

SESSION 2016

---

**CAPLP  
CONCOURS EXTERNE**

**Section : BIOTECHNOLOGIES  
Option : BIOCHIMIE – GÉNIE BIOLOGIQUE**

**ÉPREUVE DE MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE**

Durée : 5 heures

---

*L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout matériel électronique (y compris la calculatrice) est rigoureusement interdit.*

*Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.*

*De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.*

***NB : La copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.***

**Tournez la page S.V.P.**

## Fabrication du jus de pomme et valorisation d'un produit secondaire

Le jus de pomme est une boisson obtenue par pressage de fruits murs, sains et propres. Les sous-produits de cette fabrication sont valorisés, l'extraction industrielle de la pectine est réalisée à partir du marc de pommes.

Malgré son acidité, le jus de pomme qui n'a pas subi de traitement de stabilisation n'est plus considéré comme un aliment présentant un risque sanitaire majeur. En effet, certains agents pathogènes bactériens, viraux et parasitaires peuvent s'y développer. Un système d'assurance qualité est mis en place afin d'assurer la sécurité sanitaire du produit.

- 1- Après avoir présenté la structure des glucides, mettre en relation la structure chimique des pectines et leur pouvoir gélifiant.
- 2- Justifier les différentes opérations unitaires entrant dans la fabrication du jus de pomme et des pectines puis comparer les deux procédés d'extraction.
- 3- Décrire l'ensemble des moyens mis en œuvre pour maîtriser les contaminations microbiennes tout au long du process.

La durée de conservation du jus de pomme semi-fini peut être prolongée par différents procédés.

- 4- Expliquer les différentes techniques de conservation applicables à ce produit.

### ANNEXES :

Annexe 1 : **Schéma de principe de fabrication du jus de pomme et valorisation du marc.**  
Proposition auteurs

Annexe 2 : **Structure chimique des pectines et mécanismes de gélification.**  
Extrait de « La texture des produits sucrés ». Eric AUBREE, Centre de développement alimentaire, Baupré, Carentan.

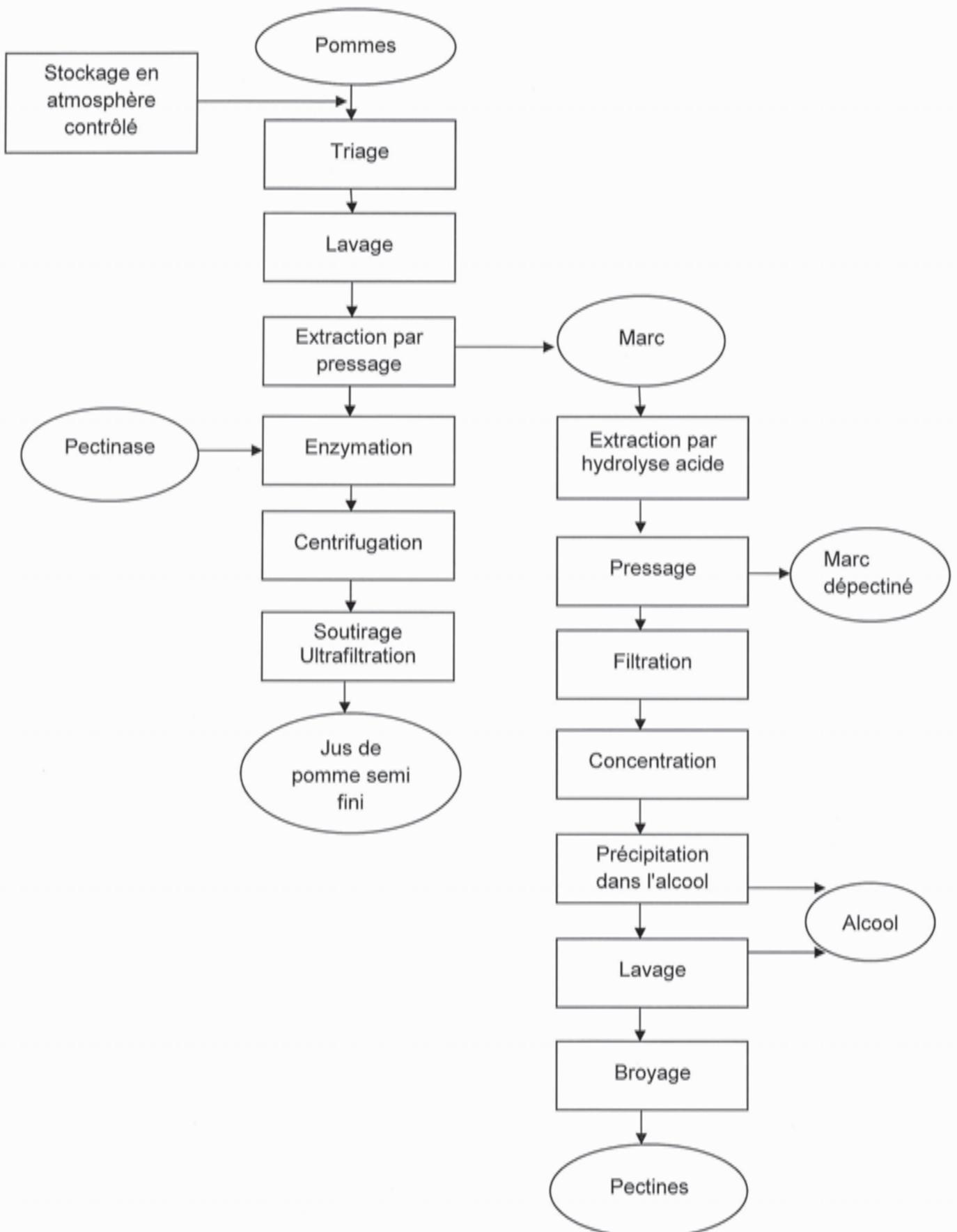
Annexe 3 : **Avis de rappel d'aliments - Rappel de jus de pommes non pasteurisé transformé par Rolling Acres Cider Mill en raison de la bactérie *E. coli* O157:H7.**  
<http://www.inspection.gc.ca>

