

ROYAUME DE BELGIQUE

Ministère des Colonies

# BULLETIN AGRICOLE

DU

## CONGO BELGE

(Cultures, Elevages, Sylviculture, Chasse et Pêche)

Publié par la Direction Générale de l'Agriculture et de l'Elevage

A L'USAGE DU SERVICE AGRICOLE DE LA COLONIE

Rédaction et Administration: place Royale, 7, Bruxelles

VOL. XXVII. — N° 2.

JUIN 1936

4 FASCICULES PAR AN



(Photo Staner).

Mare à *Nymphaea* dans la forêt équatoriale inondable d'Eala.

BRUXELLES

IMPRIMERIE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE (SOCIÉTÉ ANONYME)

47, RUE DU HOUBLON, 47

Les indications fournies dans les articles paraissant dans le *Bulletin Agricole du Congo Belge* n'engagent pas la Rédaction et ne constituent pas nécessairement des conseils de sa part.

La reproduction des articles est autorisée, à la condition de mentionner sous le titre: « Extrait du *Bulletin Agricole du Congo Belge* ».

## Sommaire du numéro 2 (juin) 1936.

<i>La forêt équatoriale congolaise</i> (J. LEBRUN) . . . . .	163
<i>Extraits du rapport technique annuel de la Station de sélection de Gandajika (Inéac) pour la campagne 1935.</i> . . . . .	193
<i>Les causes de l'acidification de l'huile de palme</i> (R. WILBAUX) . . . . .	236
<i>Le bourgeonnement adventif des Haemanthus</i> (L. PYNAERT) . . . . .	255
<i>Etude de deux fécules préparées à la Station expérimentale de Kisozi (Ruanda-Urundi)</i> (L. L'HEUREUX) . . . . .	270
<i>Les Entandrophragma et Khaya en territoires Bakusu et Sud Wagengele-Wasongola</i> (C. ROSSIGNOL) . . . . .	282
<i>Les cultures vivrières indigènes pratiquées sur les plateaux de l'Urundi</i> (L. ROBERT) . . . . .	290
<i>Essais de distillation d'essence de Lemongrass « Cymbopogon citratus (D C) Stapf »</i> (R. WILBAUX) . . . . .	295
<i>Sommaire des observations faites au Congo belge et projet des futures recherches sur les acridiens migrants</i> (H.-J. BREDO) . . . . .	298
<i>Notes et actualités:</i>	
<i>Aromathérapie</i> . . . . .	303
<i>Appâts et pièges à insectes, à base de géraniole</i> . . . . .	304
<i>La culture du pyrèthre au Kenya</i> . . . . .	304
<i>La lutte contre le ver de la feuille du cotonnier: Institution d'un concours par la Société Royale d'Agriculture du Caire</i> . . . . .	306
<i>Le Géranium Rosat à Madagascar</i> . . . . .	307
<i>Théorie nouvelle sur l'évolution de l'avortement épizootique des bovidés</i> . . . . .	310
<i>Toxicité des solutions de Trypanoblu</i> . . . . .	312
<i>Classification des piroplasmoses du bœuf</i> . . . . .	313
<i>Statistique des élevages du Congo belge au 31 décembre 1935</i> . . . . .	314
<i>Publications de l'Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo belge (Inéac):</i>	
a) <i>Les essences forestières des régions montagneuses du Congo oriental</i> , par J. LEBRUN . . . . .	315
b) <i>Un parasite naturel du Stephanoderes: le « Beauveria Bassiana (Bals.) Vuill. »</i> , par R.-L. STEYAERT . . . . .	317
c) <i>Etat sanitaire de quelques palmeraies de la Province de Coquilhatville</i> , par J. GHESQUIÈRE . . . . .	318
<i>Documentation officielle. — Incendie des herbes. Arrêté n° 10/Agri., du 14 février 1936, autorisant dans certaines conditions l'incendie des herbes dans les régions infectées de glossines des territoires d'Uvira et de Fizi</i> . . . . .	320

### REDACTION.

Secrétaire de Rédaction: M. FRANCIS CLAUS, Ingénieur agronome, Chef de bureau au Ministère des Colonies.

### ABONNEMENTS, ADMINISTRATION.

L'abonnement au *Bulletin Agricole du Congo Belge* est de 40 francs par an pour la Belgique et le Congo et de 50 francs (10 belgas) pour l'étranger. Les colons et les missionnaires établis au Congo le reçoivent gratuitement.

Toutes les communications relatives à l'administration du *Bulletin Agricole du Congo Belge* doivent être adressées à la Direction Générale de l'Agriculture du Ministère des Colonies, 7, place Royale, Bruxelles (Belgique).

### SERVICE DES ECHANGES.

Le *Bulletin Agricole du Congo Belge* peut être envoyé à titre d'échange aux publications d'agriculture coloniale de Belgique et de l'étranger.

ROYAUME DE BELGIQUE

Ministère des Colonies

# BULLETIN AGRICOLE

DU

## CONGO BELGE

(Cultures, Elevages, Sylviculture, Chasse et Pêche)

Publié par la Direction Générale de l'Agriculture et de l'Elevage

A L'USAGE DU SERVICE AGRICOLE DE LA COLONIE

Rédaction et Administration: place Royale, 7, Bruxelles

VOL. XXVII. — N° 2.

JUIN 1936

4 FASCICULES PAR AN



(Photo Staner).

Mare à *Nymphaea* dans la forêt équatoriale inondable d'Eala.

BRUXELLES

IMPRIMERIE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE (SOCIÉTÉ ANONYME)

47, RUE DU HOUBLON, 47





sécrètent des lipases souvent très actives. Leur présence peut également provoquer l'altération des glycérides.

VAN THIEGHEM, cité par HALPHEN (1), signale la présence d'une levure lipolysante dans l'huile d'œillette: *Saccharomyces olei*.

HALPHEN (1) signale également le rôle des Mucédinées, qui décomposent les glycérides pour en assimiler la glycérine, mais qui ne sont pas oxydantes, et partant incapables de provoquer le rancissement. Quant aux Hyphomycètes, leur action est bien connue; outre l'acidification des graisses, elles provoquent leur rancissement.

Dans ce dernier phénomène, il faut encore distinguer le rancissement aldéhydique et le rancissement cétonique; nous reviendrons ultérieurement sur cette question. Parmi les espèces cosmopolites les plus connues, signalons: *Aspergillus niger*, *A. glaucus*, *A. fumigatus*, *Penicillium glaucum*. OPPENHEIMER et KHUN (2) mentionnent également *Aspergillus flavus*, *A. oryzae*, *Oidium lactis*.

