

Hygiène bactériologique de la fabrication des concentrés d'agrumes

par **L. COIGNERAI-DEVILLERS**

*Docteur en pharmacie
Conseiller technique en hygiène alimentaire.*

On utilise les concentrés d'agrumes pour la confection ou l'aromatisation de nombreux aliments et boissons auxquels ils apportent leurs agréables parfums naturels, leur acidité désaltérante, leur couleur appétissante. Ils flattent le goût sans introduire dans l'organisme de produits nocifs et l'on peut dire que tous les aliments où ils sont employés peuvent être rangés dans ceux dont la diététique autorise l'usage sans restriction, quel que soit, ou à peu près, l'âge du consommateur. Jus de fruits, sodas, yaourts, glaces, pâtisseries, sirops, bonbons, conviennent à tous, de l'enfance jusqu'à la vieillesse. On se rappelle aussi que la consommation des boissons à base d'agrumes a été

encouragée sur le plan de la lutte contre l'alcoolisme.

Il apparaît donc indispensable que, pour répondre entièrement à cette vocation diététique, la préparation des concentrés d'agrumes s'entoure du maximum de précautions d'hygiène dans tous les domaines afin de ne pas apporter de germes pathogènes dans l'organisme du consommateur et leur salubrité doit être surveillée avec un soin jaloux, sous le contrôle permanent du microscope.

Avant de passer en revue les sources de contamination possibles au cours de la fabrication, disons quelques mots de la flore microbienne pouvant exister dans les concentrés d'agrumes.

I. BACTÉRIOLOGIE DES CONCENTRÉS D'AGRUMES

Le concentré d'agrumes héberge normalement une flore microbienne peu abondante. Il s'agit là de produits à pH très bas (3 et même 2,5) qui ne permettent guère la vie des germes aérobies ou anaérobies. Ceux-ci préfèrent en effet les zones alcalines (pH 7,5-8) ou tout au moins neutres (pH 7).

Par contre ce milieu est extrêmement favorable au développement des moisissures et des levures qui végètent à des pH de 4 et 3,5. Ce sera donc des souillures de ce genre que l'on trouvera dans les produits à base d'agrumes et leur développement risque d'être extrêmement nuisible sur le plan de la qualité.

Tout d'abord, moisissures et levures constituent des colonies visibles à l'œil nu et dont l'apparence rebute le consommateur : duvet coloré des moisissures, grumeaux ou surfaces grenues et plissées dus aux levures, fermentations produites par ces germes dans les milieux sucrés, etc. Le consommateur refusera les aliments ainsi altérés et n'accordera pas aux *Penicillium* indûment développés sur un yaourt ou un sirop

les vertus qu'il recherche dans la Pénicilline. Ces accidents se produisant généralement au stade de l'entrepôt, c'est-à-dire de nombreuses semaines après la sortie de l'usine, il y a là une source de conflits et une perte de prestige indubitables pour la marque sans que le contrôle à la sortie de l'usine ait eu quelque chance d'éviter cette malfaçon. Il y fallait un examen au microscope.

Mais il ne s'agit pas que d'un défaut d'apparence. On sait que les moisissures et levures, cellules végétales extrêmement actives, sécrètent avec une abondance extraordinaire des produits extrêmement élaborés, les enzymes. Ces enzymes agissent sur la matière organique. Corps gras, sucres, protéines, sont décomposés et donnent naissance à des produits de dégradation de saveur et d'odeur très souvent déplaisantes et qui altèrent l'aliment dans lequel ils se trouvent inclus.

On sait que les enzymes sont de deux sortes :

— les endoenzymes qui demeurent à l'intérieur de

la cellule et n'en sont libérées que par sa destruction,

— les exoenzymes, à activité considérable qui modifient les substances environnantes, c'est-à-dire l'aliment, pour le transformer en éléments susceptibles d'être assimilés par la cellule fongique. Mais ces produits de transformation, ou les produits résiduels de la biologie microbienne, peuvent altérer considérablement la matière première qui les a fournis. Il n'est que de rappeler la transformation du lait en la gamme immense des produits laitiers ou fromagers, la fabrication du vin à partir de jus de fruits, ou l'élaboration du vinaigre.

Si nous examinons ce qui se passe dans les produits à base d'agrumes, nous pouvons relever plusieurs modes de dégradation des levures et des moisissures.

Par des phénomènes d'oxydation : l'enzyme fixe l'oxygène de l'air ou d'un donateur sur un accepteur selon le schéma :



Cette oxydation enzymatique déjoue toutes les précautions prises pour éviter l'oxydation des produits à base d'agrumes. Il en résulte des goûts de savon, tels que ceux donnés par les *Monilia*, de poisson (*Penicillium*, des goûts amers (*Aspergillus Niger*), sans compter la formation de cétones, d'acides gras, d'esters et d'aldéhydes (*Penicillium Palitans*, *Clasporium Domatium*, *Citromyces*) qui nuisent à la saveur du produit. Les levures du genre *Saccharomyces* ou *Torula* sont responsables de goûts aigres ou de fermentations. On sait que seuls les sucres en C₃ peuvent produire des fermentations or, dans les boissons,

contenant du saccharose la présence de certaines moisissures peut favoriser l'intervention. Cette dégradation permet ensuite la fermentation par les levures, soit en anaérobiose, soit en aérobie.

