

# Authenticité des vins suisses par analyse isotopique

Johannes ROESTI<sup>3</sup>, Elmar PFAMMATTER<sup>4</sup>, Valérie MAURY<sup>4</sup>, Christian ABBET<sup>4</sup>, Pierre STUDER<sup>5</sup>, Martin HALLER<sup>6</sup>, Hélène GONNET<sup>6</sup>, Jean-Christophe KÜBLER<sup>7</sup>, Laurent AMIET<sup>1</sup>, Fabrice LORENZINI<sup>1</sup>, Philippe Duruz<sup>2</sup> et Gilles BOURDIN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Agroscope, case postale 1012, 1260 Nyon 1, Suisse

<sup>2</sup> Agroscope, centre de recherche de Pully, avenue de Rochettaz 21, 1009 Pully, Suisse

<sup>3</sup> Station viticole cantonale, 2012 Auvornier, Suisse

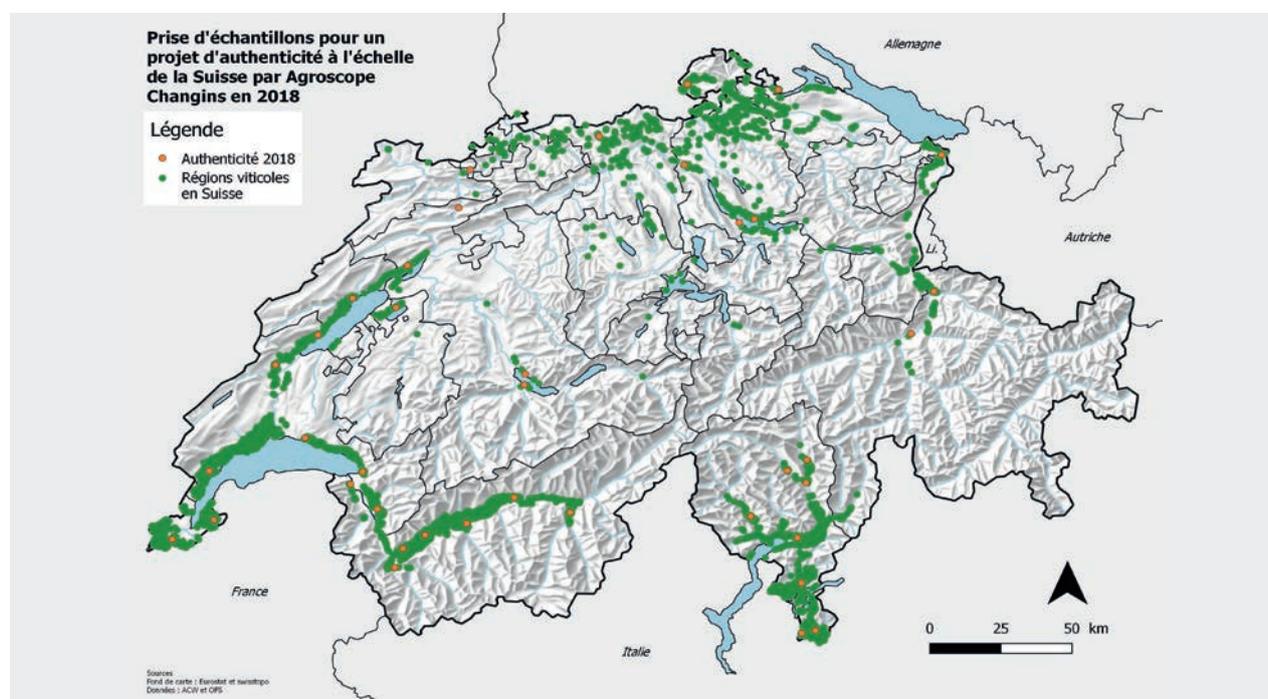
<sup>4</sup> Service de la consommation et affaires vétérinaires du Valais, 1950 Sion, Suisse

<sup>5</sup> Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires, 3003 Berne, Suisse

<sup>6</sup> Office fédéral de l'agriculture, 3003 Berne, Suisse

<sup>7</sup> Contrôle suisse du commerce des vins, Stettbachstrasse 6, 8600 Dübendorf, Suisse

Renseignements: Gilles Bourdin, tél. +41 58 481 00 47, e-mail: gilles.bourdin@agroscope.admin.ch



## Introduction

Dans cette étude, nous avons pris l'option d'apporter un éclairage sur la méthodologie, la mise en œuvre et les perspectives de l'utilisation de l'analyse isotopique pour authentifier les vins suisses.

La contrefaçon est un problème très important. Toutes sortes de produits sont contrefaits, et pas seulement les produits de luxe. C'est un réel danger pour les consommateurs. Selon un rapport de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), de 2013, le marché de la contrefaçon atteignait en 2013 2,5% du commerce mondial. C'était même plus en Europe, où la contrefaçon et la piraterie

avoisinaient les 5% des importations. Une publication récente de l'Office de Propriété Intellectuelle de l'Union européenne pour la propriété intellectuelle (EUIPO) rapporte que pour l'industrie des vins et spiritueux, le total de la contrefaçon représente 4,4% de la consommation de spiritueux et 2,3% de la consommation de vins, avec un coût total qui avoisinerait les 1,3 milliards d'euros.

La lutte contre ce genre de fraude n'est pas simplement une question de propriété intellectuelle, un problème de *supply chain* ou un problème technologique. Les solutions résident très probablement dans un contrôle renforcé de la traçabilité, l'identification et l'authentification.

La traçabilité repose sur la capacité à stocker des informations tout au long de la vie d'un produit. Pour avoir confiance dans un système de traçabilité, il faut que les données enregistrées soient parfaitement fiables. Pour le vin, la chaîne de traçabilité va du vignoble jusqu'à la bouteille, jusqu'au point de vente et si possible jusqu'au consommateur.

Afin d'assurer une cohérence du système de traçabilité, l'identité d'un produit est le point d'entrée indispensable. C'est le lien qui permet d'accéder à toutes les données relatives à un produit.

