

REVUE

Études sur les pâturages et les aliments du bétail dans les pays tropicaux et subtropicaux

(Suite)

par M.-G. CURASSON

FRUITS, GRAINES ET LEURS SOUS-PRODUITS

(Suite)

PALMIERS

Genre *Acrocomia*

Ce genre, sud-américain, comprend notamment *A. sclerocarpa* et *A. totai*, au Brésil, Paraguay, Costa Rica, etc... Alors que le premier est menacé parce que les feuilles en sont recherchées, le second, au Paraguay du moins, existe dans des zones arides et buissonneuses où on met le bétail à pâturer afin qu'il en mange les fruits. De retour au corral, les animaux rejettent les noyaux qui, lavés par la pluie, sont recueillis et traités industriellement pour l'obtention d'une huile. Le résidu ne paraît pas avoir été expérimenté.

Genre *Arecastrum*

Dans certaines régions d'Argentine, du Brésil alors qu'on nourrit les chevaux avec les feuilles et et les pousses d'*Arecastrum romanzofianum* on donne les fruits aux porcs.

Genre *Astrocaryum*

Le tourteau des « noix » d'un palmier des Indes orientales, de ce genre, a la composition suivante, sur 87,55 % de matière sèche :

Protéine brute	10,17
Extrait éthéré	9,14
Extractif non azoté	57,40
Cellulose	19,95
Cendres	3,34

Genre *Attalea*

En Amérique du Sud, les graines d'*Attalea princeps* sont mangées.

Genre *Cocos*

Le fruit du cocotier, *Cocos nucifera*, est la noix de coco, amande dont l'albumen périphérique est riche en matière grasse. A l'intérieur, le « lait de coco » est un liquide assez riche en vitamine B₁ et en acide nicotinique, et auquel les indigènes attribuent diverses propriétés thérapeutiques.

L'albumen est traité après dessiccation, pour extraction du « beurre de coco ». Le résidu est le tourteau de « coco », de « coprah » ou de « cocotier » ou encore la farine.

La composition varie plus ou moins selon qu'il s'agit de tourteaux obtenus par pression ou par extraction, du moins en ce qui concerne la teneur en matière grasse. Voici par exemple la composition comparée de deux tourteaux par pression et d'un autre par solvants :

	Par pression	Par solvants
Matière sèche	93,2 et 93,7	91,1
Protéine	21 et 21,23	21,4
Lipides	6,7 et 10,6	2,4
Cellulose	10,7 et 11,13	13,3
Extr. non azoté	45,7 et 48,3	47,4
Cendres	5,8 et 6,2	6,6

En ce qui concerne la teneur en phosphore et calcium, pour cinq analyses, on obtient des chiffres variant entre 0,57 et 0,21 pour Ca O, et entre 1,53 et 0,60 pour P₂O₅.

Entre deux échantillons importés en France, les différences sont les suivantes :

	Par pression	Par extraction
Matière sèche.....	91	89
Protéine	20	21
Extrait étheré	8,5	3,5
Cellulose	15	10
Extr. non azoté	49	48
Ca %.....	4,2	4,4
P %	5,5	5,8

La composition en acides aminés des protéines des tourteaux de coprah (du Dahomey) est la suivante :

Acides aminés	% des protéines
Arginine	7
Cystine	1,8
Glycocolle.....	5,9
Histidine	2,7
Leucine	11,3
Lysine	4,8
Méthionine	1,8
Phénylalanine	5,2
Tryptophane.....	1,8
Valine	2,4

Il y a pauvreté relative en lysine et histidine, mais la teneur est assez élevée en glycocolle et arginine (nécessaires à la croissance des volailles) et divers autres acides aminés; aussi le tourteau de coprah peut-il être utilement adjoint à ceux d'arachide et de soja.

La teneur en méthionine est très variable, depuis des traces jusqu'à 1,9. Il semble que cette teneur diminue avec la durée de conservation, peut-être par le rancissement. Ce n'est pas sans influence sur la valeur du tourteau comme aliment protéique; le phénomène se reproduit peut-être dans d'autres tourteaux.

La teneur en vitamines est la suivante (Morrison) en mg/kg. :

Thiamine	0,6
Riboflavine	2,6
Acide nicotinique	29,2
Acide pantothénique	7,0

Un tourteau par pression renferme :

Vit. A (U.I. kg) 300;
Vit. B₁ (γ kg) 500;
Vit. B₂ (γ kg) 800.

Les coefficients de digestibilité sont assez

variables; cela tient surtout au mode de traitement; la chaleur aurait un pouvoir réducteur. Par contre, l'expérimentation a montré que, chez la vache laitière, les résultats sont sensiblement les mêmes avec les tourteaux par pression ou par extraction. Comme le tourteau de palmiste, le tourteau de coco augmenterait la production beurrière. Par contre on a pu accuser la farine de coco, donnée comme concentré à des veaux, d'amener la mort avec des lésions de « muscle blanc ».

Genre Eleis

Les fruits de palmier à huile fournissent de l'huile avec leur pulpe (huile de palme) et avec leur noyau (huile de palmiste).

C'est le résidu du traitement du noyau qui fournit le tourteau de palmiste, utilisé depuis longtemps en Europe. Le mode d'extraction primitif des indigènes laisse une bonne proportion d'huile. La graine en contient environ 45 à 50 p. 100. Le tourteau indigène en renferme souvent 10 p. 100, parfois 8 p. 100. Les tourteaux de l'industrie, l'extraction étant faite par solvants ou par pression, peuvent ne renfermer que 1 p. 100 de matière grasse.

Les noyaux renferment :

Eau	8,4
Protéine	8
Extrait étheré	48,8
Cellulose	5,8
Extr. non azoté	28,8
Cendres	1,8

Entre deux tourteaux importés les différences sont les suivantes :

	Pression	Extraction
Matière sèche.....	89	89
Protéine	17	17
Extrait étheré	8,5	3,2
Cellulose	11,5	11
Extr. non azoté	47	53
Ca %.....	2,2	2,2
P %	4,8	4,8

Deux tourteaux indigènes (Afrique occidentale) donnent les chiffres suivants :

Eau	5,1	et 11
Protéine	14	et 19,2
Extrait étheré	15,5	et 6
Cellulose.....	18,5	et 13,4
Extractif non azoté.....	43,4	et 46,5
Cendres	3,5	et 3,9
Ca O	0,30	
P ₂ O ₅	1,10	

Un tourteau industriel de même origine (Rhodésie) contient :

Eau	10,4
Protéine	19,4
Extrait étheré	2
Cellulose	16
Extractif non azoté	49
Cendres	4

Ce qui traduit la moyenne, les variations frappant souvent outre la matière grasse, les éléments non azotés.

En ce qui concerne les acides aminés, on note un assez solide équilibre. La lysine varie entre 4 et 6,5, la méthionine entre 1,5 et 3, le tryptophane entre 0,15 et 0,50. Existente aussi, la cystine entre 2 et 3, la leucine (5 à 6), la valine (4 à 5). Les traitements thermiques prolongés n'altèrent pas ces acides aminés.

Un tourteau par pression renferme, en vitamines : Vit. A (mg/kg) 500; Vit B₁ (γ kg 2,900); Vit B₂ (γ kg) 1,700.

La teneur en vitamines B₁-B₂, P.P., acide pantothénique, est inférieure à celle des tourteaux d'arachide et de coton, mais suffisante (en mg/kg, le chiffre est 44 pour la vitamine P.P.). Ces vitamines sont peu affectées par le chauffage.

L'emploi du tourteau de palmiste offre quelques inconvénients mineurs; la lipase qu'il contient libère à la chaleur et à l'humidité des acides gras malodorants. Il faut le donner sec, sinon il dégage une odeur désagréable.

L'emploi va surtout aux ruminants, particulièrement aux vaches laitières; il augmente la production beurrière : la distribution de 2 à 3 kg augmenterait de 0,7 p. 100 la teneur en matière grasse du lait, ce qui serait dû aux graisses résiduelles qu'il renferme.

Le porc ne l'accepte en général qu'en petite quantité; le coefficient de digestibilité paraît assez faible.

D'autre part, si on intègre le tourteau de palmiste dans une proportion de plus de 50 p. 100 en remplacement d'autres protéines chez de jeunes poulets, on provoque une diminution de la croissance, et de la mortalité. Il semble que ses protéines n'ont effet utile qu'alliées à d'autres protéines, et qu'il ne faut pas dépasser 10 p. 100 des protéines totales.

Genre *Hyphoena*

Le doum, *H. thebaica* a des « noix » dont l'enveloppe dure est mangée par les ânes; la graine, rôtie et concassée au mortier, est parfois donnée aux moutons; des accidents d'ordre indéterminé ont été observés à El Oualadji après deux semaines d'absorption de fragments grossiers de cette graine.

Par ailleurs l'industrie qui utilise la noix, ivoire végétal, laisse comme sous-produits les éclats, la sciure, qu'on réserve aux bovins et aux chevaux. La teneur en cellulose et éléments non azotés est forte, la teneur en graisse de 10 %. Le coefficient de digestibilité est grand, particulièrement chez le mouton.

Genre *Metroxylon*

C'est par erreur que des ouvrages de vulgarisation donnent le « sagou » comme tiré des fruits du palmier « *Metroxylon saga* ».

En réalité, le produit provient de la moelle extraite après que le palmier a été abattu, débité en morceaux qui sont fendus longitudinalement. D'ailleurs — c'est à ce titre que nous en donnons la composition — le sagou est très différent d'un tourteau.

Matière sèche	850
Protéine brute	6
Extrait étheré	6
Cellulose	5
Extractif non azoté	828
Cendres	5
Protéine digestible	4
Unité fourragère	1,22

Le taux élevé de la valeur fourragère tient à la richesse en amidon et au faible taux de cellulose, qui confère une grande digestibilité, mais la teneur en protéine, très faible, oblige à adjoindre tourteaux ou produits animaux. Faible également est la teneur en Ca et P, et aussi en vitamines; les vitamines A et C sont absentes.

Genre *Orbignya*

Le fruit d'un palmier sud-américain, *Orbignya cohune*, après extraction de l'huile contient :

Eau	10
Protéine brute	19,8
Graisse	7,2
Extr. non azoté	36,7
Cellulose	21,8
Cendres	4,3
Ca	0,14
P	0,86

On peut l'utiliser dans une ration pour porcs dans la proportion de 30 %.

Genre *Phœnix*

De tout temps, en Arabie et dans les pays d'Afrique et d'Asie où est cultivé le dattier (*Phœnix dactylifera*), on distribue les fruits au chameau sous diverses formes. Parfois, on donne les régimes verts, avant maturité, cueillis pour éviter une surcharge de

l'arbre ou parce qu'ils sont de mauvaise venue. On fait aussi dessécher ces dattes vertes avant de les distribuer.

Les dattes mûres sont données fraîches ou desséchées quand elles sont de mauvaise qualité; avec les déchets, on forme des gâteaux qui sont distribués.

Les noyaux eux-mêmes sont donnés, le plus souvent après macération plus ou moins prolongée.

Les dattes constituent aussi, dans certaines régions de l'Inde, particulièrement du Punjab, une nourriture bon marché pour les chèvres.

La proportion de pulpe par rapport au noyau est de 85 %. Cette pulpe a la composition suivante :

Humidité	16
Graisse	3
Protéine	2
Sucres	75
Cellulose	3
Cendres	1

Le noyau a la composition suivante (matière sèche) comparée à celle d'une céréale (avoine).

	Noyaux de dattes	Avoine
Cendres totales	1,92	4,79
Protéines totales	7,01	10,07
Extrait étheré	6,54	6,55
Cellulose totale	13,16	12,71
Extr. non azoté	71,37	65,88
Ca O	0,11	0,16
P ₂ O ₅	0,40	0,93

La datte est surtout un aliment glucidique. Sa composition par rapport à divers aliments nord-africains est la suivante :

	Matières azotées	Matières grasses	H. de C.	Cellulose	Eau
Datte	2	1	70 à 75	»	»
Caroube	4	0,7	65,5	3,7	»
Maïs	7	3	70	»	14
Orge	9	2	67	»	14

La valeur nutritive est donc légèrement inférieure à celle des graines et sensiblement égale à celle des caroubes.

Parmi les autres éléments, il y a 65 mg (pour 100 g) de calcium et 3 mg de fer. Le rapport phosphocalcique est de 1,08. La vitamine la mieux représentée est la vitamine C.

Genre *Phytelepas*

La « noix de corozo » *Phytelepas macrocarpa* donne un tourteau qui contient :

Eau	11,39
Protéine	0,63
Graisses	0,92
Cellulose	6,89
Extr. non azoté	75,09
Cendres	1,08

Les résidus industriels du traitement du corozo ont eux aussi une forte teneur en éléments non azotés; ils sont riches en cellulose, pauvres en graisse (1,5 %) avec un coefficient de digestibilité assez faible (chez le mouton). Ils peuvent être utilement employés chez les bovins.

Genre *Syagrus*

Des palmiers de ce genre, *Syagrus oleracea* et *S. pycrophylla*, au Brésil ont des fruits mangés par le bétail.

PANDANACÉES

Genre *Freycinetia*

Une liane des forêts de Nouvelle-Zélande, *F. banksii*, a des fruits (drupes) réunis en grappes succulentes que mange le bétail.

PASSIFLORACÉES

Genre *Carica*

Le fruit du papayer, *Carica papaya*, est parfois donné aux animaux, surtout aux porcs; il s'agit de fruits verts, tombés ou en voie d'altération. Les différences entre le fruit vert et le fruit mûr sont les suivantes :

	Eau	Protéine	Graisse	Cellulose	H. de C
Fruit vert.....	90,7	0,8	0,1	1,0	8,2
Fruit mûr.....	89	2,3	0,1	0,3	6,3

PEDALIACÉES

Genre *Sesamum*

Sesamum indicum est une plante annuelle à évolution rapide, qui, importée de l'Inde, est cultivée en bien des régions tropicales, bien que la culture soit assez délicate dans ces régions. Les graines que renferment les capsules servent à l'obtention d'une huile alimentaire, et le résidu constitue un excellent tourteau.

La graine renferme plus de 50 p. 100 de matière grasse (51 p. 100 pour des graines du Congo belge, 51,1 et 52,6 p. 100 pour des graines du Tanganyika), la teneur en protéine variant entre 18 et 24 p. 100. Pour deux échantillons (Congo belge et Tanganyika) le taux d'extractif non azoté est respectivement de 5,56 et 14,9, la proportion de Ca de 1,2 et 1,4; celle de phosphore, de 1,39 et 1,60.

