandé en matière azotée en g/MJ EDP selon chapitre 4.1 (tableau 14) pour un poids vif de 20 kg.
 13.5: concentration énergétique supposée de l'aliment en MJ EDP/kg

2) IPM: PUFA + 1.3 x MUFA = 1.7; PUFA et MUFA en g/ MJ EDP

8.6.2 Porcs à l'engrais a) *Exemple de calcul d'un aliment complet pour jeunes porcs à l'engrais et pour la finition*

- Hypothèses*
- niveau de performance moyen du troupeau: 800 g GMQ
 - poids vif: 40 kg et 80 kg
 - concentration énergétique de l'aliment: 13 MJ EDP/kg
 - avec sorties
 - alimentation par phases

L'apport énergétique journalier recommandé se calcule à partir de la formule (4) et le tableau 1 du chapitre 1.2:

$$\begin{aligned}
 \text{EDP} &= -0.17 + 69.91 \times \frac{40}{100} - 44.30 \times \left(\frac{40}{100}\right)^2 + 10.65 \times \left(\frac{40}{100}\right)^4 \\
 &= 21.0 \text{ MJ/jour avec 40 kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{EDP} &= -0.17 + 69.91 \times \frac{80}{100} - 44.30 \times \left(\frac{80}{100}\right)^2 + 10.65 \times \left(\frac{80}{100}\right)^4 \\ &= 31.8 \text{ MJ/jour avec 80 kg} \end{aligned}$$

Pour la détention avec sorties, on ajoute 5%. L'apport énergétique recommandé passe ainsi à 22.0 MJ (21.0 x 1.05) et 33.4 MJ (31.8 x 1.05). On obtient donc une ration de 1.7 kg par animal et par jour (22.0/13) pour un poids vif de 40 kg et de 2.6 kg pour un poids vif de 80 kg.

Les teneurs de l'aliment complet se calculent selon les recommandations du chapitre 4.1 (tableaux 14, 15, 16). Il est à relever que le IPM (chapitre 7.3) représente une valeur maximale.

Tableau 44. Porcs à l'engrais: teneurs d'un aliment complet (par kg d'aliment) pour un poids vif de 40 kg (aliment de croissance) et 80 kg (aliment de finition) et une valeur énergétique de l'aliment de 13 MJ EDP/kg.

Ration: 1.7 ou 2.6 kg d'aliment compl.	g/ MJ EDP d'aliment de croissance	g/ MJ EDP d'aliment de finition	g/ kg d'aliment de croissance	g/ kg d'aliment de finition
MA	12.0	10.6	156 ¹⁾	138
LysD	0.61	0.46	7.9	6.0
MétD + cysD	0.39	0.29	5.1	3.8
ThrD	0.41	0.31	5.3	4.0
TrpD	0.12	0.09	1.6	1.2
IPM max	1.7	1.7	22.1	22.1
Ca	0.59	0.49	7.7	6.4
P	0.42	0.33	5.5	4.3
PDP	0.21	0.16	2.7	2.1
Na	0.09	0.08	1.2	1.04

¹⁾ Exemple de calcul pour la matière azotée:
g/kg d'aliment: 12.0 x 13.0 = 156
12.0: apport recommandé en matière azotée en g/MJ EDP selon chapitre 4.1 (tableau 14) pour un poids vif de 40 kg
13.0: concentration énergétique supposée de l'aliment en MJ EDP/kg

b) Exemple de calcul d'une ration à base de petit-lait avec aliment complémentaire

- Hypothèses*
- niveau de performance moyen du troupeau: 800 g GMQ
 - poids vif: 80 kg
 - valeur énergétique de l'aliment complémentaire: 13 MJ EDP/ kg
 - détention avec sorties
 - les teneurs du petit-lait proviennent des tables des valeurs nutritives (chapitre 11, N° 61): MS: 60 g, MA: 8 g, EDP: 0.9 MJ, LysD: 0.62 g, MetD + cysD: 0.26 g, ThrD: 0.42 g, TrpD: 0.08 g, Ca: 0.4 g, P: 0.4 g, PDP: 0.4 g, Na: 0.4 g par kg d'aliment. Les acides gras sont négligeables.
 - Part de petit-lait: 30% dans la MS de la ration totale

L'apport énergétique journalier recommandé peut être repris de l'exemple de calcul a: 33.4 MJ EDP par jour dans 2.6 kg d'aliment.

Calcul de la quantité de petit-lait: 2.6 kg d'aliment correspond à 2.29 kg de MS_{totale} (2.6 x 0.88). 30% est égal à 687 g de MS de petit-lait (2.29 x 0.3) pour lesquels on a besoin de 11.45 kg de petit-lait (687/60).

Figure 21. Une ration équilibrée garantit de bonnes performances.



- Energie issue du petit-lait: 10.31 MJ EDP/ jour (11.45 x 0.9)
- Energie issue de l'aliment complémentaire: 23.09 MJ EDP/ jour (33.4 – 10.31)

La quantité d'aliment complémentaire revient à 1.78 kg par animal et par jour (23.09/13).

Les teneurs de l'aliment complémentaire se calculent selon les recommandations du chapitre 4.1 (tableaux 14, 15, 16) en tenant compte des nutriments apportés par le petit-lait. En ce qui concerne le IPM, la valeur maximale est indiquée afin de ne pas dépasser 1.7 g IPM/MJ EDP dans la ration totale. Etant donné que la part de petit-lait dépasse les 10% dans la ration totale, des apports en Fe et en Mn plus élevés sont nécessaires (chapitre 5.2).

Tableau 45. Porcs à l'engrais: teneurs d'un aliment complémentaire (par kg d'aliment) au petit-lait pour un poids vif de 80 kg et une valeur énergétique de l'aliment de 13 MJ EDP/ kg.

Ration: 11.5 kg de petit-lait 1.8 kg d'aliment complémentaire			Ration: 11.5 kg de petit-lait 1.8 kg d'aliment complémentaire		
	g/ MJ EDP	g/ kg d'aliment		g/ MJ EDP	g/ kg d'aliment
MA	11.4 ¹⁾	148 ¹⁾	IPM max	2.46	32.0
LysD	0.36	4.7	Ca	0.51	6.6
MétD + cysD	0.29	3.8	P	0.28	3.6
ThrD	0.24	3.1	PDP	0.03	0.4
TrpD	0.09	1.2	Na	0 ²⁾	0 ²⁾

¹⁾ Exemple de calcul pour la matière azotée:

$$\text{g/MJ EDP: } \frac{33.4 \times 10.6 - 11.45 \times 8}{23.09} = 11.37 \quad \text{g/kg d'aliment: } 11.37 \times 13 = 147.8$$

33.4: apport énergétique recommandé en MJ EDP par animal et par jour (voir ci-dessus)

10.6: apport recommandé en matière azotée en g/MJ EDP issu du chapitre 4.1 (tab. 14) pour un poids vif de 80 kg

11.45: quantité de petit-lait calculée en kg par animal et par jour

8: teneur en matière azotée du petit-lait issu de la fabrication de fromage à pâte dure (voir ci-dessus)

23.09: énergie fournie par l'aliment complémentaire en MJ EDP par animal et par jour (voir ci-dessus)

13: concentration énergétique supposée de l'aliment complémentaire en MJ EDP/kg

²⁾ Les besoins en Na sont complètement couverts par le petit-lait.

Remarques: D'après l'exemple figurant ci-dessus, le petit-lait couvre en fin d'engraissement 31% des besoins énergétiques et 26% des besoins en matière azotée. La teneur élevée en sel du petit-lait engendre un excédent de Na. Pour cette raison, les animaux doivent pouvoir s'abreuver en tout temps.

c) Exemple de calcul pour une ration à base de CCM avec aliment complémentaire

- Hypothèses*
- niveau de performance moyen du troupeau: 800 g GMQ
 - poids vif: 80 kg
 - valeur énergétique de l'aliment complémentaire: 13 MJ EDP/kg
 - détention avec sorties
 - les teneurs du CCM (sans spathes) proviennent des tables des valeurs nutritives (chapitre 11, N° 23): MS: 590 g, MA: 54 g, EDP: 9.2 MJ, LysD: 0.90 g, MetD + cysD: 1.72 g, ThrD: 1.01 g, TrpD: 0.19 g, Ca: 0.1 g, P: 1.8 g, PDP: 0.7 g, Na: 0.1 g, MUFA: 6.0 g, PUFA: 14.0 g par kg d'aliment; IPM: 2.37 g/MJ EDP
 - Part de CCM: 40% dans la MS de la ration totale

L'apport énergétique quotidien recommandé peut être repris de l'exemple de calcul a:

33.4 MJ EDP par jour dans 2.6 kg d'aliment

Calcul de la quantité de CCM: 2.6 kg d'aliment correspond à 2.29 kg de MS_{totale} (2.6 x 0.88). Dont 40% forment 916 g de MS de CCM (2.29 x 0.4) pour lesquels on a besoin de 1.55 kg de CCM (916/590).

- Energie issue du CCM: 14.26 MJ EDP/jour (1.55 x 9.2)
- Energie issue de l'aliment complémentaire: 19.14 MJ EDP/jour (33.4 – 14.26)

La quantité d'aliment complémentaire revient à 1.47 kg par animal et par jour (19.14/13).

Les teneurs de l'aliment se calculent selon les recommandations du chapitre 4.1 (tableaux 14, 15, 16) en tenant compte des nutriments apportés par le CCM. En ce qui concerne le IPM, la valeur maximale est indiquée afin de ne pas dépasser 1.7 g IPM/MJ EDP dans la ration totale.

Tableau 46. Porcs à l'engrais: teneurs d'un aliment complémentaire (par kg d'aliment) au CCM pour un poids vif de 80 kg et une valeur énergétique de l'aliment de 13 MJ EDP/kg.

Ration: 1.6 kg de CCM 1.5 kg d'aliment complémentaire	g/MJ EDP	g/kg d'aliment	Ration: 1.6 kg de CCM 1.5 kg d'aliment complémentaire	g/MJ EDP	g/kg d'aliment
MA	14.12 ¹⁾	184 ¹⁾	IPM max	1.20 ²⁾	15.6
LysD	0.73	9.5	Ca	0.85	11.0
MétD + cysD	0.37	4.8	P	0.43	5.6
ThrD	0.46	6.0	PDP	0.22	2.9
TrpD	0.14	1.84	Na	0.13	1.7

¹⁾ Exemple de calcul pour la matière azotée:

$$\text{g/MJ EDP: } \frac{33.4 \times 10.6 - 1.55 \times 54}{19.14} = 14.12 \quad \text{g/kg Futter: } 14.12 \times 13 = 183.6$$

33.4: apport énergétique recommandé en MJ EDP par animal et par jour (voir ci-dessus)

10.6: apport recommandé en matière azotée en g/MJ EDP selon chapitre 4.1 (tableau 14) pour un poids vif de 80 kg

1.55: quantité de CCM calculée en kg par animal et par jour

54: teneur en matière azotée du CCM en g/kg

19.14: énergie fournie par l'aliment complémentaire en MJ EDP par animal et par jour (voir ci-dessus)

13: concentration énergétique supposée dans l'aliment complémentaire en MJ EDP/kg

$$\text{2) IPM: } \frac{33.4 \times 1.7 - 14.26 \times 2.37}{19.14} = 1.20$$

1.7: IPM dans la ration totale

2.37: IPM dans le CCM

14.26: énergie fournie par le CCM en MJ EDP/jour

Remarques: Selon l'exemple figurant ci-dessus, le CCM couvre en fin d'engraissement 43% des besoins énergétiques et 24% des besoins en matière azotée. Etant donné que le CCM présente un IPM élevé, il faut prêter une grande attention aux acides gras insaturés de l'aliment complémentaire.

8.6.3 Truies

Pour le calcul d'un aliment complet pour les truies, il faut procéder de manière analogue aux porcelets et aux porcs à l'engrais.

a) *Gestation: exemple de calcul d'une ration à base d'ensilage d'herbe avec aliment complémentaire*

Pour les porcs d'élevage, seuls des ensilages d'une qualité irréprochable sont appropriés. Il faut contrôler périodiquement la teneur en MS.

- Hypothèses*
- truie multipare en fin de gestation (85 – 114 jour) avec 200 kg de poids vif lors de la saillie
 - valeurs énergétique de l'aliment complémentaire: 13 MJ EDP/kg
 - quantité d'ensilage d'herbe: 1.2 kg de MS par animal et par jour
 - les teneurs de l'ensilage d'herbe (mélange de trèfle blanc et de ray-grass) proviennent des tables des valeurs nutritives (chapitre 11, N° 150): MS: 290 g; MA: 65 g; CB: 56 g; EDP: 2.2 MJ; LysD: 1.53 g; MetD + cysD: 0.86 g; ThrD: 1.18 g; TrpD: 0.54 g; Ca: 3.9 g; P: 1.1 g; Na: 0.1 g par kg d'aliment
 - élevage en groupe avec sorties
 - classe d'état corporel 5 en début de gestation avancée

L'apport énergétique quotidien recommandé pour les truies en fin de gestation se calcule en utilisant la formule (11) (chapitre 1.3). Nombre de porcelets attendus: 12.

$$\text{EDP (fg)} = 73.7 - 69.1 \times 2 + 38.74 \times 2^2 - 6.73 \times 2^3 + 0.077 \times 12 + 0.0255 \times 12^2 = 41.2 \text{ MJ/jour}$$

On ajoute 5% en raison de l'élevage avec sorties. L'apport énergétique recommandé passe à 43.3 MJ EDP/jour (41.2 x 1.05).

Pour la classe de condition 5, on déduit 10%. L'apport énergétique recommandé s'élève ainsi à 39 MJ EDP/jour (43.3 x 0.9).

Calcul de la quantité d'ensilage d'herbe: 1.2 / 0.29 = 4.14 kg.

Correction de la valeur énergétique de l'ensilage d'herbe pour les truies reproductrices selon la formule (7) (chapitre 1.3):

$$\text{EDP truies reproductrices} = 1.014 \times 2.2 + 0.0066 \times 56 = 2.6 \text{ MJ/kg}$$

- Energie issue de l'ensilage d'herbe: 10.8 MJ EDP/jour (4.14×2.6)
- Energie issue de l'aliment complémentaire: 28.2 MJ EDP ($39 - 10.8$)

Ainsi, la quantité d'aliment complémentaire s'élève à 2.17 kg par animal et par jour ($28.2/13$).

Les teneurs de l'aliment complémentaire se calculent selon les recommandations du chapitre 4.2 (tableau 23) en tenant compte des nutriments apportés par l'ensilage d'herbe. Il n'existe pas de restriction pour les acides gras aussi longtemps que les truies ne sont pas éliminées.

