

Maturité et teneur en azote des moûts de Chasselas, Pinot noir et Gamay: cinq années d'observations dans le canton de Vaud

Lama Aleid-Germanier², Thibaut Verdenal¹, Vivian Zufferey¹, Olivier Viret²

¹Agroscope, 1009 Pully, Suisse

²Direction de l'Agriculture, de la Viticulture et des Améliorations foncières, 1111 Morges, Suisse

Renseignements: lama.aleid-germanier@vd.ch, thibaut.verdenal@agroscope.admin.ch

<https://doi.org/10.34776/afs17-140> Date de publication: 28 mai 2026



Vignes de Chasselas présentant des symptômes de contrainte hydro-azotée. Les feuilles sont de couleur jaune-vert pâle et commencent à sécher à partir de la base des rameaux. Vignoble La Côte, 2025. Photo: Thibaut Verdenal

Résumé

Le canton de Vaud dispose d'un vaste réseau de plus de 140 parcelles permettant de suivre la maturation des principaux cépages (Chasselas, Gamay, Pinot noir) dans quatre régions viticoles et divers contextes pédoclimatiques. L'étude exploite les données 2021–2025 du laboratoire cantonal d'œnologie pour caractériser la composition des moûts (sucres, acidité, azote assimilable) de la véraison aux vendanges et relier ces paramètres au climat, au terroir et au cépage. Les millésimes secs et chauds (notamment 2022–2023) conduisent à des teneurs en sucres plus élevées, des acidités plus faibles et à des valeurs d'azote assimilable nettement réduites, avec un minimum en 2022. Entre régions, le Chablais et Lavaux présentent des teneurs en azote assimilable plus

élevées, attribuées à des sols favorisant un enracinement plus profond et une meilleure résistance au stress hydro-azoté. Le Chasselas montre systématiquement les teneurs en azote assimilable les plus faibles et une diminution moyenne de 16 % entre véraison et vendange, alors que le Gamay et le Pinot noir restent globalement stables. Ces résultats confirment qu'une gestion intégrée de la nutrition azotée, combinant entretien du sol, rapport feuille-fruit et fertilisation est indispensable pour prévenir les carences du moût et sécuriser la qualité des vins, en particulier pour le Chasselas.

Key words: ripening monitoring, yeast assimilable nitrogen, Chasselas, Pinot noir, Gamay, terroir.

Introduction

Dans le deuxième plus grand canton viticole de Suisse, qui compte 3772 ha de vigne en 2024 (2447 ha de cépages blancs, 1317 ha de cépages rouges et 7,2 ha en reconstitution), l'État de Vaud assure un service d'analyse des raisins, des moûts et des vins. Les cépages blancs sont largement dominés par le Chasselas (90 % des surfaces), alors que les cépages rouges sont plus diversifiés, avec le Pinot noir et le Gamay les plus plantés (60 % des surfaces) (Fig. 1). La production intégrée, encadrée par les prestations écologiques requises (PER), reste largement majoritaire, alors que la viticulture biologique poursuit son essor et couvre désormais près d'un cinquième du vignoble. Dans ce contexte, les choix d'itinéraires tech-

niques, notamment en matière d'entretien des sols et de gestion de la vigueur, conditionnent fortement l'alimentation hydrique et minérale de la vigne, et donc la composition des moûts à la vendange.

Les changements climatiques observés au cours des dernières décennies se traduisent par un raccourcissement de la période de végétation, des printemps et étés plus chauds et une variabilité accrue du régime des précipitations (Bloesch *et al.*, 2009). La figure 2 montre une augmentation significative de l'évapotranspiration (+100 mm, transpiration journalière des plantes moins les précipitations) sur les quarante dernières années, accompagnée de différences de plus en plus marquées entre

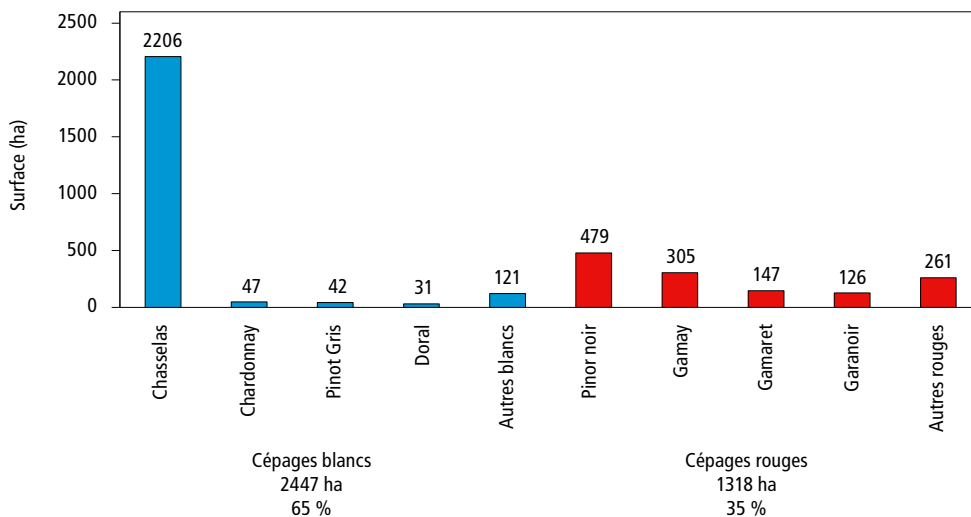


Figure 1 | Proportion des cépages blancs et rouges en hectares dans le canton de Vaud en 2024. Source: DADN.

