



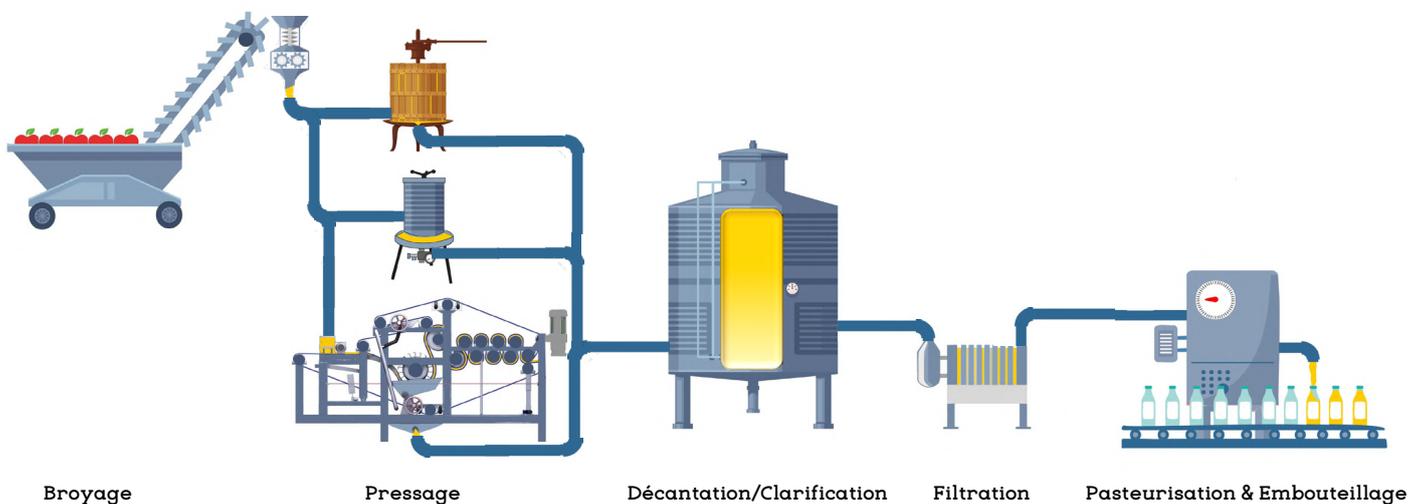
JUS DE POMME, POIRE, PETITS FRUITS ET TOMATES

AUTEUR

François Michels
Pôle Technologique de Conservation Alimentaire de DiversiFERM

VERSION 1

Décembre 2024



Pour plus d'informations sur le contenu de cette
fiche, pour un accompagnement ou une formation sur
le sujet: info@diversiferm.be ou 081/62.23.17

Partenaires du projet **TRÈFLE**



Ensemble pour un système alimentaire durable



TABLE DES MATIÈRES

Jus de pomme, poire, petits fruits et tomates	1
1. Contexte	3
2. Brassage	3
1. RÉCOLTE	3
2. LAVAGE & TRI DES FRUITS	4
3. RÉDUCTION DE TAILLE	5
4. PRESSAGE	8
5. FOURNISSEURS DE PRESSE	11
3. Clarification	12
1. ÉTAPES DE CLARIFICATION OBLIGATOIRES	12
2. COLLAGE	15
3. FILTRATION	16
4. CENTRIFUGATION	17
4. Pasteurisation	18
1. OBJECTIF	18
2. ÉLIMINER DES MICROORGANISMES	18
3. DÉENZYMER	20
5. Embouteillage	21
6. Bibliographie	21

1. Contexte

Le **jus de fruit** est légalement défini comme « produit fermentescible mais non fermenté obtenu à partir des parties comestibles de fruits sains et mûrs » (Service Public Fédéral, 2013). Les pulpes peuvent être partiellement présentes si elles ne sont pas éliminables par les moyens classiques d'extraction du fruit. Le mélange de jus de fruits et de purée de fruits est autorisé et s'il y a addition d'eau, le jus devient un nectar, avec une législation spécifique à respecter.

Les étapes clés pour l'obtention du jus de fruit sont :

1. BRASSAGE : PASSAGE DU FRUIT AU MOÛT (JUS BRUT NON TRAITÉ)
2. CLARIFICATION : « NETTOYAGE » DU JUS BRUT
3. PASTEURISATION : CHAUFFAGE DU JUS POUR LE CONSERVER À TEMPÉRATURE AMBIANTE
4. EMBOUTEILLAGE : EN GÉNÉRAL À CHAUD, POUR AUTOPASTEURISER LE CONTENANT

2. Brassage

Le **brassage est lui-même composé de plusieurs étapes :**

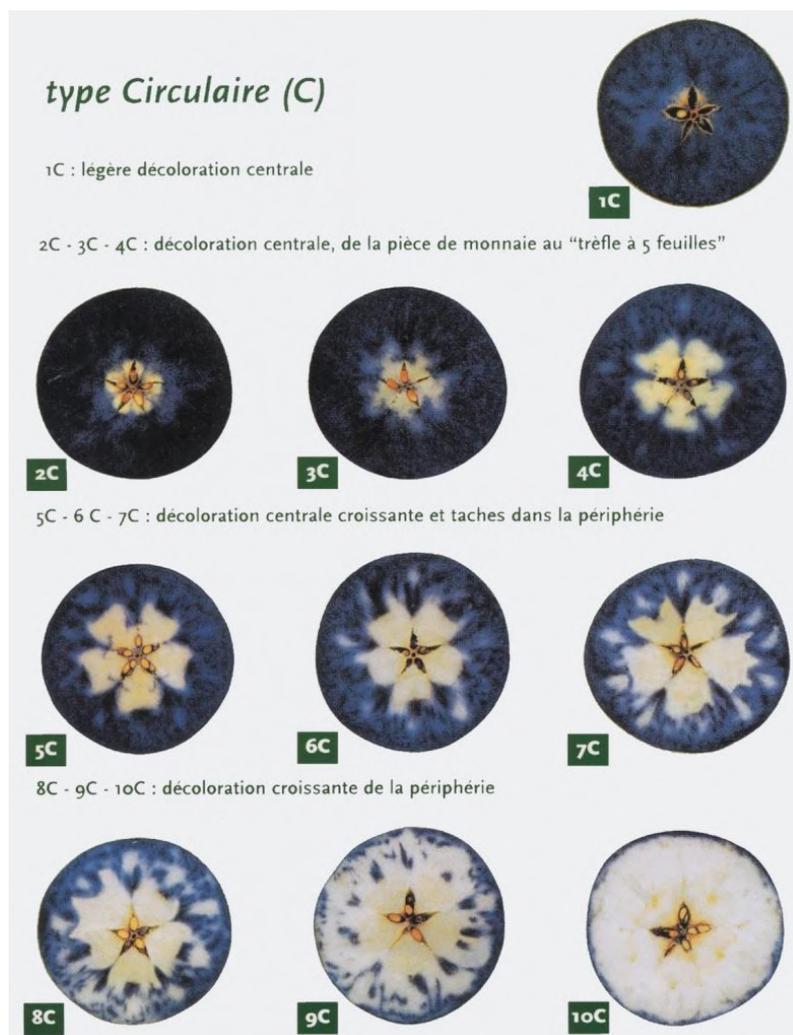
1. Récolte
2. Lavage & Tri des fruits
3. Réduction de la taille des fruits
4. Pressage

1. RÉCOLTE

L'objectif est de récolter un fruit à maturité, pour avoir un taux de sucre maximal. Le sucre dans un fruit non-mûr est présent en longue chaîne sous forme d'amidon. L'amidon n'apporte pas de goût sucré, tout comme la maïzena (amidon de maïs) n'est pas sucrée. Lors de la maturation du fruit, les enzymes « amylases » vont couper la chaîne d'amidon en sucres (phénomène appelé « chute de l'amidon ») et le fruit devient sucré. Il est possible de visualiser la régression de l'amidon avec le test au lugol (iode), comme illustré dans la Figure 1.

FIGURE 1.
Régression de l'amidon d'une pomme: en bleu, l'amidon - en blanc, le sucre
(@UDSAH-Moselle)

Une pomme est considérée comme mûre lorsqu'elle est tombée au sol



Pour avoir un jus qualitatif, il convient d'obtenir un équilibre entre les saveurs sucrées, acides et amères. Par exemple, les pommes belges étant très acides, on va attendre qu'elles soient à maturité pour obtenir un maximum de sucre afin d'avoir un jus de pomme qualitatif. Cette maturité est également recherchée par beaucoup de cidriers belges, car un haut taux de sucre permet de déboucher sur des cidres bruts, voire extra bruts. L'équilibre des jus peut être atteint aussi en mélangeant les variétés d'un fruit ou les fruits entre eux : ex. rattraper l'âpreté d'un jus de poire avec un jus de pomme ou acidifier un jus de poire trop doux avec un jus de groseille. L'autre intérêt de récolter les fruits à maturité est qu'ils seront plus juteux et donc plus faciles à presser.

