

# L'huile d'avocat et les produits dérivés du fruit (\*)

par **L. HAENDLER**

*Institut Français de Recherches Fruitières Outre-Mer.*

L'HUILE D'AVOCAT  
ET LES PRODUITS DÉRIVÉS DU FRUIT

par L. HAENDLER

*Fruits*, vol. 20, n° 11, déc. 1965, p. 625 à 645.

**RÉSUMÉ:** — En raison de ses propriétés particulières, l'huile d'avocat est utilisée industriellement en cosmétologie et en pharmacie. Son extraction peut s'effectuer par plusieurs procédés. Une technique simple basée sur le pressage a été étudiée de façon à préserver les qualités de l'huile.

Études des variétés favorables à l'exploitation pour l'huile.

Adaptation de ces variétés aux conditions agronomiques de l'Afrique.

Connue depuis fort longtemps en Amérique du Sud, ce n'est que vers l'an 1500 que l'existence de l'avocat fut signalée en Europe par les navigateurs espagnols et portugais. Ce fruit avait fait, depuis, en Europe, l'objet d'un commerce assez restreint, dans des circuits très spécialisés dans la vente des fruits tropicaux de luxe. Depuis quelques années, des efforts ont été faits pour développer sa consommation sur le marché français et l'on trouve actuellement des avocats chez de très nombreux détaillants. L'expérience paraît encourageante puisque les tonnages importés augmentent chaque année dans de fortes proportions.

## LES QUALITÉS DE L'AVOCAT

Les qualités organoleptiques, la valeur nutritive et la richesse en vitamines justifient d'ailleurs pleinement cette extension. Le volume de la pulpe, partie comestible du fruit, peut varier selon les variétés et les conditions de culture dans d'assez fortes proportions. C'est ainsi qu'il a été trouvé, chez des fruits produits en Guinée, 60 p. cent pour la variété 'Ryan' et 80 p. cent pour la variété 'Fairchild'. Les variétés couramment commercialisées présentent des proportions intermédiaires : 'Booth 8', 69 p. cent ; 'Pollock', 72 p. cent ; 'Peterson', 71 p. cent.

En comparant la composition moyenne de cette pulpe à celle d'autres fruits (13) (tableau I), on constate que l'avocat présente un extrait sec élevé et que l'olive peut lui être comparée au point de vue richesse en huile. La teneur en protéines de 1,14 permet de le classer parmi les plus riches. Le taux de glucides est faible, l'avocat étant avant tout un fruit lipidique, ce qui lui permet d'avoir une valeur calorifique deux fois plus forte que celle de la banane, fruit considéré comme ayant une très bonne valeur énergétique. Le pourcentage de cendres, un peu supérieur à 1 p. cent, représente environ le double de celui des fruits de grande consommation : raisin, pomme, pêche. Elles sont composées surtout d'éléments basiques, de fer et de phosphore (1, 2) et, parmi les oligo-éléments, de bore qui joue un grand rôle dans la vie de l'arbre.

L'avocat contient les vitamines liposolubles qui manquent en général aux autres fruits. Assez riche en vitamine A et B, il est moyennement riche en vitamines D et E et assez pauvre en vitamine C. Parmi les résultats cités dans la littérature, on peut retenir les chiffres suivants :

\* Communication présentée au 1<sup>er</sup> Congrès International des Industries Agricoles et Alimentaires des Zones tropicales et sub-tropicales, Abidjan, 14-19 décembre 1964.

TABLEAU I

Composition moyenne de la pulpe de l'avocat et de quelques autres fruits.

	Eau	Protéines	Huile	Sucres	Cendres	Valeur calorifique pour 100 g
Avocat (1)						
moyenne	70,56	2,10	20,6	5,95	1,32	207
minimum	58,71	1,14	9,78	2,59	0,54	
maximum	82,31	4,39	31,60	10,00	1,94	
Olive	75	0,7	15 à 25	8,9	0,4	200
Pomme	83,60	0,10	0,30	11,91	0,27	52
Pêche	88,00	1,00	-	10,00	0,50	52
Orange 'Navel'	85 à 88	0,75 à 1,5	-	9	0,37 à 0,56	44
Mûre	87,27	0,92	-	4,83	0,59	37
Banane	72,46	1,16	0,3 à 0,8	20,2	0,86	90

(1) Chiffres obtenus à la suite de l'analyse de 83 échantillons de variétés de Californie.

TABLEAU II

Composition des cendres de la pulpe d'avocat.

K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mn <sup>2</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Cl
26,83	18,55	4,72	5,30	1,51	2,58	traces	17,40	11,24	0,50	14,36

TABLEAU III

Extrait sec et teneur en huile des avocats examinés.

