

ETUDES SUR L'HUILE D'AVOCAT, EN PARTICULIER SUR LA FRACTION STÉROLIQUE DE L'INSAPONIFIABLE.

T. ITOH, T. TAMURA, T. MATSUMOTO et P. DUPAIGNE*

ETUDES SUR L'HUILE D'AVOCAT, EN PARTICULIER SUR LA FRACTION STÉROLIQUE DE L'INSAPONIFIABLE

T. ITOH, T. TAMURA, T. MATSUMOTO et P. DUPAIGNE

Fruits, nov. 1975, vol. 30, n°11, p. 687-695.

RESUME - On a séparé de l'insaponifiable d'huile d'avocat les fractions 4-desméthyl, 4-monométhyl et 4-4 diméthylstérol par chromatographie en couche mince et l'identification a été obtenue par chromatographie gazeuse. Parmi les 4-desméthylstérois, le composé le plus abondant était le β -sitostérol accompagné par moins de campestérol et de Δ^5 -avenastérol ; on a trouvé aussi des traces de cholestérol, stigmastérol, Δ^7 stigmastérol et Δ^7 avenastérol.

La fraction 4-monométhylstérolique contenait du Citrostadiérol, du Gramistérol et de l'Obtusistérol en grande quantité, ainsi que du Lophérol et du 3 1-Norcyclostérol.

La fraction 4-4 diméthylstérolique consistait principalement en un mélange de Cycloartérol et de 24 Méthylénecycloartanol ; parmi les autres composés à l'état de traces on a identifié les Cycloartanol, β -amyrine et Cyclobranol.

Le constituant le plus important de la fraction fortement polaire de l'insaponifiable a été isolé et identifié comme 1,3,4-Trihydroxy-n-heptadec-16-ène ; la composition des acides gras a été également déterminée.

Quelques renseignements relatifs à la constitution des stérois de l'huile d'avocat ont été antérieurement donnés par certains chercheurs.

A vrai dire, ces renseignements sont parfois tellement différents que l'on a peine à penser qu'il s'agit du même fruit. Ceci peut s'expliquer en partie par l'ancienneté relative des recherches, lorsque l'analyse structurale des molécules n'utilisait que des méthodes courantes, en partie par les procédés d'extraction et d'identification qui pouvaient induire l'apparition de corps néo-formés (artefacts), en partie aussi que la matière première n'était pas uniforme, ni par le cultivar, ni par l'origine, ni par son mode d'extraction, ni par son âge relatif. Bien entendu, ces

considérations s'appliquent à tous les produits agricoles ; mais pour l'huile d'avocat elles entraînent bien des similitudes.

Par exemple, un des premiers, SCHWOB en 1951 (27) ayant trouvé environ 0,6 p. cent de stérois dans les 1,6 p. cent d'insaponifiables, ce qui apparaît raisonnable, parle de phytostérois et d'ergostérol. En outre, il parle de 3 mg p. cent de α -tocophérol, ce qui n'est pas négligeable et explique la stabilité relative vis-à-vis de l'oxydation.

FEDELI (7, 8) montra la grande différence de composition entre les avocats d'Amérique centrale et ceux d'Afrique, en particulier dans les hydrocarbures de l'insaponifiable ; parmi les stérois, le butyrospermol et le campestérol sont mis en relief.

Pour PAQUOT (25, 26) les stérois représentent 45 p. cent de l'insaponifiable, parmi lesquels figurent surtout le

* - ITOH (T.), TAMURA (T.), MATSUMOTO (T.). College of Science and Technology, Nihon University, 8 Kanda Surugadai, 1-Chome, Chiyoda-ku, Tokyo 101 (Japan).
DUPAIGNE (P.). Institut français de Recherches fruitières Outre-Mer (IFAC), 6, rue du Général Clergerie - 75116 PARIS.

β -sitostérol, puis le campestérol et finalement le cholestérol (3 p. cent).

En ce qui concerne les acides gras, les proportions données par MAZLIAK (22) pour la variété Fuerte d'Israël coïncident à peu près avec celles qu'on va voir, bien que ni la variété ni la provenance ne soient les mêmes ; celles de KIKUTA, rapportées par BIALE dans l'ouvrage de HULME (1), donnent des différences selon que l'acide gras est libre ou à l'état de mono, di, triglycéride, glycolipide ou phospholipide ; de plus, il montre clairement que les acides gras n'évoluent pas de la même façon en fonction de la maturité, et qu'il conviendrait de définir exactement celle-ci avant de proposer des moyennes dans la composition des acides gras.

La figure 1, empruntée à un travail de KIKUTA sur l'huile d'avocat de la variété Fuerte, illustre bien cette évolution.

On sait que le β -sitostérol est le plus abondant parmi les 4-desméthylstérols et qu'il est accompagné par un peu de campestérol et à l'état de traces, s'il en existe, de stigmas-térol (9).

La présence du cholestérol (6, 25, 26) et de deux stérols non identifiés (25) à l'état de composants de peu d'importance, a été également soulignée. De son côté, KARLESKIND (17) a montré la présence de brassicastérol en plus du β -sitostérol, du campestérol et du stigmas-térol dans la même fraction.

