

Maturité du Luizet et qualité des eaux-de-vie d'abricots

Julien DUCRUET¹, Cyrielle COUTANT¹, Min WANG¹, Pascale DENEULIN¹, Dominique FLEURY¹, Alexandre DEFAYES³, Daniel BAUMGARTNER⁴ et Danilo CHRISTEN²

¹Ecole d'ingénieurs de Changins EIC, 1260 Nyon

²Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre de recherche Conthey, 1964 Conthey

³Laboratoire cantonal du Valais, 1951 Sion

⁴Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 8820 Wädenswil

Renseignements: Julien Ducruet, e-mail: julien.ducruet@eichangins.ch, tél. +41 22 363 40 57



La variété Luizet entre à plus de 90 % dans l'élaboration de l'Abricotine AOC. (Photo © OCA-VS)

Introduction

L'«Abricotine» ou «eau-de-vie d'abricot du Valais», sous AOC depuis 2003, doit contenir au moins 90 % d'abricots de la variété Luizet. Afin d'assurer la qualité du produit, le cahier des charges de l'AOC précise que *le fruit doit être à maturité optimale, de texture tendre, se liquéfiant autour du noyau* (OFAG 2002). Le chef de culture utilise donc la vue, le toucher et son

expérience pour déclencher le début de récolte. Bien qu'efficace et non destructive, cette pratique reste empirique, difficile à reproduire et à mesurer. En arboriculture, les méthodes de suivi «traditionnelles» consistent à mesurer la couleur de fond, la fermeté (pénétrömètre), la teneur en sucre (réfractomètre) et l'acidité (titrage) (Lichou et Audubert 1989). Ces méthodes destructives demeurent lourdes à mettre en place pour le praticien.

En œnologie (Ribereau-Gayon *et al.* 1998) comme en distillation (Gössinger *et al.* 2003), il est admis que la qualité du vin ou des eaux-de-vie dépend essentiellement de la qualité des fruits, et notamment de leur maturité. En retardant la récolte, il est possible d'augmenter le taux de sucre des fruits, et donc les rendements en distillat, mais surtout d'améliorer le profil aromatique des fruits et le potentiel qualitatif des eaux-de-vie. En revanche, le dépassement de la date optimale de récolte peut poser des problèmes sanitaires ou apporter des notes de fruits confits trop intenses, dépréciant ainsi les eaux-de-vie. Leur qualité dépend également des arômes qui sont constitués de plusieurs centaines de molécules, dont les composés volatils (Lurol *et al.* 2007). Une analyse globale avec un «nez électronique» (SMartNose®, Zesiger 2010) de ces composés volatils, présents parfois en infime quantité, permet de dégager des profils aromatiques qui caractériseront la qualité des eaux-de-vie.

Cette étude a pour but d'évaluer l'influence de la maturité des abricots à la récolte sur la qualité, l'intérêt gustatif et la composition chimique d'abricotines issues de Luizet. A notre connaissance, aucune étude de ce genre n'a été réalisée sur l'abricot. La maturité des abricots a été évaluée par des méthodes traditionnelles (évaluation visuelle, mesures physico-chimiques) et comparée à la composition et à la qualité sensorielle des eaux-de-vie.

Matériel et méthodes

Protocole expérimental

Matériel végétal et prélèvement des fruits

Les abricots (variété Luizet) utilisés pour la distillation provenaient d'un site de plaine (Martigny, alt. 470m,

plantation 1978) et d'un site de coteau (Saxon, 650m, plantation 2000). Sur chaque site, huit abricotiers représentatifs (charge, état sanitaire) ont été récoltés, le 20 juillet 2009 en plaine et le 27 juillet 2009 sur le coteau.

Pour chaque site, 55 à 60kg d'abricots ont été répartis à la main en trois maturités différentes (sur-mûr, optimal et pré-mûr; fig.1) selon des critères subjectifs

Résumé Ce projet étudie le lien entre la maturité des abricots à la récolte (variété Luizet) et la qualité chimique et organoleptique des eaux-de-vie d'abricots obtenues. Les résultats montrent qu'une plus grande maturité des abricots est intéressante puisqu'elle permet d'augmenter significativement les rendements en éthanol et de diminuer les taux de méthanol des eaux-de-vie. En parallèle, des profils de composés aromatiques ont été établis avec un nez électronique. Ces analyses ont mis en évidence des profils très différents, principalement selon la maturité des abricots, mais aussi selon les sites de culture (plaine et coteau). La prolongation de la maturité a une limite, puisqu'un panel de 187 consommateurs a globalement préféré les eaux-de-vie issues d'abricots de maturité optimale, devant les sur-mûrs, puis les pré-mûrs. Une corrélation linéaire multiple a permis d'expliquer 64,7 % des notes attribuées par le panel en tenant compte à la fois du taux de sucre, de la couleur et de la fermeté des fruits.



