

# Modulation des Notes Aromatiques des Calvados : MoNArC

## Partie 1 - Caractéristiques sensorielles - Comportement des composés volatils à la distillation

Projet financé grâce à des fonds : Région Normandie, FEDER, IDAC et UNICID  
Partenaires : LABEO, Université de Caen Normandie



### Contexte et objectif

Le marché du Calvados est depuis des années en constante régression. Il représente actuellement 14 248 hL d'alcool pur (AP) commercialisé en 2019, contre 39 000 hL en 1990, dont 50% des volumes sont exportés soit environ 7 124 hL AP. Ce marché est essentiellement européen représentant plus de 90% des ventes (Figure 1), dont 50% pour la France et 22% pour l'Allemagne. Les autres marchés sont très peu développés avec seulement 2,9% des volumes commercialisés aux USA, 1,9% en Asie, les marchés d'Afrique et d'Océanie étant très marginaux.

Le marché du Calvados concerne principalement deux AOC, l'AOC Calvados avec 74% des volumes et l'AOC Calvados Pays d'Auge avec 25% des volumes. La dernière AOC, AOC Domfrontais représente 1% des volumes commercialisés. La nouvelle AOC Eau-de-vie de cidre de Bretagne représente environ 100 000 bouteilles vendues par an soit moins de 2% des volumes vendus de Calvados.

Il est à remarquer que les volumes de ventes sont réalisés essentiellement sur la dénomination VS (Very Special) ou Trois Étoiles, eaux-de-vie de 2 ans de vieillissement en fût de chêne avec 62% des ventes (Tableau 1). Les dénominations de maturation de 3 et 4 ans (i.e. Vieux, Réserve, VO, VSOP ou Vieille Réserve) représentent 23% des ventes. Ainsi, ce sont principalement des produits jeunes ayant eu peu de contact avec le bois et restant donc sur des arômes fruités qui sont plébiscités par les consommateurs. Les autres classes de Calvados ne représentent que de faibles parts de marché.

Ce schéma confirme les attentes des consommateurs pour des eaux-de-vie jeunes, peu boisées, très fruitées destinées à des moments de consommation différents des usages traditionnels :



**Tableau 1 : Répartition des ventes selon le décompte d'âge**

Compte d'âge	Stade de vieillissement	Classification	Commercialisation	
00	Distillation au plus tard le 30 juin suivant la récolte	Ne peut être commercialisé		
0	1 <sup>re</sup> année de maturation	Ne peut être commercialisé		
1	2 <sup>e</sup> année de maturation	VS (ou Trois Étoiles)	62%	<b>85% des ventes</b>
2	3 <sup>e</sup> année de maturation	Vieux ou Réserve	23%	
3	4 <sup>e</sup> année de maturation	VO et VSOP		
A partir de 5	6 <sup>e</sup> année de maturation et plus	Napoléon, XO, Extra, Hors d'Âge, Très Vieille Réserve, Très Vieux		15% des ventes

consommation sur glace, en long drink ou en cocktails.

Ainsi, la filière recherche à intensifier, à maîtriser le caractère fruité des produits afin de changer l'image de cette boisson, souvent considérée comme vieillissante, rude et agressive. Ceci concorde avec une récente révision des cahiers de charges des différentes Appellations d'Origine Contrôlées (AOC) existantes, ouvrant de nouvelles perspectives d'études.

Afin de répondre à ces challenges, le projet MoNArC a été construit afin de diversifier l'offre actuelle, en organisant les expérimentations selon le schéma suivant : i) définir clairement la cible à atteindre d'un point de vue sensoriel et physicochimique, ii) déterminer la part du procédé de dis-

tilation dans la qualité du produit sorti d'alambic, iii) caractériser les cidres de distillation et les évolutions subies lors de la fermentation suivant les modalités de fabrication actuelles, iv) expérimenter des solutions technologiques afin d'obtenir des produits les plus fruités possible et le restant au cours du temps.

Le projet MoNArC est un projet de 4 ans débuté en 2017. De nombreuses expérimentations ont été conduites et tout ne peut donc être présenté dans ce cahier technique.

La partie 1 présentée ici, traitera d'aspects en lien avec la description sensorielle des eaux-de-vie et de la compréhension du passage des composés volatils du cidre à l'eau-de-vie lors du procédé de distillation.

