



GUIDE DE RECOMMANDATIONS POUR LIMITER LES ALTERATIONS ORGANOLEPTIQUES D'ORIGINE MICROBIOLOGIQUE

IFPC
Domaine de la Motte
35650 LE RHEU
Tél : 02.99.60.92.84
Fax : 02.99.60.92.85

Responsable : Rémi BAUDUIN
Mail : remi.bauduin@ifpc.eu

Année de réalisation du guide : 2007

Préambule

Ce document est le résultat d'un travail réalisé sur une période de 3 ans (2004-2006). L'ensemble de l'étude a été menée en partenariat entre :

- L'IFPC
- L'INRA Unité de Recherches Cidricoles
- Un groupe « pilote » de 10 cidriers adhérents du SCB (Syndicat des Cidriers Bretons)
- Conseiller cidricole de la Chambre d'Agriculture des Côtes d'Armor.

Le choix du groupe « pilote » de cidriers a été motivé par le fait que ce groupe s'insérait dans le cadre de la mise en place de l'HACCP et était intéressé par une extension de la démarche HACCP aux risques d'altération du produit.

Introduction

Le cidre ne présente aucun danger de toxi-infection alimentaire pour le consommateur mais il est tout de même sujet à des déviations organoleptiques d'origine microbienne.

Ce guide de recommandation est réalisé dans le but d'apporter des outils de réflexions ainsi que des outils pratiques aux cidriers pour limiter les altérations organoleptiques. L'objectif final est d'améliorer la régularité des produits.

Le document présente, dans un premier temps, les altérations micro-biologiques que peut subir le cidre avec une hiérarchisation de celles-ci. Dans une seconde partie, le travail de diagnostic effectué en cidrerie est développé. Enfin, en troisième partie, ce guide s'attache à recommander des actions en fonction des différents matériels et des situations.

SOMMAIRE

| | |
|---|-----------|
| 1. LES ALTERATIONS MICROBIOLOGIQUES. | 3 |
| 1.1. ETAT DES LIEUX DES PRINCIPALES ALTERATIONS. | 3 |
| 1.2. DESCRIPTIONS DES ALTERATIONS MICROBIOLOGIQUES. | 4 |
| 2. DIAGNOSTIC. | 7 |
| 2.1. DEMARCHE. | 7 |
| 2.2. RESULTATS. | 9 |
| 2.3. CLASSEMENT DES ETAPES PAR NIVEAU DE RISQUE SUR LE PRODUIT. | 15 |
| 3. RECOMMANDATIONS. | 18 |
| 3.1. PRINCIPES GENERAUX. | 18 |
| 3.2. LIMITER LES CONTAMINATIONS. | 20 |
| 3.3. LIMITER LE DEVELOPPEMENT. | 27 |
| 4. FICHES. | 28 |
| 4.1. FICHE 1 : PRINCIPES DE NETTOYAGE - DESINFECTION | 28 |
| 4.2. FICHE 2 : PROCEDURE LEGERE | 30 |
| 4.3. FICHE 3 : PROCEDURE INTERMEDIAIRE | 31 |
| 4.4. FICHE 4 : PROCEDURE COMPLETE | 32 |
| 4.5. FICHE 5 : AUTO DIAGNOSTIC PROCEDURE DE DESINFECTION. | 33 |

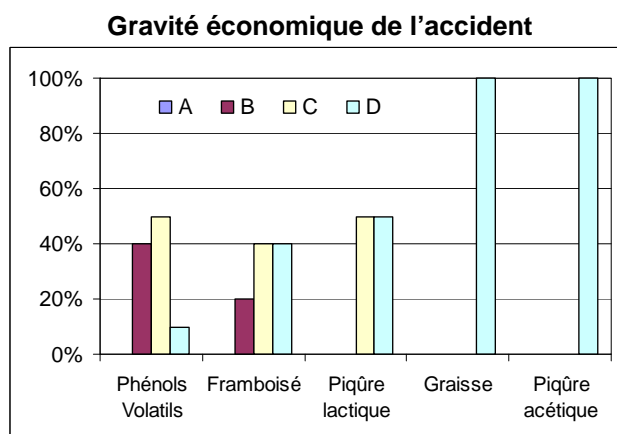
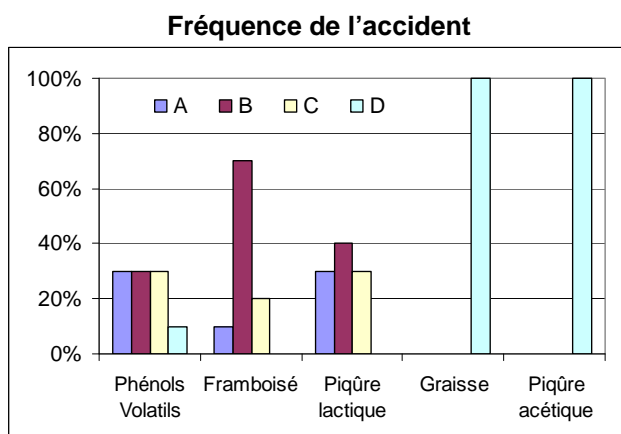


1. Les altérations microbiologiques.

1.1. Etat des lieux des principales altérations.

Courant 2004, une enquête a été réalisée auprès du groupe « pilote » de cidriers afin d'établir un classement des principaux défauts organoleptiques d'origine microbienne.

Les cidriers ont été interrogés sur la fréquence et la gravité économique et commerciale qu'ont représenté pendant les 5 années antérieures les défauts : framboisé, phénols volatils, piqûre lactique, graisse et piqûre acétique. Les résultats sont présentés dans les graphiques suivants :



| Note | Qualificatif | Précision |
|------|--------------|-----------------------|
| A | systématique | plusieurs fois par an |
| B | fréquent | 1-2 fois par an |
| C | occasionnel | < 1 fois par an |
| D | exceptionnel | jamais vu ! |

| Note | Qualificatif | Précision |
|------|----------------|-----------------------|
| A | très grave | entreprise en péril |
| B | grave | pertes majeures |
| C | gênant | bénéfice affecté |
| D | faible gravité | pertes insignifiantes |

Les graphiques montrent que les phénols volatils représentent la principale préoccupation des cidriers. La moitié des sondés considèrent que ce défaut intervient de façon systématique à fréquente tous les ans et qu'il est très pénalisant au niveau commercial car la grande majorité des consommateurs n'apprécient pas les odeurs et arômes associés aux éthyls phénols : sueur de cheval, étales...

La maladie du framboisé apparaît surtout de façon occasionnelle et avec un effet cave important mais elle peut encore provoquer des pertes économiques significatives. Les mesures préventives introduites dans les cidreries depuis quelques années ont néanmoins largement contribué à faire régresser ce défaut qui était encore majoritaire il y a peu de temps.

La piqûre lactique apparaît comme un défaut plutôt fréquent, mais le préjudice commercial est en général faible car ce phénomène contribue au « caractère cidre » relativement (encore) bien accepté par le consommateur tant que l'acidité volatile n'excède pas 0.5 à 0.6 g/l H₂SO₄.

La maladie de la graisse et la piqûre acétique n'apparaissent plus que de façon très exceptionnelle dans les cidreries. (Cette étude a été réalisée chez 10 cidriers).

1.2. Descriptions des altérations microbiologiques.

1.2.1. Framboisé.

Le phénomène :

Cette maladie peut se manifester en cuve ou en bouteille. Le marqueur de la maladie est la *production excessive d'éthanal*. Le constat de framboisé en cuve ou en bouteilles résulte de l'identification d'autres signes :

- Formation d'un trouble laiteux,
- Production d'odeurs et de saveurs désagréables (éthanal),
- Apparition d'une mousse fine et persistante, dans le verre et la bouteille,
- Augmentation rapide de la pression cas en bouteille (3 à 9 bars en 1 mois),
- Consommation rapide des sucres.

En plus de ces déviations organoleptiques, le cidre est très rapidement impropre à la vente car la teneur en éthanal dépasse les 100 mg/L (cas du cidre bouché). Cette maladie est causée par la bactérie *Zymomonas mobilis*.

Traitement curatif :

En cuve, suite à un framboisé déclaré, le premier objectif est de stopper l'action de *Zymomonas mobilis* afin d'éviter l'accumulation de l'éthanal et des autres composés dégradant la qualité organoleptique mais aussi éviter la consommation du sucre. Pour cela il faut réaliser une filtration fine (terre rose la plus serrée possible), dans certains cas, un collage préalable sera nécessaire ce dernier parfois même précédé d'une filtration grossière. Ensuite il faut relancer une fermentation par les levures. L'objectif est de consommer l'éthanal (rendre le produit propre à la vente) et une partie des composés marqueurs du « framboisé » (amélioration organoleptique). Pour relancer la fermentation il est possible d'incorporer une partie d'un cidre en fermentation (à 10-20% de volume) ou utiliser des LSA (Levures Sèches Actives). Dans ce dernier cas il faut que le produit soit à une température d'au moins 10 à 12°C (levures de type vin) et l'ensemencement entre 20 et 30 g/HL pour obtenir une fermentation active.

Au final même si une grande partie de l'éthanal produit est re-consommé les odeurs et les saveurs désagréables ne se résorberont pas intégralement.

1.2.2. Apparition de phénols volatils.

Le phénomène :

Cette altération peut se manifester en cuve ou en bouteille. Elle se traduit par l'apparition d'odeurs dites « animales » caractérisé par les descripteurs « cuir », « écurie », « encre ». Cette altération est due à la présence d'une quantité excessive d'éthyl-phénols malodorants (4-éthyl-phénol et 4-éthyl-guaïacol) et de vinyl-phénols.

Les phénols volatils résultent de l'activité séquentielle de 2 enzymes :

- ① La cinnamate décarboxylase transforme une certaine classe de polyphénols (les acides hydroxycinnamiques) en vinyl-phénols responsables d'odeurs épicées (clou de girofle).
- ② la vinyl-phénol réductase qui transforme (réaction de réduction) les vinyl-phénols en dérivés éthyles (odeurs d'écurie).

La production des ces composés mal-odorants est associée aux levures du genre *Brettanomyces*. Parmi les sept espèces existantes, on trouve principalement dans le cidre : *Brettanomyces anomalus*. Cette levure est très connue comme agent d'altération dans les bières et le vin. Dans l'état actuel des connaissances il est certain que *Brettanomyces* possède l'enzyme ② mais à priori pas l'enzyme ①. Néanmoins l'enzyme ① est présente chez de nombreux micro-organismes dont certaines moisissures de pommes, il existe donc quasiment toujours dans les moûts des précurseurs de phénols volatils. La production de phénols volatils varie selon les quantités d'acides phénols disponibles (précurseurs), mais reste essentiellement proportionnel à la présence de *Brettanomyces*. Cette production, qui a lieu pendant la phase exponentielle de croissance et au début de la phase stationnaire, devient rapidement très importante quand la population dépasse 10^5 UFC/ml.