Annexe 4 : **Maîtrise de la qualité microbiologique, Jus de fruits frais.**  
Qualité microbiologique des aliments: maîtrise et critères Jean Louis Jouve : CNERNA-CNRS

Annexe 5 : **Facteurs conditionnant la durée de vie des germes d'altération du jus de pomme.**  
Extrait [www.liegecreative.be](http://www.liegecreative.be) : 11/09/2015

Annexe 6 : **Courbes de croissance des micro-organismes selon la température.**  
[tpe.bactérie.free.fr](http://tpe.bactérie.free.fr): 25/09/15

Annexe 7 : **Conservation des aliments.**  
Adapté de, Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes. Publications, fiches pratiques. 06/10/2014

**Annexe 1 : Schéma de principe de fabrication du jus de pomme et valorisation du marc**

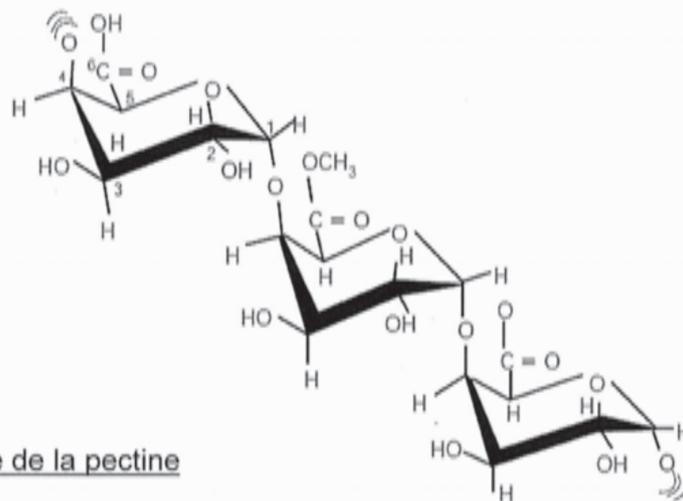
## Annexe 2 : Structure chimique des pectines et mécanismes de gélification

Extrait de « La texture des produits sucrés ». Eric AUBREE, Centre de développement alimentaire, Baupré, Carentan

La pectine est une fibre présente dans la paroi des cellules végétales. Composée de nombreuses chaînes d'oses, il s'agit d'un polysaccharide. Elle se gélifie en présence de sucre, en milieu acide et après chauffage.