Figure 22. L'herbe et les ensilages d'herbe avec une teneur élevée en matière azotée sont des aliments appropriés pour les truies reproductrices.



Tableau 47. Truies en gestation: teneurs d'un aliment complémentaire (par kg d'aliment) à l'ensilage d'herbe et une valeur énergétique de l'aliment de 13 MJ EDP/kg.

Ration: 4.1 kg d'ensilage d'herbe, 2.2 kg d'aliment complémentaire	g / MJ EDP	g / kg d'aliment
MA	4.29 ¹⁾	55.8 ¹⁾
LysD	0.37	4.8
MetD + cysD	0.21	2.7
ThrD	0.24	3.1
TrpD	0.05	0.65
Ca	0.15 ²⁾	1.95
P	0.39	5.07
PDP	2)	
Na	0.17	2.21

1) Exemple de calcul pour la matière azotée:

$$\text{g/MJ EDP: } \frac{39 \times 10 - 4.14 \times 65}{28.2} = 4.29 \quad \text{g/kg d'aliment: } 4.29 \times 13 = 55.8$$

39: apport énergétique recommandé en MJ EDP par animal et par jour (voir ci-dessus)

10: apport recommandé en matière azotée en g / MJ EDP du chapitre 4.2 (tableau 23) pour les truies portantes

4.14: quantité supposée d'ensilage d'herbe ingéré en kg par animal et par jour

65: teneur en matière azotée en g / kg de l'ensilage d'herbe (voir ci-dessus)

28.2: énergie fournie par l'aliment complémentaire en MJ EDP par animal et par jour (voir ci-dessus)

13: concentration énergétique supposée dans l'aliment en MJ EDP / kg

2) Etant donné que l'on ne dispose pas d'indications relatives à la digestibilité du P de l'ensilage d'herbe, on doit optimiser la ration à partir du phosphore total. L'apport en Ca recommandé se calcule alors selon la formule $\text{Ca} = 1.3 \times \text{apport en P}$.

Remarques: D'après l'exemple figurant ci-dessus, l'ensilage d'herbe couvre 26% des besoins énergétiques et 69% des besoins en matière azotée des truies portantes. La teneur en matière azotée de l'aliment complémentaire qui en résulte est évidemment basse.

b) Lactation: exemple de calcul d'une ration à base d'ensilage de drêches de brasserie avec aliment complémentaire

Pour les porcs d'élevage, seuls des ensilages d'une qualité irréprochable sont appropriés. Il faut contrôler périodiquement la teneur en MS et il faut enlever chaque jour les restes d'aliment.

- Hypothèses*
- truie en lactation avec 10 porcelets et un poids vif de 210 kg
 - valeurs énergétiques de l'aliment complémentaire: 14.0 MJ EDP/kg
 - les porcelets reçoivent un aliment complémentaire
 - quantité d'ensilage de drêches de brasserie: 5 kg par animal et par jour
 - Les teneurs de l'ensilage de drêches de brasserie proviennent des tables des valeurs nutritives (chapitre 11 N° 137): MS: 240 g, MA: 60 g, CB: 40 g; EDP: 2.4 MJ, LysD: 1.8 g, MetD + cysD: 1.79 g, ThrD: 1.5 g, TrpD: 0.6 g, Ca: 0.8 g, P: 1.4 g, VDP: 0.5 g; Na: 0.1 g par kg d'aliment

L'apport énergétique quotidien recommandé pour les truies en lactation s'élève à 83 MJ EDP/jour selon le tableau 22 (chapitre 4.2). En cas d'accroissement connu du poids de la portée, on peut utiliser la formule (13) (chapitre 1.3). Correction de la valeur énergétique de l'ensilage de drêches de brasserie pour les truies reproductrices selon la formule (7) (chapitre 1.3):

$$\text{EDP d'élevage} = 1.014 \times 2.4 + 0.0066 \times 40 = 2.7 \text{ MJ/kg}$$

- Energie issue de l'ensilage de drêches de brasserie: 13.5 MJ EDP/jour (5 x 2.7)
- Energie issue de l'aliment complémentaire: 69.5 MJ EDP/jour (83 – 13.5)

Ainsi, la quantité de l'aliment complémentaire s'élève à 4.96 kg par animal et par jour (69.5/14).

Les teneurs de l'aliment complémentaire se calculent selon les recommandations du chapitre 4.2 (tableau 23) en tenant compte des nutriments apportés par l'ensilage de drêches de brasserie. Il n'existe pas de restrictions en ce qui concerne les acides gras.

Tableau 48. Truies en lactation: teneurs d'un aliment complémentaire (par kg d'aliment) à l'ensilage de drèches de brasserie et une valeur énergétique de l'aliment de 14 MJ EDP/kg.

Ration: 5 kg d'ensilage de drèches de brasserie, 5 kg d'aliment complémentaire	g/ MJ EDP	g/ kg d'aliment
MA	10.01 ¹⁾	140.2 ¹⁾
LysD	0.68	9.5
MetD + cysD	0.29	4.1
ThrD	0.38	5.3
TrpD	0.11	1.54
Ca	0.73	10.22
P	0.48	6.72
PDP	0.20	2.80
Na	0.15	2.10

¹⁾ Exemple de calcul pour la matière azotée:

$$\text{g/MJ EDP: } \frac{83 \times 12 - 5 \times 60}{69.5} = 10.01 \quad \text{g/kg d'aliment: } 10.01 \times 14 = 140.2$$

- 83: apport énergétique recommandé en MJ EDP par animal et par jour (voir ci-dessus)
- 12: apport recommandé en matière azotée en g/MJ EDP du chapitre 4.2 (tableau 23) pour les truies en lactation
- 5: quantité supposée d'ensilage de drèches en kg par animal et par jour
- 60: teneur en matière azotée de l'ensilage de drèches de brasserie en g/kg (voir ci-dessus)
- 69.5: énergie fournie par l'aliment complémentaire en MJ EDP par animal et par jour (voir ci-dessus)
- 14: concentration énergétique supposée dans l'aliment en MJ EDP/kg

Remarques: D'après l'exemple figurant ci-dessus, l'ensilage de drèches de brasserie couvre, pour les truies en lactation, 16% des besoins en énergie et 30% des besoins en protéines. La distribution d'aliments riches en cellulose brute est limitée par la capacité d'ingestion et les besoins élevés en énergie des truies en lactation.

8.7 Bibliographie

Buchmann M., 2001. Labelprogramme in der Tierhaltung. Landwirtschaftliche Beratungszentrale Lindau (LBL, Hrsg.).

Canh T.T., Sutton A.L., Aarnink A.J.A., Verstegen M.W.A., Schrama J.W., Bakker G.C.M., 1998. Dietary carbohydrates alter the fecal composition and pH and the ammonia emission from slurry of growing pigs. *J. Anim. Sci.* 76, 1887 – 1895.

Chaubert C., 1995. Die Nebenprodukte der Lebensmittelherstellung. *Agrarforschung.* 2 (2), 49 – 52.

Coenen M., 1998. Charakterisierung von Futterproben aus Flüssigfütterungsanlagen für Schweine. *Der praktische Tierarzt.* 79, 165 – 166.

DLG, 1999. Schweinefütterung auf der Basis des Verdaulichen Phosphors. *DLG-Information* 1/1999, 8 S.

Dourmad J.Y., Giungand N., Latimier P., Sève B., 1999. Nitrogen and phosphorous consumption, utilisation and losses in pig production: France. *Liv. Prod. Sci.* 58, 199 – 211.

Eberle T., Buchmann M., 2000. Freilandhaltung von Schweinen – Hinweise für die Praxis. *UFA-Revue.* 10.

FiBL, 2003a. Richtlinien Biolandbau A und B. Umfassende Sammlung der Verordnungen des Bundes und der Labelrichtlinien zum biologischen Landbau.

FiBL, 2003b. Praxiswissen Biolandbau. Tierhaltung, Futterbau, Ackerbau.

FAL/RAC, 2001. Grundlagen für die Düngung im Acker – und Futterbau. *Agrarforschung.* 8 (6), 1 – 80.

Hesse D., 2001. Neue Fütterungstechniken in der Schweinehaltung. Themen zur Tierernährung, www.vilomix.com.

Hoppenbrok K.H., 1998. Neue Fütterungstechniken für Mastschweine. *Der praktische Tierarzt.* 79, 162.

Ingold U., Kunz P. (Hrsg.), 1997. Freilandhaltung von Schweinen. Schweizerische Ingenieurschule für Landwirtschaft, Zollikofen; Landwirtschaftliche Beratungszentrale Lindau. 153 S.

Kircher A., 2001. Untersuchungen zum Tier-Fressplatzverhältnis bei der Fütterung von Aufzuchtferkeln und Mastschweinen an Rohrbreiautomaten unter dem Aspekt der Tiergerechtigkeit. Dissertation Universität Hohenheim, 108 S.

Mackie R.I., Stroot P.G., Varel V.H., 1998. Biochemical identification and biological origin of key odour components in livestock waste. *J. Anim. Sci.* 76, 1331 – 1342.

Nagel M., 1998a. Mikrobiologische Vorgänge in Flüssigfutter für Schweine. *Handbuch der tierischen Veredlung.* 189 – 200.

Nagel M., 1998b. Mikrobiologische Grundlagen der Reinigung und Desinfektion. *Hygiene und Desinfektion.* 18, 4 – 8.

Nagel M., 2000. Probiotische Mikroorganismen für die Verbesserung von Flüssigfutter? *Handbuch der tierischen Veredlung.* 70 – 85.

RAP, 2000. Liste der anerkannten Nebenprodukte, die zu Ausnahmen von den Anforderungen an die Nutzfläche (Art. 25 der Gewässerschutzverordnung) führen können. *RAP, Posieux,* 1 S.

Schäfer E-M., 1999. Vergleichende Untersuchungen des Nahrungsaufnahmeverhaltens und der Wachstumsintensität von Mastschweinen und Ferkeln an Rohrbreiautomaten und anderen Fütterungssystemen unter besonderer Berücksichtigung der Gruppengrösse. Dissertation Universität Giessen, 144 S.

Spara A. F., Gutzwiller A., Gafner J-L., Stoll P., 2003. Konservierungsmittel für Milchnebenprodukte im Vergleich. *Agrarforschung.* 10, 394 – 399.

Stoll P., 1994. Fütterungsstrategien in der Freilandhaltung – Mastschweine. LBL-Kurs N° 94. 211 Schweinehaltung, Landwirtschaftliche Beratungszentrale Lindau.

Sutton A.L., Kephart K.B., Verstegen M.W.A. Canh T.T., Hobbs P.J., 1999. Potential for reduction of odorous compounds in swine manure through diet modification. *J. Anim. Sci.* 77, 430 – 439.

Verstegen M., Tamminga S., 2002. Feed composition and environmental pollution. In: Recent advances in animal nutrition. Nottingham University Press. 45 – 65.

9. Additifs et aliments médicamenteux

Claude Chaubert, Annelies Bracher, Andreas Gutzwiller, Jürg Kessler, Hans Peter Pfirter et Caspar Wenk

9.1 Bases légales pour l'utilisation des additifs

En Suisse, le contrôle officiel des aliments pour animaux est du ressort d'ALP. Il englobe, en plus du contrôle proprement dit des produits et des exploitations, l'autorisation de l'ensemble des nouveaux aliments simples et des additifs commercialisés en Suisse. Le contrôle officiel des aliments pour animaux poursuit un double objectif :

- La protection de la santé
- La protection contre la fraude.

Autrement dit, dans le cas d'une utilisation conforme, les aliments ne doivent porter préjudice ni aux consommateurs ni aux animaux ni à l'environnement. En outre, le contrôle officiel des aliments pour animaux doit protéger les acheteurs contre les abus, la fraude et les inductions en erreur.

9.1.1 Le Livre des aliments pour animaux

La production et la mise en circulation des aliments simples, des aliments composés, des additifs destinés à l'alimentation animale, des agents conservateurs d'ensilage et des aliments diététiques sont soumises à l'*Ordonnance sur les aliments pour animaux* du 26 mai 1999 (état au 15 février 2005) et à l'*Ordonnance sur le Livre des aliments pour animaux* du 10 juin 1999 (état au 15 février 2005). Ces deux ordonnances ainsi que les annexes techniques qui s'y rattachent constituent le *Livre des aliments pour animaux* (LAA).

Figure 23. Le commerce des aliments pour animaux est réglé par l'Ordonnance sur les aliments pour animaux et l'Ordonnance sur le Livre des aliments pour animaux.



Dans l'*Ordonnance sur les aliments pour animaux* figurent entre autres les définitions des termes suivants: aliments simples, additifs, prémélanges, aliments composés, aliments complets, aliments complémentaires, etc. de même que les conditions générales pour l'homologation des aliments pour animaux et des exploitations. Les prescriptions générales en matière de désignation y sont aussi spécifiées.

Dans l'*Ordonnance sur le Livre des aliments pour animaux* figure une liste des matières premières et des aliments simples homologués, y compris les exigences relatives aux teneurs et les dénominations. Elle comprend aussi une liste des additifs autorisés et leurs teneurs maximales et minimales dans les aliments pour animaux de même que les consignes d'utilisation. Le tout est complété par les prescriptions de déclaration pour les matières premières, les aliments simples, les aliments composés, les aliments diététiques, les prémélanges et les additifs.

Le *Livre des aliments pour animaux* est consultable sur Internet sous:
<http://www.alp.admin.ch/fr/fuetterung/gesetze.php>

9.1.2 Additifs, prémélanges et aliments composés

Ci-après sont définis brièvement quelques points importants tirés du LAA au sujet des termes additifs, prémélanges et aliments composés.

Additifs: Substances ou produits contenant de telles substances, autres que les prémélanges, qui, incorporées aux aliments pour animaux, sont susceptibles d'influer sur les caractéristiques de ces aliments ou sur la production animale.

L'homologation d'un additif nécessite le dépôt auprès d'ALP d'un dossier d'enregistrement très complet. Il doit démontrer en particulier l'efficacité du produit employé conformément aux recommandations d'utilisation et son innocuité pour les consommateurs, les animaux et l'environnement.

On peut classer les additifs en trois catégories:

- Ceux qui peuvent être utilisés exclusivement par les producteurs de prémélanges au bénéfice d'un agrément: les vitamines A et D et les oligo-éléments cuivre et sélénium.
- Ceux qui ne peuvent être utilisés que par les producteurs de prémélanges ou d'aliments composés au bénéfice d'un agrément ou d'un enregistrement: enzymes, micro-organismes, vitamines (à l'exception des vitamines A et D),

oligo-éléments (à l'exception du cuivre et du sélénium), antioxydants, caroténoïdes ainsi que les additifs avec des teneurs maximales fixées.