Selon que le moût de pomme est destiné à être fermenté en cidre ou transformé en jus, on ne mélange pas les mêmes variétés :

JUS	CIDRE
<p>LE SUCRE RESTE</p> <p>CHOIX DES VARIÉTÉS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • VARIÉTÉS ACIDES ☺ • VARIÉTÉS ASTRINGENTES ☹ • VARIÉTÉS AMÈRES ☹ 	<p>LE SUCRE DEVIENT ALCOOL: L'ACIDITÉ AUGMENTE</p> <p>CHOIX DES VARIÉTÉS :</p> <ul style="list-style-type: none"> • VARIÉTÉS AMÈRES ☺ • VARIÉTÉS ASTRINGENTES ☹ • VARIÉTÉS ACIDES ☹

La récolte des petits fruits et des tomates s'effectue à la main, pour ne pas les abimer. Le même raisonnement est porté à la récolte des pommes et des poires. Pour la récolte des pommes, il est intéressant d'avoir un peu d'herbe dans le verger afin d'amortir la chute des pommes tombées au sol. De plus, une récolte mécanisée est déconseillée car elle abime les fruits et récolte tout alors que la récolte manuelle permet déjà d'éliminer une partie des fruits non conformes.

2. LAVAGE & TRI DES FRUITS

Cette étape vise à éliminer :

- Les moisissures
- Le fer
- La terre

Éliminer les pommes pourries permet de limiter au maximum le risque de patuline, toxine produite par un champignon (*Penicillium expansum*). Celle-ci est résistante à tout traitement thermique, même une longue stérilisation. La patuline provoque des vomissements, nausées mais est également cancérigène, raison pour laquelle sa teneur dans les jus de fruit est à contrôler. La ***tolérance est fixée à 50 µg/l*** (Règlement - 1881/2006 - EN - EUR-Lex, s. d.).



Si la blessure sur le fruit est plus grande qu'une pièce de 2€, il faut éliminer la pomme. Si la moisissure est supérieure à une pièce de 20 cents, il faut également écarter la pomme car la toxine peut aller profondément dans la pomme.

FIGURE 2.

Penicillium expansum sur une pomme (Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments, 2022)

La patuline est dégradée partiellement lors de la fermentation alcoolique des cidres. Le risque reste donc présent : ne pas faire un cidre avec des pommes pourries !

Laver avant de trier permet d'identifier les pommes altérées

Éliminer le fer permet d'éviter le risque de casse ferrique. La casse ferrique est le phénomène qui provoque le changement de couleur du jus ou du cidre s'il contient du fer, après une exposition 15 à 30 min à l'oxygène (Normandie, 2024). Deux moyens de maîtrise existent :

- EN PRÉVENTIF : nettoyer les fruits car le fer provient du sol et de l'environnement et travailler avec du matériel en inox et pas en fer
- EN CURATIF : ajouter de l'acide citrique à la dose de 25 à 50 g/hl

Le lavage permet d'éliminer la terre et d'écarter les fruits pourris.

Pour les pommes ou poires, il faut les nettoyer à l'eau claire :

- Mettre les pommes dans un bac jusqu'à mi-hauteur
- Compléter avec de l'eau : les cailloux et les pommes pourries tombent au fond

Les petits fruits sont beaucoup plus fragiles que les fruits à pépins :

Ils doivent être lavés et transformés le plus vite possible après la récolte

Ils sont sensibles au choc : le conditionnement doit être de 6 à 20 kg max. par caisse

Les impuretés peuvent être éliminées par des tuyaux d'air comprimés

Souvent, un simple rinçage suffit : attention à ne pas équeuter les fraises avant lavage car autrement, celles-ci risquent de prendre l'eau lors du rinçage

3. RÉDUCTION DE TAILLE

La réduction de taille consiste à casser les cellules du fruit pour faciliter l'extraction du moût lors du pressage.

Pour les pommes et poires, il convient de les couper sans compacter.

Il faut broyer les pommes et poires à maturité :



FIGURE 4. Réduction de taille : à gauche, la texture est utilisable en mousseline mais pas pour du jus - à droite, le broyat est pressable pour en extraire le jus car les fibres restent séparées du liquide.



FIGURE 3.
A gauche, jus normal -
A droite, jus avec casse
ferrique (Normandie,
2024).

Les fruits lavés se conservent max. 1 journée. Il faut donc les laver juste avant pressage

Si la pomme n'est pas assez mûre, elle est trop ferme et pas assez juteuse pour avoir un bon rendement.

Si la pomme est trop mûre, elle est trop molle pour être réduite correctement en broyat.

Deux solutions existent pour réduire de taille les fruits à pépins :

- LE BROYEUR est pourvu de roues dentées inversées : il n'y a pas de modulation par rapport à la fermeté des pommes
- LA RÂPE est dotée d'un marteau rotatif qui projette les fruits contre une grille de râpage fixe ou à coteaux, pour un meilleur rendement : le diamètre de râpe standard est de 5 mm mais peut être augmenté si les pommes sont très mûres donc peu fermes ou diminué si les pommes sont peu mûres et donc fermes.



FIGURE 5.
Broyeur à pomme
(©Speidel)

Initialement, le jus contenu dans la pomme est transparent. Lors de la réduction de taille, les polyphénols s'oxydent et brunissent. Cela donne la couleur au jus, mais attention à limiter le temps avant le pressage pour éviter une piqure acétique (vinaigre).

FIGURE 6.
Râpe à pomme (©Vorán)



FIGURE 7.
Oxydation de la pulpe de pomme dans un conquêt :
2h se sont écoulées entre la pulpe fraîche et la pulpe oxydée.



Le matériel de réduction de taille varie selon les petits fruits :

Pour les fruits mous (myrtille, cassis, raisin), il ne faut pas casser les grains qui ramèneraient de l'astringence dans le jus. Le fouloir permet cela grâce à deux cylindres concentriques qui font éclater la baie sans casser le péricarpe.



FIGURE 8.
Fouloir à petits fruits.

Pour les framboises, les fruits à noyaux (prune, cerise) et les tomates, l'emploi de la raffineuse ou du moulin est recommandé : un axe muni d'un balai ou une vis sans fin vient écraser les fruits contre un cylindre métallique perforé. La chair des fruits passe à travers le cylindre et les drèches sortent en bout de cylindre.

Les fraises sont assez molles pour être pressées telles quelles sans réduction de taille préalable.

Les groseilles éclatent à la chaleur : il ne faut pas les réduire de taille mais seulement les chauffer afin d'en récolter le jus.

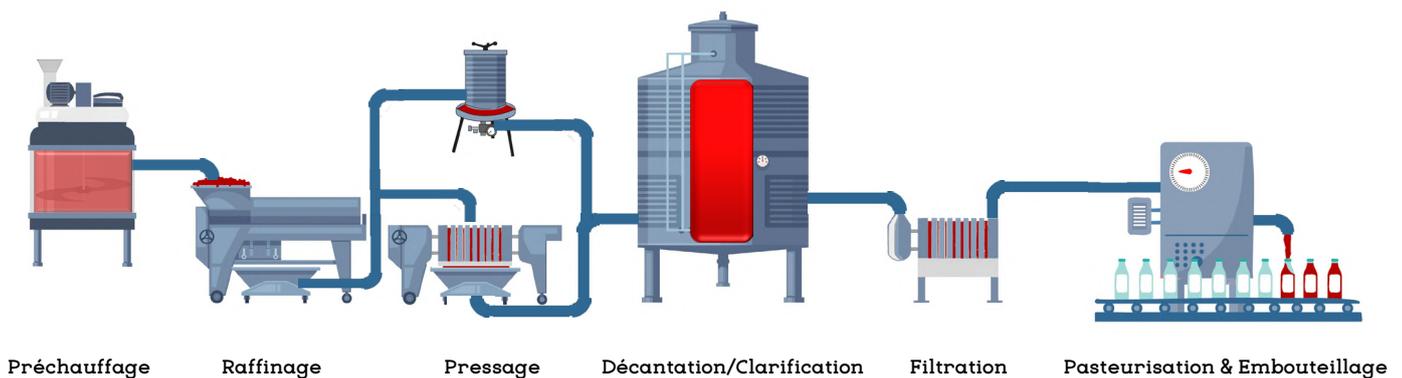
Pour éviter les akènes (pépins de framboise ou fraise) ou pépins de tomate, une maille de 1 mm convient. Pour éliminer les noyaux de cerise, une maille de 3 à 5 mm est recommandée

Les fraises ne doivent pas être équeutées si elles sont pressées



FIGURE 9.
A gauche, moulin
A droite, raffineuse.

