## Compte rendu scientifique de la subvention du conseil Départemental du Puy de Dôme à l'association VINORA





## RECHERCHE SUR LA TYPICITÉ DES VINS VOLCANIQUES EN FRANCE – MILLÉSIME 2023-Étude N°3

## Présenté par

COELHO CHRISTIAN, christian.coelho@vetagro-sup.fr
Enseignant Chercheur à VetAgro Sup, campus agronomique de Lempdes, France
LANDRIPET MARIE, marie.landripet@vetagro-sup.fr
Ingénieure en recherche action vitivinicole à VetAgro Sup, campus agronomique de Lempdes, France

SEPTEMBRE 2024

### **SOMMAIRE**

CON	ITEXTE DE L'ÉTUDE N°3	1
L'EX	PÉRIMENTATION MENÉE LORS DU MILLÉSIME 2023	2
PRÉ	SENTATION DES SOLS VITICOLES ÉTUDIÉS	4
1. globa	Des sols viticoles volcaniques avec des comportements acido-basiques variés et des textures alement plus limoneuses	4
2.	Une diversité d'éléments minéraux disponibles dans les sols viticoles	5
3. volca	Une contrainte hydrique modérée sur le millésime 2023 et hétérogène sur les parcelles viticoles aniques françaises	6
CON	MPOSITION DES VINS – MILLESIME 2023	7
1.	Paramètres œnologiques des mouts et des vins	7
2.	Composition élémentaire des vins	8
3.	Une recherche des composés organiques volatils sur les vins	.10
	ALYSE SENSORIELLE DES VINS DE GAMAY DE L'AOC CÔTES D'AUVERGNE – MILLÉSIME 1	
1.	Formation et entraînement du panel sensoriel des vins volcaniques	.12
2. dom	Des différences perceptibles entre les vins microvinifiés issus de parcelles volcaniques et les vins des aines issus de parcelles non volcaniques	
3.	Recherche de descripteurs sensoriels associés aux quatre cépages de l'étude	.13
4.	Analyse descriptive des vins volcaniques français	.14
5.	Analyse textuelle des descripteurs pour caractériser les vins volcaniques français	.18
$C \cap V$	ICLUSIONS ET PERSPECTIVES	20

### **CONTEXTE DE L'ÉTUDE N°3**

À la suite des deux premières études menées lors des millésimes 2020 et 2021, sur le territoire viticole du Puy de Dôme, visant à caractériser les marqueurs chimiques et sensoriels des vins de Gamay provenant de 4 secteurs de l'AOC Côtes d'Auvergne, plusieurs actions de valorisation de ce vignoble ont pu émaner en 2023 construisant encore un peu plus l'identité des terroirs viticoles du Puy de Dôme :

- Première cartographie géologique du vignoble de l'AOC Côtes d'Auvergne confiée au service de cartographie de l'IFV pour la fédération viticole du Puy de Dôme
- Fédération d'acteurs viticoles présentant des vignes sur vignobles à typologie volcanique auprès de l'association Vinora

Afin d'étendre nos connaissances sur la signature du volcanisme dans le vin, une troisième étude a été conduite lors du millésime 2023 dans le but d'étendre à d'autres cépages et à d'autres vignobles français. Ses objectifs consistaient à répondre aux questions suivantes :

« Quelles sont les caractéristiques des sols viticoles volcaniques français ? » « Existent-ils des spécificités communes entre les vins volcaniques français ? » « Est-ce que les cépages amènent une diversité d'expression de ce volcanisme dans les vins ? »

Ainsi il a été convenu de vinifier quatre cépages Gamay, Syrah, Chardonnay et Riesling provenant de six zones viticoles françaises présentant des terroirs volcaniques: Alsace, Brouilly, Forez, Côtes d'Auvergne, Ardèche et Pézenas. Pour cela cinq vinifications en rouge (Brouilly, Forez, Côtes d'Auvergne, Ardèche et Pézenas) et deux vinifications en blanc (Alsace, Côtes d'Auvergne) ont conduit à des vins provenant des domaines et à des vins standardisés par la conduite de micro-vinifications réalisées sur le campus agronomique de Lempdes.

Pour l'ensemble des vignobles concernés par l'étude, un suivi individuel des caractéristiques pédologiques et géochimiques et contrainte hydrique des sols viticoles, couplé à l'analyse chimique et sensorielle des vins microvinifiés, a été compilé dans ce rapport.

## L'EXPÉRIMENTATION MENÉE LORS DU MILLÉSIME 2023

Dans l'expérimentation conduite en 2023 avec Vinora, sept parcelles viticoles françaises, situées sur la diagonale Est/Sud, ont été suivies auprès des domaines viticoles pour pouvoir :

- Analyser les sols des parcelles viticoles à typologie volcanique et non volcanique auprès des secteurs d'étude.
- Réaliser des vinifications parcellaires avec un procédé standardisé de microvinifications réalisées sur le campus agronomique VetAgro Sup de Lempdes
- Analyser les vins volcaniques réalisés aux domaines issus des mêmes parcelles étudiées mais avec leurs propres itinéraires de vinification. Pour ces mêmes vignerons, les vins provenant de parcelles non-volcaniques et vinifiés au domaine ont été aussi analysés

Les parcelles viticoles à typologie volcanique, suivies dans le cadre de cette étude sont mentionnées sur le tableau 1 et la **Figure 1** résume les procédés de vinification utilisés et le nombre d'échantillons de vin générés pour cette étude

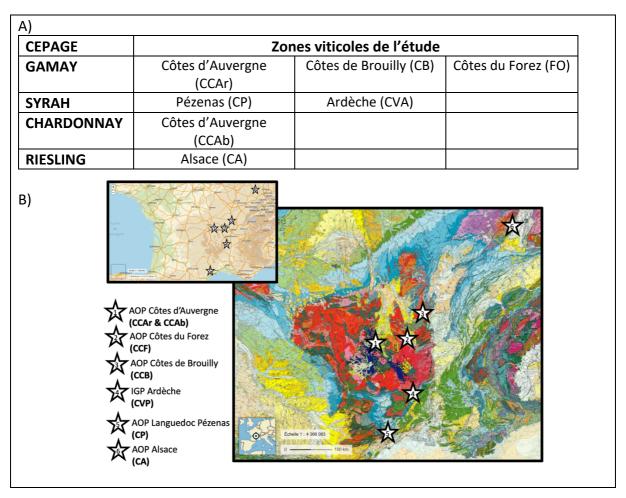


Figure 1 : Tableau répertoriant les cépages étudiés ainsi que les zones viticoles françaises qui ont été suivies lors de cette étude (A). Carte géologique de France indiquant la position des vignobles étudiés lors de cette étude (B).