Variété	Extrait sec			Teneur en huile sur la pulpe			Teneur en huile % du poids total Fruits mûrs moyenne	Date et temps de maturation		
	F. vert	F. mûr 24/28°	F. mûr 11/13°	F. vert	F. mûr 24/28°	F. mûr 11/13°		Point de coupe J	mûr à 24/28°C	mûr à 11/13°C
BOOTH 7	24,63	23,5	24,79	14,27	14,75	14,67	9,56	1/10	J + 9	J + 14
BOOTH 8										
(culture irriguée)	24,36	24,0	22,22	14,37	15,96	14,39	9,45	30/7	J + 5	J + 16
BOOTH 8										
(culture sèche)	26,35	24,18	23,05	14,74	16,42	16,74	11,21	25/9	J + 8	J + 15
COLLINSON RED	20,98	20,30	20,65	10,81	11,85	11,43	7,62	14/8	J + 6	J + 12
CHOQUETTE	15,15	14,00	13,30	8,94	8,65	7,35	5,76	3/9	J + 7	J + 12
EDRANOL	30,87	27,44	30,21	20,20	19,68	20,40	11,00	13/7	J + 12	J + 17
FAIRCHILD	28,28	29,84		11,84	13,37		10,82	6/6	J + 4	
FUERTE (TONGO)	29,11	32,14	33,15	21,15	22,5	23,10	15,14	4/7	J + 6	J + 19
FUCHSIA	19,61	18,45	16,89	9,45	10,55	8,87	7,28	15/5	J + 6	J + 13
GOTTFRIED	21,33	22,52	22,28	12,57	15,49	15,56	11,48	21/4	J + 4	J + 7
HALL	17,85	17,25	18,14	9,41	12,24	10,74	7,69	2/9	J + 8	J + 13
HI CKSON	20,92	19,7	18,43	12,4	12,43	11,98	8,90	2/9	J + 5	J + 15
ITZAMNA	24,74	24,80	24,60	13,45	16,69	16,73	8,52	22/10	J + 17	J + 18
LINDA	25,52	26,68	26,65	16,12	19,24	20,46	12,27	21/10	J + 8	J + 15
LULA	21,57	21,84	22,23	11,68	13,16	13,81	7,81	7/10	J + 8	J + 15
MEXICOLA	27,89	30,10		19,61	21,86		14,20	20/4	J + 12	
PERNOD	19,81	19,33	18,14	11,02	12,07	10,83	8,12	28/4	J + 6	J + 10
PETERSON	19,33	19,28	19,04	6,35	7,25	7,21	5,20	6/5	J + 9	J + 13
POLLOCK	15,88	13,86	16,64	5,34	5,59	6,85	4,97	12/5	J + 5	J + 11
RYAN	26,51	27,21	26,21	16,5	17	19,40	10,55	10/7	J + 8	J + 13
SEMIS 60 n° 1	19,41	19,18	19,02	9,66	11,74	10,83	8,46	10/6	J + 2	J + 10
SEMIS 60 n° 2	16,43	16,23	16,58	8,21	8,31	9,72	6,75	10/6	J + 6	J + 20
SIMPSON		24,96	26,72		17,86	18,92	13,05	9/9	J + 8	J + 13
SULLIMAN	27,59	31,22	32,84	19,07	23,34	25,15	16,24	22/10	J + 4	J + 13
WALDIN	17,92	16,84	17,06	7,82	8,74	7,39	5,52	15/5	J + 7	J + 13

*Teneur pour 100 g de fruits frais.*

Carotène.....		60/70 µg
Aneurine.....		100 µg
Lactoflavine.....		170 µg
Acide ascorbique.....		8,5 mg
Calciferol.....	400 U I	10 µg
2 méthyl 1-4 naphthoquinone.....		8 µg
Tocophérol.....		3 mg
Biotine.....		10 µg
Nicotinamide.....		1 mg

La fraction lipidique est très importante. Elle peut varier dans des proportions très sensibles selon les conditions climatiques, les techniques culturales mais, surtout, selon les variétés (de 5 à 25 p. cent et au-delà). La qualité du fruit, sa valeur alimentaire, son intérêt en tant que matière première industrielle sont en grande partie liés à sa richesse en huile.