Figure 1 | Répartition manuelle des abricots en trois stades de maturité différents: sur-mûr, optimal et pré-mûr.

(tabl.1). Les fruits des trois maturités ont ensuite été distribués aléatoirement en trois répétitions homogènes, pesés et stockés à 4°C, au maximum 15h avant d'être transformés.

Fabrication et fermentation des purées d'abricot

Les purées ont été réalisées en écrasant les abricots à la main directement dans des bidons de 60l. L'ajustement du pH des purées à 3,2 a été effectué avec un mélange d'acide phosphorique/lactique (Baldinger), afin d'éviter toute dérive microbienne. L'enzymage et le levurage ont été réalisés à raison de 100g/100kg de purée (mélange Gärquick, Baldinger), après réhydratation dans dix fois le volume d'eau à 37°C. Lors de ces opérations, de la glace carbonique a été utilisée pour stabiliser les lots et prévenir toute oxydation. Un dénoyautage avec aération a été effectué après 72h de fermentation. En fonction des lots, la fermentation alcoolique (FA) a duré entre 12 et 14 jours: la fin de cette étape a été identifiée par un suivi régulier de la densité des moûts d'abricot.

Distillation

Les lots de purées d'abricot ont été distillés dès la fin de la FA, avec un alambic d'une capacité de 25l (Holstein) équipé d'une colonne de rectification de quatre plateaux, chauffé au bain-marie électrique. Les trois répétitions d'une maturité d'abricot étaient distillées le même jour. Entre deux lots, l'alambic était entièrement rincé à l'eau claire. Les têtes du distillat ont été coupées à 300ml, le cœur a été interrompu lorsque la densité de l'eau-de-vie atteignait une densité de 60% vol. et les queues n'ont pas été distillées. Les cœurs ont ensuite été réduits à 40% vol. par adjonction d'eau distillée et mis en bouteille.

Tableau 1 | Caractéristiques des abricots Luizet récoltés à trois stades de maturité différents

Maturité	Visuelle	Tactile	Pédoncule
Pré-mûr	Encore vert autour du pédoncule	Dur	Reste accroché à l'abricot
Optimal	Orange pâle à orange	Plus souple	Se détache de l'abricot
Sur-mûr	Orange à orange soutenu	Très mou, la chair est déjà liquéfiée	Se détache très facilement, tombe dans la main

Mesures de qualité

Analyse des abricots

Les paramètres suivants ont été mesurés à la récolte sur vingt fruits par lot prélevés aléatoirement: taux de sucre (% Brix, réfractomètre ATAGO C.O. LTD), acidité (meq/100ml de jus, titrimètre Metrohm, 7185, Titrino), fermeté (indice Durofel ID, Durofel, COPA-Technologie S.A./CTIFL) et couleur (composante «a» des mesures de couleur, Minolta Chroma METER CR-400).

Analyses des eaux-de-vie

Rendement: le rendement en alcool (%) d'une eau-de-vie est la quantité d'alcool absolu (Aa) obtenue pour 100kg de fruits fermentés. Seul le cœur de la distillation est pris en compte dans ce calcul.

Analyse des composés volatils: les principales substances volatiles des 18 eaux-de-vie d'abricot Luizet ont été analysées par GC-MS par le Laboratoire cantonal valaisan (MSDA 2007). En parallèle, des profils aromatiques globaux ont été réalisés avec un nez électronique (SMartNose® SA, Marin-Epagnier, Suisse). Un millilitre de distillat a été prélevé dans un vial et chauffé à 40°C pendant vingt minutes. Les gaz constituant l'espace de tête (headspace) ont ensuite été transférés sans séparation dans l'injecteur à l'aide d'une seringue. Après ionisation, les molécules chargées ont été séparées en fonction de leur rapport m/z (m: masse atomique, z: charge) et détectées par MS. Pour le standard interne, de l'éthanol (10%) a été utilisé et trois répétitions par échantillon ont été réalisées.

Dégustation: les eaux-de-vie ont été appréciées par un test hédonique réunissant un panel de 187 consommateurs amateurs. Les échantillons (assemblage des trois répétitions) ont été présentés selon un ordre aléatoire, évalués à l'aveugle et notés selon une échelle de notation non structurée (Norme NF V 09-016), traduite ensuite en note sur 10.