Le tourteau indigène renferme encore une forte

proportion de matière grasse. Ainsi, deux échantillons du Tanganyika donnent :

Protéine	37,95 et 43,15
Extrait éthéré	15,06 et 11,63
Cellulose	9,11 et 6,48
Extr. non azoté	25,08 et 27,10
Cendres	12,80 et 11,63
Ca O	3,65 et 1,54
P ₂ O ₅	2,88 et 1,51

Il ne paraît pas y avoir de différence notable entre les graines de variétés diverses (on sait que la couleur va du blanc au noir). En effet, voici l'analyse de deux échantillons (Soudan égyptien) de farine de tourteau provenant de graines blanches et de graines rouges.

	Blanches	Rouges
Eau	8,3	7,9
Protéine	50,6	46,3
Extrait éthéré	7	7
Cellulose.....	5,6	5,6
Extractif non azoté	14,0	19,1
Cendres	9,5	14,1

Deux tourteaux délipidés d'Afrique du Sud donnent :

Eau	8,2 et 10,12
Protéine	39,6 et 21,7
Extrait éthéré	2,2 et 2,3
Cellulose.....	5,4 et 6,1
Extr. non azoté.....	36,2 et 34,9
Cendres	6,4 et 7,0

Sur la base de 16 p. 100 d'azote, la teneur en acides aminés est la suivante pour la graine : Arginine 9,2; cystine 1,3; histidine 1,5; isoleucine 4,9; leucine 7,5; lysine 2,8; méthionine 3,1; phénylalanine 8,3; thréonine 3,6; tryptophane 1,9; tyroxine 4,3; valine 5,1.

Les vitamines sont ainsi représentées (Morrison) : Carotène 0,39 mg/kg; activité vitaminique A 660 U1/kg; riboflavine 3,3 mg/kg; acide pantothénique 5,9 mg/kg.

Le tourteau de sésame, bien qu'il se conserve difficilement quand il est riche en graisse, est comparable aux bons tourteaux de lin. On l'utilise surtout chez les vaches laitières.

PHYTOLACCACÉES

Genre *Phytolacca*

Les fruits des arbres de ce genre, toxiques, sont parfois mangés par les animaux, surtout les porcs.

POLYGONACÉES

Genre *Polygonum*

Le sarrazin, *Polygonum fagopyrum* peut être cultivé en régions chaudes, en altitude. Le grain

est mangé volontiers par le bétail. Sa composition est sensiblement celle de l'avoine.

Matière sèche	85,9
Protéine	11,3
Mat. grasse	2,6
Cellulose.....	14,4
Extr. non azoté.....	54,8

On donne aussi le sarrazin sous forme de farine ou de son. La farine, selon qu'elle est plus ou moins grossière, renferme :

Matière sèche	85,3 à 88
Protéine	36 à 31,8
Matière grasse	1,9 à 8,4
Extr. non azoté.....	42,6 à 38,3
Cellulose	0,8 à 4,8

Quant au son il contient :

Matière sèche	84,4 à 88
Protéine	8,0 à 15,2
Matière grasse	1,8 à 4,5
Extr. non azoté.....	34,2 à 50
Cellulose	37,6 à 11,3

RHAMNACÉES

Genre *Ceanothus*

Les arbrisseaux de ce genre, en Amérique chaude, voient leurs feuilles, mais aussi leurs fruits mangés. La composition de ces derniers, pour deux espèces est la suivante :

	<i>C. cuneatus</i>	<i>C. divaricatus</i>
Protéine.....	8,2	12,8
Cellulose	28,2	26,7
Cendres	3,8	3,7
Ca	0,63	0,44
P	0,15	0,24

Genre *Zizyphus*

Les fruits de divers jujubiers sont recherchés des moutons et des chèvres: *Zizyphus jujuba*, *Z. spinachristi*, *Z. pseudo jujuba*, *Z. mucronata*. Souvent ils sont distribués après avoir été gaulés. Les fruits de *Z. mucronata*, *Z. soporifera* pourraient être dangereux.

ROSACÉES

Genre *Parinarium*

Plusieurs espèces de ce genre répandus en Afrique occidentale, particulièrement en zone guinéenne, ont des fruits à pulpe sucrée qui, selon les espèces, peuvent être récoltés en quantité plus ou moins grande. La proportion de la pulpe par rapport à l'amande, elle-même oléagineuse, varie

avec les espèces. Jusqu'à présent, c'est à cette pulpe qu'on a eu recours après séchage.

L'espèce qui a le plus gros fruit est *P. excelsum*. La proportion de matière sèche de la pulpe dépasse 15 p. 100 et la teneur en sucre 40 p. 100. Elle peut être donnée aux bovins, aux porcs, aux moutons.

L'amande ne paraît pas avoir été utilisée. Outre les matières grasses, celle de *P. macrophyllum* et probablement des autres espèces, renferme de la protéine en quantité abondante, et un certain nombre de diastases (Mat. grasse, 66 p. 100; protéine 19,25).

RUBIACÉES

Genre *Coffea*

L'enveloppe charnue des fruits des divers caféiers, obtenue par dépulpage des fruits, constitue 60 à 70 p. 100 du poids du fruit. Elle est utilisée fraîche ou sèche, et dans ce dernier cas le plus souvent réduite en farine. On peut aussi l'ensiler. Une analyse donne les chiffres suivants :

Matière sèche	....	77,7	p. 100 dont:
Protéine	.....	11,23	
Extrait étheré	..	1,73	
Extr. non azoté	..	44,7	
Cellulose	.....	13,16	
Cendres	.....	6,87	

Deux autres analyses donnent :

Protéine	.....	10,17	et	9,25
Extrait étheré	.....	1,58	et	2,02
Cellulose brute	.....	35,46	et	29,74
Extr. non azoté	.....	45,68	et	51,46

La farine de pulpe contient :

Matière sèche	.....	86,80
Protéine	.....	11,23
Graisse	.....	1,73
Cellulose	.....	13,16
Cendres	.....	6,87

La pulpe fraîche s'altère rapidement. Sèche elle peut remplacer le maïs poids pour poids chez les vaches laitières. La présence de caféine (0,80 à 1 p.100) n'est pas dangereuse, pas plus que celle d'une certaine proportion de tannin. Ce serait une bonne source de phosphore et de calcium (P₂ O₅: 0,80 p. 100, Ca O: 0,57 p. 100).

Cependant la farine n'est pas acceptée facilement quand on la distribue seule. Aussi la mélange-t-on facilement à d'autres éléments: mélasse, troncs de bananiers, feuilles sèches de bananiers, etc.

Voici comparées, la composition d'un fruit de caféier et celle de la pulpe.

	Eau	Protéine	Graisse	Cellulose	H. de C.	Cendres
Fruit de <i>Coffea stenophylla</i> ..	8,2	8,5	10,1	17,8	50,6	3,5
Pulpe de <i>Coffea stenophylla</i> ..	11,9	2,0	0,3	60,3	21,3	4,3

Genre *Randia*

Plusieurs arbres de ce genre, en Amérique et en Asie, ont des baies comestibles. Le fruit cuit de *Randia dumetorum* est utilisé dans l'Inde comme légume et parfois donné aux animaux. La pulpe externe et la pulpe interne ont respectivement la composition suivante :

Matières solides totales	25,86	et	28,60	
Cendres	.....	0,80	et	0,62
Sucres réducteurs	...	traces	et	3,52
Sucres totaux	.....	traces	et	5,49
Protéine	.....	0,91	et	0,74
Cellulose brute	.....	4,44	et	9,41
Extrait étheré	.....	0,15	et	0,13
Hyd. de C (sucres exclus)	.....	14,74	et	6,65

RUTACÉES

Genre *Calodendron*

Les « noisettes du Cap », *Calodendron capense*, laissent après extraction de l'huile :

Eau	.....	7,3
Protéine	.....	40,2
Extrait étheré	.....	7
Cellulose	.....	3,9
Extr. non azoté	.....	37
Cendres	.....	4,6

SAPINDACÉES

Genre *Cupania*

Les arbres ou arbustes de ce genre comprennent la « cupania » d'Amérique, ou châtaignier de St-Domingue, dont les graines sont comestibles.

Genre *Melicocca*

Dans l'Amérique tropicale, le fruit des arbres de ce genre est une drupe. On mange notamment, et plus rarement on donne aux animaux la pulpe et l'amande de *Melicocca bijuga* (notamment à la Jamaïque).

La composition est la suivante :

	Fruit entier	Graine
Protéine	..... 10,1	11,6
Extrait étheré	..... 1,3	1,2
Cellulose	..... 10,8	11,2
Extr. non azoté	..... 75,2	73,4
Cendres	..... 2,7	2,7

Genre *Pappea*

Les baies de *Pappea capensis*, arbre d'Afrique du Sud, sont renommées pour leur valeur nutritive. L'amande est oléagineuse. Après extraction de

l'huile on obtient un résidu dont la composition varie selon que les amandes étaient décortiquées ou non.

	non décortiquées	décortiquées
Eau	9,2	7,4
Protéine	16,3	38,3
Extrait éthéré	1,0	0,4
Cellulose	18,6	5,1
Extr. non azoté	51,9	42,9
Cendres	3,0	5,9

SAPOTACÉES

Genre *Arganea*

Localisé au Sud marocain, *Arganea sideroxylo* est un arbre dont les fruits, comme les feuilles, sont consommés surtout par les chèvres et les chameaux, qui les mangent verts dans les arbres ou à terre. On les conserve parfois pour les donner aux vaches en hiver. L'amande oléagineuse est rejetée par les chameaux et les vaches lors de la rumination ou dans les excréments; les moutons et les chèvres les laissent retomber. On fabrique avec ces noyaux une huile comestible, et on donne le tourteau aux dromadaires et aux vaches. Il renferme une saponine, ce qui explique qu'on accuse parfois le lait des vaches qui en ont consommé d'être dangereux pour les enfants.

Genre *Butyrospermum*

Le karité, *Butyrospermum parkii*, porte des baies dont le péricarpe charnu est comestible et l'amande riche en matière grasse. Après dépulpage, les « noix » séchées, passées au four et concassées, subissent plusieurs traitements avant une ébullition qui libère la graine. Le traitement industriel est également entrepris. L'alimentation humaine n'est pas seule à utiliser les fruits du karité. Une bonne part de ces produits de cueillette reste sous les arbres et est mangé par les animaux.

La composition du tourteau, du moins en matière grasse, varie évidemment avec le mode d'extraction de la graisse.

La composition de l'amande est la suivante :

Eau	7,85
Protéine	11,13
Extrait éthéré	20,3
Cellulose	6,68
Extr. non azoté	48,54
Cendres	5,50

Un tourteau du Soudan égyptien contient :

Eau	13,1
Protéine	15,6
Extrait éthéré	3,2
Cellulose	5,4
Extr. non azoté	56,8
Cendres	5,9

Une autre analyse (Jacquot) donne :

Eau	12,5
Protéine	15
Graisse	3,5
Cellulose	10,5
Extr. non azoté	51,8
Cendres	6,7

Calculée sur la base de 16 p. 100 d'azote, la teneur en acides aminés est la suivante (en pourcentage) :

Arginine	8,2
Cystine	1
Leucine	7,5
Phénylalanine	2,9
Tryptophane	1,7
Valine	1,4

On est assez mal fixé sur la valeur alimentaire. Les premiers essais faits par Dechambre chez les bovins avaient décelé une certaine répugnance des bovins mais pas de toxicité. Par contre, le rat et le porc (Jacquot) présentent quand le taux dépasse 20 p. 100 de la ration, des accidents qui tiennent peut-être à une teneur trop grande en glucides indigestibles. Il y a peut-être aussi des différences entre les variétés de karité.

SIMARUBACÉES

Genre *Balanites*

Balanites aegyptiaca, arbre très répandu dans la région sahélienne en Afrique équatoriale et orientale, peuple la plupart du temps des savanes en association avec des acacias. Le bétail mange ses feuilles, ses pousses, ses fruits; la dureté de l'amande fait qu'il n'y a guère que la pulpe qui est mangée. De l'amande, riche en matière grasse, ce qui explique peut-être les qualités parfois purgatives du fruit, on tire une huile. Le tourteau déshuilé renferme :

Eau	8,9
Protéine	48,8
Extrait éthéré	0,6
Cellulose	5,9
Extr. non azoté	30,3
Cendres	5,5

SOLANACÉES

Genre *Lycopersicum*

Le résidu du traitement des tomates pour le jus de conserve, résidu privé de graines, après dessiccation, a la composition suivante :

Eau	4,10
Cendres	4,40
Cellulose	43,35
Graisse	6,46
Protéine brute	9,37
Extr. non azoté	32,32

On peut l'utiliser à la dose de 8 à 10 kg chez les bovins de boucherie.

Par comparaison, voici la composition moyenne de tomates cultivées en région chaude (Pérou).

Eau	93
Protéine	1,12
Extrait étheré	0,29
Extractif non azoté	2,95
Cendres	0,52

Il y a 23,5 mg de vitamine C et 0,3 mg de carotène pour 100 g de matière fraîche.

Les graines renferment 37,5 p. 100 d'huile.

Genre *Nicotiana*

Si les feuilles du tabac commun sont parfois distribuées par les indigènes à titre thérapeutique aux animaux qui ne les dédaignent pas, les graines fournissent un résidu intéressant.

Le tourteau est un aliment utilisable. La teneur en huile est variable. L'analyse suivante donne à ce sujet un pourcentage bien supérieur à d'autres :

Eau	7,1
Protéine brute	31,5
Extrait étheré	12,3
Cellulose brute	21,5
Extractif non azoté	17,7
Cendres	9,9
Ca	0,33
P	0,87

Une autre analyse donne les résultats suivants :

Matière sèche	88,51
Protéine brute	31,77
Graisse	0,62
Cellulose brute	25,23
Extractif non azoté	18,66
Cendres	12,23

Utilisé chez les vaches laitières en remplacement de farine de soja, de façon à ce que la teneur en protéine reste la même, on n'a observé aucun effet nocif ni sur la quantité du lait, ni sur la teneur en matière grasse, ni sur le poids des animaux.

On peut l'employer aussi chez les brebis nourrices.

Genre *Solanum*

Nous avons vu que d'assez nombreuses espèces du genre sont de bons fourrages. Certaines ont des fruits qui interviennent dans la valeur alimentaire de la plante mangée entière. Les fruits d'une espèce américaine ont la composition suivante (chiffres arrondis) :

Eau	65
Protéine	15
Extrait étheré	25
Cellulose	10
Extr. non azoté	45

Une autre espèce portant fruits renferme en moyenne :

Protéine	20
Extrait étheré	10
Cellulose	20
Extr. non azoté	40

STERCULIACÉES

Genre *Guazuma*

Ce genre est représenté en Amérique du Sud (Brésil, Venezuela, Guatemala) par plusieurs espèces que mange le bétail : *G. tomentosa*, *G. ulmifolia*, dont les fruits sont mangés.

