



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> 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.

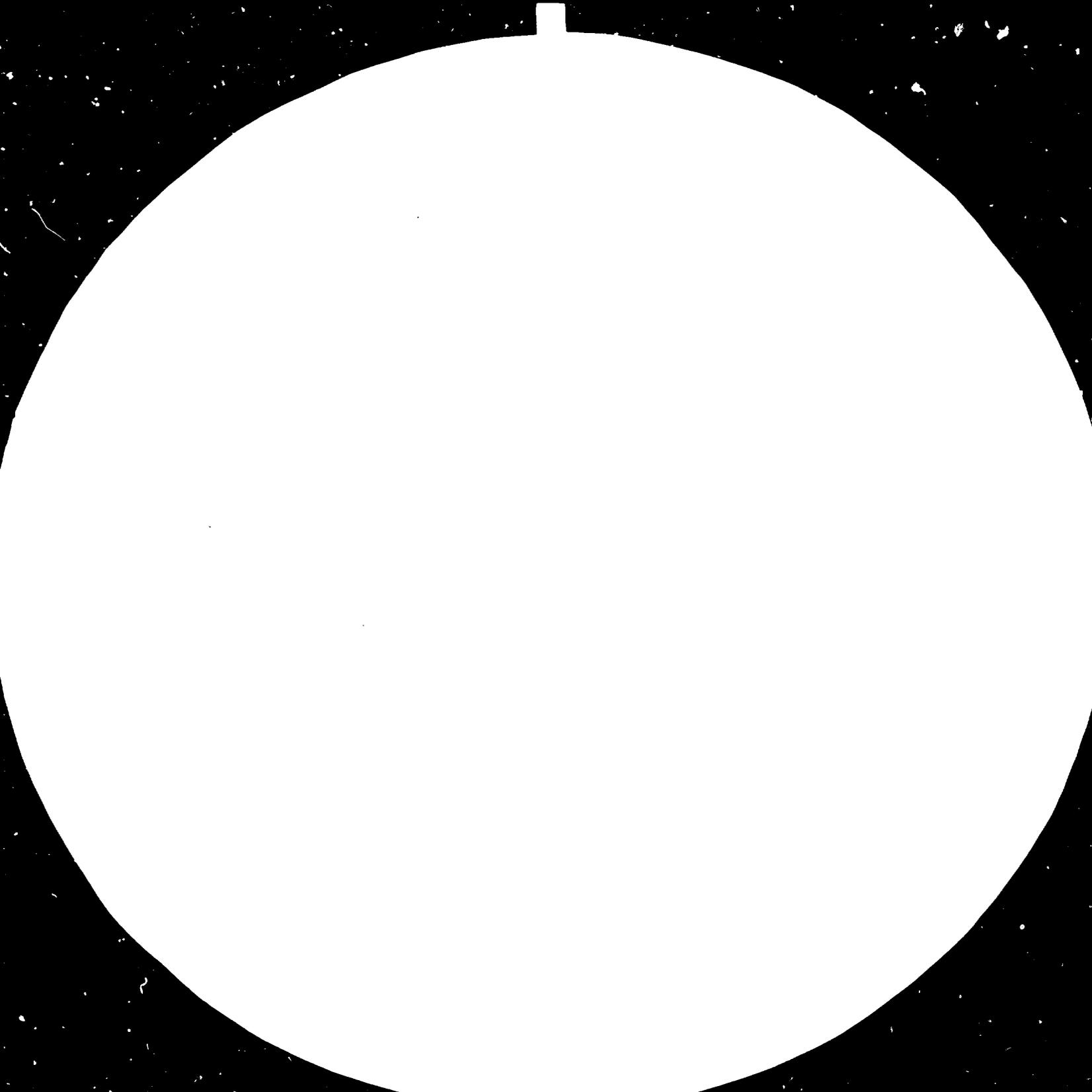
## FAIR USE POLICY

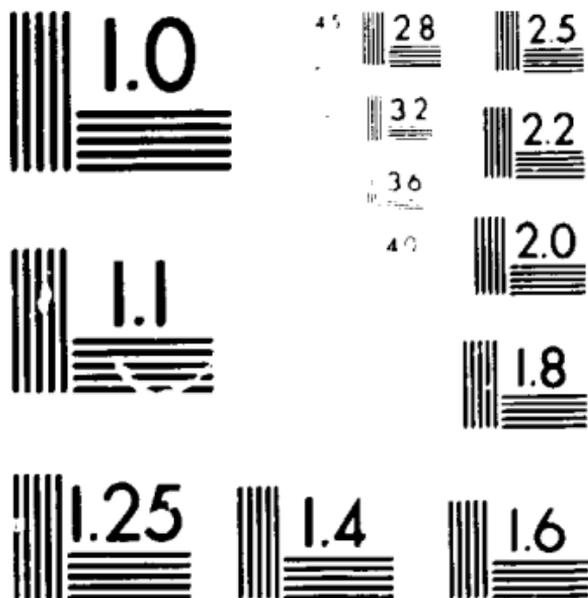
Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)





MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART  
 NATIONAL BUREAU OF STANDARDS  
 (STANDARD REFERENCE MATERIAL 1010a)  
 (ANSI and ISO TEST CHART No. 2)



13885-F



Distr. LIMITEE

ID/WG.427/1

18 juillet 1984

FRANCAIS

Original : ANGLAIS

Organisation des Nations Unies pour le développement industriel

Deuxième Consultation sur l'industrie alimentaire  
et plus particulièrement sur les huiles  
et les graisses végétales

Copenhague (Danemark), 15-19 octobre 1984

ACTIVITES DE TRANSFORMATION EN AVAL DANS L'INDUSTRIE  
DES HUILES ET DES GRAISSES VEGETALES\*

Document d'information

établi par

M. Karl-Friedrich Gander

Consultant de l'ONUDI

2430

\* Les opinions exprimées dans le présent document sont celles de l'auteur et ne reflètent pas nécessairement celles du secrétariat de l'ONUDI. Traduction d'un document n'ayant pas fait l'objet d'une mise au point rédactionnelle.

V.84-88511

	<u>Page</u>
Résumé	3
Introduction	4
1. <u>Notes explicatives</u>	5
1.1 Les huiles végétales en tant que matières premières	5
1.2 Aspects agricoles	5
1.3 Aspects nutritionnels	6
1.4 Modification chimique possible	7
1.5 Obtention du matériel	8
1.6 Production de carburant pour moteurs diesel	9
2. <u>Différents types possibles d'activités de transformation en aval fondées sur les huiles végétales et domaines d'application des produits obtenus</u>	10
2.1 Activités agricoles	10
2.2 Stockage, transport et transformation des graisses	11
2.3 Produits à base de graisses comestibles	14
2.4 Utilisation de graisses comestibles dans la fabrication des produits d'affouragement	16
2.5 Utilisation des tourteaux comme matières premières dans d'autres industries	16
2.6 Les savons	18
2.7 Utilisations industrielles des huiles et graisses (neutres)	19
2.8 Produits lipochimiques	20
2.9 Dérivés des produits lipochimiques de base	21
3. <u>Différences technologiques essentielles et d'ordre général concernant différents types d'activités de traitement en aval des huiles végétales</u>	22
3.1 Toute l'opération doit partir de zéro	22
3.2 Il existe déjà des réalisations importantes dans le domaine de la technologie des huiles végétales	22
3.3 Il existe pour différents types d'activités d'aval des différences technologiques d'ordre général qu'il faut examiner sous deux aspects	25
4. <u>Conditions économiques et techniques indispensables pour développer les activités de transformation en aval</u>	30
<u>Annexes</u>	
1. <u>Annexe I</u> : Exemple schématisé d'une activité de transformation en aval (exemple : huile de tournesol)	33
2. <u>Annexe II</u> : Principaux produits lipochimiques - production et application	34

Résumé

1. En principe, les activités de traitement en aval sont particulièrement intéressantes pour les pays en développement en raison des nombreuses possibilités qu'elles offrent de rationaliser l'agriculture, de développer les activités industrielles et d'améliorer l'état nutritionnel, le pouvoir d'achat et le niveau de vie. Indépendamment de l'intérêt qu'elles présentent de ce fait aux plans national et régional, les activités de ce genre permettent dans une large mesure de faire face à l'accroissement de la demande de graisses comestibles et de protéines due à l'augmentation de la population mondiale.
2. Dans ce domaine, les techniques ne sauraient donner de bons résultats sans un approvisionnement suffisant et fiable en matières premières. Il est indispensable, grâce à un choix judicieux de graines et de fruits oléagineux bien adaptés aux conditions locales et à une bonne orientation des activités agricoles dans la zone de culture, d'obtenir des rendements élevés et par conséquent des coûts de production raisonnablement bas. Il est essentiel de créer des liens étroits entre les agriculteurs et les usines de transformation (principalement les huileries et les usines d'extraction) pour garantir un approvisionnement fiable et une utilisation optimale des usines. Il est également indispensable de pouvoir compter sur un système de stockage et de transport bien organisé et sur un approvisionnement en énergie suffisant.
3. Etant donné le rôle central que les activités de transformation des huiles végétales peuvent jouer à cet égard, leur implantation doit s'accompagner de la création d'une industrie agro-alimentaire importante et diversifiée, compte tenu des habitudes alimentaires locales ainsi que d'autres aspects de la commercialisation.
4. Les tourteaux riches en protéines constituent des sous-produits importants de l'extraction de l'huile à partir des graines oléagineuses étant donné le rôle essentiel qu'ils peuvent jouer pour améliorer la production de viande et de lait. A l'avenir, il faudrait que des quantités importantes de protéines végétales soient consommées directement afin d'éviter le détour coûteux que constitue la production de viande, mais cette idée doit faire l'objet de nouveaux travaux de recherche et de marketing à l'échelle mondiale.