## VARIATIONS DE LA RICHESSE EN HUILE

L'avocatier est un arbre qui croît dans toutes les régions tropicales et sub-tropicales. Spontané ou sub-spontané dans une grande partie de l'Amérique du Sud et de l'Amérique centrale, il fait l'objet de cultures plus ou moins industrielles dans de nombreux pays des zones tropicales et sub-tropicales. En Afrique, il n'existait, il y a quelques années, qu'à l'état de cultures sporadiques exploitées presque uniquement pour la consommation locale. L'implantation de cultures rationnelles pour une production de fruits destinés à l'exportation réclamait, avant toute chose, le choix d'un matériel végétal bien adapté aux conditions de culture, produisant des fruits susceptibles d'être commercialisés dans de bonnes conditions. C'est en vue d'étudier ces points que l'I. F. A. C. avait constitué, à sa Station de Foulaya en Guinée, une collection où furent réunies les variétés qui avaient paru être les plus intéressantes ; cette collection a été par la suite réimplantée sur la Station d'Azaguié en Côte d'Ivoire, où des parcelles d'essais des principales variétés commerciales sont à l'étude. Les observations ont porté sur 30 fruits représentatifs de chaque variété : 10 ont été examinés verts, au point de coupe commercial ; 10 ont été examinés après maturation à la température ambiante entre 24 et 28° C et 10 après maturation à 13° C, température des cales des navires bananiers. Les chiffres donnés pour les différentes mensurations sont les moyennes des 30 chiffres obtenus. Les déterminations en huile ont été faites sur l'ensemble de la pulpe intimement mélangée pour les dix fruits envisagés. Dans les différents cas, le classement des variétés a été fait par ordre alphabétique.

Les résultats donnés dans le tableau III montrent les différences importantes pouvant exister entre les variétés examinées : de 22,5 p. cent pour 'Fuerte' à 5,5 p. cent pour 'Pollock' dans le cas de pulpe de fruits mûris à la température ambiante.

Ces différences sont répercutées dans le calcul du pourcentage d'huile par rapport au poids total. On constate que 'Fuerte' passe d'environ 22,5 p. cent à 15,1 p. cent alors que 'Pollock' passe de 5,5 p. cent à 4,9 p. cent, la différence n'étant alors que de 0,6 p. cent. Pour l'industriel, la notion intéressante sera donc le p. cent calculé sur le poids total du fruit, le chiffre concernant la pulpe ne constituant qu'une indication.

En ce qui concerne l'évolution de la teneur en huile des fruits entre la coupe et le moment où le fruit peut être consommé, on constate une légère augmentation du p. cent au cours de la maturation. Cette augmentation, toutefois, peut être une conséquence normale de la transpiration ou de la respiration qui détermine une perte de poids durant la maturation, assurant ainsi une certaine concentration. Le fait que les dosages aient été effectués sur des lots de fruits différents introduit également un facteur d'incertitude. Les points de coupe ont été estimés empiriquement : époque, grosseur et poids du fruit, test rapide de maturation, mais ces éléments ne peuvent donner la certitude que tous les fruits, même pour une variété donnée, aient été cueillis exactement au même stade d'évolution. La possibilité de détermination du point de coupe optimum est une question actuellement en cours d'étude.

Ces différents facteurs d'imprécision ne permettent pas d'affirmer qu'il y a ou non augmentation de la teneur en huile au cours de la maturation. On peut estimer cependant qu'il n'y a pas de

TABLEAU VI

Composition de l'huile d'avocat.

	Jamieson	Eaton	Bacharach Smith	Albro	Loveland
Poids spécifique	0,9132	0,9210	0,912		0,908
Indice de réfraction $n_D^{20}$	1,470	1,470	1,4725	$n_D^{25} = 1,4664$	
Indice d'acide	2,8	2,5	0,4	8 - 12	4,2
Indice de saponification	192,6	192,6	180	177-178	196,7
Insaponifiable %	1,6	1,4	1,49		1
Indice d'iode de Hanus	94,4	94,4	86	85-88	65,3
Indice d'acétyl (acide acétique par acétylation)	9,2	9,2		11,3	19,6
Indice de Reichert-Meissl (acides volatils solubles)	1,7	1,6		3,8 - 4	
Indice de Polenske (acides volatils insolubles)	0,2	0,2		0	
Acides saturés %	7,2	7,2			
Acides non saturés %	84,3	85,0			
Indice d'iode des acides non saturés	101,2	101,2			
Essai Maumene (élévation de température par add. de $SO_4H^2$ )				65	
Indice de Hehner acide gras insoluble et insaponifiable, non volatil)				92,5	

TABLEAU V

Perte de poids au stockage à la température ambiante (24-28°C)  
et en atmosphère réfrigérée (11-13°C).