Par ses nombreuses propriétés, la pectine est un additif alimentaire indispensable. Toutes les gelées industrielles sont élaborées avec de la pectine. On l'utilise aussi pour gélifier la confiture, elle permet alors de réduire la cuisson pour une saveur plus fraîche. La pectine est désignée en Europe par le code E440. On l'utilise dans l'industrie agroalimentaire comme émulsifiant, épaississant et stabilisant, et on la retrouve dans les yaourts et autres produits laitiers, ainsi que dans les marmelades, la mayonnaise et le ketchup.

La molécule de pectine se présente sous la forme d'un polymère linéaire d'acides D-galacturoniques joints en  $\alpha$  (1-4) par une liaison glycosidique. La chaîne pectique, à l'état solide ou en solution présente une configuration spiralée avec un pas de 3.



Structure de la pectine

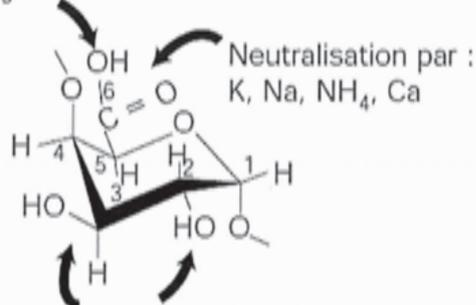
Le long de la chaîne principale, est présente toute une série de substitutions qui en font rarement une structure homogalacturonique simple. Les fonctions acides carboxyliques sont plus ou moins estérifiées par du méthanol. On définit ainsi le Degré de Méthoxylation (DM) des pectines comme étant le nombre de fonctions carboxyliques méthylées pour cent motifs d'acide galacturonique de la chaîne principale.

Des ramifications, principalement constituées par de courtes chaînes latérales de sucres neutres (galactanes, arabanes, xylanes ...) sont rattachées aux fonctions hydroxyles secondaires (C2 ou C3) de la chaîne principale. Ces ramifications sont souvent localisées en zones dites « chevelues », provoquant une interruption de la régularité des chaînes homogalacturoniques. Dans certaines matières premières, leur quantité peut atteindre 10%. De la même manière, sont liées aux fonctions hydroxyles C2 ou C3, des groupes acétyles qui sont surtout présents dans certaines matières premières telles que le tournesol ou la betterave. Enfin la chaîne d'acide galacturonique est interrompue par des unités de  $\beta$ -L-rhamnose, lié par ses carbones 1 et 2, qui provoquent une déviation de l'axe de la chaîne. Cette zone de flexibilité, appelée « coude pectique », facilitera la formation d'un réseau tridimensionnel lors du processus de gélification.

Les pectines sont donc principalement caractérisées par leur teneur en acide galacturonique (AG), la longueur des chaînes d'acides galacturoniques (masse moléculaire) et le nombre de substituants autre qu'osidiques.

Estérification :  $\text{CH}_3\text{OH}$

Amidation :  $\text{NH}_2$



Neutralisation par :  
K, Na,  $\text{NH}_4$ , Ca

R = OH → Acides pectiques  
R = OH,  $\text{OCH}_3$  → Pectines  
R = OH,  $\text{ONH}_2$  → Pectines amidées

Pour 100 unités AG :

DM > 50 → Pectines HM

DM < 50 → Pectines LM

DA < 25, DM < 50 → Pectines LMA

DM < 5 → Acides pectiques

Acétylation par :  $\text{CH}_3\text{COOH}$

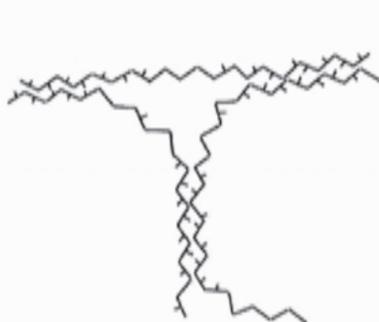
Estérification : Sucres neutres

(galactanes, arabanes, xylanes, etc.)