Dans la fraction triterpénique (4,4-diméthylstérols), ont été identifiés le cycloartérol, le 24-méthylèncycloartanol,

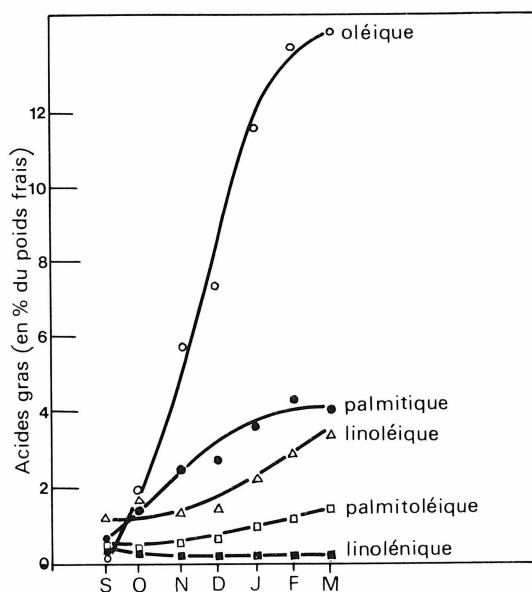


fig. 1 • Modification de la composition des acides gras en fonction de la saison (KIKUTA).

la β -amyrine (6,26) et le butyrospermol (19,26) et KARLESKIND (17,18) a montré que ce dernier est le plus abondant (60 p. cent de la fraction).

Quant à la fraction des 4-monométhylstérols, à notre connaissance rien n'a été découvert dans ce domaine pour l'huile d'avocat.

Au laboratoire de Tokyo, un grand nombre d'huiles végétales ont été analysées afin d'y rechercher les constituants stéroliques, c'est-à-dire les 4-desméthylstérols, les 4-monométhylstérols et les 4,4-diméthylstérols, donnant des résultats intéressants à la fois sur le plan scientifique et sur le plan pratique.

Le présent travail est principalement axé sur la composition stéroliques, en même temps que sur celle des acides gras et des trialcools, de l'huile d'avocat.

EXPÉRIMENTATION

Matériel.

L'huile brute d'avocat a été obtenue par pressurage de la pulpe déshydratée, en partie en provenance du Cameroun, contenant surtout des avocats de culture villageoise et de variétés diverses.

Les méthodes de saponification de l'huile et de la séparation des insaponifiables a été décrite dans un article précédent (15), de même l'origine des spécimens de référence de stérols a été citée précédemment (11, 12, 13).

Les esters méthylés des acides gras de l'huile ont été préparés par passage de diazométhane dans des solutions d'acides gras dans l'éther ; les acides gras méthylés pris comme témoins ont été fournis par GAS CHRO IND. Co de Tokyo.

Chromatographie préparative en couche mince des insaponifiables.

La chromatographie préparative a été réalisée comme suit :

L'insaponifiable, à raison de 30 mg par plaque, a été réparti uniformément sur une ligne à 1,5 cm du bord d'une plaque de 20 x 20 cm, revêtue d'une couche de 0,5 mm d'épaisseur de Wakogel B-10 (WAKO PURE CHEMICAL INDUSTRIES Ltd, Osaka), puis développé au mélange hexane-éther(4 : 1) pendant une heure, en utilisant un appareil préparatif à flot continu pour chromatographie en couche mince de TOYO ROSHI KAISHA Ltd, Tokyo.

Après pulvérisation d'une solution alcoolique de rhodamine 6G, la plaque était observée en lumière UV (3600 Å) et les cinq zones séparées étaient découpées puis extraites à l'éther quantitativement pour donner les fractions 1 à 5.

On a observé entre les fractions 2 et 3 des zones légèrement teintées correspondant probablement à des alcools aliphatiques monohydriques, mais elles ne pouvaient être isolées complètement par cette chromatographie en couche mince, de sorte qu'on ne les a pas identifiées.

Chromatographie gazeuse.

La chromatographie gaz-liquide sur la fraction stérolique a été réalisée comme il a été décrit antérieurement (13) ; on a utilisé une colonne à 3 p. cent de OV-17 ; la durée relative de rétention est exprimée par le rapport entre la durée de rétention de la substance examinée et celle du β -sitostérol (30 min.).

Les acides gras ont été analysés au moyen d'un appareil à chromatographie gazeuse Shimadzu GC-4BM (SHIMADZU SEISAKUSHO Ltd, Kyoto) équipé d'un détecteur à ionisation et d'une colonne de verre de 1 m de long, avec un diamètre intérieur de 3 mm, remplie de Celite 545, calibre 60-80, imprégnée par du succinate de diéthylène-glycol à 10 p. cent.

Spectrométrie de masse, résonance magnétique nucléaire, spectrophotométrie IR, point de fusion.

Les spectres de masse ont été fournis par un spectromètre Hitachi RMU-7M (HITACHI Ltd, Tokyo), avec un voltage de 20eV, une température de 170°C, un courant de cible de 54 μ A et un courant à haut voltage accéléré de 6,4 KV.

Les spectres en résonance magnétique nucléaire ont été mesurés au moyen d'un appareil JNM-C-60-HL de 60 MHz dans le deutério-chloroforme (JAPAN ELECTRON OPTICS LAB. Co, Tokyo) et rapportés à un étalon interne de tétraméthylsilane considéré comme inactif.

Les spectres IR (dans le bromure de potassium) ont été

donnés par un spectrophotomètre de type IRA 2 (JAPAN SPECTROSCOPIC Co, Tokyo).

Enfin, les points de fusion ont été déterminés directement avec un appareil Micro de YANAGIMOTO SEISAKUSHO Ltd de Tokyo.

RÉSULTATS

Les méthodes analytiques utilisées ont été résumées dans la figure 2.

Composition des acides gras.

