
CONTAMINATION DES ALIMENTS EN CONSERVE PAR L'ÉTAIN INORGANIQUE

CXC 60-2005

INTRODUCTION

Historique de l'emploi de l'étain

1. L'étain est un alliage doux, blanc et lustré d'un poids atomique de 118,7 et le symbole chimique Sn provient de son nom latin, Stannum. Il possède une température de fusion relativement basse (231,9 °C) et il est hautement résistant à la corrosion, ce qui en fait un élément idéal pour le revêtement de protection des métaux. Plus de 50 pour cent de la production mondiale d'étain est utilisée pour la métallisation de l'acier ou d'autres métaux.
2. Près de 15 millions de tonnes de fer blanc sont produites actuellement chaque année par des méthodes de production rapides et hautement sophistiquées. Ces méthodes permettent de contrôler l'épaisseur de l'acier et les masses de revêtement de l'étain à l'intérieur desquelles les tolérances extrêmement fines requises par les procédés modernes de fabrication des boîtes comme le soudage rapide.

L'étain utilisé pour le conditionnement des aliments en conserve

3. L'étain sert à protéger la base en acier contre la corrosion, que celle-ci soit externe (conditions aérobies) ou interne, lorsqu'elle entre en contact avec les aliments (conditions anaérobies). Dans les conditions anaérobies que l'on s'attend à rencontrer dans une boîte de conserve de fabrication ordinaire à l'intérieur, l'étain réagit normalement comme une anode sacrificielle et se dissout très lentement en protégeant la base en acier contre la corrosion et en créant un environnement réduit dans la boîte. C'est le mécanisme qui a offert à la boîte en fer blanc nu sa longévité et ses réussites tangibles quant à la fourniture d'aliments conformes aux règles de salubrité, toute l'année durant, permettant un stockage sûr pour de longues périodes.
4. Le développement ultérieur des revêtements de boîtes (vernis) a permis de conditionner de façon satisfaisante plusieurs types de produits alimentaires. Par exemple, certains aliments fortement pigmentés (betteraves, baies) voient leurs couleurs blanchies par la dissolution de l'étain et les revêtements offrent la meilleure protection contre le contact avec l'étain. Un petit nombre de produits alimentaires (la choucroute pas exemple) ont un mécanisme de corrosion différent. L'étain ne s'y comporte pas de façon sacrificielle et il peut apparaître une corrosion directe à la base d'acier. Ces produits devraient

également bénéficié d'une protection supplémentaire venant d'un système de vernis interne.

5. Les emplois de l'étain ont considérablement évolué au fil des ans. L'être humain a été cependant exposé à l'étain pendant des siècles, à travers sa nourriture, sans avoir souffert d'effets négatifs à long terme connus. On ne dispose que de données partielles sur les effets toxicologiques de l'étain non organique présent dans les aliments en boîtes et résultant de la dissolution du revêtement en étain. Le risque potentiel majeur couru par certains individus du fait d'une ingestion aiguë semble être une irritation gastrique.
6. D'où le désir exprimé de concert et dans le monde entier par les industries de la conserve et les organes de réglementation, que des mesures soient adoptées pour réduire au minimum les limites de l'étain dans les aliments en boîtes de conserve tout en continuant à l'autoriser pour les utilisations fonctionnelles des boîtes en fer blanc nu, dans le respect des bonnes pratiques de fabrication.

Implications technologiques et commerciales

7. Le conditionnement métallique est confronté à la forte concurrence du verre et des matières plastiques. Malgré des innovations comme le système à ouverture facile, la croissance des emballages métalliques reste inférieure à la croissance moyenne de la part de marché occupée par les produits d'emballage.
8. La meilleure solution pour éviter ou réduire le désétamage des boîtes au contact d'aliments agressifs est de les revêtir d'un vernis intérieur. L'utilisation de vernis a permis d'étendre l'utilisation des boîtes à d'autres produits, y compris des produits hautement agressifs.
9. L'épaisseur du revêtement influe grandement sur les performances des boîtes de conserves vernies. Le conditionnement de produits non agressifs comme les abricots ou les haricots nécessite une épaisseur de 4-6 μm alors que le concentré de tomates demande des couches de 8-12 μm pour empêcher l'interaction entre la boîte et son contenu.
10. Il faut de l'adhérence si l'on veut empêcher les réactions entre la boîte et son contenu. On teste à l'heure actuelle l'adhérence en effectuant un essai de pelage qui consiste à mesurer la force nécessaire pour soulever du métal un vernis de revêtement sec. Bien que ce test identifie facilement les films inaptes à l'utilisation, rien ne garantit que ceux ayant réussi le test donneront des résultats satisfaisants à long terme, dès qu'ils seront en contact avec des aliments particuliers.

