

Les arômes des cidres

Seconde partie : quels outils et perspectives pour le pilotage aromatique des cidres ?

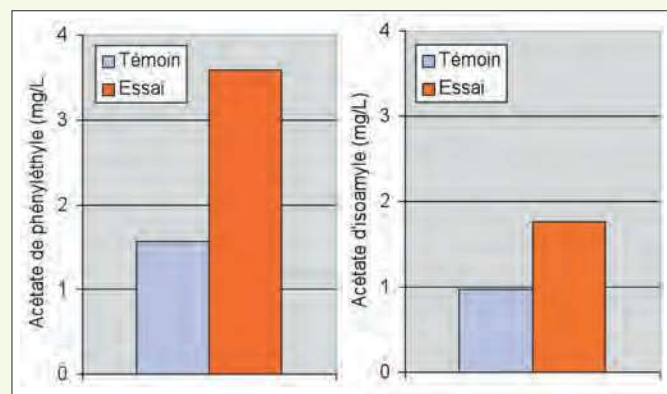
Le premier article paru dans le dernier numéro de la revue "Pomme à cidre" a permis de présenter quelques molécules ou familles de molécules impliquées dans certains défauts ou qualités aromatiques des cidres. On ne connaît pas l'ensemble des mécanismes impliqués ni surtout les interactions possibles entre tous les composés volatils et éventuellement non volatils (sucre, acides, polyphénols...) : les recherches à conduire à l'avenir doivent contribuer à apporter ces connaissances. Néanmoins, il est d'ores et déjà possible d'influer sensiblement sur le profil sensoriel du cidre par différentes options technologiques.

Améliorer le fruité des produits en augmentant la teneur en esters : utilisation de levain de flore aromatique

Le principal levier envisagé jusqu'à présent est de "booster" la population de flore secondaire naturellement présente en moût qui permet d'augmenter sensiblement la concentration en esters dans les cidres. Les recherches pour maîtriser cette flore issue du cidre ont été réalisées dans le cadre d'un projet CasDAR "flores mixtes" (2006-2009) avec comme partenaires impliqués dans la partie cidricole l'INRA URC et l'INRA SPO. Les travaux de validation se font dorénavant au travers d'un programme financé par FranceAgriMer. La figure 1 montre, pour quelques essais en cidreries, l'impact des flores sur la concentration pour deux esters marqueurs du fruité. On note une nette augmentation de la concentration en esters fruités, l'acétate d'isoamyle et l'acétate de phényléthyle, avec une inoculation en flore secondaire.

Depuis 2009, des essais chez différents élaborateurs sont en cours (40 HL en 2009, 350 HL en 2010 et 2 500 HL en 2011). Ces essais ont permis d'affiner les conditions de mise en œuvre de la flore secondaire par le cidrier pour permettre un bon développement de la flore par rapport à la levure de fermentation. Les travaux de mise au point de cette flore doivent encore se poursuivre à la récolte 2012 avec une augmentation des volumes impliqués dans les essais. La qualité des résultats conditionnera la recherche de solutions de production de ce levain à plus grande échelle pour une mise à disposition de cette technologie aux élaborateurs de la filière.

Figure 1 - Impact de la flore ("témoin" en flore naturelle ou "essai" avec ensemencement en flore secondaire) sur la teneur en deux esters d'intérêt aromatique, moyenne sur 6 essais conduits dans différents ateliers



Utilisation de levures d'origine œnologique

Un certain nombre de souches d'origine viticole sont commercialisées et proposées également pour des applications cidricoles. Il est donc apparu intéressant d'initier une étude sur l'opportunité d'utiliser des LSA, ayant un intérêt aromatique fort dans le vin, sur moût de pomme. Pour les élaborateurs, ces LSA présentent l'avantage d'être déjà disponibles sur le marché mais avec le risque que les caractéristiques aromatiques relevées sur vin ne soient pas transposables sur cidre. En effet, la composition des moûts de pomme et de raisin est très différente sur les plans qualitatif et quantitatif au niveau des précurseurs de composés volatils aromatiques. Ces travaux sont conduits dans le cadre d'un programme financé par FranceAgriMer.

Le criblage, déjà effectué en 2011 et 2012, s'est attaché à étudier des souches de *Saccharomyces cerevisiae*. Les résultats montrent qu'il existe des souches commerciales aptes à se développer et présentant des cinétiques de fermentations proches de celles obtenues par des *Saccharomyces uvarum* (*Su*) isolées dans le cidre. L'analyse sensorielle des cidres fermentés en mono-souche montre que les cidres issus de *Su* sont perçus par un jury de techniciens comme plus puissants sur le plan aromatique et du fruité, mais qu'ils sont aussi perçus comme plus intenses sur des descripteurs moins flatteurs comme "champignon", "levuré" et "herbacé végétal". Les résultats de cette évaluation sont repris dans la figure 2.