La composition centésimale des acides gras de l'huile d'avocat déterminée par chromatographie gazeuse est la suivante :

14 : 0	tétradécanoïque	(myristique)	0,2 p. cent
14 : 2	tétradécanoïque	(myristique)	0,1
16 : 0	hexadécanoïque	(palmitique)	25,0
16 : 1	hexadécanoïque	(palmitoléique)	9,2
17 : 1	heptadécanoïque	(margarique)	0,2
18 : 0	octadécanoïque	(stéarique)	0,7
18 : 1	octadécanoïque	(oléique)	52,9
18 : 2	octadécanoïque	(linoléique)	10,5
18 : 3	octadécanoïque	(linoléinique)	0,1
20 : 0	eicosanoïque	(arachidique)	1,1

Les acides gras de la pellicule cuticulaire de la peau sont les mêmes, seules les proportions varient (22, 28).

Insaponifiable et stérols.

L'insaponifiable de l'huile d'avocat représentait 1,643 g pour 100g ; ce qui est relativement important pour une huile végétale (FEDELI) et n'est dépassé que par l'huile de

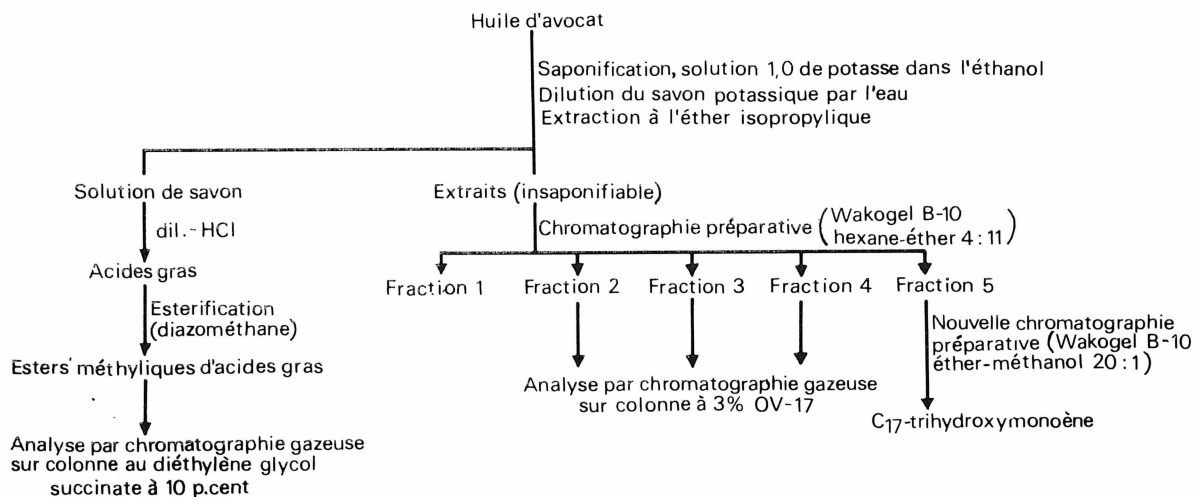


fig.2 • Méthodes d'analyse pour l'huile d'avocat : acides gras et insaponifiable.

café et le beurre de Galam (*Bassia butyracea*, Sapotacée) ; il a été d'abord séparé en cinq fractions par chromatographie en couche mince préparative (figure 3).

fraction 1, contenant les composés les moins polaires, les hydrocarbures : 19 p. cent
fraction 2, les 4,4-diméthylstéroïls : 6 p. cent
fraction 3, les 4-monométhylstéroïls : 7 p. cent
fraction 4, les 4-desméthylstéroïls : 34 p. cent
fraction 5, les composés les plus polaires, surtout le C₁₇ trihydroxymonoène : 34 p. cent.

La fraction 1 est proche du front du solvant, alors que la fraction 5 reste près de la ligne de départ, la récupération étant de 93 p. cent au total.

Les trois fractions stéroliques 2, 3 et 4, ont été analysées par chromatographie gazeuse et les résultats sont donnés sur le tableau 1 et la figure 4. L'identification des stéroïls a été obtenue en comparant leur temps de rétention à ceux de substances de référence ; la figure 4 montre la structure des différents stéroïls identifiés dans l'huile.

Le 1,2,4-trihydroxy-n-heptadec-16-ène.

Des chromatographies en couche mince répétées de la fraction 5 (136 mg) sur plaques garnies de Wakogel B-10, avec élution pendant 50 minutes à l'éther-méthanol 20:1,

ont mis en évidence une tache principale.

Le composé (38 mg en fines aiguilles) extrait de la tache, donnait un pic unique au temps de rétention 0,08 (3 p. cent OV-17) et avait un point de fusion de 62-65°C après recristallisation à l'hexane. Son spectre IR indiquait la présence d'un groupe méthylène terminal (3080, 1640 et 910 cm⁻¹) et d'un groupe méthylène dans la molécule (2922, 2860 et 1470 cm⁻¹).

En spectrométrie de masse le composé montrait l'existence d'un ion (M⁺) dans la molécule à m/e 286 (C₁₇H₃₄O₃, intensité relative 0,4 p. cent), ainsi que d'autres ions importants à m/e 287 (M⁺+1, 0,4 p. cent), 268 (M⁺ - H₂O, 1 p. cent), 255 (M⁺-CH₂OH, 3 p. cent), 237 (M⁺, CH₂OH - H₂O, 6 p. cent), 219 (M⁺-CH₂OH - 2H₂O, 6 p. cent), 211 (M⁺, CH₂CH (OH) CH₂OH, 21 p. cent), 193 (m/e 211 - H₂O, 3 p. cent), 105 [CH (OH) CH₂CH (OH) CH₂OH]⁺ (21 p. cent) et 87 (m/e 105 - H₂O 100 p. cent).

