

Les colorants bleus dans l'actualité du vin

par **Christine SIMON**

Lycée Camille Claudel - 41000 Blois

christine.simon@ac-orleans-tours.fr

AU TRAVERS D'UNE POLÉMIQUE à propos des vins bleus, cet article fait le point sur les colorants présents dans les vins, naturellement présents par vinification ou ajoutés. La découverte récente par des chimistes de l'ajout frauduleux de bleu brillant (E133) contredit l'argument des fabricants revendiquant l'utilisation d'anthocyanes du moût de raisin.

INTRODUCTION

Été 2019, la polémique enfle à propos des vins bleus, nouveautés sur le marché du vin. Des étudiants chercheurs de l'Université de Toulouse découvrent en effet que les arguments des fabricants et revendeurs seraient erronés. Ni anthocyanes habituellement rouges ne sont devenues bleues, ni spiruline d'eau de mer imprégnant le vin comme par magie à travers le bouchon... ce serait selon les chimistes un ajout frauduleux de colorant alimentaire incriminé dans la couleur de ces nouveaux vins. Mais pourquoi ces vins à la couleur inhabituelle ont-ils autant plu dès leur mise en vente ? Les colorants bleus ont leur histoire. Et finalement officiellement, qu'est-ce qu'un vin ? connaît-on sa composition chimique ? Ce qui suit permet d'y voir plus clair.

1. BIZARRE... VOUS AVEZ DIT BLEU ?

Les pigments bleus ont une histoire particulière et fascinante. Rares à l'état naturel, le premier bleu de l'histoire est probablement le lapis-lazuli (cf. figure 1), puis les hommes ont extrait des pigments⁽¹⁾ ou colorants⁽²⁾ bleus des plantes avant d'arriver à les synthétiser.

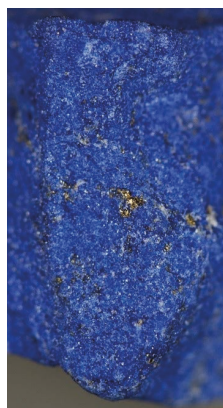


Photo J. St. John on Foter.com/CC BY)

Figure 1 - Lapis-lazuli : silicate soufré d'aluminium et de sodium.

(1) Pigment : insoluble dans le milieu qu'il colore (exemple : noir de carbone dans l'eau).

(2) Colorant : soluble dans le milieu qu'il colore (exemple : jus de chou rouge).

Le célèbre bleu utilisé au Moyen-Orient, surnommé par la suite bleu égyptien, remarquable dans les décorations funéraires et maquillages, fut probablement le premier colorant synthétique [1] fabriqué par l'homme, à haute température, à partir de l'azurite, un carbonate de cuivre naturel. Cette recette fut oubliée au cours du moyen-âge puis retrouvée dans des écrits [2].

Les colorants bleus ont évolué et fasciné les hommes de tout temps, notamment les artistes peintres, qui à certaines époques devaient se procurer ces pigments plus chers que l'or.

Le bleu extrait de l'*Isatis tinctoria*, une plante surnommée «guède» ou encore «pastel des teinturiers» a eu sa place sur les champs de bataille où des guerriers bretons et celtes se peignaient le corps avant de combattre leurs ennemis gréco-romains. Ce même pigment a contribué à la richesse de la région de Toulouse, Albi et Carcassonne entre le ^{xiv}^e et le ^{xvi}^e siècle avant l'arrivée de la concurrence britannique avec le pigment indigo extrait de l'indigotier des colonies d'Inde. Coïncidence amusante, ce sont des chimistes toulousains en 2019 qui ont découvert le colorant du vin bleu.

La première synthèse de l'indigotine (1882 par le chimiste allemand Adolf von Baeyer) permet l'essor des teintures bleues à l'échelle industrielle, dont celle des fameux jeans. Lors des dernières décennies, les colorants alimentaires⁽³⁾ ont fait leur apparition et les premiers colorants bleus y font sensation, maintenant il devient commun de voir des cosmétiques bleus ou même de manger du bleu dans les bonbons ou les yaourts. Depuis quelques années, en raison le plus souvent de la pression des consommateurs plus avertis sur les dangers de certains produits, les colorants synthétiques disparaissent au profit de colorants naturels.