- Ceux qui peuvent être utilisés par tous les producteurs de prémélanges et d'aliments composés : tous les additifs qui ne sont pas cités ci-dessus.

Prémélanges : Mélanges d'additifs entre eux ou les mélanges d'un ou de plusieurs additifs avec des substances constituant des supports, qui sont destinés à la fabrication d'aliments pour animaux. Les prémélanges utilisés dans l'alimentation des porcs peuvent être subdivisés en deux catégories :

- Prémélanges qui ne peuvent être remis qu'à des fabricants d'aliments composés au bénéfice d'un agrément ou d'un enregistrement : Prémélanges qui contiennent des caroténoïdes, des vitamines, des oligo-éléments, des micro-organismes, des enzymes, des antioxydants de même que d'autres additifs avec des teneurs maximales fixées.
- Prémélanges qui peuvent être remis à tous les producteurs d'aliments composés : prémélanges qui ne contiennent pas les additifs susmentionnés.

Aliments composés : Mélanges composés de produits d'origine végétale ou animale, à l'état naturel, frais ou conservés ou de dérivés de la transformation industrielle de ceux-ci ou de substances organiques et inorganiques, comprenant ou non des additifs, qui sont destinés à l'alimentation animale sous forme d'aliments complets ou complémentaires.

Parmi les aliments composés, nous distinguons les trois types suivants :

- Aliments complets : Aliments pour animaux qui, sur la base de leur composition, suffisent à assurer à eux seuls une ration journalière.
- Aliments complémentaires : Mélanges d'aliments pour animaux présentant une teneur élevée en certaines substances et qui, sur la base de leur composition, n'assurent la ration journalière que s'ils sont associés à d'autres aliments.
- Aliments minéraux : Aliments complémentaires constitués essentiellement de minéraux et qui ont au moins 40% de cendres brutes calculé sur 88% de matière sèche.

9.2 Additifs homologués

Les additifs homologués en Suisse pour l'alimentation animale figurent dans l'annexe 2 de l'Ordonnance sur le LAA. Pour le porc, on différencie les catégories suivantes :

- Substances ayant des effets antioxygènes (antioxydants)
- Substances aromatiques et apéritives
- Agents émulsifiants, stabilisateurs, épaississants et gélifiants
- Agents conservateurs
- Vitamines, provitamines et substances à effet analogue chimiquement bien définies
- Oligo-éléments
- Agents liants, anti-mottants et coagulants.

On peut encore mentionner :

- Micro-organismes (probiotiques)
- Enzymes.

Selon l'additif, on trouve dans l'annexe 2 des prescriptions au sujet des teneurs minimales et maximales autorisées dans les aliments complets de même que des dispositions particulières.

Les substances avec effets antioxygènes (antioxydants) servent principalement à stabiliser la matière grasse dans les aliments composés et préviennent ainsi le rancissement prématuré de ceux-ci. Les substances aromatiques sont ajoutées principalement aux aliments de démarrage pour porcelets afin que ceux-ci se familiarisent plus rapidement avec les aliments solides. Dans les aliments pour truies et porcs à l'engrais, l'éventuel emploi d'arômes ne trouve sa justification que pour masquer l'amertume d'une matière première (tourteau de colza, etc.). Les émulsifiants, les stabilisateurs, les épaississants et les gélifiants ne jouent qu'un rôle mineur dans la production d'aliments pour porcs.

Depuis quelques années, différents additifs appartenant à la catégorie des agents conservateurs, tels les acides organiques notamment, sont toujours plus fréquemment utilisés dans l'alimentation des porcelets. Ils ont pour but d'influencer – dans le sens positif – la flore intestinale en abaissant le pH, ce qui stimule la prolifération des micro-organismes utiles et inhibe celle des micro-organismes nuisibles.

nismes indésirables. Par ailleurs, la fonction indispensable à la vie des vitamines et provitamines – une autre catégorie d'additifs admis par l'Ordonnance LAA – n'est plus à démontrer. Il en va de même des oligo-éléments. Pour cette catégorie, il est important de respecter les concentrations maximales autorisées, en particulier en ce qui concerne le cuivre et le zinc, car ils entraînent des effets négatifs sur l'environnement. Cette limitation doit permettre de réduire au maximum la lente pénétration de ces métaux lourds dans le sol et la nappe phréatique et ainsi d'éviter de porter atteinte à la fertilité des sols et à la qualité de l'eau. Les liants, les anti-mottants et les coagulants jouent un rôle important en particulier dans la production d'aliments. Certains autres additifs, tels les argiles, contribuent par leurs propriétés d'absorption au bien-être et à l'amélioration des performances du porc.

Depuis l'interdiction en 1999 des stimulateurs de performance antimicrobiens de type antibiotique, l'emploi des micro-organismes ou probiotiques a connu un fort développement. Les additifs de cette catégorie agissent sur la flore microbienne présente dans le tube digestif en favorisant le développement des micro-organismes utiles. Il y a lieu de prêter attention, lors de l'usage des micro-organismes et des probiotiques, au fait qu'un produit autorisé pour les porcelets ne l'est pas forcément pour les truies ou les porcs à l'engrais et vice-versa. A l'instar des micro-organismes et des probiotiques, les enzymes sont de plus en plus utilisés dans l'alimentation des porcs. Eux aussi agissent prioritairement dans le tube digestif, où, à l'inverse des probiotiques, ils n'influencent pas la flore intestinale, mais stimulent directement la valorisation des aliments, en particulier chez le jeune porc. Il est important que l'enzyme ou le mélange d'enzymes utilisé soit correctement ajusté à la ration. Comme c'est le cas pour les micro-organismes ou les probiotiques, l'autorisation n'est pas forcément valable pour toutes les catégories de porcs.

Il faut encore citer un groupe qui n'a pas encore de classification clairement définie dans la législation: il s'agit des oligosaccharides. Ceux-ci sont utilisés notamment dans les aliments pour porcelets, conjointement aux probiotiques, comme source d'éléments nutritifs spécifiques des micro-organismes. Les oligosaccharides autorisés en Suisse contiennent de la mannose ou du fructose comme composant principal ou sont des composants complexes issus de la racine de chicorée.

Vous trouverez d'autres informations au sujet des additifs autorisés sur notre site Internet sous: <http://www.alp.admin.ch/fr/fuetterung/gesetze.php>

9.3 Recommandation d'application pour les acides organiques

En tant qu'agents conservateurs et grâce à leurs effets nutritifs, les acides organiques gagnent en importance dans l'alimentation des porcs. Les additifs sous la forme d'acides sont quasiment devenus la norme dans l'alimentation des porcelets. Bien qu'ils soient largement répandus dans les organismes végétaux et animaux, ils présentent cependant quelques dangers, c'est pourquoi la plus grande prudence est recommandée lors de leur manipulation, car ils sont volatils, irritants, corrosifs et brûlants (International Chemical Safety Cards: www.cdc.gov/niosh/homepage.html). Les consignes de prudence et les dosages sur les étiquettes doivent être strictement respectés. A noter que les acides ne remplacent en aucun cas les soins et les mesures d'hygiène.

Lors de l'utilisation d'acides organiques, il faut tenir compte des critères de sélection suivants:

- *Objectif de l'utilisation*: acidification, régulation de la fermentation, conservation, stabilisation des aliments contaminés, réduction des germes dans les aliments contaminés, effet nutritif
- *Propriétés chimico-physiques* (tableau 49): solubilité, pouvoir d'acidification, consistance, odeur, risque de manipulation, tolérance de l'animal
- *Spectre d'activité anti-microbienne*: inhibition des moisissures, des levures, des bactéries (aérobies, anaérobies, bactéries lactiques)
- *Forme d'application*: liquide/solide, acide/sel, acide individuel/mélange d'acides, corrosif/neutralisé.

Il ne s'agit pas de créer avec les acides organiques des conditions exemptes de micro-organismes, mais plutôt de limiter le spectre aux micro-organismes utiles et d'inhiber les espèces pathogènes et indésirables. L'effet anti-microbien se fonde sur deux principes: d'une part, l'abaissement du pH dans les aliments et, d'autre part, la destruction des micro-organismes. L'abaissement du pH dépend du pouvoir tampon des aliments, du dosage et du pouvoir d'acidification. Avec l'acide formique par exemple, on parvient à abaisser le pH davantage qu'avec les acides propionique et citrique. Quant aux effets antimicrobiens, ils dépendent du pH. Chaque acide a son domaine pH optimal dans lequel on peut escompter un bon effet anti-microbien (tableau 49; Wallhäusser 1995). Par exemple, l'acide formique et l'acide lactique sont efficaces dans un milieu fortement acide, alors que les acides propionique et sorbique agissent même dans un milieu faiblement acide. Le pH de l'aliment ne devrait cependant pas tomber en dessous de 4.0.

Le spectre d'activité antimicrobienne (tableau 49) est très différent d'un acide à l'autre et est influencé par le type d'aliment, le pH, le dosage et la durée d'action. Le facteur temps est parfois sous-estimé. En effet, si un aliment contaminé est acidifié peu de temps avant d'être distribué, il ne faut pas s'attendre à une réduction du nombre de micro-organismes, car pour obtenir un effet germicide, il ne faut pas quelques minutes, mais plusieurs heures. En plus, le dosage supporté par les porcs définit le domaine d'application (odeur, goût, restrictions sanitaires). Les indications de dosage pour les acides individuels sont résumées dans le tableau 49. En principe, les sels doivent faire l'objet d'un dosage plus élevé que les acides, et si l'on veut atteindre un effet nutritif marqué chez les porcelets, il faudra des concentrations plus élevées en sel et en acide que pour la conservation des aliments. Dans celle-ci, le taux d'humidité, la durée d'entreposage et le traitement déterminent la quantité à appliquer. Les aliments écrasés ou moulus s'avarient plus facilement. Pour étendre le spectre d'activité, on peut aussi mélanger les acides. Les acides formique et propionique sont souvent utilisés en combinaison en tant qu'agents d'ensilages et agents conservateurs pour les céréales ou les aliments mélangés. Tous les acides énumérés dans le tableau 49 peuvent être combinés. Il convient de respecter les recommandations de dosage indiquées par les fabricants.

L'acide lactique est produit naturellement dans un milieu pauvre en oxygène lors de la fermentation microbienne des aliments. Ceci provoque une acidification des aliments et améliore leur saveur, ce qui est tout à fait souhaité. On enregistre parfois des concentrations supérieures à 10% dans la matière sèche. Pour limiter efficacement le développement bactérien, il est nécessaire d'avoir une concentration s'élevant à au moins 0.5%. L'acide lactique est utilisé principalement dans les mélanges d'acides. Il est cependant inefficace contre les levures et les moisissures. Les bactéries lactiques sont relativement tolérantes aux acides organiques. Une contamination par les moisissures, telles que l'on peut en observer dans les ensilages ou dans les céréales/aliments mélangés humides, est généralement inhibée avec de l'acide propionique, mais l'acide sorbique serait aussi approprié (question de prix). L'acide sorbique n'est pas corrosif et ne présente aucun risque de manipulation. On ajoute de l'acide sorbique dans les aliments, surtout mélangé à d'autres acides.

En général, on peut relativement bien contrôler la prolifération des bactéries en abaissant le pH. Par contre, les levures sont plus problématiques, vu qu'elles peuvent aussi se développer dans des milieux acides et pauvres en oxygène. Leur développement est donc difficile à contrôler dans les aliments liquides. Les aci-

des formique et sorbique détruisent les levures dans les aliments liquides; quant à l'acide propionique et à l'acide acétique, ils ont une action limitée. A noter que ce qui fonctionne pour les ensilages ou les aliments secs ne fonctionne pas forcément pour les aliments liquides. Si, par exemple, on utilise des acides sur une longue période dans des aliments liquides, des espèces de levures tolérantes aux acides peuvent se développer. Il est fréquent que l'on doive alors procéder à un nettoyage à fond de l'installation d'alimentation avec de la soude caustique et de combattre le problème des levures déjà au niveau des matières premières.

Dans la pratique, on utilise aussi du peroxyde d'hydrogène pour limiter la croissance des levures dans les sous-produits laitiers (tableau 50). Il faut cependant garder à l'esprit qu'il s'agit d'un produit de désinfection (forte oxydation) et qu'il attaque toutes les parties organiques – donc aussi les aliments. Si l'on ne répète pas le traitement, la croissance des levures ne sera limitée que provisoirement. Comme alternative, on peut initier la fermentation lactique du petit-lait le plus tôt possible, autrement dit déjà dans la fromagerie, en ajoutant des bactéries lactiques définies. La rapide prolifération des bactéries lactiques concurrence ainsi les levures et freine leur développement.

En ajoutant des acides organiques à des fins nutritives, on peut atténuer les problèmes de sevrage chez les porcelets (chapitre 6.2; Eidelsburger 1998; Hebel et al. 2000). L'effet dépend du produit et du dosage. Il faut savoir que les sels n'ont aucun effet sur le pH, c'est-à-dire qu'ils ne l'abaissent pas.

Figure 24. Par l'ajout d'acides organiques à des fins nutritives, on peut atténuer les problèmes de sevrage chez les porcelets.



Tableau 49. Propriétés des acides utilisés comme agents conservateurs et comme acides alimentaires.

Acides / sels en tant qu'additifs alimentaires	Solubilité dans H ₂ O	Effet principal contre	Domaine pH optimal	Dosage en tant qu'acide individuel	
				Conservation des aliments	Aliment pour porcelets
Acide formique Formiate Na Formiate Ca Diformiate K	Très bon Très bon Mauvais Bon	Bactéries, levures, moisissures; bactéries lactiques relativement résistantes	3 – 5	Aliments composés, céréales en combinaison avec de l'acide propionique Aliment liquide: 0.1 – 0.4% Ensilages: 0.15 – 0.7%	0.6 – 1.2% 0.8 – 1.8% 0.8 – 1.5% 1.2 – 2.0%
Acide acétique (sels K, Na, Ca)	Très bon (liposolubilité élevée)	Bactéries; levures, moisissures dosage plus élevé; Faible efficacité contre bactéries lactiques	3 – 6.5	>> 0.5% Dans des mélanges d'acides	Seulement dans des mélanges d'acides
Acide propionique (sels K, Na, Ca)	Très bon	moisissures, bactéries; pas toutes les levures	3.5 – 6	Aliments composés, céréales: 0.2 – 2% Ensilages: 0.4 – 0.6% Souvent en combinaison avec de l'acide formique	0.8 – 1.2%
Acide lactique (sels K, Na, Ca)	Bon	Bactéries (surtout anaérobies); Faible efficacité contre levures et moisissures	3 – 4	>> 0.5% Dans des mélanges d'acides	0.8 – 1.8%
Acide sorbique Sorbit K	Froid mauvais Bon	moisissures, levures bactéries; Faible efficacité contre bactéries lactiques	4.5 – (6)	0.03 – 0.2% Dans des mélanges d'acides	1.8 – 2.4% 3%
Acide fumarique (sels Na, Ca)	Mauvais			Acidifiant	1.2 – 2.5%
Acide malique	Bon			Acidifiant	1.2 – 2.7%
Acide citrique (sels K, Na, Ca)	Très bon			Acidifiant	2 – 4.5%

Tableau 50. Propriétés de certains désinfectants.

