

# QUELQUES PRODUITS DES FRUITS

P. DUPAIGNE

*Institut français de Recherches fruitières Outre-Mer*

## QUELQUES PRODUITS DES FRUITS

P. DUPAIGNE (IFAC)

*Fruits*, oct. 1971, vol. 26, n° 10, p. 697-713.

RESUME - Ces produits n'ont pas été choisis parce qu'ils sont insolites ou peu courants : certains sont connus depuis longtemps. Cependant un choix a été fait parmi quelques grands groupes de produits pouvant venir des fruits, d'abord pour savoir qu'ils existent, peut-être pour préconiser la fabrication de quelques dérivés s'ils s'avèrent intéressants, toujours pour améliorer la qualité et trouver de nouveaux débouchés à la production fruitière.

Une simple énumération détaillée de tout ce qu'on peut obtenir à partir des fruits, de l'importance de chaque produit ou sous-produit ayant déjà des débouchés commerciaux, et des potentialités nouvelles que l'on découvre à mesure que les fruits sont mieux connus, constituerait la matière d'un ouvrage important. Ici nous allons nous limiter à envisager quelques groupes de produits d'extraction directe ou nécessitant une transformation chimique limitée, qui sont intéressants plutôt par leur avenir possible que par leurs applications actuelles. Ils sont nouveaux ou ils ouvrent des horizons inédits

Les composants des fruits ont été arbitrairement classés de la manière suivante :

- 1\*) molécules lourdes : protéines comme aliment  
enzymes  
miraculine
- 2\*) molécules plus simples : édulcorant glucosidique  
anthocyanes, flavonoïdes  
triterpènes, stéroïdes  
terpènes, sesquiterpènes, coumarines  
amines  
antibiotiques.

Bibliographie récente (93 références) 54 figures.

sur l'utilisation des fruits en temps que matière première.

Ceci n'implique pas qu'ils vont bientôt être fabriqués en grand, et par conséquent utiliser beaucoup de fruits, car on sait que ce qui est nouveau nécessite des investissements importants aussi bien pour la mise au point technologique (qu'on évalue à 10 fois les frais de recherche) que pour le lancement commercial (qui représente alors 100 fois cette première mise de fonds).

Mais il est indispensable de rassembler le plus de données possibles sur ce que peuvent donner les fruits pour être, finalement, à même d'exercer un choix sur les quelques produits qui présentent le plus de chances de se vendre et de valoriser les fruits.

## MOLÉCULES LOURDES

Bien que cette définition n'ait aucune précision, nous pourrions envisager un certain nombre de produits pouvant être extraits des fruits et ayant un intérêt indéniable.

### ● Protéines comme aliment.

Il peut sembler paradoxal d'extraire des fruits des matières protéiques, alors qu'ils en sont en général assez pauvres, surtout en regard des nourritures classiques dans une alimentation équilibrée. Cependant il est intéressant de comparer le pouvoir nutritif de certaines protéines de fruits, ayant en vue les sous-produits abondants et mal utilisés de l'industrie et du commerce des fruits.

De plus on doit rappeler que les liquides sucrés provenant de la conserverie de fruits sont déjà utilisés depuis longtemps pour produire des levures qui, une fois séchées, constituent un supplément protéique aux marcs desséchés et mélasses destinés à l'alimentation du bétail.

Les protéines que l'on peut tirer directement des fruits, comme celles qu'on envisage de produire sur une large échelle à partir des feuilles ou des algues, ne sont pas toujours équilibrées pour la nutrition animale, et humaine en particulier. Mais les déficits en certains acides aminés indispensables peuvent être compensés par mélange d'autres protéines végétales ou animales, si l'opération est réalisable économiquement. Or il s'agit de grandes quantités : les écorces d'agrumes, une fois qu'elles ont fourni leur jus sucré destiné à produire ces mélasses, représentent encore à l'état sec 6 p. cent du poids des fruits frais entrant à l'usine. Si l'on extrait des pépins d'agrumes une huile, qui est comestible et se vend facilement comme on l'a vu précédemment, le tourteau de pressurage est riche en protides. De même celui qui provient du pressurage de l'avocat, fruit gras contenant néanmoins à l'état frais 1 à 2 p. cent de protides ; les déchets de pomme, ceux de la préparation des jus et concentrés de tomate contiennent des protéines que l'on pourrait récupérer pour l'alimentation humaine, car actuellement on se contente d'en nourrir du bétail, ce qui fournit finalement des protéines animales avec une perte considérable due à l'assimilation de la provende par l'animal (85 à 90

p. cent de perte).

Par rapport aux protéines animales, parmi lesquelles on cite en général l'albumine du blanc d'oeuf comme la plus équilibrée pour la nutrition humaine, les protéines végétales présentent souvent un déficit en lysine, ou en méthionine. Mais les mélanges peuvent fournir un aliment complet, par exemple les poudres de coco ou d'arachides additionnées de caséine ou de poudre de lait écrémé préconisées par PRASANNA pour lutter contre le Kwashiorkor des enfants de l'Inde.

L'extraction des protéines végétales ne pose pas de problèmes insurmontables du point de vue technique ; leur concentration à partir de jus dilués (feuilles ou déchets de fruits) ne les dénature pas, si le procédé utilisé n'est pas trop brutal.

D'ailleurs LIST (1969) a montré que le chauffage du jus de pomme fait apparaître de nombreux acides aminés libres à partir des protéines, réalisant en somme une pré-digestion ; mais l'asparagine, acide non essentiel, en représente les 8/10, de sorte que le jus de pomme ne sera jamais considéré comme intéressant à ce point de vue.

La banane-fruit est, de même, pauvre en matières azotées ; la proportion de tryptophane et de lysine atteint les normes de la FAO sur la répartition des acides aminés essentiels, mais par contre on trouve un grave déficit en cystine et en méthionine (NOLBERGO, 1967) ; mais c'est évidemment en traitant les déchets recueillis à l'usine et sur la plantation que l'on pourrait produire un effluent contenant des matières azotées récupérables ; les déchets de fruits et le faux-tronc lui-même contiennent de l'amidon, facile à saccharifier, pouvant donner avec supplémentation d'azote ammoniacal un bouillon de culture pour la production des levures. Des résultats d'essais de nourriture de porcs avec des bananes et un supplément azoté et vitaminé viennent d'être publiés dans la revue "FRUITS". (BRANCKAERT et LECOQ, MALESSARD, 1971).

Compositions comparées des protéines de quelques aliments et tourteaux (en g d'acide aminé p.cent des protéines totales).

	Standards min.FAO	Blanc d'oeuf	Arachide	Avocat	Anacarde	Orange	Coco + lait écrémé	Levures Candida	Levures Torula
Isoleucine	4,2	6,9	3		4,1	) 14	3,8	4,3	5,5
Leucine	4,8	9,4	7		7,1	)	6,5	6,7	8,3
Lysine	4,2	6,9	3	7	4,4	7	5,1	6,7	6,8
Phénylalanine	2,2	5,8	5,4		4,5	18	4,9	4	4,5
Tyrosine	2,8	5		7	2,4	3		3,4	
Cystine-Cystéine	4,2	1,6		2	1,3		3,1	0,5	
Méthionine	2,2	4,1	1,2		1,4		1,3	1,2	2,6
Thréonine	2,8	3,3	1,5		3,4	3	2,5	5,2	4,9
Tryptophane	1,4	2,3	1	2	1,1		1,2	1,6	0,9
Valine	4,2	7,3	8		5,6	8	4,6	5,2	6,9
Arginine			9,9	8	9,2	10	10	4,3	8,6
Histidine			2	0,6	1,8	2	2,5	1,7	
Ac. aspartique					9,2	22		8,5	
Ac. glutamique					25	22		14,7	
Sérine					4,8	5		4,7	
Proline					3,6	6		3,3	
Glycine					4,5	5			
Alanine						5		5,5	
Références	FAO 1955	Lowrie 1970	Juillet 1955	Schwob 1951	Pallotta 1969	Sindair 1961	Prasanna 1969	Lichtensztein 1970	

#### ● Enzymes.

Comme tous les végétaux et animaux vivants, les fruits contiennent une extraordinaire variété d'enzymes.

La connaissance des plus actifs de ces ferments est d'ailleurs nécessaire pour améliorer les procédés technologiques de conservation; en général on connaît mieux leurs inconvénients que leur avantage, puisqu'ils sont (avec les enzymes produits par les micro-organismes) à la base d'une quantité d'altérations. Les plus gênants sont, suivant le produit de fruit à préparer, les oxydases et peroxydases, les pectine-estérases et à un moindre degré les lipases et protéolases qui modifient l'arôme.

En général la chaleur suffit à les rendre inactifs; mais elle entraîne d'autres inconvénients. Les radiations ionisantes n'interviennent qu'à dose excessive, pour des fruits: un ou plusieurs Mégarads. Le froid, bien entendu, les conserve d'autant mieux qu'il est plus profond, puisque ce sont des protéines.