### A. Caractérisation organoleptique des eaux-de-vie blanches

Afin de définir la cible organoleptique en lien avec les producteurs, 36 produits ont été collectés en sortie d'alambic (eaux-de-vie blanches) en fonction du type et du moment de distillation (Tableau 2).

Trois jurys différents ont dégusté l'ensemble de ces produits : un jury expert,

un jury de techniciens, un jury de producteurs. Les résultats (Figure 2) montrent globalement que les 3 jurys représentent de la même façon l'agressivité des produits en l'opposant au fruité et au floral et ce sur l'axe 1, indiquant que ces facteurs sont les principaux utilisés dans la discrimination

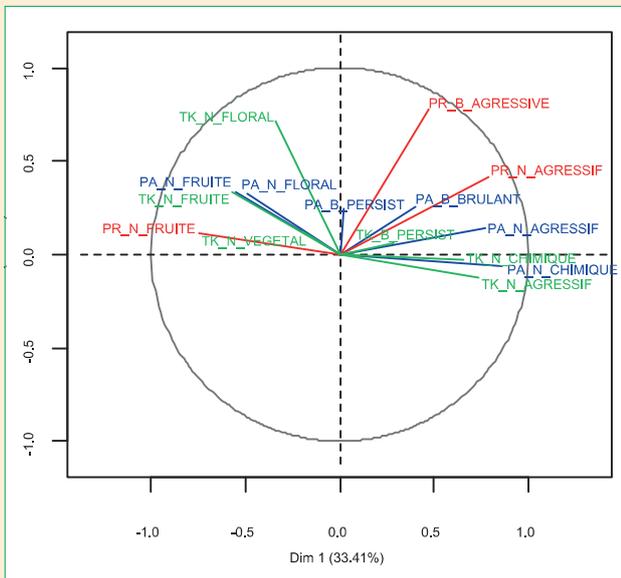
des eaux-de-vie.

Ces premières dégustations ainsi que l'analyse des profils aromatiques ont permis de sélectionner 18 produits en vue de les présenter à un jury de consommateurs constitué de 200 personnes. Les résultats (Figure 3) montrent que les consomma-

teurs perçoivent l'agressivité de la même façon que le jury de producteurs ou le jury expert. Ce descripteur, que ce soit en perception au nez ou en bouche, est situé sur l'axe 1 du même côté quel que soit le jury. En revanche, les consommateurs ont une vision du fruité différente des producteurs et des experts. En effet, la projection de leurs données est portée par l'axe 2 alors que celle des autres jurys est sur l'axe 1. Cette orthogonalité traduit une indépendance des jeux de données et donc un jugement différent de ce critère fruité. Cette constatation pose quelques questions et montre qu'il faut clairement s'intéresser à la cible consommateur pour choisir le profil aromatique de l'eau-de-vie en fonction de sa clientèle.

Pour la prochaine étape, il est prévu de tester des eaux-de-vie expérimentales potentiellement fruitées au regard d'eaux-de-vie classiques afin de

**Figure 2 : Projection de l'analyse factorielle multiple des données de dégustations des 36 eaux-de-vie jeunes, réalisées par 3 jurys. vert : jury de techniciens ; rouge : jury de producteurs ; bleu : jury entraîné expert.**



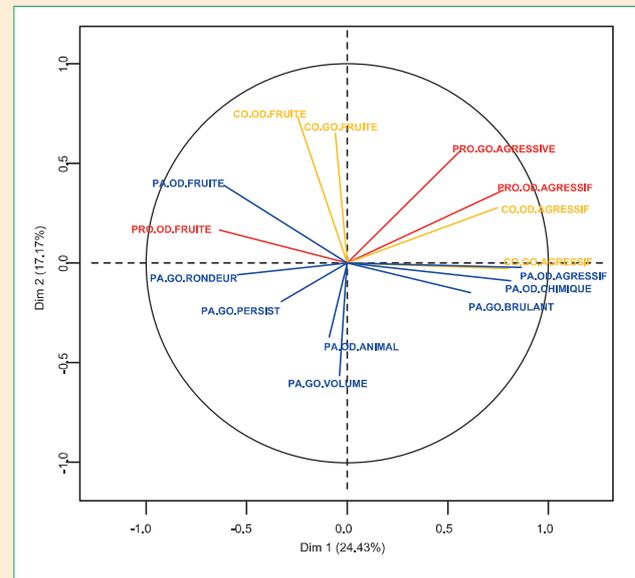
**Tableau 2 : Répartition des eaux-de-vie collectées en sortie d'alambic selon le type et le moment de distillation.**

	Distillations		
	Précoces janvier - février*	Intermédiaires mai-juin*	Tardives septembre*
Charentais	9	3	5
Colonne	9	5	5

\* : période à titre indicatif - variations possibles

déterminer si quelques itinéraires testés lors d'essais pilotes permettent d'améliorer significativement le fruité des eaux-de-vie. Cette dernière étape sera réalisée en fin de projet fin 2020.

