

➤ Innover avec l'existant : la diversité intra-variétale comme ressource d'adaptation

Etienne NEETHLING

ESA, USC 1422 GRAPPE-INRAE,
Ecole Supérieure des Agricultures,
55 rue Rabelais, 49007 ANGERS
e-Mail : e.neethling@groupe-esa.com

RÉSUMÉ

Afin de répondre aux incertitudes climatiques, l'étude de la diversité intra-variétale est essentielle pour évaluer le potentiel d'adaptation et d'évolution des cépages cultivés. Cette recherche examine dans quelle mesure cette diversité peut constituer une stratégie d'adaptation au changement climatique. L'analyse porte sur plusieurs cépages en France, ainsi qu'au Portugal et en Afrique du Sud, pour lesquels des données de floraison et de véraison ont été collectées sur différents clones et accessions. Pour chaque stade phénologique, les besoins en chaleur ont été estimés à partir des données issues des stations météorologiques locales, puis les performances des modèles ont été vérifiées. Les projections climatiques ont ensuite été intégrées afin d'anticiper l'évolution future de la diversité intra-variétale. Les résultats mettent en évidence une variabilité phénotypique marquée parmi les cépages étudiés et soulignent l'intérêt de la diversification pour renforcer leur résilience face au changement climatique. Ce travail constitue une première étape vers une quantification des besoins en chaleur des différents génotypes d'un même cépage et vers l'évaluation de leur potentiel comme leviers d'adaptation pour maintenir l'identité des vins dans le contexte du changement climatique.

MOTS CLÉS

Diversité clonale
Phénotypage
Adaptation
Changement climatique
Viticulture

Produit localement mais commercialisé à l'échelle mondiale, le secteur vitivinicole a longtemps considéré le cépage comme un élément central de qualité, d'authenticité et d'identité régionale. Chaque cépage présente une niche climatique fine qui conditionne son adaptation écologique à un ensemble de facteurs environnementaux. Aujourd'hui, le changement climatique remet en cause ces niches, en particulier les seuils supérieurs d'adaptation des cépages traditionnels. L'augmentation des températures accélère la maturation, produisant des raisins plus riches en sucres et moins acides, ce qui peut affecter l'équilibre des vins ou encore, leur complexité aromatique. Dans le contexte de l'adaptation de la viticulture au changement climatique, les producteurs peuvent mobiliser la diversité variétale afin de limiter les

impacts attendus du changement climatique, notamment en sélectionnant des cépages plus tolérants à la chaleur et à la sécheresse. Malgré les travaux en cours portant sur la diversité génétique des cépages, des porte-greffes ou sur le développement des variétés plus résistantes aux maladies, l'étude de la diversité intra-variétale demeure essentielle pour évaluer le potentiel d'adaptation et d'évolution des variétés actuellement cultivées. Dans cette perspective, cette étude (ANR-SWICC) vise à déterminer dans quelle mesure la diversité intra-variétale peut constituer un levier d'adaptation. Pour ce faire, le projet a collaboré avec plusieurs institutions en France, au Portugal et en Afrique du Sud afin de collecter des données sur plus de 2 500 génotypes appartenant à 12 cépages rouges et blancs (Figure 1).

