

# Les mycotoxines et les fruits

**P. DUPAIGNE\***

Les mycotoxines sont des produits toxiques produits par les champignons : on sait que les innombrables espèces de champignons ont le pouvoir d'élaborer des protéines et parfois des substances toxiques pour la plante ou pour l'animal ; c'est pourquoi ils se comportent en symbiotes ou en parasites avec d'autres organismes vivants ou en saprophytes exploitant les substrats organiques simples ou complexes.

Naturellement ici nous n'allons pas parler des champignons dangereux, parfois pris par erreur par les non-spécialistes pour des produits comestibles : amanite, lépiote, cortinaire, inocybe, qui provoquent chaque année des accidents mortels, ni des champignons hallucinogènes utilisés autrefois par les peuplades primitives d'Amérique et qui ont été très étudiés voici quelques années; pratiquement nous n'envisagerons que les moisissures qui se développent parfois sur les produits alimentaires que nous consommons : légumes et fruits, car les travaux sur les mycotoxines se multiplient et, comme on va le voir, risquent de mettre en garde l'acheteur ou d'effrayer le consommateur de fruits frais.

Comme il importe d'être objectif, cette étude sera partagée en trois parties : les deux premières seront un rappel des travaux publiés à peu près depuis 1960 sur l'action, parfois bénéfique, souvent dangereuse, des mycotoxines et des aflatoxines en particulier, produites par les attaques fongiques sur les aliments; la troisième sera surtout une appréciation de travaux récents montrant les effets de la patuline sur les fruits et leurs produits et nous pourrions conclure qu'en réalité le consommateur peut se rassurer : les fruits ne risquent d'être dangereux que s'ils sont immangeables, et encore... une orange moisie est mauvaise, mais si on a le courage de l'avalier, elle n'aura aucun autre inconvénient. Des travaux étrangers, qu'il faut connaître, suspectent la patuline dans le cidre ou le jus de pomme : cela ne va pas très loin; par contre, évidemment on sait, depuis une vingtaine d'années, que des moisissures sont responsables de la formation des aflatoxines sur les arachides, les pistaches,

les amandes, ainsi que les grains de maïs ou de blé, les fourrages et les tourteaux des oléagineux : cela ne nous concerne guère; pourtant on peut admettre que les pacanes ou les amandes de cajou sont des parties de fruits tropicaux et nous citerons les travaux qui les concernent.

## I - RAPPEL DE TRAVAUX SUR LES MYCOTOXINES

Il est impossible, à moins d'écrire un ouvrage important, de citer tout ce qui a été écrit sur les mycotoxines; ici nous ne parlerons que de travaux récents : 15 références entre 1963 et 1975, 35 références pour 1976 et 1977. Naturellement il en existe beaucoup, surtout depuis les accidents constatés en Angleterre vers les années 1960 : par exemple nous en trouvons 90 pour les seules années 1970 à 1972 dans la revue allemande *Confructa* de 1973.

Voici tout d'abord quelques ouvrages qui font autorité, bien qu'un peu dépassés.

Celui de PURCHASE (39), édité en 1971 à Londres, fournit beaucoup de considérations historiques sur les empoisonnements par les champignons ou l'ergot du seigle et des informations plus modernes; par exemple KRUST-CHEV, dans ses mémoires, explique qu'à la déclaration de guerre en 1939 les chevaux en Ukraine étaient décimés par une épidémie mystérieuse : on a trouvé depuis qu'ils étaient nourris de foin moisi contenant des mycotoxines, les trichothécènes. Mais le travail de PURCHASE donne aussi le point de vue d'un scientifique sur l'importance relative des mycotoxines.

L'opuscule de CIRILLI (7) n'est pas très important mais n'envisage que les aliments destinés à l'homme; il laisse de côté l'alimentation animale, donc les accidents les plus fréquemment observés par les contaminations fongiques. Il a l'avantage d'être moderne et de soulever le problème de l'hygiène des usines et des moyens de conservation des aliments.

\*IRFA, B P 5035, 34032 Montpellier Cedex

Le plus intéressant pour nous des ouvrages est celui de MOREAU (33), un spécialiste français des champignons et des moisissures toxiques, relativement récent puisque nous avons son édition de 1974; peut-être a-t-il été réédité et rajouté depuis. MOREAU envisage aussi les moyens de combattre les moisissures qui risquent de contaminer les aliments par des toxines : moyens physiques comme la chaleur ou la congélation, moyens chimiques non dangereux.

En français, nous avons aussi le livre, déjà ancien, de R. HEIM (21) sur les champignons toxiques et hallucinogènes; il faut le connaître, bien qu'il n'envisage guère, en 1963, le cas des toxines produites par les moisissures.

Maintenant passons à quelques articles très généraux, souvent bien documentés pour donner en quelques pages une vue d'ensemble sur les mycotoxines.

Un bulletin de documentation du Service de la Répression des Fraudes (1) datant de 1976 résume une conférence de C. MOREAU à Strasbourg, citant quelques-unes des mycotoxines les plus fréquemment trouvées dans les aliments, dont les aflatoxines, la zearalénone et la patuline, les produits les plus souvent contaminés, la préservation des aliments contre les moisissures ou leur détoxification s'il est trop tard, enfin l'utilité d'une bonne réglementation et les produits à surveiller spécialement, en particulier les amandes tropicales.

CAMPBELL (3) montre que la santé de l'homme peut, très rarement, être dépendante de la présence de moisissures toxicogènes dans son alimentation; les dégâts les plus importants concernent plutôt le bétail ou les animaux domestiques (volailles, chiens et chats, chevaux) nourris par des provendes altérées.

En trois pages seulement, CERUTTI montre comment isoler et identifier les moisissures toxiques pour les aliments humains, dans une revue italienne de 1977 (5).

D'après un article de MOSSEL, datant de 1977, en 1975 une équipe américaine [DAVIS (9)] a présenté un bilan des moisissures toxicogènes trouvées dans les aliments, dont les organismes résistent à la chaleur de l'appertisation.

Quant à ESCHMANN (13), il a montré quelles moisissures pouvaient éventuellement contaminer les jus de fruits et les concentrés; il s'agit surtout des jus de pomme qui, en Allemagne, utilisent parfois des pommes moisies importées par exemple de Yougoslavie ou de Bretagne s'il y en a trop dans cette région.

Le travail de GOLDBLATT, en anglais, est une mise au point en 8 pages sur la structure, la toxicité, la biosynthèse par le champignon et les procédés de dosage des mycotoxines, telles qu'on les voyait voici quelques années et telles qu'elles sont résolues à l'heure actuelle (19). Celui de HESSELTINE (22), plus long, a été présenté à l'occasion d'un Symposium de l'Institut qui s'occupe de la biodégradation

à Londres; pour ne pas faire concurrence à d'autres conférenciers, il n'a parlé que des mycotoxines autres que les aflatoxines déjà bien connues.

Le spécialiste francophone JEMMALI (26) a préparé une synthèse sur la contamination des aliments et provendes par les moisissures destinée à être publiée par le Bulletin Technique et Information des Ingénieurs des Services Agricoles et qui a été distribué en 1974; ainsi d'ailleurs qu'un nombre important d'articles plus spécifiques sur les méthodes d'identification et de dosage.

En 1976 est paru un travail documenté de M. et Mme LAFONT (28) sur les mycotoxines de l'homme, qui sont un peu spéciales et plus rares que chez l'animal dont les aliments sont plus divers (fourrage, grains, provendes composées) et moins soignés.

Ici encore il faut citer C. MOREAU qui a traité, en 1976, des mycotoxines dans les aliments (34), spécialement le lait et par un court article récent de la Gazette Médicale (35), des mycotoxines en général, montrant que s'il y a eu des épidémies de toxicose autrefois, le consommateur occidental est à l'abri d'intoxications aiguës; cependant si les nécroses hépatiques signalées de temps en temps en Inde et en Afrique n'étaient pas dues aux aflatoxines des amandes et si les cancers primaires du foie, qui sont plus nombreux en Afrique qu'en Europe et en Asie, ne provenaient pas aussi des aflatoxines de l'arachide, cela ne l'étonnerait pas; il conclut en montrant que les moisissures sont encore bien mal connues, qu'il existe peut-être beaucoup de toxines ignorées mais, qu'au total, elles nous rendent service par la biodégradation de masses considérables de nos déchets, par la synthétisation de protéines de haute valeur, par la production d'alcool carburant et de toutes sortes d'antibiotiques; en somme elles nous aident mieux qu'un chimiste organicien.

L'article de PAYEN en 1976 (37) est un peu court; néanmoins il montre, par certains exemples, que les champignons sont un monde comprenant 250 000 espèces, au sujet duquel on connaît bien peu de choses; on peut tenter une classification chimique des toxines dont la structure est connue :

- celles qui sont dérivées du glucose, comme la muscarine des amanites,
- celles qui sont dérivées des acides aminés, chez les lichens,
- celles qui sont dérivées des acides gras (du *Cladosporium*),
- les polycétides (acide pénicillique, patuline, ochratoxine, citrinine, griseofulvine, islandicine, rugulosine, zearalénone, aflatoxine, stérigmatocystine),
- les terpénoïdes et stéroïdes (trichothécènes, viridine),
- les dérivés d'acides tricarboxyliques (rubratoxine, acide byrrochlamique),
- les dérivés d'un ou plusieurs acides aminés (ergot, viridicutine, etc.),

- les dérivés difficiles à classer : cytocholasine, buténolide.

D'après l'auteur, on peut classer les toxines par champignon producteur; mais inversement, on ne doit pas distinguer entre champignon vénéneux et champignon atoxique, puisque, par exemple, *Aspergillus flavus* n'est toxigène que par 40 % de ses souches.

Enfin, notons le travail de REIB (42) en 1976 sur l'influence des mycotoxines dans l'alimentation humaine : il n'apporte pas beaucoup d'informations nouvelles.

Après avoir cité ces ouvrages et ces articles généraux traitant de l'ensemble des mycotoxines, il nous reste à examiner rapidement les quelques travaux spéciaux sur tel groupe ou telle mycotoxine, en général publiés très récemment; car, comme il a été souligné au début, on ne peut pas tout envisager dans un simple article de revue, même spécialisée.

On savait en 1977 que 230 espèces de moisissures sont occasionnellement toxigènes et on a identifié à ce jour seulement une cinquantaine de composés chimiques toxiques appartenant, comme on l'a vu plus haut, à des familles très différentes. Il est difficile de dire a priori à quel fruit peut s'appliquer la moisissure productrice de toxine : peut-être à beaucoup si elle est inoculée artificiellement, en amenant le pH dans la zone adéquate; mais dans la pratique, ces toxines sont produites surtout sur des aliments gras, de la viande, des coquillages, des poissons, des légumes, des sauces et plats cuisinés, sans compter les tourteaux, les graines et les fourrages verts ou desséchés mais ensuite humidifiés.

Un article bien documenté, avec une abondante bibliographie, du microbiologiste bien connu MOSSEL (36) énumère une trentaine de toxines différentes produites en général par des moisissures précisées, et dont l'ingestion peut provoquer une série particulièrement pénible, au moins à la lecture, de conséquences désagréables, dangereuses ou mortelles. Tout dépend de la dose absorbée, comme disait PARACELSE.

La liste préparée par MOSSEL en français, fin 1977, est donnée page suivante.

Voici les quelques travaux récents que nous avons relevés dans des revues courantes dans les bibliothèques (sauf les articles en japonais dont nous n'avons lu que le résumé).