Variété	Poids minimum et maximum en g	Perte de poids % par jour		Epoque
		T° ambiante	A. réfrigérée	
Booth 7	444	1,04		1/10 - 9/10
	489		0,58	1/10 - 14/10
Booth 8 (irrigué)	388	1,38		25/9 - 3/10
	439		0,55	25/9 - 8/10
Booth 8 (culture sèche)	355	1,20		25/9 - 3/10
	373		0,66	25/9 - 8/10
Collinson Red	528	1,34		7/10 - 12/10
	536		0,44	7/10 - 19/10
Choquette	707	0,89		3/9 - 10/9
	733		0,44	3/9 - 17/9
Gottfried	338	2,00		21/4 - 25/4
	361		1,2	21/4 - 29/4
Hall	635	1,11		2/9 - 10/9
	666		0,49	2/9 - 15/9
Itzamna	466	1,30		21/10 - 31/10
	445		1,00	21/10 - 10/11
Linda	478	1,03		21/10 - 29/10
	584		0,52	21/10 - 4/11
Lula	466	0,95		7/10 - 15/10
	374		0,43	7/10 - 22/10
Pernod	411	2,90		29/4 - 4/5
	451		0,36	29/4 - 8/5
Peterson	310	1,28		20/5 - 27/5
	338		0,63	20/5 - 2/6
Pollock	533	1,51		3/6 - 8/6
	846		0,54	3/6 - 15/6
Simpson	521	1,45		9/9 - 17/9
	514		0,62	9/9 - 22/9
Sulliman	163	0,90		21/10 - 25/10
	169		0,48	21/10 - 4/11

diminution de la teneur en huile et que, si augmentation il y a, elle ne saurait être que minime, dans les conditions des essais.

Pour les mêmes raisons que précédemment, l'évolution de l'extrait sec est difficilement interprétable. D'autre part, il ne semble pas qu'il soit possible d'établir une corrélation entre la teneur en extrait sec et la richesse en huile, ceci pas plus à l'intérieur d'une même variété qu'en comparant des variétés différentes.

Le relevé des délais nécessaires à la maturation ne saurait constituer une règle. Il indique que, pour l'ensemble des variétés, la maturation à la température de 23 à 28° C s'effectue en 5 à 6 jours et que, dans les conditions d'une cale de navire bananier (11 à 13° C), le temps nécessaire est de 12 à 15 jours. Cette dernière indication permet d'espérer qu'un transport des fruits par bateau à ces températures sera possible dans certaines conditions.

La comparaison entre les fruits d'une même variété dont la cueillette a été échelonnée sur une saison de production, tels ceux de 'Booth 8', indique une augmentation de la richesse dans le temps pour des fruits ayant noué sensiblement à la même époque. Le fait se trouve vérifié pour la variété 'Pollock' dont la teneur en huile passe de 6,2 p. cent à 8 p. cent de mai à juillet. Pour l'obtention d'une teneur en huile maximum il y aura donc lieu de récolter le plus tardivement possible. Par contre, la variation entre les fruits de la variété 'Booth 8' obtenus en culture sèche ou en culture irriguée paraît à peu près nulle. Cette condition de culture ne paraît pas avoir d'influence sur la teneur en huile. Ce point, toutefois, demanderait à être confirmé.

Afin d'essayer de déterminer si les conditions de végétation et de culture en Afrique étaient susceptibles d'exercer une influence sur la teneur en huile, les chiffres obtenus ont été comparés à ceux qu'il a été possible de trouver dans la littérature et en particulier avec les chiffres américains. Dans l'ensemble, on peut considérer que les résultats sont à l'intérieur des limites de variations données par les différents auteurs (3, 5, 23). Les variations les plus importantes sont constituées par les différences variétales et ce point reste le plus important dans le cas d'un choix prenant en considération la richesse en huile. Dans le cadre d'un examen pomologique des variétés, la richesse en huile est un point important mais nombre d'autres facteurs entrent en ligne de compte, notamment dans le cas d'une sélection de fruits destinés à l'exportation. Les caractéristiques commerciales des fruits en collection ont été examinées et les résultats mentionnés dans les fiches ont été collationnés dans le tableau IV. Ces données, concernant surtout les fruits destinés à la consommation à l'état frais, ne seront pas commentées dans le cadre de cette étude traitant plus spécialement de l'utilisation industrielle de l'avocat.

Dans le tableau V on a réuni les chiffres relatifs à la perte de poids au cours de la maturation. On constate qu'elle est loin d'être négligeable étant, dans le cas de la température ambiante (24/28° C), supérieure à 1 p. cent par jour et pouvant dépasser 2 p. cent en période chaude et sèche, cas des variétés 'Pernod' et 'Gottfried' au mois d'avril (humidité relative moyenne : 50, température maximum moyenne : 35° C).

## LES DIFFÉRENTS MODES D'EXTRACTION DE L'HUILE D'AVOCAT

Nous avons vu dans la première partie de cette étude que l'avocat était un fruit « lipidique » particulièrement intéressant pour sa teneur en matière grasse. Cette matière grasse ou huile d'avocat, dont nous rappelons la composition dans le tableau VI, possède des propriétés qui la font apprécier tout particulièrement par les pharmaciens et les cosmétologues. Susceptible de réduire la tension superficielle des liquides et de former des émulsions très fines, c'est une huile des plus pénétrantes qui peut être comparée à la lanoline. Elle peut être employée de ce fait avec intérêt comme vecteur de produits les plus divers et entrer dans de nombreuses préparations où la pénétration est le but recherché. Non irritante, elle contient des vitamines liposolubles en quantité non négligeable et est assez riche en phytostérol et en lécithine ; son odeur est faible et elle rancit très peu.

