

Oxygène et oxydation des cidres au conditionnement

Etat des lieux

Les différents modes de conditionnement des cidres

Les cidres français sont, pour la plupart, vendus effervescent mais diverses solutions techniques peuvent être adoptées pour incorporer la concentration recherchée en gaz carbonique. La méthode traditionnelle dite de "prise de mousse en bouteille" qui est encore utilisée par les petits élaborateurs et qui reste obligatoire pour les cidres sous AOC présente, comme avantages connus, d'être moins onéreux et de permettre le qualificatif "effervescence naturelle". Les difficultés de maîtrise, la durée de l'opération en sont les limites techniques. De plus, le maintien de levures dans le produit fini peut être mal accepté par certains consommateurs et parfois engendrer une instabilité fermentaire. Ces limites ont conduit les autres familles de cidriers, y compris les artisans, à abandonner cette méthode. Une fermentation en cuve close peut aussi permettre de saturer un cidre tout en conservant le qualificatif "effervescence naturelle" mais, sans doute du fait du coût élevé de l'ensemble des opérations, seuls quelques cidriers utilisent cette méthode. La dissolution de gaz carbonique exogène est donc aujourd'hui la situation la plus fréquente. Cette méthode n'est pas très couteuse en elle-même mais elle est obligatoirement suivie d'un soutirage isobarométrique nettement plus onéreux que le soutirage d'un liquide plat ; c'est pourquoi elle reste peu utilisée par les très petits producteurs.

Des modifications organoleptiques post conditionnement...

Sur le plan biochimique il n'existe bien sûr aucune différence entre les CO₂ endogène et exogène. Seule une différence isotopique peut éventuellement mettre en évidence ce choix technologique. Il n'y a donc pas de raisons que cette opération conduite à des différences organoleptiques. Cependant, lorsque cette technologie est utilisée, les cidres sont parfois caractérisés par des qualitatifs tels que "goût de carton" ou encore "goût de cuit" même lorsque le cidre n'a pas subi de traitement thermique. Dans les cidres non pasteurisés ces modifications organoleptiques finissent, en général, par disparaître après un temps assez long. Il reste à déterminer si ces modifications sont réellement perçues par le consommateur et, dans l'affirmative, si elles sont perçues négativement. Dans l'attente d'une confirmation ou d'une infirmation par une étude "consommateur", nous les appellerons défauts en accord avec bon nombre de professionnels qui les considèrent plutôt défavorables.

...seraient dues à l'oxydation

Des travaux effectués en brasserie ont attribué l'origine de ce type de goûts, à l'oxygène résiduel incorporé au moment de l'embouteillage. Dans le cas du cidre plusieurs observations "de terrain" viennent également conforter cette explication. Ces évolutions organoleptiques ne sont pas observées dans les cidres dont

l'effervescence est obtenue par prise de mousse en bouteille ce qui s'expliquerait aisément par la capacité des levures à consommer rapidement l'oxygène. De même lorsque les cidres ne sont pas pasteurisés, ils sont souvent le siège d'une légère croissance de levures qui sont susceptibles de consommer lentement l'oxygène présent. Ainsi, la disparition de ces "défauts" organoleptiques dans les cidres non pasteurisés mais saturés par un gaz exogène se ferait lentement au même rythme que la consommation microbiologique de l'oxygène. Au contraire, les cidres pasteurisés perdraient cette capacité de consommation par les microorganismes et subiraient, au cours de la pasteurisation, une oxydation biochimique génératrice de défauts.

Une étude des apports d'oxygène au cidre

Sur la base de ces hypothèses l'INRA (Unité de Recherches Cidricoles) avait effectué, il y a une dizaine d'années, une étude contractualisée à la demande d'un groupe de transformateurs artisanaux pour faire un état des lieux de l'oxygénation des cidres au moment du conditionnement. Il s'agissait notamment de déterminer l'apport d'oxygène au cidre durant les opérations de conditionnement en mesurant, dans diverses unités de production, l'augmentation de la concentration en oxygène dissous entre l'amont et l'aval de chacune des opérations. Ces mesures avaient pour objectifs de déterminer les opérations les plus "contaminantes" en

oxygène, d'estimer le niveau qu'il faut attendre en moyenne pour ces opérations ainsi que l'efficacité des précautions prises ou envisageables pour réduire ce niveau. Trois des principales opérations unitaires ont été étudiées : la filtration kieselguhr (deux cas observés), la saturation en gaz carbonique (trois cas observés) et l'embouteillage au moyen de diverses tireuses isobarométriques (trois cas observés).