2. APPARITION DES VINS BLEUS

Les connaisseurs peuvent décrire des vins rouges, blancs et rosés, voire des appellations de vins gris et jaunes, mais les nouveaux venus, les vins bleus, intriguent le grand public et les journalistes dès 2016 sans qu'une étude scientifique n'ait été menée à l'époque [3].

- (3) Les molécules colorantes alimentaires, sauf exception, sont des molécules organiques, les colorants minéraux, présentent le plus fréquemment une certaine toxicité. Le groupe fonctionnel responsable de la couleur d'une molécule est appelé groupe chromophore. Les groupes chromophores sont des doubles liaisons conjuguées, des systèmes aromatiques, comprenant souvent des atomes d'azote. Ils sont colorés pour l'œil humain car ils absorbent certaines longueurs d'onde de la lumière visible. Lorsqu'un groupe auxochrome (souvent des hétéroatomes) est présent en plus de la structure chromophore, des nuances apparaissent.

2.1. Vin bleu et Blue wine : une marque déposée à l'INPI

En 2003, des Vosgiens déposent la marque «Vin bleu» et «Blue wine» à l'INPI (Institut national de la propriété industrielle), l'utilisation du terme est donc protégée. Ce vin des Vosges est en réalité rouge très foncé, avec de légers reflets bleutés (cf. figure 2), issu de cépages un peu oubliés, l'Oberlin et le Khulman. Il est vendu sous l'appellation Vosges Terroir [5] et n'a *a priori* aucun lien si ce n'est le nom, avec les nouveaux vins bleus dont la couleur est très différente.



Dépôt du : 12 JUIN 2003

à : I.N.P.I. PARIS

MOREL Jean Robert, 19, rue gambetta, 88000 EPINAL.

Mandataire ou destinataire de la correspondance :
Jean MOREL, 9, rue des soupirs, 88000 EPINAL.

VIN BLEU

Description de la marque : BLUE WINE



Figure 2 -  Marque «Vin bleu» déposée à l'INPI [4] -  Vin bleu des Vosges.

2.2. 2016-2018 : les vins bleu clair...

En 2016, ces premiers vins bleu ciel apparaissent... en France, rapidement vendus dans des lieux festifs parisiens et tropéziens. Un sommelier dépose sa marque VB (cf. figure 3A, page ci-après), fort de son succès commercial lors d'un marché de Noël à Dole (Jura) où on lui interdit de vendre du vin chaud pour éviter une trop forte concurrence. Il revendique un assemblage de Chardonnay bio et une recette artisanale du curaçao... Amusant, car le curaçao est à l'origine une liqueur à l'orange, de couleur orange, fabriquée par les Hollandais, mais colorée ensuite au bleu brillant, le colorant E133...

La même année, cinq étudiants espagnols fabriquent en Espagne un vin couleur indigo. Commercialisé sous la marque Gik (cf. figure 3B, page ci-après), son arrivée en France fut très médiatisée. Le mystère est complet, ils souhaitent cacher leur lieu de



Figure 3 -  VB du Jura -  Gik Live !

fabrication et affirment que leur vin est vinifié de manière tout à fait classique avec ajout en fin de vinification de moût de raisin et de carmin d'indigo (cf. figure 4). Ce dernier peut avoir deux origines de fabrication, soit il est un colorant bleu naturel extrait de l'indigotier, souvent vendu sous forme de mélange avec d'autres extraits de cette plante, soit il est synthétisé à partir de produits pétrochimiques, son code européen est le E132 (cf. figure 4).

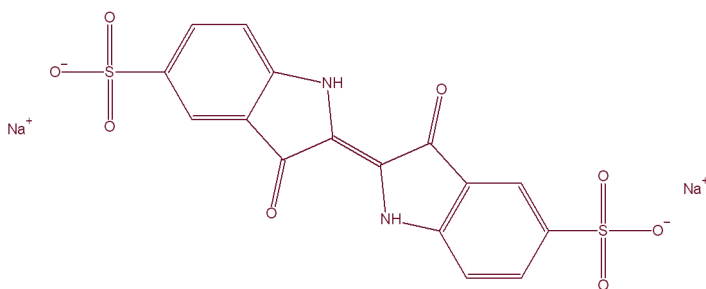


Figure 4 - Carmin d'indigo (ou indigotine), colorant E132.

