

La minéralité des vins

De l'odeur de toilettes à celle de pierre à fusil dans les vins, il n'y a qu'un soufre

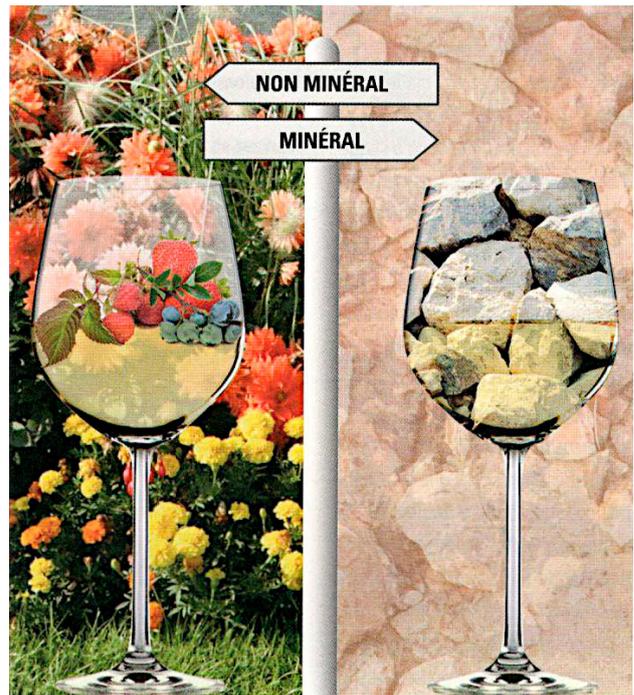
Article Revue œnologique n° 178 février 2021

Le débat autour de la minéralité des vins est vif tout comme sa sensation en bouche. Un vaste projet a été réalisé en Suisse sur le sujet.

Une dégustation holistique de 80 vins de chasselas par 62 professionnels suisses a tout d'abord permis de dresser un classement des vins, allant du moins minéral au plus minéral (Deneulin et al., 2015). La description sensorielle des deux pôles de vins contrastés, peu ou très minéraux, montre que les vins minéraux ont globalement plus de fraîcheur aromatique, souvent plus d'acidité, et relâchent des odeurs de pierre à fusil.

Du point de vue chimique, la plupart des vins jugés de minéraux contenaient plus d'acide malique (-1,5 g/L) que d'acide lactique (-0,5 g/L) (Starkenmann et al., 2016), la fermentation malolactique¹ n'a donc pas été faite ou de manière incomplète. L'acidité ainsi conservée permet notamment d'expliquer le caractère « vif » associé à la minéralité. Toutefois, les analyses classiques des volatiles n'ont pas pu expliquer l'odeur de pierre à fusil ou l'odeur ressemblant à celle de deux silex que l'on aurait entrechoqués.

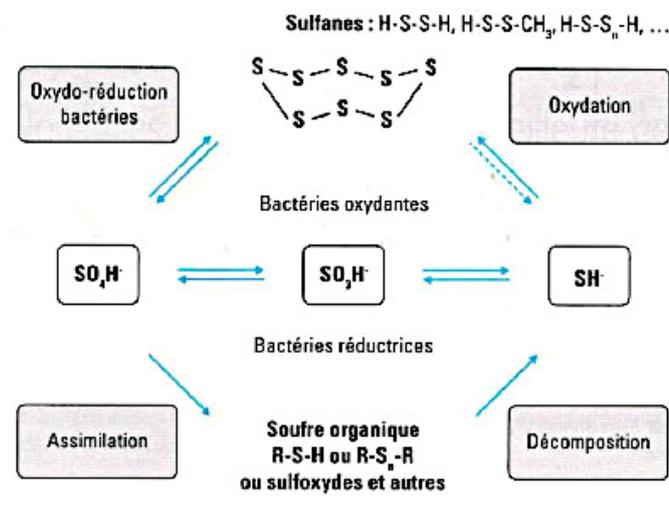
Pour mieux comprendre ce phénomène, revenons sur la chimie du soufre (Kabil et Banerjee, 2010). Le soufre élémentaire se trouve sous une forme de cycle composé de 8 éléments soufre. Chaque atome étant lié à lui-même, il ne donne ni ne prend d'électrons, mais les partage avec les atomes voisins. Le soufre élémentaire est ainsi très stable. Quand on fait barboter de l'H₂S dans de l'eau, on observe très rapidement un trouble se former, correspondant au soufre élémentaire. L'atome de soufre venant de l'H₂S a donc perdu deux électrons, il s'est oxydé. Mais celui-ci peut s'oxyder plus encore et perdre des électrons donnant ainsi les sulfites puis les sulfates. Ces transferts d'électrons sont principalement le résultat de l'action de microorganismes ou de métaux qui catalysent la réaction.



