



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org



19923-F

Distr. LIMITEE

ID/WG.529/3(SPEC.)
16 novembre 1992

Organisation des Nations Unies pour le développement industriel

FRANCAIS
Original : ANGLAIS

Réunion préparatoire régionale sur
l'industrie des aliments pour animaux
et les industries connexes en Afrique

Bamako (Mali), 15-17 décembre 1992

L'INDUSTRIE DES ALIMENTS POUR ANIMAUX POUR LES PAYS EN DEVELOPPEMENT

Document d'information*

Etabli par

Horst Koenig
Consultant de l'ONU

* Les opinions exprimées dans le présent document sont celles de l'auteur et ne reflètent pas nécessairement celles du Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONU). La mention d'une firme ou d'une marque commerciale ne signifie pas qu'elles ont l'aval de l'ONU. Traduction d'un document n'ayant pas fait l'objet d'une mise au point rédactionnelle.

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
1. L'industrie des aliments pour animaux, important facteur de développement	4
1.1 Un instrument d'intégration de l'industrie agro-alimentaire	4
1.2 Relation entre l'industrie des aliments pour animaux et les autres agro-industries	5
1.3 Transformation des sous-produits et des déchets	6
1.4 Valeur nutritive des sous-produits agro-industriels et leur utilisation pour la production d'aliments pour animaux	7
1.5 Utilisation des aliments composés pour animaux	8
1.6 Récupération et utilisation des déchets agricoles à des fins d'alimentation animale	9
1.7 L'industrie des aliments pour animaux et l'environnement	10
2. Production à grande échelle d'aliments composés pour animaux	10
2.1 Production axée sur le marché	11
2.2 Matières premières servant à la fabrication d'aliments pour animaux	11
2.3 Formulation alimentaire (alimentation animale scientifique)	11
2.4 Stockage, production, automatisation et informatisation	12
3. Fabrication à petite échelle d'aliments composés pour animaux	13
3.1 Production axée sur le marché ou sur les matières premières	13
3.2 Matières premières et formulation des denrées alimentaires	13
3.3 Echelle de production	14
3.4 L'usine	14
4. Fabrication d'aliments pour animaux à l'échelle artisanale (villages)	15
4.1 Utilité de la fabrication artisanale d'aliments pour animaux	15
4.2 Viabilité et débouchés des aliments pour animaux de production artisanale	16

TABLE DES MATIERES (suite)

	<u>Page</u>
5. Quelques remarques particulières concernant les produits fourragers et les composants des aliments pour animaux	16
5.1 Tourteaux et farines d'extraction	16
5.2 Matières grasses	17
5.3 Demandes de balanite (Balanites aegyptiaca)	18
5.4 Tourteaux de graines d'hévéa	18
5.5 Manioc	18
5.6 Blocs à lécher de mélasse pour le bétail	19
5.7 Canne à sucre	19
5.8 Autres matières premières à lancer pour l'alimentation du bétail	20
6. Aspects à examiner	20
6.1 La rentabilité	20
6.2 Stockage, action phytosanitaire et aflatoxine	21
6.3 Le contrôle de la qualité	21
7. Nécessité d'une coopération	22
8. Observations finales	22
Appendice 1	23
Tableau 1 Composition des céréales et de leurs sous-produits	23
Tableau 2 Composition de racines et tubercules séchés à féculé	24
Tableau 3 Composition de produits animaux utilisés comme ingrédients des aliments pour animaux	25
Tableau 4 Composition d'autres matières utilisées comme ingrédients des aliments pour animaux	25
Tableau 5 Composition des résidus d'oléagineux utilisés comme ingrédients des aliments pour animaux	26
Appendice 2	27
Petite fabrique d'aliments composés pour animaux	27
Bibliographie choisie	28

1. L'industrie des aliments pour animaux, important facteur de développement

L'industrie des aliments pour animaux constitue un débouché important pour les sous-produits et déchets de l'agriculture et des agro-industries, qu'elle utilise comme matières premières pour la production de denrées alimentaires très diverses destinées aux animaux. Les aliments pour animaux sont, de leur côté, à la base de toute exploitation efficace du bétail dans les pays en développement. L'industrie des aliments pour animaux a, par conséquent, un rôle considérable à jouer dans le développement agro-industriel.

1.1 Un instrument d'intégration de l'industrie agro-alimentaire

Les animaux ont toujours joué un rôle important dans la vie de l'homme. Dans beaucoup de communautés, ce sont eux qui assurent son existence. Ils fournissent de la nourriture et des vêtements et sont à la base de son bien-être et même de sa prospérité.

Pendant des siècles, on a mené les chèvres, les bovins, les moutons, etc., dans la campagne pour qu'ils s'y nourrissent d'herbes, de plantes et de fruits. En outre, on consacrait des superficies considérables à la culture de plantes et de céréales fourragères. Dans certaines régions, ces pratiques sont encore courantes, mais pour beaucoup de raisons, les pâturages se sont raréfiés et il n'y a même pas assez de surfaces agricoles disponibles pour la production de céréales et de fruits destinés à la consommation humaine. L'importance des animaux domestiques pour la vie de l'homme reste cependant inchangée dans la plupart des pays en développement.

Dans cette situation, on a découvert que beaucoup de sous-produits de l'agro-industrie pouvaient servir d'aliments pour les animaux. Un sous-produit n'a peut-être pas par lui-même une très grande valeur alimentaire mais quand plusieurs sont convenablement mélangés, ils donnent d'excellents produits d'alimentation. Or, des formulations, des dosages et des mélanges corrects nécessitent une industrie des aliments pour animaux. Il s'ensuit que le secteur de la production de ces aliments constitue le lien avec d'autres agro-industries dont la productivité peut être améliorée du fait que leurs sous-produits reçoivent une valeur ajoutée et que les matières premières seront davantage utilisées.

La population humaine va croissant et on a besoin de plus en plus d'aliments. L'humanité ne se nourrit pas seulement de produits végétaux, elle consomme aussi beaucoup de viande, de lait et d'oeufs qui sont des produits animaux. Si le nombre des animaux domestiques diminue à cause du manque de fourrage, il en résulte aussi une diminution des ressources alimentaires de l'homme. La seule solution de ces problèmes semble être de modifier le système d'élevage en créant, dans les pays en développement, des ranches "industriels". Or, de tels changements ne sont concevables que s'il existe une production industrielle d'aliments pour animaux.

La relation entre l'industrie des aliments pour animaux et les autres agro-industries étant établie en ce qui concerne les apports de matières premières (sous-produits), il apparaît manifeste qu'une industrie des aliments pour animaux a un rôle important à jouer dans les futurs programmes de production et d'approvisionnement alimentaires des pays en développement. Cette industrie, par son rôle de stimulant du développement agro-industriel et de la production animale, mérite, par conséquent, qu'on lui accorde une attention spéciale.

1.2 Relation entre l'industrie des aliments pour animaux et les autres agro-industries

Le secteur de la production d'aliments pour animaux procure des débouchés à un certain nombre d'industries agro-alimentaires.

L'industrie de transformation des oléagineux produit de l'huile végétale et des tourteaux par pressage mécanique et de la farine par extraction aux solvants. Pour assurer la rentabilité d'une fabrique d'huile végétale, il faut nécessairement que soient vendus les tourteaux et la farine d'extraction, d'une part, et l'huile végétale comestible, d'autre part. Normalement, dans les pays en développement, il y a une demande considérable d'huile comestible, mais, en l'absence d'une industrie locale des aliments pour animaux, il n'existe pas de débouchés pour les tourteaux et la farine d'extraction bien que ces produits soient des composants de grande valeur protéique des aliments pour animaux. L'entrée sur le marché international d'exportation impliquerait une concurrence avec la farine de soja que les fabriques d'huile végétale des pays en développement peuvent très difficilement affronter, à supposer même qu'elles le puissent. En maintes occasions, malgré une forte demande d'huile végétale sur les marchés locaux et l'existence de matières premières oléagineuses, la création d'une fabrique d'huile végétale n'a pas été possible parce qu'il n'y avait pas de débouchés locaux pour les tourteaux - en l'occurrence, pas d'industrie des aliments pour animaux susceptible d'acheter et d'utiliser les tourteaux malgré leur valeur comme composants protéiques des aliments du bétail.

La meunerie qui produit de la farine et du son est une autre source très importante de matières premières des aliments pour animaux. Dans beaucoup de pays en développement, le son sert directement à alimenter les animaux mais il serait mieux de l'utiliser comme apport d'hydrates de carbone dans des aliments composés. L'existence d'une industrie des aliments pour animaux offrirait au secteur de la meunerie des débouchés sûrs pour le son tant les producteurs d'aliments du bétail que les minotiers tireraient avantage d'approvisionnements réguliers et de prix moins fluctuants.

L'industrie de la brasserie produit des quantités considérables de résidu d'orge (drêche). La drêche est un composant de valeur des aliments pour animaux mais elle reste en grande partie inutilisée. Il faudrait la faire sécher, mais c'est onéreux. Il est cependant possible de rentabiliser le séchage de la drêche et d'assurer à celle-ci des débouchés locaux comme composant de l'alimentation animale. Là encore, l'industrie des aliments pour animaux peut constituer un débouché local important pour un sous-produit agro-industriel qui offre de nettes possibilités de développement (technique de déshydratation et économie).

