

Les fruits et leurs produits peuvent-ils présenter un danger pour l'homme ?

P. DUPAIGNE*

LES FRUITS ET LEURS PRODUITS PEUVENT-ILS PRESENTER UN DANGER POUR L'HOMME ?

P. DUPAIGNE (IFAC)

Fruits, Jan. 1974, vol. 29, n°1, p. 57-70.

RESUME - Le fruit, considéré comme un aliment sain lorsqu'il est directement cueilli sur l'arbre, est évidemment, la plupart du temps, non seulement sans danger, mais utile dans l'alimentation moderne. Cependant il existe actuellement une tendance du consommateur mettant en doute non seulement l'innocuité du fruit frais, en raison des méthodes de culture et de commercialisation actuelles, mais celle des produits de fruits, par méconnaissance de la réglementation, assimilant toutes les boissons à celles qui proviennent des fruits.

Cette étude a pour but de situer le problème sur des bases scientifiques et non philosophiques, en mettant en lumière les cas où le fruit lui-même est susceptible de contenir des composés dangereux ou dont la consommation peut apporter des inconvénients à la santé humaine. Comme nous pouvions le prévoir, la conclusion sera qu'en règle générale une consommation raisonnable de fruits et de leurs produits est bénéfique pour l'homme, à condition bien entendu que ces aliments satisfassent aux règles générales de l'hygiène qui sont strictes et bien appliquées au moins en France.

Une étude de ce genre peut sembler, à première vue, déplacée pour un Institut dont le but essentiel est de promouvoir et d'accroître l'utilisation des fruits, et de plus maladroite, étant donné la préoccupation de plus en plus marquée des consommateurs pour une alimentation saine et naturelle, en relation avec la recherche d'une meilleure qualité de vie. Ce souci a souvent été provoqué par une dégradation de la qualité des aliments, qui provoque de temps en temps des accidents et toujours des inconvénients, et naturellement, exploité par des campagnes de presse dont l'objectivité n'est rien moins que scientifique.

LE FRUIT NATUREL

Pour le consommateur moyen, un aliment naturel est un aliment sain ; il se méfie a priori de toute addition ou sophistication ; s'il est plus informé, il pourra être partisan d'une agriculture, dite biologique, n'utilisant ni engrais chimiques ni produits de traitement.

Il est certain que beaucoup d'arguments pour cette sorte d'agriculture sont valables, si les sols conservent une fertilité suffisante et à condition d'avoir assez de paysans pour les

cultiver. Mais peut-on dire qu'un aliment naturel est par essence un aliment sain ? En réalité, le consommateur moderne prend pour naturel ce qui n'est qu'une lente élaboration de l'évolution de l'agriculture, qui est parvenue, au cours des millénaires, à sélectionner et à transformer un très faible nombre de plantes, parmi la quantité énorme des espèces botaniques. Une orange sans pépins, une clémentine, sont des fruits naturels génétiquement mais provenant d'une action de sélection et d'hybridation effectuée par l'homme ; des ananas, dont le calibre a été obtenu par un traitement hormonal, ou dont la couronne a été réduite par une goutte d'acide, sont des produits améliorés, cette fois par un artifice. Bien entendu, il reste à contrôler si cet artifice ne risque pas de laisser quelques traces ; mais en définitive, il sera impossible de trouver dans le commerce un fruit n'ayant jamais été modifié par l'homme, mis à part quelques fruits sauvages.

En ce qui concerne ces derniers, il apparaît que certains d'entre eux présentent des propriétés intéressantes qui en font envisager la culture ; rappelons simplement les baies édulcorantes que nos Stations possèdent dans leurs collections ou leurs cultures expérimentales.

* - Institut français de Recherches fruitières Outre-Mer (IFAC)
6, rue du Général Clergerie - 75116 PARIS.

LA NOTION DE TOXICITÉ

L'expérience des siècles nous a appris qu'il ne faut jamais abuser d'un aliment, même réputé inoffensif ; qu'il en est de même pour les toxiques courants (alcool, caféine) ; que le sucre est dangereux pour certains diabétiques, le sel pour certains cardiaques, etc.

Il est bien connu aussi que certains fruits sauvages sont toxiques (c'est une des raisons pour lesquelles l'homme ne les a pas sélectionnés pour la culture alimentaire), mais que leur composition fait apparaître, outre les produits toxiques, des produits intéressants dont on peut extraire ou produire, par une synthèse simplifiée, des composants doués de propriétés pharmacodynamiques. La complexité du problème est illustrée par l'encouragement à la culture du pavot, suivie depuis peu de primes à la « non culture » dans certains pays.

Lorsqu'un composé est doué d'une activité biologique importante sur l'homme, il exerce à faible dose sur l'organisme des effets très variés ; mais tout dépend de l'état de l'organisme et des interférences susceptibles de se produire. Ce qu'il est intéressant de connaître, c'est que certains fruits peuvent être considérés comme toxiques, même absorbés à dose modérée, et que d'autres peuvent présenter des inconvénients, parfois graves pour certains individus.

Nous envisagerons aussi le problème des dérivés cancérogènes existant dans les fruits, des produits pouvant se former pendant une altération ou un traitement de conservation et inversement, de l'élimination des composés nuisibles endogènes ou exogènes.

Ensuite nous verrons dans quels cas les produits étrangers aux fruits peuvent être dangereux, surtout dans les dérivés de fruits.

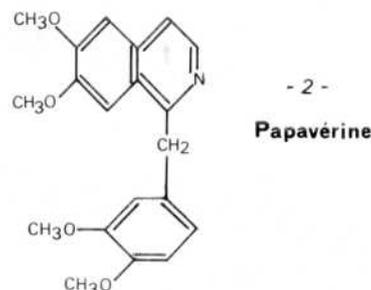
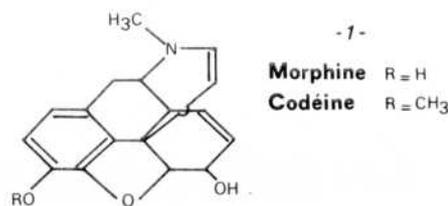
Toxicité et danger sont deux termes à ne pas confondre : tous les produits peuvent être dangereux, absorbés à dose massive, même l'eau ; la toxicité d'un produit est faible ou nulle si la quantité absorbée dans les conditions normales n'entraîne pas d'inconvénients ; c'est ce qu'a rappelé GERARDE dans un article récent, relatif aux composants aromatiques entrant dans la liste des produits « reconnus comme sains ». Ceci rejoint la vieille formule de Paracelse : « Tout est toxique ou rien n'est toxique : c'est la dose qui est toxique ».

LE FRUIT PAR LUI-MÊME

Fruits réputés toxiques donc non comestibles.

Du fait de leur réputation, ils ne sont pas considérés comme des aliments ; parfois cependant, ils sont cultivés ou ramassés pour les propriétés de certains de leurs composants que l'on estime précieux, de divers points de vue.

Le plus important, pour la culture industrielle et le rendement qu'il procure aux cultivateurs, est sans doute le pavot ; tout le monde sait qu'il est indispensable, mais que des efforts sont faits actuellement, surtout par les États-Unis, pour en limiter les surfaces cultivées dans le Proche-Orient. La production de l'opium, latex desséché du fruit incisé, dépasse sans doute 1.000 tonnes, soit plus du double des besoins de la thérapeutique ; les alcaloïdes représentent jusqu'à 0,8 à 1 p. cent et sont au nombre de 8 : morphine, codéine (figure 1), thébaïne, papaverine (figure 2), narcotine et narcotoline, le premier étant le plus abondant ; tous ces corps sont des analgésiques et des sédatifs, malheureusement leur usage entraîne l'accoutumance avec toutes ses conséquences sur l'individu et ses répercussions sociales. Bien entendu, ni le pavot ni l'opium ne sont utilisés en alimenta-

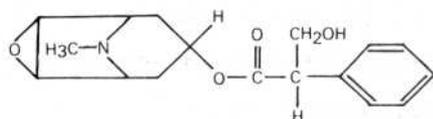


tion courante, à part l'huile d'oeillette qui provient de l'extraction des graines des capsules mais qui ne contient pas d'alcaloïdes ; le danger viendrait du mélange accidentel des fruits avec d'autres, tels que les tomates ou les poivrons, mais cela semble bien improbable.

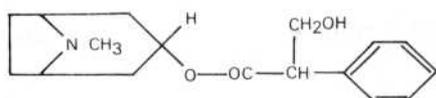
Un autre groupe bien connu par sa toxicité est celui des *Datura* ; il comprend beaucoup d'espèces parfois arborescentes et dont les fleurs sont décoratives ; leurs fruits contiennent, ainsi que d'autres parties de la plante, des produits qui peuvent être dangereux dans certaines espèces, comme *D. stramonium* : scopolamine (figure 3), hyoscyamine (figure 4), atropine ; mais les *Datura* appartiennent à la famille des Solanacées qui, outre la tomate, le piment et la pomme de terre, comprennent aussi des plantes dont la consommation est dangereuse, ou qui servent à préparer des extraits médicalement actifs : la Jusquiame (*Hyoscyamus* : scopolamine et hyoscyamine) ; la Belladone (*Atropa belladonna* : hyoscyamine, atropine, scopolamine, etc.) dont les petits fruits sont les plus toxiques en paralysant le système nerveux parasympathique et provoquant des accidents chez les enfants qui les ramassent par inadvertance ou par ignorance ; une espèce tropicale dont les fruits aussi sont toxiques : *Solanum verbascifolium*, ainsi qu'en Europe, la Morelle noire (*Solanum nigrum*), qui contient divers glucocalcoïdes à configuration stéroïde (solanine (figure 5), solasodine (figure 6) et possède en outre des propriétés anti-acné (5) ; on sait que les pommes de terre germées et spécialement les déchets contenant des germes verdés à la lumière, peuvent provoquer des accidents digestifs en raison de la présence de solanine et de chaconine.

D'autres *Solanum* se sont révélés toxiques, surtout en pays tropicaux : on a mis l'accent sur la richesse en stérols de *Solanum cyananthum* ; pour DU PLESSIS les propriétés cancérogènes du fruit de *Solanum incanum* seraient dues aux Diméthylnitrosamines (figure 7), qui elles, proviendraient peut-être d'une transformation d'engrais azotés utilisés en Afrique du sud (27).