5. Les graisses et les huiles "acides" de qualité inférieure peuvent servir de base pour des activités diversifiées de fabrication de savon et de produits lipochimiques; vu le rôle important que la coopération internationale joue dans ce domaine, les pays en développement doivent nécessairement y faire appel. Les excédents de matières premières de prix élevé devraient être exportés pour permettre d'importer des huiles meilleur marché pour l'alimentation ou les applications industrielles. Toutefois, la scission des graisses et les autres procédés lipochimiques requièrent des installations complexes et coûteuses, et il convient de prendre en considération les excédents de capacité à l'échelle mondiale avant d'investir.

6. Le recours à des consultants, l'établissement de contacts concernant le savoir-faire et la création de nouvelles coentreprises peuvent contribuer à résoudre les problèmes agricoles ainsi que les problèmes de traitement et de commercialisation. Les organisations internationales comme l'ONUDI peuvent contribuer à entretenir un dialogue continu entre les experts, à amener des partenaires internationaux à se rencontrer et à appuyer des projets particuliers.

#### Introduction

7. L'expression "traitement en aval" recouvre tous les aspects techniques pris au sens le plus large, à commencer, dans le cas qui nous occupe, par la culture des plantes et des arbres oléifères, leur reproduction et leur exploitation dans des conditions appropriées d'un point de vue agricole, la transformation des matières premières en produits semi-finis et finis et l'utilisation optimale des sous-produits, ce qui suppose que l'on prenne en considération les aspects liés au marketing.

8. Les activités de transformation en aval des huiles végétales présentent un intérêt particulier du fait qu'elles jouent un rôle important, voire très souvent capital, pour assurer l'utilisation optimale des terres agricoles, bien nourrir la population, donc élever le niveau de vie et la productivité totale du pays. Bien qu'il soit possible de citer un certain nombre d'exemples qui illustrent parfaitement cette évolution dans quelques pays en développement, en particulier en Asie, il reste encore beaucoup à faire dans certains pays et il faut même repartir sur de nouvelles bases dans d'autres.

9. Sachant que leur production a enregistré un taux de croissance deux fois plus élevé en moyenne que le taux de croissance démographique au cours des dernières décennies, les huiles végétales (et les protéines) seront appelées à jouer un rôle essentiel au cas où la population mondiale viendrait à doubler.

1. Notes explicatives

10. La transformation en aval des huiles végétales présente un certain nombre d'aspects généraux qui, à la différence de nombreuses autres techniques simples, méritent une attention particulière :

1.1 Les huiles végétales en tant que matières premières

11. Les huiles végétales<sup>1/</sup> (et les protéines) sont des matières premières renouvelables qui peuvent servir non seulement comme produits d'alimentation et d'affouragement mais aussi pour des applications industrielles. Aucun autre aliment n'est aussi riche en énergie que les graisses végétales (9 kcal/g, contre 4 kcal/g pour les protéines et les glucides). En outre, cette énergie est relativement bon marché. Près d'un tiers de la production totale de graisses comestibles est offert sur les marchés mondiaux, le reste étant consommé dans les pays d'origine.

1.2 Aspects agricoles

12. L'examen de la question des ressources renouvelables a donné lieu à une évaluation du potentiel des différents types de biomasse par rapport à celui de l'huile minérale :

	huile minérale	lignine	cellulose	amidon	sucres	huiles et graisses
densité énergétique	+++	++	+	+	+	+
réactivité	++	+	++	++	++	+++
production de composés bien définis	++	-	++	++	+++	+++
applications multiples des éléments constitutifs	+++	-	-	-	-	++
proximité du producteur final	++	-	-	-	-	++
possibilité d'obtenir des réactions homogènes	+++	-	-	+	++	+++

Source : Battelle.

<sup>1/</sup> Il n'existe aucune différence majeure entre les huiles et les graisses (par exemple le fait que la graisse de noix de coco se présente sous forme d'huile dans les climats tropicaux est dû à la température; toutes les huiles naturelles se solidifient à 100 % à -40°C).

13. Les huiles et les graisses pourraient donc constituer la meilleure source de matières premières pour la fabrication de différents produits chimiques si cela pouvait se justifier du point de vue économique. Quant au problème particulier de la production de carburants pour les moteurs diesel qui suscite beaucoup d'intérêt, il ne faut pas oublier que la moitié de la production totale d'huiles et de graisses comestibles ne permettrait de satisfaire qu'1 % de la demande d'huile minérale (trois milliards de tonnes).

14. L'exploitation de plantes productrices d'huile, dont certaines peuvent même donner deux récoltes par an, comme par exemple le soja aux Etats-Unis et au Brésil, offre des perspectives intéressantes. La culture du colza après d'autres cultures, qui a pour effet d'accroître la teneur en azote du sol en raison de l'activité des bactéries des racines, ou le remplacement des hévéas par des palmiers sont également des possibilités intéressantes; le capital investi dans les plantations serait ainsi rentable beaucoup plus rapidement. Bien que les conditions climatiques soient les principaux facteurs qui limitent les possibilités d'application d'un tel programme agricole, la qualité du sol, la structure de l'agriculture et la possibilité d'obtenir des engrais, de la main-d'oeuvre et des machines doivent également être prises en considération. Les rendements par hectare sont élevés : 350 kg d'huile de soja (plus protéines); 600 kg d'huile de tournesol (plus protéines) et jusqu'à 6 000 kg d'huile de palme.

### 1.3 Aspects nutritionnels

15. On sait que la dénutrition est principalement liée à l'insuffisance du pouvoir d'achat. Alors que la production alimentaire mondiale totale permettrait de couvrir plus de 105 % des besoins, ceux-ci ne sont couverts, dans les pays en développement, qu'à 85 %. Diverses plantes peuvent être cultivées dans ces derniers pays à condition d'être bien adaptées aux conditions climatiques et autres. Le rapport de teneur en énergie entre les graisses et huiles consommées par la population des pays en développement et par celle des pays hautement industrialisés se situe dans une fourchette comprise entre moins de 10 % et plus de 40 % (y compris les graisses dissimulées, comme par exemple celles contenues dans la viande et le fromage). La présence de graisses accroît la valeur énergétique concentrée des produits alimentaires, ce qui permet d'éviter les inconvénients des aliments volumineux comme ceux qui sont consommés à l'heure actuelle dans la plupart des pays en développement.

16. La malnutrition constitue également un aspect important du problème, en particulier pour la vitamine A et, dans une moindre mesure, les vitamines D, E, K et l'acide linoléique (parfois encore appelé vitamine F). Dans une bonne partie de l'Afrique, de l'Amérique du Sud et de l'Extrême-Orient, les enfants souffrent souvent de carences en vitamine A ou en carotène (provitamine A) car la viande et les légumes verts frais manquent ou sont trop coûteux (ces carences entraînent la xérophtalmie/cécité). Toutes ces vitamines étant solubles dans les graisses, celles-ci constituent un excipient idéal. L'huile de palme rouge est une source naturelle de carotène et les vitamines E et F sont présentes en quantités assez importantes dans la plupart des huiles végétales.

#### 1.4 Modification chimique possible

17. Les huiles de qualité inférieure et surtout les tourteaux obtenus à partir de graines oléagineuses, ont un rôle extrêmement important à jouer, en tant que produits d'affouragement, pour accroître le rendement de l'élevage, en particulier la production de viande et de lait. A long terme, les protéines des graines oléagineuses devront constituer une partie importante de l'alimentation humaine afin de permettre de faire face à l'accroissement de la population mondiale. La production indirecte de protéines animales est de quatre à sept fois moins efficace que la production directe de protéines végétales.

18. En règle générale, les graisses et huiles comestibles se composent de glycérine et de divers acides gras dont la longueur des chaînes moléculaires et le niveau de saturation ou d'insaturation sont différents et qui peuvent servir à des applications chimiques. L'utilisation des acides gras saturés présentant des chaînes de différentes longueurs est très répandue et les techniques correspondantes sont parfaitement au point; en revanche, il existe de nombreuses possibilités encore inutilisées dans le domaine de la modification des acides gras insaturés.