Cependant il est une classe d'enzymes tirés des fruits qui est intéressante à exploiter, par son abondance et ses propriétés: il s'agit de

protéolases, dont les caractéristiques sont similaires sinon égales. Suivant le nom de l'espèce fruitière, elles portent des noms différents:

- la papaine extraite du latex des papayes,
- la broméline extraite des tiges, feuilles et fruits d'ananas,
- la ficine extraite du latex des figues.

Il existe déjà une documentation abondante sur les enzymes protéolitiques de fruits. Les travaux d'ensemble à consulter pour y trouver des renseignements récents sont, pour la papaine: LASSOUDIERE 1969, et pour les bromélines: BOITEAU 1968 et TORREZ de CASTRO 1970.

Mais bien d'autres fruits seraient exploitables; par exemple l'Angivy de Madagascar (*Solanum macrocarpum*) qui peut fournir une sorte de présure, ainsi que plusieurs figuiers (*F. cocculoides*), l'ananas sauvage d'Amérique du Sud qui donne une pinguine différente des bromélines (ASENJO 1942). Les applications industrielles sont nombreuses puisque leur utilité apparaît dès qu'il faut précipiter, transformer, dissoudre ou nettoyer. Par exemple la

papaine a servi longtemps d'agent attendrisseur pour les viandes dures, soit par saupoudrage avant cuisson, soit même par injection dans les carcasses. Elle continue, ainsi que les bromélines, à entrer dans plusieurs spécialités pharmaceutiques : soit des solutions ou crèmes permettant de mieux nettoyer les plaies, facilitant l'action d'un antibiotique, soit des comprimés activant la digestion stomacale.

En cosmétologie, leur usage peut être bénéfique pour éliminer les cellules mortes superficielles (masques à la papaine), mais il faut agir avec prudence pour s'assurer de l'innocuité des traitements (BERREBI 1971); heureusement dans le sérum sanguin, il existe des inhibiteurs naturels, de nature protéique, qui bloquent complètement l'action éventuellement destructive des enzymes protéolytiques, car malgré la grosseur de leur molécule les protéases végétales arrivent à pénétrer sous la peau (METAIS, 1968).

En outre avec toute une série d'enzymes dont l'action est différente (en général obtenus par des fermentations microbiennes spécifiques), les produits tirés des fruits entrent dans la composition des produits lessiviels nouveaux qui, en raison du spectre étendu d'enzymes différents, sont capables de nettoyer les taches sans abîmer le linge ; il suffira évidemment de proscrire les cellulases des lessives utilisables pour le coton. L'intérêt, très actuel, est qu'ils peuvent être biodégradables. C'est pourquoi, malgré la concurrence des produits de fermentation, les enzymes des fruits sont recherchés, surtout s'ils possèdent une activité spécifique difficile à trouver ailleurs (HOOGERHEIDE 1968).

L'extraction des enzymes à partir d'un jus de presse (fruits, écorce, tiges) ou d'un latex, n'est pas une opération compliquée, puisqu'elle est faite sur place ; le raffinage ou la séparation d'enzymes spécifiques est plus compliquée.

#### ● Miraculine.

Depuis quelques années, on parle beaucoup plus d'une plante, d'ailleurs considérée comme une curiosité par les botanistes ou explorateurs du siècle dernier : un buisson qui fournit de petites graines, le Fruit Miracle.

En réalité, on trouve en Afrique équatoriale, deux espèces désignées sous ce nom, une Sa-

potacée : *Synsepalum dulcificum*, et une Marrantacée *Thaumatococcus danielli*.

L'emploi de l'extrait de Fruit Miracle, ou mieux de la Miraculine purifiée, permettrait de préparer des boissons pauvres en calories, à partir de fruits très acides et sans ajouter d'édulcorant, puisque la sensation acide deviendrait sucrée dans le mélange.

Nous avons déjà, à l'IFAC, commencé à installer des plantations de *Synsepalum* qui seront à même de fournir rapidement une matière première assez abondante pour des essais et de propager la culture ; en même temps nous devons poursuivre la sélection des clones les plus riches en Miraculine et la recherche sur les meilleurs procédés de culture. Une mise au point de nos connaissances sur la question est parue récemment dans cette revue (DUPAIGNE 1970).

Le principe actif de la pulpe a été concentré par dialyse, mais sa constitution n'est pas encore clairement élucidée, car c'est une glucoprotéine dont le poids moléculaire évalué d'après sa chromatographie sur Sephadex est voisin de 44.000 ; elle contient entre 6 et 7 p. cent de sucre arabinose et xylose ; son aglucone renferme 16 acides aminés, mais pas de cystine ni de tryptophane (le D-tryptophane pourrait avoir une saveur sucrée prononcée).

Le mécanisme de son action n'est pas encore clairement élucidé ; d'après KURIHARA la protéine par sa masse inactiverait les sites de perception acide, mais par contre les sites récepteurs de sensation sucrée seraient saturés par les terminaisons arabinose ou xylose. D'autre part, DZENDOLET explique pourquoi c'est surtout l'acide citrique dont l'acidité se trouve transformée en goût sucré par la "miraculine" : cet acide est un accepteur de protons, alors que l'ion chlore de l'acide chlorhydrique ne l'est pas ; effectivement, cet acide ne nous a pas paru sucré, après action de la pulpe du fruit, comme nous a paru intense le goût sucré du jus de citron.

Le fruit du *Synsepalum* est très fermentescible et la durée du ramassage et du transport entraîne des fermentations qui dénaturent la glucoprotéine ; nous entrevoyons le moyen de faciliter ces opérations, après des essais sur le terrain, afin de fournir aux laboratoires intéressés un extrait qui reste actif sous un petit volume.

## MOLÉCULES PLUS SIMPLES

### ● Edulcorant du fruit de *Dioscoreophyllum cumensii*

Parmi les plantes, dont la saveur est extrêmement sucrée, que l'on a envisagé de cultiver afin de remplacer les édulcorants artificiels tels que les cyclamates, la seule qui semble vraiment remarquable est *Dioscoreophyllum cumensii* qui pousse dans les forêts tropicales de l'Ouest africain ; le fait que la baie et le tubercule de cette plante soient recherchés et consommés par les Africains, en raison de la saveur sucrée intense, laisse penser qu'il n'y aurait pas d'inconvénient à utiliser un extrait pour édulcorer des boissons ou d'autres aliments (MONTAGUT 1970).

Les premiers essais publiés par INGLET pour tenter de purifier le principe édulcorant datent seulement de 1969. Ils prouvent déjà que ce n'est pas une protéine, mais sans doute un glucoside, dont le poids moléculaire est de l'ordre de 500 seulement ; il reste à mieux connaître ce glucoside et à identifier son aglycone. Cependant, d'ores et déjà, une purification de l'extrait mucilagineux et une séparation sur colonne de Sephadex ont permis de préparer des extraits dont le pouvoir sucrant atteint 1.500 fois celui du saccharose.

On voit l'intérêt d'un tel produit pour remplacer les cyclamates et même la saccharine dans les aliments diététiques ; il est puissant, donc il en faut peu, il n'a presque pas de pouvoir calorifique, il est sans effet toxique, vraisemblablement, il est naturel, ce qui est appréciable pour éviter les mentions péjoratives : produit de synthèse, édulcorant artificiel. Le nom, provisoire, attribué au fruit est "serendipity berry" qui pourrait se traduire par "baie de l'agréable surprise" en faisant allusion à un conte de WALPOLE.

### ● Anthocyanes, flavonoïdes.

L'ensemble des composés phénoliques des fruits est très varié, sans doute parce que ce sont des produits de dégradation (à partir des acides aminés aromatiques) qui n'interviennent pas dans le métabolisme de la plante. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle ils peuvent s'accumuler dans les fruits, leur conférant des propriétés organoleptiques intéressantes ; ils sont souvent associés avec des sucres, pour former des glucosides. Leur originalité tient

souvent à leur couleur et à leur goût, parfois à leur action pharmacodynamique.

Les études sur les composés phénoliques des fruits sont nombreuses, pour cette raison. Celle de SWAIN (1965) envisage surtout leur effet dans les jus de fruits ; celle de Von BUREN (1970) envisage aussi leur biosynthèse dans les fruits.

Il y a longtemps que l'on utilise les propriétés particulières de certains extraits de fruits ; par exemple le mélange colorant des raisins rouges est extrait par macération des peaux dans l'alcool pour donner, sous le nom d'oenocyanine, une couleur naturelle utilisable dans l'alimentation. C'est surtout la séparation des flavonoïdes d'agrumes doués d'une activité vitaminique indéniable contre la perméabilité capillaire, en association avec la vitamine C, qui a pu rentabiliser une partie des écorces d'agrumes laissées après l'extraction du jus.

La fabrication de ces citroflavonoïdes ou bioflavonoïdes a été décrite par HENDRICKSON et KESTERTON (1965) ; la quantité de Naringine et d'Hespéridine que pourrait produire la Floride est de l'ordre de 2.000 t (LUND, 1967). Mais l'abus que faisaient les Américains de médicaments à base de citroflavonoïdes, pour le traitement des coryzas et des gripes hivernales, a amené les autorités fédérales à en restreindre la vente, car ils ont des effets secondaires à haute dose (ANON. 1968).