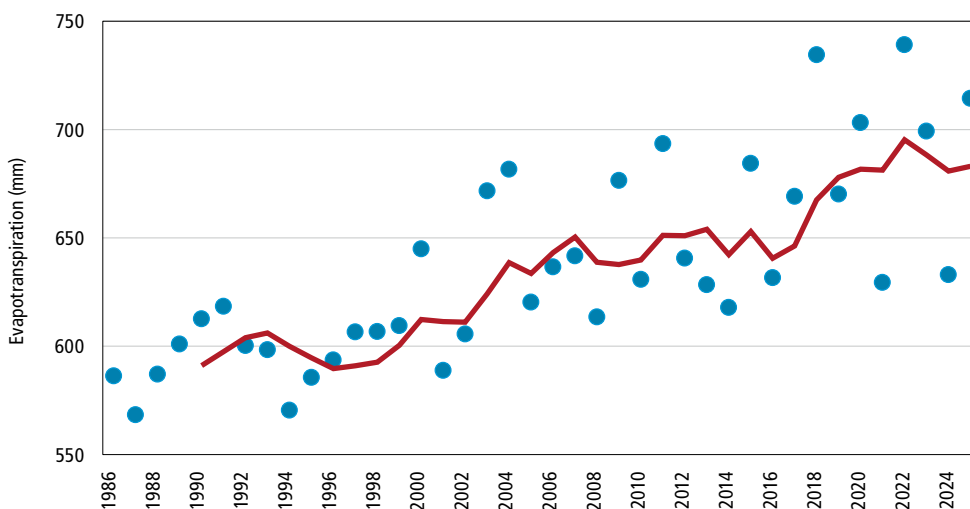


Figure 2 | Evolution de l'évapotranspiration des plantes (transpiration moins les précipitations, mm), à Pully, de 1986 à 2025. La courbe rouge représente la moyenne lissée sur 5 ans. Source: MétéoSuisse.

les années. Les millésimes récents illustrent cette variabilité, avec des années très arrosées comme 2021 et 2024 contrastant avec des millésimes chauds et secs tels que 2022 et 2023 (Viret *et al.* 2021, 2023, 2024, 2025). Dans un vignoble situé en forte pente et exposé au sud, ces conditions renforcent les risques de stress hydrique, en particulier sur les sols superficiels ou compacts tels que les moraines de fond qui limitent l'enracinement de la vigne en profondeur (Zufferey *et al.*, 2022). À l'inverse, des enracinements profonds dans des sols graveleux ou morainiques perméables permettent à la vigne de mieux tolérer les épisodes de sécheresse et de limiter les situations de stress hydro-azoté (Reynard *et al.*, 2012). Si un stress hydrique modéré est souhaitable pendant la maturation des raisins, un déficit en eau plus précoce dans la saison peut être préjudiciable à la vigne. L'eau disponible dans le sol contrôle non seulement le fonctionnement hydrique de la vigne, mais aussi la disponibilité des éléments minéraux, en particulier de l'azote, dont la minéralisation dépend étroitement de l'activité biologique des horizons de surface (Verdenal *et al.*, 2021).

Les enjeux socio-politiques, qui remettent en question l'usage des intrants phytosanitaires de synthèse, impliquent une évolution des pratiques d'entretien des sols – en particulier la réduction, voire l'abandon, des herbicides sous le cavaillon (Pfister *et al.*, 2019). Dans le contexte d'un vignoble en forte pente et non mécanisable comme cela peut être le cas à Lavaux ou en Valais, l'entretien du sol devient difficile. Sans entretien du sol, ou avec un entretien limité à des fauches occasionnelles du cavaillon, les couverts végétaux consomment irrémédiablement l'eau et les minéraux au détriment de la vigne. Cela conduit généralement à une concurrence hydrique et minérale excessive exercée par les couverts végétaux lorsqu'ils ne sont pas maîtrisés. Les racines des graminées et des dicotylédones occupent le premier horizon du sol (horizon A, 25–35 cm d'épaisseur) et captent l'eau et les minéraux avant que les racines de la vigne ne puissent en bénéficier, notamment en raison de leur densité racinaire plus faible. L'horizon A, également appelé horizon organo-minéral, correspond à la couche arable du sol où se concentre la matière organique et où se déroulent les principaux processus biologiques déterminants pour la vigne. Cette couche du sol contient la grande majorité de l'activité biologique à l'origine de la minéralisation de l'azote et des autres minéraux essentiels pour les plantes, qui sont pratiquement absents des horizons plus profonds. La gestion de l'enherbement sous le cavaillon et entre les rangs devient ainsi un levier central pour concilier objectifs environnementaux, résilience de la vigne et qualité des

raisins. Lorsque l'enherbement est total (entre les rangs et sous le cavaillon), les signes de carences interviennent plus tôt et de manière nettement plus marquée (Zufferey *et al.*, 2024). Les graminées, comme les ray-grass (*Lolium* sp.) ou les fétuques (*Festuca* sp.) sont particulièrement vivaces et gourmandes en azote, tout comme des plantes invasives comme les vergerettes (*Erygeron annuus*, *Conyza canadensis*, *Conyza sumatrensis*). La mise en place de couverts végétaux peu concurrentiels pour la vigne reste un enjeu fondamental en lien avec l'historique parcellaire qui définit le stock grainier en place (Zufferey *et al.*, 2024).

Sur le plan œnologique, des carences en azote assimilable dans les moûts peuvent entraîner des fermentations lentes ou incomplètes, la présence de sucres résiduels, une expression aromatique limitée et une amertume persistante dans les vins, en particulier pour les cépages blancs sensibles comme le Chasselas. Les interventions correctives en cave, par addition d'azote minéral ou d'acides aminés, ne compensent que partiellement ces déficits et ne permettent pas de retrouver le profil sensoriel attendu (Lorenzini et Vuichard, 2012). L'étude des terroirs vaudois réalisée durant près de dix ans de 2000 à 2010 a permis de déterminer l'eau et l'azote comme facteurs déterminants de la composition des raisins et de la qualité des vins (Zufferey *et al.*, 2008; Reynard *et al.*, 2011, 2012). La maîtrise de la nutrition azotée de la vigne en amont, par la combinaison de pratiques adaptées d'entretien du sol, de gestion du rapport feuille-fruit et de fertilisation raisonnée, apparaît donc essentielle pour sécuriser la qualité des vins.

Le canton de Vaud dispose d'un vaste réseau de plus de 140 parcelles permettant de suivre, année après année, la maturation des principaux cépages dans les différentes régions viticoles et une large gamme de terroirs. Les analyses réalisées de la véraison aux vendanges fournissent une base de données unique sur l'évolution des sucres, de l'acidité et de l'azote assimilable dans les moûts. Dans ce contexte, le présent travail vise à exploiter les données recueillies entre 2021 et 2025 pour (i) caractériser l'effet des conditions climatiques, des régions viticoles et des cépages Chasselas, Pinot noir et Gamay sur la composition des moûts, en mettant l'accent sur l'azote assimilable par les levures, et (ii) analyser l'évolution de cet azote entre la véraison et la vendange. Nous posons l'hypothèse que les millésimes chauds et secs, les terroirs peu profonds et le cépage Chasselas accentuent les risques de carence en azote assimilable, et que ces résultats peuvent être mobilisés pour définir des recommandations pratiques de gestion intégrée de la nutrition azotée dans le vignoble vaudois.

