



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

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



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

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

FAIR USE POLICY

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

CONTACT

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

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

08232-F

Distr.
LIMITEE

ORGANISATION DES NATIONS UNIES
POUR LE DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL

UNIDO/IOD.198/Rev.1
11 juillet 1978
FRANÇAIS

**TRAITEMENT INDUSTRIEL
DE
L'ARACHIDE**

par
SEDIAC*

Etude technique préparée pour
la Banque d'informations industrielles et techniques de l'ONUDI

*Société pour l'étude et le développement de l'industrie, de l'agriculture et du commerce, Paris (France).

Notes explicatives

Sauf indication contraire, le terme "dollar" (\$) s'entend du dollar des Etats-Unis d'Amérique.

La barre transversale (/) entre deux millésimes, par exemple 1970/71, indique une campagne agricole, un exercice financier ou une année scolaire.

Le trait d'union (-) entre deux millésimes, par exemple 1960-1965, indique qu'il s'agit de la période tout entière, y compris la première et la dernière année mentionnées.

Les sigles suivants ont été utilisés dans la présente publication :

c.a.f.	Coût, assurance, fret
CFTRI	Central Food Technological Research Institute
DBO	Demande biologique d'oxygène
DCO	Demande chimique d'oxygène
PPI	Parallel plate interceptor
TPS	Titled plate interceptor
USDA	United States Department of Agriculture

Les chiffres entre parenthèses () renvoient à la liste de référence.

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

L'appellation "pays ou zone" figurant dans certaines rubriques des tableaux désigne des pays, des territoires, des villes ou des zones.

La mention dans le texte de la raison sociale ou des produits d'une société n'implique aucune prise de position en leur faveur de la part de l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI).

TABLE DES MATIERES

<u>Chapitres</u>	<u>Pages</u>
I. L'ARACHIDE EN TANT QUE MATIERE PREMIERE	8
A. La plante	8
B. Les relations climat - sol - plante	13
C. Les modalités générales de la culture	16
D. Les différentes variétés d'arachides. Sélection - Qualité	18
E. Les techniques de stockage et de séchage	31
F. Les contaminations et les méthodes de prévention	33
G. Les classements de qualité	42
II. L'ARACHIDE DE BOUCHE	48
A. Le décorticage	48
B. Le dépelliculage	50
C. Le grillage et le salage	53
D. Le conditionnement	55
III. L'ARACHIDE, SOURCE DE PROTEINES EN ALIMENTATION HUMAINE	56
A. Procédés d'obtention de protéines d'arachides	56
B. Comparaisons technico-économiques	62
C. Les différentes utilisations en alimentation	64
D. Stockage et conditionnement	65
IV. L'HUILE DE TABLE	67
A. Principales caractéristiques	67
B. Différentes qualités	71
C. Interchangeabilité avec les autres huiles	73
V. LA FABRICATION DE L'HUILE	74
A. L'enchaînement des opérations	76
B. L'équipement en huilerie d'arachide	81
C. Les contraintes d'implantation d'une huilerie d'arachide	84
D. Pollution et problème de l'eau en huilerie	85
VI. LES TOURTEAUX	91
A. Caractéristiques des tourteaux d'arachide	91
B. Traitement des tourteaux d'arachide	94
C. Utilisation des tourteaux	96

<u>Chapitres</u>	<u>Pages</u>
VII. SOUS-PRODUITS DE L'ARACHIDE AUTRES QUE LES TOURTEAUX ...	99
A. Coques d'arachide	99
B. Pellicules d'arachides	102
C. <u>Soapstock</u>	102
D. Emploi des terres de décoloration	105
E. Autres sous-produits d'huilerie	105
F. Utilisations de la plante arachide	106
VIII. LE MARCHÉ DES ARACHIDES	107
A. La production mondiale	107
B. Position de l'arachide parmi les autres oléagineux .	108
C. Le commerce extérieur	110
D. Les prix sur le marché mondial	112
E. Les coûts de transport	114
F. Méthodes de transport	115
G. Exportation de graines et trituration locale	116
H. La commercialisation intérieure	117
I. Commercialisation extérieure	118
IX. LE MARCHÉ DES HUILES D'ARACHIDE	119
A. Production mondiale et échanges internationaux	119
B. Les prix sur le marché mondial	122
C. Les coûts de transport	125
D. La commercialisation des huiles d'arachide	126
E. Localisation de l'activité de raffinage	127
F. Les contrôles de qualité	127
X. LE MARCHÉ DES TOURTEAUX D'ARACHIDE	128
A. La situation générale	128
B. Les prix du marché mondial	131
C. Importance économique des tourteaux et de l'huile .	133
D. Cas des pays en voie de développement	134
E. La commercialisation	135
F. Les moyens et coûts de transport	135
XI. LE MARCHÉ DES ARACHIDES DE BOUCHE	137
A. Situation de l'offre mondiale	137
B. Les prix	138
C. Les pays consommateurs	142

<u>Chapitres</u>	<u>Pages</u>
D. La commercialisation	143
E. Le transport	144
BIBLIOGRAPHIE	145

Liste des tableaux

1. Valeur moyenne de la durée du cycle végétation-maturation pour diverses variétés d'arachides à Madagascar	12
2. Evolution de la consommation moyenne journalière d'eau au cours du développement de l'arachide : comparaison de deux variétés, <u>Valencia</u> et <u>Virginia</u> , et de deux localisations ..	15
3. Rendement moyen en arachide par continent.....	16
4. Réponse de l'arachide à l'apport d'éléments minéraux, en fonction de la localisation dans le monde	17
5. Rendements moyens des différentes variétés d'arachides en Géorgie	22
6. Influence des techniques culturales sur le rendement : traitement contre la cercosporiose	23
7. Rendement au décorticage de différentes variétés d'arachides	24
8. Comparaison de la teneur en huile de variétés d'arachides dites d'huilerie et de bouche	25
9. Composition de la graine d'arachide	26
10. Composition en acides gras et stabilité de l'huile de cinq variétés d'arachides cultivées à Tifton, Géorgie	27
11. Comparaison de la teneur en acide linoléique des arachides de types <u>Spanish</u> et <u>Virginia</u>	28
12. Composition en acides aminés des protéines de la graine d'arachide	30
13. Lutte chimique contre les insectes au cours du stockage de l'arachide	34
14. Teneur de différents produits d'huilerie d'arachides en pesticides	35
15. Principales moisissures, autres qu' <u>Aspergillus flavus</u> , et mycotoxines, autres que les aflatoxines, présentes dans les arachides	36

	<u>Pages</u>
16. Spécifications des arachides décortiquées de 1ère qualité de trois variétés aux Etats-Unis	45
17. Principales caractéristiques des huiles d'arachides	68
18. Teneurs en acides gras principaux des huiles végétales courantes	69
19. Principaux types de triglycérides de l'huile d'arachide	70
20. Facteurs essentiels de composition et de qualité de l'huile comestible d'arachide	72
21. Constructeurs de matériel et type de matériels offerts	83
22. Consommation d'eau au cours des différentes opérations en huilerie d'arachide	86
23. Récapitulation des problèmes de pollution en huilerie/ raffinerie classique	87
24. Composition des effluents de décomposition des <u>soapstocks</u>	88
25. Principales caractéristiques analytiques de quelques tourteaux	91
26. Composition caractéristique des tourteaux en fonction de leur préparation	92
27. Teneur en acides aminés de différents tourteaux	93
28. Teneurs maximales en aflatoxines dans les aliments pour animaux dans les pays de la CEE	97
29. Composition biochimique des coques d'arachide	100
30. Production d'arachides en coques dans différents pays, au cours de la période 1970-1976	107
31. Comparaison des productions mondiales des différentes graines oléagineuses, au cours de la période 1970-1976 ..	108
32. Comparaison de l'arachide aux principales autres graines oléagineuses, pour ce qui concerne les teneurs en huile et en protéines	109
33. Commerce mondial de l'arachide pendant la période 1970-1976	111
34. Cours moyen de l'arachide pour la période 1970-1976	113
35. Coût du transport maritime de l'arachide vers les ports de l'Europe occidentale	115
36. Production mondiale d'huile d'arachide pour la période 1972-1976	120

	<u>Pages</u>
37. Commerce mondial de l'huile d'arachide pour la période 1970-1976	121
38. Cours moyen annuel de l'huile brute d'arachide à Rotterdam pour la période 1960-1977	123
39. Coût du transport pour l'huile d'arachide en provenance de divers pays et à destination de l'Europe occidentale	125
40. Production mondiale de tourteaux d'arachide déshuilés pour la période 1972-1977	128
41. Commerce mondial de tourteaux d'arachide pour la période 1970-1976	130
42. Cours moyens annuels de tourteaux d'arachides pour la période 1970-1976	133
43. Comparaison des prix moyens des tourteaux et de l'huile d'arachide pour la période 1970-1977	134
44. Volume calculé des exportations d'arachide en coque des principaux pays producteurs pour la période 1970-1975	139
45. Comparaison du prix en livres par tonnes de différents fruits secs	140
46. Tarifs "Conférence" (en vigueur début 1976)	144

Liste des figures

I. Evolution du nombre de germes fongiques dans les arachides et les tourteaux au cours des traitements d'huilerie	41
II. Production de farine et d'isolat protéique d'arachides par des méthodes conventionnelles	57
III. Procédé CPTRI de fabrication d'isolat protéique	61
IV. Extraction simultanée des protéines et de l'huile d'arachide pour la fabrication de concentrés et d'isolats	63
V. Schéma de production de l'huile brute	75
VI. Schéma d'une station de nettoyage en huilerie d'arachide ...	77
VII. Graphique de la fluctuation mensuelle des cours moyens de l'huile d'arachide brute	124
VIII. Graphique de l'évolution des prix relatifs des divers tourteaux par rapport au soja	132
IX. Graphique de l'évolution des cours des graines d'arachides en coques	141

I. L'ARACHIDE EN TANT QUE MATIERE PREMIERE

L'arachide, dont l'espèce cultivée est Arachis hypogea, est une légumineuse dont l'origine, longtemps discutée, est actuellement située au Gran Chaco, dans la région incluant les vallées du Paraguay et du Parana. Au début du XVIème siècle, sa culture aurait été introduite sur la côte occidentale d'Afrique par les Portugais et aux Philippines par les Espagnols. Des Philippines, elle se serait étendue vers la Chine, le Japon, le Sud-Est asiatique, l'Inde et la côte est de l'Australie. Probablement à partir de l'île de Ceylan ou de la Malaisie, elle aurait ensuite atteint Madagascar et la côte orientale d'Afrique. L'espèce aurait donc été diffusée selon deux axes, à l'intersection desquels se trouverait l'Afrique. L'arachide aurait ensuite gagné les Etats-Unis avec le commerce des esclaves à partir de la côte occidentale de l'Afrique [Hammons, 1973 (60)].

A. La plante

[Gregory et al. 1973 (56); Hammons, 1973 (60)]

Morphologie générale

La tige principale de l'arachide est toujours érigée, tandis que ses ramifications secondaires sont ascendantes dans les formes érigées ou courent sur le sol, sur toute ou une partie de leur longueur, dans les formes rampantes. La tige principale et les ramifications primaires peuvent atteindre 0,20 à 0,70 m de long. Elles sont de couleur vert clair, vert sombre ou plus ou moins pourpre. D'après le mode de ramification et la disposition relative des rameaux végétatifs et reproducteurs, Buntin, 1955 (24) et 1958 (25) a distingué deux groupes d'arachides cultivées :

- Le groupe à ramifications séquentielles qui comprend les types Spanish et Valencia : les plantes présentent un axe central avec quatre à six ramifications, elles-mêmes très peu ramifiées. Le port est toujours érigé.

- Le groupe à ramifications alternées qui comprend le type Virginia : la tige centrale porte quatre à six ramifications et parfois plus : ces ramifications donnent successivement deux rameaux végétatifs et deux rameaux reproducteurs. Le port est érigé ou rampant.

Le système racinaire est pivotant et sur le pivot s'insèrent des racines latérales formant un chevelu dense. Des racines adventives peuvent se former sur l'hypocotyle ainsi que sur les ramifications aériennes qui viennent au contact du sol. Des nodules, résultant de l'association symbiotique de la plante et de bactéries fixatrices d'azote, se forment une quinzaine de jours après la levée ; on les trouve jusqu'à quinze centimètres de profondeur. Leur nombre varie de 800 à 4 000 et leur taille de 1 à 4 mm.

Les feuilles sont pennées avec deux paires de folioles ; elles sont portées par un pétiole de 4 à 9 cm de long. Elles se développent à chaque noeud. Les folioles portent des stomates sur leurs deux faces et comportent un mésophyle spongieux capable de stocker de l'eau.

Les inflorescences sont des épis de trois à cinq fleurs ; elles prennent naissance sur les rameaux végétatifs, à l'aisselle des feuilles. Après fécondation, la base de l'ovaire s'allonge en une sorte de tige appelée gynophore. Ce gynophore se courbe afin que le fruit pénètre dans le sol où il prend une position horizontale à une profondeur située entre 2 et 7 cm. Ce fruit est une gousse dont la coque est plus ou moins rétrécie par des contractions qui marquent la séparation des 2 à 4 graines présentes dans la cavité. Les dimensions de la gousse varient de

1 x 0,5 cm à 8 x 2 cm. La coque, ou péricarpe, dont l'épaisseur est d'environ 2 mm, comprend un exocarpe, un mésocarpe sclérenchymateux et un endocarpe parenchymateux. L'exocarpe s'écaille au cours de la maturation et laisse apparaître le mésocarpe. L'endocarpe s'effondre à maturité et ce qui en reste prend une coloration brune ou noire due aux tannins insolubles provenant du mésocarpe. La graine est recouverte d'un tégument séminale mince et parcheminé, de couleur blanche, rose, violacée ou noire son poids peut varier de 0,2 à 2 g et sa forme peut être sphérique, elliptique plus ou moins allongée avec parfois présence d'un méplat dans la zone de contact avec la graine voisine.

Cycle végétatif

Les graines d'arachide stockées à température ambiante ne conservent leur faculté germinative que si le taux d'humidité est inférieur à 8 % [Gillier et Silvestre, 1969 (54)]. Dans ces conditions, et à une température inférieure ou égale à 15°C, les graines conservent leur pouvoir germinatif pendant cinq ans. Les graines de certaines variétés ne peuvent germer qu'après une période de repos appelée "dormance". C'est le cas des graines du type Virginia qui restent dormantes durant un à quatre mois après leur maturité, contrairement à celles des types Runner, Spanish et Valencia. De nombreux procédés ont été préconisés pour lever cette période de dormance. Le plus employé est un traitement à la chaleur, recommandé par l'International Seed Testing Association [Gillier et Silvestre, 1969 (54)] : les graines sont exposées à la température de 40°C pendant quatorze jours.

Les graines d'arachides sont relativement grosses et demandent une grande quantité d'eau pour germer soit un taux d'imbibition de 35 à 45 %.

La croissance se décompose selon les étapes suivantes [Prévot, 1949 (109)] :

La période levée-floraison : Sa durée est une caractéristique variétale dans des conditions écologiques données, mais elle est très influencée par les facteurs climatiques : 15 à 20 jours dans les zones tropicales chaudes contre 40 à 50 jours dans les zones tempérées. Le nombre de fleurs émises par plante est variable selon les groupes : pour une arachide Spanish le maximum est de 600 à 700 fleurs, tandis qu'il atteint 1 000 pour une arachide Virginia.

La fécondation : L'arachide est une plante presque strictement autogame, ceci tient au fait que la fécondation est nocturne et que la fleur ne s'ouvre pas avant fécondation (cléistogamie). Néanmoins, le taux d'allogamie n'est pas nul et il est toujours plus élevé pour les variétés du groupe Spanish et Valencia que pour celles du groupe Virginia [Gillier et Silvestre, 1969 (54)]. La fructification, donnant naissance à des fruits, est variable dans le temps. Ce sont en général les fleurs formées durant les deux ou trois premières semaines de la floraison qui ont le meilleur rendement en fruits. En grande culture, il faut en moyenne cinq à dix fleurs pour donner une gousse. D'après Bolhuis, 1958 (17,18) et 1959 (19,20), la fécondation et le développement des fruits sur la plante provoquent un ralentissement du rythme de floraison qui peut atteindre l'arrêt total.

La durée du cycle végétatif est sous l'influence du climat et en particulier de la température [Bolhuis et De Groot, 1959 (21)]. Ainsi, par exemple, à Madagascar les durées totales du cycle (cycle végétatif et maturation), en fonction de la variété d'arachide varient de 100 à 140 (tableau 1).

Tableau 1. Valeur moyenne de la durée du cycle végétation-maturation pour diverses variétés d'arachides à Madagascar

Variétés	Durée du cycle
	<u>En jours</u>
1. Variétés hâtives	
Variétés d'huilerie	
<u>Hybride 33</u>	120
<u>Espagnole 224</u>	120
<u>Buitenzorg 214</u>	120
Variétés de bouche	
<u>Valencia 247</u>	100 - 110
2. Variétés tardives (avec dormance)	
Variétés d'huilerie	
<u>Mwitunde</u>	135
Variétés de bouche	
<u>Bunch 210</u>	135 - 145
<u>Bunch madirovalo</u>	135 - 140
<u>Bunch 145</u>	135 - 140
<u>Kiraromena</u>	135 - 140

Source : D'après Silvestre, 1963 (129).

B. Les relations climat - sol - plante

Pour l'arachide, comme pour toutes les plantes, les facteurs physiques du sol jouent sur l'enracinement et par conséquent sur la nutrition hydrominérale. Mais, dans le cas particulier de l'arachide, ils jouent de plus sur la maturation, sur la qualité des gousses et sur le rendement de la récolte.

Sol

Il importe que la texture et la structure du sol concourent à en assurer un bon drainage et une bonne aération. Montenez, 1957 (93), a montré que les conditions optimales de germination sont réalisées lorsque le sol se maintient à une humidité inférieure à sa capacité de rétention. L'aération du sol est très importante au moment de la fructification parce que les échanges respiratoires des gousses en formation sont très élevés. En réalité, l'arachide se cultive dans des sols de texture et de structure très différentes. Par exemple, les sols à arachide d'Afrique de l'Ouest sont généralement des sols à texture grossière. Mais la culture est généralement possible dans des sols à texture fine s'ils sont bien structurés avec des agrégats stables qui les rendent suffisamment meubles et perméables. En ce qui concerne le pH, l'arachide semble tolérer des variations de grande amplitude puisqu'elle est cultivée en sol de pH 4 dans certaines régions des Etats-Unis et de pH 9 en Israël et au Soudan [Giller et Silvestre, 1969 (54) ; Heid et Cox, 1973 (113)].

Climat

Les facteurs climatiques conditionnent la croissance et l'extension de l'espèce.

Température

La germination est très rapide et se réalise en 4 à 5 jours à une température voisine de 32-34°C, d'après Catherinet, 1956 (27)

et Montenez, 1957 (93). Le pouvoir germinatif s'abaisse quand la température est en deçà ou au-delà de 15°C et de 45°C.

Pour la phase de préfloraison, l'optimum des températures se situe entre 30°C et 33°C. Vers 18°C, la croissance est très retardée et la floraison très faible. Des écarts de température entre la nuit et le jour sont également défavorables à la croissance et à la précocité de la floraison. Bolhuis et De Groot, 1959 (21), Fortanier, 1957 (46) et Nielsen et Demol, 1958 (97) ont étudié plus spécialement l'effet de la température sur la floraison et ont observé que la température optimale se situe entre 24 et 33°C. D'après Fortanier, 1957 (46), le coefficient d'utilisation des fleurs, qui est inversement proportionnel à l'importance de la floraison, atteint un maximum de 21 % pour des températures nocturne et diurnes, respectivement de 23°C et 29°C.

La maturation est fortement inhibée lorsque les températures nocturnes tombent au-dessous de 10°C.

Eclaircissement

Au stade de la germination, la lumière freine la vitesse d'imbibition des graines ainsi que le développement des racines [Montenez, 1957 (93)] ; elle diminue également la rapidité d'élongation de l'hypocotyle Fortanier, 1957 (46) . Au cours de la fructification, l'exposition des gynophores à la lumière retarde leur croissance et les fruits ne peuvent se développer qu'à l'obscurité [Shibuya, 1935 (128)]. En revanche, il semble que l'initiation florale ne dépende pas du photopériodisme puisque, comme l'a montré Prévot, 1949 (109), la sexualisation de la plante est visible dès les premiers stades d'évolution de la plantule. Toutefois, le développement des bourgeons reproducteurs et l'éclosion des fleurs paraissent dépendre de l'éclaircissement.

Régime hydrique

L'arachide est relativement résistante à la sécheresse. Ses besoins en eau, compte tenu des pertes par évaporation, se situent entre 450 et 700 mm. Ils varient au cours du cycle végétatif et selon les variétés (voir tableau 2).

Tableau 2. Evolution de la consommation moyenne journalière d'eau au cours du développement de l'arachide: Comparaison de deux variétés, Valencia et Virginia, et de deux localisations

Localisation	Israël		Congo	
Variétés	<u>Virginia</u>		<u>Valencia</u>	
Durée du cycle	135 jours		110 jours	
	Phase du cycle En jours	Consommation journalière en mm	Phase du cycle En jours	Consommation journalière en mm
	0- 15	1,4	0- 30	3,9
	15- 45	3,3	30- 60	4,8
	45- 75	6,1	60- 90	6,0
	75-105	6,9	90-110	2,5
	105-135	4,8		
Consommation totale d'eau en mm	665		490	

Sources : Gillier et Silvestre, 1969 (54)

La sécheresse a un effet dépressif sur la végétation tout au long du cycle. Cependant, cet effet est beaucoup plus grave lorsqu'il se manifeste à l'époque de la pleine floraison.

5. Les modalités générales de la culture

De nombreux travaux ont été consacrés à la culture de l'arachide ; nous citerons, pour mémoire, l'ouvrage collectif publié en 1973 par l'American Peanut Research and Education Association "Peanuts, culture and uses" (185), et l'ouvrage plus ancien, puisque publié en 1969 de Gillier et Silvestre (54).

Cette culture, dans la grande majorité des cas, se pratique selon des méthodes traditionnelles. L'amélioration des techniques culturales, parallèlement à la sélection variétale, entraîne une augmentation des rendements, ce qui est présenté au tableau 3. Les principaux points sont l'association et la rotation des cultures, la préparation du sol et des semences, l'époque, la densité et le mode de semis, l'entretien des cultures, l'emploi de fertilisant, de desherbant et l'usage de l'irrigation [Sturkie et Buchanan, 1973 (133)].

Tableau 3. Rendement moyen en arachide par continent ^a

Zone	Rendement moyen en kg/ha	
	1948/1952	1965
Europe	1 470	1 830
Amérique du Nord	920	1 860
Amérique latine	940	1 240
Proche-Orient	910	950
Extrême-Orient	740	630
Afrique	740	980
Moyenne mondiale	850	880

Sources : Gillier et Silvestre, 1969 (54)

^a L'augmentation du rendement entre 1948, 1952 et 1965 traduit l'influence de l'amélioration des pratiques culturales.

Tableau 4. Réponse de l'arachide à l'apport d'éléments minéraux, en fonction de la localisation dans le monde

Localisation		Réponse* à				
		N	P	K	Ca	Mg
Asie	Birmanie	+	0	0	+	0
	Chine	+	+	0	0	0
	Inde	- ^b	+	+	0	0
	Indonésie et Philippines	-	0	0	+	0
	Thaïlande	0	0	0	+	0
Australie		+	+	0	0	0
Afrique	Bénin	+	+	±	0	0
	Empire centrafricain	+	+	0	0	0
	Gambie	+	+	0	0	0
	Ghana	+	+	0	0	0
	Haute-Volta	0	+	0	0	0
	Nigéria	0	+	0	0	0
	République-Unie de Tanzanie	0	+	0	0	0
	Sénégal	+	+	+	0	0
	Sierra Leone	0	0	+	+	+
	Zaïre	+	0	0	+	0
Amérique du Nord	Caroline du Nord	-	+	+	0	0
	Caroline du Sud	-	+	+	0	0
	Floride	-	+	+	+	0
	Géorgie	-	+	+	+	0
Amérique du Sud	Brésil	0	+	+	0	0
	Vénézuéla	+	+	0	+	0
Europe	Bulgarie	+	+	+	0	0
	Espagne	+	+	0	0	0
	Hongrie	+	+	0	0	0
Moyen-Orient	Israël	+	+	+	0	0
	Turquie	+	+	±	0	0

Source : D'après G. Martin, cité par Reid et Cox, 1973 (113).

- a) Réponse positive +
- b) Pas de réponse -
- c) Réponse douteuse ±
- d) Pas d'information .

L'influence favorable de la fertilisation n'est pas claire; les besoins en fertilisants et les réponses à un apport d'engrais semblent varier en fonction des conditions locales comme le montre le tableau 4. Il convient de rappeler que l'arachide, par l'intermédiaire de son rhizobium, peut assimiler une certaine quantité d'azote atmosphérique. La bactérie spécifique doit se trouver dans le sol; si ce n'est pas le cas, il faut inoculer les graines au moment du semis.

D. Les différentes variétés d'arachides. Sélection - Qualité

Avec Woodroof, 1973 (153), il faut, en tout premier lieu, noter que le catalogue des variétés d'arachide se caractérise par une grande confusion. Pour des raisons d'amélioration de rendement ou de qualité, aussi bien que d'extension des utilisations de l'arachide, il ne se passe guère d'années aux Etats-Unis sans qu'une nouvelle variété soit introduite et qu'une ancienne soit abandonnée. Il en est de même en Afrique ou en Asie, où d'importants efforts de sélection ont marqué les dernières campagnes de production [Norden, 1973 (98)].

Quelle que soit la destination de l'arachide, les critères d'adaptation aux conditions locales (climat et sol), de résistance aux maladies et de rendement (rendement en gousses et rendement au décortilage) orientent toujours la sélection. La teneur en huile et la composition en acides gras de l'huile sont des facteurs importants de la qualité de l'arachide d'huilerie. Pour l'arachide de bouche, on a longtemps sélectionné les variétés à faible teneur en huile; l'évolution des techniques de préparation permet maintenant d'échapper à cette contrainte, tandis que la recherche de graines de formes, de couleur et de caractéristiques organoleptiques agréables se poursuit [Rodrigo et al., 1970 (118)].

Dans les divers pays, selon l'orientation de la production, la priorité est donnée à un certain nombre d'objectifs :

- Le rendement dans tous les cas,
- Aux Etats-Unis, en Israël, à Madagascar les caractères technologiques pour l'usage de l'arachide de bouche et la résistance à la cercosporiose,
- Au Sénégal, en Nigéria, et d'une façon générale en Afrique ainsi qu'en Amérique latine et en Inde : la rusticité (parfois au détriment du rendement), une bonne teneur en huile, l'adaptation aux différents climats et la résistance aux maladies (rosette, cercosporiose).

Les principaux types et variétés d'arachide et leurs grandes aires de culture

Les différents types cultivés d'Arachis hypogaea peuvent se diviser en trois principaux groupes variétaux : Virginia, Spanish, et Valencia. Un quatrième, le groupe Runner répond à des considérations commerciales, mais se rattache, génétiquement, au type Virginia.

Le type Virginia

Il se caractérise par de grosses gousses contenant généralement deux graines allongées. La ceinture de la coque est marquée. Les graines sont bien séparées et sans néplat.

C'est le type le plus répandu. Les Etats-Unis en sont de gros producteurs, dans les états de Virginie, de Caroline du Nord, du Tennessee et de Georgie. Il est à la base des sélections de plusieurs pays d'Afrique, comme le Nigéria, le Sénégal, la Zambie, et il constitue aussi l'essentiel des productions de la Chine.

Les nombreuses variétés se regroupent en deux catégories suivant que leur port est érigé ou rampant. Virginia Bunch Large - Virginia Bunch Small - Virginia Bunch 46-2 - Virginia Bunch 67 - Virginia Bunch G2 - Virginia Runner G26 - NC 4X - NC 5 - Georgia Hybrid 119.2 - Holland Jumbo - Florixiant sont quelques-unes des variétés figurant au catalogue américain.

Le type Runner

C'est une variante du type Virginia. Les graines sont plus petites, moins allongées, et présentent souvent un méplat.

Southeastern Runner 56-15, Dixie Runner, Early Runner, Bradford Runner et Florunner sont des variétés développées dans différents états des Etats-Unis. Egyptian Giant et Rhodesian Spanish Bunch sont des variétés cultivées en Afrique du Sud, tandis que Shulamit est une variété cultivée en Israël.

Le type Spanish

Il se caractérise par de petites gousses contenant généralement deux graines bien séparées et rondes. Avant 1940, il constituait 90 % des variétés cultivées dans l'état américain de Georgie. Néanmoins il reste la base des cultures des états de Californie, du Texas et d'Oklahoma avec les variétés Dixie Spanish, Improved Spanish 2B, GFA Spanish, Argentine, Spantex, Spanette ... Natal Common Spanish est la variété la plus répandue en Afrique du Sud.

Le type Valencia

La gousse est lisse, non marquée de constriction. La coque contient trois graines dont les extrémités sont souvent apiculées. Aux Etats-Unis quatre cinquièmes de la production de cette variété sont localisés dans l'état du Nouveau Mexique.

Choix des types en fonction des conditions de culture

Les trois types principaux, cités ci-dessus, ne se caractérisent pas simplement par les caractères morphologiques de leurs gousses et de leurs graines. Il se distinguent également, par la durée de leur cycle végétatif.

Le cycle du type Virginia, entre 130 et 140 jours est plus long que celui du type Spanish, tandis que Valencia, avec 120 jours, est considéré comme un type précoce (voir tableau 1.). En contrepartie, d'un potentiel de production plus élevé, les variétés de type Virginia ont des exigences écologiques plus strictes que les types Spanish et Valencia, et ce d'autant plus que les variétés ont de plus grosses graines. Ceci explique que le type Virginia prédomine dans les régions aux conditions de culture favorables et qu'il constitue la base des essais locaux d'adaptation et de sélection en de nombreux pays producteurs. Les types Spanish et Valencia à cycle court restent les mieux adaptés aux zones équatoriales et aux cultures d'altitude, tandis que certaines variétés du groupe Spanish conviennent bien aux zones les plus sèches des régions soudano-sahéliennes.

Rendements et qualités des différents types et variétés

Rendements en gousses

Les rendements en gousses dépendent non seulement des types et variétés mais aussi des conditions locales de climat et de sol ainsi que de la conduite de la culture [Sturkie et Buchanan, 1973 (133)].

L'influence de la variété est illustrée dans le tableau 5. Il donne, pour la Géorgie, les rendements de différentes variétés cultivées dans des conditions relativement homogènes.

Tableau 5. Rendements moyens des différentes variétés d'arachides en Géorgie

Variétés	Rendement en lb/acre
1. Type <u>Spanish</u>	
<u>Dixie Spanish</u>	1 700
<u>Improved Spanish 2 B</u>	1 700
<u>GFA Spanish</u>	2 200
2. Type <u>Runner</u>	
<u>Southeastern Runner 56-15</u>	2 300
3. Type <u>Virginia</u>	
<u>Virginia Bunch 67</u>	2 400
<u>Georgia Hybrid 119-20</u>	2 400
<u>Virginia Runner G</u>	2 270
<u>Georgia Hybrid 119-18</u>	2 500

Source : D'après Woodroof, 1973 (153)

On voit que les variétés de type Virginia ainsi que de leur variante Runner donnent des résultats sensiblement supérieurs à celles des types Spanish.

Sturkie et Buchanan, 1973 (133), passant en revue les résultats de nombreux essais culturaux expérimentés aux Etats-Unis, mettent clairement en évidence l'influence des pratiques culturales sur le rendement des différentes variétés. Par exemple, le tableau 6 montre l'influence de la lutte contre la cercosporiose, sur le rendement, dans un climat particulièrement propice à cette maladie à celui de la République-Unie du Cameroun. Les accroissements de rendement par rapport aux témoins sont respectivement de 74 et 80 %.

Tableau 6. Influence des techniques culturales sur le rendement : traitement contre la cercosporiose

Variétés	65-7		65-13	
	Témoin	Traité	Témoin	Traité
Rendement moyen (6 ans) 1969 - 1974 (en kg/ha)	2 655	4 780	2 470	4 295

Sources : D'après Fraquin et Tardieu , 1976.

Rendements au décorticage

Que ce soit pour les types et variétés d'arachide de bouche ou pour les variétés d'huilerie, il existe des différences de rendement appréciables au décorticage, comme le montre le tableau 7.

Tableau 7. Rendement au décortilage de différentes variétés d'arachides

Variétés	Rendement au décortilage
en pourcentage	
1. <u>Arachide de bouche</u>	
Type <u>Spanish</u>	
<u>Dixie Spanish</u>	76 à 79
Type <u>Runner</u>	
<u>Southeastern Runner</u> 56-15	75
Type <u>Virginia</u>	
<u>Virginia Runner</u> G26	75
<u>Virginia Bunch Large</u>	65 à 68
<u>Virginia Bunch</u> 67	72 à 74
<u>Virginia Bunch Small</u>	67 à 72
Type <u>Valencia</u>	70
2. <u>Arachide d'huilerie</u>	
<u>Hybride</u> 33	75
<u>Espagnole</u> 224	75
<u>Buitenzorg</u> 214	75
<u>Mwitunde</u>	78

Sources: D'après Woodroof , 1973 et Silvestre , 1963.

On voit que les avantages précédents du type Virginia, en matière de rendements en gousses, peuvent être contrebalancés par de médiocres performances au décortilage.

En arachide d'huilerie, les écarts sont de moindre envergure.

Teneur en huile

La teneur en huile est manifestement une qualité pour les productions destinées à l'huilerie. C'était autrefois un défaut pour les arachides de bouche qui ne devaient pas contenir plus de 42 à 45 % d'huile. Aujourd'hui, cette contrainte a perdu de sa valeur grâce à certains modes de fabrication.