Analyses statistiques

Le logiciel XLStats2009 a été utilisé pour les analyses de variance, les tests LSD de Fisher, l'Analyse Factorielle Multiple (AFM) et l'Analyse de Fonction Discriminante (AFD). Les données des profils aromatiques ont été analysées à l'aide du logiciel statistique SMartNose®. Les paramètres physico-chimiques des abricots et l'appréciation des eaux-de-vie par les consommateurs ont été reliés par régression linéaire multiple (MiniTab 15). Les résultats de la dégustation ont été saisis avec le logiciel Fizz (Biosystèmes) et analysés par le package FactomineR sous R (R Development Core Team, 2007).

Résultats et discussion

Qualité des abricots à la récolte

Les paramètres physico-chimiques des abricots évoluent logiquement de façon significative selon la maturité des fruits (fig. 2). Les sucres solubles et l'intensité de la couleur orangée augmentent, alors que la fermeté et l'acidité diminuent. La répartition manuelle des abricots en trois maturités a donc été correcte (fig. 1).

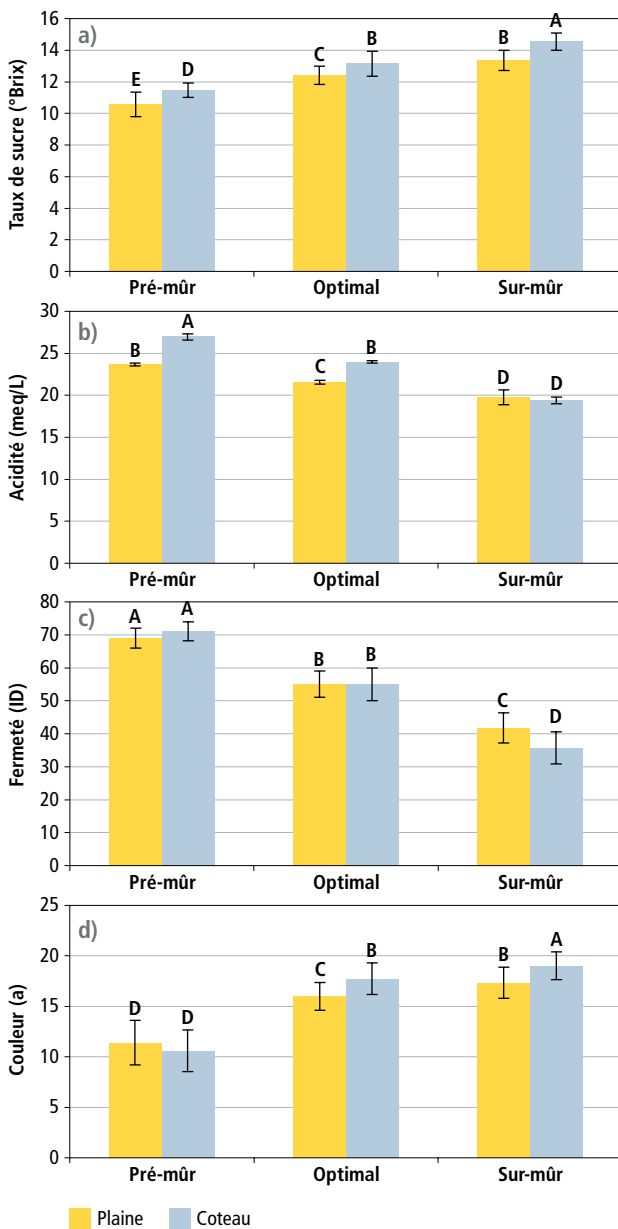


Figure 2 | Influence de la maturité des abricots (pré-mûr, optimal, sur-mûr) et du site de production (plaine, coteau) sur : (a) la teneur en sucre (°Brix), (b) l'acidité (meq/l), (c) la fermeté (Indice Durofel) et (d) la couleur (valeur a*) des abricots. Les valeurs correspondent à la moyenne de vingt fruits séparée à $P < 0,05$ d'après le test LSD de Fisher.

Qualité des eaux-de-vie

Méthanol

Le taux de méthanol dans les eaux-de-vie diminue significativement avec la maturité des abricots (fig. 3a.), de 21 % pour la plaine et de 39 % pour le coteau, entre les classes «pré-mûr» et «sur-mûr». Le site de production des fruits n'a par contre pas d'influence. >