En France les spécialités à base de bioflavonoïdes continuent à être préparées et distribuées en vente libre ; HUET (1962) en a montré l'intérêt pour l'agrumiculture (fig. 1 et 2). On trouve par exemple dans le commerce un protecteur de la circulation capillaire contenant un mélange actif de Rutine, de Citroflavonoïdes et d'acide ascorbique (COURT 1970), en général on préfère à l'action vitaminique de produits purs celle des mélanges ayant un effet polyvalent.

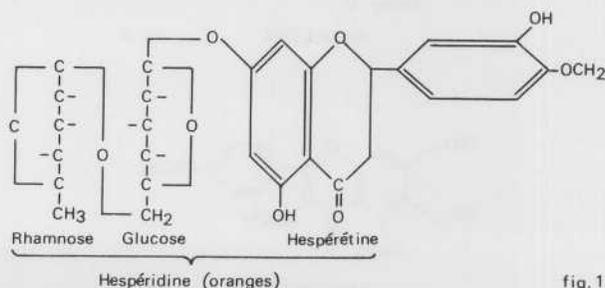


fig. 1

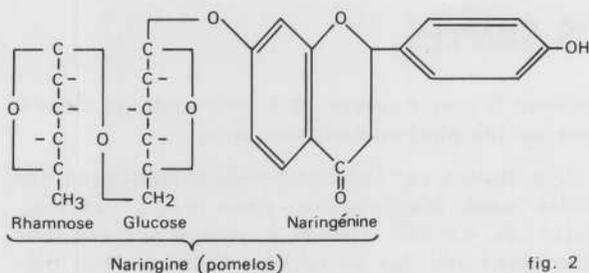


fig. 2

lent car on observe aussi une destruction des germes pathogènes et une protection de l'acide ascorbique ; d'ailleurs depuis longtemps CHARLEY a constaté qu'un jus d'orange contenant de l'écorce broyée, donc des flavonoïdes, conservait mieux à la fois sa couleur et son activité vitaminique C. La Naringine elle-même, par son amertume, entre dans la composition de certaines boissons amères ou toniques, car elle est facile à purifier et n'a pas les inconvénients du sulfate de quinine ; l'Aurantiamarine de la bigarade est aussi spécialement amère. Par contre la Limonine des oranges Navel, qui développe une amertume par vieillissement du jus, appartient à un groupe entièrement différent.

D'autres flavonoïdes abondants dans la mandarine, la Nobiletine et la Tangeretine (fig. 3 et 4), sont utilisables directement comme antifongiques ; ils donnent à l'huile essentielle, avec d'autres composés tels que le stérol présent dans le pomélo, leur pouvoir bactéricide bien connu, aussi bien en pharmacie qu'en technologie des boissons gazeuses ; enfin la Tangeretine possède de plus un certain pouvoir anti-inflammatoire (FREEDMAN, 1963). Les dérivés des flavonoïdes, en particulier hespéridine et naringine qu'on trouve donc dans le commerce, ne sont pas sans intérêt.

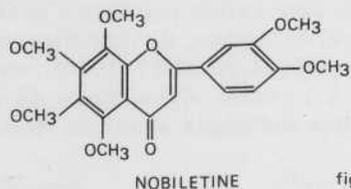


fig. 3

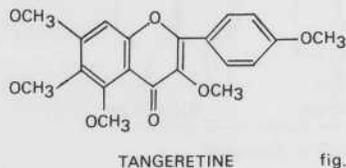


fig. 4

Les flavanones glucosides ont servi à préparer des colorants azoïques acides, pour la teinture des bois d'emballage par exemple (TOULMIN, 1955) ; la naringine est décomposée en rhamnose, phloroglucinol (fig. 5) et acide p-coumarique (NEWHALL, 1967). Le phloroglucinol n'a pas une valeur très élevée, mais le reste peut donner une phénéthylamine substituée qui est plus chère ; beaucoup de phénéthylamines substituées sont des médicaments du système sympathique, comme l'Epinéphrine (STEWART, 1969). Le Para-sympathol (dérivé méthylé de l'octapamine, fig. 6), a été trouvé dans l'orange (GJESSING, 1963).

Outre son activité sur la perméabilité capillaire, l'hespéridine sulphonée et phosphorylée montre d'autres propriétés pharmacodynamiques : anti-uronidase et anticoagulante (BEILLER, 1948).

C'est toujours à partir de flavonoïdes qu'une synthèse assez simple, celle des dihydrochalcones, permet de réaliser des substances édulcorantes dont le pouvoir sucrant est énorme (2.000 fois celui du sucre pour la Néohespéridyl-dihydrochalcone), et dont l'avantage sur les édulcorants plus simples (cyclamates, saccharine, dulcine) est à la fois la puissance, l'arrière goût presque imperceptible et sans doute l'innocuité, en raison de leur structure chimique (fig. 7).

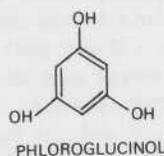


fig. 5

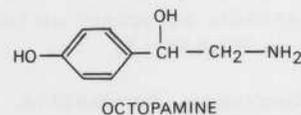


fig. 6

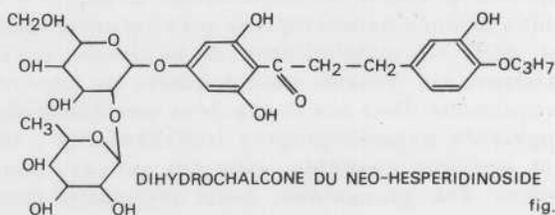


fig. 7

La synthèse en est relativement rapide et son rendement est suffisant : le produit est maintenant fabriqué à titre expérimental, en attendant qu'il soit admis par les réglementations.

L'intérêt de ce nouvel édulcorant est la préparation de boissons "diététiques" à goût sucré, qui représentent un marché potentiel considérable dans les pays développés, d'autant plus que l'utilisation des cyclamates comme édulcorant vient d'être prohibée dans de nombreux pays. Par ailleurs, on ne peut pas dire que ces boissons non caloriques font une concurrence directe aux boissons de fruits, les consommateurs n'étant pas les mêmes.

Quittons maintenant les flavonoïdes pour revenir aux anthocyanes, dont la constitution chimique est voisine. Ainsi que les effets bénéfiques du vin rouge qui ont été étudiés en détail (MASQUELIER, 1970), ceux du jus de raisin rouge ont été mis en évidence depuis des années par LAVOLLAY, par rapport au jus de raisin blanc (1968). Les anthocyanosides de la myrtille sont spécialement intéressants, parce qu'ils sont plus abondants qu'en d'autres fruits (250 mg pour 100 g) ; la myrtille cultivée (*V. augustifolium*) en contient une cinquantaine, la myrtille sauvage (*V. myrtillus*) des glucosides de pelargonidine, de cyanidine, de pétunidine, de delphinidine et de malvidine que l'on peut séparer par chromatographie. Leurs propriétés pharmacodynamiques sont intéressantes et multiples : ce sont surtout des protecteurs vasculaires permettant d'améliorer la circulation veineuse et capillaire et d'éviter le danger des anticoagulants (CANIVET, 1971), ils sont doués d'un certain pouvoir antiseptique et anticholestérol, les flavanes complexant les lipoprotéines du sang.

Depuis quelques années, le ramassage des myrtilles sauvages en France est devenue une opération lucrative en raison de leur emploi croissant en pâtisserie et produits laitiers, ainsi que leur traitement pour en extraire les polyphénols.

Avec le cassis, riche en antocyanes doués d'activité vitaminique P, on a obtenu également des résultats probants chaque fois qu'il est nécessaire de diminuer la fragilité capillaire (purpuras, ecchymoses) et la fragilité veineuse (hypertension, traitement par anticoagulants).

Associés à la vitamine C naturellement abondante (fig. 8), les anthocyanes du cassis peu-

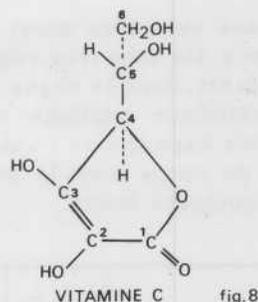


fig. 8

vent entrer dans des spécialités pharmaceutiques contenant en outre de l'acide phosphorique et une cyanocobalamine (vitamine B 12) à effet reconstituant (Lab. FOURNIER, 1971).

A mesure qu'on étudie les composés anthocyaniques des fruits, on leur trouve des propriétés soit anti-inflammatoire, soit vitaminiques P. C'est ainsi que la morelle sauvage (*Solanum nigrum*) s'est révélée excellente pour le traitement des prurits, des inflammations locales et des furoncles (BARUZZI, 1971).

#### • Triterpènes et stérols.

Nous entrons ici dans un nouveau domaine, apparenté à celui des caroténoïdes par sa biosynthèse dans la plante.

Rappelons pour mémoire que beaucoup de fruits contiennent des quantités appréciables de caroténoïdes, intéressants pour leur couleur et souvent pour leur activité de pro-vitamine A (fig. 9).