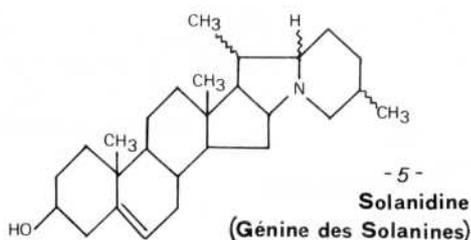
La fève de Calabar (*Physostigma venenosum*) est une légumineuse très toxique, tout en n'ayant pas d'action sur les facultés intellectuelles ; son intérêt réside dans l'extraction d'un alcaloïde de structure relativement simple, l'ésérine (figure 8), utilisée en particulier en ophtalmologie.



-3- Scopolamine (Solanées)

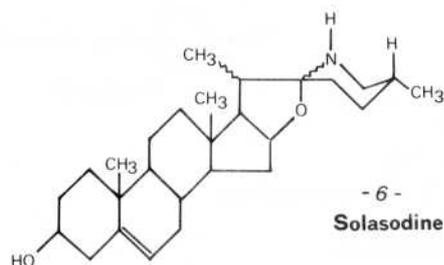


-4- Hyoscyamine (lévogyre) → Atropine (Solanées)



- 5 -

Solanidine (Génine des Solanines)



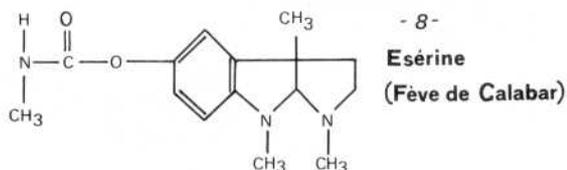
- 6 -

Solasodine



- 7 -

Diméthylnitrosamine (Solanum incanum)



- 8 -

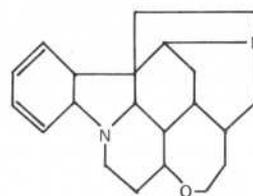
Esérine (Fève de Calabar)

Les autres fèves comestibles (*Vicia faba*, *V. ervilia*) peuvent parfois provoquer une intoxication digestive et nerveuse (favisme) surtout chez les sujets sous-alimentés ou carencés, mais les constituants toxiques sont différents : ce sont des chaînes simples renfermant des groupements aminés libres. A vrai dire, ces gousses ne sont pas considérées comme des fruits, mais comme des légumes.

Quant à la noix vomique (*Strychnos nux vomica*), utilisée tout d'abord pour empoisonner les animaux nuisibles

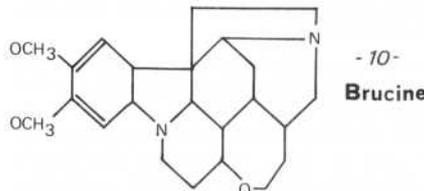
puis pour en extraire la brucine (figure 10), et la strychnine (figure 9), c'est à faible dose un tonique nerveux, mais à partir de 0,2 mg/kg la strychnine est mortelle : or il en existe 1,5 g pour 100 g de noix pulvérisées. Beaucoup d'autres plantes du genre *Strychnos* renferment aussi des alcaloïdes quaternaires dits curarisants, paralysant le système nerveux par injection ou blessure, mais dont l'ingestion est peu dangereuse.

Voici d'autres fruits moins connus qui sont cependant utilisés localement comme toxique et dont on a vérifié l'action, sans toutefois élucider dans tous les cas pourquoi ils sont dangereux : celui d'un arbre de Ceylan appartenant à la famille des Flacourtiacées, *Hydnocarpus venenata* ; les indigènes s'en servent pour la pêche en immergeant la pulpe du fruit qui, en se dissolvant dans l'eau, intoxique les poissons qui remontent morts à la surface.



- 9 -

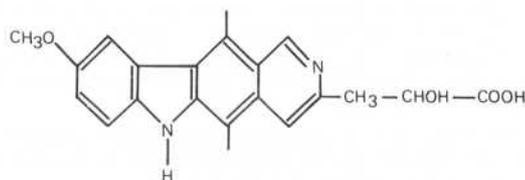
Strychnine



- 10 -

Brucine

Une Apocynacée, *Ochrasia borbonica* possède des fruits rouge-vif toxiques, mais qui renferment, outre des alcaloïdes, un produit oncostatique qui présente peut-être un intérêt et dont la structure a été précisée (méthoxy-ellipticine, figure 11).

-11- Méthoxy-9-ellipsine (*Ochrasia Borbonica*)

Une légumineuse tropicale, *Abrus precatorius*, produit des graines rouges et noires de bel aspect, mais que leur toxicité faisait utiliser autrefois pour empoisonner les pointes de flèches ; par ailleurs, ses feuilles et sa tige ont un goût dû à l'abondance de la glycyrrhizine, glucoside de la réglisse qui est un édulcorant à peu près sans danger pouvant remplacer avec avantage la saccharine.

La pomme Attié de Côte d'Ivoire, connue en Jamaïque sous le nom d'Ackee (*Blighia sativa*), dont les populations des Caraïbes recherchent l'arille, qui est d'ailleurs commercialisé sur les marchés, provoque parfois des accidents graves : vomissements, chute rapide du glucose sanguin, signes méningés, car les parties amères du fruit contiennent

des dérivés aminés et sont utilisés parfois, aussi, pour empoisonner les poissons et faciliter la pêche (41) ; on a trouvé également un poison identifié qui est l'hédéragénine de la graine, un triterpène pentacyclique et un facteur hypoglycémique qui pourrait rendre des services en médecine (hypoglycine, figure 12). (67).

Fruits-aliments dont l'ingestion peut entraîner des incon-vénients.

Cette catégorie prête à discussion, car on observe que la présence de substances toxiques est d'autant plus fréquemment rapportée que l'on connaît mieux la composition de l'espèce ; il ne faut donc pas déduire que la connaissance plus approfondie d'un fruit risque d'amener le consommateur à s'en détourner, mais au contraire à la consommer dans les meilleures conditions afin d'en tirer profit et agrément.

Les fruits les plus étudiés sont sans doute les agrumes ; parmi les composés azotés on a pu montrer la présence d'une série d'aminés qui possèdent, à l'état concentré, une action physiologique notable (35, 82, 83, 84, 96). Ethanolamine, putrescine, tyramine, hordénine, synéphrine, octopamine et p-sympathol (figures 13 à 19).

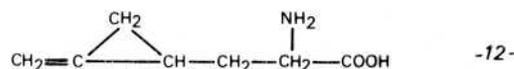
A cela il faut ajouter des dérivés méthylés, de l'indole (figure 20), du cyanure de benzyle (figure 21), de la noscapine (figure 22) et de la quinoléine (figure 23) ; mais tous ces corps n'ont pas toujours été signalés dans chaque espèce de fruits ; les agrumes forment un groupe fort étendu parmi la famille des Rutacées et chaque espèce ne comporte pas l'ensemble des corps signalés.

En dehors des composés azotés non protéiques, on sait que les essences d'agrumes peuvent être considérées comme des antiseptiques légers, donc contiennent en faible proportion des corps susceptibles d'entraîner certains troubles, en modifiant par exemple la flore intestinale (22) ; elles contiennent aussi des coumarines, produits physiologiquement actifs dont les effets dépendent de la dose ingérée (80, 81), de même que certains flavonoïdes utilisables comme antifongiques à forte concentration et comme beaucoup de végétaux des stérols dont le pouvoir oestrogène est certain (86) bien que trop faible pour se manifester dans une consommation de quantités normales de fruits. Notons cependant que la peau d'orange (et de beaucoup d'agrumes) est relativement riche en citral qui est une antivitamine A, c'est-à-dire empêche le pouvoir vitaminique A de se manifester (17) ; on a remarqué aussi que la naringénine (figure 24), le principal constituant de l'amertume du pamplemousse, surtout avant maturité, donne par simple ingestion une irritation du tractus gastro-intestinal.

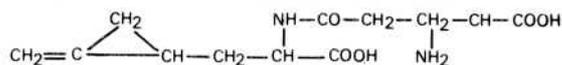
Il faut noter que les quantités normalement ingérées de peaux ou d'essences d'agrumes sont très faibles, par rapport au pur jus ou à la pulpe.

La banane contient quelques amines bien connues dont l'effet dépressif est indéniable : sérotonine, dihydroxyphénylamine (Dopa), 3 hydroxytyramine (Dopamine), norépinéphrine et tyramine (figures 25 à 28).

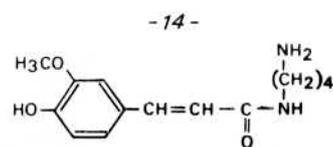
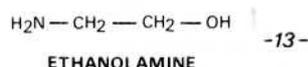
On pourrait, pour simplifier, dire qu'elle est utile aux hypertendus, mais nuisible si l'on en abuse, ce que font certains jeunes Américains qui en fument la poudre broyée ; nous en avons parlé dans une conférence publiée par un récent article de la même revue (23) ; c'est surtout la présence indiscutable de la sérotonine, plus abondante que dans la plupart des fruits et légumes (89, 91, 98) qui a été incriminée (18) ; celle-ci pourrait provoquer des indispositions digestives parmi les personnes consommant une grande quantité de bananes - plantain, bien qu'elle soit en général détruite par la cuisson (3, 35, 45).