Le spectre de résonance magnétique nucléaire du composé indique la présence d'un singlet important à 1,28 [(CH₂)₆ - 14] ppm et des multiplets à 2,08 (H₁₅, H₁₅⁻), 3,56 (H₁, H₁⁻), 3,88 (H₂, H₄), 5 (H₁₇, H₁₇⁻) et 5,73 (H₁₆) ppm.

Les caractéristiques physiques ainsi obtenues sont à peu près identiques à celles observées pour le 1,2,4-trihydroxy

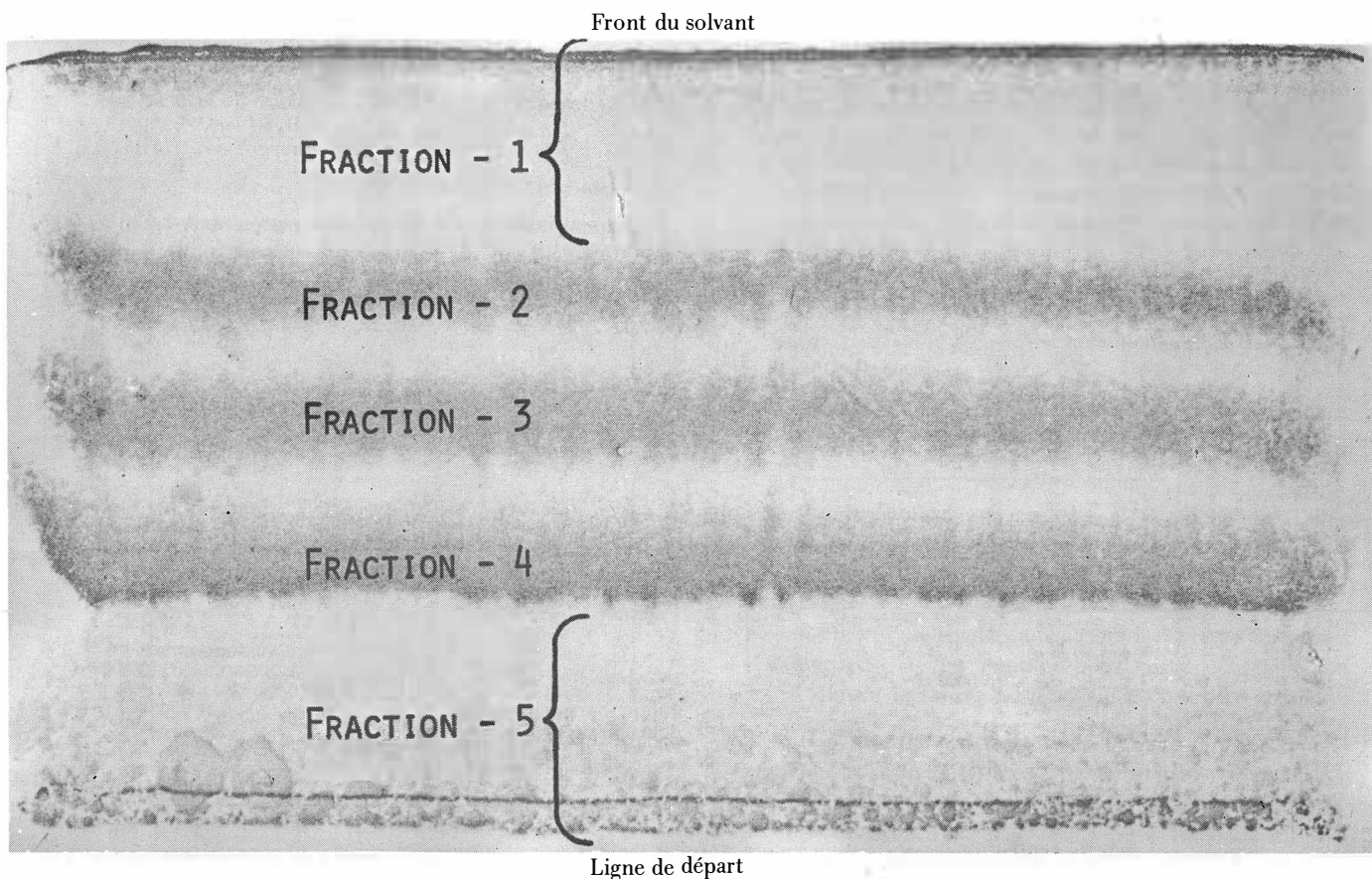


Fig. 3. Chromatogramme en couche mince de l'insaponifiable de l'huile d'avocat. Les bandes sont révélées par vaporisation avec SO₄H₂ à 50 p. cent, puis chauffage à 160°C pendant 30 minutes. Plaque Wakogel B-10, 0,5 mm d'épaisseur, Solvant : hexane-éther 4 : 1. Durée : 60 minutes.

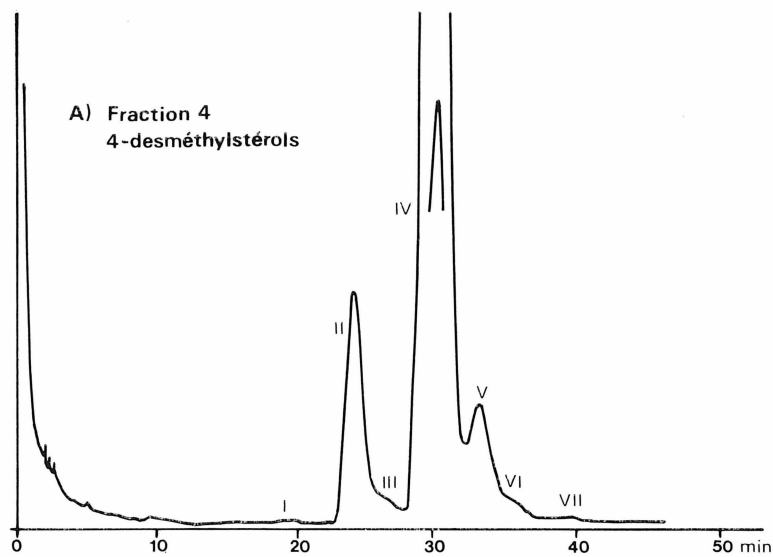


fig. 4 • Chromatogrammes gazeux des fractions stéroliques de l'huile d'avocat. (3 p.cent OV-17)

