

---

# CODE D'USAGES POUR LA PRÉVENTION ET RÉDUCTION DE LA CONTAMINATION PAR LA PATULINE DU JUS DE POMME ET DU JUS DE POMME UTILISÉ COMME INGRÉDIENT DANS LA FABRICATION D'AUTRES BOISSONS

---

**CAC/RCP 50-2003**

## INTRODUCTION

---

1. La patuline est un métabolite secondaire issu d'un certain nombre d'espèces fongiques des genres *Penicillium*, *Aspergillus* et *Byssochlamys*, dont *Penicillium expansum* est probablement l'espèce la plus fréquente. La patuline a été détectée comme contaminant dans de nombreux fruits, légumes, céréales et autres denrées alimentaires; toutefois, les principales sources de contamination sont les pommes et les produits dérivés.
2. La fermentation alcoolique des jus de fruits détruisant la patuline, les produits fermentés comme le cidre et le poiré ne contiennent pas de patuline. On a toutefois constaté la présence de patuline dans le cidre de pomme lorsque du jus de pomme a été ajouté après la fermentation. L'acide ascorbique provoque sans doute la disparition de la patuline du jus de pomme, bien que les conditions optimales d'inactivation n'aient pas encore été pleinement établies. La patuline est relativement stable quelle que soit la température, notamment en cas de pH acide. Des traitements à court terme et à température élevée (150 °C) permettraient de réduire d'environ 20 pour cent les concentrations de patuline. Toutefois, le traitement thermique ne suffit pas à lui seul à garantir un produit exempt de patuline.
3. Le caractère cancérigène de la patuline n'est pas prouvé. Toutefois, on sait qu'elle a des effets immunotoxiques et neurotoxiques chez les animaux. L'IARC a conclu qu'il n'était pas possible d'évaluer le caractère cancérigène de la patuline chez les humains et que les tests sur les animaux ne donnaient pas de preuves suffisantes. La patuline a été évaluée par le JECFA en 1990 et réévaluée en 1995. Cette dernière évaluation tenait compte du fait que l'essentiel de la patuline ingérée par les rats est éliminée dans les 48 heures et 98 pour cent dans les sept jours qui suivent. Une étude sur les effets combinés de la patuline sur la reproduction, sa toxicité à long terme et son caractère cancérigène indique qu'une ingestion de 43 µg/kg de poids corporel par jour est sans effet. Sur la base de ces travaux et en

appliquant un coefficient de sécurité de 100, le JECFA a fixé une dose journalière tolérable maximale provisoire de 0,4 µg/kg de poids corporel.

4. La patuline se trouve essentiellement dans les fruits présentant des moisissures, bien que la présence de moisissures n'entraîne pas nécessairement la présence de patuline, mais indique seulement un risque. Dans certains cas, l'apparition de moisissures internes peut résulter de l'invasion d'insectes ou d'autres types d'invasion de tissus sains par ailleurs et produire de la patuline dans un fruit apparemment intact. Toutefois, la patuline peut aussi se trouver dans un fruit présentant des traces de meurtrissures après stockage en atmosphère contrôlée et exposition aux conditions ambiantes, avec ou sans pourriture du cœur. Le rinçage du fruit ou le prélèvement des tissus moisis immédiatement avant le pressage n'enlève pas nécessairement toute la patuline présente dans le fruit, puisque celle-ci peut s'être diffusée dans des tissus apparemment sains. Il semble que le fait de laver les pommes dans une solution d'ozone contribue sensiblement à éliminer la patuline au stade de la transformation.
5. Si les spores de bien des moisissures capables de produire de la patuline sont présentes sur le fruit quand il est encore sur l'arbre, elles ne se développent en général sur le fruit qu'une fois celui-ci cueilli. Toutefois, l'apparition de moisissures et la production de patuline peuvent avoir lieu à l'étape précédant la cueillette, si le fruit est infecté par une maladie ou endommagé par des insectes ou si des fruits tombés sont ramassés pour la transformation. L'état du fruit à la cueillette, la façon dont le fruit est traité par la suite (notamment durant le stockage) et la mesure dans laquelle les conditions de stockage empêchent l'apparition de moisissures déterminent la probabilité d'une contamination par la patuline du jus et d'autres produits préparés à partir de fruits frais stockés.
6. Les recommandations visant à réduire la contamination par la patuline du jus de pomme et formulées dans le présent document sont réparties en deux groupes:
  - I) Pratiques recommandées sur la base des bonnes pratiques agricoles (BPA).
  - II) Pratiques recommandées sur la base des bonnes pratiques de fabrication (BPF).