En fait, les écarts sont peu significatifs entre les deux catégories arachide de bouche/arachide d'huilerie, comme en témoigne la comparaison suivante (tableau 8), pour des variétés cultivées en Afrique.

Tableau 8. Comparaison de la teneur en huile de variétés d'arachides dites d'huilerie et de bouche (en pourcentage)

Arachide de bouche		Arachide d'huilerie	
Variété	Teneur en huile	Variété	Teneur en huile
<u>Valencia</u> 247	48	<u>Hybride</u> 33	49
<u>Bunch</u> 210	46	<u>Espagnole</u> 224	45
<u>Bunch Madiro- vale</u>	46	<u>Buitenzorg</u> 214	47
<u>Kiroeromena</u>	42	<u>Mwitunde</u>	49

Source : D'après Silvestre, 1963 (129)

- Composition de la graine d'arachide

La tableau 9 donne la composition globale des graines d'arachides (valeurs extrêmes et moyennes).

Tableau 9. Composition de la graine d'arachide (en pourcentage)

Composition	Valeurs extrêmes	Moyenne
Humidité	3,9-13,2	5,0
Protéines	21,0-36,4	28,5
Lipides	35,8-54,2	47,5
Fibres brutes	1,2- 4,3	2,8
Extrait sec sans azote	6,0-24,9	13,3
Cendres	1,8- 3,1	2,9
Sucres réducteurs	0,1- 0,3	0,2
Disaccharides	1,9- 5,2	4,5
Amidon	1,0- 5,3	4,0
Pentosanes	2,2- 2,7	2,5

Sources : D'après Freiman et al., cités par Woodroof, 1973 (153).

La composition de l'arachide est naturellement affectée par la variété, la localisation et l'année de production [Holaday et Pearson, 1974 (62)]. Les deux facteurs les plus importants sont les acides gras et les acides aminés.

Tableau 10. Composition en acides gras et stabilité de l'huile de cinq variétés d'arachides cultivées à Tifton, Géorgie

Variétés	Année	Indice de stabilité ^a (en jours)	Acides gras, en pourcentage							
			Palmitique 16:0	Stéarique 18:0	Oléique 18:1	Linoléique 18:2	Arachidique 20:0	Eicosénoïque 20:1	Béhenique 22:0	Lignocérique 24:0
1) <u>Type Spanish</u>										
<u>Dixie Spanish</u>	1965	15	13,7	3,1	42,9	34,2	1,3	0,9	3,0	1,0
<u>Spanish</u>	1967	15	12,6	3,4	42,8	34,0	1,7	1,1	3,4	1,1
	1968	9	12,3	3,1	43,7	35,2	1,5	1,1	2,4	0,6
<u>Natal Common</u>	1965	15	12,3	3,5	45,1	32,4	1,4	1,3	3,1	1,1
<u>Common</u>	1967	16	11,4	3,6	43,4	34,5	1,8	0,9	3,5	1,0
	1968	10	11,6	3,7	44,0	35,7	1,4	0,9	2,0	0,6
<u>Argentine</u>	1965	13	12,1	4,0	43,8	32,8	1,8	0,8	3,5	1,3
	1967	14	12,2	3,3	43,6	35,0	1,6	0,9	2,9	0,6
	1968	10	11,8	3,3	43,3	35,5	1,5	0,9	2,8	0,8
2) <u>Type Virginia</u>										
<u>Virginia Bunch 67</u>	1965	17	9,2	3,1	57,2	23,4	1,4	1,4	2,6	1,8
	1967	17	9,0	2,7	56,0	25,4	1,5	1,4	2,7	1,3
	1968	13	9,0	2,4	57,6	25,8	1,2	1,3	1,9	0,8
<u>Georgia</u>	1965	13	10,5	3,1	52,1	29,1	1,1	1,0	2,0	1,1
<u>Hybrid 1080</u>	1967	16	10,2	2,6	49,3	33,0	1,4	1,2	1,8	0,6
	1968	11	10,5	2,9	48,8	31,1	1,4	1,3	3,1	0,9

Sources: Worthington et Hammons, 1971 (155)

a) Durée de la période d'induction d'auto-oxydation de l'huile.

Composition en acides gras des arachides

De nombreux travaux ont été menés aux Etats-Unis [Holiday et Pearson, 1974 (62)], et en particulier en Georgie par l'équipe de Worthington Worthington et Hammons, 1971 (155) et 1977 (156) ; Worthington et al. 1972 (157) et en Indes par Sekhon et ses collaborateurs (Sekhon et al. 1972 (124) et 1973 (123) sur la variabilité des acides gras de l'arachide en fonction de l'environnement et de la saison.

Le tableau 10 met en évidence les influences de la variété et de l'année de récolte sur la composition en acides gras et l'indice de stabilité, donc sur la qualité de l'huile de graines d'arachides.

L'incidence de l'année semble plus forte que celle de la variété. En général, l'huile provenant du type Spanish est plus riche en acide linoléique que celle provenant du type Virginia. De ce fait, elle est plus sujette au rancissement (tableau 11).

Tableau 11. Comparaison de la teneur en acide linoléique des arachides de types Spanish et Virginia

Types/Variétés	Acide linoléique en pourcentage des acides gras
<u>Type Spanish</u>	
<u>Dixie Spanish</u>	35,2
<u>Natal Common</u>	35,7
<u>Argentine</u>	35,5
<u>Type Virginia</u>	
<u>Virginia Bunch</u>	25,8
<u>Georgie hybrid</u>	31,1

Cependant il convient de préciser que Martin, cité par Norden, 1973 (98), a montré que la teneur en huile présentait un haut degré d'héritabilité.

Composition en protéines et en acides aminés

Les travaux de Young et de ses collaborateurs [Young et Hammons, 1973 (160) et Young et al.: 1974 (161) (163) (164)] ont montré l'influence de la variété et des conditions de culture sur la composition en acides aminés et la teneur protéique des arachides. Amaya et ses collaborateurs, 1977 (5) ont montré qu'il existe une corrélation entre la teneur en tryptophane et la teneur en protéines dans l'arachide.

Le tableau 12 donne la composition moyenne en acides aminés de la graine d'arachide ; ces données, tirées du travail d'Adrian et Jacquot, 1968 (4), reprennent les résultats obtenus par différents auteurs.

Tableau 12. Composition en acides aminés des protéines de la graine d'arachide (en pourcentage)

Acides aminés	Busson <u>et al.</u>		<u>Résultats obtenus par</u>			
	Moyenne	Extrêmes	Hirsch	Taira	Chai	Moyenne
Arginine	11,6	10,7 - 12,4	10,6	11,35	11,5	11,2
Cystine	1,45	1,3 - 1,6		0,85		1,15
Histidine	2,2	1,9 - 2,4	2,8	2,55	2,1	2,4
Isoleucine	3,6	3,4 - 3,8	4,5	3,65	2,7	3,6
Leucine	6,65	6,3 - 6,9	5,0	6,65	5,5	5,9
Lysine	3,45	3,3 - 3,6	3,9	3,1	4,7	3,8
Méthionine	1,4	1,3 - 1,5	0,9	0,75	1,3	1,1
Phénylalanine	5,05	4,8 - 5,3	5,6	5,1	3,25	4,75
Thréonine	2,7	2,4 - 3,0	2,9	3,0	2,2	2,7
Tryptophane	1,05	0,9 - 1,2	1,1	0,9	0,6	0,9
Valine	4,4	4,2 - 4,7	5,5	5,05	4,05	4,75

Sources : Adrian et Jacquot, 1968 (4).

Autres composés

Au chapitre des qualités liées au matériel végétal, il faut encore signaler les teneurs en cellulose et d'autre part, en composés volatils [Pattee et Singleton, 1972 (102)] qui conditionnent les qualités organoleptiques des arachides de bouche. Mais, tout comme pour la composition en acides gras, ces sujets restent très controversés et modifient peu les grandes orientations de la sélection.

.. Les techniques de stockage et de séchage

La valeur de la matière première ne dépend pas seulement du matériel végétal dont elle provient. Elle dépend aussi, et peut-être surtout, de l'état dans lequel elle est présentée à ses acheteurs. C'est pourquoi, dans le cas de l'arachide, les opérations qui suivent la récolte, opérations de séchage et de stockage, prennent une importance particulière. Selon les conditions climatiques en cours de récolte, l'humidité des gousses peut varier de 35 à 55 %. La période de ramassage étant relativement longue, la maturité des graines est souvent assez hétérogène. De plus, les conditions atmosphériques de stockage sont celles de la région de culture, c'est-à-dire en général peu favorables. Pour éviter les montées de température dans les stocks et le développement des moisissures génératrices de toxines [Cobb et al., 1969 (32)], un séchage est indispensable, tout de suite après la récolte.

Le séchage

L'opération de séchage doit être parfaitement contrôlée car certaines caractéristiques de la graine en dépendent. Une température trop élevée provoque l'apparition d'odeurs indésirables et augmente les risques de séparation des cotylédons et de glissement de la peau au décorticage ; de plus, et pour les mêmes raisons, il est préférable de ne pas abaisser l'humidité à une valeur inférieure à 7 %. En revanche, une humidité sensiblement supérieure à ce pourcentage favorise la formation d'acides gras et le développement de moisissures, ce qui peut entraîner des pertes de rendement au raffinage.

Le séchage est réalisé soit au soleil sur le champ, soit dans des séchoirs industriels, et parfois encore en associant les deux méthodes [Dickens et Pattee, 1973 (42)]. Le séchage en andains donne de bons résultats si l'humidité initiale n'est pas trop élevée. Aux Etats-Unis, on laisse sécher les gousses en andain, sur le champ, jusqu'à atteindre une humidité de 20 %, [Samples, 1969 (120)], avant de les ramasser et de parfaire leur séchage en enceinte. Sur ce dernier point, la méthode la plus courante consiste à pulser de l'air chaud en continu et verticalement à travers les couches d'arachides jusqu'à ce que celles-ci

présentent un taux d'humidité voisin de 10 %. La température et l'humidité relative de l'air de séchage doivent être modulées de manière à éviter une perte d'eau trop rapide et trop poussée dans les arachides du bas de la colonne, tout en assurant un séchage convenable de celles du haut. Dans ce but, il est recommandé que la température n'excède pas 35° C et que l'humidité relative de l'air ne soit pas inférieure à 55 % [Woodward et Hutchison, 1972 (154)] Hutchison et Woodward [Hutchison, 1967 (63) ; Woodward et Hutchison, 1972 (154)] ont mis au point un procédé permettant d'envoyer l'air chaud à la fois par le haut et par le bas de la colonne et de sécher les arachides sur bande, ce qui réduit le temps de passage et permet un séchage plus uniforme.

Le stockage

Le stockage doit assurer au mieux le maintien des qualités initiales du produit. Trois points sont à surveiller attentivement :

- Le développement éventuel des moisissures ;
- La présence d'insectes ;
- La teneur en acides gras libres ;

Dans certains pays, le stockage des graines s'effectue dans des aires à ciel ouvert, tels les seccos du Sénégal, la désinsectisation étant assurée par pulvérisation d'insecticide. La fumigation sous bâche, ou, de préférence, dans des magasins fumigables, permet une meilleure désinsectisation des stocks d'arachides (179). Le stockage en entrepôt ventilé est très largement pratiqué. Ceci concerne bien évidemment les arachides en gousses.

Les arachides décortiquées et mises en sacs peuvent être stockées dans les mêmes conditions.

Ces modes de stockages sont très utilisés sur les lieux de production, en particulier en Afrique. Aux Etats-Unis, on pratique également le stockage de l'arachide décortiquée en entrepôt réfrigéré Woodroof, 1973 (153) .

Le stockage en silo de métal ou de béton est également développé : silo ventilé ou à atmosphère inerte [Bagot, 1967 (9) ; Reimbert 1967 (114)]. En effet, Wilson et Jay, 1976 (150) ont montré l'influence de la composition de l'atmosphère de l'enceinte de stockage sur l'augmentation des acides gras libres et sur le taux d'aflatoxine dans des graines non décortiquées contenant 16,7 % d'humidité, augmentation qui serait favorisée par un fort pourcentage d'oxygène. Jenkins, 1968 (66) a mis en évidence la corrélation entre une élévation de température et celle du taux d'acides gras libres. De nombreuses recherches ont été faites sur le stockage en atmosphère artificielle et en particulier en atmosphère de CO_2 [Sankara Rao et Achaya, 1969 (121) Jay et al., 1970 (65)].

Le choix d'un mode de stockage doit tenir compte des coûts supportables pour cette opération et de la qualité à obtenir pour les graines. Le risque de développement des odeurs désagréables au cours du stockage est très important pour l'arachide de bouche [Pattee et al., 1971 (103)].

F. Les contaminations et les méthodes de prévention

Les dégâts causés par les insectes et autres parasites

Les silos de stockage sont des lieux de prédilection pour les insectes qui se nourrissent des réserves de la graine en amputant le stock d'autant et surtout en dépréciant sa qualité. Il y a dépréciation par abaissement du pouvoir germinatif et par modification des conditions de stockage, l'apparition de débris et des souillures hydrophiles pouvant se traduire par des fermentations et l'acidification des substances oléagineuses.

Les principaux parasites sont les pyrales (Corcyra cephalonica et Ephestia cautella), la bruche (Caryedon fuscus Goeze ou Pachymoerus cassiac Gylh.), les punaises (Aphanus sordidus et apicalis et Dieuches armipes et patruelis), Trogoderma granarium, Tribolium confusum et castaneum et enfin Orizaephilus mercator.

La larve de la bruche de l'arachide cause de grands dommages aux arachides en gousses dans toute l'Afrique. Elle mange presque entièrement les cotylédons, rendant la graine inutilisable en industrie ou comme semence [Delbosc, 1966 (41)].

Le stockage en coques constitue une bonne défense contre l'attaque des insectes. Seules les bruches et les punaises, en effet, peuvent venir à bout de l'enveloppe.

De nombreux insecticides, répertoriés dans le tableau 13, sont donc utilisés pour le traitement des stocks eux-mêmes ou des enceintes de stockage. L'un des fumigants les plus utilisés est le bromure de méthyle [Leesch et al., 1974 (80)]. Il faut noter que la législation de certains pays interdit l'utilisation de produits comme le parathion et le malathion.

Tableau 13. Lutte chimique contre les insectes au cours du stockage de l'arachide

Produit	Mode de traitement	Dose en g de matière active
Zeidane ou DDT	Traitement des sacs ou parois	1 g/m ²
	Traitement des graines	5 g/100 kg gousses
HCH	Traitement des graines non consommables	7,5 g / ql
	Traitement des locaux	0,1 g/m ²
Lindane	Traitement des graines	0,5 g/ql
	Fumigation des locaux	4 g/100 m ²
	Traitement des graines non consommables	0,2 g/ql
Parathion	Traitement des locaux	0,5-0,7 g/m ²
Malathion	Fumigation	150-300 g/m ²
Sulfure de carbone	"	15-30 g/m ³ /48 h
Bromure de méthyle	"	40-50 g/m ³ /24 h
Oxyde d'éthylène	Traitement des sacs ou parois	0,1 g/m ²
	Traitement des graines	1 g/ql
	Fumigation	10 g/100 m ²

Source : Delbosc, 1966 (4).

Des acariens peuvent également contaminer les stocks d'arachides [Zdarkova et Reska, 1976 (168)], entraînant des pertes de poids.

La contamination par les pesticides

La fumigation des graines d'arachides pour le contrôle des insectes au cours du stockage peut entraîner la contamination des graines. Ainsi, des arachides traitées par le bromure de méthyle ont des teneurs respectives en résidu, de 34,8 et 55,1 ppm 4 h après traitement, et de 29,1 et 41,8 ppm, 72 heures après traitement selon les modalités de traitement. Ces taux de 29,1 et 41,8 ppm, sont considérés comme permanents [Leesch et al., 1974 (80)]. Cependant, la contamination des produits et sous-produits d'huilerie est pratiquement nulle, comme le montre les études de Florence et al., 1974 (45) et de Listopadova et Horak, 1972 (82).

Le tableau 14 donne la teneur en pesticide dans les différents produits.

Tableau 14. Teneur de différents produits d'huilerie d'arachides en pesticides

Nature du produit	H C H ppm	DDT, DDE, DDD ppm	Autres ppm
Tourteaux à la sortie de fabrication (30 échantillons)	0	0,01	néant
Tourteaux après stockage et transport (10 échantillons)	0,05 - 0,3	< 0,07	Dieldrine 0 - 0,15 %
Huile brute	0,05 - 0,2	< 0,01	néant
Huile raffinée	indécelable	indécelable	néant

Source : Florence, 1974 (45).

On constate que la teneur en pesticide ECH est très faible dans les tourteaux délipidés, c'est-à-dire après extraction à l'hexane de l'huile de tourteau gras. Par contre, la contamination de l'huile brute s'explique par la liposolubilité des pesticides. Mais, l'opération de désodorisation de cette huile élimine la quasi totalité des pesticides et l'huile raffinée est exempte de quantités décelables.

Il faut également noter que les tourteaux peuvent être recontaminés en cours de stockage ou de transport par des apports extérieurs, et ceci, dans des proportions non négligeables.

Les contaminations fongiques

Les contaminations fongiques sont, sans conteste, les plus graves, au premier rang desquelles il faut placer la production, par le champignon Aspergillus flavus Link & Fris et Aspergillus parasiticus Speare d'une série de substances hautement toxiques désignées, de façon générale, sous le nom d'aflatoxines. Un certain nombre d'autres moisissures (tableau 15) produisent également des toxines moins connues mais tout aussi dangereuses. [Juillet, 1971 (68)].

Tableau 15. Principales moisissures autres qu'Aspergillus flavus, et mycotoxines, autres que les aflatoxines, présentes dans les arachides

Moisissures	Toxines
<u>Aspergillus</u> :	
<u>A. Chevalieri</u>	gliotoxine
<u>A. restrictus</u>	non identifiée
<u>A. versicolor</u>	aversine, nidulotoxine sterigmatocystine, etc.
<u>Penicillium</u> :	
<u>P. citrinum</u>	citrinine
<u>Rhizopus</u> :	
<u>R. nigricans</u>	non identifiée
<u>R. oryzae</u>	non identifiée

Source : Juillet, 1971 (68).

Etant donné la fréquence de la présence d'Aspergillus dans l'arachide, la toxicité des aflatoxines, et le fait que l'absence d'aflatoxine soit considérée par un nombre croissant de pays comme une condition déterminante à l'importation d'arachide de bouche, nous allons accorder une attention toute particulière à ce sujet.

Conditions d'apparition et de développement des aflatoxines

La prolifération d'Aspergillus flavus exige deux conditions: forte humidité et température relativement élevée [Tango et al., 1966 (135) Sledd et al., 1976 (130)]. Le champignon ne peut pas proliférer sur des gousses et des graines dont les teneurs en eau sont inférieures respectivement à 9% et 16%. D'autre part, s'il continue de se développer au-delà de 41°C, il cesse alors de produire des toxines. La plage de températures dangereuses est comprise entre 13° C et 41° C [Diener et Davis, 1970 (43)].

Toxines produites et leurs effets

Il faut citer quatre aflatoxines (Labarthe, 1975 (75)), classées en deux groupes suivant le nombre d'atomes de carbone et la présence ou non de lactone sur le dernier noyau :

- Aflatoxine B1 et B2 : 5 atomes de carbone
- Aflatoxine G1 et G2 : 6 atomes de carbone + 1 lactone.

Elles agissent au niveau des cellules par une réduction des mitoses et un freinage des synthèses protéiques par inhibition du processus métabolique.

Dans l'organisme, les lésions hépatiques sont les plus apparentes. Les espèces animales les plus sensibles sont les oiseaux ; les mammifères monogastriques le sont un peu moins. Les mammifères polygastriques adultes paraissent peu sujets aux intoxications de cette nature;

mais ils deviennent vecteurs d'aflatoxines par leur lait contaminé [Lafont, 1974 (76)].

Méthodes de prévention

Il convient tout d'abord d'évoquer que certaines variétés d'arachide sont plus résistantes que d'autres aux attaques fongiques, [Zambettakis, 1975 (166), Mixon et Rogers, 1973 (92), Gillier, 1970 (53)]. Les différences variétales seraient dues à la structure de la gousse et du tégument séminal [Amaya et al., 1977 (6), Zambettakis et Bockelee - Morvan, 1976 (167)].

Cependant, en l'état actuel des choses, il faut convenir que des précautions doivent être prises aux stades de la récolte et du stockage si l'on veut réduire les contaminations [Bockelee-Morvan et Gillier, 1974 (15) et 1976 (16)]. Pratiquement, les conditions les plus favorables au développement d'Aspergillus flavus se trouvent réunies au moment de l'arrachage, la teneur en eau des graines s'échelonnant entre 30 et 40 %. Ensuite, pendant la période de séchage, c'est-à-dire jusqu'à ce que les graines atteignent un taux d'humidité de 15 % environ, le danger de contamination reste grand.

Il va de soi que tout ce qui contribue à endommager les coques, de la récolte au séchage, multiplie les risques de toxicité : manipulations répétées et sans précaution, prolifération d'insectes et autres parasites [Troeger et al., 1970 (141)].

L'arrachage au moment précis de la maturité est une bonne précaution puisque plus la gousse reste dans le sol, plus la probabilité de contamination par la moisissure augmente. Après la récolte, il est encore possible de lutter contre cette contamination soit par un séchage rapide à basse température, soit par l'emploi de substances

antifongiques [Zambetakis, 1974 (165)], soit par le stockage en atmosphère de CO₂ [Adrian, 1969 (2)], car la modification de l'atmosphère de stockage est aussi un procédé intéressant. Les travaux de Landers et al., 1967 (77), et ceux de Wilson et Fay, 1976 (150), ont montré que la raréfaction de l'oxygène diminue fortement la production d'aflatoxine sans affecter sensiblement l'activité lipasique, caractéristique de l'activité biochimique de la moisissure. Celle-ci serait au contraire totalement bloquée par une augmentation de la concentration en CO₂, même en présence d'oxygène.

Il faut retenir qu'actuellement un séchage rapide et une conservation à l'abri de l'humidité constituent les meilleures méthodes de prévention.

Méthode d'élimination

Avant transformation industrielle, il est possible d'extraire les graines atteintes des lots contaminés par un tri intervenant après le décorticage et basé sur la différence de densité entre les graines polluées et les autres [Prévot, 1974 (107) et 1976 (108)]. Le trieur Zig-Zag avec 12 tonnes/heure assure un débit suffisant en huilerie, mais il élimine un pourcentage important des graines. Le triage selon la couleur des graines examinées une à une par cellule photo-électrique (procédé Sortex) est valable dans l'industrie de l'arachide de bouche, mais son débit est trop faible en huilerie.

Le grillage de l'arachide tend à diminuer de 20 à 50 % le taux des aflatoxines [Lee et al., 1968 (79) ; Waliking, 1971 (147)].

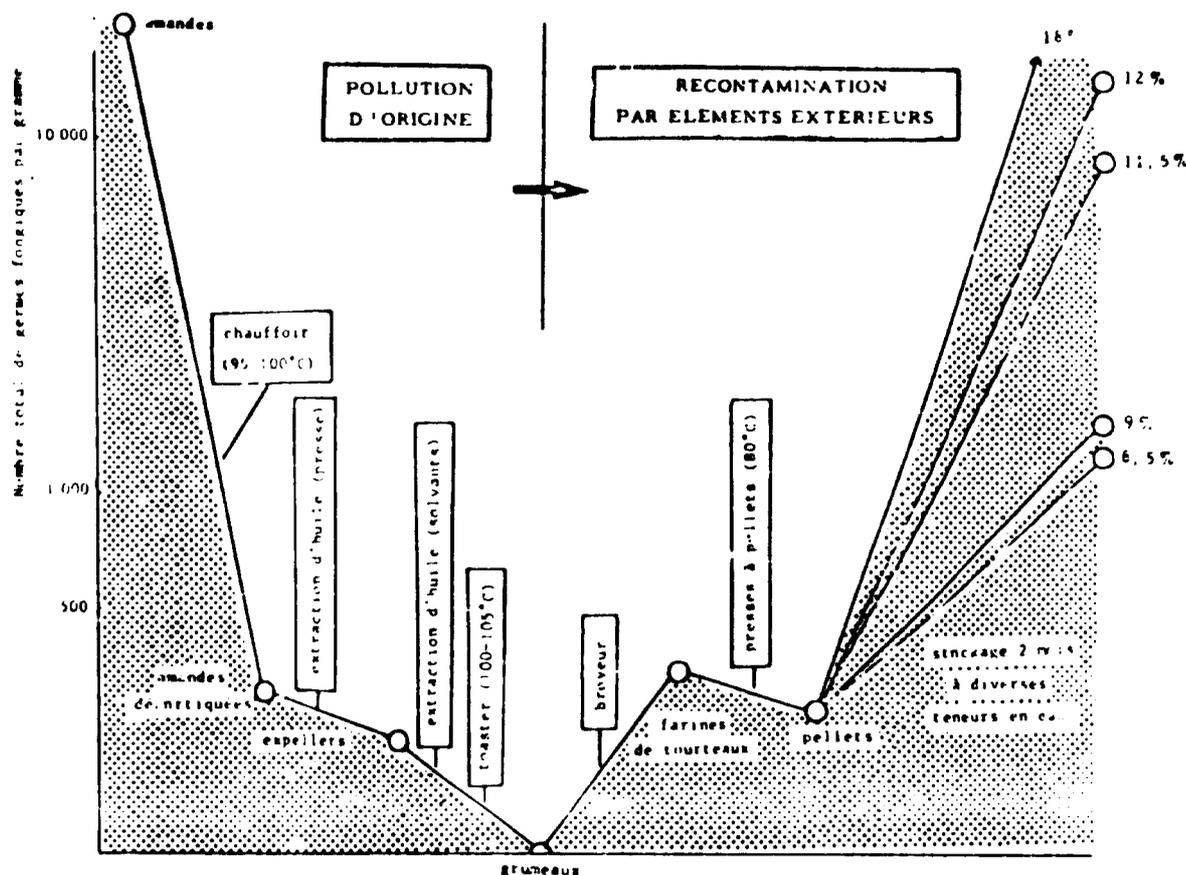
Lors de l'extraction des isolats ou concentrés protéiques, les traitements par l'hypochlorite, le peroxyde d'hydrogène, le peroxyde de benzoyle et l'ammoniac détruisent efficacement les aflatoxines [Rhee et al., 1977 (117)].

En cours de transformation, l'huile vierge obtenue par pression de lots contaminés contient de l'aflatoxine, de même que l'huile d'extraction à l'hexane, bien que ce solvant entraîne un peu d'aflatoxine. Adrian, 1969 (2), citant les résultats de divers auteurs, étudie l'évolution du taux d'aflatoxine au cours de l'extraction et du raffinage ; l'huile finale est exempte d'aflatoxine.

La neutralisation élimine la majeure partie de l'aflatoxine présente, et l'action des terres décolorantes le reste.

En 1974, Prévot (107) fait le point des travaux sur la détoxification des tourteaux : l'extraction de l'huile et de l'aflatoxine par un solvant ternaire, du type acétone - hexane - eau, ne donne pas de bons résultats car la détoxification et le deshuilage sont incomplets. De nombreux travaux réalisés aux Etats-Unis, au laboratoire de l'USDA à New-Orléans [Mann et al., 1970 (83) ; Gardner et al. 1971 (50) ; Codifer et al., 1976 (33)] ont démontré que le traitement le plus économique était obtenu avec l'ammoniac gazeux. Plus récemment, le formaldéhyde et l'hydroxyde de calcium ont été testés avec de bons résultats. Dans un réacteur, les tourteaux à 12-15 % d'eau sont agités pendant 15 minutes sous une pression de 2 ou 3 bars d'ammoniac. La détoxification est importante, mais les protéines sont dégradées. La teneur en lysine est peu affectée, mais la cystine est partiellement détruite. Sous ces réserves, il est donc possible d'obtenir des tourteaux pratiquement exempts de moisissures et d'aflatoxines. Mais le recours à l'ammoniac serait vain si l'on n'évitait pas les recontaminations ultérieures au cours de stockage ou de transport. Une nouvelle prolifération de moisissures est, en effet, de nouveau génératrice de toxines. Les tourteaux livrés sur le marché de l'alimentation animale doivent donc être garantis non seulement détoxifiés mais aussi indemnes de contaminations postérieures à leur préparation.

Les variations du taux de contamination fongique et les risques de recontamination des arachides et des produits dérivés sont résumés sur la figure 1.



Source : D'après Moreau, 1976 (94).

Figure I

Evolution du nombre de germes fongiques dans les arachides et les tourteaux au cours des traitements d'huilerie

G. Les classements de qualité

Aux Etats-Unis, en Israël, en Afrique du Sud, le contrôle des règles de commercialisation de l'arachide de bouche conduit à mettre en oeuvre toute une gamme de petits matériels standardisés [Gillier, 1960 (52)], dont les principaux sont :

- Un échantillonneur pneumatique destiné aux prélèvements dans les remorques et camions apportant le produit à l'usine;
- Un ensemble de tamis calibreurs permettant de classer les gousses en trois catégories selon leur taille et de récupérer les corps étrangers ainsi que les graines décortiquées accidentellement;
- Une décortiqueuse à plusieurs compartiments, correspondant chacun à une taille de gousse différente;
- Une balance;
- Un hygromètre pour mesurer le contenu en eau des graines;
- Une série de tamis pour graines, permettant de séparer les différentes catégories par taille ainsi que les demi-graines (split);
- Un petit concasseur pour briser les graines et séparer les cotylédons afin d'examiner la partie interne de la graine.

On classe, ainsi, les lots par référence à différentes normes.

Arachides en coques

Les caractères considérés sont : la grosseur, la couleur, la texture, et l'état des graines.

. La grosseur doit être régulière et la forme de la coque doit montrer une ceinture bien marquée. L'aspect extérieur des coques

est essentiel ; c'est pourquoi elles subissent souvent un léger traitement tel qu'un lavage ou un passage dans un bain de kaolin. Les classes de qualités se distinguent soit par la taille des coques (cas des Etats-Unis), soit par leur poids (cas de la France). Les plus lourdes sont les plus cotées.

La couleur des coques joue aussi un rôle important, notamment en Europe, les plus appréciées étant les plus claires.

La texture, qui détermine la résistance aux traitements divers, est un autre critère à considérer ainsi que l'état des graines elles-mêmes. Les coques ne doivent pas contenir de graines avortées, moisies ou avariées.

Arachides décortiquées

Les acheteurs distinguent principalement trois qualités : les Virginia à grosses graines, les Virginia à petites graines (Runner), et les Spanish.

Pour chaque qualité on analyse différents critères tels que la grosseur et l'homogénéité des graines, la couleur et la forme, le goût et l'arôme, et enfin, l'aptitude au dépelliculage.

Les graines sont classées suivant leur forme et leur taille définies soit par le poids de 100 graines ou le nombre de graines par once. Les lots qui comptent de 60 à 80 graines à l'once, sont considérées comme petits, de 40 à 60 comme moyens, de 30 à 40 comme gros, et de 20 à 30 comme très gros. On considère aussi leur couleur et leur état physique, leur propreté, la résistance à la séparation des cotylédons, leur humidité et leur teneur en huile, encore que ce caractère

ait perdu de son importance, comme il est dit plus haut. Le goût et l'arôme sont surtout appréciés pour les transformations en beurre et en arachides grillées. Il n'y a pas de normes, mais les tests peuvent être effectués par des dégustateurs spécialisés qui prennent généralement comme référence le goût des Natal d'Afrique du Sud.

On peut aussi contrôler la maturité des graines avec un procédé mis au point par Kramer et ses collaborateurs, et basé sur la spectrophotométrie [Kramer et al., 1963 (72)]. D'autres méthodes analytiques ont été mises au point pour mesurer la maturité des arachides de bouche [Young, 1973 (159)]. la teneur en huile [Heinis et Saunders, 1974 (61)], la qualité de l'huile [Young et Waller, 1972 (162)].

Nous donnons, à titre d'exemple de classement, dans le tableau 16, les spécifications correspondant aux arachides de bouche de première qualité aux Etats-Unis.

Tableau 16. Spécifications des arachides décortiquées de 1ère qualité de trois variétés aux Etats-Unis

Défauts tolérés	Variétés		
	<u>Runner</u>	<u>Spanish</u>	<u>Virginia</u>
	<u>En pourcentage</u>		
Graines d'autres variétés	1,0	1,0	1,0
Brisures	3,0	2,0	3,0
Graines endommagées	1,5	1,5	1,25
Graines endommagées et avec défaut mineur	2,0	2,0	2,0
Matériau étranger	0,1	0,1	0,1
Graines passant à travers le tamis	3,0	2,0	3,0
Dimension des mailles du tamis (en pouces)	16/64	15/64	15/64

Source : D'après Tiemstra, 1973 (138).

Le grand problème de qualité des arachides de bouche est celui de la teneur en aflatoxines [Wilson, 1975 (151)].

Les services officiels américains ont décrit des méthodes d'analyse après décorticage qui donnent matière à controverses, par exemple, avec les importateurs européens. Il est particulièrement difficile de prélever un échantillon représentatif dans un lot de graines où celles qui sont contaminées peuvent être très peu nombreuses et cependant rendre suspect le lot entier [Whitaker et Wiser, 1969 (149)]. Après décorticage, seuls les lots contenant moins de 1,25 % d'amandes atteintes peuvent être destinés à la consommation de bouche. Les arachides destinées à la fabrication d'huile et de tourteaux ne soulèvent pas de difficulté de cette nature puisque, comme on l'a vu, les aflatoxines peuvent être éliminées au cours de traitements. Dans ce cas, ce sont surtout les impuretés et le taux d'humidité qui comptent.

