

Cidre et polyphénols : modulation de l'amertume et de l'astringence

Depuis 2000, un travail important d'acquisition de connaissances sur la caractérisation et le devenir des polyphénols du fruit jusqu'au produit fini a été réalisé par l'INRA URC (4 thèses). Dans le cadre du projet MAIPROCI (MAîtrise des PROcédés Cidricoles) mis en place au niveau du COREC avec l'appui du Pôle Agronomique de l'Ouest et financé par les régions Bretagne, Pays de la Loire

et Basse-Normandie, une action finale (2008-2010) intégrant un plan d'expérience "de la pomme au cidre" a été effectuée pour intégrer l'ensemble des acquis de l'UMT Cidricole formée entre l'IFPC et l'INRA.

Ce projet a également mobilisé Agrocampus Ouest, l'IFV et ONIRIS. Cet article présente les principaux résultats et éléments de réflexion pour leur application.

Les essais réalisés

L'objectif de cette tâche finale du projet MAIPROCI était de transférer et valider à l'échelle pilote (cuves de 100 litres) les connaissances déjà acquises à l'échelle laboratoire. Le principe était de réaliser différents itinéraires techniques susceptibles de moduler quantitativement et qualitativement le pool polyphénolique et donc les perceptions d'amertume et d'astringence. Les caractéristiques biochimiques, physico-chimiques et organoleptiques (saveur) des cidres réalisés ont été qualifiées et des traitements statistiques ont permis d'évaluer et de hiérarchiser les effets des différents facteurs entrant dans les itinéraires technologiques. Le choix des modalités des différents facteurs a été effectué à partir de connaissances déjà acquises, l'objectif final de l'expérimentation étant d'évaluer et de disposer de méthodes utilisables par les transformateurs pour moduler séparément l'amertume et l'astringence des cidres.

Le dispositif expérimental

Le choix des variétés de pommes utilisées

L'expérimentation a été réalisée sur deux mélanges variétaux de richesses en polyphénols différentes : un mélange à haute teneur en polyphénols qualifié de mélange "amer" et un mélange à teneur moyenne en polyphénols (et plus riche en acidité), le mélange qualifié de "acidulé". Pour obtenir ces deux mélanges variétaux, deux variétés de pommes cidricoles ont été utilisées : "Marie Ménéard" et "Petit Jaune". Le mélange "amer" est composé pour 70 % de moût de la variété "Marie Ménéard" et 30 % de moût de la variété "Petit Jaune". Le mélange "acidulé" est composé de 40 % de moût de la variété "Marie Ménéard" et 60 % de moût de la variété "Petit Jaune".

Choix des modalités de pressage (2 modalités)

Le facteur pressage comporte deux modalités nommées : "pressage rapide" et "pressage lent". Ces deux modalités sont en fait le résultat de la combinaison de différentes modalités de trois facteurs. La modalité "pressage rapide" compile l'ensemble des modalités qui vont permettre, d'après les résultats précédents, de maximiser le passage des polyphénols du fruit vers le moût : temps de contact du moût avec la râpuration le plus faible possible (pas de cuvage, passage rapide sur la presse à bande) et température élevée. La modalité "pressage lent" vise une fixation des polyphénols sur la râpuration grâce à un cuvage à basse température et donc un plus faible taux de transfert du fruit vers le moût. Le tableau 1 récapitule l'ensemble des conditions expérimentales.

La clarification pré-fermentaire (4 modalités)

Ce facteur comporte quatre modalités : brut, flotté, décanté et collé. Les modalités flotté, décanté et collé correspondent à différents type de clarification pré-fermentaire. La modalité "brut" correspond à une absence de clarification pré-fermentaire.

Le collage post-fermentaire (2 modalités)

Le collage post-fermentaire comporte deux modalités (avec ou sans collage). Il est réalisé sur chacun des cidres à une masse volumique objectif de 1 019 kg/m³. Le collage post-fermentaire a été réalisé sur environ 50 % du volume, comme le collage pré-fermentaire, il est réalisé par de la gélatine couplée à de la bentonite. Le surnageant issu du collage est ensuite micro-filtré. L'autre moitié du volume initial, correspondant à la modalité non

Tableau 1 - Description des différentes modalités du facteur pressage

Modalité de pressage	Cuvage de la râpuration	Température des fruits et de la râpuration lors du cuvage	Temps de passage dans la presse à bande
"Pressage lent"	OUI (1 heure)	2°C	60 sec (500 kg/H)
"Pressage rapide"	NON	15°C	30 sec (250 kg/H)

collé, est lui aussi micro-filtré et mis en bouteille. La dose de gélatine utilisée était comprise entre 25 et 35 g/hl selon la richesse en polyphénols du moût (35 g/hl pour les moûts "amers" et 25 g/hl pour les moûts "acidulés"). Pour tous les collages, de la bentonite a été ajoutée à hauteur de 25 g/hl.