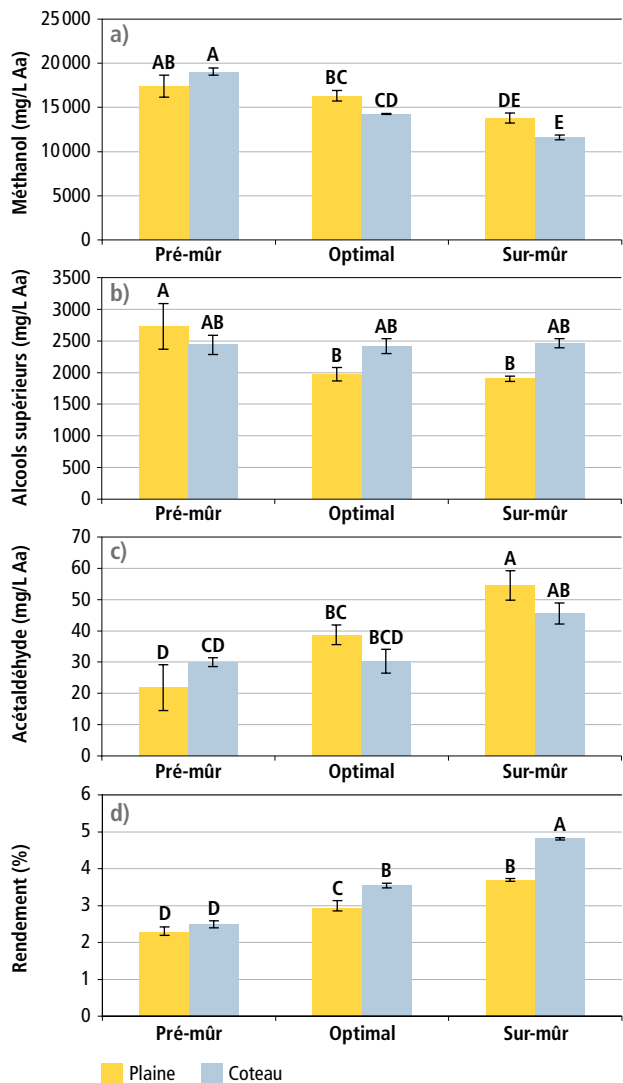


Figure 3 | Influence de la maturité des abricots (pré-mûr, optimal, sur-mûr) et du site de production (plaine, coteau) sur les teneurs en substances volatiles (mg/l d'alcool absolu) des eaux-de-vie d'abricots : (a) méthanol, (b) alcools supérieurs, (c) acétaldéhyde et (d) rendement en alcool. Les valeurs correspondent à la moyenne de trois répétitions séparée à $P < 0,05$ d'après le test LSD de Fisher.

Ces taux de méthanol sont globalement trop élevés et dépassent la limite tolérée de 12000mg/l d'alcool absolu. Sur le plan sanitaire, ces valeurs sont acceptables puisqu'elles ne dépassent pas la limite légale de 20000mg/l. Ces résultats peuvent être en partie liés à la proportion des coupes de têtes et de queues de distillation. Toutefois, comme pour les marcs de fruits, il semblerait utile d'adapter la limite de tolérance à 15000 mg/l d'alcool absolu pour les eaux-de-vie d'abricots.

Alcools supérieurs

Dans les eaux-de-vie de l'essai, les alcools supérieurs les plus importants sont le 3-méthyl-1-butanol et le 2-méthyl-1-butanol, représentant à eux seuls 66 à 72 % des alcools supérieurs totaux (fig.3b). La quantité totale d'alcools supérieurs est similaire entre les sites de production et entre les trois maturités d'abricots. Les alcools supérieurs sont essentiellement produits au cours de la FA (Silva et Malcata 1999) et leur concentration dans le distillat dépend de la quantité d'acides aminés présents dans les moûts de fruits (Winterova *et al.* 2008). Ces alcools sont déterminants pour le profil aromatique des eaux-de-vie (DaPorto 2002), à qui ils confèrent un goût et une odeur forts et piquants (Silva et Malcata 1999).

Acétaldéhyde

La teneur en acétaldéhyde des eaux-de-vie augmente significativement avec la maturité des abricots (fig.3c). La composition des eaux-de-vie de cette étude est assez variable d'une répétition à l'autre: la maîtrise des facteurs influençant la teneur en acétaldéhyde est difficile, lors de la fermentation ou lors de la distillation (coupes). L'acétaldéhyde est produit durant la FA par oxydation de l'éthanol (Baumes 2000; Soufferos *et al.* 2004). A faible concentration, ce composé volatil peut conférer un caractère fruité aux eaux-de-vie mais, en teneur trop élevée, il apporte un goût et une odeur âcres.

Rendement en alcool

Le rendement en alcool des eaux-de-vie issues d'abricots «sur-mûrs» est intéressant (3,7 % pour la plaine et 4,8 % pour le coteau) et dépasse significativement celui obtenu à partir de fruits «pré-mûrs» (2,3 et 2,5 %; fig.3d). Le site de production des abricots influence le rendement en alcool absolu, sauf avec les abricots pré-mûrs.