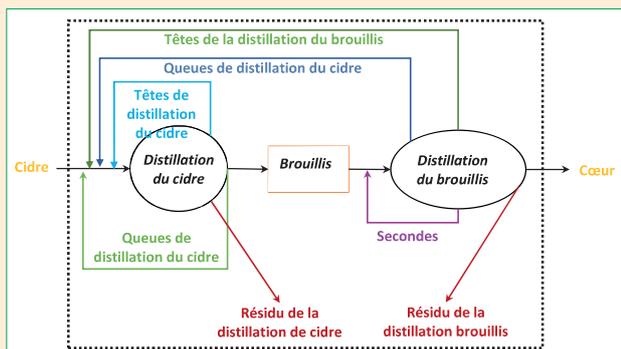
**Figure 3 : Projection de l'analyse factorielle multiple des données de dégustations des 18 eaux-de-vie jeunes, réalisées par un jury de consommateurs (en jaune), en comparaison des données issues d'un jury de professionnels (en rouge) et d'un jury entraîné expert (en bleu).**



## B. Connaissance de l'impact de la distillation sur les composés volatils

Des expérimentations ont été conduites sur l'alambic pilote de l'ARAC dans le but de comprendre l'impact des recyclages sur la qualité des eaux-de-vie et de faire des bilans massiques des composés volatils au cours de cette distillation. Un cidre a été distillé selon le schéma présenté en Figure 4. Cinq distillations de ce cidre ont été effectuées avec les recy-

**Figure 4 : Diagramme de production des eaux-de-vie expérimentales par double distillation discontinue en alambic Charentais.**