Les cidres en fermentation sont dépourvus d'oxygène

La teneur en oxygène dissous à l'entrée du filtre est faible : au voisinage de 0.01 mg.L⁻¹ dans un cas, de 0.04 à 0.07 mg.L⁻¹ dans le second. Ces faibles teneurs s'expliquent par la présence de levures dans ces cidres qui sont en situation de fermentation très lente. Des mesures réalisées directement en sortie de cuves au cours d'autres expérimentations indiquent des valeurs inférieures à 0.005 mg.L⁻¹ c'est-à-dire au voisinage de la sensibilité de l'appareil de mesure. Les traces d'oxygène sont donc vraisemblablement apportées par le transfert. Les deux situations observées correspondent à une configuration normale c'est-à-dire un transfert dans une canalisation d'un diamètre de refoulement adapté au débit et une pompe située au-dessous du niveau de la cuve et sans perte de charge excessive en aspiration. On ne peut cependant pas écarter, à partir de ces deux observations, que les cidres puissent être plus fortement contaminés au cours

d'un transfert mal conçu en particulier s'il existe une poche d'air ou une prise d'air dans le circuit.

Une filtration kieselguhr apporte entre 0.1 et 0.3 mg.L⁻¹ et jusqu'à 1.6 mg.L⁻¹ dans des cas exceptionnels

Dans les deux cas étudiés, on peut distinguer trois types de contamination :

- **la procédure de démarrage** entraîne un fort apport (entre 1.7 et 2.5 mg.L⁻¹) dans un volume voisin de 2.5 fois le volume du filtre. Dans les cas étudiés cette étape représente à elle seule 50 à 60 % de l'oxygène incorporé par l'ensemble de la filtration. A noter toutefois que cette proportion va varier avec le volume filtré et par conséquent, avec la filtrabilité du cidre ; dans nos deux cas les cidres n'étant pas collés le volume filtré est relativement faible (de 1 600 à 7 500 l pour 180 l de volume de filtre) et la proportion d'oxygène apportée par cette étape est probablement surévaluée ;

- **le fonctionnement en régime de croisière** peut augmenter la teneur en oxygène mais de façon très différente pour les deux cas étudiés : 0.03 mg.L⁻¹ dans un cas et près de 0.90 mg.L⁻¹ dans l'autre. Manifestement le second filtre présentait un dysfonctionnement qui n'avait pas été identifié (mauvaise purge, prise d'air ...). Si l'on veut généraliser il faut considérer que le régime de croisière n'apporte que très peu d'oxygène lorsque le filtre est en bon état et fonctionne correctement ;

- **les perturbations au fonctionnement** sont constatées dans un cas lors d'une modification consécutive à l'apparition d'une turbidité excessive en sortie (le cidre est alors mis en re-circulation au travers du bac servant à réaliser la pré-couche). De telles perturbations s'apparentent prati-



Filtre à kieselguhr.

quement à une nouvelle procédure de démarrage et apporte peu d'éléments nouveaux.

Au final, la teneur en oxygène dans le cidre en cuve de réception est de 0.18 mg.L⁻¹ et 1.60 mg.L⁻¹ dans les deux situations étudiées. Cependant, on peut supposer que le fonctionnement normal d'une filtration est proche du premier cas, voire inférieur. Des mesures réalisées sur des cidres stockés après filtration donnent des résultats du même ordre que le premier (compris entre 0.07 et 0.35 mg.L⁻¹ après stockage) confirmant le caractère hors normes du second essai de filtration.

La phase de démarrage constituant la principale cause de contamination en fonctionnement normal, il serait envisageable d'améliorer les procédures afin de réduire encore cet apport mais le gain sera faible. En revanche, il s'avère important d'éviter les dysfonctionnements exceptionnels entraînant une oxygénation.