19. Bien que les acides gras libres obtenus en tant que sous-produits de la transformation de l'huile ne puissent couvrir qu'un faible pourcentage des besoins, la scission des graisses neutres pour obtenir des acides gras libres n'est intéressante d'un point de vue commercial que si les matières premières sont soit très bon marché (suif), soit très rares (acides gras à chaîne moyenne, par exemple l'huile de noix de coco); sinon, il est bien plus avantageux d'exporter des huiles neutres et d'importer des acides gras bruts ou même distillés.

20. Pour la fabrication des principaux produits alimentaires ainsi que des divers types de savons, il faut mélanger plusieurs acides gras pour obtenir un niveau de qualité suffisant. On doit en tenir compte dans toute la mesure du possible au stade de la production des graines et des fruits oléagineux, sinon on pourra être obligé d'acheter les matières premières manquantes sur le marché mondial de l'huile et des acides gras.

21. Les produits lipochimiques entrent dans une large mesure en concurrence avec ceux de l'industrie pétrochimique, à l'échelle mondiale. La décision de créer des industries lipochimiques fondées sur les graisses et les acides gras doit être étudiée avec le plus grand soin en tenant compte au plus haut point des besoins d'autres industries bien implantées dans la région (textiles, papier, cuir, produits chimiques, produits de beauté, etc.) car il serait difficile de trouver des clients et des collaborateurs à l'étranger.

Chiffres globaux relatifs à l'utilisation  
des huiles et graisses

(Utilisation)	(millions de tonnes)
Produits alimentaires et d'affouragement	52
Savon	4
Produits lipochimiques	3
Autres utilisations industrielles (peintures, linoléum, etc.)	2

A titre de comparaison, la production totale de produits pétrochimiques est de l'ordre de 150 millions de tonnes.

1.5 Obtention du matériel

22. La plus grande partie du matériel nécessaire pour implanter une activité d'aval axée sur la transformation des graisses comestibles est disponible chez des fabricants spécialisés, dans le monde entier. Le choix de l'enchaînement des opérations est toutefois essentiel pour la première phase de l'extraction de l'huile et de la transformation des graisses; le choix des techniques à suivre doit y être adapté. Il peut être souhaitable de demander des conseils à des compagnies expérimentées ayant déjà fait la preuve de leur aptitude à lancer avec succès de telles activités dans les pays en développement et de s'assurer leur concours.

1.6 Production de carburant pour moteurs diesel

23. La possibilité d'utiliser des huiles végétales comme carburant pour les moteurs diesel peut présenter de l'intérêt pour les agriculteurs ou même pour les gouvernements qui souhaitent économiser les devises étrangères comme dans le cas du Brésil. Toutefois, cette solution ne se justifie guère. La malnutrition pourrait s'aggraver à l'échelle mondiale si l'on utilisait une quantité relativement importante d'huiles comestibles pour faire fonctionner les moteurs (il ne faut pas perdre de vue que la consommation mondiale d'huile minérale est de trois milliards de tonnes, alors que la production d'huile comestible n'est que de 60 millions de tonnes). Quant aux prix, si l'on se base sur les cours mondiaux, il existe encore un écart considérable que la réduction des coûts de transport et autres ne permettra pas de combler dans un proche avenir.

2. Différents types possibles d'activités de transformation en aval fondées sur les huiles végétales et domaines d'application des produits obtenus

24. Les activités de traitement en aval comprennent tous les domaines d'utilisation de la production agricole d'un pays ainsi que l'ensemble des produits finis ou semi-finis, qu'il s'agisse de produits principaux, de sous-produits ou de dérivés. Ces activités nécessitent un enchaînement complet d'étapes technologiques interdépendantes à l'intérieur du même pays. Différentes possibilités peuvent être envisagées pour le choix du produit final. D'une manière générale, l'objectif devrait être d'obtenir le produit dont la valeur est la plus élevée possible sur le marché mondial, mais il convient d'envisager d'autres possibilités au cas où les priorités seraient différentes en raison de la situation spéciale du pays. Il peut être nécessaire d'importer des matières premières particulières, des produits semi-finis ou du matériel de transformation si cela se justifie dans une perspective plus large.

25. Les principales solutions envisageables pour implanter ou développer des activités de transformation en aval fondées sur les huiles végétales sont indiquées dans le présent chapitre, qui est suivi d'une évaluation critique (voir 3).

2.1 Activités agricoles

a) Culture de plantes et d'arbres oléifères dont les fruits ont une forte teneur en graisse.

Possibilité : Importation des semences ou des plantes nécessaires pour la mise en culture initiale. Compte tenu du climat ainsi que d'autres facteurs, les cultures ci-après peuvent présenter de l'intérêt : soja, colza, tournesol, graines de coton, sésame, graines de lin, carthame, arachides, noix de coco, noix palmiste. Bien que leur importance soit moindre, un certain nombre d'autres oléagineux comme le sal (Inde), le babassou (Brésil), le jujubier (plante des déserts), l'illipé et le beurre de karité méritent une attention particulière parce que leur valeur marchande par tonne est relativement élevée. Enfin, les germes de maïs, les pépins de raisins et le son de riz présentent un potentiel intéressant pour la production d'huile. Les principaux arbres oléifères sont les oliviers et les palmiers.

b) En règle générale, les plantes et les arbres oléifères sont cultivés dans des fermes ou des plantations. Dans de nombreux cas, on peut obtenir deux récoltes par an, ce qui est même parfois bénéfique pour le sol.

c) Récolte : Toutes les graines oléagineuses énumérées plus haut peuvent être récoltées mécaniquement, ce qui non seulement est efficace, mais présente aussi l'avantage d'éviter d'endommager les graines et de leur adjoindre des corps étrangers. Les fruits des arbres oléifères peuvent être cueillis à la main, d'autant que l'on cultive maintenant des palmiers dont les troncs sont plus courts afin de faciliter la cueillette.

## 2.2 Stockage, transport et transformation des graisses

Toutes ces opérations peuvent avoir une importance capitale pour l'ensemble des activités.

2.2.1 Les olives et les fruits des palmiers doivent être transformés le plus vite possible car les graisses neutres (les triglycérides) se décomposent sous l'action d'enzymes. La capacité des usines de transformation doit être bien adaptée à la superficie des récoltes. Les opérations de transformation devront donc être décentralisées dans un certain nombre d'usines.

2.2.2 Les graines oléagineuses peuvent se conserver assez longtemps (plusieurs mois) avant que l'on commence à enregistrer une diminution importante de la quantité et de la qualité des graisses, à condition de les récolter lorsqu'elles sont mûres et sèches ou de les sécher avec un matériel approprié (ou au soleil). L'activité des enzymes est accrue lorsque les graines ont été cassées ou ont subi d'autres détériorations, ce qui, là encore, entraîne des pertes.

2.2.3 Des moyens de stockage doivent être prévus à différents stades du processus de traitement et notamment à la ferme (en petites quantités) aux points de collecte, à l'échelon régional et enfin à l'usine de traitement. Il faut faire preuve de la plus grande vigilance au cours du stockage pour éviter l'apparition de moisissures et d'autres facteurs de détérioration.

Les investissements peuvent être élevés. La capacité de stockage doit être suffisante tout au long de la phase de traitement. Il s'agit là d'un aspect auquel on doit accorder la plus haute importance car il peut avoir des incidences financières ainsi que des répercussions sur les transports, l'énergie, la main-d'oeuvre, l'hygiène et l'environnement.

### Transformation des graines et des fruits oléagineux

Les méthodes de transformation des graines et des fruits sont entièrement différentes; elles sont plus faciles à mettre en oeuvre dans le cas de ces derniers.

2.2.4 Pour obtenir de l'huile à partir des graines, on a le choix entre le pressage et l'extraction. Le pressage nécessite du matériel moins complexe, à l'exception de la presse continue de grande puissance proprement dite. Cette méthode offre une grande souplesse d'utilisation. L'électricité est la principale, voire la seule source d'énergie nécessaire. Toutefois, dans les pays industrialisés, le pressage n'est utilisé que pour les graines oléagineuses dont la teneur en graisses est supérieure à 20 % et ne font généralement l'objet que d'un pressage préalable (jusqu'à un taux d'environ 20 %) avant d'être soumises au processus d'extraction.

Pressage - avec ou sans conditionnement (afin d'obtenir plus de graisse et de détruire les enzymes).

Produits obtenus : huile brute et tourteaux (ces derniers étant destinés à l'alimentation des animaux).

Extraction - avec ou sans décorticage des graines. Le décorticage permet d'obtenir un tourteau riche en protéines qui, lorsqu'il est utilisé dans la composition des produits d'affouragement, permet de réduire beaucoup les délais nécessaires pour la production de viande (par exemple les poulets à rôtir), et est donc rentable.