Ces auteurs citent aussi des lipases sécrétées par les bactéries suivantes: *Bacterium fluorescens*, *B. pyocyaneus*, *B. liquefaciens*, ainsi que *Staphylococcus albus*, *Pneumococcus* et *Streptococcus* sp.

Parmi les espèces ci-dessus se trouvent donc beaucoup de micro-germes cosmopolites, abondamment représentés dans la flore microbienne et microbiologique de l'air et du sol. Leurs lipases peuvent jouer un grand rôle dans l'acidification de l'huile de palme.

LAVERGNE et VENAULT (3) ont même attribué aux moisissures seules, l'altération de l'huile, niant l'existence d'une lipase dans le péricarpe.

### Existence de la lipase du péricarpe.

S'il est exact que les lipases des moisissures seules provoquent l'acidification de l'huile de palme, il serait beaucoup plus facile de la préserver, au cours de la conservation du fruit et de la fabrication, que si l'enzyme du péricarpe existe réellement.

Aussi avons-nous tenté de mettre en lumière le processus d'hydrolyse, et avons-nous même répété des expériences classiques.

En examinant des régimes récoltés depuis 24 heures, nous avons obtenu, pour des fruits adhérant aux raffles, après stérilisation au laboratoire :

	Acidité des	
	fruits intacts	fruits blessés
	0.39	5.95
	0.41	3.52
	0.36	6.01
Moyenne:	0.39	5.13

(1) *Huiles et Graisses Végétales Comestibles*, Paris 1912 : p. 22.

(2) *Lehrbuch der Enzymen*, Leipzig 1927 : p. 227.

(3) *Bull. Mensuel Agence Econom. A. O. F.* : IX, 91, p. 245.

Les blessures provenaient soit de la chute du régime sur le sol, soit de piqûres par les épines d'autres régimes, lors du transport par wagonnet.

Si l'on refend les régimes et qu'on laisse les quartiers en tas pendant 48 heures, ce qui est le cas dans les exploitations qui égrappent par battage manuel, on obtient pour des fruits adhérant aux raffles :

	Fruits intacts	Fruits blessés par la hache
	0.53	6.63
	0.69	7.15
	0.48	6.90
Acidité moyenne	0.54	6.91

Les blessures hâtent donc considérablement l'altération. Quant au fruit égrappé, son altération est encore plus rapide, surtout au voisinage du point d'insertion. Nous avons obtenu, 36 heures après l'égrappage, avec du fruit non blessé, en séparant les deux hémisphères du fruit stérilisé :

	Acidité:	
	Sommet	Base
	1.51	4.34
	0.82	6.01
	0.99	5.04
Moyenne	1.11	5.13

L'acidification est plus rapide près de l'insertion, non recouverte par l'exocarpe, qu'au sommet du fruit.

Nous avons également effectué les essais suivants : des régimes sont coupés et on évite leur contact avec le sol ; ils sont immédiatement recouverts d'un sac en coton et suspendus à 3 m. de hauteur, à l'abri de l'insolation directe et dans un endroit bien ventilé. La moitié des fruits de chaque régime sont préalablement incisés au moyen d'un couteau. On a obtenu :

Durée du repos	Régime I		Régime II	
	Fruits intacts	Fruits blessés	Fruits intacts	Fruits blessés
0 heure .....	0.12	0.12	0.20	0.20
40 heures ...	0.13	0.42	0.37	0.46
70 heures ...	0.15	0.70	0.50	0.98

Par l'aération et l'isolement relatif, on a diminué les chances d'infection par les organismes inférieurs. Au contraire, si on laisse

le régime sur le sol et en contact avec d'autres, pendant 24 heures, et qu'on opère ensuite comme ci-dessus, on obtient :

Durée du repos après incision	Régime III		
	Fruits intacts	Fruits incisés sans moisissures apparentes	Fruits incisés avec moisissures apparentes
0 heure .....	0.10	0.10	0.10
71 heures ...	0.19	0.99	2.14

L'examen microscopique ne révèle que le mycélium d'un *Mucor* sp.

On voit donc que la protection contre l'infection s'est montrée efficace et que l'acidité du fruit envahi par les Mucoracées est nettement supérieure à celle du fruit sans mycélium microscopiquement visible.

Par conséquent, les moisissures ont une grande importance.

Les chiffres ci-dessus concordent bien avec ceux de la littérature, notamment ceux de Barnes (1). Il faut cependant tenir compte de la méthode opératoire; les résultats obtenus peuvent, en effet, varier légèrement.

En stérilisant au laboratoire du fruit égrappé, on peut opérer comme suit :

1° Plonger le fruit dans l'eau froide et porter à l'ébullition; celle-ci a commencé après 20-25 minutes et a été maintenue 10 minutes.

2° Plonger le fruit dans deux fois son poids d'eau bouillante; l'ébullition s'arrête pendant 6-8 minutes.

3° Plonger le fruit dans 20 fois son poids d'eau bouillante; l'ébullition s'arrête moins d'une minute.

Nous avons obtenu, avec du fruit égrappé depuis 48 heures :

	1°	2°	3°
	3.81	2.46	1.95
	3.37	2.65	2.05
	3.59	2.25	2.30
	3.00	2.79	2.25
	4.32	3.88	3.09
Acidité moyenne .....	3.62	2.81	2.33

On voit donc que, pendant la période d'échauffement, l'activité de la lipase semble accrue et qu'il y a intérêt à atteindre le plus rapidement possible la température létale. Nous avons constamment opéré comme indiqué au 2°.

Nous avons ensuite séparé l'action de la lipase du péricarpe et celle des organismes inférieurs.

(1) Loc cit.

Essai n° 1. — Des fruits mûrs, intacts, sont prélevés sur des régimes frais. Ils sont trempés pendant 3 minutes dans une solution froide à 20 p. c. de méthanal et blessés par incision. Le fruit est ensuite soumis pendant 70 heures à un courant d'air chargé de vapeurs de formaldéhyde. On a obtenu :

Durée du traitement	Fruit traité		Témoin	
	Essai Ia	Essai Ib	Essai Ia	Essai Ib
0 heure ....	0.23	0.15	0.23	0.15
70 heures ...	16.85	9.44	3.95	3.89

Le témoin avait été incisé sans précautions spéciales et laissé à l'air libre. Toute vie microbienne est paralysée; il semble donc que la lipase préexiste dans le péricarpe et que son action est considérablement accrue par le méthanal. Ceci est paradoxal, car l'aldéhyde formique détruit en général les enzymes; d'après OPPENHEIMER et KUHN (1), les lipases animales (sang, pancréas, etc.) sont paralysées lorsque la concentration atteint 1 : 250. On pouvait se demander s'il n'y avait pas hydrolyse chimique. A cet effet, 200 gr. d'huile de palme, stérilisée, mais en présence de boues et d'eau, sont additionnés de 25 cc. de formol commercial; le tout est agité 5 fois par jour. On a obtenu :

Durée du contact	Huile avec formol	Témoin
0 heure .....	4.84	4.84
84 heures .....	4.88	4.89
190 heures .....	4.89	4.87

Il n'y a donc pas lipolyse chimique. Lors de la stérilisation des fruits, l'ébullition avait été prolongée pour chasser l'aldéhyde et, éventuellement, l'acide formique. Distillée sous courant de vapeur, l'huile des fruits traités a révélé une acidité volatile de 0.47 et 0.54 p. c., exprimée en acide palmitique.