Matériel et méthodes

Dispositif expérimental

Le laboratoire cantonal d'œnologie de l'Etat de Vaud analyse un vaste réseau de suivi de la maturation comprenant plus de 140 parcelles viticoles, réparties entre les cépages Chasselas, Pinot Noir, Gamay, Garanoir et Gamaret. La présente étude repose sur les données issues des analyses de routine du laboratoire, collectées de 2021 à 2025 pour les principaux cépages du vignoble vaudois, Chasselas, Pinot Noir et Gamay. Les parcelles étudiées sont réparties sur l'ensemble des quatre régions viticoles du canton de Vaud (Tableau 1).

Les parcelles ont été caractérisées sur la base des informations fournies par les exploitants (numéro cadastral, altitude, âge de la vigne, porte-greffe, pratiques cultu-

rales). Ces données ont été complétées par les cartographies issues du projet Terroir vaudois (Letessier et Freymond, 2004), permettant d'identifier le type de sol de chaque parcelle. La majorité des parcelles correspond à des vignes adultes, représentant environ 85 % de l'ensemble du réseau. Pour la plupart des parcelles, la profondeur racinaire est supérieure à 100 cm. Le porte-greffe dominant est le 3309, présent sur environ 77 % des parcelles. La distribution des types de sols (tous cépages confondus), ainsi que l'intensité de l'enherbement et les types de pratiques culturales sont présentés dans la figure 3.

Echantillonnage

Les prises d'échantillons sont réalisées en collaboration avec les exploitants sur la base d'un protocole spécifique (prélèvement au hasard de 200 baies par semaine durant 5 semaines avant la date des vendanges sur les mêmes plantes. Date des vendanges: 100 jours après la fin de la floraison). Les échantillons sont acheminés au laboratoire le jour du prélèvement. Les échantillons de 200 baies de raisin sont pesés puis pressés à l'aide d'un petit presseur manuel. Le moût obtenu est centrifugé pendant 6 minutes à 3500 tr·min⁻¹ (Megafuge ST Plus, Thermo Scientific). Après centrifugation, le surnageant est récupéré et utilisé pour les analyses physico-chimiques.

Analyses chimiques

Les paramètres suivants sont déterminés par spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR) à l'aide d'un analyseur WineScan™ (FOSS NIR Systems): sucres solubles (°Oe), pH, acidité titrable (g L⁻¹), acide malique (g·L⁻¹), acide tartrique (g L⁻¹), ammonium (mg L⁻¹), acides aminés primaires (mg L⁻¹). L'azote assimilable par les levures (YAN, Yeast Assimilable Nitrogen) est calculé comme la somme de l'azote ammoniacal (exprimé en équivalent azote) et de l'azote issu des acides aminés primaires.

Tableau 1 | Répartition du nombre de parcelles par cépages suivies dans les différentes régions viticoles du canton de Vaud de 2021 à 2025 (n = 117)

	Chablais (566 ha)	Lavaux (790 ha)	La Côte (1982 ha)	Nord vaudois (426 ha)	Nombre total de parcelles
Chasselas	8	20	26	8	62
Pinot Noir	4	6	14	7	31
Gamay	2	4	13	5	24

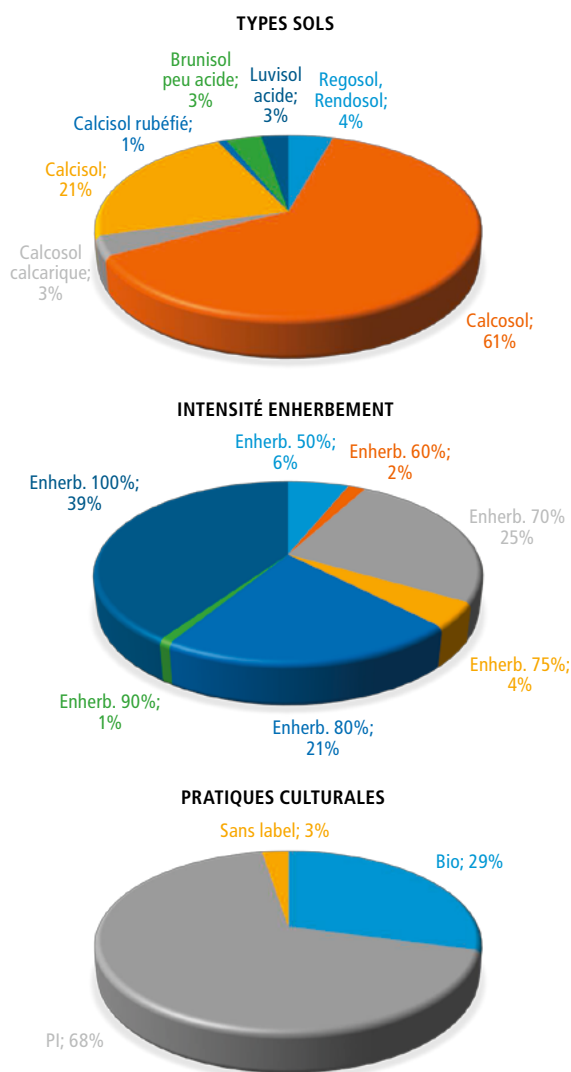


Figure 3 | Types de sols, intensité de l'enherbement et pratiques culturales des parcelles du réseau de suivi de maturation du canton de Vaud.

Afin d'assurer la fiabilité des résultats analytiques et le contrôle qualité des mesures, 20 % des échantillons sont également analysés à l'aide de méthodes manuelles de référence pour les mêmes paramètres. Le pH et l'acidité titrable sont déterminés par titration acido-basique jusqu'à pH 7 à l'aide d'un système automatisé (Tiamo, Metrohm). Les acides malique et tartrique, l'ammonium ainsi que les acides aminés primaires sont quantifiés à l'aide de l'analyseur automatique Y15 (BioSystems), au moyen de kits de réactifs prêts à l'emploi fournis par le même fabricant, reposant sur des méthodes enzymatiques ou colorimétriques, avec une détection spectrophotométrique. Des coefficients de corrélation élevés ont été obtenus pour l'ensemble des paramètres étudiés (R^2 compris entre 0,91 et 0,99), ce qui indique une forte concordance entre les résultats fournis par le WineScan et ceux des méthodes de référence.