Produits obtenus : huile brute et tourteaux (ces derniers étant destinés à être utilisés comme produits d'affouragement); enveloppes et coques (destinées à être brûlées dans des chaudières, dans la mesure où elles ne peuvent pas être utilisées comme sources de fibres diététiques).

Farine non déshuilée - Ce produit peut présenter de l'intérêt dans certains cas particuliers. La farine non déshuilée obtenue, par exemple, à partir du soja peut être utilisée comme produit d'affouragement ou comme additif alimentaire à condition que les consommateurs en acceptent le goût qui est quelque peu amer (le traitement se fait notamment par éclatement dans un four).

Des installations de traitement spéciales sont nécessaires pour obtenir de l'huile à partir des fruits oléagineux :

Produits obtenus : huile d'olive et huile de palme, grignons d'olives (utilisés comme produits d'affouragement), résidus des fruits de palmier (utilisés dans les chaudières de l'usine de traitement).

### Modification des graisses

La production mondiale d'huiles est supérieure à la production de graisses; ces dernières sont nécessaires pour la fabrication de nombreux produits alimentaires et pour la plupart des applications techniques (à l'exception de l'huile de palme dont la partie solide, la stéarine de palme, qui ne fond qu'à des températures relativement élevées, est moins recherchée que l'huile proprement dite, c'est-à-dire la partie liquide).

2.2.5 Hydrogénation des graisses (et des acides gras) par de l'hydrogène produit soit par électrolyse, soit par catalyse :

Produits obtenus : gamme pratiquement illimitée de graisses plus ou moins solides, adaptées aux besoins des industries des graisses comestibles et autres industries alimentaires; produits de qualité inférieure destinés à des applications particulières (savonnerie et produits lipochimiques).

2.2.6 Fractionnement des graisses, soit "à sec", soit au moyen de solvants (processus complexe exigeant des investissements importants) :

Produits obtenus : deux corps gras dont l'un ou l'autre ou les deux sont plus recherchés que les matières de départ pour la fabrication de produits à base de graisses comestibles et autres; succédanés de beurre de cacao de différentes qualités.

Ce processus est principalement utilisé pour obtenir des produits de qualité supérieure à partir du suif ou de l'huile de palme qui sont relativement faciles à fractionner.

2.2.7 Interestérisation (et réestérisation) : La réestérisation des huiles et des graisses (huile d'olive) à haute teneur en acides gras libres est possible, mais interdite dans les pays méditerranéens et dans certains autres pays. La réestérisation peut présenter un intérêt particulier pour neutraliser les acides gras libres comme par exemple ceux présents dans l'huile de son de riz (dans la mesure où celle-ci n'a pas été trop oxydée à la suite d'un stockage prolongé).

L'interestérisation est aussi importante que l'hydrogénation pour modifier les huiles et les graisses telles quelles ou mélangées; elle ne modifie que la répartition des acides gras dans les molécules de glycérides sans modifier les acides eux-mêmes. Les graisses ainsi obtenues ont une valeur marchande plus élevée.

Produits obtenus : graisses adaptées aux besoins particuliers des industries des graisses comestibles et des produits alimentaires.

L'interestérisation peut être considérée comme un complément souhaitable, mais pas toujours nécessaire, à l'hydrogénation et au fractionnement, ou comme pouvant les remplacer. En outre, l'interestérisation avec des huiles et/ou des acides lauriques est la meilleure méthode pour rendre agréables au goût des substances peu fusibles comme le suif ou la stéarine de palme.

2.2.8 Raffinage des huiles et des graisses : La graisse obtenue à l'issue du raffinage n'a pas de saveur; les produits chimiques présents dans l'environnement comme les pesticides, les aflatoxines et les oligo-éléments sont aussi éliminés. Le processus de raffinage comprend un certain nombre d'étapes : démulcination, neutralisation, décoloration et désodorisation.

Produits obtenus : huiles et graisses raffinées destinées à l'industrie des produits alimentaires;

les sous-produits obtenus au cours des différentes étapes sont les suivants : phosphatides bruts destinés à la fabrication de différents produits (margarine, chocolat, produits instantanés, produits pharmaceutiques, produits de beauté, etc.) et soapstock destiné à la production d'acides gras ou de produits d'affouragement;

Matières absorbantes (après avoir servi à décolorer l'huile, ces matières absorbantes, qui contiennent jusqu'à 50 % d'huile, sont ensuite utilisées comme produit d'affouragement);

Désodorisants condensés (pouvant être utilisés comme source de tocophérols (vitamine E) par distillation moléculaire, ou comme source d'éléments entrant dans la composition des parfums).

Selon les matières premières utilisées, les méthodes modernes de raffinage non chimiques peuvent contribuer à simplifier ce processus (voir chapitre 3 plus bas).

## 2.3 Produits à base de graisses comestibles

2.3.1 Graisses (raffinées) destinées à des applications industrielles se présentant sous la forme de produits en vrac (transport par camions, citernes, etc.) :

huiles et graisses (100 %),  
mélanges d'huiles et de graisses,  
graisses hydrogénées et mélanges de graisses présentant différents points de dilatation/liquéfaction,  
mélanges de graisses interestérisées présentant des caractéristiques particulières,  
matières grasses susceptibles d'être pompées (semi-liquides).

Produits conditionnés (boîtes de conserves, cartons d'emballage, etc.)  
mêmes produits que ceux indiqués plus haut dans la rubrique "vrac"  
ainsi que les produits suivants :  
graisses malaxées, conditionnées sous plastique,  
graisses malaxées, émulsionnées, conditionnées sous plastique,  
mayonnaise pour restaurants à service rapide et autres.

2.3.2 Produits destinés à la consommation domestique

huile de table et huile de cuisine (boîtes et bouteilles),  
graisse blanche de cuisine  
graisse jaune (contient du concentré de carotène ou d'huile de palme  
rouge et, bien souvent, des agents de sapidité, comme par exemple le  
vanespati),  
margarine (en règle générale, la margarine contient environ 80 % de  
graisses, présente une couleur jaune, contient des agents de sapidité  
et est adaptée aux besoins fonctionnels et nutritionnels grâce au choix  
de mélanges de graisses spéciaux et à l'adjonction d'additifs),  
margarines spéciales pour les boulangeries artisanales,  
mayonnaise dont la teneur en matières grasses se situe entre 10 et  
80 %; elle contient en général de 5 à 10 % de jaune d'oeuf ou, de  
préférence, des produits de remplacement à base de lécithine.

Ces produits, qui se présentent sous une forme solide ou semi-liquide,  
sont en règle générale conditionnés dans du papier, des boîtes métalliques  
et des tubes (mayonnaise).

Produits alimentaires contenant moins de 50 % de matières grasses

La quantité de matières grasses entrant dans la composition de divers  
produits alimentaires dépend des habitudes alimentaires locales, de la  
législation et du niveau de vie.

2.3.3 Produits fabriqués industriellement

produits de boulangerie : le pain contient 1 à 2 % de matières grasses  
qui sont destinées à en améliorer la qualité, la majorité des articles  
de boulangerie en contiennent entre 10 et 30 % et la pâtisserie  
jusqu'à 50 %,  
les crèmes glacées peuvent contenir jusqu'à 30 % de matières grasses,  
fromages fourrés : les graisses végétales peuvent être utilisées pour  
remplacer les matières grasses du lait pour la confection de ces  
produits (jusqu'à 50 % de la teneur en matières grasses, calculée sur  
la base du poids sec),

fromages entièrement constitués de matières végétales : peuvent contenir jusqu'à 50 % de protéines et de graisses végétales,  
conserves de poisson : peuvent contenir jusqu'à 30 % de matières grasses,  
plats préparés et plats surgelés,  
soupes - en boîte et déshydratées,  
aliments pour bébés, y compris le lait artificiel,  
produits à base de viande reconstituée et saucisses,  
gâteaux pour apéritif et pommes chips,  
saucés pour salades et autres : peuvent contenir jusqu'à 30 % de matières grasses.

#### 2.4 Utilisation de graisses comestibles dans la fabrication des produits d'affouragement

26. Les graisses végétales ou animales peuvent être utilisées pour enrichir les produits d'affouragement composés et les succédanés de lait pour l'alimentation des veaux ainsi que la nourriture pour animaux de compagnie. Il s'agit d'un secteur à part entière qui requiert un savoir-faire particulier. La quantité totale d'huiles, de graisses et d'acides gras utilisée dans la confection de ces produits est en général beaucoup plus élevée que pour des applications industrielles. Outre les huiles de poisson (hydrogénées), le suif et le saindoux de qualité médiocre ainsi que les huiles végétales de qualité inférieure entrent dans la composition de divers produits d'affouragement spécialement préparés dont la valeur nutritionnelle est élevée.