Analyse des composés volatils

Une analyse de fonction discriminante (AFD) a été réalisée pour comparer l'impact de la maturité des abricots et du site de production sur les arômes des distillats. Cette AFD a permis une très bonne discrimination des deux facteurs (fig.4). Le premier axe F1 permet de séparer les stades de maturité des abricots, tandis que le deuxième axe F2 sépare les sites de production. Une matrice de confusion, réalisée pour une validation croisée du modèle, a permis de classer correctement à 100 % les différentes variantes. Afin d'expliquer les différences de profils, une analyse des corrélations entre les facteurs et les variables a été réalisée et a permis de mettre en évidence les unités de masses atomiques (UMA) fortement corrélées aux axes de l'AFD. Les UMA 60, 61, 73, 88 et 110 ont été fortement corrélées ($R > 0,7$) à l'axe de maturité F1, l'UMA 96 se corrélant ($R > 0,6$) à l'axe du site F2.

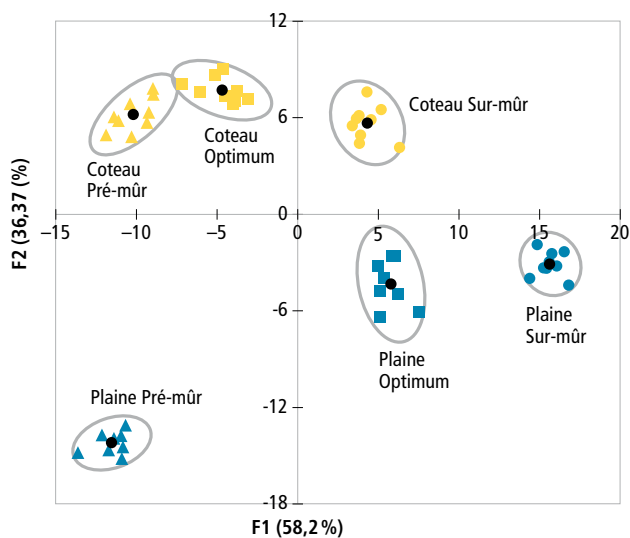


Figure 4 | Carte factorielle obtenue par analyse factorielle discriminante (AFD) des analyses de composés volatils réalisées au «nez électronique» SMartNose®, visant à discriminer les eaux-de-vie en fonction de la maturité des abricots (pré-mûr, optimal, sur-mûr) et du site de production (coteau, plaine).

Qualité des abricots et qualité des eaux-de-vie

Une Analyse Factorielle Multiple (AFM) a été réalisée sur les deux groupes de variables (paramètres des fruits et des eaux-de-vie) (fig.5a et b). Les modalités de maturité et de site de production figurent sur le premier plan factoriel (fig.5a). Pour chaque modalité, le point

moyen et les points partiels (positionnement relatif des paramètres des abricots et des eaux-de-vie) sont représentés. La première dimension (axe horizontal) représente 50,2% de la diversité des eaux-de-vie. Les différentes maturités s'alignent parfaitement le long de cet axe allant du sur-mûr au pré-mûr, en totale conformité avec la différenciation des eaux-de-vie par les paramètres analytiques.

La deuxième dimension (axe vertical) représente 20,37% des données et permet de différencier les eaux-de-vie selon leur site de production. La partition plaine/coteau est très nette avec les paramètres d'analyse des eaux-de-vie et presque nulle avec les paramètres des fruits, dont les points partiels se rapprochent du 0 de l'axe vertical.

Le graphique des variables (fig. 5b) permet d'illustrer les corrélations existant entre les différents paramètres. L'angle formé entre les variables peut s'interpréter comme un coefficient de corrélation. La relation entre le rendement et le taux de sucre est confirmée par le calcul du coefficient de corrélation (fig. 6a), tout comme pour le taux de méthanol et la fermeté des fruits (fig. 6b). Cet alcool indésirable est issu de la dégradation des pectines contenues dans les fruits. La maturité des fruits et plus particulièrement la perte de fermeté sont liées à l'activité des enzymes pectolytiques. Le lien entre la quantité de pectine contenue dans la matière première et la teneur en méthanol de l'eau-de-vie a déjà été mis en évidence sur poire (Garcia-Llobodanin *et al.* 2008; Gössinger *et al.* 2003).