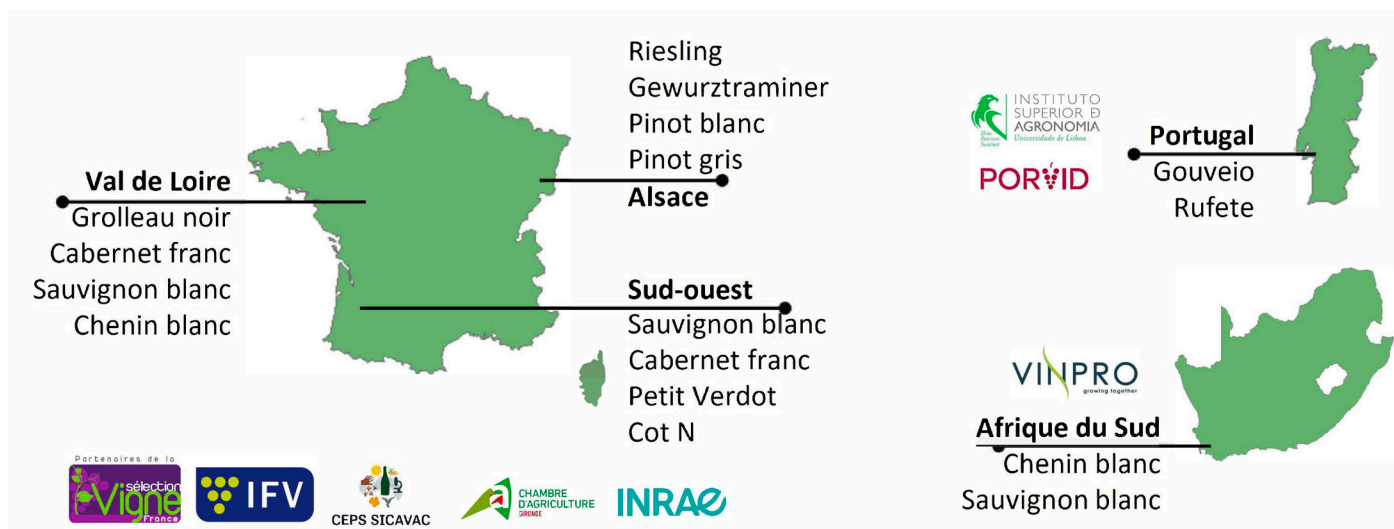


Figure 1 : Principaux cépages étudiés dans le projet ANR-SWICC. Les mesures agronomiques ont été collectées pour plus de 2 500 génotypes appartenant à ces 12 cépages

Quelles formes de diversité phénotypique intra-variétale ont été observées parmi les cépages étudiés ?

Les données historiques et les mesures ces dernières années convergent pour démontrer une importante diversité phénotypique intra-variétale concernant les dates de floraison et de véraison. Dans le Val de Loire pour le cépage Chenin blanc (Tableau 1), les observations historiques issues du conservatoire régional des années 90 ont montré que les génotypes les plus précoces et les plus tardifs pouvaient différer de 4 à 9 jours pour la floraison selon les années (différence moyenne de 7 jours). À la véraison, cette variabilité augmentait fortement, avec 12 à 20 jours d'écart selon la saison, soit un écart moyen de 16 jours entre les génotypes les plus précoces et les plus tardifs. Les données collectées en 2023 et 2024 dans le nouveau conservatoire ont illustré en moyenne un écart de 7 jours pour la floraison et de 17 jours pour la véraison entre les génotypes étudiés. Cette diversité croît avec la richesse de la population étudiée. Une analyse de plus de 60 clones de Sauvignon blanc en

Val de Loire, caractérisés sur six saisons de croissance, a montré une corrélation positive entre la variation phénotypique et le nombre de génotypes inclus. À l'aide d'un indice de précocité du cycle reproductif, un regroupement hiérarchique a distingué quatre groupes phénologiques. Les populations les plus riches présentaient systématiquement des variations phénotypiques plus larges pour la floraison et la véraison. Ainsi, partir d'une population génétiquement riche augmente donc la probabilité d'identifier des traits différents concernant des indicateurs tels que la tolérance à la sécheresse, la sensibilité aux maladies, ou la composition des baies. Dans l'ensemble, ces résultats soulignent que la diversité intra-variétale est non seulement importante mais également écologiquement significatif. En effet, une grande partie des génotypes tardifs dans les conservatoires restent sous-utilisée dans la pratique commerciale.