L'engouement est immédiat... jusqu'en août 2016 où la marchandise est jugée non conforme à la législation du vin espagnol. Depuis, les fabricants ont retiré le terme « vin bleu » et l'ont remplacé par « 99 % de vin et 1 % de moût de raisin » pour pouvoir respecter la législation. Ce vin est aujourd'hui exporté dans vingt-et-un pays, son premier marché sont les États-Unis et le deuxième la France.

Puis arrive « Imajyne » le vin bleu corse. La bouteille séduit (cf. figure 5A, page ci-contre), étiquette signée du célèbre dessinateur Enki Bilal, et les arguments marketing ne manquent pas : « vin stabilisé aux sels minéraux », « boisson naturelle », « vendangé la

nuît, pressé à froid», «raisins rincés à l'eau de mer, avant la vinification. Selon une technique de macération utilisée par les Romains durant l'Antiquité». Les bouteilles sont stockées six mois dans une grotte sous-marine à 70 m de profondeur et la «spiruline des algues» contribuerait à sa coloration... Face à leurs détracteurs et à la récente découverte par des chimistes de l'Université de Toulouse d'un colorant bleu E133 présent dans leur vin, les vigneronnes corses continuent de nier : «Dès que l'on propose un vin différent, tendance, l'initiative est critiquée et suspecte. Il n'y a pas que les Américains qui savent innover, nous aussi nous savons innover et nous le prouvons. Il n'y a pas de colorant dans notre vin. Tout ce que l'on utilise dans ce vin est sain et consommable», affirme le producteur. La boisson est surtout vendue à l'étranger : États-Unis, Asie, Dubaï, Europe de l'Est, dans les grands établissements à Monaco, elle a aussi la cote auprès des célébrités [6].

Été 2018, un négociant de Sète (Hérault) obtient l'exclusivité du marché de vente de Vindigo (cf. figure 5b), un vin élaboré en Andalousie. Dans les premiers arguments de vente on lit : vin de méditerranée, 100 % naturel, 100 % Chardonnay. La couleur, de nouveau, intrigue et le négociant explique : «C'est du Chardonnay, que [nos œnologues] passent dans de la pulpe de raisin rouge. Quand on regarde le raisin rouge, il y a un bleu dedans, ça s'appelle l'anthocyane. Ils le filtrent dans cette peau... Et il sort ce vin bleu !» [7]. Après intervention de l'INAO (Institut national de l'origine et de la qua-



Figure 5 - Les bouteilles  Imajyne -  Vindigo.

lité), le négociant indique avoir été mal orienté par son fournisseur. Il retire l'indication « vin » de l'étiquette, lance un label « biologique » et la marque « Vindigo » puis précise qu'il change de fournisseur et de recette. À travers une vidéo en ligne, on comprend que c'est un nouvel assemblage de vins d'Aix (AOP), pas un mot sur la coloration bleue qui persiste pourtant dans cette nouvelle version.

Depuis, les marques, notamment espagnoles, poursuivent la ruée vers le vin bleu et certains proposent l'année 2019 des vins bleus, verts, orange, rose... aux couleurs acidulées ressemblant étrangement à des sirops dilués. Par exemple Marques de Alcantara, dont la couleur et l'étiquette (100 % Chardonnay, Bio, Vino Azul) ne semblent pas respecter la législation, Passion Blue chardonnay (vendu sur des sites tels Drinks&Co⁽⁴⁾, Licorea⁽⁵⁾... qui expliquent la couleur bleu azur par les anthocyanes présentes dans le moût de raisin) ou encore un vin bleu libanais lancé par un chirurgien [8], du même bleu incomparable que ceux cités ci-dessus.

3. QU'EST-CE QUE LE VIN ET QUELS SONT LES COLORANTS NATURELS DU RAISIN ?

En France, l'usage du terme « vin » est pourtant très strict. Un décret de 1987 précise que les boissons alcoolisées aromatisées à base de raisins ne doivent pas comporter le mot vin dans leur dénomination. La dernière norme européenne d'étiquetage des vins date de 2015 : « Le vin est exclusivement la boisson résultant de la fermentation alcoolique complète ou partielle du raisin frais, foulé ou non, ou du moût de raisin. Son titre alcoométrique acquis ne peut être inférieur à 8,5 % vol. » (OIV : Organisation internationale de la vigne et du vin).