Statistiques

Une analyse ANOVA à trois facteurs (millésime \times région \times cépage) a été réalisée sur l'ensemble des données avec l'aide du programme XLSTAT (version 2025.2.0, Lumivero, Paris). Le test post-hoc de Tukey a été ensuite utilisé pour comparer les moyennes entre elles, en prenant en compte une marge d'erreur de 5 % ($p < 0,05$).

Résultats et discussion

Paramètres climatiques des millésimes 2021 à 2025

Les conditions climatiques des millésimes 2021 à 2025 se distinguent significativement au niveau des précipitations (Fig. 4). Alors que 2021 et 2024 ont été bien arrosés durant la période estivale, les millésimes 2022 et 2023

se distinguaient par des étés chauds et secs, surtout en 2022. 2025 était intermédiaire avec un printemps sec et un été modérément arrosé (Viret *et al.*, 2021, 2023, 2024, 2025). 2022 est le plus sec des cinq millésimes, avec une somme de précipitations de janvier à octobre de 674 mm, soit un déficit de 264 mm par rapport à la norme de 30 ans à Pully (1991–2020, 937 mm). En 2023, également un millésime sec, il est tombé 863 mm, soit 74 mm en-dessous de la norme, alors que durant la même période, il a plu 1089 mm en 2021 et 1107 mm en 2024. Le millésime 2022 reste gravé dans les mémoires pour ses températures caniculaires et la sécheresse avec un nombre de jours estivaux (température maximale $> 25^\circ\text{C}$) et tropicaux (température maximale $> 30^\circ\text{C}$) supérieurs aux précédents records de 2003 (Viret *et al.* 2021; 2023; 2024; 2025). En 2022, l'arrosage des vignes en juillet s'est avéré nécessaire dans les situations les plus critiques du vignoble vaudois en fonction de la disponibilité en eau des sols.

Une maturité liée au millésime, à la région et au cépage

Les données analytiques obtenues aux vendanges montrent un effet dominant des conditions climatiques des millésimes (Tableau 2). Les deux millésimes 2022 et 2023, particulièrement secs et chauds, mènent à des sondages significativement supérieurs et à des acidités significativement inférieures aux millésimes plus arrosés et plus frais 2021, 2024 et 2025 (Fig. 5 A et D). Le nord du canton a présenté les teneurs en sucre soluble plus faibles et une acidité totale plus élevée que dans les autres régions (Fig. 5 B et E). Au niveau des cépages, le Chasselas (tous millésimes et région confondus) accumule le moins de sucre mais montre également l'acidité

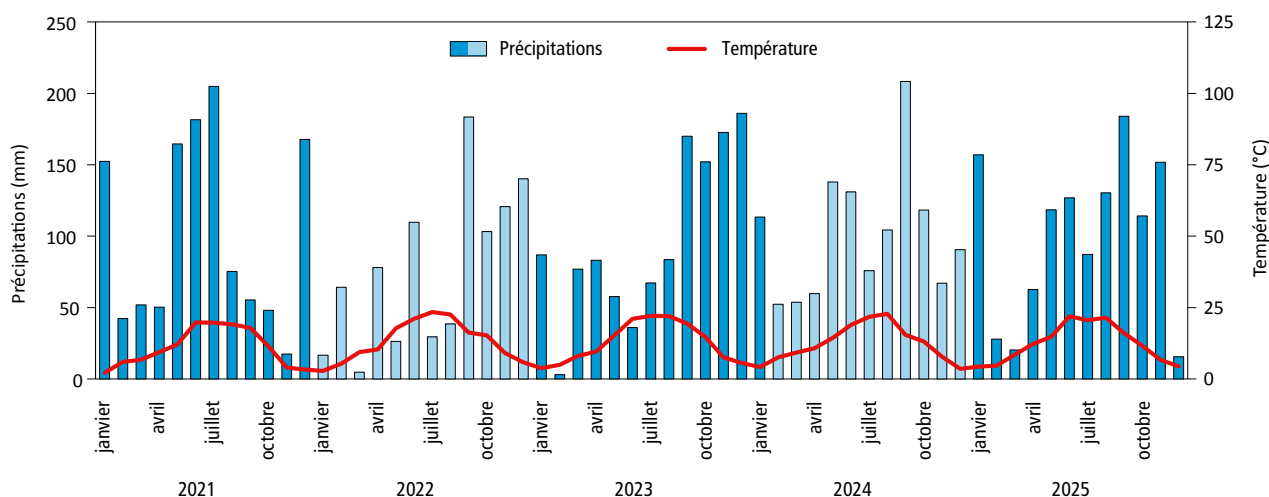


Figure 4 | Somme des précipitations et température moyenne mensuelles à Pully du 1^{er} janvier 2021 au 31 décembre 2025. (Source: MétéoSuisse)

titrable la plus basse (Fig. 5 C et F). Dans le contexte de l'évolution du climat, le Chasselas montre un atout particulièrement intéressant par rapport à d'autres cépages blancs par le plafonnement des taux de sucres qui évitent d'élaborer des vins trop riches en alcools. L'acide malique diminue en cours de maturation pour être à son niveau le plus bas aux vendanges (Zufferey *et al.* 2022). Sous l'influence du stress hydrique et des températures élevées, l'acide malique est consommé plus rapidement par la plante et atteint des niveaux particulièrement bas, comme le démontre le millésime 2022, contrairement à l'acide tartrique qui n'est pratiquement pas influencé par les conditions climatiques. Avec l'évolution du climat, la biodiversité clonale du Chasselas (Spring *et al.* 2020) mériterait une meilleure valorisation, en particulier les biotype «giclet» dont l'acidité est plus importante que celle des «fendant» largement dominants dans le vignoble. Cette démarche permettrait d'obtenir des vins de Chasselas plus frais et friands, dans la ligne des vins blancs internationaux, généralement élaborés sans fermentation malolactique.

