

# Ani

## Analyses des aliments pour animaux: vérification de la composition par microscopie

Alexandra Roetschi, Geneviève Frick et Heinrich Hauswirth, Station fédérale de recherches en production animale (RAP), CH-1725 Posieux  
E-mail: alexandra.roetschi@rap.admin.ch, tél. +41 (0)26 40 77 220.

### RÉSUMÉ

**A** la suite du changement de l'Ordonnance sur le Livre des aliments pour animaux, les producteurs de tels aliments devront, dès janvier 2004, indiquer toutes les matières premières utilisées lors de la fabrication d'un aliment composé. De plus, le pourcentage exact de chaque composant devra être indiqué.

Les autorités de contrôle de la Station fédérale de recherches en production animale de Posieux (RAP) doivent veiller à l'application de cette prescription, aussi bien au niveau de l'étiquetage que de l'exactitude de la composition par rapport à la formule fournie. La vérification de la composition des aliments se fait par analyse au microscope. Les échantillons sont divisés en différentes fractions, dans chacune desquelles les fragments sont triés selon leur appartenance. Les particules d'une même matière première sont réunies et pesées, puis leur pourcentage au sein de l'échantillon est calculé.

Cette tâche nécessite une très bonne connaissance des produits et sous-produits entrant dans la fabrication d'aliments composés. Afin de réunir ces compétences, le laboratoire de microscopie des aliments pour animaux de la RAP possède de la littérature et une collection d'échantillons de matières premières.

Des images montrant les composants les plus fréquents ainsi que certaines de leurs caractéristiques sont présentées ici. Certaines substances moins connues et d'autres, qui sont indésirables, sont également illustrées.

### Introduction

Comme cela a déjà été démontré précédemment (Hauswirth 1988, Roetschi *et al.*, 2002), la microscopie est un outil très important pour l'examen des aliments pour animaux de rente car certaines questions ne peuvent être tranchées qu'avec la vérification de la composition ou de l'état de conservation de certains composants. Cette tâche n'est pas nouvelle en soi, il a souvent fallu examiner si certains composants étaient présents dans un aliment pour animaux ou bien si la qualité d'une matière première répondait aux normes. Alors que, jusqu'à présent, les matières premières pouvaient aussi être déclarées selon leurs catégories, l'Union Européenne a ordonné l'indication de toutes les matières premières et ceci avec leurs quantités respectives. Les crises liées

à la maladie de la vache folle (ESB) et aux dioxines ont démontré que des informations plus détaillées sur la composition des aliments pour les animaux étaient nécessaires. Selon la Directive 2002/2/CE de l'Union Européenne, «une information détaillée d'ordre quantitatif peut contribuer à assurer la traçabilité des matières premières potentiellement contaminées pour remonter aux lots spécifiques, ce qui est bénéfique pour la santé publique et permet d'éviter la destruction de produits ne présentant pas de risque significatif pour la santé publique. (...) La déclaration des matières premières entrant dans les aliments pour animaux constitue, dans certains cas, un élément d'information important pour les éleveurs. (...) Il est également important de faire en sorte que l'exactitude des déclara-



Fig. 1. Les trois étapes de la sédimentation (photo RAP, O. Bloch).

rations faites puisse être officiellement vérifiée à tous les stades de la circulation des aliments pour animaux (...).

En Suisse, une modification de l'Ordonnance sur le Livre des aliments pour animaux a été effectuée (RS 916.307.1, Art. 20; <http://www.admin.ch/ch/f/as/2002/4313.pdf>). Cette dernière est entrée en vigueur au 1<sup>er</sup> janvier 2003, avec un délai de transition. Ainsi, d'ici à la fin de cette année, toutes les entreprises devront se conformer à la déclaration dite «ouverte». Le contrôle des aliments pour animaux devra intensifier son activité dans cette direction et les composants devront aussi pouvoir être déterminés de manière quantitative.

#### Contrôle des aliments pour animaux par microscopie

La méthode de base a déjà été décrite en rapport avec la problématique des contaminations par des composants d'origine

animale (Roetschi *et al.*, 2002). Il s'agit donc d'un fractionnement de l'échantillon par sédimentation et tamisage, suivi d'une observation visuelle approfondie. Grâce à la sédimentation (fig. 1), les minéraux sont séparés des particules organiques et, par tamisage, plusieurs fractions sont obtenues (fig. 2a-b). Ces dernières se prêtent à une observation au stéréomicroscope, aussi appelé loupe, ou au microscope. Ensuite commence le travail demandant le plus d'expérience au spécialiste, l'estimation de la quantité de chaque composant présent dans l'aliment.

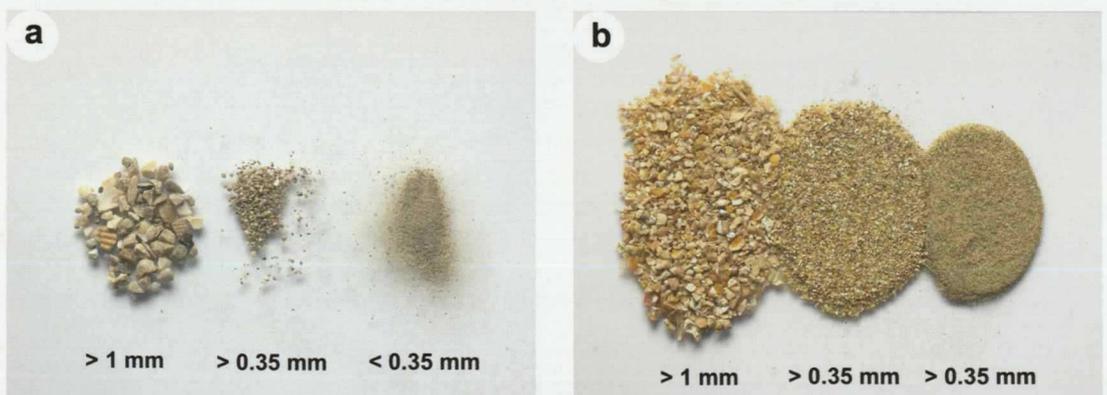
Les différentes fractions sont pesées puis, dans les deux fractions grossières (>1 mm; ≥0,35 mm), les fragments sont triés selon leur appartenance à l'aide du stéréomicroscope, qui agrandit les particules d'un facteur 10 à 50 (fig. 3). Si la fraction n'est pas analysée entièrement, un échantillon représentatif de