Les résultats

Hierarchisation des effets technologiques par rapport à l'effet variétal

Une exploitation statistique des résultats de l'évaluation sensorielle des cidres a permis de hiérarchiser les effets technologiques (modalité de pressage, de clarification pré-fermentaire, de clarification post-fermentaire) par rapport à l'effet du mélange (choix du moût "amer" ou "acidulé"). Les résultats sont repris dans la figure 1 et la figure 2, ils indiquent les contributions de chacune des modalités des différents facteurs et leur sens (augmentation/diminution de la note d'amertume ou d'astringence).

Globalement, l'effet du mélange variétal est de loin l'effet le plus important pour l'amertume. Pour l'astringence, son impact est légèrement inférieur à celui du pressage. Il est à noter que l'amplitude de l'effet mélange est similaire pour l'amertume et l'astringence ($\sim \pm 0,5$) contrairement à ce qui est observé pour les effets technologiques où l'impact sur l'astringence est plus important que celui sur l'amertume ($\pm 0,6$ contre $\pm 0,2$).

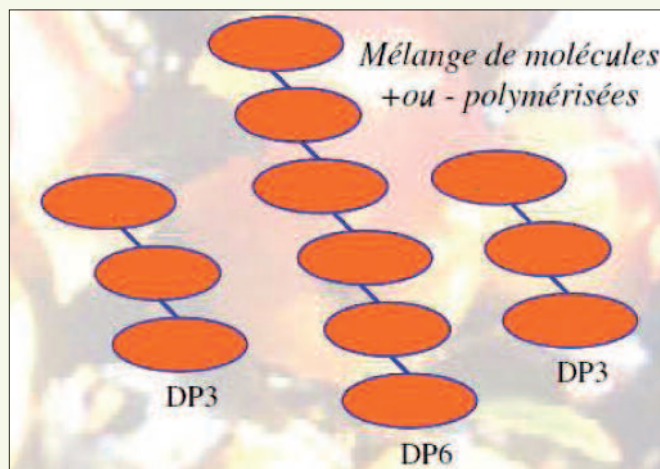
Les résultats obtenus à partir des dégustations mettent en évidence un effet très important du mode de pressage. Sur l'astringence et dans le cadre de l'expérimentation menée, l'effet du pressage se révèle aussi important que le choix du mélange variétal. Son effet sur l'amertume et l'astringence est plus important que celui du collage qu'il soit pré et/ou post-fermentaire.

Il est à noter que le cumul du pressage et du collage permet de réduire plus fortement l'astringence que l'amertume contrairement au choix du mélange variétal qui module dans la même amplitude amertume et astringence. Cette spécificité est importante car elle permet un relatif découplage entre l'amertume et l'astringence : la limitation de l'astringence se fait en limitant la réduction de l'amertume ce qui permet de conserver du corps au produit. Dans le cas inverse où on souhaite apporter plus d'astringence et d'amertume, un pressage rapide, sans cuvage, plutôt à température élevée, est la méthode à privilégier.

Liaison biochimie et effets sensoriels

Les analyses biochimiques, non présentées dans cet article, et sensorielles mettent bien en évidence la liaison entre les polyphénols et les qualités organoleptiques des produits. Cette rela-

Figure 3 - Représentation de procyanidines de différents DP (d'après S. Guyot INRA URC)



tion entre les caractéristiques gustatives et la composition en polyphénols, en particulier en procyanidines, était attendue car les rôles gustatifs de cette classe très représentée dans la pomme, sont globalement connus depuis longtemps. Ces composés sont des polymères d'épicatéchine et certaines de leurs propriétés dépendent de leur degré de polymérisation (DP). La figure 3 représente des procyanidines de DP 3 et 6.

L'astringence est une sensation qui résulte de la capacité des procyanidines à interagir avec les glycoprotéines salivaires (Haslam and Lilley 1988 ; Noble 2002). Ces protéines salivaires sont, en quelque sorte, les lubrifiants de la cavité buccale et l'inactivation de cette propriété par les procyanidines provoque une sensation d'assèchement. Lea and Arnold, 1978, ont montré que ce sont les molécules de plus haut poids moléculaire (DP important) qui sont les plus astringentes (figure 4).