Traitement curatif :

Il n'existe pas de traitement curatif éliminant les phénols volatils. En cuve, si le défaut se manifeste, il faut limiter son développement. Pour cela il faut filtrer finement (terre rose la plus serrée possible) la cuve. Pour relancer la fermentation il est possible d'incorporer un cidre en fermentation (à 10-20% de volume) ou utiliser des LSA. Dans ce dernier cas il faut que le produit soit à une température d'au moins 8-10°C (levures de type vin) et l'ensemencement entre 20 et 30 g/HL. Le défaut sera également amoindri par mélange avec des cidres sains après traitement.

1.2.3. Piqûre lactique.

Le phénomène :

La piqûre lactique se manifeste par une production sensible d'acide acétique (acidité volatile augmentée). Parallèlement il se forme aussi de l'acide lactique sous ces formes D et L. L'acide D-lactique étant le marqueur physico-chimique de cette altération.

La piqûre est provoquée par des bactéries lactiques hétéro-fermentaires, ce sont les mêmes qui sont responsables de la Transformation Malo-Lactique (TML). La piqûre à lieu quand la TML est très rapide. Des TML d'une durée supérieure à 1 mois ne donnent pas de piqûre lactique.

Traitement curatif :

Il n'existe pas de traitement curatif éliminant l'acide acétique formé. Il faut veiller à ce que l'altération ne se propage pas dans d'autres cuves.

1.2.4. Maladie de la graisse.

Le phénomène :

Cette altération se manifeste par une viscosité anormalement élevée du cidre rappelant la graisse liquide ou de l'huile. Cette viscosité est due à la production de polymères de sucres synthétisés par certaines bactéries lactiques. Cette maladie se manifeste généralement en bouteille et s'accompagne généralement d'une piqûre lactique.

Traitement curatif :

Il n'existe pas de traitement curatif. Comme dans le cas de la piqûre lactique, veiller à ce que l'altération ne se propage pas dans d'autres cuves en fermentation ! Une régression en bouteille est possible à long terme (quelques mois).

1.2.5. Piqûre acétique.

Le phénomène :

La piqûre acétique se manifeste par une odeur et un goût de vinaigre ainsi qu'une acidité en bouche. Il apparaît généralement en même temps à la surface du cidre dans la cuve un voile jaune, épais et gluant. Cette altération est le résultat de deux réactions réalisées par les bactéries acétiques :

Ethanol + oxygène → acide acétique + eau

Acide acétique + éthanol → acétate d'éthyle + eau

Traitement curatif :

Il n'existe pas de traitement curatif éliminant l'acide acétique formé. Il faut veiller à ce que l'altération ne se propage pas dans d'autres cuves.

2. Diagnostic.

Le diagnostic en cidrerie a permis d'effectuer un état des lieux au cours de la fabrication du cidre afin d'acquérir des références sur :

- les sources de contaminations potentielles,
- les phases de développement des microorganismes d'altération.

Au-delà de l'acquisition de références l'objectif du diagnostic est de classer les étapes de fabrication en fonction du niveau d'hygiène à atteindre pour limiter les contaminations et par conséquent les possibles altérations.

2.1. Démarche.

2.1.1. Champ du diagnostic.

| <u>Etape</u> | <u>Action</u> | <u>Matériel</u> |
|------------------------------------|---|---|
| Préparation des pommes | Nettoyage Tri (facultatif) | eaux de lavage et de transport |
| Extraction du moût | Broyage Cuvage (facultatif) Pressage | râpe, pompe tuyaux, conquet presse |
| Clarification préfermentaire | Défécation Soutirage | cuve tuyaux, pompes |
| Fermentation | 1 ^{ère} fermentation Réduction de biomasse Fermentation principale | cuve filtre, centrifugeuse cuve |
| Préparation à la mise en bouteille | Assemblage Filtration | cuve, tuyaux, pompe filtre |
| Mise en bouteille | Saturation (facultatif) Tirage et Bouchage | saturateur tireuse, bouchon, capsule, boucheuse, bouteilles |
| Traitement post embouteillage | Pasteurisation éventuelle Conservation | pasteurisateur chambre froide, cave, hangar |

2.1.2. Choix des marqueurs.

Pour le diagnostic deux types de flores ont été choisies comme marqueur :

Les flores directement responsables des altérations :

- *Brettanomyces*, responsable de la production de phénols volatils
- Les bactéries lactiques, responsables de la piqûre lactique et de la maladie de la graisse.

Les flores indicatrices d'un niveau d'hygiène général :

- levures totales et bactéries acétiques.

Zymomonas mobilis, agent responsable du framboisé, n'est pas retenu comme marqueur pour des raisons techniques. En effet, il n'y a pas de milieu sélectif permettant d'effectuer directement une numération (pré-culture nécessaire). Néanmoins le danger « framboisé » est pris en compte via les bactéries lactiques. En effet, la TML, provoquée par les bactéries lactiques, est un facteur de risque important pour la maladie du framboisé à cause de la remontée de pH engendrée.





2.1.3. Définition de classes de contamination potentielle.

La définition de ces classes est nécessaire pour pouvoir comparer les différents matériels évalués lors du diagnostic : c'est un outil de diagnostic synthétique. Le principe est de rapporter la contamination globale mesurée sur le matériel au volume de cidre qui va transiter dans ce matériel.

Pour calculer la contamination par unité de volume on fait l'hypothèse que cette répartition sera homogène. Un volume de 100 hectolitres a été fixé par convention. Pour l'ensemble saturateur et tireuse l'hypothèse est différente : on admet que la contamination du matériel sera répartie sur les 100 premiers litres embouteillés (phénomène de lavage de l'appareil par le produit).

Pour l'ensemble du matériel en contact avec le cidre la contamination potentielle est exprimée en nombre de microorganisme par millilitre de cidre (ufc/ml). (ufc : unité formant colonie).

4 classes de contamination potentielle sont créées : propre, faiblement contaminant, contaminant, fortement contaminant.

| | contamination | valeur de la contamination |
|---|-------------------------------|-----------------------------------|
|  | <i>propre</i> | <i>< 0.01 ufc/ml</i> |
|  | <i>faiblement contaminant</i> | <i>Entre 0.01 et 1 ufc/mL</i> |
|  | <i>contaminant</i> | <i>Entre 1 et 100 ufc/ml</i> |
|  | <i>fortement contaminant</i> | <i>> 100 ufc/ml</i> |

Pour le marc et les pommes, la contamination est exprimée en quantité de microorganisme par gramme de matière (ufc/g). Pour les liquides présents (dans les caniveaux par exemple), elle est exprimée en microorganismes par ml de liquide (ufc/ml).

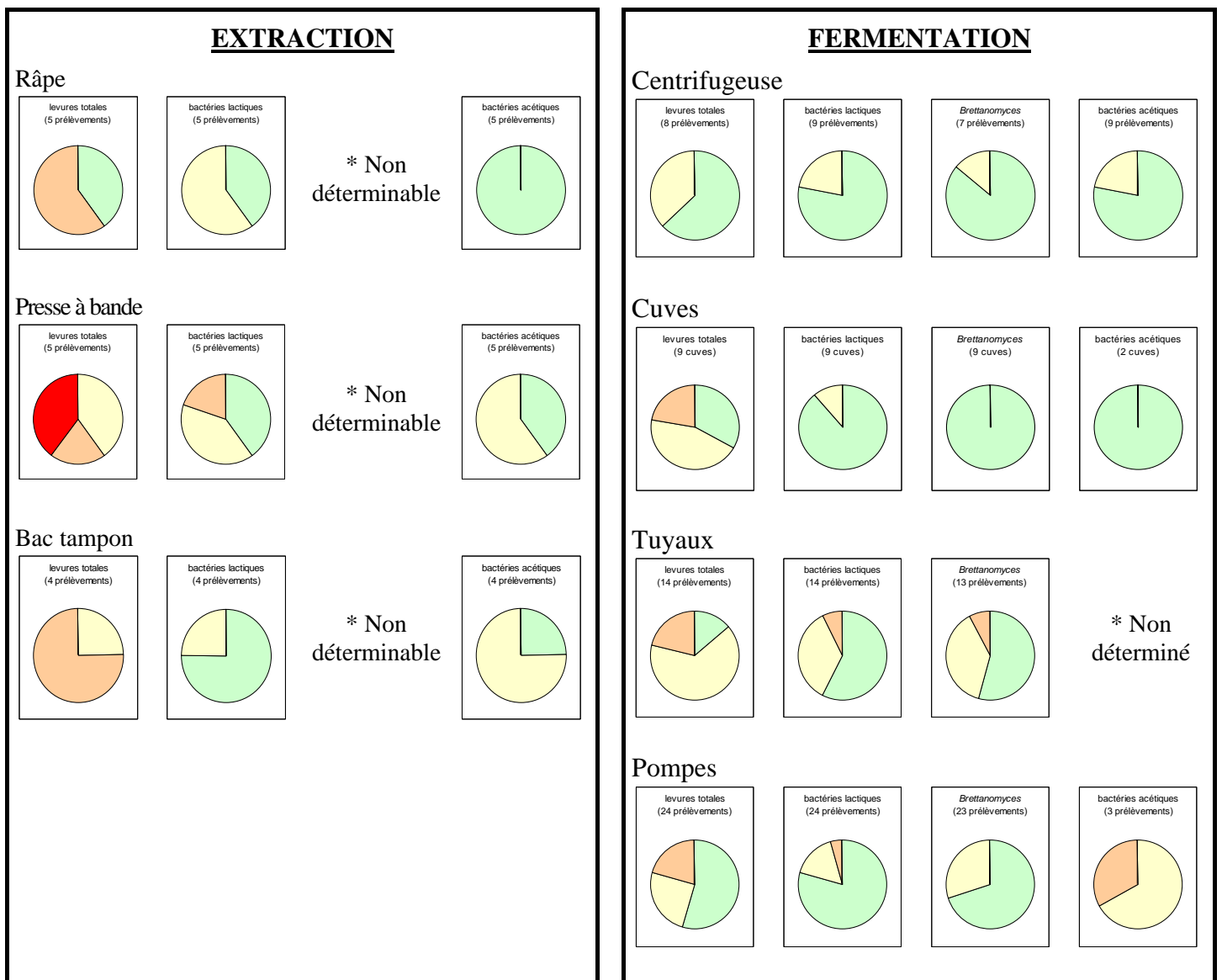
2.2. Résultats.