Un autre secteur important des agro-industries, fortement lié à l'industrie des aliments pour animaux, est celui de la transformation du manioc. Le manioc qui abonde dans la plupart des pays en développement reste largement inutilisé dans l'industrie. De nombreuses raisons font que l'utilisation du manioc pour l'alimentation humaine est limitée alors que cette plante offre des possibilités en tant que matière première source d'hydrates de carbone pour l'industrie des aliments pour animaux. Rappelons à ce propos que de très grandes quantités de cossettes ou de granulés de manioc étaient produites en Thaïlande uniquement pour être exportées vers les pays de la Communauté européenne qui s'en servaient dans le secteur de la production d'aliments pour animaux. A la demande de la Communauté européenne, les exportations ont dû être restreintes et elles ont même finalement pris fin parce que la Communauté elle-même a une production excédentaire de céréales

fourragères. Cet exemple montre que le secteur de la production d'aliments pour animaux peut fortement stimuler les activités de transformation agro-industrielles (manioc en l'occurrence), mais risque également de les délaisser, avec toutes les conséquences économiques et sociales que cela entraîne.

Voyons maintenant l'industrie de transformation du poisson. Un pourcentage élevé des prises est fréquemment gaspillé (têtes, queues, arêtes, petits poissons, etc.). Ces déchets ont une grande valeur protéique dans les aliments composés pour animaux s'ils ont été transformés de façon appropriée en farine de poisson, puis séchés. Or, qui mettrait sur pied les installations nécessaires de broyage, pressage et séchage pour produire de la farine de poisson de qualité s'il n'y a pas de débouché pour le produit final ? Le débouché serait l'industrie des aliments pour animaux et, en l'absence de cette industrie et de possibilité d'exportation, de grandes quantités de résidus de poisson resteraient inutilisées, causant des problèmes d'environnement et autres.

La même remarque vaut pour les déchets organiques d'origine industrielle provenant de l'industrie de transformation des fruits et légumes. Des masses de pelures s'accumulent sur les lieux où l'on produit du jus d'agrumes. Le coût de leur élimination est considérable et les pelures qui pourrissent causent des problèmes écologiques et sont source de pollution. Avec des techniques peu coûteuses et appropriées de séchage et l'addition de petites quantités de chaux, on pourrait transformer les pelures en aliments de haute valeur nutritive pour les bovins. Cet exemple montre une fois de plus combien l'industrie des aliments pour animaux a d'importance pour améliorer l'économie de production d'autres agro-industries et fait ressortir l'interdépendance de ces activités.

Les exemples donnés ci-dessus montrent l'importante relation qui existe entre l'industrie des aliments pour animaux et les autres agro-industries, et il conviendrait de tenir dûment compte de cette relation quand on élabore des plans en vue de la création d'usines d'aliments pour animaux.

1.3 Transformation des sous-produits et des déchets

La plupart des sous-produits et déchets des agro-industries ont une valeur certaine pour la production d'aliments pour animaux, mais ne peuvent être utilisés directement comme matière première fourragère car il faut les soumettre à des traitements intermédiaires dont le plus important est la déshydratation.

Le producteur des sous-produits et déchets ne procédera à leur transformation que si celle-ci lui apporte des bénéfices ou qu'elle n'a pas d'incidence négative sur ses calculs généraux du coût de production. C'est là un problème sérieux. Des calculs financiers défavorables ont souvent empêché les producteurs et utilisateurs de préparer des sous-produits et déchets agro-industriels de valeur pour la production d'aliments pour animaux de sorte qu'aucune fabrique de ce type n'a été mise en place bien que le pays et sa population en aient un besoin urgent.

Voyons ce problème du point de vue technique et économique. La technique de la déshydratation est la plus importante pour la préparation des matières premières servant à la production d'aliments pour animaux et c'est apparemment ici que réside le problème. Le séchage nécessite de l'énergie, laquelle est onéreuse si elle ne peut pas être tirée ou récupérée du processus principal de

production. C'est pour cette raison qu'il est urgent de mener des recherches sur les techniques et spécialement sur la production et l'utilisation d'énergie peu coûteuse. Il faudrait peut-être que les méthodes de séchage direct par le soleil soient plus efficaces et l'utilisation de l'énergie solaire pourrait mener à brève échéance à des solutions. En effet, des systèmes basés sur l'énergie solaire sont en voie de se concrétiser et on peut escompter d'importants développements dans un proche avenir. Il faut procéder au cas par cas à des travaux de recherche technologique, les patronner et les encourager pour que soient déterminées des méthodes de déshydratation techniquement et économiquement efficaces, dont l'utilisation par l'industrie facilitera grandement la production d'aliments pour animaux à partir de matières premières d'origine locale dans les pays en développement.

Quand on examine le problème du point de vue financier, il apparaît que dans beaucoup de cas un soutien des pouvoirs publics est nécessaire en ce qui concerne la fiscalité, les prêts et les intérêts dans le secteur du développement des aliments pour animaux. Le soutien des pouvoirs publics dans ce contexte peut également être envisagé dans une optique politique. Il faciliterait la mise en place et le fonctionnement d'un système de production et d'utilisation des aliments pour animaux dans l'intérêt de l'économie nationale d'un pays.

1.4 Valeur nutritive des sous-produits agro-industriels et leur utilisation pour la production d'aliments pour animaux

Les animaux qui sont nourris "naturellement" avec de l'herbe ont normalement un régime alimentaire équilibré à cause de la diversité des végétaux qu'ils mangent. L'alimentation "artificielle" des animaux au moyen de produits alimentaires fabriqués industriellement doit tenir compte de ce fait et adapter les produits aux besoins nutritionnels des animaux à nourrir. C'est sur cette notion que repose l'alimentation industrielle des animaux.

Les sous-produits des agro-industries et les déchets agricoles ont une valeur nutritive dont les critères sont bien établis. Ces produits sont riches soit en protéines, soit en hydrates de carbone, et, dans beaucoup de cas, ils sont un mélange des deux. Les fourrages grossiers sont également un élément très important de l'alimentation des animaux et surtout des ruminants. Toutes ces matières premières différentes doivent entrer de manière appropriée en combinaison pour donner un produit d'alimentation qui est différent suivant qu'il est destiné aux porcs, aux volailles, aux bovins de boucherie, aux vaches laitières, etc. Il faut essayer, sans pour autant prétendre à concevoir une alimentation vraiment scientifique, de donner aux différents animaux les denrées alimentaires dont ils ont besoin pour une vie saine, dans l'intérêt des éleveurs.

La production d'aliments composés pour animaux nécessite par conséquent une bonne connaissance de la valeur nutritive des matières premières. Le producteur de ces aliments doit connaître la composition exacte (protéines, vitamines énergétiques, etc.) des matières premières à transformer pour produire un aliment du bétail bien défini, d'une valeur et d'une qualité constantes. Il est très important que la formulation de l'aliment soit la plus appropriée et il est fortement recommandé de faire appel à des avis d'experts au stade de la planification d'une fabrique d'aliments pour animaux.

Les matières premières utilisées à des fins de production d'aliments pour animaux appartiennent, d'une manière générale, à trois groupes, à savoir :

- Les fourrages grossiers
- Les concentrés
- Les additifs.

Les fourrages grossiers sont en principe des matériaux fibreux qui peuvent être tirés de déchets agricoles qui sont généralement séchés. Ces fourrages grossiers sont essentiels pour l'alimentation des ruminants parvenus à maturité.

Les concentrés sont les fournisseurs effectifs de protéines et d'énergie. Ils peuvent constituer un aliment complet pour les animaux monogastriques ou les ruminants qui ne sont pas encore arrivés à maturité. Les matières premières qui servent à la production des concentrés peuvent être des céréales ou leurs sous-produits (son), par exemple blé, avoine, orge, maïs, sorgho, millet, riz, etc. On peut y ajouter les tourteaux et/ou la farine d'extraction provenant de divers oléagineux, les féculents et tubercules (manioc) et les sous-produits des industries utilisatrices de produits animaux et végétaux comme la farine de poisson, la farine de viande, d'os ou de sang, ainsi que les mélasses et le petit lait et la drêche des brasseries, l'herbe déshydratée, la farine de luzerne, etc.

Les additifs sont des minéraux essentiels, par exemple le chlorure de sodium, le carbonate de calcium et les oligo-éléments tels que sels métalliques, vitamines A, B, D et E, les antibiotiques et parfois des acides aminés essentiels comme la lysine et la méthionine, qui servent à corriger d'éventuelles insuffisances protéiniques. Ces additifs sont très souvent utilisés sous forme de prémélanges préparés à l'avance.

1.5 Utilisation des aliments composés pour animaux

Une constatation s'impose, à savoir que les aliments composés pour animaux sont onéreux et plus ils sont variés (alimentation scientifique des animaux), plus ils coûtent cher. Il est donc nécessaire pour les utiliser de recourir à des techniques spéciales d'alimentation permettant de rester rentable. Les rations doivent être calculées avec beaucoup de soin et le choix judicieux de leur nombre et des moments où elles sont distribuées dans une journée est important.

Il convient de se rappeler que la production des aliments composés pour animaux a d'abord vu le jour dans les pays industrialisés pour répondre aux exigences des systèmes d'élevage industriels. Les animaux (volaille, porcs, etc.) sont gardés dans des locaux spéciaux qu'ils ne quittent jamais durant leur vie et il s'agit, en les nourrissant, de les faire croître le plus rapidement possible ou d'obtenir le plus possible d'oeufs ou de lait. Ce système a incontestablement bien réussi dans le monde industrialisé. Il peut être mis en cause pour de nombreuses raisons, mais il fonctionne bien des points de vue technique et économique.