L'huile existant dans la pulpe du fruit doit être extraite. Cette extraction peut être envisagée selon différentes méthodes (8, 9, 10, 11, 12). Une des plus simples et des plus rudimentaires consiste à faire macérer la pulpe dans l'eau bouillante et à recueillir l'huile surnageant. Ce procédé était employé par les indigènes d'Amérique du Sud ; il donne une huile de qualité médiocre avec un faible taux d'extraction.

Un autre procédé consiste à mélanger la pulpe broyée en une pâte homogène à de la chaux (de 0,5 à 3 p. cent selon les variétés). Le mélange est laissé en contact de 10 à 15 mn si l'on désire obtenir une huile verte et environ une heure pour obtenir une huile jaune. L'huile est séparée ensuite de la pulpe au moyen d'un filtre-presse, par décantation dans l'eau, par centrifugation ou par extraction au solvant. Le produit obtenu est dans ce cas réservé aux usages industriels et notamment à la fabrication de savon. Les rendements sont, dans ce cas également, assez faibles (8, 11).

En Amérique du Nord, notamment en Californie, l'extraction est réalisée par épuisement au solvant ; la qualité du produit obtenu est bonne et le rendement très satisfaisant mais le procédé est onéreux.

Dans les conditions d'exploitation africaine, le coût d'un traitement au solvant serait prohibitif et ne permettrait pas de produire à un prix compétitif ; les techniques utilisant l'eau bouillante ou la chaux donnent des huiles de qualité inférieure. D'autre part, il y aurait tout avantage à extraire au maximum l'huile contenue dans le fruit pour assurer la rentabilité de la transformation. Une méthode d'extraction de l'huile, efficace, simple et peu onéreuse était à trouver. Ce fut l'objet des travaux entrepris par l'I. F. A. C.

### Expérimentation.

Les essais furent menés en premier lieu en partant de fruits partiellement séchés, susceptibles de se conserver dans cet état et d'être ensuite traités pour l'extraction de l'huile sur place ou après expédition.

Les fruits ont été séchés dans un four vertical à claies alimenté à l'air chaud pulsé ; circulation horizontale d'environ 3 m/s, charge des claies 15 kg/m<sup>2</sup> de fruits non pelés, coupés en quatre et sans noyau.

Pour acquérir une possibilité correcte de conservation, il est nécessaire que le fruit ne contienne, après séchage, que 17 p. cent d'eau au maximum. La température de séchage optimum, en tenant compte de la rapidité de l'opération, de l'exsudation de l'huile et de la qualité ultérieure du produit est de 75° C. Dans les conditions précitées, le temps de séchage est d'environ 12 heures.

L'extraction de l'huile sur le produit obtenu a été réalisée en utilisant deux méthodes : l'extraction au solvant et le pressage. Dans la première, un épuisement à l'éther de pétrole a permis de récupérer environ 95 p. cent de l'huile contenue dans la pulpe.

Les essais par pressage ont montré qu'il était nécessaire d'effectuer une déshydratation plus poussée du produit, de façon à obtenir une teneur en eau n'excédant pas 9 p. cent. Cette deuxième partie du séchage doit être conduite à une température plus basse que la première (35 à 40° C). Cette humidité, qui est alors sensiblement celle d'une graine, permet, en appliquant une pression de l'ordre de 500 kg au centimètre carré, l'extraction de 80 à 85 p. cent de l'huile présente dans la matière première. Le pressage, dans les conditions des essais, a été réalisé dans une presse verticale à toile en pression lente et continue (11, 12).

Cette technique, qui exige une déshydratation poussée du produit, est assez onéreuse.

Dans le but de simplifier l'extraction et de réduire les manipulations, des recherches ont été faites pour essayer de déterminer une méthode simple utilisant le pressage. Les premiers essais, réalisés sur la pulpe fraîche obtenue en broyant directement les fruits plus ou moins mûrs, n'ont donné que des résultats décevants, les taux d'extraction obtenus étant très bas. Les essais furent repris en incorporant à la pulpe, avant pressage, une charge de matière inerte. Des résultats intéressants furent obtenus avec la terre d'infusoires. L'utilisation de tels produits d'addition augmentait cependant considérablement les frais de traitement qui, pour assurer la rentabilité de l'opération, devaient être réduits au minimum. Dans une troisième série d'essais, on a cherché à conserver les avantages conférés par l'addition de produit inerte tout en diminuant le prix de revient de la transformation. L'utilisation de sable ayant paru répondre aux impératifs fixés, les travaux furent poursuivis dans ce sens pour l'élaboration d'une méthode d'extraction satisfaisante ; les meilleurs résultats furent obtenus en appliquant la technique suivante

### Mise au point d'une technique d'extraction.

#### *Matière première.*

Les fruits utilisés doivent être cueillis à leur époque normale de maturité, le point de coupe choisi étant le même que pour les fruits destinés à la consommation à l'état frais. Le moment de la cueil-

lette varie avec les variétés et les conditions de culture. Il sera à déterminer dans chaque cas de façon la plus précise possible. Le stade de maturité auquel seront cueillis les fruits pouvant influencer fortement les conditions de traitement ultérieures, une attention toute particulière sera apportée à son choix.