## I. PRATIQUES RECOMMANDÉES SUR LA BASE DES BPA

---

### Avant la récolte

7. Pendant la période de dormance, couper, enlever et détruire tous les bois malades et les fruits momifiés.

8. Émonder les arbres en suivant les bonnes pratiques commerciales, de façon à obtenir un arbre dont la forme permettra à l'air de circuler autour et à la lumière de pénétrer. Ceci permet également de bien traiter toute la surface.
9. Des mesures peuvent être prises pour détruire les parasites et lutter contre les maladies qui provoquent directement la pourriture du fruit ou permettent à des moisissures génératrices de patuline de pénétrer dans le fruit. Ces ennemis incluent le chancre (*Botrytis* spp et *Nectria* spp), la teigne du pommier, la tordeuse térébrante du fruit, la mouche d'hiver, la tordeuse du pommier, la blastobase, l'hoplocampe et la tenthrède.
10. Un temps humide au moment de la chute des pétales et de la cueillette accroît le risque de pourriture et il convient d'envisager des mesures appropriées, telles que l'application de fongicide, pour prévenir la germination des spores et l'apparition de champignons.
11. Les pommes de mauvaise composition minérale sont davantage susceptibles de présenter des troubles physiologiques dans l'entrepôt et sont donc plus sensibles à certains types de pourriture notamment par *Gloeosporium* spp et de pourritures secondaires comme le *Penicillium*. Les expéditions de pommes destinées au marché des fruits frais qui ne répondent pas aux normes recommandées, en matière de minéraux (10), d'après l'analyse des fruits, ne devraient pas être entreposées à long terme, c'est-à-dire pendant plus de 3 à 4 mois.
12. Lorsque la teneur en minéraux des fruits destinés au marché des fruits frais ne se situe pas dans la fourchette optimale, il suffit de renforcer la teneur en calcium et en phosphore du fruit, et en particulier le ratio calcium/potassium grâce à l'emploi contrôlé d'engrais, pour améliorer la structure cellulaire et réduire les risques de pourrissement.
13. Des registres des taux de pourriture doivent être tenus chaque année pour chaque verger, étant donné que les données historiques sont le meilleur indicateur pour l'instant des risques de pourriture et, par conséquent, de la nécessité d'appliquer des fongicides et de la durée de conservation du fruit.

### Récolte et transport des fruits

14. Les pommes destinées à la transformation peuvent être classées en deux catégories:

**a) Fruits cueillis mécaniquement**

15. Les fruits cueillis mécaniquement proviennent d'un arbre qui a été secoué de façon que les fruits tombent sur le sol avant d'être récoltés mécaniquement.
16. Les fruits doivent être manipulés le plus doucement possible et tout doit être fait pour réduire les dégâts physiques à tous les stades des procédures de récolte et de transport.
17. Avant de secouer les arbres, les fruits déjà tombés doivent être enlevés de façon que seuls des fruits frais et/ou sains soient ramassés.
18. Les fruits ainsi recueillis doivent être transportés jusqu'à l'usine de transformation dans les trois jours.
19. Tous les conteneurs utilisés pour le transport des fruits récoltés doivent être propres, secs et débarrassés de tous débris.