11. D'un point de vue toxicologique, de mauvaises pratiques de fabrication et/ou un entreposage prolongé ou incorrect pourraient conduire à une contamination significative des aliments en conserves, à cause de la dissolution de l'étain.
12. Bien que le vernissage des boîtes réduise considérablement le risque de corrosion du fer blanc, l'utilisation de revêtements à base de vernis n'est pas toujours pratiquement réalisable ou économique.
13. On pourrait argumenter que «étant donné que les boîtes à revêtement sont facilement disponibles, pourquoi ne pas les utiliser pour tous les aliments en conserve et ainsi empêcher toute absorption d'étain?». Il existe cependant des raisons techniques et commerciales très solides pour justifier le conditionnement de certains produits dans des boîtes nues.

Goût et couleur

14. On sait depuis longtemps que la dissolution de l'étain permet de garder aux aliments comme les asperges, fruits clairs, jus de fruits clairs et produits à base de tomates, les caractéristiques de goût et couleur souhaités. On est convaincu que la présence de l'étain crée une atmosphère réductrice dans la boîte, empêchant ainsi des changements indésirables par oxydation des produits qui, sinon, présenteraient des taches brunes et des goûts inacceptables. Une telle perte de qualité affecterait gravement leurs possibilités de commercialisation et de vente qui, à leur tour, auraient des conséquences significatives pour le secteur des boîtes de conserve et ses fournisseurs.
15. Il est intéressant de noter que ce concept fonctionne aussi inversement – certains aliments fortement pigmentés, comme des betteraves et des baies acidifiées, doivent toujours être conditionnées dans des boîtes à revêtement complet non seulement parce qu'elles provoquent une réaction agressive au contact de l'étain, mais aussi parce que la dissolution de l'étain crée un gros problème de blanchiment de la couleur.

Facteurs de corrosion

16. La plupart des produits que l'on conditionne normalement dans des boîtes nues sont des produits à acidité relativement élevée. En plus des considérations organoleptiques, le fait de conditionner ces produits dans des boîtes à revêtement devrait aboutir à un changement du mécanisme de corrosion. Des produits plus agressifs, en particulier à base de tomates, auraient plus fortement tendance à provoquer une corrosion sous le film ou un décollement et une corrosion perforante de la base d'acier, ce qui pourrait provoquer par la suite des perforations.
17. La teneur en étain dépend d'un grand nombre de facteurs souvent liés à des variations naturelles ou apparaissant pour certains dans la boîte après le contrôle du fabricant:

Mécanismes de corrosion

18. En ce qui concerne la surface en fer blanc interne des boîtes, il existe quatre mécanismes de corrosion principaux:
- i) désétamage normal;
 - ii) désétamage rapide;
 - iii) désétamage partiel;
 - iv) corrosion par piqûres.
19. **Le désétamage normal** est une corrosion lente du revêtement en étain, et il forme un procédé essentiel pour offrir une protection électrochimique à toutes les zones exposées de l'acier de base des boîtes nues. Ce procédé conduit, à l'origine, à l'usinage du fer blanc et beaucoup plus tard, au désétamage de la surface. Normalement, l'usinage devrait apparaître de façon uniforme sur la surface interne mouillée de la boîte; au cours du premier mois environ, la surface polie devrait se couvrir de cristaux individuels d'étain visibles à l'oeil nu. Des zones de désétamage grises ne devraient pas être évidentes dans des boîtes entreposées depuis moins de 18 mois à 2 ans. Dans des conditions de désétamage normales, l'étain est anodique à l'acier et offre une protection anodique complète. L'étain dissout entre dans des complexes non obstruant avec des éléments servant à la formation du produit. L'hydrogène est oxydé par des dépolarisateurs ou se diffuse à travers le mur d'acier. Cette situation corrosive caractérise certains produits citriques, des produits à base de fruits à noyau et la plupart des produits à basse teneur en acide.
20. **Le désétamage rapide** est causé par l'utilisation de fer dont la masse de revêtement à l'étain est trop légère, ou par un produit intrinsèquement trop corrosif ou bien contenant des accélérateurs corrosifs. Alors que l'étain est suffisamment anodique pour protéger l'acier, le flux électrochimique est élevé, ce qui aboutit souvent à une évolution d'hydrogène et une ruine précoce du produit. Le nitrate présent dans les produits dont la valeur pH est inférieure à 6 a été impliqué dans des incidents de désétamage rapide. Il s'agit d'un type de mécanisme de désétamage rapide, l'autre étant une «attaque directe de l'étain». Lors du désétamage il n'y a pas de formation d'hydrogène ni de modification du vide dans la boîte. On peut citer à ce titre des agents dépolarisants comme les nitrates, l'oxygène et les sulphites. Certains colorants azoïques, anthocyanes, phosphates et l'acide déhydroascorbique ont également été impliqués dans le désétamage rapide.
21. **Le désétamage partiel** et la corrosion par piqûres sont deux formes de corrosion rares. L'étain est anodique à l'acier mais des anodes localisées se multiplient sur l'acier exposé, causant la dissolution du fer (piqûres). Il se produit une ruine précoce causée par la dilatation de l'hydrogène ou par la perforation à l'endroit des piqûres. Ce mode de