Les fruits cueillis ne peuvent être traités immédiatement, une maturation préalable est nécessaire, maturation qui, en zone tropicale, peut selon les cas s'effectuer, à la température ambiante, dans les délais variant entre 5 et 10 jours.

Le moment où les fruits peuvent être traités correspond sensiblement à celui où ils sont jugés aptes à la consommation à l'état frais. Ils peuvent cependant sans inconvénient avoir légèrement dépassé ce stade, ce qui permet d'avoir deux à trois jours de délai pour le traitement. Cette possibilité facilite grandement les conditions d'approvisionnement de l'usine.

#### *Processus.*

Les fruits mûrs, non pelés, sont dénoyautés manuellement ; l'opération étant rapide et simple il ne paraît pas nécessaire de la mécaniser. Le mélange de pulpe et de peau est chauffé à 75/80° C pendant environ 30 mn. Un brassage doit être maintenu durant le chauffage afin d'homogénéiser le mélange, d'assurer une bonne répartition de la chaleur et d'éviter les points de surchauffe le long des parois du récipient. Le chauffage entraîne une légère déshydratation du produit, de l'ordre de 5 à 6 p. cent.

Afin de préserver la qualité de l'huile, il y aura avantage à ce que la température de la pulpe durant le chauffage ne dépasse pas 80° C. La pulpe chaude est additionnée de 15 p. cent en poids de sable propre et sec de granulométrie moyenne. La pulpe et le sable intimement mélangés sont pressés encore chauds, dans une presse hydraulique à toile à une pression minimum de 60 kg/cm<sup>2</sup>. Le pressage est arrêté lorsque l'écoulement est terminé. Le liquide recueilli se sépare en deux phases, la partie supérieure étant constituée par l'huile qui peut être récupérée par décantation. L'huile encore tiède est filtrée, une toile de coton suffisant dans la majorité des cas. On obtient ainsi l'huile brute qui peut être emballée en récipient de verre ou de fer galvanisé ou vitrifié. D'ailleurs il y a lieu, tout au long de la fabrication, d'éviter le contact de l'huile avec le fer et même avec le cuivre ; les parties en contact pourront être en acier inoxydable, vitrifiées, ou constituées de matériaux chimiquement inertes.

Lors du stockage de l'huile, certaines précautions seront à prendre ; on devra en particulier maintenir le produit à l'abri de l'air, de la lumière et de la chaleur. Les récipients devront être opaques et remplis au maximum. Les périodes de conservation aux températures tropicales devront être réduites au minimum. Les constantes physico-chimiques de l'huile obtenue sont assez voisines de celles données au tableau VI. Les différents échantillons réalisés, soumis à certains utilisateurs, ont été estimés satisfaisants et l'on peut considérer qu'une telle huile pourrait être commercialisée dans de bonnes conditions.

L'échantillonnage avait été réalisé avec les huiles brutes et des huiles épurées et décolorées, les produits bruts ont été dans tous les cas préférés par les utilisateurs.

#### *Rendements.*

Ils sont variables avec la catégorie des fruits traités et en particulier avec la variété. On voit dans le tableau VII que les chiffres relatifs au rendement total en huile sur le poids total du fruit peuvent varier de 2,5 à 10 p. cent. Le taux d'extraction, qui représente le pourcentage d'huile extraite de la quantité totale, varie entre 85 et 93 p. cent. Ce chiffre peut être considéré comme satisfaisant et permet d'envisager l'utilisation de la méthode sur le plan industriel.

Un essai semi-industriel, au cours duquel il a été traité 5 t de fruits, a permis de confirmer les chiffres précédemment cités et de constater que la méthode permettait d'obtenir un produit de qualité constante, donnant satisfaction aux utilisateurs. La simplicité de la technique et du matériel nécessaire permet d'envisager l'implantation d'unités de traitement sur les lieux mêmes de production, même isolés, minimisant ainsi les problèmes de collecte et de transport. Elle permet d'autre part d'obtenir un prix de revient minimum à l'extraction, ce qui doit assurer, dans la majorité des cas, la rentabilité de l'opération. Cette rentabilité dépend des conditions d'exploitation et des tendances du marché mais est surtout déterminée par la richesse en huile de la matière première. Les frais d'exploitation étant les mêmes pour l'obtention de quantités d'huile pouvant varier du simple au quadruple, on conçoit que le choix du matériel végétal ait une importance primordiale et ce point devra être la préoccupation majeure de tout producteur éventuel d'huile d'avocat.