#### 2.5 Utilisation des tourteaux comme matières premières dans d'autres industries

27. Bien que cela soit variable selon les graines utilisées, les tourteaux constituent souvent le sous-produit de la transformation des graines oléagineuses qui est quantitativement le plus important et qualitativement le moins intéressant. Les protéines en sont l'élément constitutif essentiel. La proportion des divers acides aminés de ces protéines en détermine la valeur nutritive. En général, on les mélange avec d'autres éléments pour la fabrication de produits alimentaires ou de produits d'affouragement (par exemple, des additifs comme des vitamines, des amino-acides essentiels et des oligo-éléments peuvent être utilisés pour accroître la valeur nutritive). En revanche, les tourteaux peuvent contenir parfois de faibles quantités d'éléments qui peuvent en limiter l'utilisation dans la fabrication des produits d'affouragement composés (comme, par exemple, les glucosides que l'on trouve dans la farine de lin). C'est l'une des raisons pour lesquelles les

protéines végétales destinées à l'alimentation humaine n'ont été isolées qu'à partir du soja. D'autres protéines comme celles contenues dans les graines de lin ont une valeur nutritive équivalente ou même supérieure, mais elles n'ont pas encore été utilisées en raison des difficultés que présente le traitement pour éliminer les substances indésirables et les saveurs désagréables. Il conviendrait d'accorder un degré de priorité élevé aux recherches dans ce domaine.

En tant qu'éléments constitutifs des produits d'affouragement, les tourteaux jouent en général un rôle décisif dans le développement de l'élevage à grande échelle et l'accroissement de la production laitière.

2.5.1 Le grillage du tourteau pulvérisé pendant le processus d'extraction de l'huile détruit les substances qui peuvent gêner la digestion des animaux.

2.5.2 Produits destinés à l'alimentation des animaux

Tourteaux - Après avoir été soumis à une pression allant jusqu'à 1 000 bar, les tourteaux sont concassés et transportés en sacs ou en vrac et utilisés directement ou mélangés avec d'autres composants;

Tourteaux pulvérisés - Après élimination soignée des résidus d'hexane, les tourteaux pulvérisés sont transportés en sacs ou en vrac; ils sont parfois granulés pour faciliter le stockage et le transport jusqu'aux fermes ou jusqu'aux usines produisant les produits d'affouragement composés.

2.5.3 Protéines végétales destinées à la consommation humaine : Pour l'instant, l'expérience dans ce domaine se limite à la fabrication de produits à partir de la farine de soja. Le rendement en protéines par hectare des cultures de soja est environ cinq fois plus élevé que celui de l'élevage des bovins ou d'autres animaux. Le coefficient d'efficacité protéique des protéines de soja peut atteindre 90 % de celui de la caséine.

Les inhibiteurs de l'uréase et de la trypsine, ainsi que d'autres éléments donnant une saveur désagréable peuvent être éliminés par un traitement approprié. Les produits à base de soja ont des propriétés fonctionnelles intéressantes : par exemple ils sont très solubles, sont faciles à émulsifier et absorbent bien l'eau, ce qui permet de les utiliser dans la fabrication de nombreux produits alimentaires. Toutefois, ce sont les produits à base de protéines de soja destinés à la consommation humaine qui sont les plus intéressants :

Farine de soja déshuilée (50 % de protéines) : Ce produit est utilisé en quantités limitées notamment pour la fabrication de pain et de divers types de "lait" de soja.

Farine de soja texturée : Ce produit, qui est fabriqué selon le même procédé que les spaghettis, a la saveur désagréable du "soja cuit" mais est supérieur à la farine déshuilée.

Concentrés de protéines : Ces concentrés sont extraits des farines au moyen de mélanges d'eau et d'alcool; ils contiennent entre 60 et 70 % de protéines et sont ajoutés en quantités relativement importantes aux produits à base de viande (20 à 30 % dans les viandes préparées) aux produits à base de poisson, aux sauces et aux produits de boulangerie.

Concentrés texturés : Ces concentrés ont des utilisations encore plus larges (produits surgelés, soupes, ragoûts, etc.).

Isolats de protéines : Ceux-ci sont extraits des farines par l'eau, puis on précipite les protéines à pH 4,8 (point isoélectrique); ils contiennent jusqu'à 90 % de protéines et leur coefficient d'efficacité protéique est de 70 %; ils sont utilisés principalement comme additifs dans de nombreux produits alimentaires.

Isolats texturés : Les protéines sont d'abord dissoutes dans des solutions alcalines puis précipitées par des acides; ces isolats peuvent être traités de façon à simuler l'apparence de la viande.

## 2.6 Les savons

28. Le plus ancien des produits industriels tirés des graisses ou des acides gras, et qui reste toujours le plus important - en tout cas pour les pays en développement - est le savon. Pour certains de ces derniers, il pourrait être intéressant de produire non seulement du savon de ménage et de toilette, ou du savon mou, mais aussi du savon en tant que composant actif (agent tensio-actif) des détergents. Les savons doivent être fabriqués à partir d'acides gras saturés ou presque saturés pour éviter les altérations, le craquelage et la destruction du parfum causés par l'oxydation.

29. Les matières de base sont en général les huiles "lauriques" (acides gras de coprah et de palmiste), et le suif. Ce dernier peut être remplacé par des huiles végétales hydrogénées ou par des acides gras insaturés hydrogénés de qualité moindre. En fonction des "habitudes d'utilisation" et du pouvoir d'achat, on peut considérer la production de diverses variétés de savon :

Produits de savonnerie semi-finis;

Savons de toilette, savons flottants, savons marbrés, savons transparents, savons antiseptiques, etc.;

Barres de savon détergent (par exemple avec des dérivés d'acides gras - non ioniques - afin d'éviter la formation de savon calcique);

Savon en tant qu'élément actif de détergents industriels et autres;

Savon en tant qu'additif en cosmétologie;

Savons métalliques utilisés dans l'industrie comme catalyseurs, stabilisateurs antistatiques, etc.

## 2.7 Utilisations industrielles des huiles et graisses (neutres)

30. Les huiles et graisses (triglycérides) sont susceptibles, après certaines modifications, de diverses utilisations industrielles. Une importance particulière revient aux huiles siccatives, c'est-à-dire à diverses sortes d'huiles de lin ou de chènevis et à l'essence de périlla, qui contiennent plus de 35 % d'une combinaison d'acides gras insaturés.

31. Ces produits sont :

Les peintures et vernis tirés d'huiles siccatives après polymérisation thermique et/ou oxydante;

Le linoléum, revêtement du sol obtenu à partir d'huile de lin à haut niveau d'oxydation et de polymérisation; en outre

Les huiles siccatives entrant dans la composition de la toile cirée et d'objets imitant le caoutchouc (reproductions factices);

D'autres huiles et corps gras sont utilisés dans le traitement du cuir ou en tant qu'huiles et graisses de lubrification (par exemple l'huile de ricin et l'huile de colza).

32. En outre, les huiles sont utilisées comme :

Additifs en cosmétologie et en pharmacie, comme agents de dispersion pour les insecticides et les fongicides, et pour le dépoussiérage.

Enfin, les huiles et graisses ont toujours été utilisées pour la combustion et l'éclairage.

2.8 Produits lipochimiques (voir le diagramme d'acheminement, annexe I)

33. La supériorité des acides gras naturels sur les produits synthétiques est souvent due à la position spécifique des doubles liaisons et des groupes fonctionnels de leur molécule. La plupart des produits lipochimiques sont obtenus à partir d'acides gras saturés.

34. Il est impossible d'énumérer toutes les possibilités qui s'ouvrent dans ce domaine, devant la multiplicité des produits et de leurs applications. Cette industrie est devenue majeure, mais la consommation des dérivés de produits lipochimiques de base pourrait encore s'accroître. Contrairement à ce qui se passe en pétrochimie, les produits lipochimiques sont dérivés de molécules produites par synthèse naturelle. Néanmoins, la concurrence avec les produits pétrochimiques restera très vive.

35. Les matières de base des produits lipochimiques sont en général des huiles grasses saturées provenant de sources à bon marché telles que le suif de qualité inférieure, les soapstocks ou les graisses végétales de qualité inférieure.

2.8.1 Produits lipochimiques de base : leur production peut être réalisée dans des pays très développés.

- Acides gras :

Acides gras bruts obtenus par scission de graisses neutres ou de soapstocks (sous-produit du raffinage). Les graisses insaturées et les acides gras doivent être hydrogénés pour la plupart des emplois en savonnerie et dans l'industrie lipochimique. Les acides bruts peuvent être purifiés et fractionnés soit par distillation, soit par fractionnement par voie humide (procédé Lanza-Henkel).

- Alcools gras tirés des acides gras ou de leurs esters méthyliques, utilisés surtout comme produits intermédiaires (hydrogénation à 300°C sous pression de 250 bar).