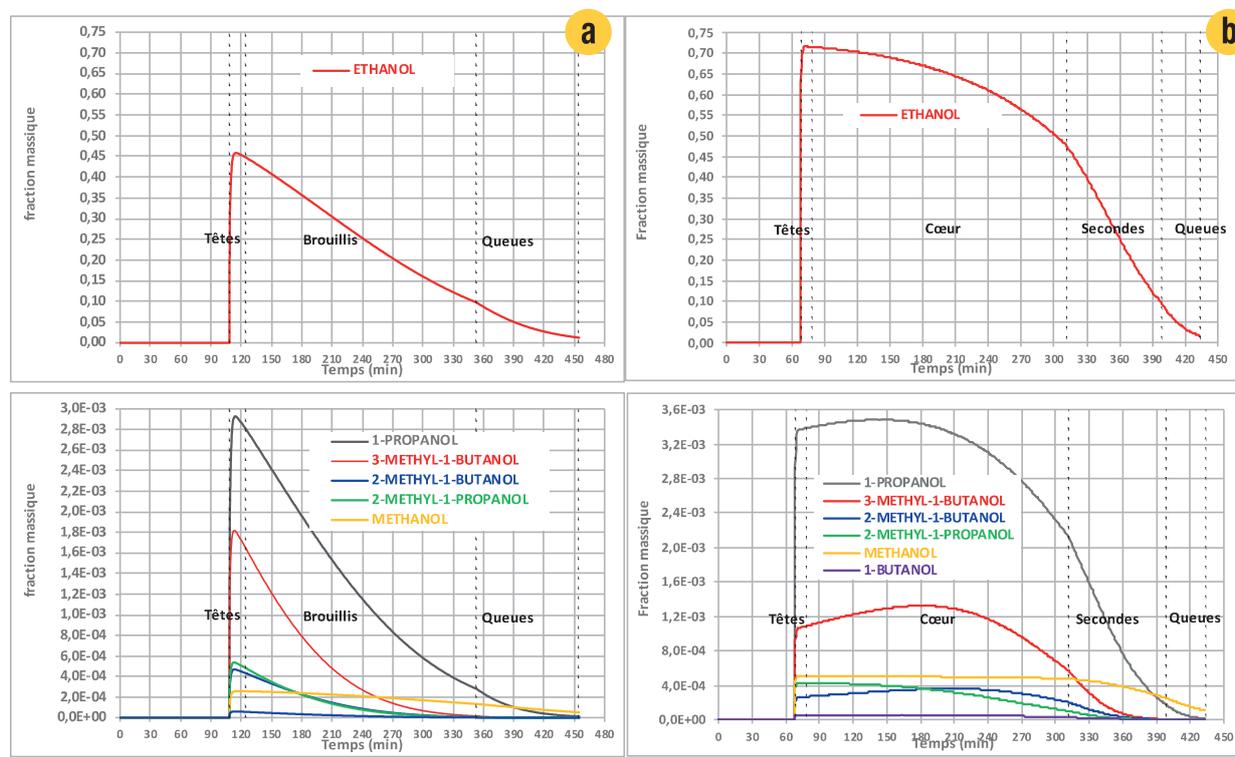
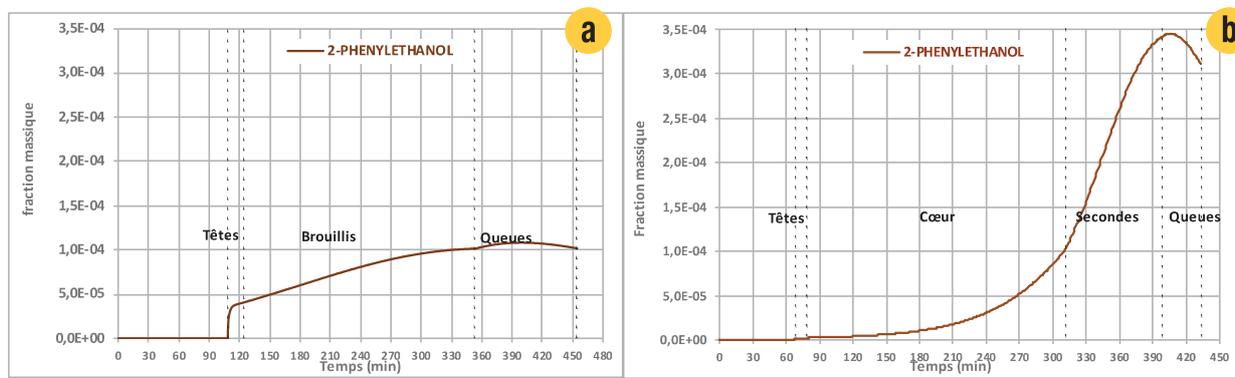


clages nécessaires afin d'obtenir suffisamment de brouillis pour réaliser une distillation de ce dernier. Puis quatre nouvelles distillations du même cidre ont été réalisées pour pouvoir effectuer une deuxième distillation de brouillis afin d'intégrer le recyclage des secondes.

Ces essais, couplés à de la simulation, ont permis de déterminer dans quelles fractions différents composés d'intérêt pouvaient sortir. Des simulations ont permis de déterminer les comportements de ces composés volatils. Ainsi, nous nous sommes intéressés, outre l'éthanol, aux comportements des alcools, molécules en lien avec des notes alcoolées, vineuses mais utiles pour le corps du produit. Ces derniers sont également les précurseurs de composés volatils d'intérêt que sont les esters éthyliques et les esters d'acétate, apportant des notes fruitées très importantes au niveau des eaux-de-vie. Enfin, le cas de deux aldéhydes, plutôt en lien avec d'agressivité du produit, sera abordé succinctement.

### Comportement des alcools

En ce qui concerne les alcools supérieurs, le comportement est identique à celui de l'éthanol (Figure 5). Ils se répartissent principalement entre les têtes et le brouillis en première chauffe, avec environ 65 à 80% de ces alcools retrouvés dans le brouillis. En bonne chauffe, les alcools sont principalement concentrés dans le cœur de l'eau-de-vie avec environ

**Figure 5 : Evolution de l'éthanol et des alcools supérieurs au cours du temps. a) Première chauffe ; b) Bonne chauffe.**

**Figure 6 : Evolution de la concentration en 2-phenylethanol au cours des deux types de chauffe. a) Première chauffe ; b) Bonne chauffe**


90% de leur masse dans cette fraction. On peut ainsi remarquer le cas particulier du méthanol, dont le comportement très proche, conduit à en retrouver environ 68% dans le brouillis et dans le cœur. Il conviendra ainsi d'être vigilant quant à la qualité du cidre sur ce critère afin de limiter au maximum la concentration de l'eau-de-vie en méthanol.