Un palmier (*Astrocaryum vulgare*) donne un petit fruit particulièrement riche en vitamine A. Quant à l'orange, elle possède à elle seule une trentaine de caroténoïdes (fig. 10). Mais les sources classiques de vitamine A ne sont pas les fruits directement comestibles.

Les triterpénoïdes contiennent les triterpènes tétracycliques et stérols, les pentacycliques

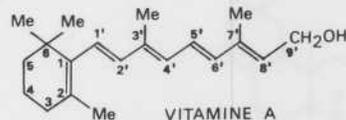


fig. 9

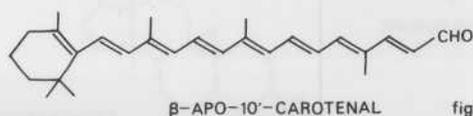


fig. 10

et les hormones stéroïdes ainsi que certains principes amers. Ils sont très répandus, sinon toujours abondants, dans le règne végétal. Leur constitution chimique explique certaines de leurs propriétés hormonales ; voici par exemple une liste de corps dont la présence a été prouvée dans quelques fruits.

	pomélo	banane	avocat
Friedeline (pentacyclique) (fig. 11)	+	-	-
Cycloarténol (fig. 12)	+	+	+
24 Méthylène cycloartanol (fig. 13)	+	+	+
Cycloeucalénol (fig. 14)	+	+	-
Obtusifoliol (fig. 15)	+	-	-
24 Méthylène-lophénol (fig. 16)	+	-	-
24 Ethylène-lophénol	+	-	-
Stigmastérol ) β -Sitostérol ) (fig. 17)	+	+	+
Campestérol	+	+	+
24 Méthylène cycloartanyl palmit.	-	+	-
β -Amyrine (pentacyclique) (fig. 18)	-	-	+
Cholestérol (fig. 17)	-	-	+

La présence d'hormones stéroïdes a été démontrée pour certains fruits ; par exemple la datte et la grenade contiennent de l'Oestrone (fig. 19), les pépins de pomme de la Progestérone (fig. 20), ainsi d'ailleurs que du Cholestérol. Du marc de pomme desséché, BOCK (1966) a extrait de la β-Sitostérine et des acides ursolique et oléanolique conférant à la préparation pectique des propriétés hémostatiques et antifibrinolytiques. Une thèse de Mme POURRAT (1962) porte sur les triterpènes de rosacées (pimprenelle, églantier, fraisier, potentille) appartenant au groupe de la β - Amaryrine. (fig. 18)

fig. 11

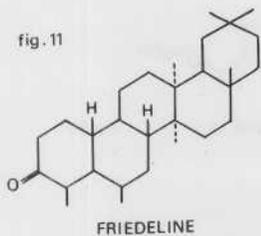


fig. 12

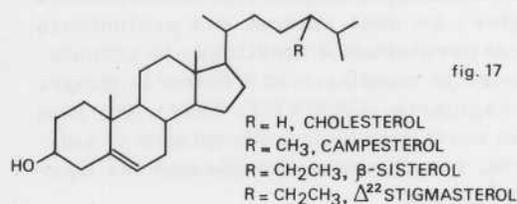
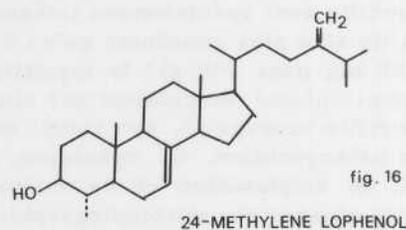
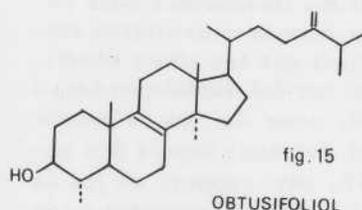
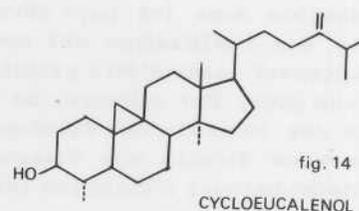
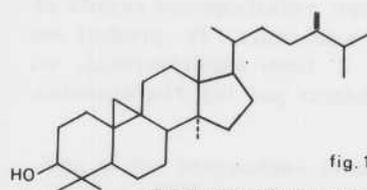
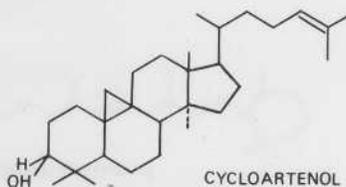
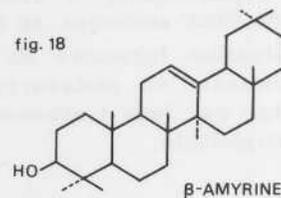
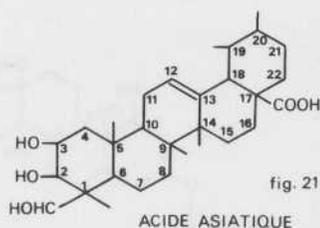
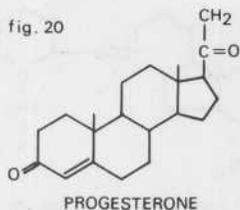


fig. 18





Que pouvons-nous en déduire au point de vue pratique ? Tout d'abord que certaines propriétés des fruits s'expliquent par cette présence. Si le Cholestérol n'a pas bonne presse, on a montré que le  $\beta$ -Sitostérol interfère dans son absorption et que la banane, par exemple, à des propriétés anticholestérolémie (RISTEL - HUEBA, 1963) (KNAPP, 1969).

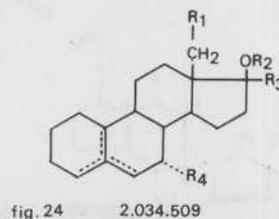
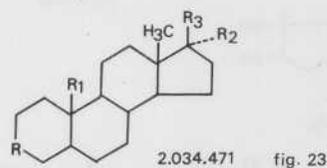
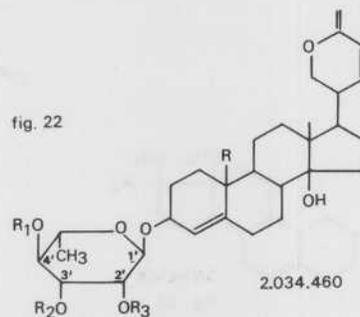
Un triterpène, l'acide asiatique, est à la base d'un glucoside dont le pouvoir cicatrisant est excellent (lèpre, tuberculose cutanée, lupus) (fig. 21) (BOITEAU, 1956) ; les triterpénoïdes végétaux et beaucoup de plantes de Madagascar sont d'ailleurs étudiés par BOITEAU et RATSINAMANGA (1964).

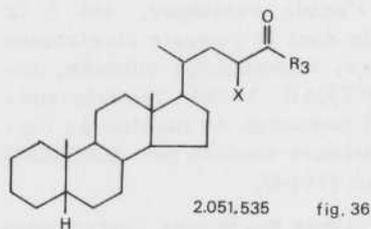
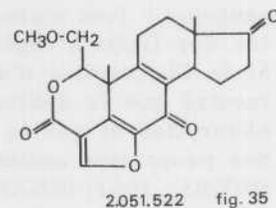
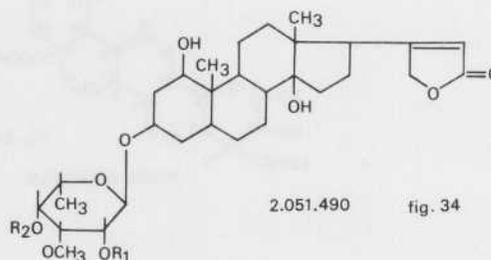
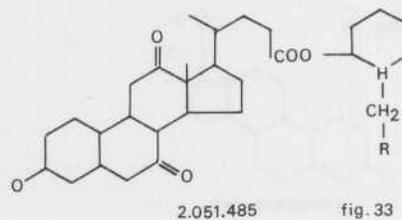
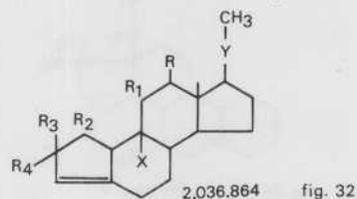
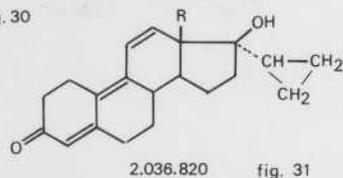
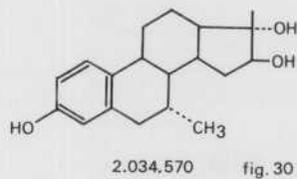
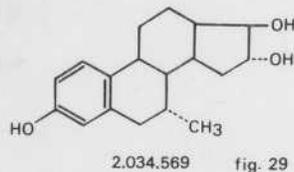
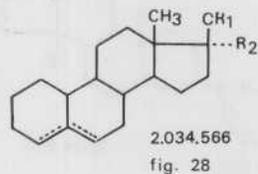
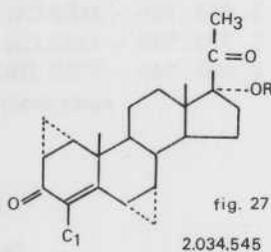
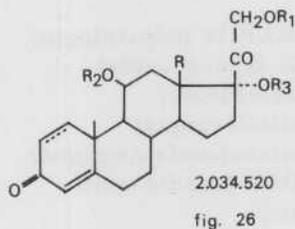
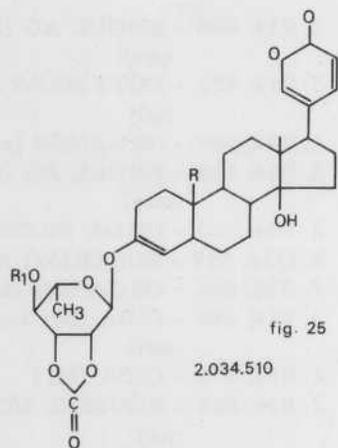
Le fait que certaines hormones oestrogènes peuvent être mises en évidence dans les fruits, ou peuvent facilement être obtenues par synthèse à partir de composés voisins, est plus intéressant : ils sont recherchés pour leurs propriétés anti-inflammatoires et contraceptives.