¹ En vinification, la fermentation malolactique, aussi abrégée FML ou malo, est la transformation de l'acide malique en acide lactique par l'intermédiaire de bactéries anaérobies appelées bactéries lactiques comme l'espèce *Oenococcus oeni*. Se traduisant par une diminution de l'acidité, elle permet une stabilisation et un assouplissement du vin, particulièrement recherchés pour la vinification en rouge.

La présence ou non d'oxygène dirigera le sens des réactions. Le soufre est intimement lié au monde vivant et minéral. L'utilisation du soufre par des organismes vivants remonterait jusqu'à l'origine même de la vie, soit environ 3,5 milliards d'année. Seul ou combiné avec d'autres éléments chimiques, il est impliqué dans de nombreuses fonctions biologiques allant de l'accepteur d'électron dans la respiration de certaines bactéries anaérobiques jusqu'à des signaux biologiques influençant, par exemple, la dilatation des vaisseaux sanguins chez l'être humain.

Figure 1: Cycle des états de l'atome de soufre.



Le soufre, sous toutes ses formes (figure 1), est un constituant important de la biomasse et de ce fait, il a été incorporé à la roche en formation. Nous pensons que l'atome de soufre s'est trouvé bloqué dans un état intermédiaire instable, dans des microbulles à l'intérieur de ces roches nouvellement formées, comme encapsulé dans la pierre. Lors de la rupture de ces microbulles, ces atomes de soufre, bloqués depuis des millions d'années faites de donneurs ou preneurs d'électrons, se sont retrouvés dans un état intermédiaire instable que sont les sulfanes.

Les sulfanes décrivent une famille de molécules avec deux, trois ou quatre soufres comme H-S-S-H, H-S-S-S-H et ainsi de suite. Parfois l'hydrogène est remplacé par un carbone (méthyle) ou deux carbones (éthyle). Ces molécules donnent une odeur aux pierres lorsqu'elles sont entrechoquées. La composition des sulfanes emprisonnés est différente entre des silex de Dordogne, des pierres du Mont Pellerin ou d'autres du Valais. Ceci explique ainsi les différents profils olfactifs s'échappant des pierres entrechoquées et toute la richesse aromatique offerte par cette nature minérale.

Mais comment a-t-on fait pour découvrir ces molécules encore inconnues pour leurs propriétés olfactives ? Il faut de la chance, être curieux et à l'écoute des confrères, et entouré d'un laborant d'exception.

Notre chance fut que nous utilisions de l'H₂S gazeux dilué dans l'azote pour recréer l'odeur des toilettes (Chappuis et al., 2018). Au cours du temps, l'odeur de l'œuf pourri qui marie si bien les odeurs fécales a commencé à dévier, ressemblant de plus en plus aux odeurs de feux d'artifice, d'allumettes et de pierre à fusil. Le gaz a donc été capturé dans une trappe contenant un réactif permettant de transformer H₂S en une molécule stable. Après des analyses spécifiques, nous avons découvert que le principal contaminant était H-S-S-H (H₂S₂).

Il a ensuite fallu synthétiser H-S-S-H en développant une nouvelle voie de synthèse car la seule connue jusqu'à présent implique des conditions extrêmement dangereuses (Walton et Parsons, 1921), absolument pas réalisable dans un laboratoire moderne. Ce composé

H-S-S-H est très instable et très volatil. Pourtant seulement quelque dixième de pourcent suffisait à modifier l'odeur de l'H₂S et nous avons donc souhaité connaître sa puissance olfactive.

Pour faire cette approximation, nous avons préparé des solutions fraîches d'H₂S et H-S-S-H dans du toluène plus lourd à partir du disulfane protégé par des siliciums. Grâce à cette astuce, nous avons pu mettre en place des tests de GC-sniffing. Nous avons estimé que H-S-S-H est environ 50 fois plus puissant que l'H₂S.

La deuxième chance ou le concours de circonstances fut la demande d'aide formulée par la Haute école de viticulture et d'œnologie de la Romandie pour essayer de comprendre la différence olfactive au niveau moléculaire de vins minéraux ou non. Ainsi, le mystère de l'odeur de pierre à fusil a été élucidé et la présence de ces molécules dans deux chasselas blancs, à l'odeur minérale, a été vérifiée.



**15^e matinée
des Œnologues
de Bordeaux**

**Disulfanes et trisulfanes
d'hydrogène : liens avec
l'odeur de silex et la
minéralité du vin**

Christian Starckenmann
Christian.starckenmann@firmenich.com
Christian.starckenmann@gmail.com

Firmenich **120**
YEARS
BECAUSE
WE CARE
1

Charles Jean-Francois Chappuis², Pascale Deneulin³, Christian Starckenmann⁴

² Changins - Haute école de viticulture et œnologie, HES-SO - Nyon - Suisse

³ Docteur en chimie organique, biochimiste

⁴ Biochimiste, consultant spécialiste des arômes et parfums - Onex – Suisse, auteur du livre [Les accords olfactifs pour un monde meilleur](#)