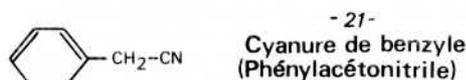
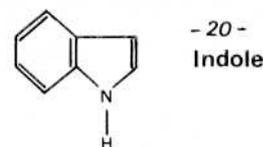
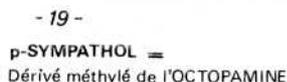
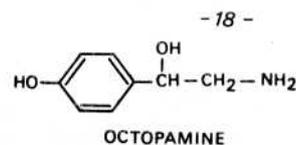
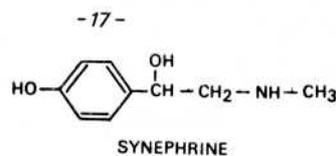
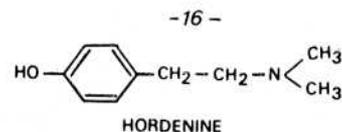
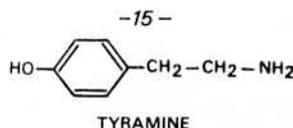
Hypoglycine A

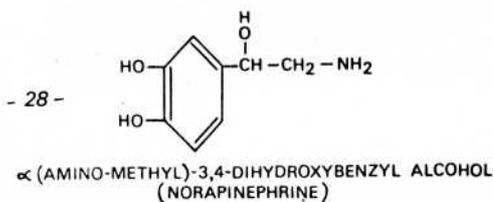
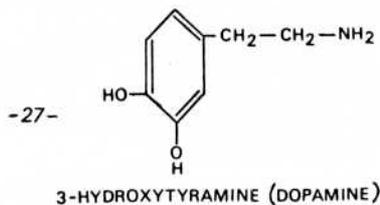
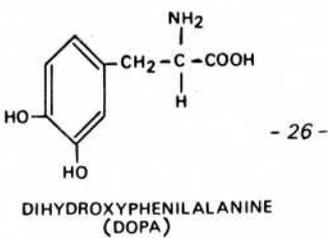
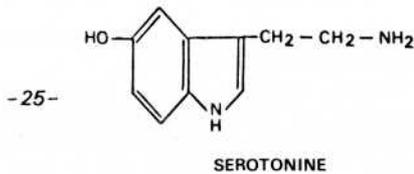
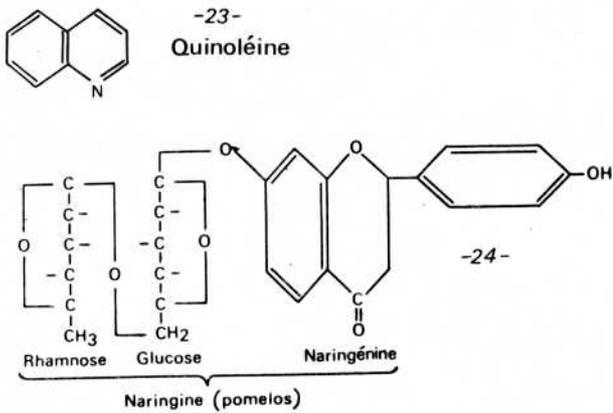
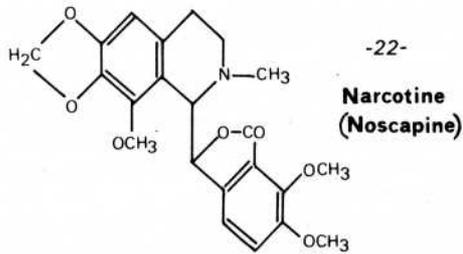


Hypoglycine B (Blighia sapida)



FERULOYLPUTRESCINE



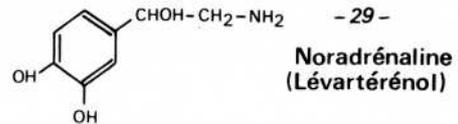


On a même signalé le suicide d'un patient incapable, par suite d'une opération des reins, d'éliminer les amines contenues dans les bananes, provoquant une hyperkaliémie trop élevée (40, 71), et qui, pourtant, avait été prévenu du danger qu'il risquait à l'absorption de quelques bananes.

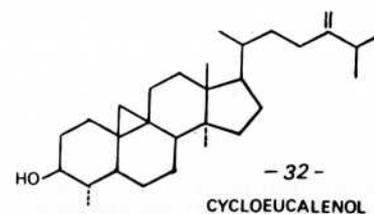
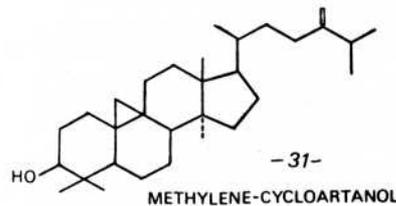
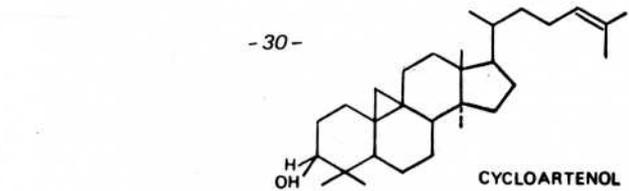
Mais le seul inconvénient qu'on a pu mettre en évidence est la transformation de la sérotonine, qui peut atteindre la dose de 50 mg/kg, en noradrénaline (figure 29), un métabolite excrété par l'urine et recherché pour le dépistage de certains cancers : la découverte de ce produit lors d'un examen pourrait amener des méprises et conduire à des recherches inutiles et dangereuses pour le patient qui aurait auparavant consommé quelques bananes ! (13, 31). Un seul fruit absorbé peut fournir 5 mg d'acide hydroxy-indolacétique dans l'urine ; ce n'est pas énorme, mais cela suffit pour rendre le test positif.

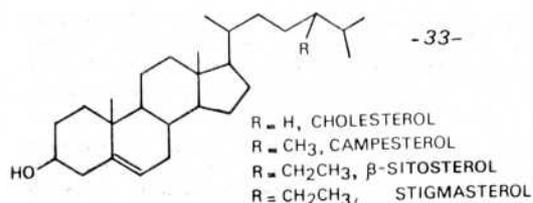
D'ailleurs, c'est l'ensemble des amines toxiques que l'on a parfois incriminé (89) ; DEACON (19) a montré qu'il existe dans le fruit frais une hydrolase transformant la tyramine en dopamine (dihydroxyphénylène diamine).

En plus des amines, les bananes contiennent, comme beaucoup de plantes d'ailleurs, des stérols à 4 ou 5 cycles, donc apparentés à des hormones : cycloarténol, 2,4 méthy-



lène-cycloarténol, cycloeucaénole, β-sitostérol, stigmastérol, campestérol (figures 30 à 33) (ceci a été signalé dans un article de cette revue en 1971) (23), mais leur faible teneur laisse à penser qu'ils ne présentent aucun danger, même après ingestion de quantités notables de bananes-plantain. Les travaux de recherche et d'identification des stérols de la banane ne sont pas arrêtés pour autant (47, 48).





Dans l'ananas, on a mis en évidence, mais à moindre dose, la présence de la sérotonine, et quelques auteurs ont montré que son absorption (comme pour la banane ou la tomate) était suivie d'une excrétion urinaire d'acide hydroxy-indol-acétique passant de 3 à 30 mg par exemple, interférant la recherche de ce dernier au cours du dépistage systématique de certains cancers (9, 89, 95). En dehors de cet inconvénient facile à éviter, il a été bien établi que l'ananas frais ou le jus d'ananas sont riches en bromélines, enzymes protéolytiques utilisables pour faciliter les digestions difficiles, mais évidemment contre-indiquées en cas d'ulcération de l'estomac (25) ; de même, le travail de l'ananas dans les conserveries exige une protection parfaite des mains, sous peine de dermatoses gênantes ou douloureuses. Nous n'avons pas connaissance de précautions analogues nécessitées pour les ouvriers qui traitent la figue ou la papaye, fruits contenant des enzymes protéolytiques du même genre, mais uniquement dans le latex, sinon pour ceux qui « saignent » les papayes afin d'en extraire la papaïne.

L'ananas possède, de plus, une particularité qui pourrait le rendre suspect : sa richesse en brome (56). En effet, le brome utilisé autrefois en alimentation dans la constitution d'antiseptiques, ou pour modifier la densité des huiles essentielles d'agrumes entrant dans les boissons, a été reconnu à l'origine de lésions cardiaques. Parmi les boissons, seul le jus d'ananas présente des teneurs atteignant 2,5 mg/l. Mais à vrai dire, cette teneur est au-dessous du seuil de toxicité, puisqu'elle est équivalente à celle du lait !

Pour en revenir aux amines, celles du vin ont été étudiées, mais on pensait qu'elles provenaient des levures alcooliques ; en réalité, MILLIES en a trouvées aussi dans les jus de raisin frais, ainsi que dans les jus de cerises et de cassis (58) ; en particulier, l'histamine existe à la dose de 1 à 2 mg/l, mais son action est sans aucun danger en l'absence d'alcool. Mais on sait bien que les fruits les plus courants (fraises, cassis, pommes, poires, tomates) contiennent aussi des corps aminés, des stérols et des flavonoïdes dont l'action physiologique est reconnue lorsqu'ils sont plus concentrés.

Les tannins, en particulier l'acide tannique, se trouvent dans la plupart des fruits ; ils participent à la saveur et sont intéressants à plusieurs titres. Néanmoins, les tannins forment des complexes avec beaucoup de corps à grosse molécule, par exemple avec la gélatine qui précipite dans les vins et les cidres en entraînant les particules en suspension, ce qui les clarifie. Récemment CARRERA a montré que l'acide tannique formait avec la vitamine B 12 un précipité insoluble, entraîné par la digestion (chez le rat) ; ceci expliquerait le risque d'anémie d'une alimentation strictement végétarienne mal étudiée (12, 60).

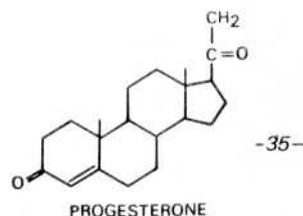
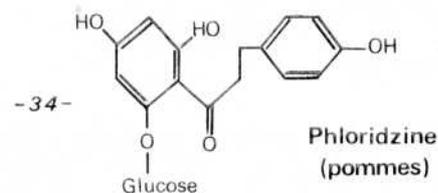
Au-dessus de 20 mg/l, ce qui arrive dans les vins rouges, les substances phénoliques et indoliques exercent un effet synergique pouvant occasionner des maladies (66).

L'abus d'une nourriture riche en tannins conduit à des gastrites et une irritation intestinale ; les tannins hydrolysables employés pour dessécher les plaies par brûlures pourraient entraîner, par une action répétée, des cancers du foie ; mais il n'est pas d'usage de boire ces solutions ! La

DL50 de l'acide tannique, absorbée par le rat, est de l'ordre de 2,25 g/kg : c'est beaucoup pour un seul rat...

Un autre produit phénolique, la phloridzine (figure 34), se trouve aussi dans les pommes et les fruits à pépins ; sa toxicité n'est pas élevée, mais elle a l'inconvénient d'entraîner une glycosurie car elle bloque les cellules épithéliales du rein ainsi que l'absorption du glucose aussi bien par le muscle que par l'intestin.

Ajoutons que les stérols de l'huile de pépins de pomme sont constitués principalement par du cholestérol, et en second lieu par une hormone sexuelle le progestérol (figure 35).

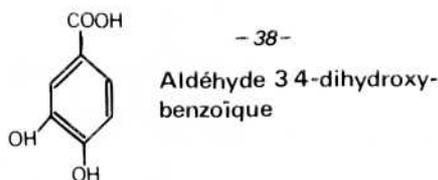
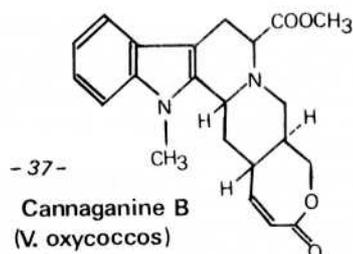
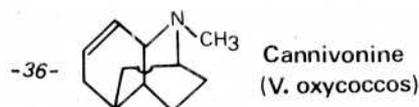


Voyons quelques cas plus particuliers de fruits contenant des produits actifs très divers.