Or les zestes d'agrumes sont toujours extrêmement riches en moisissures et en levures, cette population s'accroît constamment au fur et à mesure de la maturation des fruits. Les spores émises sont véhiculées par l'air ambiant et les courants d'air les transportent sur le matériel de fabrication, en des points souvent très éloignés. Les machines sont contaminées par le broyage des fruits de sorte que l'hygiène bactériologique des ateliers demande à être constamment surveillée et sous contrôle du laboratoire.

C. et J. MOREAU, qui ont étudié la pollution fongique de l'air des entrepôts d'agrumes ont relevé des chiffres impressionnants : 36, 132 et même 456 Moisissures déposées en 10 minutes sur les milieux de culture spéciaux, alors que l'on ne relève en général que 3 ou 4 colonies seulement pour le même temps d'exposition, même dans un air pourtant aussi pollué que celui de Paris. Un seul citron mois, abandonné dans un coin d'entrepôt, peut émettre jusqu'à 16 milliards 300 mille spores de moisissures qui à leur tour émettront des milliards de spores vivantes. On conçoit donc l'importance de ces contaminations et combien il faut s'entourer de précautions pour éviter les souillures des produits au cours de la fabrication.

Pour établir un plan correct d'hygiène bactériologique à la fabrication, il convient tout d'abord d'examiner les diverses sources de contaminations rencontrées au cours de la préparation.

II. LES SOURCES DE CONTAMINATION

A. LES MATIÈRES PREMIÈRES

Les zestes d'agrumes sont, nous l'avons vu, une source de contamination considérable, tant pour le produit fabriqué que pour les machines où ils sont travaillés et pour l'air ambiant.

Les sucres. Normalement, les sucres provenant de raffineries bien surveillées ne contiennent pas de spores de moisissures ou de levures, mais il peut arriver à l'usine des livraisons défectueuses et il conviendra de contrôler régulièrement la qualité bactériologique des sucres en cours de livraison et en cours d'utilisation. Certains sucres liquides peuvent être parfois très contaminés et les tanks qui les contiennent deviennent de considérables repaires microbiens.

B. LA FABRICATION

1° Les machines :

Les machines complexes, utilisées pour broyer et homogénéiser les pulpes, présentent de très nombreux points pouvant constituer des abris où se développent les colonies fongiques. Faute de pouvoir les passer tous en revue, nous attirerons l'attention sur les principaux d'entre eux rencontrés en cours d'enquêtes dans des usines de concentrés d'agrumes.

a) *Les homogénéiseurs.* Les fines canelures de leurs broyeurs, les filtres très fins destinés à arrêter les débris de pulpes, les chambres des pistons, sont continuellement souillés de débris riches de moisissures et la

difficulté du nettoyage de ces organes permet souvent des proliférations importantes qui souillent à leur tour les concentrés venant au contact.

Il est essentiel que le lavage soit fait après un démontage complet de ces organes et qu'il soit toujours suivi d'une désinfection avec un des produits dont l'usage est autorisé en industrie alimentaire par le Conseil Supérieur d'Hygiène publique de France. Les ammoniums quaternaires et le formol notamment possèdent un pouvoir bactéricide très efficace.

b) *Les pasteurisateurs* (à plaques). Par un phénomène en apparence paradoxal, les liquides qui sortent du pasteurisateur peuvent se révéler plus riches en levures et moisissures que ceux qu'on y a introduits. A première vue, ceci paraît anormal mais il faut prendre en considération plusieurs facteurs :

— la température de pasteurisation, si elle veut respecter les caractères organoleptiques du fruit, doit être aussi basse que possible et la destruction des spores qui arrive, en principe, à partir de 80°, voir 75°, peut fort bien résister même à des températures supérieures. Nous avons trouvé des spores de moisissures vivantes dans des conserves traitées pendant 1 h 1/2 à 120° ;

— le nettoyage d'un pasteurisateur représente une opération particulièrement délicate. On se contente souvent de faire circuler de l'eau chaude contenant des produits de lavage ou des produits bactéricides, sans démonter l'appareil. Or la pression de l'eau de lavage est très souvent insuffisante pour baigner les plaques sur toute leur hauteur et il demeure une zone sèche en haut des plaques où les bactéricides n'interviennent pas. On constitue donc ainsi des zones contaminées quiensemenceront les produits circulant sous pression dans l'appareil. Un bon nettoyage comporte donc obligatoirement un démontage total de l'appareil suivi d'une désinfection de chacun de ses éléments. Après le remontage, il sera bon de compléter par une circulation d'eau additionnée de produits antiseptiques autorisés.

c) *Condenseurs*. Le travail du condenseur s'effectuant à basse température, il est capital que la désinfection de tous ses éléments soit parfaitement réalisée et contrôlée bactériologiquement pour ne pas introduire de spores dans un produit qui ne subira plus l'action de la chaleur. Robinets, serre-joints, coudes, devront faire l'objet d'un démontage minutieux et quotidien.

d) *Canalisations du vide*. Il convient de souligner ici que le jeu de pression et dépression risque de projeter dans les canalisations du vide des particules contaminées qui se colleront aux parois et prospéreront

aisément. Le vide industriel n'est qu'un vide partiel et il subsiste toujours assez d'oxygène pour autoriser la vie microbienne. On trouve souvent dans les canalisations du vide des colonies considérables de Moisissures et de Levures que le même jeu de pression et dépression relance dans le circuit de fabrication de façon tout à fait occulte.

e) *Les filtres*. Le démontage complet des plaques et leur désinfection par éléments séparés s'impose.