TABLEAU IV

Tableau résumant les caractéristiques commerciales des fruits examinés.

Variété	Présentation	Goût	Consistance	Résistance	% de pulpe	Richesse en huile
BOOTH 7	<u>bonne</u>	moyen	moyenne	<u>bonne</u>	moyen	<u>bonne</u>
BOOTH 8 (culture irriguée)	<u>bonne</u>	moyen à passable	moyenne à passable	<u>bonne</u>	moyen	<u>bonne</u>
BOOTH 8 (culture sèche)	moyenne	moyen	moyenne à passable	<u>bonne</u>	moyen	<u>bonne</u>
COLLINSON RED	<u>bonne</u> (rouge brun)	<u>bon</u>	moyenne à <u>bonne</u>	<u>bonne</u>	moyen	moyenne
CHOQUETTE	moyenne (gros fruit)	faible	<u>bonne</u>	moyenne	<u>bon</u>	faible
EDRANOL	moyenne	passable	moyenne	<u>bonne</u>	moyen	<u>très bonne</u>
FUCHSIA	moyenne	<u>bon</u>	<u>bonne</u>	faible	faible	faible
GOTTFRIED	moyenne	<u>bon</u>	<u>bonne</u>	faible	<u>bon</u>	moyenne
HALL	<u>bonne</u>	<u>bon</u>	moyenne	moyenne	moyen	moyenne
HICKSON	moyenne	moyen	moyenne	<u>bonne</u>	<u>bon</u>	moyenne
ITZAMNA	moyenne	moyen	moyenne	<u>très bonne</u>	faible	<u>bonne</u>
FAIRCHILD	<u>bonne</u>	<u>bon</u>	moyenne	<u>bonne</u>	<u>bon</u>	moyenne
FUERTE (TONTO)	moyenne	<u>bon</u>	moyenne	<u>bonne</u>	<u>bon</u>	<u>très bonne</u>
LINDA	moyenne (brun foncé)	<u>bon</u>	moyenne	<u>bonne</u>	moyen	<u>très bonne</u>
LULA	<u>bonne</u>	<u>bon</u>	<u>bonne</u>	moyenne	moyen	moyenne
MEXICOLA	<u>bonne</u> (petit fruit)	moyen	moyenne	faible	moyen	<u>très bonne</u>
PERNOD	<u>bonne</u> (violet noir)	moyen	<u>bonne</u>	moyenne	<u>bon</u>	moyenne
PETERSON	moyenne	<u>bon</u>	moyenne	<u>bonne</u>	<u>bon</u>	faible
POLLOCK	<u>bonne</u> (gros fruit)	<u>bon</u>	<u>bonne</u>	moyenne	<u>bon</u>	faible
RYAN	moyenne	moyen	moyenne	<u>bonne</u>	faible	<u>bonne</u>
SEMIS 60 (1)	<u>bonne</u> (violet)	<u>bon</u>	moyenne	<u>bonne</u>	<u>bon</u>	moyen
SEMIS 60 (2)	moyenne	<u>bon</u>	moyenne	<u>bonne</u>	<u>bon</u>	moyen
SIMPSON	moyenne	<u>bon</u>	moyenne	médiocre	<u>bon</u>	<u>bonne</u>
SULLIMAN	moyenne	moyen	moyenne	moyenne	moyen	<u>très bonne</u>
WALDIN	moyenne	<u>bon</u>	moyenne	<u>bonne</u>	<u>bon</u>	faible

TABLEAU VII

Variété	Teneur en huile de la pulpe %	Taux d'extraction %	Pourcentage d'huile dans les tourteaux	Rendement total sur poids du fruit %
Fuerte	20	93	7	10
Lula	8,8	85	15	3,9
Booth 7	8,85	85	15	4,5
Fuchsia	5,04	90	10	2,5
Semis Guinée	4,5	85	15	2,66
Semis Cameroun	17,5	88	12	8

Il ne nous est pas possible, dans le cadre de cette note, de définir un seuil de rentabilité étroitement lié aux conditions particulières d'exploitation. Les investissements nécessaires à la création d'une installation ne peuvent être calculés que lorsque sont connus les éléments tels que les tonnages à traiter, les rythmes de production, les ressources locales en énergie, les possibilités de main-d'œuvre, etc.



On peut conclure en considérant que les moyens nécessaires à une production d'huile d'avocat de bonne qualité sont maintenant connus. Il y aura lieu, toutefois, d'étudier soigneusement au préalable toute éventualité de production afin d'en définir le bien-fondé.