La carbonatation apporte entre 0.3 et 1.0 mg.L⁻¹ d'oxygène

Nous avons étudié l'impact de l'opération de carbonatation sur 3 sites. Il s'agit de saturateurs à colonne de petite taille et de modèles anciens. Comme

pour la filtration, l'allure générale des courbes présente trois parties :

- la procédure de démarrage est la principale source de contamination avec un rôle accru car cette étape peut représenter jusqu'à 30 % du volume total traité dans l'opération. Au cours de cette étape, la concentration en oxygène du cidre sortant situe entre 1.5 et 2.0 mg.L⁻¹ en début d'opération pour diminuer ensuite jusqu'à une teneur proche de celle du cidre entrant. Le type d'évolution observé suggère qu'il reste une réserve d'air dans la colonne ce qui signifierait qu'il est impossible de purger entièrement par simple ouverture de la purge au moment du démarrage. Un inertage préalable au gaz carbonique permettrait probablement de réduire cette étape de démarrage ;

- le fonctionnement en régime de croisière est caractérisé par de faibles teneurs en sorties de saturateur avec des teneurs très proches des teneurs d'entrée indiquant que le fonctionnement normal du saturateur n'engendre pour ainsi dire pas d'oxygénation ;

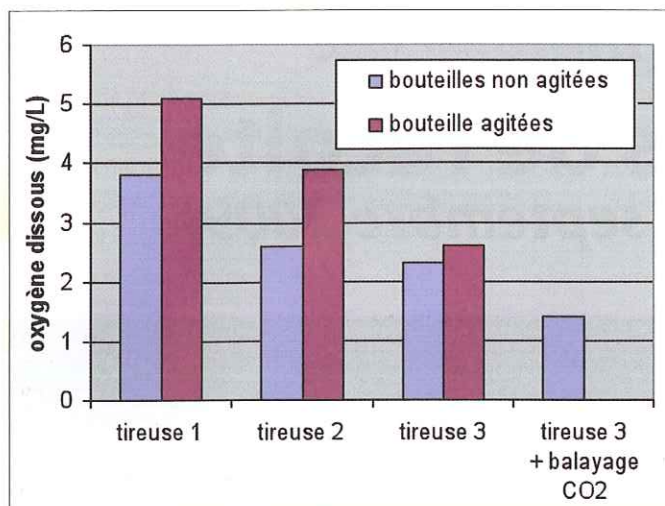
- la fin de l'opération entraîne une nette remontée de la concentration en oxygène dissous mais elle est avant tout liée à une augmentation de la teneur dans le cidre entrant.

Une protection du cidre de la cuve d'alimentation contre l'oxygénation en surface (gaz inerte, chapeau flottant ...) et/ou la mise en place d'un système anti-vortex suffiraient probablement à éviter cette augmentation. Le volume concerné est faible.

De façon générale, l'apport d'oxygène par cette opération est variable selon le cas observé (en moyenne sur l'ensemble de l'opération l'apport se situe entre 0.25 et 1.0 mg.L⁻¹ selon les essais) ; il est essentiellement dû à l'étape de démarrage. Comme cette opération est réalisée en ligne avant la mise en bouteille, c'est surtout la valeur ponctuelle qui est à prendre en compte car elle est susceptible de contribuer à une irrégularité de la production : les premiers litres arrivant à la tireuse peuvent avoir des concentrations de 1.5 à 2 mg.L⁻¹ alors que le cidre du milieu de tirage se situera entre 0.3 et 0.5 mg.L⁻¹. Une amélioration de l'étape de lancement cette opération est donc souhaitable. Remarquons cependant que les outils de saturation sont très variables d'un transformateur à l'autre : seule une étude par site permettra de juger de l'utilité des précautions envisageables. Notamment, l'industrie utilise une injection de CO₂ en ligne qui donne vraisemblablement des résultats très différents.

La mise en bouteille peut apporter jusqu'à 5 mg.L⁻¹

Trois opérations de soutirage ont été suivies par analyse de la teneur dans des bouteilles prélevées de façon aléatoire à la sortie de la soutireuse et rapidement bouchées à l'aide d'une capsule métallique. Les résultats sont des valeurs moyennes d'une dizaine de bouteilles mesurées soit avant soit après agitation, de façon à évaluer l'incidence du col. Les deux premières soutireuses sont des machines simples ne



Graphique 1 - Taux d'oxygène dissous dans les bouteilles.

permettant de faire ni prévide, ni balayage des bouteilles ni mise à niveau au gaz carbonique. La troisième machine dispose de la fonction mise à niveau au CO₂ qui est utilisé systématiquement et de la possibilité de balayer les bouteilles au CO₂ avant le tirage proprement dit. L'efficacité de cette fonction a été testée sur une partie de l'embouteillage. Dans tous les cas, la teneur en entrée de soutireuse est inférieure à 0.35 mg.L⁻¹.