2° Le matériel :

Seaux tous usages, petit matériel. Les bassines, seaux, cuves, robinets, entonnoirs, etc. doivent également faire l'objet de désinfections minutieuses et il convient de les réserver strictement aux usages de la fabrication. Or, il arrive fréquemment de constater que les eaux servent indifféremment à la fabrication et au lavage des sols dont la pollution contamine considérablement leurs parois et par voie de conséquence le concentré dont on le remplira ensuite.

Canalisations, robinets. Une canalisation ne peut se désinfecter que par séparation de chacun de ses éléments : croix, coudes, serre-joints, raccords, etc.

3° L'air :

On rencontre dans l'air, nous l'avons vu, de très nombreuses particules, chacune servant de support à un grand nombre de germes. Ces supports sont de trois sortes :

— les poussières support, constituées par des fibres végétales, des grains de pollens, des particules et des déchets animaux qui transportent des populations microbiennes importantes ;

— des gouttelettes, riches en bactéries souvent pathogènes, expulsées par le nez et par la gorge des êtres humains ;

— des droplets-nucléi ou noyaux de condensation très denses à charge électrique négative.

La récolte de ces différents éléments peut se faire aisément en boîtes de Pétri sur milieu de culture différentiels et donner ainsi une image fidèle de la pollution de l'air. Une surveillance régulière permet des comparaisons fructueuses et attire l'attention sur la nécessité d'une désinfection. Ces prélèvements permettent également de modifier certaines pratiques désastreuses sur le plan de l'hygiène comme par exemple le balayage à sec :

poussières récoltées en 10 mn dans un atelier... 73
après balayage à sec du même local..... 856

Dans bien des cas, l'usage de filtres à air spéciaux arrêtera les particules de telle façon que l'air sera pratiquement privé de germes. Selon une étude à l'Hôtel-Dieu de Lyon dans le service des grands brûlés, on a obtenu les résultats suivants après filtration de l'air des chambres :

salle d'hôpital correctement tenue 3 000 germes par mètre cube d'air ;
 la même salle lorsqu'on a fait les lits 70 000 germes par mètre cube d'air ;
 chambre de grand brûlé alimenté en air filtré 0,17 à 0,35 germe par mètre cube d'air.

On voit donc combien peut être efficace l'action des filtres.

Au laboratoire où l'on emploie des filtres à air, nous obtenons les chiffres suivants :

air de la rue..... 150 germes
 air filtré du laboratoire 2 germes

Si l'on renforce cette action par l'action de lampes à rayons ultraviolets, on arrive à une stérilisation totale.

En industrie alimentaire, bien des cas de contaminations par Moisissures et Levures trouveront leur solution dans la filtration de l'air des ateliers, surtout de ceux où se fait le conditionnement.

4° Les eaux :

La qualité bactériologique des eaux est un des très importants facteurs de l'hygiène d'une usine. Il faut une eau potable pour les opérations de fabrication, mais il faut aussi de l'eau rigoureusement potable pour le nettoyage des machines et l'entretien des locaux.

Selon son implantation, à la ville ou à la campagne, l'usine est alimentée par de l'eau de distribution municipale, ou par de l'eau provenant d'un forage particulier, plus rarement par de l'eau de rivière ayant subi une épuration. Toutes les eaux n'étant pas également propres à l'usage alimentaire, beaucoup doivent être traitées par des résines échangeuses d'ions, dans des adoucisseurs, pour les priver de leurs sels minéraux. Toutes devront être très régulièrement suivies sur le plan bactériologique, car de nombreux germes pathogènes peuvent être véhiculés par ces eaux : *Escherichia Coli*, *Welchia Perfringens*, *Salmonella*, *Pseudomonas Aeruginosa*, existent dans les eaux souillées et nous avons vu leur responsabilité dans les accidents de fabrication et les intoxications alimentaires.

a) *Eaux de distribution municipale*. Les services publics disposent de stations d'épuration et de services

de contrôle qui leur permettent d'assurer une qualité bactériologique parfaite et constante du type reconnu par les réglementations d'hygiène :

- moins de 1 000 germes totaux au millilitre
- moins de 50 coli au litre
- 0 *Salmonella* au litre
- 0 *Welchia Perfringens* au litre.