Les résultats issus des prélèvements réalisés sur sites sont présentés sous forme de camemberts synthétisant pour chaque flore à la fois :

- le niveau de contamination potentiel (code couleur),
- la fréquence des différents niveaux de contamination (part du camembert),
- le nombre de prélèvements réalisés sur le matériel.

2.2.1. Le matériel utilisé.

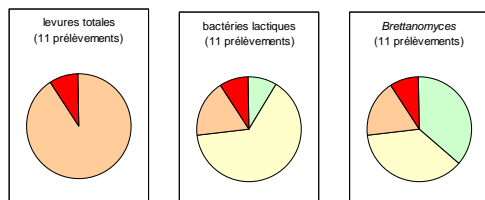
Le matériel diagnostiqué était tel que prêt à l'emploi avec la procédure classique de chaque cidrier.



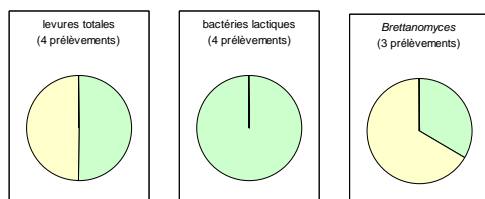
* Lors de l'étape d'extraction il n'a pas été possible d'effectuer une numération spécifique des levures *Brettanomyces*. En effet, avec les techniques de numération utilisées, il n'était pas possible de différencier *Brettanomyces* des levures oxydatives comme *Hanseniaspora*. Il est donc impossible de statuer sur la présence de *Brettanomyces* dans le moût lors du pressage.

PREPARATION A LA MISE

Filtre à terre

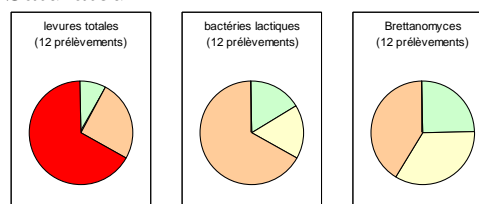


Micro-filtre

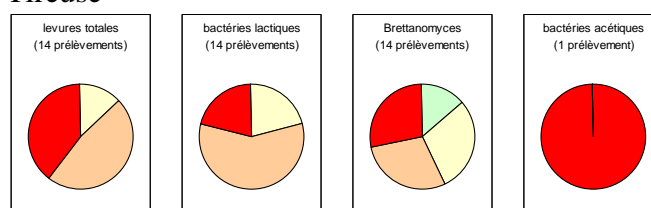


MISE EN BOUTEILLE

Saturateur



Tireuse



Globalement, le niveau du matériel prêt à l'emploi pour l'extraction et la fermentation est correct. La presse est l'élément le plus contaminant de la chaîne. Cette contamination est à relativiser car elle est surtout liée à des levures et donc participe à l'ensemencement du moût. Les râpes, élément potentiellement sensible montrent un niveau d'hygiène correct c'est peut-être dû à leur démontage hebdomadaire. A noter que le niveau d'hygiène pêche un peu sur les pompes.

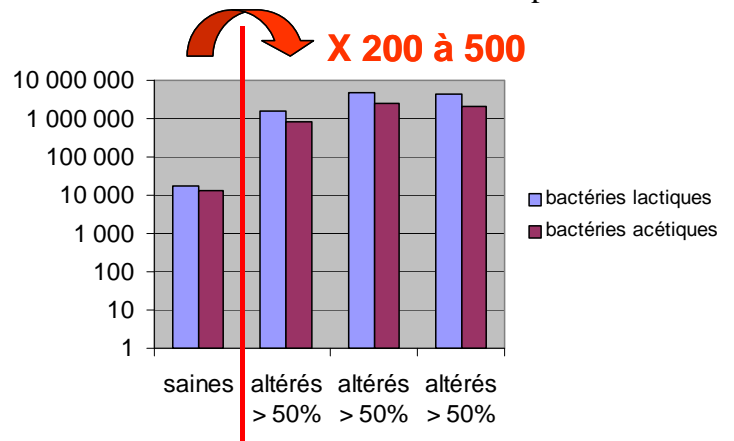
Les étapes de préparation à la mise en bouteille et mise en bouteille sont très contaminantes. On voit la différence entre un micro filtre tangential et le filtre à terre. Cela est dû à la configuration du matériel et peut-être aussi aux procédures de nettoyages impératives dans le cas du MFT.

L'ensemble saturateur tireuse est le point le plus sensible de l'atelier.

2.2.2. Matière première et co-produits.

Pommes (saines et altérées)

Les contaminations apportées par les pommes altérées dans le moût sont très importantes. Des essais comparatifs réalisés sur différents moûts issus de lots de pommes altérées et saines montrent que la contamination en bactéries lactiques et acétiques est 200 à 500 fois plus importante pour les pommes pourries. Si on fait l'hypothèse que 10% de pommes pourries sont incorporées alors on peut estimer que la contamination globale du lot est multipliée par 20 à 50. L'ensemencement important en bactéries lactiques est un facteur de risque important de TML précoce.

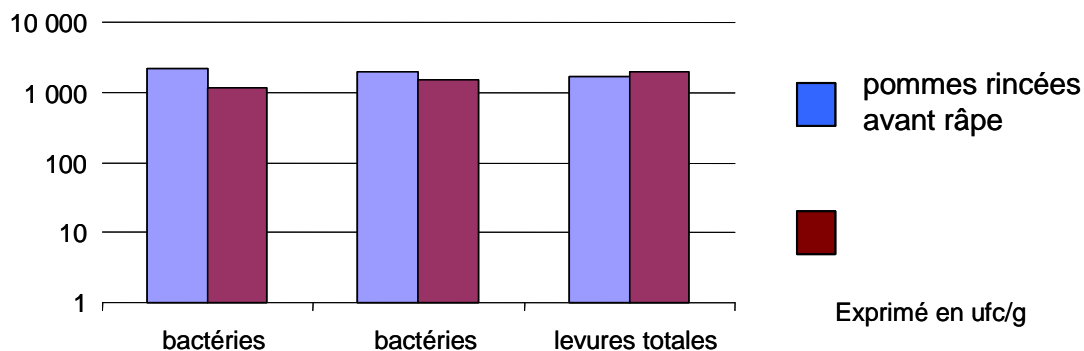


Il est aussi raisonnable de penser que les silos non nettoyés entre les différents lots de pommes peuvent aussi un réservoir de contamination important.

Eau de transport.

Les analyses effectuées sur l'eau de transport montrent une contamination importante de l'eau. Néanmoins il est difficile d'évaluer la survie de ces micro-organismes dans un moût qui correspond à un milieu différent de l'eau de transport : forte acidité et anaérobie (absence d'oxygène).

Néanmoins, une simulation effectuée sur un atelier (cf. schéma suivant) montre que la contamination potentielle apportée par le transport (10 mL d'eau de transport / kg de pomme) n'est pas du tout négligeable car elle est voisine de celle relevée sur les pommes en silo. Attention ces observations sont réalisées dans un atelier où l'état des pommes est très bon et l'eau de transport changée tous les jours. Dans tous les cas, le passage par l'eau de transport contamine les fruits il est donc impératif de traiter les fruits dans la foulée pour ne pas laisser la possibilité d'un développement important des populations sur la pomme.



Marc de pomme.

Les analyses sur le marc de pomme stocké 2 jours montrent des concentrations importantes en levures, bactéries lactiques et bactéries acétiques. Cela montre que le marc est un réservoir de contaminant non négligeable donc à éloigner de la zone de fabrication.

Caniveaux.

Les résultats concernant la contamination des caniveaux, selon l'activité ou non de l'atelier, montrent des contaminations, comprises entre 10^2 et 10^5 UFC/ml. Ces valeurs sont relativement faibles pour des caniveaux. Lors des journées de pressage, on constate une contamination en levures totales dans tous les caniveaux.

La contamination des caniveaux est un indicateur de l'état de propreté d'un atelier. Cependant, même s'ils sont contaminés, le risque de diffusion des germes est très faible (système de caillebotis). Par conséquent, on ne tiendra pas compte des caniveaux pour identifier les points critiques dans l'atelier.

Bouteilles sales

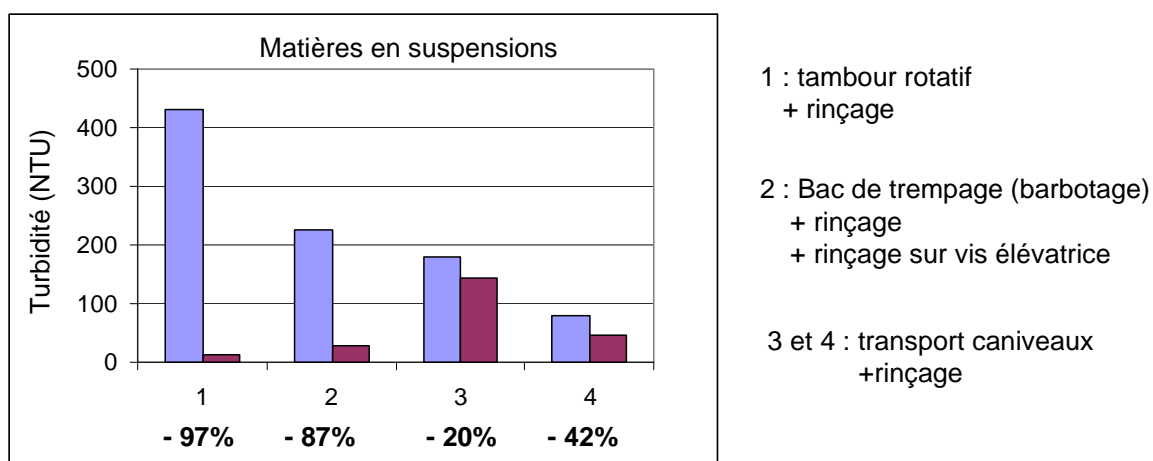
Les bouteilles sales sont évidemment très riches en flores d'altération. Il est donc nécessaire de les éloigner des zones de fabrication. Il y a un risque de contamination potentiel lors du lavage des bouteilles sales ou il y a proximité importante avec les bouteilles lavées.

2.2.3. Observations complémentaires effectuées lors du diagnostic.

Etape de préparation des pommes (Système de lavage des pommes) :

Il existe différents systèmes permettant le lavage des pommes avant leur utilisation au râpage. Tous n'ont pas la même efficacité pour éliminer les souillures présentes à la surface des pommes.

Le graphique ci-dessous rend compte de l'état de propreté de la surface des pommes avant (bleu) et après (rouge). Dans ce graphique plus la turbidité est importante plus les pommes sont sales et vice et versa. La procédure pour effectuer ce test est décrite en fiche 8 du document.



Les laveurs à tambours rotatifs suivis d'un rinçage à l'eau claire sont beaucoup plus efficaces que le trempage des pommes lors de leur transport en canaux.