Genre *Sterculia*

Sterculia murex, en Afrique du Sud, produit des graines que mangent les porcs. Celles de *St. cinerea*, dans certaines savanes du Soudan, sont mangées avec le feuillage. *St. diversifolia* (= *Brachychiton populneum*) a été introduit d'Australie en Afrique orientale. Au Nigeria, on a tenté la multiplication de *St. setigera*. Les graines de ces espèces sont plus ou moins riches en matière grasse, comme celles de *St. foetida* d'Afrique occidentale. Après traitement pour extraction de l'huile, on obtient des tourteaux qui pourraient être intéressants.

Celui de *St. murex* contient :

Eau	12,7
Protéine	18,5
Extrait étheré	0,8
Cellulose	1,4
Extrait non azoté	63,2
Cendres	3,4

Celui de *St. foetida*, graine entière :

Eau	9,9
Protéine	31,7
Extrait étheré	7,2
Cellulose	2,6
Extr. non azoté	43,5
Cendres	5,1

Si, de cette dernière espèce, on traite l'enveloppe moyenne, on obtient un résidu qui contient :

Eau	11,9
Protéine	9,5
Extrait étheré	4,4
Cellulose	21,6
Extr. non azoté	49,3
Cendres	3,3

Les fruits de *St. apetala* (noyau et enveloppe grasse de la graine) à Porto Rico, fournissent une huile siccative. Le résidu mériterait d'être essayé chez les animaux.

SYNANTHÉRÉES**Genre *Madia***

Les graines de *Madia setiva* du Chili, après extraction de l'huile (siccativ) donnent un produit dont deux échantillons ont la composition suivante :

Eau	8,11 et 7,6
Protéine	30,19 et 28,2
Extrait étheré	0,55 et 7,0
Cellulose	26,14 et 24,4
Extr. non azoté	28,81 et 27,0
Cendres	6,2 et 5,8

M. molina donne également une huile siccativ.

TEREBINTHACÉES**Genre *Pistacia***

Les fruits de *Pistacia terebinthus*, espèce méditerranéenne, renferment environ 25 p. 100 de graisse, 9 p. 100 de protéine, 38 p. 100 d'extractif non azoté.

TILIACÉES**Genre *Glyphea***

La graine de *Glyphea laterifolia*, arbuste de l'Afrique tropicale, fournit une huile qui ressemble à l'huile de coton. Le tourteau a sensiblement la valeur du tourteau de palmiste.

ULMACÉES**Genre *Celtis***

Nous avons vu que plusieurs arbres de cette espèce ont des feuilles auxquelles est attribuée une bonne valeur fourragère. Certains voient aussi leurs fruits mangés (micocouliers). C'est le cas pour le micocoulier de Provence, *C. australis*, pour *C. occidentalis*, *C. pallida*, *C. reticulata*, *C. spinosa*, *C. brasiliensis*; les fruits de cette dernière espèce servent à l'engraissement des animaux.

Le fruit de *C. occidentalis* a la composition suivante :

Protéine	8,2
Extrait étheré	4,4
Cellulose	7,1
Extr. non azoté	52,9
Cendres	27,4
Ca	12,4
P	0,22

Celui de *C. pallida* renferme :

Protéine	8,2
Extrait étheré	4,8
Cellulose	9
Extr. non azoté	45,8
Cendres	32,5
Ca	14,56
P	0,19

DIVERS**Genre *Allanblackia***

Le tourteau de *Allanblackia stuhlmannii* donne :

Eau	13,9
Protéine	14,9
Graisse	1,4
Cellulose	7,7
Extr. non azoté	58,6
Cendres	3,5

Celui de *Allanblackia floribonda* :

Eau	9,3
Protéine	16,4
Graisse	7,0
Cellulose	8,9
Extr. non azoté	52,2
Cendres	6,2

Genre *Poga*

Après extraction de l'huile, le tourteau de *Poga oleosa* renferme :

Protéine brute	41,51
Cellulose	9
Extr. non azoté	40,74
Cendres	8,75

Genre *Strephonema*

Après extraction de l'huile, les graines de *Strephonema* offrent un résidu qui contient :

Eau	7,3
Protéine	9,5
Graisse	0,9
Cellulose	9,1
Extr. non azoté	69,9
Cendres	3,3

Genre *Trichodesma*

Après extraction de l'huile, les graines de *Trichodesma zeylanicum* (Tanganyika) laissent :

Eau	12,1
Protéine	18,1
Graisse	0,3
Cellulose	20,1
Extr. non azoté	33,6
Cendres	15,8

GRAINS

Nous terminons cette revue par ce qu'on appelle habituellement en France les « grains », fruits des céréales, par opposition aux « graines », semences des légumineuses (parfois d'autres plantes).

De nombreuses graminées sont cultivées par les populations des régions tropicales, mais sont souvent réservées à l'alimentation humaine. Certaines de ces céréales sont essentiellement tropicales; d'autres sont également cultivées dans les régions tempérées.

Les caractéristiques communes aux céréales sont leur richesse en amidon et leur pauvreté relative en cellulose, ce qui les fait riches en éléments digestibles.

D'autre part, elles sont en général très alibiles; il n'y a guère que le riz qui ne soit pas toujours bien appété des animaux.

Si, avec Morrisson, on compare entre elles les diverses céréales, on peut faire les remarques suivantes: le maïs et le blé viennent en tête au point de vue de la teneur totale en éléments digestibles, suivis de près par le sorgho, puis par l'orge; l'avoine est plus riche en cellulose. Le maïs et le riz sont pauvres en protéine, et les autres céréales sont relativement pauvres en cet élément.

On admet que, de façon générale, la teneur en protéines des céréales est plus grande dans les climats chauds et secs que dans les climats froids et humides; cela tient vraisemblablement à ce que, si la plus grande partie de l'azote qu'utilise la plante (pour la production des protéines) est absorbée avant la formation de l'épi, l'élaboration des hydrates de carbone se continue jusqu'à ce que le grain soit mûr; aussi, les grains sont-ils plus riches en amidon et plus pauvres en protéines quand ils mettent longtemps à mûrir, ce qui est le cas dans les pays froids ou tempérés; au contraire, quand la durée de la maturation est raccourcie, les protéines déjà formées ne voient pas leur proportion modifiée, alors que celle des hydrates de carbone diminue; mais des recherches plus récentes ont montré que l'absorption de l'azote peut continuer pendant la période de maturation; en sorte que Salmon attribue la richesse en protéines des céréales tropicales aux raisons suivantes:

1° il y a plus d'azote dans les sols secs, notamment parce qu'ils sont moins lavés;

2° la période de végétation est réduite, en sorte qu'il y a moins d'azote utilisé pour la formation de la plante et plus pour la constitution des grains;

3° le format peut être réduit, et il y a alors concentration de l'azote dans une quantité moindre de grains. En fait l'influence climatique peut se résumer ainsi: le climat intervient plus que le sol; la teneur en protéines est proportionnelle à la chaleur et inversement proportionnelle à la durée de maturation; la sécheresse si elle diminue la récolte, augmente le pourcentage de protéines.

Mais la richesse en protéines est contrebalancée par le mauvais équilibre des acides aminés, en sorte qu'il faut compenser cette insuffisance en ayant recours à d'autres protéines; c'est le foin de légumineuses qui assure le mieux cette association pour les animaux qui consomment une grosse quantité de fourrage, alors que pour les autres, le porc et les volailles il faut recourir à des aliments concentrés comme les tourteaux.

Les céréales ne sont pas riches en phosphore, un peu plus cependant que les foins de légumineuses et de graminées; à ce point de vue, l'orge, le blé, sont plus riches que le maïs et le sorgho. Toutes sont également pauvres en calcium, et c'est particulièrement vrai pour le maïs.

Quant à la teneur en vitamines, aucune de nos céréales, sauf le maïs jaune, ne renferme en quantité appréciable de la vitamine A; aucune non plus ne fournit de vitamine D; elles sont plus ou moins riches en vitamines B et E.

Il est intéressant de remarquer que les déficiences des céréales en protéines, en calcium, en vitamines A et D, peuvent être aisément compensées par le foin de légumineuses, par les pâturages assez riches en légumineuses. Aussi, sauf là où une déficience en phosphore vient du sol, d'excellentes

1° - Composition de diverses céréales

	Eau	Protéines	Graisses	Cellulose	Hydrates de carbone	Cendres
Orge	14	12	2	5	64	2,5
Eleusine coracana (graines)	14	6,2	1,1	3	72,9	2,8
Maïs du Pérou	11	10,5	5,4	1,3	70,8	1
Maïs du Natal	»	11,74	5,34	2,28	79,21	1,43
Pennisetum typhoidum	10,6	12,47	5	2,80	67,13	2
Pennisetum glaucum	12,67	9,78	3,61	1,98	70,43	1,54
Panicum miliaceum	12	11	4	8	61	4
Avoine	10,1	15,31	5,76	13,48	52	3,36
Avoine sans balle	11,43	21	7,81	2	55,63	2,13
Paddy	13	7,44	2,32	8,4	62,98	5,86
Riz décortiqué	13	12	2,5	1	70	2
Setaria sp. (graines)	9,47	10,20	4,31	7,83	65,11	3,08
Digitaria exilis (décortiquée)	13,40	7	1,90	0,40	76,9	0,70
Sorghum vulgare	14	10	4	1,5	69	1
Sorgho (Kaffir)	12	10,83	3,37	1,28	71,01	1,51
Sorgho (dura)	8,45	13,06	3,30	1,03	72,45	1,71

2° — Composition et valeur alimentaire des céréales tropicales et subtropicales
(Portères 1951, d'après Ballaud et Joachin et Pandikesker).

	Eau	Protides	Glucides	Lipides	Mat. Minérales	Unités nutritives	Relation nutritive	Valeur calorique.
Eleusine corocana	12,36	7,61	74,76	1,35	2,35	85,8	1: 10,3	341,6
Zea Mays	12,81	7,20	73,76	3,99	1,04	96,00	1: 11,5	359,8
Sorghum vulgare	9,38	7,57	74,96	3,92	2,89	91,3	1: 11	365,3
Pennisetum spicatum	11,37	12,07	65,39	5,77	2,02	97,38	1: 7	361,8
Setaria italica	11,09	11,31	60,81	4,83	3,46	83,00	1: 6,3	332
Panicum miliare	11,81	11,43	59,75	3,08	4,98	78,1	1: 5,8	312,4
Echinochloa colona	8,38	9,52	77,64	2,66	1,24	93,1	1: 9	332,6
Paspalum longiflorum	11,20	8,99	75,09	2,45	2,30	89,6	1: 8,9	345,1
Digitaria exilis	12,00	8,40	76,90	2,00	0,70	94,3	1: 10,2	346,2
Paspalum scrobiculatum	12,29	7,50	68,60	3,37	2,89	83,7	1: 10,1	335,0
Eragrostis abyssinica	9,20	8,36	77,39	2,00	3,20	90,2	1: 9,8	348,0
Coix lacryma Jobi	10,72	8,87	70,34	5,56	3,63	91,7	1: 9,3	366,9
Oryza sativa	13,24	6,31	78,14	0,38	1,60	85,3	1: 12,5	341,2

rations pour les bovins, les vaches laitières, les moutons, peuvent être constituées par les graines de céréales et le fourrage de légumineuses.

Les graines de céréales contiennent de 0,5 à 1 mg de vitamine B₁ (pour 100 de matières fraîches). La teneur en vitamine B₂ est sensiblement la même: 0,5 à 1,5 mg.

La biotine existe en quantité assez faible. Quant à la vitamine PP, elle n'existe guère qu'en faible quantité dans les germes. La vitamine E existe dans les proportions de 10 à 50 mg par kilogramme.

Avant d'examiner chacune des espèces qui nous intéressent nous citons quelques chiffres comparatifs (voir tableaux ci-dessus).

3° Teneur en protides de divers grains africains.

Pennisetum	11,7
Panicum	11,7
Setaria	9,8
Eleusine	6,5
Maïs	9,8
Riz	8,3

4° Teneurs en acides aminés de grains cultivés dans l'Inde (pourcentage de matière sèche, et cendres éliminées).

	Tryptophane	Leucine	Isoleucine	Valine
Riz	0,12	0,76	0,57	0,58
Sorghum vulgare	0,11	1,12	0,53	0,52
Eleusine corocana	0,66	0,40	0,27	0,28
Pennisetum thyphoidium	0,25	1,25	0,77	0,82
Blé	0,12	0,76	0,41	0,46

Les céréales tropicales sont assez rarement — du moins en régions d'élevage extensif — cultivées pour les animaux. Les unes et les autres vont à l'alimentation humaine d'abord; il n'en est pas, comme l'avoine en régions tempérées, qui soient destinées seulement aux animaux.

Le lot est dominé par le maïs, les sorghos, les mils. Si on s'en tient aux régions vraiment tropicales, ce sont de beaucoup les sorghos et les mils qui constituent les céréales alimentaires pour l'homme et les animaux. A ces derniers elles sont d'ailleurs données assez parcimonieusement par les éleveurs. C'est ainsi que dans les zones d'élevage extensif de l'Afrique tropicale il n'y a guère que le cheval qui en profite.

Pour étudier les graines des diverses graminées qui nous intéressent, nous conserverons l'ordre utilisé pour les graminées fourragères.

Si nous exceptons le blé, l'orge et l'avoine qui ne nous intéressent que médiocrement, les grains tropicaux appartiennent aux genres:

Andropogonae :	Sorghum
Eragrostae :	Dactyloctenium, Eleusine, Eragrostis.
Maydae :	Coix-Zea
Oryzae :	Oryza
Paniceae :	Brachiaria - Cechrus - Echinochloa - Panicum - Paspalum - Pennisetum - Setaria - Urochloa.

BLÉ - ORGE - AVOINE

Céréales des pays tempérés, ces espèces sont cultivées parfois dans les régions subtropicales, exceptionnellement dans les régions tropicales.

Le blé, en Afrique du Nord, en région sahélienne de l'Afrique occidentale, n'est cultivé que pour l'alimentation de l'homme.

L'orge réussit dans les régions subdésertiques et les régions désertiques irriguées. Certaines années elle peut pousser dans des régions à faible pluviométrie (200 à 300 mm), si on complète en utilisant les eaux de ruissellement; comme elle est moins exigeante en eau que le blé, et mûrit plus vite, elle a pris une grande place en Afrique du

La teneur en acides aminés, surtout en lysine, est plus grande que dans le blé. La teneur en cellulose de l'avoine est plus grande que celle des autres graminées; la proportion de « balle » est d'environ 30 p. 100; elle augmente encore quand la plante trouve un terrain ou un climat défavorable; c'est le cas dans les régions trop chaudes, où l'enveloppe devient abondante.