Les premières données montrent que les souches œnologiques n'aboutissent pas à des produits particulièrement fruités ; la transposition des propriétés obtenues sur matrice vin n'est donc pas forcément acquise. Néanmoins, les souches œnologiques ont un potentiel intéressant pour la production de cidres sans défaut, relativement neutres ; ces cidres "de base" pouvant être utilisés à des fins d'assemblage.

Les travaux se poursuivent notamment pour étudier des souches de LSA d'autres genres que les *Saccharomyces*.

Limiter la teneur en phénols volatils, molécules contribuant aux odeurs dites "animales"

Les travaux précédemment réalisés par l'IFPC, en collaboration avec les conseillers cidricoles (APPCM, ARAC, CA 22, CIDREF, SPCFHN) et financés par FranceAgriMer et la région Basse-Normandie, ont mis en évidence que l'apparition des phénols volatils dans les produits, au-delà des seuils de perception, avait lieu suite à la mise en bouteille. Bien évidemment, cette évolution ne concerne que les produits non pasteurisés car, en cas de pasteurisation, il n'y a pas d'évolution post-embouteillage. Cela ne signifie pas que les produits pasteurisés soient exempts de phénols volatils car la très grande majorité des cidres contient des phénols volatils à la mise en bouteille. Néanmoins, les teneurs sont relativement faibles et bien en-deçà des seuils de perception.

La stratégie à employer pour limiter l'apparition des phénols volatils est double : i) empêcher la croissance de la levure *Brettanomyces* en cuve et par conséquent, son activité métabolique et ii) limiter sa présence à la mise en bouteille.

Concernant le premier point, l'évolution en cuve, les préconisations sont :

- i) une température de cuverie la plus faible possible < 7°C pour limiter la croissance de *Brettanomyces* (figure 3 qui représente le

temps de génération ou temps de doublement de la population) ;

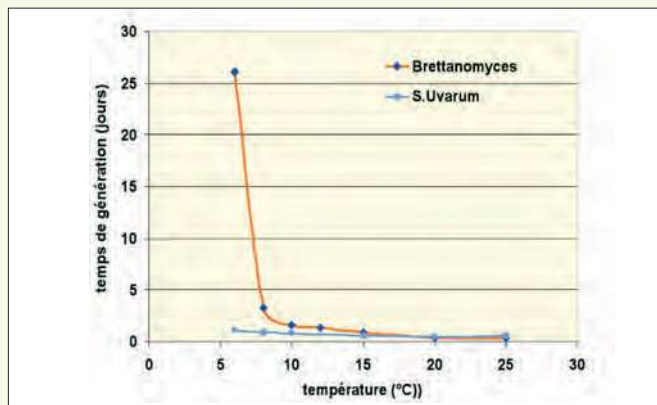
- ii) réduire les assemblages précoces afin de limiter les volumes contaminés ;
- iii) maintenir une bonne hygiène du matériel utilisé, toujours pour limiter les volumes contaminés ;
- iv) limiter la quantité de précurseurs en éliminant les fruits altérés qui peuvent présenter des activités enzymatiques d'origine fongique. Sur ce dernier point, il est possible que certaines préparations enzymatiques utilisées pour la défécation contiennent une activité cinnamoyle estérase résiduelle. Il est grandement conseillé de demander auprès des revendeurs des enzymes certifiées CFE (Cinnamoyl Esterase Free), c'est-à-dire une enzyme ne contenant pas d'activité cinnamoyle estérase résiduelle. Des travaux sont en cours avec les conseillers cidricoles et l'INRA URC pour mieux caractériser les enzymes du commerce sur ces propriétés.

Concernant le second point (limiter la présence en bouteille de la levure *Brettanomyces*), des essais réalisés par l'IFPC ont montré qu'une mise en bouteille pauvre en germes (à l'aide d'une microfiltration tangentielle du cidre (MFT) et d'une hygiène poussée de la tireuse, et du saturateur) permettait d'empêcher toute évolution en bouteille du cidre. La figure 4 montre bien les différences d'évolution de la teneur en phénols volatils pendant 6 mois entre les produits traités par les cidriers et les produits conditionnés avec une mise en bouteille pauvre en germes.

Cette faible évolution dans le produit fini est à rapprocher d'une plus faible teneur en levures *Brettanomyces* à l'embouteillage dans le cas où une MFT et une hygiène poussée du matériel de mise en bouteille ont été appliquées. En effet, pour la modalité "cidrier", à la mise en bouteille, on peut remarquer que dans 70 % des cas, les cidres collectés chez les élaborateurs sont contaminés en levures *Brettanomyces*. Pour la moitié des cidres, cette contamination est importante avec des populations allant de 100 à 100 000 ufc/ml. Ces résultats sont repris dans la figure 5 (histogramme bleu, graphique du haut). Pour les cidres mis en bouteille avec MFT et hygiène poussée du matériel utilisé pour la mise en bouteille, plus de 93 % des produits n'ont pas de flore détectée à l'embouteillage (histogramme rouge, graphique du haut).