Le comportement du 2-phenylethanol est cependant très différent. Sa concentration augmente graduellement quand la teneur en éthanol diminue (Figure 6). Ainsi, une partie du 2-phenylethanol se retrouve dans les secondes, pouvant être recyclées mais une autre partie importante reste dans les résidus, et est donc définitivement éliminée du produit final. Ce composé étant important du point de vue aromatique (apport d'une note florale de rose caractéristique des cidres français), il est problématique de le retrouver dans des proportions si faibles, à peine 10%, dans le cœur de l'eau-de-vie.

Le comportement des esters est différent de celui des alcools (Figure 7). Ces composés sortent préférentiellement dans les têtes lors de la première chauffe. Ceux-ci sont donc concentrés dans ces fractions au même titre que l'acétate d'éthyle (Figure 7a), ce dernier étant en lien

avec des odeurs de type solvant, colle scotch lorsque présent en trop forte concentration. En revanche, lors de la bonne chauffe, on constate que les esters éthyliques (caprate, caprylate et caproate d'éthyle) vont avoir tendance à trainer plus et à se concentrer dans le cœur de l'eau-de-vie (Figure 7b). Ce comportement, différent de celui de l'acétate d'éthyle, peut s'expliquer par une diminution leur volatilité avec l'augmentation de la teneur en éthanol. Cet effet pourrait permettre une séparation de ces esters intéressants, apportant des notes fruitées, de l'acétate d'éthyle. Concernant les esters d'acétate, seul l'acétate d'isoamyle a pu être suivi, les autres étant en trop faibles concentrations. On constate que son comportement s'apparente à celui de l'acétate d'éthyle, avec un passage essentiellement dans les têtes en première chauffe (Figure 8a). En bonne chauffe (Figure 8b), une proportion importante se retrouve dans le cœur du distillat (environ 75%) mais selon un profil identique à celui de l'acétate d'éthyle, une fois encore.

Il semble qu'il soit, dès lors, très difficile de séparer les esters d'acétate de l'acétate d'éthyle, impactant ainsi négativement l'arôme du produit en cas de concentration trop importante de ce dernier.



Figure 7 : Evolution des concentrations en esters au cours des deux types de chaufes. a) Première chauffe ; b) Bonne chauffe

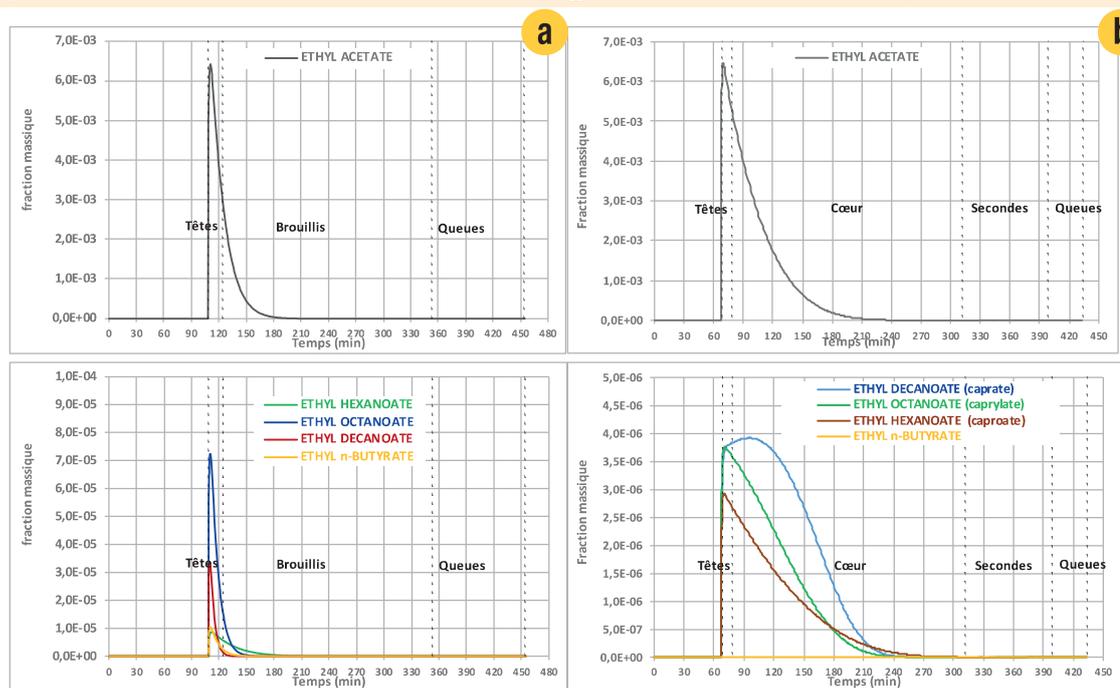
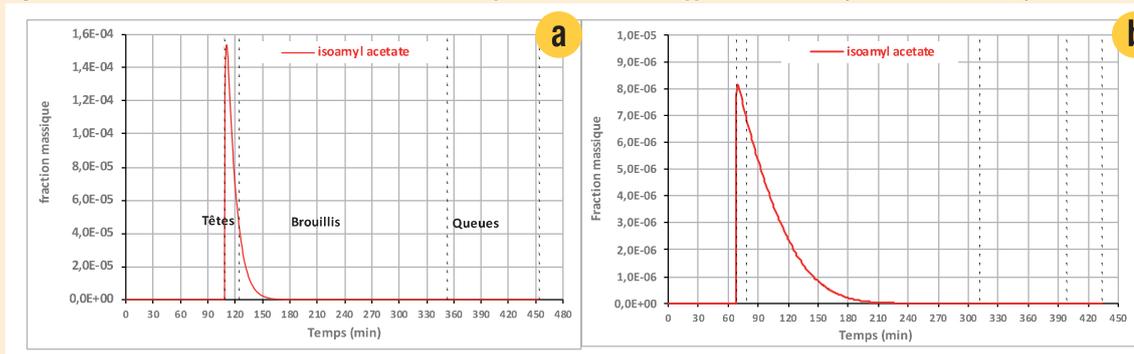