- Esters méthyliques d'acides gras tirés par alcoololyse des corps gras (80°C sous pression normale) et utilisés surtout comme produits intermédiaires ou hydrogénés pour obtenir des alcools gras. Leur viscosité n'étant que deux fois celle du gazole ils sont plus aptes à remplacer ce dernier que des huiles neutres raffinées. La viscosité des huiles végétales est 10 à 20 fois celle du gazole, ce qui exige des travaux très poussés d'adaptation des moteurs.

- Amines grasses tirées des alcools gras : utilisation directe dans la construction des routes, comme antiagglomérants, dans les encres d'imprimerie, etc., mais utilisées en majeure partie pour leurs dérivés, notamment composés de l'ammonium quaternaire, agents tensio-actifs cationiques et désinfectants.
- Glycérine, sous-produit important de la décomposition des corps gras et de la savonnerie, utilisée notamment en cosmétologie et en pharmacie et sous la forme de monoglycérides (émulsifiants) notamment dans l'industrie alimentaire.

## 2.9 Dérivés des produits lipochimiques de base

36. On ne peut citer ici et dans le diagramme d'acheminement que certains dérivés des produits de base énumérés ci-dessus. Il faut pour la plupart d'entre eux des usines assez complexes et des procédés assez élaborés.

Acides gras : savon, alcanolamides d'alcools gras, chlorures d'alcools gras, savons métalliques, bougies.

Alcools gras : sulfonates d'alcools gras, éthoxylates d'alcools gras et autres agents tensio-actifs, éthers de polyglycols, polyacrylméthacrylates.

Esters méthyliques d'acides gras : alcanolamides, esters méthyliques d'acides gras alpha-sulfoniques.

Amines grasses : composés de l'ammonium quaternaire (désinfectants et agents tensio-actifs).

Glycérine : résines alkydes.

37. Des éléments de cet ensemble de produits trouvent leur application comme agents tensio-actifs, plastifiants, stabilisateurs, émulsifiants, etc.

Il faudra absolument procéder à des études de marché approfondies pour savoir quels sont les produits pouvant intéresser les industries de la région en cause et s'il serait rentable d'investir dans ce domaine technologique de pointe.

3. Différences technologiques essentielles et d'ordre général concernant différents types d'activités de traitement en aval des huiles végétales

38. Il faut d'abord examiner les possibilités qui se présentent concernant certaines différences essentielles de ces activités en aval :

3.1 Toute l'opération doit partir de zéro et

3.1.1 (presque) exclusivement avec des matières premières d'origine locale ou bien.

3.1.2 avec un apport considérable de matières premières importées.

3.2 Il existe déjà des réalisations importantes dans le domaine de la technologie des huiles végétales

3.2.1 Il y a des lacunes à combler. Il faut trouver une meilleure utilisation des sous-produits. Prévoir des modernisations pour économiser l'énergie et réduire d'autres coûts.

3.2.2 Il convient de développer la technologie existante pour obtenir des produits plus élaborés.

39. A partir de chacune des situations ci-dessus, on peut procéder à un développement échelonné de ces activités de traitement. Il existe un grand nombre de solutions importantes et parfois entièrement différentes, à étudier en fonction de la situation dans le pays.

Concernant le point 3.1.1

40. Pour décider d'une activité de ce genre en partant de zéro, il faut choisir les matières premières qui seront à la base de toute l'opération. La situation de l'agriculture et notamment les conditions climatiques, sont un élément essentiel. S'agissant de plantes vivaces comme l'olivier ou le palmier, il faut laisser s'écouler quelques années avant de pouvoir escompter la première récolte. Par ailleurs, pour presque toutes les graines, la première étape consiste à prévoir des investissements pour la construction des usines et des silos. Si possible, il faut cultiver deux ou plusieurs sortes de graines récoltées à des époques différentes; on peut ainsi faire fonctionner les usines de traitement en continu presque toute l'année et/ou réduire les installations de stockage. En outre, il faut garder à l'esprit que, si les usines de traitement doivent fonctionner en continu, c'est surtout pour éviter

les risques d'explosion et les variations de qualité. Il faut assurer aux agriculteurs, d'une manière ou d'une autre, la garantie formelle ou non, qu'ils pourront écouler leurs produits à des prix raisonnables dans des centres collecteurs et de là dans les usines.

41. Il faut, si nécessaire, modifier les activités agricoles traditionnelles au voisinage des usines de manière à obtenir un bon niveau d'approvisionnement en matières premières.

42. Il peut être judicieux de n'effectuer dans ces unités décentralisées qu'une partie du traitement souhaité en aval, mais on peut bien en adapter la capacité et - si l'on a affaire à une seule matière première - la conception des usines qui seront peut être plus simples sur le plan de la construction et des équipements. Les produits intermédiaires conservables et moins encombrants peuvent être ensuite bien plus facilement transportés jusqu'à un point central où auront lieu les étapes finales de l'activité d'aval.

43. Sans compter le fait d'avoir à s'entendre avec d'autres industries, des clients ou des fournisseurs pour se partager des sources de fourniture d'énergie et des centres de formation, il est souhaitable, et même essentiel, pour le succès de cette activité, qu'elle s'insère dans le tissu industriel; car elle aura besoin de produits chimiques, de catalyseurs, de services d'ingénierie, etc.

#### Concernant le point 3.1.2

44. Les usines de traitement peuvent être utilisées au mieux de leur capacité et l'éventail des produits intermédiaires et finis obtenus peut être plus important si la production de l'huile végétale locale bénéficie du renfort de matières premières importées. Les usines centrales ou qui traitent les produits intermédiaires provenant de la campagne, doivent être situées dans des zones portuaires disposant d'une rade en eau profonde et d'installations convenables de déchargement; la liaison par chemin de fer n'est acceptable que dans des cas exceptionnels. Le choix d'un bon emplacement est d'une importance majeure, étant donné qu'il faut faire venir de l'extérieur les machines, les pièces de rechange, etc. et éventuellement le mazout ou le charbon destiné à produire la vapeur et l'électricité.

45. On peut néanmoins concevoir de n'installer dans une zone portuaire que les phases initiales du processus d'ensemble, la phase finale se trouvant dans un autre centre industriel du pays, de manière à tirer pleinement parti de son insertion dans le tissu industriel. Et là aussi :

Les usines modernes doivent souvent fonctionner en continu, soit pour des raisons de sécurité (notamment les usines d'extraction) soit pour être concurrentielles sur le plan des coûts.

Concernant le point 3.2.1

46. Au cas où il existe déjà dans le pays des activités industrielles dans le domaine de la technologie des huiles végétales, il faut d'abord rechercher si elles doivent ou non s'insérer dans une nouvelle activité d'aval. La réponse dépendra surtout de leur emplacement et de leurs possibilités d'adaptation au traitement de différentes matières premières. En outre, il faut vérifier que ces usines entrent bien dans le plan général de réalisations de la nouvelle activité d'aval, pour éviter des goulots d'étranglement aux différentes phases de la production.

47. Une autre possibilité à envisager est l'agrandissement des usines existantes, par exemple en combinant les opérations modernes en continu avec les procédés plus anciens par lots.

48. Il faut faire des études spéciales pour parvenir à une utilisation optimale des sous-produits, par exemple les tourteaux et les soapstocks.

Concernant le point 3.2.2

49. Si les phases essentielles de l'activité d'aval sont déjà bien développées, il convient de procéder à des études de marché approfondies avant d'entreprendre des investissements pour créer toute une nouvelle famille de produits. Ce travail peut être assez facile pour les produits alimentaires, le savon ou les aliments pour le bétail mais sera bien plus difficile pour les produits lipochimiques. La plupart de ces produits se trouvent en concurrence sur le marché mondial avec des produits pétrochimiques et l'on constate déjà dans les conditions actuelles une certaine surcapacité. La question de savoir si les produits lipochimiques peuvent être normalement écoulés à des prix raisonnables est fonction du niveau de développement des autres industries du pays ou de la région. Les possibilités d'exportation dépendent de l'activité de vendeurs ayant l'expérience de l'ensemble des applications des produits lipochimiques ainsi que de l'existence de clients sérieux, sinon l'on risque de voir des usines de traitement assez perfectionnées rester inactives. Une des solutions optimales peut être la coentreprise.

3.3 Il existe pour différents types d'activités d'aval des différences technologiques d'ordre général qu'il faut examiner sous deux aspects :

3.3.1 Les activités visant essentiellement la constitution des matières premières;

3.3.2 Le choix à opérer entre des technologies assez simples et des technologies modernes et élégantes.

Concernant le point 3.3.1

50. C'est le type de la ou des matières premières qui déterminera en premier lieu le genre de méthode d'extraction à appliquer.

51. Extraction mécanique de l'huile (par procédé discontinu ouvert ou fermé ou par extracteur fonctionnant en continu), procédé qui a été utilisé surtout pour les graines oléagineuses à haute teneur en huile telles que le coprah (plus de 60 %), la noix palmiste (45 à 50 %), le tournesol (40 à 60 %), la carthame (25 à 35 %), l'arachide (25 à 35 %), le colza (40 %), le lin, etc., mais, dans les usines modernes d'extraction, la plupart de ces graines subissent une première pression qui réduit la teneur en huile à environ 20 %, l'huile restante étant ensuite extraite par solvant (hexane).

