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 cutlures 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 multiphases[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 % quanitié 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 excrétions 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 excrétions 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. Etant 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 azotés, 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 – lesdites 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 (FTU[1]) 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 addtifs 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 considerer 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 B_{12}, 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 à 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 moisis. 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:

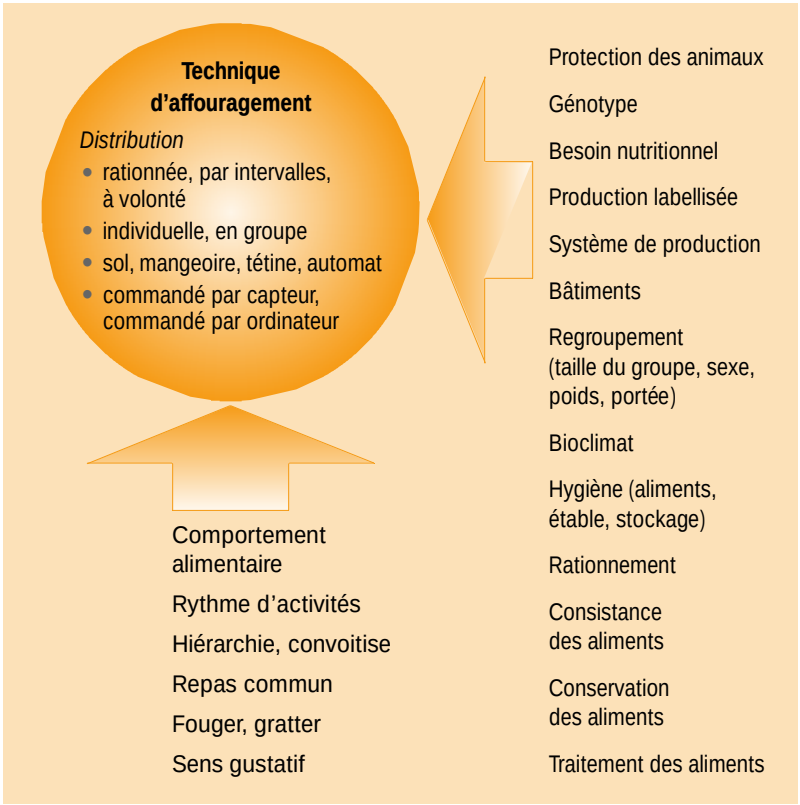
- Les dispositions du Livre des aliments pour animaux sont déterminantes.
- Seuls des aliments ne contenant pas d'organismes génétiquement modifiés (OGM) soumis à déclaration obligatoire peuvent être utilisés.
- Les établissements AQ qui affouragent des soupes de viande doivent être agréés par le vétérinaire 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 éléctronique 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

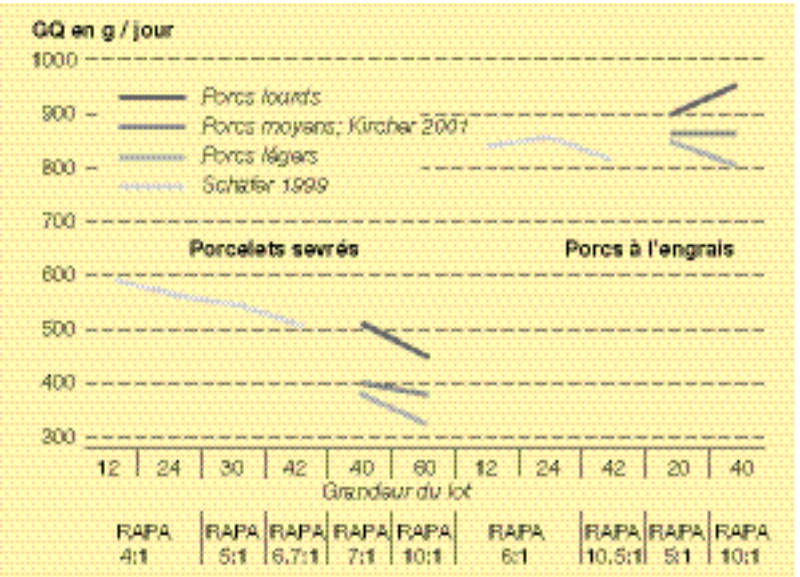
Avec les nourrisseurs automatiques commandés par ordinateur pour porcelets sevrés, le mélange d'aliment sous forme de bouillie arrive dans la mangeoire à intervalles déterminés. En fonction du modèle, il est possible de programmer la quantité d'aliments, l'intervalle et la durée d'alimentation par bloc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



nent 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 taries 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 taries 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 premières[1)]
- de l'inoculation avec des bactéries lactiques[1)])
- du pH de la soupe, modifié par des additifs[1)]

[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_2O_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, dépourvus 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 acidilactici* en 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.