Tout d'abord, bien que ce ne soit pas une mycotoxine, un cas de botulisme, peut-être un cas unique, causé par le développement de *Clostridium botulinum* dans un jus de tomate (23); ce jus trop acide normalement avait été désacidifié jusqu'à la neutralité par les moisissures *Cladosporium* et *Penicillium*, permettant à la bactérie de se multiplier. La toxine botulique a été retrouvée dans ce jus, qui bien entendu n'avait pas été bu par un consommateur, étant donné son aspect et son odeur repoussants.

En somme, une transformation des aliments par les moisissures peut donner soit des produits améliorés (un fromage bleu) ou des produits plus ou moins toxiques : au fabricant transformateur de choisir sa technique.

Une addition d'huile essentielle dans un aliment est faite pour améliorer sa flaveur; mais souvent elle est bénéfique car elle détruit ou arrête le développement des bactéries, des levures et des moisissures; ces derniers organismes ont été étudiés par DABBAH (8) et GARG (18), avec des essences d'agrumes, de gingembre, d'anis, etc., utilisées en particulier dans les boissons.

Les effets toxiques, cancérigènes ou tératogènes des mycotoxines ont été étudiés, parfois expliqués surtout pour les aflatoxines; cependant FRAYSSINET (14) a montré qu'elles avaient parfois un effet immunodépresseur qui expliquerait que le consommateur animal ou humain peut difficilement réagir.

Le groupe des *Penicillium* est assez nombreux pour contenir des espèces toxigènes : par exemple *P. islandicum* et *P. rugulosum* donnant des anthraquinoides dangereux, la **rugulosine** et la **luteoskyrine** [BOUHET (2)], *P. viridicatum* donnant la **xanthoméline** et la **viomelleine** [CARLTON (4)] ainsi que de l'**ochratoxine** (6-17-38) qui peut provenir aussi de l'*Aspergillus ochraceus*, *P. piscarum* produisant des toxines du système nerveux **verrucologine** et **fumitremorgine** (16), *P. citrinum* et d'autres qui fournissent de la **citrinine** (49), un néphrotoxique, *P. paraquei* produisant la **verrucologine** étudiée au Japon (50), sans compter beaucoup d'espèces qui se développent dans le fromage, 50 souches toxigènes selon LAFONT (29) et bien entendu *P. roqueforti* qui peut donner, outre la **roquefortine**, un époxyoptalone toxique si on en abuse (20-45).

L'acide byssochlamique, produit par *Byssochlamis fulva*, pourrait contaminer les fraises ou les confitures de fraises, mais la moisissure est vraiment trop visible pour que ce soit dangereux (10-15). Le café vert un peu trop humide est un support pour beaucoup de moisissures, quelques-unes étant toxiques (30); en règle générale, les toxines sont détruites par la torréfaction.

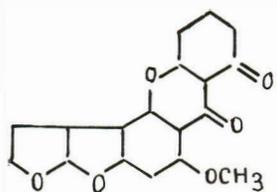
Enfin, les amandes de pacane abîmées par les moisissures changent de couleur, mais elles contiennent des alternariols (44) un peu toxiques, ainsi que des aflatoxines comme on va le voir.

Pour terminer ce chapitre, voici exposées, des méthodes simples ou plus compliquées de séparation et d'identification des métabolites toxiques produits par les moisissures - méthodes très récentes, dont on doit tenir compte dans un laboratoire moderne : CERUTI (5), ENGSTROM (12), JEMMALI (26), STOLOFF (47) et SUGIMOTO (48).

Naturellement, il ne faut pas oublier les dosages d'aflatoxines.

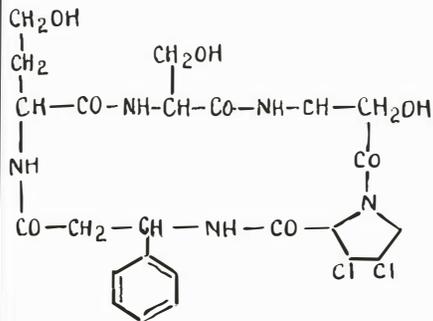
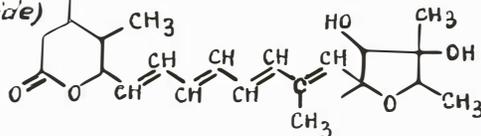
## Résumé des effets pathogènes des principales mycotoxines

Les MYCOTOXINES	ORIGINES	EFFETS TOXIQUES
Acide cyclopaizonique	<i>Pen. cyclopium</i>	Cancérogène, nécrotique
Acide kojique	<i>Asp. Flavus</i> et plusieurs autres <i>aspergilli</i> et <i>penicillia</i>	Convulsivant
Aflatoxines	<i>Asp. flavus</i> et <i>parasiticus</i>	Cancérogène, particulièrement vis-à-vis du foie
Citreoviridine	<i>Pen. citreoviride</i>	Interaction avec les cellules nerveuses de la motricité
Citrinine	<i>Pen. citrinum, candidus, terreus, viridicatum;</i> <i>Asp. niveus</i>	Néphrotoxique
Cytochalasines	<i>Phoma</i> et <i>Helminthosporium</i> species, <i>Asp. clavatus</i>	Rupture des microfilaments contractiles
Diacetoxyscirpenol	<i>Fus. roseum</i>	Effets hémorragiques au niveau dermique intestinal
Emodine	<i>Asp. wentii</i> et plusieurs autres moisissures	Diarrhéique
Fumitremorgene	<i>Asp. caespitosus, fumigatus</i>	Tremblements
Fusarenone	<i>Fus. nivale</i>	Inhibition de la synthèse protéique
Luteoskyrine	<i>Pen. islandicum</i>	Cancérogène
Moniliformine	<i>Fus. moniliforme</i>	Œdème mésentérique
Ochratoxines	<i>Asp. ochraceus; Pen. viridicatum</i>	Hépatotoxique et néphrotoxique
Patuline	Nombreuses espèces de <i>Penicillium</i> et <i>Aspergillus; Byssochlamys nivea</i>	Cancérogène, tératogène, dégénérescence nerveuse
P.R.-toxine (Epoxyoptalone)	<i>Pen. roqueforti</i>	Hépatotoxique et néphrotoxique
Psoralène	<i>Scl. sclerotiorum</i>	Dermatoses
Roquefortine	<i>Pen. roqueforti</i>	Neurotoxique (convulsions)
Roseotoxine B	<i>Trichothecium roseum</i>	Inflammatoire
Rubrattoxine	<i>Pen. rubrum</i> et <i>purpureogenum</i>	Hémorragique
Rugulosine	<i>Pen. rugulosum</i>	Hépatotoxique et cancérogène
Slaframine	<i>Rhizotonia leguminicola</i>	Interaction avec le système nerveux parasympathique
Solanol	<i>Fus. solani</i>	Neurotoxique
Sporidesmine	<i>Sporidesmium bakeri</i>	Hépatotoxique
Sporofusariogénine	<i>Fus. sporotrichioides</i>	Aleucémie toxique alimentaire
Stachybotryotoxine	<i>Stachybotrys atra</i>	Actions sur la circulation et le derme
Sterigamtocystine	Nombreuses espèces d' <i>Aspergillus</i>	Cancérogène
Tremortine	<i>Pen. crustosum, cyclopium, palitans</i> et <i>verruculosum</i>	Tremblements
Trichothecène der., incl. "T-2 toxin"	Nombreuses espèces de <i>Fusarium</i> , <i>Trichothecium roseum</i>	Inflammatoire, aleucémie, toxique alimentaire, tératogène, neurotoxique
Verruculogène	<i>Pen. verruculosum</i> et <i>paraherquei;</i> <i>Asp. caespitosus</i>	Tremblements
Vomitoxine (Doexynevalenol)	Espèces de <i>Fusarium</i>	Émétique
Xanthomeginine et myco-toxines similaires	<i>Asp. melleus, sulphureus; Pen. viridicatum;</i> <i>Trichophyton megnini, rubrum &amp; violaceum</i>	Lésions hépatiques
Zearalenol	<i>Fus. roseum</i>	Utéro-trophique
Zearalenone	<i>Fus. culmorum, graminearum, sporotrichoides</i> et <i>roseum</i>	Interfère avec les systèmes hormonaux stéroïdiens; émétique

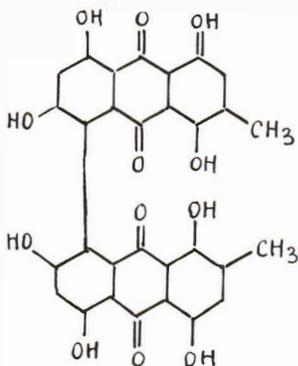


**STERIGMATOCYSTINE**  
(nombreuses espèces d'*Aspergillus*)

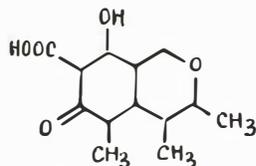
**CITREOVIRIDINE** OCH<sub>3</sub>  
(*P. citreoviride*)



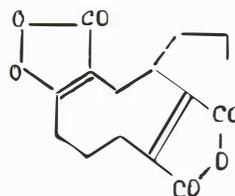
**ISLANDITOXINE**  
(*Penicillium islandicum*)



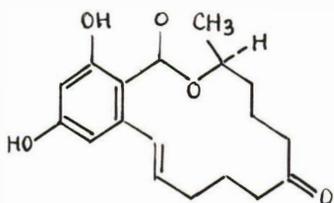
**LUTEOSKYRINE**



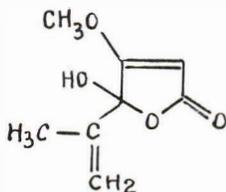
**CITRININE**  
(*P. citrinum, candidus, terreus, viridicatum, Asp. niveus*).



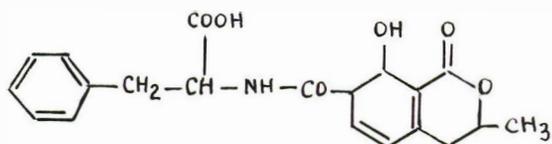
**ACIDE BISSO-  
CHLAMIQUE**  
(*Bissochlamis fulvia*).



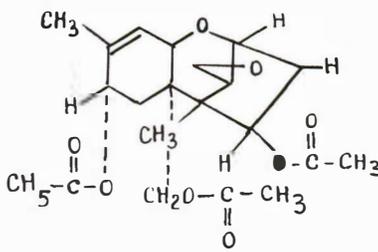
**ZEARALENONE**  
(*Fusarium*)



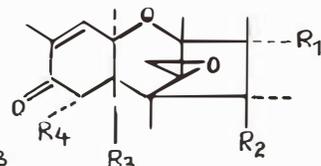
**ACIDE PENICILLIQUE**  
(*Penicillium et Aspergillus*)



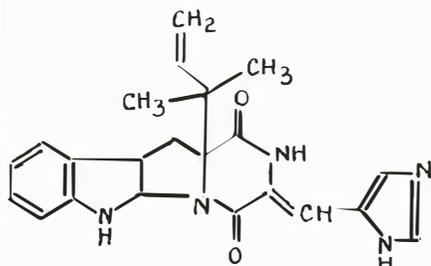
**OCHRATOXINE**  
(*Aspergillus ochraceus*)



**MONOACETATE DE  
NEOSOLANIOL**  
(*Fusarium tricinctum*)



**NIVALENOL,  
FUSARENONE X  
TRICHOTECINE**  
(*Fusarium*)



**ROQUEFORTINE**  
(*Penicillium roqueforti*).

**EFFETS PATHOGENES  
DE QUELQUES MICOTOXINES**

## 2 - TRAVAUX MODERNES SUR LES AFLATOXINES

Les aflatoxines sont des composés produits surtout par des *Aspergillus*, surtout des espèces *flavus* et *parasiticus*, ainsi que *Penicillium expansum* et d'autres aussi, qui se développent d'une façon courante sur les fruits gras, les fruits secs et surtout les céréales et les produits laitiers. Ainsi que tout le monde sait, ce n'est qu'après des accidents massifs dans l'élevage des volailles et du gros bétail, vers les années 60, que l'on a étudié ces produits et qu'on a montré comment les isoler, quelles étaient leurs actions sur l'animal et l'homme et par quels procédés les détruire ou empêcher la prolifération des moisissures.