Au Cameroun G. CHARLES (1969) a montré que l'insaponifiable des graines de *Funtumia elastica* constitue un matériel idéal pour la synthèse des stéroïdes, contenant du Demostérol d'où dérive le Prégnaène. Il n'est que de constater le nombre de brevets publiés actuellement sur la synthèse des Estradiols et stéroïdes intéressant l'industrie pharmaceutique pour constater que les matières premières sont recherchées de toute part (progestatifs, anti-androgènes, contraceptifs, stimulants cardiaques, anticholestérolémiques).

Voici quelques numéros de brevets français publiés au début de cette année par le Bulletin de la Propriété industrielle (fig. 22 à 36) :

- 2. 034. 460 - KNOLL AG (insuffisance cardiaque)
- 2. 034. 471 - HOFFMANN LAROCHE (hormonal)
- 2. 034. 509 - ORGANON (anticonceptionnel)
- 2. 034. 510 - KNOLL AG (insuffisance cardiaque)
- 2. 034. 520 - HOME PRODUCTS US (hormonal)
- 2. 034. 545 - SCHERING AG (anticonceptionnel)
- 2. 034. 566 - ORGANON (anticonceptionnel)
- 2. 034. 569 - CIBA (oestrogène, anticonceptionnel)
- 2. 034. 570 - CIBA (id.)
- 2. 036. 820 - ROUSSEL UCLAF (anti-oestrogène)
- 2. 036. 864 - SQUIBB (progestatif, anti-androgène)
- 2. 051. 485 - Sté DAVID RABOT (hépatologie)
- 2. 051. 490 - BOHRINGER (acovénoside)
- 2. 051. 522 - SANDOZ (antioedème)
- 2. 051. 525 - MERCK (antiallergique)
- 2. 051. 535 - MERCK (anticholestérolémique)
- 2. 051. 543 - VEB DRESDEN (cardio-actif-spasmodique)





Ces hormones sont souvent préparées à partir du suc exprimé des rhizomes et parties aériennes de certains cactus (KIRCHER, 1969, BLUNDEN, 1969) et des tubercules de *Dioscorea* (SODERHOLM, 1968), mais en se basant sur les pharmacopées indigènes on peut obtenir des indications pour la recherche des matières premières ; par exemple l'extrait d'écorce d'un prunier malgache permet une résorption de la prostate chez le vieillard, diminuant les risques d'ablation chirurgicale.

#### • Terpènes, sesquiterpènes, coumarines.

Ce chapitre pourrait s'intituler : sous-produits des huiles essentielles, car c'est la source normale de leur extraction puisque les huiles essentielles sont déjà des matières produites en grande quantité, relativement aux autres dérivés des fruits tels que cires ou arômes.

Le D-Limonène, qui n'a pas d'intérêt pour l'arôme des essences d'agrumes, en constitue la majeure partie, jusqu'aux 9/10. Il est liposoluble et c'est un solvant des huiles dont le point d'ébullition est élevé ; on peut l'utiliser pour dégraisser les machines, ou dans les crèmes vendues aux automobilistes pour se dégraisser les mains après une réparation. Ses propriétés sont bien connues des constructeurs et utilisateurs de machines pour l'extraction du jus ou des essences d'agrumes, car leur lubrification est rendue très délicate par sa présence : les joints doivent être étanches et ne pas comporter de pièces en caoutchouc ou matières plastiques (fig. 37).

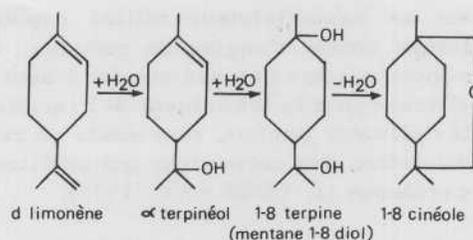
Sa formule lui permettrait de servir de base à de nombreuses synthèses organiques ; mais pour l'instant leur application n'a guère donné de résultats exploitables ; il pourrait fournir facilement de la Piperitone, produit utilisé en parfumerie pour donner aux dentifrices une odeur mentholée (MOSHONAS, 1967) et de la Perillartine, édulcorant produit au Japon à partir de l'essence d'une Labiée, *Perilla angusta*, qui contient, comme l'essence de mandarine, de l'aldéhyde périllique (fig. 38) ; ce dernier est facilement transformé en anti-oxygène (fig. 39), qui possède un goût sucré intense (2.000 fois celui du saccharose). Cet édulcorant est sans doute dépourvu de toxicité et sa fabrication pourrait être étendue à condition de disposer de quantités appréciables d'essence de mandarine (KUGLER, 1963, SHAW, 1970).

De même que le D-Limonène représente surtout la fraction terpénique, c'est le Valencène qui est le sesquiterpène le plus important de l'essence d'orange, bien que dans des proportions moindres. Par une réaction simple, il peut être transformé en Nootkatone, le constituant caractéristique de l'odeur du pomelo qui a effectivement été isolé dans l'arôme naturel du fruit (STEVENS 1970).

Un produit voisin, est l' $\alpha$ -vetivone qui est, lui, un constituant de l'essence naturelle de vétiver.

La parfumerie utilise beaucoup de sesquiterpénoïdes naturels ou de synthèse ; une étude de NAVES à ce sujet expose les principales synthèses réalisées dans ce domaine (1969).

Passons maintenant aux coumarines. On sait qu'elles se trouvent en quantités variables, mais faibles, dans les essences d'agrumes, et que l'action physiologique des produits purifiés



TRANSFORMATION  
DU LIMONENE

fig. 37

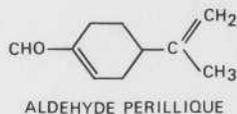
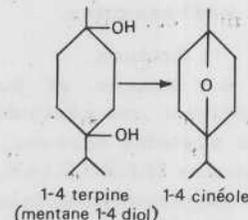


fig. 38

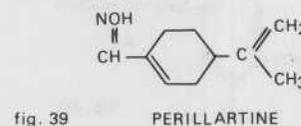


fig. 39

n'est pas toujours favorable sur l'organisme, mais parfois très utile, au contraire (anticoagulants).

Retenons-en deux susceptibles d'applications

Le Bergaptol (fig. 40) qui possède trois noyaux fournit du Bergaptène, un photosensibilisateur utilisé en cosmétique, avec un bon rendement par déméthylation ; il provient de l'essence de bergamote (GIACOMO, 1970). L'Ombelliférone a 2 noyaux (fig. 41). Elle peut servir à la synthèse de la Visnadine (méthoxy-2-méthyl-2-furanochromone) que l'on obtient directement dans l'huile d'une ombellifère d'Afrique, du Nord, *Ammi visnaga*. Ce corps



fig. 40

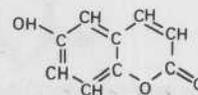


fig. 41

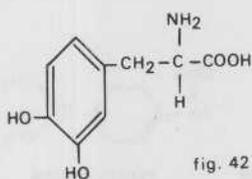
est un vasodilatateur utilisé depuis quelque temps contre l'angine de poitrine ; un travail récent montre que son emploi à haute dose est efficace pour le traitement de l'insuffisance artérielle des jambes, sans doute en raison de la dilatation des coronaires qui améliore le débit cardiaque (J. GOURNAY, 1971).

• **Autres composés présentant des propriétés intéressantes.**

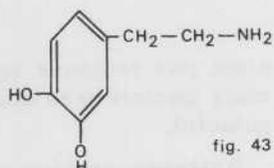
- Amines.

La banane, sa pulpe et sa peau également, contient une série d'amines dont les effets sur le système nerveux, à l'état purifié, sont bien connus (KRIKORIAN, 1968) :

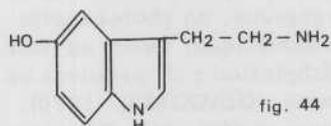
- dihydroxyphenylalanine (DOPA) (fig. 42)
- dihydroxyphenyléthylamine (DOPamine)(fig.43)
- 5-hydroxytryptamine (Serotonine) (fig. 44)
- acide indole-acétique (fig. 45)
- norapinephrine (fig. 46).