3.1. Composition chimique du vin [9-10]

Dans le vin, on trouve des milliers de molécules, on en découvre encore de nouvelles, et les mécanismes de vieillissement ne sont pas tous élucidés. Suivant les cépages, les conditions climatiques et les techniques de vinification, le vin contient 70 à 80 % d'eau et 7 à 16 % d'éthanol produit lors de la fermentation, par les levures de la peau des fruits ou des levures ajoutées, sur le sucre contenu dans les fruits.

Il contient aussi du glycérol (sous-produit de la fermentation), du méthanol en très faible quantité (toxique, produit par l'action des enzymes du raisin sur la pectine), des sucres (glucose, fructose, qui alimentent les levures lors de la fermentation et des traces de saccharose, xylose et arabinose), des acides (acide tartrique, acide malique et l'acide citrique...) et le pH du vin est compris entre 3,2 et 3,8.

(4) <https://www.drinksco.fr>

(5) <https://www.licorea.com>

En plus faibles proportions, on y trouve aussi des matières minérales : des anions (ions chlorure surtout en bord de mer, ions sulfate, des ions phosphate parfois ajoutés, des ions sulfites SO_3^{2-} ajoutés pour leur rôle antioxydant et antimicrobien.), des minéraux (potassium, sodium, magnésium, zinc, cuivre ou manganèse) par ailleurs nécessaires à la survie des levures, et des métaux en très faible quantité.

On relève lors du vieillissement toute une gamme d'esters et d'aldéhydes très odorants et des polyphénols (comme le resvératrol (cf. figure 6) dont on a récemment découvert le pouvoir anticancéreux [11-12], colorés et odorants, se formant à partir des sucres dans les végétaux. Souvent nommés « matières tannoïques », on y distingue plusieurs familles de composés, dont les flavones, les anthocyanes et les tanins (ou tannins).

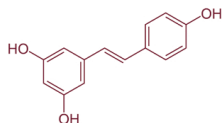


Figure 6 - Le resvératrol.

Les anthocyanes sont des colorants plutôt rouges, présents dans la peau des raisins noirs. Peu solubles dans l'eau ou le moût, ils sont davantage solubles dans l'alcool et en général la vinification en rouge du vin nécessite six jours de macération [13]. Les flavones sont présentes dans les peaux de raisins noirs ou blancs et sont de teinte jaune, et ne semblent jouer aucun rôle dans la teinte des vins blancs. L'ensemble des anthocyanes et des flavones est appelé flavonoïde.

Les tanins sont des polymères polyphénoliques, esters formés entre le glucose et des acides phénoliques. Ils sont présents dans la peau des raisins, mais aussi dans le bois des fûts de chêne, d'où leur présence dans les vins rouges. Ils sont plutôt solubles dans l'alcool, et se retrouvent en plus grande quantité dans le vin lors de la macération. Ils ont un caractère astringent et sont le plus souvent incolores. Lors du vieillissement du vin, ils se combinent avec les anthocyanes et d'autres pigments, forment des dépôts solides, ce qui participe à l'éclaircissement du vin lorsque celui-ci vieillit et confère des propriétés intéressantes de stabilité et d'imputrescibilité [14].

On trouve encore dans les vins des acides aminés (arginine, proline principalement, présentes dans le jus des raisins) et des protéines (l'usage de protéines pour clarifier le vin est également une pratique très ancienne : on fait passer le vin sur des blancs d'œufs, constitués en grande partie d'une protéine appelée albumine, présente également dans le sang, ou sur de la gélatine pour agglomérer les particules en suspension, qui vont ainsi précipiter plus rapidement).

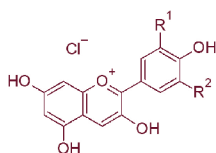
3.2. Colorants du raisin

Pour résumer, les anthocyanes sont les colorants majoritaires relevés dans les vins rouges. Cyan c'est bleu..., une anthocyane (du grec *anthos* signifiant fleur et *kyanos* signifiant bleu) colorerait-elle ces vins bleus ?