La question qui se pose maintenant est celle-ci : "Est-ce que la production et l'utilisation appropriée d'aliments composés pour animaux conviennent et sont rentables également dans les pays en développement ?" La réponse est oui : cette technique peut convenir et aussi être rentable, mais seulement en liaison avec des systèmes adéquats d'élevage et de garde des animaux, qui existent certes dans les pays en développement mais de façon

encore exceptionnelle. Dans beaucoup de pays en développement, il y a des exploitations avicoles bien organisées dont le fonctionnement efficace dépend d'un approvisionnement en aliments composés.

Quelques systèmes d'élevage d'ovins et de porcins bien conçus sont également opérationnels. Pour de tels systèmes, les aliments composés ne sont peut-être pas absolument nécessaires si d'autres aliments sont disponibles en quantité et en qualité suffisantes. Cependant, l'utilisation d'aliments composés ajouterait un complément de sécurité alimentaire et accroîtrait l'efficacité de la production.

Dans certains pays en développement, il est traditionnel que le bétail paise et couvre de grands parcours à la recherche de nouveaux pacages, s'éloignant ainsi de plus en plus des abattoirs. Finalement, en règle générale, à la fin de l'été ou à la saison des pluies, il faut le ramener à sa base, à un moment où il n'y a plus guère de fourrage vert naturel. Sur le trajet du retour, les animaux perdent du poids et leur chair est de qualité médiocre et devient difficile à commercialiser. Il va sans dire que si on leur donnait de temps en temps à manger des aliments composés, cette solution serait très avantageuse.

Il n'est pourtant pas possible dans la pratique d'utiliser les aliments composés en liaison avec les méthodes traditionnelles d'alimentation du bétail à petite ou à grande échelle. En donner à la volaille ou d'autres animaux élevés dans la nature n'est certainement pas utile et serait fort inefficace et non rentable. Pour que l'utilisation des aliments composés pour animaux soit efficace, il faut créer certaines conditions dans le secteur de l'élevage. Des systèmes de ranches industriels doivent être établis et il faut qu'ils soient bien organisés et bien régis à tous égards : logement des animaux, hygiène et santé animales, évacuation du fumier, traite, abattage, etc., et, enfin, mais ce n'est pas le moins important, alimentation rationnelle. Dans ces systèmes, l'utilisation des aliments composés pour animaux est non seulement utile mais essentielle.

La production et l'utilisation dans les pays en développement des aliments pour animaux d'origine industrielle ont une grande importance. Les formules modernes d'élevage vont gagner du terrain dans ces pays et la production et l'utilisation des aliments composés vont s'étendre progressivement.

C'est dès maintenant cependant qu'il faut commencer la production et l'utilisation de ces aliments. Il faudra trouver sans attendre des solutions au problème de l'alimentation des animaux dans les pays en développement, sans perdre de vue la production industrielle à petite ou à grande échelle d'aliments concentrés dont l'utilisation généralisée reste le but pour l'avenir.

1.6 Récupération et utilisation des déchets agricoles à des fins d'alimentation animale

Les ruminants domestiques n'ont pas à entrer en compétition avec l'homme ou les animaux monogastriques pour les éléments nutritifs. Leur appareil digestif et métabolique, unique en son genre, leur permet d'utiliser des fourrages grossiers et d'autres aliments "de peu de valeur", alors que les autres ne peuvent pas le faire.

Cette aptitude est un facteur important de leur survie et de leur valeur pour l'homme en tant que source de nourriture pour les années à venir.

Des quantités considérables de fourrage grossier (paille, etc.) sont disponibles dans le monde agricole où leur élimination risque souvent de poser un problème. Ce fourrage de qualité médiocre est un aliment remarquable pour les ruminants s'il est convenablement préparé. Il convient que la paille soit hachée ou broyée pour que l'animal en absorbe davantage de son plein gré. L'utilisation de fourrage de qualité médiocre peut être encore améliorée par un traitement chimique. Le traitement par l'hydrate de soude en améliore considérablement la digestibilité. Il convient de faire macérer la paille hachée dans une solution d'hydrate de soude et d'eau (jusqu'à 6 % de NaOH) et d'en faire des granulés. Aucun lavage ne doit avoir lieu pour que ceux-ci conservent tous les composants.

La même méthode peut s'appliquer, par exemple, aux graines de coton entières provenant de petites égreneuses et qu'il n'est pas possible d'écouler dans des conditions commerciales. De même, les résidus d'arachide restant après les récoltes ou les gousses et cosses provenant de césalpiniacées, tels les fruits du caroubier, sont des aliments utiles pour les animaux.

Autre aliment pour animaux dont on fait trop peu de cas, les rafles de maïs pour les ruminants. Ces rafles de maïs sont traitées à l'hydrate de calcium, le traitement consistant en un trempage de 24 heures dans une solution de 3 % de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ et d'eau. Les rafles de maïs traitées peuvent être mélangées avec du son de riz ou de la farine de tourteau (de graine de coton), et cet aliment conviendrait même pour les vaches laitières.

Divers autres déchets agricoles ou restant après les récoltes peuvent servir à alimenter les ruminants après avoir ou non subi un traitement alcalin, et il convient de faire des efforts pour étudier, au cas par cas, les situations existantes.

1.7 L'industrie des aliments pour animaux et l'environnement

L'industrie des aliments pour animaux ne cause pas de pollution si elle est gérée correctement. La poussière peut susciter des problèmes pendant l'opération de mouture, mais cela peut facilement être maîtrisé. Par contre, cette industrie peut contribuer de façon considérable à la propreté d'un milieu en utilisant, pour produire des aliments de qualité, des déchets agro-industriels qui pourraient causer des problèmes d'environnement. Considérons les grandes quantités de son de riz produites lorsque le riz est décortiqué dans de petites installations : ce son de riz reste souvent inutilisé et s'entasse sur les berges des rivières ou bien il est jeté dedans. Le son de riz rance peut facilement devenir dangereux pour l'environnement et servir de lieu de reproduction d'insectes. Les sous-produits de l'industrie du sucre (mélasses diluées) et les déchets de transformation de fruits (épluchures) peuvent aussi causer un problème d'environnement pendant les périodes de pointe des opérations. L'industrie des aliments pour animaux peut utiliser ces produits comme matières premières et même concourir dans la pratique à la protection de l'environnement.

2. Production à grande échelle d'aliments composés pour animaux

Lorsque l'on examine l'industrie des aliments pour animaux dans le contexte du développement, on ne saurait faire abstraction du fait que cette industrie à grande échelle est devenue une branche très importante de l'agro-industrie dans le monde industrialisé. C'est pourquoi il faut examiner certains de ses principes dans le cadre d'une comparaison avec l'émergence de ce secteur dans les pays en développement.

2.1 Production axée sur le marché

Comme toute autre branche de l'activité économique, l'industrie des aliments pour animaux des pays développés est orientée sur les besoins de son marché qui est le secteur de la production animale. Il est clair que cette conception des choses l'influe. Le marché demande des produits, et l'industrie essaie de satisfaire les demandes. C'est ainsi qu'une grande diversité de produits d'alimentation a été mise au point et fait l'objet d'une production. A partir de formulations alimentaires scientifiques, des aliments pour animaux ont été mis au point spécialement pour les jeunes animaux et pour les animaux adultes, pour les ruminants et les animaux monogastriques, pour le bétail laitier et de boucherie, pour les poules pondeuses et les volailles à rôtir, etc. Chaque produit alimentaire a une valeur nutritive optimale, dont la croissance et la productivité des animaux sont fortement tributaires. Mais quand une production axée sur le marché est en progression, elle peut difficilement ralentir ou s'arrêter, et il peut y avoir surproduction, avec toutes les conséquences que cela entraîne. Une étude plus détaillée de la question déborderait assurément le cadre du présent document.

2.2 Matières premières servant à la fabrication d'aliments pour animaux

Toutes les matières premières de base des aliments pour animaux sont des marchandises et peuvent être achetées aux cours pratiqués sur le marché mondial, qui sont plus ou moins fluctuants. Il convient de se rappeler dans ce contexte que de vastes programmes agricoles et agro-industriels ont été élaborés et mis en oeuvre uniquement en vue de la production des matières premières recherchées pour les aliments pour animaux. Un très bon exemple est celui du soja que l'on cultive pour produire non pas de l'huile végétale mais essentiellement de la farine de soja qui est un excellent produit végétal protéique, des plus indiqués pour l'alimentation des animaux parce qu'il contient une combinaison équilibrée d'acides aminés essentiels.

Comme on l'a déjà fait remarquer, l'industrie des aliments pour animaux est à même de stimuler grandement le développement agro-industriel. La meilleure preuve en est l'industrie existante des aliments pour animaux dans les pays développés.

2.3 Formulation alimentaire (alimentation animale scientifique)

Une étude détaillée de l'alimentation animale scientifique déborderait le cadre du présent document, mais cette alimentation est incontestablement à la base de toute production et utilisation efficaces des aliments pour animaux et certaines remarques s'imposent donc à ce sujet.

Les aliments du bétail se composent de trois groupes de substances, à savoir les hydrates de carbone, les protéines et les vitamines et sels minéraux. Dans les hydrates de carbone, on distingue d'une manière générale les sucres (glucose et sucrose) et les amidons. De plus, les matières fibreuses sont importantes, comme le sont les matières grasses qui sont une importante source d'énergie dans les aliments pour animaux. Leur valeur énergétique est environ deux fois plus élevée que celle de l'amidon. Les graisses sont des glycérides aux acides gras et une source d'acides gras qui sont essentiels pour le processus métabolique des animaux.

Les protéines sont essentielles pour la croissance et la reconstitution des tissus animaux et elles ont donc une importance particulière pour les jeunes animaux en cours de croissance. La qualité des protéines est déterminée par la proportion d'acides aminés essentiels qui y sont contenus.