Essai n° 2. — L'essai n° 1 a été répété, mais en maintenant le fruit traité sous de l'eau contenant 10 p. c. de chloroforme; on agite fréquemment pour mettre les divers éléments en contact. On a obtenu :

Durée du contact	Fruits traités	Témoin
0 heure .....	0.24	0.24
75 heures .....	17.60	3.92

Le témoin présente du mycélium de Mucoracées. Malgré cela, l'acidification du fruit traité est beaucoup plus active en présence

(1) Loc. cit.: p. 212.

de chloroforme; OPPENHEIMER et KUHN (1) signalent également l'action nuisible du chloroforme sur les lipases animales.

Au cours de cet essai, les précautions nécessaires ont été prises pour éviter la réaction de Regnault (formation d'acide chlorhydrique par oxydation à la lumière) et la réaction de Dumas (transformation en formiate de soude, par la soude caustique, à chaud).

Essai n° 3. — L'expérience réalisée au cours de l'essai n° 1 a été répétée, avec le mélange suivant :

Thymol .....	50 gr.
Ether .....	50 gr.
Essence de lemongrass .....	25 gr. (contenant 61% de citral).

A l'action antiseptique faible de l'éther s'ajoute celle des deux essences végétales. On a obtenu :

Durés du contact	Fruit traité	Témoin
0 heure .....	0.11	0.11 % d'acidité.
60 heures .....	1.91	6.39

Le témoin est envahi par des Mucoracées et quelques *Aspergillus glaucus*; il y avait également quelques Hyphomycètes rappelant le type *Oospora*. L'action des moisissures est apparente, mais l'augmentation d'acidité du fruit traité ne permet pas de nier l'existence d'une lipase du péricarpe.

Essai n° 4. — L'essai n° 3 a été répété avec un mélange 1/1 de thymol et d'éther. On a obtenu :

Durée du contact	Fruit traité	Témoin
0 heure .....	0.17	0.17 % d'acidité.
76 heures .....	1.88	2.28

Le témoin ne présente pas de mycélium microscopiquement visible. D'autre part, nous avons examiné, au moyen d'huile industrielle à 3.85 p. c. d'acidité, à laquelle on ajoute 2 p. c. de pulpe fraîche broyée, si le thymol et l'éther avaient une influence sur la vitesse d'acidification. Après 27 heures de contact, on avait :

Témoin Huile + 50% d'eau	Thymol Huile + 50% d'eau saturée de thymol	Ether Huile + 50% d'eau saturée d'éther
5.00	5.02	5.03 % acidité

L'action du thymol et de l'éther est donc nulle.

(1) Loc cit.

Essai n° 5. — Des fruits sont traités au laboratoire, par pression à froid, sans stérilisation préalable. Une partie de l'échantillon est plongée pendant 20 minutes dans l'alcool fort (A) ; l'autre partie (B) est dépulpée telle quelle. Tous les fruits mis en expérience sont des fruits frais, détachés à la main de régimes intacts. L'alcool fort a arrêté toute vie microbienne et, en outre, se montre très nocif à l'égard des enzymes qui pourraient se trouver sur l'exocarpe. On a obtenu :

	Fruit stérilisé	Echantillon A	Echantillon B
Acidité .....	0.22	10.51	16.80

L'existence de la lipase signalée par FICKENDEY (1) est donc confirmée ; son action peut être fortement accrue par la présence de lipase d'origine microbienne.

Il est probable que la lipase du péricarpe est étroitement liée au cytoplasme du fruit, ce qui explique la nécessité d'une rupture des parois cellulaires pour sa mise en liberté. D'après WILLSTATTER, cité par OPPENHEIMER & KUHN (2), les phytolipases forment un complexe d'absorption avec les albumines.

Il est également important de connaître les propriétés de cette lipase du péricarpe, ainsi que les facteurs capables d'influencer son activité.

### Température.

BARNES (3) a montré que la lipase est détruite à 55° C. Dès 50° C., son activité est fortement réduite. Cet auteur a obtenu, en broyant des fruits portés à diverses températures :

Température	Acidité de l'huile	Température	Acidité de l'huile
45° C.	11.6	60° C.	1.1
50° C.	2.7	65° C.	1.0
55° C.	1.1		

### Nature du milieu.

Les lipases étant des colloïdes amphotères, les conditions du milieu auront une influence primordiale sur leur état et sur la formation de complexes d'absorption entre divers constituants du milieu.

(1) Loc. cit.

(2) Loc. cit., p. 223.

(3) Loc. cit.

WILLSTATTER, cité par OPPENHEIMER & KUHN (1), a montré l'importance de l'oléate de calcium, agissant comme absorbant du substratum (glycéride) et le l'enzyme (lipase du pancréas). Le complexe oléate calcique + albumine est encore plus actif :



La lipase du péricarpe du fruit d'Elaeis doit être en présence des albumines et des sels de la pulpe pour être active; dans de l'huile extraite par pression à froid, mais filtrée, son action est ralentie.

Nous avons tenté de mettre en lumière l'influence de certains ions et sels inorganiques.

L'importance du calcium est bien mise en évidence par l'essai ci-dessous :

A 50 gr. d'huile industrielle, on a ajouté 2 p. c. de pulpe broyée, provenant de fruits frais et sains; on ajoute d'une part 20 cc. d'eau distillée, d'autre part 20 cc. d'oxalate neutre de sodium, à 1 p. c.

On a obtenu, après 48 heures de contact :

	Acidité initiale	Acidité finale	Augmentation d'acidité	Lipolyse relative
Témoin .....	5.13	6.16	1.03	100.0
Oxalate .....	5.13	5.17	0.04	3.9

La précipitation du calcium, sous forme d'oxalate calcique, a donc pratiquement arrêté l'action de la lipase. On peut attribuer à la même cause l'action paralysante du fluorure de sodium sur la lipase du ricin, comme l'indiquent OPPENHEIMER & KUHN (2).