Il est pourtant prudent de vérifier, au compteur d'entrée de l'usine, que l'eau correspond bien à ces normes. Il est arrivé des cas où des embranchements souillés distribuaient une eau contenant du colibacille. Il nous a été donné d'en faire l'observation dans la banlieue d'une grande ville, des boues fortement souillées s'étant sournoisement accumulées dans certaines portions du réseau.

b) *Les eaux de forage*. De nombreuses usines de campagne, de province mais aussi de la banlieue parisienne, disposent de forages particuliers dont les eaux doivent être étroitement surveillées. Il ne faut jamais perdre de vue que tous les changements météorologiques ont une répercussion sur les nappes d'eau souterraines : la sécheresse amène la nappe au contact des boues profondes très polluées, les inondations la noient sous un apport d'eau toujours contaminé. Lorsque la potabilité bactériologique de l'eau du forage a été reconnue et agréée, il convient de la surveiller au moins chaque mois. Un examen isolé n'a aucune valeur en soi. Il faut procéder à des comparaisons et la moindre variation est un signal d'alarme à ne pas négliger. Rappelons pour mémoire l'existence d'algues rouges et d'algues vertes dans la nappe d'eau du Soissonnais qui alimente de nombreuses usines de la banlieue parisienne et qui, dans certains cas, prolifèrent abondamment dans les appareils adoucisseurs et les filtres.

c) *Les eaux de rivière*. La contamination considérable de toutes les eaux de rivière rend leur usage particulièrement délicat dans les industries de l'alimentation et exige une épuration bactériologique très poussée. Nous n'avons personnellement jamais rencontré ce cas dans l'industrie des produits alimentaires.

d) *Les eaux adoucies*. Il passe dans les adoucisseurs un volume considérable d'eau qui filtre lentement à travers les résines, en abandonnant des débris organiques et des algues microscopiques qui constituent des milieux de culture pour les germes, même peu nombreux qui peuvent exister dans l'eau. Il se constitue ainsi des foyers de contamination souvent extrêmement riches, qui polluent considérablement les eaux traitées. Il est donc de toute première nécessité d'analyser l'eau à la sortie de l'adoucisseur, de vérifier la qualité bactériologique des résines, enfin, de pro-

céder à leur désinfection au moment des opérations de régénération. Voici quelques contaminations que nous avons relevées dans des stations de traitement des eaux :

— adoucisseur et filtre à silex contaminés par *Pseudomonas Aeruginosa* provoquant des pigmentations bleues ;

— adoucisseur hébergeant *Candida Albicans*, il s'agit là d'une levure extrêmement résistante aux désinfectants ;

— adoucisseur très contaminé en *Escherichia Coli* ;

— adoucisseur contenant du *Penicillium Glaucum* ;

— adoucisseur contenant *Aspergillus Niger* ;

— adoucisseur contenant des Algues vertes ;

— adoucisseur déversant dans l'eau une flore banale mais très abondante qui risquait d'altérer la pureté du produit préparé : à l'entrée de l'adoucisseur, l'eau contenait 300 germes par millilitre, on en dénombrait 10 000 à la sortie.

Il faut donc que la régénération des résines, régulièrement faite selon les instructions du constructeur, s'accompagne également d'une désinfection très surveillée et contrôlée sur le plan bactériologique.

e) *Les canalisations.* Pour clore ce chapitre, il convient de rappeler que les canalisations de l'usine, même distribuant une eau de qualité bactériologique parfaite, peuvent être le siège d'une contamination latente qui se révèle soudain en période de fortes chaleurs par exemple.

Personnellement, nous attachons une très grande importance à des variations minimales de la qualité bactériologique existant entre l'eau prélevée au compteur de l'usine et celle récoltée en divers points des ateliers de fabrication. Une analyse du type :

300 germes/millilitre

+ 10 germes producteurs d'hydrogène sulfuré

signale une prolifération microbienne anormale en un point du circuit. Il faudra donc sonder soigneusement l'ensemble du réseau de distribution, tâcher par des prélèvements aussi rapprochés que possible d'isoler la contamination qui se développe en général sur de minuscules plages constituées par des débris organiques ou des algues arrêtés par une aspérité de la paroi intérieure. Un nettoyage complet des canalisations peut libérer une quantité de boues contaminées de façon considérable. Voici un examen fait sur des boues de ce genre :

+ 1 000 000 germes par millilitre

+ 1 000 *Coli*

+ 1 000 H_2S

Présence de moisissures très abondantes.

Soulignons en passant que même la pureté de l'eau adoucie non alimentaire est un facteur de qualité indispensable dans des industries telles que l'industrie cosmétique, l'industrie photographique, l'électronique.

Les points bas, les canalisations voisinent d'éléments de chauffage seront tout particulièrement surveillés.

Les bacs de réserve, tanks de garde, réservoirs, etc., présentent un danger permanent de contamination. Il se constitue sur leurs parois des films de boues et d'algues microscopiques que n'arrache pas le frottement mécanique de l'eau qui s'écoule. Seul un brossage énergique arrive à les décaper, encore faut-il qu'il soit fait. On a tendance à penser que l'eau est un élément bactériologiquement correct et il semble incongru au personnel de l'usine de demander le nettoyage des canalisations et réservoirs. « Laver l'eau » paraît vraiment saugrenu. La pratique montre pourtant que c'est absolument indispensable.