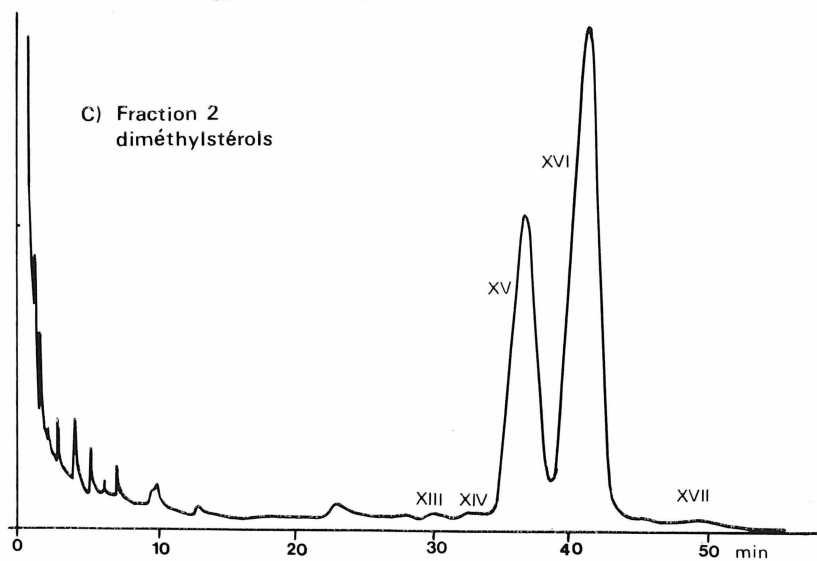
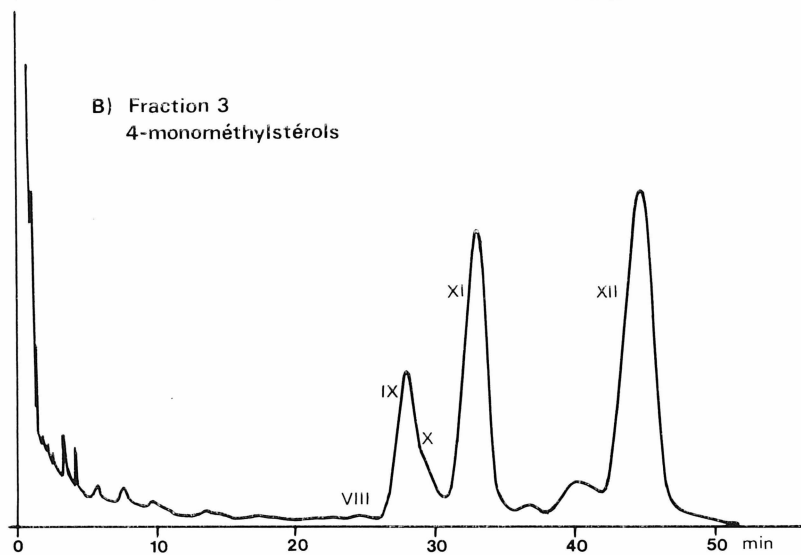


TABLEAU 1 - Composition centésimale des trois fractions stéroliques de l'huile d'avocat donnée par la chromatographie gazeuse.

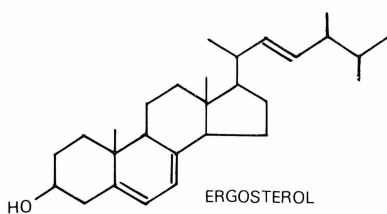
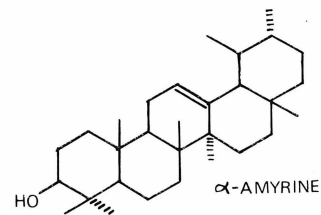
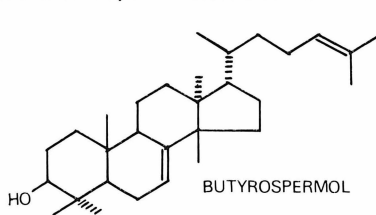
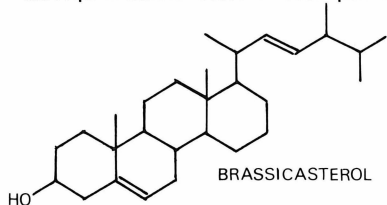
Temps de rétention *	Stérols	p. cent dans chaque fraction
Fraction des 4-desméthylstérols		
0,61	cholestérol (I)	tr **
0,80	campestérol (II)	10
0,88	stigmasterol (III)	1
1,00	β -sitostérol (IV)	82
1,12	Δ^5 -avenastérol (V)	7
1,18	Δ^7 -stigmasterol (VI)	tr
1,32	Δ^7 -avenastérol (VII)	tr
Fraction des 4-monométhylstérols		
0,83	lophénol (VIII)	tr
0,95	obtusifoliol (IX)	16
0,99	31-norcycloartérol (X)	4
1,12	gramistérol (XI) ***	31
1,24		tr
1,36	***	4
1,51	citrostadiérol (XII)	45
Fraction des 4,4-diméthylstérols		
0,79		1
0,95		tr
1,02	cycloartanol (XIII)	tr
1,12	β -amyrine (XIV)	tr
1,24	cycloartérol (XV)	36
1,38	24-méthylèncycloartanol (XVI)	63
1,56		tr
1,68	cyclobranol (XVII)	tr

* - la durée de rétention pour le β -sitostérol (30 min.) est considérée comme base 1,00 ; température de colonne 256°C.

