

La passiflore

Sa composition chimique
et ses possibilités de transformation

par

L. HAENDLER

Institut Français de Recherches Fruitières Outre-Mer.

La famille des Passifloracées comprend quelques 300 espèces réparties dans le monde entier. La grande majorité des espèces, cependant, sont originaires de l'Amérique et les cultures sont plus particulièrement concentrées en zone tropicale. Ce sont en général des lianes vigoureuses, produisant des fruits le plus souvent comestibles dont le poids peut varier de 20 g à 3 000 g. Une des particularités les plus marquantes de cette famille est la fleur fort décorative formée de 5 pétales insérés sur les bords d'un réceptacle en forme de coupe, dont le fond se relève en colonne centrale supportant les étamines et, au-dessus d'elles, le gynécée.

L'ovaire supère porte un style à trois branches dont les extrémités renflées se terminent par un stigmate globuleux ; le réceptacle produit un grand nombre de couronnes concentriques formées de filaments richement colorés en rose, pourpre ou violet selon les variétés. La beauté et l'originalité de cette fleur ont depuis fort longtemps attiré l'attention des hommes et nos aïeux fort imaginatifs ne firent pas de difficultés pour reconnaître dans la passiflore tous les instruments de la Passion...les feuilles terminées par trois pointes représentaient la lance, les vrilles le fouet, les trois styles les clous, le stigmate l'éponge, les filaments du réceptacle la couronne d'épines, la colonne centrale le fût auquel on attachait le Christ pendant la flagellation. Ce symbolisme inspira d'ailleurs plusieurs poètes. Les apothicaires poètes poitevins Jacques et Paul Constant, vers 1628, célèbrent la fleur de la Passion :

*La plante solitaire, heureuse granadille,
Granadille sur qui, mais pour dévotion,
L'on dict qu'on void empreinct nostre rédemption
Et ses mystères saints, faisant voir en sa plante,
En son fruit, en sa feuille, en sa fleur excellente,*



PHOTO 1. — Fleur et fruit de passiflore.

*De nostre rédempteur mort une fois pour tous
Colonne, Croix et fouet, Lance, Couronne et Clous.*

Le père R. Rapin en 1780 chante en latin la « Fleur de la Passion ».

La valeur décorative de la fleur n'est cependant pas le seul intérêt de ce groupe de plantes. Le fruit, presque toujours comestible, peut se révéler, pour certaines variétés, fort agréable au goût. Il a constitué, et constitue pour certains pays d'Amérique latine notamment, une richesse fruitière traditionnelle. Plus récemment, un intérêt certain s'est manifesté pour ce fruit et, dans des pays aussi divers que les îles Hawaï et l'Australie, on trouve des plantations industrielles de grenadilles dont les productions sont consommées, pour une petite partie, à l'état frais mais sont surtout utilisées pour la fabrication de jus de fruits. Quatre espèces sont particulièrement retenues pour ces plantations intensives :

Passiflora edulis Sims., *Passiflora ligularis* Juss.,
Passiflora mollissima Bailey, *Passiflora quadrangularis* L.

Passiflora edulis = Grenadille = Granadille = Parchacas.

C'est actuellement l'espèce la plus cultivée ; elle constitue presque exclusivement le matériel végétal des pays producteurs tels que l'Australie, la Nouvelle-Guinée, les Hawaï. *Passiflora edulis* produit un fruit dont le péricarpe est rouge ; toutefois, une variété à fruits jaunes *P. edulis flavicarpa*, est à peu près seule cultivée aux îles Hawaï.

Passiflora ligularis = Granadillo = Parchas.

Le fruit, de couleur rouge à brun orangé, est plus gros que celui de *Passiflora edulis* et à peau nettement

plus épaisse. Bien que ses fruits soient plus résistants au transport, cette espèce est cependant de plus en plus abandonnée au profit de *P. edulis*.

Passiflora mollissima = Grenadille = Curuba.

Ses fruits de forme allongée pèsent 50 à 150 g; leur pulpe est jaune acidulée mais très parfumée; cette espèce est considérée, au point de vue goût, comme une des meilleures. Elle est l'espèce la plus cultivée en Colombie par exemple.

Passiflora quadrangularis = Barbadine.

Les fruits sont en général nettement plus gros que les précédents. Le péricarpe reste vert-jaune, très mince; la chair blanche, acidulée, sucrée, est moins parfumée que celle des trois autres espèces; elle est, le plus souvent, consommée sous forme confite.

Composition chimique

Les examens et les analyses les plus complètes ont porté sur les fruits de *Passiflora edulis*, espèce consi-

dérée comme la plus intéressante en plantations industrielles. Deux variétés sont généralement cultivées dans les pays producteurs: une variété pourpre et une variété jaune couramment désignée sous le nom de *P. edulis* variété *flavicarpa*. Ce sont Pruthi et Lal (3, 4), sur des productions de l'Inde, qui ont réalisé les analyses les plus complètes; les résultats en sont donnés dans le tableau I qui comporte aussi les résultats moins complets obtenus par d'autres auteurs. Dans le tableau II, il a été donné la composition de la *P. mollissima* en Bolivie (18).

Les sucres réducteurs sont en grande partie constitués par du glucose et du fructose. Le principal acide de la grenadille est l'acide citrique qui constitue 93 à 96 % de l'acidité totale, l'acide malique représentant environ 4 à 7 %; l'acide mucique est également présent (17). Les pectines existent en quantité très faible, l'amidon étant en quantité nettement plus importante: 2 à 5 % pour la variété pourpre, moins pour la variété *flavicarpa*. Cet amidon, qui serait constitué presque exclusivement par des amylopectines d'un poids moléculaire de 7 000 000, peut être gênant pour

la fabrication des jus ou dérivés car il risque, pendant le stockage, de se manifester sous forme de précipité vert ou blanc qui nuit à la présentation des produits. Le système enzymatique, le rôle des ions métalliques ainsi que l'action des composés non enzymatiques ont été étudiés (2). La présence de catalase a été mise en évidence dans les jus et celle de peroxydase dans la peau et les débris cellulaires; dans les peaux également, l'existence de pectine-estérase a été démontrée. L'acidité du jus de grenadille est généralement assez élevée; elle varie entre 3 et 5 p. cent