Les contaminations provenant des bacs, des canalisations, des tanks et châteaux d'eau seront aisément détectées à l'aide du test I. M. V. I. C. qui permet de déterminer si les germes du groupe des *Escherichia* trouvés dans l'eau appartiennent au genre *Coli*, et il s'agit alors de contaminations d'origine fécale récente due à l'eau elle-même, ou au genre *Intermedium* qui est une forme dégradée proliférant dans les réservoirs (BUTIAUX).

Des analyses régulières en des points multiples et bien choisis donneront la sécurité indispensable sur ce point d'hygiène si directement en rapport avec la qualité du produit, la santé du consommateur et les exigences de la législation.

5° Les contacts humains :

Le corps humain constitue un réservoir de toutes sortes de germes banaux vivants en saprophytes sur la peau et dans les cavités naturelles, de germes pathogènes aussi, hébergés accidentellement ou s'étant adaptés et ayant perdu leur virulence vis-à-vis du porteur lui-même, qui est en quelque sorte immunisé, mais ayant conservé toute leur virulence vis-à-vis d'individus sains.

Les mains, les cheveux, le nez, la gorge, l'intestin, sont des repaires microbiens considérables et des manipulations faites par des ouvriers négligents de leur hygiène, avec des mains souillées par le contact des sécrétions du nez ou de la gorge, avec des mains non lavées après passage aux W.-C. introduisent dans les produits alimentaires des germes générateurs d'intoxications alimentaires.

Les plus redoutables sont les germes du groupe des Salmonella, tels que le bacille d'Ebert, agent de la fièvre typhoïde, les paratyphiques A et B, mais aussi le staphylocoque entérotoxique. Ce germe végète dans les sécrétions bucco-pharyngées d'un très grand nombre d'individus en bonne santé apparente. Il sécrète une toxine, poison violent pour l'intestin, à qui l'on doit bon nombre d'intoxications alimentaires extrêmement brutales bien qu'elles soient rarement mortelles, sauf pour des organismes particulièrement fragiles comme ceux des malades, des vieillards ou des enfants.

Le staphylocoque vivant à des pH de 7-7,2 se développera difficilement dans les produits à pH très acide (3-3,5) que sont les concentrés d'agrumes, mais il n'en va pas de même pour les Salmonella. MOSSEL a volontairement contaminé des jus de fruits avec différentes souches d'entérobactériacées et il a noté les temps nécessaires pour amener une destruction des germes, ou du moins une diminution très sensible. Le témoin étant à 1 000 000 de germes au centimètre cube, les germes survivants ne dépassent pas 100. Il constate que cette destruction se produit au bout d'un jour entier dans le jus de citron, mais que certains de ces germes peuvent survivre en quantité appréciable dans le jus d'orange pendant un temps allant jusqu'à 35 jours. Le tableau ci-dessous donne un résumé de cette très intéressante expérience.

La fabrication des concentrés d'agrumes, tout comme l'ensemble des industries alimentaires, doit

donc s'entourer de soins d'hygiène vigilants et sans défaillance. On imposera le port de vêtements propres réservés au travail, fréquemment blanchis, une coiffure retiendra les cheveux ; on fera une obligation impérieuse du lavage des mains chaque fois que l'ouvrier rentre dans l'atelier et surtout au retour des W.-C. Il va de soi que des distributions fréquentes de vêtements de travail propres, l'installation de postes de lavage des mains bien équipés en brosses à ongles, savons et serviettes propres doivent faire partie de ce plan d'hygiène.

C. LE CONDITIONNEMENT

L'hygiène bactériologique du conditionnement présente, on le conçoit aisément, un des points les plus importants de la fabrication, et souvent faut-il le dire, un des moins surveillés. Il semblerait qu'après avoir entouré le produit de tous les soins les plus attentifs pendant sa création, on lui attribue, combien à tort, une sorte d'immunité au moment de le loger dans les récipients et emballages appropriés. Combien de tireuses, de doseuses, dont les organes contaminés déposent, *in fine*, des Levures ou des Moisissures qui vont ensuite prospérer à l'aise surtout lorsqu'il s'agit de produits ne subissant pas une pasteurisation après emballage, et même dans ce cas, il est capital de n'offrir à l'action réduite de la chaleur, que des produits aussi

SOUCHES	TEMPS EN JOURS											
	Jus de tomate pH : 3,9-4,1		Jus de pomme pH : 3,0-3,1		Jus d'orange pH : 3,1-3,5		Jus de citron pH : 2,1-2,6		Mayonnaise pH : 3,9		Yoghourt pH : 3,8-4,1	
	5°	24°	5°	24°	5°	24°	5°	24°	5°	24°	5°	24°
Salm. typhi	15-24	c. 15	I	I	I	I	0	0	c. 1	I	I	I
Salm. paratyphi B	30-49	c. 15	2-16	1-5	8-15	5-7	0	0	c. 15	I	I	I
Salm. montevideo	30-49	c. 15	4-27	2-7	10-27	5-7	0	0	30-60	1-8	c. 1	I
Salm. senftenberg	30-38	c. 15	2-42	1-4	10-15	c. 5	0	0	30-60	1-8	I	I
Salm. typhimurium	30-49	15-30	5-16	1-7	15-27	5-7	0	0	c. 60	1-8	1-8	I
Shig. sonnei	38-49	7-10	5-35	2-10	10-35	4-7	I	I	—	—	c. 5	I
E. Coli	30-60	c. 30	4-27	2-5	4-27	1-4	0	0	8-15	1-8	c. 1	I
E. freundii	c. 15	c. 30	I	I	1-7	1-4	0	0	8-15	c. 1	I	I
Kh. aerogenes	16-30	60	1-4	1-5	1-7	4-8	0	0	1-8	c. 1	I	I
Kb. cloacae	c. 60	60	1-2	1-2	5-16	1-4	I	I	1-8	I	I	I

