

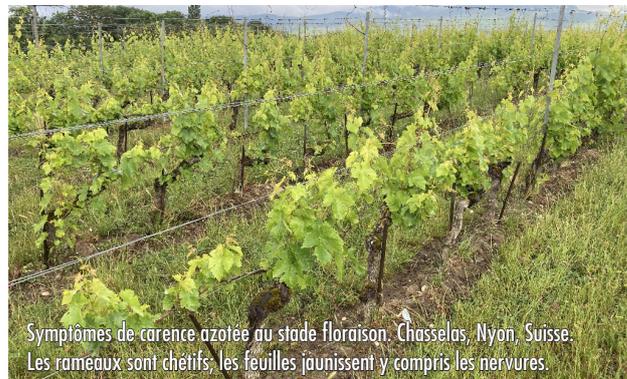


Gestion raisonnée de l'azote en viticulture : de l'observation à l'analyse du moût

Thibaut Verdental^{✉1}, Ágnes Dienes-Nagy¹, Sandrine Belcher¹, Jean-Sébastien Reynard¹, Vivian Zufferey¹

Agroscope, 1009 Pully, Switzerland

Comprendre et gérer la nutrition azotée de la vigne est crucial pour produire des vins de qualité. L'observation visuelle est la première étape, complétée par des outils comme l'indice chlorophyllien et l'analyse foliaire. L'azote total du sol est peu pertinent, car non directement assimilable. En revanche, l'analyse de l'azote assimilable dans le moût à la vendange est un bon indicateur pour ajuster la fertilisation.



Symptômes de carence azotée au stade floraison. Chasselas, Nyon, Suisse. Les rameaux sont chétifs; les feuilles jaunissent y compris les nervures.

Prendre le temps d'observer la vigne

Avant toute fertilisation, il est essentiel de diagnostiquer la vigne pour évaluer son statut en azote. Plusieurs méthodes complémentaires sont possibles:

➔ Observation visuelle – simple et gratuite. Les signes de carence azotée incluent un manque de vigueur, un feuillage jaunâtre et une faible fertilité.

➔ Analyses de végétaux – plus coûteuses, elles confirment les carences ou excès, mais nécessitent une interprétation experte selon le cépage et le stade de croissance¹.

➔ Indice chlorophyllien – rapide et non destructif, il utilise des outils comme le SPAD 502 (Konica Minolta, Nieuwegein, Pays-Bas) ou le N-Tester (Yara, Oslo, Norvège) pour estimer le taux d'azote via la couleur des feuilles².

Remarque : L'azote total dans le sol (minéral et organique) n'est pas un bon indicateur de la nutrition azotée de la vigne. La matière organique doit être minéralisée avant d'être assimilée par la vigne. L'analyse du sol permet en revanche de contrôler des facteurs comme la matière organique, le rapport C/N, le pH et le calcaire, qui influencent la minéralisation de l'azote. La matière organique améliore la structure du sol et la réserve en eau.

L'analyse de moût à la vendange, l'indicateur le plus précis

L'azote assimilable par les levures, présent dans les raisins à la récolte, est crucial en viticulture et œnologie. Il reflète la nutrition azotée de la vigne, influence la fermentation alcoolique, et participe à la formation des arômes du vin. Il se compose principalement d'ammonium et d'acides aminés (hors proline et hydroxyproline). Sa concentration dépend des conditions environnementales et des pratiques agricoles. Malgré son importance, son analyse n'est malheureusement pas encore ancrée dans les analyses courantes au même titre que les sucres ou l'acidité.

Pour la vinification, la concentration en azote assimilable par les levures du moût est souvent sous-optimale, ce qui limite le développement des levures et la vitesse de fermentation alcoolique, ainsi que le développement des arômes. En dessous de 200 mg N/l d'azote assimilable, la durée de fermentation est négativement corrélée à la concentration en azote assimilable, pour un moût clarifié avec une concentration moyenne en sucre. En dessous de 140 mg N/l d'azote assimilable, il existe un risque important d'arrêt de fermentation alcoolique³ (Tableau 1). Ce seuil est plus bas dans le cas de vinification de vin rouge; l'extraction de l'azote du raisin est en effet plus élevée en raison d'un contact prolongé avec le marc.

TABLEAU 1. Niveau de risque d'arrêt de fermentation en fonction de la concentration en azote assimilable du moût à la vendange pour les vinifications en blanc (sans macération pelliculaire). Les seuils pour les vinifications en rouge sont considérés plus bas.