TABLEAU I
Composition des grenadilles

Variété Source Référence	Pourpre Inde Pruthi et Lal (1959 a)			Pourpre Australie Osmond et Wilson (1954)	Pourpre Queensland Australie Gurney (1937)	Jaune Hawaï Boyle-Shaw et Sherman (1955)		
	Max.	Min.	Moy.			Max.	Min.	Moy.
Caractéristiques des fruits	Max.	Min.	Moy.					
Poids (g.)	47,2	9,00	28,4	-	29,2	-	-	-
Longueur	5,7	4,00	5,1	-	-	-	-	-
Diamètre	5,1	3,00	4,5	-	-	-	-	-
Rapport L/D	1,3	1,00	1,1	-	-	-	-	-
Densité	0,997	0,943	0,973	-	-	-	-	-
Composants du fruit (en g/100 g)								
Peau	65,4	32,0	49,6	51	45,2	-	-	-
Résidus	21,8	7,0	13,6	-	10,5	-	-	-
Jus	52,9	21,8	36,8	-	44,3	-	-	-
Nombre de graines par fruit	191	60	142	-	-	-	-	-
Composition du jus								
				pulpe avec les graines	pulpe avec les graines			
Humidité	82,5	76,9	80,4	76,0	71,1	84,2	79,6	82
Extrait éthéré	0,08	0,01	0,05	2,2	-	1,2	0	0,6
Extrait soluble	21,9	14,4	17,3	-	16,3	18,0	13,0	15,0
Densité	1,091	1,063	1,072	-	-	-	-	-
Acidité (g/100 g)	4,8	2,4	3,4	-	2,1	5,0	3,0	4,0
Rapport Brix/acide	7,7	3,4	5,3	-	-	-	-	-
pH	3,2	2,6	2,8	-	3,3	3,3	2,8	3,0
Pectate de Ca	0,06	0,04	0,05	-	-	-	-	-
Sucres réducteurs	8,3	3,6	6,2	-	51	7,8	6,2	7,0
Sucres non réducteurs	7,9	2,3	4,6	-	4,2	-	-	-
Sucres totaux	13,3	7,4	10,0	18,4	-	11,6	9,3	10,0
Cellulose brute	-	-	-	-	14,2	-	-	0,2
Amidon	3,7	1,0	2,4	-	-	-	-	-
Protéine	1,2	0,6	0,8	2,4	2,4	1,2	0,6	0,8
Matières minérales (g/100 g)	0,52	0,36	0,46		0,70			
Ca (mg/100 g)	18,4	9,7	12,1	11	-	-	-	5
P (mg/100 g)	60,4	21,4	30,1	-	-	-	-	18
Fe (mg/100 g)	4,0	2,3	3,1	1,2	-	-	-	0,3
Acide ascorbique	69,9	21,9	34,6	17	-	20	7	12
Thiamine	0,04	0,02	0,03	-	-	-	-	-
Riboflavine	0,19	0,12	0,17	0,10	-	-	-	-
Acide nicotinique	1,9	1,5	1,7	1,4	-	-	-	-
Carotènes (U.I.)	1547	1073	1345	10	-	-	-	570

TABLEAU II
Composition de *Passiflora mollissima* (H.B.K.) Bailey
(Curuba de Castille) Drs. Jose Gongopa y Lopez et
Norton Young Lopez - Instituto Nacional de Nutrición
Bogota

Partie comestible : 50 p. cent	
Pour 100 g de partie comestible	
eau	92 g
protéine	0,6 g
matière grasse	0,1 g
hydrates de carbone	6,3 g
cellulose	0,3 g
cendres	0,7 g
calcium	4 mg
phosphore	20 mg
fer	0,4 mg
vitamine A	1700 U.I.
thiamine	0,00 mg
riboflavine	0,03 mg
niacine	2,5 mg
acide ascorbique	70 mg

avec une moyenne de 4 p. cent, exprimée en acide citrique. La teneur en acide ascorbique est bonne ; elle est le plus souvent plus importante pour la variété pourpre (35 mg pour 100 g en moyenne) ; sa stabilité dans le jus peut être comparée à celle des jus d'agrumes. Le pourcentage de vitamine A est honorable et les quantités de calcium, de phosphore et de fer ne sont pas négligeables.

Les composés volatils responsables de la saveur et du goût de la grenadille ont été en partie déterminés (4). L'extraction par distillation, réalisée en laboratoire, a permis de séparer 18 composants et d'en identifier 4 principaux comme étant le n-hexyl caproate, le n-hexyl butyrate, l'éthyle caproate et l'éthyl butyrate. L'identification de l'arôme n'est pas encore complète mais elle permet de situer ce fruit à la saveur puissante et originale.

La coloration jaune orangé des jus de grenadille est due à un complexe de pigments caroténoïdes dans lequel prédomine le carotène. La distribution des principaux composants caroténoïdes est donnée dans le tableau III (5).

La composition des passiflores cultivées industriellement peut varier d'un fruit à l'autre pour une même récolte mais elle est susceptible également de variations en fonction des clones envisagés et de la saison de la récolte. Dans le tableau III sont donnés les résultats d'analyses effectuées sur les fruits des différents clones de *P. edulis*, sélectionnés en vue d'une culture industrielle. (Tableau IV).

Les variations concernant l'extrait sec soluble et l'acidité sont assez peu nettes ; il semble que les fruits récoltés en hiver aient un extrait sec un peu plus faible et une acidité légèrement plus forte que ceux récoltés en été.

Les extraits secs solubles varient de 12,5 à 17,7 ; on peut cependant considérer qu'ils sont pratiquement compris entre 15 et 17 p. cent. Le rendement total en jus est plus élevé

TABLEAU III
Pigments caroténoïdes de la grenadille
par Pruthi et Lal (1958 a)

Pigments	Caroténoïdes totaux %
Xanthophylle libre	10,3 - 21,5
Xanthophylle esters	11,1 - 34,6
Pigments non saponifiables *	45,7 - 76,3

* comprenant : phytofluène, α -carotène, β -carotène et γ -carotène et 3 pigments mineurs.

dans les variétés jaunes que dans les variétés pourpres ou leurs hybrides. Dans les premières, il va de 31 à 39 p. cent, dans les deuxièmes de 26 à 31 p. cent. Par contre, le taux d'acide ascorbique est supérieur dans le cas des variétés pourpres, la différence étant assez sensible : de 17 à 31 mg pour 100 g dans le cas des variétés pourpres et de 10 à 14 mg pour les variétés jaunes.

La saveur semble être plus intense dans le groupe des variétés pourpres. Ce point étant considéré comme un des plus importants parmi les critères de sélection, il en a été fortement tenu compte. Les deux clones chez les fruits desquels le goût de moisi a été nettement identifié (tableau IV) ne sauraient être retenus pour une diffusion éventuelle.

Les jus de grenadille et leur transformation

La structure particulière des fruits de la grenadille fait que, industriellement, toute transformation nécessite l'extraction du jus.