Les vitamines sont des substances qui facilitent le fonctionnement de certains systèmes enzymatiques. Il est essentiel que l'animal absorbe des quantités suffisantes de vitamines pour le processus métabolique du corps et pour le système nerveux. Les vitamines A, D, E et K sont liposolubles et les vitamines B et C, hydrosolubles.

Les minéraux comptent pour 3 à 5 % dans le poids corporel des animaux. On les trouve dans le tissu squelettique et aussi dans les fluides corporels. Les minéraux les plus importants sont les sels des substances ci-après : calcium, phosphore, magnésium, chlore, potassium, soufre, sodium, iode et fluor.

L'alimentation scientifique des animaux domestiques devrait tendre à obtenir des rendements optimaux en lait, oeufs et viande, par l'apport de quantités appropriées (rations) d'aliments dont la formulation vise à apporter à l'animal les quantités et proportions correctes des éléments nutritifs mentionnés ci-dessus.

La formulation alimentaire suppose donc des connaissances approfondies de la digestion animale et de la digestibilité des denrées alimentaires ainsi qu'une connaissance des besoins nutritionnels des différents animaux. Cela paraît plus compliqué que cela ne l'est en fait parce que la composition des différents produits d'alimentation a été déterminée et mise à la disposition de tous les intéressés. Il existe des ouvrages sur la plupart des questions d'alimentation scientifique des animaux.

Le producteur d'aliments pour animaux a simplement à savoir quels types d'animaux sont à nourrir avec ses produits et quel est leur âge et - chose importante - il doit utiliser les matières premières appropriées pour fabriquer un produit final à teneur requise en protéines, en énergie, en vitamines et en minéraux de façon à permettre d'obtenir des rendements optimaux en lait, oeufs, viande, etc.

2.4 Stockage, production, automatisation et informatisation

Le stockage des matières premières est un facteur important dans les grandes usines et il intervient pour beaucoup dans les coûts. Le processus de production est totalement automatique et ses diverses étapes sont interdépendantes de sorte que si quelque chose ne marche plus dans la chaîne de production, il y a automatiquement arrêt des sections concernées de l'usine. L'informatisation est devenue un facteur important dans le processus de production. Des ordinateurs assurent en permanence le maintien de la composition du produit final en réajustant et régulant les apports de matières premières, surtout s'il est nécessaire de modifier les divers composants. A part cela, la technique de production n'est pas différente de celles des petites et moyennes fabriques d'aliments pour animaux qui ne sont pas automatisées et les opérations consistent en principe en broyage, mixage, mélange, formation de granulés, refroidissement et ensachage.

3. Fabrication à petite échelle d'aliments composés pour animaux

Dans les pays en développement, il conviendrait d'accorder une attention particulière à la création et à l'exploitation de petites et moyennes usines de production d'aliments composés pour animaux. Des activités menées à petite échelle répondront mieux aux réalités de l'offre de matières premières et aux exigences du marché et elles auront aussi une influence bénéfique sur le secteur de l'élevage et de la production animale.

3.1 Production axée sur le marché ou sur les matières premières

Le secteur de la production à petite échelle d'aliments pour animaux doit-il être axé sur le marché dans les pays en développement ? Il faut remarquer tout d'abord que le marché des utilisateurs d'aliments pour animaux est encore totalement différent du marché existant dans les pays industrialisés. A quelques exceptions près en effet, il n'existe pas de marché des aliments pour animaux qui puisse exiger de l'industrie la production de denrées alimentaires spécifiques. Sans aucun doute, il y a un énorme besoin d'aliments pour animaux mais il reste à mettre en place des marchés locaux actifs.

Considérant cette situation, on arrive à la conclusion que, pour le moment, ce sont les matières premières qui doivent retenir l'attention. La première question à poser est celle-ci : "Quelles sont les matières premières disponibles et quels types d'aliments pour animaux peuvent être produits au mieux à partir de ces matières premières ?" Il doit sûrement y avoir des acheteurs/utilisateurs et, étant donné la situation actuelle, il ne sera pas très difficile de les trouver si la structure des prix des aliments est adéquate.

En agissant ainsi, on fera aussi un premier pas dans la voie du développement des marchés. Une fois habitués à utiliser des aliments composés produits industriellement, ceux qui nourrissent les animaux continueront à s'en servir et un marché commencera à grandir.

Les petites fabriques d'aliments pour animaux ne peuvent approvisionner qu'un marché limité et le mieux serait par conséquent de les installer le plus près possible des animaux à nourrir. Le risque est relativement faible et peut être calculé.

3.2 Matières premières et formulation des Jénrées alimentaires

Les petites fabriques d'aliments pour animaux des pays en développement ne doivent pas forcément produire des aliments composés correspondant à des formulations scientifiques mais si elles sont capables de le faire, cela vaut mieux. Les matières premières utilisées en premier lieu peuvent être les tourteaux et le manioc. Les ressources en sous-produits de l'agro-industrie dépendront de l'emplacement de la fabrique. L'utilisation de résidus agricoles et/ou de résidus de transformation des fruits et légumes sera recommandée dans beaucoup de cas. Comme nous l'avons dit précédemment, la production d'aliments pour ruminants peut être plus facile parce que des quantités considérables de fourrages grossiers peuvent être utilisées. Dans les pays en développement, les ruminants jouent un rôle plus important que les non-ruminants, à l'exception peut-être des poulets.

La production de poulets est une tout autre histoire. L'élevage industriel des poulets, qu'il ait pour but la production d'oeufs ou de viande, est en expansion rapide dans les pays en développement. Les poulets poussent vite et leur rotation, qui déjà est rapide, peut encore être accélérée si l'on

nourrit les volailles avec des aliments concentrés. Toute exploitation avicole aura par conséquent besoin de produits alimentaires d'origine industrielle et elle peut offrir à une petite fabrique d'aliments pour animaux les débouchés et les bases économiques nécessaires.

La production de compléments alimentaires destinés aux vaches laitières est une autre possibilité intéressante et elle aurait une grande utilité. Voici quelques exemples de formulations alimentaires simples qui seraient, le cas échéant, à vérifier ou modifier selon les besoins :

- | | |
|---|---|
| a) 26 % de son de riz
64 % de tourteau de coprah
8 % de mélasse
2 % de minéraux | b) 27 % de pulpe d'agrumes
63 % de tourteau de coprah
8 % de mélasse
2 % de minéraux |
| c) 64 % de maïs ou de blé
26 % de tourteau d'arachide
8 % de mélasse
2 % de minéraux | d) 55 % de son de riz
35 % de tourteau de soja
8 % de mélasse
2 % de minéraux |
| e) 27 % de cossettes de manioc
63 % de tourteau de palmiste
8 % de mélasse
2 % de minéraux | f) 50 % de sorgho/millet
40 % de tourteau de palmiste
8 % de mélasse
2 % de minéraux |

Source : Institut des produits tropicaux, Londres (Royaume-Uni).

Il n'est cependant pas possible d'énoncer de règle quant aux matières premières à utiliser et aux meilleurs produits que peuvent en tirer de petites fabriques d'aliments pour animaux, mais il va sans dire que les conditions générales sont souvent favorables et qu'il n'y a pas beaucoup d'efforts à faire pour reconnaître une opportunité et créer les conditions requises pour une production réussie.

3.3 Echelle de production

L'échelle de production est, pour une bonne part, fonction du matériel disponible. Il faut que ce matériel convienne et qu'il permette de concevoir des petites usines dotées de dispositifs de transport et de moyens techniques grâce auxquels la continuité de la production pourra être assurée.

De ce point de vue, la "petite échelle" peut débiter avec une capacité de 1 tonne par heure ou de 2 400 tonnes par an (une équipe travaillant 8 heures par jour pendant 300 jours par an) et elle peut atteindre 10 tonnes par heure ou 24 000 tonnes par an d'aliments concentrés (une équipe travaillant 8 heures par jour pendant 300 jours). Si le régime des trois huit était appliqué (travail vingt-quatre heures sur vingt-quatre), la capacité triplerait et serait portée à 7 200 tonnes par an dans un cas et à 72 000 tonnes dans l'autre.

Une capacité de 1 tonne par heure (2 400 tonnes par an) peut être suffisante dans le cas d'un élevage de porcs ou de volaille de moyenne importance, alors que la capacité de 10 tonnes par heure supposerait déjà que l'on s'achemine vers la vente sur les marchés et une activité à grande échelle.

3.4 L'usine

Comme on l'a indiqué plus haut, le processus technique de production est relativement simple. Le schéma de circulation et de production est reproduit à la figure 1 de l'annexe au présent rapport.

Les matières premières arrivent généralement en sacs et sont transportées manuellement ou mécaniquement dans l'entrepôt où elles sont rangées dans les silos. Pour les opérations à petite échelle, en général rien n'est prévu en vue du nettoyage et du séchage des matières premières.

Les matières premières doivent être placées dans des conteneurs qui les tiennent au sec et les protègent contre les insectes nuisibles. Des contrôles permanents s'imposent. De l'entrepôt, elles passent à la section du broyage qui est surtout équipée de broyeurs à marteau pourvus de tamis. Les produits broyés sont ensuite mélangés dans des dispositifs d'entraînement à bacs. L'opération de mélange consiste à doser et à rassembler les quantités requises de matières premières. Dans les opérations à petite échelle, on fait normalement les mélanges par lots. On parachève ensuite l'opération par le passage du mélange dans des malaxeurs horizontaux ou verticaux. Le malaxage se fait également par lots dans les petites fabriques. Il faut parfois transformer les denrées alimentaires broyées, mélangées et malaxées en granulés, cette opération ayant pour effet de réduire le volume du produit alimentaire et étant nécessaire pour l'alimentation de la volaille.