Pour certains petits fruits comme les cassis et les framboises, ainsi que pour les tomates, il est nécessaire de chauffer 2h à 50°C avant réduction de taille. Cela permet d'activer les enzymes naturellement présentes et de déjà dégrader les structures pour faciliter ensuite l'extraction



4. PRESSAGE

Le pressage consiste à extraire le moût (jus brut non traité) à l'aide d'une presse contre un élément drainant.

Les recommandations de pressage sont :

- Presser un fruit sain pour éviter le risque de toxines
- Utiliser les fruits à maturité pour avoir un maximum de sucre et de rendement
- Presser à 10-12°C pour éviter que le moût ne parte en fermentation

Les presses se différencient par :

- Le système de mise en pression : vis centrale, vérin ou boudin
- L'énergie utilisée : manuelle, hydraulique ou électrique
- La nature de l'élément drainant : toile ou grille

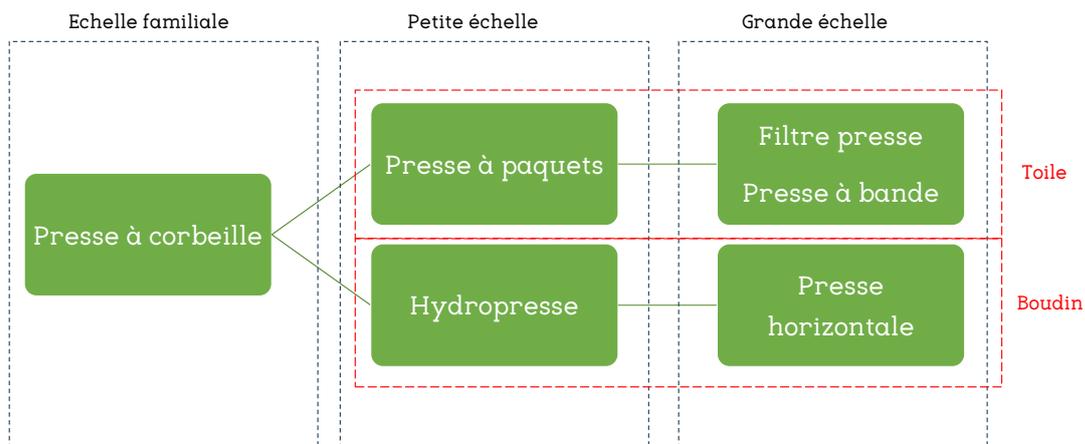


FIGURE 10. Différentes échelles de presse.

La presse à corbeille est la presse familiale : une vis centrale met sous pression le broyat et le jus s'écoule entre les interstices des tasseaux en bois. Un manomètre permet de contrôler la pression : lorsque celle-ci stagne, cela signifie qu'il n'y a plus de jus à extraire. Pour actionner la vis, cela se fait soit manuellement avec un levier soit avec un piston mécanique. Elle convient surtout pour les pommes et poires.

La presse à paquet est un système ancestral qui consiste à mettre le broyat en paquets dans une toile de filtration, dans une claie en bois. Les paquets sont empilés et un vérin met le tas en pression. Le jus s'écoule le long du tas et est repris dans un bac récupérateur au pied de celui-ci. Le système est monté sur un pivot central, avec à l'opposé un autre bac récupérateur. Cela permet que pendant le cycle de pressage (20 à 30 min), l'autre tas soit monté en parallèle, ce qui convient pour travailler en continu. Elle convient surtout pour les pommes et poires.



FIGURE 11. Presse à corbeille (©TomPress)

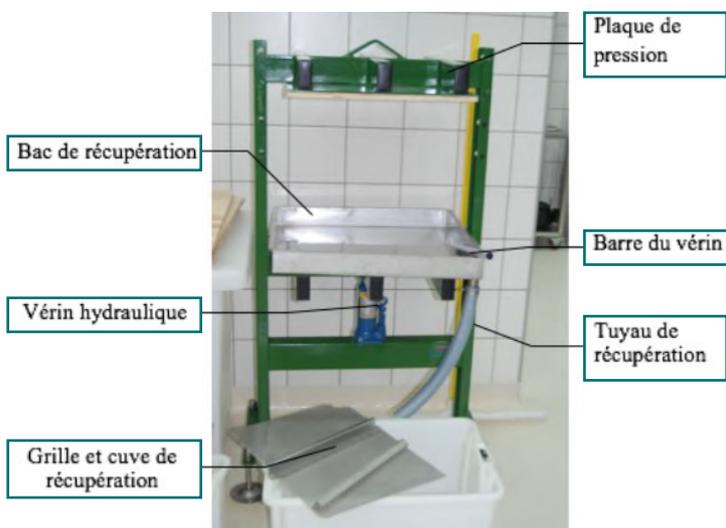


FIGURE 12. Presse à paquet (AQPrMa 52 : presse à paquets - Procédures Halle Techno Lycée Paul Vergès, s. d.)

L'hydropresse est composée d'un boudin central dans un cylindre inox perforé. Le broyat est chargé dans l'espace entre le boudin et le cylindre. Le boudin connecté au réseau d'eau de ville est mis sous pression et en gonflant, extrait le jus du broyat. Lorsque le boudin atteint la pression de décharge (3 bars), une soupape se déclenche et l'eau sort par le fond : le cycle de **pressage est terminé. Le cycle dure environ 10 min mais ne permet pas de travailler en continu. Elle convient surtout pour les pommes, poires et petits fruits.**



Si la presse à corbeille et la presse à paquet conviennent mieux pour les pomme et poires, l'hydropresse est la plus polyvalente car elle permet de presser à la fois les pommes et poires mais également les petits fruits (fraises, framboises, etc.). De plus, elle ne nécessite pas d'électricité. Cela en fait la meilleure presse pour débuter une activité. »

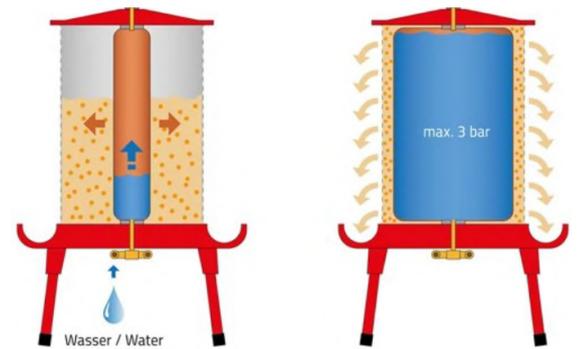


FIGURE 13.
Hydropresse (©ECD)



FIGURE 14.
Moulin à fruits (©TomPress)

Le moulin à fruits consiste en une vis sans fin qui vient comprimer le fruit contre un tamis en cône. Les pulpes sont évacuées par le bout de la vis sans fin et le liquide s'écoule à travers les perforations du cône. Le moulin est surtout employé car il permet d'éliminer les peaux des tomates, ce qui n'est pas possible avec l'hydropresse. Il peut également être employé pour les petits fruits.

Le filtre presse est composé d'une succession de sac étamine qui sont mis en pression horizontalement après chargement. Le filtre presse présente l'avantage d'être polyvalent car il permet de presser un grand nombre de fruits. Son chargement et son nettoyage sont néanmoins chronophage car chaque étamine doit être chargée et rincée individuellement. Un système automatisé permet d'avoir la pulpe broyée pompée dans l'équipement par le canal d'entrée et le jus extrait progressivement à mesure que la pulpe entre. Après un certain temps de filtration, lorsque la pulpe solide remplit la chambre de filtration et est compressée en gâteaux secs, ceux-ci doivent être déchargés pour le processus de filtration suivant : il faut donc tout de même interrompre le processus.



FIGURE 15.
Filtre presse
(©FilsonFilter)

La presse à bande est composée d'une bande perforée et de rouleaux. Le broyat est introduit entre la bande et le premier rouleau, ce qui le presse. Le jus s'écoule à travers la bande perforée. Le broyat résiduel continue son chemin sur des rouleaux de plus en plus petits : le couple de serrage augmente, ce qui permet d'extraire le jus davantage lié au broyat. En bout de presse, après le dernier rouleau, le broyat devenu marc ou drèche est raclé et éliminé. La bande boucle par le bas de la presse et est rincée par un jet d'eau afin d'éviter de se colmater. La bande repasse au niveau du chargement du broyat pour effectuer un nouveau cycle de pressage. La presse à bande permet donc un procédé continu. Il en existe à simple ou à double bande. La presse à bande convient pour les pommes, poires, tomates et petits fruits.