Note : Même s'il n'existe pas à l'heure actuelle de preuves montrant un lien entre propreté des pommes après l'étape de lavage et la fréquence des altérations et/ou l'apport d'un micro-organisme il est recommandé d'effectuer un lavage le plus efficace possible.

Extraction du moût (Résidus de matière organique).

L'observation de différents ateliers a permis de mettre en évidence une pratique à risque qui consiste à laisser de la matière organique sur le matériel d'extraction. Cela se manifeste par des pratiques telles que :

- laisser des pressoirs pneumatiques chargés toute une nuit,
- ne pas évacuer la totalité du marc après pressage,
- laisser le tuyau de transfert entre conquet de cuvage et pressoir rempli de râpure.

L'impact en terme de contamination du lot suivant de pressage est significatif. Une expérimentation menée sur une râpure d'un mélange de variétés riche en pommes acides (pH 3.3) donc plutôt défavorable à une multiplication importante des bactéries à donné les résultats suivants :

| Conditions de conservation | Multiplication de la population de bactéries lactiques par |
|--|---|
| + 12 H à 15°C (pressage le lendemain matin, atelier à 15°C) | x 8 |
| + 36 H à 15°C (pressage le sur-lendemain matin, atelier à 15°C) | x ~ 500 |

Globalement la contamination même apportée dans ce cas par de petites quantités (hypothèse 40 kg de râpure résiduelle pour un pressage de 3.5T) est significative. Il est donc probable que dans le cas de températures plus élevées et de moûts de pH plus élevé la contamination soit plus importante.

Cette observation est à rapprocher des TML très précoces qui débutent dès l'extraction du moût.

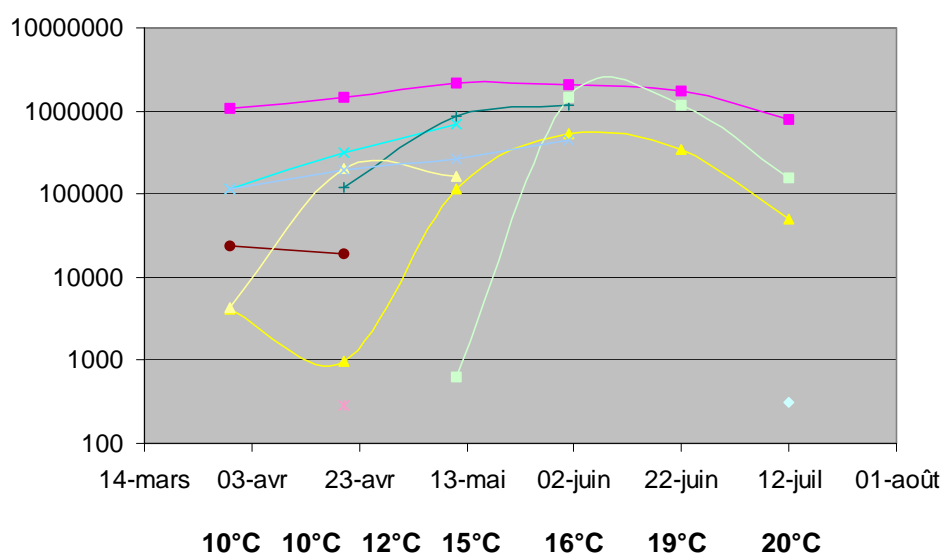
Cela met aussi en évidence l'intérêt d'un dispositif de refroidissement du moût car il est hautement probable que le développement des microorganismes dans le moût suivra la même progression que dans la râpure.

Fermentation (Cuves).

Concernant les cuves, malgré une surface interne globalement peu contaminée (car facile à nettoyer), certains points restent tout de même potentiellement contaminants. On peut citer ainsi les vannes, dégustateurs, indicateurs de niveaux et porte (trou d'homme).

Fermentation (Température de cuverie).

Les observations dans les cuveries non réfrigérées montrent une augmentation sensible des températures de 10°C jusqu'à 20°C au cours du printemps et de l'été. Les suivis microbiologiques ont mis en évidence une corrélation très nette entre le développement de la population de *Brettanomyces* et la température de cuverie cf. graphique ci-dessous.



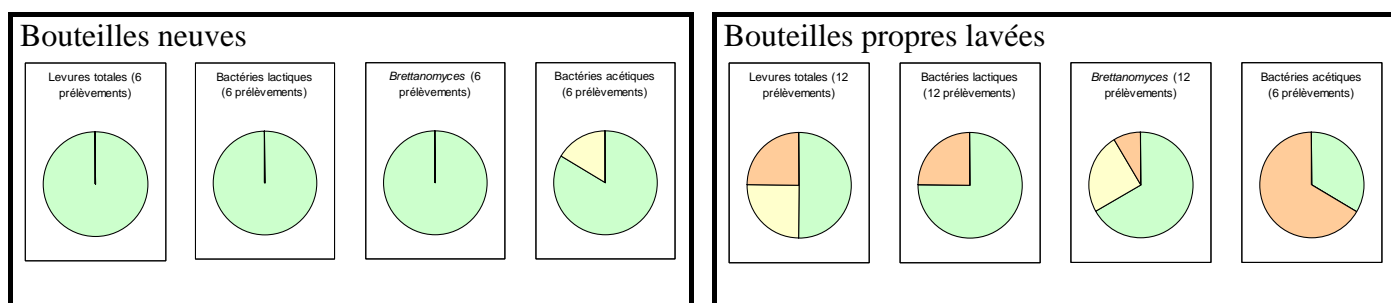
Mise en bouteille (tireuse).

Sur la tireuse, le circuit de mise sous vide est généralement sale avec une odeur acétique et ce à cause de la difficulté d'accès pour le nettoyage.

Mise en bouteille (bouteilles).

Les bouteilles sont séparées en 2 catégories, les bouteilles neuves et les bouteilles recyclées lavées :

- Les bouteilles neuves quant à elles ne représentent pas une source de contamination,
- Les bouteilles recyclées lavées, contrairement aux bouteilles neuves, en plus de présenter de fortes concentrations en micro-organismes, sont également très souvent contaminées par des moisissures.



Le lavage du recyclage des bouteilles n'est peut-être pas suffisant pour éliminer la population présente sur les bouteilles sales. On peut aussi se poser la question de l'influence du stockage sur la contamination.

Ambiance de l'atelier.

Aucune contamination significative n'a été relevée dans l'ambiance des différents ateliers testés et cela en saison ou hors saison de pressage.

2.3. Classement des étapes par niveau de risque sur le produit.

Le classement selon le risque produit est fonction :

- de la contamination apportée par le matériel couplée à l'éventualité d'une étape ultérieure susceptible de limiter ou augmenter l'altération potentielle,
- de l'état de la matrice, en particulier la compétition avec les autres micro-organismes,
- de la possibilité d'un développement au cours d'une étape.

Par exemple, si le produit est contaminé lors de la mise en bouteille (possibilité d'une altération ultérieure), aucune étape ne permettra de maîtriser cette contamination. A l'exception d'une pasteurisation des bouteilles après embouteillage. Cette étape sera alors nettement plus « critique » que le broyage des pommes pour lequel le produit est déjà riche en levures et ou des actions comme le froid ou la modification des paramètres physico-chimiques (pH et SO₂) vont pouvoir moduler les conséquences de la contamination.

Mise en bouteille :

Le matériel utilisé pour effectuer la mise en bouteille apparaît être le plus critique. En effet, il s'agit de l'étape finale du procédé d'élaboration à l'exception d'une éventuelle pasteurisation. De plus, le produit est généralement très appauvri en levures ce qui ne laisse aucune compétition possible. La durée souvent importante de conservation fait que la contamination du produit produira une altération des qualités organoleptiques.

Le matériel en question ici est l'ensemble gazéification mise en bouteille : saturateur, tireuse, les pompes et tuyaux. Dans cet ensemble les plus critiques sont le saturateur et la tireuse.

L'importance du contenant ne doit pas être sous estimée. Si les bouteilles neuves ne semblent pas poser de problème, les bouteilles recyclées peuvent être une source de contamination irrégulière de surcroît donc difficile à identifier par traçabilité.

| | |
|------------------|-----------------------------------|
| Extrême | : Saturateur, tireuse, bouteilles |
| Important | : Pompes, tuyaux |
| Notable | : - |
| Faible | : - |

Préparation à la mise en bouteille :

La préparation à la mise en bouteille regroupe les opérations d'assemblage et de filtration. Suite à la filtration les conséquences d'une contamination sur le produit fini sont identiques à celles lors de l'étape mise en bouteille. Compte tenu du diagnostic, les risques sont importants pour les pompes et tuyau et notables pour la cuve réceptrice du cidre prêt à la mise en bouteille. Note : il est souhaitable de transférer le cidre directement de la filtration à l'embouteillage sans passer par un stockage intermédiaire.

Le filtre lui-même ne doit pas apporter de contamination, de par leur construction les deux types de filtre ont des niveaux de risques différents : très important pour le filtre à terre et notable pour le MFT.

| | |
|------------------|---|
| Extrême | : Assemblage si réalisé post filtration |
| Important | : Filtre à terre, pompes, tuyaux |
| Notable | : Micro filtre tangentiel, cuve |
| Faible | : - |

Fermentation :

La première centrifugation à pour but de réduire la quantité totale de biomasse. Cette opération peut être source de contamination et il faut éviter d'ensemencer le milieu appauvri en levures de fermentations par des flores indésirables. Compte tenu des résultats du diagnostic, l'ensemble du matériel utilisé pour la réduction de biomasse présente un risque notable.

La fermentation en cuve est une étape longue et même si le matériel est peu contaminé, le risque est présent car la moindre contamination peut avoir des conséquences à long terme. Les points noirs des cuves sont les vannes, dégustateurs, indicateurs de niveau ou encore chapeaux et portes qui, par leur configuration, sont plus difficiles à nettoyer.

Extrême : -
Important : **Périphériques de cuves, température de cuverie**
Notable : **Cuves, Centrifugeuse Tuyaux, Pompes**
Faible : -

Extraction :

Le broyage et le pressage sont des étapes à fort potentiel contaminant mais elles permettent également d'ensemencer le moût en levures. Le but est donc d'essayer de préserver les levures fermentatives tout en éliminant la flore indésirable. Une réduction très importante voire totale de cette flore levurienne fermentative est susceptible de provoquer un retard en défécation et éventuellement dans les cas extrêmes une occupation par des micro-organismes indésirables.

Extrême : -
Important : **Râpe, presse et conquet**
Notable : **Tuyaux, pompes**
Faible : -

Préparation des pommes :

Le lavage et le tri des pommes est une étape sur laquelle il faut être vigilant. Les eaux de lavage peuvent être source de contamination ainsi que les produits abîmés ou tâchés. Les pommes permettent également de réaliser une partie de l'ensemencement du moût en levures, il est donc important de préserver cet ensemencement naturel c'est à dire ne pas aller vers une désinfection des pommes. Néanmoins il est essentiel d'éviter toute contamination.