Il n'est donc pas question ici d'en faire une étude complète; nous avons seulement réuni les travaux les plus récents sur la question : sur 42 références qui accompagnent ce chapitre, 36 datent seulement d'un ou deux ans : c'est dire que le problème est toujours d'actualité.

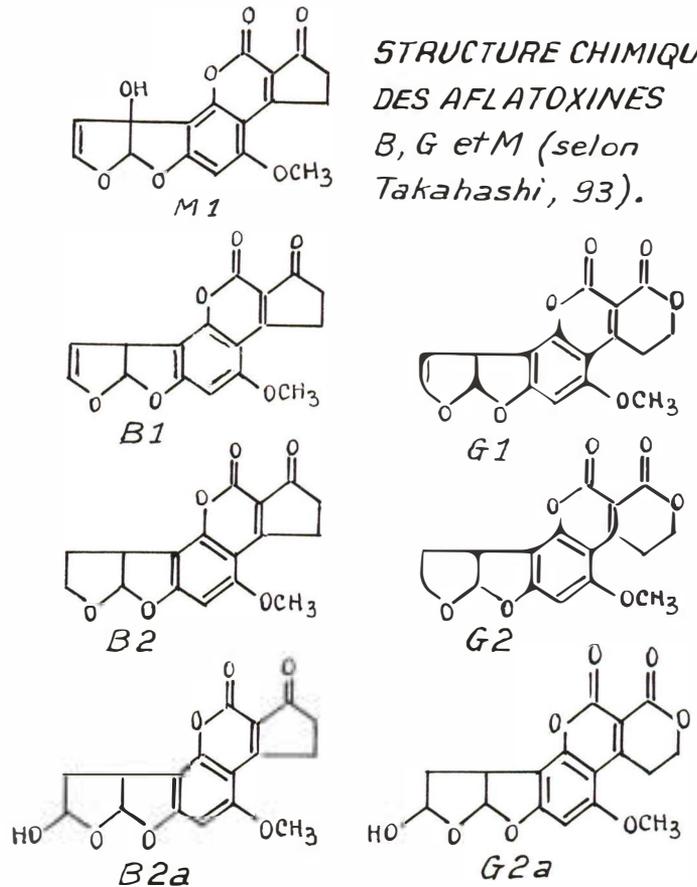
Parmi les mycotoxines, pourquoi des aflatoxines ? Parce qu'elles représentaient - moins maintenant qu'on sait les éviter - un réel danger. Ce sont des produits d'*A. flavus*, d'où leur nom. On en distingue plusieurs différentes, au moins 8, les plus virulentes étant désignées sous les termes B<sub>1</sub> et B<sub>2</sub> car elles donnent une fluorescence bleue aux U.V., G<sub>1</sub> et G<sub>2</sub> qui donnent une fluorescence verte, et M provenant de l'animal (lait de vache par exemple, après l'ingestion de fourrage ou de provende moisie). Leur formule est très semblable, les types B<sub>1</sub> et G<sub>1</sub> sont toxiques, cancérigènes et tératogènes; il semble que la structure qui provoque les accidents soit la double liaison d'éther vinylique 2,3 du début de la chaîne car si elle disparaît par action de l'intestin et du foie (que l'aflatoxine intoxique), le métabolite n'a plus d'action.

Le mécanisme de l'action hépatotoxique et cancérigène fait l'objet de beaucoup de recherches : COOPER (64), HAYES (71-72), JACQUET (77-78), UNEMURA (94); les poulets consommant des mycotoxines deviennent plus sensibles à diverses maladies et réagissent à de nouvelles absorptions; des auteurs japonais travaillant aux États-Unis [CHU (63)] ont d'ailleurs prouvé que les lapins intoxiqués réagissaient à l'aflatoxine B<sub>1</sub> par la production d'anticorps; mais tous les animaux ne réagissent pas de la même façon : les oiseaux sont plus sensibles aux maladies bactériennes parce que la phagocytose exercée par leurs leucocytes diminue, alors que les cobayes n'ont plus de sensibilisation cutanée à une attaque de *Nocardia asteroides* [PIER (86)].

Les dégâts sur le foie de l'homme ont été vérifiés statistiquement par RICHIR (88); sur 100 malades du foie, 6 % étaient porteurs d'aflatoxine B<sub>1</sub>, en quantités faibles mais dosables (1,6 à 8,1 g/kg), provenant peut-être du vin et sans doute de céréales, de fruits secs, de charcuterie ou d'épices; par contre, dans un seul cancer primitif du foie, RICHIR n'a pas trouvé d'aflatoxine dans le foie, alors que ce cancer est fréquent en Extrême-Orient ou au Kenya, dû à l'absorption d'aliments moisies, en particulier d'arachides.

## STRUCTURE CHIMIQUE DES AFLATOXINES

B, G et M (selon  
Takahashi, 93).



Pour une équipe japonaise de Tokyo [UMEMURA (94)], ce sont les ribosomes des cellules du foie de la souris, à laquelle on a injecté de l'aflatoxine B<sub>1</sub>, qui sont modifiés, devenant libres; on arrive à prévenir cette altération par une injection de corticostérone.

Il est intéressant de constater que si les aflatoxines sont cancérigènes, ce n'est pas général; JACQUET (78) par exemple a prouvé qu'un épithélioma expérimental provoqué chez le rat a régressé et que les tumeurs ont disparu, simplement en les immergeant dans une solution d'aflatoxine B<sub>1</sub>, qui se comporte comme un antinéoplasique mineur; elle augmente par contre la fréquence des métastases, alors que le dicoumarol la diminue. Un faible taux de protéines alimentaires aggrave l'intoxication, alors qu'un apport lipidique améliore l'état des animaux.

Qu'en conclure, sinon que l'alimentation dans son ensemble prédispose en bien ou en mal le consommateur agressé par une toxine? Selon J. BERNARD (L'espérance ou le nouvel état de la médecine, Buchet Chastel, éd. 1978), un autre facteur est primordial : la prédisposition organique de chaque être humain, unique par définition biologique, armé pour se défendre contre un produit chimique dangereux, ou contre un individu différent (rejet).

En attendant d'en savoir plus, en immunologie ou en cancérologie, il faut bien essayer de diminuer ou supprimer ces effets dangereux.

Une inactivation par l'ammoniac est possible; BREKKE (59) l'a fait en montrant que du maïs moisi traité à l'ammoniac puis donné à des truites, n'avait plus ni toxicité, ni pouvoir cancérogène, comparativement aux grains non traités. On peut aussi, par exemple, avec des épices risquant de moisir, ajouter de la cannelle, du clou de girofle ou plus simplement de l'aldéhyde cinnamique et de l'eugénol [BULLERMAN (61)] qui empêchent le développement des *Penicillium*; nous savons depuis longtemps que les huiles essentielles d'agrumes, par exemple, étaient douées d'un fort pouvoir antiseptique.

On pensait qu'une simple pasteurisation ou un traitement thermique normalement utilisé en technologie était suffisant pour détruire ces aflatoxines : en réalité, ce ne sont pas des protéines, mais des corps de structure assez simple et une chaleur de 90 °C pendant 30 minutes les laisse intactes [POLZHOFFER (87)], donc un fromage moisi puis fondu par le chauffage garde toute sa toxicité.

Naturellement, l'emploi des fongicides, non pas pour détruire les toxines, mais pour éviter la prolifération des moisissures, est efficace et recommandé, à condition qu'il ne soit pas dangereux par lui-même; c'est ce que propose la Fédération de Laiterie (54).

Certains faits sont curieux car pour l'instant on ne se les explique pas; prenons le cas du miel : une infestation de *Penicillium* ou d'*Aspergillus* peut produire des aflatoxines dans les ruches, en attaquant le pollen récolté, le couvain, les larves d'abeilles, mais il a été prouvé [HILLDRUP (74)] qu'on n'en trouve pas trace dans le miel; elles sont sans doute détruites par la teneur élevée en sucres, ou par d'autres constituants du miel.

D'où proviennent ces aflatoxines? Il est difficile de le dire. En règle générale, elles se forment à partir des moisissures citées qui se développent en milieu humide sur des substrats assez riches : tourteaux de céréales, amandes, fruits partiellement desséchés, fromages, parfois viandes. Les composés intermédiaires ne sont pas connus; mentionnons cependant un travail américain récent [FITZELL (65)] montrant qu'un corps présent à la biosynthèse des toxines est l'acétate versiconique.

Sont-elles vraiment dangereuses? Certainement, tout au moins à une dose vraiment minime; une teneur de 30 mg/kg semble admise par beaucoup de pays, mais il faudrait éviter un effet cumulatif qui doit se produire dans certains pays sous-développés (FRAYSSINET); pour les aliments du bétail, les résultats d'une enquête en France ont été publiés par GALTIER (68).

L'ouvrage de GOLDBLATT (70) est un peu ancien puisqu'il date de 1969; par contre nous disposons de quelques

résultats sur des produits divers; COOPER (64) définit l'action de ces toxines sur l'homme; en règle générale, à part les aliments du bétail (céréales, tourteaux), pour l'homme les aliments les plus souvent atteints par l'*Aspergillus flavus* sont les fruits secs [LAFONT (80)], dont les figues sèches [ALLEN (55), BUCHANAN (60), GIRGIS (69)], le maïs grain [BREKKE (59), LOVELACE (83)] et surtout les amandes de fruits tropicaux ou non. Naturellement les arachides consommées comme cacahuètes sont citées parmi les amandes importées [BASAPPA (57), CHERRY (62), WAIBEL (96)] mais aussi les noix indigènes ou importées [FULLER (67), PENSALA (85)], les pistaches [SUZANGAR (92)], les pinons ou amandes de pins d'Alep [BOUTRIE (58)] et surtout les pacanes [AYRES (56), KOHLER (79), SCHROEDER (89)]. Nous n'avons rien trouvé concernant l'amande cajou, mais il est probable qu'elle est susceptible de s'infecter.

Terminons par quelques méthodes de détection et de dosage; d'année en année, elles semblent s'affiner et donner des résultats plus rapides et plus fins, en différenciant les différentes molécules.

Le premier procédé est simplement la fluorescence, qui a permis de les découvrir et de leur donner une classification; comme les aflatoxines sont des coumarines - dites flavocoumarines - elles donnent en solution des fluorescences bleues ou vertes lorsqu'elles sont éclairées aux U.V. En 1971, JACQUET (76) a décrit une méthode simple de recherche, puis LAFONT (80) en 1975, LIN (82) en 1976; en 1977 SHOTWELL (90) a même pu évaluer quantitativement la dose présente au moyen d'un fluoromètre à filtre, et UWAIFO (95) a donné les caractéristiques des diverses aflatoxines en solution dans le chloroforme.