**b) Fruits destinés au marché des fruits frais**

20. Les fruits provenant de vergers ayant traditionnellement des taux de pourriture élevés devraient être récoltés séparément et ne devraient normalement pas être entreposés.
21. En principe, tous les fruits doivent être cueillis par temps sec, lorsque le fruit est mûr, et placés dans des pallox ou d'autres conteneurs (caisses) propres adaptés au transport jusqu'à l'entrepôt. Les pallox ou caisses doivent être nettoyés, en principe par jet d'eau propre ou de préférence en utilisant de l'eau et du savon, et les débris de fruits et de feuilles doivent être enlevés. Les pallox et caisses nettoyés devraient être séchés avant emploi. Il convient d'éviter l'exposition du fruit à la pluie.
22. Une supervision et une formation appropriées doivent être assurées pour garantir de bonnes pratiques de ramassage.
23. Tous les fruits dont la peau est endommagée, ou dont la chair est exposée, ainsi que les fruits malades, doivent être rejetés dans le verger au moment de la cueillette et les meurtrissures doivent être limitées au minimum.
24. Tous les fruits contaminés au sol, par exemple les fruits éclaboussés de pluie ou les fruits déjà tombés, doivent être rejetés avant l'entreposage.
25. La présence de feuilles ou de brindilles parmi les fruits cueillis doit être soigneusement évitée.

26. Les fruits doivent être placés dans un entrepôt froid dans les 18 heures qui suivent la cueillette et refroidis à des températures recommandées (voir tableau 1) dans un délai de 3 à 4 jours après la cueillette.
27. Au cours du transport et du stockage, il convient d'éviter la contamination par le sol.
28. Il convient d'éviter au cours de la manipulation et du transport des pallox ou des caisses dans le verger et, entre le verger et l'entrepôt, toute contamination du conteneur et des fruits par le sol et de limiter au minimum les dommages physiques tels que les meurtrissures.
29. Une fois cueilli, le fruit ne doit pas être laissé toute la nuit dans le verger, mais doit être placé sur une surface ferme, de préférence couverte.

### **Manipulation après récolte et entreposage des fruits destinés au marché des fruits frais**

30. Tous les fruits, qu'ils soient destinés au marché des fruits frais ou à une transformation ultérieure, doivent être manipulés aussi doucement que possible et tout doit être fait pour réduire au minimum les dégâts physiques tels que les meurtrissures à tous les stades de la manipulation après récolte et avant pressage.
31. Les producteurs de pommes et les producteurs de jus ne disposant pas d'installations de stockage contrôlées doivent s'assurer que les fruits destinés à la fabrication de jus sont pressés dès que possible après cueillette.
32. En cas d'entreposage en atmosphère contrôlée, vérifier que les entrepôts sont étanches au gaz, le cas échéant, et que tout le matériel de suivi a été testé avant le début de la cueillette. Les entrepôts doivent être réfrigérés avant d'être utilisés.
33. Le cas échéant, des traitements fongicides seront appliqués conformément aux conditions d'emploi autorisées.
34. Les pommes entreposées devraient être examinées régulièrement, au moins une fois par mois, pour vérifier le degré de pourriture; un registre des taux de pourriture doit être tenu d'une année sur l'autre. Les procédures d'échantillonnage doivent réduire le plus possible le risque de changements atmosphériques dans l'entrepôt (voir par. 37).
35. Des échantillons aléatoires des fruits seront placés dans des conteneurs adaptés (filets, par exemple) situés près des hublots d'inspection afin de permettre le suivi

de l'état des fruits au cours de la période de stockage (voir par. 36). Les échantillons seront examinés pour détecter d'éventuelles pourritures et déterminer l'état général des fruits et leur durée de conservation, au moins une fois par mois. Des intervalles plus courts peuvent être recommandés pour les entrepôts où les conditions de stockage des fruits ne sont pas optimales et/ou si le fruit a une durée de conservation prévisible inférieure à 3 mois à cause de mauvaises conditions de croissance et/ou de récolte.