Pour les procédés standardisés de microvinifications en rouge, les étapes suivantes ont été réalisées pour les cépages Gamay et Syrah :

- 1) Vendange égrappée à 100% placée dans cuve inox de 1 hL avec sulfitage à 20 mg/L
- 2) Macération pendant 10 jours avec piégeage manuelle quotidien
- 3) Fermentation alcoolique par ensemencement d'une levure S. cerevisae neutre à 20 g/hL (Levuline® CHP, OenoFrance, Eguisheim, France). Fermentation malolactique par ensemencement d'une bactérie lactique O. oeni à 1 g/hL Vitilactic F, Martin Viallate, Magenta, France)
- 4) Élevage dans fut inox de 30L inerte à l'azote
- 5) Sulfitage à 20 mg/L juste avant filtration
- 6) Filtration des vins puis embouteillage

Pour les microvinifications en blanc sur Chardonnay et Riesling, les étapes suivantes ont été faites :

- 1) Pressurage pneumatique de la vendange à 1 bar de pression et collecte du jus de raisin
- 2) Fermentation alcoolique par ensemencement d'une levure S. cerevisae neutre à 20 g/hL (Levuline® CHP, OenoFrance, Eguisheim, France). Élevage dans fut inox de 30L inerte à l'azote
- 3) Sulfitage à 20 mg/L juste avant filtration
- 4) Filtration des vins puis embouteillage

Pour les 7 modalités, un contrôle d'implantation de la levure utilisée pour la fermentation alcoolique a été réalisé et validé par PCR inter delta.

## PRÉSENTATION DES SOLS VITICOLES ÉTUDIÉS

# 1. Des sols viticoles volcaniques avec des comportements acido-basiques variés et des textures globalement plus limoneuses

La **Figure 2A** indique des valeurs de pH pour les différents sols viticoles de l'étude 3 avec : des valeurs pour les plus basses pour les sols les plus acides en Alsace (pH 5.8), des valeurs proches de 7 pour les sols neutres comme à Brouilly (pH 6.9), à des valeurs plus élevées pour des sols plutôt basiques en Ardèche (pH 7.5), Auvergne (pH entre 7.7 et 8.1), Forez (pH 7.9) Pézenas (pH 8.2).

Comme nous pouvons le voir sur la **Figure 2**, les pH des sols des vignobles étudiés sur les secteurs de l'AOC Côtes d'Auvergne avaient des pH compris entre 8.1 et 8.4, présentant des caractéristiques basiques que l'on retrouve de nouveau dans cette étude.

En fonction de la roche mère sur lequel s'est construit le vignoble volcanique français, il est intéressant de remarquer que la nature plutôt acide ou alcaline de la roche mère va pouvoir impacter par la composante acido-basique des sols viticoles. Ainsi en Alsace, nous sommes en présence de colluvions basaltiques plutôt acides et en Auvergne ou dans le Forez nous sommes sur des roches plutôt basiques avec des coulées de basaltes alcalins ou de basanites, marqué par des sols plus basiques. Ces mesures de pH doivent néanmoins être discutées au regard de l'historique des pratiques agricoles d'amendements qui auraient pu être réalisées sur ces différents vignobles. Des caractéristiques texturales et minérales de ces sols ont été conduites en complément pour apporter plus de précision sur la composition de ces sols viticoles.

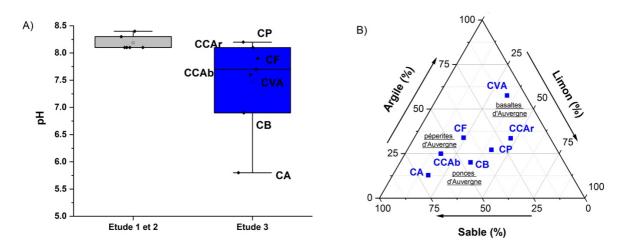


Figure 2 : pH des sols viticoles de l'étude 3 en comparaison aux sols étudiés lors des études 1 et 2 (A). Diagramme ternaire des textures des sols viticoles français de l'étude 3. Les sols viticoles provenant des basaltes, pépérites et ponces d'Auvergne analysés lors de l'étude 2 sont mentionnés sur ce diagramme (B).

Sur la **Figure 2B**, nous pouvons remarquer une grande diversité de textures des sols viticoles, dominées par la texture araileuse et limoneuse sur les vianobles

étudiés en Ardèche, Auvergne et Pézenas. La fraction limoneuse est respectivement de 33.3 %, 47.1 % et 41.0 %, se rapprochant des sols à typologie « basaltes d'Auvergne ». Les sols à dominante sableuse sont ceux d'Alsace et les ponces d'Auvergne pour lesquels la fraction sableuse est la plus importante, à 69.8 % et 57.6 %. Enfin les sols argilo-sableux du Forez et de Brouilly présentent des fractions sableuses comprises entre de 42.0 % et 45.9 %.

### 2. Une diversité d'éléments minéraux disponibles dans les sols viticoles

Les fractions minérales hydrosolubles de ces sols viticoles ont été analysées afin de rendre compte de la biodisponibilité en éléments minéraux pour la croissance de la vigne. Globalement, les sols viticoles volcaniques étudiés présentent une très grande diversité d'éléments minéraux. La **Figure 3** représente les concentrations des douze éléments minéraux (parmi quarante six qui ont été analysés) retrouvés dans les sols issus des sept parcelles.

L'élément majoritaire hydrosoluble retrouvé dans tous les sols viticoles de l'étude est le **fer** (compris entre 18.9 mg/g de sol en Alsace jusqu'à 60.0 mg/g de sol à Brouilly), suivi du **titane** (compris entre 2.0 mg/g en Alsace jusqu'à 10.5 mg/g dans le Forez).

Les éléments trace que l'on retrouve ensuite, sont le **manganèse** (compris entre 455 µg/g en Alsace et 1.4 mg/g à Brouilly), le **baryum** (compris entre 280 µg/g à Brouilly et 2.9 mg/g en Alsace) et le **strontium** (compris entre 187 µg/g en Ardèche et 729 µg/g en Auvergne) et le **lithium** (compris entre 35.9 µg/g dans le Forez et 226 µg/g en Auvergne).

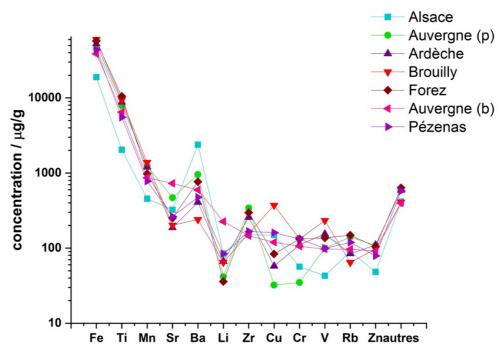


Figure 3: Diagramme sur échelle logarithmique indiquant les concentrations des douze éléments minéraux retrouvés majoritairement dans les sols viticoles parmi les 46 éléments analysés.