D'autre part, vingt fruits, lavés à l'alcool, puis à l'eau distillée, sont broyés, sans stérilisation préalable, dans un mortier; l'opération dure 5 minutes; on ajoute 200 cc. de solution et laisse reposer 20 minutes. On épuise ensuite à l'éther, décante l'extrait, qui est filtré sur sulfate de sodium anhydre, puis chasse l'éther. On a obtenu :

	Acidité	Acidification pendant les 20 minutes du contact	Lipolyse relative
1 <sup>re</sup> série:			
Fruit stérilisé .....	0.50	—	—
Pulpe broyée (5').....	8.30	—	—
Eau distillée .....	11.90	3.60	100
CaCl <sup>2</sup> 1 %.....	13.50	5.20	144
CaCl <sup>2</sup> 0.5%.....	14.60	6.30	175
K Cl 1 %.....	14.00	5.70	158

(1) Loc. cit., p. 81.

(2) Loc. cit. p. 226.

	Acidité	Acidification pendant les 20 minutes du contact	Lipolyse relative
NaCl à 1 %.....	13.80	5.50	153
EaCl <sup>2</sup> 1 %.....	10.20	1.90	54
K <sup>2</sup> SO <sup>4</sup> 1 %.....	11.60	3.30	91
H <sup>2</sup> SO <sup>4</sup> 1 %.....	10.10	1.80	50
2 <sup>e</sup> série:			
Fruit stérilisé .....	0.40	—	—
Pulpe broyée (5').....	18.60	—	—
Eau distillée .....	22.60	4.00	100
CaCl <sup>2</sup> à 1 %.....	24.70	6.10	152
K Cl 1 %.....	24.20	5.60	140
NaCl 1 %.....	24.10	5.50	138

On voit donc l'action stimulante des chlorures, aussi bien du chlorure de calcium que des chlorures alcalins. Le sulfate de potassium s'est montré légèrement déprimant, tandis que l'acide sulfurique s'est montré nettement nocif pour la lipase. Ce sont ici les ions H qui jouent le rôle paralysant, et non les ions SO<sup>4</sup>.

Nos résultats sont qualitativement d'accord avec ceux de X. BARNES (1), mais cet auteur a obtenu des actions plus déprimantes que nous, avec le sulfate alcalin et l'acide sulfurique; d'autre part, le chlorure de sodium s'était montré moins stimulant. Il faut cependant noter que le *modus operandi* n'était pas exactement le même.

Le fait que le chlorure de baryum s'est montré déprimant semble indiquer qu'une certaine quantité d'ions SO<sup>4</sup> est même nécessaire au travail normal de la lipase.

Au cours de l'essai, les eaux de décantation, contenant des chlorures ont été titrées, pour se rendre compte si l'équilibre :



n'était pas intervenu, surtout avec les chlorures alcalino-terreux, qui peuvent donner des savons insolubles: il aurait provoqué une acidité d'échange attribuable à la lipolyse. Les eaux ont une acidité de 0.03 à 0.05 p. c. (en acide palmitique), ce qui ne peut modifier les résultats ci-dessus.

BARNES (1) a montré que l'acide gallique, en solution moins concentrée que 1 p.c., stimule l'action lipolytique. Le même phénomène se produit avec certaines lipases animales. D'après OPPENHEIMER & KUHN (2), ceci serait dû à la formation d'un complexe colloïdal absorbant, de même type que celui indiqué ci-avant à la page 7.

L'enzyme du péricarpe n'est pas spécifique à l'huile de palme.

(1) Loc cit.

(2) Loc. cit., p. 214.

Nous avons traité diverses huiles de la même manière qu'au cours de la recherche de l'action de l'oxalate de sodium, mais sans ajout de l'eau distillée. On a obtenu, après 48 heures de contact :

Huile	Acidité initiale	Acidité finale	Augmentation d'acidité	Lipolyse relative
Palme industrielle .....	4.96	5.54	0.58	100
Arachide .....	0.44	2.24	1.80	310
Olive .....	0.90	2.25	1.35	232
Lin .....	1.83	2.55	0.72	124

C'est l'huile de palme qui est la moins altérée ; l'action hydrolysante semble être d'autant plus forte que l'acidité initiale est plus faible. Les huiles d'arachide et d'olive ne donnent pas de coloration rouge avec le réactif de Kreiss, ce qui indique que la lipase du péricarpe n'est pas accompagnée d'une oxydase. (Voir page 247.)

Les essais ci-dessous démontrent que les acides gras libres diminuent l'activité de la lipase. On a opéré comme ci-dessus, avec des huiles de palme, d'acidité initiale différente ; on a obtenu :

Acidité initiale	Acidité finale	Augmentation d'acidité	Lipolyse relative
0.50	2.61	2.11	100
3.53	4.69	1.16	55
5.16	6.19	1.03	49
9.25	10.01	0.76	36
16.27	16.74	0.47	22

Le diagramme I montre que l'activité lipolytique décroît avec l'acidité. Si on transporte ces données sur un graphique à coordonnées semi-logarithmiques, on peut ajuster la courbe à une droite (voir diagramme II), ce qui indique l'existence d'une relation exponentielle entre les variables. La formule approchée est :

$$Y = - 50.7 \log. X + 83.7 \text{ (a)}$$

ou encore :

$$\frac{Y}{0.955} = 0.0223 X \text{ (b)}$$

avec X = acidité initiale, en % d'acide palmitique.  
Y = lipolyse relative.

A une progression géométrique de l'acidité, correspond une progression arithmétique de raison inverse, de la lipolyse.

D'après cette équation, l'hydrolyse devrait être nulle dès que l'acidité atteint 45 p. c. La littérature signale des huiles de préparation indigène atteignant 55 et 60 p. c. d'acidité, mais la lipase du fruit n'est pas seule en cause ; les enzymes des moisissures et des

bactéries jouent un rôle important. En réalité, vers 40 p. c. d'acidité, l'activité lipolytique est ralentie, comme l'a déjà signalé VAN DEN ABBELE (1).