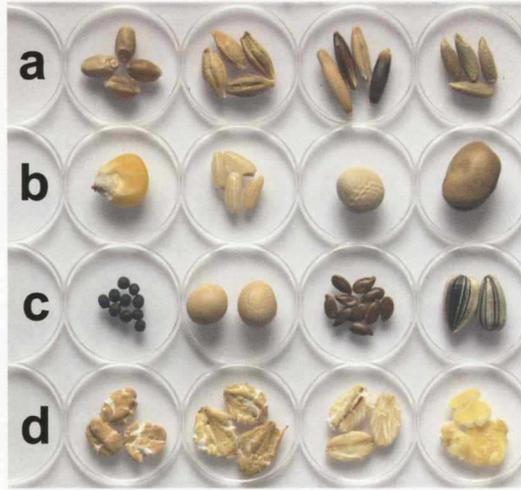
cette dernière doit l'être. Les particules appartenant au même composant doivent être réunies, pesées et le rapport avec les autres composants présents dans la fraction concernée calculé. La dernière fraction (<0,35 mm) étant trop fine pour être observée au stéréomicroscope, le spécialiste doit donc recourir au microscope, qui agrandit les particules d'un facteur 50 à 400. Dans certains cas, les particules reconnaissables sont comptées et leur rapport à la somme totale des particules présentes dans une préparation est calculé. Les résultats de telles estimations, ainsi que les données obtenues pour les fractions grossières, sont ensuite utilisés pour le calcul des pourcentages de l'échantillon complet.

#### Matières premières et aliments composés

Selon la liste établie dans l'annexe 1 de l'Ordonnance sur le Livre des aliments pour animaux (<http://www.sar.admin.ch/rap/f/fodder/annexes/index.html>), les matières premières sont classées en différentes catégories, correspondant la plupart du temps aux caractéristiques botaniques. Ces catégories donnent aussi des indications sur la contribution du composant dans un aliment composé. Ainsi les «grains de céréales, leurs produits et sous-produits» contiennent plutôt de l'amidon alors que les «graines et fruits oléagineux, leurs produits et sous-produits» apportent de la graisse ainsi que des protéines. D'autres catégories de produits contiennent aussi beaucoup de

Fig. 2. a: les trois fractions du sédiment après tamisage; b: les trois fractions du flotat (fraction organique) après tamisage (photo RAP, O. Bloch).





A gauche Fig. 3. Les différents composants de la fraction grossière (>1 mm) sont triés selon leur appartenance (photo RAP, O. Bloch).

A droite Fig. 4. Matières premières que l'on peut retrouver dans les aliments composés des animaux de rente. De gauche à droite, a: blé, orge, avoine, seigle; b: maïs, riz, pois, haricot; c: colza, soja, lin, tournesol; d: flocons de blé, d'orge, d'avoine et de maïs (photo RAP, O. Bloch).

protéines telles les graines de légumineuses, les produits laitiers et les produits de poissons. Les fourrages sont, quant à eux, riches en cellulose et les aliments minéraux simples sont une source d'éléments importants pour nos animaux.

La composition d'un aliment doit être adaptée à chaque type d'animal de manière à ce que la consommation quotidienne d'un aliment complet ou d'un aliment complémentaire puisse fournir un équilibre des éléments nutritifs importants. Un aliment pour animaux de rente peut contenir une vingtaine, voire parfois plus, de composants différents, tous connus et autorisés par les autorités, et la formule peut, chez les grands

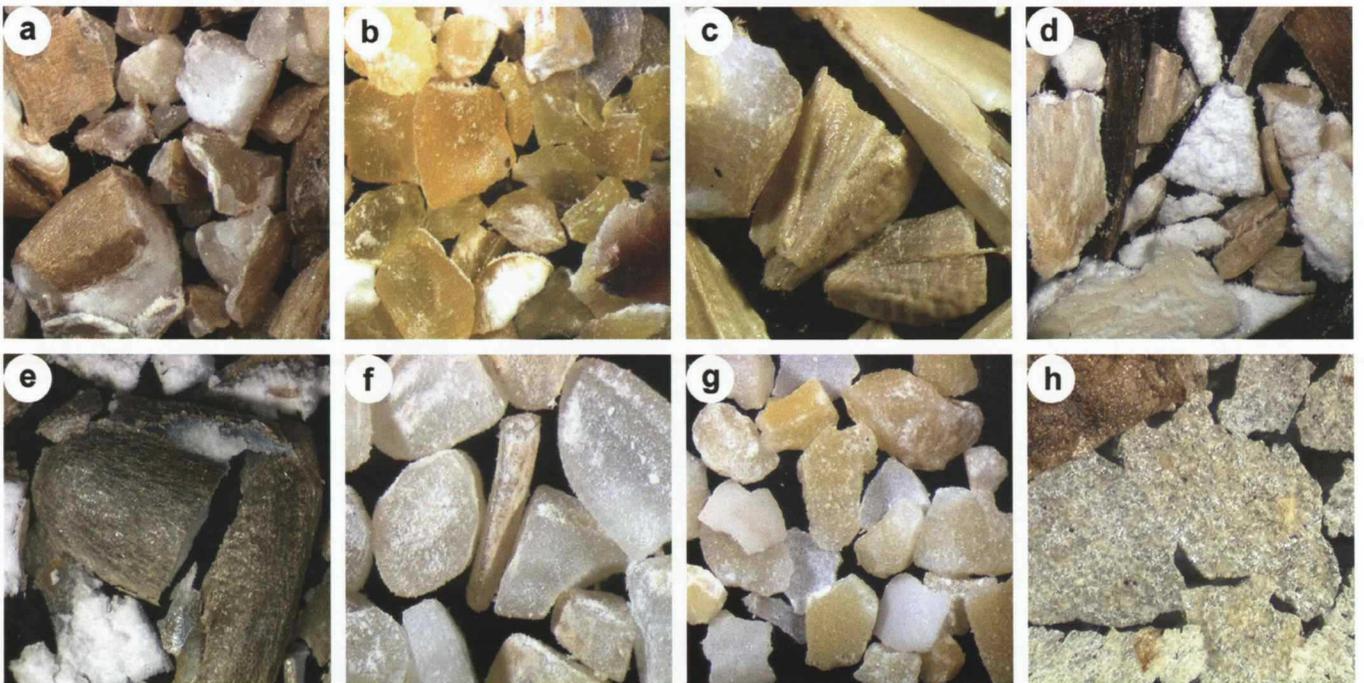
fabricants, être quotidiennement adaptée selon les données du marché.