Pour fabriquer les granulés, il faut chauffer, puis comprimer la farine alimentaire dans des moules et la faire refroidir. Normalement des mélasses sont ajoutées au conditionneur avant l'introduction dans le compacteur. Les granulés refroidis sont ensuite ensachés, pesés et transportés au lieu de stockage final ou de distribution.

Les petites fabriques d'aliments pour animaux ont besoin d'une chaudière à vapeur pour la fabrication des granulés. Le bâtiment doit être adapté aux conditions climatiques ambiantes. De l'eau est nécessaire pour la production de vapeur et l'approvisionnement en énergie (électricité) est essentiel. Enfin, et ce n'est pas le moins important, les activités de contrôle des matières premières et de la qualité des produits ne sauraient être évitées.

Il ressort de cette brève description qu'une petite fabrique d'aliments pour animaux dotée d'équipements et de moyens techniques "simples" représente un investissement considérable et qu'il est certainement nécessaire de calculer si les investissements seront rentables avant de décider de les faire.

4. Fabrication d'aliments pour animaux à l'échelle artisanale (villages)

La fabrication d'aliments pour animaux à l'échelle artisanale est une toute autre question. Elle n'a rien à voir avec la formulation scientifique d'aliments composés mais elle peut être utile, voire importante, pour les communautés qui vivent dans des zones écartées sans accès aux marchés des aliments pour animaux mais qui dépendent des animaux et de leurs produits. Cela étant, il convient d'essayer de voir quelles sont les possibilités de fabrication et d'utilisation non traditionnelles d'aliments pour animaux.

4.1 Utilité de la fabrication artisanale d'aliments pour animaux

Il est certain que les populations des villages n'ont en général pas besoin d'aliments pour animaux mélangés et "tout prêts". Leurs animaux broutent en effet des herbes et des plantes, mais il arrive des moments où cela n'est plus possible, surtout pendant les saisons sèches ou lorsque surviennent des conditions climatiques extrêmes, comme cela a malheureusement souvent été le cas ces dernières années. Une seule saison de grande sécheresse peut causer la famine, voire la mort des animaux dont dépend la vie des humains. Il peut par conséquent être très important de trouver un moyen

de résoudre ces problèmes, et ce moyen pourrait être la fabrication d'aliments mélangés à partir des matières premières disponibles telles que tourteaux, manioc séché ou herbes séchées, résidus de fruits, etc.

Les populations de l'hémisphère septentrional ont l'habitude de se préparer à de longs hivers avec de la neige et de la glace, et elles font beaucoup de travail pour produire de l'herbe et de la paille et des racines séchées au soleil, etc. Pour les gens de l'hémisphère austral, ces préparatifs n'étaient pas nécessaires tant la nourriture pour les hommes et les animaux ne faisait pas défaut. Or, il est temps que ces gens se préparent à des périodes "difficiles" en fabriquant des aliments du bétail mélangés et bien composés quand des matières premières sont disponibles, en prévision des périodes où les ressources fourragères deviendront rares.

Du matériel très simple de fabrication locale suffira pour produire des cossettes ou des granulés de manioc. Des méthodes de séchage des herbes et des déchets de fruits devront peut-être être adoptées. Les tourteaux d'oléagineux provenant d'unités d'extraction de l'huile - ces unités sont communes dans les villages - ne devraient pas être donnés aux animaux uniquement pour s'en débarrasser mais être utilisés plus efficacement dans des aliments composés. Cela supposerait que l'on procède au séchage, au déchiquetage, au mixage et au malaxage des tourteaux, cossettes de manioc, herbes séchées et plantes, etc., pour produire un mélange ayant la meilleure valeur nutritive possible. En principe, il ne s'agit là de rien d'autre qu'une production "industrielle" d'aliments pour animaux, mais dont l'objectif n'est pas l'obtention de produits optimaux mais d'assurer la survie quand les temps deviennent difficiles.

Les nomades auraient peut-être mieux survécu aux périodes de sécheresse extrêmement difficiles qu'ils ont connues avec leurs animaux dans la zone sahélienne s'il avait été possible de mettre en place des stations d'alimentation du bétail sur les principes mentionnés ci-dessus.

4.2 Viabilité et débouchés des aliments pour animaux de production artisanale

La production à l'échelle du village d'aliments pour animaux risque de n'être pas économiquement intéressante, mais elle sera certainement viable dans les conditions mentionnées ci-dessus. Il y aura aussi un "marché" qui pourrait bénéficier de l'appui spécial des pouvoirs publics. La fabrication artisanale d'aliments pour animaux n'est certainement pas une activité relevant du développement industriel, mais elle est surtout une activité sociale pleinement compatible avec le développement rural auquel beaucoup de pays en développement ont donné un caractère prioritaire.

5. Quelques remarques particulières concernant les produits fourragers et les composants des aliments pour animaux

Pour information et afin d'encourager des études plus détaillées, on examinera ci-après quelques aliments et composants d'aliments pour animaux.

5.1 Tourteaux et farines d'extraction

En tant qu'éléments protéiques, les tourteaux et les farines d'extraction sont des matières premières très importantes pour la production d'aliments composés pour animaux. Les tourteaux ont une teneur en protéines comprise entre 20 % et 50 % selon le type d'oléagineux traité et suivant qu'il y a ou non décorticage à l'huilerie. Le décorticage réduit également la teneur en fibres des tourteaux et des farines.

Certains des oléagineux contiennent des substances toxiques qui risquent de passer dans les tourteaux sans être altérés par le processus d'extraction de l'huile et une certaine prudence s'impose. C'est ainsi par exemple que les graines de coton contiennent du gossypol qui risque de provoquer une décoloration du jaune d'oeuf s'il y en a de grandes quantités dans la nourriture des poules pondeuses et qui risque aussi de causer d'autres problèmes de santé aux animaux monogastriques. Les graines de coton doivent donc servir en premier lieu à nourrir les ruminants et de petites quantités seulement devraient être ajoutées aux rations alimentaires des non-ruminants.

Il y a dans les graines de ricin la ricine et un allergène puissant qui passent dans les tourteaux durant l'opération d'extraction de l'huile. Les tourteaux et farines de graines de ricin non détoxiqués devraient donc être proscrits dans les formulations d'aliments pour animaux. L'ONUDI a toutefois mis au point une technique de détoxification applicable au processus d'extraction de l'huile de ricin, grâce à laquelle la farine de graines de ricin est sans danger et peut servir à l'alimentation des animaux. L'attention est appelée à ce propos sur la publication IO.7(SPEC) de l'ONUDI intitulée "The Production of Non-Toxic Castorbean Meal Free of Allergen".

Il y a aussi dans les résidus d'huilerie certaines substances préjudiciables à la nutrition que l'on mesure en déterminant le "facteur anti-trypsine". Il y en a, par exemple, dans la farine de soja mais on traite normalement ces substances par le processus de la torréfaction qui a sa place dans toutes les installations d'extraction par solvants.

5.2 Matières grasses

Les graisses servent à trois fins dans les aliments composés : apporter des acides gras essentiels, constituer une riche source d'énergie et améliorer les caractéristiques physiques et la sapidité des denrées alimentaires. Quand on introduit des matières grasses en tant qu'élément énergétique dans les aliments pour animaux, on peut arriver à une même densité nutritive et énergétique pour une quantité moindre d'aliments sans avoir à compenser la différence avec des substances fibreuses. Ceci est spécialement intéressant pour l'alimentation des volailles (poulets à rôtir). Les comparaisons chiffrées qui suivent illustrent cet effet :

	Aliment N° 1 (kg)	Aliment N° 2 (kg)
Maïs	600	490
Farine de soja	340	360
Minéraux et vitamines	50	50
Graisse (d'origine animale)	10	50
Poids total	1 000	950
Mégacalories	3 000	3 000
Protéines (kg)	230	230
Minéraux et vitamines	50	50

Source : Département de la science de l'aviculture, Université de Géorgie.

5.3. Amandes de balanite (Balanites aegyptiaca)

L'attention est appelée dans ce contexte sur un nombre de graines et fruits oléagineux très divers qui n'ont pas encore été utilisés pour la production d'huile végétale et de tourteaux. Les aires d'existence de ces graines et fruits sont limitées et leur exploitation n'a pas encore débuté.

Il y a par exemple les fruits de l'arbre balanites (Balanites aegyptiaca), ("lalobe" en arabe) qui est largement répandu de l'est à l'ouest du Sahel. La preuve est faite que les fruits de cet arbre sont une matière première excellente mais fort peu utilisée pour la production d'huile végétale et d'aliments pour animaux. Ces fruits sont spécialement intéressants pour les pays africains.

L'ONUDI a mené des recherches et des travaux de mise en valeur très poussés dans le secteur d'utilisation de Balanites aegyptiaca, notamment en ce qui concerne l'alimentation des animaux. Les publications ci-après de l'ONUDI y ont trait :

1. UNIDO/IO.494 : "The Balanites Aegyptiaca : possibilités offertes par une matière première inutilisée dans l'agro-industrie"; et
2. IO.42(SPEC) : "A Model Concept for the Utilization of Balanites Aegyptiaca Fruits for the Production of Vegetable Oil and Animal Feed".