La solution d'authentification doit également être étudiée en fonction de qui réalisera les opérations de contrôle. La connaissance des informations à vérifier sera différente entre un consommateur, un douanier, un agent de la marque ou un organe de contrôle.

En conclusion, les solutions doivent être flexibles et évolutives, car le fraudeur progresse dans sa capacité d'imiter ou de contourner ces solutions.

## Matériel et méthodes

### Méthode de référence européenne

L'exigence de contrôle des produits alimentaires en ce qui concerne l'authenticité, la pureté et la conformité à une norme, ont conduit le chimiste analyste à utiliser de nouvelles techniques et de nouveaux paramètres, afin de répondre à ces exigences.

Dans ce contexte, depuis quelques années, des outils pour déterminer la composition naturelle en isotopes stables de différents produits ont été développés, étant donné qu'il y a une relation claire entre la distribution isotopique d'une molécule spécifique et son origine botanique ou géographique.

Ces méthodes se concentrent sur l'étude des éléments qui se trouvent dans la matière organique, c'est-à-dire C, H et O. Ceux-ci se présentent sous différentes formes isotopiques, l'une de ces formes étant très prédominante. Il existe par ailleurs une relation spécifique stable entre les isotopes dans les aliments, qui est la clé pour leur caractérisation.

Des différences dans le rapport isotopique pour une même molécule sont dues aux fractionnements isotopiques survenant au cours de sa formation, et dues principalement à des causes physiques, chimiques ou biochimiques.

Un marqueur isotopique est une molécule produite par différentes espèces, mais qui ont des rapports isotopiques différents. En outre, les mêmes espèces selon la région géographique de production peuvent aussi se distinguer par leurs différents rapports isotopiques.

**Résumé** Cet article découle du mandat du 12 décembre 2016 entre la Confédération et le Contrôle suisse du commerce des vins (CSCV) relatif au contrôle de l'authenticité des vins. Il est composé de contributions d'Agroscope, du Service de la consommation et des affaires vétérinaires du Valais (SCAV) et du CSCV. Il comporte la synthèse de prélèvements effectués en 2016, 2017 et 2018 auprès de 40 vigneron-encaveurs de toute la Suisse et l'analyse de ces échantillons par le SCAV. L'authentification de l'origine des vins se base sur le rapport isotopique de l'oxygène ( $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ), lié au cycle mondial de l'eau. La caractérisation et la comparaison des compositions isotopiques naturelles de différentes espèces de plantes et leurs zones de production ont permis de vérifier la conformité des origines de certains produits agricoles. La méthode «Mesure du rapport isotopique  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  pour des échantillons sous forme liquide avec le Gasbench» décrite dans ce rapport est une méthode très stable et bien maîtrisée au SCAV. Les résultats de cette méthode (valeurs  $\delta\text{-}^{18}\text{O}$ ) aident à surveiller l'indication de provenance sur l'étiquette d'un vin. Un mouillage de vins peut également être contrôlé selon ces bases de données et méthode analytique. Une base de données utile doit comporter chaque millésime ( $\delta\text{-}^{18}\text{O}$  authenticité des vins suisses), vu les variations annuelles. Le rapport aborde les méthodes d'échantillonnage, de vinification et d'analyse, ainsi que les aspects futurs du projet.

Ainsi, dans le cas du carbone, le rapport  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  des isotopes est semblable sur n'importe quel point du globe, mais les plantes contiennent du  $^{13}\text{C}$ , en fonction du cycle métabolique suivi pour la biosynthèse des hydrates de carbone. Si le processus d'assimilation du  $\text{CO}_2$  suit le cycle photosynthétique de Calvin (C3), le rapport  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  est inférieur (‰) à celui des plantes qui suivent le cycle photosynthétique de Hatch-Slack (C4).

En revanche, le rapport isotopique de l'oxygène et de l'hydrogène dépend dans une large mesure du cycle de l'eau mondial. Dans le cas de l'hydrogène, c'est l'eau, la seule source de cet élément, qui participe à la synthèse de substances organiques, tandis que, dans

le cas de l'oxygène, cela vient dans les deux-tiers du CO<sub>2</sub> atmosphérique et un pour un tiers de l'eau.

Dans la dernière décennie, la caractérisation et la comparaison des compositions isotopiques naturelles de différentes espèces de plantes ou d'animaux et leurs zones de production ont permis de vérifier les origines de certains produits agricoles et leur adultération avec des produits naturels ou synthétiques de faible coût.

Pour faciliter la caractérisation isotopique des vins et des produits vitivinicoles dérivés, la Commission européenne a organisé la création d'une base de données isotopique avec des échantillons authentiques. Cette base de données a pour principal objectif d'améliorer le contrôle de l'augmentation du titre alcoométrique naturel des produits vitivinicoles, de mettre en évidence l'addition d'eau à ces produits et, avec les résultats de l'analyse d'autres caractéristiques isotopiques de ceux-ci, de contribuer à la vérification de la conformité de l'origine indiquée dans sa désignation (règlement (CE) n° 555/2008).



Figure 1 | Pressurage des baies à l'aide d'un pigeur, puis d'un pressoir 0,68 hl à piston vertical (TomPress).

L'analyse isotopique est donc une méthode d'analyse utilisée pour le contrôle officiel et la lutte contre la fraude dans le secteur vitivinicole, dont l'objectif principal est la protection des droits du consommateur.

### Echantillonnages et vinifications

Afin de pouvoir représenter toutes les régions vitivinicoles ainsi que les régions géographiques reflétant les différences d'altitudes et climatiques de la Suisse, entre 37 et 45 échantillons (10 kg de vendange) ont été prélevés auprès de vigneron des neuf régions vitivinicoles suivantes: Valais, Vaud/Bas-Valais, Tessin, région des Trois-Lacs, Grisons/Saint-Gall, Genève, Zurich/Schaffhouse, Jura et Berne. Des répétitions ainsi que des points d'échantillonnage supplémentaires aux extrémités de ces régions ont été pris sur les millésimes 2016, 2017 et 2018 (annexes).

