Guide

Pratiques viticoles & adaptation au changement climatique

dans la zone POCTEFA

VITISAD

Stratégies et pratiques viticoles durables d'adaptation au changement climatique

Sommaire

A. LE PROJET VITISAD — p.4
Expérimentation et évaluation de stratégies agronomiques permettant de s'adapter au changement climatique

B. IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR NOS VIGNOBLES — p.6

C. LES LEVIERS D'ADAPTATION MIS AU BANC D'ESSAI — p.10

Chapitre 1. Actions sur le sol — p.11

Chapitre 2. Actions sur la vigne — p.17

Chapitre 3. Actions sur l'eau — p.36

A. LE PROJET VITISAD

Expérimentation et évaluation de stratégies agronomiques permettant de s'adapter au changement climatique

Ce guide a été créé dans le cadre du projet VITISAD, dont l'objectif est d'améliorer la résilience des vignobles de la zone POCTEFA (territoire frontalier entre Espagne, France et Andorre, figure 1) face au changement climatique, par le développement de pratiques agronomiques spécifiques. Ces différentes pratiques pourront constituer des leviers pour le viticulteur afin de l'aiguiller dans ses futures décisions. La dimension transfrontalière de ce projet nous a permis de transposer et valider de nombreux résultats obtenus dans les différentes zones d'étude.

Un territoire de 115 583 km² et peuplé de 15 millions d'habitants

Figure 1 : La zone POCTEFA

5 entités se sont associées pour donner naissance à VITISAD

- **NEIKER** (Institut basque de recherche et de développement agricole).
- **La Chambre d'agriculture des Pyrénées-Atlantiques** (CA64).
- **La direction générale de l'agriculture et de l'élevage du Gouvernement de La Rioja.**
- **L'Institut Français de la Vigne et du Vin** (IFV).
- **La direction générale du développement rural, de l'agriculture et de l'élevage du Gouvernement de Navarre.**

Les activités du projet se déroulent dans plusieurs régions viticoles en Espagne et en France : DOCa Rioja, DO Navarra, DO Bizkaiko Txakolina, AOP Jurançon, AOP Madiran-Pacherenc-du-vic-bilh, AOP Fronton. Divers essais ont été réalisés dans des fermes expérimentales et sur des parcelles appartenant à des domaines viticoles, où l'on a évalué différentes pratiques d'adaptation au changement climatique. D'autres activités ont par ailleurs été menées en lien avec la gestion, la communication et l'harmonisation des stratégies sectorielles afin d'encourager le transfert des résultats. Pour la partie communication, il convient de souligner que le projet a été présenté, ainsi que les connaissances et l'expérience qu'il a permis d'acquérir, aux professionnels du secteur vitivinicole, aux groupements agricoles, à l'administration, à la communauté scientifique et au grand public. À cette fin, un site web dédié au projet a été créé (www.vitisad.eu) ainsi que deux comptes Twitter, en espagnol et en français (@vitisad et @vitisad_Fr). Différents supports ont été édités, à savoir des newsletters, des communiqués de presse et des vidéos. Plusieurs articles scientifiques, techniques et de vulgarisation sont publiés et diverses journées thématiques ont été organisées.

Ce guide entend être fidèle à l'esprit de communication du projet, s'efforçant de faire comprendre au public cible, d'un point de vue pratique, ce qu'est la gestion durable et rationnelle du vignoble, en intégrant les principales conclusions du projet et une analyse des pratiques viticoles qui s'adaptent le mieux au changement climatique.

B. IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR NOS VIGNOBLES

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), dans son sixième Rapport d'évaluation (GIEC, 2021), prédit une série de changements dans la région européenne, notamment l'augmentation des températures à un rythme excédant le réchauffement mondial moyen, des événements de canicule plus fréquents et plus intenses et une diminution de la fréquence des vagues de froid et des jours de gel.