L'OMS recommande un seuil de 30 microgrammes par kilo (ppb) qui est de 50 fois inférieur à celui qui est généralement admis comme étant sans effet. Chaque pays importateur a instauré son propre code d'usage en matière d'aflatoxine. C'est ainsi que les réglementations plus sévères sont celles de l'Italie, du Japon et des Pays-Bas, qui ont fixé ce seuil à 5 ppb. Aux États-Unis, la Food and Drug Administration tolère des doses de 25 ppb et 20 ppb, respectivement, dans les arachides brutes et les produits d'arachides.

La présence d'aflatoxine est plus ou moins fréquente selon les variétés et les pays producteurs. Ainsi la Chine ne serait pas touchée. Les variétés Natal d'Afrique du Sud et Runner des États-Unis ne le serait que très peu, les graines en provenance d'Argentine, d'Égypte, du Sénégal seraient relativement sûres, tandis que celles venant du Brésil, de l'Inde, du Malawi, du Nigéria seraient suspectes.

Pour les arachides d'huilerie, beaucoup de pays n'ont pas de normes, mais les Communautés européennes fixent le prix de référence de l'arachide décortiquée pour un produit type, présentant les caractéristiques suivantes :

Teneur en huile : 49 %
Teneur en acides gras libres, exprimée en
acide oléique : 3 %
Exempt d'impuretés

II. L'ARACHIDE DE BOUCHE

L'expression "arachide de bouche" recouvre une gamme de produits : arachides en coques, arachides décortiquées, grillées, salées, beurre d'arachide, snacks et produits pour la pâtisserie [Fèvre, 1971 (44); Tressler et Woodroof, 1976 (140)].

Ces diverses préparations reposent sur des équipements particuliers mais certaines opérations industrielles sont communes.

A. Le décorticage

Nettoyage des coques

Avant de procéder au décorticage proprement dit, certaines précautions doivent être prises dans la préparation de la matière première. Les coques doivent être propres et leur couleur doit satisfaire aux normes de qualité : un nettoyage est la plupart du temps nécessaire. En Afrique, on lave les gousses au moyen de cages tournantes qui plongent dans l'eau à leur partie inférieure. Après séchage au soleil ou à l'air chaud, un triage complémentaire élimine les gousses endommagées qui offriraient un passage aux moisissures vers les graines. Mais le lavage peut rendre les coques friables en surface et donc impropres au grillage (178).

Aux Etats-Unis, une technique relativement plus coûteuse est employée : les coques sont nettoyées dans un courant de sable grossier humide. Après récupération du sable par tamisage, les gousses sont séchées et poudrées avec du talc ou du kaolin très fin dont l'excès est enlevé par broissage. Ce procédé donne aux coques une teinte claire et un aspect brillant [Woodroof, 1973 (153)].

Décorticage sensu stricto

Les graines sont décortiquées par friction entre elles et avec les parois des décortiqueurs qui sont généralement des cylindres dont les parois sont formées de barreaux métalliques ou de tôles perforés. Un batteur à croisillons ou un tambour tournent dans le cylindre. Les débris de coques sont éliminés par la paroi du cylindre. Les matériels qui réduisent au maximum la détérioration des graines sont les cylindres à barreaux, avec tambour lisse ; ils doivent être recommandés pour le traitement de l'arachide de bouche (178).

Si les lots à traiter sont hétérogènes, il est nécessaire de classer les gousses au préalable par ordre de taille, au moyen de cages à écartements de barreaux réglables. Ensuite, l'espacement batteur-décortiqueur est adapté à la granulométrie de chaque lot.

Des appareils à main, simples et peu onéreux ont été mis au point pour permettre le décorticage par le cultivateur [(180); Coward et al., 1977 (37)].

Triages et stockage après décorticage

Un premier triage, sur tables à secousses ou tamis vibrants, élimine les coques et les débris de graines. Ce premier triage est donc essentiel pour faire disparaître une bonne partie des graines endommagées dans lesquelles en général l'aflatoxine se concentre.

Un second triage élimine les graines avariées ou dépelliculées. Ce tri est effectué soit par des appareils électroniques de type Sortex, soit manuellement. Dans le premier cas, les graines traversent des faisceaux de cellules photo-électriques réglées sur la couleur franche de la graine. Un jet d'air dévie les graines décolorées ou de couleur plus foncée, indice de moisissure. Dans le second cas, les graines défilent sur un tapis éclairé par des tubes fluorescents, afin de faciliter l'appréciation de la coloration des graines. Les graines de couleur non conforme sont éliminées manuellement. Ce procédé est à préconiser dans certaines conditions, par exemple en Afrique, non seulement en raison des coûts de main-d'oeuvre plus faibles qu'aux Etats-Unis mais aussi en raison de la fragilité des appareils de type Sortex dans les conditions climatiques africaines.

Après décorticage et triage, le stockage doit sauvegarder les qualités de graines. Or, les amandes sont particulièrement exposées aux attaques des moisissures et des insectes ; elles sont susceptibles de se décolorer sous l'action de très faibles doses d'ammoniac, de perdre leur arôme en absorbant l'odeur de l'atmosphère de stockage et de rancir par oxydation [Woodroof, 1973 (153); Pattee et al., 1971 (103)]. Pour éviter ces risques, la température de stockage doit être basse. A 21° C, les arachides décortiquées conservent leurs qualités pendant quatre mois mais elles ne sont à l'abri ni des attaques d'insectes ni d'une évolution défavorable de la couleur des amandes. A 7° C elles se conservent pendant six mois et l'activité des insectes est stoppée. La durée de stockage peut encore être accrue par abaissement de la température : 2 ans à 0° C ; 5 ans à 4° C, et 10 ans à - 12° C.

B. Le dépelliculage

Pour la préparation des arachides grillées ou salées, les graines doivent être dépelliculées ; pour celle du beurre d'arachide, il faut, en outre, enlever le germe qui communiquerait une saveur amère au beurre [Woodroof, 1973 (153)].

Il existe quatre procédés de dépelliculage :

Le dépelliculage à sec

Ce procédé est le plus simple. Les graines sont chauffées à 140° C, pendant 25 mn, ces données pouvant varier avec la variété et l'humidité de la graine. La pellicule se craquèle. Les graines sont alors refroidies et passent entre des brosses ou des rouleaux de caoutchouc nervurés qui enlèvent les pellicules.

Le dépelliculage à l'eau chaude

Dans ce procédé, les graines roulent sur de fines lames fixes en acier qui coupent la pellicule longitudinalement sur deux faces opposées ; de l'eau chaude pulvérisée sur les graines décolle les pellicules qui sont ensuite enlevées par frottement en passant entre une plaque de caoutchouc et une plaque oscillante recouverte de tissu. Les amandes sont enfin séchées sous un courant d'air chaud à 45° C, pendant 6 heures. Le dépelliculage à l'eau chaude a l'avantage de ne pas échauffer les graines qui se conserveront mieux par la suite car les antioxydants naturels présents dans la graine ne sont pas détruits. De plus, l'eau chaude dissout les protéines à la surface de la graine, ce qui provoque l'apparition d'une couche dure et glacée, protégeant l'amande contre l'oxydation et les dégâts mécaniques. Cependant, le séchage est délicat et le procédé est plus coûteux que le dépelliculage à sec.

Il existe une variante du dépelliculage humide où les graines, après découpe de la pellicule, sont chauffées à 100-130°C, avant de passer entre les courroies de caoutchouc qui les roulent en les frottant, ce qui enlève la pellicule. C'est le dépelliculage rotatif qui donne des résultats comparables à ceux du dépelliculage à sec.

Le dépelliculage à la soude

Dans ce procédé les graines sont plongées 8 secondes dans une solution à 1 % de soude, puis rapidement dans une solution à 1 % d'acide chlorhydrique pour éviter l'apparition de tâches rouges sur l'amande. Un rinçage à l'eau enlève les pellicules et on termine par le séchage des amandes.

Le dépelliculage au peroxyde d'hydrogène

Le dépelliculage au peroxyde d'hydrogène est un nouveau procédé introduit au Japon en 1970. Les graines sont plongées dans le peroxyde pendant 30 à 60 secondes; la catalase de la graine décompose le peroxyde en eau et en oxygène, ce qui a pour effet de provoquer un gonflement de la peau, laquelle peut être ensuite aisément enlevée. La durée de l'opération est de 10 à 15 minutes.

Comparaison des différentes méthodes

Quant aux résultats obtenus par ces divers procédés, il est admis que les amandes dépelliculées à l'eau chaude ont un aspect plus attrayant et se conservent mieux. Mais la qualité des graines dépend beaucoup du séchage : si celui-ci est trop rapide, les amandes deviennent dures et la cuisson ultérieure dans l'huile peut provoquer des déformations. Le dépelliculage à la soude, de par son coût, est valable pour traiter de petites quantités de graines.

Dans les conditions africaines, les facteurs de coût et de facilité de mise en oeuvre sont déterminants en faveur du dépelliculage à sec.

En toute hypothèse, un dernier triage est encore nécessaire pour enlever les graines de coloration anormale et celles qui ne sont pas ou ne sont que partiellement dépelliculées. Une telle opération s'affectue, comme on l'a vu précédemment, sur trieur électronique

dont il existe plusieurs marques (Sortex, Schmitz-modern électronique) pouvant traiter de 100 à 400 kg à l'heure. Le triage manuel sur tapis roulant donne aussi de bons résultats; quand le coût de la main-d'oeuvre n'est pas prohibitif, il peut être choisi sans crainte.

C. Le grillage et le salage

Destiné à développer l'arôme des arachides [Mason et al., 1969 (85) ; Walradt et al., 1971 (146)], le grillage s'effectue de deux façons suivant que les graines sont destinées à la fabrication de beurre ou aux autres préparations.

Pour la fabrication du beurre, le grillage s'effectue en continu ou en discontinu. Le grillage discontinu permet de traiter séparément les lots de graines dont les caractéristiques sont différentes et, en particulier, la teneur en humidité qui est ici le paramètre important. La souplesse du procédé discontinu est donc plus grande. Les arachides sont portées à 160°C, pendant 50 à 60 minutes dans un four à contre-courant d'air chauffé à 425°C. Une couleur brune se développe, mais un dispositif de contrôle automatique limite cette évolution par adaptation des paramètres de chauffe, et commande le déchargement de l'appareil en temps utile, tout en pilotant le refroidisseur. On traite environ 200 kg de graines par opération. Le grillage effectue un séchage rapide. L'humidité résiduelle s'abaisse de 5 à 0,5 % ; ceci s'accompagne d'une coalescence de l'huile à la surface des cotylédons. Depuis 1955, des grilleurs en continu ont été développés afin de réaliser des économies sur le coût de la main-d'oeuvre et de diminuer les pertes. Mais, dans le grillage continu, il faut porter une attention particulière aux températures, de manière à éviter la formation de particules charbonneuses et de rayures à la surface des graines, une précipitation de l'huile ainsi que le développement d'un arôme de brûlé. Le refroidissement doit être mené très rapidement afin d'obtenir un produit uniforme. Le refroidisseur est un cylindre métallique perforé, dans lequel circule un violent courant d'air pulsé à travers la masse [Kurz, 1976 (74)].

Pour la préparation d'arachides salées, le grillage peut s'effectuer comme il vient d'être décrit mais le procédé traditionnel consiste à griller les graines dans l'huile après dépelliculage [Gaupp, 1970 (51)]. La friture est souvent chauffée au gaz, à une température de 135 à 145°C, et pour une durée de bain s'échelonnant de 3 à 10 minutes selon les variétés traitées et la qualité recherchée. Les arachides sont ensuite refroidies par soufflage d'air sur un transporteur. L'huile de friture est le plus souvent celle de coprah, parfois des huiles de coton ou d'arachide. Elle doit être continuellement filtrée et ajustée en volume, avec maintien de l'acidité libre à un taux maximum de 0,2 à 0,3 %. Il faut aussi veiller à éliminer les particules carbonisées qui peuvent se déposer au fond de la friteuse. Ceci, joint au contrôle très strict de la température et de la durée de grillage, rend l'opération plus délicate à bien maîtriser en discontinu qu'en continu.

Le salage, sensu stricto, a pour effet de renforcer l'arôme des arachides grillées. La principale difficulté que présente cette opération est celle de faire adhérer le sel à la surface des graines pour éviter qu'il tombe au fond des sachets utilisés pour la vente. C'est pourquoi l'huile de coprah ou les shortenings sont préférés aux huiles fluides en friture, et l'opération de salage est effectuée en cours de refroidissement des graines. Parfois même, une amélioration du résultat est recherchée par aspersion d'huile de coprah. La qualité du sel utilisé est essentielle : on préfère le sel en paillettes au sel très finement granulé. De plus, il faut qu'il soit presque sans cuivre ni fer (teneur inférieure à 1,5 ppm) car la présence de ces métaux accélérerait le rancissement de l'huile ; de même, les taux de calcium et de magnésium doivent être faibles pour ne pas donner un goût rêche au produit. On sale à proportion d'environ 2 % et l'addition d'antioxydant est recommandée soit dans l'huile de friture, soit au moment du salage.

Des arachides grillées, partiellement deshuilées, sont produites par pressage des amandes après dépelliculage [Pominski et al., 1975 (104)].

D. Le conditionnement

Les emballages doivent remplir deux types de fonctions : d'une part, des fonctions commerciales ; ils doivent être attrayants pour le consommateur, d'autre part, des fonctions techniques, ils doivent assurer une durée de vie déterminée au produit avec maintien de ses qualités initiales -ce qui implique la préservation contre l'oxydation, la perte d'arôme, l'humidité et l'attaque des insectes et des rongeurs.

Pour l'expédition d'arachides en coques, les sacs de jute, sisal ou polypropylène, de 30 à 35 kg, conviennent.

Pour celle d'arachides en graines, on utilise des sacs de 50 kg. Malheureusement, ces emballages ne protègent pas le produit des chocs. Aussi, il faut veiller à ce que les sacs soient manipulés avec précaution.

Le conditionnement des graines dépelliculées se fait en général dans des fûts ou des cartons de 30 kg.

Les arachides salées constituent un produit dont la durée de vie est directement fonction de son exposition à l'air et à la lumière. Un conditionnement sous vide, dans un emballage hermétiquement scellé et opaque, donne, en conséquence, les meilleurs résultats. Actuellement, sont utilisés des emballages en cellophane ou, mieux, des emballages métalliques. L'addition d'antioxydants tels que le BHA (butylhydroxyanisole) et le BHT (butylhydroxytoluène) améliorent la conservation des arachides.

Les arachides consommées en coques après un simple grillage, en France, en Italie et, de façon générale, dans les pays méditerranéens, n'exigent pas de soins particuliers.

III. L'ARACHIDE, SOURCE DE PROTEINES EN ALIMENTATION HUMAINE

Avant d'examiner les procédés de fabrication des protéines pour l'alimentation humaine, il convient de rappeler qu'en Afrique on utilise la farine d'arachide, en partie déshuilée à la main, dans la préparation de nombreux plats, et qu'en Chine le lait et le caillé d'arachide sont des produits courants.

A. Procédés d'obtention de protéines d'arachides

Les procédés généraux d'obtention de protéines à partir d'oléagineux [Mattil, 1974 (87)], s'appliquent à l'arachide.

Les méthodes classiques de préparation des protéines d'arachides [De et Cornélius, 1970 (38)] se rangent en deux catégories selon que l'on traite des tourteaux ou des graines entières, pour obtenir des isolats protéiques.

Technique dérivant de l'huilerie (figure II)

L'extraction de l'huile est assurée par pression continue ou par solvant comme en huilerie, mais les opérations qui précèdent sont conduites avec beaucoup plus de soin pour que la matière de base soit un produit de très bonne qualité. Les graines doivent être saines, indemnes de moisissures et d'insectes, donc leur nettoyage doit être absolument parfait. Après décorticage, les débris d'amandes sont éliminés par tamisage. Un triage, électronique ou manuel, débarrasse les lots traités des amandes attaquées par les moisissures de celles

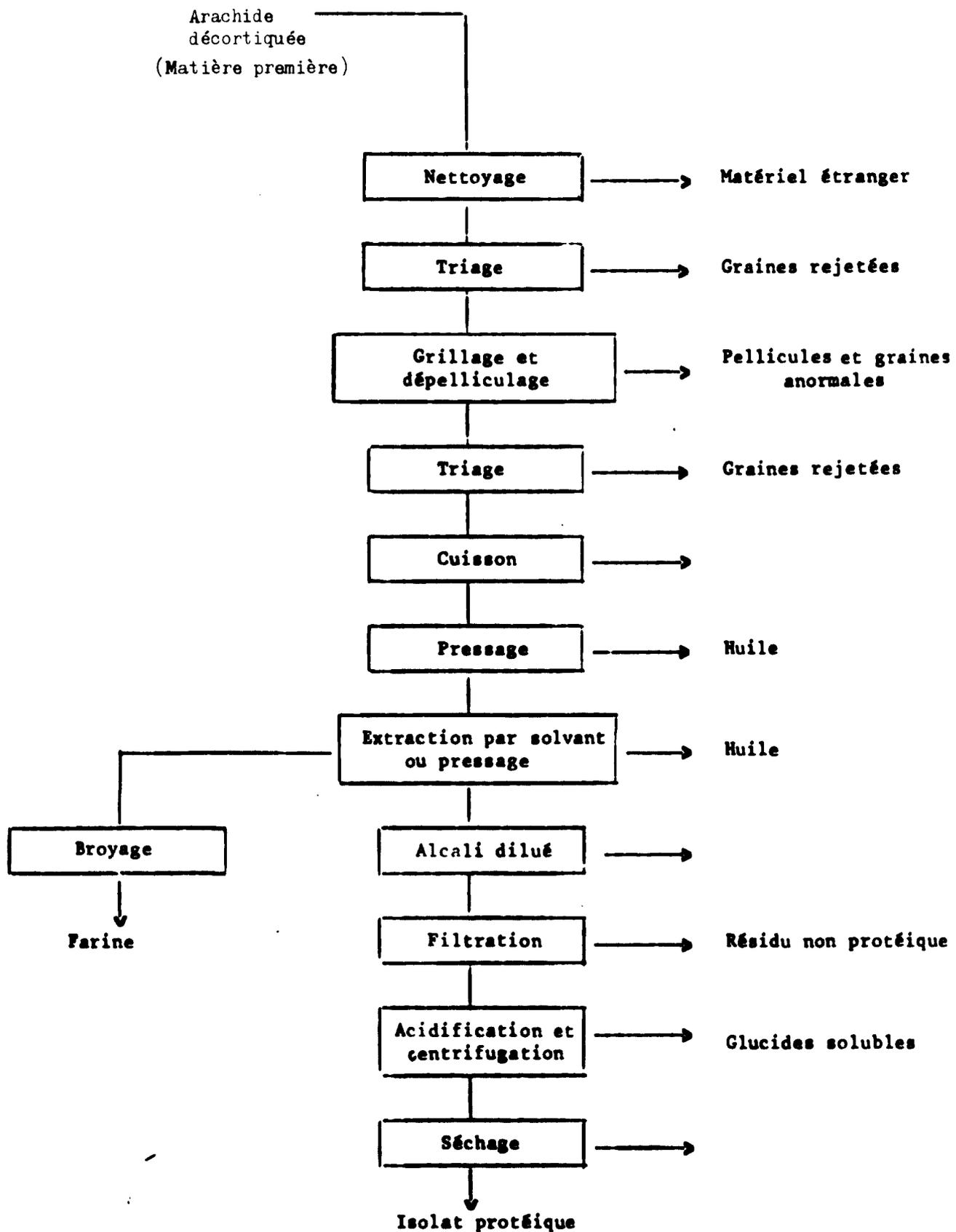


Figure II. Production de farine et d'isolat protéique d'arachides par des méthodes conventionnelles

Source : D'après De et Cornelius, 1970 (38).

dont la maturité est imparfaite. On procède alors à l'élimination des pellicules et, éventuellement, des germes comme indiqué au chapitre II. Puis, un dernier triage est réalisé et les graines sont concassées pour répartir l'humidité et faciliter les échanges de chaleur dans l'opération ultérieure de chauffage, au cours de laquelle la température ne doit pas dépasser 121° C pour que les protéines ne soient pas détériorées. Après pressage on obtient une farine d'arachide.

Les teneurs initiales en eau et en acides gras libres des amandes doivent être respectivement inférieures à 12 % et 0,5 %. De plus, il est impératif d'ôter le germe de la graine, parce qu'il contient des facteurs goitrigènes. Le produit final ne doit pas contenir d'Escherichia Coli, Salmonella et autres agents pathogènes. Au total, le nombre de bactéries doit être inférieur à 20 000 par gramme. La teneur en aflatoxine doit être très basse : aucun taux n'est fixé mais un produit dosant 5 μ g/kg est considéré comme impropre à la consommation. [Chandrasekhara et Ramanna, 1968 (28)].

Différentes méthodes classiques sont également recommandées pour déterminer les teneurs en lysine assimilable et en protéines solubles.

On trouvera ci-après de Adrian et Jacquot, 1968 (4), les critères d'une farine d'arachide de qualité alimentaire, selon Adrian et Jacquot, 1968 (4) :

- Les graines doivent être de bonne apparence, ni rances, ni moisies ;
- La totalité des coques et au moins 40 % des pellicules et germes doivent être éliminés ;

- La teneur en protéines de la graine doit être de 27 % (± 10 %);
- Si la décortication se fait par grillage, la température ne doit pas dépasser 150° C pendant 10 mn;
- L'extraction de l'huile pourra être effectuée par pression ou par solvants, mais l'emploi de ces derniers devra répondre à certaines conditions visant la qualité du tourteau ;
- La cuisson dans les cuiseurs, l'expression de l'huile dans les presses devront être réglées de manière à éviter le blocage ou la destruction des acides aminés ; pour cela la température ne devra pas dépasser 120° C dans les presses, ni être maintenue plus de 30 mn ;
- La farine provenant du tourteau sera tamisée de manière à ce que les neuf dixièmes passent au tamis 80 et qu'elle passe en totalité au tamis 40 ;
- La farine devra être saine, conforme aux normes bactériologiques appliquées aux aliments et franche de toute contamination par les insectes et les parasites ;
- L'addition de produits chimiques de conservation ou autres n'est pas admise ;
- La farine devra contenir au moins 50 % de protéines (N x 6,25), 3 à 5 % de cendres au maximum, moins de 6 % d'eau, moins de 6 % de matières grasses et moins de 4 % de cellulose brute ;
- La teneur des protéines en lysine devra être d'au moins 3 % (± 10 %);
- La digestibilité chez le rat devra être de 95 % au moins, la valeur biologique des protéines de 55 % au moins.

Obtention d'isolats protéiques

L'extraction se base sur la solubilité des protéines dans une solution aqueuse de soude. D'un point de vue nutritionnel, il est préférable de procéder à partir des amandes dépelliculées ; mais, en traitant les tourteaux de pression ou d'extraction, il est alors possible de récupérer également l'huile (voir figure II). Dans les deux procédés décrits ci-dessous, on travaille sur les graines. On récupère simultanément l'huile et le concentré protéique.

Procédé Chayen ou Lypo

Après dépelliculage et égermage, les amandes sont immergées dans une solution aqueuse de bicarbonate soude. Un broyage des graines provoque l'éclatement des cellules et favorise la dissolution des protéines. Puis, par centrifugation, on sépare trois phases : une phase fibreuse, une phase huileuse, et une phase aqueuse qui contient les protéines, les glucides et environ un tiers de l'huile dispersée. Les protéines sont ensuite précipitées par la chaleur ou par acidification. Une partie de l'huile étant encore entraînée par le précipité, on obtient après séchage un produit final dosant 65 % de protéines et 32 % d'huile.

Procédé CFTRI

Le procédé CFTRI (Central Food Technological Research Institute, Mysore) est une amélioration du procédé précédent. Les flocons d'amandes dépelliculées sont immergés dans une solution aqueuse de soude. Après filtrage et centrifugation, les protéines sont précipitées par acidification à pH 4,5 - 5 et l'huile est extraite par solvant (voir figure III). Le produit final contient 92 % de protéines [Bathia et al., 1965 (12)].

En Inde, une réalisation industrielle fonctionne suivant ce procédé, mais la rendement optimum d'extraction de l'huile n'étant pas atteint, elle travaille actuellement sur un matériau de base,

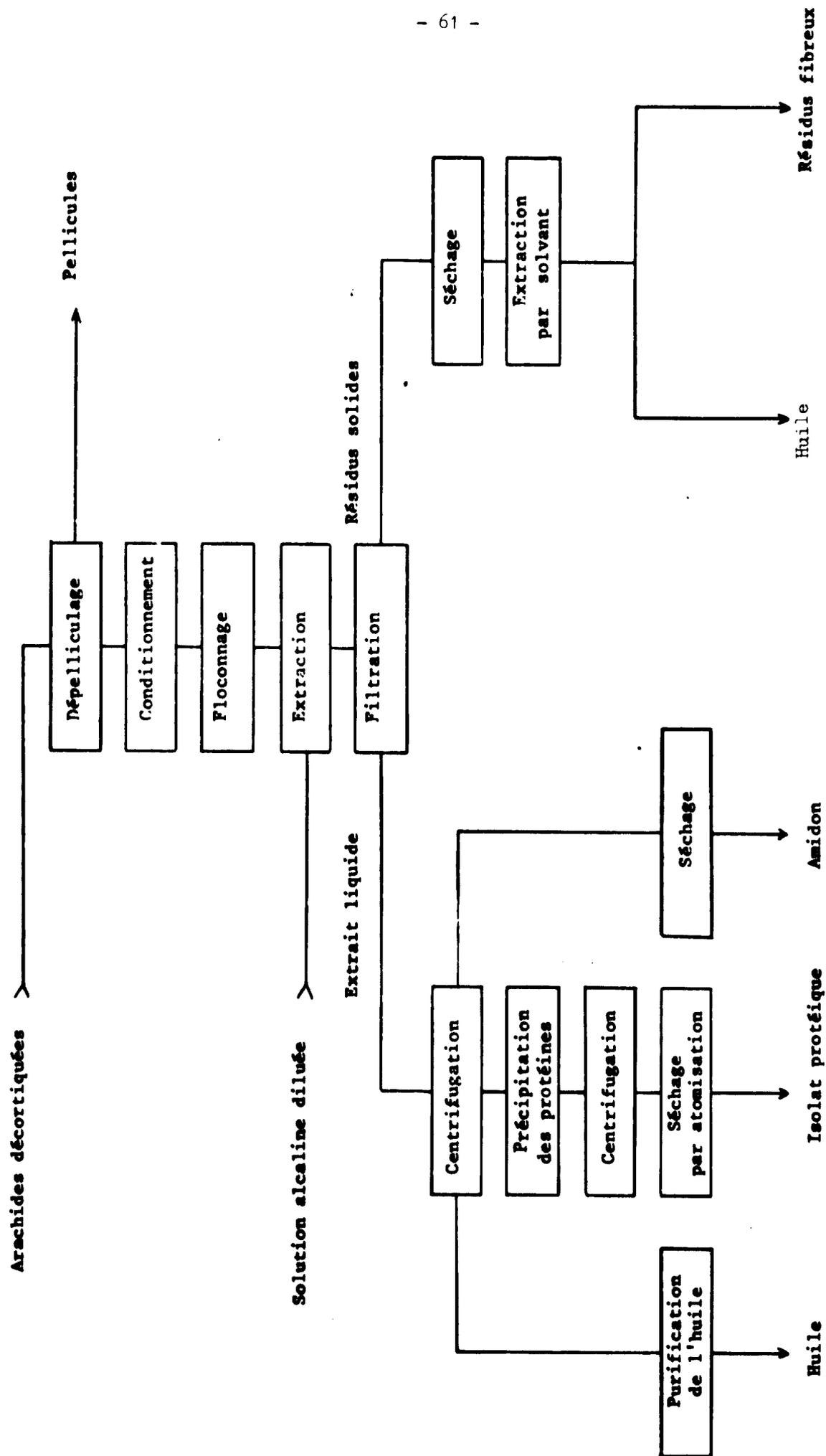


Figure III. Procédé CPTR de fabrication d'isolat protéique

Sources: De et Cornélius, 1971 (38).

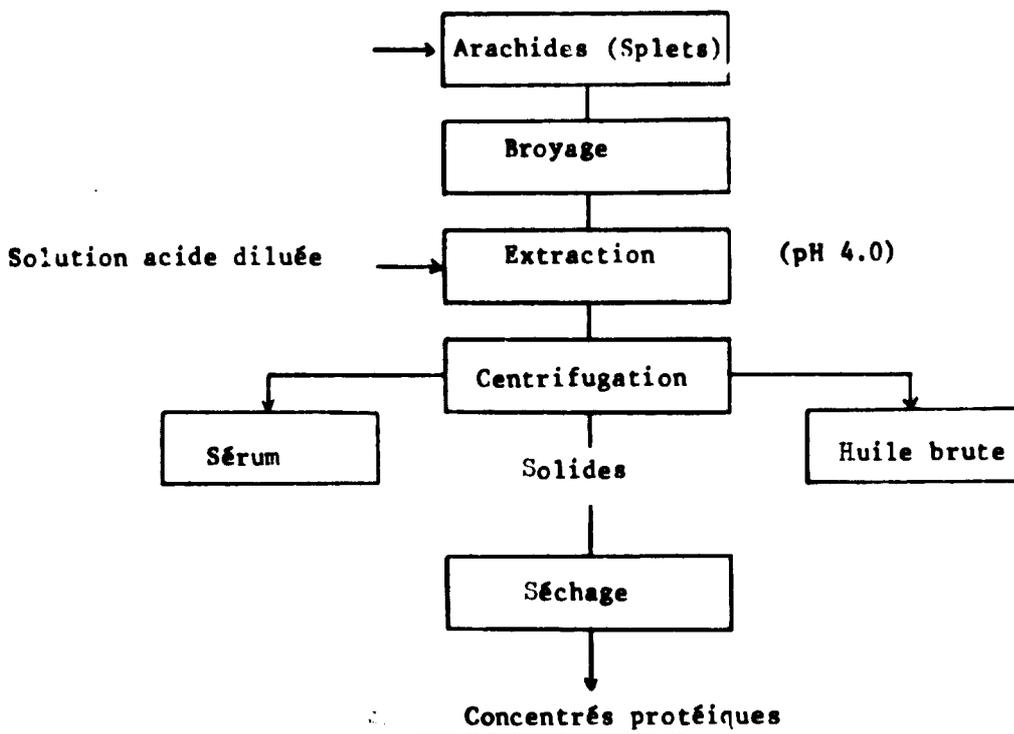
constitué de tourteaux d'extraction.

Plus récemment, aux Etats-Unis, des améliorations de ces procédés ont été étudiés [Rhee et al., 1972 (115)]. On extrait simultanément les protéines et l'huile (voir figure IV). On obtient un meilleur rendement en huile par une centrifugation sous pH voisin du point isolectrique [Mieth et al., 1975 (89 et 90)]. Un traitement à l'eau oxygénée, ou par l'hypochlorite de sodium, permet d'éliminer les aflatoxines [Rhee et al., 1973 (116)].

B. Comparaisons technico-économiques

Les prix des farines, des concentrés, et même des isolats, ramenés au kilo de protéines, sont sensiblement inférieurs à ceux des protéines animales, à l'exception du lait écrémé qui se situe à un niveau comparable [Orr et Adair, 1967 (100)]. Mais il n'existe pas d'installations industrielles de grande capacité fabriquant des concentrés ou des isolats de protéines d'arachide et il est, par conséquent, difficile d'établir une véritable comparaison de prix. Théoriquement, les fabrications de concentrés ne devraient pas déboucher sur un prix notablement supérieur à celui des tourteaux d'huilerie, puisque le complément d'équipement à consentir dans ce but est relativement modeste. Elles demanderaient néanmoins une main-d'oeuvre beaucoup plus abondante. De plus, les capacités de production, en l'absence d'un marché bien dimensionné, devraient être limitées ; or, on connaît, en huilerie, l'étroite corrélation entre les capacités traitées et l'abaissement du prix de revient. Quant aux isolats, les procédés de fabrication impliquent un matériel spécifique pour ne donner que des rendements en huile inférieurs à ceux de l'huilerie classique. Or, l'huile intervient lourdement dans les comptes de produits. Il faut aussi maintenir les ateliers dans un état d'hygiène rigoureux. Les raisons sont nombreuses pour que l'industrie privée se soit peu intéressée à de telles productions.