Désinfection, nettoyage	Solubilité dans H ₂ O	Dosage Désinfection	Dosage matières premières
Péroxyde d'hydrogène (commerce: solution à 35%)	Bon	3 – 30%	0.03 – 0.05% en petit-lait, redoser! ¹⁾

¹⁾ N'est pas autorisé selon l'Ordonnance sur le Livre des aliments pour animaux.

9.4 Action des enzymes

Les enzymes sont des catalyseurs biologiques produits par tous les êtres vivants et qui sont présents dans les cellules de même que dans les espaces extracellulaires. Les enzymes permettent et accélèrent certaines réactions chimiques. Ils se caractérisent par le fait que chaque espèce est spécialisée et exerce une réaction particulière. L'action des enzymes dépend de différents facteurs, comme la température, la valeur du pH de même que la concentration du substrat dans le milieu dans lequel la réaction a lieu.

Les enzymes présents dans le tube digestif jouent un rôle important dans la digestion des aliments. Ils préparent les nutriments de telle sorte que le métabolisme du porc puisse les valoriser. Ils déterminent donc quel aliment est adapté à un animal. Pour le porc, cela signifie en principe des rations pauvres en fibres. Pour les valoriser, le porc dispose d'un système de digestion très efficace. Par contre, pour la dégradation des polysaccharides non amidon (cellulose, hémicellulose, pectine, β -glucane) et le phosphore phytique, le porc ne produit aucune enzyme digestive, raison pour laquelle, le porc digère très mal ces composants alimentaires. À noter que le porcelet allaité ne dispose pas encore de tous les enzymes nécessaires à la digestion. Il en va parfois de même chez le porcelet sevré.

9.4.1 Lieux d'action des enzymes digestifs

Afin d'optimiser les processus de digestion chez le porc et d'étendre l'éventail des aliments qu'on peut lui distribuer, des enzymes ont été développés sous la forme d'additifs alimentaires. Il s'agit d'enzymes que l'animal ne peut pas produire lui-même ou en quantité insuffisante. Ajoutés à l'aliment, ceux-ci agissent dans la partie supérieure du tube digestif (estomac de même que partie supérieure de l'intestin grêle). Dans la partie inférieure de l'intestin grêle et dans le gros intestin, ils sont en concurrence – dans le cas où ils ne seraient pas encore inactivés

– avec les enzymes de nature microbienne. Ils finissent par être eux aussi dégradés comme toutes les autres protéines contenues dans l'aliment. Ainsi, on ne trouve aucun résidu dans les produits, ni dans l'urine ni dans les déjections et il n'est pas nécessaire de respecter un délai d'attente avant l'abattage de l'animal.

9.4.2 Utilisation des enzymes

On ajoute aux aliments pour porcs des enzymes tels que les enzymes qui décomposent les hydrates de carbone (carbohydrases) ou les phytases, qui séparent le phosphore de la phytate. D'autres enzymes tels les protéases, les galactosidases ou les lipases sont disponibles, mais pour le moment très peu utilisés dans l'alimentation.

Carbohydrases: parmi les carbohydrases, on trouve les amylases, qui décomposent l'amidon. Les β -glucanases et les xylanases décomposent les fibres alimentaires présentes dans certaines céréales et surtout dans les sous-produits céréaliers de même que dans les résidus de graines oléagineuses. On peut citer par exemple la β -glucane dans l'orge et l'avoine de même que la pentosane dans le blé et le seigle. L'action enzymatique dépend de la composition de la ration. En ajoutant des carbohydrases, on a obtenu une amélioration de la digestibilité de l'énergie alimentaire d'environ 5%. On a aussi observé une réduction de la fréquence des diarrhées et des déjections avec une teneur en matière sèche plus élevée. La consommation n'est influencée ni dans un sens ni dans l'autre.

Tableau 51. L'action des carbohydrases ajoutés aux aliments.

Type de carbohydrases	Porcelet	Porc à l'engrais	Porc adulte
Amylases	+	–	–
β -glucanases	+	(+)	–
Xylanases	+	(+)	–
Cellulases	+ ¹⁾	+ ¹⁾	+ ¹⁾

+ = efficacité prouvée, (+) = efficacité incertaine, – = aucune efficacité positive

¹⁾ Résultats positifs avec des rations riches en fibres (quand les fibres ne sont pas suffisamment lignifiées).

Phytases: Dans le chapitre 8.1 se trouvent des remarques au sujet de l'importance des phytases dans l'alimentation des porcs de même qu'au sujet des apports recommandés en P lors de l'emploi de celles-ci.

9.5 Exigences BIO

Comme c'est le cas pour les exploitations conventionnelles, l'*Ordonnance sur les aliments pour animaux* et l'*Ordonnance sur le Livre des aliments pour animaux* (LAA) de même que la liste d'ALP comportant les additifs autorisés dans l'alimentation animale forment le cadre légal pour les exploitations biologiques. De plus, les exigences et principes concernant l'alimentation, les aliments et les additifs alimentaires sont spécifiés dans les ordonnances de la Confédération (Ordonnance bio 910.18 et Ordonnance fédérale sur l'agriculture biologique 910.181) et les consignes et instructions de BIO SUISSE. Il en résulte la liste des additifs (agents d'ensilages) et la liste des aliments (matières premières, aliments simples et additifs) qui ont un caractère obligatoire pour les exploitations bio (commande: Institut de recherche de l'agriculture biologique, Ackerstrasse, 5070 Frick, www.fibl.org). En agriculture biologique, l'alimentation animale se fonde sur les principes suivants:

- *Alimentation*: conforme aux besoins nutritifs et conforme à l'espèce avec des aliments produits biologiquement. Les objectifs à long terme consistent à réduire au maximum la proportion de composants non biologiques.
- *Traitement des aliments*: naturel et économe en énergie.
- *Matières premières, aliments simples et additifs*: naturels ou le plus naturel possible.
- *Par principe, exclusivement de sources naturelles*.
- *Aucun OGM*.
- *Aucun produit modifié chimiquement*: les procédés mentionnés dans l'annexe 1 du LAA sont autorisés à trois exceptions: il est interdit de procéder à une extraction avec des solvants organiques (à l'exception de l'éthanol), à l'hydrogénation de la graisse et au raffinage par un traitement chimique.
- *Pas de substances synthétiques produites chimiquement*: en général, aucun acide aminé et ses sels, composés NNP, agent conservateur (exception dans le cas de la volaille), enzyme ou stimulateur de croissance antimicrobien (l'interdiction des stimulateurs de croissance est aussi valable pour les exploitations conventionnelles).
- *Dans le cas où, pour des minéraux ou des additifs – ceci concerne avant tout les oligo-éléments et les vitamines – aucune source naturelle n'est disponible et qu'ils sont indispensables pour une ration conforme aux besoins, on peut utiliser exceptionnellement des produits de synthèse*. Les produits présentant une bonne utilisation sont à privilégier. Les recommandations d'ALP

concernant les apports alimentaires (chapitre 1 à 5 du présent livre) servent de référence quant à la définition des besoins.

- *Les adjonctions de vitamines ou d'oligo-éléments qui dépassent les besoins et qui sont distribués pour obtenir certains effets particuliers sont interdits.* Les teneurs maximales autorisées dans les aliments pour porcs sont énumérées dans la liste des aliments. Il faut mentionner en particulier que la teneur en cuivre de 10 mg / kg de matière sèche ne doit pas être dépassée.
- *Les injections de fer à titre préventif sont interdites dans l'élevage des porcs.*

La liste des aliments est conçue comme une liste positive qui contient aussi les principaux additifs interdits. Elle est adaptée périodiquement aux nouvelles données. Le FiBL est responsable de la mise à jour de cette liste.

9.6 Aliments médicamenteux

Un aliment médicamenteux est le résultat du mélange d'un prémélange médicamenteux avec un aliment, que l'on administre aux animaux pour prévenir et traiter des maladies¹⁾. Les prémélanges médicamenteux destinés aux porcs contiennent soit des antibiotiques²⁾ agissant contre des bactéries, soit des vermifuges. Les aliments médicamenteux contenant des antibiotiques sont principalement utilisés pour le traitement ou – en cas de risque élevé – pour la prévention des pneumonies, des diarrhées ainsi que de la maladie de l'œdème. L'emploi répété d'antibiotiques et de vermifuges peut rendre les bactéries et les vers insensibles aux effets de ces médicaments. La sélection de bactéries résistantes aux antibiotiques n'est pas sans conséquence pour l'homme et les animaux car elle empêche tout traitement efficace de certaines maladies infectieuses graves. Les denrées alimentaires d'origine animale contaminées par des micro-organismes résistants aux antibiotiques ou contenant des résidus d'antibiotiques, favorisent la propagation de bactéries résistantes au sein de la population humaine. En conséquence, tout détenteur d'animaux qui utilise ces médicaments doit se conformer strictement aux prescriptions vétérinaires y relatives, et notamment respecter rigoureusement les délais d'attente.

¹⁾ Selon l'Ordonnance sur les médicaments, entrée en vigueur le 17. 10. 2001, les expressions utilisées désormais sont «aliment médicamenteux pour animaux» et «prémélange médicamenteux».

²⁾ Le terme «antibiotique» utilisé ici concerne les antibiotiques et les substances chimiothérapeutiques agissant contre les bactéries (exemples: sulfonamide, furazolidone).

**9.6.1 Principes
concernant
l'antibiothérapie**

Les antibiotiques permettent de lutter contre les infections bactériennes. Ils détruisent les bactéries ou inhibent leur prolifération. Pour déployer l'effet escompté, le traitement doit être suffisant en dose et en durée.

Une trop faible concentration d'antibiotiques dans l'organisme ou une trop courte durée de traitement favorise l'apparition des antibiorésistances. Raison pour laquelle, les antibiotiques doivent être utilisés selon le dosage prescrit, pendant le laps de temps indiqué, même si les symptômes de la maladie disparaissent avant la fin du traitement ordonné.

L'antibiothérapie à l'aide d'un aliment médicamenteux ne peut être efficace que si l'animal malade ingère encore suffisamment d'aliment. A défaut, un traitement individuel de l'animal malade s'impose.

La plus grande partie des antibiotiques administrés via l'alimentation est excrétée dans les fèces et l'urine. En ingérant de la litière ou des fèces d'animaux traités, les porcs prêts à l'abattage absorbent d'importantes quantités d'antibiotiques dont on retrouve des résidus dans leurs organes après l'abattage (Elliot et collaborateurs 1994; Kietzmann et collaborateurs 1995). Les boxes doivent donc être nettoyés après une antibiothérapie de groupe, du moins s'il s'agit de porcs en phase de finition.

**9.6.2 Distribution de
médicaments
via l'aliment sec
ou l'aliment
liquide**

Dans les exploitations qui pratiquent l'alimentation sèche, le traitement de groupe est facile. Il suffit de remplacer l'aliment ordinaire par l'aliment médicamenteux prescrit par le vétérinaire et de le distribuer à tous les animaux des boxes concernés. Le risque que des animaux d'autres groupes ingèrent le médicament est minime si l'aliment médicamenteux et les groupes à traiter sont clairement définis et si les silos, dans lesquels on a stocké l'aliment médicamenteux, sont ensuite soigneusement nettoyés.

L'administration de médicaments via les installations d'alimentation liquide est plus problématique. Ici, le médicament peut se répartir de façon irrégulière dans la soupe, par suite d'une sédimentation, de sorte que certains animaux en ingèrent trop et d'autres pas assez.

En principe, un médicament ne peut se répartir de façon homogène dans l'aliment liquide que s'il est hydrosoluble. Si l'on distribue un aliment médicamenteux via des conduites qui transportent également un aliment destiné à des ani-

maux non traités, il existe un risque élevé que ceux-ci ingèrent aussi de l'aliment médicamenteux dans leur auge (Kamphues 1996). De plus, si les conduites ne sont pas correctement nettoyées, la soupe peut encore contenir des résidus d'antibiotiques longtemps après la fin du traitement (Valär 1998).

Par conséquent, la distribution de médicaments par l'installation d'alimentation liquide ne peut être recommandée que pour le traitement de goretts mis en stabulation dans un système «all in – all out». Dans tous les autres cas, il vaut mieux distribuer les médicaments directement dans les auges – et non pas par les conduites.

9.6.3 Prescriptions légales

Les aliments médicamenteux sont soumis aux mêmes prescriptions que les autres médicaments. En voici les principales:

- Seuls les médicaments enregistrés auprès de l'Institut suisse des produits thérapeutiques Swissmedic (anciennement OICM) peuvent être utilisés (*Ordonnance sur les autorisations dans le domaine des médicaments*)
- Les traitements doivent être consignés dans le journal des traitements qui mentionnera aussi le numéro de l'animal ou du box, la durée du traitement, du premier au dernier jour et le délai d'attente (*Ordonnance sur l'hygiène des viandes*)
- En principe, les animaux ne peuvent pas être abattus avant l'échéance du délai d'attente. Si un animal doit exceptionnellement être abattu avant cette échéance, le détenteur est tenu de marquer clairement l'animal en question et d'informer par écrit le contrôleur des viandes, avant l'abattage (*Ordonnance sur l'hygiène des viandes*)
- Tous les aliments médicamenteux enregistrés actuellement étant soumis à ordonnance, ils ne peuvent être que fournis par un vétérinaire ou achetés sur ordonnance délivrée par un vétérinaire (Loi sur les médicaments).