52. Sous une pression suffisamment élevée (environ 1 000 bars) la teneur en huile peut être réduite directement à 4 ou 5 % par simple pression, mais il est plus économique (dans les pays industrialisés) de procéder à l'extraction par solvant qui ne laisse subsister qu'un % d'huile dans le tourteau.

53. En général, les tourteaux à haute teneur en huile ne sont pas assez bien payés par l'industrie des aliments pour bétail.

54. L'extraction par solvant est certainement particulièrement intéressante pour les graines de soja ou de coton dont l'huile peut être directement extraite par l'hexane après nettoyage, décorticage et réduction en paillettes sans première pression. Cela exige des règlements de sécurité très stricts, le fonctionnement en continu, un solvant bien défini, etc. Les résidus de solvant dans le tourteau doivent être éliminés avec soin (surtout pour des raisons de sécurité). Dans la pratique, des pertes de solvant pouvant atteindre 0,2 % de la quantité traitée sont inévitables.

55. L'extraction à partir de la pulpe d'olive ou de palme, contenant environ 35 % d'huile, est en principe bien plus facile. A l'origine, on travaillait par lots, mais aujourd'hui le problème est réglé par des processus en continu et des centrifugeuses. Les usines modernes pour l'extraction d'huile de palme disposent aussi des machines lourdes nécessaires pour broyer et presser la noix palmiste.

56. Il n'y a pas que l'extraction mais aussi les étapes suivantes des activités d'aval qui dépendent dans une grande mesure de la nature de la matière première.

57. L'huile raffinée de coprah ou de palmiste peut faire partie de presque tous les produits alimentaires, comme il a été dit au point 2 ci-dessus. En outre, ces huiles (lorsqu'elles sont de qualité inférieure) peuvent être utilisées sans autre modification que leur blanchiment pour la production de savon ou d'acides gras car elles sont essentiellement constituées d'acides gras saturés à chaîne de longueur moyenne. Ces acides gras sont stables et ont un large éventail d'applications éventuelles.

58. Les autres huiles végétales raffinées sont utilisées comme huiles de cuisine et d'assaisonnement et entrent dans la composition des matières grasses alimentaires et des margarines, mais pour ces dernières la plupart doivent alors être partiellement hydrogénées. L'huile raffinée peut être utilisée comme telle dans un grand nombre d'autres produits alimentaires (conserves de poisson, sauces toutes préparées), mais seuls les acides gras hydrogénés de ces huiles peuvent servir en savonnerie et dans l'industrie de la lipochimie où, en tout cas, on préfère les graisses animales en raison de leur prix et de leurs caractéristiques chimiques (éventail plus étroit d'acides gras). L'obtention des acides gras par distillation fractionnée de ces huiles demande souvent de plus grands efforts.

59. L'huile de palme est une exception intéressante car elle peut être fractionnée en stéarine et oléine. Cette dernière est utilisable (après raffinage par un procédé spécial) comme une huile végétale raffinée, tandis que la stéarine contient un acide gras assez semblable à celui du suif. La stéarine est utilisée comme corps gras dans l'alimentation. Les acides gras de la stéarine peuvent être utilisés en savonnerie et dans l'industrie lipochimique.

60. Il faut noter une fois de plus que les tourteaux de pratiquement toutes les graines peuvent servir comme aliments du bétail, mais avec de grandes différences de qualité. Leur composante essentielle est la protéine et sa valeur nutritive dépend de l'éventail des acides aminés. On ne dispose que pour la protéine du soja de véritable expérience d'une protéine végétale utilisable pour la consommation humaine. Pour les autres tourteaux, soit la concentration en protéine est trop basse, soit son extraction et sa purification sont trop difficiles et trop coûteuses (par exemple dans le cas du colza).

61. Il convient de citer diverses autres graines ne pouvant fournir qu'un seul ou un petit nombre de produits, ou bien qui ne sont recueillies et traitées qu'en petites quantités.

<u>Cabosses de cacao</u>	- beurre de cacao, chocolat, etc.
<u>Huile de lin</u>	- divers usages industriels (voir point 2)
<u>Amande de babassou</u>	- huile comparable à l'huile de coprah (Brésil)
<u>Beurre d'illipé et de karité</u>	- utilisation dans divers produits alimentaires (Bornéo)
<u>Huile de pépins de raisin</u>	- usage alimentaire
<u>Huile de sésame</u>	- usage alimentaire (Birmanie, Turquie Chine)
<u>Huile de maïs</u>	- huile pour assaisonnement (sous-produit du maïs)
<u>Huile de graines de thé</u>	- (Chine)
<u>Huile de son de riz</u>	- Difficile à traiter, haute teneur en acides gras libres
<u>Huile de néou (Parinarium Macrophyllum)</u>	- utilisée comme substitut du beurre de cacao (Inde, Népal)
<u>Huile de jujube</u>	- utilisée comme substitut de l'huile de spermacéti (Mexique)

#### Concernant le point 3.3.2

62. Il peut être réaliste de choisir entre des installations simples et bon marché, et une technologie plus élaborée, surtout s'il faut tenir compte de limitations en matière de financement, de personnel qualifié ou d'approvisionnement en énergie. Voici quelques exemples :

### Extraction des graisses

63. Le procédé par pression est bien plus facile à utiliser que celui par solvant, pour lequel les besoins en investissements et en énergie et les exigences de sécurité sont élevés; la technologie de ce type d'usine avec récupération du solvant, etc. est bien plus complexe que dans le procédé par haute pression. En outre, le fonctionnement des usines d'extraction est souvent moins souple et elles doivent travailler à trois ou quatre postes comme indiqué ci-dessus, pour éviter les risques d'explosion.

### Raffinage de l'huile

64. Pour un grand nombre de matières premières, il faut passer par toutes les phases du raffinage classique, mais il peut être rentable de choisir le raffinage par des méthodes physiques - surtout pour l'huile de palme - si l'on dispose des équipements en acier inoxydable nécessaires et de vapeur à haute température; on peut alors arriver à neutraliser et désodoriser en une seule opération de distillation (à environ 240°C).

### Saponification

65. La méthode la plus simple et la plus ancienne est le procédé de fabrication mi-cuit ou à froid permettant d'obtenir du savon en chaudron ou en "mises" (4 heures), mais il existe par ailleurs un certain nombre de procédés en continu, plus ou moins automatiques. On peut sécher le savon "lisse" dans des moules ou par pulvérisation; enfin, l'on dispose de machines de différents types pour la finition du savon.

### Scission des acides gras

66. Cette opération peut se faire, soit par lots à la pression normale (Twitchell), ce qui demande beaucoup de temps, soit en semi-continu. Dans le premier cas l'équipement est bon marché, mais le procédé est coûteux en énergie et il se produit une certaine décoloration des acides gras. D'autres procédés sont la scission en autoclave sous pression moyenne (30 bar/230°C) en présence de catalyseurs métalliques, et la scission sous haute pression dans des tours de construction spéciale (25 m de haut), avec des équipements très élaborés et coûteux pour la récupération de la chaleur, etc. Cependant, ce dernier procédé est généralement considéré comme plus intéressant à cause, d'une part, de la bonne qualité des acides gras et du glycérol obtenu, d'autre part, de sa faible consommation d'énergie.

Hydrogénation

67. La façon de produire l'hydrogène (c'est-à-dire soit par électrolyse, soit dans une usine assez complexe utilisant un procédé par catalyse avec tout une série d'étapes pour purifier le gaz) dépendra, pour ne citer que les facteurs les plus importants, du débit de l'installation, de facteurs météorologiques et de la fourniture d'électricité.

68. Il existe certainement divers autres exemples analogues en matière de technologie des graisses et des produits lipochimiques; il faudra souvent faire des arbitrages entre les exigences de la qualité et les coûts du traitement; mais, d'une manière générale, il n'est pas toujours nécessaire de procéder aux investissements que nécessitent les techniques les plus modernes si les conditions locales sont favorables à solution plus simple, ce qui permet souvent une souplesse encore accrue.

4. Conditions économiques et techniques indispensables pour développer les activités de transformation en aval

69. On ne citera ici que quelques aspects. L'approvisionnement en matières premières agricoles mérite la priorité absolue. Les pays en développement devraient pouvoir cultiver des graines oléagineuses ou des palmiers à des prix plus ou moins concurrentiels sur le marché mondial. Cet aspect, pour être concurrentiel sans subvention directe ou indirecte, est au moins aussi important pour les futures opérations techniques, telles que extraction, production d'aliments composés, raffinage de l'huile etc. Les investissements relativement élevés dans des installations techniques devraient entraîner des bénéfices suffisants pour couvrir la totalité des coûts (y compris l'amortissement ou la valeur de remplacement).