L'airelle (*Vaccinium vitis idaeae*), est connue depuis longtemps car elle contient naturellement un antiseptique, l'acide benzoïque, partiellement salifié (28) : de 600 à 800 mg/kg d'acide benzoïque, soit la dose nécessaire pour empêcher toute fermentation dans un aliment. On sait que cet antiseptique est interdit en France pour les produits courants, mais il est largement utilisé dans beaucoup de pays étrangers. Il est d'ailleurs dépourvu de toxicité. Malgré tout, le Conseil supérieur d'Hygiène de France a exprimé sa réserve car cet antiseptique, consommé à large dose, risque de modifier la flore intestinale (21). Il a été démontré, qu'outre les anthocyanes, l'airelle cultivée (*V. oxycoccos*), contient 7 alcaloïdes dont la cannivonine (figure 36) (42, 43), ou l'idaïne (figure 37) ; les extraits d'airelle ont été utilisés dans une spécialité américaine pour traiter les dermatoses fongiques, ce qui montre leur pouvoir antifongique notable (85).

A l'acide benzoïque de l'airelle, nous pouvons rapprocher l'aldéhyde 3,4-dihydroxybenzoïque (figure 38), substance trouvée dans la banane verte qui serait assez active pour être utilisée contre une moisissure de ce fruit (à l'état mûr) : *Gloeosporium musarum*.

Les fruits à noyaux ont une amande contenant des glycosides cyanogènes, c'est-à-dire libérant de l'acide cyanhydrique par hydrolyse enzymatique dans l'estomac. Le plus connu est évidemment l'amande amère qui contient de 2 à 3 p. cent d'amygdalose, dont la génine et le nitrile de l'acide phénylglycolique. Mais les amandes de pêche, abricot,



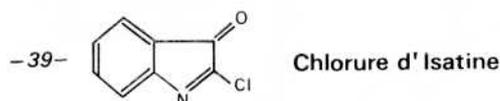
cerise en contiennent également : les 3 p. cent d'amygdalose peuvent fournir 0,2 p. cent d'acide cyanhydrique, et l'on estime qu'une douzaine d'amandes amères sont suffisantes pour tuer un enfant ; les amandes crues de pêche ou d'abricot ne sont pas absolument inoffensives. Heureusement le glycoside est facilement détruit par la chaleur lors de la cuisson des pâtisseries ou confiseries, et par ailleurs, l'absorption de faibles quantités d'HCN n'a pas d'effets cumulatifs.

SELBY a cité une curieuse intoxication par les merises (*Prunus serotina*) chez le porc (77) ; les truies gestantes consommant jusqu'à 500 g de fruits, contenant environ 450 mg d'HCN libre, n'étaient pas tuées, la dose létale étant 2,2 mg/kg, mais donnaient naissance à des monstres. Il a suffi de changer leur terrain de parcours pour voir disparaître ces tératogénèses.

Ayant recherché les cyanures dans la pêche, MACHEL en a trouvé 10 à 47 mg pour 100 g dans le noyau intact, et rien dans la pulpe (53) ; mais si le noyau est cassé dans le fruit, la teneur décroît très rapidement, indiquant que le jus possède un pouvoir sans doute enzymatique permettant la dégradation. Ceci est en contradiction avec un fait connu des fabricants de jus de cerise, qui utilisent des presses suffisamment puissants pour casser un certain nombre de noyaux avant l'extraction du jus, afin de donner à celui-ci une saveur caractéristique. La feuille de pêcher elle-même peut être utilisée pour aromatiser les préparations culinaires (desserts) par simple décoction dans l'eau ou le lait tiède.

L'amande des prunes est moins riches en produits cyano-

gènes ; par contre la pulpe de ces fruits, qu'ils soient verts, rouges ou jaunes, renferme des dérivés de l'hydroxyphysatine (figure 39) qui sont, tout le monde le sait, fortement laxatifs ; le pruneau renferme un dérivé voisin de la diphénylsatine utilisé pour cette raison.



WEAVER rapporte un curieux accident digestif qui n'a rien à voir avec la toxicologie : l'enkystement d'un noyau de pruneau dans le colon, révélé par radiographie, 14 ans après des troubles digestifs divers et nécessitant une intervention.

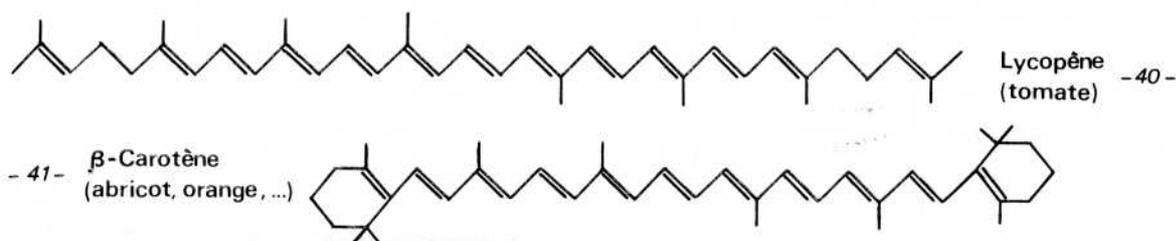
La tomate contient plusieurs glycosides dont l'aglycone a une structure stéroïdique, comme dans beaucoup de Solanacées, mais la solanidine par exemple ne se trouve que dans les feuilles.

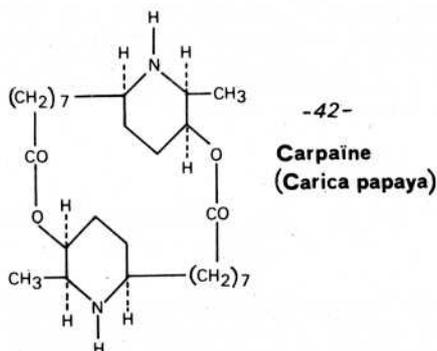
La tomatine est un corps actif puisqu'on avait songé à l'utiliser comme antifongique. Mais on peut aussi ajouter qu'un nucléotide, contenant à la fois du xylose et de l'adénine, se trouve dans la pulpe et qu'il est fortement inhibiteur du *Lactobacillus bulgaricus*, le bacille thermolactique utilisé pour la fabrication du yaourt (15) ; pourtant, on sait que les jus de tomate sont particulièrement exposés à être contaminés par la bactérie acidifiante du « flat-sour » qui est un thermolactique.

Par ailleurs la tomate est particulièrement intéressante car elle est riche en caroténoïdes ; le plus abondant est le lycopène (figure 40), dont la structure diffère peu de celle du β -carotène (figure 41). Mais il ne faut pas en abuser, et REICH (70) a rapporté le cas d'une hépatique ayant accumulé dans son foie une dose exagérée de lycopène en buvant trop de jus de tomate ! Après plusieurs séjours à l'hôpital, on a découvert la cause de sa maladie et elle n'a eu qu'à modifier ses habitudes alimentaires pour retrouver la santé.

De même, le jus de tomate a été rendu responsable de gastro-entérite (4) et parfois de flatulences (98).

La papaye est un fruit particulièrement aromatique, consommé tel ou sous forme de jus ou conserves diverses ; par ailleurs le latex desséché, obtenu par incision de la peau du fruit, fournit la papaïne intéressante par ses propriétés que nous avons rappelées dans un article récent de cette revue. Cependant, il a été démontré que la papaye contient aussi un alcaloïde dépresseur, la carpaïne (figure 42), dont





les effets (à une dose d'environ 20 mg par jour de produit pur) s'apparentent à ceux de l'émétine ou de la digitaline, sans en avoir les inconvénients (6, 12, 37, 42) ; mais pour produire des effets toxiques sur l'homme, il faudrait que celui-ci absorbe une vingtaine de kg de matière fraîche !

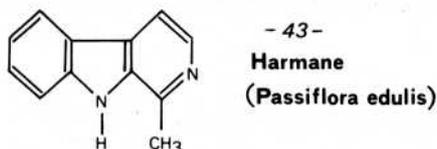
La carpaïne a été découverte depuis longtemps, bien que sa structure soit encore discutée ; en réalité il existe d'autres alcaloïdes dans la papaye, dont une pseudo-carpaïne, et c'est l'ensemble qui produit les effets constatés.

Un autre fruit tropical, l'abricot des Antilles (*Mammea americana*), s'est révélé contenir diverses coumarines, corps dont les effets sont ambigus à l'état pur, mais c'est encore un fruit parfaitement comestible (16, 30). On trouve d'ailleurs des dérivés coumariniques dans beaucoup d'essences d'agrumes ; la coumarine elle-même est peu toxique pour l'homme, le dicoumarol l'est plus : c'est une anti-vitamine K, donc un anticoagulant.

La passiflorine, qui est un sédatif du système nerveux central, est largement utilisée comme tranquillisant et antispasmodique, parfois en association avec la papavérine. C'est évidemment un produit dont il ne faut pas abuser. Elle provient surtout de la passiflore officinale (*Passiflora incarnata*), qui contient en outre des composés de structure voisine et des dérivés flavoniques.

Cependant, dans le jus de grenadille (*P. edulis*), elle n'est pas absente puisque WUCHERPFENNING (97) l'a mise en évidence, sous le nom de harmane (figure 43), qui lui avait été donné par un auteur allemand. Il est donc possible que le jus de grenadille ait un effet sédatif, mais les expériences manquent car c'est un produit encore rare, tout au moins en Europe ; son emploi est d'ailleurs associé à celui d'autres jus de fruits (ananas, pomme) auxquels il apporte une saveur puissante par son acidité et son parfum. SAENZ a rapporté en 1972 qu'une espèce voisine, *P. adenopodus*, n'est pas sans danger pour l'homme (72).

Le cocaier (*Erythroxylon coca*) est évidemment une plante dangereuse par sa richesse en alcaloïdes et les ravages qu'il produit, aussi bien par mastication des feuilles en Amérique latine, que par injection ou prise par toxicomanie dans les pays occidentaux (54) ; mais son fruit n'est pas consommé. Les boissons aromatisées avec ces feuilles, dont on a retiré les alcaloïdes principaux, introduisent

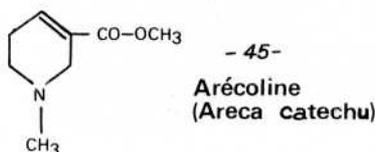
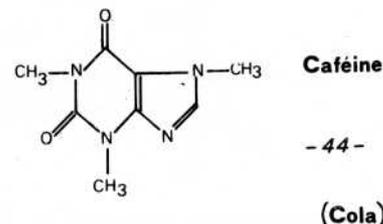


peut-être une certaine accoutumance et entrent directement en compétition commerciale avec les boissons de fruits.