5.4 Tourteaux de graines d'hévéa

Une autre matière première restée inutilisée jusqu'ici pour la production d'huile végétale et d'aliments pour animaux est la graine d'hévéa. Des études de l'ONUDI, des recherches en laboratoire et des résultats d'usines pilotes ainsi que d'essais d'alimentation des animaux montrent que les tourteaux de graines d'hévéa sont une source utile de protéines dans les aliments pour animaux. On peut trouver des détails à ce sujet dans les publications ci-après de l'ONUDI :

1. IO.8(SPEC) : "The Development of a Rubberseed Processing Technology for the Production of Vegetable Oil and Animal Feed"; et
2. IO.41(SPEC) : "Rubberseed Processing for the Production of Vegetable Oil and Animal Feed."

5.5 Manioc

Le manioc est une plante-racine bien connue que l'on cultive dans le monde entier dans les zones tropicales et qui est largement utilisée pour l'alimentation humaine. Cependant, les possibilités du manioc n'ont nullement été exploitées et son traitement offre encore des perspectives intéressantes.

Le manioc est un composant énergétique de valeur des mélanges alimentaires pour animaux mais il faut que le séchage ramène à 15 % ou moins sa teneur en humidité pour qu'il soit possible de le stocker et de le transporter dans des conditions satisfaisantes. Le séchage peut se faire au soleil pour le manioc en cossettes, mais aussi sous forme de granulés de manioc broyé pour lequel d'autres sources d'énergie sont utilisées dans des systèmes mécaniques de séchage.

Le séchage (chauffage) s'impose également pour l'élimination des cyanures présents dans la plupart des variétés de manioc et qui sont toxiques pour les humains et les animaux quand le manioc est insuffisamment cuit ou traité à la chaleur et conservé trop longtemps. La production de cossettes ou de granulés de manioc pour l'alimentation animale devrait se généraliser en Afrique, spécialement dans les zones rurales, et recueillir l'appui des autorités et de tous les intéressés. L'ONUDI a procédé à des études approfondies des opérations de traitement du manioc dans les pays en développement et a publié sur ce sujet les ouvrages suivants :

1. UNIDOC/IO.534 : "A Factory Concept for Integrated Cassava Processing Operations".
2. UNIDO/IO.582 : "The Raw Material Cassava Chips, Production Systems, Quality Criteria and Techno-Economic Factors".
3. IO.R.123 : "Supporting and Background Information on the Production of Cassava Chips".

5.6 Blocs à lécher de mélasse pour le bétail

On sait depuis que l'on fabrique du sucre que la mélasse a de la valeur comme aliment du bétail. Déjà, en 1935, 500 000 tonnes de mélasse étaient utilisées chaque année aux Etats-Unis pour l'alimentation des bovins, et on en utilise maintenant 2 millions de tonnes.

La mélasse est riche en hydrates de carbone (sucre); de plus, elle apporte une petite quantité de protéines et d'autres éléments nutritifs importants qui ont un intérêt tout spécial pour les ruminants. Elle contient des vitamines B et des oligo-éléments essentiels comme le cobalt, l'iode, le cuivre, le manganèse et le zinc.

Les blocs à lécher sont un produit alimentaire très utile à base de mélasse; ils sont faciles à fabriquer et le bétail en use largement. Voici une formulation suggérée :

Céréale (manioc)	46,8 %
Urée	4 %
Sel	4 %
Phosphate dicalcique	4 %
Oxyde de magnésium	2 %
Minéraux	0,2 %
Pailers (fourrage grossier)	10 %
Liants	4 %
Mélasse	25 %

100 %

5.7 Canne à sucre

La canne à sucre est particulièrement apte à capter l'énergie solaire, car elle possède un système enzymatique supplémentaire que l'on ne trouve pas dans les herbacées de zone tempérée. Cette transformation particulièrement efficace de l'énergie solaire en hydrates de carbone fait de la canne à sucre une "herbacée tropicale" spécialement importante. C'est pour cette raison que des experts (T. R. Preston) pensent que, dans les pays tropicaux, la canne à sucre devrait être cultivée comme plante fourragère et qu'elle aurait une

influence très favorable dans le secteur de la production d'aliments pour animaux de ces pays. La canne à sucre restera certainement la matière première de base du sucre dans les pays tropicaux en développement, mais il n'est pas non plus douteux qu'elle constitue aussi une matière première excellente pour la production d'aliments pour animaux.

Le bouquet foliaire de la canne à sucre peut être utilisé pour l'alimentation des animaux (bovins) et sa tige peut l'être également après avoir été débarrassée de son écorce non digestible. On fend les tiges en deux et la moelle qui contient le sucre est sortie par broyage puis les deux bandes d'écorce sont mises au rebut. La moelle grossièrement broyée est transformée en un aliment sapide, crémeux et blanc qui a la consistance d'une sciure humide; les bovins la consomment volontiers et elle est considérée comme une excellente source d'énergie pour une production intensive de viande de boeuf. Il a été signalé qu'une machine a été mise au point à cette fin au Canada par Miller et Tilby (Canadian International Development Agency Seminar on Sugar Cane as Lifestock Feed, Barbade, 1973).

5.8 Autres matières premières à lancer pour l'alimentation du bétail

Il existe beaucoup de déchets agricoles, de résidus post-récolte et de sous-produits des agro-industries dont la valeur potentielle en tant qu'aliments du bétail n'a pas encore été assez étudiée. Des études ne suffiraient cependant pas pour aboutir à leur utilisation industrielle; il sera nécessaire de faire des expériences en les donnant comme aliments à des animaux différents et en les faisant entrer dans diverses combinaisons alimentaires. Il faudra également étudier les systèmes de collecte, de transformation, de stockage et de transport et, à cet égard, les évaluations économiques auront une importance particulière. C'est aux instituts de recherche et aux universités qu'il incombera de faire ces recherches, sous contrôle et orientation centralisés pour éviter des chevauchements d'activités et arriver à des résultats pratiques.

Les matériaux et procédés importants qui devraient être étudiés et évalués seraient d'une manière générale la technique de la déshydratation et la déshydratation des herbages, de la drêche et des résidus de transformation des fruits (épluchures, etc.). D'autres matériaux dont il faudrait poursuivre l'étude en vue de leur utilisation comme composants des aliments pour animaux pourraient être le petit lait, les drupes de café, les rognures d'anarcarde, la farine de noyau et, enfin, et ce n'est pas le moins important, la production économique et l'utilisation de protéines monocellulaires.

6. Aspects à examiner

Quand il est question de la production industrielle et de l'utilisation des aliments pour animaux, il faut insister sur trois points : la nécessité de calculs de rentabilité, le problème de la lutte contre l'aflatoxine et de l'action phytosanitaire et les activités analytiques de contrôle de la qualité.

6.1 La rentabilité

Il est relativement facile de recommander la production industrielle d'un produit ou l'application d'une technique dans l'industrie en se fondant uniquement sur les résultats de travaux sérieux de recherche en laboratoire.

Les recherches doivent comporter trois étapes, à savoir : la recherche en laboratoire, les essais en usine pilote et l'évaluation économique. Si les résultats de l'évaluation économique sont négatifs, le projet est généralement

abandonné, ce qui est souvent arrivé dans l'industrie des aliments pour animaux, parce que les opérations n'étaient pas rentables. Il convient de réaffirmer à ce propos que l'industrie des aliments pour animaux est un élément très important du développement agro-industriel des pays en développement. Si la production d'un produit de valeur se révèle non rentable, il faut chercher des moyens de la rendre rentable. Cela peut notamment se faire grâce à un appui financier des pouvoirs publics, ou en simplifiant les techniques en usage pour réduire les coûts de production ou d'investissement, par la fabrication sur place ou d'autre manière.

Il faut souligner que les investissements sont subordonnés à un résultat favorable des calculs de rentabilité. Les études de faisabilité économique sont certes essentielles, mais elles doivent être menées avec beaucoup de prudence et d'esprit critique. Comme devant un tribunal, "le doute doit jouer en faveur du défendeur", lequel, à ce stade, serait l'industrie des aliments pour animaux dans les pays en développement.

6.2 Stockage, action phytosanitaire et aflatoxine

Le stockage n'est pas qu'un élément de coût parmi d'autres; il occupe une place très importante en général dans les programmes de production et d'utilisation d'aliments pour animaux parce que, réalisé dans de bonnes conditions, il permet d'éviter les parasites et les moisissures. Certaines formes de stockage bien conçues ont fait leurs preuves depuis longtemps. Que les produits soient stockés dans des sacs ou dans des silos, ils doivent être tenus au sec et hors de portée des insectes et parasites.

Il peut déjà y avoir problème avec les matières premières. Par exemple, les cossettes de manioc séchées au soleil peuvent être porteuses d'insectes ou de bactéries pathogènes qui risquent de ne pas être détectés assez tôt et qui, après peu de temps, infecteront des tonnes de matières premières. Cela explique que l'on remplace de plus en plus les méthodes de séchage au soleil du manioc ou de matières premières semblables des méthodes de séchage mécanique (énergie solaire !).

Dans ce contexte, l'aflatoxine joue un rôle. En particulier, les tourteaux stockés dans de mauvaises conditions risquent d'introduire de l'aflatoxine dans le produit servant à l'alimentation des animaux. Les effets de l'aflatoxine sur le cheptel ont été étudiés par le Laboratoire régional occidental de recherche en Californie (Etats-Unis) et ses travaux ont montré que les porcs et les bovins de boucherie pouvaient être nourris sans dommage avec des aliments contaminés par l'aflatoxine, alors que les jeunes animaux et les volailles en particulier y étaient apparemment moins résistants. Dans des conditions extrêmes, l'aflatoxine peut même réapparaître dans le lait des vaches laitières. En tout état de cause, les aliments pour animaux contaminés par l'aflatoxine sont à éviter et il convient de prendre les précautions qui s'imposent.