			Floraison (JJ)				Véraison (JJ)			
SITE	ACCESSIONS	ANNÉE	MIN.	MOY.	MAX.	Δ	MIN.	MOY.	MAX	Δ
INRA	62	1997	158	160	164	6 jrs	234	241	248	14 jrs
	64	1998	168	170	172	4 jrs	232	239	248	16 jrs
	156	1999	165	167	171	6 jrs	228	239	242	14 jrs
LEPA	62	1997	158	161	166	8 jrs	233	236	245	12 jrs
	64	1998	163	166	171	8 jrs	220	229	240	20 jrs
	180	1999	162	165	171	9 jrs	227	236	246	19 jrs
IFV	280	2023	156	159	163	7 jrs	215	220	232	17 jrs
	280	2024	166	170	173	7 jrs	228	235	246	18 jrs

Tableau 3 : Diversité phénotypique au sein du Chenin blanc en Val de Loire pour les stades de floraison et de véraison (JJ = Jour de l'année depuis le 1er janvier et Δ = différence en jours, jrs). Les partenaires des données collectées sont INRAE et IFV

Quel est le potentiel adaptatif de la variabilité intra-variétale face au changement climatique du XXI^{ème} siècle ?

L'étude a estimé les besoins thermiques de chaque accession ou génotype afin d'atteindre les stades phénologiques de floraison et de véraison. Ces estimations ont été réalisées à l'aide de modèles de réponse linéaires et non linéaires, déjà validés au niveau variétal. Les projections climatiques intégrées aux modèles, couvrant les scénarios RCP 2.6, 4.5 et 8.5, ont permis d'évaluer la manière dont chaque accession pourrait réagir au réchauffement régional et de quantifier la capacité d'adaptation des cépages dans le contexte de leur diversité génétique. Les résultats indiquent que le changement climatique entraîne un avancement général de la phénologie pour toutes les accessions tout en maintenant l'écart relatif entre génotypes précoces et tardifs. Pour le Chenin Blanc, l'écart historique simulé entre accessions pour la véraison était d'environ 9 jours. Dans le scénario de réchauffement pessimiste (soit RCP 8.5) à la fin du siècle, cet écart se réduit à environ 6 jours (Figure 2). Ainsi,

jusqu'en 2050, la variabilité intra cépage pourrait largement compenser les effets du réchauffement, mais au-delà de cet horizon et particulièrement pour des scénarios de réchauffement plus marqué, cette capacité d'atténuation diminue. Enfin, la variabilité interannuelle des conditions climatiques joue également un rôle déterminant. Par exemple, en Val de Loire, les données historiques montrent l'évolution des températures de la saison de croissance au cours des 70 dernières années, ainsi que l'amplitude des variations saisonnières auxquelles les vignerons ont été confrontés, soulignant l'importance d'une stabilité temporelle pour la viticulture. En se fondant sur les principes de la sélection polyclonale, il apparaît que les accessions ou clones diversifiés assurent une plus grande stabilité temporelle, chaque clone apportant une valeur ajoutée à la population globale. Maintenir une diversité de clones précoces et tardifs paraît essentiel dans un contexte où le climat est de plus en plus incertain.

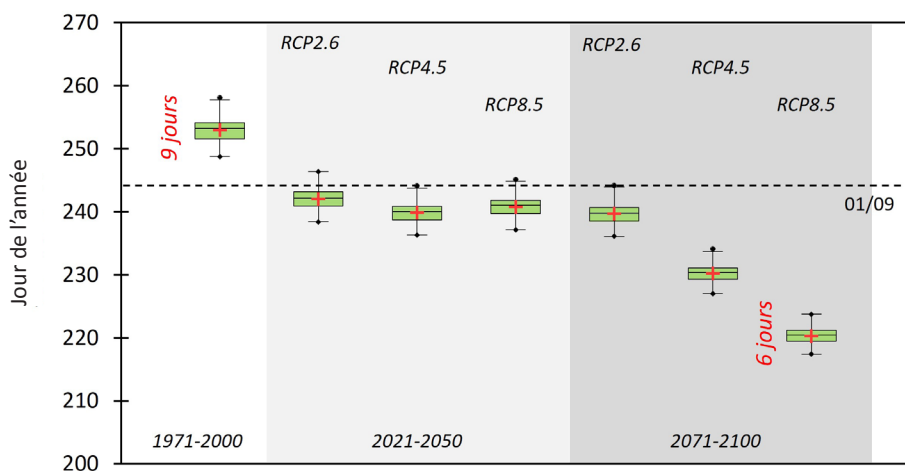


Figure 2 : Variabilité temporelle prévue pour le stade de véraison des différentes accessions de Chenin blanc en Val de Loire selon les scénarios climatiques et la période considérée

Comment la diversité intra-variétale se traduit-elle dans différents environnements ?