Le laboratoire de microscopie de la RAP a, au fil des années, constitué une collection de matières premières, de produits autorisés ainsi que de ceux qui sont indésirables. Si un composant inconnu est mis en évidence lors de l'analyse d'un aliment, il sera identifié grâce à la littérature (Gassner *et al.*, 1989; Hahn et Michaelsen, 1996; Mészáros et Bihler, 1983) et aux indications du fabricant du produit. On vérifiera s'il est autorisé, puis le nouveau composant sera intégré à la collection, d'une grande valeur pédagogique pour la formation des microscopistes.

### Composants des aliments pour animaux

Les principales matières premières sont connues et constituent, en général, la majeure partie d'un aliment composé. Il s'agit de graines de plantes qui sont cultivées chez nous ou à l'étranger et qui sont adaptées à la consommation humaine ou à l'affouragement. Il y a, entre autres, le blé, l'orge, l'avoine, le maïs, le riz, les pois, les haricots, le colza, le lin et le tournesol (fig. 4). Les matières premières peuvent être travaillées sous forme de flocons (fig. 4) ou sous forme concassée (fig. 5a-g). D'autres parties de plantes comme les racines, tubercules, fruits ou tiges peuvent aussi être présents, sous diverses formes,

Fig. 5. Matières premières telles que l'on peut les observer au stéréomicroscope (agrandi 10 fois). a: blé concassé; b: maïs concassé; c: orge concassé; d: avoine concassée; e: seigle concassé; f: riz brisé; g: pois concassés; h: flocons de pomme de terre.



dans les aliments composés. Les flocons de pomme de terre (fig. 5h) peuvent être cités comme exemple.

Moins connus sont les sous-produits issus de diverses denrées alimentaires comme le gluten de maïs et les protéines de pomme de terre (sous-produits de la séparation de l'amidon; fig. 6a-b), les tourteaux d'extraction ou de pression de soja, de colza, de lin et de tournesol (sous-produits d'huilerie; fig. 6c-f), la pulpe de betterave séchée (sous-produit de la production de sucre; fig. 7a), le son de blé (sous-produit de la production de farine; fig. 7b) ou encore la farine d'herbe (fig. 7c), un produit de la déshydratation de jeunes plantes fourragères, qui, à cause de leur valeur nutritive, sont intégrés comme composants dans les aliments pour animaux.

Les pelures de cacao et la caroube (sous-produit du décortiquage des fèves ou des graines; fig. 7d-e), le marc de fruits (fig. 7f) et la pulpe d'agrumes (sous-produits de la production de jus de fruits) ainsi que les drêches de brasserie séchées (sous-produit de brasserie) se retrouvent aussi

souvent dans les formules des fabricants. Ceci illustrant l'utilisation sensée de produits les plus divers.

Utiles mais peut-être moins connues sont certaines plantes spéciales telles les plantes aromatiques ou celles pouvant développer un effet médicinal. Par exemple, les graines de *Plantago ovata* (ispaghul ou psyllium, fig. 8a), reconnaissables au microscope grâce à leurs cellules mucilagineuses, seraient susceptibles d'améliorer le transit intestinal.

Encore moins connus et aussi plus rares sont les sous-produits de l'alimentation humaine comme les sous-produits de boulangerie, de panure ou de pâtes. La diversité des composants ne se limite pas aux produits d'origine végétale; ainsi, la poudre de lait (fig. 8d), les levures (fig. 8e) ou la farine de poisson (fig. 9a) sont des sources de protéines et se retrouvent aussi dans les aliments composés. Autre exemple, les coquillages (fig. 9b), que l'on retrouve dans les aliments pour poules pondeuses et qui sont une source de calcium. D'autre part, des aliments minéraux simples (fig. 9c-d), des prémélanges, des sucres et des vita-

mines peuvent aussi figurer dans la formule des aliments pour animaux. Des produits auxiliaires sont parfois aussi nécessaires, tels le kieselgur, terre de diatomées purifiée (fig. 10c), utilisé comme agent liant ou le carboxyméthylcellulose (fig. 8f), qui fait office d'auxiliaire de pressage.

### Valeur de la méthode

La plupart du temps, les fragments végétaux peuvent être reconnus grâce à leur forme, leur couleur, leur consistance et leur construction. Si des parties de balles ou d'écorce sont encore attachées aux particules, l'identification est relativement aisée (fig. 5, 6 et 7). Cependant, les aliments sont souvent transformés en cubes pour éviter le démélangement lors des transports ou lors du stockage. Par conséquent, avant d'être analysés, les aliments préparés sous forme de cubes ou de miettes doivent être préalablement moulus ou dissous dans de l'eau chaude, ce qui rend les fragments très petits, et donc plus difficiles à reconnaître.