Les opérations avant l'extraction sont classiques : cueillette lorsque le fruit est mûr et se détache de son support, transport en caisses à claire-voie ou en sacs et éventuellement stockage des fruits avant traitement. Il est à noter que les fruits peuvent assez facilement être conservés pendant une semaine s'ils sont maintenus à une température de 2 à 7°C dans de bonnes conditions de ventilation, cette conservation pouvant d'ailleurs être prolongée si les fruits sont recou-

TABLEAU IV
Analyse de jus de grenadilles de différents clones. Fruits récoltés en été
(de juillet à septembre) et en hiver (d'octobre à janvier).

Variété	Epoque de récolte	Rendement en jus %	pH	Acidité totale en acide citrique %	Acide ascorbique mg/100 g	Extrait soluble %	Appréciation de la saveur
Australie Sélection pourpre	Eté	28	3,3	3,01	21,6	15,9	Excellent
	Hiver	26	2,9	3,05	22,0	15,4	Excellent
Hawaï Pourpre Commune	Eté	31	3,2	2,59	22,6	16,7	Excellent
	Hiver	31	3,0	3,75	31,0	15,1	Excellent
Waimanalo Sélection	Eté	39	3,0	3,81	12,2	16,8	Très bon
	Hiver	37	2,8	4,13	12,9	16,3	Très bon
Sevcik Sélection	Eté	35	3,0	3,05	11,0	12,5	Ligneux moisi
	Hiver	33	3,0	3,10	11,8	13,0	Ligneux moisi
Kapoho Sélection	Eté	34	2,8	3,98	11,0	16,9	Légèrement moisi
	Hiver	32	2,8	3,90	11,6	15,0	Légèrement moisi
Yee Sélection	Eté	32	3,1	3,91	15,8	14,4	Très bon
	Hiver	34	3,0	3,88	15,0	15,9	Très bon
University Sélection ronde	Eté	33	2,9	3,98	11,6	17,6	Très bon
	Hiver	31	2,8	3,80	10,6	17,2	Très bon
Pratt Hybride	Eté	30	2,9	3,94	18,9	15,6	Bon
	Hiver	29	2,8	4,39	17,3	16,4	Bon
University Sélection B-74	Eté	28	3,1	3,24	22,2	17,7	Très bon
	Hiver	28	3,3	2,84	20,0	15,5	Très bon

verts d'une couche légère de paraffine ou de cire. D'excellents résultats ont été obtenus par traitement externe des fruits à l'huile d'avocat. Les fruits sont ensuite triés et lavés ; il est indispensable que ces opérations soient faites soigneusement car, dans la plupart des procédés d'extraction, le fruit n'est pas épluché préalablement et le jus extrait se trouve en contact avec les peaux.

Extraction des jus

Plusieurs techniques peuvent être envisagées en tenant compte que :

- le fruit a une peau assez résistante,
- le contact entre la peau et les jus doit être réduit au minimum pour prévenir toute contamination,
- les graines et les parties de graines doivent être éliminées des jus.

Il ne sera donné ici que le principe des procédés qui peuvent être utilisés.

Le plus efficace semble être la centrifugation appliquée à des fruits préalablement coupés en tranches de 2 cm d'épaisseur environ. Le matériel utilisé aux

Hawaï (5 et 6) a une capacité d'environ 2 tonnes/heure et le taux d'extraction est de 94 %. L'inconvénient de cette méthode réside dans le fait que bon nombre de graines sont coupées ou cassées au tranchage, ce qui nécessite un affinage final très poussé. D'autre part, la pression exercée par la force centrifuge entraîne l'extraction d'une partie des constituants de la peau et par suite un enrichissement des jus en enzymes.

En Australie, on utilise soit des appareils à dénoyauter les abricots, modifiés, qui évident, soit des rouleaux qui, écrasant le fruit, le font éclater, projetant la pulpe et les graines à l'extérieur.

En Nouvelle-Zélande, l'industrie utilise une méthode par succion dans laquelle les fruits coupés en deux sont évidés par aspiration.

Lors des essais réalisés à l'I. F. A. C., on s'est servi d'extracteurs à têtes tournantes, similaires à ceux utilisés pour les agrumes. On obtient dans ce cas le jus directement, toutefois l'extraction ne doit pas être trop poussée de façon à ne pas attaquer la peau. Dans presque toutes les techniques précédemment citées, on obtient à l'extraction un mélange de jus et de graines qu'il convient de séparer, opération réalisée généralement en deux temps afin d'obtenir un jus entièrement débarrassé des graines et fragments de graines.

Les rendements admis sont d'environ 33 % de jus affiné par rapport au poids total de fruits mis en œuvre. Au cours des essais effectués à l'I. F. A. C., des rendements de 38 % ont pu être obtenus.

Préservation des jus

La conservation et la préservation des qualités des jus peuvent être obtenues par deux techniques principales : la préservation par la chaleur ou la préservation par le froid. L'addition d'un conservateur chimique tel que l'anhydride sulfureux ou l'acide benzoïque, ou un mélange des deux, ne donne que des résultats médiocres notamment en ce qui concerne l'arôme et le goût.

Leur emploi, d'autre part, n'est pas toléré par toutes les législations.

a) *Par la chaleur.*

Des essais qu'il nous a été possible de réaliser et de ceux réalisés dans différents pays, il a été tiré sensiblement la même conclusion à savoir que l'application de la pasteurisation aux jus de grenadille donnait des résultats assez décevants. La fragilité de l'arôme et

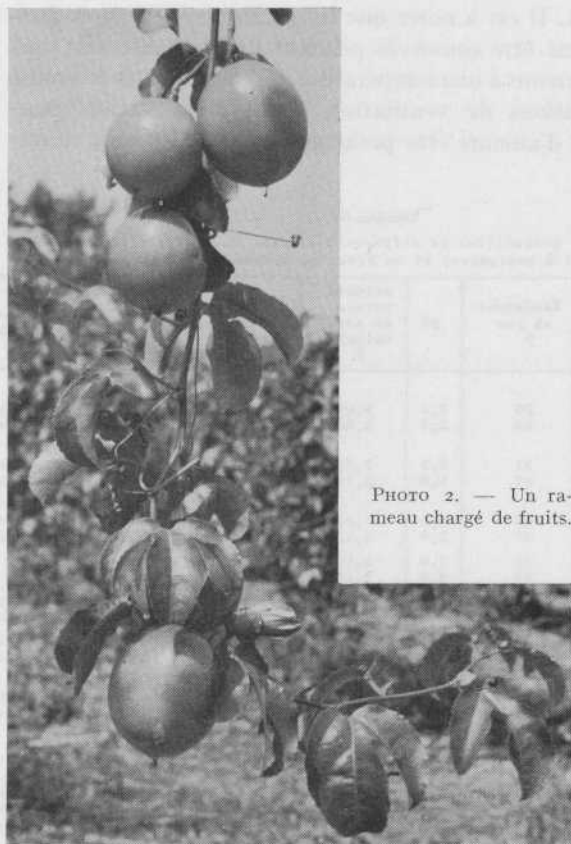


PHOTO 2. — Un rameau chargé de fruits.