La saveur amère est due aux interactions entre des procyanidines et des récepteurs protéiques spécifiques de l'amertume situés dans les papilles gustatives. Elle nécessite le passage des procyanidines à travers la membrane lipidique de ces papilles, passage facilité par la relative apolarité des procyanidines. L'amertume dépend en partie de leur degré de polymérisation, mais il existe un optimum d'amertume : les monomères et les hauts polymères ne contribuent pas ou peu à l'amertume alors que les petits polymères (DP 3 à DP 5) y contribuent fortement (Lea and Arnold 1978) (figure 4).

Il est à noter qu'un projet de recherche complémentaire en cours (projet CISAVEUR) piloté par l'ESA d'Angers, en partenariat avec

Figure 1 - Effet des différentes modalités sur la note d'astringence

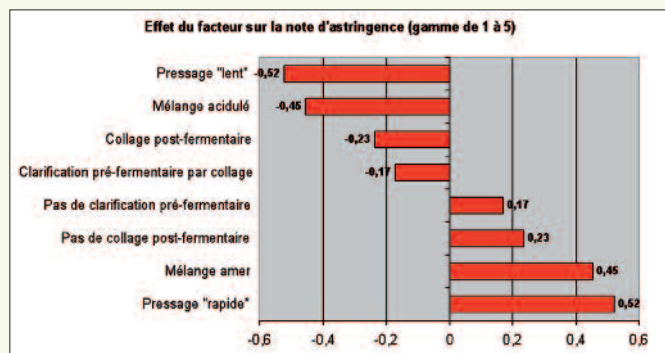


Figure 2 - Effet des différentes modalités sur la note d'amertume

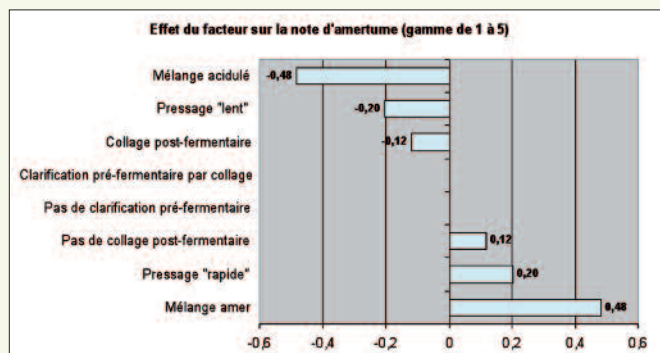
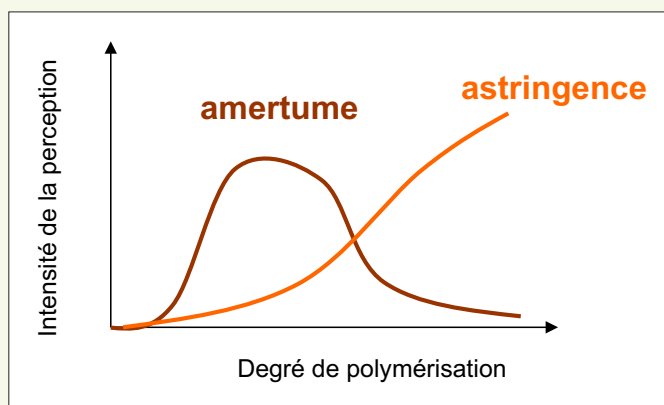


Figure 4 - Schématisation de l'impact du degré de polymérisation des procyanidines sur les perceptions d'amertume et d'astringence



Source : d'après Lea et Arnold (1978)

AgroCampus Ouest, l'INRA et l'IFPC et financé par les Régions Pays de la Loire et Bretagne vise à définir de façon plus précise la relation de l'amertume et l'astringence avec le DP des procyanidines, ainsi que les interactions avec d'autres composants de la matrice cidre : alcool, sucre et acidité.

Les phénomènes sous-jacents

Le type d'extraction appelé "pressage lent" provoque une adsorption des polyphénols sur les parois cellulaires de la pomme après son broyage et au cours du pressage. La modification apportée par cette modalité est à la fois quantitative (réduction de la concentration) et qualitative (diminution du DP). L'effet qualitatif est dû à la forte affinité des procyanidines de haut DP pour la paroi. Cette expérimentation a permis de vérifier que l'effet de l'extraction sur les caractéristiques biochimiques est très important et se révèle directement transposable sur les caractéristiques sensorielles. La sélectivité pour les plus forts DP explique une réduction plus forte de l'astringence que de l'amertume (découplage partiel entre les deux perceptions).