Des particules qui se ressemblent lors de l'observation au stéréomicroscope possèdent parfois des caractéristiques que l'on peut aisément distinguer au microscope. Par exemple, les pelures de cacao présentent des vaisseaux conducteurs avec des renforcements typiques en forme de spirales (fig. 7g). La caroube, quant à elle, présente des structures particulières dans la paroi du fruit que l'on appelle «inclusions» (fig. 7h), alors que certains fragments de marc de pomme montrent, dans une solution de iodure de potassium, de fines couches bleues ressemblant à du cellophane (fig. 7i). La fraction fine du flotat (<0,35 mm) contient de l'amidon ainsi que des composants riches en protéines. Grâce au microscope et à une solution de iodure de potassium comme milieu d'inclusion, les cellules des cotylédons de soja (fig. 8c), la poudre de lait (fig. 8d) ou encore les cellules de levures (fig. 8e) apparaissent rouges. Quant à l'ami-

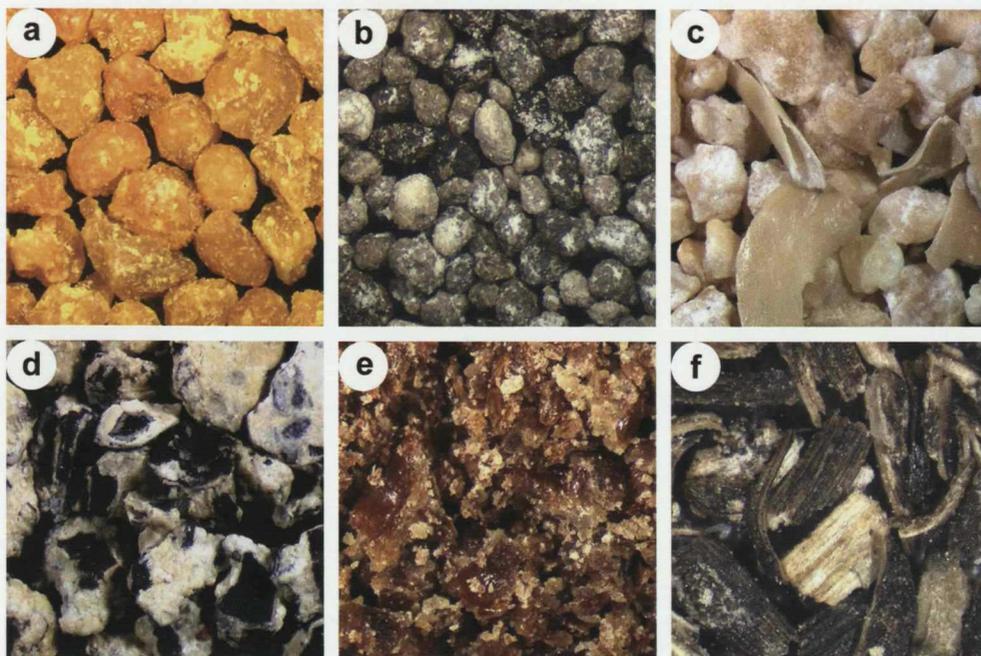


Fig. 6. Sous-produits tels que l'on peut les observer au stéréomicroscope (agrandi 10 fois). a: gluten de maïs; b: protéines de pomme de terre; tourteaux d'extraction de soja (c); de colza (d); de lin (e) et de tournesol (f).

don, il se colore en noir (fig. 8b). Dans le sédiment, les différents composants d'origine minérale (fig. 9) peuvent être relativement aisément reconnus. Lors d'incertitude ou lorsque le matériel est très fin, il est possible d'intervenir avec divers réactifs, des milieux d'inclusion ou encore avec la lumière polarisée<sup>1</sup>. Par exemple, le bicarbonate de soude, monté dans une solution de phénolglycérine, présente en lumière polarisée des cristaux compliqués avec des bâtonnets internes fort colorés (fig. 10a-b). Tous les minéraux ne sont cependant pas différenciables en lumière polarisée; les fragments de diatomées (kieselgur; fig. 10c) ne réfractent pas la lumière mais leur structure typique semblable aux rayons d'une ruche d'abeille les rend reconnaissables en lumière normale. Les fragments de coquillages réfractent la lumière polarisée plusieurs fois (fig. 10d), ce qui n'est pas le cas des fragments d'os. Ces derniers apparaissent gris-bleu, voire parfois rouge ou jaune, mais la lumière n'est jamais plusieurs fois réfractée (fig. 10e). Les sucres présents dans le flotat peuvent également être différenciés grâce à la lumière polarisée; ainsi le dextrose s'illustre par un partage flou de la lumière (fig. 10f) alors que pour le saccharose, la lumière est réfractée telle un arc-en-ciel multiple (fig. 10g). Quant au lactose, il est principalement composé de cristaux ayant une forme typique de fer à repasser. La différenciation entre espèces végétales parentes est difficile lorsque les particules présentent peu de structure. Ainsi, les différents types d'amidon peuvent à peine être déterminés à l'aide du stéréomicroscope. Par contre, au microscope avec la lumière polarisée et à l'aide de la littérature spécialisée (Seidemann, 1966), l'amidon de céréales (fig. 11a-e), de pommes de