D'autres masticatoires usuels, selon les régions, sont doués de propriétés odorantes, sapides et en général stimulantes, en raison de proportions minimales d'alcaloïdes ou de psychotropes.

Il faut en particulier noter que la noix de cola (*Cola acuminata*) doit son action à une teneur de 2 p. cent en caféine (figure 44) qui provoque l'accoutumance : on a montré récemment que les fruits de *Cola gigantea* possèdent à la fois des propriétés stimulantes à faible teneur et inhibitrices de la germination à forte teneur.

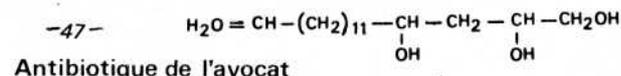
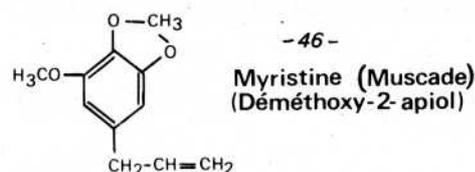
La noix d'arec (*Areca catechu*) est riche en polyphénols mais semble dépourvue de toxicité ; elle contient cependant plusieurs alcaloïdes, surtout l'arécoline (figure 45), utilisables comme vermifuges. Enfin la sapotille (*Manilkara zapotilla*) est le fruit dont le latex fournit la base du chewing-



gum, le masticatoire sans doute le plus universel ; on ne lui connaît aucune toxicité, mais beaucoup d'autres produits naturels ou artificiels entrent maintenant dans sa composition.

La noix de muscade (*Myristica fragrans*) est une épice, dont la quantité consommée par un individu est faible. Néanmoins, COPPOCK (18) fait entrer la myristicine (figure 46), hydrocarbure à noyau benzénique, dans les toxiques alimentaires naturels, et WEIL (94), souligne que, comme la banane avec des dérivés aminés, la muscade possède des propriétés narcotiques et hallucinogènes.

Enfin l'avocat, fruit gras, possède des propriétés intéressantes dont nous avons déjà parlé, en particulier le noyau contient une série de composés dont l'action antiseptique est nette (figure 47). La peau elle-même peut produire une huile active contre *E. coli*, *M. pyogenes*, *Sarcina*, etc., donc antiseptique (90).



PRODUITS PRÉSENTS DANS LES FRUITS ET POUVANT PRÉSENTER QUELQUES INCONVÉNIENTS

Allergènes.

On sait que de nombreux produits peuvent provoquer des allergies, parfois graves, chez le consommateur sensibilisé, mais que les malaises dépendent essentiellement du sujet ; il est souvent difficile d'identifier l'allergène, et sans savoir quel composant est responsable on sait que l'indisposition est apporté par un fruit. COON (17) a rapporté que des noix du Brésil (*Bertholetia excelsa*) et des mandarines ont provoqué un choc anaphylactique dans un hôpital.

Dans notre travail récent sur les enzymes, nous avons rappelé que certains arboriculteurs travaillant dans les plantations de papayes pouvaient contracter des allergies s'aggravant chaque fois qu'ils entrent en contact avec des arbres ou des fruits ; BLANK (8) parle de dermatites au contact d'Anacardiaceés, en particulier dans les plantations de manguiers et usines de conserves de ce fruit. Par analogie avec une plante d'une famille voisine, on a avancé que le facteur responsable serait le pentadécylcatéchol (1), plutôt que la glucosyltétrahydroxyxanthone, colorant jaune connu sous le nom de mangiférine.

Or, on sait que la famille des *Anacardiaceae* est relativement homogène ; outre les manguiers, elle comprend les anacardiés, les pistachiers, les sumacs, les quebrachos ; on trouve toujours, soit dans l'écorce, soit dans les fruits, une grande quantité de tannins et de polyphénols à action vésicante.

Le baume cajou, liquide brun tiré de la coque de l'aman-de-cajou, est intéressant pour ses applications industrielles car il renferme des esters dérivés des acides aromatiques qui, une fois polymérisés, fournissent des résines thermostables ; mais ces esters sont doués de propriétés vésicantes en raison de la position en méta de la longue chaîne non saturée, par rapport à la fonction phénol. Le cardol, l'anacardol, l'acide anacardique, en sont les principaux constituants et le travail des noix expose à des accidents ; il est connu que les Américains, plus sensibilisés que d'autres peuples à l'action d'un vésicant voisin, l'urushiol provenant du sumac toxique (*Rhus toxicodendron*), plante de la même famille qui se trouve aux États-Unis, ont souffert de dermatites au contact des mangues et des noix de cajou, pendant les opérations militaires d'Extrême-Orient (14, 74, 87).

Pour F. PEARLMAN, les allergènes végétaux sont rares et la teneur des fruits en protéines est faible, ce qui diminue la fréquence des accidents (65) ; cependant, il a pu mettre en évidence par des tests cutanés l'allergie fréquente aux arachides et au beurre de cacahuète, aliments riches en protéines.

Même la pomme peut provoquer des inconforts de ce genre (44).

Les allergies provoquées par l'ingestion d'un fruit très aromatique, tel que la fraise, ont sans doute une autre cause : l'apparition chez le sujet, sensibilisé par une suite d'expériences malheureuses, d'un anticorps qui s'installe définitivement et provoque, dès la perception de la saveur du fruit, la production d'histamine et, comme conséquence, une augmentation de la perméabilité vasculaire et une dilatation des artérioles. D'ailleurs, il est connu que beaucoup d'allergies alimentaires sont d'origine psychique.

Enfin, on connaît, dans la pratique agricole, une allergie provoquée, pour les sujets sensibilisés, par le contact de la papaye et du papayer ; cette fois, sans qu'on ait pu élucider le facteur allergène, on peut supposer qu'il s'agit d'une protéine car le latex desséché, ou même la papaine purifiée

(enzyme protéolytique), est capable d'induire chez le rat ou le chien un emphysème que l'on peut utiliser pour tester des produits contre la toux par exemple (79).

Inhibiteurs d'enzymes.

On a trouvé des inhibiteurs de cholinestérase dans beaucoup de végétaux, dont des fruits aussi communs que la pomme ou l'orange ; cette inhibition n'est vraiment toxique qu'à haute concentration dans plusieurs insecticides ; pour les animaux à sang chaud, on n'observe qu'un retard de croissance si le produit végétal cru est absorbé en quantité, mais il s'agit surtout de fruits ou de graines de légumineuses (91).

Produits antithyroïdiens.

Ces produits ont été trouvés dans divers fruits : poire, pêche, abricot, fraise, raisin, noix et noisette, arachide ; ce sont souvent des composés sulfurés ou cyanogènes (91).

Inutile de dire qu'on n'a jamais observé une action goitrogène chez l'homme ou l'animal par ingestion de fruits : ce n'est pas parce qu'un composé, dont l'action toxique reconnue à l'état concentré se trouve dans un aliment, que l'aliment est lui-même suspect ou présente des dangers.

Produits carcinogènes.

La même remarque s'applique évidemment à ces produits dont on parle beaucoup, qui ont des structures chimiques très différentes et dont le seul point commun est d'induire, par des voies biochimiques diverses, une multiplication désordonnée de tissus différents.

Les fruits eux-mêmes, consommés normalement ou même exclusivement par l'animal à titre expérimental, n'ont jamais pu provoquer la moindre tumeur maligne, à notre connaissance ; tout au plus sait-on que l'acide tannique, que l'on trouve répandu dans beaucoup de fruits et de parties de végétaux, peut provoquer des tumeurs du foie chez le rat ; de même, l'huile de citron (pépins) pourrait être cancérigène. En fin 1972, le travail sans doute le plus complet a été réalisé, au cours d'un symposium à Fribourg, sur l'ensemble de nos connaissances sur les plantes carcinogènes et cytolytiques (2).

Stérols, hormones stéroïdes, triterpènes, tétra et pentacycliques.

Ces composés sont présents dans la plupart des fruits et d'autres parties de la plante, puisqu'ils proviennent d'une cyclisation de caroténoïdes ; leur étude dans les fruits a été présentée par GOOWIN et GOOD (36) et leur rôle est très divers ; parfois ils sont bénéfiques, parfois ils sont gênants ; nous en avons parlé à propos de l'arôme de la banane (23) et des produits de fruits (24). COON (17), a remarqué qu'une faible activité oestrogène a été constatée dans les pommes, les prunes et les cerises ; mais on n'a jamais rapporté d'inconvénients d'ordre hormonal à une consommation même intense des fruits, contrairement à ce qui a été vérifié avec certaines plantes (*Stevia rebaudiana*, *Glycine glabra*, etc.).

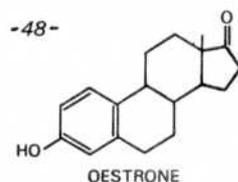
Par contre, il est possible d'extraire une huile riche en stérols du fruit très toxique comme on l'a vu, de *Abrus precatorius* ; par extraction à l'éther de pétrole, purification sur alumine, élution à l'alcool à 95°, on obtient une substance cristallisée qui, sur des rats et des souris, est fortement anticonceptionnelle (7, 20, 46).

L'huile seule, par injection ou ingestion, produit les mêmes effets ; à la dose de 0,5 g/kg pour les rats, on a même observé 80 p. cent de résultats positifs post-coïtum,

c'est-à-dire que cette substance pourrait entrer dans la composition de la «pilule du lendemain» dont on parle tant - si elle ne possédait aucun autre effet nuisible, ce qui n'est pas démontré ! En même temps, des animaux-témoins recevraient les mêmes quantités d'huile de sésame, sans inconvénients et sans limitation des portées.

De nombreux stérols se trouvent, bien entendu, dans l'insaponifiable de la plupart des huiles provenant des amandes, comestibles ou non, extraites de pépins ou de noyaux ; mais ils n'empêchent pas les fruits d'être comestibles ; de même, ceux de l'huile de l'endocarpe des fruits oléagineux (olives, avocats, safous) ; malgré ses propriétés antibiotiques, le noyau d'avocat, sans être comestible, n'offre aucun danger : outre des stérols, il contient des alcools aliphatiques avec des liaisons éthyléniques ou acétyléniques fortement actifs après extraction et purification. Notons cependant que MEYER (55), a rapporté que la décoction de feuilles d'avocatier était utilisée comme abortif par les Indiens, dans la province d'Esmeralda, en Equateur, ce qui laisse à penser que des stéroïdes y sont abondants.