Une concentration en azote du moût à la vendange distincte pour le Chasselas

L'azote assimilable par les levures dans les moûts à la vendange est le plus bas en 2022 (Tableau 2; Fig. 6 A). Entre les régions, tous cépages et millésimes confondus,

le Chablais et Lavaux présentent les valeurs d'azote assimilables les plus élevées (Fig. 6 B). Ce résultat s'explique par les types de sols qui caractérisent les terroirs de ces deux régions, où la vigne s'enracine profondément, ce qui améliore sa résistance au stress hydrique. Dans ces conditions plus extrêmes lors de millésimes très chauds comme 2022 et 2023 (température moyenne du 1^{er} avril au 31 octobre: 18,3°C, soit 2,3° supérieure à la norme; 15,6°C en 2021; 17,7°C en 2023; 16,6°C en 2024; 17,0°C en 2025), les couverts végétaux sèchent en été, réduisant la concurrence hydro-azotée de la vigne, à conditions que son enracinement soit assez profond pour qu'elle y trouve l'humidité minimale requise. Dans le nord du canton, les sols plus superficiels (dépôts glaciaires sur calcaire du Jura) de la région de Bonvillars et des Côtes de l'Orbe (Kündig 2018), ne permettent pas à la vigne un enracinement profond, car il est limité par la couche de calcaire compact. Sur La Côte, les moraines compactes des dépôts glaciaires du glacier du Rhône et les sols argilo-calcaires dominant. Ils constituent des conditions confortables pour la vigne les années bien arrosées, mais imposent des conditions stressantes en année sèche. Le site de Changins dans la région de Nyon montre par exemple les stress hydro-azotés parmi les plus marqués du canton; les vins de Chasselas y sont généralement entachés de notes des stress récurrentes (Verdenal *et al.* 2023).

Tableau 2 | Sucres (°Oe), acidité titrable (g/L), acide tartrique (g/L), acide malique (g/L), ammonium (mg/L), acides aminés (mg N/L), azote assimilable par les levures (azote ammoniacal + acides aminés, mg N/L) et potassium (mg/L) dans les moûts. Millésimes 2022–2025. Moyennes par année, par région et par cépage. Les lettres différentes indiquent une différence significative (Tukey, p -value < 0.05). n.s. non significatif, * p < 0,05, ** p < 0,01, * p < 0,001; barre d'erreur = écart-type.**

Modalité	Sucres	pH	Acidité titrable	Acide tartrique	Acide malique	Ammonium	Acides aminés	Azote assimilable	Potassium
2021	84b	3,18c	8,1a	6,5c	3,9a	50a	93bc	134c	1213bc
2022	90a	3,32a	5,9d	7,0a	1,6d	40b	86c	119d	1301a
2023	84b	3,34a	5,8d	6,8b	1,7d	51a	109a	151ab	1268ab
2024	82c	3,25b	7,3b	6,4c	2,9b	56a	108a	154a	1211bc
2025	83b	3,26b	6,5c	6,6bc	2,2c	49a	98b	138bc	1181c
p-value (Année)	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Chablais	85a	3,33a	6,3c	6,5b	2,3b	57a	116a	163a	1292a
Lavaux	86a	3,32a	6,4c	6,6ab	2,3b	50ab	108a	149b	1322a
La Côte	85a	3,24b	6,8b	6,8a	2,4b	43c	86b	121c	1178b
Nord	82b	3,20c	7,4a	6,8a	2,8a	46bc	86b	123c	1147b
p-value (Région)	***	***	***	**	***	***	***	***	***
Chasselas	73c	3,31a	5,5c	5,5c	2,2b	37c	84c	115b	1108c
Gamay	88b	3,20b	7,9a	7,8a	2,6a	65a	96b	149a	1239b
Pinot noir	92a	3,30a	6,7b	6,7b	2,6a	45b	116a	153a	1358a
p-value (Cépage)	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Interaction (Année*Région)	**	***	***	n.s.	***	*	***	**	*
Interaction (Année*Cépage)	***	**	***	***	***	*	**	n.s.	n.s.
Interaction (Région*Cépage)	***	*	*	n.s.	**	**	*	*	*

Le cépage influence également la nutrition azotée. Le Chasselas présente systématiquement la concentration en azote dans le moût la plus faible, en comparaison avec le Gamay et le Pinot noir (Fig. 6 C). Un raisonnement intégré de la nutrition azotée de la vigne combinant les gestions de l'entretien du sol, du rapport feuille-fruit et de la fertilisation est essentiel pour prévenir les problèmes récurrents de carence en azote du moût (Verdenal *et al.* 2021).

Evolution de la teneur en azote assimilable pendant la maturation

L'azote assimilable par les levures dans les raisins évolue au cours de la maturation. Généralement, l'ammonium baisse significativement, alors que les acides aminés augmentent. Chez le Chasselas, les acides aminés progressent dans une moindre mesure ou restent stables, en comparaison avec le Gamay et le Pinot noir. Les données obtenues pour le Chasselas confirment qu'entre la