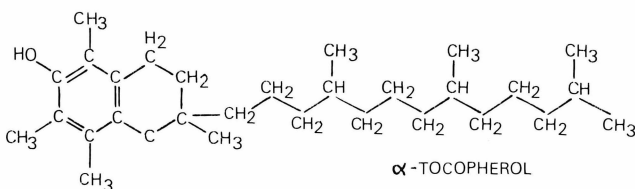
** - tr = traces (moins de 0,5 p. cent).

*** - des études suivies de cette fraction ont montré que le pic avec un temps de rétention de 1,12 contient de petites quantités de cycloeucaérol et de 24-méthyllophénol autre que gramistérol et que le pic avec un temps de rétention de 1,36 comprend du 24-éthyllophénol (résultats non publiés).

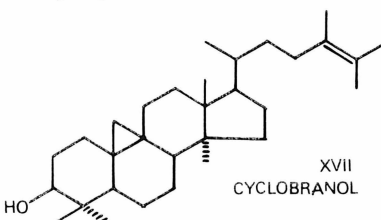
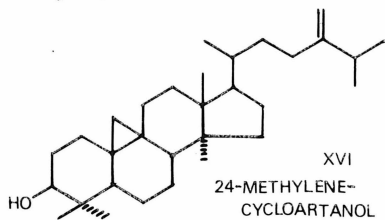
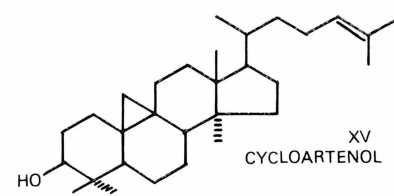
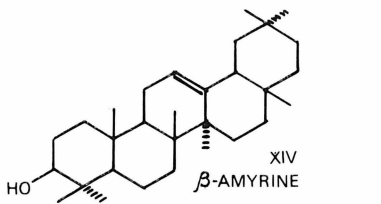
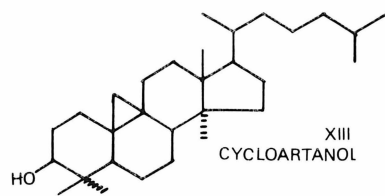
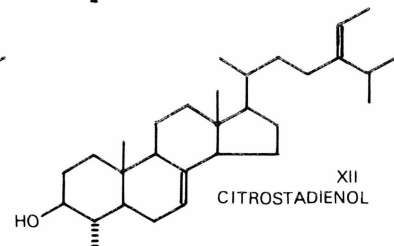
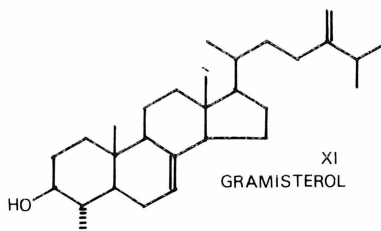
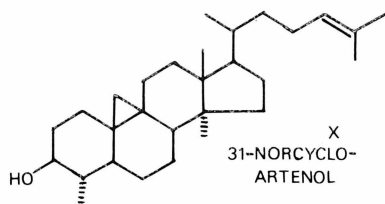
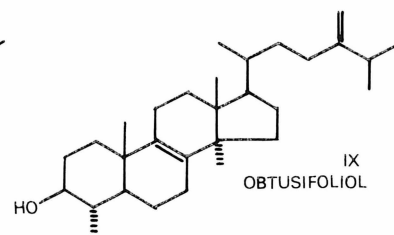
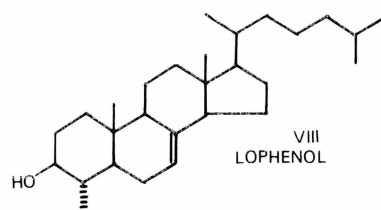
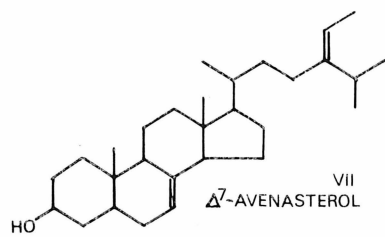
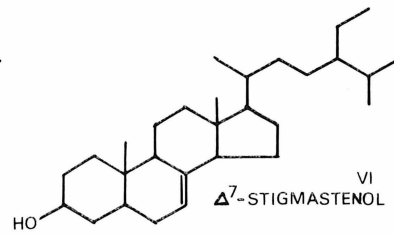
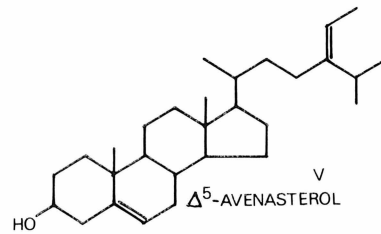
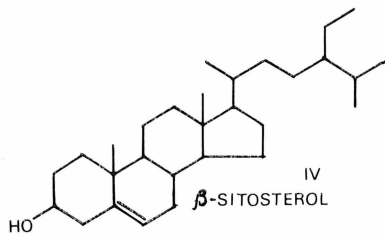
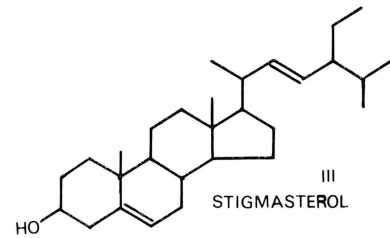
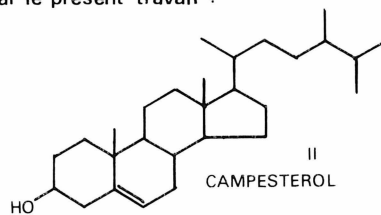
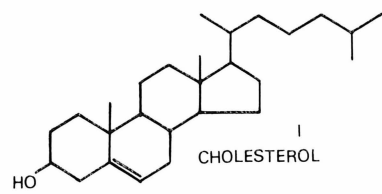
Quelques autres stérols cités par d'autres auteurs pour l'huile d'avocat :