En ce qui concerne les régions du sud de l'Europe, les projections prévoient pour le milieu du siècle, avec un réchauffement global d'au moins 2 °C, des températures extrêmes, une augmentation des sécheresses, une diminution des précipitations, une plus grande fréquence des incendies, une diminution de la couche neigeuse en montagne et une diminution de la vitesse du vent. Pour les régions de l'ouest de l'Europe les tendances sont identiques avec des incertitudes concernant les régimes de pluviométrie modélisés.

L'augmentation de la température entraine déjà une plus grande précocité des stades phénologiques de la vigne, débourrement, floraison, véraison et maturation, ce qui aboutit à une récolte plus précoce. Cette précocité implique que la maturation survient à une période où les températures sont habituellement plus élevées, ce qui augmente le risque d'obtenir des raisins aux caractéristiques déséquilibrées :

- **Teneur en sucres élevée,** donc titre alcoométrique du vin important,
- **Faibles concentrations en acides organiques et pH élevé,** ce qui réduit la capacité de vieillissement du vin,
- **Manque de complexité ou évolution aromatique du vin,** la maturité technologique étant découplée de la maturité phénolique et aromatique

Le risque de stress hydrique de la vigne est aussi accru. Il provoque la sénescence prématurée des feuilles, ce qui peut être un obstacle à une maturation correcte des raisins et il réduit les rendements, car il peut affecter le nombre de grappes par pied et/ou la taille des baies.

En Espagne

Quatre zones climatiques ont été identifiées à partir de différents indicateurs agroclimatiques : indice d'Huglin, indice de fraîcheur des nuits et indice de sécheresse (voir encart présentation des indices climatiques page 9). Deux de ces zones entrent dans la délimitation du projet:

Région I

(DO Bizkaiko Txakolina).

Les tendances au réchauffement prévues pourraient réduire les limites qui empêchent la maturation d'un plus grand nombre de variétés et permettre de faire de la viticulture dans des zones actuellement trop froides, ce qui accroît l'éventail d'options et d'opportunités. Avec des altitudes situées entre 100 et 1 000 m, on prévoit une tendance plus forte au réchauffement dans les régions intérieures que dans les régions côtières au climat plus doux (Txakolis). Quant aux projections de précipitations, bien qu'elles présentent une incertitude élevée, leur réduction pourrait améliorer la qualité et réduire la pression des maladies fongiques. L'irrigation pourrait n'être nécessaire que dans quelques cas.

Région II

(DOCa Rioja, DO Navarra).

La vigne occupe de vastes zones de cette région, principalement le long de la vallée de l'Èbre, entre 200 et 800 m d'altitude. À l'avenir, les tendances de réchauffement pourraient rendre aptes à la viticulture les zones de plus haute altitude qui bordent les Pyrénées au nord et les monts Ibériques au sud. On y observe une évolution d'un climat froid vers un climat chaud, d'après l'indice de Huglin. Dans des régions comme la Rioja, le réchauffement pourrait avoir des effets positifs sur les vignes, par réduction de la fréquence des gelées ou par amélioration de la maturité. Seules les variétés les plus précoces ou les microclimats plus chauds pourraient nécessiter des réponses adaptatives. L'augmentation prévue des températures nocturnes au cours de la période de maturation pourrait réduire le potentiel de couleur et d'arômes du vin. Les prévisions de précipitations sont très variables, mais il est probable que les niveaux de sécheresse augmentent, ce qui entraînera un besoin croissant d'irrigation.

En France

Le projet LACCAVE (www6.inrae.fr/laccave/), depuis 2012, a développé un réseau scientifique national de partenaires afin de fournir des données précises et d'étudier de manière concertée des leviers d'adaptation au changement climatique pour la filière viti-vinicole.

horizon 2050

Les projections à horizon 2050 révèlent une élévation significative de l'indice d'Huglin (voir Table 1) en passant pour les vignobles du Sud-ouest de la France, d'une classification "tempéré-chaud" à "chaud" ce qui correspond aux valeurs moyennes reportées dans le vignoble de la Mancha en Espagne entre 1970 et 2000. Le nombre de jours de forte chaleur, température maximale supérieure à 35°C, augmenterait significativement pour l'ensemble des régions viticoles. Pour les précipitations, les simulations s'accordent pour une baisse globale des cumuls en période estivale sur la zone méditerranéenne et une hausse hivernale pour le nord de l'Europe. Les modèles demeurent incertains pour la zone ouest de l'Europe pour les cumuls de pluies comme pour les épisodes de grêle.