Azote assimilable dans le moût (mg/l)	Risque d'arrêt de fermentation sur moût clarifié
>200	Aucun
140<...<200	Moyen
<140	Élevé

L'Australian Wine Research Institute propose un seuil minimum de 100 mg/l d'azote assimilable pour les vinifications en rouge.

Les principales méthodes de fertilisation azotée

Deux méthodes de fertilisation azotée sont possibles en viticulture. Ces méthodes sont complémentaires et poursuivent des objectifs différents:

➔ La fertilisation au sol vise à maintenir la vigueur de la vigne et la fertilité des bourgeons afin d'atteindre les quotas de production sur le long terme. Elle est généralement réalisée en hiver ou au printemps, selon la forme d'engrais utilisée (organique ou minéral), de façon à ce que l'azote soit disponible au moment du pic de croissance végétative de la vigne.

➔ La fertilisation foliaire, quant à elle, a un objectif à court terme. Son but est de stimuler l'accumulation d'azote dans les raisins afin d'obtenir une concentration plus élevée en azote assimilable par les levures dans le moût au moment des vendanges de la même année. Elle est réalisée au moment de la véraison, au début de la maturation des raisins, et n'a généralement pas d'effet sur la nutrition de la vigne l'année suivante. En cas de carence azotée avérée, un apport foliaire d'urée (10 à 20 kg N/ha), appliqué en plusieurs fois pour favoriser son assimilation, peut se révéler très efficace, selon les conditions environnementales et le cépage⁴.

Afin de déterminer la nécessité d'une fertilisation foliaire, il serait particulièrement utile d'estimer dès la véraison la concentration en azote assimilable du moût lors des prochaines vendanges.

L'analyse du moût à la véraison, un moyen de prédire les conditions de vendanges

La détermination précoce de la teneur en azote du moût à la véraison permet d'estimer celle du moût à la vendange. Cela peut être utile en vue d'une fertilisation foliaire au début de la maturation du raisin, afin



de corriger la teneur en azote assimilable du moût à la vendange. A la véraison, les raisins sont déjà riches en azote, principalement sous forme de NH_4^+ . La concentration en azote assimilable diminue généralement pendant la maturation du raisin en raison de la diminution de NH_4^+ , tandis que la concentration en acides aminés reste relativement stable⁵. Agroscope a produit une importante base de données dans le cadre d'un suivi de maturation sur une période de 24 ans (1997-2020) dans trois vignobles de référence en Suisse (Nyon, Pully et Leytron): l'institut confirme la corrélation entre les concentrations en azote des raisins à la véraison et à la récolte pour les cépages Chasselas, Gamay et Pinot noir (Figure 1). Les conditions environnementales (climat et sol) ont eu un impact dominant; un fort effet du cépage a également été observé. En moyenne sur 24 ans, les moûts de Pinot noir et Gamay ont montré des concentrations en azote généralement comparables entre la véraison et la vendange ($p = 0,142$ et $0,894$, respectivement); la concentration d'azote a même augmenté pour le Pinot noir dans le vignoble de Pully ($p < 0,001$) (Tableau 2). Les moûts de Chasselas, quant à eux, ont eu une concentration d'azote plus basse à la vendange plus de neuf fois sur dix; une forte carence en azote assimilable (< 140 mg N/l) a été détectée dès la véraison dans 13 cas, principalement dans le

vignoble de Nyon, et a été confirmée à la vendange dans plus 90 % des cas. En tenant compte du cépage, la détermination précoce de la concentration d'azote du moût de raisins prélevés à la véraison est donc un bon indicateur de la future concentration à la vendange.

Vers une gestion durable de la nutrition azotée de la vigne

Les observations et mesures décrites précédemment présentent chacune des avantages et des inconvénients. Elles sont complémentaires et permettent ensemble une meilleure compréhension de la dynamique azotée de la vigne. Cela dit, lorsqu'une carence azotée est avérée, la fertilisation n'est pas forcément de mise. Le statut de nutrition azotée de la vigne est largement influencé par les conditions environnementales de la parcelle, mais également par le choix des techniques culturales⁶. Avant même d'envisager de fertiliser, il convient donc de veiller à la cohérence des choix techniques suivants :

- ➔ matériel végétal (variété et porte-greffe),
- ➔ entretien du sol,
- ➔ équilibre feuille-fruit,
- ➔ alimentation hydrique.