Concernant les produits mis en bouteille chez les cidriers, on constate après 6 mois de mise en bouteille à 15° C que la population en levure *Brettanomyces* a fortement augmenté avec une contamination médiane augmentée d'un facteur 100 (histogramme rouge, graphique du bas). Ainsi, près de 40 % des cidres de

Figure 3 - Taux de croissance en fonction de la température de la levure *S uvarum* et *Brettanomyces* (Source IFPC)



cette modalité présentent une teneur en levures *Brettanomyces* supérieure à 100 000 ufc/mL, seuil de population susceptible d'impacter très significativement sur le produit. Pour les cidres mis en bouteille avec MFT et hygiène poussée du matériel utilisé pour la mise en bouteille (histogramme bleu, graphique du bas), plus de 80 % des cidres ont une population en *Brettanomyces* inférieure à 10 ufc/mL. L'ensemble de ces données montre clairement un impact important du paquet technologique proposé.

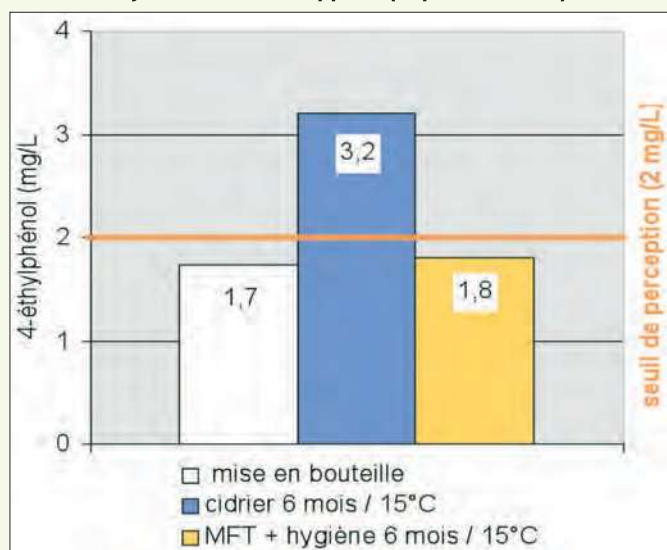
A partir de ces éléments et d'autres connaissances acquises précédemment, il est possible de proposer un certain nombre de préconisations pour limiter la teneur en phénols volatils dans les cidres avec pour objectif d'éliminer les produits à défaut "odeur animale", mais aussi de limiter la dégradation du fruité des cidres déjà occasionnée par des faibles teneurs en phénols volatils :

- en cuverie (pré-assemblage) : améliorer l'hygiène des cuves et transferts, pour limiter les contaminations croisées ; réduire les assemblages précoces, pour limiter les contaminations inter lot ; abaisser la température (< 8° C ou mieux < 6° C), pour limiter la croissance de *Brettanomyces* ;
- traitement des assemblages : filtration fine par microfiltration tangentielle ou filtre de garde (0,45µm) en aval d'une filtration fine sur terre ;
- conditionnement (saturation, embouteillage) : hygiène poussée du matériel, stérilisation vapeur ou chimique (mise en circulation des produits de nettoyage désinfection, utilisation de fausses bouteilles).

Figure 2 - Profil sensoriel de cidres pilotes fermentés avec différentes souches de levures



Figure 4 - Teneur en 4-éthylphénol (moyenne de 16 cidres)



Limiter l'occurrence de la maladie du Framboisé

Les travaux de l'IFPC ont pu montrer (2004-2005) que la carence en azote assimilable était une condition suffisante pour empêcher la croissance de *Zymomonas mobilis*, bactérie responsable du framboisé. La maîtrise de la stabilité levurienne des produits non pasteurisés permet donc de limiter fortement les risques de framboisé.

D'un point de vue pratique, tout facteur ou méthode permettant aux levures de fermentation de mobiliser les nutriments azotés aux dépens de *Zymomonas mobilis* seront d'intérêt. C'est le cas, par exemple, du SO₂ qui, ajouté en cours de fermentation en pénalisant plus la bactérie que les levures, donne un avantage compétitif aux levures pour la consommation des nutriments azotés. Il est à noter que l'impact du SO₂ est d'autant plus important que le pH du cidre est faible. A l'inverse, des situations favorisant la population de bactéries *Zymomonas mobilis* comme, par exemple, une réduction de biomasse trop sévère de la population levurienne, lorsqu'il reste des nutriments azotés (typiquement à haute densité ou à mi-fermentation) sont susceptibles d'occasionner un framboisé. Pour plus de précisions, il est possible de se référer à l'article paru dans la revue "Pomme à cidre n°6" (juillet 2003).