L'Ordonnance sur les médicaments vétérinaires du 18 août 2004 (www.admin.ch/ch/f/rs/c812_212_27.html) renforce les exigences liées à l'administration des médicaments à des groupes d'animaux via les installations techniques. Les articles concernant la thérapie de groupes d'animaux par des aliments contenant des médicaments sont cités ci-après:

Art. 18 Adjonction de médicaments vétérinaires à l'aide des propres installations d'exploitation

Toute exploitation agricole qui ajoute des médicaments aux aliments pour animaux à l'aide de ses propres installations techniques doit être titulaire d'une autorisation de fabrication de l'institut (commentaire d'ALP: l'institut est Swiss-medic).

² Aucune autorisation de fabrication n'est requise pour l'exploitation agricole qui, pour son propre cheptel:

- a. ne fabrique pas plus d'une ration journalière pour les animaux à traiter; (commentaire d'ALP: c'est le cas quand, durant la période de traitement, la quantité journalière de l'aliment médicamenteux ou du prémélange nécessaire pour traiter le groupe d'animaux, est mise chaque jour dans l'installation technique. Ce procédé facilite la détection rapide d'un défaut technique de l'installation qui résulte en un surdosage ou en un sous-dosage du médicament).
- b. pratique l'adjonction manuelle de médicaments vétérinaires à la ration (commentaire d'ALP: dans ce cas, le mélange médicament/aliment n'est pas distribué par une installation technique, ce qui diminue le risque d'une contamination involontaire d'aliments destinés à des animaux non traités).

Art. 19 Exigences relatives aux exploitations pratiquant l'adjonction et l'administration de médicaments

Toute exploitation agricole qui ajoute des médicaments aux aliments pour animaux ou qui administre des aliments médicamenteux à l'aide de ses propres installations techniques doit satisfaire aux exigences suivantes:

- a. elle doit avoir conclu un contrat écrit avec un responsable technique (commentaire d'ALP: ce sera dans la plupart des cas un vétérinaire ayant la formation requise avec lequel a été conclu une convention Médvét).

- b. elle doit disposer d'installations appropriées;
- c. elle doit utiliser uniquement un prémélange pour aliments médicamenteux dont l'information indique qu'il peut être ajouté aux aliments pour animaux selon le procédé de préparation prévu; (commentaire d'ALP: il sera par exemple exclu d'utiliser un prémélange non soluble à l'eau dans un aliment liquide distribué par une installation technique).
- d. elle doit disposer d'un système de documentation comportant les instructions de travail, le descriptif des procédures et le compte rendu des principaux processus (commentaire d'ALP: il est recommandé de rédiger avec le responsable technique une description des marches à suivre lorsqu'on administre des médicaments à l'aide de l'installation technique).

Art. 21 Exigences relatives aux installations d'adjonction et d'administration de médicaments

¹ Les installations utilisées dans une exploitation agricole pour le mélange de médicaments et d'aliments pour animaux, pour le broyage, la distribution ou l'affouragement d'aliments médicamenteux doivent être conçues de telle sorte:

- a. que le mélange de médicaments et d'aliments soit homogène,
- b. que l'aliment médicamenteux puisse être administré aux animaux conformément à l'ordonnance vétérinaire, et
- c. qu'elles soient faciles à nettoyer.

² Le fabricant, son représentant sis en Suisse ou l'importateur réceptionne l'installation avant sa mise en service et fournit au détenteur d'animaux de rente les instructions nécessaires à son utilisation correcte (commentaire d'ALP: il est souhaitable qu'à l'avenir des instructions écrites, y compris des instructions concernant l'administration de médicaments, soient fournies à l'acheteur).

³ Sont réservées les conditions de mise en circulation conformément aux dispositions de la loi fédérale du 19 mars 1976 sur la sécurité d'installations et d'appareils techniques.

9.7 Bibliographie

Eidelsburger U. 1998. Organische Säuren in der Schweinefütterung – Wirkungsweise als Basis für die richtige Produktwahl. Themen zur Tierernährung, www.vilomix.com.

Elliot C., McCaughey W., Crooks S., McEvoy J., 1994. Effects of short term exposure of unmedicated pigs to sulphadimidine contaminated housing. *Vet. Rec.* 134, 450 – 451.

Hebeler D., Kulla S., Winken-Werder F., Kamphues J. U., Amtsberg G., 2000. Besondere Konfektionierungen von Säuren in der Prophylaxe von Erkrankungen der Absetzferkel. *Dtsch. tierärztl. Wschr.* 107, 377 – 378.

Kamphues J., 1996. Risiken bei der Medikierung von Futter und Wasser in Tierbeständen. *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* 103, 250 – 256.

Kietzmann M., Markus W., Chavez J., Bollwahn W., 1995. Arzneimittelrückstände bei unbehandelten Schweinen. *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* 102, 441 – 442.

Valär G., 1998. Der Einsatz von Antibiotika in Schweinemastbetrieben mit Flüssigfütterung. Dissertation, veterinärmedizinische Fakultät der Universität Zürich. 99 S.

Wallhäuser K.H., 1995. Praxis der Sterilisation-Desinfektion-Konservierung. Georg Thieme Verlag. 705 S.

10. Valeur nutritive des aliments

Peter Stoll et Jürg Kessler

10.1 Energie

10.1.1 Aliments simples

La valeur énergétique des aliments simples est établie à partir de l'énergie digestible. Les coefficients de digestibilité utilisés sont dérivés des tables de la valeur nutritive des aliments pour porcs de la DLG (DLG 1991) ainsi que de nos propres essais. L'énergie digestible est estimée à l'aide de la formule de Nehring et al. (1963). En concordance avec la DLG (1991), on tient compte de deux facteurs de correction supplémentaires.

La première correction s'applique aux aliments riches en sucres. La teneur en énergie brute des monosaccharides et disaccharides est inférieure à celle de l'amidon de 1 à 2 MJ EDP/kg de MS. Sans correction, la valeur énergétique des produits riches en sucres serait surestimée. On ne fait de déduction que si la correction s'élève à plus de 0,1 MJ EDP/kg de MS. Par conséquent, la correction est effectuée lorsque la teneur en sucres est supérieure à 53 g/kg MS. La deuxième correction concerne les substances bactériennement fermentescibles (SBF).

La valorisation de l'énergie contenue dans les celluloses, les hémicelluloses et les pectines est très faible chez le porc. C'est la raison pour laquelle la DLG (1991) propose de faire une déduction pour des teneurs en SBF supérieures à 100 g/kg MS.

La formule pour le calcul de l'énergie digestible corrigée selon les teneurs en sucres et en SBF est la suivante:

$$\begin{aligned} \text{EDP (MJ/kg MS)} = & 0.02255 \times \text{MADP} + 0.03728 \times \text{MGD} + 0.01736 \\ & \times \text{CBD} + 0.01753 \times \text{ENAD} - 0.00185 \times \text{Su}^1 \\ & - 0.0070 \times (\text{SBF}^2 - 100) \end{aligned} \quad (37)$$

Les éléments digestibles sont indiqués en g/kg MS

¹⁾ On ne fait une correction pour la teneur en sucres (Su) que si celle-ci dépasse 53 g/kg MS.

²⁾ Les substances bactériennement fermentescibles (SBF) sont définies comme la somme de l'extrait non azoté digestible et de la cellulose brute digestible dont sont déduites les teneurs en amidon et en sucre. La correction pour les SBF n'est appliquée que si leur teneur dépasse 100 g/kg MS.

10.1.2 Aliments composés

Pour l'estimation de la valeur énergétique des aliments composés, on a complété les données qui formaient jusqu'ici la base des régressions (Boltshauser et al. 1993) avec les résultats issus d'autres essais de digestibilité et qui sont disponibles dans la littérature. Grâce en outre à la prise en considération de quelques interactions entre les éléments nutritifs, on a réussi à élargir de domaine d'application de la régression. Ainsi, on peut travailler avec une seule régression au lieu de trois comme cela se faisait jusqu'ici. Cette régression permet d'obtenir une estimation plus précise de la valeur énergétique d'un aliment composé par rapport aux régressions utilisées jusqu'ici. Cela ne doit cependant pas masquer le fait qu'il ne s'agit que d'une estimation. Cette régression présente une erreur-type de 0.4 MJ/kg MS.

On peut décrire le domaine d'application de la régression de la manière suivante:

- *Matière azotée:* 10 à 24% (100 à 240 g/kg) dans la MS
- *Matières grasses brutes:* 1 à 13% (10 à 130 g/kg) dans la MS
- *Cellulose brute:* 1 à 8% (10 à 80 g/kg) dans la MS

$$\begin{aligned}
 \text{EDP (MJ/kg)} = & -16.691 \times \text{MA} + 26.992 \times \text{MG} - 25.291 \times \text{CB} + 16.085 \\
 & \times \text{ENA} - 433.463 \times \text{CB}^2 + 73.372 \times \text{MA} \times \text{MG} + 301.491 \\
 & \times \text{MA} \times \text{CB} + 46.321 \times \text{MA} \times \text{ENA} \qquad (38)
 \end{aligned}$$

Indication des éléments nutritifs en kg par kg de matière sèche.

Contrairement à la régression utilisée jusqu'ici, l'Energie Digestible Porc (EDP) ne peut plus être calculée indépendamment de la teneur en MS.

Tableau 52. Teneurs en éléments nutritifs d'une soupe.

	g / kg d'aliment ¹⁾	g / kg MS ¹⁾
Matière sèche	220	1000
Cendres	13	59.0
Matière azotée	37	168.2
Matières grasses brutes	18	81.8
Cellulose brute	10	45.5
Extrait non azoté	142	645.5

¹⁾ Conversion en kg /kg = teneur en éléments nutritifs en g divisée par 1000.

Calcul de la teneur EDP dans la matière sèche:

$$\begin{aligned} \text{EDP}_{\text{MS}} = & -16.691 \times 0.1682 + 26.992 \times 0.0818 - 25.291 \times 0.0455 \\ & + 16.085 \times 0.6455 - 433.463 \times 0.0455^2 + 73.372 \\ & \times 0.1682 \times 0.0818 + 301.491 \times 0.1682 \times 0.0455 \\ & + 46.321 \times 0.1682 \times 0.6455 = 16.1 \text{ MJ/kg MS} \end{aligned}$$

Calcul de la teneur EDP par kg de soupe:

$$\text{EDP} = \text{EDP}_{\text{MS}} \times \text{MS} = 16.1 \times 0.22 = 3.54 \text{ MJ/kg}$$

10.2 Matière azotée et acides aminés

Les coefficients de digestibilité utilisés pour le calcul de la matière azotée digestible des aliments simples sont tirés des tables de la valeur nutritive des aliments pour porcs de la DLG (DLG 1991) ainsi que de nos propres essais.

Etant donné que la possibilité existe également de calculer avec des acides aminés iléaux digestibles (digestibilité iléale apparente), ces valeurs sont aussi indiquées. La base y relative est issue de travaux hollandais (CVB 1996).

Cependant, on ne pourra vraiment calculer avec des acides aminés digestibles qu'une fois que l'on disposera de ces données pour l'ensemble des composants de l'aliment. Or, ceci est toutefois loin d'être le cas si l'on consulte les tables provenant d'instituts étrangers. Vu que les groupes de produits présentent des profils d'acides aminés identiques ou semblables en ce qui concerne les protéines, on a déterminé les digestibilités iléales manquantes de la manière suivante:

- Les digestibilités¹⁾ iléales standardisées du groupe de produits correspondant de l'aliment ont servi de base.

¹⁾ Lors de la standardisation, la digestibilité apparente est corrigée en fonction des pertes inévitables au niveau intestinal (sucs digestifs, pertes de cellules des muqueuses intestinales).

- On a calculé le profil de digestibilité à l'aide de la digestibilité de la matière azotée des composants de référence ainsi que de celle des composants de l'aliment.
- Ensuite, on a converti les données relatives aux digestibilités iléales standardisées en données relatives aux digestibilités iléales apparentes.

10.3 Minéraux

Pour tous les macro-éléments et oligo-éléments, les indications relatives aux teneurs en minéraux des aliments sont indiquées en tant que teneur totale. Cette valeur fait également office de critère d'appréciation pour le contrôle officiel des aliments pour animaux. En ce qui concerne le phosphore, outre le phosphore total, le phosphore digestible (PDP) est également indiqué. Les valeurs en la matière restent basées sur les données hollandaises (CVB 2001). La digestibilité du phosphore peut nettement varier en fonction des aliments (Jongbloed et al. 1999). Ainsi, celle-ci est comprise entre 34 et 44% pour l'orge et entre 33 et 46% pour le tourteau de soja. Les valeurs qui figurent dans les tables de la valeur nutritive représentent donc des moyennes. Si l'on connaît sa composition, il est possible de calculer la teneur en PDP d'un aliment composé à partir du PDP de chaque composant. On se base alors sur le principe de l'additivité du PDP. Si la composition de l'aliment composé n'est pas connue, la teneur en PDP doit être déterminée par le biais d'essais de digestibilité sur le porc.

En plus des composés inorganiques, on utilise aujourd'hui également de plus en plus des composés organiques en tant que sources minérales dans les rations pour les porcs. Toutefois, on peut rencontrer des écarts considérables par rapport à la biodisponibilité des différentes sources disponibles sur le marché. C'est pourquoi une présentation sous forme de tableau de la biodisponibilité serait souhaitable pour la pratique. Mais pour différentes raisons, par exemple l'absence de standardisation d'essais relatifs à la biodisponibilité, cela n'est pas encore réalisable. Il serait cependant souhaitable de s'engager dans cette voie afin de couvrir les besoins d'une manière plus ciblée et de réduire la charge pour l'environnement.

10.4 Bibliographie

Boltshauser M., Jost M., Kessler J., Stoll P., 1993. Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Schweine. LmZ Zollikofen. 129 S.

CVB, 1996. Aminozyrenbehoefte van biggen en vleesvarkens. Documentatierapport nr. 14, 63 S.

DLG, 1991. DLG-Futterwerttabellen – Schweine. DLG-Verlag, Frankfurt am Main. 64 S.

Jongbloed A.W., Everts H., Kemme P. A., Mroz Z., 1999. Quantification of absorability and requirements of macroelements. In: Kyriazakis I. (Ed.), A quantitative biology of the pig. CAB International. 275 – 298.

Nehring K., Hoffmann L., Schiemann R., Jentsch W., 1963. Die energetische Verwertung der Futterstoffe. 6. Mitteilung: Die energetische Verwertung der Kraftfutterstoffe durch Rinder, Schafe, Kaninchen, Schweine und Ratten; Tierartenvergleich. Archiv für Tierernährung. 13 (3), 193 – 213.