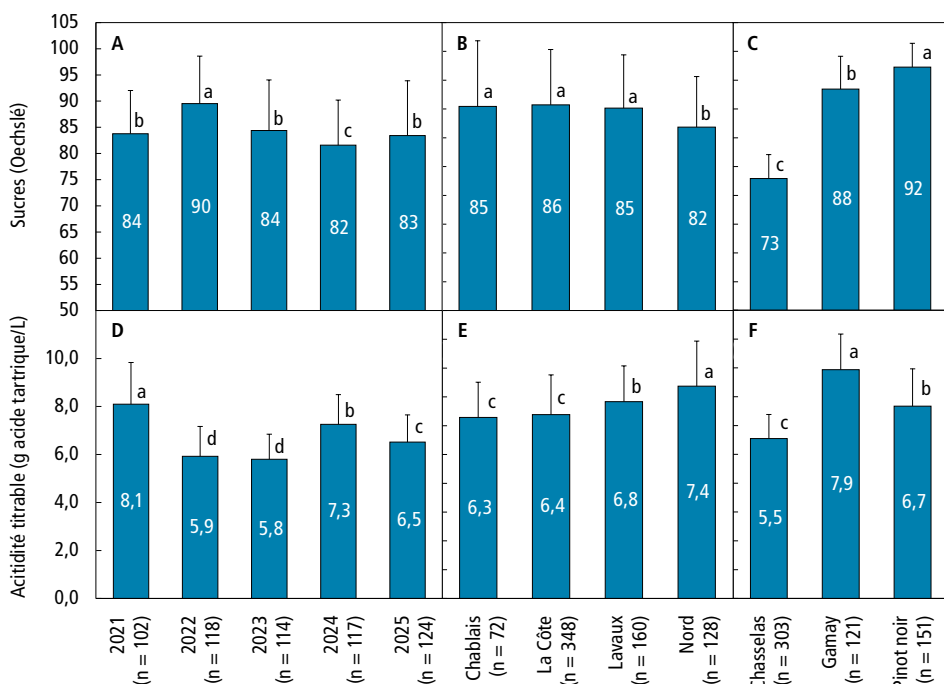


Figure 5 | Sucres solubles et acidité titrable dans le moût à la vendange, par année, par région et par cépage. Vaud, Suisse, 2021-2025. Les lettres différentes indiquent une différence significative selon le test de Tukey (p-value < 0,05). n = nombre de parcelles échantillonnées; barre d'erreur = écart-type.

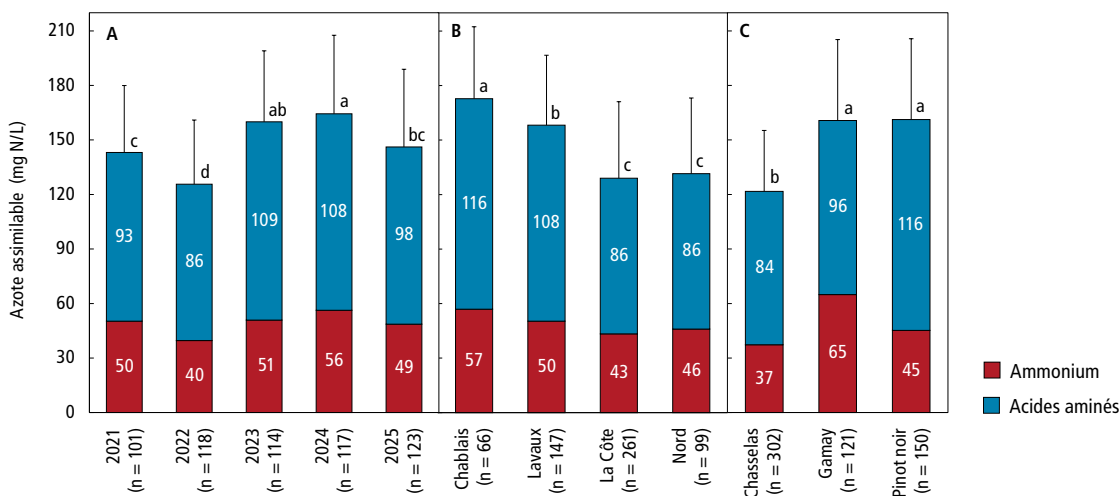


Figure 6 | Azote assimilable par les levures (ammonium + acides aminés) dans le moût à la vendange, (A) par année, (B) par région et (C) par cépage. Les lettres différentes indiquent une différence significative selon le test de Tukey (p-value < 0,05). Vaud, Suisse, 2021-2025. n = nombre de parcelles échantillonnées; barre d'erreur = écart-type.

véraison et la récolte, l'azote diminue progressivement dans les raisins indépendamment du millésime et de la région viticole. Ce cépage montre une diminution de la concentration d'azote de -16,4 % en moyenne sur les cinq millésimes (Fig. 7). Ce résultat est confirmé par les données publiées par Verdenal et al (2023) avec une diminution moyenne de 20 % pour trois vignobles d'essais en Suisse romande (Nyon, Pully, Leytron) sur 24 millésimes. Pour le Pinot noir et le Gamay, les valeurs obtenues par Verdenal et al (2023) restent stables entre la véraison et les vendanges. Cette tendance est confirmée

dans le réseau du canton de Vaud, où les concentrations pour ces deux cépages sont restées stables quatre années sur cinq (Fig. 8 et 9). Seul le millésime 2021 montre une diminution de l'azote assimilable, autant dans le Gamay (-22 %) que dans le Pinot noir (-16 %), probablement liée aux précipitations record du mois de juillet (296 % de la norme de 30 ans à Pully). Les précipitations durant la maturation des raisins n'ont, quant à elles, pas joué de rôle significatif pour les teneurs en azote assimilable. Un paramètre explicatif de la diminution de la teneur en azote du moût pourrait aussi être lié au

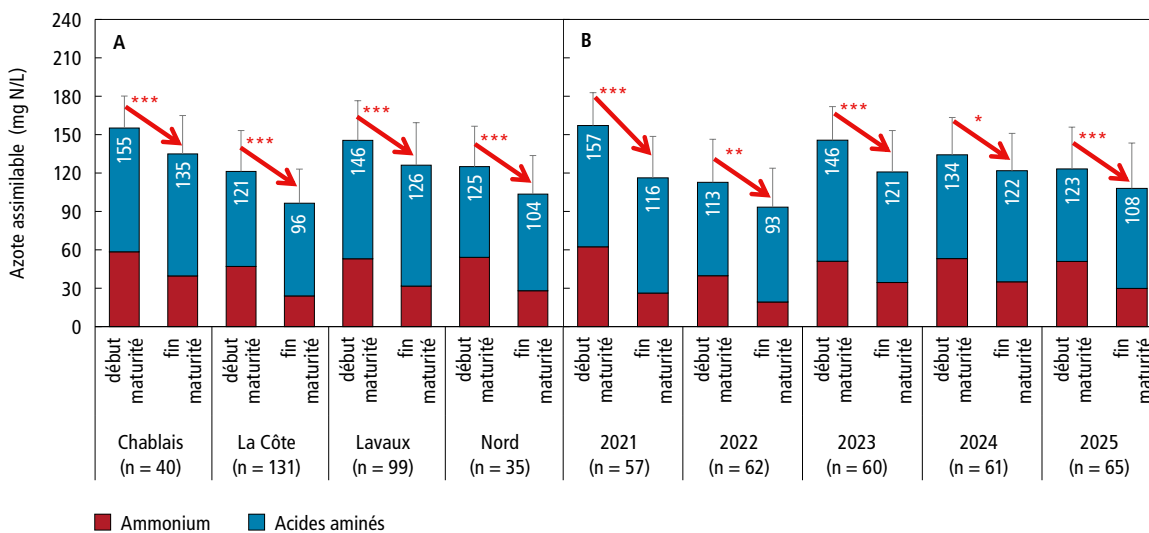


Figure 7 | Azote assimilable par les levures (ammonium + acides aminés en mg N/L) dans le moût de Chasselas au début et à la fin de la maturation des raisins. A. par région et B. par millésime. Vaud 2021-2025. *p < 0,05, **p < 0,01, ***p < 0,001; n = nombre de parcelles échantillonnées; barre d'erreur = écart-type