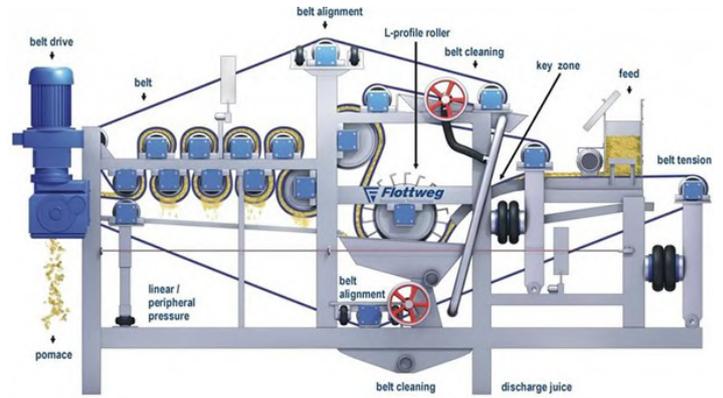


FIGURE 16.
Presse à bande
(©Flottweg)

Si les jus sont réalisés en mélange, il convient de tout presser en une seule fois avec la presse à bande. En effet, des jus de différents fruits assemblés après pressage ont souvent des problèmes de déphasage

La presse horizontale fonctionne comme l'hydropresse avec un système pneumatique. La principale différence avec l'hydropresse est que l'écoulement par gravité est découplé de l'écoulement par pression. Cela permet une extraction beaucoup plus progressive du jus et donc de récolter davantage d'arômes. Le cycle est par contre plus lent que pour une presse à bande mais permet d'avoir un jus plus qualitatif. C'est la raison pour laquelle les cidriers préféreront la presse horizontale à la presse à bande, pour la complexité aromatique des moûts. Pour le jus, la valeur ajoutée étant moindre que le cidre, la presse à bande permet un bon compromis rendement – qualité produit.



FIGURE 17.
Presse horizontale
(©Busher Vaslin)

La presse horizontale est chargée dans une membrane souple puis le broyat est pressurisé par le gonflement de la membrane, ce qui permet de faire sortir le jus par pression. Ensuite, la membrane tourne sur elle-même : le jus tombe dans le bac récolteur par gravité. S'ensuit un temps d'attente pour que le jus puisse continuer à sortir par écoulement naturel. Le cycle recommence enfin. Tout comme les diamètres des rouleaux de la presse à bande permettent une extraction croissante du jus, les cycles de pression – écoulement gravitaire améliorent le rendement.

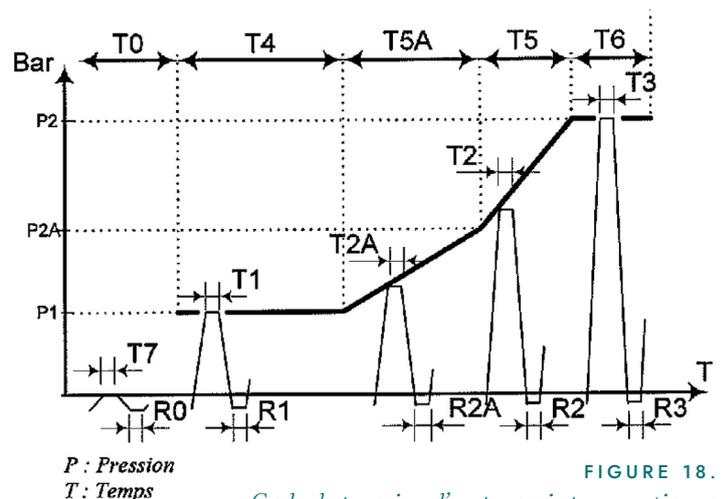


FIGURE 18.
Cycle de pression d'un pressoir pneumatique : les indices P, R et T indiquent respectivement la pression (0 à 2 bars), le nombre de rotation (1 à 14) et le temps (0 à 180 min) (Bucher Vaslin, s. d.).

En résumé, voici les presses possibles en fonction des fruits à traiter :

PRESSE	POMMES, POIRES	PETITS FRUITS	TOMATES
Presse à corbeille	✓	✗	✗
Presse à paquet	✓	✗	✗
Hydropresse	✓	✓	✗
Moulin à fruits	✗	✓	✓
Filtre presse	✓	✓	✓
Presse à bande	✓	✓	✓
Presse horizontale	✓	✓	✓

5. FOURNISSEURS DE PRESSE

Certains fournisseurs proposent davantage de presses que celles pour lesquels ils sont cités. La majorité des fournisseurs proposent des solutions également pour le broyage, raffinage et foulage. Pour le matériel de pasteurisation, voir Fiche « Conserve pasteurisée : comment choisir son pasteurisateur ? ».

PRESSE	FOURNISSEUR
Presse à corbeille, Hydropresse	Speidel · Tompres · SIMACO · Polsinelli
Filtre presse	Della Toffola · Filson Filter
Presse à bande	SRAML · Vorán · Kreuzmayr · Tecnifruits · Flottweg
Pressoir Pneumatique	Busher Vaslin · Della Toffola · ATI · Enotecnica Pillan · EnoVeneta

Une liste des pressoirs à façon est disponible sur le site de [Diversifruits](#)

3. Clarification

Le but de la clarification est de nettoyer le jus pour le rendre commercialement acceptable. Cela permet d'obtenir un jus clair, éviter la présence de dépôt dans la bouteille et l'encrassement du pasteurisateur. Les étapes de filtration grossière et de décantation sont obligatoires pour l'ensemble des jus mais il existe aussi des méthodes de clarification complémentaires en fonction du produit fini désiré, plutôt adaptées aux jus de pommes et poires. Les étapes facultatives de clarification sont le collage, la filtration et la centrifugation.

1. ETAPES DE CLARIFICATION OBLIGATOIRES

La première étape est **le tamisage ou filtration grossière** en sortie de presse. Cela permet d'éliminer une grande partie de l'écume. En général, le filtre grossier est placé en sortie de presse au-dessus d'un bac tampon muni d'un flotteur monté sur un axe. Le flotteur monte avec le niveau du bac tampon et asservit la pompe de transfert qui amène le jus de la presse à la cuve de décantation. Ainsi, dès que le bac tampon est rempli, la pompe s'enclenche jusqu'à ce que le bac se vide. Le flotteur touche le fond et la pompe s'arrête.

La seconde étape est le **débourbage par décantation**. Il consiste en la sédimentation des lies au fond de la cuve. Il est lié à la température : au plus il fait froid, au plus la sédimentation est rapide.

« La précipitation des lies et bourbes est idéale à 10°C et elle permet d'éviter un départ en fermentation sous 24h. Le débourbage à cette température est généralement obtenu en une nuit ».

Les lies sont ensuite éliminées par **soutirage**. Le liquide éclairci est alors pompé via une vanne au-dessus du niveau des lies et emmené à une autre cuve via généralement une pompe.

Le **soutirage** doit permettre de transférer le liquide d'une cuve à l'autre sans que les lies ne se remélangent au liquide. Naturellement, si on ouvre la vanne de tirage, le liquide s'écoule par gravité et les lies ne se remélangent pas. La pompe ne sert donc qu'à compenser les frottements (pertes de charges) dans les tuyaux et la contre-pression générée par la cuve d'arrivée, que l'on remplit généralement par le bas pour éviter de trop oxygéner le jus.



FIGURE 19.

Filtre grossier en sortie de presse.

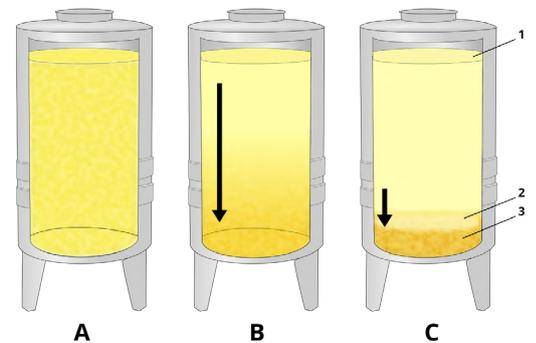


FIGURE 20.

Décantation d'une cuve de jus de pomme.

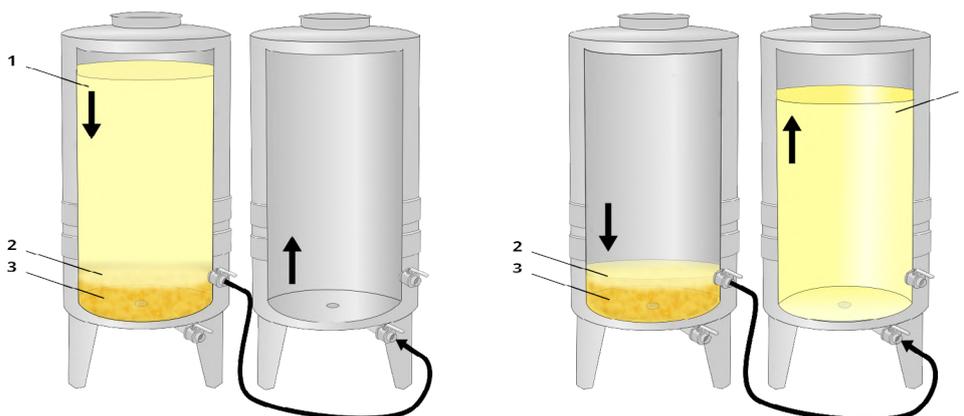


FIGURE 21.