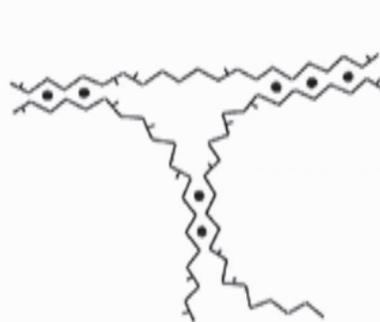
### Les différentes substitutions de l'acide galacturonique

DM	Dénomination	pH	Solides	Temps de prise	Ca <sup>++</sup>
74-77	Ultrarapid set	Jusqu'à 3.5	55 - 65 %	1-3 min	Indifférent
71-74	Rapid set	3.1-3.3	55 - 65 %	3-7 min	
66-69	Medium rapid set	2.8-3.1	60 - 70%	15-25 min	
62-65	Slow set	2.8-3.0	60 - 70 %	30-120 min	
58-60	Extra slow	2.6 - 2.9	70 -80%	30-120 min	
40	Slow set		>10 %		Oui
30	Rapid set		>10 %		Oui
35 DA 15	Amidée Slow set		30 %		Oui
30 DA 20	Amidée Rapid set		30 %		Oui

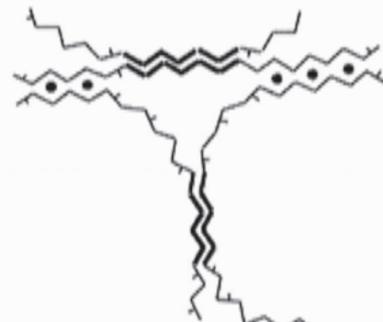
### Les différents types de pectines et leurs conditions de gélification



Liaisons hydrophobes



Par l'intermédiaire d'ions  $\text{Ca}^{++}$



Par l'intermédiaire d'ions  $\text{Ca}^{++}$  et par liaisons H / hydrophobes

### Les mécanismes de gélification

**Annexe 3 : Avis de rappel d'aliments - Rappel de jus de pommes non pasteurisé transformé par Rolling Acres Cider Mill en raison de la bactérie *E. coli* O157:H7** <http://www.inspection.gc.ca>

Date du rappel : le 30 octobre 2014 Raison du rappel : Élément microbiologique <i>E. coli</i> O157 Classification du risque : Classe 1	Compagnie / entreprise : Rolling Acres Cider Mill Distribution : Ontario Étendue de la distribution : Détail Numéro de référence : 9401
---	--

**Détails du rappel**

Ottawa, le 30 octobre 2014 - Rolling Acres Cider Mill procède au rappel de jus de pommes non pasteurisé parce que ce produit pourrait être contaminé par la bactérie *E. coli* O157:H7. Les produits visés décrits ci-dessous ne doivent pas être consommés.

Les produits suivants ont été vendus par Rolling Acres Cider Mill le 11 octobre 2014 au marché fermier de St. Jacobs situé à Waterloo (Ontario) ainsi que chez le fabricant situé à Waterloo (Ontario) entre le 10 octobre 2014 et le 11 octobre 2014, inclusivement.

**Produits visés par le rappel**

Marques commerciales	Nom usuel	Format	Code(s) sur le produit
Rolling Acres	« Pure apple cider Unpasteurized »	2 L	10-10
Rolling Acres	« Pure apple cider Unpasteurized »	4 L	10-10
Aucune	Jus de pommes non pasteurisé	Ce produit a été vendu dans un sac de plastique non étiqueté	Aucun

**Ce qu'il faut faire**

Vérifiez si vous avez les produits à la maison. Si c'est le cas, ne les consommez pas.

Les aliments contaminés par la bactérie *E. coli* O157:H7 ne présentent pas nécessairement d'altération visible ni d'odeur suspecte, mais peuvent quand même vous rendre malade. Les symptômes possibles sont les suivants : nausées, vomissements, crampes abdominales plus ou moins aiguës et diarrhée aqueuse ou sanguinolente. Dans les cas graves, certaines personnes peuvent souffrir de convulsions ou d'un accident vasculaire cérébral tandis que d'autres peuvent avoir besoin de transfusions sanguines et de dialyse. Dans certains cas, les dommages causés aux reins sont permanents. La maladie peut même causer la mort.

**Contexte**

Ce rappel découle de renseignements obtenus par l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) au cours d'une enquête sur une éclosion de maladie d'origine alimentaire. L'ACIA procède actuellement à une enquête sur la salubrité des aliments qui pourrait entraîner le rappel d'autres produits. Tout autre rappel de produit à haut risque sera signalé au public au moyen d'une mise à jour de l'avis de rappel d'aliments.

**Cas de maladie**

Des cas de maladie associés à la consommation de ces produits ont été signalés.