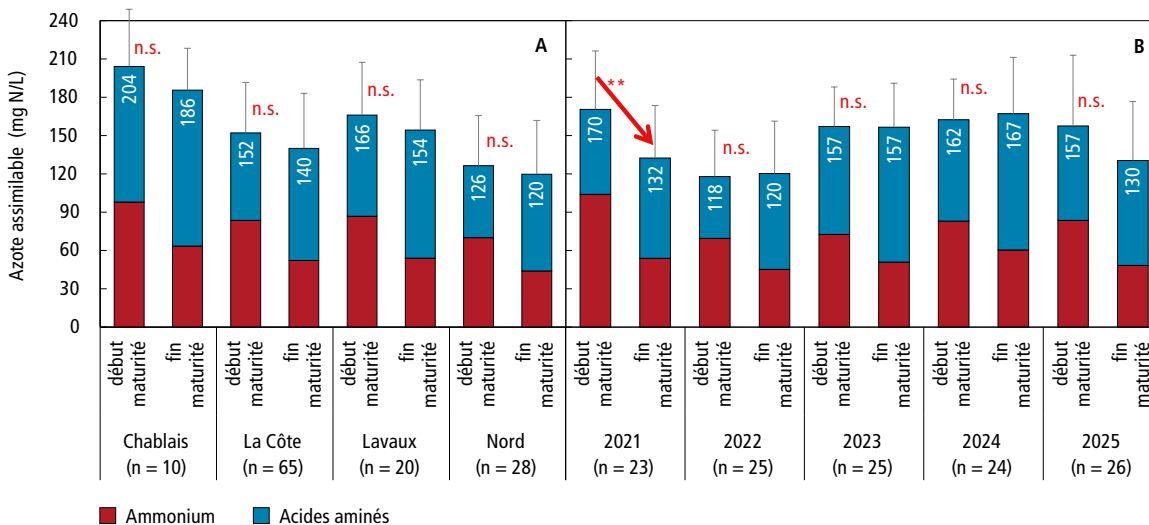


Figure 8 | Azote assimilable par les levures (ammonium + acides aminés en mg N/L) dans le moût de Gamay au début et à la fin de la maturation des raisins. A. par région et B. par millésime. Vaud 2021-2025. **p < 0,01, n.s. non significatif; n = nombre de parcelles échantillonnées; barre d'erreur = écart-type.

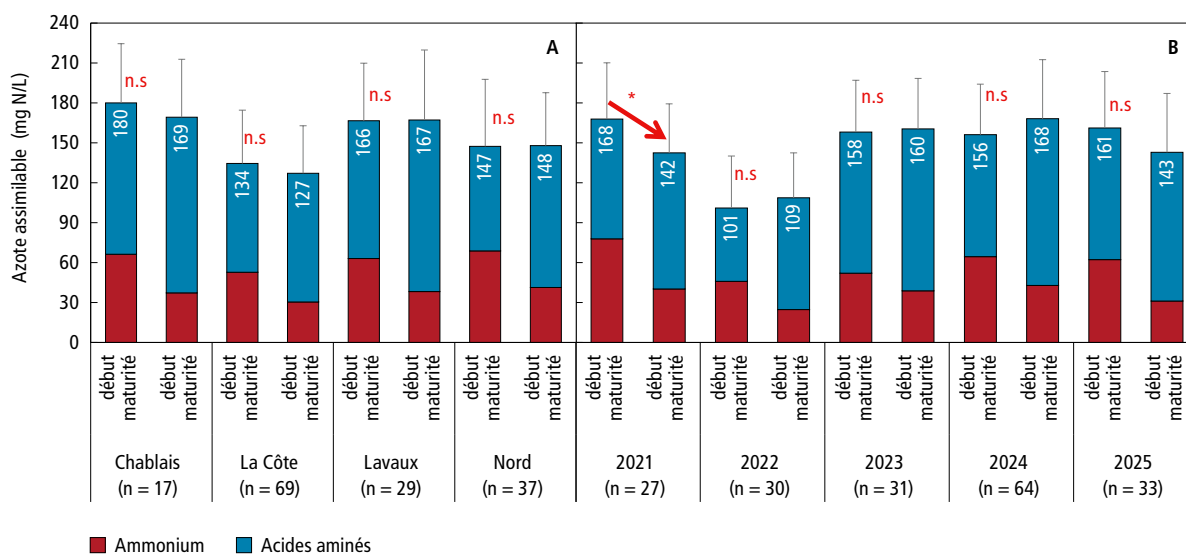


Figure 9 | Azote assimilable par les levures (ammonium + acides aminés en mg N/L) dans le moût de Pinot noir au début et à la fin de la maturation des raisins. A. par région et B. par millésime. Vaud 2021-2025. * $p < 0,05$, n.s. non significatif; n = nombre de parcelles échantillonnées; barre d'erreur = écart-type.

pois des baies qui était plus important en 2021 avec en moyenne 2,0g pour le Gamay et 1,7g pour le Pinot noir. Le Chasselas en revanche montre des poids des baies relativement comparables entre les cinq millésimes, avec une moyenne de 3,2g.