Indice agroclimatique

Indice héliothermique de Huglin (IH)	Cumul de la moyenne des températures moyennes et maximales quotidiennes supérieures à 10°C (pendant la période du 1er avril au 30 septembre) multipliée par un coefficient de longueur du jour (k, variant selon la latitude). Par définition, il s'exprime en °C.Jour (°C.J) k Logrono (ES) = 1.03 , latitude 42° ; k Fronton (FR) = 1.04, latitude 44°
Nombre de jours échaudants	Nombre de jours pendant le cycle de la vigne dont la température maximale est supérieure à 35°C
Indice de fraicheur des nuits (IF)	Moyenne des températures minimales entre la véraison et la récolte. Il s'exprime en °C.
Indice de sécheresse (IS)	Il est calculé par mois entre le 1er avril et le 30 septembre. Il est au maximum égal à la réserve en eau maximale du sol. Il prend en compte les cumuls de pluie, la transpiration de la vigne et l'évaporation du sol. Pour comparer les régions on considère la réserve maximale du sol à 200mm : Le climat est considéré "très sec" si, en fin de saison, IS est <-100 mm, "modéré sec" entre –100 et +50 mm, sub-humide entre +50 et +150 mm et humide si > +150 mm

Table 1 : Indices agroclimatiques, D'après Tonietto, J. and A. Carbonneau (2004). «A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide.» Agricultural and forest meteorology 124(1-2): 81-97

C. LES LEVIERS D'ADAPTATION MIS AU BANC D'ESSAI

Chapitre 1
Actions sur le sol

La couverture par enherbement est très développée dans les vignobles du sud-ouest de la France et de la corniche cantabrique en Espagne en raison des conditions climatiques humides. En Espagne, dans des conditions plus arides comme en Navarre ou dans la Rioja, le sol est souvent travaillé pour limiter la concurrence. On voit apparaitre, depuis quelques années, des stratégies d'entretien du sol avec des couvertures permanentes associées à des couverts temporaires parmi lesquelles le vigneron va chercher à bénéficier de services qui vont améliorer son agro-système.

GESTION DE LA COUVERTURE TEMPORAIRE OU PERMANENTE DU SOL

La couverture du sol joue un rôle central dans la transition agroécologique en viticulture. Elle a un impact direct sur la préservation de la qualité des sols : amélioration de la structure, amélioration de la fertilité minérale, apport de matière organique et amélioration de l'activité biologique, limitation des risques d'érosion et de ruissellement.

Quelles espèces choisir ?

Concernant l'Espagne, les essais menés en Navarre et dans la Rioja permettent de constater que les couvertures monospécifiques ne parviennent pas toujours à une implantation complète ce qui peut favoriser l'apparition d'espèces adventices indésirables. Les couvertures qui se sont le mieux adaptées dans le cadre de l'essai sont des espèces de graminées comme Brachypodium distachyon (Brachipode à deux épis), Bromus parodii (Brome), ou Festuca ovina (Fétuque ovine), et des légumineuses comme Melilotus officinalis (Mélilot jaune).
L'emploi de mélanges de légumineuses et graminées peut constituer une alternative intéressante. Deux couvertures commerciales composées de mélanges d'espèces (Coverplus Dry et Auxiplus Stability) (Figure 2) utilisées sur parcelle irriguée ont réussi à maintenir l'inter-rang couvert pendant une longue période grâce à des levées échelonnées.
Pour ne pas recourir à l'utilisation d'herbicides sous le rang de vigne, de bons résultats ont aussi été obtenus avec *Trifolium fragiferum* (trèfle porte-fraise), *Medicago truncatula* (Luzerne tronquée) et *Lotus corniculatus* (Lotier corniculé) en couverture enherbée (Figure 2).