Soutirage d'une cuve après débourbage



Quel débit prévoir pour la pompe et comment l'utiliser ?

Si l'on considère une cuve standard de 10 à 30 hl, le profil de débit prend la forme de la figure ci-dessous (Figure 21). L'objectif de la pompe est de calquer son débit sur celui de l'écoulement naturel du fluide, car si elle va trop vite, elle risque de caviter et de créer des bulles et si elle va trop lentement, le liquide en amont de la pompe risque de retourner dans la cuve initiale. Dans les deux cas, cela a pour effet de créer des remous dans la cuve et donc de remélanger les lies. Il convient donc en début de soutirage d'ouvrir le variateur de la pompe à fond et de craquer la vanne partiellement. Quand le débit vient à diminuer, il faut ouvrir la vanne à fond puis diminuer progressivement la vitesse de pompe jusqu'à l'arrêt. Attention que certaines pompes doivent être amorcées avant utilisation : cela peut être fait soit avec du jus soit avec de l'eau pour éviter le gaspillage. Au vu des débits ci-dessous, une pompe munie d'un variateur allant de 40 à 70 hl/h est donc recommandée.

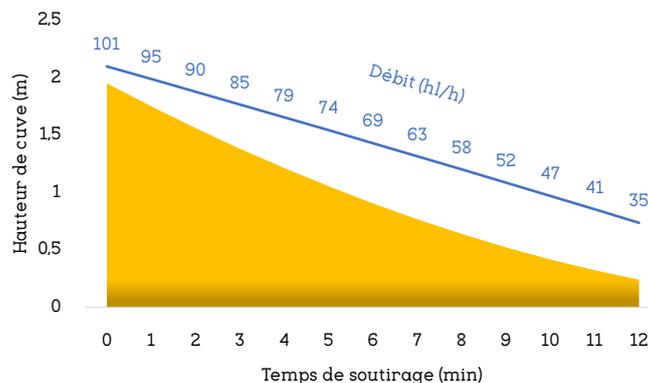


FIGURE 21.

Temps de vidange d'une cuve de 10 hl (hauteur : 1950 mm - diamètre : 1025 mm) avec raccord Macon DN40

Quand soutirer ?

PAR TEMPS FROID (10°C) : cela augmente la différence de densité entre les lies et le moût et permet donc une meilleure décantation

PAR TEMPS SEC (SANS NUAGE) : cela augmente la pression atmosphérique, ce qui favorise également la décantation

Quel contenant ou cuve utiliser ?

Les caractéristiques minimales pour le contenant sont :

- Un contenant plus haut que large pour permettre une meilleure décantation
- Un contenant de maximum 2 m de hauteur pour faciliter la manipulation
- Un contenant fermé type cuve ou jerrycan en matériau alimentaire : pour des grands volumes, un IBC peut convenir



FIGURE 22.
IBC

Les caractéristiques idéales pour le contenant sont :

- Un contenant en acier inoxydable : Inox 304 (ou 316 pour les jus acides)
- Un fond de cuve conique
- Un chapeau flottant : couvercle dont la hauteur est ajustable en fonction du remplissage de la cuve grâce à un boudin gonflant
- Deux vannes de tirages : une vanne au-dessus du niveau des lies pour tirer le jus clair et une vanne de fond de cuve pour tirer les lies

Les fournisseurs de cuves sont :

- [Speidel](#)
- [Albrigi](#)
- [Letina](#)

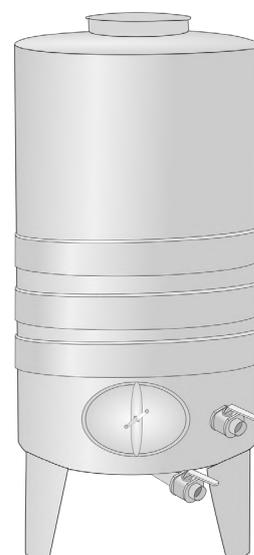


FIGURE 23.
Cuve inox.



Quels sont les points d'attention à la gestion des cuves ?

Les points d'attention sont :

- Avoir des cuves adaptées au volume de production
- Avoir des cuves qui sont des multiples l'une de l'autre
- Combiner des cuves de 3000 avec des 6000 et des 4000 avec des 8000 l
- Autre option : prendre des cuves de 1000l pour être flexible et avoir une grosse cuve pour par exemple un traitement final qui peut accueillir toutes les autres

EX. 3 cuves de 1000l pour être soutirées en une cuve de 3000 l et rajouter une cuve de 1000 l pour récupérer les lies décantées et récupérer du jus par surdécantation

Avoir un pasteurisateur adapté au volume des cuves, dont le débit permet de traiter toute une cuve en une journée de production

EX. Le pasteurisateur EHA66 de GG Teknik permet un débit de 600 l/h max. Si on compte une journée de 7h (hors temps d'arrêt), il est suffisant pour une cuve de 4000 l. Si on a 5000 l, il vaut mieux passer sur le EHA90 qui permet 900l/h et donc en théorie de tout conditionner en 5h30.

Quel matériel de transfert utiliser ?

Les caractéristiques de la pompe à connaître sont :

- Une pompe centrifuge bas débit (40 à 70 hl/h)
- Avec ou sans variateur : idéalement avec variateur
- Auto-amorçante ou non : idéalement auto-amorçante
- Température du moût : certaines pompes ne supportent pas des liquides au-dessus de 60°C. Choisir la pompe en fonction de la température maximale du liquide qui y passe, notamment lors d'une pasteurisation.



FIGURE 24.
Pompe centrifuge de transfert (Pompe électrique Novax B 25 mm, s. d.)

Les tuyaux de transfert doivent idéalement :

- Être munis d'un verre de regard
- Être tressés pour la résistance, compatibles avec la température du jus et idéalement être transparents (type Tricoclair)



FIGURE 25.
A gauche, verre de regard - A droite, tuyau de type Tricoclair.

Si la décantation ne suffit pas pour débourber le jus, il peut être intéressant de la coupler à une opération de **clarification enzymatique avec une pectinase**, qui va dégrader les pectines en suspension pendant que les autres particules non-pectiques tombent dans le fond. L'enzyme est plus efficace à chaud qu'à froid mais à 10°C, 8h suffisent. L'enzymage peut donc être réalisé à froid pendant la décantation. Les dosages à appliquer sont à vérifier auprès des fiches techniques des fournisseurs (DSM, Eaton, Erbslöh, etc). Les fournisseurs d'enzymes sont abordés dans la Fiche «Cidre».

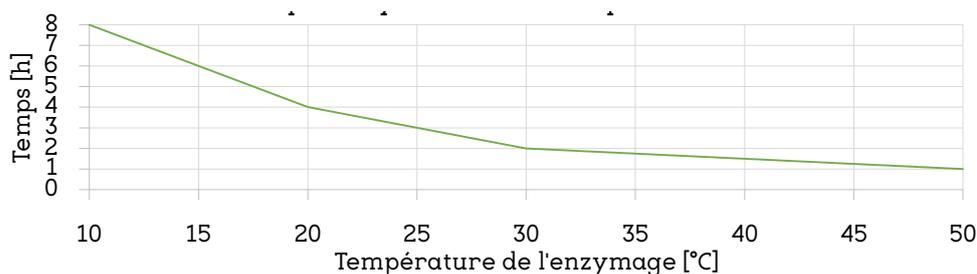


FIGURE 25.
Temps d'enzymage d'un moût par une pectinase.

2. COLLAGE

Si l'objectif est de rendre le jus translucide, la technique employée généralement est le collage. **Le collage** consiste en l'incorporation de substances pour précipiter les molécules qui pourraient donner de la turbidité post-embouteillage au jus. Le collage est facultatif. Ces substances sont des auxiliaires technologiques : ils ne servent que durant le procédé de transformation et ne sont pas présents dans le produit fini, ils ne doivent donc pas être déclarés sur l'étiquette.

Les principales molécules responsables de cette turbidité sont les tannins et les protéines. La turbidité peut être directe ou apparaître après plusieurs semaines. Le collage est donc à la fois un traitement préventif et curatif. Il capte par « aimantation » les molécules ciblées :

Les **protéines** sont des molécules chargées positivement. On utilise donc de la poudre de bentonite, chargée négativement, pour capter les protéines. La bentonite fonctionne comme un sac : au contact du liquide, elle prend 6 fois son volume initiale et absorbe les protéines par interaction électrostatique.

Les **tanins** sont des molécules chargées négativement. On utilise donc de la gélatine, également une protéine et donc chargée positivement pour capter les tanins. La gélatine forme un gel qui précipite les tanins dans le fond. On y ajoute souvent de la silice, qui favorise la formation du gel de gélatine.