Pour explorer l'expression phénotypique des accessions dans des environnements contrastés et mieux comprendre leur potentiel d'adaptation, des études ont été menées sur trois saisons de croissance en collaboration avec VinPro et les sites démonstratifs Gen-Z en Afrique du Sud. Chaque site a été planté avec une sélection de clones sud-africains de Chenin Blanc et Sauvignon Blanc, accompagnés de clones de référence français (clones ENTAV). L'analyse de la phénologie a montré que le moment de la véraison variait fortement selon le site, principalement en raison des différences de température, soulignant l'influence du climat local sur l'expression phénotypique. En moyenne, la véraison en Afrique du Sud survient fin décembre, tandis qu'en France, dans un climat océanique plus frais, elle se produit à la mi-août, ce qui correspond approximativement à mi-février pour le climat sud-africain. Les observations ont révélé que la diversité phénotypique des clones sud-

africains était plus faible que celle des populations françaises plus importantes. Néanmoins, les comparaisons entre sites et saisons ont mis en évidence des variations entre clones sud-africains et clones français ENTAV. Les clones français présentaient généralement une véraison plus précoce, tandis que les clones sud-africains, plus tardifs, affichaient une composition des baies différente, avec des sucres plus faibles et une acidité totale plus élevée au même stade de récolte. En ce qui concerne le rendement, les clones sud-africains ont montré une variabilité plus importante, confirmant que le rendement est un trait fortement déterminé par le génotype. À l'inverse, la phénologie et la composition des baies sont davantage influencées par les interactions génotype × environnement. Ces résultats démontrent que la diversité intra-variétale joue un rôle clé dans la capacité des populations à s'adapter à des conditions environnementales variées.

A RETENIR

Des données ont été collectées sur les dates de floraison et de véraison des différentes accessions des cépages étudiés. Les résultats soulignent la forte diversité phénotypique des cépages et l'importance de la diversification pour renforcer la résilience face au changement climatique. Face à la grande incertitude climatique, la diversité intra-variétale apparaît comme une stratégie rationnelle, constituant une solution concrète, peu coûteuse et fiable pour réduire la sensibilité des cépages aux aléas climatiques, tout en préservant l'identité locale des vins.

PERSPECTIVES

Les travaux futurs doivent viser à mieux exploiter la diversité intra-variétale, en élargissant l'étude non seulement aux accessions conservées dans les conservatoires régionaux, mais aussi à celles potentiellement cultivées dans d'autres régions ou pays viticoles. Une meilleure connaissance de cette diversité permettra de caractériser plus finement les traits adaptatifs des accessions dans des contextes climatiques variés. Heureusement, des initiatives prometteuses sont déjà en cours, comme celles menées par InterLoire et l'IFV Val de Loire pour Chenin Blanc. La diversité génétique étant un processus continu, les travaux futurs consisteront à exploiter et intégrer les données « clonales » issues d'une large variété de contextes géographiques, afin de renforcer les stratégies d'adaptation viticole face aux défis climatiques.

REMERCIEMENTS

Nous souhaitons remercier tous les partenaires qui collaborent avec cette étude et la mise à disposition de leurs données agronomiques. Cette recherche bénéficie du financement de l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) dans le cadre du projet SWICC (22-CE03-0003).

BIBLIOGRAPHIE

Morales-Castilla, I., García de Cortázar-Atauri, I., Cook, B.I., Lacombe, T., Parker, A., et al., 2020. Diversity buffers winegrowing regions from climate change losses. *PNAS*, 117 (6) 2864-2869.

Van Leeuwen, C., Destrac-Irvine, A., Dubernet, M., Duchêne, E., Gowdy, M., et al., 2019. An update on the impact of climate change in viticulture and potential adaptations. *Agronomy*, 9(9), 514.

Parker, A., Garcia de Cortázar, I., Chuine, I., Barbeau, G., Bois, B., et al., 2013. Classification of varieties for their timing of flowering and véraison using a modelling approach: a case study for the grapevine species *Vitis vinifera* L. *Agric. For. Meteorol.* 180, 249-264.