# 3. Une contrainte hydrique modérée sur le millésime 2023 et hétérogène sur les parcelles viticoles volcaniques françaises

L'étude des terroirs viticoles s'est poursuivie comme lors des millésimes précédents par une analyse du déficit hydrique des sept parcelles viticoles de l'étude que nous avons comparé aux résultats des millésimes 2020 et 2021. Lors du millésime 2023, trois autres parcelles à typologie argilo-calcaire ont également été analysés pour une comparaison de l'effet du millésime. La Figure 4 montre que globalement le déficit hydrique en 2023 a été beaucoup plus marqué que lors des millésimes 2020 et 2021. D'autre part le déficit hydrique sur les 7 parcelles viticoles de l'étude montre une grande variabilité comparativement aux études menées sur le millésime 2020 et 2021 (uniquement sur vianoble de l'AOC Côtes d'Auverane). Les valeurs de  $\delta$ 13C s'étalent en 2023 de : -23.4 ‰ dans le vignoble sur ponces d'Auvergne ou -23.6 ‰ sur le vignoble du Forez à -26.6 ‰ sur le vignoble sur colluvions basaltiques alsacien ou encore -26.8 ‰s sur le vignoble sur basalte d'Auvergne. Il est intéressant de remarquer que les parcelles viticoles sur les basaltes d'Auvergne ont présenté systématiquement les valeurs les plus basses, indépendamment des trois millésimes d'étude. Ceci renforce le caractère de résilience de certaines parcelles viticoles face aux différents aléas climatiques pouvant conduire au déficit d'eau pour les vignes (notamment celles sur basaltes en Auvergne ou en Ardèche ou sur colluvions basaltiques en Alsace).

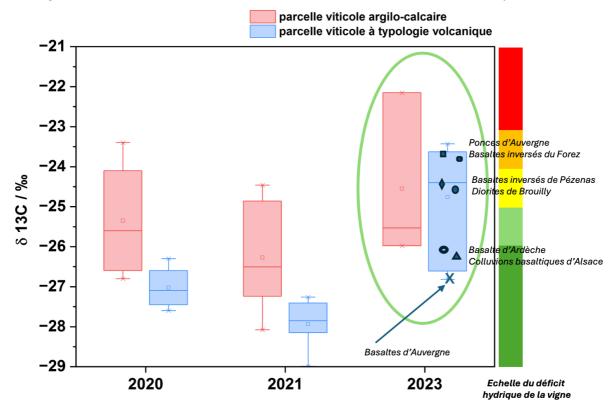


Figure 4 : Valeurs du rapport isotopique  $\delta 13C$  (‰) des différentes parcelles viticoles de l'étude, obtenues sur les millésimes 2020, 2021 et 2023 (rouge : typologie non volcanique, bleu : typologie volcanique). Un code couleur allant du vert au rouge indique l'échelle du déficit hydrique de la vigne.

### **COMPOSITION DES VINS – MILLESIME 2023**

Lors de ce millésime 2023, il a été décidé d'analyser sur le vin fini les mêmes paramètres que ceux mesurés en 2020 et 2021 à savoir les paramètres cenologiques classiquement mesurés et les éléments minéraux majeurs et mineurs. Nous avons aussi analysé les composés organiques volatils des différents vins.

### 1. Paramètres œnologiques des mouts et des vins

Les moyennes des paramètres œnologiques analysés sur l'ensemble des moûts provenant des vendanges qui se sont étalées de Pézenas le 23 aout 2023 jusqu'au 3 octobre 2023 en Alsace. D'après le tableau 1 qui rassemble les paramètres cenologiques des mouts de raisin, il apparait des maturités de raisins très variables entre les régions viticoles. Ainsi le cépage Syrah provenant des vignes sur basaltes inversés de Pézenas est arrivé à une maturité beaucoup plus avancée que les autres cépages du territoire français, caractérisé par un TAP élevé autour de 15.2° mais avec une acidité totale importante autour de 4.31 g/L (exprimée en acide sulfurique), malgré un acide malique qui a été bien dégradé par les conditions sèches du millésime (teneur à 1.65 g/L) et une teneur en azote assimilable des plus faibles (autour de 35 mg/L). Le Gamay d'Auvergne sur une parcelle basaltique est assez proche de la Syrah de Pézenas en termes d'avancement de maturité mais avec une moindre consommation de l'acide malique (4.1 g/L) et une teneur en azote assimilable importante (171 g/L). Au contraire, le cépage Chardonnay sur les territoires de ponces d'Auvergne est celui qui a la maturité technologique la moins avancée avec un TAP de 11°, une acidité totale faible de 2,6 g/L (exprimée en acide sulfurique), mais avec la teneur en azote assimilable importante (261 mg/L). Pour les autres cépages (Syrah d'Ardèche, Gamay de Brouilly, Gamay de Forez, Riesling d'Alsace) les maturités technologiques obtenues sont assez proches même si le cépage Riesling se différencie par une acidité plus importante et un pH plus bas.

	Syrah		Gamay			Chardonnay	Riesling
	Pézenas	Ardèche	Auvergne	Brouilly	Forez	Auvergne	Alsace
TAP (% vol)	15,2	12,6	14,9	13,2	12,8	11	12,3
AT (pH=7,0) [g/L [S]]	4,31	3,08	3,32	3,82	4,24	2,63	4
Acide tartrique [g/L]	7,42	4,15	3,81	3,86	8,64	5,68	6,28
Acide malique [g/L]	1,65	3,59	4,13	4,08	1,83	2,01	2,85
pH	3,71	3,54	3,57	3,23	3,22	3,95	3,09
Glucose + Fructose [g/L]	256,6	213,3	251,4	223,1	215,5	183,9	205
Azote Assimilable par Levures [mg/L [N]]	35	88	171	42	142	261	115
Masse Volumique [g/cm³]	1,105	1,087	1,103	1,089	1,081	1,106	1,091

Tableau 1 : Paramètres œnologiques des jus de raisins utilisés pour les microvinifications de Vinora sur le millésime 2023.

Le lancement des fermentations des jus de raisins a été fait avec la levure Levuline® CHP (OenoFrance, Eguisheim, France). Une standardisation en azote assimilable pour les mouts carencés a été faite à 150 mg/L en azote

(OptiFerm®, Lamote Abiet, Canéjean, France) afin d'assurer les étapes fermentaires. Le contrôle d'implantation réalisée pour l'ensemble des modalités a permis de s'assurer de la bonne implantation de la souche de Saccharomyces cerevisae utilisée.