de la saveur et la teneur en amidon assez élevée sont des obstacles difficiles à surmonter lorsqu'on utilise la chaleur comme agent stabilisant. Les meilleurs résultats paraissent avoir été obtenus par les Australiens (17) en appliquant au jus une stérilisation en boîtes fermées tournantes. Le remplissage est effectué à froid. Les boîtes fermées sous vide ou jet de vapeur sont passées en atmosphère de vapeur, animées d'un mouvement rotatif sur elles-mêmes d'environ 150 tours/minute. La pasteurisation est arrêtée lorsque la température à l'intérieur de la boîte est d'environ 88° C, ce qui nécessite un temps de passage d'environ 2 minutes. Un refroidissement énergique doit être immédiatement appliqué, la boîte étant toujours animée de son mouvement rotatif. Les jus obtenus par ce procédé accusent une perte de saveur mais conservent une couleur assez agréable. Le stockage de ces produits à une température d'environ 2° C ne maintient pas rigoureusement intactes leurs qualités mais les changements dans l'arôme sont faibles et encore acceptables.

Les effets du traitement du jus par la chaleur peuvent être atténués lorsqu'il s'agit du jus dilué sucré ou en mélange avec d'autres jus.

b) Par le froid.

La qualité des produits obtenus en utilisant la stérilisation par la chaleur n'étant que très moyenne, les possibilités de traitement par d'autres techniques ont été étudiées. L'utilisation du froid a notamment été examinée par les chercheurs de différents pays et diverses possibilités de traitement ont été mises au point.

Le jus de grenadille peut être traité par congélation rapide à l'état naturel, immédiatement après extraction. Il est dans ce cas conditionné en emballages d'une douzaine de kg et livré à des industriels qui le réutilisent pour leurs propres fabrications, soit comme ingrédient, soit comme produit majeur.

En utilisant le froid seul ou en combinant le froid et la chaleur, plusieurs méthodes ont été élaborées pour obtenir des concentrés constitués avec des jus purs ou avec des mélanges de jus, de sucre ou d'autres jus.

Une des méthodes les plus simples consiste à réaliser un concentré en additionnant 55 à 65 parties de sucre à 100 parties de jus et à congeler le tout en boîtes de petit format. Ce concentré congelé, après dilution, donne une boisson très agréable qui conserve bien la saveur du fruit. Toutefois, avec le temps, il se produit durant le stockage une légère détérioration

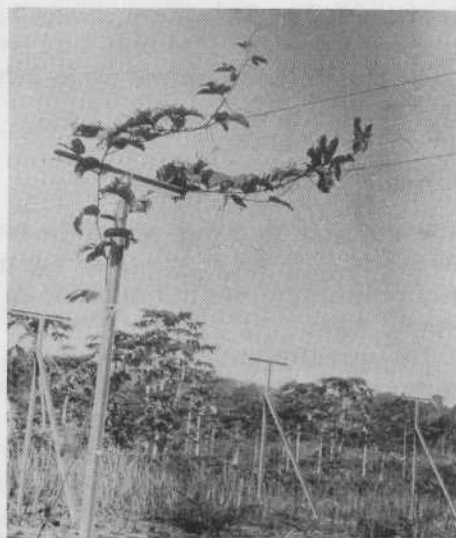


PHOTO 3. —
Tuteurage
des plants de
passiflore.

du goût. Pour obvier à cet inconvénient, il a été préconisé de combiner les traitements par la chaleur et par le froid car les jus qui ont subi une pasteurisation partielle à 73° C avant congélation perdront de leur saveur mais pourront supporter un stockage plus long sans altération.

Des concentrés naturels peuvent être préparés par congélation et centrifugation ; on peut obtenir par ce moyen des concentrés au quart de bonne qualité mais qui se détériorent sensiblement au cours du stockage. La concentration en couche mince sous vide à 75° et avec un vide de 700 mm de Hg permet d'obtenir des concentrés au tiers. Ils peuvent être de qualité satisfaisante si la technique du « dépouillement » des jus et de la réincorporation des fractions volatiles piégées entre le condenseur et la pompe à vide est utilisée. Le traitement à appliquer dans ce cas aux jus de grenadille serait très voisin de celui préconisé pour l'ananas et, comme pour l'ananas, la difficulté résidera dans la mise au point du système de récupération de l'arôme.

Les poudres

En partant des divers concentrés précédemment mentionnés, il est possible de réaliser des poudres soit par séchage sous vide, soit par lyophilisation. La qualité en est bonne mais, surtout pour les poudres obtenues en partant de concentrés congelés, l'hygroscopicité en limite l'emploi. La conservation, d'autre part, pour être bonne, ne peut être réalisée à la température ambiante mais aux environs de 5° C.

Toutes ces fabrications sont compliquées du fait de la présence dans le jus d'amidon qui accroît fortement

la viscosité. Une dégradation enzymatique de l'amylpectine est possible ; toutefois, il est probable qu'une séparation par centrifugation serait, industriellement, préférable.

Utilisation

En raison de sa saveur particulière intense et de sa forte acidité, le jus de grenadille constitue une base fort intéressante pour la fabrication de boissons aux jus de fruits.

Les concentrés sucrés à raison de 55 à 65 parties de sucre pour 100 parties de jus, dilués avec 4 ou 5 parties d'eau, permettent de reconstituer une boisson agréable et rafraîchissante. Cette boisson peut être consommée nature ou en mélange avec d'autres jus, tels que ceux de pommes, d'ananas et d'agrumes, avec addition éventuelle d'acide citrique, de citrate ou d'alginate ou de vitamine C. Ces divers éléments, après mélange intime, peuvent être pasteurisés soit par flash-pasteurisation, soit par pasteurisation en boîtes tournantes. Les jus de grenadille peuvent également être utilisés avec bonheur dans la fabrication des crèmes glacées et des sorbets et dans de nombreux cas en pâtisserie et en confiserie.

Sous-produits de fabrication des jus

Nous avons vu précédemment que l'écorce représentait pour la grenadille environ 50 % du poids total et les pépins environ 13 %. Ces deux éléments constituent des sous-produits de la fabrication mais ne doivent pas être éliminés pour autant car ils peuvent constituer la base de fabrications complémentaires.

Les écorces de grenadille séchées

Les écorces après extraction des jus, broyées ou coupées en petits morceaux, peuvent être déshydratées même à des températures très élevées sans traitement préalable. Les chiffres donnés dans les tableaux V et VI permettent de se rendre compte de la composition et de la valeur du produit et de le comparer aux produits similaires obtenus avec les sous-produits de l'ananas.