Il faut savoir que lorsqu'on presse du raisin même noir, le jus est clair et peu coloré. Les colorants se trouvent principalement dans la peau du raisin. À partir du jus de raisin fermenté, le vin rouge ou rosé se colore lors de l'étape de macération avec le moût constitué des peaux de raisins noirs. Les couleurs de rosé se déclinent du jaune (célèbre vin jaune du Jura), au gris jusqu'aux couleurs groseille et ces colorations sont réputées pour être instables et ne durer qu'un ou deux ans. On peut faire du vin blanc avec du raisin rouge, par contre on ne peut faire du vin rouge à partir de raisin blanc.

Les vins bleus « clairs » cités ci-dessus ont été élaborés à partir de Chardonnay d'après les fabricants. C'est un cépage blanc, à partir duquel on obtient un jus peu coloré. Facile donc d'y ajouter un colorant bleu alimentaire, impossible par contre d'ajouter des anthocyanes qui seraient contenues dans les vacuoles de peaux de raisins noirs, ou alors faudrait-il le préciser sur l'étiquette « 100 % Chardonnay »...

Cette famille d'anthocyanes présentes uniquement dans les vacuoles sont plus précisément des anthocyanidines (appartenant à la classe des flavonoïdes) portant des sucres, on y trouve principalement des 3-O-monoglucosides (et leurs formes 3-O-acylées) de malvidine, delphinidine, pétunidine, cyanidine et péonidine, dans l'ordre décroissant de leur quantité (cf. figure 7).



R ¹	R ²	Nom
OCH ₃	OCH ₃	Chlorure de malvidine
OH	OH	Chlorure de delphinidine
OH	OCH ₃	Chlorure de pétunidine
OH	H	Chlorure de cyanidine
OCH ₃	H	Chlorure de péonidine

Figure 7 - Anthocyanides du vin.

Leur couleur varie du rouge au bleu selon le pH, car les transformations des anthocyanidines liées aux modifications de l'acidité du milieu (par échange de proton H⁺, cf. figure 8, page ci-contre).

Or il est peu probable que le bleu des vins vendus actuellement provienne de l'utilisation de ces colorants naturels, en effet les anthocyanes sont peu utilisées dans l'industrie agroalimentaire et cosmétique, car leur couleur est instable en fonction de la lumière, du pH, de la variation de température ainsi que de réactions avec le dioxyde de

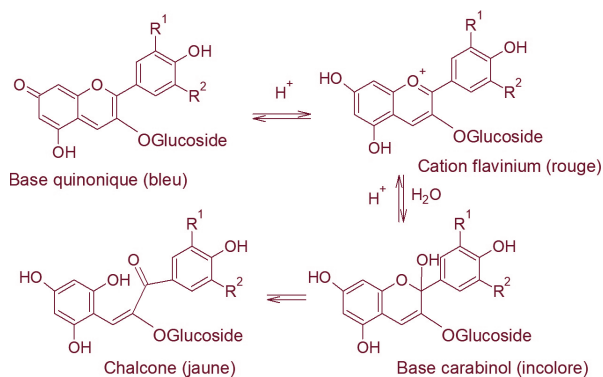


Figure 8 - Formes d'anthocyanides en fonction du pH.

soufre utilisé comme agent conservateur des aliments, de leur faible solubilité dans l'eau et d'une possible précipitation sous forme de complexes avec les protéines. Il est à noter que le dioxyde de soufre est très utilisé dans le vin, à différentes étapes de la vinification.

De plus, des études récentes montrent que dans la première année de vieillissement, la concentration d'anthocyanides dans un vin chute rapidement, d'autant plus quand on ajoute des tanins comme dit plus haut. Au bout de quelques années, il n'y en a pratiquement plus. La couleur du vin rouge est modifiée et s'explique par la présence d'autres pigments ou de co-pigmentation comme les flavonols [15-16].

La plupart des anthocyanes, argument « naturel » de vente des vins bleus, ne sont bleues qu'en milieu basique, alors que le vin est toujours acide. À des pH supérieurs, un vin devient instable et s'oxyde plus vite en brunissant [17].