Les caractéristiques cenologiques des vins embouteillés provenant des sept vignobles volcaniques étudiés sont présentées sur le Tableau 2. Etant donné la grande variabilité de maturité entre les différentes régions viticoles, nous retrouvons des variations importantes sur les teneurs en alcool, comprises entre 10.9 sur le vin blanc du cépage Riesling en Alsace et 15.6 sur le vin rouge du cépage Syrah à Pézenas. Les pH varient sur ces mêmes secteurs entre 2.99 et 3.75, ou comme le laissait entrevoir la maturité du cépage Riesling, le vin blanc alsacien est le plus acide avec ce pH de 2.99 et une acidité totale la plus élevée de toutes, soit 4.60 g/L (exprimée en acide sulfurique). Les valeurs d'IPT sont comprises entre 6,3/23,1 pour les vins blancs et des valeurs comprises entre 39.0 et 69.4 pour les vins rouges. Les teneurs en anthocyanes sont comprises entre 0.64 g/l pour le Gamay de Brouilly et grimpent jusqu'à 1.40 g/L sur la Syrah de Pézenas. Ainsi les variabilités sur les différents paramètres mesurés proviennent en grande partie de la différence de maturité des raisins, mais également de la différence entre les cépages utilisés pour la vinification.

	Syrah		Gamay			Chardonnay	Riesling
	Pézenas	Ardèche	Auvergne	Brouilly	Forez	Auvergne	Alsace
Ethanol (% vol)	15.6	12.0	13.9	12.3	12.9	11.2	10.9
Acidité titrable (pH=7,0) [g/L [S]]	3,00	3,12	2,99	3,61	4,05	2.51	4.60
Acide tartrique [g/L]	1,8	2,09	2,05	2,73	3,32	1.19	3.60
Acide malique [g/L]	0	0	0	0	0	0	0
Acide lactique [g/L]	1,38	1,73	1,71	1,15	1,13	2.22	1.2
Acidité volatile [g/L [A]]	0,11	0	0	0,02	0	0.31	0.10
рН	3,75	3,6	3,66	3,36	3,32	3.7	2.99
IPT	69,4	39,0	52,4	39,6	47,0	23.1	6.3
ANT (g/L)	1.40	0.75	0.65	0.64	0.94	0	0

Tableau 2: Paramètres œnologiques des vins issus des microvinifications réalisées par Vinora sur le millésime 2023.

### 2. Composition élémentaire des vins

L'analyse multi-élémentaire réalisée sur les sept vins provenant des quatre cépages des différents vignobles volcaniques français lors du millésime 2023 est présentée sur la **Figure 5**. Le **bore est l'élément le plus abondamment retrouvé dans les vins de Syrah** de Pézenas et d'Ardèche atteignant des concentrations de 7.0 mg/kg et de 6.4 mg/kg, respectivement. Pour ces mêmes vins de Syrah, les éléments les plus retrouvés sont le zinc, le cuivre, le fer, le nickel, le rubidium, le strontium et le manganèse pour des concentrations qui varient de 0.3 mg/kg sur le vin de Syrah d'Ardèche pour le manganèse à 2.5 mg/kg pour le zinc sur la Syrah de Pézenas.

Pour les vins de Gamay, **le rubidium et le bore** sont les éléments les plus concentrés et qui se retrouvent aux mêmes concentrations dans les vins : pour l'Auvergne (3.8/3.8 mg/kg), Brouilly (2.1/2.2 mg/kg), et le Forez (2.8/2.9 mg/kg). Pour ces mêmes vins de Gamay, les éléments les plus retrouvés derrière le

rubidium et le bore sont le zinc, le cuivre, le fer, le nickel, le rubidium, le strontium et le manganèse pour des concentrations qui varient de 0.2 mg/kg pour le nickel sur le vin de Gamay de Brouilly à 2.4 mg/kg pour le cuivre sur le vin de Gamay du Forez.

Pour le vin de Chardonnay d'Auvergne, c'est le **zinc qui est retrouvé à la plus grande concentration** (2.6 mg/kg), suivi du bore, cuivre, rubidium, fer, manganèse, nickel et strontium.

Pour le vin de Riesling d'Alsace, **le bore est l'élément le plus concentré** (1.8 mg/kg), suivi du rubidium, manganèse, zinc, baryum, strontium, fer et césium.

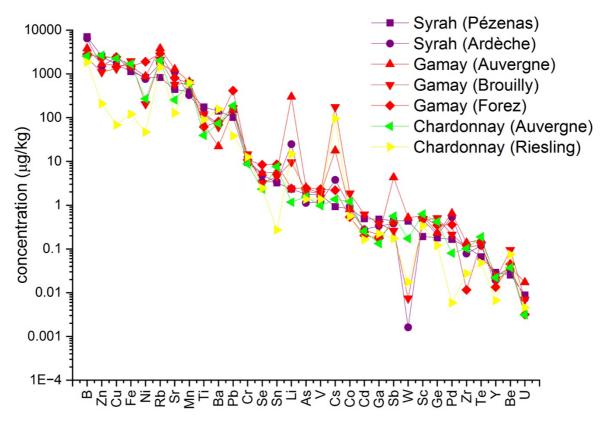


Figure 5 : Analyse multi-élémentaire des vins microvinifiés embouteillés provenant du millésime 2023. Diagramme sur échelle logarithmique indiquant les concentrations des trente et un éléments minéraux retrouvés dans

Parmi les éléments analysés retrouvés dans le vin qui ont été quantifiés dans le sol, un total vingt-quatre ont été retrouvés en communs. Il a été choisi de calculer le facteur de transfert entre le sol et le vin (défini comme la concentration dans le vin ramené à la concentration de ce même élément). Ce facteur pour les vingt-quatre éléments est représenté sur la Figure 6 ou sont entourés en rouge les éléments les plus concentrés dans le vin. Parmi ces vingt-quatre éléments, le bore est l'élément qui se concentre le plus dans les vins, suivi du zinc, nickel, cuivre, rubidium, plomb, cadmium, strontium et manganèse. Les variabilités de facteurs de transferts retrouvés s'expliquent par la différence de technique de vinification et par les cépages utilisés qui diffèrent.

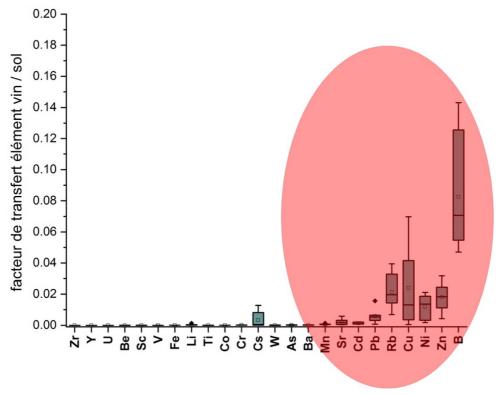


Figure 6: Analyse des facteurs de transferts élémentaires entre les sols et les vins microvinifiés embouteillés lors du millésime 2023. Pour chaque élément, les résultats présentés englobent les sept vignobles