Plus haut, a été fait allusion à la composition stérolique de l'huile de pépins de pomme et à son action éventuelle sur l'animal, vérifiée dans certains cas ; une hormone active existe aussi dans le noyau de dattes, ainsi que dans les pépins de grenade (*Punica granatum*) : l'oestrone, dont l'activité est indéniable sur les animaux de laboratoire (figure 48).



Produits cariogènes.

Nous abordons ici un sujet jadis très controversé : l'acidité d'un citron est capable de dissoudre partiellement la dentine calcaire, surtout si l'émail protecteur est fissuré ou perforé ; mais qui boit des jus de citrons purs ? Les fruits acides ont été déconseillés aux enfants dont les dents sont facilement cariées. On pensait aussi que les jus de fruits acides, puisqu'ils dissolvent le carbonate de calcium, sont décalcifiants, ce qui favoriserait les caries. En réalité, la plupart des fruits sont au contraire des reminéralisants et des recalcifiants, car les acides organiques sont détruits par la digestion, alors que les minéraux, dont le calcium, sont retenus par l'organisme.

Des expériences ont été poursuivies sur le rat et la souris pour tenter d'apporter des conclusions sur le bien-fondé de ces assertions ; MILLER (57), par exemple, a montré que des rats recevant une nourriture acidifiée par des jus de goyave, ananas, pomelo, mangue, avaient l'émail des dents attaqué plus par le jus que par le fruit lui-même, et sans relation avec le pH.

Avec des rats également, Mc CAY (52) a pu suivre une érosion de la dentine des molaires, entraînant des caries, tout en mesurant le pouvoir tampon et l'acidité réelle de la cavité buccale entre les repas.

Si les conclusions ne sont pas nettes, c'est sans doute parce que les auteurs ne s'occupaient que de l'acidité. On sait maintenant que les colonies bactériennes responsables des caries (streptocoques en particulier) se développent à l'abri de la plaque dentaire, revêtement habituel de l'émail

et constitué par des polysaccharides provenant de la nourriture ; leur développement est accéléré par les matières sucrées dont l'adulte, et pas seulement l'enfant, fait une large consommation entre les repas. Il est donc possible qu'une absorption régulière et fréquente de fruits, quels qu'ils soient puisse être cariogène.

Mais il est facile de répondre que la consommation lente et fréquente de sucreries est aussi dangereuse, et qu'en tout état de cause il est préférable de se laver les dents !

FRUITS CONTAMINÉS PAR DES ÉLÉMENTS EXOGÈNES

Parasites animaux ou végétaux.

Il est évident qu'un fruit hautement contaminé par des micro-organismes pathogènes est dangereux s'il n'est pas nettoyé : tout le monde le sait, chaque ménagère ou même chaque enfant prend plus de soin pour laver des fraises ou des tomates souillées de fumier ou de terre que des bananes ou des oranges protégées par leur peau ; il est certain que le fumier, le purin, les eaux d'épandage sont des sources inépuisables de germes dangereux ; un lavage sommaire n'est pas toujours suffisant et les indispositions, dues à l'ingestion de fruits (ou de légumes) insuffisamment nettoyés, sont fréquentes. Il en est de même pour beaucoup de parasitoses tropicales ; encore faut-il disposer d'eau de lavage propre et en quantité suffisante si l'on désire s'alimenter avec des produits frais sans aucun risque.

L'autre aspect du problème est le suivant :

Lorsqu'une maladie microbienne de la plante se produit, il arrive que les germes soient véhiculés à l'intérieur même des vaisseaux et jusque dans le fruit : par exemple le *Pseudomonas* peut attaquer le bananier et provoquer des dégâts dans le fruit ; mais le fruit n'est pas intact donc pas consommable, et d'ailleurs ces germes ne sont pas dangereux ; il en est de même pour beaucoup de moisissures.

Par contre, le cas le plus fréquent est l'attaque de la pulpe du fruit par des micro-organismes venus de l'extérieur, introduits dans le fruit par un orifice naturel (stomates de la peau, pédoncule) au moment de la nouaison dans la fleur, le plus souvent par une blessure, une égratignure, un écrasement partiel ; c'est là un vaste sujet et des produits antiparasitaires et antifongiques sont indispensables, pratiquement, pour éviter aux fruits cette contamination par un traitement de surface ; nous allons y revenir puisque quelques-uns de ces produits ne sont pas dénués de toxicité, même à l'état de résidus sur les fruits. Il n'empêche que certains fruits, par exemple des ananas, peuvent se présenter sous un aspect impeccable, alors qu'ils sont altérés, en partie ou en totalité. Il peut s'agir d'une attaque bactérienne par *Erwinia*, parfois accompagnée de levures, qui ne se développe que si le fruit manque d'acidité ; la chair change de consistance et le goût surtout devient insupportable : ce qui ne veut pas dire que le fruit est dangereux mais il ne peut pas être rejeté au moment de l'achat, qu'il s'agisse d'un ananas frais ou de conserve.

Les bactéries, accompagnées de levures, attaquent aussitôt la pulpe mortifiée par les chocs de beaucoup de fruits : pommes, poires, cerises, tomates, etc. ; la dégradation produit en général de l'alcool, puis de l'acide acétique et naturellement un ramollissement et un changement d'aspect empêchant ces fruits d'être consommés, sinon par accident.

Pendant, il faut savoir que les moisissures qui accompagnent ou précèdent l'altération par d'autres micro-organismes ne sont pas toujours dépourvues de tout danger. Inutile de rappeler les travaux considérables démontrant la toxicité de l'aflatoxine sur diverses graines oléagineuses, puisque les

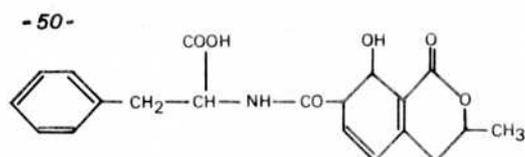
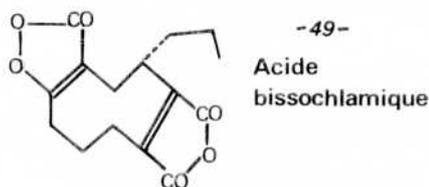
graines ne sont qu'une partie, botanique, du fruit qui n'est pas consommé tel quel. Mais outre l'*Aspergillus*, beaucoup d'autres moisissures poussent facilement sur les fruits acides, et en dehors d'effets bénéfiques (la pourriture noble des raisins du Bordelais), elles secrètent parfois des produits dangereux.

Il convient de distinguer deux résultats possibles de ces micro-organismes dangereux pour l'homme : les intoxications par les produits toxiques secrétés pendant leur développement et les toxi-infections dues à l'ingestion de l'organisme lui-même (11). Parmi les champignons susceptibles de se développer dans les fruits et présentant quelque danger, on peut citer : (61)

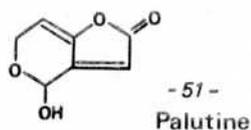
Byssochlamys fulva, qui produit une toxicose du foie par l'acide byssochlamique. (figure 49).

Aspergillus flavus, plus rare, producteur de cette aflatoxine attaquant également le foie et cancérigène.

Penicillium islandicum plus rare en Occident, cancérigène, ainsi que d'autres *Penicillium* et *Aspergillus* moins dangereux ; nous avons déjà parlé de *A. ochraceus* et de l'ochratoxine (figure 50) ; la patuline (figure 51) produite par *P. expansum* a été découverte dans certains jus de fruits. En effet, le risque pour l'homme ne réside pas dans l'ingestion des fruits moisis, puisqu'il en est détourné par leur aspect et leur goût, mais dans celle de produits fabriqués, d'apparence normale, ayant utilisé des fruits moisis ou dont le cycle de fabrication permettait localement le développement de moisissures (dans les cuves de



Ochratoxine (*Aspergillus ochraceus*)



stockage par exemple). Notons cependant que des cerises, contaminées par une moisissure qui se développe ordinairement dans le fourrage, *Pithomyces chartarum*, ont provoqué chez leurs consommateurs un eczéma facial en raison de la mycotoxine produite (50).

Les infections bactériennes sont rares dans les produits des fruits généralement acides. Le seul cas de botulisme observé dans des conserves de pêches au sirop a été rapporté par DE LAGARDE (49) ; il est évident qu'une telle toxicose est très dangereuse. Mais comment expliquer que le *Clostridium botulinum* ait pu se développer dans une con-

serve acide ? Les auteurs pensent qu'un développement préalable de *Trichospora* aurait pu entraîner une élévation du pH.

L'entérototoxicose staphylococcique, plus bénigne n'est pas le fait des fruits, mais plutôt de pâtisseries ou glaces pouvant contenir des fruits et contaminées par l'extérieur, le plus souvent par l'homme lui-même.

Une curieuse prolifération de levures (*Candida*) a été rapportée par SCHMIDT : il s'agissait de chambres de maturation de bananes récemment abandonnées ; des levures nombreuses, provenant des déchets de bananes, avaient envahi et contaminé, au point de les rendre blanches, des quantités d'araignées qui venaient se nourrir des mouches, attirés eux-mêmes par ces déchets !

Les candidoses chez l'homme, de même que les myxoses, ne sont pas rares : elles apparaissent souvent à la suite de traitements prolongés par antibiotiques contre des infections bactériennes, car l'équilibre biologique basé sur une compétition entre espèces parasites est rompu ; dans ce cas, il n'est pas indiqué de manipuler des fruits ou de les trier, puisqu'ils portent à leur surface une grande quantité de germes de toutes sortes (59).

Résidus de traitement.

Ce chapitre pourrait faire l'objet, à lui tout seul, d'un gros ouvrage, étant donnée l'actualité du sujet et en fonction de la multiplicité des études et controverses publiées depuis une dizaine d'années. En général, des normes strictes précisent les doses maximales de résidus pour chaque produit, ou concluent plus simplement que le fruit ne doit pas contenir de traces « dosables » au moment de sa vente au consommateur (29, 88). Il n'est pas question ici de reprendre la discussion, pas plus que d'examiner le bien-fondé des attaques contre des engrais artificiels.

Conservation temporaire du fruit.

Il est indispensable, si l'on veut étendre la durée et l'aire de consommation d'un fruit, d'assurer sa conservation à l'état frais pendant quelque temps. La conservation la plus habituelle est celle des chambres froides : si l'on connaît bien les accidents d'entreposage, on n'a jamais parlé de produits toxiques apparus sous l'action du froid ni des gaz lors de l'entreposage sous atmosphère contrôlée, bien que la physiologie du fruit soit perturbée ; il en est de même lors de la maturation des bananes ou le déverdissement des agrumes. Le seul risque pourrait provenir de l'emploi d'antiseptiques ou antifongiques pulvérisés dans les chambres ou sur les emballages.