Figure 8 : Evolution des concentrations en acétate d'isoamyle au cours des deux types de chaufes. a) Première chauffe ; b) Bonne chauffe



### Comportement des aldéhydes

Les aldéhydes étudiés dans ce projet, à savoir l'acétaldéhyde et l'acétal, ont un comportement identique à celui de l'acétate d'éthyle. Les données (non montrées) montrent une proportion importante dans les têtes (20 à 40%) et le brouillis (35 à 40%). Lors

de la bonne chauffe, la proportion retrouvée dans le cœur passe entre 60 et 80%, montrant donc un recouvrement important de ces molécules. Ceci peut engendrer des problèmes aromatiques sachant que de manière générale, les aldéhydes apportent plutôt des notes agressives à l'eau-de-vie.

## Conclusion et perspectives

L'étude des caractéristiques sensorielles des eaux-de-vie nous montre d'abord qu'il est important de se soucier de l'évaluation des consommateurs, ceux-ci ayant une vision différente des produits par rapport aux producteurs. L'analyse des composés volatils devrait nous renseigner sur les profils d'eaux-de-vie considérées comme les plus fruitées. Nous confirmerons cela suite à la prochaine évaluation de produits pilotes riches en esters d'acétate, comparées à des eaux-de-vie témoins. Ensuite, l'étude du comportement des composés volatils à la distillation en alambic de type Charentais, montre que :

- 1) Les alcools supérieurs passent en même temps et en même proportion que l'éthanol. Il en est de même pour le méthanol.
- 2) Les esters éthyliques ont un comportement différent de l'acétate d'éthyle et peuvent être séparés de ce dernier en bonne chauffe.
- 3) L'acétate d'isoamyle a un comportement identique à l'acétate d'éthyle.

Ainsi, on peut en conclure qu'il faut être vigilant quant à la qualité du cidre à distiller mis en œuvre pour obtenir une eau-de-vie fruitée. L'acétate d'éthyle apportant des notes de colle scotch, de solvant lorsque présent en trop grande concentration, on privilégiera une distillation précoce sur un cidre non piqué pour orienter le profil de l'eau-de-vie. Il peut être intéressant également de jouer sur les pourcentages de coupes des têtes pour conserver certains esters dans le cœur de l'eau-de-vie. Des essais complémentaires sur la gestion des coupes sont nécessaires pour affiner ces préconisations.

Un prochain article permettra de présenter les possibilités que peut apporter la maîtrise des fermentations pour obtenir un cidre fruité en vue de produire une eau-de-vie également fruitée.

Auteurs : Hugues Guichard (IFPC), Martine Decloux (AgroParisTech)