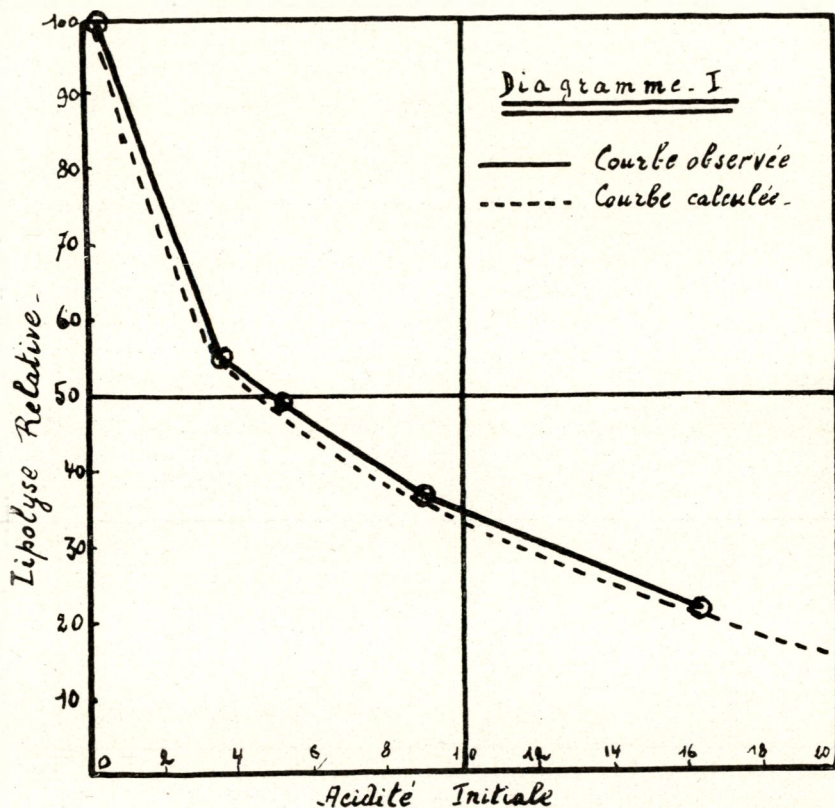


Fig. 63. — Diagramme I.

Dans l'huile de palme, l'enzyme s'attaque plutôt aux glycérides liquides qu'aux glycérides concrets. En séparant, par décantation, l'oléine d'une huile de palme industrielle, refroidie à 23° C., nous avons obtenu :

	I	II
Acidité de l'huile .....	4.73	4.75
Acidité de l'oléine .....	4.99	4.96

BUCKLEY (2) a trouvé que la stéarine, séparée de l'oléine dans des presses à vis, n'avait que la moitié de l'acidité de l'huile initiale ; celle-ci titrait 4.2 p. c. d'acides gras libres, alors que la stéarine n'en contient que 2 p. c.

(1) Bull. Agric. du Congo Belge : 1923, nos 2-3, p. 368.

(2) Malayan Agr. Jour.: XXIII, p. 315. — 1935.

Toutes les huiles de palme, même celles extraites au laboratoire, de fruits frais et sains, et titrant moins de 0.5 p. c. d'acidité, donnent une réaction de Kreiss (1) nettement positive.

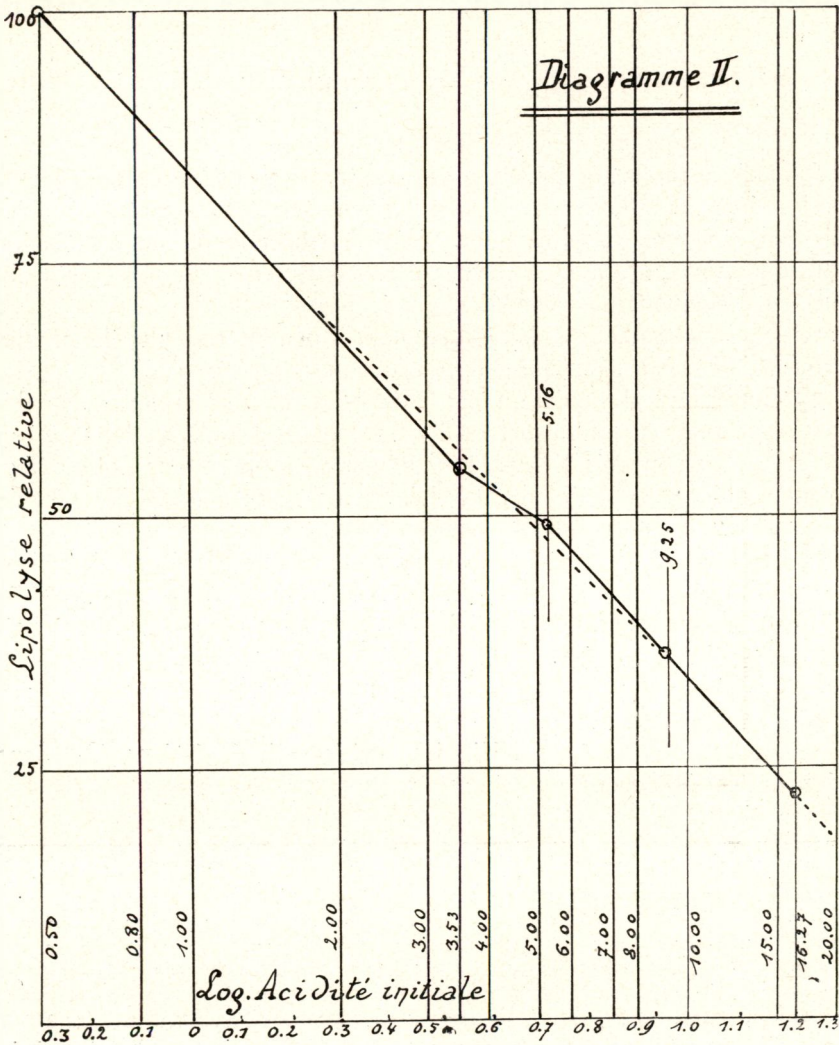


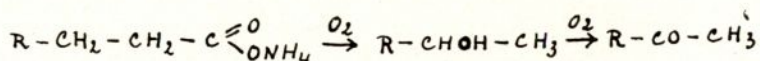
Fig. 64. — Diagramme II.

Cette dernière décèle la présence d'aldéhydes dans l'huile; les aldéhydes les plus couramment rencontrées sont l'aldéhyde pélargonique  $\text{CH}^3 - (\text{CH}^2)^7 - \text{COH}$ , et l'aldéhyde œnantique  $\text{CH}^3 - (\text{CH}^2)^5 - \text{COH}$ . Elles sont formées au cours du rancissement, aux dépens de l'acide oléique surtout. Cependant, la lipase du péricarpe n'est pas accompagnée d'une oxydase (voir p. 245).

(1) Coloration rouge par la phloroglucine chlorhydrique. Chem. Ztg., XXVIII, p. 956. — 1934.