La chromatographie en couche mince, avec évaluation des taches fluorescentes aux U.V., a permis à ALLEN (55) de les déterminer dans les figues sèches; une chromatographie rapide sur mini-colonne d'une solution benzénique a été proposée par HOLADAY (75), mais c'est une chromatographie liquide à haute performance qu'a décrit TAKAHASHI (93), permettant de détecter et de séparer les aflatoxines B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, B<sub>2a</sub>, G<sub>2a</sub>, rapidement et avec plus d'exactitude que la chromatographie en couche mince.

Enfin, SPHON (91) a proposé dernièrement d'utiliser la spectrométrie de masse qui lui a permis de détecter et doser les aflatoxines B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, la rubratoxine B, la T<sub>2</sub> et la zéaralénone dans des mélanges complexes.

Ce n'est pas un procédé de dosage qu'a décrit LAWELLIN (81) en 1977, mais de visualisation dans les filaments d'*Aspergillus parasiticus*, sans destruction des tissus, par une technique immunologique de réactions enzymatiques : évidemment ce n'est pas une méthode simple applicable dans la pratique des laboratoires chargés du contrôle des aliments.

Il n'est pas question de conclure sur ce problème des aflatoxines puisque, nous l'avons vu, la plupart des travaux

sur ces mycotoxines ont été relevés en 1976 et 1977, donc on aura beaucoup de résultats plus intéressants dans les années qui viennent. On saura mieux comment le champignon les produit et on expliquera mieux leur mode d'action; peut-être même leur trouvera-t-on des applications en bactériologie ou en cancérologie. Ces *Aspergillus flavus* me remémorent une expérience personnelle qui a duré longtemps : mon laboratoire était installé, après la dernière guerre, dans le service de technologie du Professeur KEILLING, bien connu par ses travaux sur les fermentations et les micro-organismes "utiles" pour l'homme.

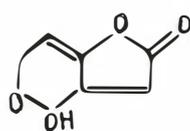
Pendant quelques années, j'ai eu comme voisin le Docteur RISLER, qui travaillait justement sur *A. flavus*, qu'il faisait pousser sur du riz ou du maïs; avant qu'on parle des aflatoxines, il tirait du champignon broyé et du liquide nutritif une substance qu'il appelait flavorhizine; le procédé était breveté, et il traitait par injection de cette substance des tuberculeux porteurs de BK; à l'époque, il en restait beaucoup, surtout à cause des carences dues à la guerre. Le plus intéressant est qu'il obtenait des résultats surprenants, en peu de temps : les malades n'étaient plus contagieux et recouvraient une santé et une activité normale.

Actuellement, la tuberculose est traitée par des moyens chimiques : para-amino-salicylate, chlorydrate d'éthambutol, isoniazide, éthionamide, protionamide et bien entendu des antibiotiques; certains BK sont résistants à certaines molécules chimiques, mais l'arsenal des spécialités antituberculeuses est assez étendu pour qu'on trouve le médicament convenable. Peut-être une aflatoxine employée à dose réduite deviendra-t-elle un jour un antituberculeux excellent, n'apportant pas d'autres perturbations dans l'organisme.

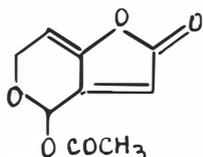
3 - LA PATULINE

Ainsi qu'il a été souligné au début, ce travail a été demandé surtout pour mettre au point les notions que nous pouvions avoir sur une mycotoxine qui est plus fréquente sur les fruits infectés et qui, comme les aflatoxines, est connue depuis les années 60, car les recherches et mises au point concernant ce toxique sont relativement abondantes, surtout dans les pays du nord de l'Europe et en Amérique : la patuline, produite par beaucoup de moisissures qui s'attaquent aux fruits.

La formule développée de cette patuline est très simple, bien que sa dénomination ne le soit pas : 4-hydroxy-4 H-furo-2,2-pyran-2 (6 H) one. Elle a été déterminée voici longtemps par un américain, WOODWARD (157).



PATULINE



ACETATE DE PATULINE

Elle existe aussi sous forme d'acétate dans les vinaigres de pommes contaminés et sous forme d'oximes cristallisables quand elle a subi un chauffage à 155 °C, ce qui est rare dans la technologie des aliments.

Les champignons qui métabolisent ce toxique sont très nombreux : *Penicillium patulum* (d'où son nom), *P. urticae*, *P. expansum*, *P. melinii*, *P. leucopus*, *Aspergillus clavatus*, *A. claviforma*, *Gymnoascus* sp. et aussi *Byssoschlamis nivea* qui ne produit pas que de l'acide byssoschlamique.

D'autres moisissures et surtout des associations de moisissures diverses qui attaquent aussi bien un morceau de pain humide que des fourrages ensilés ou que des fruits doivent être à l'origine de l'apparition de la patuline, associée avec d'autres mycotoxines; comme c'est un corps relativement simple et facile à déterminer, cela explique probablement qu'il a été signalé depuis assez longtemps, notamment dans les fruits moisiss.

La patuline, comme les aflatoxines et d'autres mycotoxines, a été indiquée comme un contaminant toxique et cancérogène; à vrai dire, il faut examiner de près les travaux qui ont établi ce pouvoir.

En 1975, STOTT (153) a établi dans un journal de produits laitiers que la patuline était une des mycotoxines que l'homme devrait éviter, étayant son travail avec une liste de 143 références; au début, après la dernière guerre, on pensait qu'elle pouvait agir comme antibiotique; LAFONT (122) a rapporté récemment qu'elle pouvait inhiber le développement d'autres moisissures, des protozoaires et des bactéries :

Espèces	Effet
<i>P. nigricans</i> .....	inhibition
<i>Ustilago tritici</i> .....	inhibition
<i>A. flavus</i> - <i>A. niger</i> .....	} inhibition de la sporulation ou de la germination
<i>P. expansum</i> .....	
<i>Cladosporium herbarum</i> .....	
<i>Rhizopus nigricans</i> .....	
<i>Thamnidium elegans</i> .....	
<b>Concentration active</b>	
<b>Protozoaires, bactéries</b>	
<i>Paramecium aurelia</i> .....	10 mg/l
<i>Trypanosoma equiperdon</i> .....	0,1 mg/l
Bactéries Gram + .....	8 à 30 mg/l
<i>Echerichia coli</i> .....	6 à 10 mg/l
<i>Actinomyces scabies</i> .....	6 mg/l

La patuline n'a pas d'effet sur les levures *Candida*, donc sur les candidoses des voies urinaires; par contre elle est utilisable contre certaines dermatomycoses.

Son action toxique a été surtout incriminée après des expériences sur la souris et le rat; CAPITAINE (100) l'a prouvé puis ESCOULA (105) : pour le rat 2 à 8 mg/kg et pour la souris 4 à 22 mg/kg, sont les doses maximales tolérables par l'animal, les doses mortelles variant de 3 à

32 mg/kg; cependant, l'auteur précise que la patuline présente un certain intérêt pour l'homme car elle a une action synergique avec la streptomycine et permet de retarder l'apparition d'une streptomycino-résistance de l'organisme. Bien entendu nous disposons maintenant de bien des antibiotiques évitant l'emploi et les dégâts parfois gênants de la streptomycine : mais la patuline ne semble pas avoir induit de résistance.

Mais l'homme n'est ni un rat ni une souris : on sait que le comportement des animaux n'est pas le même vis-à-vis d'une toxine déterminée, chaque espèce et chaque individu réagissant différemment. C'est pourquoi l'expérience a été conduite récemment sur des singes, des macaques de grande taille, qui, pensait-on, pourraient avoir une sensibilité plus près de l'homme que du rat. Pourtant on sait que la loi américaine autorise l'expérimentation de médicaments sur l'homme, pourvu que celui-ci soit consentant (ce qui arrive pour des condamnés qui peuvent, par ce moyen, bénéficier d'une remise de peine).

Le rapport sur ces macaques a été publié très récemment par un laboratoire d'université américaine [GARZA (113)]; or on peut constater qu'une absorption allant jusqu'à un mois de patuline imprégnant des bananes lyophilisées à des doses très importantes (jusqu'à 500 g par kg et par jour) n'avait pour ainsi dire aucun effet sur les composants du sang, les protéines, le cholestérol, la transaminase, ni sur l'activité et la vitalité des animaux; simplement les derniers jours ceux-ci ne voulaient plus accepter les bananes traitées, peut-être en raison du goût trop prononcé du tampon citrique. Le rapport fournit quelques hypothèses sur l'apparente non-toxicité de la patuline pour les primates : elle serait hydrolysée par les sucs digestifs alcalins dans l'intestin et évacuée rapidement par l'urine; une injection directe dans le sang aurait peut-être des conséquences plus graves. On peut en conclure que si l'on continue à s'en servir pour l'homme, comme un antibiotique à injecter, il faudra toujours faire attention aux doses limites acceptables.

Outre sa toxicité, on a constaté - comme pour les aflatoxines - qu'une injection de patuline chez la souris, le rat ou le cobaye pouvait induire des cancers du sang, de la peau ou des tumeurs cancéreuses; ceci a été montré par CAPITAIN (100); un autre Français, HATEY (117), explique que ce composé pouvait détruire des enzymes, déclencher des altérations au niveau des processus de transcription et de traduction, donc de modifier les gènes, favoriser les gènes cancérogènes en supprimant les gènes protecteurs et, bien entendu, provoquer des tératogénies (par exemple une injection dans l'espace libre d'un œuf à couver provoque la naissance d'un poussin difforme) [CIEGLER (101)].

Nous voyons, en définitive, que la patuline ne constitue pas un gros danger pour l'homme; alors pourquoi en parle-t-on si souvent? Sans doute parce qu'elle a été mieux étudiée que d'autres mycotoxines et que la nourriture du

bétail par des fourrages ou fruits moisissus peut éventuellement entraîner des dégâts [ESCOULA (103-104)]. La teneur en eau résiduelle de ces fourrages et graines est importante, car si elle s'abaisse, la moisissure ne peut pas se développer [HARWIG (116), POHLAND (131)]; de même, des déchets de pain pour le bétail (ou même pour l'homme) peuvent moisir dans une ambiance humide, avec une certaine acidité et un bon éclairage, et les moisissures produire des aflatoxines et de la patuline [REISS (137-138)]. Le même cas peut se produire pour le fromage, mais on constate que le fromage injecté artificiellement d'une solution de patuline la détruit rapidement en raison de la présence de ses composés sulfhydriques [STOTT (154)].

Comme nous l'avons annoncé au début, c'est parce qu'on parle trop du danger de la patuline pour l'homme, en raison de la présence de cette mycotoxine dans les fruits moisissus et leurs produits, qu'une mise au point est nécessaire. En effet, nous avons vu un grand nombre de travaux sur ce sujet, mentionnant un danger possible mais ne décrivant jamais le moindre cas d'intoxication : BUCHANAN (98) cite les fruits à noyau et les poires pouvant être contaminés par *P. expansum*; DRILLEAU (102) de la Station de Recherches Agronomiques de Rennes, parle évidemment de la pomme et du cidre, de même HARWIG (115) au Canada, LOVETT (124-125) aux États-Unis, MEYER (126) du jus de pomme en Allemagne, POLZHOFFER (133) du même sujet aux États-Unis, RALLS (135) du vinaigre de cidre, ROSEN (139) encore du jus de pomme ainsi que SCOTT (142-143-144-145) et SANDS (141) du cidre.

