

LA MESURE DU $\delta^{13}\text{C}$

1. Qu'est-ce que la mesure du $\delta^{13}\text{C}$?

La mesure du $\delta^{13}\text{C}$ est une mesure du rapport isotopique entre le carbone 12 (^{12}C) et le carbone 13 (^{13}C) contenu dans un échantillon. Dans le cas de la vigne, ce rapport est un excellent indicateur du niveau de stress hydrique subi pendant la fructification. Il s'agit d'un complément ou d'une alternative aux mesures effectués au champ à l'aide d'une chambre à pression de Scholander. Contrairement à la chambre à pression qui caractérise l'état de stress hydrique de la vigne à un instant t, la mesure du $\delta^{13}\text{C}$ est une méthode intégrative, cela signifie qu'au moment où elle est réalisée son résultat intègre l'ensemble des états hydriques rencontrés par la vigne depuis le début de la campagne fructifère.

2. Quel est le principe ?

Il existe dans la nature différents isotopes du carbone : le ^{12}C , le ^{13}C et le ^{14}C . Le ^{12}C est composé de 6 protons et 6 neutrons au sein de son noyau, et constitue l'isotope majoritaire (~99%) dans les organismes vivants, ainsi que dans toutes les molécules carbonées. Le ^{13}C (~1%) comprend quant à lui 6 protons et 7 neutrons, tandis que le très rare ^{14}C en contient respectivement 6 et 8. Le ^{12}C et ^{13}C sont des isotopes stables, à différence du carbone ^{14}C , qui présente une décroissance radioactive naturelle.

Les plantes présentent un rapport isotopique entre le ^{12}C et le ^{13}C propre. Par exemple, ce rapport se situe vers -13‰ pour la canne à sucre et vers -26‰ pour la betterave et la vigne. Le décalage observé dans le ratio isotopique entre différentes espèces végétales est lié au type de cycle photosynthétique : C3 pour la vigne, C4 pour la canne à sucre.

Lorsque la vigne fonctionne de manière optimale, celle-ci absorbe du dioxyde de carbone de l'air pour synthétiser des sucres. Le dioxyde de carbone contient naturellement les différents isotopes du carbone. Quand le CO_2 n'est pas limitant (stomates ouverts) le ^{12}C étant plus léger que le ^{13}C , le CO_2 qui contient le ^{12}C est utilisé de façon préférentielle par l'enzyme RUBISCO. Lorsque la vigne subit un stress hydrique, celle-ci ferme progressivement ces stomates. La quantité de dioxyde de carbone disponible devient donc limitante et par conséquent le « tri » entre molécules de CO_2 lourdes (^{13}C) ou légères (^{12}C) de moins en moins efficace. Le rapport isotopique des sucres synthétisés va donc forcément changer en fonction du stress hydrique. Plus ce rapport va s'éloigner de la valeur de référence, plus le stress hydrique aura été fort pendant la saison. Ainsi, on considère qu'une valeur de -22‰ correspond à un fort stress hydrique pour la plante et une valeur de -27‰ à l'absence de stress hydrique

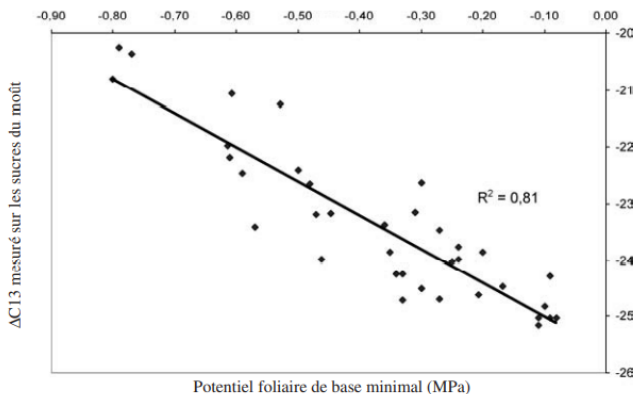


Figure 1 : Corrélation entre $\delta^{13}\text{C}$ et potentiel de tige (Van Leeuwen et al., 2001)

Figure 2 : EA-IRMS Laboratoire EXCELL

3. Comment mesure-t-on le $\delta^{13}\text{C}$?

La mesure est effectuée à l'aide d'un EA-IRMS (Spectromètre de Masse à Rapport Isotopique). Cet outil analytique de pointe va permettre de séparer et quantifier les atomes de carbone ^{12}C et ^{13}C dans un échantillon, à travers une pyrolyse à haute température suivi par une séparation. Cette méthode est une référence pour l'analyse des isotopes, elle est ciblée et spécifique.

La mesure peut s'effectuer sur baie ou sur jus. En effet, la mesure du $\delta^{13}\text{C}$ va donner une information concernant le stress accumulé durant toute la période de fructification. Un prélèvement de 100 baies ou 60 ml de jus sont nécessaires pour la réalisation de la mesure.