12. Index des aliments

12.1 Index alphabétique en français

Aliments	N°
A	
Acide aminé: DL-Méthionine	160
Acide aminé: L-Lysine-HCl	159
Acide aminé: L-Thréonine	161
Acide aminé: L-Tryptophane	162
Acide citrique	174
Acide formique	171
Acide fumarique	172
Acide organique: acide citrique	174
Acide organique: acide formique	171
Acide organique: acide fumarique	172
Acide organique: acide propionique	173
Acide organique: formiate de calcium	169
Acide organique: propionate de calcium	170
Acide propionique	173
Alikon	82
Amidon de blé	40
Amidon de maïs	38
Amidon de pommes de terre	39
Arachides, huile d'	74
Arachides, tourteau de pression d'	96
Arachides, tourteau d'extraction d'	95
Avoine	8
Avoine décortiquée	9
Avoine floconnée non décortiquée	10
Avoine floconnée partiellement décortiquée	11
Avoine, balles d'	141
Avoine, flocons d'	12
Avoine, issues d'	140
B	
Babeurre	122
Babeurre concentré 20 % MS	123

Babeurre, poudre de	124
Balles d'avoine	141
Balles d'épeautre	142
Betteraves ensilées, pulpes de	147
Betteraves fourragères	50
Betteraves séchées, pulpes de	148
Betteraves sucrières	51
Betteraves, mélasse de	52
Bière, levure (séchée) de	118
Biscuits, déchets de	37
Blé	28
Blé expandé	30
Blé fourrager	29
Blé germé	32
Blé, amidon de	40
Blé, farine basse de	35
Blé, farine fourragère 1 ^{er} de	33
Blé, farine fourragère 2 ^e de	34
Blé, flocons de	31
Blé, germes de	90
Blé, germes de, dégraissés	91
Blé, gluten de	88
Blé, son de	146
Bonbon	57
Brisures de riz	25

C

Café, marc de, (céfid)	156
Carbonate de calcium	167
Caséinate de calcium, poudre de	127
Caséinate de sodium, poudre de	128
Caséine de calcium, poudre de	127
CCM 30 % de rafles (ensilage de maïs épis [sans spathes])	23
CCM 80 % de rafles (ensilage de maïs épis [sans spathes])	24
Céfid (marc de café)	156
Chlorure de sodium (sel bétail)	168
Chocolat, déchets de	58
Colza 00, graines de	112

Colza 00, tourteau de pression de	110
Colza 00, tourteau de, pressé à froid	111
Colza 00, tourteau d'extraction de, > 2.5 % MG	109
Colza 00, tourteau d'extraction de, 1.3 – 2.5 % MG	108
Colza, huile de	76
Cretons (creubons), farine de	135
Creubons (cretons)	135

D

Déchets de biscuits	37
Déchets de chocolat	58
Déchets de pain	70
Déchets de restauration (lavures)	84
Dextrose _ _ _	55
DL-Méthionine	160
Drêches de brasserie ensilées	137
Drêches de brasserie fraîches	136
Drêches de brasserie séchées	138

E

Ensilage de maïs épis (sans spathes), CCM 30 % de rafles	23
Ensilage de maïs épis (sans spathes), CCM 80 % de rafles	24
Ensilage de maïs épis avec spathes	22
Ensilage de maïs grains	21
Ensilage de maïs plante entière	144
Ensilage d'herbe	150
Épautre, balles d'	142
Epeautre _ _ _	16
Epeautre décortiqué	18
Epeautre partiellement décortiqué	17

F

Farine basse de blé	35
Farine de cretons (greubons)	135
Farine de luzerne	152
Farine de paille hydrolysée (NaOH)	158

Farine de plumes (hydrolysées)	130
Farine de poisson 70 / 72 % MA	131
Farine de pommes de terre	47
Farine de rafles de maïs	145
Farine de sang	129
Farine de tapioca	59
Farine de viande 60 % MA	133
Farine de viande et d'os 40 % MA	132
Farine d'herbe	151
Farine fourragère 1 ^{er} de blé	33
Farine fourragère 2 ^e de blé	34
Farine fourragère d'orge	5
Féverole _ _ _ _	93
Flocons d'avoine	12
Flocons de blé	31
Flocons de maïs	20
Flocons de pommes de terre	46
Flocons d'orge	7
Formiate de calcium	169
Fructose, sirop de	56

G

Germes de blé	90
Germes de blé dégraissés	91
Germes de maïs	89
Gluten de blé	88
Gluten de maïs 60 % MA	85
Gluten de maïs 70 % MA	86
Gluten-feed de maïs	87
Graines de colza 00	112
Graines de lin	107
Graines de soja extrudée	103
Graines de tournesol non décortiquées > 24 % CB	117
Graines de tournesol partiellement décortiquées 12 – 15 % CB	115
Graines de tournesol partiellement décortiquées 15 – 24 % CB	116
Graisse (d'extraction) d'os	79
Graisses animales (mélange) 50 / 50	81
Graisses et huiles: alikon	82

Graisses et huiles: graisse (d'extraction) d'os	79
Graisses et huiles: graisses animales (mélange) 50 / 50	81
Graisses et huiles: huile d'arachides	74
Graisses et huiles: huile de colza	76
Graisses et huiles: huile de lin	75
Graisses et huiles: huile de soja	77
Graisses et huiles: huile de tournesol	78
Graisses et huiles: satura	83

H

Herbe, ensilage d'	150
Herbe, farine d'	151
Huile d'arachides	74
Huile de colza	76
Huile de lin	75
Huile de soja	77
Huile de tournesol	78
Huiles et graisses: alikon	82
Huiles et graisses: graisse (d'extraction) d'os	79
Huiles et graisses: graisses animales (mélange) 50 / 50	81
Huiles et graisses: huile d'arachides	74
Huiles et graisses: huile de colza	76
Huiles et graisses: huile de lin	75
Huiles et graisses: huile de soja	77
Huiles et graisses: huile de tournesol	78
Huiles et graisses: satura	83

I

Issues d'avoine	140
Issues de meunerie mélangées	36
Issues d'orge	139

L

Lactose	54
Lactosérum (petit-lait) concentré 12 % MS	64
Lactosérum (petit-lait) concentré 18 % MS	65

Lactosérum (petit-lait) concentré 25 % MS	66
Lactosérum (petit-lait) de fromage à pâte dure	61
Lactosérum (petit-lait) de fromage à pâte molle	62
Lactosérum (petit-lait) de séré	63
Lactosérum (petit-lait), poudre de	67
Lait écrémé	125
Lait écrémé, poudre de	126
Lait entier	120
Lait entier, poudre de	121
Lavures (déchets de restauration)	84
Légumes, soupe de	49
Levure de bière séchée	118
Levure torula	119
Lin, graines de	107
Lin, huile de	75
Lin, tourteau de pression de, > 11 % MG	106
Lin, tourteau de pression de, 8 – 11 % MG	105
Lin, tourteau d'extraction de	104
L-Lysine-HCl	159
L-Thréonine	161
L-Tryptophane	162
Luzerne, farine de	152
Lysine-HCl, L-	159

M

Maïs épis (avec spathes), ensilage de	22
Maïs épis (sans spathes), ensilage de, CCM 30 % de rafles	23
Maïs épis (sans spathes), ensilage de, CCM 80 % de rafles	24
Maïs grains, ensilage de	21
Maïs plante entière séché	143
Maïs plante entière, ensilage de	144
Maïs, amidon de	38
Maïs, farine de rafles de	145
Maïs, flocons de	20
Maïs, germes de	89
Maïs, gluten de, 60 % MA	85
Maïs, gluten de, 70 % MA	86
Maïs, gluten-feed de	87

Maïs, grains	19
Manioc (farine de tapioca)	59
Marc de café (céfid)	156
Marc de poires séché	155
Marc de pommes séché, dépectinisé	154
Marc de pommes séché, non dépectinisé	153
Mélasses de betteraves	52
Méthionine, DL-	160
Millet < 4 % CB	13
Millet > 6 % CB	14
Millet 4 – 6 % CB	15
Minéral: carbonate de calcium	167
Minéral: chlorure de sodium (sel bétail)	168
Minéral: phosphate bicalcique	163
Minéral: phosphate bicalcique dihydraté	164
Minéral: phosphate disodique dihydraté	166
Minéral: phosphate monocalcique	165

O

Orge dépelliculé	4
Orge floconnée non décortiquée	6
Orge grains légers (55 – 61 kg / hl)	1
Orge grains lourds (70 – 74 kg / hl)	3
Orge grains moyens (62 – 69 kg / hl)	2
Orge, farine fourragère d'orge	5
Orge, flocons d'	7
Orge, issues d'	139

P

Paille	157
Paille, farine hydrolysée (NaOH) de	158
Pain, déchets de	70
Panure	71
Pâtes avec œufs	72
Pâtes sans œufs	73
Pâturage / Prairie	149
Pelures de pommes de terre	48

Perméat concentré	68
Perméat, poudre de	69
Petit-lait (Lactosérum) concentré 12 % MS	64
Petit-lait (Lactosérum) concentré 18 % MS	65
Petit-lait (Lactosérum) concentré 25 % MS	66
Petit-lait (Lactosérum) de fromage à pâte dure	61
Petit-lait (Lactosérum) de fromage à pâte molle	62
Petit-lait (Lactosérum) de séré	63
Petit-lait (Lactosérum), poudre de	67
Phosphate bicalcique	163
Phosphate bicalcique dihydraté	164
Phosphate disodique dihydraté	166
Phosphate monocalcique	165
Plumes (hydrolysées), farine de	130
Poires, marc séché de	155
Pois protéagineux	94
Poisson, farine de, 70 / 72 % MA	131
Pommes de terre (de consommation) étuvées	44
Pommes de terre (de consommation) étuvées-ensilées	45
Pommes de terre crues	41
Pommes de terre fourragères étuvées	42
Pommes de terre fourragères étuvées-ensilées	43
Pommes de terre, amidon de	39
Pommes de terre, farine de	47
Pommes de terre, flocons de	46
Pommes de terre, pelures de	48
Pommes de terre, protéine de	92
Pommes, marc séché de, non dépectinisé	153
Pommes, marc séché, dépectinisé	154
Poudre de babeurre	124
Poudre de caséinate de calcium	127
Poudre de caséinate de sodium	128
Poudre de caséine, Ca	127
Poudre de caséine, Na	128
Poudre de lactosérum	67
Poudre de lait écrémé	126
Poudre de lait entier	121
Poudre de perméat	69
Prairie / Pâturage	149

Propionate de calcium	170
Protéine de pommes de terre	92
Pulpes de betteraves ensilées	147
Pulpes de betteraves séchées	148

R

Restauration, déchets de	84
Riz, brisures de	25

S

Saindoux B	80
Sang, farine de	129
Satura	83
Seigle	26
Sel: formiate de calcium	169
Sel: propionate de calcium	170
Séré, lactosérum (petit-lait) de	63
Sirop de fructose	56
Soja, graines de, extrudée	103
Soja, huile de	77
Soja, tourteau de pression (non décortiqué) de, > 6 % MG	102
Soja, tourteau de pression (non décortiqué) de, 4,5 – 6 % MG	101
Soja, tourteau d'extraction (décortiqué) de, 48 % MA	100
Soja, tourteau d'extraction (non décortiqué) de, > 2,5 % MG	99
Soja, tourteau d'extraction (non décortiqué) de, 1,3 – 2,5 % MG	98
Soja, tourteau d'extraction de (non décortiqué) < 1,3 % MG	97
Son de blé	146
Soupe de légumes	49
Soupe de viande	134
Sous-produit du lait : babeurre	122
Sous-produit du lait : babeurre concentré 20 % MS	123
Sous-produit du lait : lactosérum (petit-lait) concentré 12 % MS	64
Sous-produit du lait : lactosérum (petit-lait) concentré 18 % MS	65
Sous-produit du lait : lactosérum (petit-lait) concentré 25 % MS	66
Sous-produit du lait : lactosérum (petit-lait) de fromage à pâte dure	61
Sous-produit du lait : lactosérum (petit-lait) de fromage à pâte molle	62
Sous-produit du lait : lactosérum (petit-lait) de séré	63

Sous-produit du lait: lait écrémé	125
Sous-produit du lait: Lait entier	120
Sous-produit du lait: perméat concentré	68
Sous-produit du lait: poudre de babeurre	124
Sous-produit du lait: poudre de caséine, Ca	127
Sous-produit du lait: poudre de caséine, Na	128
Sous-produit du lait: poudre de lactosérum	67
Sous-produit du lait: poudre de lait écrémé	126
Sous-produit du lait: poudre de lait entier	121
Sous-produit du lait: poudre de perméat	69
Sucre	53
Sucre: bonbon	57
Sucre: déchets de chocolat	58
Sucre: dextrose	55
Sucre: lactose	54
Sucre: sirop de fructose	56

T

Tapioca, farine de	59
Thréonine, L-	161
Topinambour (tubercules)	60
Torula, levure	119
Tournesol, graines (non décortiquées) de, > 24 % CB	117
Tournesol, graines (partiellement décortiquées) de, 12 – 15 % CB	115
Tournesol, graines (partiellement décortiquées) de, 15 – 24 % CB	116
Tournesol, huile de	78
Tournesol, tourteau de pression (partiellement décortiqué) de	114
Tournesol, tourteau d'extraction (partiellement décortiqué) de	113
Tourteau de colza 00 pressé à froid	111
Tourteau de pression d'arachides	96
Tourteau de pression de colza 00	110
Tourteau de pression de lin > 11 % MG	106
Tourteau de pression de lin 8 – 11 % MG	105
Tourteau de pression de soja (non décortiqué) > 6 % MG	102
Tourteau de pression de soja (non décortiqué) 4.5 – 6 % MG	101
Tourteau de pression de tournesol (partiellement décortiqué)	114
Tourteau d'extraction d'arachides	95
Tourteau d'extraction de colza 00 > 2.5 % MG	109

Tourteau d'extraction de colza 00 1.3 – 2.5 % MG	108
Tourteau d'extraction de lin	104
Tourteau d'extraction de soja (décortiqué) 48 % MA	100
Tourteau d'extraction de soja (non décortiqué) < 1.3 % MG	97
Tourteau d'extraction de soja (non décortiqué) > 2.5 % MG	99
Tourteau d'extraction de soja (non décortiqué) 1.3 - 2.5 % MG	98
Tourteau d'extraction de tournesol (partiellement décortiqué)	113
Triticale	27
Tryptophane, L-	162

V

Viande et d'os, farine de, 40 % MA	132
Viande, farine de, 60 % MA	133
Viande, soupe de	134