SOMMER (148) a fait un exposé sur divers fruits et STINSON (150) a décrit la méthode de dosage à la 2,4-diphénylhydrazone pour le jus de pomme. FRANCK (109-110) envisage des fruits et des légumes, FRITZ (111) montre que la moisissure *Byssochlamis nivea* peut donner un mélange d'acide byssochlamique et de patuline, SALEM (140) donne sa méthode de fluorométrie applicable à la recherche de la toxine dans les produits de la pomme et SCOTT (145) décrit la chromatographie en couche mince pour des jus de pomme; SOMMER (149) présente la patuline comme la mycotoxine des produits de fruits, sans dire lesquels, mais SCOTT (142) précise que le vin aussi peut être contaminé si le moût de raisin a moisi en cuve.

En somme, nous savons que beaucoup de fruits peuvent héberger des moisissures telles que *Penicillium patulum*, *P. expansum*, *Aspergillus clavatus* et *Byssochlamis nivea*, mais c'est surtout la pomme et ses produits (jus, vinaigre, cidre) qui ont attiré l'attention. Il est difficile de dire pourquoi une pomme moisie est invendable, un jus de pomme contenant 10 % de pommes gâtées est imbuvable; par contre, il est évident qu'un cidre, un vinaigre de cidre ou même un vin changent complètement de goût à cause de la fermentation et pourraient donc avoir été fabriqués à partir de pommes moisies, mal triées ou mal lavées, ou de moût couvert d'une couche de moisissures en surface, comme

il arrive dans les cuves non surveillées. Cela ne veut pas dire que le cidre ni le vin fabriqués en France soient suspects. DRILLEAU (102) a démontré le contraire, ainsi que TANNER (155) en Suisse.

Peut-être en définitive faudrait-il que ces produits de fruits (y compris les fruits séchés) soient contrôlés d'une manière plus systématique par le Service de la Répression des Fraudes, qui est aussi celui du contrôle de la qualité.

Les méthodes d'analyse et de contrôle ont été décrites : comme pour les aflatoxines, il s'agit de la fluorométrie des taches séparées par chromatographie, de la chromatographie en couche mince, de la résonance magnétique nucléaire; des méthodes sont simples et rapides, d'autres plus élaborées visent à séparer et reconnaître les métabolites qui donnent naissance à la patuline, et les catabolites permettant la destruction de sa nocivité; nous les citerons sans commentaire : ISOHATA (119), JOSEFSON (120), MEYER (126), POHLAND (130), POLZHOFFER (133-134), RALLS (135), ROSEN (139), SCOTT (144-145), STINSON (150), STOLOFF (151), TANNER (155), WARE (156), YAMAMOTO (159).

Notons que STOTT (152) a utilisé une méthode microbiologique : il fait pousser des spores de *Bacillus megatherium* et les colonies sont détruites au contact de solutions contenant de la patuline.

Il nous reste à voir comment éviter la croissance de la moisissure sur les aliments à préserver et, en cas de prolifération visible, comment inactiver ou détruire la patuline et son pouvoir toxique.

Le plus simple est évidemment, lorsque c'est possible, de trier les fruits et de jeter ceux qui sont partiellement ou complètement altérés : LOVETT (125) l'a proposé pour les pommes ; on peut aussi, quand c'est autorisé et sans danger, laver avec un antiseptique; SHAHANI (147) a indiqué la pimarinine, un antifongique parfois utilisé en alimentation.

Le passage sous vide est aussi un moyen d'éviter la prolifération de *P. patulinum* et *P. expansum* [ADAMS (97)]; en Hongrie, FARKAS (107) propose simplement d'utiliser des antifongiques; HARWIG (116), nous l'avons vu, conseille de maintenir les grains à l'abri de l'humidité; ORTH (128) a montré que cette humidité permettait la germination des spores.

Malheureusement pour nous, la patuline est un corps qui résiste bien aux traitements thermiques utilisables en conserverie par exemple à 95 °C pendant 30 minutes, ce qui est beaucoup [POHLAND (131), SCOTT (142)]. En s'inspirant de ce qui existe pour les aflatoxines, BURROUGHES (99), chercheur anglais spécialisé dans le cidre et le poiré, pensait

que les sulfites ou SO<sub>2</sub> gazeux pouvaient inactiver la toxicité en entrant dans la molécule : ceci s'est révélé faux, la patuline reste intacte et aussi active. Par contre, les radicaux sulfhydryl entrent en combinaison et inactivent la toxine, comme l'ont montré HOFFMAN (118), REISS (136), FARKAS (106); la molécule n'est pas une chaîne peptidique comme une enzyme, telle que la papaïne ou la broméline, dont l'action est au contraire activée par les sulfhydryles. De même l'ammoniac gazeux, se solubilisant dans un milieu contenant 20 à 25 % d'humidité, semble le procédé simple et bon marché employé actuellement pour détoxifier la plupart des mycotoxines des aliments; c'est surtout dans des articles récents que nous l'avons vu décrit (164-168).

## CONCLUSION

Que peut-on dire de ces produits dangereux pour l'homme et l'animal après ce tour d'horizon qui a été nécessité pour répondre avec des arguments sérieux à beaucoup d'observations qui nous sont adressées par des personnes sans doute mal informées mais qui se disent puristes, attachées à défendre l'homme et sa santé innée contre les nuisances de la civilisation moderne? Deux choses qui nous semblent indispensables :

1° Il est intéressant d'avoir découvert et isolé, souvent avec leur formule chimique exacte, les mycotoxines parfois dangereuses, en particulier pour l'animal nourri par l'homme sans grandes précautions. Par contre, pour l'homme lui-même, qui surveille sa nourriture, les enquêtes et dosages ont prouvé qu'il ne risquait pas grand chose; rappelons-nous le vieil axiome de PARACELSE : dans la nature, tout est toxique et rien n'est toxique; seule la dose peut être toxique. C'est vrai même pour l'eau! En définitive, il est intéressant de connaître les moisissures produisant des toxines sur les aliments du bétail, quand ce ne serait que pour les détruire ou inactiver leurs métabolites.

2° Au point de vue scientifique, il est utile de montrer que les corps découverts peuvent être utilisés, à doses réduites et contrôlées, soit pour détruire d'autres moisissures, soit pour lutter contre d'autres micro-organismes dangereux, soit pour induire des immunités dans les cellules de l'organisme animal.

Un corps toxique à haute dose, ou même cancérigène, possède une molécule active et cette activité est souvent utilisée par la phytopharmacie et même la pharmacopée animale, à condition d'en limiter l'action; la connaissance précise de nouvelles molécules produites par les moisissures, telles que quelques mycotoxines parmi beaucoup, 6 à 8 aflatoxines et même la patuline, n'est pas inutile et servira peut-être un jour pour la santé humaine.

## BIBLIOGRAPHIE

- 1 - Travaux sur les mycotoxines en général et quelques-unes en particulier.**
1. ANONYME.  
Les mycotoxines.  
*Bull. Intérieur de Doc.* n° 2, 1976, Service de la Répression des Fraudes.
  2. J.C. BOUHET, P.P. CHONG, F. TOMA.  
Isolation of Luteoskyrin and Rugulosin, two hepatotoxic anthraquinoids from *P. islandicum* and *P. rugulosum*.  
*J. Agric. Food Chem.*, 1976, **24**, 964.
  3. T.C. CAMPBELL, L. STOLOFF.  
Implication of mycotoxin for human health.  
*J. Agric. Food Chem.*, 1974, **22**, (6), 1006-1015.
  4. W.W. CARLTON, M.E. STACK, P.M. EPPLEY.  
Hepatic alterations produced in mice by Xanthomegin and Viomellein from *P. viridicatum*.  
*Toxicol. applied Pharmacol.*, 1976, **38**, 455.
  5. S.J. CERUTI.  
Isolamento e identificação de miceti tossigeni.  
*Industria Alim.*, 1977, **16**, (140), 104-106.
  6. F. CHANG, F. CHU.  
The fate of Ochratoxin A in rats.  
*Food and Cosmet. Toxicol.*, 1977, **15**, (3), 199-204.
  7. G. CIRILLI.  
Le contaminazioni fungine degli alimenti.  
Pinerolo, ed. Chiriotti, 1976, 175 p.
  8. R. DABBAH, V.M. EDWARDS.  
Antimicrobial action of some Citrus oils on selected food borne bacteria.  
*Applied Microb.*, 1970, **19**, (1), 27-31.
  9. N.D. DAVIS, R.E. WAGENER, R.E. DALBY.  
Toxic fungi in foods.  
*Applied Microb.*, 1975, **30**, 159.
  10. C. ECKAROT, E. AHRENS.  
*Byssoschlamis fulva* als potentiellern Verderbniserreger in Erdbeerkonserven.  
*Chem. Microb. Technol. der Lebensmittel*, 1977, 1-5, (3), 71-75, 11-5, (3), 76-80.
  11. C. EMCH, E. MARTH.  
Methods to purify and determine Rubratoxins.  
*ZLUF*, fév. 1977, **163**, (2), 115-120.
  12. G. ENGSTROM, J. RICHARD, S. CYSEWSKI.  
Detection and resolution of rubratoxin, aflatoxin and other mycotoxins.  
*J. Agr. Food Chem.*, 1977, **25**, (4), 833-836.
  13. K.H. ESCHMANN.  
Stoffwechselprodukte der Schimmelpilze in Fruchtsäften und Konzentraten.  
*Arch. für Lebensmittelhygien.* jun. 1971, **22**, (6), 126-129.
  14. C. FRAYSSINET.  
Effets immunodépresseurs des mycotoxines.  
*C.R. 3<sup>e</sup> Sympos. Int. sur les mycotoxines*, 16 sept. 1976, Paris.
  15. W. FRITZ.  
Byssoschlamsäure von Pilze in Fruchtsäften.  
*Nahrung*, 1976, **20**, (5), 539-542.
  16. F. GALLAGHER, G. LATCHI.  
Production of tremogenic mycotoxin Verrucologen and Fumitremorgin by *P. piscarium*.  
*Appl. Environ. Microb.*, 1977, **33**, (3), 730-731.
  17. P. GALTIER.  
Considérations toxicologiques et métaboliques à propos de l'Ochratoxine A.  
*Cahiers Nutrit. Diétét.*, 1976, suppl. 2, 83-87.
  18. S. GARG, M. TRIPATHI.  
Zur fungiziden Wirkung ätherischer Ole.  
*Riechst. Arom. Kosmet.*, 1977, **27**, (8), 209.
  19. L. GOLDBLATT.  
Mycotoxins. Past, present and future.  
*J. Am. Dietet. Assn.*, 1977, **54**, (4), 302-309.
  20. J. GUIRAUD, T. PIWA, J. CROUZET, P. GALZY.  
Influence des conditions de culture sur l'excrétion d'une mycotoxine par quelques souches de *P. roqueforti*.  
*C.R. 3<sup>e</sup> Sympos. Int. sur les Mycotoxines*, 16 sept. 1976, Paris.
  21. R. HEIM.  
Les champignons toxiques et hallucinogènes.  
Bouvée éd., Paris 1963, 327 p.
  22. C. HESSELTINE.  
Mycotoxins other than aflatoxins.  
*C.R. Proc. Inst. Biodegradation*, Sympos. London, 1976, 607-623.
  23. C. HUHTANEN, J. NAGHSKI, C. CUSKI.  
Growth and production of toxin by *Clostridium botulinum* in mouldy tomato juice.  
*Applied Environm. Microbiol.*, 1976, **32**, (5), 711-715.
  24. E. ISOHATA, Y. TAKEDA, M. UCHIYAMA.  
Determination of Sterigmatocystin by liquid chromatography.  
*J. Food Hyg. Soc. Jap.*, 1976, **17**, (5), 392-394.
  25. M. JEMMALI.  
Contamination par la flore fongique.  
*Bull. Techn. Inf. Min. Agr.*, 1974, (287), 89-99.
  26. M. JEMMALI.  
Dosage des mycotoxines.  
*Cahiers Nutrit. et Diétét.*, 1976, **11**, suppl. 2, 31-35.
  27. M.T. JUILLET.  
Les mycotoxines sauf les aflatoxines dans les graines oléagineuses.  
*Rev. Fr. Corps Gras*, mai 1971, **18**, (5), 301-307.
  28. P. LAFONT, J. LAFONT.  
Les mycotoxines humaines.  
*Cahiers Nutrit. et Diétét.*, 1976, **11**, suppl. 2, 39-48.
  29. P. LAFONT, J. LAFONT, J. PAYEN.  
Toxin production of 50 strains of *Penicillium* used in the cheese industry.  
*Food Cosmet. Toxicol.*, 1976, **14**, 137.
  30. C. LEVI, H. TRENK, J. YERANSIAN.  
Investigation on mycotoxins relative to coffee.  
*C.R. Coll. Int. Chim. Cafés*, Hambourg, 1975, **7**, 287-294.
  31. K.M. VAN DER MEERWE.  
Ochratoxin A, a metabolite produced by *Aspergillus ochraceus*.  
*Nature*, 1965, **205**, 1112.
  32. E. VON MILCZEWSKI, U. KRUSCH.  
Zellkulturen menschlichen Herkunft durch Mycotoxin.  
*Kieler Milchwirtschaftlicher Forschungsberichte*, 1976, **28**, (4), 391-457.
  33. C. MOREAU.  
Moisissures toxiques dans l'alimentation.  
Masson éd., Paris, 1974.
  34. C. MOREAU.  
Les mycotoxines dans les aliments.  
*Le Lait*, mai 1976, (555), 286-305.
  35. C. MOREAU.  
Les mycotoxines.  
*Gaz. Méd. Fr.*, 18 nov. 1977, **84**, (7), 639-640.
  36. D.A. MOSSEL.  
Progress en bactériologie, mycologie, virologie et parasitologie.  
*Cahiers Nutrit. et Diétét.*, 1977, **12**, (3), 181-191.
  37. J. PAYEN.  
Mycoflore toxique.  
*Cahiers Nutrit. et Diétét.*, 1976, **11**, suppl. 2, 11-15.
  38. I.F. PURCHASE.  
The acute toxicity of Ochratoxin.  
*Food Cosmet. Toxicol.*, 1968, **6**, 479.
  39. I.F. PURCHASE, T. GONCALVES.  
Mycotoxins in human health.  
McMillan éd., London, 1971.
  40. C. RABIE, M. STEYN, G. SCHALWYK.  
New species of *Aspergillus* producing sterigmatocystin.  
*Applied. Environ. Microbiol.*, 1977, **33**, (5), 1023-1025.