pauvres que possible en germes, les spores pouvant, nous l'avons vu, survivre dans des conditions en apparence créées pour les détruire.

Le conditionnement met en œuvre un certain nombre de facteurs qui tous posent leurs propres problèmes bactériologiques :

- 1° le flaconnage et son lavage ;
- 2° les éléments du bouchage ;
- 3° les soutireuses.

1° Le flaconnage et son lavage :

Nous avons présenté de façon très détaillée les problèmes bactériologiques soulevés par ces éléments dans le rapport destiné au 7^e Symposium sur les produits étrangers ajoutés aux aliments lors du conditionnement (Belgrade, 1961) et nous nous excusons de devoir, dans le cadre plus succinct de cet exposé, ne donner qu'un rapide résumé.

Le flaconnage :

Les industriels peuvent loger leurs produits finis, soit en bouteilles, ou bocaux, ou pots neufs, soit en ces mêmes récipients rendus par les utilisateurs, ce qui exige alors un lavage minutieusement contrôlé.

a) *Emballages neufs.* Les emballages de verre devraient pouvoir être utilisés sans lavage mais deux facteurs s'y opposent :

— la législation française exige le lavage préalable, immédiatement avant le conditionnement, de tout récipient destiné à contenir un produit alimentaire. Ce lavage doit être suivi d'un rinçage à l'eau potable (circulaire du Ministère de l'Agriculture du 1^{er} juin 1951). Les bouteilles neuves, tout comme les bouteilles retour, doivent donc être lavées avant emploi ;

— lorsque les bouteilles sortent de l'arche de verre où elles ont été cuites à + 500°, elles sont évidemment stériles. Par contre, les conditions du transport, exposition à l'air sans précautions, emballage dans des matériaux toujours contaminés, tels que la paille, introduisent une flore de souillure non négligeable et très souvent riche en moisissures, témoin ces analyses effectuées sur un lot de bouteilles neuves.

Sur 45 flacons de 250 cm³ que nous avons examinés à la réception, nous avons trouvé :

flacons contenant moins de 100 germes.....	21
flacons contenant plus de 100 germes.....	23
flacons contenant plus de 1 000 germes.....	1

Sur ces 45 flacons, 16 contenaient de 10 à 300 moisissures. Mais par ailleurs, et nous le verrons plus loin, le lavage, dans des conditions d'hygiène bactériolo-

gique mal surveillée introduit souvent dans ces emballages une flore de souillure importante, parfois plus importante même que celle rencontrée dans les bouteilles neuves.

On pourrait donc souhaiter utiliser les emballages neufs sans lavage préalable mais il faudrait pour cela que deux conditions soient remplies :

— que la circulaire du Ministère de l'Agriculture soit modifiée dans ce sens,

— que les bouteilles sortant de l'arche de cuisson soient immédiatement capsulées pour préserver leur cavité intérieure de souillures éventuelles.

Le problème reste donc posé.

b) *Emballages retour.* Le séjour chez les consommateurs souille considérablement les bouteilles, on le conçoit. Des restes de produits s'altèrent au contact de l'air, les insectes y introduisent les germes microbiens qu'ils peuvent transporter sur leur corps ou ceux extrêmement abondants qui proviennent de la décomposition de leurs tissus lorsqu'ils y périssent noyés comme le cas se présente fréquemment pour les liquides sucrés (sodas, sirops, etc.).

Parfois, des usages détournés, non alimentaires, souillent gravement les récipients. Par contre, un lavage bien conduit est susceptible de rendre au verre sa parfaite intégrité bactériologique. Tout le problème des bouteilles retour se situe donc dans la qualité bactériologique du lavage.

2° Les éléments du bouchage.

La plus grande attention doit être apportée à la qualité bactériologique des éléments du bouchage, qu'il s'agisse :

— d'éléments en liège ou en aggloméré de liège ou comportant des rondelles de liège aggloméré ;

— des éléments de bouchage en matière plastique.

a) *Les éléments à base de liège.* Le liège est un matériau poreux dont les canaux hébergent toujours une flore de souillure très abondante, notamment des moisissures. La stérilisation de ce matériau est difficile, l'ébullition n'arrive pas à le débarrasser de cette flore indésirable. Il faudrait envisager la stérilisation à l'autoclave.

L'aggloméré de liège peut être de meilleure qualité bactériologique s'il a été fabriqué avec des colles à usage strictement alimentaire et contrôlées sur le plan bactériologique et si la fabrication des rondelles a été étudiée sur le plan de l'hygiène bactériologique. Sinon, elles représentent une source de contamination par moisissures importantes, témoin le tableau suivant :

Capsule examinées : 53.