Les variétés d'*Avena sterilis*, espèce habituellement cultivée comme fourrage vert ou sec, peuvent fournir des grains pour les bovins et les chevaux. Dans l'Inde, c'est le cas pour *Avena Sterilis var. culta*, assez résistante à la sécheresse.

L'analyse de diverses avoines exotiques donne:

Nature	Origine	Eau	Protéine	Extrait étheré	Cellulose	Extractif non azoté	Cendres
Grain entier	Afrique du Sud	9,9	9,4	6,0	10,2	60,9	3,6
»	Rhodésie du Sud	10,09	15,31	5,76	13,68	52,0	3,36
»	Tanganyika	»	10,28	6,60	14,94	65,88	2,02
Var. Kerson	Rhodésie	9,51	15,31	5,52	11,26	54,7	3,9
Var. Kinvarra	Rhodésie	9,66	12,25	8,70	13,71	51,76	3,92
Décortiqué	»	11,43	21,0	7,61	2,0	55,63	2,13
»	»	11,47	18,10	8,95	1,52	60,54	2,4

Nord où elle remplace l'avoine dans l'alimentation des animaux; de même en Asie Mineure. On peut aussi la cultiver dans la région sahélienne de l'Afrique occidentale, sous irrigation.

La composition moyenne est la suivante:

— Humidité	14
— Protéine	12
— Graisse	2
— Hydrates de carbone	64,5
— Cellulose	5
— Cendres	2,5

Une orge d'Afrique du Sud renferme:

— Eau	11,2
— Protéine	8,8
— Extrait étheré	1,7
— Cellulose	6,1
— Extr. non azoté	70,0
— Cendres	2,4

La composition moyenne de l'avoine est:

Humidité	13
Protéine	10
Graisse	5
Hydrates de carbone	58
Cellulose	10
Cendres	3

ANDROPOGONÆ**Genre Sorghum**

Ainsi que nous l'avons fait précédemment, nous détachons le genre Sorghum du genre Andropogon, *Andropogon Sorghum* comprenant de nombreuses variétés dont on a fait des espèces, des sous-espèces. Il règne d'ailleurs une certaine confusion dans le genre, en raison du nombre de races culturelles dont certaines ont été élevées au rang d'espèces.

Ces sortes ont, d'après Chevalier, une double origine; elles proviennent d'espèces qui vivent encore à l'état spontané soit en Asie soit en Afrique.

Il y a dans les grandes vallées de l'Afrique cinq ou six de ces espèces spontanées qui se rapprochent des Sorghos cultivés.

Nous avons indiqué précédemment les principales espèces actuellement reconnues, en distinguant celles qui sont uniquement cultivées comme fourrages: certaines le sont à la fois pour le grain et le fourrage, vert ou ensilé. D'après Chevalier, les nombreuses espèces cultivées en Afrique occidentale se rattachent aux espèces *S. drimondii*, *S. guineense*, *S. margaritiferrum*, *S. caudatum*.

Chaque sorte cultivée présente ses particularités biologiques, ses adaptations saisonnières, ses avantages et ses défauts. On a également introduit en A.O.F. une espèce largement répandue en Amérique, *S. caudatum var. feterita*.

Dans une étude récente sur les mils et les sorghos, Adrian retient comme variétés (nous disons espèces): *Sorghum vulgare* (grand mil, mil d'Afrique) de l'Inde, de l'Afrique; *S. technicum* (sorgho à balai); *S. saccharatum* (sorgho sucré); *S. durra* ou *aethio-*

picum (dari); *S. cernuum*, avec deux formes *S. orbiculatum* et *S. confusum* (sorgho penché); *S. caffrorum* (sorgho des Caffres); *S. sudanense* (Sudan grass) *S. halepense* (sorgho d'Alep), *S. nervosum*; *S. dochna*; *S. furcatus*; *S. caudatum* (mil des teinturiers). Cette énumération comprend toutes les espèces, qu'elles fournissent fourrage ou grains, ou tous les deux.

Parmi les espèces ou variétés qui fournissent le grain ou à la fois fourrage et grain, nous retenons :

S. caudatum variété *feterita* cultivé comme fourrage en Amérique, et pour son grain en Afrique (Soudan égyptien); des variétés voisines sont cultivées au Soudan français et en Angola (var. *angolensis*);

S. guineense, avec de nombreuses variétés, est cultivé pour le grain;

S. guineense var. *robustum* (= *S. caudatum* var. *colorans*) le mil des teinturiers; comme la tige et la marge des feuilles, les glumes sont rouges; les indigènes de certaines régions se refusent à l'employer;

S. durra est très répandu: Egypte, Inde, Afrique, Amérique (où il y a diverses variétés);

S. caffrorum avec diverses variétés qui tiennent à la couleur du grain; c'est le Kaffir d'Amérique, d'Afrique du Sud;

S. cernuum localisé à l'Asie orientale, à l'Afrique du Nord, l'Inde, dans les régions à faible pluviométrie. Signalons aussi *S. dochna* var. *irungu*, dans les régions de l'Inde à faible pluviométrie, à grain brun; *S. durra* var. *mediocre*, de l'Inde également.

C'est en Amérique qu'on a sélectionné le plus grand nombre de variétés. Parmi celles qui sont cultivées pour le grain (ou pour le fourrage et le grain), nous retenons, parce que beaucoup ont été ensuite essayées en régions chaudes :

— *Darso*, probablement hybride de sorgho doux (sucré) et de Kaffir (*S. caffrorum*). Tiges succulentes; rendement en grains important. Le grain peut être assez riche en tanin pour être amer, mais cela le préserverait des attaques des oiseaux.

— *Feterita*, variété de *S. caudatum*, très hâtif, à épi érigé, à grosses graines blanchâtres;

— *Hagari* voisin du Kaffir par la succulence des tiges, l'épi érigé;

— *Kaffir*, le sorgho à grains le plus important: feuilles larges, tiges fortes, épis longs, droits et compacts avec des grains assez petits; demande de l'humidité;

— *Kalo*, cultivé seulement pour le grain;

— *Kaoliargo*, à épis couverts et érigés, peu répandu;

— *Milo* variété de *S. vulgare* résistant à la sécheresse, à épis plus courts que les Kaffir et en général retombants;

— *Sagrains* variété de schrak, à excellents rendements;

— *Shalla*, parfois appelé blé d'Egypte, blé du désert, à épis écartés, peu cultivé;

— *Schrock* hybride probable de sorgho sucré et de Kaffir, ressemblant au darso.

Si, pour simplifier, on veut utiliser les caractères de l'inflorescence et du grain, on peut répartir les Sorghos à grains, comme on le fait en Amérique, en deux sections: les *doura* ou *bechna*, à inflorescence large, à grain plus ou moins comprimé; ils sont surtout cultivés en Afrique du Nord, occidentale ou orientale; les *Kafir*, à inflorescence cylindrique, souvent très longue, à grain arrondi, qu'on rencontre dans l'Afrique centrale et méridionale.

Les Sorghos ou gros mils sont des céréales d'une importance considérable pour l'alimentation humaine et animale en Afrique et en Asie. Ils ont aussi gagné les autres continents, mais surtout comme fourrages; les sorghos à grains sont intéressants surtout là où le maïs réussit mal et sont une céréale vraiment tropicale, qui réussit là où ne peuvent mûrir les autres céréales.

Ce qui permet aux sorghos de résister à la chaleur et à la sécheresse, c'est qu'ils ont une écorce à caractère de liège, recouverte de cire, ce qui diminue la transpiration et la dessiccation; ils peuvent demeurer à l'état de végétation ralentie pendant une période sèche, puis repartir par de nouveaux rejets quand revient l'humidité; ils ont aussi de nombreuses racines.

La sélection a permis d'obtenir une gamme assez variée qui explique l'extension à toute l'Afrique. On trouvera à ce sujet, comme en ce qui concerne la culture, les rendements, et aussi la composition, l'utilisation, des détails dans le récent travail d'Adrian sur les mils et Sorghos.

De nombreuses analyses relevées récemment par Adrian, on relève les chiffres suivants, portant sur des variétés très diverses:

	Max.	Min.	Moyenne
Eau	13,6	8,9	11,3
Protéine.....	15,1	7,3	11,4
Lipides	4,55	2,25	3,4
Cellulose	6,6	1,1	2,5
Extr. non azoté	72	60	63,8
Cendres	3,7	0,8	1,95

Composition de diverses variétés de sorgho

Variétés	Origine	Eau	Protéine	Extrait éthéré	Cellulose	Extractif non azoté	Cendres	Ca O	P ₂ O ₅
Dura		8,45	13,06	3,30	1,03	72,45	1,71	»	»
Blanc	Nigeria	12,83	9,90	»	»	»	1,62	0,020	0,70
Rouge	d°	13,50	11,06	»	»	»	1,51	0,021	0,61
Kaffir Blanc	Af. Sud.	11,93	9,79	3,22	1,27	72,50	1,29	»	»
»	Soudan	8,45	13,06	3,30	1,03	72,45	1,71	»	»
»	Af. Sud	12,8	9,9	3,4	1,3	71	1,62	0,020	0,71
Kaffir rouge	d°	12,0	10,83	3,37	1,28	71,01	1,51	»	»
»	Zanzibar	10,0	11,2	2,8	1,8	72,1	2,1	»	»
»	Af du Sud	13,5	11,1	3,7	1,4	68,9	1,50	0,022	0,62
Kaffir mélangé ..	d°	11,73	10,01	3,06	1,14	72,58	1,48	»	»
Rouge	Zanzibar	10,0	11,2	2,8	1,8	72,1	2,1	»	»
Sucré	Congo belge	»	11,18	4,51	»	61,25	»	»	»
d°	d°	»	13,56	5,67	»	43,32	»	»	»

La composition varie quelque peu avec les variétés (Amérique).

Humidité	14
Protéine	8 à 10
Graisse	2,3 à 4
Hydrates de carbone	64 à 68
Cellulose	1,5 à 8
Cendres	1 à 3

Certaines variétés américaines peuvent être comparées favorablement avec le maïs, telle la variété *Norghum* qui contient:

Matière sèche	91,17
Protéine brute	12,15
Extrait éthéré	2,79
Cellulose brute	1,78
Extr. non azoté	72,97

Les essais de digestibilité sont en faveur de ce sorgho, chez le mouton, même avec le grain entier.

Sur 14 autres variétés, on trouve les variations suivantes:

Humidité	9,41 à 13,61
Cendres	1,45 à 3,14
Protéine	10,7 à 15,1
Matière grasse	3,07 à 4,54
Cellulose	1,71 à 4,86
Sucres réducteurs	0,21 à 0,47
Sucres non réducteurs	0,39 à 1,34
Amidon	53,3 à 67,7
Tanin	0,003 à 0,167

La composition moyenne de 5 variétés de grains de sorgho américain est la suivante (pour cent de grain entier).

Protéine	12,3
Graisse	3,6
Amidon	73,8
Cendres	1,65

Divers échantillons de gros mil d'Angola donnent les résultats moyens suivants:

Protéine	10,84
Graisse	4,31
Hydrates de carbone	69,13
Cellulose	2,03
Cendres	1,90
Eau	11,06

La composition du sorgho se rapproche de celle du maïs; comme lui il est parfois pauvre en cellulose, mais c'est l'élément qui varie le plus; selon les variétés, il est un peu plus riche en protéine, mais plus pauvre en graisse; comme le maïs, il est plus pauvre en calcium que l'orge, le blé. Toutes les variétés, même celles qui sont d'aspect jaune, sont pauvres en vitamines A comme le maïs blanc.

En ce qui concerne les amino-acides (pour cent sur la base de 16 g d'azote) une analyse d'Adrian (11,4 g de protéine) donne:

Arginine	3,6
Cystine	1,4
Histidine	2,1
Isoleucine	4,9
Leucine	25,2
Lysine	2,5
Méthionine	2,7
Phénylalanine	4,9
Thréonine	4,7
Tryptophane	1,1
Valine	4,85

Une autre analyse (Balasubranian) pour 7,6 de protéine donne :

Histidine	1,6
Isoleucine	5,9
Leucine	12,8
Lysine	3,4
Méthionine	1,65
Phénylalanine	5,1
Tryptophane	1,2
Valine	6,0

Les chiffres fournis par divers auteurs en ce qui concerne le carotène (en mg pour 100 g) sont assez divers. Certains donnent 0,04 et même 0,02; d'autres 0,12 à 0,52, avec des chiffres intermédiaires. Pour la vitamine A (U. I.) 33 et 62,5. En ce qui concerne les vitamines du complexe B, les chiffres extrêmes sont les suivants :

	Max.	Min.	Moyenne
B ₁	0,83	0,20	0,41
B ₂	0,21	0,11	0,14
P. P.	7,85	2,05	5,2
Biotine	0,046	0,009	0,024

Les farines de deux variétés de sorgho de Nigeria, variétés blanche et jaune, contiennent respectivement : vitamine B₁ : 2,35 et 2,0; acide nicotinique 31,5 et 33; riboflavine 0,85 et 1,0 µg par gramme. Phosphore total 218 et 189; phytine 34,6 et 27,7 mg et protéine brute 7,7 et 6,9 g pour 100 g.

La composition moyenne de cinq variétés de sorghos américains est la suivante :

	Grain entier	Endosperme	Germe	Son
Cendres %	1,65	0,37	10,36	2,02
Protéine %	12,3	12,3	18,9	6,7
Graisse %	3,6	0,6	28,1	4,9
Amidon %	73,8	82,5	13,4	34,6
Acide nicotinique (µg par g)	45,3	43,7	80,7	44,0
Acide pantothénique (µg par g)	10,4	8,7	32,2	10,0
Riboflavine (µg par g)	1,3	0,9	3,9	4,0
Biotine (µg par g)	0,20	0,11	0,57	0,35
Vitamine B ₁ (µg par g)	4,7	4,0	7,2	4,4

La teneur en Ca et P de diverses variétés offre les variations suivantes (en pour cent des cendres) :

	Maximum	Minimum	Moyenne
Ca	1,85	0,95	1,35
P	22,5	14,0	19,5

La teneur en fer et manganèse est supérieure à celle du blé.