Extrême : -
Important : **Lavage et tri des pommes**
Notable : **Eaux de transport**
Faible : -

Tableau de synthèse : niveau du niveau de risque produit :

| <u>ETAPE</u> | <u>ACTION</u> | <u>MATERIEL</u> |
|---|--------------------------------|--|
| Préparation des pommes | Nettoyage | eaux de transport |
| | Tri | table de tri |
| | Lavage | lavage |
| Extraction du moût | Broyage, cuvage | râpe, conquet, tuyaux, pompes |
| | Pressage | presse |
| Clarification préfermentaire | Défécation | cuve |
| | Soutirage | tuyaux, pompes |
| Fermentation | 1ère fermentation | cuve |
| | Réduction de biomasse | filtre à terre centrifugeuse |
| | Fermentation principale | cuve |
| Préparation à la mise en bouteille | Assemblage | cuve tuyaux, pompes |
| | Filtration | filtre |
| Mise en bouteille | Saturation | saturateur |
| | Tirage | tireuse, bouteille |

| Code couleur | Risque |
|---------------------|------------------|
| Noir | Extrême |
| Rouge | Important |
| Orange | Notable |
| Vert | Faible |

3. Recommandations.

3.1. Principes généraux.

3.1.1. Présence de microorganismes et altération :

La présence de microorganismes d'altération n'est pas forcément synonyme de dégradation immédiate du produit. La population de microorganismes doit en effet dépasser 500 000 à 1 million / millilitre pour commencer à entraîner des déviations organoleptiques. Ainsi, dans le cas du cidre (microorganismes non pathogènes), ces recommandations n'ont pas pour but d'éliminer la totalité des microorganismes d'altération mais de limiter leur population afin d'éviter d'atteindre le seuil de population critique pendant les étapes d'élaboration du cidre et lors de la conservation en bouteille.

3.1.2. Stratégies envisageables :

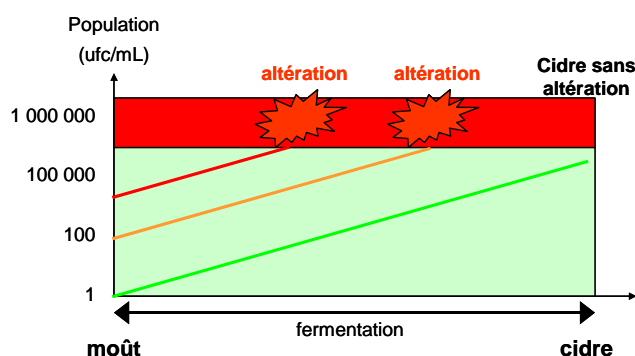
Pour éviter que la population ne dépasse cette limite il existe trois axes possibles :

- limiter la contamination du moût ou du cidre,
- limiter le développement des micro-organismes d'altération,
- abaisser le niveau de contamination du produit.

Réduire la contamination initiale du moût.

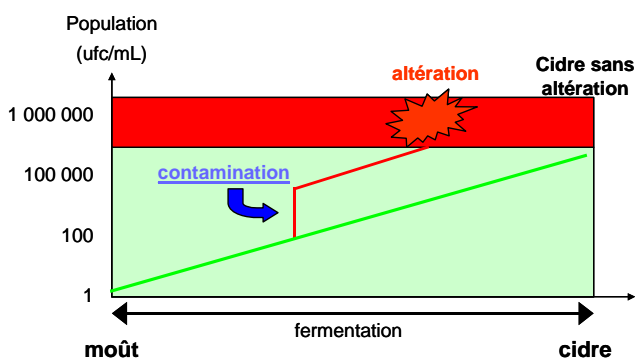
La diminution de la contamination initiale permet de retarder le moment où la population aura atteint un seuil donnant lieu à une altération.

Ainsi dans le cas d'une contamination faible (courbe verte), il est même possible que l'altération ne se produise pas dans le produit.



Limiter la contamination en cours de fabrication

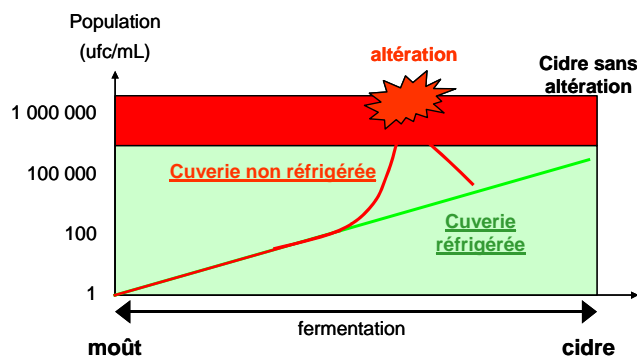
Une contamination ponctuelle en cours de fabrication va augmenter la charge en micro-organisme et donc pour des conditions de milieu similaires l'altération sera plus rapide.



Limiter le développement.

Le développement des micro-organismes est fonction des conditions de milieu. En contrôlant ou en modifiant ces conditions il est possible de limiter le développement des micro-organismes et donc de retarder l'altération.

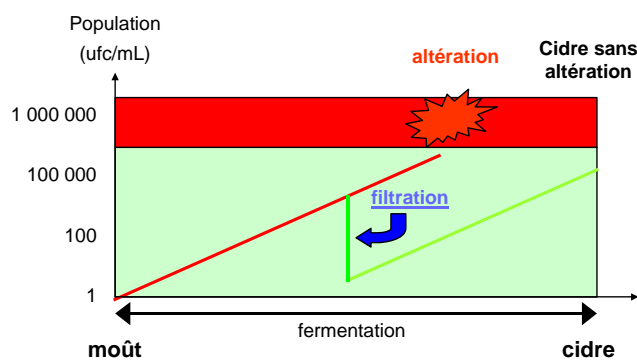
Le schéma ci-contre prend l'exemple d'une cuverie non réfrigérée (courbe rouge) qui monte en température dès le printemps par rapport à une cuverie réfrigérée (en vert).



Abaisser le niveau de contamination.

La diminution (ou l'élimination) de la charge en micro-organismes lors de la fabrication permet de retarder (ou éliminer) le risque d'altération. C'est ce qui est fait par une filtration ou une pasteurisation.

Cette technique n'est utilisable que s'il existe un outil prédictif de l'altération comme c'est le cas pour le framboisé.



Il est également possible de combiner certaines mesures. Par exemple dans le cas d'un test prédictif du framboisé positif on effectue une filtration fine (abaissement du niveau de contamination) couplé à une acidification et un sulfitage (limitation du développement).

3.2. Limiter les contaminations.

3.2.1. Plan de nettoyage désinfection.

Préparation des pommes :

Sur l'aire de stockage l'élimination quotidienne de la matière organique (restes de pomme, terre) suivie d'un rinçage est fortement recommandée. Une désinfection sera à réaliser en complément lorsque l'aire ou une partie de l'aire sera vide.

Les dispositifs de lavage et de transport doivent être vidangés et rincés tous les jours. L'objectif est d'éviter de contaminer directement l'eau propre remise dans le circuit à chaque début de journée. En fin de semaine un nettoyage-désinfection de la table de tri et de la laveuse à l'alcalin chloré après le lavage est recommandée.

Extraction du moût :

Sur l'ensemble de la chaîne un rinçage à l'eau claire est à effectuer chaque soir afin d'éliminer toute trace de matière organique. Vérifier que la râpe est bien vidée (pas de matière organique stagnante), attention à ne pas oublier les tuyaux de transferts conquet-presse, il peut rester de la pulpe. Vider et rincer obligatoirement les pressoirs tous les soirs ou dans le cas de pressage en 3/8 prévoir un cycle de nettoyage-désinfection par 24 heures.

Ensuite une désinfection est souhaitable dans la foulée du nettoyage pour une action bactériostatique voir bactéricide pendant la nuit. La désinfection par pulvérisation d'une solution de SO₂ à 10 % sur l'ensemble du matériel donne de bons résultats. Toutefois il n'y a pas de recul sur la compatibilité à l'inox (se renseigner auprès des fournisseurs).

Il est impératif de ne pas aller trop loin dans l'hygiène pour cette étape afin de ne pas éliminer la flore levurienne. En effet actuellement, il n'y a pas de solution d'ensemencement satisfaisante permettant de remplacer l'ensemencement naturel et de réaliser un produit final ayant le profil d'un cidre. Les LSA (Levures Sèches Actives) œnologiques donnent un produit plat. C'est pour cela que le SO₂ a été choisi comme désinfectant est le car il a une action « spécifique » sur les bactéries d'altération.

Une fois par semaine, il est nécessaire d'effectuer un nettoyage-désinfection plus poussé pour éviter l'encrassement du matériel. Ce nettoyage avec un alcalin chloré est à pratiquer sur tout le matériel. Pour l'ensemble conquet, tuyaux et pompe il est possible d'effectuer un nettoyage en circuit fermé. Pour la râpe l'utilisation d'un canon à mousse est plus indiquée pour rendre le produit de nettoyage-désinfection adhérent et ainsi augmenter le temps de contact.

Clarification pré-fermentaire et fermentation :

A chaque vidange de cuve procéder à un cycle lavage (élimination lies et restes chapeau brun), nettoyage et désinfection. Bien insister sur les indicateurs de niveaux et les dégustateurs qui sont des points de contamination clairement identifiés, faire passer les produits de nettoyage et de désinfection à l'intérieur.

Pour les pompes et tuyaux rinçage à l'eau claire, puis désinfection avec une solution de SO₂ (cf fiche n°2 procédure légère) en boucle. Entre deux utilisations vidanger tuyaux et pompes afin ne pas laisser de liquide stagnant.

Remarque : en période de charge de travail importante, il est possible d'alléger le nettoyage des cuves ayant contenu du cidre à pH<3.7 et n'ayant pas démarré leur transformation malolactique. De même dans le cas d'une utilisation dans la foulée entre deux cuves, pompes et

tuyaux doivent être au moins rincés et au mieux désinfectés à chaque changement de cuve pour éviter les contaminations croisées entre cuves.

Pour la centrifugeuse pré-lavage à grande eau perdue. Procédure de nettoyage désinfection par circulation en boucle. Démontage au moins une fois par an des assiettes pour nettoyage et désinfection par trempage et brossage.

Préparation à la mise en bouteille :

Le filtre doit être nettoyé et désinfecté. Pour cela évacuer les terres de filtration à l'extérieur pour limiter la présence de drosophiles. Pré-lavage à eau grande eau (eau perdue). Suite au nettoyage désinfection rinçage et égouttage complet des tuyauteries par ouverture de toutes les vannes.