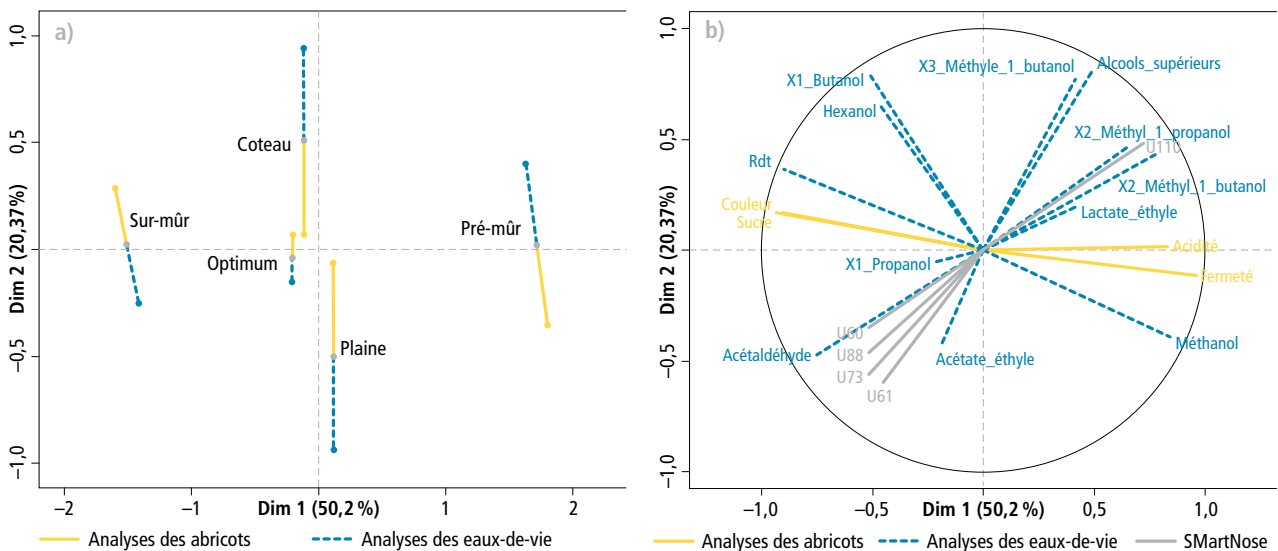


Figure 5 | Carte factorielle obtenue par analyse multifactorielle (AMF) des mesures physico-chimiques des abricots et des analyses des eaux-de-vie provenant de maturités (pré-mûr, optimal, sur-mûr) et de sites de production (coteau, plaine) différents: (a) graphique des facteurs «maturité» et «site de production», (b) graphique des variables mesurées.

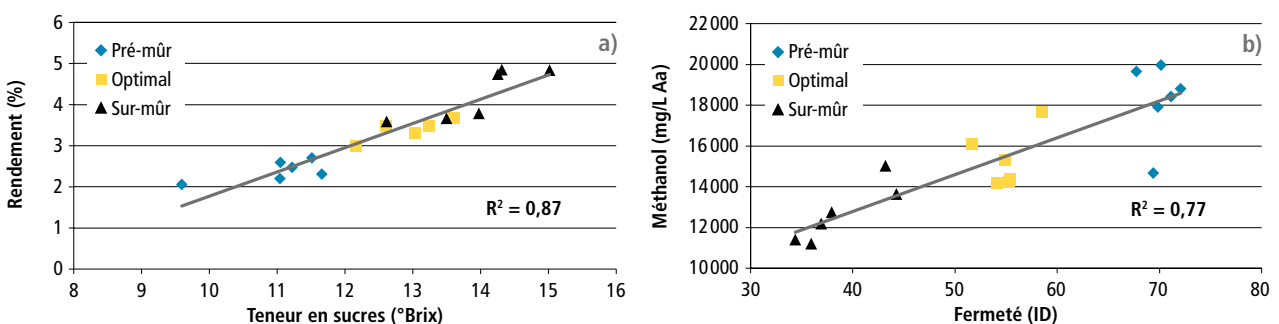


Figure 6 | (a) Corrélation entre la teneur en sucre moyenne (°Brix) des lots d'abricots et le rendement en alcool obtenu lors de leur distillation. (b) Corrélation entre la fermeté moyenne (indice Durofel) des lots d'abricots et le taux de méthanol des eaux-de-vie.

Test de préférence

L'échelle non normative utilisée pour les 187 panelistes a été traduite en notes. Le test hédonique réalisé a révélé une préférence significative des consommateurs pour les eaux-de-vie issues d'abricots de maturité «optimale», quel que soit le site (fig. 7). L'eau-de-vie «pré-mûr/plaine» est la moins appréciée. Les eaux-de-vie issues d'abricots sur-mûrs sont globalement bien notées.