41. M.J. REMM.  
Pilze in Fruchtsäften und die Gefährlichkeit ihrer Stoffwechselprodukte.  
*Flüss. Obst.*, août 1970, **37**, (8), 342-346.
42. J. REIB.  
Mycotoxinen in Lebensmittel.  
*ZLUF*, mars 1976, **160**, (3), 313-319.
43. H. RIETH.  
Gefährdung der gärungslosen Fruchtverwertung durch Humanpathogene Schimmelpilze und Hefen.  
*Flüss. Obst.*, fév. 1975, **42**, (2), 52-54.
44. H. SCHRODER, R. COLE.  
Natural occurrence of Alternariols in discolored pecans.  
*Ind. Alimentari*, 1977, **25**, (1), 204-205.
45. D.M. SCOTT, B.P. KENNEDY, J. HARWIG.  
Study of conditions for production of Roquefortine from *Penicillium roqueforti*.  
*Applied Environ. Microbiol.*, 1977, **33**, (2), 249-253.
46. M.E. STACK, R.M. EPPLEY, P.A. DREIFUSS.  
Isolation of Xanthohomogin, Isomellin, Rubosulfon and Viopurpurin from *P. viridicatum*.  
*Applied Environ. Microbiol.*, 1977, **33**, 35'
47. L. STOLOFF, S. NESHEIM, L. YIN.  
A multimycotoxin detection for aflatoxin, ochratoxin, zearalenone, sterigmatocystin and patulin.  
*J. of AOAC*, 1971, **54**, (1), 91-97.
48. T. SUGIMOTO, M. MINAMISAWA, K. TAKENO.  
Detection of Ochratoxin, Citrinin and Sterigmatocystin.  
*J. Food Hyg. Soc. Jap.*, 1977, **18**, (2), 176-181.
49. R. WYATT.  
Production of Citrinin by *P. citrinum*.  
*Poultry Sci.*, 1977, **56**, (4), 1342-1344.
50. T. YOSHIZAWA, T. MOWOKA, Y. SAWADA.  
Tremogenic mycotoxin from *P. paraherques*.  
*Appl. Environ. Microbiol.*, 1976, **32**, 441.
51. J. LANSDEN, R.J. COLE, J.W. DORNER.  
A new Trichothecene mycotoxin isolated from *Fusarium tricinum*.  
*J. Agr. Food Chem.*, jan. 1972, **26**, (1), 245-249.
52. C. DENNIS, R. DAVIS.  
Susceptibility of strawberries to fungal spoilage.  
*J. Appl. Bacteriol.*, 1977, **42**, (2), 197-206.
53. J. SCHULTZ.  
Die Mykroflora der Futtermittel als Gefahrenquelle für die Tierproduktion.  
*Monatschr. für Veterinarmed.*, 1977, **32**, (2), 1788-1792.
- 2 - Travaux sur les aflatoxines, se rapportant surtout aux fruits, amandes, tourteaux et boissons.**
54. ANONYME.  
Signification des aflatoxines pour l'industrie laitière.  
*Bull. Ann. FIL*, 1976, doc. 98, 43 p.
55. L. ALLEN.  
2-dimensional thin-layer chromatography of aflatoxin in figs.  
*J. AOAC*, jun. 1974, **57**, (6), 1398-1401.
56. J. AYRES.  
Aflatoxin in pecans. Problems and solutions.  
*J. Am. Oil Chemists Soc.*, mars 1977, **54**, (3), 229-230.
57. S.C. BASAPPA, V.S. MURTHY.  
State of aflatoxin in ground nut oil.  
*J. Sci. Food agr.*, mars 1977, **14**, (2), 57-60.
58. E. BOUTRIE, M. JEMMALI, A.E. POHLAND.  
Aflatoxin in tunisian Aleppo pine nuts.  
*J. AOAC*, mars 1977, **60**, (3), 747-748.
59. O. BREKKE, R. SINNHUBER, A. PEPLINSKI.  
Aflatoxin in corn - ammonia inactivation and bio-assay with trout.  
*Applied Environ. Microbiol.*, 1977, **34**, (1), 34-37.
60. J.R. BUCHANAN, N.F. SOMMER.  
*Aspergillus flavus* infection and aflatoxin production in fig fruit.  
*Applied Microbiol.*, aug. 1975, **30**, (2), 238-241.
61. L.B. BULLERMAN, F.Y. LIEU, S.A. SEIER.  
Inhibition of growth and aflatoxin production by Cinnamon Clove oils, Cinnamic aldehyde and Eugenol.  
*J. Food Sci.*, 1977, **42**, 1107-1109.
62. J.P. CHERRY, L.R. BEUCHAT, P.E. KOEHLER.  
Soluble proteins and enzymes as indicators of change in peanuts infected with *Aspergillus flavus*.  
*J. Agr. Food Chem.*, jan. 1978, **26**, (1), 242-245.
63. F. CHU, I. UENO.  
Production of antibody against aflatoxin B<sub>1</sub>.  
*Applied Environ. Microbiol.*, 1977, **33**, (5), 1125-1128.
64. P. COOPER.  
Possible effects of aflatoxin in human body.  
*Food Cosmet. Toxicol.*, 1976, **14**, 151-152.
65. D. FITZELL, R. SINGH, D. HSIEH.  
Versiconol hemiacetal acetate as an intermediate to aflatoxin biosynthesis.  
*J. Agr. Food Chem.*, 1977, **25**, (5), 1193-1197.
66. C. FRAYSSINET, M. JEMMALI.  
Règlementation de la teneur en aflatoxine des aliments.  
*Méd. et Nutr.*, sept. 1976, **12**, (5), 321-323.
67. G. FULLER, W. SPOONLER, H. KING.  
Survey of aflatoxins in Californian tree nuts.  
*J. Amer. Oil Chem.*, mars 1977, **54**, (3), 231-234.
68. P. GALTIER, M. JEMMALI, G. LARRIEU.  
Enquête sur la présence éventuelle d'aflatoxine en France.  
*Ann. Nutr. Alim.*, mars 1977, **31**, (3), 381-389.
69. A.N. GIRGIS, S. ELSHERIF, N. ROFAEL.  
Aflatoxins in Egyptian foodstuffs.  
*J. AOAC*, mai 1977, **60**, (3), 746-747.
70. L.A. GOLDBLATT.  
Aflatoxines.  
Ed. Acad. Press, NY 1969.
71. A. HAYES, J. CAIN, B. MOORE.  
Effects of aflatoxin B<sub>1</sub>, Ochratoxin A and Rubratoxin B on rats.  
*Food and Cosmet. Toxicol.*, 1977, **15**, (1), 23-27.
72. J. HAYES, C. POLAN, T. CAMPBELL.  
Bovine liver metabolism and tissue distribution of aflatoxin B<sub>1</sub>.  
*J. Agr. Food Chem.*, 1977, **25**, (5), 1189-1193.
73. N. HENRY.  
Toxicité de la toxine T<sub>2</sub> de *Fusarium tricinum* chez le poulet.  
*Incl. Alim. Animale*, 1977, (10), 29-30.
74. J. HILLDRUP, T. EADIE, G. LLEWELLYN.  
Tungal growth of aflatoxin on apianian tree substrates.  
*J. AOAC*, jan. 1977, **60**, (1), 96-99.
75. L.E. HOLADAY.  
Rapid determination of aflatoxins and ochratoxin A.  
*J. AOCS*, sept. 1976, 603-605.
76. J. JACQUET, P. BOUTIBONNES, A. TEHARI.  
Méthode simple de recherche des aflatoxines.  
*Ind. Agr. Alim.*, jun. 1971, **88**, (1), 5-14.
77. J. JACQUET, A.T. ELARAKI.  
Notion du pouvoir toxicogène des souches d'*Aspergillus*.  
*C.R. 3<sup>e</sup> Sympos. Internat. IUPAC*, Paris, sept. 1976.
78. J. JACQUET, S. LEHARINIER.  
Pouvoir anticancéreux de l'aflatoxine B<sub>1</sub> sur l'épithélioma T<sub>8</sub>.  
*C.R. 3<sup>e</sup> Sympos. Internat. IUPAC*, Paris, sept. 1976.
79. P. KOHLER, F. ESCHER, J. AYRES.  
Incidence of aflatoxin contamination on pecans.  
*IUFOS*, Madrid 1974, **4**, 254-260.
80. P. LAFONT, J. LAFONT.  
Le dosage de l'aflatoxine B<sub>1</sub> dans les aliments à base de fruits.  
*Cah. Nutr. Diét.*, 1975, **10**, (1), 53-58.
81. D. LAWELLIN, D. GRANT, B. JOYCE.  
Aflatoxin localization by the enzyme linked immunocytochemical technique. Enzyme linked immunoadsorbant analysis for aflatoxin B<sub>1</sub>.  
*Appl. Environ. Microbiol.*, 1977, **34**, (1), 88-93; 1977, **34**, (1), 94-96.
82. M.T. LIN, J.C. DIANESE.  
Rapid detection of aflatoxin by *Aspergillus* sp.  
*Phytopath.*, 1976, déc., **66**, (12), 1466-1469.
83. C.E. LOVELACE, C.B. NYATHI.  
Estimation of fungal toxins contaminating opaque maize beer in Zambia.  
*J. Sci. Food Agr.*, mars 1977, **28**, (3), 288-292.