On constate que les valeurs alimentaires sont très voisines. Le coefficient de digestibilité peut être comparé favorablement avec ceux de la pulpe d'agrumes ou du son d'ananas. La digestibilité apparente des protéines semble trois fois plus élevée pour l'écorce de grenadille que pour le son d'ananas. Le bétail paraît bien accepter les écorces de grenadilles séchées

et il semble que l'on puisse établir des formules alimentaires, pour certains animaux, à base de ce produit. La rentabilité d'une telle production cependant demande à être étudiée en fonction des conditions d'exploitation et des conditions de milieu ; elle ne peut être déterminée a priori.

Il est également possible d'envisager l'ensilage des écorces de grenadille ; cette technique serait sans doute moins onéreuse et semble pouvoir être appliquée.

On a vu dans le tableau V que les écorces de *P. edulis* renfermaient environ 20 % de pectine exprimée par rapport au poids de matière sèche. Cette pectine, qui contient 76 à 78 % d'acide galacturonique et 9 % de groupe méthoxyle, contient en outre un peu de galactose et d'arabinose. Elle montre de bonnes propriétés gélifiantes et peut être comparée à la pectine d'agrumes. La peau cependant renferme également de la pectine estérase qui demanderait à être inactivée par blanchiment à la vapeur pour une extraction de la pectine dans de bonnes conditions.

L'huile de graines de passiflore

Les pépins de grenadille contiennent environ 10 % de protéine et 20 % d'une huile comestible qui peut

TABLEAU V
Composition des écorces de grenadille
d'après J.F. KEFFORD et J.R. VICKERY.
Division of Food Preservation, Homebush (N.S.W.)

Variété Source Référence	Jaune Hawaï Otagaki et Matsumoto (1958)		Violette Queensland (Australie) Curney (1937)	Violette Inde Pruthi et Lal (1955 b)
	Peau fraîche	Peau séchée	Peau fraîche	Peau séchée
en g p. 100 g :				
Humidité	83	16,8	81,7	—
Protéine brute		4,6	1,9	8 à 10
Extrait étheré		0,33	0,2	
Cendres		6,8	1,9	
Cellulose brute		25,7	7,3	
Extrait non azoté		45,9	70	
Pentosanes		15,7		
Lignine		6,5		
Pectine		20,0		10 à 12
CaO			0,06	
P ₂ O ₅			0,032	

TABLEAU VI
Composition de l'écorce de grenadille séchée - du son
d'ananas - et des souches d'ananas. (Kenneth OTAGAKI et
Hiromu MATSUMOTO - Hawaï Agr. Exp. Sta. Honolulu - Hawaï)

Composition	Ecorce de grenadille séchée	Son d'ananas	Souche d'ananas
Humidité	16,80	13,64	13,00
Protéine brute	4,58	3,79	2,80
Extrait étheré	0,33	1,94	1,00
Cendres	6,76	2,59	7,00
Cellulose	25,66	19,83	25,00
Extrait non azoté ..	45,87	58,49	54,20
Pentosane	15,70	10,30	—
Lignine	6,50	6,70	7,5
Pectine	20,00	—	—

TABLEAU VII
Composition des graines de grenadilles et de l'huile des graines
d'après J.F. KEFFORD et J. VICKERY
Division of Food Preservation, Homebush (N.S.W.)

Variété Source Référence	non connue Congo Belge (communic. personnelle)	Violette Queensland (Australie) Gurney (1937)	Violette Inde Pruthi & Lal (1955 b)	Jaune Hawaii Otagaky & Matsumoto (1956)	non connue Jamieson & Mckinney (1934)
Composition des graines (g/100 g)					
Humidité	10,3				
Cendres	1,4				
Matières grasses	20,2		20 à 25		18
Protéines	10,7	8,5	10 à 14		
Cellulose brute	37,2		50 à 55		
Glucosides cyanogénétiques	0	0	0	0	0
Caractéristiques de l'huile des graines					
Densité				0,9208	0,9207
Indice de réfraction	1,472 à 1,482			1,5729	1,4737
Indice de saponifica- tion	200 à 220			191,3	190,4
Indice d'iode	82,7			137,5	140,4
Indice Reichert- Meissel				0,17	0,11
Indice Polenske				0,25	0,21
Indice Thiocyanogène				84,2	81,2
Indice Acétyle				14,9	81
Insaponifiable %				0,77	0,62
Distribution des acides gras en %					
Arachidique				0,9	0,4
Linoléique				2,6	5,6
Linoléique				67,5	62,3
Oléique				13,0	19,9
Acides saturés				16,0	8,9

TABLEAU VIII
Production de grenadille en Australie (de l'Australian Tariff Board 1960)

Production	1950-1951	1954-1955	1955-1956	1956-1957	1957-1958	1958-1959
Surface totale (ha)	540	660	570	530	450	510
Surface productrice (ha)	370	430	470	360	-	-
Production totale en tonnes	855	1320	1180	800	640	900
N.S.W. Production en tonnes	680	800	850	510	440	680
Rendement par ha productif en tonnes	2300	3700	2500	2200	-	-

être favorablement comparée à l'huile de graine de coton pour la valeur alimentaire et la digestibilité. Le résidu du pressage, contenant environ 60 % de cellulose et 30 à 35 % de lignine, est pratiquement dénué de toute valeur alimentaire et n'est pas à recommander pour l'alimentation du bétail. Le résultat d'analyse donné dans le tableau VII permettra de se faire une idée de la composition du produit qui est sensiblement la même pour les variétés jaunes et pourpres. Il semble ne contenir aucun composé toxique ni substance inhibitrice de croissance.

Toutes ces possibilités de transformation des sous-produits permettent de penser qu'une industrie traitant la grenadille pourrait utiliser le fruit à peu près intégralement.

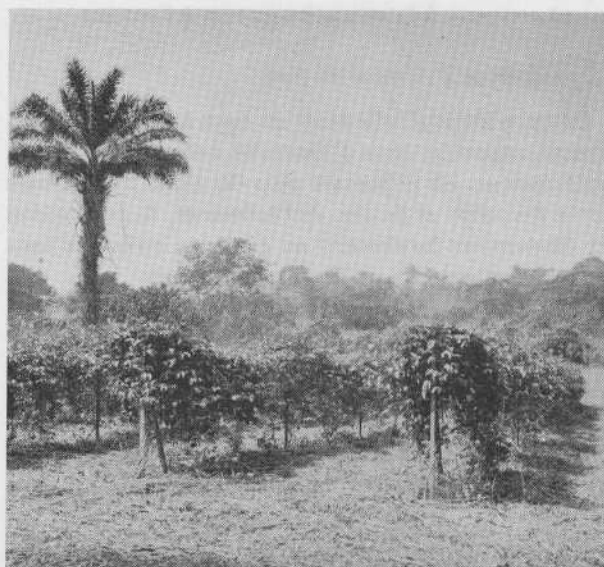
Régions de production de la grenadille

La grenadille est susceptible de croître dans toutes les zones tropicales ou subtropicales et peut même se développer parfaitement dans les zones marginales jusque dans les pays de type méditerranéen. Non cultivée en Afrique de langue française, elle l'est sporadiquement dans les pays d'Amérique centrale et du Sud et aux Indes et, pratiquement, on ne trouve une production de grenadille qu'en Australie, en Nouvelle-Guinée, aux îles Hawaï et en Afrique du Sud.