Les notes attribuées aux eaux-de-vie ne sont donc pas linéairement corrélées avec l'un ou l'autre des paramètres physico-chimiques déterminant la maturité des abricots. Par contre, une régression linéaire multiple incluant le sucre, la couleur et la fermeté permet tout de même d'expliquer 64,7 % des notes:

$$\text{Note} = 0,1758 * \text{couleur} + 0,0511 * \text{fermeté} + 0,1476 * \text{sucre} - 2,2134$$

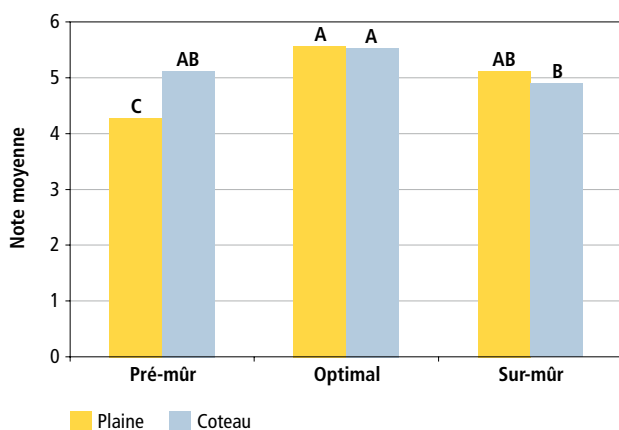


Figure 7 | Influence de la maturité des abricots (pré-mûr, optimal, sur-mûr) et du site de production (plaine, coteau) sur les appréciations hédoniques des eaux-de-vie. Les valeurs correspondent à la note moyenne attribuée par les consommateurs (N = 187, traduction sur 10 de l'échelle non normative), séparée à $P < 0,05$ d'après le test LSD de Fisher.

Remerciements

Un grand merci aux participants de ce projet: C. Coutant, P. Deneulin, J. Ducruet, D. Fleury et M. Wang, Ecole d'ingénieurs de Changins; D. Christen, C. Camps, S. Petignat-Keller et D. Baumgartner, Agroscope Changins-Wädenswil (ACW); J. Morand, interprofession des eaux-de-vie du Valais; A. Defayes, laboratoire cantonal du Valais; N. Berthod et J. Rossier, Office cantonal d'arboriculture du Valais; F. Etter et M. Gilliéron, Régie fédérale des alcools; B. Lucciarini, producteur.

Bibliographie

Apostolopoulou A., Flouros A., Demertzis P. & Akrida-Demertzi K., 2005. Differences in concentration of principal volatile constituents in traditional Greek distillates. *Food Control* **16**, 157–164.

Conclusions

- L'augmentation de la maturité des abricots a une influence très positive sur la composition des eaux-de-vie, puisqu'elle accroît significativement les rendements en éthanol et diminue les taux de méthanol.
- Le panel de 187 consommateurs a globalement préféré les eaux-de-vie d'abricots de maturité optimale, suivies de près par les sur-mûrs, puis les pré-mûrs.
- La qualité organoleptique des eaux-de-vie est un paramètre très complexe, non directement lié à la maturité du fruit. Une corrélation linéaire multiple permet toutefois d'expliquer 64,7 % des notes attribuées par le panel, en tenant compte à la fois du taux de sucre, de la couleur et de la fermeté des fruits.
- Les profils aromatiques ont fortement varié selon la maturité des abricots et le site de production. Les composés volatils responsables de la discrimination entre les stades de maturité des abricots doivent être identifiés à l'avenir, afin de pouvoir les relier à la préférence des consommateurs.

Baumes R., 2000. Los constituyentes volátiles de la etapa fermentativa.

In: C. Flanzy (Ed.), *Eonologia: Fundamentos científicos y tecnológicos*, AMV, Mundi-Prensa, Madrid, 147–158.

Da Porto C., 2002. Volatile composition of grappa low wines using different methods and conditions of storage on an industrial scale. *Int. J. Food Sci. Technol.* **37**, 395–402.

García-Llobodanin L., Ferrando M., Güell C. & López F., 2008. Pear distillates: influence of the raw material used on final quality. *Eur. Food Res. Technol.* **228**, 75–82.

Gössinger K., Sämman M., Baumann H., Patzl R. & Vogl W., 2003. Investigations into the determination of the optimum harvest date for 'Williams Christ' pears for distilling purposes. *Mitteilungen Klosterneuburg* **53**, 184–194.