84. R. MANN, H. REHM.  
Abbau von Aflatoxin B<sub>1</sub> durch verschiedene Mikroorganismen.  
*Z. LUF.*, jan. 1977, **163**, (1), 39-44.
85. O. PENSALA, A. NISKANEN, S. LAHTINEN.  
The occurrence of aflatoxin in nuts and nut products imported in Finland.  
*Nordisk Veterinær Medicin*, 1977, **29**, (7), 347-355.
86. A.C. PIER, R.E. FICHTNER, J.S. CYSENSKI.  
Effect of Aflatoxin in the cellular immunosystem.  
*C.R. 3<sup>e</sup> Sympos. IUPAC*, Paris 1976, n° 61.
87. K. POLZHOFFER.  
Hitzestabilität von Aflatoxin M<sub>1</sub>.  
*Z. LUF.*, 1977, **164**, (2), 80-81.
88. C. RICHIR, J. PACCALIN, S. LARCEBEAU.  
Présence d'aflatoxines dans le foie humain. Résultat de 100 analyses hépatiques.  
*Cah. Nutr. Diét.*, 1976, **11**, (3), 223-225.
89. H.W. SCHROEDER.  
Occurrence and prevention of mycotoxins in pecans.  
*C.R. 3<sup>e</sup> Sympos. IUPAC*, Paris 1976, n° 91.
90. O. SHOTWELL, M. GOULDEN, W. KWOLEK.  
Evaluation of aflatoxins by filter fluorometer reading.  
*J. AOAC*, 1977, **60**, (5), 1220-1222.
91. J. SPHON, P. DREIFUSS, H. SCHULTER.  
Field desorption mass spectrometry of mycotoxins.  
*J. AOAC*, jan. 1977, **60**, (1), 73-82.
92. M. SUZANGAR, H. MOJTAHEDI, A. EMMANI.  
First and second stage aflatoxin contamination of pistachio nuts.  
*C.R. 3<sup>e</sup> Sympos. IUPAC*, Paris 1976, n° 16.
93. D.M. TAKAHASHI.  
High performance liquid chromatography of aflatoxin determination in wine.  
*J. Chromatog.*, jan. 1977, **131**, (1), 147-156.
94. Y. UMEMURA, T. INOUE, M. TAKAGI.  
Effect of aflatoxin B<sub>1</sub> and cortisterone on ribosome distribution.  
*Agr. and Biologic. Chem.*, 1977, **41**, (7), 1269-1273.
95. A. UWAIFO, B. EMEROLE, O. BASSIR.  
Fluorescent characteristics of solutions of aflatoxins in chloroforme.  
*J. Agr. Food Chem.*, 1977, **25**, (5), 1218-1220.
96. J. WAIBEL.  
Stichprobengröße für die Bestimmung von Aflatoxin in Erdnüssen.  
*D. Leb. Rundsch.*, nov. 1977, **73**, (11), 353-357.
- 3 - La patuline**
97. K. ADAMS, M. WU, D. SALUNKHE.  
Effect of subatmospheric pressures on the growth of *Penicillium expansum* and *P. patulum* and production of patulin.  
*Sci. Techn. Alim.*, 1976, **9**, (3), 153-155.
98. J.R. BUCHANAN, N.R. SOMMER, R.J. FORTLAGE.  
Patulin from *P. expansum* in stone fruits and pears.  
*J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 1974, **99**, 262.
99. L. BURROUGHS.  
Stability of patulin to SO<sub>2</sub> and to yeast fermentation.  
*J. AOAC*, jan. 1977, **60**, (1), 100-103.
100. R. CAPITAINE, G. BALONET.  
Lésions induites chez la souris par des injections de patuline.  
*Mycopathol., Mycol. Appliq.*, 1974, **54**, 361.
101. A. CIEGLER, A.C. BECWITH, L.K. JACKSON.  
Teratogenicity of patulin and patulin adducts from Cystein.  
*Appl. Environ. Microbiol.*, 1976, **31**, (3), 664-667.
102. J.F. DRILLEAU, G. BOHUON.  
La patuline dans les produits citricoles.  
*C.R. Acad. Agric. Fr.*, 1973, **59**, (13), 1031-1037.
103. L. ESCOULA.  
Moississures pathogènes des fourrages ensilés. I - Présence de patuline.  
*Ann. Rech. Vétérin.*, 1974, **5**, (4), 423-432.
104. L. ESCOULA.  
Moississures pathogènes des fourrages ensilés. 4 - Production de patuline dans le milieu ensencé avec les moisissures isolées du fourrage.  
*Ann. Rech. Vétérin.*, 1975, **6**, (3), 303-310.
105. L. ESCOULA.  
Production et toxicité de la patuline.  
*Cah. Nutr. Diét.*, 1976, supp. 2, 89-93.
106. J. FARKAS.  
Recherches sur l'inactivation de la patuline présente dans les aliments.  
*C.R. Conf. Biochim.*, Budapest 1976, *Acta Alim.*, 1977, (6).
107. J. FARKAS, E. SCHREINER.  
Présence et inhibition de la patuline dans les aliments.  
*Elelmiszervisztalati Közlemenyek*, 1977, **23**, (1), 26-30.
108. H.K. FRANK.  
Patulin in Lebensmitteln - I. Äpfeln.  
*Z. LUF.*, fév. 1976, **162**, (2), 149-157.
109. H.K. FRANK.  
Occurrence of patulin in fruits and vegetables.  
*C.R. 3<sup>e</sup> Sympos. IUPAC*, Paris, sept. 1976, n° 7. *Ann. Nutr. Alim.*, 1977, **31**, (4), 459-466.
110. H.R. FRANK.  
Patulin in Lebensmitteln - Obst und Gemüse.  
*Z. LUF.*, fév. 1977, **163**, (2), 111-125.
111. W. FRITZ.  
Significance of Bysochlamic acid in fruit juice mold.  
*Nahrung*, 1976, **20**, (5), 539-542.
112. Y. FUJIMOTO, T. SUZUKI, Y. HOSHINO.  
Determination of Penicillic acid and patulin by gas chromatography.  
*J. Chromatog.*, 1975, **105**, 99.
113. H. GARZA, B. SWANSON, A. BRANEN.  
Toxicological study of patulin in monkeys.  
*C.R. Ann. Meeting Inst. Food Techn.*, Anaheim, 1976, 36.
114. J. HARWIG, Y.K. CHEN, B.P. KENNEDY.  
Occurrence of patulin and patulin producing strains of *P. expansum* in natural rots of apples in Canada.  
*Canad. Inst. Food Sci. Techn.*, 1973, 6, 22.
115. J. HARWIG, P.M. SCOTT, B.P. KENNEDY.  
Disappearance of patulin from apple cider fermented by *Saccharomyces*.  
*Can. Inst. Food Sci. Techn.*, 1973, **6**, 45.
116. J. HARWIG, B. BLANCHFIELD, G. JARVIS.  
Effect of water activity on disappearance of patulin and citrinin from grains.  
*J. Food Sci.*, 1977, **42**, (5), 1225-1228.
117. F. HATEY, Y. MOULE.  
Action de la patuline sur la synthèse in vitro de RNA et des protéines.  
*C.R. Sympos. Internat. IUPAC*, Paris 1976, n° 73.
118. K. HOFMANN, H.J. MINTZLAFF, I. ALPERDEN.  
Inaktivierung des Patulin durch Sulfhydrylgruppen.  
*Die Fleisch.*, 1971, **51**, 1534.
119. E. ISOHATA, Y. TAKEOA, M. UCHIMAYA.  
Analyse de la patuline et de l'acide pénicillique par chromatographie liquide à haute résolution.  
*J. Food Hyg. Jap.*, 1976, **17**, (4), 308-313.
120. E. JOSEFSON.  
Analysis of patulin in apple juice sold in Sweden.  
*C.R. 3<sup>e</sup> Sympos. IUPAC*, Paris, sept. 1976, n° 33.
121. E. JOSEFSON, T.E. MOLLER.  
Detection of ochratoxin, patulin, aflatoxin, sterygmatoxystin and zearalenone in cereals.  
*J. AOAC*, nov. 1977, **60**, (6), 1369-1371.
122. J. LAFONT, S.R. de la BAUME, P. LAFONT.  
Mycotoxines et micro-organismes.  
*Cah. Nutr. Diét.*, 1976, supp. 2, 59-70.
123. R.Y. LIEU, L.B. BULLERMAN.  
Production and stability of aflatoxins, penicillic acid and patulin in several substrates.  
*J. Food Sci.*, **42**, (5), 1222-1224.
124. J. LOVETT.  
Trimming as a mean of removing patulin from fungus rotted apples.  
*J. AOAC*, sept. 1975, **58**, (5), 909-911.
125. J. LOVETT, R. THOMPSON, B. BOUTIN.  
Patulin production in apples stored in controlled atmosphere.  
*J. AOAC*, sept. 1975, **58**, (5), 912-914.