Il existe cependant des exceptions ; une famille particulière d'anthocyanes (pyranoanthocyanes) dont la couleur est bleue en milieu acide [18]. Toutefois, le doute est permis, selon Véronique Cheynier, directrice de recherches à l'INRA (Institut national de la recherche agronomique), ces composés sont en quantité infime dans les marcs et les vins. Alors séparer les anthocyanes pour ne mettre que les bleus en milieu acide... serait une piste, malheureusement non autorisée par la législation actuelle de vinification des vins.

3.3. Découverte des ajouts de E133 et E131 dans les vins, de rebondissement en rebondissement...

Premier hic : en 2019, les étudiants de Master du département de chimie de l'Université de Toulouse [19] publient un article scientifique relatant des taux de bleu brillant (E133) : $8,62 \pm 0,04 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ et $5,46 \pm 0,01 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ dans les vins Vindigo et Imajyne, mesurés par spectroscopie d'absorption dans le visible et l'ultraviolet et identifiés par

spectrométrie de masse haute résolution, qui permet de mesurer la masse du composé avec une grande précision et de remonter à sa structure.

Une enquête vise alors le vin Imajyne, le procureur d'Ajaccio affirme que l'«on retrouve le colorant E133». En 2017, ajoute-t-il, «des achats de E133 ont été réalisés par un ancien associé des producteurs de ce vin bleu». Des soupçons inévitables pèsent alors dans le dossier... Avertis par les autorités, les producteurs d'Imajyne ont tenté de changer l'appellation de leur produit en «cocktail aromatisé». Mais là encore, la dénomination est trompeuse : «pour qu'il s'agisse d'un cocktail, il faut que la boisson soit aromatisée». «Or, la nouvelle version d'Imajyne ne contient pas d'aromatisant» [20]. En effet, la chimie des arômes est aussi très riche et fascinante, mais un arôme dans les codes de l'industrie agroalimentaire ne peut être qu'une molécule modifiant le goût et/ou l'odeur, pas la couleur uniquement comme le E133, sinon il est nommé colorant.

Rebondissement en juin 2019 : les vignerons de Imajyne opposent dans les journaux une autre étude de la composition de leur vin (cf. figure 9), pas de E133...



Figure 9 - Analyse chimique du vin Imajyne.

Qui a tort ou raison ? [21] L'analyse de l'Université de Toulouse ou celle commandée par les vignerons à la Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes (DGCCRF) [22] ?

Deuxième hic : on trouve l'explication dans un autre article daté d'août 2019 [23] ; après vérification des journalistes auprès de la DGCCRF, une ligne a été mas-

quée sur le rapport d'analyses qui leur était parvenu... et elle figure bien sur document original. Entre les lignes Rouge allura (E129) et Indigotine (E132), on aurait dû lire : Bleu patenté (E131) : 2,6 mg/l.

Les vignerons se défendent en prétendant que leur nouvelle version ne contient que du sel. Chimiquement ce n'est pas faux, le E131 est commercialisé sous forme de sel de sodium, de calcium ou de potassium. Tout comme le E133 commercialisé sous forme de sel disodique (cf. figure 10).

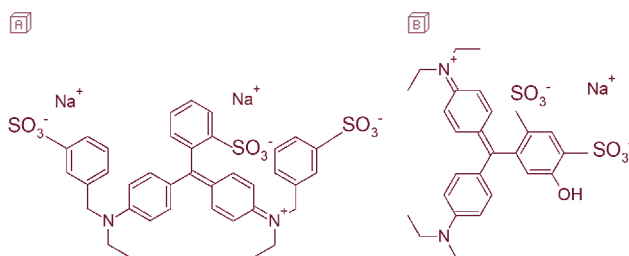


Figure 10 - Sels de sodium de A E133 et B E131.

Ce colorant E131 par contre, que l'on retrouve souvent dans de célèbres bonbons, même si actuellement il tend à être remplacé par de la spiruline (bleu naturel extractible à partir d'algues), est interdit aux États-Unis, plus difficile à exporter donc que le vin coloré au E133...

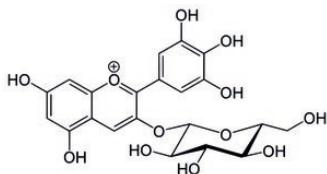
CONCLUSION

Il semblerait donc que les vins bleus type bleu curaçao aient bien été colorés, par du colorant alimentaire E133, E132 en Espagne ou E131 pour détourner l'attention des enquêteurs en Corse. Ce vin coloré ne peut pas être considéré comme étant du vin au vu de la législation actuelle, ce qui conduit la plupart des fabricants à modifier leurs étiquettes actuellement. Pour l'OIV seulement certains additifs et auxiliaires technologiques sont autorisés par les états adhérents (dont l'Union européenne) et pour des usages bien précis.