Fabrication de concentrés



Fabrication d'isolats

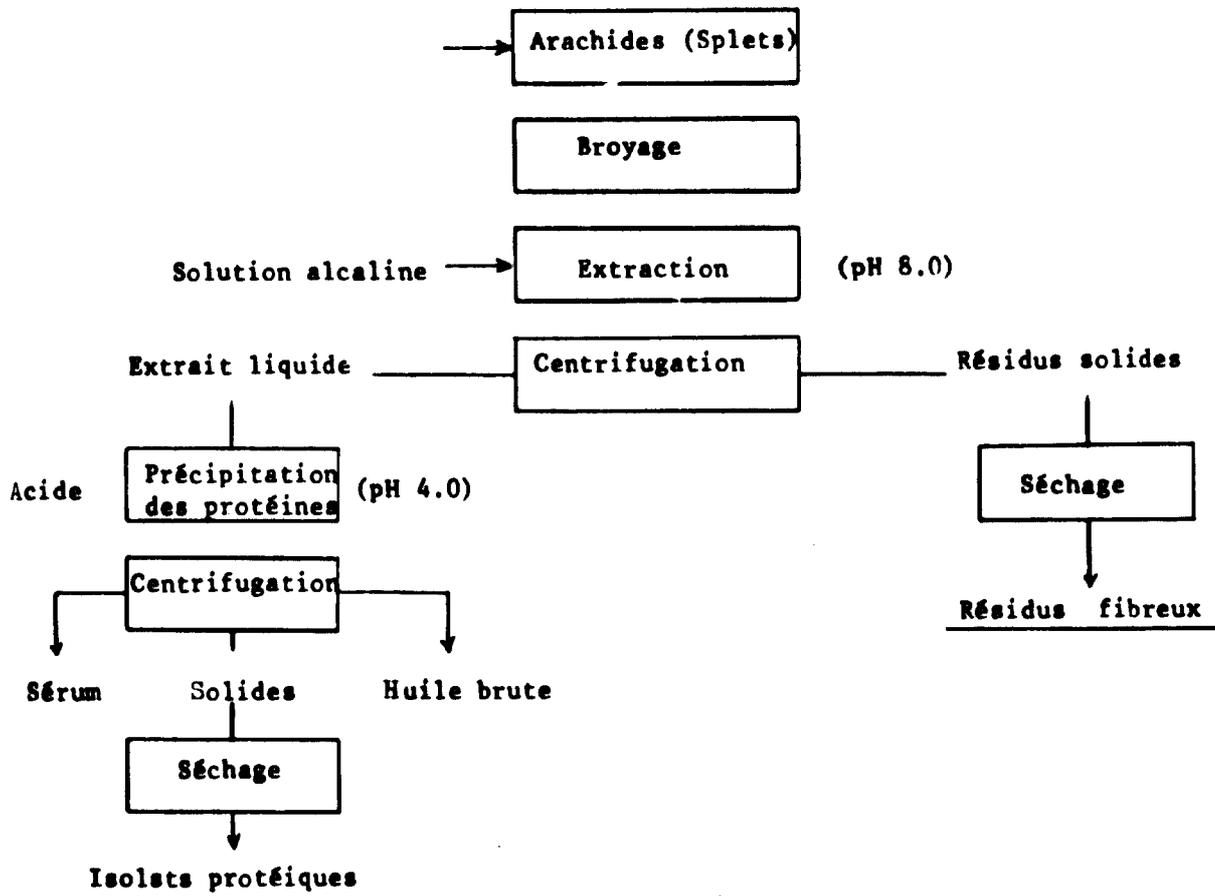


Figure IV. Extraction simultanée des protéines et de l'huile d'arachide pour la fabrication de concentrés et d'isolats

Sources : Rhee et al., 1972 (115).

C. Les différentes utilisations en alimentation

Les différents produits, farines ou isolats, sont utilisés tels quels et parfois en complémentation ou en mélange avec d'autres produits [Adrian et Jacquot, 1968 (4)]. De telles préparations sont réalisées dans de nombreux pays, mais c'est essentiellement en Inde que l'on trouve le plus grand nombre d'applications [Chandrasekhara et Ramanna, 1968 (28)]. Des formulations de farines, de biscuits, de laits, ont ainsi été mises au point. Parmi les aliments à base de farine d'arachide, il faut signaler l'"Indian multipurpose food", mélange de 75 % de farine d'arachide et de 25 % de farine de pois, cuit et complé- menté en vitamines et sels minéraux, et le Bal ahar essentiellement destiné aux enfants avec 70 % de farine de blé, 25 % de farine d'arachide 5 % de poudre de lait écrémé, vitamines, le produit final dosant 22 % de protéines. Pour réduire la malnutrition après le sevrage, une formu- lation a également été établie à base de farine d'arachide complé- mentée en acides aminés soufrés par le sésame et en lysine par le pois chiche. Le "nutro biscuit" est un biscuit à haute teneur en protéines : l'addi- tion de 22 % de farine d'arachide porte le taux de protéines de 7 à 17 %.

Les isolats protéiques du procédé CFTRI ont été conçus pour être substitués à la poudre de lait écrémé importée qui rendait fort cher un mélange à base de lait de bufflonne. Après addition de glucose et de vitamines, on obtient en effet une composition à base de matières premières nationales dont les qualités organoleptiques sont acceptables et qui est appelée "lactone".

En Afrique, notamment au Nigéria et au Sénégal, on s'est également efforcé de préparer des aliments avec la farine d'arachide produite sur place. Les mélanges se font avec de la poudre de lait écrémé - produit Arlac - ou de la farine de millet - produit Ladylac.

Des travaux se poursuivent aux Etats-Unis, dans les universités du Texas (A and M) et de Georgie et à l'United States Department of Agriculture (USDA) ainsi qu'en Inde, sur l'emploi de farine d'arachides pour la fabrication de pain et de biscuits [Khan et al., 1975 (70); Khan et Rooney, 1977 (71); Beuchat, 1977 (14); Matthews 1972 (86); Sahni et al., 1975 (119)].

Des essais d'amélioration de la valeur alimentaire et en particulier de la valeur protéique, par fermentation fongique des farines d'arachide ont été tentés [Quinn et al., 1975 (111)]. Les résultats ne semblent pas significatifs.

D. Stockage et conditionnement

Les farines et protéines d'arachides étant des produits alimentaires, des mesures adéquates de stockage et d'emballage sont nécessaires pour garantir leurs qualités.

Il faut éviter les détériorations physiques par moisissures, attaques d'insectes ou de rongeurs, et les détériorations chimiques, notamment par oxydation et lipolyse.

Pour éviter le développement des moisissures, il suffit de maintenir l'humidité relative de l'atmosphère de stockage à un taux voisin de 60 %. L'humidité de la farine, quant à elle, doit être maintenue entre 7 et 11 %, la limite inférieure correspondant à l'oxydation des lipides et la limite supérieure à la lipolyse. Mais pour une humidité relative donnée de l'air, l'humidité de la farine dépend essentiellement de sa teneur en huile. Aussi est-il nécessaire de déterminer un optimum répondant à cette double contrainte.

Les solutions techniques d'emballage du produit dépendent aussi des conditions ultérieures de manutention et de transport. Trois types de solutions sont possibles, en fonction des impératifs techniques, des impératifs de coût et du marché considéré : sacs de papier ou de jute avec emballage intérieur en plastique pour la vente en gros ; boîtes en fer blanc avec emballage intérieur plastique contenant 3 à 10 kg de farine pour les ventes intermédiaires ; boîtes en fer blanc ou en carton toujours avec emballage plastique pour la vente au détail (poids: 100 g à 1 kg). Pour ce type d'emballage, il est de plus nécessaire de prévoir la possibilité de refermer le sachet hermétiquement si la farine n'est pas utilisée en une seule fois.

Quelle que soit la solution envisagée, l'emballage doit être testé avant tout choix définitif et garantir le maintien de la qualité des produits qu'il contient, pendant six mois dans le cas des petits emballages et un an dans le cas des gros.

Certains pays, tels que l'Inde ont développé des normes relatives à ces produits [Achaya, 1976 (1)].

IV. L'HUILE DE TABLE

Dans les pays où, par l'habitude culinaire, on utilise des corps gras fluides, l'huile d'arachide est souvent préférée aux autres huiles, mais son prix est élevé.

On trouvera dans le tableau 17, les caractéristiques moyennes des huiles d'arachides selon leur origine.

A. Principales caractéristiques

Composition en acides gras

La composition de l'huile d'arachide en acides gras dépend des facteurs génériques de la graine ainsi que des facteurs climatiques qui ont marqué sa culture [voir chapitre I et Worthington et al., 1972 (157) ; Young et al., 1974 (164)]. On peut cependant dégager des compositions moyennes, comme au tableau 17. La teneur en acide arachidique est relativement élevée. On soulignera la forte teneur en acide linoléique de l'huile américaine, et, à l'inverse, la forte teneur en acide oléique de l'huile africaine. De manière générale, l'huile d'arachide contient de 77 à 82 % d'acides gras insaturés, surtout oléique et linoléique. Ces pourcentages sont voisins de ceux de l'huile de coton, soit 70 % environ, et de l'huile de soja, soit environ 75 % [Grieco et Piepoli, 1967 (57)]. D'ailleurs, d'une façon générale, la composition en acides gras de l'huile d'arachide est très proche de celle des autres huiles végétales courantes, comme le montre le tableau 18.

Tableau 18. Teneurs en acides gras principaux
des huiles végétales courantes
(en pourcentages)

Huile	Acide palmitique	Acide stéarique	Acide oléique	Acide linoléique
Arachide	6,3 - 12,9	2,8 - 6,3	39,2 - 65,7	16,8 - 38,2
Soja	6,8 - 11,5	2,5 - 5,5	22,0 - 34,0	49,8 - 60,0
Coton	17,1 - 23,4	0,9 - 2,7	18,0 - 44,2	33,9 - 55,0
Olive	7,0 - 20,0	0,3 - 3,3	53,1 - 85,8	4,0 - 22,5

Sources: Adrian et Jacquot, 1968 (4).

Composition en lipides

L'huile d'arachide contient un fort pourcentage de triglycérides. Sempore, 1975 (125) et Sempore et Bézard, 1977 (126), ont analysé les triglycérides d'une huile de Haute-Volta ; leurs résultats (tableau 19) montrent que la trioléine est le plus important et qu'avec la dioléoléine et la palmitodioléine, elle forme plus de la moitié du total des triglycérides.

Elle est relativement pauvre en phospholipides puisqu'elle n'en contient que de 0,65 à 1,35 % contre 3,2 % pour l'huile de soja [Adrian et Jacquot, 1968 (4)].

Composition en matières insaponifiables (tableau 17).

L'huile d'arachide contient de 0,2 à 1,8 % de matières insaponifiables, qui peuvent être séparées en 4 fractions, et dont la fraction stérolique a été analysée [Itoh et al., 1973 (64)]. La présence de stérols aurait pour effet, selon Mullor, 1971 (96), d'abaisser le taux de cholestérol sanguin.

Des tocophérols sont présents à un taux élevé, de l'ordre de 40 à 50 mg pour 100 g d'huile. Cette teneur est inférieure à celle des huiles de soja (100 à 175 mg), ou de coton (110 mg).

Du squalène au taux de 40 à 70 mg pour 100 g d'huile a également été détecté [Wolff, 1968 (152)].

Tableau 19. Principaux types de triglycérides de l'huile d'arachide (proportion supérieure à 1 %)

Types de triglycérides	Structure ^{a/}	Mol %
Trioléine	18-1, 18-1, 18-1	24,6
Dioléolinoléine	18-1, 18-1, 18-2	17,2
Palmitodioléine	16-0, 18-1, 18-1	11,7
Palmitooléolinoléine	16-0, 18-1, 18-2	7,1
Oléadiloléine	18-1, 18-2, 18-2	5,5
Stéarodioléine	18-0, 18-1, 18-1	4,8
Béhénodioléine	22-0, 18-1, 18-1	2,6
Stéarooléolinoléine	18-0, 18-1, 18-2	2,6
Arachidodioléine	20-0, 18-1, 18-1	2,5
Béhénooléolinoléine	22-0, 18-1, 18-2	1,7
Palmitodiloléine	16-0, 18-2, 18-2	1,7
Gadoléodioléine	20-1, 18-1, 18-1	1,5
Lignocérodoléine	24-0, 18-1, 18-1	1,5
Di-palmitooléine	16-0, 16-0, 18-1	1,4
Arachidooléolinoléine	20-0, 18-1, 18-2	1,4
Palmitobéhénooléine	16-0, 22-0, 18-1	1,2
Lignocérooléolinoléine	24-0, 18-1, 18-2	1,0
Oléogadololéine	20-1, 18-1, 18-2	1,0

Sources : Semporé et Bézard, 1977 (126).

a/ Les radicaux acides qui remplacent les groupes hydroxyles du glycérol sont indiqués par des groupes de deux chiffres; par exemple 18-1 désigne un radical acide avec 18 atomes de carbone et une double liaison.

Caractéristiques physico-chimiques

Le tableau 17 donne quelques-unes des caractéristiques de l'huile d'arachide.

L'huile d'arachide se solidifie en donnant des cristaux amorphes vers 8°/10°C, et il faut la réchauffer vers 14°C pour la défiger en un temps relativement court. Sa stabilité à l'oxydation, tant à froid qu'à chaud est particulièrement élevée, du fait de l'absence d'acide linoléique et de la présence d'antioxydants naturels (tocophérols).

Caractéristiques nutritionnelles

En essais nutritionnels, l'huile d'arachide ne montre aucun effet nocif dans le domaine toxique ni dans le domaine métabolique [Landes et Miller, 1975 (78) ; Sergiel et al., 1975 (127)]. Au contraire, elle est souvent utilisée comme témoin de référence, dans les études sur animaux. Elle bénéficie même d'un préjugé très favorable chez les nutritionnistes à cause de sa teneur en acide linoléique [Vigne, 1974 (145)]. En outre, sa résistance particulièrement élevée à la chaleur, surtout dans les conditions de friture, la fait conseiller pour cet usage [Prandini, 1974 (105)].

B. Différentes qualités

L'huile d'arachide est consommée brute ou vierge, dans de nombreux pays producteurs. On trouvera dans le tableau 20, un extrait de la norme FAO (184) donnant les caractéristiques de l'huile comestible d'arachide. Les huiles produites par des moyens familiaux ou artisanaux, à partir de graines fraîchement récoltées, ne répondent généralement pas à ces critères.

Tableau 20. Facteurs essentiels de composition et de qualité de l'huile comestible d'arachide

<u>Critères distinctifs</u>	
Densité relative (huile à 20°C/eau à 20°C)	0,914 - 0,917
Indice de réfraction ($n_D^{40^\circ C}$)	1,460 - 1,465
Indice de saponification (mg KOH/g huile)	187 - 196
Indice d'iode (Wijs)	80 - 106
Insaponifiable	au maximum:10 g/kg
<u>Teneur en acide arachidique et en acides gras supérieurs</u>	
	au minimum:48g/kg
<u>Critères de qualité</u>	
Couleur : caractéristique du produit désigné.	
2.3.2. Odeur et saveur : caractéristiques du produit désigné et exemptes de saveur et d'odeur étrangère et de toute rancidité.	
▲ Indice d'acide	
Huile vierge	au maximum:4 mg KOH/g huile
Huile non vierge	au maximum:0,6 mg KOH/g huile
Indice de peroxydes	au maximum:10 milléquivalents d'oxygène peroxydique/kg huile

Source : FAO, 1970 (184).

C. Interchangeabilité avec les autres huiles

L'ensemble des caractéristiques de l'huile d'arachide fait qu'elle est utilisable aussi bien à chaud qu'à froid. Pour les utilisations à froid, elle se trouve en concurrence avec des huiles de moindre prix, comme celles de soja ou de colza, qui lui sont comparables quand elles ne sont pas reversées ou oxydées. Mais elle est surclassée au plan de la qualité diététique par les huiles de tournesol et de germe de maïs dont la teneur en acide linoléique est supérieure. Pour les utilisations à chaud, sa stabilité remarquable à l'oxydation ainsi que son odeur relativement faible en friture font qu'elle est préférée aux huiles de soja ou de colza et, sur certains marchés, aux huiles concrètes et shortenings pour la friture [Lesieur, 1976 (81)].

Son principal handicap, pour la clientèle ménagère, est son prix élevé. Il en va de même en industrie alimentaire, margarinerie et fabrication de shortenings, où elle est délaissée au profit des huiles de soja, de colza, et parfois même de tournesol. De manière générale, indépendamment du goût des consommateurs, les facteurs déterminant les substitutions sont essentiellement d'ordre économique : disponibilité des autres huiles sur le marché et prix de ces autres huiles ; on doit cependant observer que l'interchangeabilité des produits entraîne l'interdépendance de leurs prix. De telles réflexions s'appliquent aux pays d'Europe occidentale et au Japon, où les marchés dépendent des pays producteurs de matière première. Dans les autres pays, la consommation dépend aussi des productions locales et des marchés extérieurs. Ainsi, sur le marché américain, la préférence va aux huiles de coton ou de soja ainsi qu'aux margarines. Dans le Sud-Est asiatique cette préférence se porte surtout sur les huiles de palme ou de coprah, et en Scandinavie, Australie, Nouvelle-Zélande, sur les graisses animales. En fait, les produits nationaux jouissent de positions privilégiées, liées aux habitudes des acheteurs, à la protection des marchés intérieurs, et aux économies de coût de transport.

V. LA FABRICATION DE L'HUILE

Parmi toutes les graines oléagineuses, on peut considérer que l'arachide est l'une des plus faciles à triturer, et son huile l'une des plus faciles à raffiner ; cependant, l'arachide présente quelques caractéristiques particulières.

Son amande est fragile et, au cours des manutentions successive elle peut être brisée jusqu'à former parfois des farinettes. Celles-ci sont facilement contaminées par les moisissures qui provoquent, dans de brefs délais, une hydrolyse de l'huile : ceci fait croître l'acidité libre à quelques dizaines de points pour cent. En conséquence, les moyens de manutention doivent être adaptés [Garcia, 1976 (49)]. En particulier, en manutention pneumatique, on se limitera à de faibles vitesses de circulation et on éliminera les angles vifs des conduits.

L'arachide, plus que toute autre graine, a tendance à former des boules dans les appareils de manutention : les cuiseurs, les désolvantisseurs. Un encrassement assez rapide des surfaces, où se condense l'humidité, est à prévoir. Des nettoyages très fréquents des installations s'imposent.

Sous réserve de ces remarques d'ordre général, les différentes opérations d'huilerie (figure V) ne soulèvent guère de difficultés.

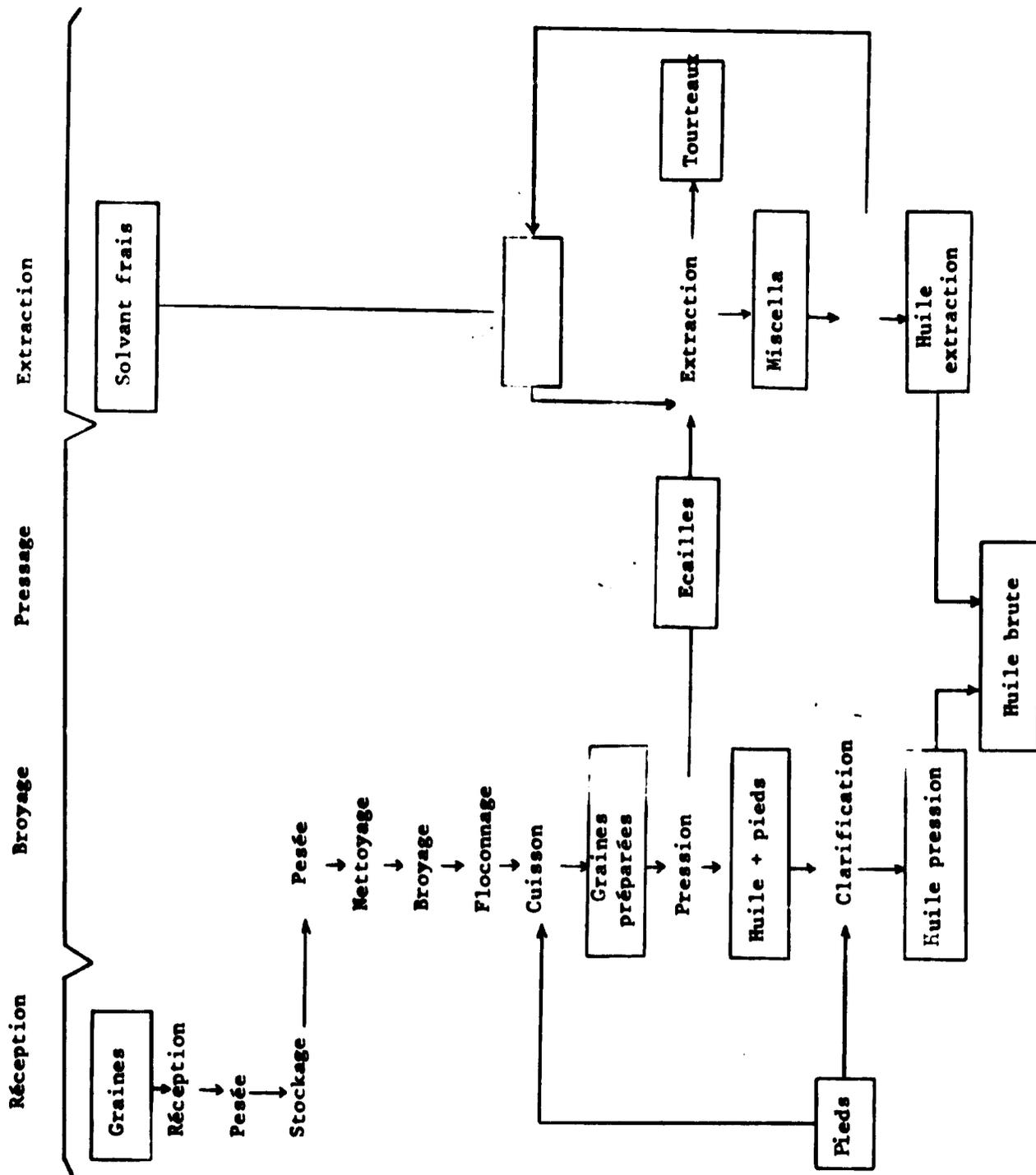


Figure V. Schéma de production de l'huile brute

Source : Colin, 1976 (34).

... L'enchaînement des opérations

Seuls seront traités ici des points particuliers concernant l'arachide ; pour les questions générales concernant les opérations d'huilerie, voir la publication de l'UNIDO "Guidelines for the establishment and operation of vegetable oil factories", 1977, (183).

Nettoyage des coques (voir figure VI)

Les appareils de nettoyage des coques doivent être équipés de grilles adaptées aux deux principales impuretés que sont le sable et les bâtonnets, et retenir les pierres présentes parmi les coques [Garcia, 1976 (49)].

Décorticage

Au décorticage, il faut s'efforcer de laisser le moins possible de débris d'amande dans les coques, la teneur en huile de ces dernières ne devant pas dépasser 1 %. Les principaux points à surveiller, au cours de cette opération, sont l'homogénéité des lots et l'humidité de la graine, le faible taux d'impuretés et l'alimentation régulière des appareils.

Le décorticage s'effectue encore à la main dans un certain nombre de pays, mais depuis quelques années sont apparus des décortiqueurs "de brousse" [1967; (180) ; Coward et al., 1977 (37)], de construction artisanale et dont l'avantage principal est de fournir des graines propres et de réduire les frais de transport vers l'usine. Leur inconvénient tient à la quantité de produit à traiter pour justifier un tel investissement d'autant que les rendements obtenus sont inférieurs à ceux des décortiqueurs d'usine, et enfin que les coques sont pratiquement perdues. Les décortiqueurs d'usine sont de mêmes types que ceux utilisés pour l'arachide de bouche. Ils opèrent donc par friction. Mais ici, la casse des amandes n'a pas d'importance.

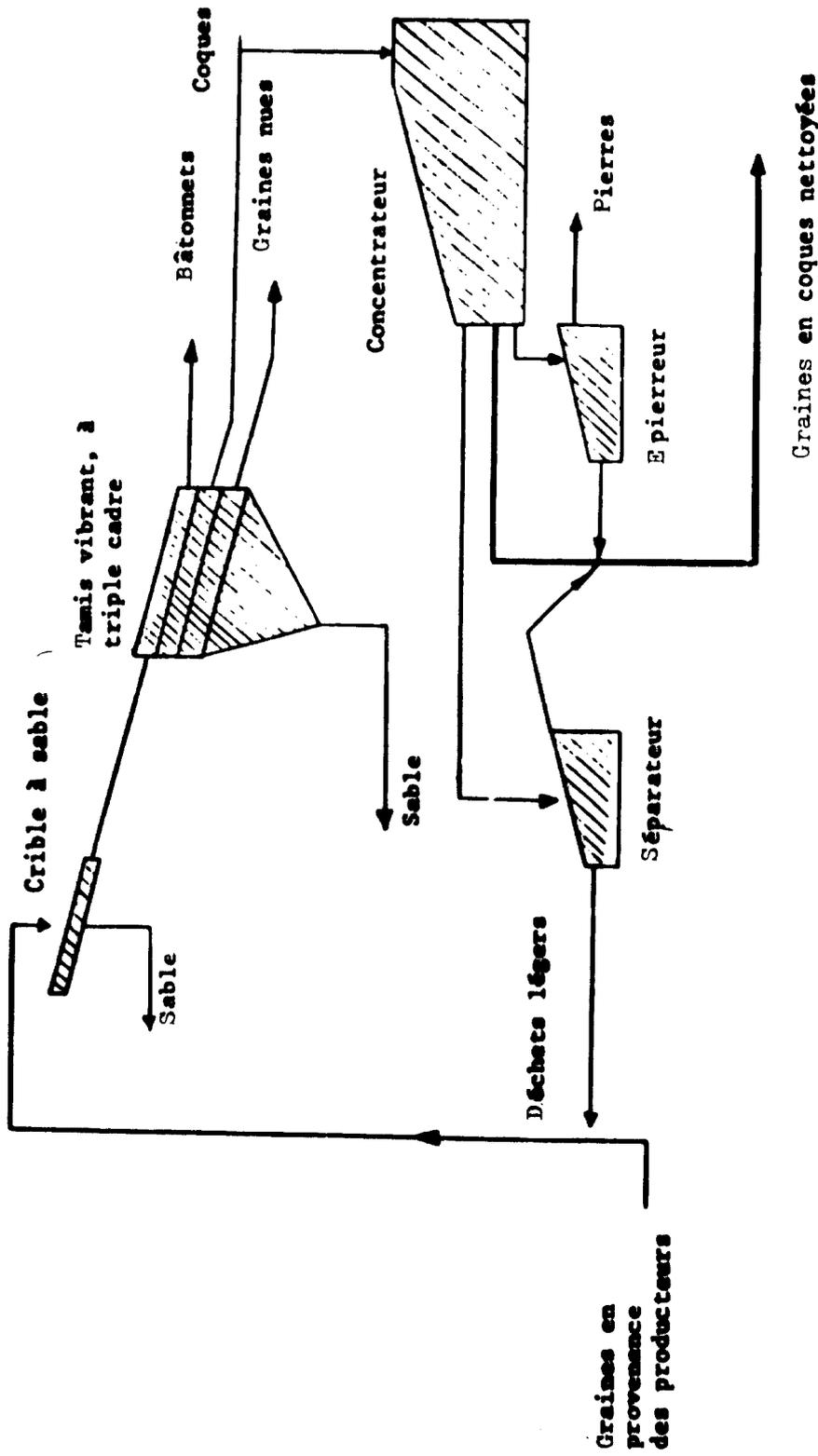


Figure VI. Schéma d'une station de nettoyage en huilerie d'arachide

Source : Garcia, 1976 (49).

Des essais de décorticage pneumatique ont également donné des résultats encourageants pour l'arachide, car le procédé n'entraîne pas de brisure mais son efficacité dépend de la bonne qualité initiale des graines [Michalon et al., 1972 (88) ; Colin, 1976, (34)].

Le stockage des arachides décortiquées doit s'effectuer, en sacs ou en vrac, de préférence dans les silos adaptés. Les précautions à prendre sont celles qui sont appliquées à la majorité des produits agricoles : surveillance des températures, de l'humidité de la graine et de l'atmosphère ainsi que du développement des moisissures et des attaques de rongeurs [Gustafson, 1976 (59)].

Broyage des graines

Autrefois, avant le broyage, on pratiquait un dépellilage des graines comme pour l'arachide de bouche, parce que les tourteaux obtenus de cette façon étaient de couleur très claire et bénéficiaient d'une surprime sur le marché. Aujourd'hui, cette manière de faire a pratiquement disparu parce qu'elle est coûteuse en investissement et qu'elle entraîne la perte de pellicules contenant un peu de matières grasses.

Le broyage des graines est remarquable de simplicité, dans des appareils du type broyeur à marteaux. Cette opération n'est pas toujours nécessaire [Ward, 1976 (148)] en particulier sur les graines en provenance d'Afrique de l'Ouest qui sont assez fragiles et se concassent au fur et à mesure des manutentions.

Cuisson des graines

La cuisson avant pression des graines concassées doit être modérée pour éviter un trop fort brunissement des tourteaux et une perte de la valeur protéique.

Un passage à 90°C, pendant environ 20 minutes, et à 8 ou 10 % d'humidité est souvent adopté ; il est suivi d'un séchage à 105°C pendant 30 minutes, qui abaisse l'humidité jusqu'à 5 ou 6 %. Mais

quelquefois des conditions de cuisson plus sévères sont employées pour assurer un débit plus élevé que celui des presses ou tout simplement plus d'huile. De tels avantages sont naturellement compensés par une perte de qualité, tant des tourteaux que de l'huile.

Pressage

Que ce soit en vue de produire des tourteaux expellers ou des tourteaux gras, le pressage ne présente aucune particularité dans le cas de l'arachide. Les arrangements de presses correspondent à ceux que requiert toute matière première riche en huile [Ward, 1976 (148) : Bredeson, 1977 (23)].

Les huiles brutes sortant des presses, surtout celles qui proviennent d'arachides de qualité médiocre, sont particulièrement chargées en "pieds", c'est-à-dire en particules solides, fractions de graines, farinettes, mucilages, qui sont en réalité un mélange de protéines de phospholipides et stérols. On peut trouver jusqu'à 20 % de pieds dans certaines huiles brutes. Par rapport à d'autres graines oléagineuses, un tel pourcentage est élevé et incite à prévoir un équipement surdimensionné en filtres et centrifugeuses. Les pieds peuvent être recyclés avant les presses ou même directement à l'extraction, si leur structure est suffisamment granuleuse et si l'extraction n'est pas exploitée au maximum de sa capacité.

Extraction

A la sortie des presses, les "écailles" renferment encore environ 10 % d'huile [Stein et Glaser, 1976 (132)] qu'il faut éliminer par l'emploi de solvant à contre-courant. Les solvants les plus utilisés sont l'essence B, l'hexane, le trichloréthylène, mais d'autres ont été essayés avec succès dans des opérations pilotes : acétone hydraté, alcool, [(181);(182)].

L'arachide peut donner des particules très fines, ce qui entraîne des difficultés à l'extraction. L'emploi d'un extracteur à immersion peut donc être préférable, en particulier dans le cas de l'extraction directe [Milligan, 1976 (91)] qui est maintenant proposée [Bernardini : 1975 (13)], mais il est encore tôt pour juger de la valeur de cette technique.

Après extraction, on doit procéder à la désolvantisation des tourteaux.

Il semble que la valeur alimentaire des tourteaux soit affectée par le solvant utilisé [Adrian et Jacquot, 1968 (4)].

Le raffinage

Le raffinage des huiles brutes est en général une opération facile [Cowan, 1976 (36) et Carr, 1976 (25)]. La démulgation à la vapeur ou à l'eau salée est rarement nécessaire, un simple traitement à l'acide phosphorique s'avérant suffisant. D'autres acides, en particulier l'acide oxalique, ont été testés comme agent de démulgation [Ohlson et Svensson, 1976 (99)] afin de réduire le problème de la pollution. La neutralisation pour éliminer les acides gras libres par la soude caustique ou le carbonate de soude [Solomon, 1972 (131)] ne soulève de difficultés que dans le cas des huiles de très mauvaise qualité, dont le traitement exige l'emploi de soude concentrée.

Après cette opération l'huile d'arachide, de qualité standard, est déjà très claire. Néanmoins, l'addition de petites quantités de terres décolorantes [Goebel, 1976 (55)] suivie d'une filtration [Müller, 1967 (95)] permet d'éliminer les dernières traces de savon et d'impuretés.

Très fréquemment on n'utilise que 0,1 à 2 % de terres décolorantes, mais dans des cas exceptionnels d'huiles très foncées et au goût de brûlé ou encore d'huile présentant des reflets d'huile minérale, on peut recourir à des pourcentages beaucoup plus élevés de terres décolorantes ou encore du charbon actif. La désodorisation est également simple par distillation à la vapeur et sous vide [Zehnder, 1976 (169)].

La distillation neutralisante a été appliquée dans certains pays à l'huile d'arachide. Elle paraît donner des produits d'une moindre qualité pour les huiles brutes médiocres ; elle coûte nettement plus cher à la tonne unitaire de capacité, mais elle résoud pour certains pays les problèmes de pollution des eaux. Son application ne paraît justifiée que dans des cas spécifiques.

Stockage, emballage et manutention de l'huile

Les problèmes posés en ces domaines par l'huile d'arachide ne diffèrent pas de ceux relatifs aux autres huiles [Johansson, 1976 (67); Wright, 1976 (158)]. L'huile doit être protégée des risques d'oxydation, d'élévation de l'acidité libre et de contamination par les matériaux en contact.

L'huile raffinée est plus sensible à l'oxydation que l'huile brute ; il en est de même de l'huile dite "humide", ainsi, une huile d'arachide contenant 0,08 % d'eau voit son acidité libre croître de 0,3 à 0,9 % en 10 jours [Pabst, 1967 (101)]. Le stockage peut se faire en cuve en acier inox, en acier revêtu ou en polyester, éventuellement sous vide ou sous atmosphère d'azote.

B. L'équipement en huilerie d'arachide

En raison de sa facilité de traitement, l'équipement de l'huilerie d'arachide est l'équipement habituel ; il peut éventuellement servir sans grandes transformations à traiter d'autres graines. Le matériel de nettoyage, de décorticage et de manutention des graines, par contre, sera spécialement adapté à l'arachide [Garcia, 1976 (49) ; Colin, 1976 (34)].

Une large gamme de presses continues sont offertes par les constructeurs, de capacité très variable entre 5 et 460 tonnes/j [Tindale et Hill-Haas, 1976 (139)]. De nombreux matériels d'extraction par percolation, comme par immersion, sont également disponibles. Les appareils à immersion sont plus faciles à mettre en oeuvre que ceux à percolation (Millig [Milligan, 1976 (91)]). Les matériels de filtration et de raffinage sont également nombreux et variés. L'évolution d'ensemble des matériels peut être caractérisée par l'augmentation des capacités de traitement, le développement des moyens de contrôle et de l'automatisation [Colin, 1976 (34)].

On trouvera, sur le tableau 21, une liste des principaux constructeurs de matériel, indiquant les types de matériels offerts.