Capsules présentant :

moins de 100 germes, absence de moisissures...	19
moins de 1 000 germes, absence de moisissures...	15
moins de 10 000 germes, absence de moisissures...	9
plus de 1 000 germes, présence de moisissures...	8
présence de germes divers (indologènes, producteurs d'H ₂ S), absence de moisissures.....	2
	53

Bien entendu, la conservation des bouchons comportant un élément de liège doit se faire dans des conditions surveillées de température et d'humidité : 15° à 20° C pour la température ; 60 à 70 % d'humidité afin d'éviter de créer des ambiances favorables au développement des spores de moisissures existant normalement dans l'air.

b) *Les éléments en matériau plastique.* On ne relève généralement sur ces éléments que des flores microbiennes très réduites, composées de germes banaux sans danger pour l'avenir des produits. Il arrive de trouver des contaminations microbiennes et fongiques plus importantes mais l'enquête prouve, en général, qu'elles proviennent de conditions de conservation défectueuses. Pour ces éléments, il faudra également surveiller les conditions de température et d'humidité des entrepôts et veiller à les renfermer dans des containers bien clos.

Citons enfin, pour le proscrire complètement, le bouchage dit : « automatique » par bouchon de porcelaine et rondelle de caoutchouc faisant corps avec la bouteille et lavé avec elle.

De très nombreuses observations d'importantes contaminations dues à ce mode de bouchage qui se désinfecte mal au lavage et se souille par le contact avec les mains des ouvriers a amené le 3^e Symposium International de Microbiologie alimentaire tenu à Évian en septembre 1960 à émettre le vœu que ce mode de fermeture soit absolument proscrire pour la fermeture des flacons contenant des boissons alimentaires. Il est raisonnable d'étendre cette défense à tout produit à usage alimentaire.

3° Le lavage des emballages de verre.

La qualité de ce lavage est conditionnée par :

- le choix du produit de lavage,
- la surveillance bactériologique des bains de lavage et rinçage,
- la propriété bactériologique des laveuses,
- et bien entendu le contrôle bactériologique de la propreté bactériologique des récipients lavés.

a) *Choix du produit de lavage.* Ce produit doit être adapté à la flore microbienne à détruire, c'est-à-dire qu'il sera testé en qualité et en dosage vis-à-vis de la flore de souillure normale récoltée dans les bains de lavage. On donnera la préférence au produit le plus actif à la plus faible dose afin d'éviter la présence de résidus importants après lavage pouvant nuire au consommateur, étant entendu que ces produits seront choisis dans la liste limitative édictée par le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France, donc reconnu sans danger vis-à-vis de la santé des consommateurs.

b) *Surveillance bactériologique des bains de lavage.* Les doses étant fixées, des prélèvements faits dans les bains vérifieront leur pouvoir bactéricide à intervalles réguliers déterminés par le nombre de bouteilles lavées. En tout état de cause, il est dangereux de conserver plus de deux ou trois jours des bains de lavage, même ceux n'ayant servi qu'à un faible nombre de bouteilles, car sous l'action de la température constante qui y règne, les germes microbiens introduits par les souillures se développent abondamment. Pour la même raison, on proscriera les bains conservés en attente pour dépannage et qui constituent de véritables bouillons de culture.

Rappelons qu'il existe en Amérique des appareils doseurs qui déversent dans le bain de lavage la quantité de produit nécessaire lorsque la teneur du bain vient à baisser.

c) *Surveillance bactériologique des bains de rinçage.* La législation impose l'usage d'eau potable à ce stade. Il ne faut pas non plus perdre de vue que les bains de rinçage, surtout en cycle fermé, se trouvent rapidement contaminés par les gouttelettes d'eau de lavage introduits par les bouteilles. Il faut donc préférer le rinçage en eau courante et surveiller étroitement la propreté bactériologique de ces bains, notamment les bains tièdes qui offrent des températures favorables au développement des germes et les parois des bacs de rinçage qui peuvent héberger d'innombrables colonies de germes de souillure.

d) *Propreté bactériologique des laveuses.* Des prélèvements doivent être régulièrement effectués sur les parois des laveuses, sur les becs d'injection et dans les canalisations pour vérifier qu'aucune flore de souillure ne s'y développe. Des désinfections régulières à partir de produits chlorés, ou même d'eau formolée, les entretiendront en parfaite condition bactériologique.

e) *Contrôle bactériologique des bouteilles.* Il va de soi que de fréquentes analyses seront faites sur les bouteilles et emballages de verre sortant des laveuses. Voici quelques échantillons d'analyses sur des bou-

teilles lavées qui donnent à penser que la transparence n'est pas un facteur de jugement suffisant :

Bouteilles examinées : 253 :	
— moins de 100 germes.....	118
— plus de 100 germes et moins de 1 000.....	106
— plus de 1 000 germes avec présence de germes indologènes.	14
— nombre de germes variable mais présence de germes indologènes et germes H ₂ S.....	15
	253

Il existe des méthodes d'analyses précises et suffisamment rapides pour que, toutes autres conditions étant également surveillées, on puisse penser que le logement du produit s'effectue dans des récipients qui n'apporteront pas de contamination supplémentaire.