#### **Annexe 4 : Maîtrise de la qualité microbiologique, Jus de fruits frais**

Qualité microbiologique des aliments: maîtrise et critères Jean Louis Jouve : CNERNA-CNRS

Opération	Dangers	Mesures préventives	Surveillance
Toute opération, depuis la réception de la matière première jusqu'à la vente	Multiplication des microorganismes	<ul style="list-style-type: none"><li>• Stockage en zone réfrigérée (0 à 4 °C)</li><li>• Réfrigération des salles de fabrication</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Contrôle de la température des produits</li></ul>
Extraction du jus	Contamination des jus par un petit nombre de fruits impropres à la transformation (infection latente)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Extraction du jus</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Surveillance visuelle du jus au moment de l'extraction et élimination des lots défectueux</li></ul>
Produit fini	<ul style="list-style-type: none"><li>• Non conformité du produit aux critères en sortie de fabrication et dégradations des qualités organoleptiques avant la DLC</li><li>• Non conformité du produit aux critères à la DLC</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hygiène générale des opérations</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Contrôle visuel</li><li>• Analyses microbiologiques</li></ul>

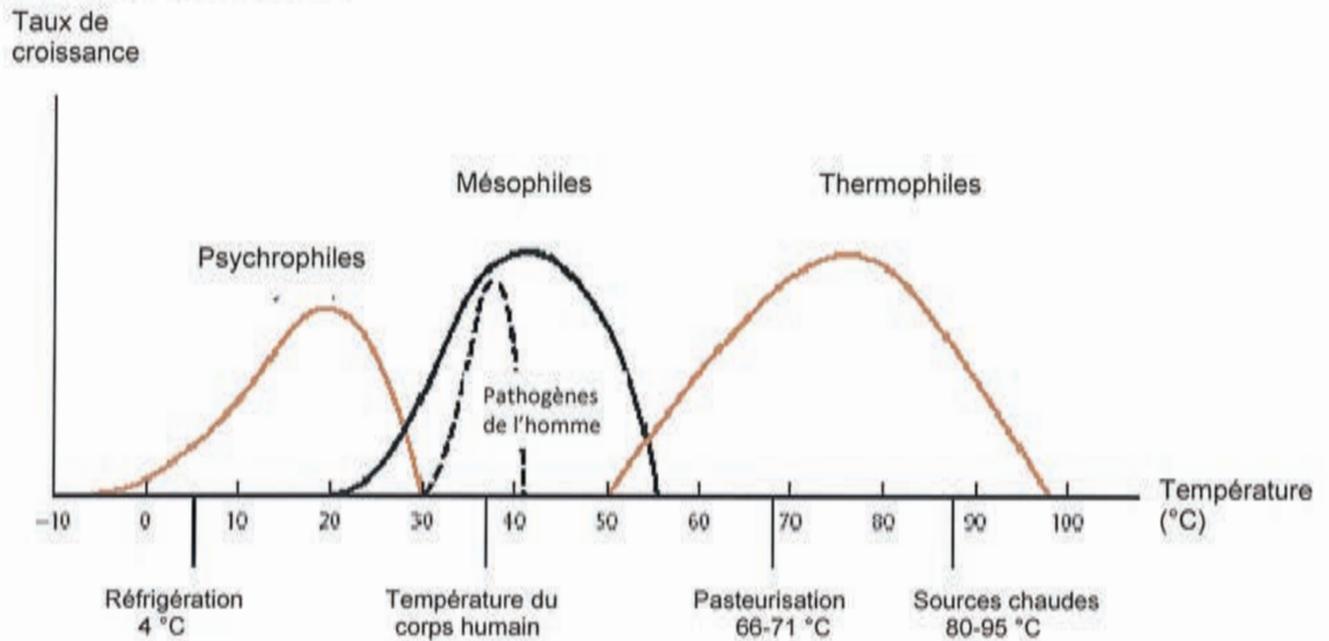
#### **Annexe 5 : Facteurs conditionnant la durée de vie des germes d'altération du jus de pomme**

Extrait [www.liegecreative.be](http://www.liegecreative.be) : 11/09/2015

Micro-organismes	Paramètres minimum de croissance			Aérobies /anaérobies
	Temp. (°C)	pH	Aw	
Pseudomonas	<0	5.5	0.97	Aérobie
Enterobacter aerogenes	2	4.4	0.94	Aéro-anaérobie
Bactéries lactiques	4	3.8	0.94	Aéro-anaérobie
Micrococcus spp	4	5.6	0.9	Aérobie
Levures	-5	1-5	0.8	Aéro-anaérobie
Moisissures	<0	<2	0.6	Aérobie

## Annexe 6 : Courbes de croissance des micro-organismes selon la température

tpe.bactérie.free.fr: 25/09/15



## Annexe 7 : Conservation des aliments

Adapté de, Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes. Publications, fiches pratiques. 06/10/2014

Les traitements de conservation appliqués aux aliments visent à préserver leur comestibilité et leurs propriétés gustatives et nutritives en empêchant le développement des bactéries, champignons et microorganismes qu'ils renferment et qui peuvent dans certains cas entraîner une intoxication alimentaire.