126. R. MEYER.  
Chlorbenzidin als dünn-schnittchromatographische Nachweisreagenz für Patulin in Apfelsaft.  
*Nahrung*, janv. 1977, **21**, (1), 85-86.
127. F.A. NORSTADT, T.M. MC CALLA.  
Patulin production by *P. urticae* in bach culture.  
*Applied Microbiol.*, 1969, **17**, (2), 193-196.
128. R. ORTH.  
Einfluss der Wasseraktivität auf die Sporenkeimung bei Aflatoxin, Sterigmatocystin und Patulin.  
*Sci. Technol. Alim.*, 1976, **9**, (3), 156-159.
129. G. PERLEBOIS, A.M. BASILE, A. SCHWERTZ.  
Existence commune sur les fraises de *Byssochlamis nivea* pouvant produire de la patuline.  
*Mycopathologia*, déc. 1975, **57**, (2), 109-111.
130. H.E. POHLAND, R. ALLEN.  
Analysis and chemical confirmation of patulin in grains.  
*J. AOAC*, 1970, **53**, 689.
131. H.E. POHLAND, R. ALLEN.  
Stability studies with patulin.  
*J. AOAC*, 1970, **53**, (4), 688-691.
132. H.E. POHLAND, K. SANDERS, C.W. THORPE.  
Determination of patulin in apple juice.  
*J. AOAC*, 1970, **53**, (4), 692-695.
133. K. POLZHOFFER.  
Patulinbestimmung in Lebensmitteln - I - In Apfelsaft.  
*Z. LUF.*, mars 1977, **16**, (3), 183-185.
134. K. POLZHOFFER.  
Patulinbestimmung in Lebensmitteln. II - In Tomaten, Birnen, Äpfeln, Gurken, Pflaumen.  
*Z. LUF.*, avr. 1977, **16**, (4), 272-273.
135. J.W. RALLS, R.M. LANE.  
Estimation of cider vinegar for patulin using mass spectrometry.  
*J. Food Sci.*, jun 1977, **42**, (4), 1117-1119.
136. J. REISS.  
Nachweis von Patulin in spontanverschimmelten Brot.  
*Naturwissenschaft*, 1972, **59**, 37.
137. J. REISS.  
The influence of temperature, acidity and light on the formation of aflatoxin and patulin in bread.  
*Eurap. J. Applied Microbiol.*, 1975, **2**, 183.
138. J. REISS.  
Inactivation of patulin in whole wheat bread by sulfurhydryl compounds.  
*Cereal Chem.*, 1976, **53**, (2), 150-152.
139. J. ROSEN, S.R. PARELES.  
Quantitative analysis of patulin in apple juice.  
*J. Agr. Food Chem.*, 1974, **22**, (6), 1024-1026.
140. T. SALEM, B. SWANSON.  
Fluorometric assay of patulin in apple products.  
*J. Food Sci.*, 1976, **41**, (5), 1237-1238.
141. D.C. SANDS, J.L. McINTYRE, G.S. WALTON.  
Using activated charcoal for the removal of patulin from cider.  
*Applied and Environ. Microbiol.*, sept. 1976, **32**, (3), 388-391.
142. M. SCOTT, E. SOMERS.  
Stability of patulin and Penicillic acid in fruit juice and flours.  
*J. Agr. Food Chem.*, 1968, **16**, 483.
143. P.M. SCOTT, W.F. MILES, P. TOFT.  
Occurrence of patulin in apple juice.  
*J. Agr. Food Chem.*, mars 1972, **20**, (2), 450-451.
144. P.M. SCOTT, B.P. KENNEDY.  
Thin layer chromatography for determination of patulin in apple juice.  
*J. AOAC*, 1973, **54**, 813.
145. P.M. SCOTT.  
Chromatographic method for determination of patulin in apple juice.  
*J. AOAC*, mai 1974, **57**, (3), 621-625.
146. P.M. SCOTT, T. FULEKI, J. HARWIG.  
Patulin content of juice and wine produced from moldy grapes.  
*J. Agr. Food Chem.*, mars 1977, **25**, (2), 434-437.
147. K.M. SHAHANI, L.B. BULLERMAN, T.A. EVANS.  
Inhibition of toxin production by Pimaricin.  
*C.R. Sympos. IUPAC*, Paris 1976, n° 92.
148. N. SOMMER, J. BUCHANAN, R. FORTLAGE.  
Patulin, a mycotoxin of fruit products.  
*Proc. Internat. Congr. Food Sci. Technol., IUFOST*, Madrid 1974, **4**, 266-271.
149. N. SOMMER, L.B. BULLERMAN.  
Production of patulin by *Penicillium expansum*.  
*Applied Microbiol.*, 1974, **28**, 589.
150. E. STINSON, C. HUHTANEN, T. ZELL.  
Determination of patulin in apple juice products as 2,4-dinitrophenylhydrazone derivative.  
*J. Agr. Food Chem.*, 1977, **25**, (5), 1220-1222.
151. L. STOLOFF, S. NESHEIMS, L. YIN.  
A multitoxin detection method for aflatoxin, ochratoxin, zearalenone, sterigmatocystin and patulin.  
*J. AOAC*, jan. 1971, **54**, (1), 91-97.
152. W.T. SCOTT, L.B. BULLERMAN.  
Microbial assay of patulin using *Bacillus megaterium*.  
*J. AOAC*, 1975, **58**, 497.
153. W. STOTT, L.B. BULLERMAN.  
Patulin, a mycotoxin of potential concern in foods.  
*J. Milk Food Technol.*, nov. 1975, **38**, (11), 695-705.
154. W. STOTT, L.B. BULLERMAN.  
Instability of patulin in Cheddar cheese.  
*J. Food Sci.*, 1976, **41**, (1), 201-203.
155. H. TANNER, C. ZANIER.  
Patulinbestimmung in Fruchtsäften und Konzentraten.  
*Schw. Z. Obst und Weinbau*, 1976, **112**, (26), 656-662.
156. G.M. WARE, C.W. THORPE, A.E. POHLAND.  
Liquid chromatographic method for estimation of patulin in apple juice.  
*J. AOAC*, sept. 1974, **57**, (5), 1111-1113.
157. D.M. WILSON, G.J. NOUVO.  
Patulin production in apples decayed by *P. Expansum*.  
*Applied Microbiol.*, 1973, **26**, 124.
158. R.B. WOODWARD, G. SINGH.  
The structure of patulin.  
*J. Amer. Chem. Soc.*, 1949, **71**, 758.
159. T. YAMAMOTO.  
Microdetermination of patulin.  
*J. Pharm. Soc. Jap.*, 1976, **76**, 1375.

#### 4 - Références dont nous avons pris connaissance après la rédaction du texte.

43 articles parus de 1964 à 1975 que nous ne citons pas car ils se rapportent spécialement à l'arachide.

#### - Mycotoxines

160. L. STOLOFF, M. TRUCKSESS.  
Determination of the potential for mycotoxin contamination of pasta.  
*J. Food Sci.*, jan. 1978, **43**, (1), 228-230.  
Les pâtes à base de farine contaminée s'infectent surtout avec *Asp. flavus*.
161. P. LEROUA, M. GRETT.  
Effet de l'imazalil sur la biosynthèse de l'ergostérol par *P. expansum*.  
*C.R. Acad. Sci.*, 6 fév. 1978, **286 D**, 427-429.  
Cet antifongique perturbe la synthèse du stigmastérol et celle de l'ergostérol.
162. J.P. DEBEAUPUIS, P. LAFONT.  
Nouvelles toxines d'*Aspergillus fumigatus*.  
*C.R. Acad. Sci.*, 6 fév. 1978, **286 D**, 431-434.  
Production de 4 composés dont une fumitoxine A différente des toxiques déjà connus.
- Aflatoxines, en particulier procédés de détoxification
163. B. LABARTHE.  
Étude de l'aflatoxine de l'arachide.  
*Aliment. et Vie*, jan. 1975, **67**, (1), 12-25.  
Moyens de prévention et destruction. Considérations vis-à-vis de la santé.
164. A.E. CUCULLU.  
Ammoniation of aflatoxin B<sub>1</sub>.  
*J. Agr. Food Chem.*, 1976, **24**, (6), 108-110.  
Isolement d'un composé ammoniacal semblable à l'aflatoxine B<sub>1</sub>.

165. L.P. GODIFER, G.E. MANN, E.G. DOLLEAR.  
Aflatoxin inactivation with formaldehyde and calcium hydroxide.  
*J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1976, **53**, (5), 201-206.  
1,5 % de formol et 1 % de chaux sur un tourteau à 20 % d'humidité suffisent.
166. M.R. PAULSEN.  
Skin removal of peanuts as affected by treatments with chemicals.  
*J. Food Sci.*, 1976, **11**, (3), 667-671.  
Pour nettoyer les graines dépelliculées on utilise H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, HCl et de l'eau.
167. C. MOREAU.  
Contamination fongique des arachides et de leurs tourteaux.  
*Rev. Fr. Corps Gras*, 1977, **24**, (1), 27-31.  
La détoxification par NH<sub>3</sub> permet aussi de détruire les moisissures.
168. J. THIESSEN.  
Detoxification of aflatoxins in groundrate meal.  
*Anim. Feed Sci. Netherland*, 1977, **2**, 67-75.  
Détoxification à 99 % par 10 jours de stockage en sachets avec 5 % de NH<sub>3</sub>.
169. O.L. SHOTWELL, M.L. GOULDEN, G.A. BENNETT.  
Survey of 1975 wheat and soybeans for aflatoxin, zearalenone and ochratoxin.  
*J. AOAC*, avr. 1977, **60**, (4), 778-783.  
Les sojas étaient indemnes de contamination; la zearalenone du blé provenait de *Giberellazea*.
170. R.D. STUBBLEFIELD, O.L. SHOTWELL.  
High pressure liquid chromatography of aflatoxins.  
*J. AOAC*, avr. 1977, **60**, (4), 784-790.  
Description du procédé permettant de séparer les aflatoxines M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, B<sub>1</sub> et B<sub>2</sub>.
171. F.S. CHU, M.T. HSIA, P.S. SUN.  
Preparation and characterization of aflatoxin B<sub>1</sub> - O-carboxymethyl oxime.  
*J. AOAC*, avr. 1977, **60**, (4), 791-794.  
Ce dérivé peut se conjuguer avec une protéine sérique et servir en immunologie.
172. M.W. TRUCKSESS, L. STOLOFF, W.A. PONS.  
Thin layer chromatographic determination of aflatoxin B<sub>1</sub>.  
*J. AOAC*, avr. 1977, **60**, (4), 795-798.  
Description d'une méthode rapide applicable au lait et aux œufs.
173. C. STORA.  
L'aflatoxine est présente dans les cancers du foie des habitants du Zaïre.  
*C.R. Acad. Sci.*, Paris, 20 mars 1978, **2860**, 917-920.
174. D.C. HUNT, A.T. BOURDON, N.T. CROSBY.  
Estimation of zearalenone, patulin and penicillic acid.  
*J. Sci. Food Agr.*, mars 1978, **29**, (3), 239-244.
175. H. MULLER, V. SIEPE.  
Bestimmung des Aflatoxine B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> und G<sub>2</sub>.  
*D. Lebensm. Rdsch.*, avr. 1978, **74**, (4), 133-136.
176. S.L. RICE.  
Patulin produced by *Byssoschlamis* in fruit juice.  
*Appl. Environ. Microbiol.*, déc. 1977, **34**, (6), 791-796.
177. Cl. STORA.  
L'aflatoxine est présente dans les cancers primitifs du foie au Zaïre.  
*C.R. Acad. Sci.*, Paris, 20 mars 1978, **286 D**, (11), 917-919.
178. G. VIROBEN, J.D. LAVAL, J. COLIN, J. ADRIAN.  
Inactivation des aflatoxines par NH<sub>3</sub>. Étude "in vitro" des tourteaux d'arachide détoxiqués.  
*Ann. Nutrit. Alim.*, jan. 1978, **32**, (1), 167-185.  
- 65 articles parus dans le compte rendu du Symposium de de Paris sur les mycotoxines dans les aliments et cités dans les Annales de Nutrition en 1977.

## Communiqué

Les exposés qui ont été présentés à l'occasion du **COLLOQUE SUR L'ANALYSE DES BOISSONS**, organisé par le CNERNA du 16 au 17 mars 1978, seront réunis dans un fascicule spécial des **ANNALES DE LA NUTRITION ET DE L'ALIMENTATION**.

Ce fascicule sera disponible avant la fin de l'année 1978.

Toute personne intéressée pourra se le procurer au prix de 48,00 F auprès du :

**SERVICE DES PUBLICATIONS DU CNRS**

15, quai Anatole-France

75700 Paris