Le collage protéique et tannique peut être réalisé en une fois. S'il est prévu dans le traitement du jus de faire également une clarification enzymatique, il convient de laisser l'enzyme fonctionner avant l'ajout de bentonite, qui aurait pour effet de l'inactiver en l'absorbant vu que l'enzyme est une protéine également. L'ordre à appliquer peut donc être :

1. Enzymage avec une pectinase lors du débouillage 8h à 10°C
2. Ajout de la bentonite à la fin de l'enzymage
3. Ajout du gel de silice et de la gélatine 30 min après l'ajout de la bentonite
4. Une fois le collage accompli, tout précipite dans les lies et on procède à un soutirage du jus collé.

REMARQUES :

! **La gélatine doit être préparée à chaud avec de l'eau à minimum 55°C. La gélatine en poudre fonctionne en général mieux que la gélatine liquide qui peut amener des problèmes d'instabilité en post embouteillage.**

! **La bentonite peut aussi être ajoutée en fin de collage, après la silice et la gélatine, afin d'éviter toute interaction avec l'enzyme.**

! **Le collage capte les tannins, qui font partie de la famille des polyphénols, molécules aromatiques. Le jus peut donc perdre en complexité aromatique après collage.**



FIGURE 26.
Jus avant collage (gauche) et
après collage (droite)

3. FILTRATION

Il existe trois types de filtration, classables par taille de filtration en microns (μ) :

- La **filtration grossière**, grâce au filtre cartouche autonettoyant, pour des particules de 75 à 200 μ
- La **filtration fine par filtre à plaque de cellulose**, pour des particules de 0,2 à 35 μ
- La **filtration fine par alluvionnage** continu (Kieselghur), pour des particules de 75 à 200 μ

Le **filtre cartouche autonettoyant** est à placer juste après la presse pour éviter de mettre de trop gros morceaux dans les cuves. Son fonctionnement est davantage abordé dans la fiche « Conserve pasteurisée : comment choisir son pasteurisateur ? – page 4 ».

Le **filtre à plaque** est le plus commun : il est composé d'une alternance de plaques rigides non passantes et de plaques en cellulose passantes, constituant le support de filtration. Le support de filtration est empilé afin de réduire l'encombrement tout en permettant une grande surface de filtration. Une goutte de jus ne passe que par une seule plaque grâce à une alternance de jeu de joint et de conduite.

Le filtre est plein lorsque le système monte en pression, visible sur le manomètre. Cette valeur dépend du filtre mais est en général de 2 à 3 bars. Il faut alors changer les plaques de cellulose. La quantité de plaque dépend du volume de jus à filtrer : une vingtaine de plaques suffit à faire passer 40 hl.

Le diamètre de serrage de la plaque est également un facteur important. Les levures et moisissures font de 5 à 10 μ et peuvent donc être facilement éliminées par des filtres de 0,5 à 1 μ . Les bactéries font quant à elles de 0,1 à 1 μ et nécessitent des maillages plus fins. Ce diamètre implique toutefois un risque plus élevé d'encrassement et donc que le filtre ne se bouche rapidement. La norme employée est par conséquent de 0,5 à 1 μ .

REMARQUES :

- Au moment de la mise en place des plaques dans le filtre, il faut alterner le sens des plaques de cellulose une fois côté lisse vers soi, une fois côté rugueux.
- Il faut bien serrer le filtre pour tenir l'ensemble, sans trop forcer.
- Lors de l'installation de nouvelles plaques de cellulose, il convient de faire passer quelques litres d'eau avant le jus afin d'éliminer un éventuel gout de carton. Gouter l'eau filtrée et la laisser couler jusqu'à ce que le gout de carton disparaisse.

Le **filtre à alluvionnage continu** permet d'ajuster la quantité de support de filtration par rapport à la quantité de jus à filtrer. En effet, une pompe injecte au fur et à mesure que le jus arrive dans le filtre le support de filtration (terres de diatomées) qui se mélange au jus jusqu'à arriver sur des plateaux perforés. Le jus passe ensuite à travers les diatomées qui retiennent les particules. Cette méthode est plus difficile à maîtriser que le filtre à plaque mais son opération est moins onéreuse car les terres de diatomées sont moins chères que les plaques de cellulose pour un volume de jus filtré équivalent.

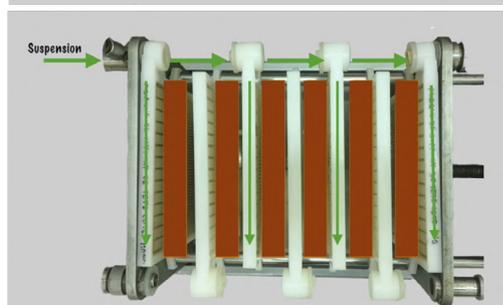
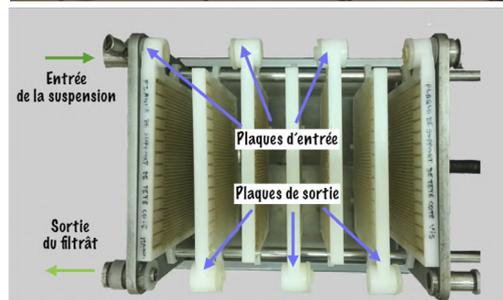


FIGURE 27.
Filtre à plaque.

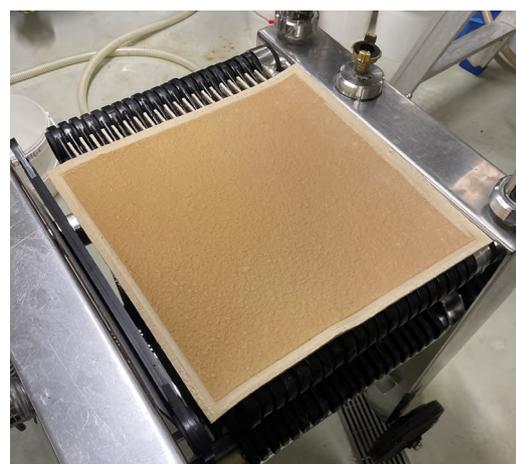


FIGURE 28.
Plaque de filtre pleine à remplacer.

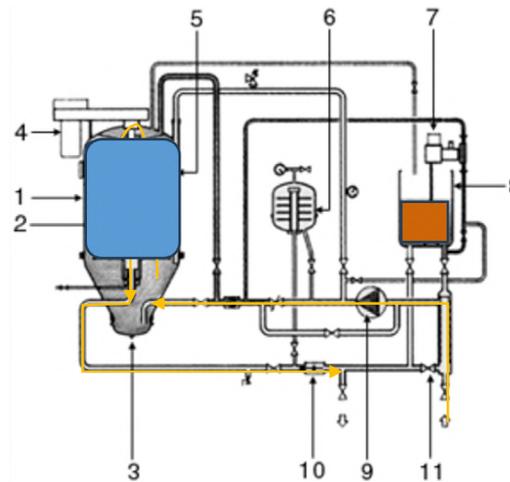


FIGURE 29 .
 Filtre à alluvionnage continu : à droite, en bleu le contenant avec les plateaux où le jus est filtré et en brun, le réservoir de diatomées pompé dans le jus via le circuit jaune.

4. CENTRIFUGATION

La **centrifugation** permet d'accélérer par la rotation la pesanteur et donc de précipiter des particules très fines. Elle peut donc permettre de clarifier. La plus connue est la centrifugeuse à assiette, qui comme lorsque l'on fait tourner un pendule, entraîne les masses les plus denses (les particules) vers l'extérieur. Le liquide, nettoyé, devient moins dense et est récupéré au centre par des plateaux appelés « assiettes ».

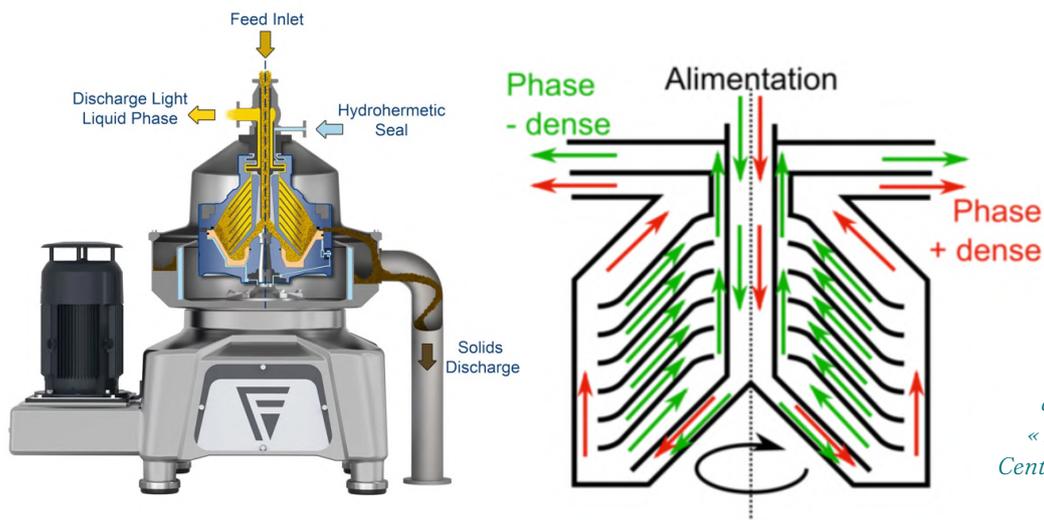


FIGURE 30 .
 Principe de fonctionnement de la centrifugeuse à assiettes (Séparateur « Made in Germany » / Centrifugeuse à assiettes, s. d.).