36. Lorsque les échantillons indiquent qu'il existe des problèmes, il convient de prendre les mesures appropriées pour retirer le fruit avant que les dégâts ne se propagent.
37. Les moisissures apparaissent normalement dans un environnement tiède. Le refroidissement rapide et le maintien de conditions atmosphériques propices améliorent l'état du fruit. En principe, le fruit doit être stocké et refroidi à moins de 5 °C dans les 3 à 4 jours et à des températures optimales dans les 2 jours qui suivent. Des conditions d'atmosphère contrôlée doivent être établies dans les 7 à 10 jours à partir du stockage et des taux d'oxygène ultra-faibles (inférieurs à 1,8 pour cent d'oxygène) doivent être instaurés dans les 7 jours qui suivent.

### **Tri après stockage des fruits destinés au marché des fruits frais ou à la fabrication de jus**

38. Tous les fruits pourris, même sur une surface limitée, doivent être éliminés dans toute la mesure possible et les fruits sains doivent être conservés dans un conteneur propre.
39. Lorsque les conteneurs sont retirés de l'entrepôt pour qu'un tri puisse être effectué entre les fruits qui seront vendus au détail et ceux qui serviront à la fabrication de jus, les conteneurs dans lesquels sont rassemblés ces derniers doivent être marqués et de nouveau stockés au froid dans les 12 heures qui suivent le tri. Le temps pendant lequel les fruits sont à température ambiante doit être limité au minimum. En principe, les fruits destinés à la fabrication de jus devraient être conservés à moins de 5 °C pendant tout le temps qui s'écoule entre le retrait de l'entrepôt et la fabrication du jus et utilisés dès que possible.
40. Les fruits envoyés à l'usine de fabrication de jus de fruit devraient être utilisés dès que possible et dans les délais de conservation recommandés pour les fruits provenant du même entrepôt. Toute meurtrissure favorise la formation de patuline, d'où la nécessité de préserver les fruits des meurtrissures, en particulier s'ils doivent être stockés pendant plus de 24 heures à température ambiante avant la fabrication du jus.

## II. PRATIQUES RECOMMANDÉES SUR LA BASE DES BPF

---

### Transport, contrôle et pressage du fruit

#### Fruits récoltés mécaniquement et fruits destinés au marché des produits frais

##### a) fruits destinés au marché des produits frais

41. Les fruits stockés devraient être transportés de l'entrepôt réfrigéré à l'usine le plus rapidement possible (idéalement en moins de 24 heures, à moins d'être dans un entreposage frigorifique).
42. Les variétés à calice ouvert sont particulièrement exposées à la pourriture du cœur. Ces variétés doivent faire l'objet de contrôles réguliers immédiatement avant le pressage pour détecter d'éventuelles pourritures internes. Un échantillon aléatoire approprié devrait être prélevé dans chacun des lots de fruits. Chaque pomme doit ensuite être coupée en deux à l'équateur et examinée pour détecter des signes de croissance mycélienne. Si la fréquence des pourritures du cœur dépasse un niveau convenu, le lot tout entier devrait être retiré. Il appartient au transformateur de spécifier la proportion maximale de fruit pouvant présenter des signes de pourriture, compte tenu de la capacité de l'usine à supprimer les fruits en état de pourriture au cours de l'inspection préalable à la transformation. Si cette proportion est dépassée, c'est l'ensemble du lot qui doit être rejeté.
43. À peine arrivés à l'usine, les fruits doivent subir un contrôle de qualité, notamment pour détecter d'éventuelles moisissures internes ou externes (voir par. 44).