## LES POSSIBILITÉS DE VALORISATION AUTRES QUE L'HUILE

La valeur gustative et énergétique de l'avocat a depuis longtemps attiré l'attention des industriels sur ce fruit et de nombreuses tentatives ont été faites pour conserver de façon efficace et agréable la pulpe d'avocat.

Les essais de stabilisation par la chaleur ont, dans tous les cas, provoqué l'apparition de saveurs amères rendant impossible la commercialisation du produit (17, 18, 15).

La déshydratation sur tambour chauffant s'effectue assez bien mais confère également au produit une amertume qui le rend inutilisable.

La conservation par stabilisant ou antiseptique est inefficace ou laisse un goût désagréable (22).

Les résultats les plus intéressants ont été obtenus par congélation de tranches, de morceaux ou de purée ; cette dernière présentation additionnée de jus de citron ou de lime, de sel et de piment, a été nettement la plus appréciée et est commercialisée de plus en plus aux États-Unis sous des dénominations diverses et notamment celle de « guacamole » (15, 16, 17, 18).

Des essais ont été réalisés en provoquant une fermentation lactique des pulpes en vue d'obtenir un produit ressemblant à un fromage. D'odeur et de goût agréables, ce « fromage » se conserverait bien et pourrait faire l'objet de fabrication destinée plus particulièrement à une commercialisation locale (13).

La pulpe d'avocat peut également être utilisée pour la fabrication de crème glacée. Cette matière première est considérée aux îles Hawaii comme l'une des meilleures. On doit noter cependant que les résultats les plus satisfaisants ont été obtenus avec la pulpe de fruits frais et non avec des pulpes en conserve. La présentation sous forme de sorbet par contre ne semble pas recommandée (19, 20).

Des travaux approfondis, menés en particulier par le Dr J. B. JENSEN, ont montré qu'il existe dans les tissus de l'avocatier un antibiotique puissant. Par l'utilisation de techniques particulières, l'extraction peut en être faite, notamment en partant du noyau. Le pouvoir bactériostatique de cet antibiotique s'est révélé satisfaisant et son utilisation, dans les conserves de viande, dans les salaisons ou les crèmes pour pâtisserie, peut être envisagée. Cette possibilité d'extraction serait particulièrement intéressante puisqu'elle permettrait une valorisation des noyaux, partie du fruit inutilisée dans tous les cas de transformation précédemment envisagés (21).

On voit que l'avocat peut être utilisé de façon très variée ; toutefois l'extraction de l'huile est actuellement celle qui mérite le plus d'attention. La production de purée additionnée d'épices ou de condiments ne peut être valablement envisagée que sous forme congelée. Cette technique, qui suppose l'implantation de chaînes de froid complètes, ne peut encore être pleinement utilisée dans les pays d'Afrique.

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) SCHWOB (R.). — Composition chimique de l'avocat. *Fruits*, Vol. 6, n° 5, 177-183, mai 1951.
- (2) POPENOE (W.). — Early historic of the avocado. *Calif. Avocado Assoc. Y. B.*, 1934.
- (3) VOGEL (R.). — Teneur en huile de quelques variétés d'avocateurs cultivés au Maroc. *Fruits*, Vol. 11, n° 9, 384-386, 1956.
- (4) LASSENS (S.), HINDERER (B.). — Vitamine B complex study on the California Avocado Origin *Jour. Amer. Dietetics Assoc.*, Vol. 20, n° 10, 1944.
- (5) HODGSON (R. W.). — The avocado, a gift from the Middle American. *Econ. Bot.*, Vol. 4, 1950.
- (6) FRENCH (R. B.), ABBOTT (U. D.), TOWNSEND (R. O.). — Levels of Thiamine, Riboflavine and Niacine in Florida Product foods. *Univ. Fla Agric. Exp. Sta. Gainesville, Bull.* n° 482.
- (7) HALL (A. P.), MOORE (J. G.), MORGAN (A. F.). — B Vitamine content of california-grown avocado. *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 3, n° 3, mars 1955.
- (8) BREKKE (J. E.), CRUESS (W. V.). — Recovery and properties of avocado oil. *Canner*, Vol. 112, n° 4, 1951.
- (9) FUHRER. — L'huile d'avocatier, ses propriétés, ses applications en cosmétique. *Kosmetik*, Vol. 26, janvier 1953.
- (10) BROWN (E. B.), JARVIS (M. W.). — Avocado oil from Kenya. *Col. Plant An. Prod.*, Londres, Vol. 1, n° 4, oct-déc. 1950.
- (11) GUYOT (H.). — Utilisation de l'avocat. *Fruits d'Outre-Mer*, Vol. 4, n° 2, 1949.