### 3. Une recherche des composés organiques volatils sur les vins

Une analyse par chromatographie en phase gazeuse des composés organiques volatils a été réalisé sur les sept vins et a conduit à une quantification de vingt deux composés aux perceptions fruitées (famille chimique des esters), sept composés aux perceptions fumées (famille chimique des phénols) et un composé à la perception florale (alcool phénylque). La Figure 7 représente la somme de ces composés organiques volatils obtenus dans les vins en fonction du cépage, classé pour les trois types de perception sensorielle «fruité», «fumé» et «floral». Il apparaît que les vins rouges présentent, indépendamment du cépage, des caractéristiques chimiques assez proches en matière de composés à perception du fruité, du fumé et du floral. Le vin blanc du cépage Chardonnay présente des concentrations d'esters plus importantes que les vins rouges et que le vin blanc de cépage Riesling. Les composés organiques du fruité les plus représentés sont l'acétate d'isoamyle et l'octanoate d'éthyle avec des concentrations comprises entre 500 et 700 µg/L. Les concentrations en composés du fumé sur vin blanc sont bien plus basses que celles des vins rouges. Les composés organiques du fumé qui sont retrouvés dans les vins rouges majoritairement sont le gaiacol et le phénol avec des concentrations comprise entre 20 et 120 µg/L. Pour les vins blancs, ce sont les mêmes composés majoritairement retrouvés pour le fumé mais à un facteur, en moyenne 4 à 5 plus bas que les vins rouges. L'alcool phényléthylique n'a pas montré de différence statistique entre les vins de cépages différents avec des concentrations entre 20 et 50 µg/L.

Pour l'ensemble des vins, un dosage de la rotundone (molécule à sensation poivrée) a été effectué mais au seuil de détection de 3 ng/L. Cependant aucune détection n'a eu lieu sur les vins microvinifiés du millésime 2023, sûrment attribuable aux déficits hydriques plus importants relevés cette année sur les cépages Gamay et Syrah, bien que d'autres facteurs (viticoles, techniques, climatiques) peuvent également y contribuer.

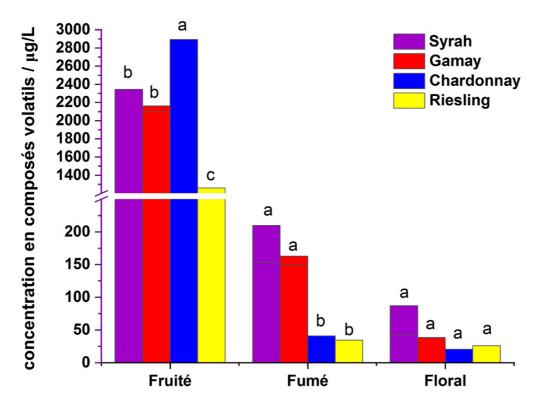


Figure 7: Histogramme représentant la somme des concentrations en composés organiques volatils obtenus dans les vins du millésime 2023 (exprimées en µg/L) en fonction des quatre cépages étudiés pour les trois types de perceptions sensorielles auxquelles ils réfèrent. Les lettres au-dessus de chaque histogramme représentent le résultat du test statistique post hoc par famille chimique sur les différences de somme des concentrations des composés volatils entre les différents cépages.

## ANALYSE SENSORIELLE DES VINS DE GAMAY DE L'AOC CÔTES D'AUVERGNE – MILLÉSIME 2021

### 1. Formation et entraînement du panel sensoriel des vins volcaniques

Un panel sensoriel a été constitué sur le campus agronomique de VetAgro Sup. Il comprenait des amateurs de vins, de sommeliers de l'union de la Sommellerie Française d'Auvergne, des viticulteurs et des maîtres de chai.

Ce panel a été formé et entraîné aux descripteurs des vins volcaniques retrouvés sur l'étude 1 et 2 de Vinora. Cette formation s'est tenue régulièrement à fréquence d'une séance hebdomadaire entre février et juin 2024. La **Figure 8** montre certaine de ces séances sensorielles réalisées avec le panel de dégustateurs. Pendant ces formations, des vins de cépage Syrah, Gamay, Chardonnay et Riesling issus de parcelles viticoles non volcaniques et volcaniques et provenant des domaines participant à cette étude, mais également des domaines d'autres régions viticoles ont été testés sensoriellement.

### Les objectifs étaient :

- de s'approprier les différences sensorielles entre les quatre cépages étudiés.
- de rechercher les perceptions olfactives et gustatives associées aux quatre cépages. Celles-ci ont été regroupées dans une liste de descripteurs pour les quatre cépages.
- d'entraîner le panel aux différents descripteurs retrouvés dans les vins.
- de calibrer les perceptions sensorielles des dégustateurs



Figure 8 : Formation du panel sensoriel à VetAgro Sup en partenariat avec l'union de la sommellerie française d'Auvergne

# 2. Des différences perceptibles entre les vins microvinifiés issus de parcelles volcaniques et les vins des domaines issus de parcelles non volcaniques

Lors de ces différentes séances, les participants ont pu être confrontés à différents tests discriminatifs et descriptifs qui étaient systématiquement discutés avec les panélistes. Parmi les tests discriminatifs, il a été demandé aux participants, par des **tests triangulaires** si des différences étaient perçues sur les vins microvinifiés provenant de parcelles viticoles à typologie volcanique choisie pour l'étude aux vins des domaines participant qui provenaient d'une parcelle à typologie non volcanique. Le résultat des tests triangulaires est comparé à la loi binomiale avec une probabilité de 1/3 pour juger de la significativité (tableau 3). Pour tous les cépages et les domaines participant, les deux typologies de vins sont jugées différents de manière significative. Cela ne préjuge en rien de quelles perceptions sensorielles les différentient. C'est pour cela qu'une recherche de descripteurs est réalisée dans la suite.

Tableau 3 : Résultats des tests triangulaires, classés par cépage et par vignoble, entre un vin microvinifié issu de parcelle volcanique et d'un vin provenant d'une parcelle non volcanique, vinifié par le domaine participant.

Tilline par le deritaine participant.							
	Sy	rah	Gamay			Chardonnay	Riesling
	Pézenas	Ardèche	Auvergne	Brouilly	Forez	Auvergne	Alsace
Nombre de dégustateurs	17	17	15	15	15	16	16
Nombre de bonnes réponses	11	14	12	11	12	14	10
Différence entre les vins	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui

## 3. Recherche de descripteurs sensoriels associés aux quatre cépages de l'étude

Afin de cartographier les perceptions sensorielles ressenties sur les différents vins provenant de cépages différents, il a été décidé de générer des descripteurs sensoriels avec le panel de dégustateurs et de la croiser avec une liste préétablie de descripteurs retrouvés dans la littérature, associée à chacun des quatre cépages.

Ensuite, deux à trois vins pour chacun des quatre cépages provenant des vins des domaines participant à cette étude, ont été servis au panel pour évaluer l'intensité et la fréquence des différents descripteurs sélectionnés par cépage. Enfin une réduction de la liste des descripteurs a été faite par un calcul de la moyenne géométrique de chacun des descripteurs. La **Figure 9** rassemble les descripteurs qui ont été retenus pour l'analyse descriptive des vins pour les quatre cépages.