##### b) fruits récoltés mécaniquement et fruits destinés au marché des produits frais

44. En cours de transformation et avant le pressage, les fruits devraient être triés avec soin afin d'enlever tout fruit présentant des moisissures visibles (vérification aléatoire et de routine sur fruits coupés comme indiqué au paragraphe 42) et lavés avec de l'eau potable ou traitée de manière appropriée.
45. Les presses à jus et tout le matériel doivent être lavés et aseptisés conformément aux "meilleures" pratiques industrielles. Les presse à jus et tous les autres appareils seront lavés au jet d'eau et aseptisés par application d'un produit adapté, suivie d'un autre rinçage à l'eau froide potable. Dans certaines usines qui fonctionnent presque continuellement, cette opération devrait de préférence être réalisée une fois par jour ou par quart de travail.
46. Après le pressage, des échantillons de jus devraient être prélevés pour analyse. Un échantillon représentatif devrait être analysé pour y détecter la présence

éventuelle de patuline selon des méthodes appropriées dans un laboratoire homologué à cet effet.

47. Le jus devrait être réfrigéré à moins de 5 °C et maintenu à cette température jusqu'à la concentration, le conditionnement ou la pasteurisation.
48. Le jus ne devrait être conditionné qu'une fois connus les résultats de l'analyse de la patuline confirmant que cette substance est présente dans des proportions inférieures à la limite maximale convenue. Les spécifications concernant l'achat de jus de pomme devraient stipuler une limite appropriée de patuline sous réserve de confirmation par le destinataire.

### **Conditionnement et transformation finale du jus**

49. Les moisissures susceptibles de produire de la patuline peuvent apparaître en même temps que d'autres moisissures et levures, notamment dans les jus qui ne sont pas fabriqués à partir de concentrés. Il est essentiel de prévenir l'apparition de ces organismes durant le transport et le stockage pour éviter toute dégradation de la qualité du produit, ainsi que la production de patuline.
50. Si le jus doit être conservé pendant un certain temps avant son utilisation, la température doit de préférence être ramenée à 5 °C ou moins, afin de réduire le développement microbien.
51. La plupart des jus subissent un traitement thermique qui détruit les enzymes et les organismes responsables de la dégradation de la qualité. Il faut bien reconnaître que si ces procédés détruisent en général les spores fongiques et le mycélium végétatif, ils ne détruisent pas la patuline déjà présente.

### **Évaluation de la qualité du jus**

52. Les spécifications concernant l'achat du jus de pomme ou de concentrés de jus de pomme devraient stipuler une limite maximale pour la patuline fondée sur une méthode d'analyse appropriée.
53. Il faudrait élaborer un plan d'échantillonnage prévoyant l'échantillonnage aléatoire du produit afin de garantir que le produit fini se situe en deçà de la limite maximale fixée pour la patuline.
54. Le conditionneur doit s'assurer que le fournisseur de jus est capable de contrôler correctement ses propres opérations et que les recommandations ci-dessus sont appliquées.



55. L'évaluation de la qualité du jus de pomme par le conditionneur portera sur la teneur en degrés Brix l'acidité, l'arôme, la couleur, la turbidité, etc. La qualité microbiologique devrait être soigneusement contrôlée, car elle n'indique pas seulement le niveau de risque causé par d'éventuels organismes générant de la patuline, mais aussi le degré d'hygiène des stades précédents du cycle de production.
56. D'autres vérifications doivent avoir lieu sur le produit conditionné pour s'assurer qu'aucune dégradation ne s'est produite lors du conditionnement.

Tableau 1: Températures recommandées pour l'entreposage des pommes dans l'air

Variété	Température		Variété	Température	
	°C	°F		°C	°F
Bramley	3,0-4,0	37-39	Idared	3,0-4,0	38-39
Cox's orange pippin	3,0-3,5	37-38	Jonagold	0,0-0,5	32-33
Discovery	1,5-2,0	35-36	Red delicious	0,0-1,0	32-34
Egremont	3,0-3,5	37-38	Spartan	0,0-0,5	32-33
Golden delicious	1,5-2,0	35-36	Worcester	0,0-1,0	32-34
Crispin	1,5-2,0	35-36			