6.3 Le contrôle de la qualité

Il est nécessaire de déterminer la qualité et la composition des matières premières et de contrôler constamment la composition des produits et leur qualité au cours des opérations de production des aliments pour animaux. Cela vaut aussi pour les activités des petites fabriques. En l'absence de tests d'analyse chimique, des formulations alimentaires appropriées seraient impossibles. C'est une réalité qu'il faut reconnaître bien que les activités de contrôle de la qualité posent souvent un problème sérieux, surtout pour les petits producteurs d'aliments pour animaux des pays en développement. Il

s'agit d'obtenir et d'entretenir le matériel de laboratoire nécessaire, de se procurer les produits chimiques requis et de disposer de la main-d'oeuvre qualifiée indispensable.

Il est par conséquent possible que les petits producteurs d'aliments pour animaux jugent plus rentable d'obtenir que les services de contrôle de la qualité requis soient assurés par des institutions extérieures ou des spécialistes de la chimie agricole appartenant à des sociétés ou des instituts publics compétents comme il y en a dans la plupart des pays en développement. Pour les sels minéraux, les vitamines et autres additifs alimentaires, le mieux est de commander des mélanges tout faits à des sociétés commerciales compétentes qui sont d'ailleurs habituellement disposées à calculer les formulations les moins coûteuses en fonction des matières premières disponibles, qu'elles analysent également sur demande.

Les contrôles systématiques de qualité des produits ont une grande importance, surtout s'il faut créer ou maintenir une image de marque. Il peut être nécessaire de se conformer, le cas échéant, aux réglementations en vigueur et il peut être capital de s'assurer qu'une matière première ou un produit sont exempts de taux dangereux de contaminants.

A côté des essais en laboratoire, les essais pratiques d'alimentation des animaux ont une grande importance parce que ce sont ces essais qui permettent le mieux de déterminer la valeur alimentaire d'un produit dont la formulation est nouvelle.

7. Nécessité d'une coopération

Il convient que les autorités apportent leur concours bienveillant aux industriels producteurs d'aliments composés pour animaux dans les pays en développement car leur soutien peut être nécessaire tout au moins aux stades initiaux de la production.

Une coopération est en outre requise entre le producteur d'aliments pour animaux et les organisations qui fournissent des matières premières ainsi qu'avec les utilisateurs des denrées produites. Cette coopération peut porter sur les opérations de contrôle de la qualité, les opérations intermédiaires de transformation des sous-produits agro-industriels et les aspects économiques, qui concernent certainement les trois partenaires.

S'il est possible de recourir à une assistance extérieure spéciale offerte pour tous les aspects de la création et de l'exploitation de fabriques d'aliments pour animaux, il peut être fait appel à l'assistance d'organisations internationales ainsi que d'institutions de l'ONU et celles-ci la fourniront certainement pour autant que les ressources financières correspondantes soient disponibles.

8. Observations finales

L'industrie des aliments pour animaux dans les pays en développement en est actuellement à ses débuts. C'est une branche très importante des agro-industries dont pourraient dépendre, dans l'avenir prévisible, les disponibilités alimentaires et le niveau de vie général des populations. L'importance de la production industrielle d'aliments pour animaux et les changements correspondants dans les systèmes d'élevage des animaux domestiques n'ont peut-être pas encore été pleinement reconnus, mais il est temps de le faire et de passer à l'action le plus tôt possible.

Appendice 1

Tableau 1. Composition des céréales et de leurs sous-produits

Matière		Pourcentage de matière sèche	Pourcentage de protéine brute (N x 6,25)	Pourcentage d'huile (extrait à l'éther)	Pourcentage de cellulose brute	Pourcentage d'extrait non azoté	Pourcentage de matières minérales (cendre)
Nom commun	Nom latin						
Orge	Hordeum spp	85,0	9,0	1,5	4,5	67,4	2,6
Aliment à base d'orge	"	89,0	13,0	3,4	8,5	59,9	4,2
Orge, grain de brasserie, séché	"	89,7	18,3	6,4	15,2	45,9	3,9
Froment	Triticum vulgare	87,0	12,2	1,9	1,9	69,3	1,7
Aliment à base de froment provenant des minoteries	"	86,7-87,0	14,7-17,0	3,8-4,5	2,3-10,3	52,1-60,8	2,4-5,9
Maïs	Zea mays	87,0	9,9	4,4	2,2	69,2	1,3
Farine de germe de maïs	"	89,0	13,0	12,5	4,1	55,8	3,6
Flocons de maïs	"	89,0	9,8	4,3	1,5	72,5	0,9
Gluten de maïs	"	90,3	24,8	2,5	7,2	48,1	7,7
Avoine	Avena sativa	87,0	10,4	4,8	10,3	58,4	3,1
Riz brun	Orize sativa	86,6	8,3	1,8	8,8	64,7	5,0
Riz glacé	"	87,0	6,7	0,4	1,5	77,6	0,8
Issues de riz	"	90,8	12,4	13,6	11,6	39,9	13,3
Farine de riz	"	91,1	12,9	13,7	6,4	49,5	8,6
Sorgho (américain)	Sorghum spp	89,6	10,8	2,8	2,3	71,7	2,0
Sorgho (de Guinée)	"	88,0	10,4	3,4	2,0	71,0	-
Variétés américaines d'Italian millet	Seteria italica	89,1	12,1	4,1	8,6	60,7	3,6
Mil, jonc	Pennisetum americanum	88,0	11,0	5,0	2,0	69,0	-
Eleusine	Eleusine coracana	88,0	6,0	1,5	3,0	75,0	-
Teff	Eragrostis tef	89,0	8,5	2,2	2,2	73,0	-
Sarrasin	Fagopyrum esculentum	88,0	10,3	2,3	10,7	62,8	1,9
Fonio	Digitaria exilis	90,0	7,7	1,8	6,8	71,0	-
Larme de job	Coix lachrymajobi	88,0	14,0	4,0	0,7	68,0	-
Seigle	Secaria cereali	87,0	11,6	1,7	1,9	69,8	2,0

Source : Institut des produits tropicaux, Londres, Royaume-Uni.

Tableau 2. Composition de racines et tubercules amylacés séchés à féculé

Matière		Pourcentage de matière sèche	Pourcentage de protéine brute (N x 6,25)	Pourcentage d'huile (matière grasse)	Pourcentage de cellulose brute	Pourcentage d'extrait non azoté	Pourcentage de matières minérales (cendre)
Nom commun	Nom latin						
Racines de manioc séchées	Manihot esculante	94,4	2,8	0,5	5,0	84,0	2,0
Farine de manioc	" "	88,1	1,6	0,6	2,4	82,2	1,3
Farine de pomme de terre ou pommes de terre séchées	Solanum tuberosum	91,4	9,7	0,3	2,1	75,0	4,3
Farine de patate douce ou patates douces séchées	Ipomoca batatas	90,2	4,9	0,9	3,3	77,0	4,1
Igname pelé et séché	Dioscorea spp	90,0	7,1	0,7	3,1	75,7	3,4

Source : Institut des produits tropicaux, Londres, Royaume-Uni.

Tableau 3. Composition de produits animaux utilisés comme ingrédients des aliments pour animaux

Matière	Pourcentage de matière sèche	Pourcentage de protéine brute (N x 6,25)	Pourcentage d'huile (extrait à l'éther)	Pourcentage de cellulose brute	Pourcentage d'extrait non azoté	Pourcentage de matières minérales (cendre)
Farine de sang	86,0	81,0	0,8	-	1,5	2,7
Farine de viande pure	89,2	72,2	13,2	-	-	3,8
Farine de viande osseuse	90,3	50,3	15,0	-	1,0	24,0
Farine de viande osseuse (extraite par solvant)	93,7	49,9	3,7	2,4	3,3	34,4
Poudre d'os (cuite)	93,6	26,0	5,0	1,0	2,5	59,1
Poudre d'os (cuite à l'étuvée)	95,5	7,5	1,2	1,5	3,2	82,1
Farine de viande intégrale	92,0	60,0	16,0	-	-	16,0
Farine de sous-produits de volaille	93,4	55,4	13,1	1,6	4,6	18,7
Déchets d'incubation (séchés)	93,7	45,7	30,8	-	4,8	12,4
Farine de plumes	94,6	87,4	2,9	0,6	-	3,7
Poudre de lait entier	95,8	25,5	26,5	(-)	37,4	6,4
Poudre de lait écrémé	89,7	32,8	1,5	-	47,9	7,5
Poudre de petit lait	92,2	12,6	1,4	-	70,5	7,7
Farine de poisson (maigre)	87,0	61,0	3,5	-	1,5	21,0
Farine de poisson (menhaden)	93,5	62,1	8,3	0,7	4,2	18,2
Solubles de poisson (séchés)	91,2	71,3	8,5	0,6	0,8	10,0

Source : Institut des produits tropicaux, Londres (Royaume-Uni).