Syrah
Cassis
Myrtille
Framboise
Cerise
Floral
Végétal
Minéral
Epicé/poivré
Fumé
Réglisse
Animal
Mentholé
Salinité
Acidité
Alcooleux
Astringence
Amertume
Equilibre en
bouche

Gamay
Cassis
Cerise
Framboise
Fraise
Minéral
Végétal
Epicé/poivré
Fumé
Beurré
Salinité
Acidité
Alcooleux
Astringence
Amertume
Equilibre en
bouche

Chardonnay
Pêche
Agrumes
Poire
Ananas
Floral
Minéral
Végétal
Fumé
Salinité
Acidité
Amertume
Alcooleux
Equilibre bouche

Riesling					
Pêche					
Fruits exotiques					
Agrumes					
Poire					
Ananas					
Minéral					
Végétal					
Fumé					
Salinité					
Acidité					
Amertume					
Alcooleux					
Equilibre bouche					

Figure 9 : Descripteurs sensoriels retenus pour l'analyse sensorielle des vins microvinifiés, classés par cépage étudié lors du millésime 2023.

### 4. Analyse descriptive des vins volcaniques français

### → Recherche de descripteurs communs associés aux quatre cépages

Pour les différents descripteurs sensoriels établis figurant sur la **Figure 9**, une **formation à la reconnaissance de la saveur ou à l'odeur** a été réalisée à l'aide de solutions modèles utilisant des molécules pures à des concentrations audessus des seuils de perception.

Des tests de classement de certains descripteurs sur les vins ont été réalisés pour familiariser le panel aux différences perçues entre des vins et faciliter le travail de l'analyse descriptive des vins microvinifiés.

Des analyses descriptives ont été réalisées par le panel de dégustateurs sur des vins des domaines et des vins d'entraınement qui ont été comparés par zone géographique, par cépage et par typologie de parcelle (volcanique/non volcanique) dans l'objectif de **maximiser** les descripteurs différentiant les vins sur la base de :

- différences d'une même variété, sur une même zone géographique donnée et sur un même domaine
- différences au sein même d'un cépage entre différentes zones géographiques pour un type de sol donné
- différences au sein même d'un cépage entre différentes zones géographiques

- différences au sein des vins de même couleur par type de sol

Il a ainsi été retrouvé par cépage les différences suiviantes :

- Syrah: Astringence, Fruité (rouge), Floral, Fumé, Salinité
- Gamay: Salinité, Fruité (rouge), Epicé/Poivré
- Chardonnay: Fruité (jaune/exotique), Fumé, Amertume
- Riesling: Fruité (jaune/exotique), Minéral

Il a ainsi été retenu pour la séance de dégustation finale des vins microvinifiés un total de 10 descripteurs sensoriels (couleur, intensité nez, acidité, amertume, salinité, astringence, fruité, floral, poivré, fumé) permettant d'évaluer une diversité de perception sensorielle sur les vins volcaniques français.

### ightarrow Les profils sensoriels des vins volcaniques français

L'analyse descriptive des sept vins microvinifiés a eu lieu le 20 juin 2024 dans la salle d'analyse sensorielle de VetAgro Sup en présence d'un panel de douze dégustateurs (10 hommes et 2 femmes)

Le résultat de cette séance de dégustation des vins microvinifiés du millésime 2023 est présentée sur la **Figure 10** ou les descripteurs ont été notés sur une échelle de 0 (absence de perception) à 10 (perception maximale)

### La couleur

La **couleur rouge** sur vins rouges est notée en moyenne entre 7 (Syrah d'Ardèche) et 8.8 (Syrah de Pézenas ou Gamay du Forez) indiquant une couleur rouge rubis, tendant vers le jaune sur l'ensemble des vins rouges. Cette différence est significativement différente (p-value <0.05) sur la Syrah (Pézenas vs Ardèche) et sur le Gamay (Forez vs Auvergne/Brouilly).

La **couleur jaune** sur vin blanc est notée en moyenne entre 2.7 sur les Riesling d'Alsace et 6 sur le Chardonnay d'Auvergne. Le vin blanc de cépage Riesling est un vin avec une couleur jaune plus légère comparativement au vin blanc de cépage Chardonnay dont le jaune a des nuances orangées.

#### L'intensité olfactive

Globalement les sept vins analysés ont des valeurs moyennement faibles d'intensité olfactive moyenne, comprise entre 5.6/5.7 pour les deux vins blancs (Chardonnay/Riesling) et le vin rouge Gamay de Brouilly et 6.5/6.6 (Gamay d'Auvergne/Syrah de Pézenas). Les valeurs des intensités olfactives moyennes ne présentent pas une grande dispersité de valeurs et il n'est retrouvé aucune différence significative entre les secteurs géographiques pour un même cépage.

### L'acidité

La **perception d'acidité moyenne** des vins s'étale sur **une fourchette basse** pour les vins blancs de 3.8 (Chardonnay d'Auvergne) à 6.4 (Riesling d'Alsace) et de 4.1 (Gamay d'Auvergne) à 5.6 (Gamay de Brouilly). Sur vin blanc le Riesling d'Alsace est statistiquement bien plus acide que le chardonnay d'Auvergne.

D'autre part, sur les vins rouges les plus acides sont, le Gamay de Brouilly et la Syrah d'Ardèche, présentant une acidité moyenne équivalente et qui sont statistiquement plus acides que le Gamay d'Auvergne. Les acidités de la Syrah de Pézenas et le Gamay du Forez ont des acidités intermédiaires mais qui ne se distinguent pas statistiquement.

### L'amertume

La perception d'amertume est notée en moyenne entre 3.6 (Riesling) et 3.7 (Chardonnay) pour les vins blancs sans différence statistique. Sur les vins rouges, les **notes moyennes d'amertume** s'étalent entre 3 (Gamay de Brouilly) et 4.6 (Syrah d'Ardéche) où la **différence est significative**. Les valeurs moyennes d'amertume perçue au sein d'un même cépage rouge ne sont quant à elles pas significatives et se caractérisent par une faible dispersité des valeurs moyennes d'amertume.

### La salinité

Les valeurs moyennes de salinité retrouvées sur les vins blancs sont comprises entre 4.6 (Chardonnay d'Auvergne) et 4.9 (Riesling d'Alsace) sans différence significative. Pour les vins rouges, les valeurs moyennes sont comprises entre 3.2 (Syrah d'Ardèche) et 4.4 (Gamay du Forez) sans aucune différence significative entre les vins rouges.