La cuve servant à recevoir le cidre assemblé et filtré doivent être nettoyées et désinfectées (cf. fiche procédure complète). La même précaution est à prendre pour les tuyaux et pompes utilisés pour le transfert.

Mise en bouteille :

Les bouteilles doivent donc être parfaitement nettoyées (au moins un rinçage pour les bouteilles neuves) juste avant embouteillage. L'ensemble saturateur et tireuse nécessitent l'application d'une procédure complète. Un système permettant la mise en circulation du produit de nettoyage et désinfection permet d'améliorer les performances par rapport à un système en statique du fait de l'apport d'une action mécanique (par circulation des solutions de nettoyage et désinfection) qui augmente l'efficacité.

Une désinfection par application d'une température de 70°C a également été testée sur la tireuse uniquement, l'efficacité est également intéressante. Cette technique, couplée à un nettoyage sérieux est également une solution envisageable. Vérifier en particulier la compatibilité des joints.

Une pasteurisation du produit post embouteillage ne dispense pas d'un nettoyage et d'une désinfection rigoureux du matériel.

Tableau récapitulatif des Actions préconisées à chaque étape

| ETAPE | MATERIEL | QUAND | QUOI |
|--|-------------------------|---|--|
| Préparation des pommes | aire de stockage | tous les jours | élimination de la matière organique + rinçage |
| | | dès que l'aire est vide | Idem tous les jours + procédure intermédiaire |
| | transport des pommes | tous les jours | élimination de la matière organique et rinçage |
| | poste de tri et laveuse | tous les jours | élimination de la matière organique et rinçage |
| | | en fin de semaine | idem tous les jours + procédure intermédiaire |
| Extraction du moût | râpe | tous les soirs | Démontage + procédure légère |
| | | en fin de semaine | Démontage + procédure intermédiaire |
| | conquet | tous les soirs | Vidange complète + procédure légère |
| | | en fin de semaine | Démontage + procédure intermédiaire |
| | presse | tous les soirs | élimination de la matière organique + procédure légère |
| | | en fin de semaine | élimination de la matière organique + procédure intermédiaire |
| | tuyaux et pompes | tous les soirs | vidange complète + procédure légère |
| | | en fin de semaine | Vidange + procédure intermédiaire |
| Clarification préfermentaire | cuve | à chaque vidange | rinçage + procédure légère |
| | tuyaux et pompes | après utilisation | rinçage + procédure légère |
| Fermentation et préparation à la mise en bouteille | cuve | après chaque utilisation | rinçage + procédure intermédiaire |
| | | conservation | rinçage et procédure légère |
| | filtre | après chaque utilisation | évacuation de la terre + rinçage + procédure intermédiaire |
| | | conservation | Procédure légère |
| | centrifugeuse | après chaque utilisation | élimination de la matière organique + rinçage + procédure intermédiaire |
| | | Conservation faible durée | procédure légère |
| | | Conservation longue durée | Démontage de la centrifugeuse |
| | tuyaux et pompes | après utilisation | Vidange + procédure intermédiaire |
| conservation | | Tuyaux, suspendus Pompes procédure légère | |
| Mise en bouteille | saturateur et tireuse | si utilisation le lendemain | 3 rinçages + procédure légère |
| | | si réutilisation sous moins d'une semaine | 3 rinçages + procédure complète + procédure légère avec maintien sous solution |
| | | si réutilisation sous plus d'une semaine | 3 rinçages + procédure complète + désinfection avant utilisation |

3.2.2. Matériel et équipements.

Préparation des pommes :

L'étape de préparation des pommes doit permettre d'éliminer à la fois le maximum de fruits altérés (risque de contamination important avéré) et d'une partie du « non pomme » tel que la terre qui présente un risque de contamination supposé mais non démontré.

Concernant les systèmes de lavage dont l'objectif est d'éliminer le « non pomme » des essais sur site on permis de mettre en évidence des différences d'efficacité importantes dans l'élimination de la terre présente sur les fruits. Les laveurs « à tambour » donnent de très bons résultats et sont largement préférables au simple trempage dans l'eau de transports par canaux. Le couplage avec des buses HP permet d'améliorer le lavage. Enfin prévoir un dispositif d'aspersion d'eau propre sur les fruits en amont de la râpe.

Si l'élimination d'une partie des pommes totalement pourries s'effectue par gravité (ces pommes ne flottent pas) il est néanmoins nécessaire d'utiliser une véritable table de tri pour éliminer les pommes altérées. La table de tri doit être située après le système de lavage des pommes afin de mieux repérer les fruits altérés. Ce type de table est disponible en série chez des équipementiers pour le traitement des légumes et maraîchage. Il existe plusieurs principes allant du simple tapis de convoyage à la table à rouleau permettant de retourner le fruit.

Définition d'une installation modèle : reprise des pommes vers un bac de trempage (eau renouvelée tous les jours, permet une humidification de la terre, épierreur), un lavage par tambour avec des jets d'eau buse HP (eau propre ou filtrée), une table de tri, puis un rinçage à l'eau claire avant l'arrivée à la râpe.

Extraction du moût :

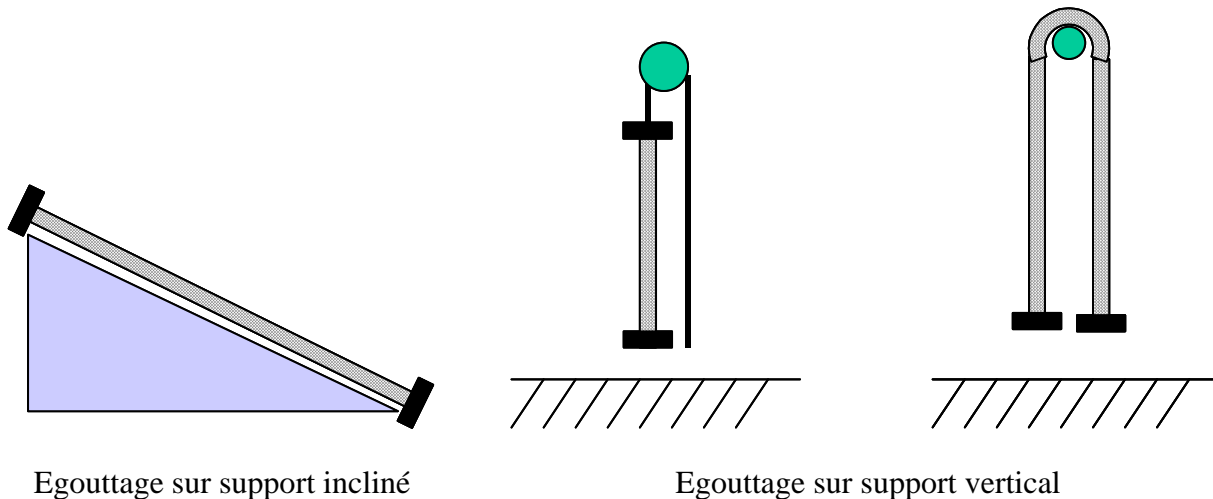
Pour cette étape il est difficile de préconiser un type de matériel plus qu'un autre. Il faut veiller à ce que le matériel soit facilement démontable et d'une très bonne accessibilité. Ces deux qualités rendront les opérations de nettoyage-désinfection quotidiennes plus faciles. Il est donc recommandé de ne pas placer la râpe trop haute.

Clarification pré-fermentaire, fermentation et préparation à la mise en bouteille :

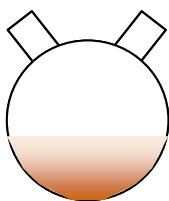
Sur les cuves plusieurs points sont à souligner :

- fermer les indicateurs de niveau pendant la fermentation pour éviter tout contact du cidre avec l'oxygène de l'air (altération du cidre),
- prévoir un trou d'homme en fond de cuve pour accéder à l'intérieur afin de faciliter les opérations de nettoyage-désinfection,
- remplacer, s'il en reste, les vannes à boules par des vannes papillons.

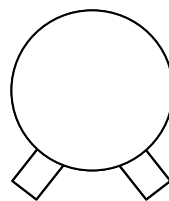
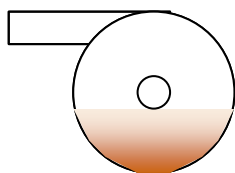
Pour les tuyaux, suite au nettoyage désinfection prévoir un dispositif permettant le stockage vertical afin d'éviter toute eau stagnante à l'intérieur du tuyau. Les tuyaux peuvent par exemple être stockés suspendus ou sur un support incliné cf. schéma suivant.



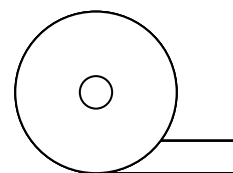
Concernant les pompes : la possibilité de vidanger le corps de pompe est nécessaire pour limiter l'eau stagnante et donc limiter les contaminations. Pour cela il est possible de d'ouvrir la purge ou d'incliner la pompe. La conception de la pompe (cf. schéma ci-dessous) est à prendre en compte lors de l'achat d'un nouveau matériel.



Pas de vidange (zone de rétention dans le corps de pompe)



Bonne vidange de la pompe.



Mise en bouteille :

Prévoir sur la tireuse un dispositif permettant d'effectuer la re-circulation des solutions de nettoyage et de désinfection. Différents dispositifs sont possibles :

- Ouvertures des becs sur l'arrière de la tireuse et récupération de la solution sur la plaque de base dans ce cas prévoir un filtre avant la reprise par une pompe afin d'éviter les bris de verre.
- Mise en place de fausses bouteilles permettant la re-circulation de la solution à travers les snif de vide et le passage par le circuit de vide.

3.2.3. Procédures, règles d'hygiène.

Concernant l'eau de transport l'idéal est de les renouveler régulièrement (au moins une fois par jour). En effet l'eau se charge très rapidement en micro-organismes. Pour le rinçage, travailler obligatoirement en eau perdue, cette eau peut-être recyclée en étant réincorporée aux eaux de lavage.

La vente en circuit court des 150 à 200 premiers litres passés sur l'ensemble saturateur / tireuse peut également permettre de limiter les risques d'apparition de défaut en limitant le temps de conservation.

3.2.4. Agencement des locaux.

Des erreurs liées à la conception de l'atelier cidricole peuvent favoriser les contaminations du cidre en microorganismes responsables des déviations organoleptiques. Nous allons apporter ci-après quelques recommandations pratiques dont la plupart font l'objet d'une obligation légale définie dans l'arrêté hygiène du 28 mai 1997 qui s'applique aussi aux cidreries.

Prévoir un agencement logique des opérations : la marche en avant.