Les pressurages et les vinifications ont ensuite été réalisées dans la cave expérimentale de Changins dans des bouteilles en verre de 10l chacune en s'assurant d'être exempt de tout apport d'eau hors de celle présente dans les baies elles-mêmes pour ne pas fausser le résultat de l'analyse isotopique (fig. 1 et 2 + détails du procédé, annexes).

## Analyses isotopiques

### Principe de la méthode analytique utilisée

«Mesure du rapport isotopique <sup>18</sup>O/<sup>16</sup>O pour des échantillons sous forme liquide avec le Gasbench»

#### Le principe

Le rapport isotopique des isotopes <sup>18</sup>O/<sup>16</sup>O est déterminé dans les liquides (jus de fruits, légumes, vins, etc.) par équilibration de l'oxygène 18 (<sup>18</sup>O) de l'eau (H<sub>2</sub>O) présent dans la phase aqueuse et de l'oxygène du CO<sub>2</sub> (gaz d'équilibration) présent dans la phase gazeuse.



Figure 2 | Fermentations en cours pour les multiples échantillons du projet authenticité des vins suisses.

### En détail

Un aliquot de 0,5 ml est mis dans un vial. Les échantillons sont placés dans un bloc chauffant à une température de 26,8°C. Pour remplacer l'air contenu dans les vials, on «rinçe» les échantillons pendant cinq minutes avec un mélange CO<sub>2</sub>/Helium (He): 0,4% CO<sub>2</sub> dans l'He.

Après ce «rinçage», on laisse équilibrer l'eau de l'échantillon avec le CO<sub>2</sub> pendant 18 heures. A la fin de l'équilibration, le H<sub>2</sub>O et le CO<sub>2</sub> ont totalement échangés leurs oxygènes selon la réaction suivante.

Equation 1: Equilibre entre l'eau et le CO<sub>2</sub> après rinçage

$$C^{16}O^{16}O + H_2^{18}O \leftrightarrow C^{16}O^{18}O + H_2^{16}O$$

La phase gazeuse (le CO<sub>2</sub>) est transférée avec «l'aide» d'hélium vers le Gasbench, après avoir passé par une trappe pour enlever les traces d'eau encore présentes dans la phase gazeuse.

Le gaz entre ensuite dans un Valco, qui permet de l'acheminer soit vers la boucle d'échantillonnage (*sampling loop*) avec un volume de 100 µl (mode «load»), soit à la sortie de ventilation où le gaz s'échappe (mode «inject») (fig. 3)

La colonne de chromatographie du Gasbench (GC-Column) mesure 25 m, avec un diamètre de 0,32 mm, et est remplie de la substance «Poraplot Q». Le chromatographe est maintenu à 50°C pour bien séparer le CO<sub>2</sub>, le N<sub>2</sub> et l'O<sub>2</sub>. A la sortie du GC, une autre trappe à eau (Nafion) enlève encore une fois les dernières traces de l'eau (fig. 4).

Après la purification de gaz par la «GC-Column» le gaz est amené dans le spectromètre de masse, qui mesure constamment les intensités des différentes masses du gaz.

Pour l'analyse isotopique du CO<sub>2</sub>, les masses atomiques considérées par le spectromètre sont fixées à 44, 45 et 46. La mesure simultanée de ces trois masses atomiques permet d'obtenir la valeur de δ-<sup>18</sup>O du CO<sub>2</sub> selon l'équation (ci-après). Le résultat est indiqué en ‰.

Equation 2: Formule de calcul de la valeur δ-<sup>18</sup>O du CO<sub>2</sub> en ‰.

$$\delta^{18}O = \left( \frac{\left( \frac{{}^{18}O}{{}^{16}O} \right)_{standard}}{\left( \frac{{}^{18}O}{{}^{16}O} \right)_{sample}} - 1 \right) \times 1000\text{‰}$$

La calibration du système s'effectue par une série des standards dont les valeurs sont connues. Il s'agit de standards de laboratoire qui ont été préalablement calibrés par rapport au Vienna Standard Mean Ocean Water (VSMOW).

L'exactitude des résultats délivrés est vérifiée année après année, notamment via la participation à de nombreux essais collaboratifs. Lors d'analyses, des standards internes validés sont intégrés dans la séquence et indiquent le bon fonctionnement de l'appareil. Les résultats liés à la méthode de la mesure du rapport isotopique <sup>18</sup>O/<sup>16</sup>O ont une incertitude de ±0,3‰.

## Résultats

### Valeurs mesurées (δ-<sup>18</sup>O) dans les trois millésimes 2016, 2017 et 2018

Les vins suisses issus des prélèvements des raisins faits par Agroscope Changins étaient analysés avec la méthode isotopique mentionnée par le Service de la consommation et des affaires vétérinaires du Valais (SCAV). Au total 38, 36 et 46 vins, ont été analysés en