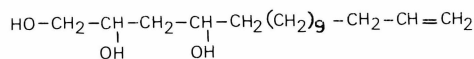
Antioxydant naturel : vit. E ou α -tocophérol :



Configuration des stérols identifiés par le présent travail :



-n-heptadec-6-ène isolé pour la première fois de l'avocat et de son noyau par KASHMAN (19, 20, 21). Ainsi le composé a bien la même constitution :



DISCUSSION

L'huile d'avocat étudiée était riche en acide oléique (plus de 50 p. cent des acides gras totaux) puis en acides plastique et linoléique, et la distribution des acides trouvés est la même que celle qu'on rapporté GUTFINGER et LETAN (9) pour la pulpe d'avocats Fuerte et Hass. La chromatographie gazeuse a permis en outre de déceler la présence incontestable d'acides gras allant de l'acide myristique à l'acide arachidique.

La teneur en insaponifiables totaux (1,6 p. cent de l'huile) est comparable à celle trouvée par PAQUOT et TASSEL (25, 16), mais par contre bien inférieure à celle (3 p. cent) que rapporte KARLESKIND (17, 18) et les valeurs s'étagent de 4,8 à 12,2 p. cent rapportées par GUTFINGER et LETAN (9). Les dissemblances importantes pourraient s'expliquer par le fait que la variété, l'origine du fruit et le procédé d'extraction, ne sont pas les mêmes ; la maturité intervient également, et l'article synthétique de BIALE (1) dans l'ouvrage de HULME, admet des valeurs s'étagant de 0,8 à 1,6 p. cent de l'huile.

Ici l'insaponifiable a été tout d'abord séparé en cinq fractions représentant 93 p. cent du total, et chaque fraction a été soumise à l'analyse séparément afin de connaître la proportion des différents composants, alors que dans les travaux cités on n'a pas chiffré la présence des monométhylstérols (fraction 3 dans cette étude) et l'abondance relative des composants à polarité élevée (fraction 5) n'a pas été définie avec précision.

Le tableau 1 indique que la fraction des 4-desméthylstérols contient surtout du β -sitostérol, puis du campestérol ; ces proportions ont été rapportées par plusieurs auteurs (9, 25, 26).

Cependant, KARLESKIND (17) a montré la présence du brassicastérol (7 p. cent) parmi les méthylstérols : celui-ci n'a pu être retrouvé dans notre étude. Le brassicastérol est connu pour être présent en faible quantité dans beaucoup d'huiles végétales et seulement à plus forte teneur dans l'huile des crucifères (11, 16). Il aurait été trouvé aussi dans les huiles de coco, d'arachide et de coton (14).

PAQUOT et TASSEL (25) ont trouvé un produit inconnu élué après le β -sitostérol en chromatographie gazeuse avec 5 p. cent de SE-52, dans la fraction des desméthylstérols de l'huile d'avocat ; on pense que c'est du Δ^5 avenastérol.

Dans notre étude, la présence de Δ^5 avenastérol (7 p. cent), stigmastérol (1 p. cent), ainsi que des traces de cholestérol, de Δ^7 stigmastérol et de Δ^7 avenastérol, ont été mises en évidence.

La fraction des 4-monométhylstérols de l'huile d'avocat est riche en citrostadiénol, gramistérol et obtusifoliol ; les proportions trouvées ici sont semblables à celles rapportées pour beaucoup d'huiles végétales (12, 13, 16).

La fraction des 4,4-diméthylstérols contient deux séries de composés de cyclolanostane, dont les produits les plus courants, le cycloartérol et le 24-méthylénecycloartanol.

Parmi d'autres composés à l'état de traces, on a identifié le cycloartanol, la β -amyrine et le cyclobranol. Bien que d'autres chercheurs (8, 17, 25) ont pu trouver du butyrospermol parmi les 4,4-diméthylstérols, prédominant (60 p. cent) pour KARLESKIND (17) ce corps n'a pas été décelé dans notre étude.

Le 1,2,4-trihydroxy-n-heptadec-16-ène qui constitue la majeure partie de notre fraction 5 a été isolé de la pulpe et du noyau d'avocat à l'état de monoacétate primaire par KASHMAN, NEEMAN et LIFSHITZ (20) par NMR sur triacétate, et sa présence a été confirmée par différents auteurs (6, 25, 26).

Bien que KASHMAN et al (19, 20, 21) aient noté aussi la présence de 1,2,4-trihydroxy-n-heptadec-16-ène, nous n'avons pu mettre en évidence cet hydroxyalkyne dans notre huile d'avocat ; il se peut que ce composé comportant une liaison acétylénique ait été modifié par le traitement et l'âge de l'huile examinée. Rappelons que parmi les composants de cette nature, KASHMAN a, le premier, prouvé le pouvoir antibactérien de certains d'entre eux, présents dans l'huile et surtout dans le noyau d'avocat.