12.2 Index des aliments français – allemand

Aliment	Futtermittel
A	
Acide aminé: DL-Méthionine	<i>DL-Methionin</i>
Acide aminé: L-Lysine-HCl	<i>L-Lysin-HCl</i>
Acide aminé: L-Thréonine	<i>L-Threonin</i>
Acide aminé: L-Tryptophane	<i>L-Thryptophan</i>
Acide citrique	<i>Zitronensäure</i>
Acide formique	<i>Ameisensäure</i>
Acide fumarique	<i>Fumarsäure</i>
Acide organique: acide citrique	<i>Zitronensäure</i>
Acide organique: acide formique	<i>Ameisensäure</i>
Acide organique: acide fumarique	<i>Fumarsäure</i>
Acide organique: acide propionique	<i>Propionsäure</i>
Acide organique: formiate de calcium	<i>Ca-Formiat</i>
Acide organique: propionate de calcium	<i>Ca-Propionat</i>
Acide propionique	<i>Propionsäure</i>
Alikon	<i>Alikon</i>
Amidon de blé	<i>Weizenstärke</i>
Amidon de maïs	<i>Maisstärke</i>
Amidon de pommes de terre	<i>Kartoffelstärke</i>
Arachides, huile d'	<i>Erdnussöl</i>
Arachides, tourteau de pression d'	<i>Erdnusskuchen</i>
Arachides, tourteau d'extraction d'	<i>Erdnuss-Extraktionsschrot</i>
Avoine	<i>Hafer</i>
Avoine décortiquée	<i>Hafer entspelzt</i>
Avoine floconnée non décortiquée	<i>Hafer flockiert nicht entspelzt</i>
Avoine floconnée partiellement décortiquée	<i>Hafer flockiert teilentspelzt</i>
Avoine, balles d'	<i>Haferspelzen</i>
Avoine, flocons d'	<i>Haferflocken</i>
Avoine, issues d'	<i>Hafereschälmehl</i>
B	
Babeurre	<i>Buttermilch</i>
Babeurre concentré 20 % MS	<i>Buttermilchkonzentrat 20 % TS</i>

Babeurre, poudre de	<i>Buttermilchpulver</i>
Balles d'avoine	<i>Haferspelzen</i>
Balles d'épeautre	<i>Kornspreu (Dinkel-)</i>
Betteraves ensilées, pulpes de	<i>Diffusionsschnitzel siliert</i>
Betteraves fourragères	<i>Gehaltsrüben</i>
Betteraves séchées, pulpes de	<i>Diffusionsschnitzel getrocknet</i>
Betteraves sucrières	<i>Zuckerrüben</i>
Betteraves, mélasse de	<i>Zuckerrübenmelasse</i>
Bière, levure (séchée) de	<i>Bierhefe getrocknet</i>
Biscuits, déchets de	<i>Biskuitabfälle</i>
Blé	<i>Weizen</i>
Blé expansé	<i>Weizen expandiert</i>
Blé fourager	<i>Futterweizen</i>
Blé germé	<i>Auswuchsweizen</i>
Blé, amidon de	<i>Weizenstärke</i>
Blé, farine basse de	<i>Weizenbollmehl</i>
Blé, farine fourragère 1 ^{er} de	<i>Weizenfuttermehl hell (Mastmehl)</i>
Blé, farine fourragère 2 ^e de	<i>Weizenfuttermehl dunkel</i>
Blé, flocons de	<i>Weizenflocken</i>
Blé, germes de	<i>Weizenkeime</i>
Blé, germes de, dégraissés	<i>Weizenkeime entfettet</i>
Blé, gluten de	<i>Weizenkleber (-Gluten)</i>
Blé, son de	<i>Weizenkleie</i>
Bonbon	<i>Bonbon</i>
Brisures de riz	<i>Bruchreis</i>
C	
Café, marc de, (céfid)	<i>Cefid (Kaffee-Extraktionsschrot)</i>
Carbonate de calcium	<i>Kohlensaurer Kalk (Futterkalk)</i>
Caséinate de calcium, poudre de	<i>Ca-Kaseinpulver</i>
Caséinate de sodium, poudre de	<i>Na-Kaseinpulver</i>
Caséine de calcium, poudre de	<i>Ca-Kaseinpulver</i>
CCM 30 % de rafles [ensilage de maïs épis (sans spathes)]	<i>Maiskolbensilage (ohne Lieschen) 30 % Spindeln</i>
CCM 80 % de rafles [ensilage de maïs épis (sans spathes)]	<i>Maiskolbensilage (ohne Lieschen) 80 % Spindeln</i>
Céfid (marc de café)	<i>Cefid (Kaffee-Extraktionsschrot)</i>
Chlorure de sodium (sel bétail)	<i>Natriumchlorid (Viehsalz)</i>
Chocolat, déchets de	<i>Schokoladenebenprodukte</i>

Colza 00, graines de	<i>Rapssaat</i>
Colza 00, tourteau de pression de	<i>Rapskuchen</i>
Colza 00, tourteau de, pressé à froid	<i>Rapskuchen kaltgepresst</i>
Colza 00, tourteau d'extraction de, > 2.5 % MG	<i>Raps-Extraktionsschrot > 2.5 % RL</i>
Colza 00, tourteau d'extraction de, 1.3 – 2.5 % MG	<i>Raps-Extraktionsschrot 1.3 – 2.5 % RL</i>
Colza, huile de	<i>Rapsöl</i>
Cretons (creubons), farine de	<i>Griebenmehl</i>
Creubons (cretons)	<i>Griebenmehl</i>
D	
Déchets de biscuits	<i>Biskuitabfälle</i>
Déchets de chocolat	<i>Schokoladenebenenprodukte</i>
Déchets de pain	<i>Brotabfälle</i>
Déchets de restauration (lavures)	<i>Gastronebenprodukte (Restaurations-)</i>
Dextrose	<i>Dextrose</i>
DL-Méthionine	<i>DL-Methionin</i>
Drêches de brasserie ensilées	<i>Biertreber siliert</i>
Drêches de brasserie fraîches	<i>Biertreber frisch</i>
Drêches de brasserie séchées	<i>Biertreber getrocknet</i>
E	
Ensilage de maïs épis (sans spathes), CCM 30 % de rafles	<i>Maiskolbensilage (ohne Lieschen) 30 % Spindeln</i>
Ensilage de maïs épis (sans spathes), CCM 80 % de rafles	<i>Maiskolbensilage (ohne Lieschen) 80 % Spindeln</i>
Ensilage de maïs épis avec spathes	<i>Maiskolbensilage mit Lieschen</i>
Ensilage de maïs grains	<i>Maiskörnersilage</i>
Ensilage de maïs plante entière	<i>Maisganzpflanzensilage</i>
Ensilage d'herbe	<i>Grassilage</i>
Épautre, balles d'	<i>Kornspreu (Dinkel-)</i>
Epeautre	<i>Dinkel (Korn)</i>
Epeautre décortiqué	<i>Dinkel (Korn) entspelzt</i>
Epeautre partiellement décortiqué	<i>Dinkel (Korn) teilentspelzt</i>
F	
Farine basse de blé	<i>Weizenbollmehl</i>
Farine de cretons (greubons)	<i>Griebenmehl</i>

Farine de luzerne	<i>Luzernemehl</i>
Farine de paille hydrolysée (NaOH)	<i>Strohmeal aufgeschlossen (NaOH)</i>
Farine de plumes (hydrolysées)	<i>Federmehl aufgeschlossen</i>
Farine de poisson 70/72 % MA	<i>Fischmehl 70/72 % RP</i>
Farine de pommes de terre	<i>Kartoffelmehl</i>
Farine de rafles de maïs	<i>Maisspindelmehl</i>
Farine de sang	<i>Blutmehl</i>
Farine de tapioca	<i>Tapiokamehl (Maniok-)</i>
Farine de viande 60 % MA	<i>Fleischmehl 60 % RP</i>
Farine de viande et d'os 40 % MA	<i>Fleischknochenmehl 40 % RP</i>
Farine d'herbe	<i>Grasmehl</i>
Farine fourragère 1 ^{er} de blé	<i>Weizenfuttermehl hell (Mastmehl)</i>
Farine fourragère 2 ^e de blé	<i>Weizenfuttermehl dunkel</i>
Farine fourragère d'orge	<i>Gerstenfuttermehl</i>
Féverole	<i>Ackerbohnen</i>
Flocons d'avoine	<i>Haferflocken</i>
Flocons de blé	<i>Weizenflocken</i>
Flocons de maïs	<i>Maisflocken</i>
Flocons de pommes de terre	<i>Kartoffelflocken</i>
Flocons d'orge	<i>Gerstenflocken</i>
Formiate de calcium	<i>Ca-Formiat</i>
Fructose, sirop de	<i>Fruktosesirup</i>

G

Germes de blé	<i>Weizenkeime</i>
Germes de blé dégraissés	<i>Weizenkeime entfettet</i>
Germes de maïs	<i>Maiskeime</i>
Gluten de blé	<i>Weizenkleber (-Gluten)</i>
Gluten de maïs 60 % MA	<i>Maiskleber (-Gluten) 60 % RP</i>
Gluten de maïs 70 % MA	<i>Maiskleber (-Gluten) 70 % RP</i>
Gluten-feed de maïs	<i>Maiskleberfutter</i>
Graines de colza 00	<i>Rapssaat</i>
Graines de lin	<i>Leinsamen</i>
Graines de soja extrudée	<i>Sojabohnen extrudiert</i>
Graines de tournesol non décortiquées	<i>Sonnenblumenkerne</i>
> 24 % CB	<i>> 24 % RF, nicht entschält</i>
Graines de tournesol partiellement décortiquées 12 – 15 % CB	<i>Sonnenblumenkerne 12 – 15 % RF, teilentschält</i>

Graignes de tournesol partiellement décortiquées 15 – 24 % CB	<i>Sonnenblumenkerne 15 – 24 % RF, teilentschält</i>
Graisse (d'extraction) d'os	<i>Knochenfett</i>
Graisses animales (mélange) 50/50	<i>Mischfett 50/50</i>
Graisses et huiles: alikon	<i>Alikon</i>
Graisses et huiles: graisse (d'extraction) d'os	<i>Knochenfett</i>
Graisses et huiles: graisses animales (mélange) 50/50	<i>Mischfett 50/50</i>
Graisses et huiles: huile d'arachides	<i>Erdnussöl</i>
Graisses et huiles: huile de colza	<i>Rapsöl</i>
Graisses et huiles: huile de lin	<i>Leinöl</i>
Graisses et huiles: huile de soja	<i>Sojaöl</i>
Graisses et huiles: huile de tournesol	<i>Sonnenblumenöl</i>
Graisses et huiles: satura	<i>Satura</i>
H	
Herbe, ensilage d'	<i>Grassilage</i>
Herbe, farine d'	<i>Grasmehl</i>
Huile d'arachides	<i>Erdnussöl</i>
Huile de colza	<i>Rapsöl</i>
Huile de lin	<i>Leinöl</i>
Huile de soja	<i>Sojaöl</i>
Huile de tournesol	<i>Sonnenblumenöl</i>
Huiles et graisses: alikon	<i>Alikon</i>
Huiles et graisses: graisse (d'extraction) d'os	<i>Knochenfett</i>
Huiles et graisses: graisses animales (mélange) 50/50	<i>Mischfett 50/50</i>
Huiles et graisses: huile d'arachides	<i>Erdnussöl</i>
Huiles et graisses: huile de colza	<i>Rapsöl</i>
Huiles et graisses: huile de lin	<i>Leinöl</i>
Huiles et graisses: huile de soja	<i>Sojaöl</i>
Huiles et graisses: huile de tournesol	<i>Sonnenblumenöl</i>
Huiles et graisses: satura	<i>Satura</i>
I	
Issues d'avoine	<i>Haferschälmehl</i>
Issues de meunerie mélangées	<i>Mühlennachproduktegemisch</i>
Issues d'orge	<i>Gerstenschälmehl</i>

L

Lactose	<i>Laktose</i>
Lactosérum (petit-lait) concentré 12 % MS	<i>Schottenkonzentrat (Molkenkonzentrat)</i> 12 % TS
Lactosérum (petit-lait) concentré 18 % MS	<i>Schottenkonzentrat (Molkenkonzentrat)</i> 18 % TS
Lactosérum (petit-lait) concentré 25 % MS	<i>Schottenkonzentrat (Molkenkonzentrat)</i> 25 % TS
Lactosérum (petit-lait) de fromage à pâte dure	<i>Hartkäseschotte (-molke)</i>
Lactosérum (petit-lait) de fromage à pâte molle	<i>Weichkäseschotte (-molke)</i>
Lactosérum (petit-lait) de séré	<i>Zigerschotte (-molke)</i>
Lactosérum (petit-lait), poudre de	<i>Schottenpulver (Molken-)</i>
Lait écrémé	<i>Magermilch</i>
Lait écrémé, poudre de	<i>Magermilchpulver</i>
Lait entier	<i>Vollmilch</i>
Lait entier, poudre de	<i>Vollmilchpulver</i>
Lavures (déchets de restauration)	<i>Gastronebenprodukte (Restaurations-)</i>
Légumes, soupe de	<i>Gemüsesuppe</i>
Levure de bière séchée	<i>Bierhefe getrocknet</i>
Levure torula	<i>Futterhefe</i>
Lin, graines de	<i>Leinsamen</i>
Lin, huile de	<i>Leinöl</i>
Lin, tourteau de pression de, > 11 % MG	<i>Leinkuchen > 11 % RL</i>
Lin, tourteau de pression de, 8 – 11 % MG	<i>Leinkuchen 8 – 11 % RL</i>
Lin, tourteau d'extraction de	<i>Lein-Extraktionsschrot</i>
L-Lysine-HCl	<i>L-Lysin-HCl</i>
L-Thréonine	<i>L-Threonin</i>
L-Tryptophane	<i>L-Thryptophan</i>
Luzerne, farine de	<i>Luzernemehl</i>
Lysine-HCl, L-	<i>L-Lysin-HCl</i>

M

Maïs épis (avec spathes), ensilage de	<i>Maiskolbensilage mit Lieschen</i>
Maïs épis (sans spathes), ensilage de, CCM 30 % de rafles	<i>Maiskolbensilage (ohne Lieschen)</i> 30 % Spindeln