Tableau 21. Constructeurs de matériel et types de matériels offerts^{a/}

Fournisseur	Type de matériel	Nettoyage Décorticage	Cuisson	Presses	Extraction	Filtration Raffinage
Anderson and Co Cleveland (Etats-Unis)				x		
Bauer Brothers and Co Springfield (Etats-Unis)		x				
Cambridge Engineering Group Ltd Mississauga (Canada)						x
Chemtron Corp. Louisville (Etats-Unis)						x
Crown Iron Works and Co Minneapolis					x	
Danmon Croes Alfa-Laval Tumba (Suède)						x
Dravo, Blawckurt Pittsburgh					x	
EMI Corp. Des Plaines (Etats-Unis)					x	x
Extraktionstechnik Hambourg (République fédérale d'Allemagne)					x	x
French oil mill Piqua (Etats-Unis)				x	x	
Granazza (Italie) Costruzioni meccaniche Bennerdini Spa Rome (Italie)					x	
Heinz Schumacher VDI					x	
HLS Ltd (Israël)					x	x
Krupp Maschinen Hambourg (République fédérale d'Allemagne)				x	x	x
Lurgi Wärmetechnik GmbH Frankfurt (République fédérale d'Allemagne)					x	x
N.V. Extraction De Smet Edegein-Antwerpen (Belgique)					x	
Parkson Corp. Fort Lauderdale (Etats-Unis)					x	x
Simon Rosedowns Ltd Hull (Royaume-Uni)				x	x	x
Speichim Paris (France)				x	x	
Stork Amsterdam Amsterdam (Pays-Bas)			x	x		
Wurster and Sauger Chicago (Etats-Unis)						x

^{a/} Cette liste n'est pas exhaustive.

3. Les contraintes d'implantation d'une huilerie d'arachide

Il faut distinguer parmi les conditions d'implantation d'une huilerie en général, pour lesquelles nous renvoyons aux publications de l'UNIDO [1974, (122); 1977, (183)], celles qui sont particulières au traitement de l'arachide et celles qui sont relatives au décortilage.

L'implantation du décortilage

Le choix doit être arrêté entre le décortilage rural, qui peut être manuel ou artisanal, le décortilage industriel dans un centre de regroupement, et enfin le décortilage à l'huilerie. Les éléments à prendre en considération sont : le montant des investissements, le rendement au décortilage, la valorisation des coques, les frais de transport, l'utilisation de capacités de stockage préexistantes et les pertes de qualité entre les arachides en coque et les arachides décortiquées.

Les problèmes généraux de l'implantation d'une huilerie

Au premier rang des facteurs de décision s'inscrit la destination des huiles fabriquées. Suivant que ces huiles sont destinées au marché intérieur ou à l'exportation, l'implantation de l'usine sera évidemment envisagée de façons fort différentes. Quant aux choix de capacité, de technologies entre la pression seule ou le couple pression-extraction, le raffinage continu ou discontinu, etc., ils ne sont pas particuliers à l'arachide et ont été traités dans de nombreuses études.

Il suffit de rappeler ici qu'il existe des presses continues dont les capacités s'échelonnent de 5 t/j à 460 t/j, que les extracteurs à solvant sont des appareils qui coûtent cher et dont l'exploitation exige des précautions particulières de la part d'un personnel spécialisé. Ces appareils ne semblent pas se justifier en-dessous de 100 t/j de production, mais plus celle-ci augmente et plus s'abaisse le coût de revient unitaire du traitement, le phénomène

étant très sensible entre 200 et 500 t/j et s'atténuant au-delà. Le raffinage continu ne peut s'envisager que pour une production journalière supérieure à 30 t. Là aussi le coût de revient unitaire du traitement s'abaisse sensiblement quand la capacité augmente jusqu'à 150 t/j ; ce mouvement s'atténue ensuite jusqu'à 300 t/j.

Pour atteindre les seuils de tonnages évoqués ci-dessus, il convient de rappeler que les opérations de trituration et de raffinage peuvent très bien être polyvalentes, c'est-à-dire que l'on peut traiter d'autres graines que l'arachide. Un complément de tonnage de cette nature peut améliorer l'exploitation des moyens de transport et de stockage, surtout si les dates de récolte des autres matières premières sont différentes de celles de l'arachide.

D. Pollution et problème de l'eau en huilerie

Ces problèmes ne sont pas spécifiques de l'huilerie d'arachide.

Le problème de l'eau en huilerie d'arachides

En huilerie d'arachide, la consommation d'eau, pour obtenir 1 t d'huile, est donnée au tableau 22.

La quantité d'eau consommée, et donc la quantité d'eau à traiter pour dépollution, peut varier de manière importante en fonction des installations de raffinage et de la qualité des huiles traitées.

Tableau 22. Consommation d'eau au cours des différentes opérations en huilerie d'arachide

Opérations	Eau consommée pour 1 t d'huile
1) Eau des systèmes de chauffage	<u>En kg de vapeur</u>
- Broyage	411
- Extraction	3 000
- Raffinage	210
2) Eau des condenseurs en extraction et raffinage	<u>En m³</u>
- Extraction	160
- Raffinage	38
3) Effluent de raffinage	1,35

Source : D'après François, 1972 (48).

Pollution des eaux en huilerie

Le tableau 23 présente une récapitulation en huilerie des différentes sources de pollution et des solutions pour traiter les effluents.

Tableau 23. Récapitulation des problèmes de pollution en huilerie/raffinerie classique

	Nature de la pollution	Solution pour le traitement des eaux
Eaux des échangeurs et condenseurs à surface	Thermique	Travail en circuit fermé avec tour de refroidissement
Eaux des condenseurs à mélange	Thermique et par entraînement du produit travaillé	Travail en circuit fermé avec tour de refroidissement. Le circuit comportant un dispositif de récupération des produits entraînés
Eaux diverses, lavages des sols, refroidissement des garnitures, laveurs de gaz, etc.	Thermique et par entraînements divers	Station d'épuration avant rejet
Eaux acides décomposition des soapstocks.	Thermique + Matières grasses entraînées + Acidité libre + Matières organiques dissoutes (glycérol en particulier). + Sels divers	Station d'épuration. Dégraissage Neutralisation Concentration ou destruction des matières organiques hydrosolubles.

Source : Colin, 1976 (35).

Les principales sources de pollution se situent au niveau du raffinage : effluents de désodorisation (eaux des condenseurs à mélange), très abondants, et effluents de la décomposition des soapstocks très chargés en matières grasses.

Ainsi, un désodorisateur continu de 150 t/j, muni d'un laveur de vapeur consomme de 250 à 300 m³ d'eau à l'heure, les eaux de rejet contiennent 12 à 15 ppm de matières grasses, soit 12 à 15 /m³ soit un rejet de 108 kg/j. En l'absence de laveur de vapeur, la pollution par les matières grasses est cinq fois plus élevée et les rejets peuvent atteindre 500 à 600 kg de matières grasses par jour [Choffel, 1974 (29)].

Les effluents de décomposition des soapstocks sont moins abondants. Si nous reprenons l'exemple d'un atelier de raffinage, d'une capacité de 150 t/j, la décomposition des soapstocks consomme 4 m³/h d'eau. La composition approximative des effluents est donnée au tableau 24.

Tableau 24. Composition des effluents de décomposition des soapstocks

	<u>En g/l</u>
Matières grasses + lécithines plus ou moins émulsionnées	0,5 à 4
Acide sulfurique	10 à 60
Sulfate de soude	10 à 40
Chlorate de sodium	0 à 15
Phosphate acide de sodium	0 à 10
Glycérol	3 à 10
Présence de sucres et de gommes	

Source : Colin, 1976 (35).

La température de ces effluents est de 70 à 95°C, la DCO (demande chimique d'oxygène), de 7 000 à 30 000 mg/l, et la DBO (demande biologique d'oxygène), de 5 000 à 20 000 mg/l.

La récupération des sous-produits d'huilerie (voir chapitre VII) permet de diminuer la pollution des eaux de rejets. L'épuration des eaux usées est cependant nécessaire, et ce, d'autant plus que les réglementations locales concernant les rejets sont plus sévères.

L'épuration des eaux usées doit tenir compte, d'après Choffel, 1974 (29) :

- De la teneur en matière grasse de l'eau,
- De l'acidité du milieu,
- De la nature de l'eau utilisée

Cette opération est toujours basée sur la séparation, par gravité, des matières huileuses et de l'eau. L'acidité des eaux rend parfois nécessaire leur neutralisation pour atteindre un pH voisin de 7. On utilise alors généralement du lait de chaux [Colin, 1976 (35)]. Les principaux procédés d'épuration sont [Choffel, 1976 (30)] :

- Le lagunage,
- L'aéroflottation (procédé Kumline Sanderson),
- L'électroflottation,
- Les systèmes PPI (parallel plate interceptor) et TPS (titled plate interceptor),
- Le système Vortex Bertin
- L'épuration par boues activées,
- L'épuration complète avec filtration.

Des essais d'épuration biologique ont été tentés sur les eaux acides du traitement du soapstock [Colin, 1976 (35)].

Tous les procédés d'épuration sont coûteux ; la définition d'une solution au problème de la pollution des eaux doit tenir compte des conditions locales.

Pollution atmosphérique

Les sources de pollution atmosphérique sont, d'une part, les poussières et, d'autre part, les gaz d'échappement.

Les poussières proviennent du traitement des graines et des tourteaux.

Les émissions de gaz proviennent essentiellement du pressage et surtout de l'extraction.

L'élimination des poussières peut trouver sa solution dans l'emploi de filtres à poussière. Le mélange poussières-vapeurs grasses peut barboter dans des laveurs de gaz dont l'effluent est traité avec l'ensemble des eaux usées [Colin, 1976 (35)].

Des essais de combustion catalytique de gaz d'échappement ont également été tentés [Christner, 1971 (31)].

Une attention particulière doit être portée à la récupération des solvants, pour laquelle un certain nombre de dispositifs sont disponibles [Hilligan, 1976 (9)].

Poussières et vapeurs de solvants doivent être d'autant plus contrôlées que leur présence représente des risques d'explosion et d'incendie.

VI. LES TOURTEAUX

A. Caractéristiques des tourteaux d'arachide

Composition

La composition moyenne des tourteaux d'arachide, comparée à celle d'autres tourteaux, est donnée dans le tableau 25.

La composition globale des tourteaux varie bien évidemment en fonction de l'origine et de la variété des graines matières premières mais également en fonction de la technologie employée pour obtenir le tourteau, comme on peut le constater sur les tableaux 25 et 26.

Tableau 25. Principales caractéristiques analytiques de quelques tourteaux (en pourcentage)

Catégorie des tourteaux	Nom	Matières azotées (protéines) brutes	Matière grasse	Cellulose brute	Phosphore	Calcium
Riches en protéines brutes	Arachide non déshuilé	46/50	4/8	5/10	0,6/0,8	0,12/0,15
	Arachide déshuilé	50/54	0,5-1	5/12	0,6/0,8	0,12/0,15
	Coton déshuilé	38/44	0,5-1	9/15	1,1-1,2	0,25
	Soja dit "44"	40/47	0,5	6/9	0,6	0,25-0,20
	Soja dépelliculé dit 50	48/51	0,5	2,5/4,5	0,6	0,25-0,30
	Sésame déshuilé	45/47	2-2,5	7/8	1,1-1,2	20
A teneur moyenne en protéines brutes	Tournesol décortiqué déshuilé	28/45	0,5-1	8/16	1,1-1,2	0,2-0,2
	Colza déshuilé	33/37	0,5-2	10/15	0,7-0,8	0,2-0,2
	Lin non déshuilé	23/24	3/8	7/12	0,8	0,4
	Lin déshuilé	20/25	0,5-1	7/12	0,8	0,4
Pauvres en protéines brutes	Tournesol semi-décortiqué déshuilé	25/28	0,5-1	16/20	1,2-1,4	0,2-0,3
	Coprah déshuilé	20/22	0,5-2	10/12	0,6-0,7	0,2-0,3
	Germes de maïs	14/17	2/4	5/7	-	-
	Palmiste déshuilé	20/21	0,5-2	8/12	0,5-0,6	0,4

Source : D'après Vachel, 1970 (144)

Tableau 26. Composition caractéristique des tourteaux en fonction de leur préparation

Dénomination	Modalités de la préparation	Composition en matière fraîche				
		Humidité	Protéines	Lipides	Cellulose	Cendres
Tourteau pailleux	Contient 65 % de coques	10,5	20,5	4,5	30,0	4,1
Tourteau de pression	Peu décortiqué	10	30,0	11,0	19,5	7,1
	Décortiqué	10	47,5	8,0	4,5	4,1
Farine fine-fleur	Tourteau de pression bluté	4,5	59,0	9,5	2,5	3,8
Tourteau d'extraction	Peu décortiqué	7,5	32,0	2,0	25,5	4,3
	Décortiqué	8,0	52,5	0,8	7,0	4,2

Sources: Adrian et Jacquot, 1968 (4).

Le nettoyage et le décortilage, selon qu'ils sont plus ou moins bien menés, peuvent entraîner des variations considérables du taux de cellulose dans le tourteau (voir tableau 26).

Les conditions de cuisson (température et teneur en humidité) avant extraction de l'huile peuvent affecter la solubilité et la disponibilité des protéines, et en particulier de la lysine, encore que cette action soit peu marquée pour l'arachide [Vachel, 1970 (144) ; Adrian et Carroget, 1976 (3)]. L'acidité de l'huile résiduelle dans les tourteaux croît avec la température de la cuisson [Defromont, 1964 (39)].

Les tourteaux de pression (tourteaux expellers) ne diffèrent pas fondamentalement des tourteaux d'extraction, la teneur en huile des premiers est plus élevée : 3 à 8 % contre 0,5 à 1 % pour les tourteaux d'extraction. Cependant, la nature du solvant d'extraction peut modifier la composition globale et celle en protéines du tourteau [Defromont et Delahaye, 1961 (40)].

Le tableau 25 montre très clairement que le tourteau d'arachide est le plus riche en protéines parmi les tourteaux d'oléagineux. Cependant, les qualités nutritionnelles du tourteau dépendent non seulement de la teneur en protéines, mais également de la composition en acides aminés de ces protéines.

On trouvera sur le tableau 27 la comparaison entre la composition en acides aminés des tourteaux d'arachides et des principaux autres tourteaux.

Tableau 27. Teneur en acides aminés de différents tourteaux (en g pour 16 g N) - (186)

Acides aminés	Arachide	Soja	Tournesol	Colza	Lin	Coprah
Ac. aspartique	11,8	11,7	8,9	7,15	9,9	7,7
Thréonine	2,75	4,05	3,85	4,65	3,9	2,0
Sérine	5,1	5,1	4,35	4,45	5,1	4,25
Ac. glutamique	19,8	16,6	21,05	16,7	20,9	19,2
Proline	4,8	5,35	4,20	6,35	3,85	3,4
Glycine	5,7	4,4	5,7	5,35	6,15	4,2
Alanine	4,1	4,55	4,3	4,95	4,75	4,1
Valine	4,8	5,5	5,7	5,8	5,5	5,45
Isoleucine	3,8	5,1	4,85	4,2	4,6	3,5
Leucine	6,5	7,8	6,35	6,95	6,1	6,2
Tyrosine	4,4	4,8	2,8	3,2	2,85	2,45
Phénylalanine	5,5	5,4	4,8	4,0	5,05	4,25
Méthionine	1,1	1,3	2,2	2,15	1,9	1,3
Cystine	1,4	1,8	1,95	2,85	2,1	1,85
Lysine	3,4	6,8	3,8	5,2	3,8	2,8
Histidine	2,35	2,75	2,5	2,55	2,1	1,85
Arginine	11,4	7,8	8,5	5,8	9,8	11,8

Contamination. Le problème des aflatoxines
(voir aussi chapitre I)

La principale contamination est, comme pour la graine, celle produite par les aflatoxines. Cette contamination est due à la contamination initiale des graines, mais surtout à une recontamination ultérieure au cours des divers traitements [Moreau, 1977 (94)]. Il faudra donc parfois procéder à la décontamination des tourteaux.

B. Traitement des tourteaux d'arachide

Les tourteaux d'arachides sont traités au cours de différentes opérations avant leur utilisation en alimentation animale.

Pellétisation (agglomération)

Les tourteaux subissent un chauffage à 80-90°C avant d'être soumis à la pellétisation dans des presses à filières à la sortie desquelles on obtient des granulés qui sont refroidis avant stockage. Le résidu farineux de cette opération d'agglomération est recyclé. La pellétisation est une opération consommatrice d'énergie ; elle s'effectue dans des matériels relativement coûteux. Cependant, elle présente un certain nombre d'avantages qui justifient son développement depuis quelques années. Ces avantages sont :

- L'amélioration de la qualité du produit, en particulier la régularisation de l'humidité.

- L'amélioration des opérations ultérieures de stockage et de man.tention : écoulement meilleur ; réduction du taux de poussière, donc réduction du risque d'explosion ; réduction du volume de 10 à 20 %.

- La possibilité et la facilité d'incorporer aux granulés un certain nombre d'autres sous-produits d'huilerie : mucilages, soapstocks.

- Diminution de la pollution fongique [Moreau, 1977 (94)].

Détoxification des tourteaux d'arachide

La contamination fongique des tourteaux peut être suffisamment élevée pour qu'un traitement de décontamination soit nécessaire. Deux voies ont été suivies [Prévot, 1974 (107) et 1976 (108)] :

- Extraction de l'aflatoxine par des solvants : les résultats industriels sont décevants, mais la qualité nutritionnelle des tourteaux semble peu affectée ;

- Blocage du groupe fonctionnel de l'aflatoxine par des alcalis forts (soude, carbonate de sodium, méthylanime ou ammoniac) ou par d'autres composés tels que des oxydants (ozone, eau oxygénée, oxydation biologique) ou les aldéhydes.

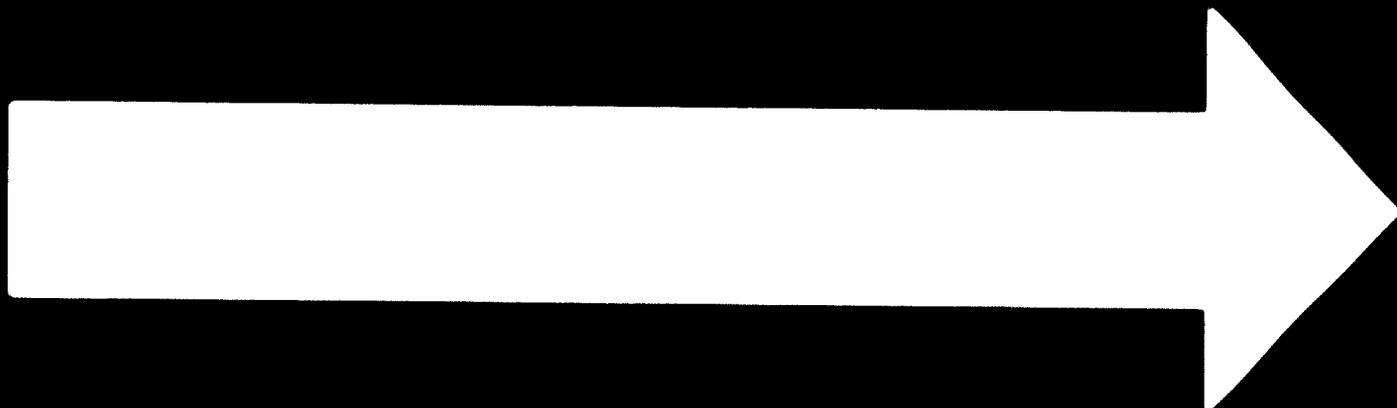
Le traitement par oxydation a donné des résultats médiocres sur le tourteau d'arachide [Guilbot et Jemmali, 1975 (58)].

Le traitement à l'ammoniac gazeux semble le plus prometteur et efficace [Moreau, 1977 (94)] qu'il soit effectué au cours de la pellétisation ou du stockage [Thiesen, 1977 (136)]. Cependant, on note une modification de la composition du tourteau en acides aminés : la lysine est respectée, mais la cystine est en grande partie détruite. Les essais nutritionnels ne mettent toutefois pas en évidence de modifications de l'efficacité protidique du tourteau d'arachide [Prévot, 1976 (108) ; Adrian, 1976 (3)].

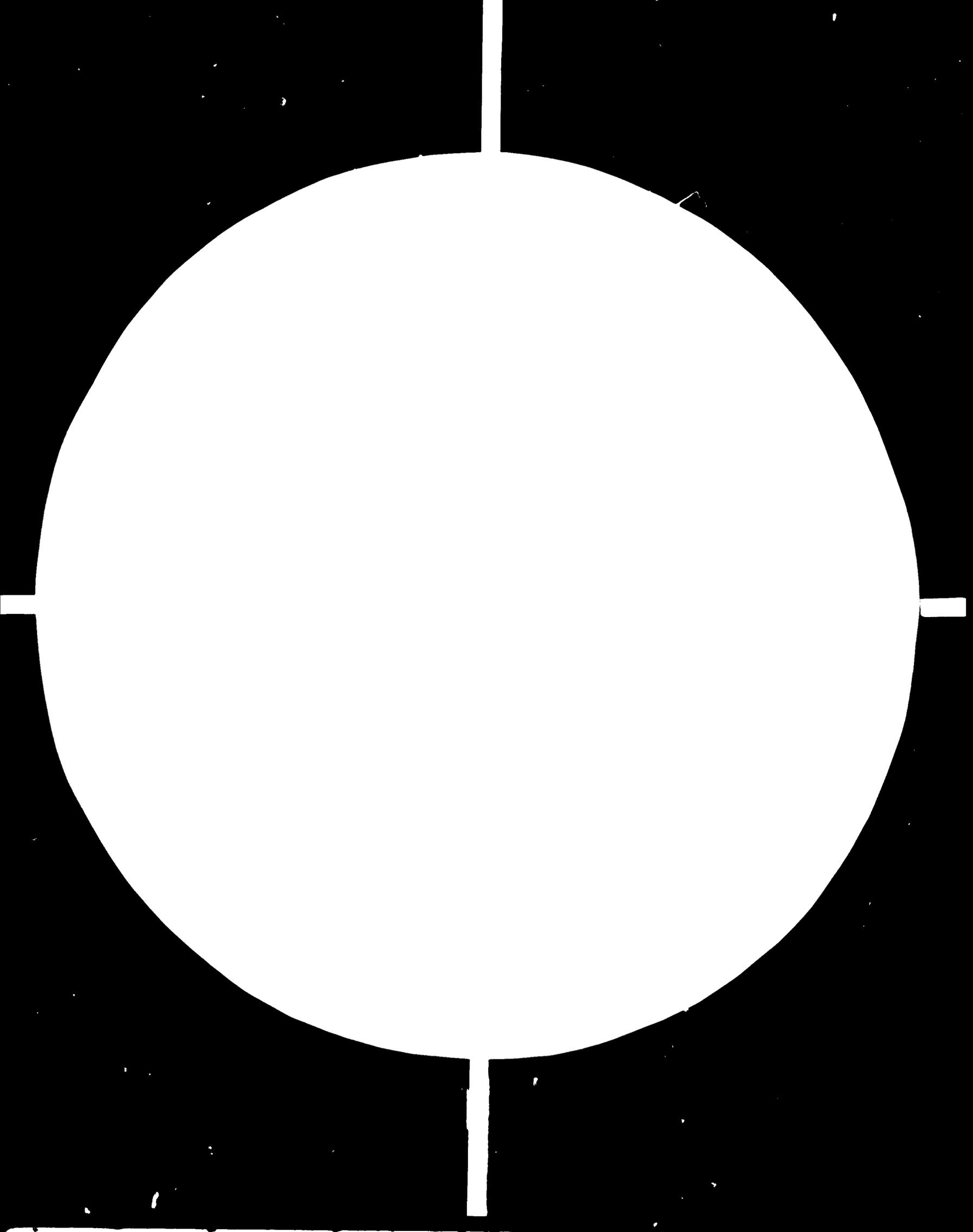
Stockage des tourteaux d'arachide

Au cours du stockage, les tourteaux peuvent subir diverses altérations : oxydation (rancissement) de l'huile résiduelle, hydrolyse des différents composants, fermentation des glucides, attaque des parasites.

G-7



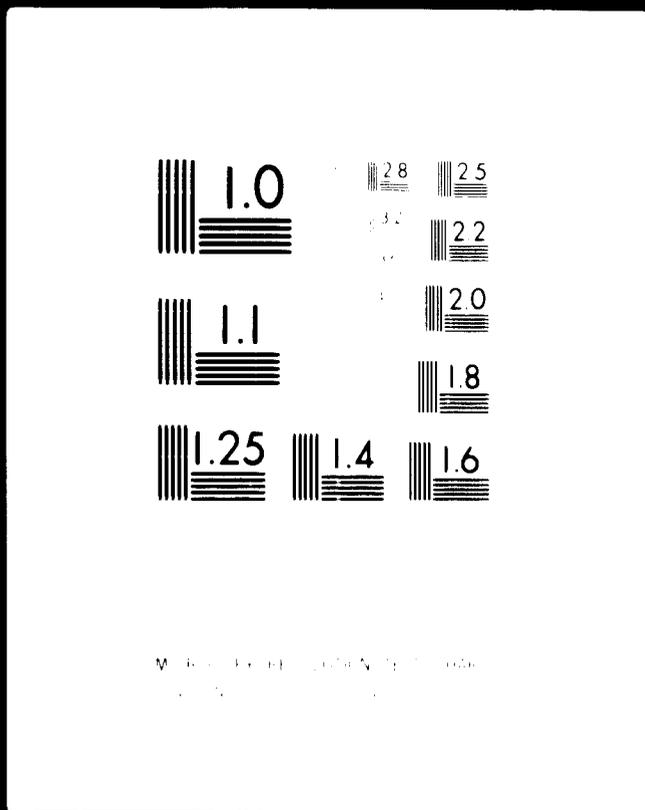
79.11.12



2 OF 2

08232

F



**24x
C**

Les conditions d'une bonne conservation au cours du stockage sont [Defromont et Delahaye, 1961 (40)] : stockage en sac à une température de 20°C et une atmosphère de 60 à 70 % d'humidité - ce qui correspond à un taux d'humidité des tourteaux inférieur à 12 %.

La présence de poussière et celle, éventuelle, de résidus de solvant entraînent des risques d'explosion et d'inflammation [Uzzan, 1969 (143)] qui s'accroissent si la masse des tourteaux s'échauffe sous l'action des altérations.

Les magasins de stockage doivent être maintenus parfaitement propres et désinsectisés.

C. Utilisation des tourteaux

Utilisation en alimentation animale

C'est essentiellement en alimentation animale et également humaine (voir chap. III) que le tourteau d'arachide trouve des débouchés et sa meilleure valorisation. Sa qualité essentielle est sa forte teneur en protéines.

En alimentation animale le tourteau d'arachide présente plusieurs défauts. D'une part la qualité des protéines est moyenne en comparaison, par exemple, de celle des tourteaux de soja, de colza ou de tournesol (voir tableau 27) ou de celle de la farine de poisson

Par rapport à l'oeuf, le déficit en lysine, qui intervient surtout si la ration est destinée à des animaux en croissance, est de l'ordre de 40 % et celui en méthionine et en cystine est de 25 %. D'autre part, la teneur en cellulose, de 5 à 10 %, est relativement élevée, surtout comparée à celle des tourteaux de soja décortiqués (voir tableau 25). Enfin, les teneurs en matières minérales et en vitamines sont également faibles.

La présence d'aflatoxine est enfin le principal facteur limitant. Des législations ont été créées pour limiter les doses d'aflatoxine dans les aliments pour animaux. Voici, à titre d'exemple, dans le tableau 28, les teneurs maximales admises pour l'aflatoxine dans les aliments pour animaux, dans les pays de la Communauté économique européenne, telles qu'elles figurent à l'arrêté du 19 juillet 1976 paru au Journal Officiel de la République Française du 20 août 1976 et officialisant la directive communautaire relative aux teneurs maximales en aflatoxine B1 en particulier.

Tableau 28. Teneurs maximales en aflatoxines dans les aliments pour animaux dans les pays de la CEE

Aliments	Teneur maximale en mg/kg d'aliment (ppm) ramené à un taux en humidité de 12
Aliments complets pour bovins, ovins et caprins (à l'exception du bétail laitiers, des veaux et des agneaux)	0,05
Aliments complets pour porcins et volailles (à l'exception des jeunes animaux)	0,02
Autres aliments complets	0,01
Aliments complémentaires pour bétail laitier	0,02

Selon les différents groupes d'animaux, le tourteau d'arachide peut être utilisé soit en le complétant, soit en augmentant la quantité de tourteau fournie [Adrian et Jacquot, 1968 (4)]. Pour la volaille, le tourteau d'arachide peut être employé pour couvrir la moitié des besoins en protéines ; le complément de la ration étant fourni par des céréales ou des protéines d'origine animale [Rathoré et Chaturvedi, 1971 (112)], le facteur limitant est ici la déficience en lysine et en méthionine et, dans une moindre mesure, la valeur énergétique un peu plus faible que celle du tourteau de soja.

Pour les porcs également, le tourteau d'arachide peut être employé pour la couverture d'une partie des besoins en protéines.

Pour les ruminants, les déficiences en lysine et méthionine ne paraissent pas présenter d'inconvénients majeurs. La présence des aflatoxines semble peu gênante, sauf pour les vaches laitières car il y a risque de contamination du lait.

Autres utilisations du tourteau d'arachide

Les tourteaux d'arachide trouvent, mais pour des usages très limités, des utilisations diverses [Archambaud, 1964 (8)].

On prépare, à partir des protéines extraites de ces tourteaux des colles pour contreplaqués ou des milieux nutritifs pour la reproduction d'antibiotiques.

Dans beaucoup de pays, le tourteau d'arachide est utilisé comme amendement organique et comme engrais.

VII SOUS-PRODUITS DE L'ARACHIDE
AUTRES QUE LES TOURTEAUX

A. Coques d'arachide

Caractéristiques des coques d'arachide

La composition des coques d'arachides est relativement variable. Elle se caractérise cependant par une teneur élevée en matières ligneuses et hydrates de carbone (tableau 29).

La valorisation de ce sous-produit n'est pas à négliger puisque les coques représentent, à elles seules, de 20 à 30 % de la production initiale.

Les utilisations directes [François, 1964 (47)]

Combustibles

Malgré un pouvoir calorifique de 40 % inférieur à celui du fuel, les coques sont utilisées surtout comme combustible industriel dans les huileries recevant les arachides en coques. Le rendement calorifique des chaudières est sensiblement inférieur (de l'ordre de 10 %) à celui du fuel ; de plus, il est nécessaire d'avoir des chaudières adaptées à ce type de combustible, afin d'éviter les dépôts de cendres et de silice sur les surfaces de chauffe, et dotées d'un bon système efficace d'évacuation de ces cendres.

Dans les pays n'ayant pas de charbon, les coques peuvent être comprimées pour donner des blocs cylindriques dont la densité est d'environ 0,7/0,8, et qui sont vendus comme combustibles ménagers. Par un autre procédé, les coques sont brûlées de façon à obtenir un charbon que l'on comprime pour le vendre en briquettes.

Par gazéification, il est possible, à partir des coques d'arachide, d'obtenir un gaz de pouvoir calorifique faible : 5 684 à 5 852 J.

Tableau 29. Composition biochimique des coques d'arachide

	Variétés d'arachide			
	Spanish	Virginia	Tout venant	
		<u>En g/100 g</u>		
Humidité	9,3	4,4	9,0-12,0	
Protéines	4,8	5,6	5,0-9,5	6,7
Lipides	1,3	2,8	1,2-4,0	1,2
Extractif non azoté ...			11,0-24,0	19,7
Sucres hydrolysables ..	13,2	9,4		
Cellulose.....	67,4	74,3	58,0-79,0	60,3
Cendres	2,2	1,9	2,8-8,8	4,5
		<u>En mg/100 g</u>		
Calcium	129	127	320	
Phosphore	52	39	70	
Ca/P	2,5	3,25	4,55	
Fer	8,3	2,8	4,0	
Potassium			950	
Soufre			60	
Cuivre			4,5	

Sources : Adrian et Jacquot, 1968 (4).

Boue de forage

Une autre utilisation secondaire réside dans le mélange des coques avec divers produits afin de réaliser des boues de forage.

Aliment du bétail

Les coques, après broyage, peuvent être incorporées à des rations alimentaires pour les ruminants ; la valeur énergétique est cependant faible, et les coques servent essentiellement d'agent de lest [Utley et al., 1973 (142) ; Boza et al., 1969 (22)].

Engrais

L'incorporation dans le sol des coques brutes ou compostées permet de relever sensiblement le taux de matière organique, d'améliorer la structure et d'augmenter le pouvoir de rétention d'eau.

Panneaux de particules

Signalons enfin la fabrication de panneaux de particules agglomérées. Après broyage, séchage et addition de colles, on obtient un produit de qualité inférieure à celle des panneaux faits à partir du bois.

Les utilisations indirectes [François, 1964 (47)]

- Fabrication de furfural

Les pentosanes contenus dans les coques permettent, après hydrolyse, d'obtenir du furfural. Il est produit à grande échelle aux Etats-Unis, à partir de paille d'avoine, avec un rendement excellent, aussi les coques d'arachides paraissent-elles difficilement compétitives.

Extraction de cellulose

Il est possible aussi d'extraire la cellulose par la soude ou le sulfite.

Toutes ces utilisations, sauf les utilisations comme fumure ou en alimentation du bétail, demandent des équipements industriels importants dont le coût est rarement justifié. C'est pourquoi, l'utilisation comme combustible est la seule véritablement bien développée.

B. Pellicules d'arachides

Les pellicules d'arachides sont également utilisables en alimentation animale, en remplacement du son de blé. Les pellicules ont tendance à diminuer la digestibilité de la ration dans laquelle on les introduit. Cet effet est moins prononcé chez les ruminants pour l'alimentation desquels on peut utiliser ce sous-produit [Adrian et Jacquot, 1968 (4)] Des traitements chimiques, en particulier l'action de l'hypochlorite, améliore la digestibilité [Barton et al., 1974 (11)].