La nutrition azotée de la vigne se raisonne sur le long terme. Les arrière-effets de l'année précédente et l'anticipation sur l'année suivante sont à prendre en compte. À titre d'exemple, la mise en place d'un enherbement peut, selon les conditions environnementales, engendrer une forte concurrence hydro-azotée pour la vigne. Une carence en azote peut ainsi apparaître en deux à cinq ans, avec des répercussions sur le rendement et la qualité des vins. Le rétablissement d'une nutrition équilibrée peut durer à son tour plusieurs années. ■

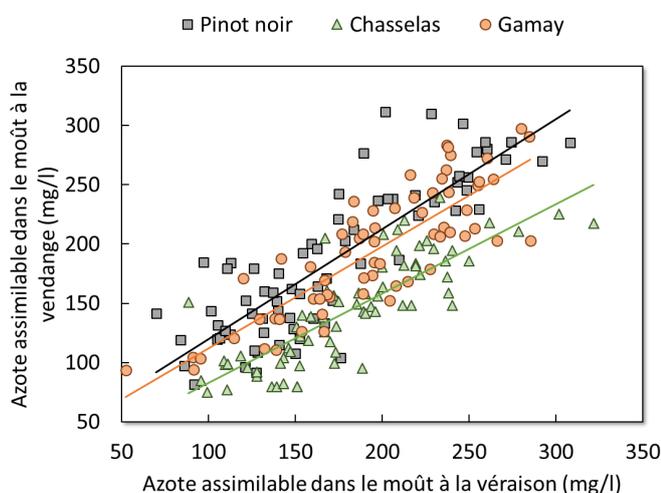


FIGURE 1. Corrélation entre les concentrations en azote assimilable de raisins de trois cépages prélevés à la véraison et à la vendange (1997-2020). Chasselas ($n = 72$; $r = 0,82$; $p < 0,0001$), Gamay ($n = 66$; $r = 0,84$; $p < 0,0001$) et Pinot noir ($n = 72$; $r = 0,84$; $p < 0,0001$).

TABLEAU 2. Teneurs en azote assimilable des moûts de Chasselas, Pinot et Gamay à la véraison et à la vendange. Moyennes sur 24 ans (1997-2020). *** p -value $< 0,001$; ns, non significatif.

Vignoble	Cépage	Azote assimilable (mg/l)		Variation entre les deux dates	p-value
		Véraison	Vendange		
Nyon	Chasselas	149	107	-28 %	***
	Pinot noir	146	151	4 %	ns
	Gamay	168	159	-5 %	ns
Pully	Chasselas	189	161	-15 %	***
	Pinot noir	163	190	17 %	***
	Gamay	177	186	5 %	ns
Leytron	Chasselas	207	165	-20 %	***
	Pinot noir	204	215	5 %	ns
	Gamay	239	235	-2 %	ns
Moyenne trois vignobles	Chasselas	181	144	-20 %	***
	Pinot noir	171	186	9 %	ns
	Gamay	195	194	-1 %	ns

Source : Article prenant sa source de l'article de recherche "Nutrition azotée de la vigne: mesures et interprétations" (Recherche Agronomique Suisse, 2023). <https://doi.org/10.34776/afs14-167>

1 Spring, J. L., & Verdenal, T. (2017). Fertilisation en viticulture : Principes de fertilisation des cultures agricoles en Suisse (PRIF). *Recherche Agronomique Suisse*, 8, chapitre 12. <https://www.agrarforschungschweiz.ch/fr/2017/06/12-fertilisation-en-viticulture-prif-2017/>

2 Verdenal, T., Zufferey, V., Reynard, J. S., & Spring, J. L. (2023). Nitrogen nutrition status of the vine: correlation between N-tester and SPAD chlorophyll indices. *IVES Technical Reviews*. <https://doi.org/10.20870/IVES-TR.2023.7649>

3 Bell, S.-J., & Henschke, P. A. (2005). Implications of nitrogen nutrition for grapes, fermentation and wine. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 11, 242-295. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2005.tb00028.x>

4 Verdenal, T., Dienes-Nagy, Á., Belcher S., Reynard J.-S., & Zufferey V. (2025). Fertilisation foliaire en viticulture: comparaison de deux engrais minéraux. *Recherche Agronomique Suisse*, 16, 90-95. <https://doi.org/10.34776/afs16-90>

5 Nisbet, M. A., Martinson, T. E., & Mansfield, A. K. (2014). Accumulation and Prediction of Yeast Assimilable Nitrogen in New York Winegrape Cultivars. *American Journal of Enology and Viticulture*, 65, 325-332. <https://doi.org/10.5344/ajev.2014.13130>

6 Verdenal, T., Dienes-Nagy, Á., Spangenberg, J. E., Zufferey, V., Spring, J.-L., Viret, O., Marin-Carbone, J., & van Leeuwen, C. (2021). Understanding and managing nitrogen nutrition in grapevine: a review. *OENO One*, 55, 1-43. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2021.55.1.3866>