Deux sons de sorgho ont la composition suivante (Tanganyika) :

	Blanc	Rouge
Protéine	13,51	12,95
Extrait éthéré	4,31	6,03
Cellulose	6,2	6,3
Extr. non azoté	65,3	66,62
Cendres	8,66	7,08
CaO	0,26	0,23
P ₂ O ₅	1,62	1,27

Le résidu de la fabrication d'une bière indigène (matière sèche) du Tanganyika renferme :

Protéine	22,09
Extrait éthéré	4,86
Cellulose	8,39
Extractif non azoté	33,63
Cendres	31,03
Ca O	0,42
P ₂ O ₅	0,59

Deux farines ont la composition suivante :

	Dura	Kaffir
Eau	9,92	11,1
Protéine	14,44	10,3
Extrait éthéré	8	3,4
Cellulose	4,9	1,9
Extractif non azoté	55,76	72,1
Cendres	6,98	1,40
CaO		0,015
P ₂ O ₅		0,43

Les différents sorghos sont utilisés par les animaux domestiques. Ils ont quelques inconvénients communs ou particuliers à certaines variétés.

Dans l'ensemble, leur déficience en vitamine A doit être compensée par des foin de légumineuses (fanes d'arachides) ou par le maïs jaune.

La teneur en tanin, nous l'avons vu, peut rendre le grain amer et difficilement acceptable. C'est le cas pour certaines variétés comme le darso, hybride de sorgho doux et de kaffir. La teneur en tanin peut varier de 0,003 à 0,167 p. 100.

Un autre facteur, mal étudié, est la présence de la « couche brune », bande de cellules situées à l'extérieur des cellules d'aleurone, et qui est plus fréquente chez certaines variétés, particulièrement du *S. caudatum*. Il semble que ces variétés sont moins riches en protéines.

Le volume du grain a aussi son importance; la petitesse relative fait que bien des grains, notamment chez le cheval et les bovins, passent intacts à travers le tube digestif. Chez la vache on peut

retrouver jusqu'à 40 p. 100 des grains intacts. D'où la nécessité du concassage, sauf peut-être chez le mouton.

Un inconvénient vient aussi de l'emploi du grain avec enveloppe. Le battage est nécessaire pour tous les animaux. On a pensé qu'il ne l'était pas pour les bovins, chez lesquels l'excès de cellulose n'est pas un inconvénient majeur, mais on s'est aperçu que la distribution des épis, au lieu du grain battu, favorise chez la vache la formation de calculs urinaires, plus que le manque de phosphore dans la ration.

Le sorgho est donné aux bovins, battu, cuit ou concassé. Il a une valeur légèrement inférieure à celle du maïs.

Le mouton le digère mieux que le bœuf, mais sa valeur est nettement inférieure à celle du maïs.

Chez le cheval, le « gros mil » est la nourriture en grains à peu près exclusive pour les populations de l'Afrique tropicale. on a intérêt à le donner concassé, ébouillanté, ou encore mêlé au maïs, ce qui entraîne une mastication plus efficace.

C'est chez le porc que l'utilisation réussit le mieux. Le remplacement du maïs ou de l'orge, chez les porcs à l'engrais peut se faire par le sorgho. On ne constate pas de différence en ce qui concerne le gain de poids, mais le sorgho a tendance à produire une graisse molle, comme le maïs. Les carcasses des porcs consommant de grosses quantités de sorgho sont légèrement plus maigres. L'usage de cette céréale est dans l'ensemble satisfaisant dans l'engraissement, mais il ne faut pas dépasser 50 p. 100 de la ration. Certains conseillent de remplacer seulement 30 p. 100 du maïs par le sorgho, surtout chez les truies gestantes.

Chez les volailles le sorgho constitue la base de l'alimentation, dans diverses régions où on le cultive. Il a chez elles une valeur égale à celle du maïs, du blé, de l'avoine.

Le son de mil qu'obtiennent les indigènes, notamment par pilonnage à la main, est assez riche en farine. Il est souvent sale et s'altère rapidement parce que les femmes mouillent le grain pour le piler. On le donne aux petits ruminants, aux volailles.

Le résidu de la fabrication de la bière s'altère vite en période chaude et n'est pas à recommander. Enfin, on distribue parfois aux animaux le liquide de lavage des grains.

ERAGROSTÆ

Genre *Dactyloctenium*

Dactyloctenium aegyptiacum, est, nous l'avons vu, une graminée fourragère répandue dans tous les

pays tropicaux et subtropicaux. La graine est mangée en cas de disette.

Genre *Eleusine*

Nous avons indiqué précédemment les diverses espèces du genre cultivées comme fourrage et comme céréales, ainsi que leur distribution géographique. Rappelons que celles qui fournissent des graines alimentaires se ramènent à *T. coracana* (= *cerealis*) et sa variété *stricta*, toutes deux proches d'*E. indica*.

Eleusine coracana est la céréale probablement la plus répandue dans l'Inde, avec de nombreuses variétés. La composition moyenne est la suivante (Portères):

Eau	12,06
Protéine	6,6
Extrait étheré	1,42
Extr. non azoté	73,62
Cendres	2,67
Ca	0,37
P	0,26

Deux analyses d'origines différentes donnent:

	Zanzibar	Ouganda
Eau	10,3	14,0
Protéine	5,4	6,2
Extrait étheré	1,5	1,1
Cellulose	3,4	3,0
Extractif non azoté	76,9	72,9
Cendres	2,5	2,9

La moyenne pour quatre échantillons d'origines diverses est:

Eau	10,8 (Max. 12,5; min. 8,5)
Protéine	6,8 (Max. 8; min. 5,8)
Extrait étheré	2,3 (Max. 5,75; min. 0,8)
Extractif non azoté ..	66,5 (Max. 68; min. 65)
Cellulose	2,9 (Max. 3,5; min. 2,14)
Cendres	2,9 (Max. 3,6; min. 2,4)

La farine renferme (Rhodésie).

Protéine	7,19
Extrait étheré	1,35
Extractif non azoté	75,00
CaO	0,45
P ₂ O ₅	0,035

Comme dans la plupart des céréales, les protéines sont surtout constituées par les prolamines. Celle de l'*eleusine* est l'*éleusinine* qui contient: arginine 2,6; histidine 2,7; lysine 0,65; tryptophane 4 (sur la base de 16 g d'azote).

La répartition des amino-acides (en pour cent sur la base de 16 g d'azote) est la suivante :

Arginine	»
Cystine	»
Histidine	1,5
Isoleucine	6,4
Leucine	9,5
Lysine	5,4
Méthionine	3
Phénylalanine	4,4
Thréonine	»
Tryptophane	1,5
Valine	6,7

Pour 100 de cendres, il y a 11,7 de Ca et 12,7 de P.

Pour 100 g de graines, il y a 0,06 mg de carotène (extrêmes, 0,04 et 0,09). En ce qui concerne le complexe B, la proportion est de 0,30 mg pour la vit. B₁, 0,05 pour la vit. B₂, 1,45 pour la vitamine P.P. On n'est pas fixé sur la teneur en vit. E. L'acide ascorbique est rare.

L'eleusine est probablement la céréale la plus pauvre en facteur B; par rapport au blé, le déficit en thiamine et riboflavine est de 50 p. 100; il est de 75 p. 100 pour la néacine.

La graine va surtout à l'alimentation humaine. Cependant on la distribue aussi aux animaux, surtout aux volailles. Chez celles-ci, la digestibilité totale environne 80 p. 100. Le facteur limitant est la lysine, dont le pourcentage de déficit par rapport aux protides de l'œuf est de — 53.

MAYDEÆ

Nous retrouvons là deux plantes dont nous avons précédemment indiqué les caractéristiques fourragères : *Coix lacryma jobi* et le maïs.

Genre Coix

Coix lacryma jobi peut être d'un bon secours dans les régions tropicales où le maïs donne peu, l'épaisseur de l'enveloppe cellulosique n'étant pas un obstacle. Le rendement peut dépasser 3 tonnes à l'hectare. C'est surtout la variété *mayen*, naturalisée dans divers pays tropicaux, qui est cultivée comme céréale dans l'Inde, aux Philippines (où on la dénomme *adley*).

Un échantillon du Venezuela a la composition suivante :

Eau	12,49
Protéine	14,98
Extrait éthéré	7,34
(1) Extr. non azoté	50,40
Cendres	1,92

(1) Surtout amidon; hydrates de C. non digestibles: 2,95.

Une farine contient :

Eau	11
Substances azotées	15,78
Graisse	3,34
Hydrates de C.	65,48
Cellulose	3
Cendres	1,40

Ce qui caractérise cette farine, c'est le manque de gluten et la teneur relativement grande en grains.

La répartition des acides aminés de la graine est la suivante :

Arginine: 3,50; cystine: 1,80; histidine: 2,15; isoleucine: 7,20; leucine: 23,7; lysine: 2,45; méthionine: 3,10; phénylalanine: 4,75; thréonine: 4,02; tryptophane: 0,45.

La valeur avoisine celle d'un blé moyen; les matières protéiques se rapprochent de celles du maïs: richesse en leucine, faiblesse en autres amino-acides, notamment en lysine et tryptophane. La teneur en vitamines est comparable à celle des autres céréales. (Dans la farine la teneur en vitamine C est de 2,13 mg pour 100 g.)

Les expériences montrent que la digestibilité se rapproche de celle du blé, mais le calcium et le phosphore sont assez mal utilisés; peut-être en raison d'une forte teneur en acide phytique. Chez le rat, l'alimentation est moins bonne qu'avec le blé, même si on supplémente en lysine et méthionine. La valeur biologique de la protéine n'est que de 20, la plus faible parmi les céréales.

Le son renferme 0,194 p. 100 de Ca et 0,097 p. 100 de P; il y a 18,04 p. 100 de cendres et 35,5 de cellulose, ce qui condamne l'emploi de ce son chez les non-ruminants.

Dans l'Inde, aux Philippines, on attribue aux grains de *Coix lacryma jobi* un pouvoir nutritif sensiblement égal à celui du maïs, de l'avoine, et dépassant celui du blé. Cependant, on les utilise surtout comme substitut du riz, notamment dans la nourriture des volailles.

Genre Zea

Le maïs, qui est devenu la « plante impériale » en Amérique, tient aussi une des places les plus importantes parmi les céréales alimentaires des régions chaudes. Cependant les conditions climatiques sont facteurs de limitation à son extension; en particulier la pluviométrie.

Le maïs était cultivé et sélectionné dans le Nouveau Monde à une époque très ancienne. Les anciens Aztèques en avaient fait le Dieu Tlaloc, qui était aussi celui de la pluie et des Moissons. Les Etats-Unis sont restés sa terre d'élection: leur production

en 1946, a dépassé 3.200.000 boisseaux, la production mondiale était de 5.010.000 boisseaux. On le rencontre surtout dans la célèbre Corn belt et dans les états cotonniers. Peu de plantes ont fait l'objet d'études génétiques aussi poussées, qui ont abouti en particulier à la création du maïs hybride dont le rendement, la résistance aux intempéries et aux agents destructeurs, ont permis une augmentation qualitative et quantitative spectaculaire des récoltes. Cette extension du maïs hybride gagne surtout les régions sub-tropicales ou tempérées. En régions tropicales, les exigences en ce qui concerne la pluviométrie font qu'il y a intérêt, dans des conditions déterminées de climat et de terrain, à s'adresser à des variétés locales améliorées ou adaptées. On évite ainsi les grandes différences de rendement en grains (800 à 3.000 kg à l'hectare au Congo Belge).

La multiplicité des variétés et croisements influe non seulement sur le rendement, mais aussi sur la composition, particulièrement sur la teneur en protéine et en carotène, d'où différences marquées concernant la valeur nutritive.

Dans les régions tropicales sèches, le maïs cède la place aux mils; partout il va beaucoup plus à l'alimentation humaine qu'à l'alimentation animale. Cette dernière fait beaucoup plus appel aux mils, qu'il s'agisse du gros mil (sorgho) ou du petit mil (mil à chandelles). Dans les régions de savanes où se pratique l'élevage extensif, le maïs est rarement donné aux animaux, et les mils ne le sont guère qu'au cheval et aux volailles. Tout cela explique que, au Soudan français par exemple, les mils couvrent environ 1.300.000 hectares, contre 100.000 pour le maïs.

Il n'en reste pas moins que le maïs gagne en beaucoup de régions chaudes. Cela tient à ce que c'est une graminée monoïque à fécondation croisée; les phénomènes d'hétérosis, c'est-à-dire d'accroissement de vigueur chez les hybrides, permettent des conséquences intéressantes qui ont été exploitées en Amérique avec beaucoup de succès. Dans certaines régions, les maïs hybrides sont à peu près les seuls cultivés, qui fournissent des excédents allant jusqu'à 50 p. 100; en outre, on a obtenu des hybrides adaptés à la mécanisation de la récolte, de l'égrenage, etc., et fournissant une gamme de teneur en protéine qui va de 4,68 p. 100 à 16,6 p. 100 et en matière grasse de 1,51 à 9,9 p. 100.

Cela explique que le maïs est la céréale la plus répandue dans le monde; chaque climat possède ses variétés, depuis celles qui ne mesurent que 60 cm, avec 8 ou 9 feuilles, et venant à maturité en 60 - 70 jours, jusqu'à celles qui atteignent 6 mètres, possèdent 42 à 44 feuilles et mûrissent en 10 à 11 mois.

La résistance à la chaleur et à la sécheresse varie beaucoup avec les variétés, et cette résistance est transmissible. De façon

générale, le maïs demande une quantité importante d'eau, bien répartie au cours de la vie végétative; le taux de l'évaporation a une grande influence; le maïs est exigeant également en ce qui concerne l'insolation; il ne pousse pas normalement à l'ombre ni par temps brumeux; la longueur du jour influe aussi; les variétés, qui sont adaptées à des régions assez éloignées de l'équateur où la durée des jours d'été est longue, voient leur période de floraison et de maturité se raccourcir quand on les rapproche de l'équateur, alors que les variétés équatoriales voient leur période de maturité s'allonger, et une végétation plus luxuriante en résulter quand on les éloigne de leur zone d'origine.