C. Soapstock (pâte de neutralisation)

Il s'agit du résidu de neutralisation de l'huile (voir chapitre V). La composition moyenne d'un soapstock est donnée par Thurman (137) :

	<u>En pourcentage</u>
- Huile neutre	18,7
- Savon de soude	26
- Eau	45,6
- Substances non glycéridiques	8,95
Matières grasses totales	> 40

Récupération de l'huile neutre

La récupération de l'huile neutre, étant donné sa quantité dans le soapstock, est intéressante quoique difficile. Elle n'est pratiquée que dans le cas de soapstock de procédés discontinus. Le problème principal réside dans le fait que le mélange forme une émulsion du type huile dans eau, stabilisée par les matières mucilagineuses. Il existe deux méthodes de séparation.

La décantation : le mélange, après adjonction d'une saumure, est porté à ébullition. On laisse décanter et on recueille l'huile de surface. Le rendement n'est pas très bon et l'huile obtenue est colorée.

La centrifugation : après dilution dans de l'eau salée (à 10° bé), le mélange est chauffé vers 60°C, homogénéisé puis centrifugé. La force de centrifugation étant plus forte que la pesanteur utilisée lors du procédé de décantation, on arrive à recueillir 60 % de l'huile du soapstock.

Récupération des savons

L'utilisation du soapstock tel quel donne des savons médiocres. En général, on saponifie l'huile restante et on lave à l'eau salée et à l'eau pure après relargage au sel ou à la soude.

Le savon d'arachide obtenu est mou (à cause de sa teneur en acides gras insaturés). Aussi est-il nécessaire, pour le raffermir, d'y adjoindre du suif ou des huiles de coprah et de palmiste.

Récupération des acides gras

La valorisation la plus fréquente du soapstock est la récupération d'acide gras. Après saponification complète en autoclave on hydrolyse le soapstock par l'acide sulfurique [Colin 1976 (35)]. Les impuretés se déposent par décantation et on récupère les acides gras. On peut atteindre actuellement un taux de récupération des acides gras de 96 % [Svensson, 1976 (134)]. Les firmes Sharps et Alfa-Laval ont mis au point un procédé qui permet de réaliser les deux opérations en continu. On peut aussi effectuer cette hydrolyse du soapstock en autoclave sous 30 kg de pression environ. On détruit ainsi même les phospholipides. Le résultat de ces différentes opérations est un produit comprenant une majorité d'acides gras dits bruts, des impuretés et des glycérides. Les acides gras bruts peuvent être vendus comme tels. Mais la distillation des acides gras est parfois nécessaire. Les résidus (10 à 20 %) sont à nouveau traités en autoclave.

Toutes ces transformations du soapstock exigent des investissements dont le coût est plus ou moins élevé et le prix de revient n'est donc pas négligeable.

Le choix de la valorisation du soapstock dépendra en premier lieu de l'existence d'une savonnerie et des qualités du produit que celle-ci fabrique. D'autre part, il faudra aussi tenir compte de la législation locale relative aux eaux de rejet. La meilleure valorisation des acides gras distillés consiste à les vendre au prix d'un suif de bonne qualité : le prix du suif influencera donc ce choix.

Signalons que, dans certains pays, il est possible de réincorporer le soapstock dans les tourteaux d'arachides.

D. Emploi des terres de décoloration

La teneur en huile des terres de décoloration usées est très variable. Elle est fonction de la terre choisie et de son mode de récupération. Les gâteaux retiennent ordinairement de 20 à 60 % de leur poids d'huile. Les phénomènes de combustion spontanée des terres ne sont pas négligeables et, par ailleurs, l'huile peut s'altérer et, en particulier, s'oxyder. La récupération de l'huile doit donc se faire rapidement. Elle peut être récupérée au niveau du filtre par lavage à l'eau chaude ou extraction par solvant. Lorsque la terre est traitée dans un atelier séparé, on opère soit par extraction par solvant, soit par extraction en autoclave en présence d'agent tensio-actif [Svensson, 1976 (134)].

Comme on utilise très peu de terre décolorante pour le traitement des huiles d'arachide, on choisit en général les méthodes de récupération par lavage ou autoclavage. Les huiles récupérées sont alors utilisées soit en savonnerie, soit en alimentation du bétail, soit pour la fabrication d'acides gras.

E. Autres sous-produits d'huilerie

Les mucilages

Les mucilages peuvent être récupérés, mais leur couleur est foncée et ils contiennent beaucoup de produits dégradés et oxydés. Ils ne peuvent donc pas rentrer en compétition avec les mucilages de soja

Les sous-produits de désodorisation

L'huile neutre entraînée, si elle est de bonne qualité, peut être recyclée comme huile brute. Si elle est dégradée, on l'incorpore aux aliments du bétail [Svensson, 1976 (134)].

Les distillats de désodorisation représentent de 0,1 à 0,3 % de l'huile produite. Ils comprennent des acides gras libres, des acides oxydés, des aldéhydes et une proportion importante d'insaponifiables, dont les stérols, qui peuvent être récupérés.

L'utilisation la plus sûre est l'incorporation du distillat au fuel pour servir de combustible. Une autre possibilité serait l'emploi en alimentation animale [Svensson, 1976 (134); Kehse, 1976 (69)]

Cependant, il s'agit-là d'une récupération non spécifique de l'huile d'arachide.

F. Utilisations de la plante arachide

Signalons que les fanes [Kumar et Sampath, 1974 (73)] et la plante entière [Prine, 1973 (110)] de l'arachide, peuvent être utilisées avec succès comme fourrage.

VIII. LE MARCHE DES ARACHIDES

A. La production mondiale

Résultat d'une culture annuelle dans des zones où la pluviométrie est très variable, la production d'arachide enregistre d'une année sur l'autre des variations qui peuvent atteindre plus de 100 %.

De plus, l'arachide constituant, dans la plupart des cas, une importante ressource nationale pour le pays producteur, sa culture et son commerce subissent des interventions d'ordre politique et économique qui, dans bien des cas, accentuent ces variations.

Les productions des principaux pays sont rassemblées dans le tableau 30, pour la période 1970-1976.

Tableau 30. Production d'arachides en coques dans différents pays, au cours de la période 1970-1976 (en milliers de t)

Pays	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Inde	6 111	6 181	4 092	5 932	5 111	6 991	5 700
Chine	2 772	2 78	2 494	2 698	2 794	2 891	2 889
Etats-Unis	1 351	1 363	1 485	1 576	1 664	1 750	1 701
Soudan	337	394	568	635	930	931	980
Sénégal	583	988	587	675	1 006	1 476	1 192
Indonésie	468	473	470	505	512	550	550
Brésil	928	945	956	590	439	441	514
Birmanie	529	502	391	412	467	517	520
Argentine	235	388	252	440	290	375	338
Total mondial	18 428	19 275	15 948	17 085	17 378	19 598	18 495

Source : FAO, (175), (170).

B. Position de l'arachide parmi les autres oléagineux

Pour les quantités produites, l'arachide se classe au troisième rang des graines oléagineuses, derrière le soja et le coton, devant le tournesol, le colza et les autres graines et fruits (tableau 31).

Tableau 31. Comparaison des productions mondiales des différentes graines oléagineuses au cours de la période 1970-1976 (en millions de t)

Oléagineux	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Soja	46,5	48,5	52,3	62,3	56,9	68,9	62,1
Coton	22,1	23,5	24,7	24,9	25,9	22,9	23,6
Arachide	18,4	19,2	15,9	17,0	17,3	19,6	18,5
Tournesol	9,9	9,7	9,5	12,0	10,9	9,4	10,0
Colza	6,7	8,1	6,8	7,1	7,2	8,4	7,5
Coprah	3,6	3,9	4,4	3,7	3,6	4,5	4,9
Lin	4,1	2,8	2,5	2,4	2,3	2,5	2,5
Sésame	2,2	2,0	1,9	1,9	1,9	1,9	2,0

Source : FAO, (170) (175).

La part de l'arachide a diminué régulièrement ces dernières années en raison de récoltes déficitaires, mais surtout à cause de la très forte expansion du soja. En 1970, la production d'arachide représentait 16 % de la production mondiale de graines et fruits oléagineux, mais en 1975 elle ne comptait plus que pour 10,9 %.

La valeur des graines oléagineuses dépend essentiellement de leur teneur en huile et de la richesse en protéines des tourteaux issus de la trituration. Chaque huile a ses caractéristiques propres, en composition et en utilisation, ainsi qu'on l'a vu dans les chapitres précédents. On trouvera au tableau 32 une comparaison des teneurs en protéines et en huile des principales graines oléagineuses, montrant que l'arachide possède une teneur élevée en huile et non négligeable en protéines.

Tableau 32. Comparaison de l'arachide aux principales autres graines oléagineuses, pour ce qui concerne les teneurs en huile et en protéines

Oléagineux	Huile	Protéines
	<u>En pourcentage</u>	
Soja	20	42
Coton	19	21
Arachide décortiquée	48	19
Tournesol	39,6	13,6
Colza	51	20
Sésame	50	25
Coprah	69	7,4

Source : Mattil, 1974 (87).

C. Le commerce extérieur

Les échanges internationaux ne concernent qu'une faible fraction (5%) des tonnages produits à cause, d'une part, de l'autoconsommation importante dans certains pays producteurs comme l'Inde et la Chine, et, d'autre part, de la proportion de plus en plus grande de la production directement transformée en huile sur les lieux mêmes de la production.

Les échanges de graines de trituration sont, dans leur quasi-totalité, effectués sous forme décortiquée, ainsi d'ailleurs que ceux concernant les arachides de bouche exportées par certains pays tels que la Chine, les Etats-Unis, l'Inde.

Les principaux flux sont résumés dans le tableau 33 suivant pour la période 1970-1976.

Tableau 33. Commerce mondial de l'arachide pendant la période
1970-1976
(en tonnes)

Pays	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Exportations totales	993 189*	867 216	907 978	949 880	847 340	872 329	995 039
dont Afrique du Sud	70 303	72 104	45 611	52 692	40 000	60 000	30 000
Gambie	38 123	31 069	43 415	27 383	42 859	52 785	51 640
Malawi	22 511	29 190	35 704	27 380	20 653	25 814	26 050
Niger	131 877	93 333	92 720	41 657	7 305	2 451	5 000
Nigéria	291 177	136 534	106 155	198 658	30 350	2 000	1 600
République-Unie du Cameroun	13 373	6 964	4 793	16 508	23 279	18 115	6 680
Sénégal	51 447	32 540	13 935	3 379	9 917	9 484	126 540
Soudan	63 923	117 006	109 350	136 242	128 398	202 940	250 000
Brésil	53 473	35 666	55 923	54 285	50 610	53 417	20 814
Etats-Unis	48 756	108 062	187 605	186 140	254 848	240 796	129 754
Chine	16 605	21 338	40 152	34 410	28 122	22 700	29 600
Inde	25 830	28 482	25 320	30 604	88 213	69 964	170 000
Indonésie	26 631	20 881	12 981	21 030	11 055	7 075	2 271
Importations totales	1 051 415	866 706	850 323	962 441	861 121	858 084	1 019 256
dont :							
Allemagne, République féd. d'	89 163	66 440	54 149	69 924	57 062	53 486	52 950
Canada	49 047	51 273	52 559	59 952	59 338	60 379	61 587
Espagne	26 726	27 603	27 611	24 761	16 442	19 712	21 753
France	314 408	224 479	145 454	242 871	236 930	199 260	256 612
Japon	58 848	52 382	62 320	76 324	52 652	51 217	71 096
Italie	116 885	104 680	105 693	94 315	79 385	76 038	99 327
Pays-Bas	42 464	40 200	48 397	47 758	46 619	55 274	63 279
Portugal	48 014	42 810	71 790	51 911	43 517	61 487	73 440
Royaume-Uni	61 567	50 231	63 276	74 020	64 931	71 688	82 755
Suisse	80 888	57 165	55 899	65 718	45 042	50 049	50 809
Tchécoslovaquie	19 084	18 443	20 283	16 987	17 139	14 410	13 946

Source : FAO (171), (177).

Parmi les pays importateurs, seuls la France, l'Italie et le Portugal importent de façon prépondérante des arachides pour la trituration. La France est d'ailleurs le plus gros importateur mondial à cause du goût affirmé du consommateur français pour l'huile d'arachide.

D. Les prix du marché mondial

De façon générale, les cours de l'arachide sont plus soutenus que ceux des autres oléagineux en provenance de pays tropicaux ou tempérés, car c'est une matière première très appréciée pour un certain nombre de raisons déjà citées, mais qu'on peut rappeler : la graine a une forte teneur en huile, 45 à 50 %, et elle est facile à triturer ; l'huile se raffine et se conditionne aisément ; elle présente un ensemble de qualités que l'on ne retrouve pas dans les produits concurrents : stabilité, goût, résistance aux hautes températures, etc. (voir chapitre IV).

Il ne faut pas non plus négliger l'influence des échanges privilégiés et anciens entre les producteurs africains et les consommateurs européens : des firmes importantes possèdent en effet des installations de trituration chez ces producteurs avec qui ils consacrent des moyens importants à la promotion des produits de l'arachide.

Le prix des graines de trituration est donc à la fois fonction de l'offre sur le marché, du cours de l'huile, eux-mêmes fonction de ceux des graines et huiles concurrentes et en particulier des cours du soja qui influencent ceux de l'ensemble des oléagineux. Par ailleurs, le nombre d'opérateurs intervenant sur ce marché est faible.

Chez les producteurs, la commercialisation relève soit d'un monopole d'Etat, sous forme de "board" dans le cas de pays africains, soit de lois-cadres très strictes comme aux Etats-Unis ou en Argentine [Ames, 1975 (7)].

Les acheteurs d'arachides de trituration sont eux-mêmes très peu nombreux : il s'agit de grandes firmes telles que Lesieur, Unilever, Astra-Calvé, Unipol, qui possèdent des usines sur les lieux de production.

Les transactions concernent donc de gros marchés atteignant souvent plusieurs milliers de tonnes dont les cotations, exprimées en dollars US/t c.a.f. port européen, servent de base au cours mondial.

Conséquence du faible nombre d'opérateurs, il peut s'écouler des délais relativement longs, de l'ordre de quelques semaines, sans transaction et donc sans cotation.

L'évolution de la moyenne annuelle des cours pratiqués à l'importation en Europe est rassemblée dans le tableau 34. Il s'agit de prix c.a.f. Rotterdam, en dollars/t d'arachide décortiquée.

Tableau 34. Cours moyen de l'arachide pour la période 1970-1976
(en dollars/t)

Année	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Provenance: Nigéria	229	256	263	372	603	459	417
Provenance: Soudan	215	252	320	349	558		495
Provenance République-unie du Cameroun Bénin	222	257		386	588	455	437

Source : FAO, (170)

E. Les coûts de transport

Le coût du transport entre pour une part importante dans le prix final des graines d'arachides, puisqu'il peut dépasser 10 %, voire 20 % du prix c.a.f. Etant donné les quantités mises en jeu, le transport s'effectue par voie maritime soit de façon traditionnelle, en vrac dans la cale, soit en containers.

Les principaux pays exportateurs étant l'Afrique du Sud, les Etats-Unis, l'Inde et le Soudan, les tarifs relatifs à ces divers pays reflètent l'influence de la distance sur les coûts de fret.

Le tableau 35 rassemble les éléments de calcul du coût d'un transport maritime au départ de ces différents pays et à destination de l'Europe du Nord : Hambourg, Rotterdam, Anvers, le Havre. Ce sont des tarifs "conférence"^{3/} en vigueur actuellement et donnés en dollars par tonne pour l'arachide décortiquée. Il convient d'ajouter qu'en utilisant un groupage pour affréter un navire de plus de 10 000 t, il est possible d'obtenir un tarif de fret plus réduit, de l'ordre de 20 dollars/t.

^{3/} On appelle "Conférence" le regroupement des compagnies de navigation qui desservent les mêmes lignes régulières de transport par voie maritime. On compte, par exemple, deux "Conférences" entre la côte Est des Etats-Unis et les ports du Nord de l'Europe; le trafic maritime est ainsi réparti en un certain nombre de "conférences" au sein desquelles les transporteurs s'accordent pour pratiquer des tarifs de fret identiques.

Tableau 35. Coût du transport maritime de l'arachide vers les ports de l'Europe occidentale (en dollars/t)

Pays ou zone	Port d'Embarquement	Conditionnement	Tarif fret de base	Ajustements divers ^{a/}	Coût total ^{b/}
Afrique du Sud	Cape Town	Containers	56,07	5,37 dollars	61,44
Etats-Unis (Est)	Savannah	Containers	67,42	13 %	79,99
Etats-Unis (Ouest)	Los Angeles	Containers	134,65	7 %	152,00
Inde	Bombay	Containers	52,65	41,14 %	77,08
	Hors Bombay	Containers	52,65	33,64 %	71,70
Sénégal	Dakar	En vrac	19,00		27,00
Soudan	Port-Soudan	En vrac	45,20	32,5 %	59,89

Sources : Compagnie générale maritime, Tour Winterthur, Paris-La Défense

United States Lines, 2, rue de Penthièvre, 75008 Paris

Barry Rogliano Salles, Courtier maritime, 37, rue Caumartin, 75009 Paris

a/ Il s'agit d'ajustements monétaires et, éventuellement, de taxes de surcharge portuaire.

b/ Y compris les frais d'embarquement et de débarquement.

F. Méthodes de transport

Le transport s'effectue de différentes façons selon les tonnages et les habitudes.

Pour des quantités réduites, de l'ordre de quelques dizaines de tonnes, on peut utiliser le container de 6 ou 12 m de long représentant un volume utilisable de 27 ou 54 m³ soit de 9 à 18 t de produits. Les graines sont conditionnées en sacs et chargées, chez le producteur, dans les containers qui ne sont ouverts que dans les installations du destinataire. Toutes les manipulations d'acheminement, c'est-à-dire le transport terrestre d'approche, l'embarquement

à bord du navire, le débarquement et la livraison par fer ou par route, sont ainsi réduites à de simples mouvements de containers.

Les tarifs indiqués au tableau 34 ne tiennent pas compte de ces coûts d'approche.

Pour des quantités de l'ordre de quelques centaines de tonnes, les graines en sac peuvent être logées directement dans les cales des navires.

Enfin, pour des quantités dépassant quelques milliers ou dizaines de milliers de tonnes, on affrète généralement un petit navire ou quelques cales d'un grand navire. C'est le type de chargement le plus couramment utilisé, notamment au départ des pays africains : Afrique du Sud, Côte d'Ivoire, Sénégal, Soudan. Les graines sont transportées en vrac dans les cales spécialement aménagées, la mise à bord et le déchargement sont réalisés au moyen d'élévateurs transporteurs, étudiés pour les produits de ce type (graines, tourteaux, etc.). Ces appareils ont l'avantage d'éliminer le facteur main-d'oeuvre et d'obtenir de bonnes performances en rapidité de transport [Barolet, 1975 (10)].

G. Exportation de graines et trituration locale

De façon générale, le calcul économique démontre l'intérêt de rapprocher les industries de transformation des zones de production de matières premières, de façon à affecter les coûts de transport vers les régions consommatrices sur des produits ayant déjà accumulé une certaine valeur ajoutée. Les grandes entreprises ont longtemps pratiqué cette politique en implantant leurs usines dans les pays producteurs. L'intérêt était clair, car dans les pays en voie de développement les coûts de main-d'oeuvre étaient faibles et la position quasi monopolistique des huileries leur permettait de réaliser des achats à bon compte. Mais, aujourd'hui, les usines ne sont plus maîtresses de leurs achats. Depuis leur indépendance, de nombreux Etats, notamment les Etats africains, ont voulu maîtriser cette matière première qui représente souvent une part très importante de leurs ressources.

Ils ont, pour cela, créé des offices de commercialisation qui gèrent intégralement les mouvements des graines. L'approvisionnement des usines locales ne s'effectue donc pas nécessairement à des prix de faveur. Lorsque les intérêts en jeu sont très importants, les gouvernements peuvent prendre des participations dans la transformation et la commercialisation, comme c'est le cas au Sénégal où les huileries ne sont plus que des transformateurs à façon pour le compte de SONACOS, organisme d'économie mixte chargé de la vente de tous les produits de transformation de l'arachide. Dans ce cas, l'intérêt national commande de saturer au mieux l'équipement de transformation disponible. Dans de telles conditions, la trituration sur les lieux de consommation reprend de l'intérêt pour les entreprises européennes qui peuvent faire travailler leurs outils régulièrement tout au long de l'année, grâce à un large éventail d'approvisionnement.

H. La commercialisation intérieure

La commercialisation de l'arachide est liée à certaines caractéristiques propres à ce produit.

Sauf aux Etats-Unis, où la culture s'effectue à grande échelle, la production d'arachide est généralement basée sur l'exploitation familiale, de caractère extensif. Au Sénégal, par exemple, la taille des parcelles est comprises entre 1 et 4 ha avec des rendements de 0,5 à 2 t de gousses à l'hectare.

L'exploitant ne dispose généralement pas de moyens de stockage ou de transport propres ; il doit donc faire appel à une organisation de ramassage extérieure. L'arachide en coque étant volumineuse, les opérations demandent des infrastructures relativement importantes. Avant la création des offices de commercialisation, elles étaient réalisées par les huileries. Actuellement, la centrale organise la filière à tous les niveaux : encadrement des producteurs, collecte, stockage et vente aux huileries ou à l'exportation. Toutes ces opérations sont réglées par des conventions prévoyant en particulier le montant des rétributions de chaque service intermédiaire.

Chaque année, le prix d'achat de l'arachide bord de champ est fixé par l'Etat, compte tenu de différents facteurs d'économie agricole locale : revenus offerts aux paysans par les cultures concurrentes, incitation ou non à la culture de l'arachide, etc. Ces décisions sont généralement prises au plus haut niveau, ministériel, parfois même présidentiel. Aux Etats-Unis, l'USDA agit directement sur la fixation des prix à la production [Ames, 1975 (7)].

I. Commercialisation extérieure

L'exportation de graines d'arachide est soit réalisée directement par l'Etat et son organisme de commercialisation, soit laissée à l'initiative privée, mais alors dans le cadre de lois très strictes. En Chine et en Inde, par exemple, l'exportation de graines est interdite, sauf pour l'arachide de bouche. Le commerce mondial est donc singulièrement surveillé. On y trouve peu d'interlocuteurs : les organismes d'exportation, les grandes entreprises de trituration, les négociants et les courtiers.

Les négociants agissent en financiers, prenant des positions d'acheteurs et de vendeurs selon leurs intérêts. Ils ne sont pas nombreux. Les courtiers le sont encore moins, puisqu'il n'y en a que trois qui soient réellement importants au niveau international. Ils ont à la fois un rôle de conseil auprès des acheteurs et des vendeurs, et de négociateurs au niveau des transactions.

Les organismes d'Etat n'utilisent pas tous les mêmes supports commerciaux pour vendre les graines. Certains passent par l'intermédiaire de négociants internationaux. d'autres, estimant que le petit nombre de clients leur permet de réduire les intermédiaires, procèdent à des transactions directes en utilisant les courtiers.

Les ventes d'arachides de trituration s'opèrent par grosses quantités de plusieurs milliers de tonnes, et les offices de commercialisations entendent généralement se réserver les décisions finales.

IX. LE MARCHE DES HUILES D'ARACHIDE

A. Production mondiale et échanges internationaux

L'huile d'arachide est fabriquée, pour une grande part, dans les pays producteurs de graines eux-mêmes et pour répondre à leur demande intérieure. Il s'agit fréquemment d'une production artisanale, commercialisée sous la forme d'huile brute, dont le goût est apprécié des consommateurs locaux. Cette huile n'est pas exportée, malgré le supplément de prix qu'offre le marché international, parce que la collecte du produit est difficile, les populations locales ont pris l'habitude de la consommer et l'importation d'huiles de remplacement est onéreuse. Ainsi, l'Inde qui est le plus gros producteur mondial, consomme toute sa production soit environ 2,3 l par an et par habitant.

La production des principaux pays est rappelée dans le tableau 36 pour la période 1972-1976.

Les échanges mondiaux portent sur moins de 20 % de la production totale et les exportations sont assurées par un petit nombre de pays : Les dix premiers pays exportateurs réalisent 85 % du commerce international d'huile, et le Sénégal domine largement le marché en fournissant à lui seul de 30 à 40 % des quantités en cause. L'examen des tableaux de production et d'échanges permet d'apprécier l'importance des fluctuations annuelles, consécutives aux variations des quantités récoltées : le Nigéria, par exemple, qui se situait au deuxième rang parmi les pays exportateurs, assure tout juste en 1976 sa propre consommation; les tonnages exportés par le Sénégal varient du simple au triple d'une année à l'autre.

Parmi tous les pays importateurs, la France occupe la première place, avec une demande annuelle de 150 000 à 200 000 tonnes, ce qui représente environ 40 % de l'offre globale. Ses importations proviennent essentiellement du Sénégal, où d'importantes entreprises possèdent des huileries. De façon générale, la Communauté Européenne achète environ 75 % des tonnages disponibles sur le marché mondial.

On trouvera dans le tableau 37 l'évolution des échanges d'huile d'arachide, au cours de la période 1970-1976.

Tableau 36. Production mondiale d'huile d'arachide pour la période 1972-1976 (en milliers de t)

Pays	1972	1973	1974	1975	1976
Production mondiale	2 958	2 501	2 508	2 565	3 111
dont :					
Afrique du Sud	61	56	41	72	50
Argentine	62	90	67	50	52
Brésil	131	79	44	46	81
Chine	398	377	407	421	424
Etats-Unis	120	126	88	107	221
France	68	84	114	102	90
Inde	1 354	949	1 131	1 116	1 409
Italie	43	33	29	37	37
Niger	24	34	21	27	13
Nigéria	92	140	61	29	43
Sénégal	214	167	148	192	258
Soudan	44	53	45	44	88
Suisse	24	24	22	17	18

Source : Oil world information service for statistical analysis of the world market of oil seeds, oil meals, vegetable, animal, and marine oils and fats. Ista-Mielke and Co, 2100 Hambourg 90 - POB 900803 (République fédérale d'Allemagne)

Tableau 37. Commerce mondial de l'huile d'arachide
pour la période 1970-1976
(en tonnes)

Pays ou zones	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Exportations totales	429 568	359 817	524 611	500 737	371 873	396 657	537 563
dont :							
Afrique du Sud	13 919	16 821	10 260	9 306	11 800	14 600	7 000
Argentine	42 567	44 391	35 838	78 738	68 852	-	44 771
Bésil	31 902	57 624	77 294	44 425	31 605	37 582	94 127
Chine	7 000	11 000	14 000	11 000	14 000	11 000	15 000
Etats-Unis	14 528	38 572	27 532	47 028	20 949	12 249	47 960
France	20 364	13 860	12 428	17 698	14 016	43 914	16 020
Gambie	15 997	14 257	14 093	16 892	17 582	13 274	18 252
Niger	7 871	10 436	21 550	21 302	5 353	6 219	1 200
Nigeria	90 292	43 012	39 665	110 796	23 496	274	-
Sénégal	146 065	71 914	229 985	77 264	104 754	196 653	233 800
Importations totales	430 836	386 671	520 271	534 077	390 842	420 016	513 529
dont :							
Allemagne, Rép. féd.	52 277	54 651	71 535	66 272	51 235	38 129	36 632
Belgique	21 404	28 502	32 926	32 020	22 579	20 899	30 671
France	142 648	123 956	205 923	167 303	142 594	180 382	217 755
Hong-Kong	12 262	14 755	15 512	16 221	12 474	15 722	20 850
Italie	8 235	8 182	15 087	26 138	35 070	23 528	21 979
Pays-Bas	9 350	10 538	9 485	20 036	15 526	9 217	8 366
Royaume-Uni	95 778	67 766	60 787	74 836	36 293	28 834	19 951

Source : FAO (171), (177).

B. Les prix sur le marché mondial

Le prix de l'huile d'arachide se situe à un cours sensiblement supérieur à celui des autres huiles d'origine tropicale (coprah, palme, coton) ou tempérée (colza, tournesol). Ce fait peut être expliqué par les qualités du produit. D'ailleurs, les principaux pays producteurs africains : Gambie, Mali, Niger, Nigéria, Sénégal, et Soudan, qui se sont groupés au sein du Conseil africain de l'arachide utilisent les données de qualité pour promouvoir cette huile.

Cependant, le prix de l'huile d'arachide est directement influencé par celui de l'huile de soja. Certes, celle-ci ne lui est pas directement comparable en qualité, mais elle dirige les cours mondiaux par les volumes mis en marché, ceux-ci représentant près de 40 % du total des huiles alimentaires. De plus, la décote de l'huile de tournesol par rapport à l'huile d'arachide est un autre facteur important, car cela influence directement l'achat des ménagères. Le seuil pour lequel s'opère un transfert de consommation est atteint lorsque la décote de l'huile de tournesol avoisine 400 dollars la tonne c.a.f. Rotterdam. Ce fut le cas en 1974 ; on retrouve ce phénomène début 1978. En effet, les cours actuels de l'huile d'arachide atteignent 960 dollars la tonne, tandis que ceux de l'huile de tournesol s'établissent aux environs de 560 dollars la tonne, et les spécialistes du commerce des huiles craignent une chute des ventes.

L'évolution des cours moyens annuels de l'huile brute d'arachide, toutes origines, en dollars/t c.a.f. Rotterdam, est indiquée dans le tableau 38, pour la période de 1960 à 1977.

Tableau 38. Cours moyen annuel de l'huile brute d'arachide
à Rotterdam pour la période 1960-1977
(en dollars/t)

Années	Prix	Années	Prix
1960	326	1969	332
1961	331	1970	379
1962	275	1971	441
1963	268	1972	426
1964	315	1973	545
1965	324	1974	1.077
1966	296	1975	857
1967	283	1976	744
1968	271	1977	845

Sources: FAO (170; 172; 173; 1974; 176)

Communication de la société interprofessionnelle des oléagineux
174, avenue Victor-Hugo - 75116 Paris.

Les cours moyens mensuels de l'huile brute sont représentés sur le graphique (figure VI), où l'on peut observer que les fluctuations mensuelles sont importantes. Par exemple, la hausse s'accroît actuellement à l'annonce d'une récolte extrêmement faible, de l'ordre de 400 000 tonnes de graines, au Sénégal.

Ces cours sont ceux de l'huile brute sur laquelle portent la plupart des transactions importantes. L'huile raffinée, qui peut être fabriquée soit directement dans les pays exportateurs, soit sur les lieux de consommation européens, se négocie à une valeur tenant compte des coûts de raffinage dans l'un et l'autre cas.

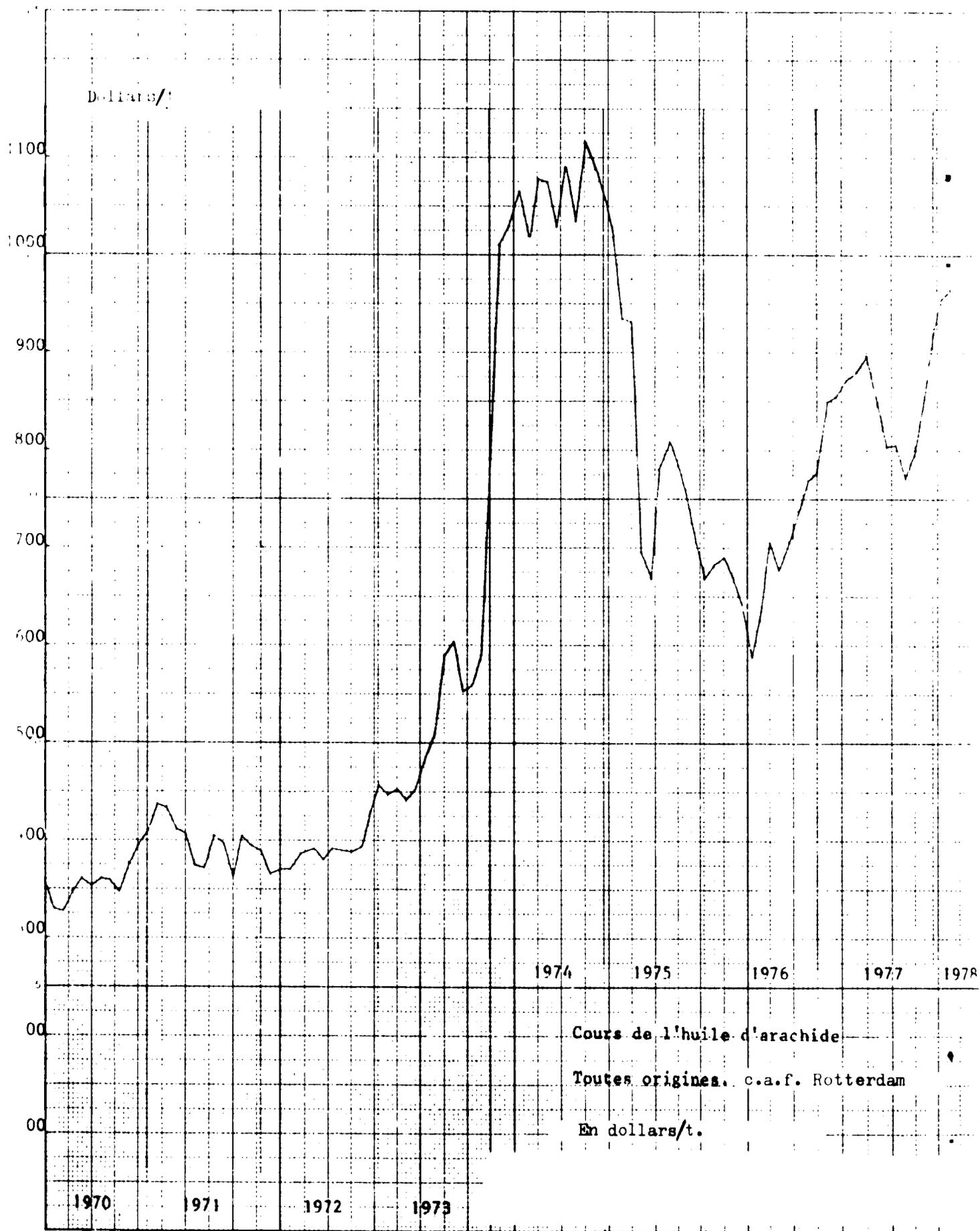


Figure VII. Graphique de la fluctuation mensuelle des cours moyens de l'huile d'arachide brute

Source : Communication de la société interprofessionnelle des oléagineux, 174, avenue Victor-Hugo, 75116 Paris.