La production en Australie

Les plantations sont surtout concentrées dans la Nouvelle-Galles du Sud, bien que l'on en rencontre dans le Queensland et l'Australie occidentale. Elles sont réalisées soit en intercalaire avec des cultures de citrus, soit seules. Les fruits sont récoltés à deux périodes de l'année : en automne, époque où la production est plus importante et est dirigée vers le secteur industriel et en hiver où une récolte plus faible est vendue plus cher pour une consommation à l'état frais. Le rendement moyen est d'environ 2,5 t de fruits à l'hectare. Les quantités de fruits produites et les surfaces cultivées sont données dans le tableau VIII.

PHOTO 4. — Une plantation de passiflore.



La production, comme on le voit, a fléchi en 1958, elle remonte depuis de façon assez régulière.

La production en Nouvelle-Guinée

Cette production a été en grande partie inspirée par celle de l'Australie qui constitue un client proche et important. Elle est en majeure partie assurée par de petites plantations artisanales, réalisées autour des habitations, les arbres du verger familial servant très souvent de support. Les plantes conduites en semiliberté ne sont pas taillées, elles sont dans l'ensemble assez saines. La presque totalité de la production est exportée sous forme de jus congelé, le seul client étant l'Australie qui a importé, en 1959, 700 tonnes de pulpe et de jus de grenadille en provenance de Nouvelle-Guinée. En raison de la nécessité des transports et de la congélation, les prix payés aux producteurs sont assez bas, ils ne peuvent être maintenus à ce niveau que par le caractère extensif de l'exploitation.

Production aux îles Hawaï

L'établissement des plantations commerciales est relativement récent aux Hawaï. Presque inexistantes en 1952, elles couvraient en 1959 plus de 500 ha et se sont encore développées depuis, la surface prévue pour les plantations étant d'environ 2 000 ha. La production des Hawaï est presque entièrement réalisée avec la *P. edulis* var. *flavicarpa* ou des sélections très voisines. Les rendements paraissent nettement supérieurs à ceux que les Australiens obtiennent avec les variétés pourpres : ils dépassent 20 tonnes à l'hectare, la production totale étant supérieure à 10 000 tonnes par an. Il est intéressant de noter que le développement des cultures de grenadille s'est fait dans ce pays dans les terres de valeur très moyenne qui ne pouvaient convenir à la canne à sucre ou à l'ananas.

La production d'Afrique du Sud

De type intensif, elle était en 1951 à peu près entièrement exportée, vers l'Australie notamment, qui, à cette époque, en importait plus de 1 000 tonnes sous forme de pulpe et de jus. Actuellement, la production est consommée localement ou exportée en partie sous forme de concentrés ou de jus pasteurisés.

Les Marchés.

Le marché australien

Le jus de grenadille et les boissons dont il constitue la base sont populaires en Australie et la demande

dépasse largement la production, ce qui nécessite des importations. Dans les dernières années, la demande a été en Australie d'environ 2 000 t dont plus de 50 % uniquement pour la conserverie. La demande pourrait être satisfaite par les producteurs australiens en développant les cultures mais ce développement est difficile en raison des conditions du marché. Les producteurs australiens, vu les conditions d'exploitation et les faibles rendements, ont des prix de revient très élevés. Les produits importés arrivent sur le marché à 30 ou 40 % moins chers que les produits locaux. Cette situation paralyse actuellement la production.

Le marché hawaïen

La production des Hawaï est à peu près exclusivement orientée vers le marché américain. Les estimations faites ont montré que, dans l'immédiat, le marché des U. S. A. était capable d'absorber une production équivalente à 50 000 tonnes de fruits, ce chiffre pouvant être largement dépassé dans les années à venir.

Par ses qualités diverses et sa saveur particulière et originale, la grenadille est un fruit qui peut être fort intéressant pour l'industrie fruitière. Qu'on l'envisage comme base pour la fabrication de boissons ou comme matière aromatique dans les industries alimentaires, la grenadille apportera dans tous les cas une note exotique nouvelle, agréable et fraîche.

Qualités pharmaco-dynamiques de la passiflore

Intéressantes par la valeur décorative de leurs fleurs et par les qualités gustatives de leurs fruits, certaines passiflores ont de plus, depuis longtemps déjà, attiré l'attention des neurologues.

Dès 1897, Bullington (25) remarque les propriétés sédatives des extraits de passiflore. En 1904, Stapleton (19) obtient de bons résultats dans le traitement de l'insomnie des neurasthéniques et des hystériques, contre la prostration nerveuse, avec des extraits de passiflore. Ces extraits paraissent agir chaque fois que l'obstacle au sommeil avait pour cause l'excitation cérébrale, et à la manière d'un sédatif sans effets secondaires fâcheux.

En 1920, Leclerc (20) préconise leur emploi contre les troubles de la ménopause et comme remède à l'insomnie à laquelle sont en proie si fréquemment les convalescents de grippe. Ils procurent selon lui, sans inconvénients, un sommeil paisible normal et activent la respiration sans entraîner aucun effet de dépression nerveuse, aucune omnubilation des sens ni

de l'esprit. Le traitement ne laisse au réveil ni pesanteur de tête, ni hébétéude, ni tristesse, différant en cela des narcotiques.

Parallèlement aux essais cliniques sont menées des études sur la composition chimique des extraits.

Peckolt (21), en 1909, analyse un extrait alcoolique. Il réussit à isoler une substance qui pourrait être la « passiflorine » mais sans certitude. Dans l'extrait aqueux il isole une autre substance amorphe qu'il nomme la maracugine. Il isole encore un corps ayant les propriétés de l'acide salicylique et 3 résines mal définies. Le manque de caractéristiques pour ces différentes substances ne permet cependant pas de les identifier.

H. Neugebauer (22), en 1949, en partant des parties aériennes sèches ou fraîches des *Passiflora Bryonoïdes*, *capsularis*, *edulis* ou *incarnata*, a préparé des extraits alcooliques desquels il a isolé une substance qui se comportait comme la maracugine de Peckolt; il constatait en outre, que d'une solution aqueuse alcaline on ne peut obtenir la substance à action sédative; par contre, dans une solution alcoolique, la base peut être précipitée par l'éther.