### L'astringence

Les vins blancs présentent des valeurs moyennes d'astringence de 2.8 pour les deux cépages Riesling et Chardonnay. Ces valeurs sont bien plus basses que celles retrouvées sur les vins rouges où elle se retrouvent comprises entre 3.3 (Gamay d'Auvergne) et 6.5 (Syrah de Pézenas). L'astringence élevée de la Syrah de Pézenas est significativement plus importante que l'astringence retrouvée dans tous les autres vins rouges (de cépage Syrah et Gamay).

### Le fruité

Les notes moyennes de fruité (fruit jaune/exotique) sont comprises pour les vins blancs entre 4.7 (Chardonnay) et 5.2 (Riesling) sans différence significative. Pour les vins rouges, les notes moyennes de fruité (fruit rouges) sont comprises entre 5.5 (Syrah d'Ardèche) et 7.2 (Gamay d'Auvergne) sans aucune différence significative entre les vins rouges.

#### Le floral

Les notes moyennes de floral sur les vins blancs sont comprises entre 4 (Chardonnay d'Auvergne) et 5.4 (Riesling d'Alsace), sans différence significative ente les deux vins blancs. Pour les vins rouges, les valeurs moyennes s'étalent de 3.4 (Gamay d'auvergne) à 4.5 (Syrah d'Ardèche) sans différence significative non plus entre les vins rouges.

### Le poivré

Les notes moyennes du caractère poivré sont comprises entre 2.7 (Riesling d'Alsace et 3.2 (Chardonnay d'Auvergne) sans différence significative entre les deux vins blancs. Pour les vins rouges, les valeurs s'étalent de 4.3 (Gamay

de Brouilly) à 5.5 (Gamay d'Auvergne) mais sans différence significative entre les vins rouges.

### Le fumé

Les notes moyennes du caractère fumé sont comprises entre 2.6 (Riesling d'Alsace) et 3.2 (Chardonnay d'Auvergne) sans différence significative entre les deux vins blancs. Pour les vins rouges les notes de fumé sont comprises entre 3.5 (Gamay de Brouilly) et 5.3 (Syrah de Pézenas et Gamay d'Auvergne) pour lesquels la différence de **perception du gout fumé est significativement différente**. Pour les vins de Gamay de Brouilly et de Syrah d'Ardèche, les notes moyennes du fumé présentent des valeurs intermédiaires (4.6) sans différence significative révélée.

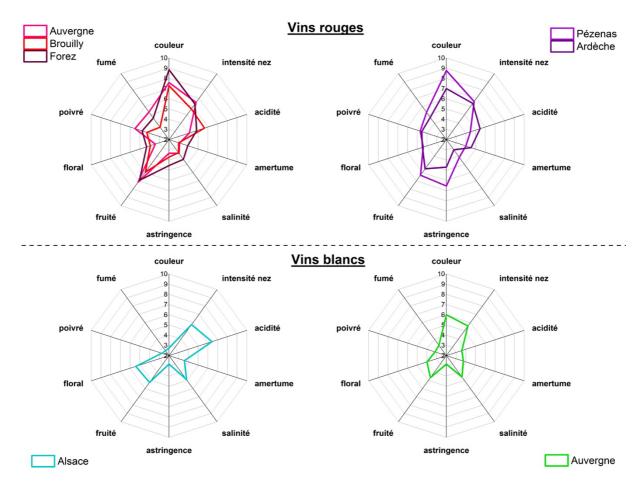


Figure 10 : Profils sensoriels des vins microvinifiés du millésime 2023, regroupés par cépage et par vignoble étudiés.

Les notes moyennes obtenues par le panel des dégustateurs ont été analysées par cépage et confrontés à un test statistique post-hoc pour évaluer dans quelle mesure le cépage modulait l'expression organoleptique des dix descripteurs quantifiés (Figure 11). Il a été retrouvé que les paramètres « Intensité Nez » et « Amertume » avaient des valeurs moyennes sans différences significatives entre les cépages. Pour les autres descripteurs, des

différences significatives de notations ont été retrouvés entre les cépages. Ainsi les cépages rouges présentaient systématiquement (Syrah et Gamay) des valeurs moyennes plus élevées en « couleur », « Fruité », « Poivré » et « Fumé » que les cépages blancs (Chardonnay et Riesling). C'était aussi le cas pour le paramètre « Astringence » mais uniquement différenciant pour le cépage Syrah. Sur ces sept descripteurs cités, il n'a pas été retrouvé de différence significative entre les cépages blancs, excepté la couleur jaune plus pale pour le Riesling comparativement au Chardonnay. Le cépage Riesling est néanmoins caractérisé par des notes moyennes en « Acidité », « Salinité » et « Floral », plus élevées comparativement au cépage Chardonnay, mais aussi aux cépages rouges (sans différence retrouvée entre les deux cépages rouges pour ces trois descripteurs).

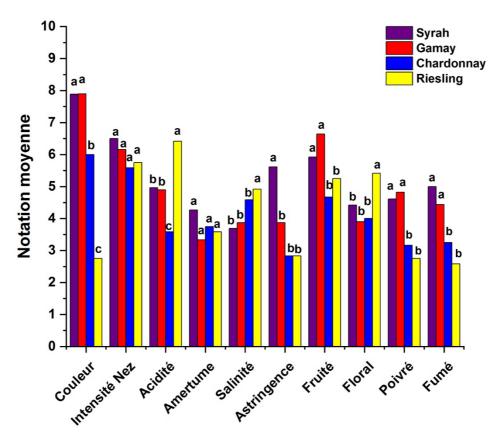


Figure 11: Notations moyennes obtenues par le panel de dégustateurs sur les vins microvinifiés classés par type de cépage. Les lettres au-dessus de chaque histogramme représentent le résultat du test statistique post hoc par descripteur sensoriel sur les différences des notes moyennes obtenues pour les différents cépages.

# 5. Analyse textuelle des descripteurs pour caractériser les vins volcaniques français

Lors des séances d'analyse sensorielle, il a été demandé à l'ensemble des participants de décrire avec leur sens les vins rouges et blancs qu'ils avaient dans leur verre. La **Figure 12** représente les descripteurs associés aux vins volcaniques français par type de cépage qui ont été utilisés par le panel de

dégustateur pour caractériser les vins volcaniques microvinifiés. Plus le terme apparaît en gras, plus le terme a été utilisé fréquemment par les dégustateurs.

Ainsi les vins volcaniques qui ont été microvinifiés se caractérisent par des caractéristiques qui ont le plus été citées par les dégustateurs comme suit :

- Vins rouges de Gamay caractérisés par un nez fruité, une couleur rouge grenat, et une bouche alcooleuse puissante, fumée et poivrée.
- Vins rouges de Syrah caractérisés par une couleur rouge grenat foncée, un bel équilibre en bouche avec des notes tanniques astringentes et une certaine pointe végétale.
- Vins blancs de Riesling caractérisés par une couleur jaune pâle et trouble, une acidité franche en bouche et des notes florales et fruitées d'agrumes
- Vins blancs de Chardonnay caractérisés par une couleur jaune légèrement trouble avec des notes minérales, salines et fruitées compotés en bouche.