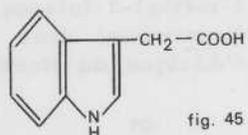
DIHYDROXYPHENILALANINE  
(DOPA)



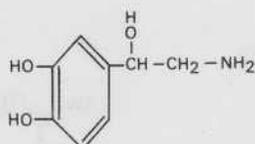
3-HYDROXYTYRAMINE (DOPAMINE)



5-HYDROXYTRYPTAMINE (5HT)



INDOLE-3-ACETIC ACID (IAA)



$\alpha$ -(AMINO-METHYL)-3,4-DIHYDROXYBENZYL ALCOHOL  
(NORAPINEPHRINE)

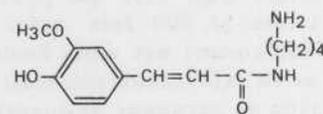
Ce sont des dépresseurs du sang artériel, mais sans aller jusqu'aux doses toxiques la sérotonine, ou ce qui revient au même la cure de bananes, a été recommandée pour réduire les ulcères d'estomac (SANYAL, 1961).

Inversement l'abus de ces amines peut entraîner des troubles d'ordre psychique ; ceci est tellement vrai que la poudre de peaux deséchées est couramment préparée par les hippies amateurs de sensations inédites. Mais on pourrait sans doute obtenir des effets semblables en fumant beaucoup d'autres produits.

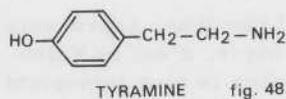
Dans les agrumes on a identifié également une série d'amines, connues pour leur activité pharmacodynamique souvent utilisée en thérapeutique :

- éthanolamine
- putrescine
- tyramine
- hordenine
- octopamine
- synéphrine

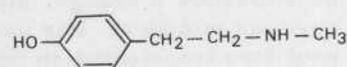
Ce sont des corps voisins des alcaloïdes et bien entendu des poisons à l'état concentré (fig. 47 à 52).



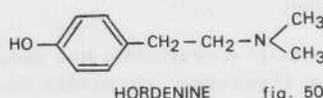
FERULOYLPUTRESCINE



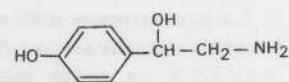
TYRAMINE



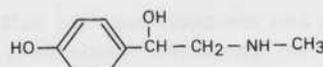
N-METHYLTYRAMINE



HORDENINE



OCTOPAMINE



SYNEPHRINE

On a cherché aussi un poison, bien entendu, dans le jus de passiflore, puisque la plante est utilisée depuis longtemps pour sa passiflorine : effectivement la 3-méthyl-4-carboline trouvée est toxique, mais à l'état très dilué dans le fruit (WURCHERPFENNIG, 1966). La papaye elle-même, riche en papaine, contient également un alcaloïde (SCRENZ, 1965).

Une autre drogue provenant d'une Anacardiacee (*Semecarpus anacardium*) est utilisée en médecine indigène arabe et indienne : sous une coque résistante du fruit se trouve un péricarpe huileux riche en tanin et utilisé comme colorant. Les effets en psychopathologie sont, paraît-il, remarquables : les personnes déprimées et les vieillards retrouvent la mémoire. Il est possible que l'activité vitaminique P de ces tanins soit à comparer à celle des anthocyanes et qu'en conséquence la circulation du sang dans le cerveau soit améliorée (KING, 1957).

Le baume est utilisé comme celui que l'on obtient du *Rauwolfia* (Apocynacée) ; il agit sur le système nerveux central. La production du fruit n'est pas négligeable aux Indes puisqu'elle se monte à plusieurs dizaines de milliers de tonnes.

#### - Antibiotiques.

Les extraits de fruits peuvent être doués d'un pouvoir antiseptique ou antibiotique ; mais il ne s'agit pas là évidemment d'une catégorie chimique unique, les corps actifs ayant des compositions très différentes.

Tous les fabricants de boissons gazeuses savent que les huiles essentielles d'agrumes, même non déterpénées, possèdent un certain pouvoir antiseptique qui, s'ajoutant à celui du gaz carbonique, évite à ces boissons toute fermentation, même si elles ne sont pas pasteurisées.

Depuis longtemps on a essayé de préciser quels composants des essences d'agrumes possèdent ce pouvoir ; nous avons noté que la Nobiletine et la Tangeretine, flavonoïdes des mandarines, sont utilisés comme antifongique contre le Mal Secco des arbres dans les régions méditerranéennes. Sans doute faut-il distinguer les contaminants, et chaque essence peut avoir un rôle précis (RAO, 1970). D'ailleurs nous avons noté aussi l'effet antiseptique des tanins et anthocyanes pour des fruits colorés comme la myrtille et d'autres fruits possédant aussi des composants actifs. Par exemple il est bien

connu que l'airelle (*Vaccinium vitis idaeae*) contient de l'acide benzoïque à dose notable (SWARTZ 1968). La banane contient un corps voisin, la dihydroxybenzaldehyde, que l'on peut extraire de la cuticule des peaux et qui inhibe le *Gloeosporium musarum* : ainsi on pourrait éviter de traiter les bananiers par des fongicides de synthèse (MULVENA, 1969).

De la tomate on peut obtenir un antibiotique assez énergique, la Tomatine, mais il semble que les recherches d'identification n'aient pas abouti (TARRADE, 1969, Anon. 1969). Dans les jus de pommes, on trouve aussi parfois un antibiotique, une Patuline (fig. 52 bis) : mais elle ne provient pas du fruit lui-même, c'est un résidu du pressurage des pommes atteintes d'une moisissure, le *P. expansum* ; c'est donc un indice de mauvaise qualité (POHLAND 1970) (REHM 1970).

Par contre dans la pulpe d'avocat, il semble qu'on se trouve en présence de produits naturels pouvant avoir un certain avenir. Des chercheurs israéliens ont mis en évidence et déterminé avec certitude la structure d'une douzaine de corps aliphatiques à longue chaîne, portant souvent en bout de chaîne une liaison éthylénique ou acétylénique.

L'un d'eux est actif à la dose de 4 mg/l sur un nombre important de micro-organismes pathogènes (NEEMAN, 1970) (fig. 53). Dans le compte rendu d'une conférence récente, PAQUOT (1970) pense que ces alcools et acétates aliphatiques jouent un rôle important dans les propriétés intéressantes de la fraction insaponifiable de l'huile d'avocat, qui comprend aussi des stérols et des terpènes. L'ensemble de cette fraction, associé à son homologue extraite de l'huile de soja administrée soit en pommade soit par voie orale, donne des résultats spectaculaires dans la guérison de certaines affections du tissu conjonctif, qu'elles soient cutanées ou profondes (THIERS 1961-1971, LAMBERTON 1970, COJET 1971).

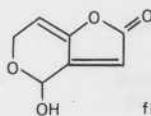


fig. 52 bis

PATULINE

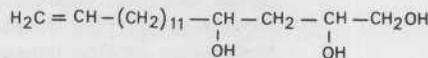


fig. 53

ANTIBIOTIQUE DE L'AVOCAT

## CONCLUSION

Comment conclure une étude partielle ou plutôt un survol rapide des possibilités que nous apportent les fruits, sinon en regrettant de ne pas traiter plus en profondeur ce qui est déjà réalisé et examiner de plus près ce qui a déjà été découvert, sinon exploité ? Par exemple nous n'avons pas dit un mot des masticatoires, dont l'habitude est très répandue et qui utilise des quantités énormes de fruits : Kola par exemple, ou sapotille (*Achras sapota*) qui est la base du chewing-gum (WEISSBACH 1970, DOUGLAS 1971), ni de la composition extrêmement complexe des arômes volatils, en dehors des huiles essentielles d'agrumes ; ni des sucres de fruits utilisables pour certains diabétiques ; ni de bien d'autres choses ...

Les botanistes savent aussi que le nombre des espèces végétales cultivées ou exploitées par l'homme est infime par rapport à la diversité de ce qui pousse sur terre ; pour les fruits la situation est la même, mais la proportion des espèces cultivées ou faisant l'objet d'un commerce est encore plus réduite par rapport aux espèces dont on sait au moins qu'elles sont comestibles. La liste suivante donne seulement une petite idée des préoccupations principales de notre Institut, mais beaucoup d'espèces différentes sont répertoriées ; si elles ne sont pas étudiées, c'est parce qu'elles n'intéressent ni le producteur ni le commerçant : ce qui ne veut pas dire qu'elles manquent d'intérêt ...

Liste partielle des fruits dont l'étude est suivie à l'IFAC (à part les agrumes et les fruits des zones tempérées).

