



**HAL**  
open science

## **Distillation Charentaise avec recyclages : étude par simulation du comportement de composés volatils d'arôme**

Gabriela Zanghelini, Violaine Athès, Pierre Giampaoli, Stéphane Vitu,  
Martine Esteban-Decloux

### ► **To cite this version:**

Gabriela Zanghelini, Violaine Athès, Pierre Giampaoli, Stéphane Vitu, Martine Esteban-Decloux. Distillation Charentaise avec recyclages : étude par simulation du comportement de composés volatils d'arôme. 18ème congrès de la Société Française de Génie des Procédés (SFGP 2022), Nov 2022, Toulouse, France. hal-04070015

**HAL Id: hal-04070015**

**<https://hal.science/hal-04070015v1>**

Submitted on 14 Apr 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Distillation Charentaise avec recyclages : étude par simulation du comportement de composés volatils d'arôme

Gabriela ZANGHELINI<sup>1</sup>, Violaine ATHÈS<sup>1</sup>, Pierre GIAMPAOLI<sup>1</sup>, Stéphane VITU<sup>1,2</sup>, Martine ESTEBAN-DECLoux<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR SayFood, 91120 Palaiseau, France.

<sup>2</sup>CNAM, 75003 Paris, France.

La distillation charentaise consiste en une double distillation discontinue effectuée dans un alambic en cuivre chauffé à feu nu. La double distillation comprend une chauffe de vin (CV) avec séparation du distillat en plusieurs fractions (tête, brouillis, queue et résidu) suivie d'une distillation du brouillis dite bonne-chauffe (BC) avec fractionnement du distillat en tête, cœur, secondes, queue et résidu (Figure 1). La bonne chauffe requiert une quantité de brouillis équivalente à celle de trois chauffes de vin. Le cœur correspond à l'eau-de-vie nouvelle de cognac. Les fractions mises de côté sont recyclées dans les chauffes de vin ou bonnes chauffes suivantes.

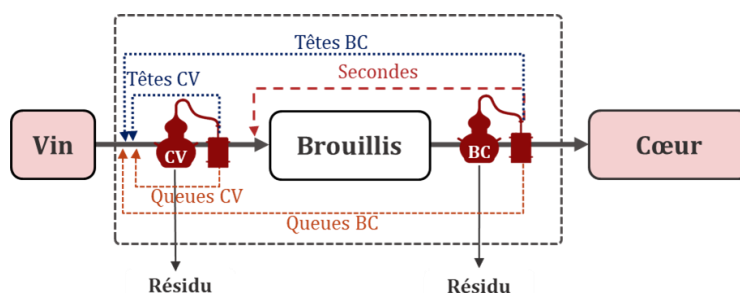


Figure 1. Schématisation de la distillation en double chauffe type charentaise. CV, chauffe de vin. BC, bonne chauffe.

Notre équipe de recherche étudie le comportement des composés volatils d'arôme lors de la distillation des eaux-de-vie, (i) en conduisant des campagnes de mesures dans les distilleries utilisant des distillations avec colonne multi-étagée en continu (alcool surfin, rhum, armagnac, calvados), en discontinu (extrait d'écorces d'orange, whisky), et en alambic discontinu simple (calvados, cognac), (ii) en mesurant les données d'équilibre liquide-vapeur des composés en solutions hydroalcooliques (Puentes et al., 2018), (iii) et en confrontant les données expérimentales et simulées (Douady et al., 2019). Toutefois, pour les distillations discontinues, les recyclages sont rarement considérés, ce qui était l'objectif de l'étude présentée ici.

Les distillations ont été conduites dans une distillerie de cognac disposant de 10 alambics, dont un équipé d'un débitmètre massique permettant d'acquérir régulièrement des données sur les distillations afin de les représenter par simulation. Des composés d'arôme représentatifs et dont le comportement est bien prédit en simulation (travaux antérieurs) ont été intégrés aux modules de simulation à une teneur initiale de  $10^{-6} \text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$ . Leur répartition dans les différentes fractions de distillat a pu être estimée à partir des résultats de simulation (Tableau 1). L'effet du recyclage des fractions sur la concentration des composés dans le cœur a été évalué en considérant ces répartitions lors de plusieurs distillations successives, cela jusqu'à atteindre un régime pseudo-stationnaire.

Le taux de récupération de chaque composé d'arôme retrouvé dans le cœur par rapport à la composition du vin de départ (Tableau 1) a été déterminé en considérant que : [1] les répartitions des composés sont équivalentes dans chacune des chauffes, [2] à l'issue de 3 chauffes de vin et d'une bonne chauffe, toutes les fractions sont recyclées et [3] aucune extraction du système n'est opérée

autre que les résidus. Un exemple de bilan de quantités de matière et de compositions à l'état pseudo-stationnaire est présenté sur la Figure 2 pour le 2-phenylethanol.

Tableau 1. Détermination par simulation de la répartition de quelques composés volatils d'arôme et leur taux de récupération dans le cœur. T = têtes ; Br = brouillis ; Q = queues ; R = résidu ; C = cœur ; S = secondes.