corrosion apparaît lorsqu'on utilise du fer blanc de qualité inférieure ou certains produits posant des problèmes comme les prunes ou le nectar de poires.

22. **La corrosion par piqûres** apparaît lorsque le fer blanc normal, couple étain/fer, est inversé et que le fer devient anodique à l'étain. Le fer blanc à forte teneur en arsenic peut entraîner une corrosion par piqûre lorsque les produits en boîte contiennent des accélérateurs de corrosion. L'absorption préférentielle d'une substance protectrice sur la surface de l'étain, comme c'est le cas dans la choucroute, entraîne des piqûres. Les produits formulés avec des acides acétique ou phosphorique ont aussi subi des altérations dues aux piqûres. Les perforations et les dilatations d'hydrogène apparaissent dans ce type de produits en moins d'un an. Les produits contenant des résidus de cuivre et de nickel peuvent favoriser la corrosion par piqûres. Les produits contenant des protéines et des acides aminés associés produisent des composés de soufre pendant le chauffage, y compris des mercaptans, des ions de sulfure et des ions d'hydrosulfate qui réagissent facilement à l'étain et couvrent la surface de fines couches de sulfures d'étain. Les films de sulfure d'étain réduisent la passivité de la surface en fer blanc et peuvent favoriser la corrosion par piqûres de la base d'acier.

Inhibiteurs de corrosion

23. On entend par **passivation** le traitement chimique appliqué après le dépôt d'étain qui stabilise les caractéristiques de surface du fer blanc en contrôlant la formation et la croissance du bioxyde d'étain; deux niveaux de passivation sont généralement disponibles – la chromatisation cathodique (CDC) représente le niveau supérieur et le traitement habituellement appliqué.

Chimie alimentaire

24. L'influence la plus manifeste de la corrosion interne des boîtes en fer blanc nu est la chimie créée sur le produit alimentaire. Il serait bon de noter que les fruits, légumes et tomates varient naturellement de façon significative de valeur pH, de type et de concentration d'acide par exemple. Ces variations proviennent de la variété, de la maturité, du moment, de l'endroit et des conditions de la récolte, de la composition chimique du sol et des pratiques agricoles. La conserverie peut difficilement contrôler ces éléments qui, au bout du compte, peuvent avoir un impact sur la limite d'absorption d'étain du produit.

Accélérateurs de corrosion

25. La présence d'espèces chimiques capables d'accepter les électrons va augmenter la vitesse de corrosion. Quelques produits peuvent contenir des «dépolarisants» qui vont accélérer la dissolution de l'étain. Un bon contrôle du processus assuré par les conserveries aide à réduire au minimum la présence de d'oxygène et celle d'agents oxydants, comme les nitrates et les sulfites, pouvant accélérer la dissolution de l'étain.

Température d'entreposage

26. La durée et la température de l'entreposage des boîtes, faisant suite au conditionnement, représentent un autre facteur influençant les concentrations d'étain. L'absorption d'étain va augmenter au fil du temps et la plupart des produits présentent des vitesses de réaction de premier ordre lorsque la vitesse de dissolution double à chaque fois que la température monte de 10 °C.

1. CHAMP D'APPLICATION

27. Alors qu'il existe d'autres sources d'exposition à l'étain chez l'homme, la voie la plus communément suivie est celle de l'ingestion d'étain inorganique présent dans les aliments en conserves.

28. Ce code d'usages se rapporte strictement à la migration de l'étain inorganique dans les aliments, partant du revêtement en étain interne nu (par exemple non vernis) des boîtes en fer blanc.

29. Ce code d'usages n'est pas destiné à s'appliquer à l'exposition à l'étain issue de toute autre source et est spécifique à l'étain inorganique.