Pour favoriser l'aspect paysagé et la biodiversité, on peut également recommander l'utilisation de couvertures fleuries.
Le type de sol et notamment sa réserve en eau joue un rôle important vis-à-vis de la concurrence entre le couvert et la culture. En Rioja Alavaise, un essai utilisant de l'orge (Hordeum vulgare) sur un sol profond a amélioré la qualité des raisins et égalé celle obtenue sur des sols moins productifs.

Figure 2 : Couvert végétal « Auxiplus stability » à Olite (Navarre). Avril 2021 (à gauche) et luzerne tronquée (Medicago truncatula) dans la ligne de plantation, Briones (La Rioja), Juin 2020 (à droite)

Dans les Pyrénées Atlantiques, les essais menés dans le cadre de Vitisad ont porté sur la mise en place de couverts temporaires semés à l'automne un rang sur deux, le second inter-rang étant couvert d'enherbement permanent spontané fauché. Les mélanges testés de légumineuses, graminées et crucifères ont présenté des réussites d'implantation variables (figure 3). La date de semis, la qualité de préparation du sol et les conditions météorologiques suivant le semis conditionnent largement leur développement. La fèverole est sans doute l'espèce la plus facile à implanter, les vesces communes, trèfles ont un fort pouvoir couvrant et limitent le développement des adventices

Figure 3 : De gauche à droite : Vesce – radis – avoine - seigle, moutarde - ravenelle, feverole - phacélie

Quels impacts sur la vigne et le vin ?

Au-delà des nombreux avantages que peut présenter l'installation d'une couverture enherbée sur la parcelle, il faut prendre en compte la concurrence qui peut s'installer vis-à-vis de la vigne.

De nombreuses années d'essais en France et en Espagne ont montré que **l'enherbement de longue durée** peut entrer en concurrence avec la vigne de façon significative. En comparaison avec un sol désherbé, la présence de l'enherbement se traduit généralement par une vigueur plus faible, une diminution du rendement et du poids de la baie proportionnellement au degré de concurrence.

On note aussi une influence sur la qualité du moût. Le moût issu de parcelles concurrencées avec de l'enherbement présente une acidité plus faible et surtout un niveau d'azote assimilable plus faible. Cela peut influer jusqu'au profil sensoriel du vin. Bien entendu, il s'agit de raisonner l'utilisation de couverts en fonction du niveau de contrainte que l'on souhaite obtenir. Il sera plus acceptable dans le cas d'une production de vin rouge concentré que pour un vin blanc fruité. La contrainte sera plus limitée sous un climat humide qu'en condition aride.

Dans les Pyrénées Atlantiques, **l'utilisation de couverts hivernaux temporaires**, implantés à l'automne et détruits au printemps par broyage, a pu mettre en évidence un retard d'assèchement des sols au cours de l'été suivant d'environ une semaine. Les essais les mieux implantés ont amélioré, sur certains sites, le rendement.

Les couverts restituent de la matière organique au sol en début du développement de la croissance de la vigne et sont susceptibles d'apporter un complément de fertilisation. Selon les parcelles les quantités d'azote piégé et restitué par les couverts peuvent atteindre 40 à 50 unités par hectare. Les couverts spontanés peuvent dans certaines situations conduire à des restitutions comparables.

De même, au niveau de la qualité de la vendange (avec les couverts temporaires), on peut observer une amélioration des teneurs en azote assimilable des mouts. Les autres marqueurs de la qualité de la vendange (teneur en sucres, acides, pH) n'ont pas été sensiblement modifiés. Une plus grande sensibilité au développement du botrytis a été constatée sur certaines parcelles.