	CAS	Chauffe de vin				Bonne Chauffe					$[m_{\text{cœur}}]/[m_{\text{vin}}]$
		T	Br	Q	R	T	C	S	Q	R	
ethanol		1.3%	95.9%	1.7%	1.0%	2.1%	74.5%	21.0%	2.4%	0.1%	90.0%
methanol	67-56-1	0.8%	87.2%	5.2%	6.8%	1.6%	62.1%	27.2%	8.0%	1.2%	90.0%
2-methylpropanol	78-83-1	3.3%	96.7%	0.0%	0.0%	3.0%	90.4%	6.6%	0.0%	0.0%	100.0%
3-methylbutan-1-ol	123-51-3	3.4%	96.6%	0.0%	0.0%	2.5%	89.8%	7.7%	0.0%	0.0%	100.0%
2-phenylethanol	60-12-8	0.0%	48.3%	10.6%	41.0%	0.0%	7.5%	29.2%	35.2%	28.0%	7.8%
ethyl acetate	141-78-6	9.5%	90.1%	0.0%	0.1%	12.3%	87.7%	0.0%	0.0%	0.0%	99.6%
ethyl lactate	97-64-3	0.2%	65.6%	9.5%	24.7%	0.2%	23.4%	36.9%	27.0%	12.5%	38.9%
diethyl succinate	123-25-1	0.1%	36.6%	8.4%	54.9%	0.1%	11.9%	23.2%	26.6%	38.2%	7.2%
acetaldehyde	462-95-3	8.0%	91.8%	0.0%	0.0%	12.9%	87.1%	0.0%	0.0%	0.0%	99.8%
acetal	105-57-7	6.2%	93.6%	0.0%	0.0%	11.6%	88.3%	0.1%	0.0%	0.0%	99.8%
furfural	98-01-1	0.8%	90.5%	4.4%	4.3%	0.8%	50.4%	37.7%	10.2%	0.9%	92.5%

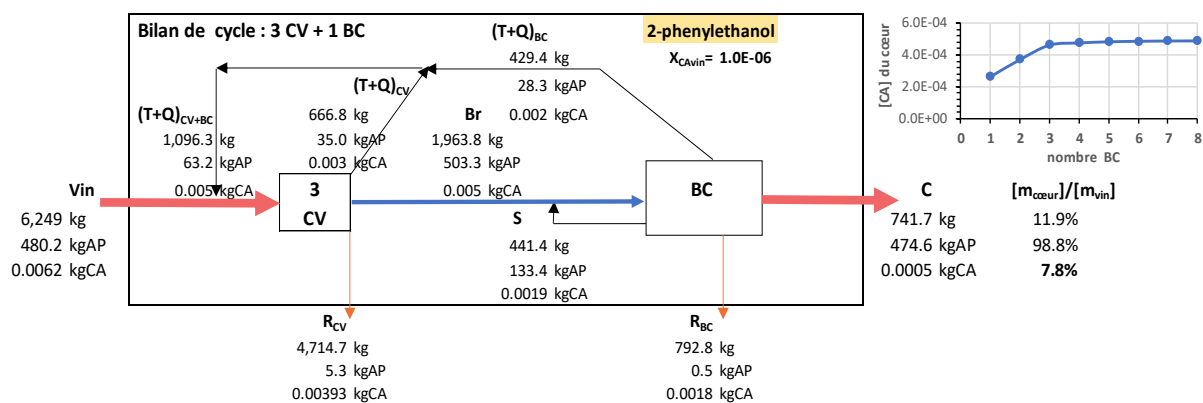


Figure 2. Exemple de répartition du 2-phenylethanol lors de la distillation du vin une fois le régime stationnaire atteint.

Il apparaît que les composés d'arôme partiellement éliminés dans les résidus sont moins présents dans le cœur, leurs pertes à chaque cycle de chauffe se cumulant, c'est le cas des 2-phenylethanol, diethyl succinate, ethyl lactate et dans une moindre mesure du methanol et du furfural. Concernant les composés concentrés dans les fractions de têtes (certains aldéhydes et esters), leur récupération dans le cœur est ici totale, mais la simulation ne prend pas en compte la mise à l'atmosphère lors du coulage.

Grâce à une approche expérimentale couplée à de la simulation, il a été possible de considérer le devenir des composés d'arôme du vin au cœur. Les prélèvements et analyses de nombreux échantillons pour déterminer la composition initiale du vin et des distillats au cours du coulage permettront de valider la représentation par simulation d'un plus grand nombre de composés.

## Références

- Douady, A.; Puentes, C.; Awad, P.; Esteban-Decloux, M. Batch distillation of spirits: experimental study and simulation of the behaviour of volatile aroma compounds. *J. Inst. Brew.*, 2019, 125(2), 268–283.
- Puentes, C.; Joulia, X.; Athès, V.; Esteban-Decloux, M. Review and thermodynamic modeling with NRTL model of vapor-liquid equilibria (VLE) of aroma compounds highly diluted in ethanol - water mixtures at 101.3 kPa. *Ind & Eng Chem Res*, 2018, 57 (10), 3443-3470