Les méthodes utilisées pour la conservation des aliments reposent sur 3 techniques :

- la chaleur : pasteurisation, stérilisation, appertisation, semi-conserves
- le froid : surgélation, congélation, réfrigération
- autres : conditionnement sous vide ou sous atmosphère modifiée, lyophilisation, déshydratation et séchage, fermentation, salage, confisage, saumurage, fumage ou fumaison, ionisation, etc.

### **1. Le traitement de conservation par la chaleur**

Le traitement des aliments par la chaleur est la technique la plus utilisée pour la conservation de longue durée.

- Pasteurisation : la pasteurisation a pour but la destruction des micro-organismes pathogènes et d'altération. Elle permet de préserver les caractéristiques des denrées alimentaires, notamment au plan organoleptique.
- Stérilisation : la stérilisation est un traitement thermique qui a pour finalité de détruire toute forme microbienne vivante.
- Le traitement à ultra haute température : dans cette méthode de conservation, le produit (lait par exemple) est porté à une haute température pendant une courte période, puis immédiatement et très rapidement refroidi. Le produit est ensuite conditionné aseptiquement. Ce traitement permet une conservation longue à température ambiante.
- Appertisation (conserves) : l'appertisation est un procédé de conservation qui associe deux techniques :

- le conditionnement dans un récipient étanche aux liquides, aux gaz et aux micro-organismes à toute température inférieure à 55°C
- un traitement par la chaleur qui a pour but de détruire ou d'inhiber totalement, d'une part les enzymes, d'autre part les microorganismes et leurs toxines, dont la présence ou la prolifération pourrait altérer la denrée considérée ou la rendre impropre à l'alimentation humaine (stérilisation).

Les conserves ainsi obtenues peuvent se conserver plusieurs années à température ambiante (durée maximale de conservation de 5 ans). Elles comportent une date limite d'utilisation optimale.

- Semi-conserves : les semi-conserves sont des denrées alimentaires périssables, conditionnées en récipients étanches aux liquides, et ayant subi un traitement de conservation (pasteurisation, salage, séchage, etc.) en vue d'en assurer une conservation plus limitée que les conserves. Elles doivent être stockées au froid. Elles comportent le plus souvent une date limite de consommation, mais peuvent comporter compte tenu de leur durée de conservation (le plus souvent de quelques mois) une date limite d'utilisation optimale.

## 2. Les techniques de conservation par le froid

Le froid est une technique de conservation qui prolonge la durée de vie des denrées alimentaires en limitant leur altération. Néanmoins, les micro-organismes éventuellement présents ne sont pas détruits et peuvent reprendre leur activité dès le retour à une température favorable.

- Réfrigération : la réfrigération fait appel à l'abaissement de la température pour prolonger la durée de conservation des aliments. A l'état réfrigéré les cellules des tissus animaux et végétaux restent en vie pendant un temps plus ou moins long, et les métabolismes cellulaires sont seulement ralentis.
- Congélation : la congélation est une technique consistant à abaisser la température d'une denrée alimentaire de façon à faire passer à l'état solide généralement l'eau, qu'il contient.
- Surgélation : la surgélation consiste à congeler rapidement une denrée saine et en parfait état de fraîcheur en abaissant sa température très rapidement jusqu'à -18°C en tous points. Les produits ainsi traités conservent toute leur texture, leur saveur et peuvent être conservés plus longtemps. Des dispositions réglementaires spécifiques notamment en matière d'enregistrement des températures et d'étiquetage des produits surgelés existent.