Figure 4: Couverture végétale avec graminées et légumineuses à Olite (juin 2021, Navarra)

Des enjeux primordiaux : la lutte contre l'érosion et diminution de la température du sol

Part du fonctionnement naturel des milieux, l'érosion façonne et fait évoluer les paysages. Les sols subissent cette érosion naturelle sous l'effet du vent, de l'écoulement, de l'eau et de la gravité. Compte tenu du dérèglement climatique, des événements extrêmes risquent d'être de plus en plus fréquent, et notamment des précipitations intenses sur une courte période. Cela pourra engendrer des manifestations violentes de l'érosion, telles que les effondrements de terrain ou les coulées boueuses. Il est donc essentiel de mettre en place des mesures permettant de limiter ces phénomènes.

Les couvertures végétales et l'enherbement dans le vignoble constituent un outil à part entière dans la lutte contre l'érosion. Un des essais menés dans la Rioja a permis de montrer une importante réduction de l'érosion grâce à la mise en place d'un enherbement permanent, alors que le vignoble présentait une pente comprise entre 10 et 20 % (projet MONTCLIMA, INTERREG Espace Atlantique). La présence d'enherbement a permis de limiter l'érosion de 64 % en comparaison à un sol labouré (Table 2).

En plus de limiter l'érosion, la couverture du sol permet également d'en impacter la température. Des mesures de températures du sol ont été réalisées sur trois parcelles dans le vignoble de Jurançon dans les Pyrénées Atlantiques, pour comparer les effets d'une couverture végétale par rapport à un sol nu. Ces mesures ont été réalisées le même jour, dans l'après-midi à l'aide d'un thermomètre infrarouge. On observe une diminution significative et systématique de la température du sol. Cette diminution est en moyenne de 10°C lorsqu'il y a la présence d'un couvert (Figure 5). En diminuant la température du sol, le couvert permet ainsi de réduire l'écart de température entre le sol et la végétation et donc de diminuer la température des grappes et le risque d'échaudage provoqué par la réflexion du rayonnement solaire et le transfert de chaleur.

Traitement	Total terre érodée	
	(g/m²)	(kg/ha)
Couverture Végétale (CV)	143	1 434
Labour conventionnel (LAB)	397	3 970
Différence CV vs LAB	-64 %	

Table 2 : Comparaison du niveau d'érosion entre sol labouré et un sol avec une couverture végétale spontanée

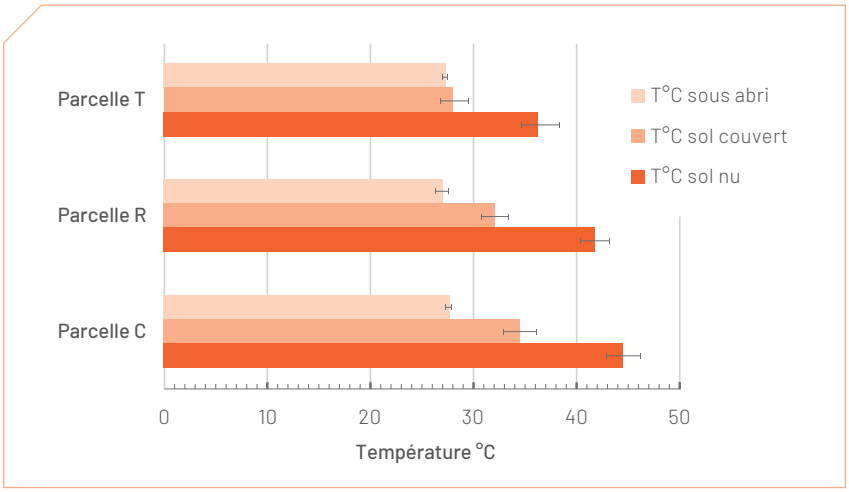


Figure 5 : Températures d'un sol nu, avec couverture enherbée et température ambiante sous abri dans la végétation. ; cépage Gros Manseng, AOP Jurançon, 2021

UTILISATION D'ENGRAIS ORGANIQUES POUR UN CHANGEMENT DE PRATIQUES

La mise en place de pratiques qui stockent du carbone dans le sol, permet à l'agriculture de s'inscrire en tant que pilier dans la lutte contre le réchauffement climatique.