C. Les coûts de transport

Le transport de l'huile d'arachide des lieux de production vers les zones de consommation est assuré par voie maritime, généralement à bord de navires spécialement aménagés en tankers. La valeur de l'huile étant nettement plus élevée que celles des graines, l'influence du fret sur son coût final est moins importante, mais celui-ci reste cependant une composante non négligeable. Ce coût, qui est fonction de la distance, varie suivant les pays d'origine.

On trouvera dans le tableau 39 les éléments de calcul du fret maritime en 1978, au départ des différents pays exportateurs et à destination de l'Europe du Nord. Il s'agit de tarifs "conférence" sauf en ce qui concerne l'Afrique de l'Ouest. En effet, étant donné l'ampleur du trafic en provenance du Sénégal, les producteurs affrètent généralement des navires entiers, obtenant ainsi des tarifs inférieurs.

Tableau 39. Coût du transport pour l'huile d'arachide en provenance de divers pays et à destination de l'Europe occidentale (en dollars/t)

Pays ou zone	Port d'embarquement	Conditionnement	Tarif fret de base dollars/t	Ajustements divers ^{a/} (en pourcentage)	Coût total ^{b/} dollars /t
Brésil	Récife	En vrac en tank	36,54	11,90	50,88
Sénégal	Dakar	Tanker complet 3.000 t	21,00		27,00
Etats-Unis (Est)	Savannah	Containers	180,51	7	196,9

Source : Compagnie générale maritime - United States Lines
Barry Rogliano.

^{a/} Essentiellement ajustements monétaires et taxes de surcharge portuaire.

^{b/} Y compris les frais d'embarquement et de débarquement.

D. La commercialisation des huiles d'arachide

Il a été précisé dans le chapitre précédent que la trituration des graines d'arachides pour la fabrication d'huile était réalisée soit dans les pays producteurs, soit dans les pays consommateurs.

Cas des pays producteurs

De façon générale, les usiniers achètent les graines à l'organisme responsable de leur commercialisation et réalisent les opérations de décorticage et de trituration pour vendre eux-mêmes l'huile et le tourteau correspondants. Comme il s'agit de produits alimentaires de base, les exportations sont strictement réglementées dans la quasi-totalité des cas, y compris aux Etats-Unis.

L'huile est vendue soit sous forme brute, à destination des raffineurs européens, soit déjà raffinée. Dans ce dernier cas, l'usinier conditionne les quantités destinées au marché local.

L'organisation actuelle du commerce de l'huile d'arachide au Sénégal est particulière: ce commerce est concentré au sein d'un organisme unique d'économie mixte entre l'Etat et les triturateurs privés installés dans le pays : Lesieur, Sodec, Petersen ... Cet organisme, la SONACOS, à la charge de commercialiser tous les produits issus de la transformation de l'arachide : huile brute, huile raffinée, tourteaux, etc.

Cas des pays importateurs

Le commerce de l'huile mobilise un nombre d'opérateurs plus élevé que celui des graines. Les producteurs sont pratiquement les mêmes ; par contre, les acheteurs (négociants, raffineurs, conditionneurs) se répartissent entre les différents pays consommateurs européens.

Lorsqu'il s'agit d'huile brute, les marchés portent sur de gros tonnages dépassant 500 à 1 000 t. Cette huile est raffinée par les grands groupes européens et conditionnée pour la vente au détail.

L'achat peut aussi porter sur de l'huile raffinée, la seule opération réalisée par l'acheteur étant alors le conditionnement final.

E. Localisation de l'activité de raffinage

Le commerce portant aussi bien sur l'huile brute que sur l'huile raffinée, il reste que cette dernière exige plus de précautions pour la manutention, le transport et la conservation. Pour cette raison, les huiliers ont souvent préféré un système de raffinage sur les lieux de consommation, qui présente en outre l'avantage de favoriser la reprise de tonnages importants de sous-produits, en savonnerie par exemple.

F. Les contrôles de qualité

Les contrats qui régissent les transactions sur les huiles alimentaires, sont des documents internationaux bien connus de la profession. La notoriété des parties en présence assure le respect de ces contrats. Ils fixent les conditions d'acheminement des produits, les délais de livraison, les qualités et les prix. De façon générale, un échantillon d'huile est expédié par l'organisme vendeur vers l'acheteur, qui le fait analyser. La transaction qui suit se base sur la qualité de l'échantillon. En cas de non conformité sur la qualité de la livraison elle-même, les parties s'adressent à un arbitre international, reconnu pour régler le litige au mieux. Cet arbitre est généralement désigné parmi les cabinets spécialisés dont les plus connus sont installés à Londres.

X. LE MARCHE DES TOURTEAUX D'ARACHIDE

A. La situation mondiale

Le tourteau représente de 50 à 55 % en poids du total des produits fabriqués à partir de graines décortiquées, ou de 35 à 37 % à partir de l'arachide en coque. Les tourteaux d'arachide jouissent d'une excellente réputation en alimentation animale. Leur teneur en protéines varie selon le traitement subi pour extraire l'huile. Les tourteaux expellers, c'est-à-dire obtenus par pressage en continu, contiennent 56 % de protéines, tandis que les farines déshuilées par solvant n'en contiennent plus que 50 %.

La production mondiale de 1972 à 1976 de tourteaux déshuilés est présentée dans le tableau 40. On constate que les principaux pays producteurs de graines qui triturent sur place, sont aussi les principaux producteurs de tourteaux.

Tableau 40. Production mondiale de tourteaux d'arachide déshuilés pour la période 1972-1977 (en milliers de t)

Pays	1972	1973	1974	1975	1976
Afrique du Sud	60	69	49	88	62
Argentine	109	151	111	78	81
Brésil	201	120	68	70	120
Chine	577	547	591	611	614
Etats-Unis	154	165	118	137	285
France	73	91	124	110	97
Inde	1 964	1 376	1 640	1 619	2 043
Italie	50	39	35	44	45
Niger	28	41	25	33	16
Nigéria	111	167	73	35	52
Sénégal	250	204	185	236	322
Soudan	71	84	112	81	143
Suisse	30	30	27	21	22
Total mondial	4 107	3 472	3 536	3 557	4 325

Source : Oil world information service for statistical analysis of the world market of oil seeds, oil meal, végétale, animal, and marine oils and fats. Ista-Mielke and Co
21 000 Hambourg 90, POB 900803 (République fédérale d'Allemagne).

Au niveau mondial, la production de tourteaux d'arachide arrive en troisième position, derrière celle des tourteaux de soja et de coton.

Les échanges internationaux portent sur des quantités très importantes s'élevant aux environs de 40 % de la production totale. En effet, l'utilisation de ces tourteaux par l'animal est surtout développée dans les pays où l'élevage intensif domine, ce qui n'est pas le cas pour les pays producteurs d'arachide, sauf pour l'Argentine et les Etats-Unis

En 1976, les échanges ont porté sur 1 900 000 t provenant pour 28 % d'Afrique et 64 % d'Asie, et, dans ce dernier cas, presque exclusivement de l'Inde qui est, de très loin, le plus gros producteur et exportateur mondial.

Le tableau 41 présente les principaux flux d'échange, au cours de la période 1970-1976.

Tableau 41. Commerce mondial de tourteaux d'arachide
pour la période 1970-1976 (en t)

Pays	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Exportations totales	1 523 091	1 349 190	1 546 619	1 500 445	1 168 097	1 168 554	1 872 577
dont :							
Afrique du Sud	24 876	23 219	50 331	56 633	66 000	100 000	100 000
Argentine	64 613	88 396	33 187	99 033	44 140	33 100	35 000
Brésil	201 174	201 122	169 963	80 380	74 827	35 573	87 964
Gambie	18 489	13 005	14 509	20 481	21 675	29 966	26 245
Inde	655 060	633 413	665 391	748 624	678 738	536 442	1 200 000
Niger	11 096	9 462	26 823	25 065	7 286	7 036	20 700
Nigéria	162 114	99 231	99 292	139 140	32 877	7 700	31 071
Sénégal	199 726	126 204	313 170	166 474	184 333	312 025	318 000
Soudan	36 514	24 888	50 315	31 622	21 501	31 778	32 000
Importations totales	1 759 678	1 702 329	1 725 278	1 660 672	1 168 097	1 168 554	1 872 577
dont :							
Allemagne, Rép. féd.	114 706	120 674	146 646	136 693	64 944	82 409	103 853
Belgique	52 515	66 262	54 787	60 200	22 542	31 905	54 903
France	243 265	214 661	342 039	322 688	198 351	254 019	427 172
Hongrie	64 429	100 071	90 156	36 634	62 164	44 347	26 620
Japon	141 902	122 000	143 076	182 406	119 042	25 871	114 727
Pays-Bas	12 326	11 978	34 082	27 683	47 507	9 104	25 075
Pologne	200 000	189 000	170 000	152 700	175 500	210 000	290 000
République démocratique allemande	92 000	110 000	58 000	49 000	61 000	72 000	110 000
Royaume-Uni	374 020	292 491	297 589	317 628	160 076	211 259	364 648
Tchécoslovaquie	190 000	211 240	100 000	100 000	82 000	41 000	90 000

Source : FAO (171), (177).

La France et le Royaume-Uni sont les consommateurs les plus importants, en partie à cause des courants traditionnels d'échanges entre ces pays et leurs anciennes colonies.

Malgré une deuxième place, sous l'angle des tonnages échangés, très loin derrière les tourteaux de soja (11 300 000 t en 1976), l'importance relative du tourteau d'arachide diminue régulièrement. Les échanges portant sur le tourteau d'arachide représentaient en 1966, 22,6 % du commerce mondial des tourteaux et, en 1975, seulement 9 %, bien que les quantités mises en jeu aient peu varié. Cette chute est due au développement spectaculaire du tourteau de soja au cours de la dernière décade et aux conséquences des réglementations concernant l'aflatoxine.

B. Les prix du marché mondial

Le cours des tourteaux d'arachide est directement influencé par les disponibilités en graines des pays producteurs et par l'évolution des quantités et des cotations du tourteau de soja à Chicago. Ainsi, en 1973, le marché a été très fortement perturbé par l'embargo des Etats-Unis sur les exportations de soja, ceci coïncidant, de plus, avec une très mauvaise récolte d'arachide en Inde l'année précédente. Le tourteau d'arachide a atteint en juillet 1973 des cours records, supérieurs à 500 dollars/t c.a.f. Rotterdam, alors que les cours moyens évoluaient entre 200 et 250 dollars. De façon générale le prix du tourteau d'arachide s'établit dans le rapport de 0,80 à 1 avec celui du tourteau de soja, comme l'indique le graphique comparatif de la page suivante (figure VII).

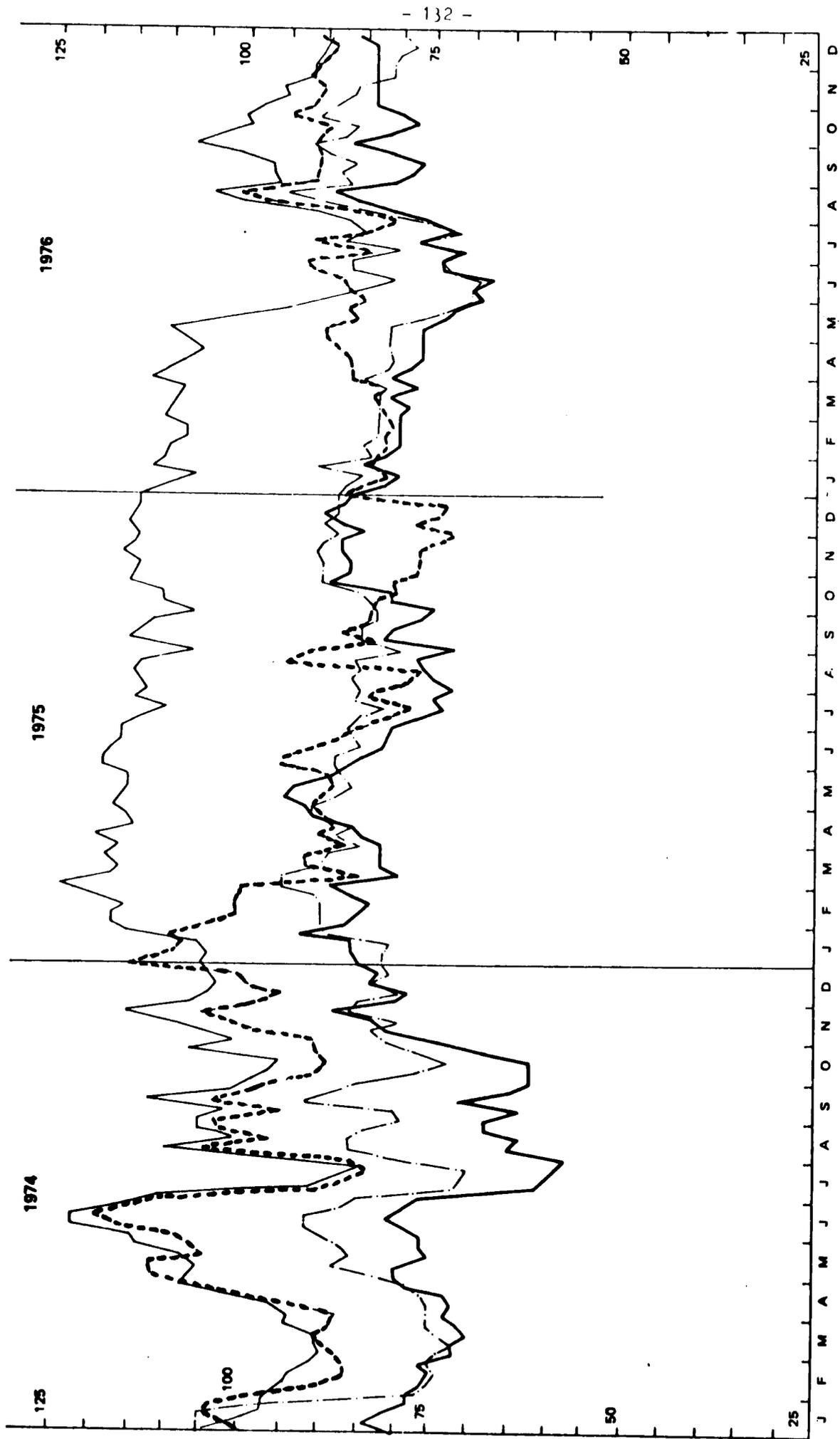
Les cours moyens annuels des tourteaux d'arachides, pour la période de 1970 à 1976, sont repris dans le tableau 42. Il s'agit de prix c.a.f. Rotterdam en dollars/t pour des farines à 50 % de protéines toutes origines, et des tourteaux expellers du Nigéria à 50 % de protéines.

— LIN

--- TOURNESOL

- - - ARACHIDE

— COLZA



Sources : Charles Robert SA

Institut national de la recherche agronomique, Rungis (187).

Figure VIII. Graphique de l'évolution des prix relatifs des divers tourteaux par rapport au soja (Base 100)

Tableau 42. Cours moyens annuels de tourteaux d'arachides
pour la période 1970-1976
(en dollars/t)

Type de tourteaux	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
50 % toutes origines	102	98	122	265	174	140	176	218
50 % <u>expellers</u> Nigéria	123	115	144	305	226	187	213	-

Source : Société interprofessionnelle des oléagineux
174, avenue Victor-Hugo, 75116 Paris.

C. Importance économique des tourteaux et de l'huile

Ces deux produits font l'objet de marchés totalement indépendants : d'une part, l'alimentation animale et, d'autre part, l'alimentation humaine ; par contre, ces marchés réagissent de façon identique quant à la substitution d'autres produits lors d'une forte augmentation des cours.

En moyenne, le prix à l'importation de l'huile a été, au cours de ces dernières années, de deux à six fois supérieur à celui du tourteau, ainsi que l'indique le tableau 43. Cependant, si l'on ne tient pas compte des années exceptionnelles de 1973 à 1975, cette différence est ramenée aux environs de 3,5 à 4.

Tableau 43. Comparaison des prix moyens des tourteaux et de l'huile d'arachide pour la période 1970-1977 (en dollars/t)

Produit	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Tourteau	102	98	112	265	174	140	176	218
Huile	379	441	426	545	1.077	857	744	845
Huile/tourteau	371	450	349	205		612	422	387

Ainsi, l'importance économique de l'huile reste-t-elle prépondérante par rapport à celle du tourteau. En 1976, la production d'huile d'arachide représentait 2,6 milliards de dollars et celle des tourteaux d'arachide 0,9 milliard de dollars.

D. Cas des pays en voie de développement

Les tourteaux d'arachides sont utilisés essentiellement dans les formules d'aliments composés pour animaux ou distribués en l'état. Dans la plupart des pays en voie de développement, l'industrie de l'alimentation animale est pratiquement inexistante, faute de débouchés vers des élevages intensifs. La demande intérieure est donc extrêmement réduite et les tourteaux non exportés sont, soit distribués tels quels aux animaux, soit simplement détruits.

Le développement du marché intérieur des tourteaux dans ces régions reste donc tributaire de celui de l'élevage, lui-même fonction du niveau de vie et des habitudes locales de consommation de viande. De façon générale, l'élevage est pratiqué de façon extensive et, malgré d'importants efforts réalisés par certains Etats, on est encore loin du seuil industriel qui marquerait un développement rapide des besoins en tourteaux.

E. La commercialisation

De même que pour les graines et les huiles, le commerce des tourteaux est strictement réglementé par les gouvernements des pays producteurs. Il peut être contrôlé soit directement par un monopole d'Etat, soit laissé à l'initiative des industriels-fabricants, mais dans le cadre de décisions gouvernementales fixant des quotas - c'est ainsi que l'Inde, actuellement premier exportateur mondial, va fermer ses frontières d'ici à 1980.

Le commerce s'inscrit dans le même schéma que pour les produits précédents : on y retrouve des négociants internationaux, des courtiers spécialisés et des entreprises utilisatrices, spécialement les fabricants d'aliments composés pour animaux.

Les tonnages traités sont élevés et atteignent souvent plusieurs milliers de tonnes par transaction. Tout litige sur les qualités est réglé par des experts internationaux.

F. Les moyens et coûts de transport

S'agissant de chargements de plusieurs milliers à dizaines de milliers de tonnes, le transport qui s'impose est la voie maritime. Il n'est plus question ici de containers ou d'emballages quelconques, les tourteaux sont transportés en vrac dans des cales spéciales utilisées également pour les graines.

Les mouvements de chargement et déchargement s'effectuent à l'aide d'appareils de manutention spécialisés à grand rendement, éliminant pratiquement la main-d'oeuvre.

Malgré cette mécanisation et le groupage des expéditions avec d'autres produits agricoles, tels que des céréales, pour parvenir à l'affrètement de navires entiers, le fret reste un élément non négligeable dans le coût final du tourteau. Il s'élève à environ 20 dollars par tonne, somme à laquelle il faut ajouter 6 à 8 dollars pour les diverses opérations portuaires. Dans les conditions de groupage évoquées plus haut, ce tarif de fret varie peu quelle que soit l'origine : Afrique du Sud, Etats-Unis, Inde, Sénégal, etc. Le transport s'effectue dans les mêmes conditions de salubrité que celui des graines d'oléagineux, de céréales, et autres produits alimentaires en vrac.

XI. LE MARCHÉ DES ARACHIDES DE BOUCHE

A. Situation de l'offre mondiale

Les arachides de bouche s'inscrivent dans un secteur économique très sensiblement différent de celui des arachides de trituration, par leurs destinations et leurs présentations. Sous cette dénomination, on classe non seulement les produits en gousse, mais aussi les graines salées, grillées et les autres préparations telles que les beurres, les confiseries et diverses présentations destinées aux pâtisseries. Les variétés sont différentes et correspondent à des graines plus grosses, plus longues et moins grasses que dans les variétés à l'huile.

Les arachides de bouche sont produites dans les mêmes pays que l'arachide de trituration ; on retrouve ainsi parmi les principaux producteurs : La Chine, les Etats-Unis, l'Inde, et, dans une proportion moindre, l'Afrique du Sud, le Malawi, le Nigéria, le Sénégal et le Soudan. De façon générale, tous les pays producteurs consomment une part importante de leur production en alimentation humaine, comme le montre l'exemple des Etats-Unis [Ames, 1975 (7)].

Au niveau mondial, on ne dispose pas de statistiques précises concernant les arachides de bouche, parce qu'elles sont généralement regroupées avec celles destinées à la trituration.

Les échanges internationaux sont en constante augmentation : de 285 000 t d'équivalent graines en 1965, les exportations mondiales sont passées à 450 000 t en 1973 [Wilson, 1975 (151)]. Depuis cette époque, la tendance s'est maintenue. Les arachides de consommation sont exportées sous les formes décortiquées et en coque.

Arachides de bouche décortiquées

C'est la présentation la plus commune, qui couvre environ 75 % à 80 % des échanges : en 1973, les exportations mondiales ont porté pour 380 000 t sur des graines décortiquées et pour 100 000 t sur des arachides en coques [Wilson, 1975 (151)]. Le marché est dominé par les Etats-Unis ; la Chine et l'Inde arrivent au deuxième rang, mais avec des disponibilités très variables car les produits d'exportation viennent en marge d'une forte demande intérieure. L'Afrique du Sud, le Malawi et le Soudan exportent des quantités moindres.

En l'absence de statistiques précises, une estimation des tonnages moyens exportés peut être donnée pour l'année 1972.

<u>Exportations mondiales</u>	<u>En milliers de t</u>
	400 à 500
Etats-Unis	115
Chine	40
Inde	40
Malawi	25
Afrique du Sud	35
Soudan	25
Nigéria	15
Indonésie	10

Source : Wilson, 1975 (151).

Arachides en coques

Les arachides exportées en coque sont généralement destinées à la consommation en l'état. Les tonnages en cause sont réduits. Le Brésil, la Chine et les Etats-Unis dominent ce marché avec toutefois de fortes fluctuations.

Parmi les autres pays exportateurs, on trouve : Egypte, Israël, Turquie et Thaïlande. Le Soudan qui était un producteur important jusqu'en 1972, n'exporte plus que sporadiquement.

L'évolution des exportations, selon la FAO, se présente comme indiqué dans le tableau 44.

Tableau 44. Volume calculé des exportations d'arachide en coque des principaux pays producteurs pour la période 1970-1975. (en tonnes)

	1970	1972	1974	1975
Exportations mondiales	93 574	134 509	115 976	101 742
Brésil	26 000	25 000	8 000	20 000
Egypte	12 143	9 598	6 600	6 744
Etats-Unis	1 124	15 407	24 059	11 907
Israël	7 188	12 640	6 912	10 376
Soudan	16 618	18 189	5 487	-
Thaïlande	6 445	1 524	4 631	5 015
Turquie :	3 882	4 308	3 343	4 000

Source : FAO (177).

Tableau 45. Comparaison du prix en livres par tonnes de différents fruits secs

Années	Noix de cajou	Amandes douces	Noisettes	Arachides
	Inde, entières 450's	Espagne, non triées	Kerassundes	Natal 60/70's
1960	312	262	343	107
1965	324	383	229	147
1972	639	821	565	165
1973				
(6 mois)	790	1.193	588	238

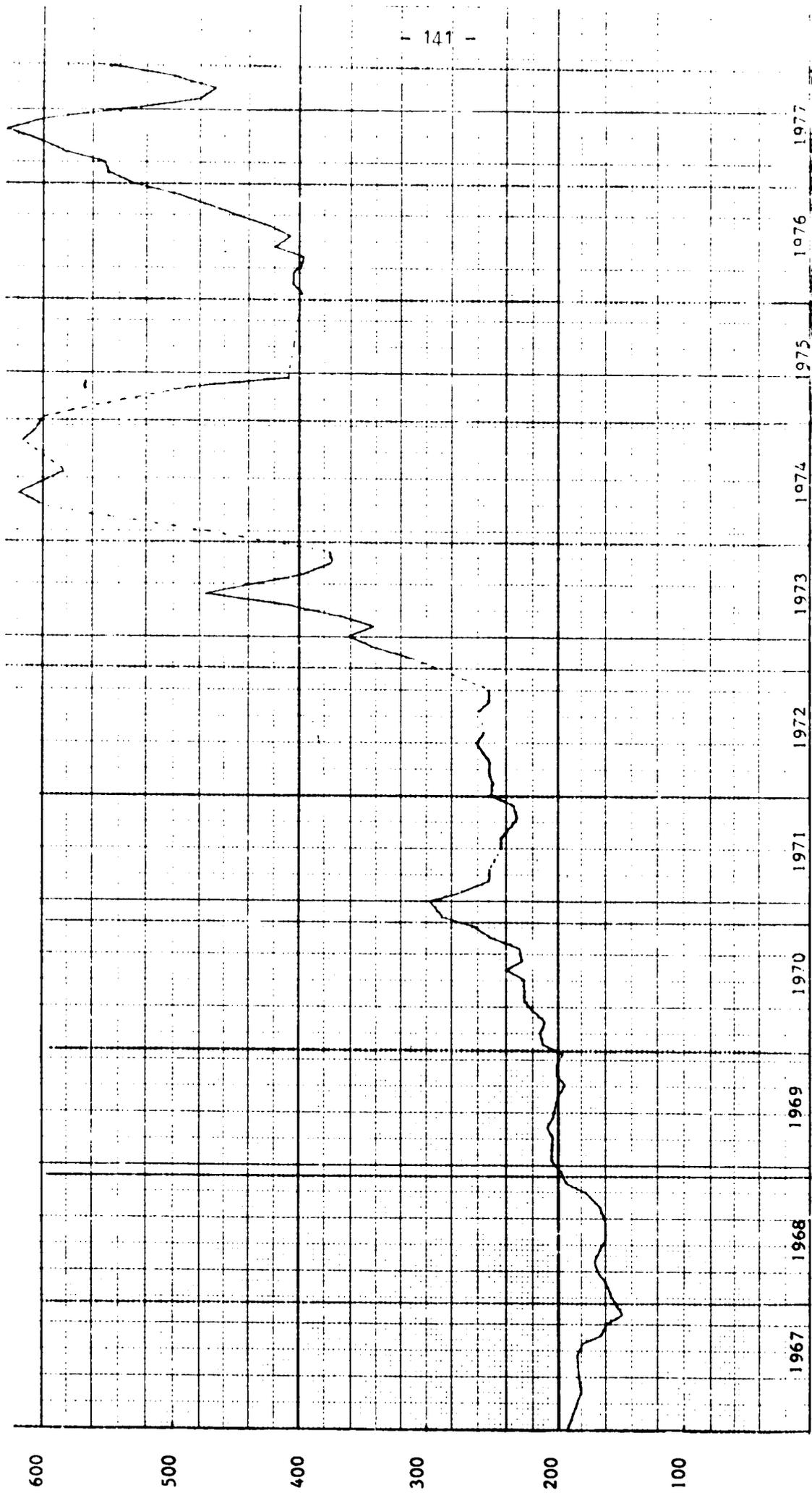
Source : D'après Wilson, 1975 (151).

B. Les prix

Le prix des arachides de bouche est largement conditionné par l'évolution du cours mondial de la graine de trituration, lui-même fonction des récoltes et des cours des autres graines oléagineuses, et par la variété et la taille des graines. C'est ainsi que les grosses graines de Virginia atteignent un prix plus élevé que les Valencia et les Runner.

Les graines en coque suivent la même loi. On trouvera ci-après un graphique (figure VIII) schématisant l'évolution des cours depuis 1967 pour des graines en provenance du Nigéria, et rendues au Royaume-Uni.

Le prix des arachides est nettement moins élevé que celui d'autres fruits secs, tels que les amandes, les noix de cajou, les noix du Brésil, etc. (voir tableau 45). Ce facteur prix a un effet très marqué sur la demande.



Source : Société interprofessionnelle des oléagineux
174, avenue Victor-Hugo - 75116 Paris

Figure IX. Graphique de l'évolution des cours des graines d'arachides en coques, c.a.f. Royaume-Uni en provenance du Niger

C. Les pays consommateurs

Il convient de rappeler que tous les pays producteurs sont également consommateurs et que le marché mondial ne représente, en fait, qu'une faible fraction des quantités destinées à l'alimentation humaine. C'est ainsi que l'Inde et les Etats-Unis sont les plus importants producteurs et consommateurs au monde.

En ce qui concerne la répartition de la demande mondiale, le Japon, le Royaume-Uni et le Canada arrivent en tête, suivis par la République Fédérale d'Allemagne, les Pays-Bas et l'URSS.

Il n'existe malheureusement pas de chiffres précis sur les importations d'arachides de bouche pour les raisons déjà vues.

Nous donnerons, cependant, ci-dessous, des estimations datant de 1972.

Importations de graines d'arachides

	<u>En milliers de t</u>
- Japon	60 à 70
- Royaume-Uni	60 à 70
- Canada	60
- Allemagne, Rép. féd.	50
- Pays-Bas	40
- URSS	25
- Italie	20
- Portugal	15
- Espagne	15 à 20

Source : D'après Wilson, 1975 (151) et Lasies pour l'Espagne et le Portugal.

L'arachide décortiquée est destinée à la consommation sous forme de graines salées grillées. Les fabricants conditionnent ces graines en boîte d'aluminium ou en emballages sous vide, mélangés ou non avec d'autres fruits secs, tels que des amandes, des noisettes, etc. La principale utilisation, dans ce cas, l'"amuse-gueule" d'apéritif.

L'arachide décortiquée peut également être transformée en beurre ou pâte. Aux Etats-Unis et aux Pays-Bas, la consommation de beurre d'arachide est bien développée. La variété la plus appréciée dans ce cas est la Spanish. Il convient aussi de noter que les habitudes de consommation sont différentes d'un pays à l'autre. Aux Etats-Unis, au Canada et aux Pays-Bas la consommation principale porte sur le beurre d'arachide; au Royaume-Uni, en Nouvelle-Zélande, en République fédérale d'Allemagne et en Norvège, sur l'arachide grillée salée, tandis qu'en Espagne, au Portugal, en Italie et en France, c'est surtout en coque qui est appréciée.

D. La commercialisation

On retrouve, parmi les pays producteurs, la même organisation centralisée et sous tutelle de l'Etat, que celle décrite dans les précédents chapitres au sujet de la graine de trituration, de l'huile et du tourteau. Le monopole d'Etat est en vigueur en Chine, en Gambie, au Malawi, au Sénégal, au Soudan, etc. Par contre, en Afrique du Sud, en Argentine, au Brésil, aux Etats-Unis, en Inde, au Nigéria, etc., les exportations de graines restent sous la responsabilité de sociétés privées, mais dans le cadre de quotas annuels stricts, fixés par le gouvernement [Ames, 1975 (7)]

Les transactions peuvent s'effectuer directement entre l'organisme vendeur et le client transformateur lorsqu'il s'agit de quantités importantes ou d'approvisionnements réguliers. Mais, le plus souvent, les échanges passent par l'intermédiaire de négociants spécialisés qui réalisent l'éclatement des volumes disponibles vers les unités de traitement dont le nombre est beaucoup plus important que dans le cas des graines de trituration.

Les courtiers jouent aussi un rôle important dans ces transactions, comme conseillers et négociateurs entre les diverses parties.

Les achats sont généralement effectués sur des graines en vrac décortiquées ou en coques, mais non grillées. La transformation porte sur le traitement approprié et le conditionnement. Dans les pays méditerranéens, ce type d'activité est le fait de nombreux artisans qui approvisionnent le marché local. Par contre, aux Pays-Bas, en République fédérale d'Allemagne, au Royaume-Uni, il s'agit d'entreprises beaucoup plus importantes, qui ont une activité diversifiée.

E. Le transport

Les graines sont conditionnées en sacs de 50 kg et rassemblées soit dans des containers de 18 à 20 tonnes, soit dans des barges de 350 tonnes. Les coûts de fret sont identiques à ceux appliqués aux graines de trituration lorsque ces dernières sont acheminées par les mêmes méthodes.

On trouvera ci-dessous, les tarifs "conférence", en vigueur début 1978, pour diverses provenances.