70. En cas de monocultures d'huiles chères telles que les huiles "lauriques" (huile de noix de coco, huile de palmiste, huile de babassou) ou huile d'arachide, une partie de la production peut être vendue sur le marché mondial, ce qui permet d'acheter ensuite des huiles beaucoup moins chères, telles que l'huile de graines de soja ou l'huile de colza, qui répondent aux spécifications pour de nombreux produits.

71. C'est souvent la structure très diversifiée des terres arables qui rend si difficile l'approvisionnement en matières premières dans de nombreux pays en développement, africains et autres. Cet approvisionnement n'est donc pas assuré et les distances entre zones de cultures et usines de transformation sont trop grandes.

72. L'infrastructure dans ces conditions doit être étudiée très attentivement. Le système de stockage à la ferme, les points régionaux de ramassage et l'usine de transformation elle-même doivent être adaptés à la capacité de l'usine ou de l'huilerie d'extraction et le système de transport doit être bien rodé. C'est pourquoi tout ceci doit faire l'objet d'une planification méticuleuse.

73. L'approvisionnement en énergie est souvent un autre facteur limitatif. Les usines de transformation ont besoin d'un approvisionnement régulier en énergie, à un prix aussi bas que possible, étant donné que la consommation est assez élevée et que les interruptions sont très coûteuses pour plusieurs raisons. Il faut deux tonnes environ de vapeur (20 bars) et 200 kWh pour produire une tonne d'huile raffinée et désodorisée, extraite de graines.

74. Une activité en aval fournissant des produits de premier ordre tels que protéines végétales raffinées, ou produits lipochimiques et leurs dérivés doit être soutenue par des institutions de services scientifiques et bénéficierait

certainement de la présence d'autres industries très développées. Le Centre de recherche sur l'huile de palme en Malaisie et les instituts des graisses en Inde sont des exemples de l'importante contribution que peuvent apporter ces établissements à l'activité générale de ces pays.

75. Les usines peuvent être étudiées et mises en place par diverses sociétés qui ont une expérience mondiale. L'entretien, les réparations et autres aménagements adaptés aux conditions locales exigeront néanmoins un personnel bien formé qui n'existe pas partout. Les directeurs techniques et commerciaux doivent recevoir un enseignement et une formation spécifiques, par exemple dans des établissements étrangers. Enfin, une approche méthodique au cours de la création de l'usine est nécessaire.

76. La technologie des huiles et graisses au sens étroit du mot est caractérisée par une assez forte densité de capital et d'énergie, les coûts de main-d'oeuvre jouant un rôle mineur. Ceci montre clairement que le stade de développement du pays et sa solvabilité auront une importance capitale pour l'expansion des activités en aval dans ce domaine. Les usines de transformation doivent être surveillées régulièrement par des entreprises de services spécialisées indépendantes, afin de réduire au minimum les dangers dus à cette technologie relativement compliquée.

77. Le contrôle de la qualité du point de vue chimique et hygiénique peut jouer un rôle essentiel. Nombre de produits issus de cette activité en aval - spécialement les produits alimentaires - peuvent présenter des dangers pour la santé, d'autres produits peuvent être achetés par des clients exigeants. Les contrats contiendront en général des dispositions relatives aux normes de qualité.

78. L'expansion de l'industrie des matières grasses végétales suppose un certain pouvoir d'achat et une demande assez importante dans le pays, ce qui peut signifier que les industries alimentaires et les industries d'aliments composés doivent être créées parallèlement à d'autres entreprises du pays et de la région car il serait hasardeux de compter surtout sur des activités d'exportation qui peuvent ne jamais se matérialiser. En d'autres termes, un marché pour les produits de cette activité en aval doit être créé dans le pays ou dans la région.

79. Les marges bénéficiaires des produits de cette activité en aval pour les huiles et graisses végétales ne seront pas extrêmement élevées. Les graisses brutes et les acides gras, ainsi que les tourteaux (pulvérisés ou non), sont fabriqués en quantités croissantes dans le monde entier, et cette tendance pourrait à long terme stabiliser les prix. Il y a toujours une demande quelque

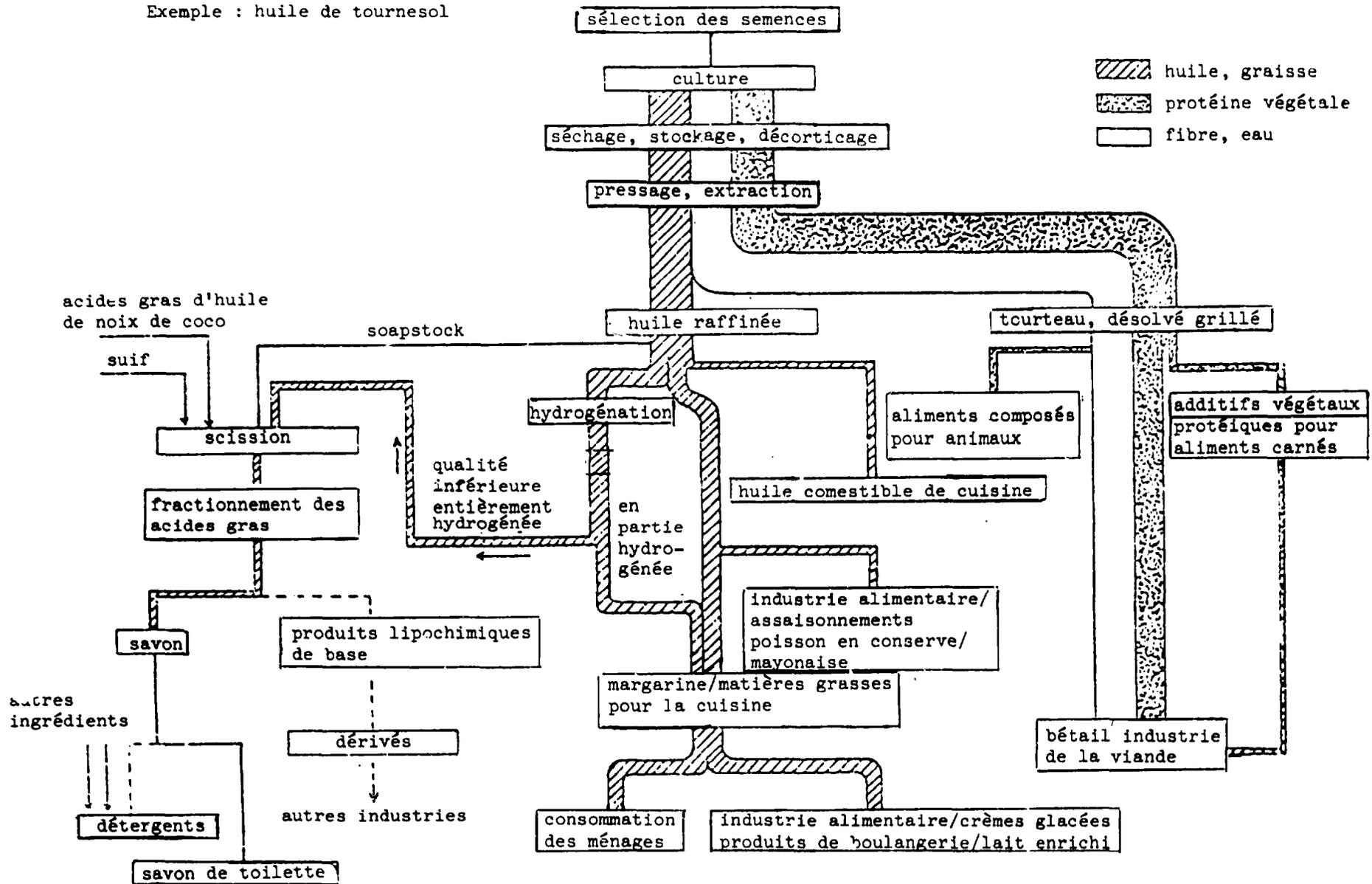
part et les prix sont traditionnellement fixés en monnaie forte. La gamme étendue de produits alimentaires transformés à plus ou moins haute teneur en huile et graisses, fera l'objet d'une demande régulière, probablement croissante, dans le pays, mais ces produits sont souvent considérés comme des aliments de première nécessité, qui devraient être mis sur le marché à des prix relativement bas.

80. Des produits de plus haut niveau tels que fractions de graisse, protéines végétales, aliments pour les animaux de compagnie ou produits lipochimiques ne peuvent s'obtenir qu'avec une grande expérience de la fabrication et des applications. De plus, une étude approfondie du marché éventuel est nécessaire. Une bonne stratégie de commercialisation et des vendeurs expérimentés joueront un rôle important dans ce domaine.

Annexe I

EXEMPLE SCHEMATISE D'UNE ACTIVITE DE TRANSFORMATION EN AVAL

Exemple : huile de tournesol



Annex II:

Principaux produits lipochimiques - production et application

(vue schématique)