Ce qui caractérise la composition du maïs, c'est sa richesse relative en graisse, en hydrates de carbone, sa pauvreté en cellulose. Les variations sont d'ailleurs assez grandes, et elles tiennent, comme pour les autres céréales, au climat, à l'origine génétique; les variations portent surtout sur la teneur en protéine et en carotène. Voici la composition moyenne comparée à celle de l'orge, du sorgho et du riz:

	Orge	Maïs	Sorgho	Riz
Matière sèche	86	87,3	87,5	86,9
Matières azotées	11	9,5	12,2	7,2
— grasses	2	4,3	4	2
— extractives	65,5	70	60,1	65,9
— cellulosiques	5,2	2,8	8,2	7,3
— minérales	2,3	1,3	3	4,5

Des 23 analyses portant sur des maïs africains (Afrique occidentale, orientale, méridionale) nous relevons les extrêmes suivants:

Eau	6,08 et 11,7
Protéine	8,9 11,74
Extrait éthéré	4,0 5,97
Cellulose	1,28 2,60
Extractif non azoté	70,8 81,61
Cendres	1,0 2,05

Des échantillons divers de maïs de l'Angola donnent les chiffres moyens suivants:

Protéine	8,37
Graisse	3,71
Hydrate de Carbone	72,44
Cellulose	1,11
Cendres	1,43
Eau	12,94

Les divers éléments d'un maïs récolté en France offrent les proportions suivantes (pour 1.000):

Matière sèche	882
Protéine	104
Matière grasse	45
Cellulose	20
Extractif non azoté	70
P	2,9
Ca	0,15
Vitamine A (U.I.)	7.000
Vitamine B ₁ (γ au kg)	1.800
Vitamine B ₂ (γ au kg)	980

La composition des protéines totales en amino-acides (en pour cent sur la base de 16 g d'azote) est la suivante (moyenne):

Arginine	4
Cystine	1,1
Histidine	2,4
Isoleucine	3,6
Leucine	21,5
Lysine	2
Méthionine	»
Phénylalanine	5
Thréonine	3,6
Tryptophane	1,2
Valine	3,6

Pour trois échantillons de maïs entier, la composition des amino-acides est la suivante:

Arginine	4,0	4,17	4,4
Histidine	2,53	2,4	2,3
Lysine	2,81	2,5	2,5
Tryptophane	0,6	0,6	0,6
Phénylalanine	4,96	4,5	4,4
Cystine	2,64	»	»
Méthionine	1,87	»	1,9
Thréonine	3,75	3,6	4,7
Leucine	14	21,5	13,6
Isoleucine	11,36	3,6	4,0
Valine	5,43	4,6	5,4

Des analyses portant sur des grains récoltés en France donnent:

Arginine	4,6
Histidine	2,1
Lysine	2
Tyrosine	5,3
Tryptophane	0,8
Phénylalanine	5
Cystine	1,4
Méthionine	3,1
Thréonine	3,5
Leucine	22
Isoleucine	3,8
Valine	4,8

Comme dans les autres céréales, les protéines sont principalement constituées par des prolamines; celle du maïs est la zéine, dont la composition peut être comparée à d'autres éléments du grain.

	Germe	Glutine	Zéine	Albumines
Arginine	6,8	3,1	1,6 - 0,2	5,4
Histidine	2,7	1,7	0,9 - 0,2	6,7
Lysine	5,8	1,1	0,0	1
Tyrosine				
Tryptophane .	1,3	0,6	0,1	0,2
Phénylalanine .	5,6	6,6	6,4 - 0,7	1,7
Cystine				

	Germe	Glutine	Zéine	Albumines
Méthionine ..	2,3	5,5	2,4	»
Thréonine	4,4	4,0	2,4	3,9
Leucine	16,3	24,7	23,7	11,3
Isoleucine	3,7	4,9	4,3	1,3
Valine	5,8	4,6	2,4	2,5

Les relations entre la teneur en protéine totale et celle en zéine et divers acides aminés montre que le pourcentage en zéine augmente quand on augmente la teneur en protéine totale, le tryptophane et la valine diminuent en même temps, alors que la leucine augmente. Comme la zéine est l'élément qui est cause de la balance mal équilibrée, il en résulte que plus le maïs est riche en protéine, plus grands sont les risques de déséquilibre.

Le pourcentage de déficit des acides aminés du maïs par rapport aux protides de l'œuf entier est le suivant:

Arginine: — 37; Cystine: — 54; Histidine: + 14; Isoleucine: — 55; Leucine: + 135; Lysine: — 72; Phénylalanine: — 21; Thréonine: — 26; Tryptophane: — 47; Valine: — 37. Comme dans le blé, le riz, le sorgho, les millets, le facteur limitant est la lysine. Le déficit est plus marqué que pour d'autres aliments qui nous intéressent:

Maïs	— 72 %
Blé	— 63
Arachide	— 69
Palme (tourteau)	— 63
Coton (tourteau)	— 63
Sésame (tourteau)	— 61

En ce qui concerne les vitamines, ce qui est caractéristique c'est la variabilité de la teneur en vitamine A. On la donne parfois comme générale.

En fait, il faut, à ce point de vue, établir une distinction entre les variétés et surtout entre le maïs jaune et le maïs blanc; le maïs jaune (et les variétés à endosperme jaune) est une bonne source de vitamine A, alors que les variétés blanches (et à endosperme blanc) en sont pratiquement dépourvues. La teneur des variétés rouges ou de diverses teintes est liée à l'aspect de l'endosperme, blanc ou jaune; plus la teinte jaune est marquée, plus la richesse en vitamine A est grande; cette richesse est due à de petites quantités de carotène et d'un composé voisin. Cette propriété du maïs jaune explique que, aux Etats-Unis, il a à peu près supplanté les variétés blanches; d'ailleurs si on détermine, en nourrissant des rats, la valeur biologique de diverses variétés de maïs (poussés au cours des pluies d'été en Afrique du Sud), on constate que cette valeur est légèrement supérieure dans les variétés jaunes à celle des variétés blanches.

Si certains maïs jaunes renferment 600 à 650 U.I. de vitamine A pour 100 g de produit, la différence avec les maïs blancs est indiquée par les analyses faites sur de nombreuses variétés du Guatemala qui montrent que la teneur en carotène est en moyenne de 1,15 contre 0,33 pour les variétés blanches.

L'analyse de nombreux échantillons de maïs jaune en provenance de régions diverses d'Amé-

rique du Nord donne les variations suivantes, en mg par kg :

Vitamine B₁ de 4,28 à 6,76 moyenne 4,90
 Riboflavine de 0,88 à 1,28 moyenne 1,02
 Acide nicotinique .. de 21,6 à 30,46 moyenne 28,08
 Acide panthoténique de 4,75 à 7,69 moyenne 6,42

Dans des maïs mexicains, les chiffres correspondants sont :

Vitamine B₁ 0,37 à 6,3
 Riboflavine 0,8 à 1,2
 Acide nicotinique 5,2 à 14

La teneur en vitamine E varie entre 15 et 35 mg par kg). Blé, 23 à 54 mg ; farine de légumineuses 60 à 90 mg.

En ce qui concerne les matières minérales, les variations sont faibles. La teneur de deux échantillons de grains du Kenya et de Nigéria est la suivante :

	Kenya	Nigeria
Cendres totales	1,59	1,50
Cendres solubles ..	1,58	1,33
CaO	0,007	0,0078
Na ₂ O	0,05	0,15
K ₂ O	0,51	0,26
P ₂ O ₅	0,94	0,689
Mn	0,0007	0,0007

Les sous-produits du maïs proviennent surtout de l'industrie de l'amidonnerie de maïs. Les grains,

ramollis par trempage, sont broyés et dégermés ; les germes, séchés, sont traités pour en extraire la matière grasse ; on obtient ainsi le tourteau de germes de maïs. Quant au grain dont on extrait l'amidon, il donne, mélangé au son, après séchage et moulure, la semoule de gluten. Ces produits ont la composition suivante :

	Tourteau de germes	Semoule de gluten
Matière sèche	92 à 96	88
Protide	25 à 26	26 à 28
Matière grasse	6 à 7	2,5 à 3
Extractif non azoté	45	43 à 45
Glucose	—	6 à 7
Matières minérales.....	3 à 4	1

On utilise aussi le tourteau de gluten non moulu, la farine de maïs déshuilée, et le tourteau de maïs proprement dit, obtenu en traitant le maïs par le procédé Plata.

Au moulin, le maïs donne approximativement les produits suivants : farine fine 57 ; farine grossière pour l'alimentation des animaux : 5, son, 3,3 ; germes et débris, 3 ; cela s'entend pour le grain moulu sec. Le son proprement dit de maïs est peu employé ; il est assez altérable, il est à peu près aussi riche en cellulose que l'avoine et renferme un peu plus d'éléments digestibles.

Voici les chiffres concernant divers sous-produits :

Farines de maïs

Origine	Protéine	Extrait étheré	Cellulose	Extractif non azoté	Cendres
Rhodésie du Sud	8,3	4,1	4,7	69,1	1,4
Congo belge	8,50	4,6	»	72,8	»
»	9,66	5,10	»	73,1	»
»	9,03	4,96	»	70,09	»
Rhodésie du Sud	8,58	4,69	1,46	72,61	1,30
Congo belge	9,70	5,40	»	68,90	»
»	9,66	4,35	»	74,80	»
»	10,35	7,20	»	66,50	»

Une farine séchée par chauffage (Gold Coast) renferme :

Protéine 9,59
 Extrait étheré 3,99
 Cendres 1,33
 Extractif non azoté 73,35
 Cendres 1,33
 CaO 0,022
 P₂O₅ 0,707

La farine de germes (Afrique du Sud) renferme :

Protéine 13,0
 Extrait étheré 12,5
 Cellulose 4,1
 Extr. non azoté 56,0
 Cendres 3,6

Pour la composition comparée des sons de maïs, de blé, d'orge (pour 1.000) :

	Mais	Orge	Blé
Matière sèche	905	898	877
Protéines	103	82	127
Extrait étheré	85	24	33
Cellulose	96	222	127
Extractif non azoté	586	505	524
Ca	0,3	1,2	1
Vit. A (U.I. par kg)	9.000	850	300
Vit. B ₁ (γ par kg)	800	700	900
Vit. B ₂ (γ par kg)	2.300	2.200	2.200

Un son du Tanganyika renferme :

Protéine	8,83
Extrait étheré	10,10
Cellulose	6,98
Extr. non azoté	68,01
Cendres	6,08
CaO	0,368
P ₂ O ₅	1,68

Des « recoupes » d'Afrique du Sud renferment :

Protéine	11,2
Extrait étheré	6,2
Cellulose	11,9
Extr. non azoté	60,1
Cendres	1,2

L'analyse de nombreux échantillons de balle de maïs montre de grandes variations dans la teneur en vitamines, particulièrement en vit. B₆, en riboflavine, biotine, acide nicotinique et acide pantothénique.

On augmente la digestibilité de la balle de maïs en ajoutant à la ration du foin de luzerne; le même résultat est obtenu en ajoutant des cendres de cette farine, ce qui semble indiquer qu'elle contient des éléments minéraux qui favorisent les micro-organismes intervenant dans la digestion de la cellulose.

Dans l'Inde, on fabrique un tourteau de maïs avec le son de maïs incorporé à la mélasse. Ce produit est plus riche en graisse que le tourteau de graisse de coton, plus riche aussi en hydrates de carbone, plus pauvre en protéine.

Le sous-produit très aqueux de la fabrication de l'amidon de maïs renferme cependant 15 p. 100 de protéine digestible (sur matière sèche). La teneur en eau peut n'être que de 50 p. 100. Dans ce cas le produit peut être utilisé chez le porc et la vache laitière.

Du traitement industriel des maïs sucrés, on obtient un produit dit hydrol, riche en hydrates de C, ressemblant à la mélasse et qu'on incorpore aux rations animales ou à l'ensilage de maïs.

Sa composition comprend :

Eau	26,0
Protéine	0,2
Cendres	9
Dextrose	41
Dissacharides	19

Le maïs est donc un excellent aliment, mais incomplet; chez la vache laitière, il rendrait le beurre un peu mou; chez les reproducteurs, il nuit à la fécondité si on le donne en trop grande quantité. Il faut le réserver surtout aux bêtes à l'engrais. Le maïs, disait l'excellent zootechnicien Magne, est plus apte à nourrir et à produire de la chair qu'à donner de l'ardeur au travail. On supplée à la déficience de sa protéine en donnant avec lui d'autres aliments riches en tryptophane ou qui peuvent compléter son manque de matières minérales; ceci est réalisé par l'addition de foin de légumineuse ou de foin ordinaire contenant une certaine proportion de légumineuses. En le donnant avec du foin de légumineuses (fanés d'arachides) il peut constituer le tiers des aliments concentrés. Si on l'associe au foin de graminées, il doit n'en constituer que le quart. Il faut tenir compte aussi, quand on l'emploie, de sa pauvreté en substances minérales et compenser cette pauvreté, surtout quand il s'agit de jeunes, de laitières, de bêtes en gestation. On sait, d'autre part, que l'ostéomalacie du cheval est souvent liée à cette déficience du maïs.

En ce qui concerne les rations, en général on le substitue chez les chevaux, à l'avoine, à parties égales. On augmente le coefficient de digestibilité en le donnant concassé, aplati, échaudé ou cuit, particulièrement chez les ruminants et le porc. On utilise souvent le maïs aplati, le grain ayant subi la préparation suivante : il est ramolli, légèrement cuit puis aplati et enfin desséché, l'humidité étant finalement de 10 p. 100 environ. La composition diffère un peu de celle du maïs non traité : la graisse et les cendres diminuent. La diminution en matière grasse serait plutôt un avantage pour l'engraissement du porc, car elle donne un lard mou. Le maïs aplati est d'autre part plus digestible. Voici la composition comparée des deux grains :

	Mais non traité	Mais aplatis
Matière organique	86,09	94,39
Protéine	8,77	11,18
Graisse	3,10	0,97
Hydrates de carbone	73,42	82,02
Cellulose	0,80	0,22

Il faudrait pour remplacer 100 kg de maïs :

192 kg de manioc,
105 kg de sorgho,
107 kg de seigle,
108 kg d'orge,
130 kg de caroubes de Chypre,
125 kg d'avoine,
160 kg de mélasse.

Le maïs étant un aliment incomplet, son usage excessif amène des accidents d'ordre divers. Chez le porc et les volailles qui ne reçoivent rien d'autre, on voit survenir l'amaigrissement et la mort; les expériences ont montré que cela ne provient pas, comme on l'a cru, de ce que les grains sont altérés; cela se produit avec le maïs sain, vieux ou non. On a pu constater que l'amaigrissement tient à la qualité inférieure de l'albumine, qui manque de tryptophane et ne contient que peu de cystine et de lysine.

Les accidents sont dus aussi à ce que les vitamines et les vitastérines sont incomplètes, ce qui explique la manifestation de certaines maladies, telles que la paralysie des pattes, analogue aux phénomènes rachitiques; des éruptions épidermiques très semblables à celles de maladies de la pellagre; des phénomènes de xérophtalmie, produits par le manque de certaines vitamines et vitastérines dans l'alimentation.

Par ailleurs, les porcs nourris exclusivement de bouillie de farine de maïs maigrissent, accusent des phénomènes pathologiques plus accentués et souffrent bien plus que les animaux nourris de grains de maïs. Ce fait montrerait que l'enveloppe du grain de maïs contient des traces d'acides aminés, de vitamines et de vitastérines qui n'existent pas dans la farine elle-même.

