

---

## 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 <sup>1)</sup>	Concentration d'électrolytes si apport d'eau limité ⇕	Eau en libre service	Distribuer de l'eau en petites quantités <sup>2)</sup>
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

<sup>1)</sup> 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.

<sup>2)</sup> 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/cm<sup>1)</sup>; 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.

<sup>1)</sup> 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

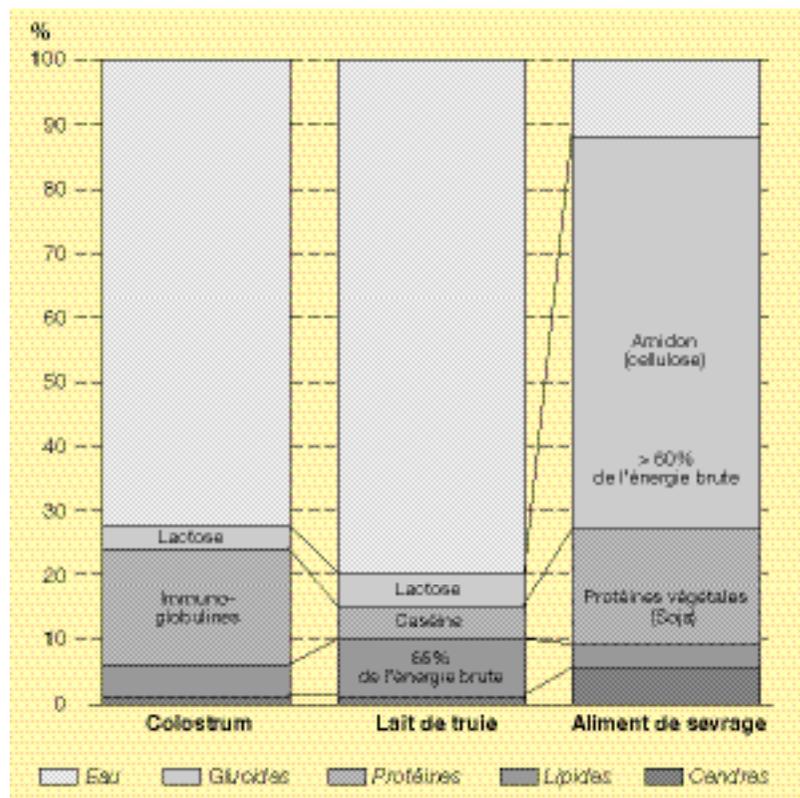
Les porcelets naissent sans couche de graisse protectrice et avec des réserves énergétiques limitées (glycogènes). Ils sont donc particulièrement sensibles au froid. Maintenir la température du corps est une question de survie. Si les porcelets nouveau-nés ne sont pas nourris avec du colostrum dans les 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<sup>ère</sup> semaine) à 330 g/jour (5<sup>e</sup> semaine) de 3.2 MJ EDP (1<sup>ère</sup> semaine) à 6.9 MJ EDP au cours de la 5<sup>e</sup> semaine (figure 13). En général, la sécrétion du lait chez la truie atteint son maximum au cours de la 3<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> 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<sup>ème</sup> 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<sup>e</sup> et la 17<sup>e</sup> 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 prégélatinisé, 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:

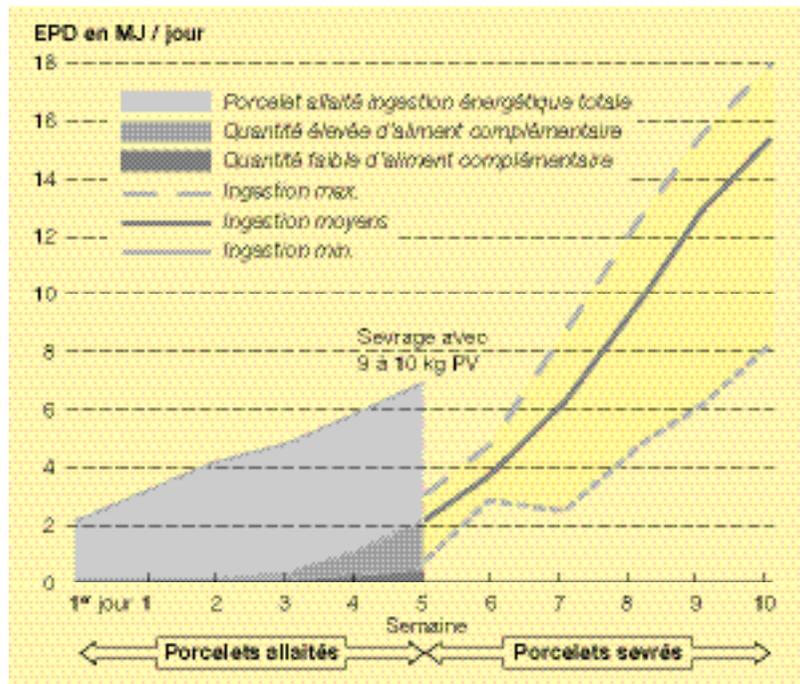
- Séparation de la truie et privation du lait
- Passage à une alimentation complexe et sèche, séparation spatiale de l'eau et des aliments
- Changement d'étable
- Séparation des porcelets d'une même portée et regroupement avec des porcelets inconnus, luttes hiérarchiques.

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<sup>ème</sup> 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 auge; 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 <sup>re</sup>	880	0.40	0.46
Farine fourragère de blé 2 <sup>e</sup>	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 4e semaine en réduisant la fréquence d'allaitement. Les porcelets détenus ainsi ingèrent, avant et après le sevrage, d'avantage d'aliment complémentaires et d'aliment 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, D<sub>3</sub>, 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):

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

<sup>1)</sup> Toutes les valeurs en g par kg matière sèche

<sup>2)</sup> 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.

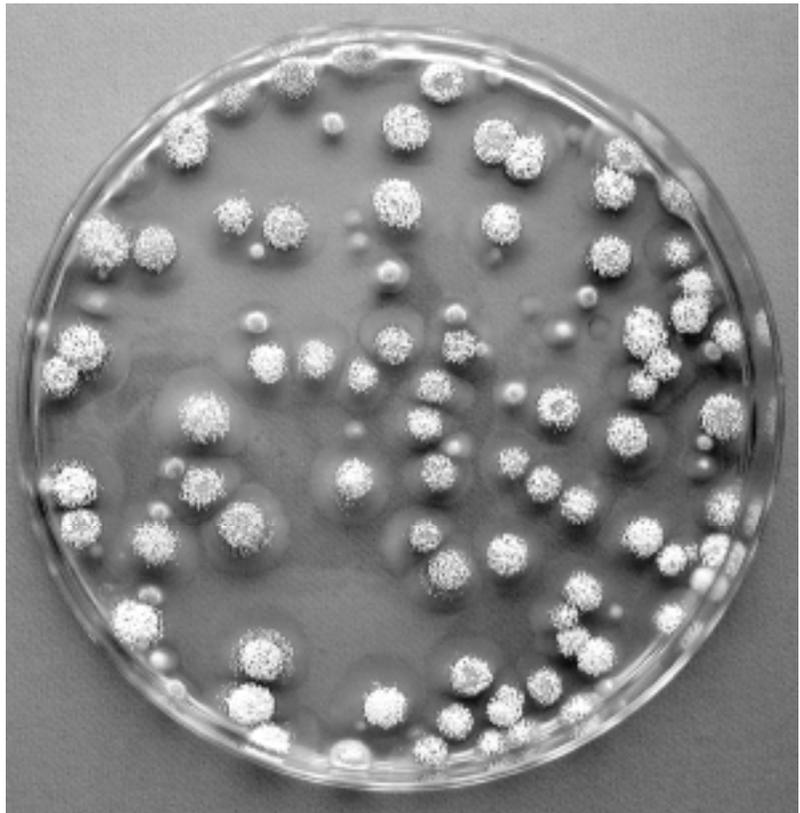
**UFC** (unité formant colonie)

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 mésophiles<sup>1)</sup>**

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.

<sup>1)</sup> 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](http://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 <sup>1)</sup> mg/kg d'aliment (88 % MS)	Effets toxiques
Déoxynivalénol (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)

<sup>1)</sup> 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](http://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. *Kraffutter.* 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.