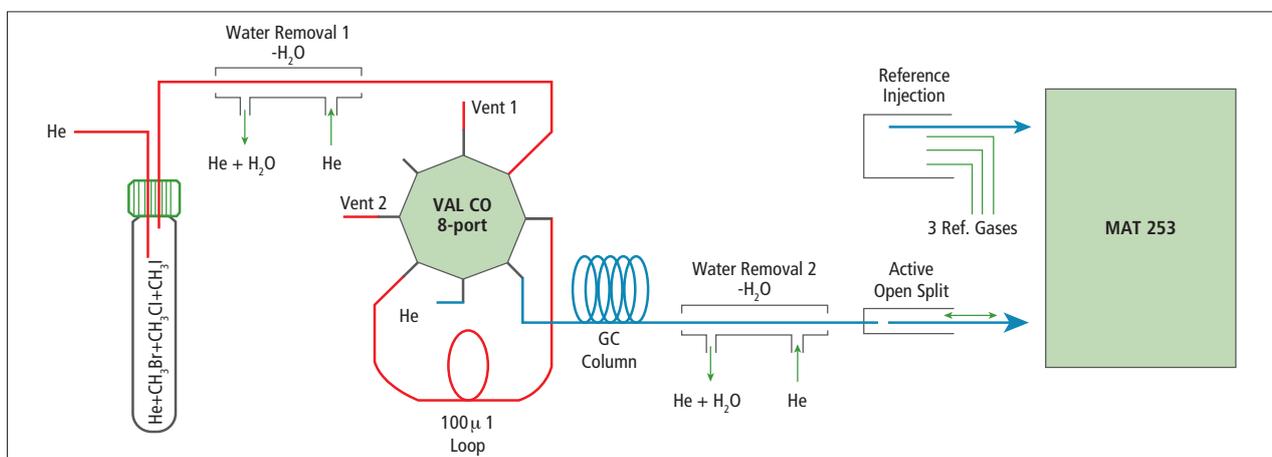


Figure 3 | Schéma du chromatographe en phase gazeuse utilisé pour purifier le gaz avant la mesure par spectrométrie de masse. Gasbench avec autosampler, trappe d'eau et le détecteur MS.

2016, 2017 et 2018 respectivement. Les valeurs analytiques ont fait l'objet d'un rapport effectué par le SCAV

Pour les millésimes 2016 et 2017 la distribution des valeurs sont comparables. En gros, on peut faire une différence entre les vins issus de la Suisse alémanique et les vins provenant de la Romandie. Si on regarde le millésime 2018, la situation change, les valeurs reflètent un climat chaud et des faibles précipitations durant l'été et l'automne. Ces résultats démontrent que les valeurs  $\delta\text{-}^{18}\text{O}$  sont dépendantes du climat et des précipitations et que par conséquent la base de données d'une année à l'autre change et doit être refaite chaque année.

Trois échantillons issus de la même parcelle du millésime 2018 ont été vinifiés en parallèle pour montrer que les procédures de prélèvement et de vinification n'interfèrent pas dans les résultats. Pour ces échantillons, les résultats sont semblables. Ces valeurs restent très bien dans le rang pour les valeurs  $\delta\text{-}^{18}\text{O}$  de la Suisse.

#### Intervention à la suite d'une analyse montrant des valeurs $\delta\text{-}^{18}\text{O}$ non-conformes à la base de données

La base de données établie est utile pour différencier les vins étrangers des vins suisses et vérifier si les indi-

cations de la provenance sur les étiquettes des vins sont correctes. Si une valeur  $\delta\text{-}^{18}\text{O}$  pour un vin suisse est en dehors de la base de données officielle, d'autres vins de la cave concernée seront prélevés et évalués. Ces prélèvements nous confirment si les valeurs isotopiques d'autres vins de cette cave sont conformes ou non à la base de données suisse ou si les raisins des vins vinifiés de cette cave viennent d'un endroit climatique vraiment très spécifique.

Si les valeurs sont différentes (entre la base de données et l'échantillon prélevé sur le marché), le cas est transmis au CSCV pour bien contrôler la traçabilité du vin en question.

#### Exemples de la pratique

La base de données créée en 2016 a permis au Laboratoire de rapidement contrôler la provenance des rosés commercialisés en Valais et fabriqués en Suisse à la suite du scandale médiatique des faux rosés français. Sans la création de la base de données au préalable, cette campagne n'aurait pas pu être réalisée. Vingt échantillons de rosés issus du millésime 2016 (n=13) et 2017 (n=7) ont été analysés. Ces échantillons ont des valeurs isotopiques correspondant aux valeurs