30. Ce code d'usages se rapporte à des produits en conserve destinés à l'alimentation de l'homme, fabriqués thermiquement (y compris des jus de fruits et de légumes) et conditionnés dans des boîtes en fer blanc nu. On considère que cette description concerne à la fois:
- i) les produits avec un traitement thermique nécessitant un remplissage à chaud;
 - ii) les produits nécessitant un remplissage à chaud ou à froid et produits distillés.
31. Les produits secs et les produits 100 pour cent oléagineux ne sont pas compris parce qu'il ne s'y passe pas de migration d'étain.

2. USAGES RECOMMANDÉS POUR RÉDUIRE AU MINIMUM L'ABSORPTION DE L'ÉTAIN PAR LES ALIMENTS CONDITIONNÉS DANS DES BOÎTES EN FER BLANC NU

32. De nombreux facteurs peuvent jouer sur le degré d'absorption d'étain des produits conditionnés dans des boîtes en fer blanc nu. Certains sont insignifiants et d'autres, habituellement spécifiques à la chimie de la préparation, peuvent avoir un effet majeur sur la corrosion interne de la boîte et la dissolution de l'étain du produit. Les recommandations énumérées ci-dessous reposent sur la volonté d'identifier tous ces facteurs, aussi insignifiants soient-ils, et de suggérer des domaines particuliers nécessitant une surveillance ou d'autres sortes de contrôles.
33. En résumé, les facteurs qui ont été identifiés peuvent être regroupés comme suit:
- i) choix de la masse de revêtement en étain et du niveau de passivation;
 - ii) dommage subi par le revêtement en étain ou passivation;
 - iii) type de produit alimentaire, valeur pH et teneur en acide;
 - iv) présence dans les ingrédients crus d'accélérateurs de corrosion tels que les nitrates;
 - v) présence dans les aliments de composés du soufre;
 - vi) présence d'oxygène dans la boîte operculée;
 - vii) durée et températures de la transformation;
 - viii) délais et températures d'entreposage;
 - ix) humidité de l'entreposage.

2.1 Fabricant d'emballages

2.1.1 Fournisseur de fer blanc

34. Le consommateur devrait indiquer l'utilisation finale du fer blanc lors de la commande. Le fournisseur de fer blanc devrait être suffisamment compétent pour faire en sorte que les spécifications conviennent à l'utilisation finale déclarée et il devrait informer le consommateur de problèmes éventuels (par exemple le niveau de passivation ou la masse de revêtement à l'étain voulue).
35. Le fabricant de fer blanc devrait mettre en place des procédures de qualité pour garantir que chaque commande de fer blanc est conforme à la norme requise (par exemple, ASTM; ISO etc.). Des masses de revêtement d'étain ou des limites de passivation incorrectes pourraient déboucher sur une corrosion anormale et accroître les concentrations d'étain des produits. De basses concentrations d'huile peuvent conduire à un dommage abrasif du revêtement à l'étain pendant le transport et la fabrication des boîtes.

2.1.2 Producteur de boîtes

36. Les fabricants de boîtes ne devraient agréer que les fournisseurs de fer blanc ayant montré qu'ils étaient aptes à se conformer aux exigences de normes et de passivation de commandes.
37. Le fabricant de boîte devait avoir les compétences nécessaires pour assurer que les spécifications de commande du consommateur (passivation et masse du revêtement de l'étain) conviennent à l'utilisation finale et devrait informer le consommateur de toute inquiétude.
38. Le fabricant de boîte devrait aider le consommateur à déterminer la spécification adaptée à tout nouveau produit ou tout changement de recette. De tels changements devraient être testés pour faire en sorte que les absorptions d'étain du produit ne soient pas excessives.
39. Les réglages de machine nécessaires en cas de travail des métaux (par exemple, machine à baguetter) devraient être effectués de façon à réduire au minimum l'altération du revêtement d'étain.
40. Si une agrafe latérale était appliquée à une boîte trois pièces, cela éviterait une chaleur excessive produite lors du durcissement de l'agrafe.