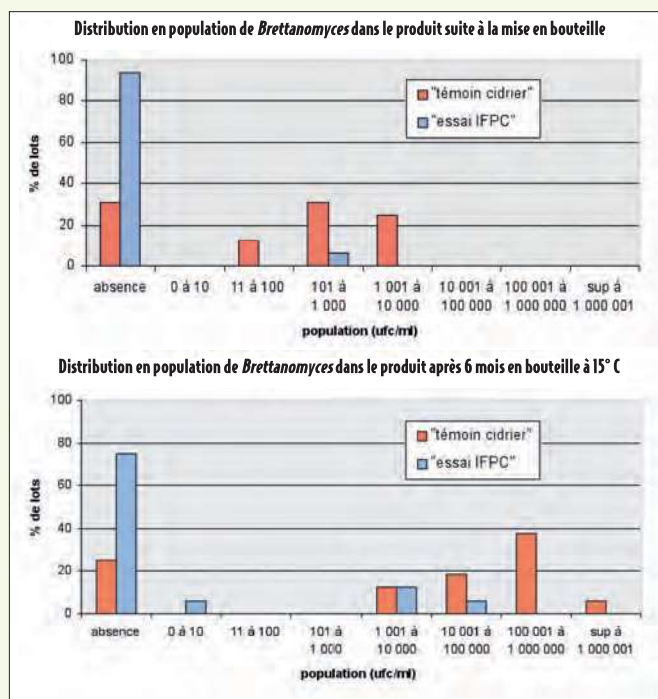
Limitation de la teneur en composés soufrés

Etant donné l'état des connaissances sur les composés soufrés volatils (CSV) dans les cidres, l'un des objectifs des travaux de recherche mis en place dans le cadre d'un financement FranceAgriMer est de compléter l'état des lieux sur leur présence. Ainsi, une collecte de produits est actuellement en cours afin de tenter de mettre en évidence une typologie de produits sujets à ce type de défaut.

Les expérimentations menées par l'IFPC auront ensuite pour but de mieux comprendre les mécanismes impliqués dans la formation et l'évolution des CSV et de rechercher des outils de pilotage qui permettent de limiter leur impact dans les cidres ou de corriger leurs concentrations. L'IFPC testera ainsi différents facteurs pouvant être impliqués dans la formation des composés soufrés tels que, par exemple :

- le moment d'ajout du SO₂ et les doses utilisées ;
- la réduction de biomasse et les moments privilégiés de cette réduction ;
- la gestion de la carence azotée ;
- la micro-oxygénation.

Figure 5 - Distribution de la population en levure *Brettanomyces* à l'embouteillage et après 6 mois de mise en bouteille



Les différentes pistes qui seront validées seront alors testées sur le terrain via les conseillers techniques avant d'être transférées.

Conclusion

La maîtrise de la qualité aromatique des cidres est un enjeu majeur pour permettre aux élaborateurs de proposer des cidres répondant aux attentes des consommateurs, en permettant une variabilité dans les palettes aromatiques. Pour répondre à cet enjeu, l'investissement de l'IFPC est important, il peut s'appuyer en amont sur un réseau national de laboratoires de recherche et en aval sur les conseillers cidricoles et les entreprises pour valider et diffuser sur le terrain les solutions proposées.

R. BAUDUIN - Y. GILLES - H. GUICHARD - P. POUPARD

Démonstration de pulvérisation en lumière noire

Le 18 juillet dernier avait lieu à la Station Cidricole de l'IFPC à Sées (Orne), une démonstration de pulvérisation "en lumière noire" par la société Chabas SAS en partenariat avec l'IFPC et les établissements Lhermite Agri, concessionnaire de matériels agricoles à Sées.



Le principe est le suivant : un produit aux propriétés fluorescentes de type alimentaire est ajouté à l'eau de la cuve du pulvérisateur, la pulvérisation en verger est réalisée en fin de journée selon des réglages définis puis une visualisation de la pulvérisation sur les arbres est effectuée à la nuit tombante à l'aide d'une lampe équipée d'ampoule permettant de réfléchir la substance fluorescente.

La méthode habituelle d'observation de la qualité de pulvérisation, facile à mettre en œuvre, a des limites connues: les bandelettes de papier hydro-sensible disposées dans les arbres ont un effet "buvard" qui augmente la surface réellement traitée par comparaison aux feuilles de pommier ; cette méthode permet d'observer réellement le résultat de la pulvérisation dans tout l'arbre (haut/bas, intérieur/extérieur), sur les faces supérieures et inférieures des feuilles, les fruits, le tronc, les branches mais aussi au sol.

Nathalie Dupont - IFPC