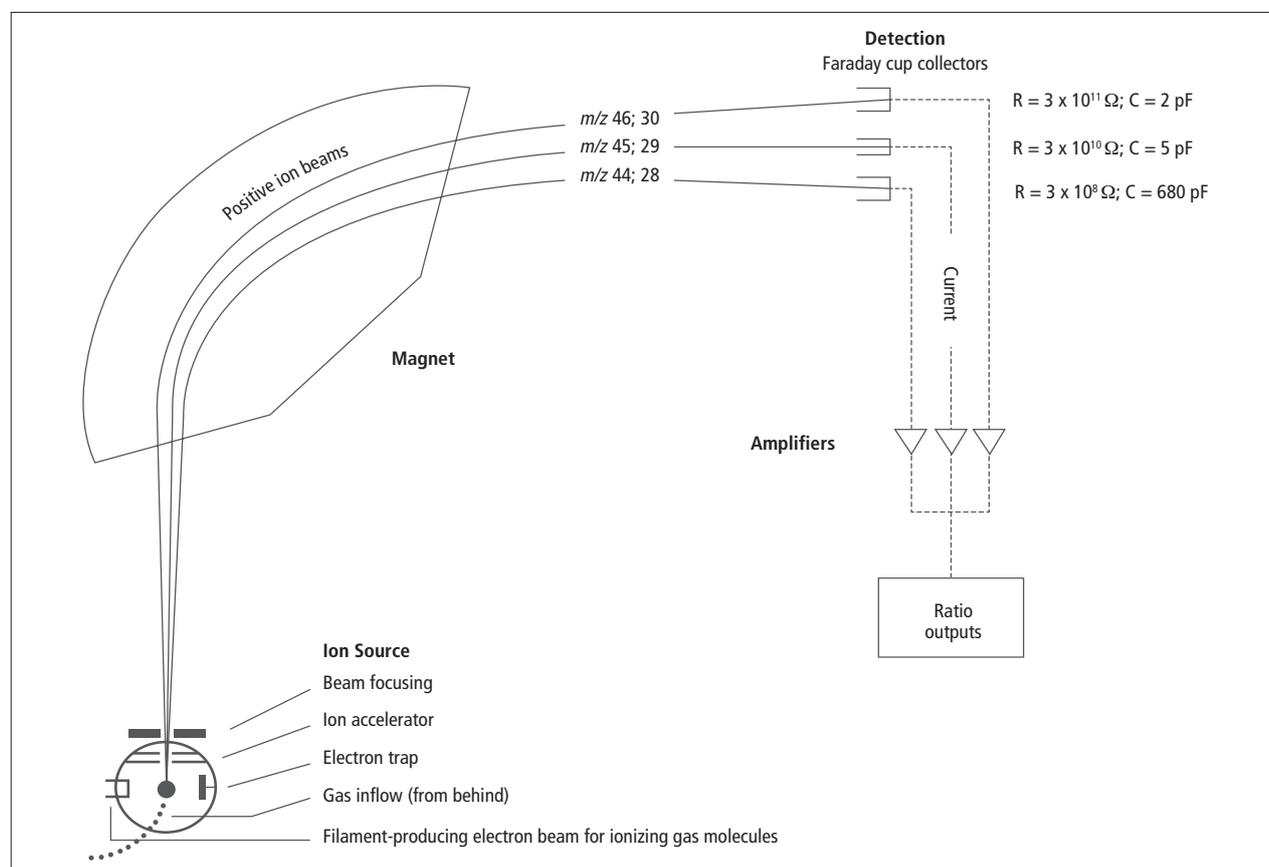


Figure 4 | Schéma du spectromètre de masse Finnigan Delta Plus XL.

isotopiques suisses de la base de données. Les vins peuvent être considérés comme conformes d'un point de vue de l'authenticité selon le paramètre analysé. La base de données des vins de référence effectuée en amont est indispensable pour une réalisation rapide d'une telle campagne.

## Discussion

### Perspectives

La méthode «Mesure du rapport isotopique  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  pour des échantillons sous forme liquide avec le Gas-bench» décrite ci-dessus est une méthode très stable et bien maîtrisée au SCAV. Les résultats de cette méthode (valeurs  $\delta\text{-}^{18}\text{O}$ ) aident à surveiller l'indication de la provenance sur l'étiquette d'une bouteille de vin. Dans un futur proche, des vins de toute la Suisse seront contrôlés sur cet aspect. Jusqu'à présent, les vins provenant du Valais étaient régulièrement contrôlés.

Aussi, un mouillage de vins peut être contrôlé avec cette même base de données et méthode analytique. Plus de poids sera donné par le SCAV à cette question.

Pour avoir une base solide pour ces contrôles, la création de la base de données de chaque millésime ( $\delta\text{-}^{18}\text{O}$  authenticité des vins suisses) est indispensable au vu des variations annuelles.

## Conclusions

L'analyse isotopique est une méthode intéressante de contrôle. Le projet le confirme. Il s'agit d'un outil scientifique et objectif d'analyse qui permet de confronter à une base de données l'échantillon d'un vin, afin d'en confirmer ou non la provenance. Il est un outil utile dans la traçabilité du produit, en faveur du consommateur, mais aussi du producteur et de l'ensemble de la branche.

Néanmoins, cette méthode ne constitue qu'un élément, qu'un indice quant à une composition problématique d'un vin. Il ne fonde pas de certitude. Il nécessite encore une instruction complémentaire, par exemple un contrôle de la comptabilité de cave pour le confirmer ou l'infirmer. ■

### Remerciements

Nous tenons à remercier chaleureusement tous les vigneron-encaveurs qui ont et contribuent encore à ce projet. Sans eux, cet exercice ne serait simplement pas possible et ces données ne seraient pas mises à disposition du CSCV.

### Bibliographie

- Recueil des méthodes internationales d'analyse – OIV Détermination du rapport isotopique  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  de l'eau (OIV-MA-AS-AS2-12)
- Règlement (UE) n° 1306/2013 du Parlement européen et du conseil du 17 décembre 2013 relatif au financement, à la gestion et au suivi de la politique agricole commune et abrogeant les règlements (CEE) n° 352/78, (CE) n° 165/94, (CE) n° 2799/98, (CE) no 814/2000, (CE) n° 1200/2005 et n° 485/2008 du Conseil, article 89; règlement (CE) n° 555/2008 de la commission du 27 juin 2008 fixant les modalités d'application du règlement (CE) n° 479/2008 du Conseil portant organisation commune du marché vitivinicole, en ce qui concerne les programmes d'aide, les échanges avec les pays tiers, le potentiel de production et les contrôles dans le secteur vitivinicole, notamment articles 79 et suivants.
- Règlement (UE) n° 2729/2000 de la Commission du 14 décembre 2000 portant modalités d'application relatives aux contrôles dans le secteur vitivinicole.

### Source des figures

Equation 2: d'après *Isotope Tracers in Catchment Hydrology* (1998), C. Kendall and J. J. McDonnell (Eds.). Elsevier Science B.V., Amsterdam.

Figure 3: *International Journal of Mass Spectrometry*, Vol. 338, 15 March 2013.

Figure 4: Révész, Kinga. (2006). Title Page Determination of the  $\delta\text{C}$  of Total Nitrogen and Carbon in Solids; RSIL Lab Code 1832.