2.2 Conserverie

2.2.1 Matières premières

41. La conserverie devrait collaborer avec le fournisseur de boîtes pour faire en sorte de fournir une boîte convenablement spécifiée et convenant à toute application donnée. Des procédures devraient être mises en place pour garantir la fourniture de boîtes conformes au cahier des charges.
42. La conserverie devrait consulter le fournisseur de boîtes afin de déterminer la bonne spécification relative à la boîte et convenant à tout nouveau produit ou changement de formule d'un produit existant. Il est extrêmement important de tester les conserves de façon à acquérir la maîtrise de l'ensemble du mécanisme de la corrosion, comme l'absorption d'étain par le produit et l'aptitude générale du cahier des charges du produit.
43. En ce qui concerne l'absorption probable d'étain, les conserveries devraient être informées de la durée limite de stockage de tous leurs produits. Il faut constater que la chimie des fruits et les légumes en particulier, peut connaître une variation significative, en fonction de la variété, de la maturité, moment/endroit/conditions de la récolte, de la composition chimique du sol et des pratiques agricoles. La conserverie peut difficilement contrôler ces éléments qui, au bout du compte, peuvent influencer sur la concentration d'étain absorbée par le produit.
44. Des procédures de qualité devraient être mises en place pour faire en sorte que les lots de produits respectent la description de la recette.
45. Il faudrait accorder une attention particulière à la valeur pH de l'aliment et à l'adjonction d'acides alimentaires. Il faudrait reconnaître que la corrosion dépend de la valeur pH et qu'une trop grande chute de la valeur pH peut occasionner un changement important dans le comportement corrosif et l'absorption d'étain. Différents acides alimentaires (par exemple, citrique, malique, fumarique et acétique) agissent différemment en ce qui concerne la corrosion interne et tout changement d'ingrédient, tout passage d'un acide à un autre, devrait être testé minutieusement. L'acide acétique est particulièrement agressif au contact de l'étain.
46. La présence d'espèces chimiques capables d'accepter les électrons va augmenter la vitesse de la réaction corrosive. Le nitrate est un accélérateur de corrosion et sa présence provoque un désétamage rapide, même à basse concentration (1mg de NO_3^- va donner près de 8 mg de Sn^{2+}). Dans une boîte de 400g, 10mg de NO_3^- va rapidement réagir pour donner approximativement 80 mg de Sn^{2+} ou bien, en d'autres termes, une concentration d'étain dans le produit de 200 ppm. Sur une période d'un an environ, 100 ppm de nitrate aura complètement désétamé une boîte n° 303 avec un revêtement intérieur d'un poids de

11,2 g/m². L'emploi fanatique d'engrais et certains fruits et légumes peuvent causer l'accumulation de fortes concentrations de nitrates (par exemple, tomates et ananas). Lorsqu'il est probable que les nitrates posent un problème, il est essentiel que le producteur d'aliments en conserves et ses fournisseurs disposent d'un système de mesures garantissant que les fruits, légumes et autres ingrédients, peuvent être utilisés en conserverie.

47. Il est établi également que les résidus de soufre causent des problèmes de corrosion dans les boîtes en fer blanc nu. L'origine de ces résidus peut être agricole, ou liée à des agents de blanchiment ou de conservation utilisés dans certains ingrédients. Le producteur d'aliments en conserves et ses fournisseurs devraient alors faire les tests nécessaires pour s'assurer que les matières premières conviennent à l'utilisation prévue.
48. Certains aliments, en particulier la viande et le poisson qui sont riches en protéines et, dans une moindre mesure, les légumes (par exemple, les pois, haricots, le maïs etc.) contiennent par nature des composés de soufre. Ceux-ci peuvent réagir avec une surface en fer blanc nu et donner une coloration violette noire de sulfure d'étain. Bien que la coloration ne présente aucun danger, elle peut amener un changement de la passivation de la surface en fer blanc, altérant éventuellement à son tour, la vitesse d'absorption de l'étain. Les zones où apparaissent les taches colorées peuvent aussi se situer dans des zones de contrainte telles que les nervures des boîtes; les points de contact avec un produit solide dans un milieu liquide; headspace/zone de transition de la ligne de produits. Alors qu'une augmentation généralisée de la passivation aurait de fortes chances de ralentir l'absorption d'étain, les zones localisées de coloration pourraient avoir un effet délétère, surtout en présence d'un accélérateur de corrosion comme l'oxygène. Le degré de coloration sulfurée est également influencé par la valeur pH, la durée et la température de la transformation et la présence de certains cations. Les ions Al³⁺, Fe³⁺ et Fe²⁺, trouvés dans certaines eaux potables traitées, agissent comme des catalyseurs pour la dégradation des composés de soufre apparus naturellement. Par la suite, la présence de ces ions accroît la vitesse et l'ampleur de la coloration par les sulfures. Il est clair que les conserveries devraient avoir une connaissance approfondie de leurs produits, des variations qui pourraient apparaître dans les matières premières et leur transformation, de l'éventail d'effets que ces variations pourraient produire à l'intérieur de la boîte. Cette connaissance devrait servir mettre en place les contrôles nécessaires et à déterminer un approvisionnement solide.
49. Il faudrait conserver une documentation détaillée sur toutes les matières premières provenant de tous les fournisseurs, en particulier si l'on change de fournisseur ou si les matières premières viennent d'une autre source ou d'un autre endroit. Dans le cas improbable d'une concentration élevée d'étain dans les produits, la documentation

permettrait de retracer tout changement particulier et de prendre les mesures qui s'imposent.