Après un ou deux mois d'alimentation exclusive au maïs, on observe chez le porc de la perte de l'appétit, une baisse de poids, de l'asthénie; les symptômes cèdent à l'administration d'acide nicotinique, mais reparissent si le régime demeure le même. Les symptômes cutanés apparaissent entre le 40^e et le 60^e jour; viennent ensuite les symptômes nerveux; l'anémie est très marquée, il y a conjonctivite, parfois cataracte.

D'autre part, chez les porcs en expérience, il y a élimination du calcium et du phosphore dans des proportions anormales, d'où décalcification du squelette.

Enfin, chez les porcs souffrant de cette alimentation exclusive, il y a une véritable intoxication, et l'organisme réagit contre l'albumine du maïs, contre la zéine, par la formation de ferments zéinolytiques.

Un autre inconvénient du maïs, c'est d'être pauvre en cellulose, de sorte que s'il est donné en forte

quantité sans addition d'un autre aliment riche en cellulose il a tendance à former dans l'estomac une masse compacte qu'attaquent difficilement les sucs digestifs.

On a pu montrer expérimentalement que 40 p. 100 de maïs dans la ration conviennent à l'alimentation de jeunes poulets jusqu'à 7 semaines environ; au-delà, on peut aller jusqu'à 70 p. 100. Quand on dépasse 30 p. 100, il faut ajouter du sulfate de manganèse à la ration.

Chez les poules nourries exclusivement au maïs, on observe des lésions du système neuro-végétatif avec paralysie sécrétoire et motrice des organes de l'appareil digestif; des lésions gastro-intestinales, congestion, hémorragies, des lésions de déminéralisation osseuse, avec fragilité des os des membres postérieurs, des lésions hémorragiques articulaires; une diminution de la résistance aux infections diphtéro-varioliqes. Ces lésions n'apparaissent pas lorsque le maïs est complété par de la caséine, du beurre, de la levure de bière, de l'agar-agar, du papier-filtre, un mélange salin.

Les accidents dus à l'absence de tryptophane peuvent en particulier être évités chez les animaux d'expérience par la distribution de caséine riche en tryptophane, ou de certains glucides.

ORYZEA

Genre *Oryza*

Nous avons indiqué les diverses espèces du genre qui peuvent être utilisées comme fourrage; certaines fournissent aussi leurs graines. Nous retenons ici les riz cultivés en vue de la production de la graine.

Le riz, même dans les régions productrices, a longtemps été réservé presque entièrement à l'alimentation humaine, sauf le paddy ou certains riz de mauvaise qualité; mais au cours des récentes années il a pris une large place dans l'alimentation des divers animaux domestiques.

Le riz existe dans le commerce sous les principales formes suivantes : à l'état brut, non décortiqué, c'est le *paddy* qui est utilisé pour la nourriture des animaux adultes après ou sans un long trempage destiné à ramollir les enveloppes siliceuses du grain. Le riz « *cargo* » ou *riz pelage*, débarrassé de la majeure partie de ses enveloppes est encore recouvert d'une mince pellicule colorée en gris ou en rouge. Le riz en grains décortiqués et blanchis est classé suivant sa grosseur. Les brisures proviennent de grains qui ont été cassés lors des opérations mécaniques effectuées pour blanchir et trier le riz en grains; elles sont classées en demi-grains, brisures n° 1 et brisures n° 2.

Enfin, la mouture des brisures donne des farines de qualités diverses; il faut distinguer les farines de riz des farines dites basses ou « issues », qui n'ont pas la même valeur nutritive.

Le battage puis la mouture fournissent les balles et le son. Les balles qui sont les glumelles du grain, n'ont pour ainsi dire pas de valeur alimentaire; on les utilise souvent comme combustible; on en pourrait tirer une cellulose digestible pour l'alimentation humaine.

Le son, qui comprend les téguments, le germe, une partie de l'aleurone et de l'amidon, est très nourrissant. Il renferme des graisses, des protéines, du phosphore, des vitamines, dont la plus importante est la vitamine B₁; il y a aussi de la vitamine A et de la vitamine E; la vitamine D est à l'état latent.

Sous le nom de farine de riz on vend des produits de composition très variable; il peut y avoir une proportion importante de balles moulues; la véritable farine, bien que coûtant moins cher que la farine de blé dans les pays producteurs est peu employée pour les animaux.

Par contre, les farines fourragères qui proviennent du polissage du riz dans les rizeries, ont une bonne valeur alimentaire. Ce sont des déchets broyés quand le riz est décortiqué (dans le commerce on les connaît aussi sous le nom italien de *pula* ou *pula di rizo*).

Les polissures elles-mêmes, produit provenant

La composition comparée d'un riz cargo et d'un riz poli est la suivante (pour 1.000).

	Cargo	Poli
Eau	861	874
Protéine	79	67
Extrait étheré	20	4
Cellulose	6	1,5
Extractif non azoté	744	780
Ca	0,3	0,1
P	3,3	0,9
Vit. A (U.I/Kg)	250	50
Vit. B ₁ (γ/Kg)	1000	150
Vit. B ₂ (γ/Kg)	530	100

Un riz du Congo belge renferme:

Protéine	12,67
Extrait étheré	0,44
Extractif non azoté	73,51

Dans des échantillons de riz blanc ou brun, la teneur en sucre est la suivante:

sucres totaux	0,37 à 1,40
sucres réducteurs	0,05 à 0,14

Le riz brun est plus riche en sucres totaux (de 0,83 à 1,40) que le riz blanc (0,37 à 0,53); de même pour les sucres réducteurs 0,09 à 0,13 au lieu de 0,05 à 0,08.

Voici la composition comparée des divers produits issus du riz qui peuvent être utilisés dans l'alimentation:

	Matière sèche	Protéines	Mat. grasses	Extractif non azoté	Cellulose
Riz de Cochinchine:					
Paddy	87,80	6,25	0,60	68,05	8,34
Balle de riz	90	3,7	1,4	32,3	38,1
Paille de riz	86,8	5,5	2,2	33,5	35,3
Farine basse de riz	87,4	12	12	45,2	8
Résidus d'amidonnerie frais	44,7	13,6	1,1	28,7	0,6
Résidus d'amidonnerie secs	86	26,2	2,1	55,2	1,1

du traitement des grains pour les rendre lisses et brillants, sont assez riches en matière grasse, en protéine, en phosphore.

Enfin, les résidus provenant des amidons ont une valeur alimentaire intéressante.

La valeur alimentaire de tous ces produits est donc excessivement variable. La teneur moyenne du grain entier est la suivante:

Amidon	75,8
Protéines	5,8
Matière grasse	0,2
Cellulose	0,7

Le plus employé des divers produits est le paddy dont voici la composition.

	1 ^{re} Récolte	2 ^e Récolte
Amidon, dextrine	62,98	63,96
Matières azotées (protéine)	7,44	7,26
Matière grasse	2,32	2,06
Matières minérales	5,86	5,60
	dont silice	dont silice
	4,35	4,56
Cellulose	8,40	8,54
Eau	13,00	12,58

Une polissure de riz renferme (pour 1.000):

Matière sèche	900
Protéine	124
Extrait éthéré	132
Cellulose	28
Extractif non azoté	540
Ca	0,3
P	15,2
Vit. A (U.I. par kg)	300
Vit. B ₁ (γ par kg)	3000
Vit. B ₂ (γ par kg)	1000

Le son de riz, encore appelé farine basse de riz, issues de riz, contient des débris d'enveloppe mêlés à un peu de farine provenant des graines et aux germes. La composition varie avec les rizeries, la teneur en matières azotées oscillant entre 6,5 et 8,3 p. 100 celle de la matière grasse entre 9 et 11 p. 100, celle de l'amidon entre 38 et 45 p. 100. Le produit est souvent fraudé, notamment par addition de balle moulue.

En ce qui concerne les acides aminés, voici la teneur de trois échantillons:

Les matières minérales d'un riz rouge de Nigéria comprennent:

Cendres totales	1,85
Cendres solubles	1,74
CaO	0,022
Na ₂ O	0,088
K ₂ O	0,28
Fe ₂ O ₃	0,010
P ₂ O ₅	0,69

L'analyse de diverses variétés de riz de l'Inde donne les moyennes suivantes:

	Paddy	Riz décortiqué	Riz moulu
Eau	13,9	14,3	14,3
Cendres	4,80	1,21	0,69
Protéine brute .	5,7	7,0	6,6
Fer	1,43	1,26	0,76
Ca	23,8	11,2	7,1
P	236	262	166 mg par 100 g
Vitamine B ₁	2,8	3,2	1,1 µg par g

Dans les pellicules de riz, la teneur en vitamine B₁ voisine 2 mg par kg.

	Argi- nine	Histi- dine	Lysine	Tyra- sine	Trypto- phane	Phényl- alanine	Cystine	Methio- nine	Thréo- nine	Leucine	Isoleu- cine	Valine	Glycine
Riz	7,2	1,7	3,2	5,7	1,3	5,0	1,3	3	3,8	8,2	5,2	6,2	»
Riz poli .	7,2	1,6	3,2	5,6	1,3	6,0	1,4	3,4	4,1	9	5,3	6,3	10,3
Riz	7,6	2,07	3,55	»	1,44	5,28	»	2,27	4,06	9,05	4,78	6,8	»

La teneur du riz en acides aminés ne change pas beaucoup avec les variétés; par contre les proportions d'alanine, thréonine et acide glutamique, ainsi que les quantités de lysine et d'histidine diminuent avec l'âge. La cystine peut être trouvée dans des échantillons frais. La teneur en tryptophane, méthionine, valine paraît peu varier.

Quant aux vitamines, la teneur moyenne est la suivante en mg/kg (Morrisson).

	Vit. B1	Vit. B2	Vit. PP	Ac. panthoténique
Riz brun.....	2,42	0,66	37,6	»
Riz poli	0,66	0,66	17,8	3,96
Son de riz ..	22,6	2,2	284	226

Il n'y a pas de vitamine A, de carotène, de choline et d'acide folique. Dans le grain, les vitamines siègent surtout dans l'embryon, la vitamine B₁, surtout dans le scutellum; la riboflavine est à peu près régulièrement répartie dans le grain. Il faut signaler que la conservation provoque la perte de 20 à 30 p. 100 de la vitamine B₁.

Malgré la pauvreté apparente du riz en protéine et en matière grasse, il est souvent considéré comme le plus nourrissant des céréales. On donne comme équivalent à 100 kg de riz 120 de blé et 135 d'avoine.

Le riz décortiqué peut être distribué sans cuisson ni trempage. Cependant, pour les animaux à l'engrais, volailles, porcs, bovins, il est préférable de le donner cuit ou moulu. Pour les veaux, on recommande de délayer la farine de riz dans un peu d'eau froide et d'ajouter la farine ainsi délayée dans une grande quantité d'eau très chaude, presque bouillante. Chez les veaux, il faut s'abstenir de donner les « issues » qui, riches en matières grasses (15 à 18 p. 100) conviennent par contre pour les adultes à l'engraissement. Chez les volailles, le paddy convient parfaitement. On peut donner 50 g par jour; il donne une chair blanche.

Le paddy est bien consommé également par le mouton, et il peut être substitué, dans la ration, à quantité égale d'avoine.

Chez le porc, il faut associer le riz à un aliment

riche en azote (tourteaux, farine de viande, farine de poisson, et à un aliment riche en matières minérales (son).

Le paddy a une valeur nutritive moyenne légèrement inférieure à celle de l'avoine. Il peut entrer dans la ration des animaux domestiques pourvu que celle-ci remplisse certaines conditions :

- 1° quantité de matière sèche suffisante,
- 2° quantités respectives suffisantes des principes nutritifs digestibles,
- 3° Valeur nutritive optimum (exprimée en amidon),
- 4° Relation nutritive convenable.

Chez le cheval, on le substitue à l'avoine en quantités égales; de même chez le mouton, les bovins, le porc. Chez les vaches laitières on a recommandé en Indochine le mélange suivant, à ajouter en quantités variables avec le rendement des laitières :

Riz	60 parties
Tourteau d'arachides	25 —
Son	15 —

Il ne semble pas que la consommation prolongée du riz et de ses produits puisse avoir de nombreux inconvénients. Ceux qui ont été signalés étaient surtout dus à des altérations. Cependant à la suite de cas d'eczéma qui étaient attribués à la farine de riz, on a expérimenté sur une génisse. En donnant pendant plusieurs semaines une livre par jour, on n'observe rien; mais si, on donne 3 à 4 livres, les symptômes d'intoxication, caractérisés par des troubles digestifs et un eczéma suintant des membres postérieurs, surviennent trois à cinq jours après le début de l'alimentation au riz.

Des accidents sont observés à la suite de l'utilisation prolongée de riz dépoli, accidents attribués à l'« oryzotoxine ». En réalité, il ne s'agirait pas d'une toxine; l'expérimentation montre que la consommation agit comme si elle entraînait une déficience en vitamine B₁, l'altération de cette vitamine venant d'une substance antagoniste.

On donne le riz, soit tel quel, soit après trempage ou cuisson; quand on le donne tel quel, il y a toujours avantage à le laver; ainsi, avant d'être distribué aux chevaux, le paddy doit être passé au tarare et donné mouillé après lavage; le lavage doit se faire quelques heures avant la distribution, sous un courant d'eau, dans des cuves en ciment ou métalliques; les grains vides et charançonnés surnagent et sont éliminés. La cuisson livre un grain ramolli, peu gonflé, que les animaux acceptent bien et digèrent parfaitement. Le trempage donne aussi un grain ramolli, mais il doit durer au minimum quatre à cinq heures et livre un grain peu gonflé

qui a augmenté d'un quart de son poids avec l'eau froide, d'un tiers avec l'eau chaude.

Le son de riz convient à la nourriture du bétail. Aux Etats-Unis, on a remarqué que les vaches produisent autant de lait avec une ration renfermant 90 p. 100 de son et 10 p. 100 de farine de graines de coton qu'avec une quantité égale de farine de maïs. On peut faire un mélange, par moitié, de farine de coprah et de son de riz. Le son apporte des protéines, des hydrates de carbone et des vitamines, le coprah des graisses.

Aux chevaux, on le donne en barbotages, ou frisé, ou encore avec des patates cuites, de la mélasse. Le son ne doit pas contenir d'enveloppes, qui sont irritantes pour le tube digestif; on reconnaît leur présence au microscope.

Le son de riz s'altère rapidement, non seulement par suite de la présence d'insectes, mais parce que ses enzymes (lipase en particulier) mettent en liberté des acides gras. C'est pourquoi le son est en général étuvé pendant 3 heures à 105°; ranci, on le donne parfois aux chevaux, aux Philippines, avec de la mélasse.