REMERCIEMENTS

Les dosages d'acides gras ont été effectués par le Dr Isao NIYA. Le Dr Yoshi-yuki TOYAMA nous a apporté ses commentaires autorisés et ses conseils éclairés.

BIBLIOGRAPHIE

1. BIALE (J.B.) et YOUNG (R.E.).
Avocado pear.
in : HULME, *Biochemistry of fruits. Acad. Press. London*,
vol. 2, 1971.
2. CAPELLA (P.) et FEDELI (E.).
Separazione di terpeni e steroli sul silicagel.
Riv. It. Soz. Grassi, dec. 1963, 40 (12), p. 645-648.
3. CAPELLA (P.) et FEDELI (E.).
Componenti minori degli olii.
Riv. It. Sost. grassi, dec. 1963, 40, (12), p. 660-665.
4. CAPELLA (P.), FEDELI (E.), CIRIMELE (M.), CHAVERON
(H.).
Les insaponifiables de l'avocat.
Rev. Fr. Corps gras, 1964, (11), p. 583.
5. DUPAIGNE (P.).
Une nouvelle spécialité pharmaceutique : l'insaponifiable
d'avocat.
Fruits, dec. 1970, vol. 25 (12), p. 915-916.
6. DUPAIGNE (P.).
Quelques produits de fruits.
Fruits, oct. 1971, vol. 26 (10), p. 697-713.
7. FEDELI (E.), LANZANI (A.), CAPELLA (P.), JACINI (G.).
Triterpene alcohols and sterols in vegetable oils.
J. Am. Oil Chem. Soc., 1966, 43, 4, p. 254-256.
8. FEDELI (E.), LANZANI (A.), JACINI (G.).
Sostanze insaponifiabile degli olii de avocado.
Riv. It. Sost. grassi, 1967, 44, 12, p. 519-523.
9. GUTFINGER (T.), LETAN (A.).
Studies of unsaponifiables in several vegetable oils.
Lipids, sep. 1974, 9 (9), p. 658-663.
10. HAENDLER (L.).
L'huile d'avocat et autres produits dérivés.
Fruits, nov. 1969, vol. 20, n°11, p. 625-633.
11. ITOH (T.), TAMURA (T.), MATSUMOTO (T.).
Sterol composition of 19 vegetable oils.
J. amer. Oil Chemists' Soc., apr. 1973, 50, (4), p. 122-125.
12. ITOH (T.), TAMURA (T.), MATSUMOTO (T.).
Methylsterol composition of 19 vegetable oils.
J. Amer. Oil Chemists' Soc., aug. 1973, 50, (8), p. 300-303.
13. ITOH (T.), TAMURA (T.), MATSUMOTO (T.).
Sterols, methylsterols and triterpene alcohols in three theaceae
and some other vegetable oils.
Lipids, mar. 1974, vol. 9, n°3, p. 173-184.
14. ITOH (T.), TAMURA (T.), MATSUMOTO (T.).
Sterols and methylsterols in some tropical and subtropical vege-
table oils.
Oléagineux, mai 1974, vol. 29, n°5, p. 253-258.
15. JEONG (T.M.), ITOH (T.), TAMURA (T.), MATSUMOTO (T.).
Analysis of sterol fractions from 20 vegetable oils.
Lipids, nov. 1974, vol. 9, n°11, p. 921-927.
16. JEONG (T.M.), ITOH (T.), TAMURA (T.), MATSUMOTO (T.).
Lipids. (en cours de publication).
17. KARLESKIND (A.).
Étude des alcools de l'insaponifiable.
Rev. fr. Corps gras, Jun. 1968, vol. 15, n°6, p. 379-387.
18. KARLESKIND (A.).
Importance analytique de l'insaponifiable.
Parf. Cosm. Fr., apr. 1971, vol. 1, n°4, p. 206-210.
19. KASHMAN (Y.), NEEMAN (I.), LIFSHITZ (A.).
Six new compounds from avocado pear.
Israel J. Chem., jan. 1969, vol. 7, n°1, p. 173-176.
20. KASHMAN (Y.), NEEMAN (I.), LIFSHITZ (A.).
New compounds from avocado pear.
Tetrahedron, 1969, 25, p. 4617, and 1970, 26, p. 1943.
21. KASHMAN (Y.), NEEMAN (I.), LIFSHITZ (A.).
A new antibacterial agent isolated from avocado pear.
J. Appl. Microbiol., 1970, 19, p. 470.
22. MAZLIAK (P.).
Les lipides de l'avocat.
Fruits, fev. 1965, vol. 20, n°2, p. 49-57 ; march 1965, vol. 20, n°3,
p. 117-122.
23. NEEMAN (I.), LIFSHITZ (A.).
A new antibacterial agent isolated from the avocado pear.
J. Appl. Microbiol., 1970, 19, p. 470.
24. NEEMAN (I.), KASHMAN (Y.), LIFSHITZ (A.).
Bactéricide et son procédé de fabrication.
Brevet FR 2.075.994 - 8/1/71.
25. PAQUOT (C.), TASSEL (M.).
Sur l'insaponifiable de l'huile d'avocat.
Oléagineux, jul. 1966, vol. 21, n°7, p. 453-454.
26. PAQUOT (C.).
L'insaponifiable de l'huile d'avocat.
Fruits, feb. 1971, vol. 26, n°2, p. 129-132.
27. SCHWOB (R.).
Composition chimique de l'avocat.
Fruits, mai 1951, vol. 6, n°5, p. 177-183.
28. SHARMA (C.B.), MARTINEZ (G.C.).
Triacylglycerols in the avocado peel.
J. Amer. Oil Chem. Soc., apr. 1972, vol. 49, n°4, p. 229-232.