50. La qualité de l'eau devrait être surveillée car certains systèmes d'alimentation en eau pourraient contenir des accélérateurs de corrosion comme les nitrates.

2.2.2 Transformation

51. Le producteur d'aliments en conserve devrait prendre toutes les mesures nécessaires pour éliminer l'oxygène de la boîte, avant sa fermeture et faire en sorte de créer un vide approprié dans la boîte. L'oxygène est un accélérateur de corrosion dont la présence dans une boîte après fermeture peut conduire à une dissolution précoce de l'étain, surtout depuis la zone d'espace vide. L'oxygène peut se trouver dans les interstices du produit. Un échappement de vapeur et une haute température de remplissage contribueront à la faire disparaître. Réduire au minimum l'espace vide, alors qu'on l'autorise toujours pour favoriser l'expansion du produit, contribue aussi à éliminer l'oxygène. Une autre méthode de contrôle revient à fermer les boîtes sous vide. L'injection de vapeur dans le headspace doit être cohérente et contrôlée. Il faut éviter qu'il y ait des arrêts de ligne ou des retards entre le remplissage et la fermeture.

52. La fermeture sous vide est la principale méthode utilisée pour ôter l'oxygène, l'échappement de vapeur étant moins courant.

53. Les augmentations de température accélèrent les réactions chimiques telles que la corrosion. Les conserveries devraient comprendre que si le processus de transformation dure trop longtemps et si la température est élevée, cela peut provoquer un accroissement de l'absorption d'étain.

54. Il faudrait éviter de mauvaises conditions de refroidissement et de séchage car cela revient à garder une grande quantité de boîtes, beaucoup trop longtemps à une température élevée. Les boîtes devraient être refroidies à 35-40 °C. Les boîtes refroidies à une température inférieure risquent de ne pas sécher correctement, ce qui pourrait entraîner une rouille extérieure. Les boîtes qui ne sont pas refroidies comme il convient peuvent être sujettes à une altération par des bactéries thermophiles ou les produits peuvent subir une perte de qualité.

2.2.3 Entreposage des produits finis

55. La corrosion interne de la boîte dépend, comme toute réaction chimique, de la température. Généralement, chaque fois que la température augmente de 10 °C, la vitesse de réaction double. La concentration d'étain absorbé que l'on s'attend à trouver dans une boîte stockée à une température élevée (40 °C) devrait être sensiblement plus élevée que celle d'une boîte stockée à une température inférieure (10 °C) pendant la

même période. Lorsque les producteurs de conserves d'aliments fixent les durées maximales d'entreposage, ils devraient prendre en considération l'endroit où se trouvent les zones de stockage de leurs produits finis. Par exemple: Quelle est la température maximale probable? Certaines zones subissent-elles plus que d'autres la chaleur du soleil? Combien de jours par an les températures sont-elles relativement élevées? Etc.

56. Il est nécessaire de contrôler les stocks pour s'assurer que des produits en conserve aux dates de production antérieures seront utilisés les premiers.
57. L'entreposage devrait être effectué dans des conditions permettant le contrôle de la température. Des écarts importants de température peuvent provoquer la formation de condensation sur la paroi extérieure des boîtes qui risquent alors de rouiller.

2.2.4 Autres considérations

58. La détérioration des boîtes devrait être réduite au minimum car elle risque de provoquer le désétamage de certaines zones. C'est pourquoi il est préférable d'utiliser la codification par jet d'encre plutôt qu'une machine à marquer.

2.3 Transport et entreposage des marchandises

59. Se reporter aux paragraphes 56 et 57, section 2.2.3 Entreposage des produits finis.

60. Les températures enregistrées pendant le transport doivent être prises en compte lorsque les aliments en conserve risquent de rester à de telles températures pour des durées indéterminées (par exemple, transport maritime). Au cas où les températures devaient rester élevées pendant le transport ou à la destination finale, alors il serait préférable, dans la mesure du possible, d'exporter un stock dont la date de production est plus récente.

2.4 Détaillant

61. Le détaillant devrait veiller à la rotation de ses stocks afin d'assurer un approvisionnement des rayons par séquences de dates de production.