Tableau 4. Composition d'autres matières utilisées comme ingrédients des aliments pour animaux

Matières		Pourcentage de matière sèche	Pourcentage de protéine brute (N x 6,25)	Pourcentage d'huile (mat. grasse)	Pourcentage de cellulose brute	Pourcentage d'extrait non azoté	Pourcentage de matières minérales (cendre)
Nom commun	Nom latin						
Pulpe de betterave séchée	-	91,2	8,8	0,6	19,6	58,7	3,5
Mélasse de betterave	-	90,5	8,4	-	-	62,0	10,1
Mélasse de pulpe de betterave séchée	-	92,2	8,9	0,5	15,2	61,8	5,8
Mélasse de canne à sucre	-	73,4	3,0	-	-	61,7	8,6
Cosse de caroube	Caratania silique	89,5	4,7	2,5	8,7	70,9	2,7
Semences de caroube	"	88,5	16,7	2,6	7,6	58,4	3,2
Pépins de caroube d'Afrique	Parkia spp	90,0	26,0	10,0	3,0	47,0	-
Herbes séchées (feuillues)	-	90,0	15,0	2,6	20,9	40,7	10,8
Farine de luzerne déshydratée	Medicago sativa	92,7	21,1	3,3	17,5	39,3	11,5
Noyau de datte (d'Iraq)	Phoenix dactylifera	91,1	6,0	7,2	14,7	60,1	3,1
Levure de brasserie séchée	-	94,0	44,9	0,7	2,7	38,8	6,9
Torule de levure séchée	-	92,3	46,4	1,2	2,5	34,0	8,2
Farine de sagou	Metroxylon sago	96,0	0,7	0,2	0,2	84,5	0,4

Source : Institut des produits tropicaux, Londres (Royaume-Uni).

Tableau 5. Composition des résidus d'oléagineux utilisés comme ingrédients des aliments pour animaux

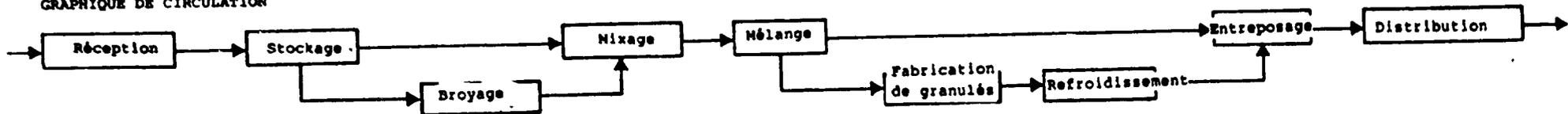
Matières		Pourcentage de matière sèche	Pourcentage de protéine brute (N x 6,25)	Pourcentage d'huile (extrait à l'éther)	Pourcentage de cellulose brute	Pourcentage d'extrait non azoté	Pourcentage de matières minérales (cendre)
Nom commun	Nom latin						
Farine de graines de ricin (détoxiquée)	<i>Ricinus communis</i>	90	29,2	1,4	37,1	15,9	6,4
Tourteau de coprah	<i>Cocos nucifera</i>	90	21,2	7,3	11,4	44,2	5,9
Tourteau de graines de coton	<i>Gossypium hirsutum</i>	90	41,1	8,0	7,8	26,4	6,7
Tourteau de graines de coton non décortiquées	"	92,4	28,0	5,2	21,4	33,2	4,6
Tourteau d'arachide (décortiquée)	<i>Arachis Hypogaea</i>	90	45,4	6,0	6,5	26,4	5,7
Tourteau d'arachide (non décortiquée)	"	90	30,3	9,1	23,0	21,9	5,7
Farine d'extrait d'arachide (décortiquée)	"	90	49,7	0,7	7,9	26,0	5,7
Tourteau de kapok	<i>Ceiba pentandra</i>	86	26,9	7,0	25,7	20,1	6,3
Tourteau de graines de lin	<i>Linum usitatissimum</i>	90	31,9	6,9	9,4	36,2	5,6
Graines de moutarde, farine d'extraction	<i>Brassica spp</i>	88	22,8	2,0	16,0	40,6	6,6
Tourteau de graines de moutarde	"	88	18,0	7,5	17,5	40,0	5,0
Tourteau de graines de guizotia	<i>Guizotia abyssinica</i>	89	32,4	5,8	18,1	23,4	9,3
Tourteau d'amande de palmier	<i>Elesis guineensis</i>	89	19,2	6,0	13,4	46,5	3,9
Amande de palmier, farine d'extraction	"	90	20,4	0,9	15,0	49,7	4,0
Graines de colza, farine d'extraction	<i>Brassica rapus</i>	89	36,8	3,1	9,3	32,5	7,3
Tourteau de colza	"	91	35,3	9,6	8,3	25,5	12,3
Tourteau de sésame	<i>Sesamum indicum</i>	91	44,7	11,9	4,5	21,0	8,9
Graine de sésame, farine d'extraction	"	94	46,4	2,4	7,7	26,7	10,8
Tourteau de karité	<i>Butyrospermum parkii</i>	90	12,1	6,5	4,8	60,7	5,9
Tourteau de soja	<i>Glycine max</i>	89	44,9	5,8	5,3	27,4	5,6
Graines de soja, farine d'extraction	"	89	44,8	1,5	5,1	32,1	5,5
Tourteau de tournesol (décortiqué)	<i>Helianthus annuus</i>	90	37,2	13,7	12,1	20,3	6,7
Tourteau de tournesol (non décortiqué)	"	90	18,5	7,2	29,1	28,0	7,2
Graines de tournesol, farine d'extraction	"	90	38,1	1,0	16,3	28,1	6,5

Source : Institut des produits tropicaux, Londres (Royaume-Uni).

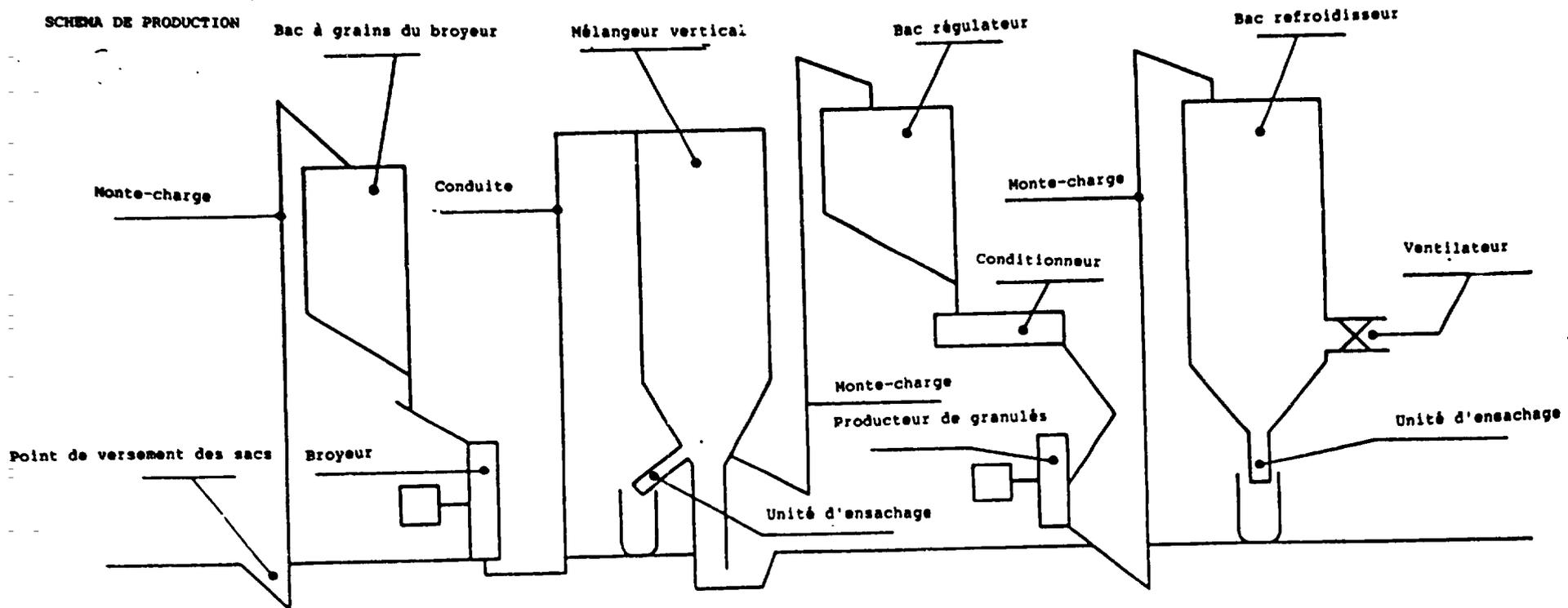
Appendice 2

Petite fabrique d'aliments composés pour animaux

GRAPHIQUE DE CIRCULATION



SCHEMA DE PRODUCTION



Bibliographie choisie

1. "Aflatoxin Effects in Life Stock", A. C. Keyl and A. N. Booth, Western Regional Research Laboratory, Albany, Californie, Etats-Unis d'Amérique, 1974.
2. "New Approaches to the Use of Molasses and Other Sugar By-Products as Animal Feed", T. R. Preston, 1974.
3. "Animal Feeds - Molasses Utilization", Bescon Division of Plenty and Sons Ltd. of the Booker Mc Connell Group, Etats-Unis d'Amérique, 1974.
4. "The Use of Fats and Oils as a Source of Energy in Mixed Feed", H. L. Fuller, Service de la science avicole, Université de Géorgie, Athènes, 1973.
5. "Feeding and Replacement Value of Calcium Hydroxide Treated Corn Cobs for Dairy cows", A. Darwish and A. G. Galal, Université d'Assiout, Assiout, Egypte, 1974.
6. "The Use of Quality Forage in Ruminant Diets", V. J. Clarke and H. Swan, Université de Nottingham, Royaume-Uni, 1975.
7. "Animal Feed of Tropical and Sub-Tropical Origin", Conférence de 1974 de l'Institut des produits tropicaux, Londres, Royaume-Uni.
8. "The Small Scale Manufacture of Compound Animal Feed", Rapport G.67, Institut des produits tropicaux, Londres, Royaume-Uni.