## Annexes

### Protocole d'échantillonnage

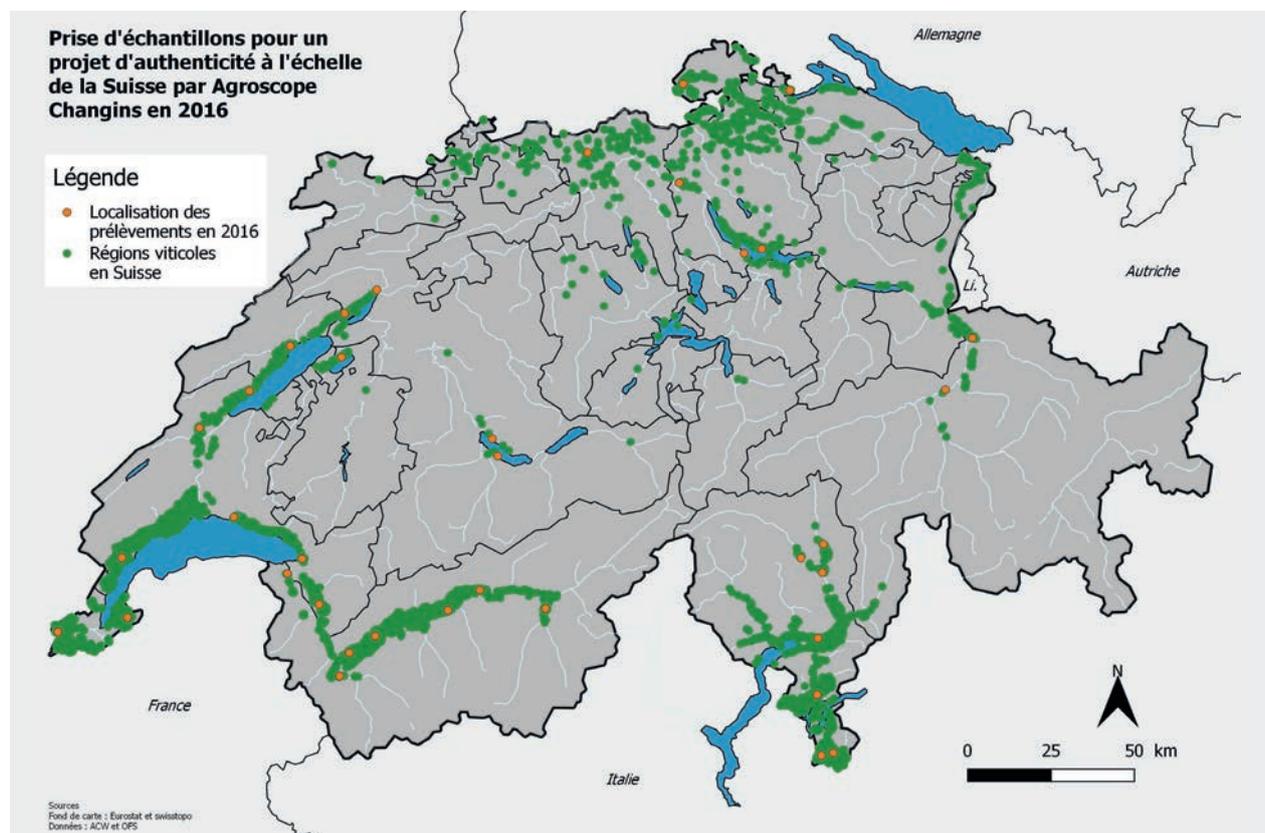
- A) Se rendre en suivant le GPS sur la parcelle à vendanger.
- B) Recueillir les données nécessaires: la situation sanitaire, l'inter-rang, l'inter-cep, le cépage, les coordonnées précises, le numéro de la caisse utilisée, etc.
- C) Un minimum de 10 kg doit être récolté. Bien pressé, cela donne environ 7 l de moûts.
- D) Peser les caisses à la cave.
- E) Si le pressurage ne s'effectue pas le jour même, mettre les caisses de raisins en chambre froide. Toujours protéger les caisses avec un film ou une bâche pour éviter toute contamination à l'eau. ➤