Maïs épis (sans spathes), ensilage de, CCM 80 % de rafles	<i>Maiskolbensilage (ohne Lieschen) 80 % Spindeln</i>
Maïs grains, ensilage de	<i>Maiskörnersilage</i>
Maïs plante entière séché	<i>Mais ganze Pflanze getrocknet</i>
Maïs plante entière, ensilage de	<i>Maisganzpflanzensilage</i>
Maïs, amidon de	<i>Maisstärke</i>
Maïs, farine de rafles de	<i>Maisspindelmehl</i>
Maïs, flocons de	<i>Maisflocken</i>
Maïs, germes de	<i>Maiskeime</i>
Maïs, gluten de, 60 % MA	<i>Maiskleber (-Gluten) 60 % RP</i>
Maïs, gluten de, 70 % MA	<i>Maiskleber (-Gluten) 70 % RP</i>
Maïs, gluten-feed de	<i>Maiskleberfutter</i>
Maïs, grains	<i>Mais, Körner</i>
Manioc (farine de tapioca)	<i>Tapiokamehl (Maniok-)</i>
Marc de café (céfid)	<i>Cefid (Kaffee-Extraktionsschrot)</i>
Marc de poires séché	<i>Birmentrester getrocknet</i>
Marc de pommes séché, dépectinisé	<i>Apfeltrester getrocknet, entpektinisiert</i>
Marc de pommes séché, non dépectinisé	<i>Apfeltrester getrocknet, nicht entpektinisiert</i>
Mélasse de betteraves	<i>Zuckerrübenmelasse</i>
Méthionine, DL-	<i>DL-Methionin</i>
Millet < 4 % CB	<i>Hirse < 4 % RF</i>
Millet > 6 % CB	<i>Hirse > 6 % RF</i>
Millet 4 – 6 % CB	<i>Hirse 4 – 6 % RF</i>
Minéral: carbonate de calcium	<i>Kohlensaurer Kalk (Futterkalk)</i>
Minéral: chlorure de sodium (sel bétail)	<i>Natriumchlorid (Viehsalz)</i>
Minéral: phosphate bicalcique	<i>Dikalziumphosphat</i>
Minéral: phosphate bicalcique dihydraté	<i>Dikalziumphosphatdihydrat</i>
Minéral: phosphate disodique dihydraté	<i>Dinatriumphosphatdihydrat</i>
Minéral: phosphate monocalcique	<i>Monokalziumphosphat</i>
O	
Orge dépelliculé	<i>Gerste geschält</i>
Orge floconnée non décortiquée	<i>Gerste flockiert nicht entspelzt</i>
Orge grains légers (55 – 61 kg/hl)	<i>Gerste leicht (55 – 61 kg/hl)</i>
Orge grains lourds (70 – 74 kg/hl)	<i>Gerste vollkörnig (70 – 74 kg/hl)</i>
Orge grains moyens (62 – 69 kg/hl)	<i>Gerste mittel (62 – 69 kg/hl)</i>
Orge, farine fourragère d'orge	<i>Gerstenfuttermehl</i>
Orge, flocons d'	<i>Gerstenflocken</i>
Orge, issues d'	<i>Gerstenschälmehl</i>

P

Paille	<i>Stroh</i>
Paille, farine hydrolysée (NaOH) de	<i>Strohmehl aufgeschlossen (NaOH)</i>
Pain, déchets de	<i>Brotabfälle</i>
Panure	<i>Paniermehl</i>
Pâtes avec oeufs	<i>Teigwaren mit Eiern</i>
Pâtes sans oeufs	<i>Teigwaren ohne Eier</i>
Pâturage/Prairie	<i>Weide/Wiese</i>
Pelures de pommes de terre	<i>Kartoffelschälabfälle</i>
Perméat concentré	<i>Permeatkonzentrat</i>
Perméat, poudre de	<i>Permeatpulver</i>
Petit-lait (Lactosérum) concentré 12 % MS	<i>Schottenkonzentrat (Molkenkonzentrat) 12 % TS</i>
Petit-lait (Lactosérum) concentré 18 % MS	<i>Schottenkonzentrat (Molkenkonzentrat) 18 % TS</i>
Petit-lait (Lactosérum) concentré 25 % MS	<i>Schottenkonzentrat (Molkenkonzentrat) 25 % TS</i>
Petit-lait (Lactosérum) de fromage à pâte dure	<i>Hartkäseschotte (-molke)</i>
Petit-lait (Lactosérum) de fromage à pâte molle	<i>Weichkäseschotte (-molke)</i>
Petit-lait (Lactosérum) de séré	<i>Zigerschotte (-molke)</i>
Petit-lait (Lactosérum), poudre de	<i>Schottenpulver (Molken-)</i>
Phosphate bicalcique	<i>Dikalziumphosphat</i>
Phosphate bicalcique dihydraté	<i>Dikalziumphosphatdihydrat</i>
Phosphate disodique dihydraté	<i>Dinatriumphosphatdihydrat</i>
Phosphate monocalcique	<i>Monokalziumphosphat</i>
Plumes (hydrolysées), farine de	<i>Federmehl aufgeschlossen</i>
Poires, marc séché de	<i>Birnentrester getrocknet</i>
Pois protéagineux	<i>Proteinerbsen</i>
Poisson, farine de, 70/72 % MA	<i>Fischmehl 70/72 % RP</i>
Pommes de terre (de consommation) étuvées	<i>Speisekartoffeln gedämpft</i>
Pommes de terre (de consommation) étuvées-ensilées	<i>Speisekartoffeln gedämpft-siliert</i>
Pommes de terre crues	<i>Kartoffeln frisch</i>
Pommes de terre fourragères étuvées	<i>Futterkartoffeln gedämpft</i>
Pommes de terre fourragères étuvées-ensilées	<i>Futterkartoffeln gedämpft-siliert</i>
Pommes de terre, amidon de	<i>Kartoffelstärke</i>

Pommes de terre, farine de	<i>Kartoffelmehl</i>
Pommes de terre, flocons de	<i>Kartoffelflocken</i>
Pommes de terre, pelures de	<i>Kartoffelschälabfälle</i>
Pommes de terre, protéine de	<i>Kartoffeleiweiss</i>
Pommes, marc séché de, non dépectinisé	<i>Apfeltrester getrocknet, nicht entpektinisiert</i>
Pommes, marc séché, dépectinisé	<i>Apfeltrester getrocknet, entpektinisiert</i>
Poudre de babeurre	<i>Buttermilchpulver</i>
Poudre de caséinate de calcium	<i>Ca-Kaseinpulver</i>
Poudre de caséinate de sodium	<i>Na-Kaseinpulver</i>
Poudre de caséine, Ca	<i>Ca-Kaseinpulver</i>
Poudre de caséine, Na	<i>Na-Kaseinpulver</i>
Poudre de lactosérum	<i>Schottenpulver (Molken-)</i>
Poudre de lait écrémé	<i>Magermilchpulver</i>
Poudre de lait entier	<i>Vollmilchpulver</i>
Poudre de perméat	<i>Permeatpulver</i>
Prairie / Pâturage	<i>Weide / Wiese</i>
Propionate de calcium	<i>Ca-Propionat</i>
Protéine de pommes de terre	<i>Kartoffeleiweiss</i>
Pulpes de betteraves ensilées	<i>Diffusionsschnitzel siliert</i>
Pulpes de betteraves séchées	<i>Diffusionsschnitzel getrocknet</i>

R

Restauration, déchets de	<i>Gastronebenprodukte (Restaurations-)</i>
Riz, brisures de	<i>Bruchreis</i>

S

Saindoux B	<i>Schweinefett B</i>
Sang, farine de	<i>Blutmehl</i>
Satura	<i>Satura</i>
Seigle	<i>Roggen</i>
Sel: formiate de calcium	<i>Ca-Formiat</i>
Sel: propionate de calcium	<i>Ca-Propionat</i>
Séré, lactosérum (petit-lait) de	<i>Zigerschotte (-molke)</i>
Sirop de fructose	<i>Fruktosesirup</i>
Soja, graines de, extrudée	<i>Sojabohnen extrudiert</i>
Soja, huile de	<i>Sojaöl</i>
Soja, tourteau de pression (non décortiqué) de, > 6 % MG	<i>Sojakuchen > 6 % RL, nicht entschält</i>

Soja, tourteau de pression (non décortiqué) de, 4.5 – 6 % MG	<i>Sojakuchen 4.5 – 6 % RL, nicht entschält</i>
Soja, tourteau d'extraction (décortiqué) de, 48 % MA	<i>Soja-Extraktionsschrot 48 % RP, entschält</i>
Soja, tourteau d'extraction (non décortiqué) de, > 2.5 % MG	<i>Soja-Extraktionsschrot > 2.5 % RL, nicht entschält</i>
Soja, tourteau d'extraction (non décortiqué) de, 1.3 – 2.5 % MG	<i>Soja-Extraktionsschrot 1.3 – 2.5 % RL, nicht entschält</i>
Soja, tourteau d'extraction de (non décortiqué) < 1.3 % MG	<i>Soja-Extraktionsschrot < 1.3 % RL, nicht entschält</i>
Son de blé	<i>Weizenkleie</i>
Soupe de légumes	<i>Gemüsesuppe</i>
Soupe de viande	<i>Fleischsuppe</i>
Sous-produit du lait: babeurre	<i>Buttermilch</i>
Sous-produit du lait: babeurre concentré 20 % MS	<i>Buttermilchkonzentrat 20 % TS</i>
Sous-produit du lait: lactosérum (petit-lait) concentré 12 % MS	<i>Schottenkonzentrat (Molkenkonzentrat) 12 % TS</i>
Sous-produit du lait: lactosérum (petit-lait) concentré 18 % MS	<i>Schottenkonzentrat (Molkenkonzentrat) 18 % TS</i>
Sous-produit du lait: lactosérum (petit-lait) concentré 25 % MS	<i>Schottenkonzentrat (Molkenkonzentrat) 25 % TS</i>
Sous-produit du lait: lactosérum (petit-lait) de fromage à pâte dure	<i>Hartkäseschotte (-molke)</i>
Sous-produit du lait: lactosérum (petit-lait) de fromage à pâte molle	<i>Weichkäseschotte (-molke)</i>
Sous-produit du lait: lactosérum (petit-lait) de séré	<i>Zigerschotte (-molke)</i>
Sous-produit du lait: lait écrémé	<i>Magermilch</i>
Sous-produit du lait: Lait entier	<i>Vollmilch</i>
Sous-produit du lait: perméat concentré	<i>Permeatkonzentrat</i>
Sous-produit du lait: poudre de babeurre	<i>Buttermilchpulver</i>
Sous-produit du lait: poudre de caséine, Ca	<i>Ca-Kaseinpulver</i>
Sous-produit du lait: poudre de caséine, Na	<i>Na-Kaseinpulver</i>
Sous-produit du lait: poudre de lactosérum	<i>Schottenpulver (Molken-)</i>
Sous-produit du lait: poudre de lait écrémé	<i>Magermilchpulver</i>
Sous-produit du lait: poudre de lait entier	<i>Vollmilchpulver</i>
Sous-produit du lait: poudre de perméat	<i>Permeatpulver</i>
Sucre	<i>Futterzucker (Rübenzucker)</i>

Sucre: bonbon	<i>Bonbon</i>
Sucre: déchets de chocolat	<i>Schokoladenebenprodukte</i>
Sucre: dextrose	<i>Dextrose</i>
Sucre: lactose	<i>Laktose</i>
Sucre: sirop de fructose	<i>Fruktosesirup</i>
T	
Tapioca, farine de	<i>Tapiokamehl (Maniok-)</i>
Thréonine, L-	<i>L-Threonin</i>
Topinambour (tubercules)	<i>Topinambur</i>
Torula, levure	<i>Futterhefe</i>
Tournesol, graines (non décortiquées) de, > 24 % CB	<i>Sonnenblumenkerne > 24 % RF, nicht entschält</i>
Tournesol, graines (partiellement décortiquées) de, 12 – 15 % CB	<i>Sonnenblumenkerne 12 – 15 % RF, teilentschält</i>
Tournesol, graines (partiellement décortiquées) de, 15 – 24 % CB	<i>Sonnenblumenkerne 15 – 24 % RF, teilentschält</i>
Tournesol, huile de	<i>Sonnenblumenöl</i>
Tournesol, tourteau de pression (partiellement décortiqué) de	<i>Sonnenblumenkuchen, teilentschält</i>
Tournesol, tourteau d'extraction (partiellement décortiqué) de	<i>Sonnenblumen-Extraktionsschrot, teilentschält</i>
Tourteau de colza 00 pressé à froid	<i>Rapskuchen kaltgepresst</i>
Tourteau de pression d'arachides	<i>Erdnusskuchen</i>
Tourteau de pression de colza 00	<i>Rapskuchen</i>
Tourteau de pression de lin > 11 % MG	<i>Leinkuchen > 11 % RL</i>
Tourteau de pression de lin 8 – 11 % MG	<i>Leinkuchen 8 – 11 % RL</i>
Tourteau de pression de soja (non décortiqué) > 6 % MG	<i>Sojakuchen > 6 % RL, nicht entschält</i>
Tourteau de pression de soja (non décortiqué) 4.5 – 6 % MG	<i>Sojakuchen 4.5 – 6 % RL, nicht entschält</i>
Tourteau de pression de tournesol (partiellement décortiqué)	<i>Sonnenblumenkuchen, teilentschält</i>
Tourteau d'extraction d'arachides	<i>Erdnuss-Extraktionsschrot</i>
Tourteau d'extraction de colza 00 > 2.5 % MG	<i>Raps-Extraktionsschrot > 2.5 % RL</i>
Tourteau d'extraction de colza 00 1.3 – 2.5 % MG	<i>Raps-Extraktionsschrot 1.3 – 2.5 % RL</i>
Tourteau d'extraction de lin	<i>Lein-Extraktionsschrot</i>

Tourteau d'extraction de soja
(décortiqué) 48 % MA
Tourteau d'extraction de soja
(non décortiqué) < 1.3 % MG
Tourteau d'extraction de soja
(non décortiqué) > 2.5 % MG
Tourteau d'extraction de soja
(non décortiqué) 1.3 – 2.5 % MG
Tourteau d'extraction de tournesol
(partiellement décortiqué)
Triticale
Tryptophane, L-

Soja-Extraktionsschrot 48 % RP, entschält
*Soja-Extraktionsschrot < 1.3 % RL,
nicht entschält*
*Soja-Extraktionsschrot > 2.5 % RL,
nicht entschält*
*Soja-Extraktionsschrot 1.3 – 2.5 % RL,
nicht entschält*
*Sonnenblumen-Extraktionsschrot,
teilentschält*
Triticale
L-Thryptophan

V

Viande et d'os, farine de, 40 % MA
Viande, farine de, 60 % MA
Viande, soupe de

Fleischknochenmehl 40 % RP
Fleischmehl 60 % RP
Fleischsuppe