Il faut distinguer entre le rancissement aldéhydique et le rancissement cétonique (voir DE BELSUNCE) (1).

Le rancissement cétonique conduit à la formation de cétones; l'oxydation s'opère comme dans la réaction de synthèse de Dakin :



L'ammoniaque, l'eau et l'oxygène sont donc nécessaires à l'altération de la molécule d'acide gras; des moisissures, telles que *Aspergillus niger*, *A. fumigatus*, *Penicillium glaucum*, sont seules capables de réaliser cette transformation, grâce à leur pouvoir de destruction des albumines et à leurs enzymes lipolysantes et oxydantes. Les cétones ne marquent pas à la réaction de Kreiss.

Le rancissement aldéhydique peut s'opérer par simple oxydation à l'air, aussi bien que sous l'action des moisissures.

Cependant, l'oxydation par l'air ou l'action d'organismes inférieurs ne peut être admise lors de l'extraction d'huile au laboratoire, ni même au cours de l'extraction industrielle, opérations qui s'effectuent rapidement; d'ailleurs, le phénomène ne se produit pas lors de l'extraction d'autres huiles, l'huile d'olive par exemple.

La présence de carotène dans l'insaponifiable de l'huile de palme permettrait d'expliquer le rancissement chimique. La carotène absorbe de l'oxygène qu'elle peut restituer et fixer au niveau de doubles liaisons d'acides gras, d'où diminution de l'indice d'iode.

La carotène se comporterait comme un vrai catalyseur d'oxydation.

Nous avons dosé les aldéhydes, par la méthode de LEA (2), dans des huiles préparées au laboratoire et dans de l'huile industrielle. On a obtenu :

	Huile préparée au laboratoire				Huile industrielle			
	1	2	3	Moyenne	1	2	3	Moyenne
Acidité .....	0.39	0.45	0.32	0.39	5.13	4.96	4.91	5.00
Aldh. pélargonique..	0.17	0.19	0.11	0.16	0.45	0.20	0.23	0.29

L'augmentation de la teneur en aldéhyde pélargonique est assez faible pendant l'usage; cependant, l'huile est plusieurs fois aérée au cours de l'extraction (centrifugation, pompages).

En outre, nous avons noté que la réaction de Kreiss n'augmente que très légèrement pendant une conservation de 55 jours, en bidon en fer et ne contenant qu'un léger creux. Cette observation concorde avec celle faite antérieurement par Blommendaal (3). Il semble que le rôle de transfuseur d'oxygène de la carotène, soit moins important qu'on pourrait le supposer.

(1) *Bull. Mat. Grasses* : 1 et 2, pp. 3, 34. — 1929.

(2) *Ind. Eng. Chem.* (Anal. Ed.): T. 6, 4, p. 241. — 1934,

(3) In *Fickendey und Blommendaal*: Ophalme. Hambourg 1929, p. 195.

Dans ce cas, il faudrait admettre l'existence dans le péricarpe du fruit, d'aldéhydes ou de cétones liposolubles.

En effet, à côté de la carotène et d'un peu de xanthophylle, il existe d'autres corps entrant dans l'insaponifiable, notamment le principe odorant qui communique à l'huile fraîche son odeur caractéristique. HEFTER (1) l'attribue à la présence d'irone.

Or, certaines cétones, contenant des groupes  $\text{CO} - \text{CH}^3$ , comme c'est le cas de l'irone et de son isomère, l'ionone, peuvent se combiner avec les bisulfites alcalins et seraient dosés en même temps que les aldéhydes, dans la méthode de Lea.

Cependant, DE BELSUNCE (2) met fortement en doute la présence d'irone ou d'ionone. Cet auteur a montré que la pulpe du fruit, épuisée par l'éther de pétrole (de manière à extraire l'huile, la carotène et l'irone, par de très nombreux passages) contient un corps qui, par hydrolyse, restitue l'odeur de l'huile de palme fraîche. Brash, cité par de Belsunce, indique la présence, dans de l'huile de palme brute, d'une cétone qu'il croit être de la méthylnonylcétone; ce composé peut être dû à une altération de l'huile par moisissures, mais sa présence naturelle dans la pulpe du fruit ne serait pas impossible; elle constitue, en effet, la presque totalité de l'essence de Rue (*Ruta graveolens*). Notons également qu'elle se combine avec les bisulfites alcalins, et que par conséquent, elle serait dosée en même temps que les aldéhydes, par la méthode de Lea.

\*

La conservation de l'huile, après son extraction, pendant l'emmagasinage et le transport, a aussi son importance. De l'huile industrielle a été mise dans divers récipients, préalablement stérilisés à l'eau bouillante; sa composition était:

Acidité .....	4.24
Eau .....	0.42
Impuretés .....	0.01

L'augmentation de l'acidité, au cours de la conservation, a été:

Durée de conservation	Récipient en fer	Récipient en verre blanc	Récipient en verre vert	Récipient en verre brun
0 jour .....	4.24	4.24	4.24	4.24
36 jours .....	4.39	4.45	4.43	4.41
55 jours .....	4.69	4.97	5.03	4.81

La conservation se fait mieux dans des récipients en fer; le verre brun semble avoir une certaine action protectrice, comparé au verre ordinaire et au verre blanc.

(1) *Technologie der Fette und Ole*: Vol. II, p. 560. — Berlin 1908.

(2) Loc. cit.

Nos résultats confirment ceux obtenus par Blommendaal (1) aux Indes Néerlandaises :

Durée de conservation	Tambours en fer	Flacons en verre
0 mois .....	5.6	5.6 % acidité
2 1/2 mois .....	6.4	—
5 mois .....	6.9	7.2
15 mois .....	7.8	8.1

La présence de gommages, donc une forte teneur en impuretés, et en eau dans l'huile de palme, en fait un milieu assez propice au développement de moisissures. On a avantage à pousser le plus loin possible l'épuration. Dans cet ordre d'idées, l'épuration supercentrifuge est à recommander ; elle ne laisse, en effet, que 0.2 p. c. d'eau dans l'huile, au lieu de 0.4 p. c., avec épuration statique ; par lavage à l'eau et décantation, on peut produire des huiles ne contenant plus que des traces d'impuretés, surtout si l'extraction a été faite par procédé sec avec centrifugation, qui laisse passer des boues dans l'huile d'essorage. L'épuration supercentrifuge sera surtout utile dans les procédés d'extraction par pression élevée.

Afin de déterminer l'influence de l'échauffement d'une masse d'huile contenue dans des récipients en fer, par absorption des radiations calorifiques et lumineuses, nous avons effectué l'expérience ci-dessous.