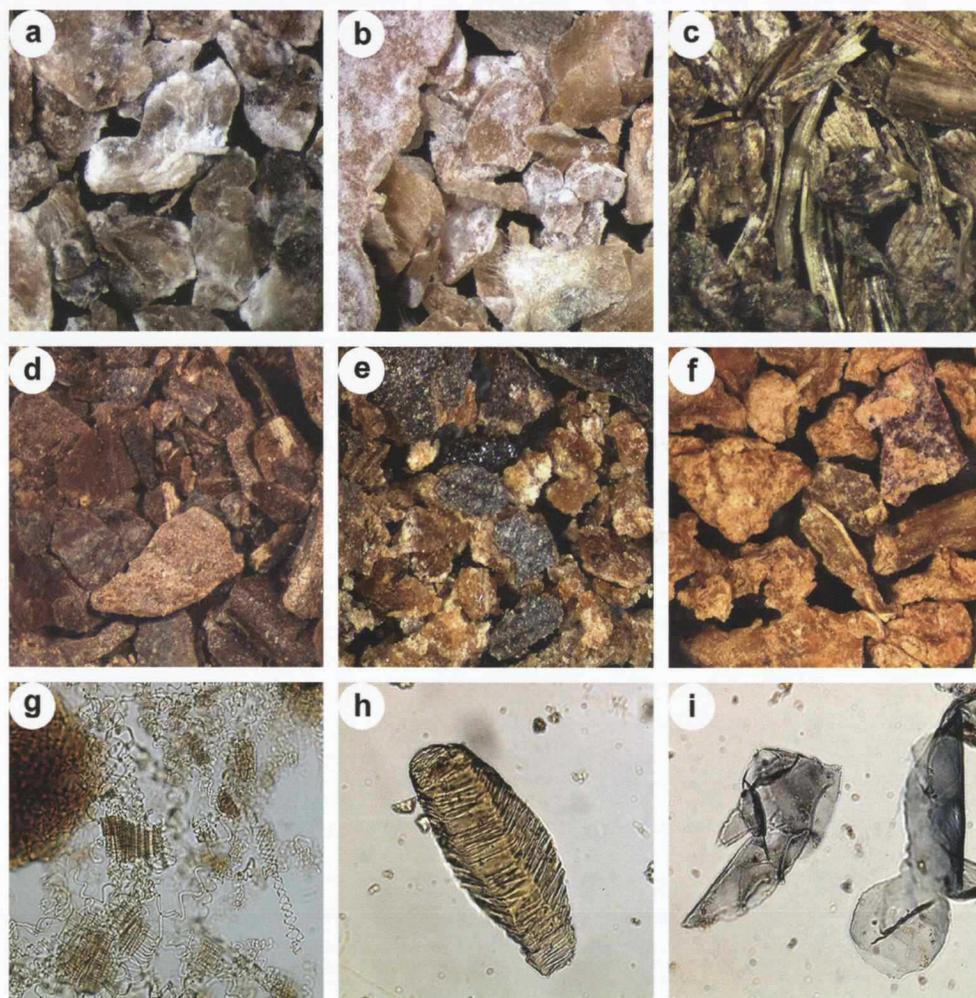


Fig. 7. Sous-produits tels que l'on peut les observer au stéréomicroscope (agrandi 10 fois). a: pulpe de betterave séchée; b: son de blé; c: farine d'herbe; d: pelures de cacao; e: fragments de caroube; f: marc de pommes. Grâce au microscope, il est possible de distinguer des composants d'apparence semblable: g: renforcements spiralés des vaisseaux conducteurs des pelures de cacao; h: structures internes de la paroi du fruit de la caroube («inclusions»); i: certains fragments de marc de pommes ressemblent à des feuilles de cellophane (g-i: agrandi 100 fois).

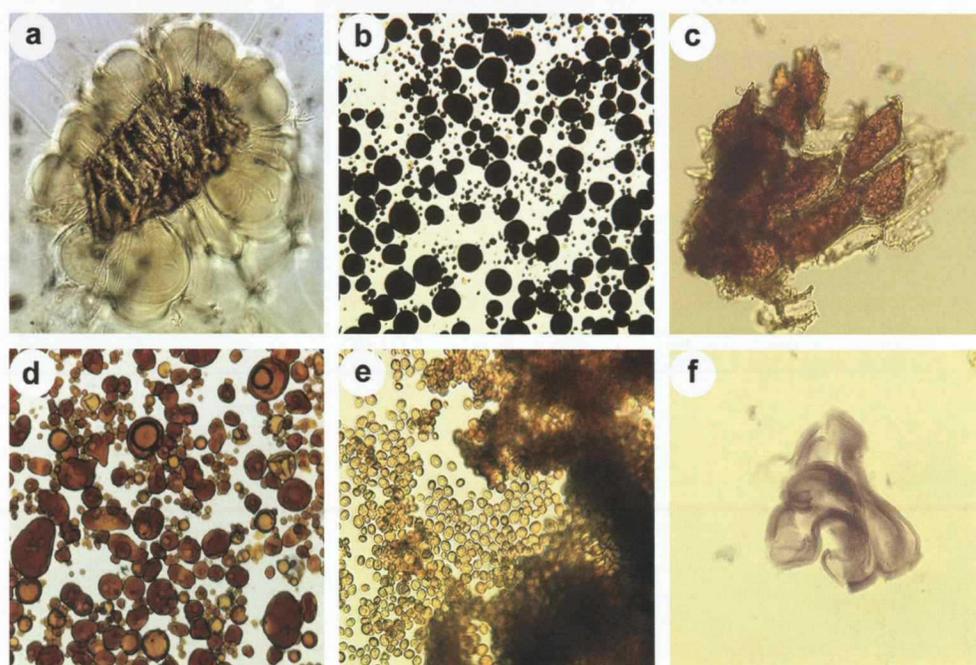


Fig. 8. La solution de iodure de potassium comme milieu d'inclusion permet de mettre en évidence certaines caractéristiques microscopiques (agrandi 100 fois). a: cellules mucilagineuses de *Plantago ovata* (ispaghul). Les grains d'amidon de céréales apparaissent noir (b); les cellules des cotylédons du soja orange (c); les particules de lait rouge (d) tandis que les cellules de levures sont légèrement orange (e). Un auxiliaire de pressage, le carboxyméthylcellulose (f), dérivé de la cellulose, est quant à lui reconnaissable à sa structure aériée violette.

<sup>1</sup> Lumière polarisée: procédé d'illumination qui permet la distinction, par microscopie, de structures qui possèdent un certain indice de réfraction.