Ces divers travaux ont fait progresser la question; toutefois les données acquises, fragmentaires et imprécises, étaient encore très loin de permettre une identification des composés chimiques.

Ce n'est que très récemment (1956-1961) que les travaux furent repris :

Par R. Neu (23), d'abord, en Allemagne, qui a réussi à mettre en évidence le fait que les substances basiques actives jusque là inconnues, que l'on désignait sous le nom générique de « passiflorine », peuvent être isolées dans toutes les espèces de passiflore, entre autres *P. incarnata*, *edulis*, *quadrangularis*, *Bryonoïdes*, *capsularis*. Il a d'autre part prouvé que la « passiflorine » était un alcaloïde ayant des réactions identiques à la 3 méthyl-4-carboline, la preuve principale étant la concordance des spectres infrarouges des alcaloïdes naturels et de synthèse.

Lutomsky (24), en 1959-50, en Pologne, poussant plus avant les investigations, et utilisant les méthodes modernes d'analyse telles que la colorimétrie et la chromatographie, a pu établir que la substance active était composée :

— d'une fraction basique constituée par 5 alcaloïdes dont 3 cristallisés, l'harmane, l'harmine et l'harmol; et 2 amorphes appelés A et B. Ces deux dernières substances donnent la série de réactions typiques des autres bases carboliniques, ce n'est qu'avec l'iode en solution dans l'iodure de potassium qu'ils ne réagissent pas ;

— d'une fraction flavonoïde encore assez mal définie. Ces polyphénols dérivés n'ont pas toutefois le caractère de véritables tannins.

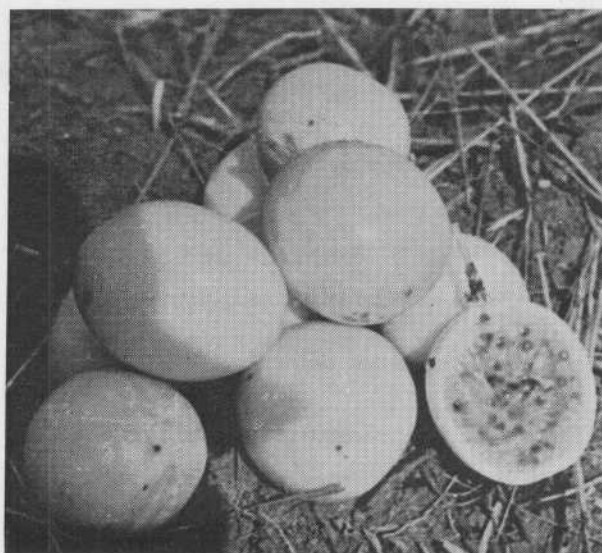
Ces fractions alcaloïdes et flavonoïdes ont été examinées sous l'angle de leur action calmante. Dans ce but, une étude biologique a été réalisée par Lutomsky et son équipe (24) en utilisant les différents tests sur grenouilles, sur alevins de tanche ainsi que sur souris.

La fraction flavonoïde étudiée sur grenouilles n'a pas montré d'action tranquillisante; cette action cependant est apparue nettement dans les expériences sur alevins de tanche ainsi que sur souris; 1 ml de préparation flavonoïde a montré une action sédative sur l'alevin de tanche correspondant à 100 unités d'uréthane. L'étude de la fraction alcaloïde sur les grenouilles et les poissons n'a pas montré d'action calmante. Au contraire, dans les expériences biologiques sur souris, on a constaté une action sédative; une dose de 0,01 ml par gramme de poids de l'animal, de la solution à 2 % de la fraction alcaloïde a une action très nette.

L'action sédative et tranquillisante des extraits de passiflore, connue depuis fort longtemps empiriquement, a été par ces études précises et systématiques confirmée de façon indiscutable. Cette action sédative s'exerce même sur les animaux à sang froid par la présence des composés flavonoïdes.

On peut conclure que la composition de la substance active des extraits de passiflore est maintenant à peu près connue et que ses propriétés pharmacodynamiques

PHOTO 5. — Fruits récoltés, dont l'un d'eux est sélectionné pour montrer les graines à l'intérieur de la pulpe.



ne peuvent être mises en doute. C'est d'ailleurs les intéressantes propriétés sédatives et tranquillisantes de ce produit qui ont suscité les récents travaux entrepris à ce sujet.

Dans toute la littérature passée précédemment en revue, il a été question d'extraits de substance active et, dans tous les cas, les extractions ont été faites en partant des feuilles ou des rameaux de la plante. L'espèce la plus généralement utilisée est *Passiflora incarnata*; nous avons vu cependant que les études avaient porté sur d'autres espèces, et notamment sur *P. edulis* qui est la plus couramment cultivée. On peut donc considérer qu'un produit aux propriétés tranquillisantes pourrait être obtenue en partant des plantes cultivées pour leur production fruitière.

La proportion d'alcaloïde peut cependant varier assez fortement selon les espèces ou les conditions de culture.

Peckolt (21) donne les chiffres suivants qui ne peuvent être considérés que comme des chiffres globaux n'ayant pas une valeur intrinsèque réelle, mais qui peuvent permettre une comparaison (voir tableau ci-contre).

Lutmosky (25), en 1960, donne pour un extrait au méthanol les teneurs suivantes :

Substances basiques A et B	12,5 %
Harmol — —	39 %
Harman — —	27 %
Harmine — —	22 %

Ce qui correspond à un total de 0,07 à 0,09 % sur le poids brut. En comparant des extraits de feuilles et de tiges en alcaloïdes totaux p. cent il trouve :

Feuilles	0,0235
Tiges	0,024

SUBSTANCES	PLANTE	PARTIE DE LA PLANTE	%
<i>Passiflorine</i>	<i>P. alata</i> Ait.	feuilles	0,082
	<i>P. alata</i> Ait.	racines	0,128
	<i>P. edulis</i> Sims.	feuilles	—
	<i>P. actinea</i> Hook.	—	0,005
	<i>P. quadrangularis</i> L.	racines	—
	<i>P. eichleriana</i> Mast.	feuilles	0,196
<i>Maracugine</i>	<i>P. alata</i> Ait.	feuilles	0,49
	<i>P. alata</i> Ait.	racines	0,152
	<i>P. edulis</i> Sims.	feuilles	0,196
	<i>P. actinea</i> Hook.	—	0,119
	<i>P. eichleriana</i> Mast.	—	0,3
<i>Tannoïdes substances</i>	<i>P. alata</i> Ait.	feuilles	0,32
	<i>P. edulis</i> Sims.	—	0,42

On constate peu de différence entre les feuilles et les rameaux. Il est vraisemblable qu'il existe dans le fruit un certain pourcentage de substances actives; toutefois, les travaux sur ce point ne sont pas suffisamment avancés pour que l'on puisse être affirmatif. Il est cependant certain que les quantités éventuellement contenues sont extrêmement faibles et n'existent pratiquement qu'à l'état de traces. Ces traces sont sans doute suffisantes pour avoir une action sédative, les limites de cette action ne sauraient encore être précisées.