2.5 Consommateur

62. Le consommateur devrait choisir un endroit pas trop exposé à la chaleur pour entreposer ses conserves d'aliments. Les placards devraient être éloignés des fours et des appareils de chauffage et de préférence, ne pas être exposés aux rayons du soleil.
63. Les aliments ou le jus non utilisés et laissés dans des boîtes en fer blanc nu peuvent rapidement accumuler de l'étain au contact de l'air. Il est préférable de les transférer immédiatement dans un récipient en plastique ou en verre propre et de les mettre au réfrigérateur.

GLOSSAIRE

64. Ce glossaire définit les principaux termes techniques employés dans le code précédent et se rapporte particulièrement au fer blanc, à la fabrication des boîtes et aux conserveries.

| | |
|-------------------------------------|--|
| Accélérateur de corrosion | Substances chimiques capables d'accepter les électrons qui vont accroître la vitesse de la réaction corrosive. |
| Acides alimentaires | Acides organiques, présents naturellement dans les aliments, particulièrement dans les fruits et les légumes; ils servent aussi à transporter les arômes et à modifier l'indice pH des aliments. |
| Aérobie | Présence d'oxygène. |
| Anaérobie | Absence d'oxygène. |
| Anode sacrificielle | Fait référence à un métal qui se dissout lentement dans une réaction de corrosion et, de ce fait, protège un second métal contre la corrosion (par exemple, l'étain qui réagit comme une anode sacrificielle afin de protéger le couple de base d'acier); voir aussi Mécanisme de corrosion . |
| BA | Voir Recuit . |
| Bande latérale | Mince bande de vernis destinée à protéger la soudure du corps de la boîte contre la corrosion. |
| Base d'acier | Bande en acier doux à bas carbone à laquelle on a appliqué un revêtement d'étain électrolytiquement. |
| Boîtes simples | Boîtes fabriquées à partir de fer blanc nu. |
| CA | Voir Recuit . |
| Codage par jet d'encre | Utilisation d'un jet d'encre pour imprimer un code de produit ou une date de production sur un fond de boîte. |
| Colorations par les sulfures | Lorsque des composés de soufre, naturellement présents dans les aliments réagissent avec une surface de fer blanc nu pour former un mordant pourpre-noir de sulfures d'étain. |
| Corrosion | Action chimique de dissolution de la surface d'un métal (par exemple, l'étain dans le véhicule alimentaire). |

| | |
|--|--|
| <i>Corrosion intérieure</i> | Corrosion se formant à l'intérieur d'une boîte de conserve (voir Corrosion). |
| <i>Désétamage</i> | Descriptif du processus de corrosion au cours duquel le revêtement en étain nu, intérieur est lentement dissous par le véhicule alimentaire; un désétamage rapide est attribué à une dissolution de l'étain anormalement rapide, causée par la présence d'accélérateurs de corrosion. |
| <i>Désétamage rapide</i> | Voir Désétamage . |
| <i>Distillation</i> | Méthode de chauffage des boîtes, généralement sous pression, afin de créer des températures qui, à l'intérieur de la boîte, dépassent largement les 100 °C ce qui permet d'atteindre la stérilité commerciale dans un laps de temps raccourci; les cornues sont, en fait, de très grosses cocottes-minute. |
| <i>Durée de conservation</i> | La durée de vie escomptée et acceptable de tout aliment en conserve. |
| <i>Échappement de la vapeur</i> | Faisant passer les boîtes remplies dans un tunnel de vapeur, avant le sertissage, pour aider à éliminer l'oxygène du produit et de l'headspace. |
| <i>Électrolyte</i> | Substance qui se dissocie en ions lorsqu'elle est dissoute dans un véhicule approprié; d'où l'utilisation d'un électrolyte riche en étain dans la fabrication du fer blanc (voir Électrotypie); l'aliment en contact avec une boîte nue à l'intérieur peut également être décrit comme un électrolyte. |
| <i>Électro-métallisation</i> | Voir Électrotypie . |
| <i>Électrotypie</i> | Métallisation par l'étain d'une bande d'acier continue à partir d'un électrolyte riche en étain afin de produire un fer blanc électrolytique. |
| <i>Environnement</i> | Voir Environnement réducteur . |
| <i>Environnement réducteur</i> | Conditions escomptées à l'intérieur d'une boîte de conserve nue finie, protégeant les contenus contre les réactions oxydatives comme un changement de couleur. |
| <i>Essai de durée</i> | Voir Essais d'emballage . |