Les opérations de "collage" réalisées soit avant soit après fermentation consistent en un ajout de gélatine qui précipite les procyanidines de la même façon que le font les protéines salivaires. Comme pour la fixation sur la paroi au cours d'une extraction lente, les DP les plus élevés sont davantage éliminés par les collages pré ou post-fermentaires. En conséquence, cette opération affecte également davantage l'astringence que l'amertume. L'efficacité des collages pour la réduction de l'astringence et de l'amertume est cependant moindre que celle du "pressage lent", résultat confirmé par les données biochimiques.

L'effet du type de moût est logique car les deux moûts sont constitués par assemblage de deux variétés bien contrastées et il est donc normal de retrouver un effet majeur de ce facteur sur l'amertume et l'astringence. Il apparaît que l'effet du moût est équivalent sur les notes d'amertume et d'astringence. Ceci s'explique par le fait que l'opération d'assemblage variétal agit uniquement par dilution et modifie donc simultanément toutes les perceptions, il n'y a pas de découplage possible entre amertume et astringence par ce levier.

L'utilisation technologique de ces résultats

Dans la pratique cidricole, deux remarques sont à prendre en compte pour évaluer l'intérêt de l'application des résultats de ces recherches en cidrerie.

1/ D'une part, au vu des résultats de l'étude menée sur les préférences consommateurs, il existe un enjeu à moduler les saveurs des cidres en fonction des consommateurs recherchés et en particulier les saveurs liées aux composés phénoliques. La modification de la composition variétale est un levier assez lent à mettre en œuvre pour s'adapter rapidement à des évolutions rapides des exigences du marché. Par ailleurs, la variabilité subie des récoltes en quantité comme en qualité (variétés disponibles) contribue à faire varier le potentiel saveur des cidres : les récoltes 2011 et 2012 sont deux exemples remarquables sur ce plan. Il est donc important pour le transformateur de disposer également de moyens technologiques pour moduler l'amertume et l'astringence. Les résultats obtenus apportent des éléments intéressants et répondent à cette attente. Si on se place dans cet objectif de réduction simultanée de l'astringence et de l'amertume, nous disposons donc de deux outils : l'extraction du moût et le collage. Le collage est d'une moindre efficacité mais sa mise en œuvre ne pose pas de difficultés car cette opération est actuellement d'un usage courant en cidrerie. Son objectif premier est la stabilisation physico-chimique, l'évaluation de son effet organoleptique était particulièrement nécessaire. La modalité d'extraction appelée "pressage lent" s'avère l'opération la plus efficace pour réduire l'astringence et l'amertume. Ce procédé s'apparente au "cuvage", une étape traditionnelle de l'élaboration du cidre de moins en moins utilisée aujourd'hui car son rôle n'était pas identifié. Dans les conditions où nous l'avons utilisé (cuvage à basse température), c'est-à-dire en associant toutes les conditions favorisant l'adsorption, son efficacité apparaît importante. Cette méthode traditionnelle pourrait retrouver un véritable intérêt pour certaines situations.

2/ D'autre part, l'amertume et l'astringence sont deux sensations très liées dans les cidres car elles sont dues aux mêmes classes de composés. Or, il est probable que les consommateurs aient des divergences de préférence entre amertume et astringence. Considérons le cas où c'est l'astringence qui est peu appréciée : dans ce cas, l'élimination privilégiée de l'astringence observée pour le mode d'extraction "pressage lent" et pour le collage est une solution particulièrement intéressante sur le plan technologique. Le choix de l'assemblage variétal qui réduit de la même façon les deux sensations ne permet pas les mêmes possibilités.

Conclusion

Les résultats obtenus sur les dégustations mettent en évidence un effet très important du mode de pressage. Le pressage lent qui inclut un cuvage et un pressage était réalisé traditionnellement et de façon empirique. Sur l'astringence et dans le cadre de l'expérimentation menée l'effet du pressage se révèle aussi important que le choix du mélange variétal. Son effet sur l'amertume et l'astringence est plus important que celui du collage (pré et/ou post-fermentaire) qui est une technique assez souvent pratiquée par les cidriers.

Il est important de signaler que les opérations technologiques (pressage et collage) permettent de réduire plus fortement l'astringence que l'amertume contrairement au choix du mélange variétal qui module en général dans la même amplitude amertume et astringence. Cette spécificité est importante, car elle permet par exemple de limiter l'astringence tout en gardant de l'amertume, ce qui peut correspondre à une demande de certains consommateurs.

RÉMI BAUDUIN (IFPC) - JEAN-MICHEL LEQUERE (INRA URC)