BIBLIOGRAPHIE

- SEELKOPF C., GONZALES D., THOMSEN H. *Fruchtsaft Industrie*, 1962, n° 2.
- ROSS E., TOM CHANG A. *J. Agric. Food Chem.*, 1958, vol. 6, n° 8, 610-615.
- PRUTHI J. S. *Food Sci. Mysore*, 1959, vol. 8, n° 11, 396; 1960, vol. 11.
- PRUTHI J. S., GARDHARI LAL. *Indian J. Hort.* 1955, vol. 12, n° 1, 34-37; 1955, vol. 12, n° 4.
- AMIEL, SALAZAR B. *Bul. Soc. Quim. Peru*, 1954, vol. 49, n° 12.
- BOYLE, SHAW, SCHERMAN, *Food Eng.*, 1955, vol. 27, n° 9.
- SCHERMAN G. D., COOK C. K., NICHOLS E. *Univ. Hawai Agric. Exp. Sta. Progr. Notes*, 1953, n° 92, 1-4.
- MILLER C. D., BRANTHOVER B., *Univ. Hawai Agric. Exp. Sta.*, 1957, Circ. n° 52.
- FLOCH H. *Qualitas Plantarum Materiae Vegetabilis*, La Haye, 1958, vol. 3-4.
- MARLOTH R. H. *Food Indust. S. Afr.*, 1957, vol. 9, n° 10.
- WATSON I. W. *Canner Packer*, 1959, vol. 128, n° 5.
- GROSEMAN H. M., PURSS G. S. *Queensland Agric. J.*, Jun. 1958, vol. 84, n° 6.
- SRIVASTAVA H. C. *Food Sci. Mysore*, 1959, vol. 8, 407.
- WILLS M. G., STEPHENS S. E., GROSEMAN H. M., *Queensland Agric. J.*, Nov. 1961, vol. 87.
- SEALE P. E., SHERMAN G. D. *Univ. Hawai Agric. Exp. Sta.*, 1960, Circ. n° 58.
- bis. PETERE and G. Donald SHERMAN. *Hawai Agr. Exp. St.*, Mai 1960.
- KENNETH K. KOTAGAKI, HIROMU MATSUMOTO. *Agric. and Food Chem.*, 1958, vol. 6, n° 1.
- KEFFORD J. F., VICKERY J. R. *Food Pres. Quart.*, 1961, 21, n° 1.
- MUNIER P. *Fruits*, 1961, vol. 16, n° 8; 1962, vol. 17, n° 2.
- STAPLETON. *Pharm. J.*, 1905, 74-20.
- LECLERC. *Bull. Soc. Pharmacol.*, 1920, 27, 548-553. *Bull. Soc. Therap.*, 1920.
- PECKOLT. *Th. Ber. dtsh Pharm. Ges.*, 1909, 19, 351.
- NEUGEBAUER H. *Pharmazie*, 1949, 4, 176.

23. NEU R. *Pharmazie*, 1940, 4, 274 ; *Arzneim Forsch.*, 1954, 4, 292 ,
Arsneimittel, 1954, 10, 601-606 ; *Arzneim Forsch.*, 1956, 2,
94-98.
24. LUTOMSKY. *Biuletyn Instytutu Rosling Lecniczych*, 1959, 5,
169-181 et 182-198 ; *Biuletyn Instytutu Rosling Lecniczych*,

- 1960, 6, 176-184 ; *Biuletyn Instytutu Rosling Lecniczych* 6 :
3-4, 1960, 209-219.
25. FELLOWS, SMITH C. S., *J. Amer. Pharmac. Ass.*, 1938, 27, 63.
26. A. GUILLAUMIN. *Passiflores et Tacosos. Fruits d'outre-mer*, 1949 ;
3, 84-88.

RÉSUMÉ. — La passiflore (grenadille) ou fruit de la passion, est originaire d'Amérique centrale ; elle a été introduite dans plusieurs pays africains et s'y développe de façon satisfaisante. Ce fruit renferme un jus d'une saveur agréable, qui peut être dilué, et utilisé dans les « cocktails » de jus de fruits tropicaux. L'examen de sa composition chimique montre que sa valeur nutritive est intéressante.

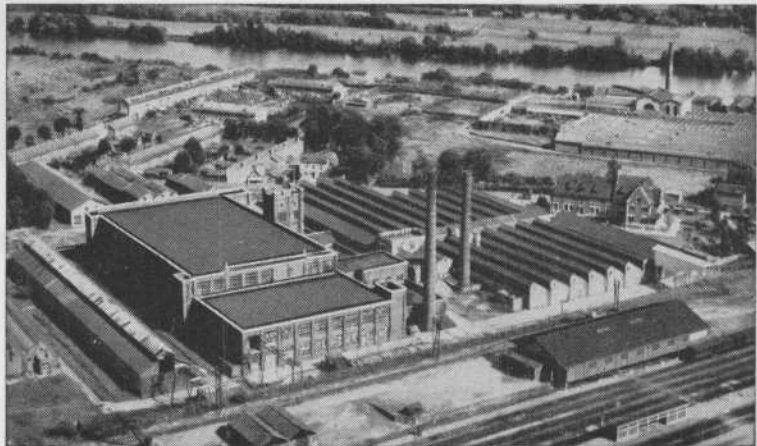
Depuis quelques années, l'Australie et les îles Hawaï, ont développé cette culture et ont créé une véritable industrie de la passiflore. Les techniques et le matériel pour la fabrication des jus naturels pasteurisés ont été étudiés. La tendance actuelle s'oriente vers la production de concentrés conservés à basse température qui sont utilisés pour la confection de nectars, ou de boissons gazéifiées aux fruits, ou de cocktails.

La passiflore renferme une substance aux propriétés sédatives agissant comme tranquillisant sur l'organisme humain, dont les qualités pharmaco-dynamiques sont utilisées en thérapeutique.

La passiflore mérite de prendre une place honorable dans la production fruitière des pays d'Afrique.



ANTIPARASITAIRES AGRICOLES ET HORTICOLES



Nouvelle usine de Synthèse de OISSEL (Seine-Maritime)



SYMBOLE DE QUALITÉ

LA QUINOLÉINE - 43, RUE DE LIÈGE, PARIS (8^e) - EUR. 50-80