Pour éviter les contaminations croisées :

- Le cidre doit suivre un cheminement évitant tout croisement ou toute cohabitation entre secteur propre et secteur sale (pommes sales/pulpe, moût →). Il est donc nécessaire de prévoir un cloisonnement entre les parties de l'atelier correspondant à un stade d'évolution différent du produit : salle d'extraction / cuverie - cuverie / conditionnement - lavage des bouteilles sales / conditionnement.
- L'élaboration du cidre étant (constitué) composé d'étapes saisonnières réalisées à des périodes différentes de l'année, il n'est pas aberrant d'utiliser les mêmes locaux pour réaliser plusieurs étapes : ex. extraction du moût /filtration, centrifugation/conditionnement. C'est surtout dans les ateliers de petite taille que cette pratique présente l'avantage de diminuer l'espace nécessaire aux différents travaux.
- Il faut aussi éviter tout retour en arrière (retour d'un jus filtré dans sa cuve d'origine sans nettoyage préalable).

Une bonne circulation des intervenants.

L'organisation des déplacements dans l'atelier doit être pensée de façon à limiter les déplacements et manipulations inutiles. Il faut limiter la circulation des personnes des secteurs sales vers les secteurs propres. En particulier, la cuverie ne doit pas être un lieu obligatoire de passage surtout si elle est réfrigérée. On évite aussi les risques d'apport de souillures, de dégradation de matériels, des revêtements.

Définir un plan de circulation, de stockage et d'élimination des déchets :

Le cidrier doit se poser la question de la gestion des déchets (circulation, stockage et élimination) lorsqu'il organise son atelier. Les déchets sont de 2 natures : sous- produits (marc, lies, chapeau brun...) et petits matériels (plaques de cellulose, kieselghur, verres cassés...)

Voici quelques conseils pour éviter les erreurs :

- Prévoir des poubelles aux différents postes de travail produisant des déchets.
- Ne jamais laisser de déchets, même en poubelle, séjourner sur l'atelier.

- Prévoir un circuit d'évacuation des déchets sans avoir à traverser les secteurs propres.
- Le stockage des déchets se fait à l'extérieur de la cidrerie dans un local ou une zone à ciel ouvert spécialement affecté à cet effet.
- L'évacuation définitive doit être régulière afin de ne pas attirer rongeurs, insectes....
- Tout le matériel en contact avec les déchets doit être nettoyé et désinfecté après chaque utilisation.

Disposer de moyens efficaces d'évacuation des liquides.

Les sols doivent avoir des pentes suffisantes pour éviter la stagnation de l'eau. Une pente de 1% au minimum permet d'assurer un écoulement naturel, sans intervention manuelle.

Parmi les choix de configurations d'écoulement, le système de 2 dalles selon la longueur du bâtiment avec deux pentes vers un caniveau central est le système le plus économique. Diamètres des tuyaux d'évacuation : 100 mm. Les écoulements dans les caniveaux doivent être évacués directement dans des bondes siphonées équipées de paniers pour la récupération des déchets. Ces bondes créent un joint hydraulique qui permet d'éviter les mauvaises odeurs.

3.3. Limiter le développement.

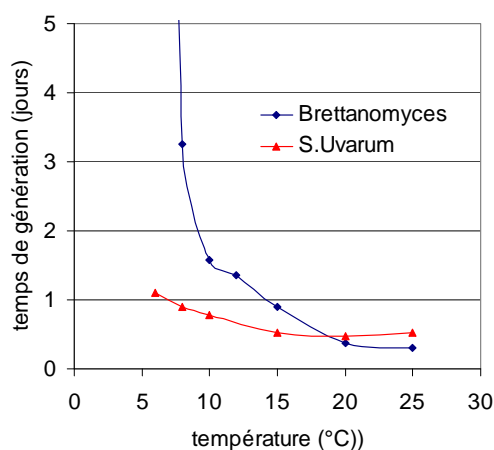
3.3.1. Maîtrise des températures.

Lors du pressage :

Refroidissement du moût en sortie presse car nécessaire si gros volumes les cuves mettent du temps à refroidir (voir JMLQ si simulation de refroidissement possible à faire).

En cuverie :

En maîtrisant la température de la cuverie, on limite les risques de développement de microorganismes d'altération. Ainsi, une température de cuverie inférieure à 10°C (8°C) limite (fortement) l'apparition de défauts de type odeurs d'écurie qui sont dus à *Brettanomyces anomalus*.



Ce graphique montre que *Brettanomyces* est très affecté dans sa multiplication avec des températures inférieures à 10°C.

3.3.2. Gestion des réductions de biomasses.

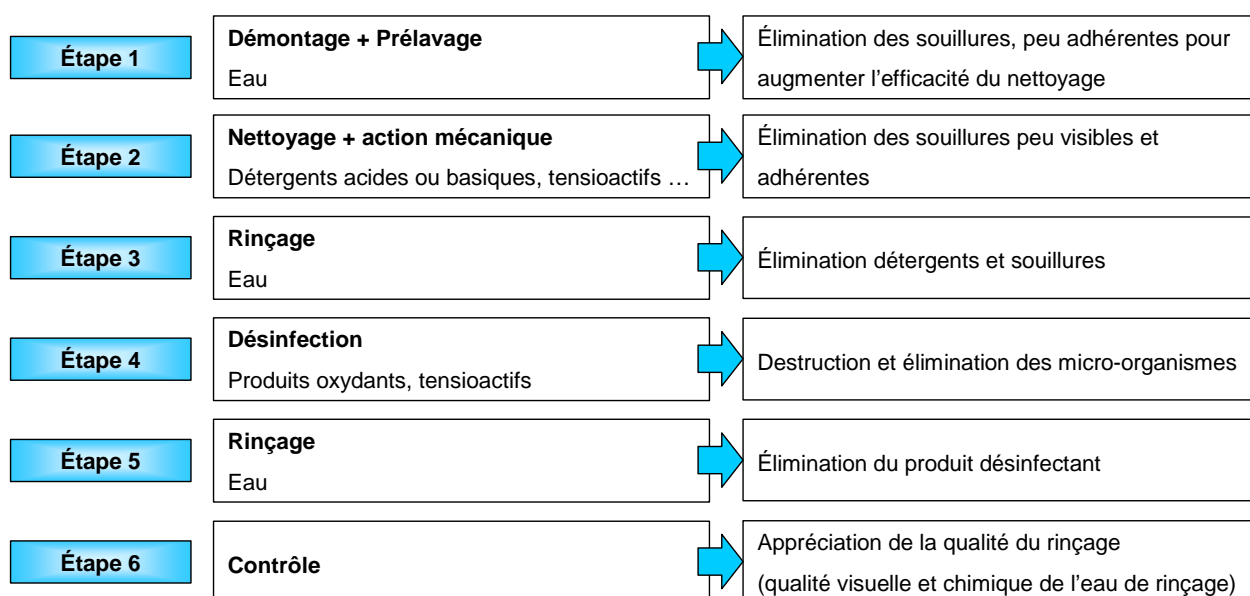
Les réductions de biomasse permettent de ralentir la fermentation pour contrôler la diminution de la masse volumique. A cette étape, il faut faire attention à ne pas déséquilibrer les flores, en effet, si les flores sont éliminées de manière trop drastique, il peut y avoir des problèmes de contamination par des flores opportunistes profitant de l'absence d'occupation du terrain créant ainsi un déséquilibre des flores.

Il est donc recommandé de réensemencer après réduction de biomasse au minimum par un pied de cuve à hauteur de 5%.

4. Fiches.

4.1. Fiche 1 : Principes de nettoyage - désinfection

Schéma type d'une procédure de nettoyage-désinfection complète en 6 étapes :



En règle générale, le nettoyage et la désinfection sont deux opérations séparées entre lesquelles s'intercale un rinçage indispensable.

Quelques précisions sur les étapes :

Étape 1 : Le démontage a pour objectif de vidanger et d'évacuer le « gros » de la matière organique : pommes, pulpe, marc, mout, cidre ... Pour cela purger l'ensemble du matériel.

La matière organique (liquide et solide) est ensuite à évacuer hors de la zone que l'on va rendre « propre ».

L'objectif du prélavage est d'éliminer le maximum de souillures peu adhérentes avant qu'elles ne sèchent sur le matériel. Le prélavage se fait à l'eau et son efficacité peut être augmentée par :

- Une action mécanique : brossage, jet haute pression ...
- Un trempage préalable,
- L'utilisation d'eau chaude (meilleure dissolution du sucre).

A la fin de cette étape, le matériel doit être propre visuellement pour passer à l'étape suivante.

Étape 2 : A l'issue du nettoyage le matériel ne doit plus présenter de souillures apparentes sous peine de diminuer fortement l'étape de désinfection.

Étape 4 : L'objectif de la désinfection est diminuer fortement la quantité de micro-organismes présents sur la surface du matériel. Cette étape est toujours conseillée et dans les cas suivants il est impensable de faire l'impasse sur la désinfection dans les cas suivants :

- Arrêt de production de plusieurs jours (car prolifération des microorganismes possibles et risque d'ensemencement à la reprise),

- Passage d'un produit altéré par exemple lot de pomme avancé ou cidre présentant une altération. Dans ce cas risque d'ensemencement de produits sains et propagation de l'altération.

Etapes 5 et 6 : Le rinçage final a pour objectif d'éliminer toutes les traces de produit chimique. Cette opération doit être vérifiée afin de garantir l'absence de résidus dans le produit.

Pour cela la mesure du pH résiduel dans les eaux de rinçage est une méthode simple. Pour la mesure du pH il est possible d'utiliser un Ph-mètre ou plus simple d'utilisation des bandelettes pH ou des réactifs colorés comme la phénol phtaléine. Cette solution est envisageable uniquement dans le cas où les solutions de nettoyage et/ou désinfection sont acides ou basiques. Dans ce cas on poursuivra les rinçages jusqu'à ce que le pH de l'eau de rinçage soit proche de la neutralité (pH voisin de 7 ; 6 à 8) ou du pH de l'eau utilisé pour le rinçage

Utilisation des produits de nettoyage et de désinfection.

Il est nécessaire de respecter la règle des 4 facteurs :

- La concentration du produit : plus le matériel est contaminé, plus la dose doit être forte. Toutefois il ne faut pas dépasser une concentration limite pour laquelle le rinçage du produit devient difficile.
- Le temps de contact : s'il est insuffisant, les microorganismes restants vont très vite se multiplier.
- La température : avec de l'eau trop chaude, certains agents actifs peuvent s'évaporer (ex : le chlore). Inversement, une eau trop froide réduit l'activité désinfectante de la plupart des produits.
- L'action mécanique : le brossage à la main est fastidieux et laisse certains endroits inaccessibles ; l'utilisation d'un Karcher provoque davantage une dispersion des bactéries dans tous les sens qu'une réelle élimination ; la circulation du produit en circuit fermé semble le moyen le plus efficace car elle permet une action mécanique et un contact régulier.