<i>Achras mammosa</i> (Sapotacée)	(sapote)
<i>Achras sapota</i> (Sapotacée)	(sapotille)
<i>Actinidia chinensis</i> (Dilleniaceae)	(groseille de Chine)
<i>Adansonia digitata</i> (Bombacée)	(baobab)
<i>Anacardium occidentale</i> (Anacardiaceae)	(anacarde)
<i>Ananas comosus</i> (Broméliacée)	(ananas)
<i>Anona muricata</i> (Anonacée)	(corossol)
<i>Anona reticulosa</i> (Anonacée)	(coeur de boeuf)
<i>Artocarpus altilis</i> (Moracée)	(arbre à pain)
<i>Artocarpus integrifolia</i> (Moracée)	(jacquier)
<i>Astrocaryum vulgare</i> (Palmier)	(riche en carotène)
<i>Averrhoa carambola</i> (Oxalidacée)	(carambole)
<i>Carica papaya</i> (Caricacée)	(papayer)
<i>Carissa grandiflora</i> (Apocynacée)	(prune de Malte)
<i>Chrysobalanus icaco</i> (Rosacée)	(myrobolan)
<i>Detarium senegalense</i> (Cesalpinieae)	(detar)
<i>Dioscoreophyllum cumensii</i> (Menispermacée)	(baie surprise)
<i>Diospyros kaki</i> (Ebenacée)	(kaki)
<i>Douyalis cafra</i> (Ericacée)	(acidulé)
<i>Durio zibethinus</i> (Bombacée)	(durian)
<i>Eugenia jambolana</i> (Myrtacée)	(jambolan)
<i>Eugenia uniflora</i> (Myrtacée)	(cerise de cayenne)
<i>Feijoa sellowiana</i> (Myrtacée)	(feijoa)
<i>Garcinia mangostana</i> (Clusiaceae)	(mangoustan)
<i>Litchi chinensis</i> (Sapindacée)	(litchi)
<i>Malpighia glabra</i> (Malpighiacée)	(cerise des Antilles)
<i>Mamea americana</i> (Clusiaceae)	(abricot des Antilles)
<i>Mangifera indica</i> (Anacardiaceae)	(mangue)
<i>Musa acuminata</i> (Musacée)	(banane)
<i>Nephelium lappaceum</i> (Sapindacée)	(ramboutan)
<i>Opuntia ficus-indica</i> (Cactacée)	(figue de Barbarie)
<i>Pachylobus edulis</i> (Burseracée)	(safou)
<i>Passiflora edulis</i> (Passifloracée)	(grenadille)
<i>Persea americana</i> (Lauracée)	(avocat)
<i>Phoenix dactylifera</i> (Palmier)	(datte)
<i>Phyllanthus emblica</i> (Euphorbiacée)	(emblic)
<i>Physalis peruviana</i> (Solanacée)	(groseille du Cap)

<i>Psidium guajava</i> (Myrtacée)	(goyave)
<i>Solanum quitoense</i> (Solanacée)	(narangille)
<i>Spondias cytherea</i> (Anacardiacee)	(pomme de Cythère)
<i>Synsepalum dulcificum</i> (Sapotacée)	(fruit miracle)
<i>Tamarindus indica</i> (Légumineuse)	(tamarin)
<i>Thaumatococcus danielli</i> (Marantacée)	(autre fruit miracle)
<i>Ximenia cafra</i> (Olacinacée)	(prune du Cap)
<i>Ziziphus jujuba</i> (Rhannacée)	(jujube de l'Inde)

## BIBLIOGRAPHIE

- Anonyme. FDA bans bioflavonoïdes.  
*Perf. Ess. Oil. Rec.*, 1968, 59, 3, 201.
- Anonyme. La Tomatine : un anti-inflammatoire.  
*Sci. et Avenir*, sep. 1969, 1271, 761.
- Anonyme. Besoins en protéines.  
*Rap. Comité FAO 24 oct. 1955, Rome, 52 p.*
- ASENJO (C.F.). A new protease from *Bromelia Pinguin*.  
*Science* 95 (2454), 48-49, 1942.
- BARUZZI (C.). Azione antiacneica della Morella.  
*Riv. It. Ess. Prof.*, mars 1971, 53, 3, 139-141.
- BEILER (J.M.) et MARTIN (G.J.). Propriétés pharmacodynamiques des hespéridines.  
*J. Biol. Chem.*, 1948, 174, 31.
- BERREBI (Mlle). Les enzymes en cosmétologie biologique.  
*Parf. Cosm. Sav.*, Jan. 1971, 1, 1, 36-38.
- BLUNDEN (G.) et HARDMAN (R.). Steroidal constituents of *Yucca glauca*.  
*Phytochem.*, 1969, 8, 1523-1531.
- BOCK (W.), MATZ (J.) et TAÜFEL (K.). Bestandteile der aus Apfeltrockentestern gewinnbaren Triterpenfraktion.  
*Nahrung*, mai 1966, 10, 5, 409-412.
- BOIDIN (C.). Les enzymes dans l'industrie alimentaire.  
*Rapp. 7e Congr. int. Jus de fruits, Cannes 1968, 289-299.*
- BOITEAU (P.) et RATSIMAMANGA (A.R.). Les triterpénoïdes en physiologie.  
*Gauthier Villars, Paris 1964.*
- BOITEAU (P.) et RATSIMAMANGA (A.R.). L'asiaticoside et ses emplois thérapeutiques.  
*Thérapie*, 1956, 11, 1, 125-149.
- BOITEAU (P.). L'ananas.  
*Notice n° 33, p. 833-846.*  
*Bull. Madagascar n° 269, 1968.*
- BRANCAERT (R.) et LECOQ (J.). Utilisation des bananes douces dans l'engraissement des porcs.  
*Fruits*, Jan. 1971, vol. 26, n° 1, p. 15-20.
- BRAVERMAN (J.B.S.) et LEVI (A.). Communitated orange, a novel process for its manufacture.  
*Food Technol.*, fev. 1960, vol. 14, n° 2, p. 106-109.
- VON BUREN (J.) Fruit Phenolics.  
*Chap. 11 de AC. Hulme, Biochemistry of fruits, 269-304, acad. Press, Londres 1970.*
- CANIVET (J.) et PASSA (Ph.). Intérêt d'une association d'anthocyanosides, d'antispasmodiques et de neuro-sédatifs.  
*Gaz. Med. Fr.*, fev. 1971, 78, 5, 682-684.
- CHARLEY (V.L.S.). British communitated drink production.  
*Food Techn.*, aug. 1963, 17, 8, 33-40.
- CHARLES (G.). Alcaloïdes stéroïdes-44. Graines de *Funtumia*.  
*C.R. Acad. Sci.*, 16 juin 1969, 268c, 2105-2107.
- COJET (J.M.), MOSCA (P.) et MERLEN (F.J.). Traitement des sclérodermies par les insaponifiables d'avocat et de soja.  
*Gaz. Méd. Fr.*, 21 mai 1971, 78, 20, 3270-3273.
- COURT (F.). Paroi vasculaire et citroflavonoïdes.  
*Gaz. Med. Fr.*, sep. 1970, 77, 24, 5075-8.
- DOUGLAS (J.S.). Masticatoires.  
*Flavour Ind.*, mars 1971, 152-154.
- DUPAIGNE (P.). Boissons diététiques à base de fruits.  
*Fruits*, sep. 1970, 25, 9, 635-647.
- DUPAIGNE (P.). Les modificateurs naturels du goût.  
*Rev. Cons.*, dec. 1970, 27, 12, 85-91.
- FERRANO (R.). Les protéines extraites des herbes et des feuilles.  
*Ann. Nutrit. Alim.*, 1970, 24, 6, 145-166.
- FOURNIER (Laboratoires). Communication personnelle du 4 mai 1971.
- FREDMAN (L.) et MERRITT (A.J.). Citrus flavonoïd complex.  
*Science*, 1963, 139, 344.
- DI GIACOMO (A.). Olii essenziali degli agrumi.  
*Riv. It. Ess. Prof.*, dec. 1970.
- GJESSING (L.) et ARMSTRONG (M.D.). Occurrence of p-sympathol in orange.  
*Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 1963, 114, 226-229.
- GOODWIN (T.W.) et GOAD (L.J.). Carotenoids and Triterpenoids.  
dans : *H.C. Hulme, Biochemistry of Fruits, chap. 12, 305-368. Acad. Press, 1970.*