Elle est en générale utilisée en complément d'autres techniques car elle ne permet pas de traiter de grands volumes à la fois. Elle est donc utilisée uniquement quand les autres techniques n'ont pas suffi car le moût était trop chargé en particules.

4. Pasteurisation

PRÉREQUIS

Le principe de la pasteurisation est abordé dans la fiche « Conserves de fruits et de légumes : Pasteurisation et Stérilisation ».

Le matériel de la pasteurisation est abordé dans la fiche « Conserve pasteurisée : comment choisir mon pasteurisateur ? »

1. OBJECTIF

La pasteurisation des jus consiste en un traitement thermique court et permet d'éliminer une série de microorganismes et d'enzymes, afin d'obtenir un produit stable et sécurisé à température ambiante.

Comme abordé dans les prérequis ci-dessus, le barème de pasteurisation dépend de l'acidité du jus et donc de son pH. Le pH du jus dépend de la variété et de la maturité. Par exemple, le pH d'une pomme peut aller de 2.9 à 4.5 en fonction de la variété. De même, une poire peut passer de 3.6 à 4.7 en mûrissant. Il est donc important de mesurer le pH pour s'assurer qu'il est bien inférieur à 4.5 et que donc une pasteurisation est suffisante pour garantir la sécurité du produit à température ambiante.

Pour garantir un pH inférieur à 4.5 et donc que l'on puisse ainsi se dispenser d'une stérilisation en réalisant uniquement une pasteurisation, il convient d'acidifier soit avec du jus de pomme, de l'acide malique ou de l'acide citrique. L'acide malique et citrique n'ont pas la même perception gustative : l'acide malique est moins intense et long en bouche que l'acide citrique. On préférera l'acide malique (ou jus de pomme) pour les jus de poire et petits fruits et on préférera l'acide citrique (ou le jus de citron) pour les jus de tomate.

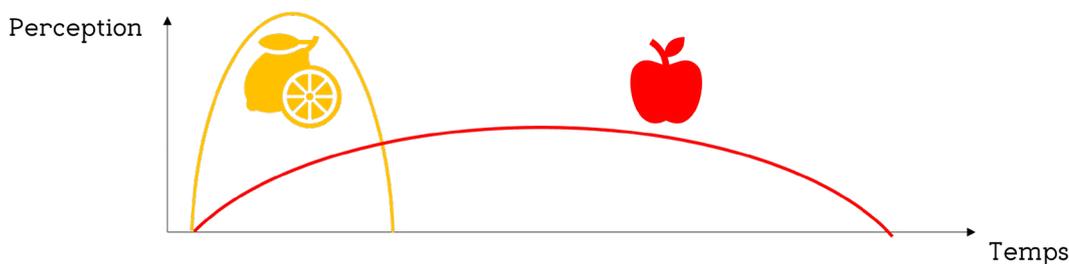


FIGURE 31.
Perception gustative de l'acide malique (pomme) et de l'acide citrique (citron).

2. ELIMINER DES MICROORGANISMES

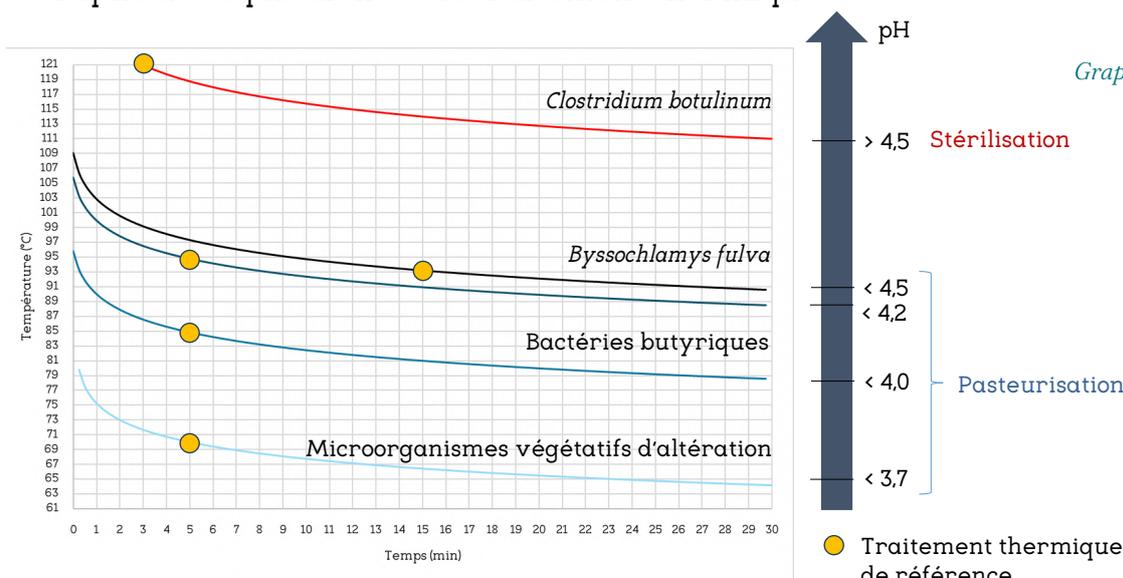
La pasteurisation doit permettre d'éliminer :

- Les levures, car on ne souhaite pas de fermentation alcoolique (souhaitée dans le cidre)
- Différentes bactéries :
 - Les bactéries pathogènes : à pH inférieur à 4.5, il ne reste que *E. coli* et la *Salmonelle* qui peuvent encore se développer
 - Les bactéries impliquées dans les lactofermentations (*Leuconostoc* et *Lactobacillus spp.*) qui peuvent changer le goût, l'odeur et faire des filaments
 - Des bactéries d'altération telle que *Alicyclobacillus spp* capable de se développer dans les jus de poire, orange et raisin et qui donne un goût de médicament
- Les moisissures productrices de toxine (patuline) telle que *Byssochlamys fulva*

Tous les barèmes décrits ci-après permettent de maîtriser tous ces risques, à l'exception de *Alicyclobacillus*. Pour ce dernier, le moyen de maîtrise consiste en la dégustation du jus afin de s'assurer de l'absence de défaut gustatif.

Pour connaître le barème de pasteurisation, il suffit de consulter le graphe des barèmes, dont la construction est expliquée dans la fiche « Conserve de fruits et légumes : Pasteurisation et Stérilisation ».

Graphes des équivalences de traitement thermique



La majorité des producteurs de jus utilisent l'autopasteurisation. Il faut donc consulter sur le graphe les températures équivalentes de barème pour un temps de traitement instantané (0 min). Cela est donc considéré comme la température de pasteurisation. Vu qu'il y a des pertes dans le pasteurisateur, on prend en général une marge de 2°C, ce qui donne la consigne à appliquer au pasteurisateur, appelée température de barème. Ces températures sont présentées ci-dessous.

	TEMPÉRATURE DE PASTEURISATION = TEMPÉRATURE DE REMPLISSAGE	TEMPÉRATURE DE BARÈME = TEMPÉRATURE DE CONSIGNE
pH < 4,5	109°C	111°C
pH < 4,2	106°C	108°C
pH < 4,0	96°C	98°C
pH < 3,7	80°C	82°C

Comme il est impossible de monter au-dessus de 100°C à pression atmosphérique, pour les jus au pH de 4.0 à 4.5, il est conseillé de ne pas travailler en autopasteurisation mais plutôt en pasteurisation en emballage (voir Fiche « Conserve de fruits et légumes : Pasteurisation et Stérilisation »).

Il faut prendre un temps de pasteurisation équivalent, par exemple 15 min à 95°C pour les jus à pH inférieur à 4.5 et 5 min à 95°C pour les jus inférieurs à 4.2.

Pour les jus dont le pH est inférieur à 4.0, un remplissage à 96°C convient, ou à 80°C si le pH est inférieur à 3.7.

Une majorité des jus ont un pH inférieur à 3.7, ce qui permet de faire un remplissage à une température réduite de 80°C. L'autopasteurisation avec ce barème reste la solution la plus simple à mettre en place et à maîtriser, et limite également le risque de gout de « cuit »

La majorité des microorganismes se développent entre 10 et 65°C. Passer le plus vite possible cette plage réduit le risque de développement de germes résiduels qui auraient échappés à la pasteurisation, d'où l'importance de favoriser le refroidissement des bouteilles après remplissage à chaud. Cela va également limiter le risque de gout de cuit. Le refroidissement se fait soit en remplissant des pallox ajourés à moitié, en créant une « cheminée » dans une palette avec une colonne laissée vide sans carton ou encore en utilisant une chambre froide.