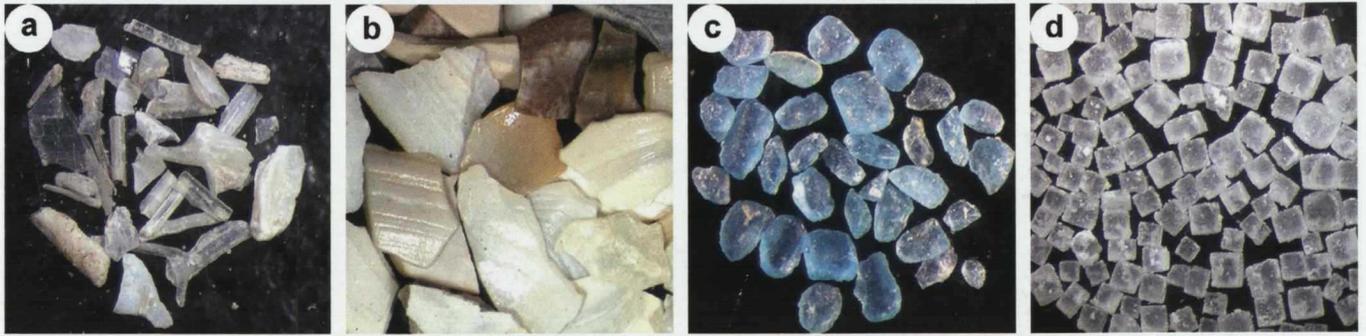


Fig. 9. Quelques minéraux tels que l'on peut les observer au stéréomicroscope (agrandi 10 fois). a: fragments d'os et d'arêtes de poissons; b: fragments de coquillages; c: cristaux de sulfate de cuivre; d: cristaux de sel de cuisine.

terre (fig. 11g-h) et de légumineuses (fig. 11f) peut être différencié. Un examen attentif des grains d'amidon peut aussi permettre une classification entre les espèces de céréales. Les grains d'amidon de blé (fig. 11b), par exemple, ne présentent pas de fente centrale alors que l'amidon du seigle présente certains grains avec une fente en forme de croix ou d'étoile (fig. 11e).

Le degré d'hydrolyse de l'amidon peut aussi être observé à l'aide du microscope. Cette question a son importance dans le cadre de l'alimentation de

certains jeunes animaux car l'amidon solubilisé par un traitement thermique est plus digeste. Si l'on veut savoir quel est le degré d'efficacité du traitement, l'amidon doit être observé au microscope (fig. 11b-d). Les grains d'amidon traités vont grossir et éclater, l'amidon se solubiliser et perdra sa double réfraction dans la lumière polarisée.

Les substances indésirables peuvent aussi être détectées lors de l'observation d'un aliment au stéréomicroscope. La présence anormale d'ergot du seigle (*Claviceps purpurea*; fig.

12a) est vite détectée; ce champignon parasite produit une toxine très dangereuse et les grains malades ne sont tolérés qu'à hauteur de 0,1% dans les grains entiers. Des plantes ou des parties de plantes dont les traces sont admises, mais avec des teneurs maximales établies, sont aussi contrôlées, comme par exemple les coques de ricin (fig. 12b), toxiques, ou les balles de riz (fig. 12c), très peu digestes. Les farines d'os (fig. 12d) et de sang (fig. 12e) ne sont, quant à elles, pas du tout tolérées dans les aliments pour animaux de rente. Les micro-

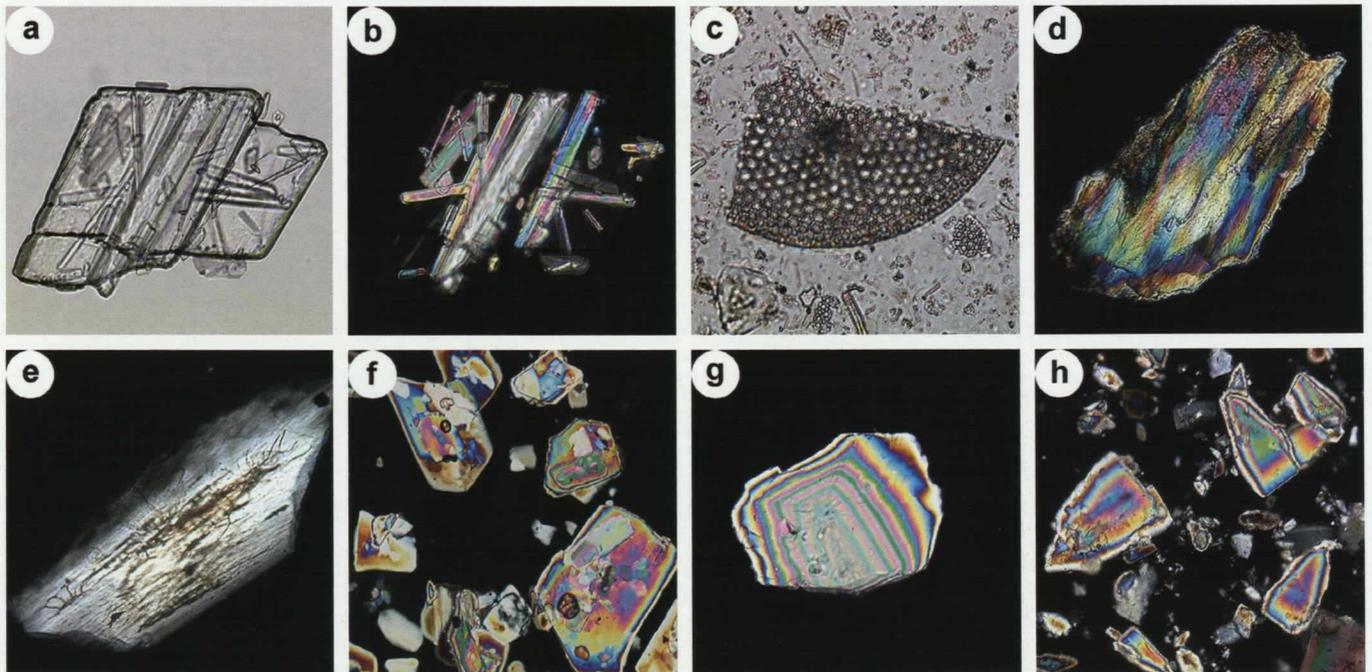


Fig. 10. Grâce au microscope et au jeu fond clair/lumière polarisée, il est possible d'identifier par exemple le bicarbonate de soude en fond clair (a) et en lumière polarisée (b). La terre de diatomées purifiée (kieselgur) ne se détecte pas en lumière polarisée, mais elle est aisément reconnaissable en fond clair par sa structure ressemblant aux rayons d'une ruche. Les fragments de coquillages (d) et d'os de poissons (e) sont aisément différenciables en lumière polarisée à cause de leur réfraction différente de la lumière. Certains sucres peuvent aussi être identifiés en lumière polarisée, tels le dextrose (f), le saccharose (g) ou le lactose (h). Toutes les images ont été agrandies 100 fois.