Chez le porc et les vaches laitières, on obtient un mélange très satisfaisant avec du son ou des polissures de riz et du maïs ou d'autres céréales; dans toutes les rations où entrent les sous-produits du riz, il y a intérêt à ajouter du calcium (sous la forme de calcium finement broyé, de farine de coquilles d'huîtres).

PANICEÆ

La tribu des Paniceae est la plus importante, dans les régions tropicales, comme dans les régions tempérées, aussi bien en ce qui concerne les grains qu'en ce qui concerne les herbes fourragères.

Genre *Brachiaria*

Les graines de plusieurs espèces africaines sont mangées par les indigènes; c'est surtout le cas de *Brachiaria stigmatifera*, *B. xantholenca*.

Genre *Cenchrus*

Les grains armés de *Cenchrus catharticus* (= *C. echinatus*), *C. biflorus* sont mangés après traitement au mortier.

Genre *Digitaria*

Digitaria exilis (= *Paspalum exile*, *Paspalum longiflorum*) est la plus petite céréale cultivée (2 grammes pour 1.000 grains) (fonio en Afrique

occidentale). La graine décortiquée a la composition suivante :

Eau	13,4
Protéine	7
Extrait étheré	1,9
Cellulose	0,4
Extr. non azoté	76,9
Cendres	0,7

L'analyse de divers échantillons de « fonio » d'Afrique Occidentale donne les extrêmes suivants :

Eau	10,4 et 13,6
Protéine	4,5 et 8
Extrait étheré	3 et 4,6
Cellulose.....	6,3 et 9,9
Extr. non azoté	55 et 70
Cendres	1,6 et 7,5

Pour diverses analyses de fonio, les teneurs en Ca (pour 100 de cendres) est de 0,65 (min.) et 1,83 (max.); pour le phosphore 2,4 (min.) et 22,5 (max.).

On est mal renseigné en ce qui concerne les vitamines.

La valeur alimentaire dépasse celle du riz. Elle est exceptionnellement employée chez les animaux (volailles).

Genre *Echinochloa*

En Asie, on cultive *Echinochloa colona* var. *frumentacea* (= *E. frumentacea*) = *Panicum frumentaceum*. C'est le Millet Barnyard du Japon.

Echinochloa stagnina = *Panicum burgu*, le bourgou africain, a des graines consommées en cas de disette.

Genre *Panicum*

Nous retrouvons là diverses espèces précédemment étudiées comme fourrage et dont les graines vont à l'alimentation humaine ou animale (volailles notamment).

Panicum miliaceum (= *Milium esculentum*, *M. panicum*) est dénommé en France millet rond, mil de l'Inde, mil commun, panic, mil à grappes. C'est le *chenachin phikai* de l'Inde et le *rali*. Il serait originaire de l'Égypte, de l'Arabie ou de l'Asie centrale. Il est largement cultivé en Asie tempérée et tropicale, un peu en Indochine, en Afrique du Nord, en France. Sa composition moyenne est la suivante :

Eau	12
Protéine vraie.....	11
Graisse	4
Hydrates de carbone	61
Cellulose	8
Cendres	4

P. frumentaceum, variété de *P. crus galli* (= *P. grossum*, *P. segetale*) est aussi rattaché au genre *Echinochloa*: *E. frumentacea*. Il est cultivé un peu partout dans l'Inde pour sa graine.

Panicum hispanicum est surtout dénommé *Setaria italica*.

La composition est la suivante :

	Max.	Min.	Moyenne
Eau	12	8,9	11,2
Protéine.....	12,7	9,4	10,7
Extrait étheré	3,8	1,0	2,9
Cellulose	10,7	4,0	8,2
Extractif non azoté	64	61,1	62,5
Cendres	3,8	2,9	3,4

La teneur en Ca (pour 100 des cendres) varie entre 0,4 et 0,5; celle de P entre 9 et 10.

La teneur en carotène est très faible; il y a pauvreté en ce qui concerne l'acide ascorbique. Quant au groupe B, il est ainsi représenté: Vit. B₁, 0,65; Vit. B₂, 0,085; Vit. P.P. 0,65.

La teneur des *Panicum* en cellulose est plus élevée que chez les autres céréales, puisqu'elle est en moyenne d'environ 8 p. 100 pour la cellulose brute. Si on y ajoute les indigestibles glucidiques, on peut estimer à 15 p. 100 la teneur en indigestibles, ce qui est un facteur défavorable, au moins chez les monogastriques. Le décortiquage fait disparaître cet inconvénient. En effet pour 100 g de graines, on a :

	grain brut	grain décortiqué	son
Eau	9,4	9,5	10
Protéine.....	10,55	12,65	6,5
Lipides	3,3	2,8	2,85
Extr. non azoté	63	74	24
Cellulose	10	0,35	48,2
Cendres	2,9	1,1	9,0

Panicum miliaceum (« proso ») est surtout utilisé chez le porc. Le rouge serait légèrement supérieur au blanc, mais inférieur au maïs, le porc l'accepte d'ailleurs moins bien que le maïs.

Genre *Paspalum*

Paspalum scrobiculatum. = (*P. commersonii*, *P. frumentaceum*, *P. hirsutum*), répandu dans tous les pays chauds, et surtout dans l'Inde. Dans ces régions, comme en Afrique occidentale, la graine va à l'alimentation humaine. Certaines variétés, amères, seraient toxiques (pas à Madagascar ni en Afrique).

Genre *Pennisetum*

A côté des nombreuses espèces du genre qui sont de bonnes plantes fourragères tropicales, il

en est une dont la graine est particulièrement intéressante. C'est *P. typhoidum* = *Penicillaria spicata*, *Holcus typhoidum*. C'est le « petit mil », ou mil chandelle, ou Penicillaire, semblable au *P. glaucum*.

D'après Chevalier, bien qu'on le considère comme originaire de l'Afrique, on ne l'y rencontre plus à l'état spontané. Il est très répandu en Afrique occidentale, surtout en zone sahélienne, en Afrique du Nord et du Sud, en Egypte, en Afrique du Sud-ouest. On le rencontre aussi à Madagascar, dans l'Inde, où il est une des céréales les plus répandues. Il y a de très nombreuses races et variétés, de même que bien des espèces spontanées de *Penicillaria* africains se rapprochent de *P. spicata*.

Les variétés offrent une assez grande diversité quant à la vitesse de croissance, à la période à laquelle on peut cultiver, et chaque région a ses variétés qu'on sème à diverses périodes. La plus grande partie est cultivée dans les régions Nord (en Afrique occidentale); ce sont toujours des cultures d'hivernage.

Deux échantillons de *Pennisetum glaucum* renferment:

	Nigéria	Afrique du Sud
Eau	12,67	9,4
Protéine	9,78	13,7
Extrait éthéré	3,61	5,1
Cellulose	1,98	2,1
Extr. non azoté	70,43	67,7
Cendres	1,54	2,0
Ca O	0,19	0,20
P ₂ O ₅	0,62	0,75

Un échantillon de *Pennisetum typhoidum* de Zanzibar renferme:

Eau	10,60
Protéine	12,47
Extrait éthéré	5,0
Cellulose	2,80
Extr. non azoté	67,13
Cendres	2,0

La composition moyenne du grain, pour une dizaine d'échantillons d'origines diverses, est la suivante:

	moyenne	max.	min.
Eau	10,6	14	8,3
Protéine	11	17,9	8,8
Extrait éthéré	4,5	6,15	2,35
Cellulose	2,5	3,85	1,35
Extractif non azoté	63	61,5	61

Les variations en ce qui concerne la composition des protéines totales en acides aminés (en pour cent sur la base de 16 g d'azote) sont données par les chiffres suivants:

	Adrian (A.O.F.)	Balasubranian (Inde)
Arginine	4,7	»
Cystine	1,25	»
Histidine	2,1	1,75
Isoleucine	4,3	5,9
Leucine	17,4	9,5
Lysine	2,6	3,8
Méthionine	2,6	1,8
Phénylalanine	4,9	4,3
Tryptophane	2,3	1,9
Valine	5,65	6,3

Le facteur limitant est la lysine.

La teneur en matières minérales est inférieure à 2 p. 100 (variations de 0,80 à 2,4) avec une moyenne de 1,6 pour le Ca et de 11,2 à 23,8 pour le P. (moyenne 20,9). Le rapport Ca/P est inférieur en général, à 0,1. D'autre part, le P est en grande partie formé d'acide phytique, ce qui le rend inassimilable et peut bloquer le calcium ou le magnésium de la ration.

La teneur en carotène, pour 100 g de produit, est de 0,22. Le taux d'acide ascorbique est pauvre. La richesse est assez grande en riboflavine, mais les taux en vit. B₁ et PP sont faibles (par rapport au blé; vit. B₁ 0,28 à 0,50; vit. B₂ 0,07 à 0,22; vit. PP 1,0 à 5,1 (en mg pour 100 de matière fraîche).

Le seul sous-produit du « petit mil » utilisé est le son, qui a la composition suivante (100 de mat. sèche):

glucides réducteurs	28,5 g
lipides	9,5 g
protéine	14,4 g
cendres	12,2 g
eau	18 g
Ca	0,097
P	0,490

La composition du petit mil est assez proche de celle du gros mil; cependant, de façon générale, il est plus riche en cellulose et en sels; certaines variétés, par contre, contiennent plus de matière grasse et de matières azotées, moins d'amidon. Une variété sénégalaise est assez sucrée pour qu'on la réserve à la fabrication de friandises. Ces différences se traduiraient par une valeur alimentaire assez variée mais cela n'a pas été expérimentalement démontré.

On peut en conséquence utiliser le petit mil dans les mêmes proportions que le gros mil; il ne

faut le donner aux chevaux qu'à défaut de gros mil et alors le faire gonfler dans l'eau légèrement salée.

Les variétés locales en Afrique orientale peuvent remplacer le maïs dans la ration de la plupart des animaux. Leur valeur alimentaire est égale à 87 p. 100 de celle du maïs pour les animaux de boucherie, 90 à 95 p. 100 pour les vaches laitières; pour les moutons, elle est sensiblement la même. Ils peuvent constituer 20 p. 100 de la ration des chèvres; pour les équidés, ils peuvent remplacer 50 p.100 du maïs, mais on risque la constipation quand on dépasse 25 p. 100. C'est surtout chez les poules et le porc qu'on doit y avoir recours; on peut donner 20 à 50 p. 100 aux poules; chez les porcs à l'engrais, le mil blanc écrasé peut entrer pour 60 p. 100 dans la ration, sa valeur nutritive comparée à celle du maïs étant de 76 p. 100; cependant, au bout de deux mois à deux mois et demi, la substitution est moins avantageuse, le mil étant moins bien accepté au bout de ce temps.

Le petit mil est moins utilisé pour l'alimentation des animaux que le gros mil; en certaines régions, on le considère même comme dangereux, ce qui est une erreur; cependant, pour les chevaux, il a l'inconvénient, étant donné sa petitesse, (les variétés hâtives ont des grains encore plus petits que les autres), d'être mal broyé et mal digéré; une bonne part est parfois intacte dans les crottins; quant aux bovins, ils ne le mastiquent pas. Par contre, il convient particulièrement à l'alimentation des volailles.

On peut le donner concassé, ou en mélange avec le maïs, ce qui oblige les animaux à le mastiquer. Chez le cheval, on donne 4 à 5 kg, après abreuvement. Il peut être donné aux moutons (brebis nourrices, animaux à l'engrais) à la dose de 100 à 200 g.

On l'utilise (de préférence après cuisson) chez toutes les volailles.

La digestibilité, chez la poule, est plus grande que celle de diverses céréales:

Blé	78,6
Orge	67,3
Maïs	81,0
Riz	82,7
Millet	87,7

Par contre la valeur biologique est relativement faible, ce que confirment les expériences de croissance chez le rat.

Genre *Setaria*

Nous avons précédemment cité plusieurs espèces du genre qui, fournissant des herbes fourragères,

ont aussi des graines comestibles: *S. pallidifurca*, de l'Afrique tropicale et subtropicale, dont les graines vont parfois à l'alimentation humaine; *S. chevalieri* dont les graines seraient toxiques pour les petits oiseaux. C'est surtout *S. italica*, le millet d'Italie, millet de Hongrie, millet des oiseaux ou *S. germanica*, dont les graines intéressent les régions subtropicales.

La composition des grains de *S. italica* est la suivante:

Eau	12
Protéine	11
Extrait étheré	4
Cellulose	7
Extr. non azoté	57
Cendres	3

Une analyse d'un échantillon de Zanzibar donne:

Eau	9,47
Protéine	10,20
Extrait étheré	4,31
Cellulose	7,83
Extractif non azoté	65,11
Cendres	3,08

En ce qui concerne les vitamines, nous n'avons de précisions qu'en ce qui concerne le complexe B; on trouve pour 100 g de matière fraîche: 0,60 mg de vit. B₁, 0,085 de vit. B₂, 0,60 de vit. P.P.

Comme les autres céréales tropicales, les *Setaria* doivent être pauvres en vit. A et C.

Cette espèce serait originaire de Chine ou du Japon. Sa culture est encore largement répandue dans certains pays de l'Europe, surtout dans la région méditerranéenne. On ne la connaît pas à l'état cultivé en Afrique tropicale, mais elle est largement cultivée dans l'Inde anglaise, en Perse, en Chine, au Japon, aux Iles Philippines, en Malaisie, chez quelques peuplades primitives des montagnes de l'Indochine. Elle a été introduite depuis longtemps en Amérique ainsi que dans l'Afrique du Sud où on la nomme aujourd'hui Boer Manna.

Genre *Urochloa*

Les grains de plusieurs espèces du genre, africaines et constituant d'assez bons fourrages en zones humides, sont parfois mangés par l'homme: *U. paniculata*, *U. trichopus*, *U. onsculpta*.

PHALARIDÆ**Genre Phalaris**

Phalariscanariensis (= *P. ovata*), distinct de *P. sativa* (rattaché au genre *Phleum*), est le *blé des Canaries*, *mil des Canaries*, *graine de Canaris*, *millet long*, *escayol*, qui serait originaire des Canaries ou de la péninsule ibérique. Proche parent de *P. minor* et surtout de *P. brachystachys*, qui vit à l'état spontané, il est cultivé dans la région méditerranéenne et aussi au Mexique. C'est l'alpiste de la région méditerranéenne. La graine est donnée aux ani-

maux, surtout aux volailles. Elle contient (pour 1.000):

Matière sèche	885
Protéine	136
Extrait étheré	52
Cellulose	74
Extractif non azoté	557
Ca	0,1
P	3,3
Vit A (U.I. par kg)	400
Vit. B ¹ (γ par kg)	2100
Vit. B ₂ (γ par kg)	800