Ainsi, jamais on ne verra de vin bleu clair « naturel » ? Si on exclut que la législation du vin devienne plus souple, les découvertes avancent, en témoignent ces deux articles scientifiques de 2009 et 2010 au sujet des colorants bleus naturels présents dans certains vins. Le chercheur Kumi Yoshida [24] a publié sur le colorant responsable des hortensias bleus, le 3-glucoside de delphinidine, un anthocyanide. Le pigment se trouve dans les vacuoles et leur pH est acide tout comme le vin. Lorsqu'il est sous forme de cation flavylum de la delphinidine (cf. figure 11, page ci-après), il donne aux fleurs une coloration rouge, mais si des ions Al^{3+} sont présents dans le milieu, on obtient le

complexe de 3-glucoside de delphinidine (cf. figure 11) de couleur bleue.

[A]



[B]

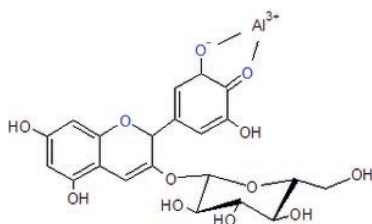


Figure 11 - [A] Cation flavylum de la delphinide - [B] Complexe de 3-glucoside de delphinide.

Ce serait donc l'absorption d'aluminium par les racines, rendue possible en sol acide, qui fait modifier la coloration des fleurs des hortensias du rouge au bleu. Pour le moment, on ne relève que d'infimes traces d'aluminium dans les vins et l'ajout serait préjudiciable, car cet ion est incriminé dans des études toxicologiques [25].

Et enfin, en 2010, Joana Oliveira, du département de chimie de Porto (Portugal) découvre avec son équipe [26] deux nouvelles familles de composés dans un vin de Porto ainsi que leur formation. Cette nouvelle famille de composés (des pyranoanthocyanines liées entre elles par un pont méthyne) présente une couleur attrayante et rare de bleu turquoise dans des conditions acides. Mais entendons-nous bien, la grande quantité d'autres anthocyanides plutôt rouges masquent ce bleu particulier, la couleur du vieux Porto ne ressemble pas à celle d'un sirop de menthe glaciale.

BIBLIOGRAPHIE ET NETOGRAPHIE

- [1] F. Delamare, « Le bleu égyptien, premier pigment artificiel », *Pour la Science*, n° 406, juillet 2011. Disponible à l'adresse : <https://www.pourlascience.fr/sd/archeologie/le-bleu-egyptien-premier-pigment-artificiel-6460.php>
- [2] F. Delamare, *Bleus en poudres : de l'art à l'industrie, 5000 ans d'innovations*, Paris : Presses de l'École des mines de Paris, 2007.
- [3] O. Neiman, « D'où vient la couleur du vin », *Le Monde*, 14 octobre 2016. Disponible à l'adresse : https://www.lemonde.fr/vins/article/2016/10/14/d-ou-vient-la-couleur-du-vin_5013873_3527806.html
- [4] Publication des demandes d'enregistrement : https://bases-marques.inpi.fr/Typo3_INPI_Marques/getPdf?idObjet=3231776_201734_fmank
- [5] Le vin bleu : <http://le.vin.bleu.free.fr/bleu.htm>
- [6] « La véritable histoire du vin bleu de Corse », *Corse Matin*, 24 juillet 2019.