3. DÉENZYMER

L'autre intérêt de la pasteurisation est d'éliminer une série d'enzymes présentes naturellement dans le jus qui le dégradent :

- Les pectinases (P) éclaircissent le jus et les pectinestérases l'épaississent et le troublent (PE): elles sont détruites dès 58°C pour les P et dès 70°C pour les PE
- Les oxydases (O), peroxydases (PO), polyphénol oxydase (PPO) brunissent le jus : elles sont détruites dès 65°C pour les O, 85°C pour les PO et à 92°C pour la PPO



FIGURE 33. Ci-contre les effets des pectinases (gauche) et des oxydases (droite) sur le jus (Journal of Pure and Applied Microbiology, s. d.; Normandie, 2024)

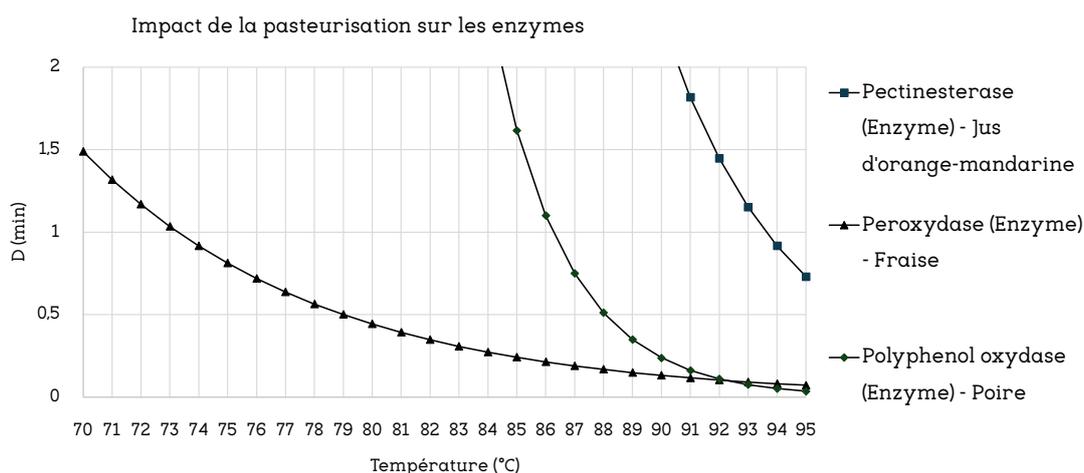


FIGURE 34. Inactivation thermique des enzymes de dégradation des jus.

Le graphique ci-dessus exprime le temps qu'il faut pour détruire 90% de l'enzyme un certain temps à une certaine température.

Il est donc possible d'appliquer un barème de stabilisation qui consiste en un traitement court à haute température (High Temperature Short Time - HTST) pour éliminer une partie des enzymes. En général, le barème est de 60 sec à 72°C, ce qui permet d'éliminer la majorité de la pectinestérase et la totalité des pectinases et oxydases. Le HTST est à réaliser juste après pressage et juste avant décantation et permet d'éviter l'impact des enzymes.

Si l'on souhaite éliminer également les peroxydases et les polyphénol-oxydases, le barème de référence est de 90 sec à 92°C. Ce barème est réalisable comme stabilisation, tout comme le HTST, avant décantation et s'il est réalisé comme barème de pasteurisation, ne suffit à stabiliser que des jus dont le pH est inférieur à 4.

Pour stabiliser des jus avant décantation, appliquer un traitement de 60 sec à 72°C.
Pour déenzymer et pasteuriser, appliquer un traitement de 90 sec à 92°C, à condition que le pH du jus soit inférieur à 4

5. Embouteillage

Les recommandations pour l'embouteillage sont :

- Bouteilles très propres (ou neuves)
- Attention aux chocs thermiques !
 - Cuves plastiques permettent déformation vs inox
 - Bouteilles en verre
- Autopasteurisation des bouteilles : min 80°C pour un pH < 3,7
- Bouteilles Twist-off : Réutilisation si bien désinfectées (les couvercles sont à usage unique)

Les bouteilles sont ensuite à stocker à l'horizontal pour autopasteuriser l'espace de tête.



FIGURE 35.
Emplissage à chaud des bouteilles.

6. Bibliographie

AQPrMa 52 : Presse à paquets – Procédures Halle Techno Lycée Paul Vergès. (s. d.). Consulté 26 novembre 2024, à l'adresse <https://portail.stpaul4.ac-reunion.fr/wordpress/process/2020/07/13/aqprma-52-presse-a-paquets/?ticket=>

Bucher Vaslin. (s. d.). Notice d'utilisation et d'entretien du Bucher XPF 50/62/80. Consulté 9 octobre 2024, à l'adresse https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/themen/pflanzenbau/gewuerz-medizinalpflanzen/publikationen/swiss-herbal-notes/_jcr_content/par/externalcontent.bitexternalcontent.exturl.html/

Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : « Penicillium expansum et autres moisissures productrices de patuline » - Octobre 2022. (2022, octobre 10). Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. <https://www.anses.fr/fr/content/fiche-de-danger-biologique-penicillium>

Journal of Pure and Applied Microbiology. (s. d.). *Journal of Pure and Applied Microbiology.* Consulté 8 janvier 2025, à l'adresse <https://microbiologyjournal.org>

Normandie, C. d'agriculture de. (2024, octobre 11). Élaboration des cidres. <https://normandie.chambres-agriculture.fr/toutes-les-publications/publication/actualites/elaboration-des-cidres/>

Pompe électrique Novax B 25 mm. (s. d.). *Brouwland bv.* Consulté 8 janvier 2025, à l'adresse <https://brouwland.com/fr/pompes/1149-pompe-electrique-novax-b-25-mm.html>

Règlement—1881/2006—EN - EUR-Lex. (s. d.). Consulté 15 octobre 2024, à l'adresse <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/ALL/?uri=celex%3A32006R1881>

Séparateur « Made in Germany » | Centrifugeuse à assiettes. (s. d.). Consulté 7 janvier 2025, à l'adresse <https://www.flottweg.com/fr/les-produits/centrifugeuse-a-assiettes/>

Service Public Fédéral. (2013, novembre 22). Arrêté Royal du 22/11/2013 arrete royal relatif aux jus et nectars de fruits et a certaines denrees similaires [Arrêté]. [etaamb.openjustice.be](https://etaamb.openjustice.be/fr/arrete-royal-du-22-novembre-2013_n2013011553.html); *Moniteur Belge.* https://etaamb.openjustice.be/fr/arrete-royal-du-22-novembre-2013_n2013011553.html
aHROcHM6Ly9pcmEuYWdyb3Njb3BILmNoL2ZyLUNIL0FqYXgvUH/VibGlrYXRpb24_ZWluemVscHVibGlrYXRpb25JZDOzOTcxOCZw/YXJlbnRVcmw9JTJGMCUyRIBIYmXpa2FOaW9uc2xpc3RlJTJGSW/5kZXglMOZndWlkJTNEYTZlMzg4MmMtY2UIMi00ONjVvLTkxMGMt/YTdiNzQ4MTBhM2Q5.html

Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : « Penicillium expansum et autres moisissures productrices de patuline » - Octobre 2022. (2022, octobre 10). Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. <https://www.anses.fr/fr/content/fiche-de-danger-biologique-penicillium>

Journal of Pure and Applied Microbiology. (s. d.).
Journal of Pure and Applied Microbiology.
Consulté 8 janvier 2025, à l'adresse <https://microbiologyjournal.org>

Normandie, C. d'agriculture de. (2024, octobre 11). *Élaboration des cidres.* <https://normandie.chambres-agriculture.fr/toutes-les-publications/publication/actualites/elaboration-des-cidres/>

Pompe électrique Novax B 25 mm. (s. d.).
Brouwland bv. Consulté 8 janvier 2025, à l'adresse <https://brouwland.com/fr/pompes/1149-pompe-electrique-novax-b-25-mm.html>

Règlement—1881/2006—EN - EUR-Lex.
(s. d.). Consulté 15 octobre 2024, à l'adresse <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/ALL/?uri=celex%3A32006R1881>

Séparateur « Made in Germany » | Centrifugeuse à assiettes. (s. d.). Consulté 7 janvier 2025, à l'adresse <https://www.flottweg.com/fr/les-produits/centrifugeuse-a-assiettes/>

Service Public Fédéral. (2015, novembre 22). *Arrêté Royal du 22/11/2015 arrete royal relatif aux jus et nectars de fruits et a certaines denrees similaires [Arrêté].* etaamb.openjustice.be; *Moniteur Belge.* https://etaamb.openjustice.be/fr/arrete-royal-du-22-novembre-2015_n2013011553.html