De l'huile industrielle est conservée en récipients de  $16 \times 6.5 \times 20.5$  cm., soit 2,132 cc. ; la surface des parois est de 997 cm<sup>2</sup>, soit 467 cm<sup>2</sup> par litre. Le tout est laissé constamment exposé au soleil ; la température de la masse atteint, à midi, et avec une forte insolation, 38° C. pour les bidons peints en blanc, et 51° C. pour les bidons peints en noir. Après 27 jours, on a obtenu :

	Bidons noirs	Bidons blancs
Acidité initiale .....	4.02	4.02
Acidité finale .....	4.11	4.12

L'emploi de couleur blanche pour couvrir les parois des tanks de garde ne présente donc aucun avantage, surtout que dans les grands réservoirs l'échauffement est moins grand que dans notre essai. Au lieu de 46.7 m<sup>2</sup> par m<sup>3</sup>, on a dans un tank de  $\pm 50$  m<sup>3</sup>, de 4 m. et 5 m. de haut, selon le degré de remplissage :

Remplissage	Surface absorbante par mètre cube
10 m <sup>3</sup>	6.30 m <sup>2</sup>
20 m <sup>3</sup>	3.15 m <sup>2</sup>
30 m <sup>3</sup>	2.10 m <sup>2</sup>
40 m <sup>3</sup>	1.32 m <sup>2</sup>
50 m <sup>3</sup>	1.26 m <sup>2</sup>

(1) In Fickendey und Blommendaal. Loc. cit., p. 194.

Les soins de propreté courants (nettoyage à la soude, stérilisation par jet de vapeur) ne doivent pas être négligés, afin de réduire au minimum le danger d'infection par organismes inférieurs.

\* \* \*

Nous avons, en outre, effectué quelques essais de contrôle industriel, à l'huilerie de l'Inéac, à Barumbu.

Les régimes coupés sont transportés par wagonnets à traction humaine, jusqu'à un hall de battage, où après un repos en tas de 12-18 heures, ils sont refendus à la hache. Les fruits tombant à la refente, passent directement en fabrication; les quartiers sont laissés en tas pendant 24 heures, puis battus pour en détacher les fruits intérieurs. Il est procédé de même après 48 et 72 heures.

Comme on détache approximativement 30 p. c. des fruits intérieurs lors du premier battage, 50 p. c. lors du second et 20 p. c. lors du troisième, on peut considérer que la durée de repos moyenne des quartiers est de 48 heures. En outre, les fruits tombés sur le sol, dans la plantation, sont régulièrement ramassés et traités dès leur arrivée à l'huilerie. La stérilisation se fait par injection directe de vapeur dans un autoclave, à la pression de 1.05 kg./cm<sup>2</sup> effectifs, soit 120° C.; la pression est maintenue 15 minutes.

L'extraction se fait par malaxage à sec et centrifugation; le raffinage, par lavage à l'eau et décantation statique.

L'examen de diverses catégories de fruits et de produits d'extraction a été effectué sur des échantillons moyens d'une journée. On a obtenu :

ACIDITE

	1. — Fruits de refente des régimes	2. — Fruits de battage des quartiers	3. — Fruits ramassés en plantation	4. — Fruits sortant d'autoclave	5. — Huile sortant des centrifuges	6. Huile raffinée
1 <sup>er</sup> jour	2.79	4.65	6.09	3.73	4.71	4.27
2 <sup>e</sup> »	2.48	2.98	6.58	3.68	4.15	4.53
3 <sup>e</sup> »	1.65	3.29	4.55	2.00	4.03	3.80
4 <sup>e</sup> »	1.96	3.92	8.40	3.54	3.93	3.89
5 <sup>e</sup> »	2.44	3.73	5.85	4.03	4.30	4.00
6 <sup>e</sup> »	2.28	4.38	6.06	4.71	4.39	4.43
Moyenne	2.26	3.83	6.26	3.62	4.25	4.15
Err. prob.	±0.29	±0.45	±0.76	±0.56	±0.20	±0.24

Les fruits de battage montrent une acidité supérieure aux fruits de refente; la différence est de 1.57 p. c. ± 0.535, significative.

Les fruits ramassés en plantation, pour la plupart blessés, ont une forte acidité, comme il fallait s'y attendre. Heureusement, ces fruits n'entrent que pour une faible proportion dans le tonnage global traité; au cours de nos contrôles, ils ont atteint 3.5 p. c.

On remarque également une différence de  $0.63 \pm 0.59$ , non significative, entre le fruit sortant de l'autoclave et l'huile sortant desessoreuses, ce qui semble indiquer une stérilisation imparfaite et une acidification au cours du malaxage. Le contrôle a été prolongé et on a obtenu :

Fruit stérilisé		Huile extraite		Fruit stérilisé		Huile extraite	
1 <sup>er</sup> jour	3.73	4.71	11 <sup>e</sup> jour	4.00	4.30		
2 <sup>e</sup> »	3.68	4.15	12 <sup>e</sup> »	3.32	3.62		
3 <sup>e</sup> »	2.00	4.03	13 <sup>e</sup> »	4.00	4.49		
4 <sup>e</sup> »	3.54	3.93	14 <sup>e</sup> »	2.85	2.88		
5 <sup>e</sup> »	4.03	4.30	15 <sup>e</sup> »	3.22	4.07		
6 <sup>e</sup> »	4.71	4.39	16 <sup>e</sup> »	6.10	5.55		
7 <sup>e</sup> »	3.25	3.90	17 <sup>e</sup> »	3.08	4.00		
8 <sup>e</sup> »	3.36	4.12					
9 <sup>e</sup> »	3.69	4.70	Moyenne	3.62	4.21		
10 <sup>e</sup> »	3.05	4.35	Err. probable	$\pm 0.50$	$\pm 0.31$		

La différence subsiste; elle est de  $0.59 \pm 0.59$ , non significative; mais, à part trois résultats, l'huile est toujours plus acide que le fruit sortant de l'autoclave; nous avons alors prolongé de 5 minutes la durée de stérilisation et avons obtenu :

Fruit stérilisé		Huile extraite		Fruit stérilisé		Huile extraite	
1 <sup>er</sup> jour	4.88	4.74	8 <sup>e</sup> jour	3.23	4.23		
2 <sup>e</sup> »	4.15	4.83	9 <sup>e</sup> »	3.31	4.50		
3 <sup>e</sup> »	4.68	4.48	10 <sup>e</sup> »	4.32	5.01		
4 <sup>e</sup> »	3.80	4.06					
5 <sup>e</sup> »	3.33	4.55	Moyenne	3.87	4.47		
6 <sup>e</sup> »	3.45	3.78					
7 <sup>e</sup> »	3.54	4.26	Err. probable	$\pm 0.45$	$\pm 0.25$		

La différence est de  $0.60 \pm 0.515$ , non significative. Cette prolongation de la durée de stérilisation n'a apporté aucune amélioration; de plus, elle a le grave inconvénient de diminuer la capacité de production d'une usine installée; pour y remédier, il faudrait augmenter le nombre d'autoclaves.