La diminution d'un de ces facteurs doit être compensée par les autres mais tous sont nécessaires pour une bonne efficacité. De plus, il faut veiller à ce que ces compensations ne s'éloignent pas de l'optimisation efficacité/coût.

4.2. Fiche 2 : Procédure légère

Descriptif :

| | |
|----------------|---|
| Étape 1 | Démontage + Prélavage : Eau |
| Étape 2 | Désinfection : solution à base de SO₂ |
| Étape 3 | Rinçage : 2 rinçages à l'eau |
| Étape 4 | Contrôle |

Matériel concerné par la procédure légère :

| ETAPE | MATERIEL | QUAND ? | MODE D'UTILISATION SOLUTION SO ₂ |
|--|-----------------------|--|--|
| Extraction du moût | râpe | tous les soirs après démontage | Pulvérisation solution 10% rinçage avant utilisation |
| | conquet | tous les soirs après vidange complète | |
| | presse | tous les soirs après élimination de la matière organique | |
| | tuyaux et pompes | tous les soirs après vidange complète | |
| Clarification préfermentaire | cuve | à chaque vidange après rinçage | Pulvérisation solution 10% rinçage avant utilisation |
| | tuyaux et pompes | après utilisation après rinçage | Circulation 10 minutes puis maintien Solution 0.2% acidifié à pH 2 |
| Fermentation et préparation à la mise en bouteille | cuve | Conservation après rinçage | Pulvérisation solution 10% rinçage avant utilisation |
| | filtre | Conservation faible durée | Circulation 10 minutes puis maintien Solution 0.2% acidifié à pH 2 |
| | centrifugeuse | Conservation faible durée | |
| Mise en bouteille | saturateur et tireuse | si utilisation le lendemain | Circulation 10 minutes puis maintien Solution 0.2% acidifié à pH 2 |
| | | si réutilisation sous moins d'une semaine après procédure complète | |

Préparation de la solution à 0.2% acidifié à pH 2 :

A partir d'une solution concentrée 10% diluée ou à partir de poudre (métabisulfite) à une concentration de 200 mg/L. Acidification avec de l'acide phosphorique à hauteur de xx g/L.

4.3. Fiche 3 : Procédure intermédiaire

Descriptif :

| | |
|----------------|--|
| Étape 1 | Démontage + Prélavage : Eau |
| Étape 2 | Nettoyage - Désinfection : alcalin Chloré par exemple |
| Étape 3 | Rinçage : 2 rinçages à l'eau |
| Étape 4 | Contrôle |

Matériel concerné par la procédure intermédiaire :

| ETAPE | MATERIEL | QUAND ? | MODE D'UTILISATION DE LA SOLUTION |
|--|-------------------------|--|---|
| Préparation des pommes | aire de stockage | dès que l'aire est vide et après élimination de la matière organique | Canon à mousse puis rinçage |
| | poste de tri et laveuse | | |
| Extraction du moût | râpe | en fin de semaine après élimination de la matière organique et démontage en fin de semaine | Canon à mousse puis rinçage |
| | conquet | | |
| | presse | en fin de semaine après élimination de la matière organique | |
| | tuyaux et pompes | en fin de semaine après rinçage | Circulation d'une solution de nettoyage désinfection puis rinçage |
| Fermentation et préparation à la mise en bouteille | cuve | après chaque utilisation après rinçage | Canon à mousse puis rinçage |
| | filtre | après chaque utilisation et élimination de la terre et rinçage | Circulation d'une solution de nettoyage désinfection puis rinçage |
| | centrifugeuse | après chaque utilisation et après élimination de la matière organique et rinçage | |
| | tuyaux et pompes | après utilisation | |

Attention bien contrôler l'efficacité du rinçage par des bandelettes colorées pH dans le cas d'un alcalin chloré.

4.4. Fiche 4 : Procédure complète

Descriptif :

| | |
|----------------|---|
| Étape 1 | Démontage + Prélavage : Eau |
| Étape 2 | Nettoyage + action mécanique : alcalin 1 %, 30 min |
| Étape 3 | Rinçage : 2 rinçage à l'eau |
| Étape 4 | Désinfection : Peroxyde d'hydrogène, 20 min |
| Étape 5 | Rinçage : 3 rinçage à l'eau |
| Étape 6 | Contrôle |

Matériel concerné par la procédure complète :

| ETAPE | MATERIEL | QUAND | QUOI |
|-------------------|-----------------------|---|---|
| Mise en bouteille | saturateur et tireuse | si réutilisation sous moins d'une semaine | Circulation des produits puis rinçage. Réalisation de la procédure légère (maintien aseptique) |
| | | si réutilisation sous plus d'une semaine | Circulation des produits puis rinçage Désinfection avant nouvelle utilisation. |

Matériel concerné par la procédure complète :

Il est recommandé de procéder à une circulation des solutions de nettoyage et de désinfection dans l'ensemble saturateur tireuse. Pour cela il faut modifier la tireuse Cf § xx. L'efficacité est bien meilleure qu'un simple trempage.

4.5. Fiche 5 : Auto diagnostic procédure de désinfection.

L'objectif de cette fiche est de donner quelques principes pour effectuer sur site des mesures d'efficacité de procédures de désinfection.

Outils de quantification des microorganismes.

Deux méthodes sont possibles : la microbiologie avec croissance de microorganismes sur milieux sélectifs ou non (flore totale), la biochimie avec l'ATP-métrie.

L'ATP-métrie est une méthode rapide et simple permettant d'estimation de la contamination en cellules vivantes. Son intérêt principal est la rapidité d'obtention du résultat. L'ATP est présent dans toutes les cellules vivantes ainsi si de l'ATP est détecté sur une surface ou un liquide, c'est qu'il y a des cellules vivantes (levures, bactéries ou cellules végétales !). Ce dosage de l'ATP est basé sur une réaction enzymatique. Le résultat donné par l'appareil est donné en URL (Unité Relative de Lumière) ou RLU en anglais. Plus le milieu contient de résidus organiques plus la valeur fournie en URL sera forte et inversement.

L'ATP-métrie permet une quantification mais ne permet pas de faire de différence entre levures, bactéries et cellules végétales. Au global, si on élimine bien les déchets végétaux (pommes, râpure, marc) on pourra quantifier une contamination due aux levures et aux bactéries.

La microbiologie par boîte contact ou ensemencement de liquide sur boîte donne aussi des résultats quantifiables mais elle permet par l'utilisation de milieux sélectifs d'évaluer la contamination en différentes espèces de levures et différentes espèces de bactéries. L'inconvénient de cette méthode est le temps d'incubation (2j à 10j suivant les milieux) et la logistique nécessaire : hotte stérile, autoclave ...

Méthodes pour contamination des surfaces.

Les méthodes directes sont les plus simples à mettre en œuvre. Elles consistent à prélever les microorganismes potentiels résiduels sur des surfaces par contact d'une gélose nutritive avec la surface à analyser.

Les méthodes indirectes plus précises incluent une étape intermédiaire entre le prélèvement et la mise en culture : c'est le cas de l'écouvillonnage. Avec l'application d'un écouvillon imbibé de liquide de ré-humidification permet de prospecter des surfaces moins accessibles. La remise en suspension dans un milieu nutritif stérile et exactement connu, la numération par dilution facilite l'évaluation quantitative et la recherche de germes spécifiques. Un écouvillonnage est simple et rapide à réaliser. Il exige des manipulations ultérieures qui nécessitent un minimum d'infrastructure.

Méthode pour contamination du matériel.

Le principe de base est de faire circuler un liquide dans tout l'appareil dont on cherche à évaluer la contamination pendant un temps permettant de récolter les microorganismes présents. Ensuite il suffit d'en prélever un échantillon représentatif (par exemple lors de la vidange) afin de réaliser une mesure de contamination par microbiologie ou biochimie.

Ensuite il sera possible d'évaluer la contamination apportée globalement par l'appareil en multipliant le volume de liquide utilisé pour la circulation dans l'appareil par la concentration obtenue sur le prélèvement.

En toute rigueur le liquide utilisé pour circuler dans l'appareil doit être : stérile (éviter les biais d'analyse) et ne pas affecter la viabilité des microorganismes (éviter de sous estimer la population)

Par soucis de simplification les prélèvements sont généralement réalisés avec de l'eau potable. Si ce liquide normalement la condition de stérilité (faire un blanc sur l'eau n'est pas un luxe) elle ne permet pas la survie de l'ensemble de la population car elle n'est pas isotonique (plasmolyse des cellules) et contient du chlore. L'évaluation absolue de la contamination ne sera donc jamais exacte.

En revanche, il est tout de même possible d'utiliser de l'eau potable pour estimer l'efficacité d'une procédure désinfection en comparant les populations avant et après désinfection. On s'intéressera dans ce cas au facteur de réduction de la population. Néanmoins il faudra pour réaliser cette comparaison connaître exactement le volume d'eau mis en œuvre pour la circulation dans l'appareil. En effet, on n'aura pas la même concentration en microorganismes dans l'eau si l'on passe 100L ou 1000L.

Concentration des eaux de lavage.

Dans le cas de contamination sur le matériel la concentration en microorganismes peut être très faible. Dans ce cas il est possible de concentrer par filtration sur une membrane $0.45\mu\text{m}$ et de la mettre en culture sur milieu gélose. Pour cela effectuer une gamme croissante de volume filtré 1mL, 10mL, 100mL et 1L. Toutes ces manipulations doivent être effectuées sur hotte ou au voisinage d'une flamme de bec bunsen.

CONCLUSION :

Pour éviter l'apparition de défauts organoleptiques, il existe plusieurs possibilités. Limiter le développement de micro-organismes d'altération, limiter la contamination du moût (ou du cidre) et abaisser le niveau de contamination.

Pour limiter la contamination, la première étape avant nettoyage est d'éliminer le maximum de matière organique (démonter le matériel au préalable si nécessaire) avant de procéder au pré lavage du matériel. On peut ensuite commencer les procédures de nettoyage et désinfection.

Le but des recommandations faites ici est de limiter la contamination et pour cela seul le respect rigoureux des procédures de nettoyage et désinfection, un agencement correct des locaux (évacuation des eaux de nettoyage et des déchets divers, aération, zones de stockage des ingrédients, des contenants, des produits d'entretiens...) ainsi que le respect des règles d'hygiène par le personnel, permet de lutter contre la contamination du produit par le matériel.

Pour ce faire, il est important de respecter les doses, les temps de contact ainsi que les températures d'utilisation préconisées par le fournisseur des produits de nettoyage et désinfection. Il faut également respecter les recommandations des fabricants de machines quant à la compatibilité du matériel avec les produits de nettoyage et désinfection.