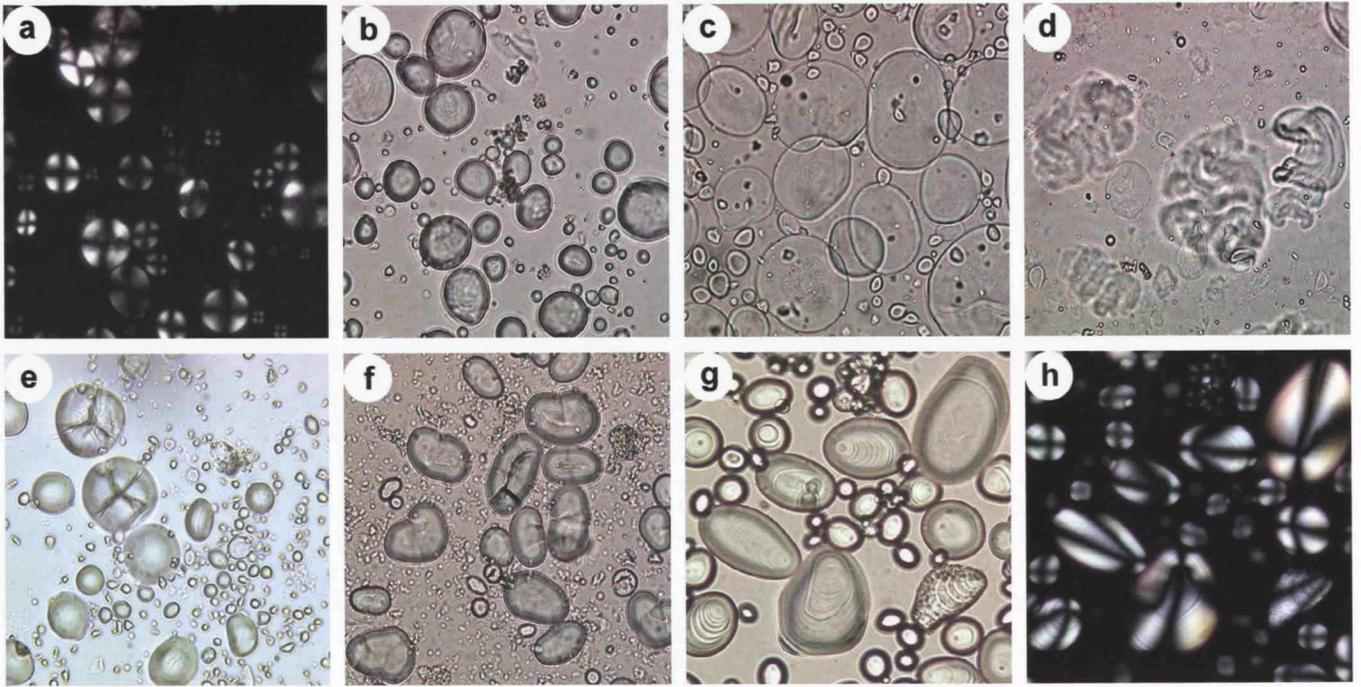


Fig. 11. L'amidon de différentes espèces végétales se différencie par microscopie en lumière polarisée. Amidon de blé en lumière polarisée (a) et en fond clair (b); amidon de seigle en fond clair (e), amidon de pois en fond clair (f); amidon de pomme de terre en fond clair (g) et en lumière polarisée (h). Le degré d'hydrolyse de l'amidon peut aussi être déterminé; c: amidon légèrement chauffé, les grains grossissent et perdent leur structure typique en lumière polarisée; d: amidon solubilisé. Toutes les images ont été agrandies 200 fois.

scopistes prêtent aussi une grande attention aux composants qui qualitativement ne seraient pas satisfaisants comme, par exemple, des particules moisies ou du fourrage attaqué par des parasites (fig. 12f).

### Perspectives

La reconnaissance exacte de chaque particule et la détermination quantitative des composants n'est pas une affaire aisée. Observer chaque fragment au microscope afin d'analyser l'amidon ou d'autres critères n'est pas toujours concluant car selon les circonstances, ces fragments ne sont plus disponibles pour être pesés. Avec de la patience et de l'exercice, de bons résultats sont pourtant atteints.

Annuellement, des analyses en chaîne sont effectuées entre laboratoires où le même aliment, de composition connue, est analysé et les résultats comparés. Les erreurs sont détectées et les points faibles améliorés. De manière interne, des comparaisons entre microscopistes sont aussi régulièrement effectuées.

Dans le futur, plus d'échantillons d'aliments pour animaux devront être examinés par microscopie, que ce soit dans le cadre du contrôle officiel ou pour des clients externes. L'avenir dira

avec quelle rapidité et exactitude cette nouvelle tâche pourra être accomplie. Il n'existe, à l'heure actuelle, pas d'autre méthode pour la détermination de la composition d'un aliment.