L'augmentation d'acidité de l'huile extraite par rapport à celle du fruit stérilisé doit être attribuée au fait suivant: le fruit est stérilisé à nouveau au laboratoire; l'huile qui se trouve au niveau des blessures et qui est la plus acide, vient surnager dans l'eau bouillante et échappé ainsi à l'analyse; cette huile est, en général, de 3 à 5 p. c. plus acide que celle du fruit.

Le même phénomène se retrouve dans la pratique industrielle, avec du fruit frais.

Une exploitation du Mayumbe recueille les eaux condensées d'autoclavage, les soumet à une ébullition prolongée, puis récupère une huile de deuxième qualité, titrant 8.6 à 14.7 p. c. d'acides gras libres, alors que l'huile de pression ne titre que 5.4 à 10.6 p. c. selon la saison.

L'acidité relativement élevée de l'huile de plantation de Barumbu, est attribuable, non pas à un défaut dans la préparation, mais bien au système de battage manuel, qui laisse, après la refente, le régime en tas pendant 72 heures.

Ce système d'égrappage est le plus économique ; il ne demande que 3 journées d'ouvrier par tonne de fruits. Au contraire, l'égrappage manuel sans battage, comme généralement pratiqué au Mayumbe, demande 6.5 à 7 journées par tonne de fruits ; les exploitations qui l'utilisent ont également 4 à 5 p. c. d'acidité dans l'huile produite ; de plus, ce système occasionne de légères pertes de fruits ; certains fruits intérieurs échappent à l'égrappage. Au point de vue de la qualité de l'huile, l'égrappage sans refente ni battage ne présente d'avantage que si le régime frais est égrappé immédiatement, et les fruits traités sans retard ; l'opération est alors pénible, demande beaucoup de main-d'œuvre et ne peut être pratiquée économiquement, sauf circonstances spéciales.

La solution du problème, au point de vue qualité de l'huile, est l'adoption de la stérilisation du régime, suivie de battage mécanique, comme cela se pratique généralement aux Indes Néerlandaises ; son intérêt économique dépend du prix de revient de la main-d'œuvre, de l'importance des immobilisations, et surtout du prix de revient des transports. En effet, le traitement du régime implique un surcroît de transport de 50 à 60 p. c. de matière inerte. Ceci n'a guère d'importance lorsque les distances sont courtes et si l'on dispose d'une voie Decauville. Au contraire, si la distance de transport est grande et qu'il faut utiliser des camions automobiles, ce facteur est très sérieux, puisque au Congo Belge, le prix de revient de la tonne/km. utile, sur courte distance (moins de 50 km.) est de l'ordre de 3 francs.

Cependant, certaines précautions peuvent être prises pour diminuer les possibilités de développement des moisissures ou autres organismes inférieurs :

1) Ne pas laisser les régimes en tas. Les disposer sur des claies, pour faciliter l'aération et l'évaporation de l'eau.

2) Maintenir propres les locaux d'égrappage ; éviter l'emploi de rondins et de bois non équarris ; le local sera cimenté, et lavé périodiquement avec une solution antiseptique.

\* \* \*

### Conclusions.

L'existence d'une lipase dans le péricarpe du fruit d'*Elaeis guineensis* se trouve confirmée ; son action peut être considérablement renforcée par celle d'organismes inférieurs : les moisissures les plus couramment rencontrées sont des *Mucor* sp. Nous avons également trouvé *Aspergillus glaucus*, et un Hyphomycète du type *Oospora*. Les

Mucoracées semblent se développer avant les Hyphomycètes. Les moisissures se développent surtout au niveau des blessures et au point d'insertion de la drupe.

La lipase a son action étroitement liée à la présence du contenu cytoplasmique et des ions Ca<sup>++</sup>; les ions H<sup>+</sup> se montrent déprimants; l'action lipolytique diminue avec la teneur en acides gras libres du milieu; il y a entre les deux variables une relation exponentielle: la lipolyse s'arrête théoriquement lorsque le titre est de 45 p. c. L'altération de l'oléine est plus rapide que celle des glycérides concrets.

Quant au rancissement apparent de l'huile fraîche, il n'est pas dû à la présence d'une oxydase dans la pulpe, ni à une enzyme sécrétée par des organismes inférieurs. La carotène peut jouer le rôle de catalyseur d'oxydation, mais l'augmentation de la teneur en aldéhydes de l'huile, au cours de son extraction industrielle, est faible, malgré qu'elle soit aérée à plusieurs reprises; aussi, la préexistence d'aldéhydes ou cétones dans la pulpe du fruit n'est-elle pas impossible. L'augmentation de la rancidité au cours de la conservation est faible, pour une huile propre.

De l'huile industrielle, propre et bien raffinée, s'altère moins rapidement lorsqu'elle est conservée dans des récipients en fer, que lorsqu'elle est conservée dans des emballages en verre; le verre brun semble avoir une légère action protectrice, par rapport au verre blanc ordinaire. L'augmentation d'acidité a été de 0.5 p. c., en 55 jours. L'épuration supercentrifuge, donnant des huiles plus propres, rend le milieu moins favorable à un développement éventuel de moisissures. L'absorption des radiations par les parois noires des tanks de garde, n'a pas d'influence sur la conservation de l'huile.

Pratiquement, il y a intérêt à porter le fruit le plus rapidement possible à la température de destruction de la lipase (55° C.), afin d'éviter l'accroissement d'activité pendant une partie de la période d'échauffement de la pulpe. Le système consistant à stériliser le régime entier serait le meilleur au point de vue de la qualité de l'huile, mais son opportunité dépend des facteurs économiques, notamment du prix de la main-d'œuvre et surtout du prix de revient du transport, car il implique un supplément de 50 à 60 p.c. de tonnage à amener à l'huilerie.

Dans les locaux d'égrappage manuel, on peut néanmoins prendre certaines précautions pour réduire les possibilités d'infection par organismes inférieurs, telles que la disposition des régimes sur des claies, au lieu de leur mise en tas, le cimentage des murs et planchers et le nettoyage périodique par solutions antiseptiques.