Tableau 46. Tarifs "Conférence" (en vigueur début 1976)

	Port d'embarquement	Mode de transport	Frêt de base dollars /t	Surcharges diverses	Coût total dollars /t
Afrique du Sud	Cape Town	Containers	56,07	5,37 dollars	61,44
Etats-Unis (Est)	Savannah	"	67,42	7 %	75,9
Etats-Unis (Ouest)	Los Angeles	"	134,65	4,5 %	152
Inde	Bombay	"	52,65	41,14 %	77,08
	Hors Bombay	"	52,65	33,64 %	71,70
Soudan	Port Soudan	"	45,20	32,5 %	59,89

Source : Compagnie générale maritime, Tour Winterthur, Paris, La Défense

United States Lines, 2, rue de Penthièvre, 75008 Paris

BIBLIOGRAPHIE

1. Achaya, K. Standards for protein based foods in developing countries. Journal of the American Oil Chemists' Society, 53, n° 6, 1976, p. 316-320.
2. Adrian, J. Les aflatoxines. 3. Les moyens de prévention et de détoxification. Oléagineux, 24, n° 3, 1969, p. 155-161.
3. Adrian, J. et G. Carroget. Evolution de la lysine, méthionine et cystine dans le tourteau d'arachide traité à l'ammoniac. Revue française des corps gras, 23, n° 4, 1976, p. 209-212.
4. Adrian, J., et R. Jacquot. Valeur alimentaire de l'arachide et de ses dérivés. Paris, Maisonneuve et Larose, 1968, 274 p. (Techniques agricoles et productions tropicales 26).
5. Amaya, J., C. Young and R. Hammons. The tryptophan content of the US commercial and some south american wild genotypes of the genus Arachis. A survey. Oléagineux, 32, n° 5, 1977, p. 225-229.
6. Amaya, F. et al. Soluble amino and carbohydrate compounds in the testae of six experimental peanut lines with various degrees of Aspergillus flavus resistance. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 25, n° 3, 1977, p. 661-663.
7. Ames, G. Peanuts : Domestic, world production and trade. Athens, University of Georgia, 1975, 40 p. (University of Georgia, Department of agricultural economics, Research report 215).
8. Archambaud, J. Emploi non alimentaire des tourteaux. In : Journées d'information sur les produits dérivés de l'huilerie. 1964. Paris. Paris, Institut des corps gras, 1964, p. 110-122. (N° spécial. Revue française des corps gras).
9. Bagot, Y. Altération et conservation des oléagineux tropicaux. In : Journées d'information sur l'huilerie. 1967. Paris, Paris, Institut des corps gras, 1967, p. 19-28. (N° spécial. Revue française des corps gras).
10. Barolet, J. Transport des graines oléagineuses. Le déchargement mécanique des navires grainetiers. Oléagineux, 30, n° 7, 1975, p. 325-329.
11. Barton, F. et al. Treating peanut hulls to improve digestibility for ruminants. Journal of Animal Science, 38, n° 4, 1974, p. 860-864.
12. Bathia, D. et al. Technology of peanut protein isolate. In : International congress of food science and technology. 1. London, 1962, Leitch, J. Proceedings. 4. Manufacture and distribution of foods. New York. Gordon and Breach, 1965, p. 755-766;
13. Bernardini, E. The "Direx-40" process for direct solvent extraction of seeds with a high oil content without pre-pressing, i.e. without using expellers. La Rivista Italiana delle Sostanze Grasse, 52, n° 8, 1975, p. 271-275.
14. Beuchat, L. Modification of cookie-baking properties of peanut flour by enzymatic and chemical hydrolysis. Cereal Chemistry, 54, n° 3, 1977, p. 405-414.
15. Bockelee-Morvan, A. et P. Gillier. Essai d'élimination de l'aflatoxine de l'arachide par des méthodes physiques. Oléagineux, 29, n° 11, 1974, pp. 513-516.

16. Bockelee-Morvan, A. et P. Gillier. Réduction de l'aflatoxine de l'arachide au niveau de la production agricole. Cahiers de nutrition et de diététique, 11, n° 2, 1976, p. 101-104.
17. Bolhuis, G. Observations on the flowering and fructification of the groundnut Arachis hypogea. Netherlands Journal of Agricultural Science, 6, n° 1, 1958, p. 18.
18. Bolhuis, G. Observations on the flowering and fructification of the groundnut Arachis hypogea. Netherlands Journal of Agricultural Science, 6, n° 4, 1958, p. 245-248.
19. Bolhuis, G. Observations on the flowering and fructification of the groundnut Arachis hypogea. Netherlands Journal of Agricultural Science, 7, n° 1, 1958, p. 51-54.
20. Bolhuis, G. Observations on the flowering and fructification of the groundnut Arachis hypogea. Netherlands Journal of Agricultural Science, 6, n° 4, 1959, p. 138-140.
21. Bolhuis, G and W. de Groot. Observations on the effect of varying temperature on the flowering and fruit set in three varieties of groundnut. Netherlands Journal of Agricultural Science, 7, n° 4, 1959, p. 317-326.
22. Boza, J. et al. Estudio de la cascara del cacahuete en la alimentacion de los ruminantes. Avances en Alimentacion y Mejora Animal, 10, n° 10, 1969, p. 787-790.
23. Bredeson, D. Mechanical pressing. Journal of the American Oil Chemists' Society, 54, n° 6, 1977, 489A-490A.
24. Bunting, A. A classification of cultivated groundnuts. Emp. J. Exp. Agric., 23, n° 91-92, 1955, p. 158-170.
25. Bunting, A. A further note on the classification of cultivated groundnuts. Emp. J. Exp. Agric., 26, n° 103, 1958, p. 254-258.
26. Carr, R. Degumming and refining practices in the US Journal of the American Oil Chemists' Society, 53, n° 6, 1976, p. 347-352.
27. Catherinet, M. Quelques données sur la germination de l'arachide. Etude de la température optimum. Ann. C.R.A. Bambey, Bulletin agronomique, n° 16, 1956, p. 93-98.
28. Chandrasekhara, M. and B. Ramana. Isolates and concentrates from peanut in the feeding of children. In : Symposium international sur les sources nouvelles de protéines dans l'alimentation humaine. 2. Amsterdam. 1968. Den Haag, Stichting tot wetenschappelijke, voorlichting op voedingsgebied, s.d., p. 107-121.
29. Choffel, G. Eaux résiduares. B - Solutions industrielles d'épuration et de recyclage des eaux résiduares. Revue française des corps gras, 21, n° 5, 1974, p. 301-307.
30. Choffel, G. Liquid waste treatment in the vegetable oil processing industry - European practices. Journal of the American Oil Chemists' Society, 53, n° 6, 1976, p. 446-448.

31. Christner, H. Aufarbeitung von Abluft aus den Oel- und fettbetrieben mittels katalytischer Verbrennung zur Geruchsminderung. Fette, Seifen, Anstrichmittel, 73, n° 2, 1971, p. 122-126.
32. Cobb, W., S. Gilliland and E. Williams. Chemical and microbiological changes in stored uncured peanuts. Food Technology, 23, n° 12, 1969, p. 1586-1589.
33. Codifer, L., G. Mann and F. Dollear. Aflatoxin inactivation : treatment of peanut meal with formaldehyde and calcium hydroxide. Journal of the American Oil Chemists's Society, 53, n° 5, 1976, p. 204-206.
34. Colin, J. Evolution des procédés, des techniques et des matériels dans l'industrie des corps gras. Industries alimentaires et agricoles, 93, n° 9-10, 1976, p. 1131-1138.
35. Colin, J. Aspects de la pollution des eaux dans le domaine de l'huilerie. Industries alimentaires et agricoles, 93, n° 2, 1976, p. 177-183.
36. Cowan, J. Degumming, refining, bleaching and deodorization theory. Journal of the American Oil Chemists'Society, 53, n° 6, 1976, p. 344-346.
37. Coward, L., J. Beaumont and P. Manser. The decortication of some tropical nuts. In : IUFOST. Proceedings of the international congress of food science and technology. 4. Madrid. 5. Madrid. Consejo superior de Investigaciones Cientificas. Instituto Nacional de Ciencia y Tecnologia de Alimentos. 1977, p. 407-411.
38. De, S. and T. Cornelius. Technology of production of edible flours and protein products from groundnuts. Rome, FAO, 1970, 79 p. (Agricultural Service Bulletin, n° 10).
39. Defromont, C. Tourteaux d'oléagineux : constituants, modifications au cours des traitements d'obtention et de la conservation. In : Journées d'information sur les produits dérivés de l'huilerie. 1964. Paris. Paris, Institut des corps gras, 1964, p. 68-89. (N° spécial. Revue française des corps gras).
40. Defromont, C. et E. Delahaye. Etude du comportement du tourteau au cours du stockage. Revue française des corps gras, 8, n° 6, 1961, p. 359-375
41. Delbosc, G. Les parasites des sotscks d'arachide, Oléagineux, 21, n° 5, 1966, p. 233-236.
42. Dickens, J. and H. Pattee. Peanut curing and post-harvest physiology. In : Peanuts : Culture and uses. A symposium. Stillwater. American Peanut Research and Education Association, Inc., 1973, p. 509-552.
43. Diener, U. and N. Davis. Limiting temperature and relative humidity for aflatoxin production by Aspergillus flavus in stored peanuts. Journal of the American Oil Chemists'Society, 47, n° 9, 1970, p. 347-351.
44. Fèvre, P. L'arachide et ses emplois en pâtisserie industrielle et en biscuiterie. Biscuits, biscottes, panification industrielle, produits diététiques, chocolaterie, confiserie, 39, n° 11, 1971, p. 32-33.
45. Florence J., A. Montseigny et F. Zwobada. Teneur en pesticides organophosphorés des produits et sous-produits d'huilerie. Revue française des corps gras, 21, n° 6, 1974, p. 359-362

46. Fortanier, E. De beïnvloeding van de bloei big Arachis hypogea L. Mededelingen Landbouwhogeschool, 57, n° 2, 1957, 116 p.
47. François, R. Les coques d'oléagineux. Traitement et utilisation. In : Journées d'information sur les produits dérivés de l'huilerie. 1964. Paris. Institut des corps gras, 1964, p. 60-67.
48. François, R. Measures against water pollution in industries producing edible oils and fats. Pure and Applied Chemistry, 29, 1972, p. 163-171.
49. Garcia, E. Processing peanuts and cottonseed. Journal of the American Oil Chemists' Society, 53, n° 6, 1976, p. 259-260.
50. Gardner, H. et al. Inactivation of aflatoxins in peanut and cottonseed meals by ammoniation. Journal of the American Oil Chemists' Society, 48, n° 2, 1971, p. 70-73.
51. Gaupp, E. Snacks und Knabberartikel : automatisch gesteuerte Erdnuss-Verarbeitungs-Anlage. Ernährungswirtschaft, 17, n° 9, 1970, p. 675-678.
52. Gillier, P. La commercialisation de l'arachide aux Etats-Unis. Oléagineux, 24, n° 3, 1969, p. 139.
53. Gillier, P. Recherches de l'IRHO sur l'aflatoxine dans l'arachide de bouche. Oléagineux, 25, n° 8-9, 1970, p. 467.
54. Gillier, P. et P. Silvestre. L'arachide. Paris, Maisonneuve et Larose, 1969, 292 p. (Techniques agricoles et productions tropicales, 15).
55. Goebel, E. Bleaching practices in the US Journal of the American Oil Chemists' Society, 53, n° 6, 1976, p. 342-343.
56. Gregory, W. et al. Structure and genetic resources of peanuts. In : Peanuts - Culture and uses. A symposium. Stillwater, 1973, American Peanut Research and Education Association Inc., 1973, p. 47-133.
57. Grieco, D. et G. Piepoli. Composition en acides gras des huiles végétales alimentaires. Oléagineux, 22, n° 10, 1967, p. 611-612.
58. Guilbot, A. et M. Jemmali. Recherche de procédé de détoxification de tourteaux d'arachides contaminés par l'aflatoxine. Paris. DGRST. 1975, n.p. (Action concertée : Technologie alimentaire et agricole. Contrat n° 72.7.0275).
59. Gustafson, E. Loading, unloading, storage, drying, and cleaning of vegetable oil-bearing materials. Journal of the American Oil Chemists' Society, 53, n° 6, 1976, p. 248-250.
60. Hammons, R. Early history and genetic resource of peanuts. In : Peanuts - Culture and uses. A symposium - Stillwater, 1973, American Peanut Research and Education Association Inc., 1973, p. 17-45.
61. Heinis, J. and M. Saunders. Evaluation of the Foss-Let instrument for determining oil content in peanuts. Oléagineux, 29, n° 2, 1974, p. 91-93.
62. Holaday, C. and J. Pearson. Effects of genotype and production area on the fatty acid composition, total oil and total protein in peanuts. Journal of Food Science, 39, n° 6, 1974, p. 1206-1209.

63. Hutchison, R. Recherches sur le séchage des arachides stockées par les cultivateurs. Oléagineux, 22, n° 12, 1967, p. 737-740.
64. Itoh, T., T. Tamura and T. Matsumoto. Sterol composition of 19 vegetable oils. Journal of the American Oil Chemists' Society, 50, n° 4, 1973, p. 122-125.
65. Jay, E., I. Reddinger and H. Laudani. The application and distribution of carbon dioxide in a peanut groundnut-silo for insect control. Journal of Stored Products Research, 6, n° 3, 1970, p. 247-254.
66. Jenkins, G. Nut meats - their selection and storage. The Manufacturing Confectioner, 48, n° 7, 1968, p. 29-30.
67. Johansson, G. Finished oil handling and storage in Europe, Journal of the American Oil Chemists' Society, 53, n° 6, 1976, p. 410-413.
68. Juillet, M. Les mycotoxines - sauf aflatoxine - dans les graines oléagineuses. Revue française des corps gras, 18, n° 5, 1971, p. 301-307.
69. Kehse, W. Lavage des éluats et récupération des distillats en désodorisation. Revue française des corps gras, 23, n° 9, 1976, p. 493-496.
70. Khan, M. et al. Bread baking properties of aqueous processed peanut protein concentrates. Journal of Food Science, 40, n° 3, 1975, p. 580-583.
71. Khan, M. and L. Rooney. Baking properties of oilseed flours. Evaluation with a short-time dough system. Bakers' Digest, 51, n° 3, 1977, p. 43-44.
72. Kramer, H. et al. Spectrophotometric investigations on peanuts with particular reference to estimation of maturity. Food technology, 17, 1963, p. 1044-1046.
73. Kumar, M. and S. Sampath. The chemical composition and nutritive value of groundnut - Arachis hypogea. Haulms. Indian Journal of Dairy Science, 27, n° 3 1974, 175-178.
74. Kurz, M. Erdnussbutter. Bedeutung and Herstellung. Die Ernährungsindustrie, n° 5, 1976, p. 34-36.
75. Labarthe, B. Etude d'une mycotoxine, polluant de denrées alimentaires : l'aflatoxine de l'arachide. L'alimentation et la vie, 63, n° 1, 1975, p. 12-25.
76. Lafont, P. Contamination de produits oléagineux par les mycotoxines et mycotoxicoses liées à la consommation de ces produits. Revue française des corps gras, 21, n° 2, 1974, p. 77-84.
77. Landers, M., N. Davis and U. Diener. Influence of atmospheric gases on aflatoxins production by Aspergillus flavus in peanuts. Phytopathology, 57, 1967, p. p. 1086-1090.
78. Landes, D and J. Miller. Effects of several vegetable oils on lipid classes and very long chain polyenoic fatty acid content of rat liver and heart. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 23, n° 3, 1975, p. 551-555.
79. Lee, L., A. Cucullu and L. Goldblatt. Appearance and aflatoxin content of raw and dry roasted peanut kernels. Food Technology, 22, n° 9, 1968, p. 81-84.

80. Leesch, J., H. Gillenwater and J. Woodward. Methyl bromide fumigation of shelled peanuts in bulk containers. Journal of Economic Entomology, 67, n° 6, 1974, p. 769-771.
81. Lesieur, B. Salad and cooking oils. Journal of the American Oil Chemists' Society, 53, n° 6, 1976, p. 414-416.
82. Listopadova, E. and E. Horak. Rezidua metylbromidu v olejninach. Prumysl Potravin, 23, n° 2, 1972, p. 40-43.
83. Mann, G. et al. Chemical inactivation of aflatoxins in peanut and cottonseed meals. Journal of the American Oil Chemists' Society, 47, n° 5, 1970, p. 173-176.
84. Maselli, J. Controlling aflatoxin in your plant. The Manufacturing Confectioner, 57, n° 2, 1977, p. 35-41.
85. Mason, M. et al. Non volatile flavor components of peanuts. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 17, n° 4, 1969, p. 728-732.
86. Matthews, R. Some functional aspects of oilseed flours in bread. Bakers' Digest, 46, n° 2, 1972, p. 46-78.
87. Nations Unies, UNIDO - Review and comparative analysis of oilseed raw materials and processes suitable for the production of protein products for human consumption. New York, Nations Unies, 1974, 36 p. (UNIDO ID/126).
88. Michalon, D. et al. Nouveau procédé pneumatique pour morceler des corps solides poreux, notamment végétaux, et en particulier pour le décorticage des graines. Paris. DGRST. 1972, p. 1-21. (Action concertée : Technologie agricole. Contrat n° 71 72 751).
89. Mieth, G. et al. Trends bei der Verarbeitung von Ölsamen und Früchten. Die gleichzeitige Gewinnung von Ölen und Proteinen. Die Nahrung, 19, n° 8, 1975, p. 687-696.
90. Milligan, E. Survey of current solvent extraction equipment. Journal of the American Oil Chemists' Society, 53, n° 6, 1976, p. 286-290.
91. Mixon, A. and K. Rogers. Peanuts resistant to seed invasion by Aspergillus flavus. Oléagineux, 28, n° 2, 1973, p. 85-86.
92. Montenez, J. Recherches expérimentales sur l'écologie de la germination chez l'arachide. Bruxelles, Direction agricole, forêts, élevage, 1957, 130 p.
93. Moreau, C. Contamination fongique des arachides et de leurs tourteaux. Revue française des corps gras, 24, n° 1, 1977, p. 27-34.
94. Muller, H. Emploi des filtres funda dans l'industrie des corps gras. Oléagineux, 22, n° 2, 1967, p. 109-112.
95. Mullor, J. Integración biológica de los aceites alimenticios. Informaciones sobre Grasas y Aceites, 9, n° 3, 1971, p. 48-70.
96. Nielaes, et J. Demol. La floraison de l'arachide dans les conditions climatiques de Bambesa. Bulletin agricole Congo belge, 49, n° 6, 1958, p. 1501-1502.

97. Norden, A. Breeding of the cultivated peanut. In : Peanuts - Culture and uses. A symposium. Stillwater, 1973, American Peanut Research and Education Association Inc., 1973, p. 175-208.
98. Ohlson, R. and C. Svensson. Comparison of oxalic acid and phosphoric acid as degumming agents for vegetable oils. Journal of the American Oil Chemists' Society, 53, n° 1, 1976, p. 8-11.
99. Orr, E. and D. Adair. The production of protein foods and concentrates from oilseeds. London, Tropical Products Institute, 1967. (Tropical Products Institute Report G 31).
100. Pabst, P. Stockage des huiles brutes et raffinées; différents moyens et traitements permettant d'en maintenir la qualité. Revue française des corps gras, 14, 1967, p. 167-172.
101. Pattee, H. and J. Singleton. Comparison of geographical and varietal effects on the peanut volatile profile by peak-ratio analysis. Journal of agricultural and food chemistry, 20, n° 6, 1972, p. 1119-1124.
102. Pattee, H., J. Singleton and E. Johns. Effects of storage time and conditions on peanut volatiles. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 19, n° 1, 1971, p. 134-137.
103. Pominski, J. et al. Improvement of shelf life of partially defatted peanuts by intromission of nitrogen into the interstices of the peanuts. Journal of Food Science, 40, n° 1, 1975, p. 192-194.
104. Prandini, D. Les huiles alimentaires fluides et concrètes. Aspect pratique. Les Annales d'hygiène de langue française. Médecine et nutrition, 10, n° 1, 1974, p. 71-79.
105. Praquin, J. et M. Tardieu. L'arachide dans les zones d'altitudes de l'Ouest Cameroun. Agronomie tropicale, 31, n° 1, 1976, p. 83-89.
106. Prévot, A. Evolution et méthodes d'élimination des aflatoxines dans les produits oléagineux - Huiles et tourteaux. Revue française des corps gras, 21, n° 2, 1974, p. 91-103.
107. Prévot, A. Evolution et méthodes d'élimination des aflatoxines dans les produits oléagineux. Cahiers de nutrition et de diététique, 11, n° 2, 1976, p. 105-116.
108. Prévot, P. Croissance, développement et nutrition minérale de l'arachide Paris, SETCO, 1949, 108 p. (Oléagineux coloniaux, Série scientifique n° 4).
109. Prine, G. Perennial peanuts for forage. In : Soil and Crop Science Society of Florida. Annual Meeting. 32. St. Petersburg. 1972. Proceedings. Gainesville. University of Florida, 1973, p. 33-35.
110. Quinn, M. et al. Fungal fermentation of peanut flour : effects on chemical composition and nutritive value. Journal of Food Science, 40, n° 3, 1975, p. 470-474.

111. Rathore, B. and D. Chaturvedi. Studies on cereal-free rations based on rice polishings and groundnut cake for growing chicks. 3. Effect of cheap protein supplements. Poultry Science, 50, n° 2, 1971, p. 370-374.
112. Reid P. and F. Cox. Soil properties, mineral nutrition and fertilizer practices. In : Peanuts - Culture and uses. A symposium. - Stillwater, 1973, American Peanut Research and Education Association Inc., 1973, p. 271-297.
113. Reimbert, A. Génie civil des silos et magasins de stockage des graines oléagineuses. Revue française des corps gras, 14, 1967, p. 29-35.
114. Rhee, K. C. Cater and K. Mattel. Simultaneous recovery of protein and oil from raw peanuts in an aqueous system. Journal of Food Science, 37, n° 1, 1972, p. 90-93.
115. Rhee, K. K. Mattil and C. Cater. Recovers protein from peanuts. Food Engineering, 45, n° 5, 1973, p. 82-86.
116. Rhee, K. et al. Processing edible peanut protein concentrates and isolates to inactive aflatoxins. Journal of the American Oil Chemists' Society, 54, n° 3, 1977, p. 245A-249A.
117. Rodrigo, M. C. Tejedor y L. Duran. Características industriales y bioquímicas de variedades de cacahuetes. Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, 10, n° 4, 1970, p. 560-570.
118. Sahni, S., K. Krishnamurthy and G. Girish. Development of high protein bread. Part 1. Groundnut flour and groundnut protein isolate utilisation. Journal of Food Science, 12, n° 6, 1975, p. 283-289.
119. Samples, L. Le séchage de l'arachide, facteur de qualité. Oléagineux, 24, n° 1, 1969, p. 27-29.
120. Sankara Rao, D. and K. Achaya. Occurrence and possible protective function of carbon dioxide in oilseeds. Journal of the Science of Food and Agriculture, 20, n° 9, 1969, p. 531-534.
121. Nations Unies, UNIDO. Pre-investment considerations and appropriate industrial planning in the vegetable oil. New York, United Nations, 1974, 32 p. (UNIDO ID/122).
122. Sekhon, K. et al. Variability in fatty acid composition in peanut. 2. Spreading group. Journal of the Science of Food and Agriculture, 24, n° 8, 1973, p. 957-960.
123. Sekhon K., et al. Variability in fatty acid composition in peanut. Journal of the Science of Food and Agriculture, 23, n° 8, 1972, p. 919-924.
124. Sempore. G. Etude des triglycérides de l'huile d'arachide. Thèse Docteur Ingénieur. Biochimie appliquée option nutrition. Université Dijon, 1975, 132 p.
125. Sempore, G. et J. Bezar. Les triglycérides de l'huile d'arachide. Revue française des corps gras, 24, n° 12, 1977, p. 611-621.

126. Sergiel, J., G. Rocquelin et L. Recorbet. Digestibilité des huiles de colza, de coprah et d'arachide. Etude de leur lipolyse in vitro et in vivo. Annales de biologie animale, biochimie, biophysique, 15, n° 1, 1975, p. 103-114.
127. Shibuya, T. Morphological and physiological studies on the fructification of peanut (Arachis hypogea). Formose, Imperial University, 1935, 120 p.
128. Silvestre, P. Production d'arachide à Madagascar. Agronomie tropicale, 18, n° 5, 1963, p. 511-526.
129. Sledd, C. et al. Evaluation des facteurs liés à l'environnement et présence des aflatoxines dans les arachides décortiquées de Virginie de 1964 à 1968. In : Sharpley J., Kaplan A. Proceedings of the International biodegradation symposium : sessions 4, 14, 3. Kingston. London, Applied Science Publishers Ltd. p. 625-634.
130. Solomon, B. Les procédés Zenith et de Kaminskij et l'amélioration des coefficients de neutralisation des huiles végétales. Revue française des corps gras, 19, n° 2, 1972, p. 107-111.
131. Stein, W. and P. Glaser. Continuous solvent extraction of sunflower seed, groundnuts, palmkernels, rapeseed, and copra. Journal of the American Oil Chemists'Society, 53, n° 6, 1976, p. 283-285.
132. Sturkie, and C. Buchanan. Cultural practices. In : Peanuts - Culture and uses. A symposium. - Stillwater, 1973, American Peanut Research and Education Association Inc., 1973, p. 299-326.
133. Svensson, C. Use or disposal of by-products and spent material from the vegetable oil processing industry in Europe. Journal of the American Oil Chemists'Society, 53, n° 6, 1976, p. 443-445.
134. Tango, J., T. Menezes y C. de Teixeira. Levantamento da ocorrência de aflatoxina em sementes de amendoim nas safras das águas e da seca. Coletanea do Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1, n° 1, 1966, p. 1-11.
135. Thiesen, J. Detoxification of aflatoxins in groundnut meal. Animal Feed Science and Technology, 2, n° 1, 1977, p. 67-75.
136. Thurman, B. Losses in the refining of edible oils. Industrial and Engineering Chemistry, 15, 1923, p. 395-396
137. Tiemstra, P. Determining the quality of raw peanuts and manufactured products. In : Peanuts - Culture and uses. A symposium. Stillwater, American Peanut Research and Education Association, Inc., 1973, p. 603-656.
138. Tindale, L. and S. Hill-Haas. Current equipment for mechanical oil extraction. Journal of the American Oil Chemists'Society, 53, n° 6, 1976, p. 265-270.
139. Tressler, and J. Woodroof. Peanut products. In : Tressler D., Woodroof J. Food products formulary. Vol. 3. Fruit, vegetable and nut products. Westport, Avi Publishing Co., 1976, p. 233-240.

140. Troeger, J., E. Williams and C. Aflatoxin incidence in peanuts as affected by harvesting and curing procedures. Oléagineux, 25, n° 4, 1970, p. 213-216.
141. Utley, P. et al. Comparison of unground, ground and pelleted peanut hulls as roughage sources in steer finishing diets. Journal of Animal Science, 37, n° 2, 1973, 608-611.
142. Uzzan, A. L'inflammation des tourteaux : causes et prévention. Revue française des corps gras, 16, n° 11, 1969, 713-719.
143. Vachel, J. L'utilisation des tourteaux. Revue de l'élevage, Bétail et basse-cour, n° 48, 1970, p. 117-124.
144. Vigne, J. Effects éventuels de l'huile d'arachide sur l'athérosclérose humaine. Les Annales d'hygiène de langue française. Médecine et nutrition, 10, n° 4, 1974, p. 351-359.
145. Walradt, J. et al. Volatile components of roasted peanuts. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 19, n° 5, 1971, p. 972-979.
146. Waltring, A. Fate of aflatoxin during roasting and storage of contaminated peanut products. Journal of the Association of Official Analytical Chemists, 54, n° 3, 1971, p. 533-539.
147. Ward, J. Processing high oil content seeds in continuous screw presses. Journal of the American Oil Chemists' Society, 53, n° 6, 1976, p. 261-264.
148. Whitaker, T. and E. Wiser. Theoretical investigations into the accuracy of sampling shelled peanuts for aflatoxin. Journal of the American Oil Chemists' Society, 46, n° 7, 1969, p. 377-379.
149. Wilson, D. and E. Jay. Effect of controlled atmosphere storage on aflatoxin production in high moisture peanuts - groundnuts -. Journal of Stored Products Research, 12, n° 2, 1976, p. 97-100.
150. Wilson, R. The market for edible groundnuts. London. Tropical Products Institute, 1975, 119 p..(Report G. 96).
151. Wolff, J. Manuel d'analyse des corps gras. Paris. Azoulay. 1968. 552 p.
152. Woodroof, J. Peanuts : production, processing, products. Second edition. Westport, the Avi Publishing Co., 1973, 330 p.
153. Woodward, and R. Hutchison - Drying farmers' stock peanuts with intermittent exposures to heated air. U.S. Department of Agriculture, Marketing Research Report n° 933, 1972, p. 1-25.
154. Worthington, R. and R. Hammons. Influence de la variation génotype sur la composition en acides gras et la stabilité de l'huile d'Arachis hypogea L. Oléagineux, 26, n° 11, 1971, p.695-700.
155. Worthington, and R. Hammons. Variability in fatty acid composition among Arachis genotypes : a potential source of product improvement. Journal of the American Oil Chemists' Society, 54, n° 2, 1977, p. 105A-108A.
156. Worthington, R., R. Hammons and J. Allison. Varietal differences and seasonal effects on fatty acid composition and stability of oil from 82 peanut genotypes. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 20, n° 3, 1972, p. 727-730.

157. Wright, L. Finished oil handling and storage in the US Journal of the American Oil Chemists'Society, 53, n° 6, 1976, p. 408-409.
158. Young C. Automated colorimetry measurement of free arginine in peanuts as a means to evaluate maturity and flavor. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 21, n° 4, 1973, p.556-558.
159. Young, C. and R. Hammons. Variations in the protein levels of a wide range of peanut genotypes. Oléagineux, 28, n° 6, 1973, p. 293-297.
160. Young, C. et al. Effect of harvest date and maturity upon free amino acid levels in three varieties of peanuts. Journal of the American Oil Chemists'Society, 51, n° 6, 1974, p. 269-273.
161. Young, C. and G. Waller. Rapid oleic/linoleic microanalytical procedure for peanuts. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 20, n° 6, 1972, p. 1116-1118.
162. Young, C. et al. Some environmental factors affecting free amino acid composition in six varieties of peanuts. Journal of the American Oil Chemists'Society, 51, n° 6, 1974, p. 265-268.
163. Young C. et al. Fatty acid composition of Spanish peanut oils as influenced by planting location, soil moisture conditions, variety, and season. Journal of the American Oil Chemists'Society, 51, n° 7, 1974, p. 312-315.
164. Zambettakis, C. Recherches sur la désinfection des arachides et des tourteaux parasités par l'Aspergillus flavus, champignon parasite et cancérigène, et méthodes culturales. In : Congrès international des industries agricoles et alimentaires. 12. 1974. Athènes. Quelques problèmes intéressant les industries agricoles et alimentaires en zone méditerranéenne. Paris. Commission internationale des industries agricoles et alimentaires, s.d., p. 195-202.
165. Zambettakis, C. Etude de la contamination de quelques variétés d'arachide par Aspergillus flavus. Oléagineux, 30 n° 4, 1975, p. 161-167.
166. Zambettakis, C. et A. Bockelee-Morvan. Recherches sur la structure du tégument séminal de la graine d'arachide et son influence sur la pénétration de l'Aspergillus flavus. Oléagineux, 31, n° 5, 1976. p. 219-228.
167. Zdarkova, E. and M. Reska. Weight losses of groundnuts - Arachis hypogea - from infestation by the mites Acarus siro L and Tyrophagus putrescentiae - Schrank -. Journal of Stored Products Research, 12, n° 2, 1976, p. 101-104.
168. Zehnder, C. Deodorization.1975. Journal of the American Oil Chemists'Society, 53, n° 6, 1976, p. 364-369.
169. Nations Unies. FAO. Annuaire FAO de la production 1976. Vol. 30, Rome, FAO, 1977, 354 p.
170. Nations Unies. FAO. Annuaire FAO du commerce 1976. Vol. 30. Rome, FAO, 1977.
171. Nations Unies. FAO. Annuaire de la production 1964. Vol. 18. Rome, FAO, 1965, 547 p.
172. Nations Unies. FAO. Annuaire de la production 1968. Vol. 22. Rome, FAO, 1969, 814 p.
173. Nations Unies. FAO. Annuaire de la production 1972. Vol. 26, Rome. FAO, 1973, 496 p.

174. Nations Unies, FAO. Annuaire de la production 1974. Vol. 28. Rome, FAO, 1975, 325 p.
175. Nations Unies, FAO. Annuaire de la production 1975. Vol. 29. Rome, FAO, 1976, 555 p. (Collection FAO Statistique n° 2).
176. Nations Unies, FAO. Annuaire du commerce 1975. Vol. 29. Rome, FAO, 1976, 531 p. (Collection FAO Statistique n° 3).
177. Arachides de bouche. In : Commission des communautés européennes. Direction du développement et de la coopération. Direction des échanges commerciaux et du développement. Possibilités de création d'industries exportatrices dans les Etats africains et malgaches associés. Conserves et préparation de fruits tropicaux : dattes, bananes, agrumes et huiles essentielles, ananas et conserves au sirop, anacardes et amandes cajou, arachides de bouche, fruits exotiques divers. Bruxelles. CEE. 1974, p. 379-462.
178. Nations Unies. FAO. La conservation et l'entreposage des arachides. Dakar, Institut de technologie alimentaire. Rome, FAO, 1974, 43 p.
179. Les décortiqueuses d'arachide à main. Oléagineux, 22, n° 2, 1967, p. 95-97.
180. Gemeinschaftsarbeiten der DGF, 63. Mitteilung. Gewinnung von Fetten und Ölen aus pflanzlichen Rohstoffen durch Extraktion. 1. Fette, Seifen, Anstrichmittel, 77, n° 10, 1975, p. 373-382.
181. Gemeinschaftsarbeiten der DGF, 65. Mitteilung. Gewinnung von Fetten und Ölen aus pflanzlichen Rohstoffen durch Extraktion. 2. Aus dem Arbeitskreis "Technologien der industriellen Gewinnung und ... Fette, Seife, Anstrichmittel, 78, n° 6, 1976, p. 217-223.
182. Nations Unies. UNIDO. Guidelines for the establishment and operation of vegetable oil factories. New York, United Nations. 1977, 116 p. (UNIDO ID/196).
183. Nations Unies, FAO. Norme internationale recommandée pour l'huile comestible d'arachide. Rome, FAO, 1970, 19 p. (Commission du Codex Alimentarius, CAC-RS 21).

G-7



79.11.12