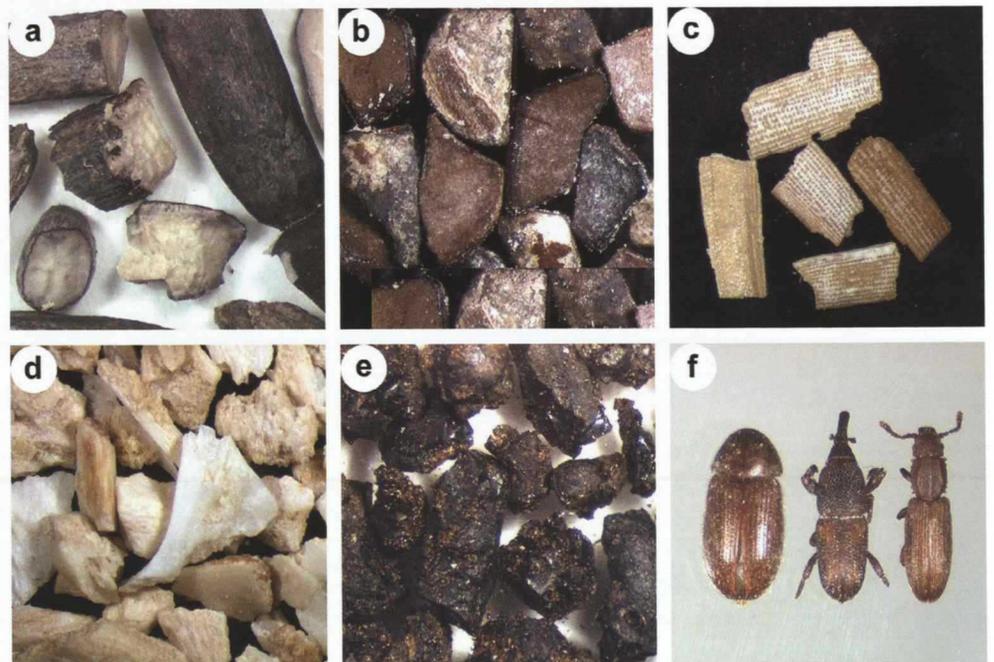


Fig. 12. Quelques éléments indésirables parfois présents dans les aliments composés, tels que l'on peut les observer au stéréomicroscope (agrandi 10 fois). a: ergot du seigle (*Claviceps purpurea*); b: coques de ricin; c: balles de riz; d: farine d'os; e: farine de sang; f: parasites des céréales (de gauche à droite: vrillette du pain, charançon, sylvain).



Cependant, des recherches sont entreprises dans le domaine de la spectroscopie par réflexion de l'infrarouge (NIRS). Avec cette technique, les échantillons doivent uniquement être préalablement moulus et, en quelques secondes, un spectre des différents composants est obtenu. Cette analyse est donc très rapide, mais la quantité de données qui doivent être récoltées en amont est énorme. De plus, les échantillons standard servant au calibrage de l'appareil doivent d'abord être analysés par microscopie et la diversité des composants représente ainsi un véritable défi pour cette technique d'analyse.

#### Bibliographie

■ Directive 2002/2/CE du parlement Européen et du Conseil du 28 janvier 2002, Journal officiel des Communautés européennes du 06.03.2002, L63/23.

■ Gassner G., Hohmann B., Deutschmann F., 1989. Mikroskopische Untersuchung pflanzlicher Lebensmittel. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 414 p.

■ Hahn H., Michaelsen I., 1996. Mikroskopische Diagnostik pflanzlicher Nahrungs-, Genuss- und Futtermittel, einschliesslich Gewürze. Springer Verlag, Berlin, 174 p.

■ Hauswirth H., 1988. Futtermittelmikroskopie bringt die Qualität von Futtermitteln ans Tageslicht. *Landwirtschaft Schweiz* 1 (7), 419-421.

■ Mészáros L., Bihler E., 1983. Atlas für die Mikroskopie von Nahrungsgrundstoffen und Futtermitteln, Verlag J. Neumann-Neudamm, Berlin, 260 p.

■ Roetschi A., Frick G., Hauswirth H., 2002. Analyse des aliments pour animaux par microscopie. *Revue suisse Agric.* 34 (6), I-VIII.

■ Seidemann J., 1966, Stärke-Atlas, Verlag P. Parey, Berlin und Hamburg, 360 p.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Futtermittel Untersuchung: Prüfung der Zusammensetzung

Ab 2004 müssen die Futtermittelhersteller alle Ausgangsprodukte in Mischfuttermitteln deklarieren. Ebenso ist über den genauen Anteil jedes Produktes Aufschluss zu geben. Die Futtermittelkontrollbehörde, d.h. die Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere (RAP), muss die Einhaltung dieser Vorschrift überwachen. Neben der Kontrolle der Etiketten müssen Futtermittelproben auf ihre Zusammensetzung geprüft werden. Für die mikroskopischen Untersuchungen werden die Bestandteile in den verschiedenen Fraktionen sortiert. Die zusammengehörenden Partikel werden gewogen und ihr Anteil an der gesamten Probe berechnet.

Diese Aufgabe verlangt sehr gute Kenntnisse aller Produkte und Nebenprodukte, die in Mischfuttermitteln vorkommen können. Um diese Fachkenntnisse zu erwerben, werden Literatur und Muster einer Sammlung studiert und verglichen. Die häufigsten Komponenten und ihre Merkmale werden fotografisch erfasst. Auch seltene Produkte werden dargestellt. Eine besondere Aufmerksamkeit wird dem Auffinden schädlicher und verbotener Substanzen beigemessen.

## SUMMARY

### Feed Inspection: Checking the composition using microscopy

Starting in January 2004 and following the changes in the regulations on animal feeds, producers of compound feeds will have to indicate all raw materials composing a mixture. The exact percentage of each component will also have to be indicated. Control authorities of the Swiss Federal Research Station for Animal Production in Posieux (RAP) have to check that these rules are followed both as regards labelling as well as the correctness of the composition compared with the declared content. Checking the composition of animal feeds is done by means of microscopy analysis of several fractions of a sample. Particles are determined and sorted, then weighed. The percentage of each product is calculated for the whole sample.

This task requires an exhaustive knowledge of products and by-products used in compound animal feeds. To acquire this skill the microscopy laboratory of the RAP possesses literature and a collection of raw materials that are used for comparative studies. We show here the most frequently used components together with some of their microscopic characteristics. Some of the rarer materials and forbidden substances are also illustrated.

**Key words:** animal feeds, microscopy, composition, raw materials, by-products, micrographs.