La radio-pasteurisation a suscité à la fois des espoirs et des craintes : on peut désinfecter en surface des fraises, des pêches ou des oranges par les rayons. Beaucoup de recherches sur les effets éventuellement dangereux de la dose de quelques centaines de Krad nécessaire ont été entreprises mais n'ont pas fourni de résultats probants ; il n'en est pas de même avec les fortes doses indispensables pour stériliser un aliment et inactiver ses enzymes. Pour l'instant, le traitement de surface est autorisé dans certains pays, mais son exploitation est plus expérimentale que commerciale, de même que le traitement à plus faibles doses en vue de retarder la maturation (tomates, bananes) ou inhiber la germination (oignons, pommes de terre). Enfin, la désinfection de surface, par des antiseptiques aidés de détergents et d'agents mouillants, suivie d'un rinçage avec de l'eau pure et d'un séchage puis d'un emballage protecteur, n'est pas inconcevable, tout au moins pour des fruits dont la surface est régulière, et a fait l'objet de brevets. De même, l'atmosphère de la chambre froide peut être elle-même antisepti-

que, et nous avons montré qu'une atmosphère contenant de l'anhydride sulfureux gazeux n'abandonnait, après une excellente conservation, que quelques mg/kg de SO₂ et sulfate sur des fraises ou des tomates; le procédé du CNRS conçu à Bellevue fait appel à un dégagement lent et permanent de SO₂ dans l'atmosphère des sachets ou sacs de polyéthylène contenant les fruits à partir de métabisulfite en petits sachets à perméabilité contrôlée; les résidus trouvés sur du raisin en grappes sont sans aucune signification. Nous n'avons trouvé également que des traces de sulfite fixées sur des fraises ou des tomates après une conservation prolongée, un mois à basse température en sachets de polyéthylène soudés dans lesquels un mélange de métabisulfite et d'acide citrique solides dégageait de l'anhydride à l'état gazeux.

CONCLUSION

Il serait facile de conclure que les fruits entrant dans notre alimentation n'ont aucun inconvénient, puisque chaque chapitre soulignait l'improbabilité de la consommation des fruits toxiques, ou le danger seulement théorique en raison des faibles doses absorbées d'une consommation de composés reconnus toxiques dans les fruits courants, ou encore de la protection garantie au consommateur contre les contaminations extérieures au fruit par une réglementation stricte.

On pourrait rappeler aussi que certaines personnes se nourrissent uniquement avec des végétaux (végétariens stricts), et qu'une alimentation étudiée à base d'une série de fruits a donné d'excellents résultats tant pour la santé

physique et psychique des volontaires que pour leurs performances sportives : nous l'avons fait dernièrement dans cette revue (26).

Cependant, une étude objective doit envisager tous les aspects d'un problème ; si nous n'avons pas insisté sur les dangers éventuels de l'absorption des produits fabriqués à partir des fruits, on ne doit pas les sous-estimer, car ces produits sont très divers et beaucoup d'ingrédients non fruitiers entrent dans leur composition : il faudra bien le faire un jour, quand ce ne serait que pour faire ressortir le danger des produits falsifiés, frauduleusement ou par ignorance.

En attendant, on peut conclure à partir de ce travail que si les fruits réputés les plus toxiques n'ont guère de chance d'être consommés directement, d'autres dont on ne se méfie guère peuvent entraîner, par leur consommation exagérée, ou pour des personnes particulièrement sensibles, des inconvénients plus ou moins graves qu'il est utile d'avoir à l'esprit. D'autre part, une catégorie particulièrement vulnérable aux toxicoses alimentaires est à surveiller spécialement, celle des petits enfants : non seulement ils peuvent absorber un fruit dangereux pour eux, par ignorance, mais parfois ils sont attirés par l'aspect ou la couleur de ce fruit ; or, on a remarqué que la dose dangereuse de beaucoup de composants pour un enfant n'est pas proportionnelle à son poids, mais inférieure ; un bébé est ainsi plus sensible qu'un adulte, compte tenu de son poids, et bien entendu son comportement ne peut se déduire directement de celui de l'animal qui sert souvent de référence pour établir la toxicité d'un produit.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 - Anonyme.
Present and future of mango processing.
Hawaii Farm Sci., oct. 1960, 9, 2, 3.
- 2 - Anonyme.
Pflanzliche Carcinogene und Cytolytica.
Sympos. Freiburg, mai 1972, *Planta Med.*, nov. 1972, 22, 3.
- 3 - ANTIA (A.V.).
Plantain ingestion and myocardial fibrosis.
J. Hopkins Med., fev. 1968, 122, 87-93.
- 4 - BARKER (W.H.) et al.
Tomato juice associated with gastroenteritis.
Am. J. Epidemiol., sep. 1972, 96, 219-226.
- 5 - BARUZZI (C.).
Azione antiacneica della morella (*S. nigrum*).
Riv. It. Ess. Prof., mar. 1971, 53, 3, 139-141.
- 6 - BEVAIN (C.W.) et OGAN (A.V.).
Biogenesis of carpain in *C. papaya*.
Phytochemistry, 1964, 3, 591-594.
- 7 - BHADURI (B.), GHOSE (C.R.) et BOSE (A.N.).
Antifertility activity of some medicinal plants.
Ind. J. Exp. Biol., oct. 1968, 6, 252-253.
- 8 - BLANK (H.).
Dermatitis from Anacardiaceae.
Proc. Fla. Mango Forum, oct. 1957, 17, 24-25.
- 9 - BRUCE (D.W.).
Serotonine in pineapple.
Nature, oct. 1960, 188 (4743), 147.
- 10 - BURDICK (E.M.).
Carpain, an alkaloid of *C. papaya*.
Econ. Bot., apr. 1971, 25, 4, 363-365.
- 11 - BUTTIAUX (R.).
Micro-organismes pathogènes et toxicogènes des aliments.
Cah. Nutr. Diet., 1971, 6, 3, 29-30.
- 12 - CARRERA (G.), MITJAVILA (S.) et DERACHE (R.).
Effet de l'acide tannique sur l'absorption de la vit. B 12 chez le rat.
C.R. Acad. Sci., 8 jan. 1973, 2760, 239-242.
- 13 - CARTIER (P.) et MOREAU (J.).
Elimination urinaire d'acide 5-hydroxyindolacétique après ingestion de bananes.
C.R. Soc. Biol., 1958, 152, 902-905.
- 14 - CIRLIN (M.B.).
Mango dermatitis.
Proc. Fla. Mango Forum, 1955, 15, 24-27.
- 15 - COGAN (T.M.) et GILLILAND (S.E.).
Characterization of an inhibitor of *L. bulgaricum* in tomato juice.
Appl. Microb., aug. 1968, 16, 8, 1220-1224.
- 16 - COMBIE (L.) et GAMES (D.E.).
Coumarins - Extractives of *Mammea americana*. III - Identification, IV - Insecticidal compounds.
J. Chem. Soc., Perkin Transactions I, 1972, 18, 2241-2248, 2255-2260.
- 17 - COON (J.M.).
Naturally occurring toxicants in foods.
Food Techn., aug. 1969, 23, 8, 55-59.
- 18 - COPPOCK (J.B.).
Some food facts and fallacies.
Community Health 1970, 1 (5), 237-244.
- 19 - DEACON (W.) et MARSH (H.V.).
Enzyme from banana which hydrolyse tyramine to dopamine.
Phytochem., dec. 1971, 10, 12, 2915-2924.
- 20 - DESAI (R.V.) et RUPAWAIA (E.N.).
Antifertility activity of steroidal oil of *Abrus precatorius*.
Ind. J. Pharmac., aug. 1967, 29, 8, 235-237.