- [7] «Un vin bleu qui fait débat», *European Scientist*, 9 août 2018.
- [8] «Un chirurgien libanais lance sa production de vin bleu et veut l'exporter», *Sputnik*, 2018. Disponible à l'adresse : <https://fr.sputniknews.com/societe/201804231036069311-liban-chirurgien-production-vin-bleu-exportation/>
- [9] P. Ribereau-Gayon, *Traité d'œnologie* (tomes 1 et 2), 7^e édition, éditions Dunod, 2017.
- [10] J. Blouin, E. Peynaud, *Connaissance et travail du vin*, 5^e édition, éditions Dunod/La Vigne, 2012.
- [11] M. Jang, L. Cai, G. O. Udeani, K.V. Slowing, C. F. Thomas, C.W. Beecher, H. H. Fong, N. R. Farnsworth, A. D. Kinghorn, R. G. Mehta and *al.*, "Cancer chemopreventive activity of resveratrol, a natural product derived from grapes", *Science*, n° 275, p. 218-220, 1997.
- [12] S. Pervaiz, "Resveratrol: from grapevines to mammalian biology", *The FASEB Journal*, 17:14, p. 1975-1985, 2003.
- [13] Dico du vin, le dictionnaire en ligne : <http://dico-du-vin.com/matieres-colorantes-du-vin/>
- [14] H.-D. Belitz, W. Grosch and P. Schieberle, *Food Chemistry*, éditions Springer-Verlag, 1982.
- [15] F. He and *al.*, "Anthocyanins and Their Variation in Red Wines I. Monomeric Anthocyanins and Their Color Expression", *Molecules*, 17 (2), p. 1571-1601, February 2012.
- [16] R. Boulton, "The Copigmentation of Anthocyanins and Its Role in the Color of Red Wine: A Critical Review", *American Journal of Enology and Viticulture*, 52:2, p. 67-87, 2001.
- [17] S. Sermondadaz, «Vin «naturellement» bleu venu d'Espagne : un problème de chimie... et d'œnologie», *Sciences et Avenir*, 16 août 2018.
- [18] N. Mateus and *al.*, "New family of bluish pyranoanthocyanins", *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 2004(5), p. 299-305, February 2004.
- [19] C. Galaup et *al.*, "Blue wine, a color obtained with synthetic blue dye addition: two case studies", *European Food Research and Technology*, 245, p. 1777-1782, 2019.
- [20] «"Vin bleu" corse : enquête ouverte pour "pratiques commerciales douteuses"», *Le Figaro Vin*, 1^{er} août 2019. Disponible à l'adresse : <https://avis-vin.lefigaro.fr/magazine-vin/o141947-vin-bleu-corse-enquete-ouverte-pour-pratiques-commerciales-douteuses>

- [21] S. Briganti, « Le vin bleu, ersatz ou innovation œnologique ? », *L'Express*, 10 août 2018. Disponible à l'adresse : https://www.lexpress.fr/actualite/societe/le-vin-bleu-ersatz-ou-innovation-oenologique_2030158.html
- [22] C. Carrière, « Un vin bleu présenté comme naturel contient-il en réalité un colorant chimique ? », France 3 Occitanie, 25 juin 2019. Disponible à l'adresse : <https://france3-regions.francetvinfo.fr/occitanie/vin-bleu-presente-naturel-contient-realite-colorant-chimique-curacao-1690244.html>
- [23] S. Bonifay, « “Vin” bleu corse : le rapport d'analyse fourni par Imajyne aurait été falsifié », France 3 Corse Viastella, 2 août 2019. Disponible à l'adresse : <https://france3-regions.francetvinfo.fr/corse/vin-bleu-corse-rapport-analyse-fourni-imajyne-aurait-ete-falsifie-1692076.html>
- [24] K. Yoshida, M. Mori and T. Kondo, “Blue flower color development by anthocyanins: from chemical structure to cell physiology”, *Nat. Prod. Rep.*, 26, p. 884-915, 2009.
- [25] V. Rondeau, D. Commenges, H. Jacqmin-Gadda, J.-F. Dartigues, “Relation between aluminium concentrations in drinking water and Alzheimer's disease: an 8-year follow-up study”, *American Journal of epidemiology*, vol. 152, Issue 1, p. 59-66, July 2000.
- [26] J. Oliveira and *al.*, “Pyranoanthocyanin Dimers: A New Family of Turquoise Blue Anthocyanin-Derived Pigments Found in Port Wine”, *J. Agric. Food Chem.*, 58(8), p. 5154-5159, March 2010.

Note de la rédaction

Cet article comporte des travaux pratiques. Ils seront publiés dans Le Bup n° 1026 de juillet-août-septembre 2020.



Christine SIMON

*Docteur en chimie organique
Professeure de physique-chimie
Lycée Camille Claudel
Blois (Loir-et-Cher)*