4° Les soutireuses.

Il va de soi que la surveillance de la propreté bactériologique devra être sans défaillance jusqu'au bec même de la soutireuse, celui-ci étant capable de déposer, *in fine*, des spores de levures dans le produit conditionné. Pour le nettoyage général de l'appareil, nous ne pouvons que renvoyer à la très belle étude,

extrêmement précise et détaillée, qui a été faite du tirage des jus de fruits par M^{me} E. NAVELLIER (*Fruits*, n° 2 de février 1950) qui passe minutieusement en revue tous les éléments du problème.

Sur le plan bactériologique, il faut souligner l'extrême importance à attacher au démontage de tous les éléments mobiles, les joints, les coudes, les caoutchoucs, les robinets, les tampons, etc., doivent être démontés si possible chaque jour, sinon au moins deux fois par semaine, soigneusement nettoyés, puis mis à tremper dans des bains désinfectants, rincés et remontés. Le nettoyage par circulation d'eau ou de vapeur élimine certes les débris, mais laisse subsister des flores de souillure importantes dans des recoins peu accessibles et ces proliférations peuvent devenir extrêmement importantes. Il nous est arrivé de tirer plus de 50 cm³ de cultures de moisissures du bras mort d'une croix de distribution.

Nous avons déjà souligné qu'il faut vérifier la stérilité et la désinfection des canalisations du vide pour éviter que des proliférations microbiennes importantes ne viennent souiller les produits distribués. Dans le même esprit, on portera attention au réseau de distribution du gaz carbonique en se souvenant qu'il a été trouvé des spores de levures vivantes dans du gaz carbonique provenant de cuves de brasseries.

III. SURVEILLANCE D'HYGIÈNE BACTÉRIOLOGIQUE

Lorsqu'il s'agit d'établir la sécurité d'une fabrication de produits fragiles comme le sont les produits à base d'agrumes, il convient d'établir un plan très soigneusement de défense bactériologique qui doit être adapté à chaque entreprise en fonction de son implantation. Machines utilisées, personnel consacré au travail de nettoyage et de désinfection, et bien entendu à la flore microbienne trouvée dans les produits considérés. On peut cependant dégager de grandes lignes valables pour tous.

1° Hygiène générale.

- Établissement d'un plan sévère de lavage et de désinfection quotidien et hebdomadaire ;
- choix d'un produit de désinfection adapté à la flore à détruire et fixation de la dose bactéricide ;
- étude de la filtration de l'air ;
- enseignement des consignes d'hygiène bactériologique au personnel.

2° Contrôle bactériologique.

- matières premières ;
- produits en cours de fabrication ;
- produits finis et en cours de conservation ;
- propreté bactériologique des machines et du matériel ;
- contrôle de stérilisation ;
- contrôle de l'air ;
- contrôle des eaux de ville et de l'eau adoucie ;
- contrôle de la propreté bactériologique des bouteilles lavées et des conditions du lavage.

3° Séparation des divers temps.

- Réception des agrumes ;
- homogénéisation ;
- pasteurisation ;
- concentration ;
- conditionnement ;
- lavage des bouteilles.

Les résultats des analyses seront comparés entre eux, ils seront communiqués et commentés aux res-

ponsables pour que le personnel puisse se rendre un compte exact du résultat de ses efforts.

EN CONCLUSION

La finesse des produits à base d'agrumes, leurs qualités diététique et hygiénique mettent dans l'obligation de les préparer dans les plus minutieuses conditions de propreté bactériologique tant pour le matériel que pour les locaux, les eaux, l'air, et en général toutes les conditions de leur préparation jusqu'au conditionnement inclus. Une étroite surveillance sur le plan bactériologique permettra de prévenir des accidents qui nuisent aux qualités organoleptiques de ces produits et risquent d'en détourner le consommateur, certains accidents tels que les altérations par moisissures et levures étant aisément perceptibles par tous. Ainsi seront préservées les qualités originales de ces produits et la santé du consommateur.



2391

ULTRAREFRIGÉRATION

Pour contrôle des fermentations,
stabilisation, concentration.

PASTEURISATION

Des liquides en vrac ou en bouteilles.

FILTRATION

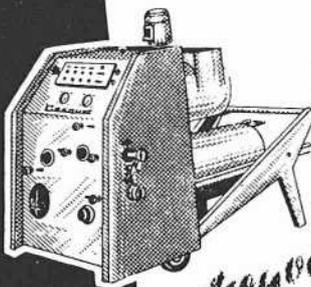
Sur kieselguhr avec apport continu,
sur cartons avant mise en bouteilles.

INSTALLATIONS COMPLÈTES

Équipements de cuves,
robinetterie.

POMPAGE

Tableaux distributeurs, pipes-lines.



POLYFILTRE

112

Nouveau Modèle

Gasquet

BORDEAUX 110 rue Notre Dame

PARIS 41 rue de Bercy (12°)

ALGER - ORAN - LONDRES - MADRID