Conclusions

- Le vaste réseau de suivi de maturation des principaux cépages cultivés dans le canton de Vaud permet annuellement aux exploitations vitivinciales de planifier objectivement les vendanges en fonction des paramètres qualitatifs chimiques des différents cépages analysés par le laboratoire cantonal de l'Etat de Vaud qui répond aux exigences du réseau inter-laboratoire (> 20 laboratoires) dirigé par Agroscope à Nyon (laboratoire de référence accrédité ISO/CEI 17025).
- Les millésimes chauds et secs, comme 2022 et 2023, conduisent à des teneurs en sucres plus élevées, des acidités plus faibles et des concentrations d'azote assimilable nettement réduites, 2022 présentant les valeurs les plus basses de la période étudiée.
- Le Chasselas présente systématiquement les concentrations en azote assimilable les plus faibles, souvent en dessous du seuil de 140 mg N/L, et une diminution moyenne d'environ 15–20 % entre la véraison et la vendange, alors que le Gamay et le Pinot noir montrent des teneurs globalement stables, sauf en conditions climatiques extrêmes.

- Ces résultats confirment que la gestion de la nutrition azotée ne peut pas être dissociée de l'entretien des sols, de la maîtrise du rapport feuille-fruit et des caractéristiques pédoclimatiques; une approche intégrée et adaptée à chaque région, en particulier pour le Chasselas sur terroirs contraignants, est indispensable pour limiter les carences en azote du moût et sécuriser la qualité des vins.
- Le réseau de suivi de maturation constitue un outil stratégique pour le conseil et la planification des vendanges, mais aussi pour ajuster les pratiques viticoles et œnologiques face à l'évolution du climat, en offrant des perspectives de couplage futur avec des indicateurs d'état hydrique, de vigueur et de pratiques de fertilisation. ■

Remerciements

Nos remerciements les plus vifs sont adressés à l'ensemble de exploitants vitivinciales vaudoises qui participent au réseau de suivi de maturation et mettent à disposition les échantillons. Nous remercions également Agroscope pour son soutien dans la mise en valeur de ces résultats et l'Etat de Vaud (DADN / DGAV-DAGRI) qui, par les activités du laboratoire de Marcelin, répond aux attentes des milieux professionnels pour l'optimisation de la qualité des vins vaudoises.

Bibliographie

- Bloesch, B., Viret, O., Fabre, A.-L., & Spring, J.-L. (2009). Evolution climatique et phénologie de la vigne de 1958 à nos jours. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **41**(3): 143–149.
- DADN (2025). Rapport annuel de la vendange – 2024 (Viret, O. et al.). https://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/themes/economie_emploi/viticulture/fichiers_pdf/Rapport_annuel_vendange_2024_final.pdf.
- Kündig, R. 2018. Roche et vin, à la découverte des vignobles suisses. Ouvrage collectif de 60 auteurs, Ed. AS, Zürich, 240 p.
- Letessier I. & Fermond, C. 2004. Etude des terroirs viticoles vaudois: caractérisation des sols. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **36**(4), 4–10.
- Lorenzini, F., & Vuichard, F. (2012). Ajout d'acides aminés aux moûts et qualité des vins. *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, **44**(2), 96–103.
- Pfister, R., Bovard, L.-P., Murisier, F., Rojard, D., & Viret, O. (2019). Quelle protection contre les parasites et quel entretien du sol? *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, **51**(4), 226–234.
- Reynard, J.-S., Zufferey, V., Nicol, G.-C., & Murisier, F. (2011). Vine water status as a parameter of the « terroir » effect under the non-irrigated conditions of the Vaud viticultural area (Switzerland). *OENO One*, **45**(3), 139–147. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2011.45.3.1496>
- Reynard, J. S., Zufferey, V., Nicol, G. C., Pythoud, K., Aleid-Germanier, L., & Murisier, F. (2012). Adaptation du Gamaret aux terroirs viticoles vaudois. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, **44**(5), 290–296.
- Spring, J.-L., Zufferey, V., Verdenal, T., Duruz, P., Lorenzini, F., Bourdin, G., Reynard, J.-S., Carlen, Ch., Murisier, F., Viret, O., Bovard, L.-P. 2020. Les mille et un visages du Chasselas. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **52**(5): 254–262 et publication spéciale 1–30.
- Viret, O., Spring, J.-L., & Zufferey, V. (2021). Bilan de l'année viticole 2021: printemps frais, gel, pluies diluviennes, mildiou, grêle, vendanges de qualité en faible quantité. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **53**(6): 304–316.
- Viret, O., Spring, J.-L., Verdenal, T., Reynard, J.-S., & Zufferey, V. (2023). Comportement de la vigne dans les conditions chaudes et sèches du millésime 2022 en Valais et dans le bassin lémanique. *Agroscope Transfert* **492**: 1–11.
- Viret, O., Spring, J.-L., Verdenal, T., Reynard, J.-S. & Zufferey, V., (2024). Millésime 2023: les vignobles lémaniques et valaisans face aux caprices de la météo. *Agroscope Transfert* **526**: 1–12.
- Viret, O., Verdenal, T., Reynard, J.-S., & Zufferey, V. (2025). Millésime 2024, une année éprouvante pour la vigne et les vigneron. *Agroscope Transfert* **592**: 1–17.
- Verdenal, T., Dienes-Nagy, A., Zufferey, V., Spring, J.-L., Viret, O., Marin-Carbone, J., & van Leeuwen, C. (2021). Understanding and managing nitrogen nutrition in grapevine: a review. *OenoOne* **1**: 1–44. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2021.55.1.3866>
- Verdenal, T., Zufferey, V., Dienes-Nagy, A., Reynard, J.-S., Spring, J.-L. 2023. Nutrition azotée de la vigne: mesures et interprétations. *Recherche agronomique suisse* **14**: 167–171.
- Zufferey, V., Pythoud, K., Letessier, I., Reynard, J.-S., Monico, C., & Murisier, F. (2008). Etudes des terroirs viticoles suisses. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, **40**(6), 367–373.
- Zufferey, V., Verdenal, T., Gindro, K., Murisier, F., & Viret, O. (2022). La Vigne : volume 4, Anatomie et physiologie, alimentation et carences, accidents physiologiques et climatiques (Ed. AMTRA, Nyon, Suisse), pp. 564.
- Zufferey, V., Delabays, N., Verdenal, T., Reynard, J. S., Dienes-Nagy, Á., Belcher, S., Lorenzini, F., Bieri, S., Blackford, M., Bourdin, G., Spangenberg, J., Carlen, C., & Spring, J. L. (2024). Influence de couverts végétaux sur la qualité des raisins et des vins de Chasselas. *Recherche Agronomique Suisse*, **15**, 38–46. <https://doi.org/10.34776/afs15-38>