## 3. Les autres techniques de conservation

- Modification de l'atmosphère :
  - Conditionnement sous vide : la mise sous vide réduit la quantité d'air autour de la denrée alimentaire et donc l'action de l'oxygène sur celle-ci. Cela permet d'inhiber la flore aérobie d'altération et les réactions d'oxydation.
  - Conditionnement sous atmosphère modifiée : lors du conditionnement dans un emballage étanche, l'air qui entoure la denrée alimentaire est remplacé par un gaz ou un mélange gazeux, qui dépend du type de produit, et permet de prolonger la durée de vie de celui-ci. Cette technique de conservation est associée à un stockage à basse température. Une mention inscrite sur l'étiquetage indique : "conditionné sous atmosphère protectrice".
- Séparation et élimination de l'eau :
  - Déshydratation et séchage : cette technique consiste à éliminer partiellement ou totalement l'eau contenue dans l'aliment. Du fait d'une faible activité de l'eau (Aw) les microorganismes ne peuvent proliférer, et la plupart des réactions chimiques ou enzymatiques de détérioration sont ralenties.
  - Lyophilisation : cela consiste à congeler un aliment puis à le placer sous vide, l'eau passe ainsi directement de l'état solide à celui de vapeur (sublimation). La forme et l'aspect des produits sont bien conservés, leur qualité aromatique est bien supérieure à celle des produits séchés. Du fait de son coût, cette technique est réservée aux denrées alimentaires à forte valeur ajoutée tels que les champignons, le café soluble, certains potages instantanés et les céréales pour petit déjeuner.
  - Salage : on soumet une denrée alimentaire à l'action du sel soit en le répandant directement à la surface de l'aliment (salage à sec) soit en immergeant le produit dans une solution d'eau salée (saumurage). Cette technique est essentiellement utilisée en fromagerie, en

charcuterie et pour la conservation de certaines espèces de poissons (harengs, saumon, etc...) ou denrées alimentaires végétales (condiments).

- Saumurage : le saumurage utilise pour la conservation des charcuteries une préparation composée de sel, d'eau, de divers ingrédients (aromates, sucres, etc...) et éventuellement d'additifs autorisés.
  - Confisage : confire consiste à préparer des denrées alimentaires en vue de leur conservation en les faisant cuire lentement dans une graisse (porc, oie, canard), en les enrobant de sucre ou en les plongeant dans du sirop de sucre (confiserie, fruits confits) ou en les mettant en bocaux dans de l'alcool (fruits à l'eau-de-vie) dans du vinaigre (câpres, pickles, cornichons, oignons) ou dans une préparation à l'aigre-doux (chutney).
  - Fumage ou fumaison : cette méthode consiste à soumettre une denrée alimentaire à l'action des composés gazeux qui se dégagent lors de la combustion de végétaux. Le fumage joue le rôle d'aromatisation et coloration. Il s'applique principalement aux produits carnés pour lesquels le séchage suivi du fumage permet de conserver les viandes et poissons grâce à l'action combinée de la déshydratation et des antiseptiques contenus dans la fumée.
- Conservation par acidification :
- Fermentation : la fermentation est la transformation naturelle d'un ou plusieurs ingrédients alimentaires sous l'action de levures, bactéries. Les plus importantes transformations de denrées alimentaires par la fermentation sont au nombre de 3 : la fermentation alcoolique (vin), la fermentation lactique (choucroute, cornichons, fromages) et la fermentation acétique (vinaigre).
- Autres techniques:
- Ionisation : ce principe repose sur l'exposition des denrées alimentaires à l'action de rayonnements ionisants électromagnétiques qui a pour but d'augmenter la durée de conservation des aliments en éliminant les microorganismes. Les sources de rayonnements ionisants font l'objet d'une liste exhaustive fixée par la réglementation. La liste des denrées alimentaires pouvant être traitées est limitée et concerne celles qui sont fréquemment contaminées et/ou infestées par des organismes et leurs métabolites, qui sont de nature à nuire à la santé publique (insectes, microorganismes pathogènes, etc.). Ce traitement de conservation correspond à une technique maîtrisée et encadrée par la réglementation, et n'a aucun rapport avec les contaminations accidentelles pouvant résulter du contact des denrées alimentaires avec des sources radioactives.

En complément des méthodes de conservation mentionnées auparavant, d'autres technologies de conservation telles que la microfiltration, le chauffage ohmique, les ultrasons, les champs magnétiques pulsés ou la lumière pulsée se développent. Ces solutions qui permettent de traiter les produits d'une manière plus douce, parfois plus efficacement, en préservant leur propriétés gustatives et nutritives sont peu appliquées pour des raisons industrielles, réglementaires ainsi qu'économiques.