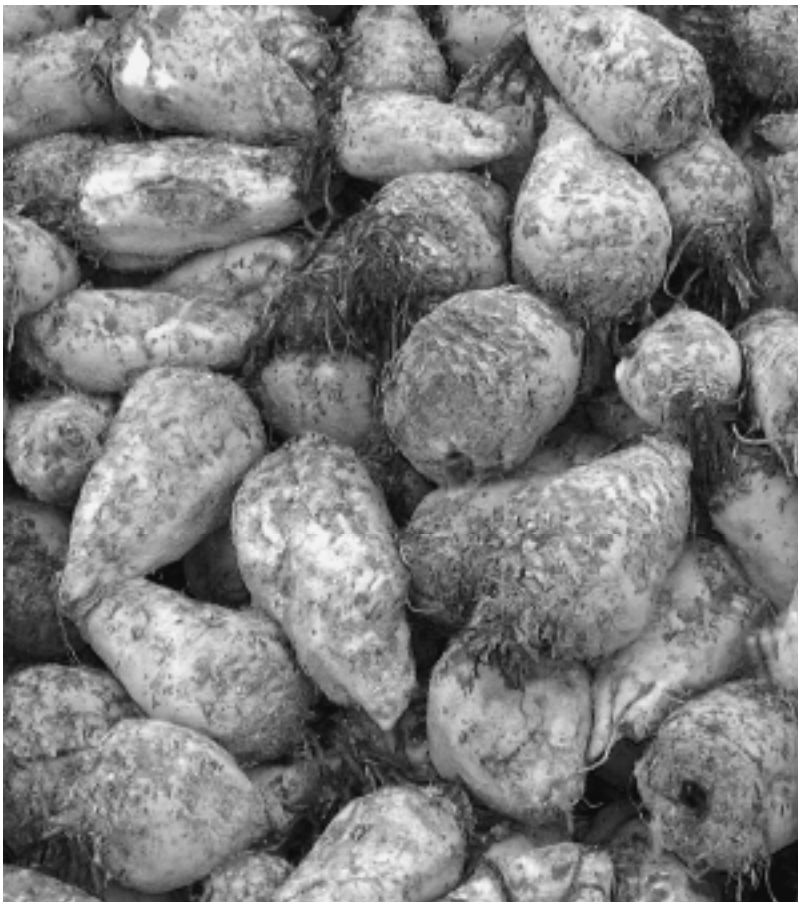
8.5.1 Composants limitatifs

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 adhérant 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
Herbe séchée	Cellulose brute, IPM	Porcelets et porcs à l'engrais 10%; pour les porcs d'élevage, aucune restriction; ne sécher que la matière fraîche jeune.
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		Alimentation crue, étuvée, étuvée-ensilée ou séchée sous la forme de flocons ou de farine
flocons		Aucune restriction
étuvées		Aucune restriction, à condition qu'il ne s'agisse ni de germes de pommes de terre ni de pommes de terre vertes (solanine)
séchées		Jusqu'à 30% dans la MS
crues	Inhibiteurs de la trypsine	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 adhérant à la pomme de terre).
pelures	Inhibiteurs de la trypsine, solanine	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	Alcaloïdes, IPM	Porcs à l'engrais et porcs d'élevage 10%
tourteau de pression	IPM	De 10 à 15%
tourteau d'extraction		15%
Lupin doux	Alcaloïdes	Porcs à l'engrais 5%; ne pas donner aux porcelets ni aux porcs d'élevage
Maïs		Particulièrement sensible à la contamination par le champignon *Fusarium* (produit des mycotoxines)
farine	IPM	Porcs à l'engrais 30% dans la MS; choisir de préférence une variété avec une teneur basse en matière grasse
grains, épis	IPM	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
plante entière	Cellulose brute, IPM	Truies portantes 1.2 à 1.5 kg MS par jour; porcs à l'engrais 0.3 kg MS par jour
Sous-produits laitiers		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
babeurre	Matière azotée	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
lait écrémé	Matière azotée	Porcs à l'engrais de 4 à 5 l par jour
perméat-concentré	Lactose	20% dans la MS; les animaux doivent disposer d'eau fraîche, le perméat étant riche en sodium
petit-lait-concentré	Lactose	Porcs à l'engrais 30% dans la MS; les animaux doivent disposer d'eau fraîche, le petit-lait étant riche en sodium
petit-lait de sérac	Lactose	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. triticale
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 adhérant 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 42a à 42e, 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 affourragés 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:

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

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:

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

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'aliment complet	g / MJ EDP	g / kg d'aliment	Ration: 0.85 kg d'aliment 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 x 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:

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

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

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 issuede 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	g/MJ EDP	g/kg d'aliment	Ration: 11.5 kg de petit-lait 1.8 kg d'aliment complémentaire	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:

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

g/MJ EDP: $\frac{33.4 \times 10.6 - 1.55 \times 54}{19.14} = 14.12$ 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

[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.

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

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 laclassede 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):

EDP truies reproductrices = 1.014 x 2.2 + 0.0066 x 56 = 2.6 MJ/kg

- Energie issue de l'ensilage d'herbe: 10.8 MJ EDP/jour (4.14 x 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:

g/MJ EDP: $\frac{39 \times 10 - 4.14 \times 65}{28.2} = 4.29$ g/kg d'aliment: 4.29 x 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 Ca = 1.3 x 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):

EDP d'élevage = 1.014 x 2.4 + 0.0066 x 40 = 2.7 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 drêches de brasserie et une valeur énergétique de l'aliment de 14 MJ EDP/kg.

Ration: 5 kg d'ensilage de drêches 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:

g/MJ EDP: $\frac{83 \times 12 - 5 \times 60}{69.5} = 10.01$ g/kg d'aliment: 10.01 x 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 drêches en kg par animal et par jour
60: teneur en matière azotée de l'ensilage de drêches 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 drêches 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 Tiergerechtheit. 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.