- GOURNAY (J.). La visnadine dans le traitement des artériopathies.  
*Gaz. Med.*, jan. 1971, 78, 2, 390-391.
- HANSEN (E.) Proteins.  
*Chap. 6, A.C. Hulme Biochemistry of Fruits*, vol. 1, p. 147-158. Acad Press, Londres 1970.
- HENDRICKSON (H.) et KESTERTON (J.W.). Hesperidin in Florida orange.  
*Techn. Bull. 684, Univ. Fla. Ag. Exp. Saint Gainesville*, oct. 1964.
- HENDRICKSON (H.) et KESTERTON (J.W.). By products of Florida citrus.  
*Fla. Agri. Exp. Sta., Gainesville, bull. n°698*, oct. 1965.
- HOOPERHEIDE (J.C.). Les enzymes dans les préparations détersives.  
*Fette Seifen Anstrich.*, 1968, 70, 10, 743-748.
- HUET (R.). Les flavonoïdes d'agrumes.  
*Al Avamia*, avr. 1962, 3, 87-101.
- INGLETT (G.E.) et MAY (J.F.). Serendipity berries, source of intense sweetness.  
*J. Food Sci.*, sep. 1969, 34, 5, 408-411.
- JUILLET (A.). Les oléagineux et leurs tourteaux.  
*Lechevallier, Paris*, 1955.
- KING (L.J.). Unique use for the fruit of *Semecarpus anacardium*.  
*Econ. Bot.*, jul. 1967, 11, 3, 263-266.
- KIRCHER (H.W.). Sterols, alkaloids and fatty acids in Cactus in Mexico.  
*Phytochem.*, 1969, 8, 1481-1488.
- KNAPP (F.F.) et NICHOLAS (H.J.). Sterols and Triterpens in Banana pulp.  
*J. Food Sci.*, dec. 1969, 34, 5, 408-411.
- KRIKORIAN (A.A.). Psychedelic properties of banana peel.  
*Econ. Bot.*, 1968, 12, 385-389.
- KUGLER (E.) et KOVATS (E.). Zur Kenntnis ätherischer Ole.  
*1966. Helv. Chim. Acta*, 46, 1480-1513.
- LAMBERTON (J.N.). L'insaponifiable des huiles d'avocat et de soja.  
*Gaz. Méd. Fr.*, 25 sep. 1970, 77, 24, 5107-5112.
- LASSOUDIÈRE (A.). La papaine.  
*Fruits*, dec. 1969, 24, 12, 503-530.
- LAVOLLAY (J.). Effets des jus de fruits sur la durée de vie.  
*C.R. 7e Congr. int. Jus de fruits, Cannes 1968*, p. 19-36.
- LICHTENSZTEIN (A.). Valeur biologique des protéines de levures.  
*Ind. alim. agr.*, nov. 1970, 87, 11, 1435-1439.
- LIST (D.) et BIELIZ (H.). Apfelsaft und Wärmebehandlung.  
*Ind. Obst. Gemüseverw.*, 1969, 54, 5, 128-131.
- LOWRIE (R.A.). Proteins in human food.  
*Avi. Puv. Co, NY* 1970.
- LUND (E.D.). Utilization of some chemical from Citrus.  
*Proc. Citrus Conf. Winterhaven USDA*, 1967, 8-11.
- MALLESSART (R.). Alimentation des porcs en Guadeloupe avec des déchets de bananes.  
*Fruits*, jan. 1971, vol. 26, n° 1, p. 20-22.
- MASQUELIER (J.). Effets des constituants non alcooliques du vin.  
*Cah. Nut. Diet.*, 1970, 5, 4, 57-64.
- METAIS (P.), BIETH (J.) et WARTER (J.). Les inhibiteurs de protéases.  
*Probl. actuels et de Bioch. appl. 2è série, Masson 1968*, p. 220-296.
- MONTAGUT (G.). Note sur les produits édulcorants du Dahomey.  
*IFAC, inédit*, 4 nov. 1970.
- MOSHONAS (M.G.). Isolation of Piperitenone from orange oil.  
*J. Food Sci.*, 1967, 32, 206-207.
- MULVENA (D.) et WEBB (E.L.). Fungistatic substance from green bananas.  
*Phytochem.*, 1969, 8, 393-395.
- NAVES (Y.R.). La synthèse des sesquiterpénoïdes utilisés en parfumerie.  
*France et ses parfums*, sep.-oct. 1969, n° 65, p. 316-323.
- NEEMAN (I.) et LIFSHITZ (A.). Antibacterial agent from Avocado.  
*J. Appl. Microb.*, 1970, 19, 470-473.
- NEWHALL (F.) et TING (S.V.). Degradation of Hesperetin and Naringenin to Phloroglucinol.  
*J. Agr. Food Chem.*, sep. 1967, 15, 5, 776-7.
- NOLBERGO (B.). Metionina. Iisina. cistina. triptophano.  
*Arch. Latino Americ. Nutrit.* jan. 1967, 17, 2, 111-116.
- PALLOTTA (J.). Anacardio.  
*Ind. Agrar.*, jul. 1969, 7, 7, 3.
- PAQUOT (C.). L'insaponifiable de l'huile d'avocat.  
*C.R. Journée de l'avocat, 24 nov. Massy 1970*.
- PIVA (G.) et SANTI (E.). Nutritive value of Cashew nut meal.  
*J. Sci. Food Agr.*, jan. 1971, 22, 1, 22-23.
- POHLAND (A.C.) et SANDERS (K.). Determination of Patulin in Apple juice.  
*J. of AOAC*, jul. 1970, 53, 4, 692-695.
- POURRAT (A.). Triterpènes et tanins de quelques rosacées.  
*Thèse Pharm. Clermont 1962*.
- PRASANNA (H.A.) et RAO (G.R.). Coconut in the treatment of protein malnutrition.  
*J. Food Sci.*, 1969, 6, 3, 187-188.
- RAO (B.G.) et ADINARAYANA. Antimikrobielle Wirkung einiger ätherischer Ole.  
*Riechs. Arom.*, jun. 1970, 20, 6, 215-220.
- REHM (H.J.). Pilze in Fruchtsäften.  
*Fluss. Obst.*, aug. 1970, 37, 8, 342-346.
- RISTELHUELA (J.) et CONTESSA (G.). Action sur la surrénale d'un hypocholestérolémiant, le  $\beta$ -sistérol.  
*Thérapie*, mars 1963, 18, 2, 363-371.

- ROSSET (R.). Problèmes enzymatiques des viandes.  
*Ann. Nutrit. Alim.*, 1968, 22, 2, 443.
- SCOTTA (J.) et LEE (Y.C.). Composition and structure of pineapple bromelain.  
*J. Biol. Chem.*, 1969, 244, 18, 4852-4863.
- SAENZ (J.A.) et NASSAR (M.). Phytochemical screening of Costa Rica plants alkaloids.  
*Rev. Biol. Trop. Univ. Costa Rica*, 1965, 13, 2, 207-212.
- SANYAL (H.K.) et GUPTA (K.K.). Role of banana in peptic ulcers.  
*Arch. int. Pharmacodyn.*, 1964, 149, 393-400.
- SANYAL (R.K.). Banana and gastric secretion.  
*J. Pharm. Pharmacol.*, mai 1961, 13, 5, 318-319.
- SHAW (P.). Fruit and vegetable products laboratory.  
*Winterhaven, Comm. personnelle 26 nov. 1970.*
- SHARAF (A.). Pharmacolog. properties of *Punica granatum*.  
*Bull. Agric.*, 1968, 32, 7, 197.
- SCHWOB (R.). Composition chimique de l'avocat.  
*Fruits*, mai 1951, 6, 5, 177-183.
- SINCLAIR (W.B.). The orange.  
*Univ. Calif. Div. Agr. Sci.*, 1961.
- SODERHOLM (P.K.) et GASKINS (M.M.). Steroid producing *Dioscorea* in Florida.  
*Econ. Bot.*, jan. 1968, 22, 1, 80-83.
- STEVENS (K.L.) et GNADAGNI (D.G.). Nootkatone and related compounds.  
*J. Sci. Fd Agric.*, nov. 1970, 21, 11, 590-593.
- STEWART (I.) et WHEATON (T.A.). Nitrogen compounds in Citrus.  
*Proc. Ist Intern. Citrus Symposium 1969. Fla. Agr. Exp. Sta. Jour. Ser. 2951, 3, 1619-1622.*
- SUBRAMANIAN (N.). Amino acid composition of cashew nut.  
*J. Sci. Res.*, jan. 1967, 160, 1 24.
- SWAIN (T.). Phenolic compounds in fruit juices.  
*VI Int. Fruchtsaftkongress - Bericht. Lucerne, 1965 221-243.*
- SWANSON (E.C.). Procédé de récupération des protéines.  
*Brev. F. 2.039.603, mars 1970.*
- SWARTZ (J.H.) et MEDREK (T.F.). Antifungal properties of Cranberry.  
*Appl. Microb.*, oct. 1968, 16, 11, 1524-1527.
- TAJARIOL (G.L.). Antibiotici da piante superiori.  
*R. It. Ess. Prof.*, aug. 1967, 69, 8, 464-472.
- TARRADE (M.). La Tomatine comme antifongique.  
*C.R. Acad. Agric.*, 12 fev. 1969, 203-206.
- THIERS (H.) et ZINGELSTEIN (G.). Les insaponifiables des huiles végétales.  
*Thérapie*, 1961, 16, 235-251.
- THIERS (H.). Utilisations médicales des insaponifiables.  
*Fruits*, fev. 1971, vol. 26, n° 2, p. 133-135.
- TORRES DE CASTRO (L.F.). Enzymas do Ananas.  
*Univ. Techn. Lisboa - Inst. Sup. Agronom. Lisbonne 1970.*
- TOULMIN (H.A.). Flavanone azo dye.  
*US Pat. 2.723.899, 15 nov. 1955.*
- WEISSBACH (R.). La gomme à mâcher.  
*Dragoco Rep.*, jan. 1970, 17, 1, 3-7.
- WUCHERPFENNIG (K.). Über das Vorkommen eines Alkaloids in einer tropischen Frucht.  
*IFFJP*, 1966, V. 7, 117-124.