Summary**Ripening stage of Luizet and quality of apricot distillates**

This project aimed to relate the ripening stage of apricot (cv. Luizet) at harvest and the chemical and sensory quality of the apricot distillates obtained. Results showed that a higher ripening of the apricots significantly enhanced ethanol yield and decreased methanol level in the distillates. In parallel, aromatic compounds profiles were established through electronic nose. These analyses evidenced various profiles, principally depending on the apricot ripening level and at a minor degree on the orchard location (valley and hillside). However, the prolongation of fruit ripening isn't illimited: a panel of 187 consumers globally preferred the distillates from apricots harvested at optimal ripening stage, then from over-ripe fruits and finally from unripe fruits. A multilinear correlation explained 64.7 % of the preferences of the panel considering the soluble solid content, the color and the firmness of the fruits.

Key words: apricot, ripening stage, distillate quality, sensory.

Zusammenfassung**Fruchtreife von Luizet und Qualität von Aprikosendestillaten**

Das Ziel dieses Projektes war Beziehungen zwischen dem Reifegrad von Aprikosen (Sorte Luizet) bei der Ernte und der chemischen und sensorischen Qualität von Aprikosendestillaten zu finden. Die Resultate zeigten, dass überreife Früchte die Ethanol-Ausbeute signifikant erhöhen und den Methanol-Gehalt im Destillat reduzieren. Das aromatisches Profil, gemessen mit einer elektronische Nase, wurde stark durch die Fruchtreife und in geringem Masse durch den Standort (Tal und Bergzone) beeinflusst. Überreife Früchte wurden aber bezüglich der sensorischen Qualität in ihrer Beurteilung eingeschränkt. Ein 187-köpfige Konsumentenpanel bevorzugte Destillate aus der optimalen Fruchtreife, gefolgt von überreifen Früchten und letztlich von unreifen Früchte. Eine multilinere Korrelation erklärte 64,7 % der Panelpräferenzen mit dem Zuckergehalt, der Farbe und der Festigkeit der Früchte.

Riassunto**Maturazione della varietà Luizet e qualità delle acquaviti di albicocche**

Questo progetto si propone di trovare una relazione tra lo stato di maturazione delle albicocche alla raccolta (varietà Luizet) e la qualità chimica ed organolettica delle acquaviti ottenute. I risultati dimostrano che l'aumento della maturazione delle albicocche è interessante, poiché essa permette di aumentare in modo significativo la resa in etanolo e di diminuire i tassi di metanolo nelle acquaviti. Parallelamente sono stati stabiliti dei profili di composti aromatici con l'ausilio di un naso elettronico. Queste analisi hanno evidenziato dei profili molto diversi, in particolare a livello di maturazione delle albicocche, ma anche a livello dell'ubicazione delle parcelle (pianura e collina). L'aumento della maturazione ha un limite, dato che un panel di 187 consumatori ha globalmente preferito le acquaviti ottenute da albicocche di maturazione ottimale, seguite da quelle sovra-mature e da quelle sotto-mature. Una correlazione lineare multipla ha permesso di spiegare il 64,7% dei voti attribuiti dal panel, tenendo conto sia del tasso zuccherino, sia del colore e della consistenza dei frutti.

Lichou J. & Audubert A., 1989. L'abricotier. Ctifl, Bayeux, 354–359.
 Lurol S., Hilaire C., Lichou J. & Jay M., 2007. Pêche-Abricot, de la récolte au conditionnement. Outils pratiques. Ctifl Ed., 114 p.
 Manuel suisse des Denrées alimentaires, 2007. Analyse des composés volatils des eaux-de-vie de fruits par GC, Méthode MSDA n° 896.1, Office fédéral de la santé publique.
 Office fédéral de l'agriculture, 2002. Cahier des charges de l'appellation d'origine contrôlée Abricotine. Registre des appellations d'origine et des indications géographiques, décision du 6 novembre 2002, 5 p.
 Ribereau-Gayon P., Glories Y., Maujean A. & Dubourdieu D., 1998. Traité d'œnologie. Tome II. Chimie du vin, stabilisation et traitements, Dunod, Paris, 214–227.

Silva M. L. & Malcata F. X., 1999. Effect of time of grape pomace fermentation and distillation cuts on the chemical composition of grape marc. *Z. Lebensm. Unters. Forsch. A.* **208**, 134–143.
 Soufferos E. H., Mygdalia A. S. & Natskoulis P., 2004. Characterization and safety evaluation of the traditional Greek fruit distillate «Mouro» by Xavor compounds and mineral analysis. *Food Chem.* **86**, 625–636.
 Winterova R., Mikulikova R., Mazac J. & Havelec P., 2008. Assessment of the Authenticity of Fruit Spirits by Gas Chromatography and Stable Isotope Ratio Analyses. *Czech. J. Food Sci.* **26**, 368–375.
 Zesiger T., 2010. SMart Nose®, le premier nez électronique utilisant la spectrométrie de masse. Adresse: <http://www.smartnose.com/FR/products.html> [28 septembre 2010].