4. Quelles sont les applications ?

Caractérisation du stress hydrique selon les millésimes :

Les mesures de $\delta^{13}\text{C}$ peuvent être un excellent outil pour caractériser l'impact du millésime sur la physiologie de la plante. Sur le graphique ci-dessous sont représentés les valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ réalisés sur les campagnes 2019, 2020 et 2021.

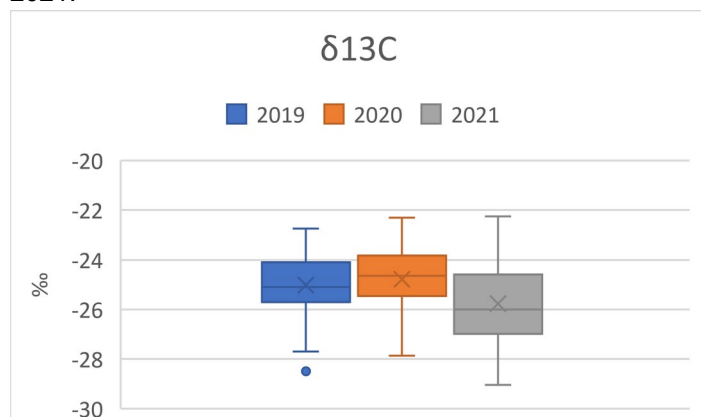


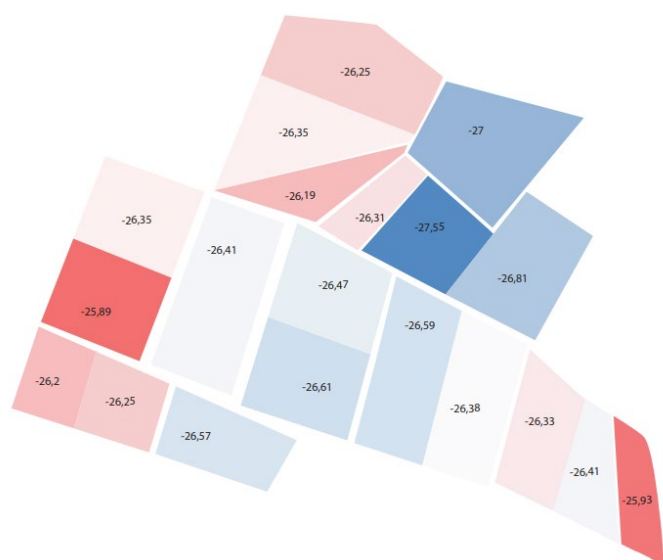
Figure 3 : Répartition des valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ mesurées par le laboratoire lors des 3 derniers millésimes (Donnés Sud-Ouest)

Selon les millésimes, les moyennes observées ainsi que l'hétérogénéité des valeurs changent de façon importante. 2020 semble être l'année la plus marquée par le stress hydrique parmi les trois. 2021 quant à lui a été plus hétérogène et avec un stress hydrique plus faible en moyenne. Ces données peuvent ensuite être corrélées aux profils aromatiques des millésimes ou encore aux rendements et à la concentration poly phénolique, qui est favorisée par un certain niveau de stress hydrique

Etude de l'hétérogénéité d'un vignoble :

L'étude du niveau de stress hydrique à l'échelle de la parcelle peut nous permettre de mieux appréhender le comportement de certains terroirs. Le $\delta^{13}\text{C}$ peut également être un bon outil dans un objectif de sélection parcellaire.

La carte ci-dessous représente les différentes valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ mesurées à l'échelle d'un domaine sur le millésime 2021. On voit apparaître des parcelles non stressées (proches de la valeur de référence de -28‰) et d'autres dont le niveau de stress devient significatif $-25,9\text{‰}$.



Orientation des lots de vinification :

Le stress hydrique impactant le contenu phénolique des vins. L'analyse du $\delta^{13}\text{C}$ peut permettre de constituer des lots présentant des profils similaires et d'y adapter des itinéraires de vinifications spécifiques

Verticales sur vins finis :

Une fois que les sucres ont été fermentés par la levure, leur signature isotopique se transfère à l'éthanol. Il est donc possible d'effectuer des comparaisons entre millésimes sur des vins finis pour connaître l'état de stress hydrique qui a eu lieu lors de la saison de production du vin. Il n'y a pas de limites d'âge, l'analyse peut être réalisée sur des millésimes très anciens

Origine botanique des sucres ou de l'alcool :

L'analyse du $\delta^{13}\text{C}$ peut aussi être une analyse de contrôle qualité des MCR afin de s'assurer que les sucres proviennent bien de raisin.

De même sur l'éthanol l'analyse $\delta^{13}\text{C}$ peut être un contrôle qualité pour confirmer l'origine botanique de l'alcool pour la production de spiritueux.

Pour toute question complémentaire :

- Tommaso Nicolato tnicolato@labexcell.com // Vincent Renouf yrenouf@labexcell.com