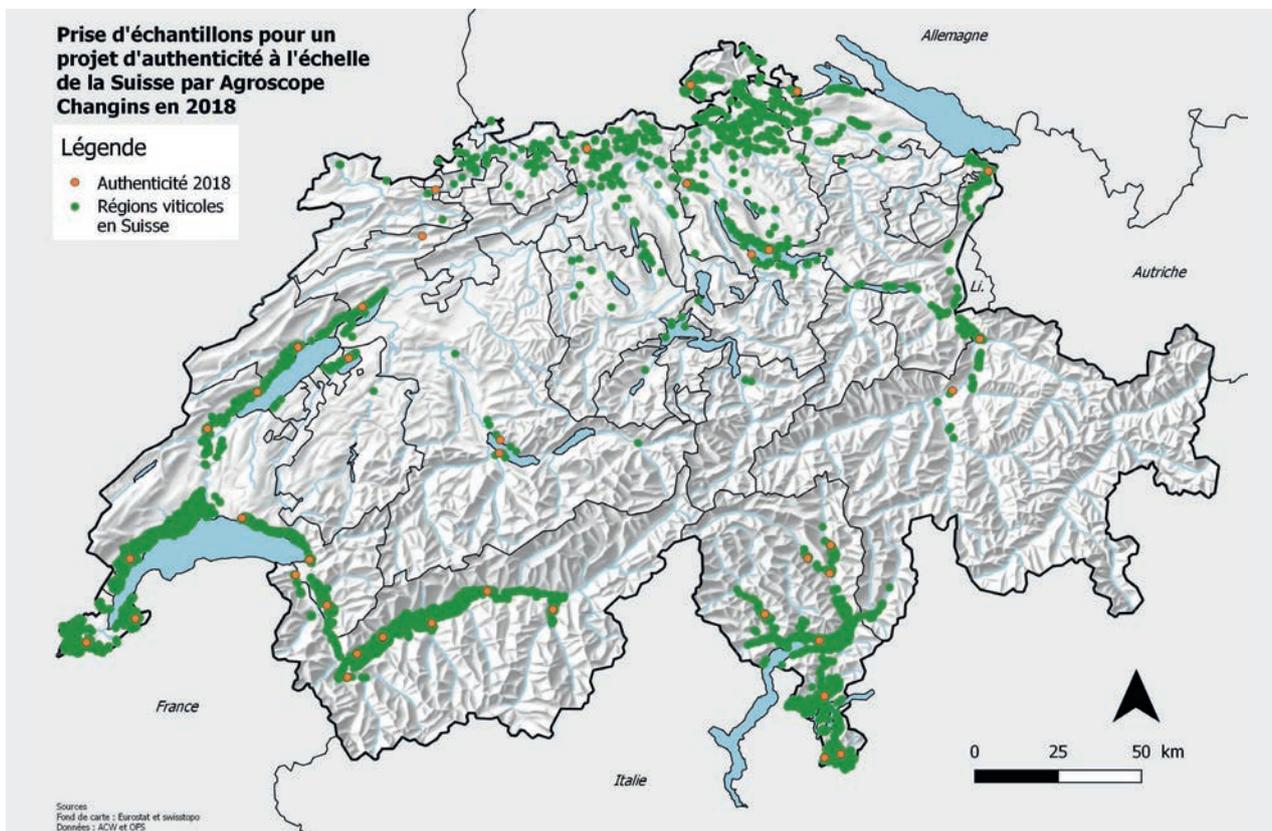
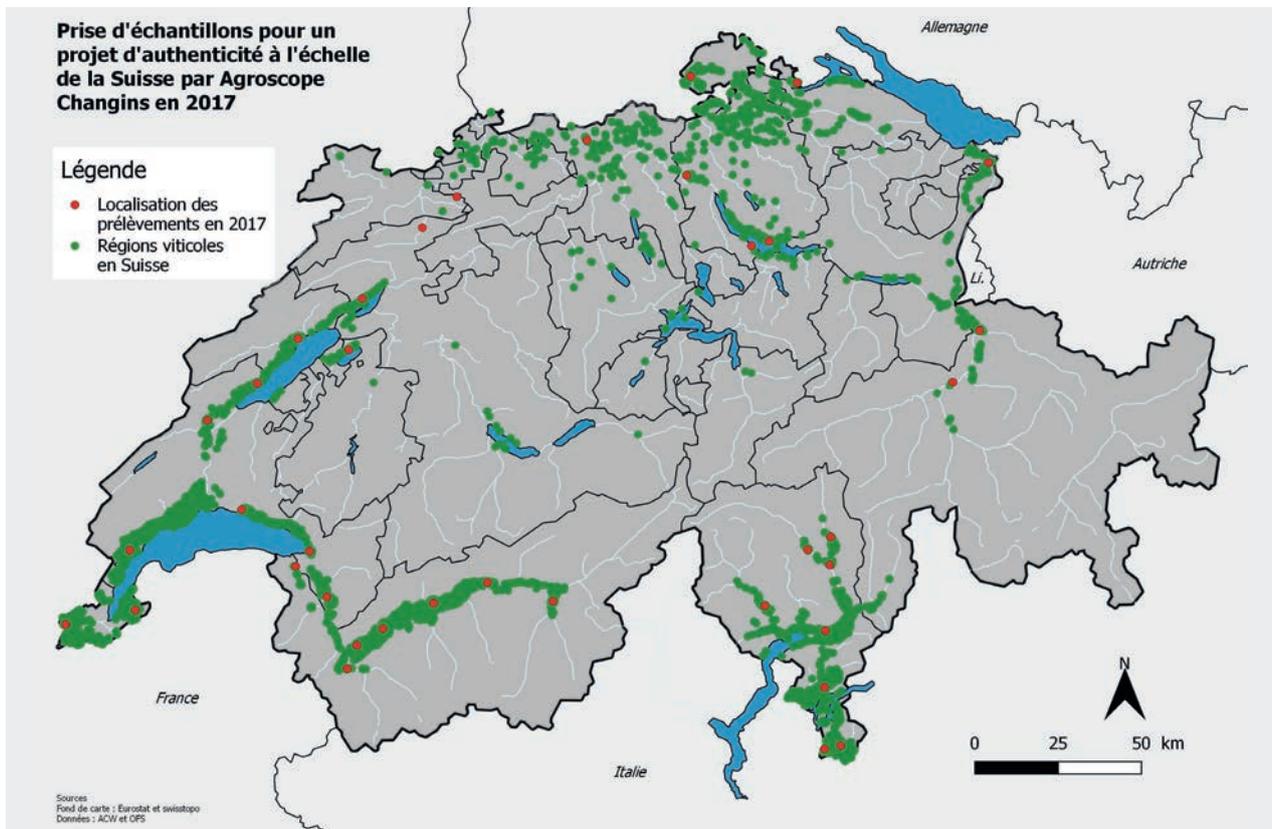
### Protocole de vinification

**Tableau 1** | Résumé des étapes de la récolte du raisin à la mise en bouteilles pour les échantillons du projet «Authenticité des vins suisses».

<b>Vendange</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Vendange saine, 3–4 souches.</li> <li>Une caissette à vendange pleine (environ 10 kg).</li> <li>La vendange doit être exempte d'eau.</li> <li>Protéger la caissette de toute pénétration d'eau.</li> </ol>		
<b>Pesée</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Sur le terrain pour paiement + à la cave.</li> </ol>		
<b>Pressurage</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Pressoir 0,68 hl vertical à piston central (TomPress).</li> <li>Pressurage en raisin rond (blanc et rouge).</li> <li>Pressoir sec entre deux lots (nettoyage brosse + air comprimé).</li> <li>Echantillon moût/foulage.</li> <li>Relever le litrage de l'essai.</li> <li>Sulfitage au métabisulfite de potassium (150 mg/l de <math>K_2S_2O_5</math>).</li> <li>Fermer avec une bonde.</li> <li>Placer le lot dans une cellule à 20°C.</li> </ol>		
<b>Levurage</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Jour 1 après le pressurage, levurage direct sur moût à 20°C avec Levuline FB (40 g/hl).</li> </ol>		
<b>Fermentation alcoolique</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>A 20°C.</li> <li>Pas de sondage intermédiaire.</li> <li>Jour 4 après pressurage: 40 g/hl de <math>NH_4^+</math>.</li> </ol>		
<b>Contrôle de la fermentation</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Jour 15 après pressurage: DMA 35. <i>Noter le résultat du DMA 35 et la température.</i></li> <li>Jour 22 après pressurage: DMA 35. <i>Noter le résultat du DMA 35 et la température. Si le résultat est stable et inférieur à -8 degrés Oechsle, passer à la «stabilisation chimique».</i></li> </ol>		
			<ol style="list-style-type: none"> <li>Jour 29 après pressurage: DMA 35 (résultat et température) et passer à «stabilisation chimique».</li> </ol>
		<b>Stabilisation chimique</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Jour 29 après pressurage au plus tard, au plus tôt jour 22.</li> <li>Echantillon fin FA (30 ml) à la pipette.</li> <li>Stabilisation au métabisulfite de potassium: 300 mg/l de <math>K_2S_2O_5</math>.</li> <li>Mise à 4°C.</li> </ol>
		<b>Conditionnement</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Soutirage des lies par siphonage en surpression d'azote.</li> <li>Loger à 14°C.</li> <li>Contrôle de la teneur en <math>SO_2</math> libre après minimum trois jours.</li> <li>Correction du <math>SO_2</math> libre à 100 mg/l avec du métabisulfite de potassium.</li> <li>Mise de 11 bouteilles de 50 cl vissées par siphonage en surpression d'azote dans les deux semaines selon turbidité.</li> <li>Etiquetage.</li> <li>Conservation à 12°C.</li> <li>Une bouteille pour analyse par le laboratoire qualité des vins et une pour analyse isotopique (SCAV).</li> </ol>