| | |
|-------------------------------------|---|
| de conservation | |
| Essais d'emballage | Stockage et échantillonnage régulier d'aliments en conserve à des conditions de température contrôlées afin de déterminer les caractéristiques de corrosion intérieure et la durée de conservation potentielle. |
| Fer blanc | Voir Fer blanc électrolytique . |
| Fer blanc DR | Fer blanc «doublement réduit» lorsqu'on utilise un second laminage pour réduire l'épaisseur de l'acier afin de fabriquer un produit plus mince mais plus résistant. |
| Fer blanc électrolytique | Bande en acier doux à bas carbone dont le fond et le couvercle sont revêtus d'un dépôt électrolytique d'étain; l'étain déposé est un étain allié et libre et il a une surface passivée ainsi qu'un revêtement d'huile. |
| Fer blanc nu | Fer blanc brillant sans aucun vernis de revêtement supplémentaire. |
| Fer blanc vernis | Voir Vernis . |
| Gravure | Utilisation d'une matrice pour estamper un code de produit ou pour graver une date dans un fond de boîte. |
| Headspace | Espace restant au sommet de la boîte après remplissage et sertissage, permettant la dilatation du produit pendant le processus thermique. |
| Ion | Atome ou molécule chargés électriquement (positif ou négatif) formés par la perte ou le gain d'un ou de plusieurs électrons ou par la dissolution d'un électrolyte dans un solvant. |
| Ligne de produits | Niveau ou hauteur maximum de produit dans la boîte; le headspace est au-dessus de la ligne de produits. |
| Masse de revêtement en étain | Masse d'étain exprimée en g/m^2 , appliquée à chaque côté de la base d'acier; les masses de revêtement standard varient généralement de 2,8 à 11,2 g/m^2 avec une différentielle de 2,8 g/m^2 ; la masse de revêtement intérieur en étain des boîtes nues est généralement soit de 8,4 soit de 11,2 g/m^2 . |
| Mécanisme de corrosion | Chimie particulière à toute réaction corrosive; spécialement pour le fer blanc lorsque deux métaux (étain et fer) sont associés et lorsque l'un des deux ou tous deux ont la potentialité de se dissoudre. |

| | |
|---|---|
| <i>Migration de l'étain</i> | Voir Corrosion et Désétamage . |
| <i>Nervures, moulure</i> | Ondulations de la paroi de la boîte destinées à renforcer le corps de la boîte. |
| <i>Recuit</i> | Processus de chauffage utilisé dans la fabrication du fer blanc destiné à adoucir la bande en acier après laminage à froid et à lui donner la dureté requise; le processus peut s'effectuer soit en continu (recuit en continu ou CA) soit par lots (recuit par lots ou BA). |
| <i>Remplissage à chaud et maintien</i> | Processus par lequel un produit alimentaire à haute acidité (généralement un jus ou un liquide) est rempli à haute température, le fond est serti et les boîtes sont maintenues pour un laps de temps avant refroidissement; la stérilité commerciale est obtenue sans production par cornue. |
| <i>Remplisseuse</i> | Machine utilisée pour remplir automatiquement une boîte avec le poids ou le volume d'aliments désirés. |
| <i>Revêtement de boîte</i> | Voir Vernis . |
| <i>Revêtement en étain</i> | Voir Fer blanc électrolytique . |
| <i>Revêtements</i> | Voir Vernis . |
| <i>Rotation des stocks</i> | Méthode pour faire en sorte que les produits en boîte les plus anciens soient identifiés, disparaissent les premiers des entrepôts et apparaissent les premiers dans les rayons des détaillants. |
| <i>Sertissage sous vide</i> | Lors du sertissage du couvercle, appliquer un vide à la chambre de fermeture du sertisseur de boîte lors du sertissage du couvercle. |
| <i>Sertisseur</i> | Machine servant à fixer hermétiquement un couvercle sur la boîte. |
| <i>Température de remplissage</i> | Température à laquelle l'aliment est versé dans la boîte. |
| <i>Température de traitement</i> | Voir Temps de traitement . |
| <i>Temps de traitement</i> | Le temps calculé à une température particulière |

(température de traitement) auquel un format spécifique de boîte et un produit alimentaire doivent être chauffés pour atteindre la stérilité commerciale.

| | |
|---|---|
| <i>Traitement thermique</i> | Utilisation de tout procédé de chaleur pour obtenir la stérilité commerciale des boîtes remplies (voir aussi Remplissage à chaud et maintien et Distillation). |
| <i>Transformation dans des cornues</i> | Voir Distillation . |
| <i>Valeur, pH</i> | Mesure de l'acidité. |
| <i>Vernis</i> | Enduits organiques inertes utilisés pour donner une protection supplémentaire au fer blanc; appliqués généralement sous forme liquide et «durcis» à de hautes températures. |