Le graphique 1 regroupe les résultats obtenus pour les différents essais. Les valeurs observées montrent l'importance de l'apport d'oxygène pour cette opération : alors que les opérations précédentes apportaient normalement des teneurs de l'ordre de 0.1 à 0.3 mg.L⁻¹ et exceptionnellement 1.6 mg.L⁻¹, la mise en bouteille en tireuse isobariométrique apporte à elle seule entre 1.4 et 5.1 mg.L⁻¹. La comparaison entre les mesures avant et après agitation des bouteilles pour les soutireuses 1 et 2 permet de voir que l'air emprisonné dans le col de la bouteille avant bouchage en apporte environ 1 mg.L⁻¹. Les précautions prises par les fabricants des machines pour réduire l'oxygénation sont efficaces : la soutireuse 3 dispose d'une mise à niveau au CO₂ qui évacue l'air du col de la bouteille, ce qui réduit nettement

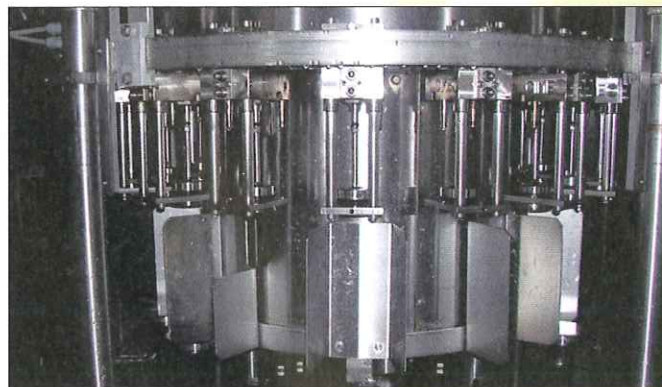
la différence entre les mesures avant et après agitation. Enfin, le balayage des bouteilles avant tirage permet de réduire à 1.4 mg.L⁻¹ la contamination (dans la bouteille non agitée).

Conclusions

Il apparaît dans ce travail que l'embouteillage est l'opération la plus problématique en ce qui concerne l'apport d'oxygène : même la machine la plus sophistiquée en apporte autant que les autres opérations en situations extrêmes. C'est donc en priorité sur cette opération qu'il faudrait faire l'effort si on souhaite réduire la teneur en oxygène des cidres à l'embouteillage.

Cet état des lieux montre également le niveau élevé des teneurs en oxygène dans les cidres étudiés et nous conduit à poser plusieurs questions :

- ces modifications organoleptiques qui sont perçues par les "spécialistes" sont-elles également perçues par les consommateurs comme des défauts ?
- si oui, à partir de quelle niveau de contamination en oxygène la différence est-elle perceptible ?
- une réduction du niveau de contamination suffirait-elle à éliminer les effets organoleptiques ?
- tous les types de cidres sont-ils affectés de la même manière ?
- quel est le niveau de conta-



Soutireuse isobariométrique.

mination sur des chaînes de production à plus fort débit ? - les méthodes qui existent pour éliminer l'oxygène (acide ascorbique / SO₂ en particulier) permettent-elles une élimination totale des effets organoleptiques ?

Une partie de ces questions devrait trouver des réponses dans les travaux en cours à l'IFPC dans le cadre d'un programme CASDAR allant jusqu'à la perception par le consommateur. Un matériel permettant d'embouteiller

un liquide effervescent sans apport d'oxygène est en cours de mise au point pour ce programme et devrait faire l'objet d'un prochain article. Ce matériel permettra, si nécessaire, d'étudier davantage ce problème par la suite.

L'étude dont il est fait état dans cet article a été réalisée en 1998 au cours d'un stage (François Béguin) et financée par le Syndicat des Cidriers de Bretagne.

JEAN-MICHEL LE QUÉRE

INRA URc LE RHEU

GYROBROYEURS



Vergers - Espaces verts
Prairies - Jachères



14 ZI CARPIQUET Tél. 02 31 26 57 85
61 MORTREE Tél. 02 33 35 60 61
27 PARVILLE (Evreux) Tél. 02 32 39 25 05
27 THIBERVILLE Tél. 02 32 46 80 53