### Cartes des points de prélèvement en 2016, 2017 et 2018





**Summary** ■ **Determining the Authenticity of Swiss Wines by Isotopic Analysis.** This article is the result of the Mandate of 12 December 2016 between the Swiss Confederation and the Swiss Wine Trade Inspection (CSCV) concerning wine authenticity inspections. It consists of contributions from Agroscope, the Valais Consumer and Veterinary Affairs Service (SCAV) and the CSCV, and encompasses the synthesis of the samples taken in 2016, 2017 and 2018 at 40 winemakers throughout Switzerland, as well as the analysis of these samples by the SCAV. Wine origin authentication is based on the oxygen isotope ratio ( $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ), which is linked to the world's water cycle. The characterisation and comparison of the natural isotopic composition of different plant species and their growing areas has enabled verification of the conformity of origin of certain agricultural products. The 'measurement of the  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  isotopic ratio for liquid samples with Gasbench' method described in this report is a highly stable method which the SCAV has thoroughly mastered. The results achieved with this method ( $\delta\text{-}^{18}\text{O}$  values) help monitor the indication of origin on a wine label. The same databases and analytical method can be used to inspect a watered-down wine. Because of the annual variations, a database must contain all vintages ( $\delta\text{-}^{18}\text{O}$  authenticity of Swiss wines) in order to be useful. The report deals with sampling, vinification and analysis methods, as well as the future aspects of the project.

**Key words:** Authenticity, Swiss wines, Isotopic ratio, Oxygen, Origin, Water cycle, Vinification

**Zusammenfassung** ■ **Echtheit der Schweizer Weine durch Isotopenuntersuchung.** Dieser Artikel ergibt sich aus dem Mandat des Bundes und der Schweizer Weinhandelskontrolle (SWK) zur Weinechtheitskontrolle vom 12. Dezember 2016. Er enthält Beiträge von Agroscope, der Walliser Dienststelle für Verbraucherschutz und Veterinärwesen (DVSV) sowie der SWK. Er umfasst die Synthese der 2016, 2017 und 2018 bei 40 Winzern und Einkellerern der ganzen Schweiz erstellten Erhebungen sowie die Analyse dieser Proben durch die DVSV. Die Ursprungsauthentifizierung der Weine basiert auf dem mit dem weltweiten Wasserkreislauf zusammenhängenden Sauerstoffisotopenverhältnis ( $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ). Die Charakterisierung und der Vergleich der natürlichen isotopischen Zusammensetzung verschiedener Pflanzenarten und ihrer Anbaugebiete ermöglichen, die Übereinstimmung mit der Herkunft gewisser landwirtschaftlicher Produkte zu überprüfen. Diese in diesem Bericht beschriebene Methode "Messung des Isotopenverhältnis  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  für flüssige Proben mit Gasbench,, ist eine sehr stabile und bei der DVSV gut beherrschte Methode. Die mit dieser Methode erzielten Ergebnisse ( $\delta\text{-}^{18}\text{O}$  Werte) tragen dazu bei, die Herkunftsangabe auf der Weinetikette zu überprüfen. Ein mit Wasser gestreckter Wein kann mit diesen Datenbanken und Analysemethoden ebenfalls kontrolliert werden. Eine Datenbank sollte aufgrund der jährlichen Schwankungen alle Jahrgänge ( $\delta\text{-}^{18}\text{O}$  Echtheit der Schweizer Weine) enthalten. Der Bericht erläutert die Methoden der Probenahme, Weinherstellung und Analyse sowie die nächsten Projektetappen.

**Riassunto** ■ **Autenticità dei vini svizzeri tramite analisi isotopica.** Frutto del mandato del 12 dicembre 2016 tra la Confederazione e il Controllo svizzero del commercio dei vini (CSCV) relativo al controllo dell'autenticità dei vini, questo articolo riassume i contributi di Agroscope, del Service de la consommation et affaires vétérinaires du Valais (SCAV) e del CSCV. In esso figurano la sintesi dei campioni prelevati nel 2016, 2017 e 2018 da 40 viticoltori-vinificatori di tutta la Svizzera e l'analisi di questi campioni svolta dallo SCAV. L'autenticazione dell'origine dei vini si basa sul rapporto isotopico dell'ossigeno ( $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ), legato al ciclo mondiale dell'acqua. La caratterizzazione e il confronto delle composizioni isotopiche naturali delle diverse specie vegetali e delle rispettive zone di produzione hanno permesso di verificare la conformità dell'origine di determinati prodotti agricoli. Il metodo «Misurazione del rapporto isotopico  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  per campioni liquidi con il Gasbench» descritto nel presente rapporto è molto stabile e ben consolidato presso lo SCAV. I risultati di questo metodo (valori  $\delta\text{-}^{18}\text{O}$ ) aiutano a monitorare l'indicazione della provenienza sulle etichette dei vini. Anche l'eventuale annacquatura di un vino può essere controllata in base a queste banche dati e al metodo analitico. Per essere utile, una banca dati deve includere ogni annata ( $\delta\text{-}^{18}\text{O}$  autenticità dei vini svizzeri) viste le variazioni annue. Il rapporto tratta dei metodi di campionamento, di vinificazione e di analisi nonché degli aspetti futuri del progetto.