- 21 - DUPAIGNE (P.).
La conservation des jus de fruits par voie chimique.
Fruits, nov. 1962, 17, 11, 547-556.
- 22 - DUPAIGNE (P.).
Le pouvoir antiseptique des essences d'agrumes.
Fruits, juin 1967, 22, 5, 282-283.
- 23 - DUPAIGNE (P.).
L'arôme de la banane, 2^{ème} partie.
Fruits, jul. 1971, 26, 7, 513-517.
- 24 - DUPAIGNE (P.).
Quelques produits de fruits.
Fruits, oct. 1971, 26, 10, 697-713.
- 25 - DUPAIGNE (P.).
Applications industrielles de produits entrant dans la composition des fruits : enzymes.
Fruits, apr. 1973, 28, 4, 305-318.
- 26 - DUPAIGNE (P.).
L'homme peut-il être uniquement frugivore ?
Fruits, nov. 1973, 28, 11, 795-796.
- 27 - DU PLESSIS (L.S.) et NUNN (J.R.).
Carcinogen in a Transkei food additive.
Nature, 1969, 222, 1198-1199.
- 28 - FELLERS (C.R.) et ESSELEN (W.B.).
Cranberries and cranberry products.
Univ. Mass. Agr. Exp. Sta. Bull., 481-1955.
- 29 - FERRANDO (R.).
Résidus de substances auxiliaires de l'alimentation animale.
Cah. Nutrit. Diet., 1971, 6, 3, 37-48.
- 30 - FINNEGAN (R.A.) et BACHMAN (P.L.).
Occurrence of 2-hydroxyxanthone in *Mammea americana*.
J. Pharm. Sci., apr. 1965, 54, 4, 633-635.
- 31 - FOY (J.M.) et PARRATT (J.R.).
Presence of noradrenaline in plantain.
J. Pharm. Pharmacol., jan. 1960, 12, 6, 360-364.
- 32 - FOY (J.) et PARRATT (J.R.).
5-hydroxytryptamine in pineapple.
J. Pharm. Pharmacol., jun. 1961, 13, 6, 282-283.
- 33 - GARFINKEL (H.A.).
Banana and L-Dopa.
Br. Med. J., jan. 1972, 1, 312.
- 34 - GERARDE (H.W.).
Survey up date.
Flavour Ind., apr. 1973, 4, 4, 162-163.
- 35 - GJESSING (L.) et ARMSTRONG (M.O.).
Occurrence of p-Sympathol in orange.
Proc. Soc. Exptl. Biol. Med., 1963, 44, 226-229.
- 36 - GOODWIN (T.W.) et GOAD (L.J.).
Carotenoids and Triterpenoids.
Chap. 12, 305-368 in : A.C. HULME - *Biochemistry of Fruits and Fruit products* - Acad. Press., Londres, 1970.
- 37 - GOVENDACHARI (T.R.) et PAL (B.R.).
Pseudocarpain, a new alkaloid from *Papaya*.
J. Chem. Soc., 1954, 2, 1847-1849.
- 38 - HICKY (C.A.) et CALLOWAY (D.H.).
Intestinal gases production following ingestion of fruits and fruit juices.
An. J. Digest. Diseases, may 1972, 37, 17, 383-389.
- 39 - HRDLICKA (J.) et CURDA (D.).
Vorkommen fluchtige Amine bei Apfeifrüchten.
Confructa, jul. 1971, 16, 3, 172-176.
- 40 - HULLMANN (D.).
Suicid durch Genuss von Bananen.
D. Med. Wochenschr., aug. 1969, 94, 35, 1765-1766.
- 41 - HUTCHINSON (J.) et DALZIEL (J.M.).
Useful plants of West tropical Africa.
Crown Agents for Colonies, London 1937, 331.
- 42 - JANKOWSKI (K.).
Alkaloids of Cranberries.
Experiencia, may 1973, 29, 5, 519-520.
- 43 - JANKOWSKI (K.), JANKOWSKA (I.) et BOUDREAU (J.).
Alcaloïdes de la Canneberge.
Experiencia, 1971, I, 27, 1141, 1972, II, 27, 12, 1383-1384.
- 44 - JOHNSTONE (I.L.).
Apple allergy.
Brit. Med. J., 9 dec. 1972, 4, 613.
- 45 - JUHE (H.).
Une hypersensibilité à la banane, cause d'une diarrhée chronique chez le petit enfant.
Monatschr. Kinderheilkd., dec. 1971, 19, 637-639.
- 46 - KIRKITAR (K.R.).
Ind. Medic. Plants.
vol. 1, 2e ed., *Labit Meshan, Allahabad*, 1933, 765.
- 47 - KNAPP (F.F.) et NICHOLAS (H.J.).
Sterols and triterpenes in banana pulp.
J. Food Sci., dec. 1969, 34, 5, 408-411.
- 48 - KNAPP (F.F.).
Isolation of 3-1-Norcyclolandenone from bananas.
Steroides, sep. 1970, 16, 329-351.
- 49 - LAGARDE (de A.) et BEFRENS (H.).
Formation de toxine botulique dans les conserves de fruits.
Ann. Inst. Past., Lille, 1970, 21, 231-254.
- 50 - LEACH (C.M.) et TULLOCH (M.).
Pithomyces chartarum, a mycotoxine producing fungus from seed and fruit in Oregon.
Mycologia, sep. 1971, 63, 5, 1086-1089.
- 51 - LIENER (I.E.).
Toxic constituents in plant foodstuff.
Acad. Press., Londres, 1969, 500 p.
- 52 - Mc CAY (C.M.) et WILL (L.).
Erosion of molar teeth by acid beverages.
J. of Nutrit., nov. 1949, 39, 2, 313-324.
- 53 - MACHEL (A.L.) et DORSETT (C.I.).
Cyanide analysis of peach.
Econ. Bot., jan. 1970, 24, 1, 51-52.
- 54 - MARTIN (R.T.).
Role of coca in the history of Indian.
Econ. Bot., oct. 1970, 24, 4, 422-428.
- 55 - MEYER
Ing. Nederl. Ind. 8 N. 6.64, 1941 cité par F. SANDBERG.
Medicinal plants of Ecuador, Peru and Chile, in : *Phytochimie et plantes médicinales des terres du Pacifique*, CNRS, Paris, 1966.
- 56 - MICHEL (A.).
Le brome, microélément constitutif de l'ananas.
Ann. Fals. Fraudes, apr. 1948, 41, 472-494.
- 57 - MILLER (C.D.).
Enamel erosive properties of fruit and fruit juices.
J. Nutrit., may 1950, 41, 1, 63-71.
- 58 - MILLIES (K.).
Über das Vorkommen von Histamin in Getränken.
C.R. Symp. Com. Sci. IFU, Berlin 1966, 125-134.
- 59 - MIRANDA (C.L.).
Studies on the possible effect of strawberry yeast (*Rhodotorula pilimanae*).
Philip. J. Sci., 1970, 96, 3, 295-304.
- 60 - MITJAVILA (S.).
Effets physiopathologiques de l'acide tannique chez le rat.
Thèse Doct. Sci., Toulouse, 30 jan. 1971.
- 61 - MOREAU (Cl.).
Moissures toxiques dans l'alimentation.
Lechevalier, Paris, 1968, 400 p.
- 62 - MROZEK (M.).
Microbiologie des boissons non alcooliques.
Rev. Embout., jun. 1973, 132, 6, 29-33.
- 63 - PARIS (R.R.) et MOYSE (M.).
Précis de matière médicale.
Masson, Paris, 1965-1971, trois volumes.

- 64 - PARIS (R.R.).
Médicaments nouveaux d'origine exotique.
Bull. Acad. Med., may 1972, 156, 12, 380-384.
- 65 - PERLMAN (F.).
Food allergy and vegetable proteins.
Food Techn., nov. 1966, 20, 11, 58-65.
- 66 - PLUMAS (B.).
L'histidine et l'histamine des vins.
Cah. Nutrit. Diét., 1971, 2, 6, 49-53.
- 67 - PLIMMER (J.R.) et SEAFORTH (L.E.).
The ackee.
Trop. Sci., mar. 1963, 5, 3, 137-142.
- 68 - POHLAND (A.C.) et SANDERS (K.).
Determination of Patulin in apple juice.
J. of AOAC, jul. 1970, 53, 4, 692-695.
- 69 - PURCHASE (I.F.) et VAN DER WATT (A.I.).
Long term toxicity of Patulin in rat.
Food Cosm. Toxicol., 1971, 9, 681-682.
- 70 - REICH (P.) et SHWACHMAN (H.).
Lycopenemia, a variant of Carotenemia.
New Eng. J. of Med., fev. 1960, 262, 6, 263-269.
- 71 - RITZ (A.M.).
Suicide by eating bananas.
Gér. Med. Mouthly, nov. 1969, 14, 529-530.
- 72 - SAENZ (J.A.).
Toxic effects of fruits of *Passiflora adenopoda* in humans.
Rev. Biol. Trop., jul. 1972, 20, 137-140.
- 73 - SCHMIDT (G.).
Spider infestation through bananas.
Munch. Med. Wochenschr., 22 jan. 1971, 113, supp. 3.
- 74 - SCHWOB (R.).
Exploitation industrielle de l'anacardier.
Publ. IFAC, Paris 1954.
- 75 - SCOLT (P.) et MILES (W.F.).
Presence of Patulin in apple juice.
J. Agr. Fd. Chem., 1972, 20, 450.
- 76 - SCRENZ (J.A.) et NASSAR (M.).
Phytochemical screening of Costa Rica plants - Alkaloids
Rev. Biol. Trop. Univ. Costa Rica, 1965, 13, 2, 207-212.
- 77 - SELBY (L.).
Swine malformation associated with wild black cherry, *Prunus serotina*.
Arch. Environ. Health., apr. 1971, 22, 4, 496-501.
- 78 - SINGLETON (V.L.) et KRATZER (F.H.).
Toxicity and physiological activity of phenolic plant substances
J. Agr. Fd. Chem., may 1969, 17, 3, 497-512.
- 79 - SHRIVPURI (O.N.) et DIRA (K.L.).
Allergy to papaya tree.
Ann. Allergy, 1967, 8, 6, 718-720.
- 80 - STANLEY (W.L.) et VANNIER (S.H.).
Psoralens and substituted coumarins from oil of lime.
Phytochem., 1967, 6, 585-596.
- 81 - STANLEY (W.L.) et JURD (J.).
Citrus coumarins.
J. Agr. Food Chem., nov. 1971, 19, 6, 1106-1110.
- 82 - STEWART (I.) et WHEATON (T.M.).
L'octopamine in Citrus isolation and identification.
Science, 1964, 145, 60-65.
- 83 - STEWART (I.S.) et NEWHALL (W.F.).
Isolation and identification of l-synephrine in leaves and fruit of Citrus.
J. Biol. Chem., 1964, 239, 930-932.
- 84 - STEWART (I.) et WHEATON
Nitrogen compounds in Citrus.
Proc. 1st Intern. Citrus, 1969, Fla. Agr. Exp. Sta., Jour. Sci., 2951, 3, 1619-1622.
- 85 - SWARTZ (J.H.) et MEDREK (T.F.).
Antifungal properties of cranberry
Appl. Microb., oct. 1968, 10, 1524-1527.
- 86 - SWIFT (L.J.).
Flavones in orange peel oil.
J. Agr. Food Chem., sep. 1965, 13, 3, 431-432.
- 87 - SYMES (W.F.) et DAWSON (R.C.).
Dermatosis by Anacardiaceae.
Nature, may 1953, 171, 841.
- 88 - TRUHAUT (R.).
Le rôle de la toxicologie dans le développement des industries alimentaires.
Cah. Nutrit. Diét., 1969, 4, 3, 29.
- 89 - UDENFRIEND (S.), LOVENBERG (W.) et SJOERDOMA (A.).
Physiologic active amines in fruits and vegetables.
Arch. Biochem., dec. 1959, 85, 487-490.
- 90 - VALERI (H.) et GIMENON (F.).
Estudio toxicologico del pericarpe del aguacate.
Rev. Med. Vet. Parasit., 1954, 13, 37-58.
- 91 - VIRTANEN (A.I.).
Antimicrobial and antityroid compounds.
Qual. Plant. Mat. Veg., 1969, 18 (1-3), 8-28.
- 92 - WAALKES (T.P.) et SJOERDOMA (A.).
Serotonine, norepinephrine and related compounds in banana.
Science, mar. 1958, 127, 648-650.
- 93 - WEAVER (P.C.) et TRAPNELL (D.H.).
Fruit stone ileus.
Br. J. of Surgery, mar. 1973, 60, 3, 237-239.
- 94 - WEIL (A.T.).
Nutmeg and other psychoactive groceries
in : *Current Topics in Plant Science* 15, 461 p.
Acad. Press. NY 1969, p. 355-366.
- 95 - WEST (G.B.).
Carcinoma and pineapple.
J. Pharm. Pharmacol., dec. 1960, 12, 768.
- 96 - WHEATON (T.A.) et STEWART (I.).
Ferroylputrescine for Citrus leaves and fruit
Nature, 1965, 206, 620-621.
- 97 - WUCHERPFENNIG (K.).
Über das Vorkommen eines Alkaloid in einer tropischen Frucht.
Rapp. Com. Sci. IFU, Berlin 1966, 117-124.
- 98 - WURTMANN (R.J.).
Catecholamines and neurologic diseases.
New Eng. J. Med., jan. 1970, 282, 1-45.