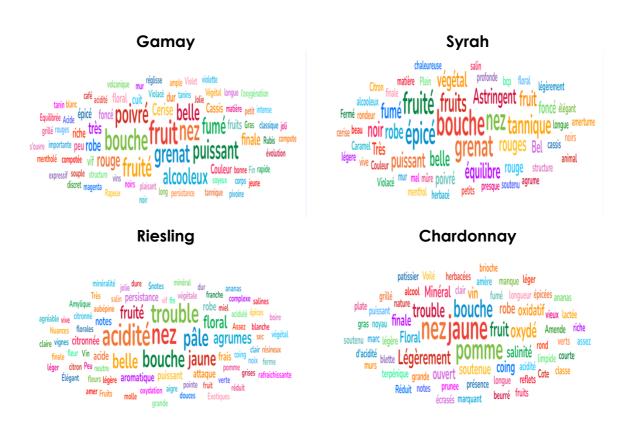


Figure 12 : Nuages de mots représentant les mots les plus fréquemment utilisés par le panel de dégustateurs pour décrire les vins volcaniques microvinifiés en fonction des quatre cépages étudiés.

### **CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

Cette étude n°3 vise à étendre notre connaissance sur le comportement des sols viticoles à typologie volcanique de **six vignobles français** (Alsace, Brouilly, Forez, Côtes d'Auvergne, Ardèche et Pézenas) à conférer des **particularités communes** à leurs vins. Pour cela, deux types de vins: blancs et rouges provenant de **quatre cépages** ont été étudiés (Gamay, Syrah, Chardonnay et Riesling) chimiquement et sensoriellement.

Il a ainsi été retrouvé que les sols viticoles des différentes régions présentent des caractéristiques acido-basiques variées et des textures riches en limons. Ces sols viticoles présentent une grande diversité d'éléments biodisponibles avec notamment des éléments majoritairement retrouvés que sont le fer, le titane, le manganèse, le baryum, le strontium et le lithium. Il a également été retrouvé que le millésime 2023 avait conduit à une contrainte hydrique modérée et hétérogène sur les parcelles viticoles volcaniques françaises.

Les vins volcaniques microvinifiés présentent des paramètres œnologiques basiques assez variables du fait de la différence des maturités des raisins, mais également de la différence entre les cépages utilisés pour la vinification. Par analyse élémentaire des vins, il a néanmoins été retrouvé, indépendamment du cépage, que les éléments qui se concentrent davantage dans les vins issus des terroirs volcaniques étudiés sont le bore, suivi du zinc, nickel, cuivre, rubidium, plomb, cadmium, strontium et manganèse. Une recherche sur les composés organiques volatils des vins a également montré une concentration importante en esters conférant des notes fruitées avec des différences importantes entre cépage, avec des cépages rouges qui expriment une concentration assez proche en esters fruités. Il a également retrouvé des composés organiques volatils aux notes fumées (phénol et guaiacol) de manière plus abondante sur les vins rouges (en concentration proches entre Syrah et Gamay) comparativement aux vins blancs.

**L'analyse sensorielle** qui a été menée pour évaluer les spécificités entres les différents vins a montré :

- Une différence entre des vins microvinifiés issus de parcelles volcaniques et des vins des mêmes domaines issus de parcelles non volcaniques pour les quatre cépages
- Des descripteurs de vins rouges volcaniques qui montrent une couleur rouge rubis pour le Gamay et rouge grenat pour la Syrah. Pour les deux cépages rouges, l'intensité olfactive, l'acidité/l'amertume et la salinité en bouche sont légères. L'astringence est plus forte sur le cépage Syrah que Gamay mais aucune différence de perception pour un même cépage provenant de vignobles volcaniques différents. Les notes fruitées, florales et poivrées sont présentes modérément sans aucune différence entre les deux cépages rouges. Enfin les notes fumées retrouvées sont assez faibles jusqu'à moyennement fortes, notamment sur la Syrah de Pézenas et le Gamay d'Auvergne.

- Des descripteurs de vins blancs volcaniques caractérisés par une couleur jaune pâle pour le Riesling à jaune orangé pour le Chardonnay, une intensité olfactive légère sur les agrumes et le floral pour le Riesling et sur le fruité et le floral pour le Chardonnay. En bouche, l'acidité retrouvée est faible pour le Chardonnay et bien plus importante pour le Riesling. Les vins blancs présentent une amertume et une astringence faible en bouche, avec un caractère salin assez important et des notes minérales retrouvées sur le Chardonnay. Les notes poivrées et fumées sont légèrement retrouvées sur ces vins, sans différence entre les deux cépages.

Ainsi, lors du millésime 2023, les différences obtenues sur les vins proviennent de l'hétérogénéité de maturité et de cépages retrouvés entre les secteurs viticoles étudiés. Néanmoins la standardisation des procédés de vinifications a pu révéler la part de variabilité d'expression des vins sur ces terroirs volcaniques au sein d'un même cépage et d'identifier des indicateurs chimiques et sensoriels caractéristiques des vins issus des différentes typologies volcaniques. La contrainte hydrique est un indicateur essentiel qui traduit de la variabilité importante retrouvée sur le millésime 2023 et qui conditionne l'expression organoleptique et la composition chimique des vins microvinifiés. La composition élémentaire des vins de ces vignobles volcaniques concentre une diversité commune d'éléments dans leurs vins. La composition volatile des vins indique des différences d'expression sur le caractère fruité et fumé par catégories de vins blancs et rouges issus des terroirs volcaniques. Enfin les caractéristiques sensorielles des vins révèlent des similitudes sur deux descripteurs (intensité nez et amertume) et des modulations d'expression organoleptique en fonction du type de vinification rouge vs blanc sur cinq descripteurs (couleur, Fruité, Poivré et Fumé, Astringence) et par type de cépage sur huit descripteurs (couleur, Fruité, Poivré et Fumé, Astringence, Acidité, Salinité et Floral).

Pour la suite de cette étude, il apparaît important de **confronter les données collectées** lors des deux millésimes précédemment étudiés sur l'AOC Côtes D'Auvergne et étendues sur cinq autres vignobles sur le millésime 2023. Il apparait important de poursuivre à alimenter cette **base de données** pour davantage maîtriser, l'effet millésime sur les expressions sensorielles et la composition élémentaire des vins volcaniques. Il serait intéressant de poursuivre cette recherche à d'autres millésimes mais également à d'autres typologies de vignobles volcaniques qui se situent dans des conditions hydriques et des conditions de pédogénèse plus extrêmes afin d'avoir une vision encore plus globale pour pouvoir communiquer de manière harmonieuse tout en tenant compte des différentes spécificités existantes sur la diversité des vignobles volcaniques existants.