Dans le cadre d'une gestion rationnelle des facteurs de production, on estime qu'il est intéressant de proposer un schéma de fertilisation du vignoble alternatif basé sur une fertilisation organique régulière, modérée et de périodicité annuelle qui peut se substituer à des pratiques à base d'engrais de synthèse. En effet les engrais azotés minéraux contribuent largement aux émissions de gaz à effet de serre, responsable du réchauffement climatique.

En revanche, un apport d'engrais organique hivernal augmente la teneur en carbone du sol, ce qui représente une façon de le stocker et d'éviter qu'il ne soit émis dans l'atmosphère sous forme de CO_2. Il permet d'améliorer la fertilité des sols du vignoble, on parle de fertilisation organique de restitution. Il peut être complété en saison et si besoin par une fertilisation de nature organique également, en applications foliaires ou en ferti-irrigation.

Essai de fertilisation organique en Navarre par Evena sur Cépage Tempranillo et Grenache Blanc

Les parcelles de l'essai présentent un sol à dominante calcaire avec un horizon superficiel ne dépassant pas 50 cm de profondeur et un potentiel agricole pouvant être considéré comme faible.

La fertilisation organique (constituée de compost d'origine animale : 2% N, 2% P_2O_5, 2% K_2O) est appliquée à une dose de 1 000 kg/ha, sous forme de pellets (1000 à 3000 kg/ha recommandé) en hiver. Des apports complémentaires organiques ont été effectués entre le début de la floraison et la fermeture de la grappe. Deux types de techniques d'application ont été expérimentés : la ferti-irrigation et la pulvérisation foliaire.

Principaux résultats :

- Pour les deux campagnes d'étude (2020 et 2021), des niveaux de rendement optimaux ont été maintenus.
- Les acidités ont été améliorées dans les traitements par fertilisation organique par rapport à la parcelle témoin non traitée.
- Une tendance au ralentissement du cycle de maturation a été observée en comparaison à la parcelle témoin, ce qui présente un intérêt pour lutter contre les effets du changement climatique.
- Lors de la dégustation, par rapport aux vins témoins, le vin issu du Tempranillo présentait une couleur plus intense et une plus grande structure en bouche. Le vin issu du Grenache Blanc a été perçu comme plus acide.

Figure 6 : Apport de fertilisants au moyen d'une pompe électrique lors de l'essai de ferti-irrigation organique réalisé sur la parcelle Baratón de la ferme EVENA à Olite en 2020 et 2021.

Chapitre 2
Actions sur la vigne

La vigne est une plante rustique, de peu de besoin et qui pousse dans des climats parfois extrêmes. De nombreux leviers peuvent être actionnés pour essayer de l'adapter aux changements de climats qui s'opèrent dans nos régions, comme exploiter la diversité variétale ou intra-variétale, changer les pratiques culturales qui influencent le cycle de la vigne ou utiliser des équipements de protection contre les hautes températures et radiations.

LA RECHERCHE D'UN MATÉRIEL VÉGÉTAL PARTICULIÈREMENT ADAPTÉ AUX ÉVOLUTIONS EN COURS

Il est fondamental d'accroître la diversité génétique dont nous disposons dans les différentes régions viticoles pour nous adapter au nouveau contexte climatique. À cet égard, il est essentiel de se concentrer sur la recherche, l'étude et la récupération de matériel végétal ayant la capacité de s'adapter, entre autres aspects, au raccourcissement progressif du cycle de la vigne dû aux augmentations des températures moyennes de nos régions.

En vue de l'élaboration de vins rouges de qualité, il est fondamental de rapprocher la maturité technologique sucres-acides de la maturité phénolique afin d'obtenir une date optimale de vendange.

Les variétés à période de maturation plus longue, permettent d'atténuer le raccourcissement du cycle, de préserver l'acidité et la couleur tout en conservant un état sanitaire correct.

Dans ce contexte plusieurs axes de travail ont été initiés dans le cadre du projet :

- **la formation des viticulteurs** en matière de sélection, de multiplication et de conservation des cépages intéressants de leurs propres parcelles ;
- **le développement de la sélection de clones de variétés traditionnelles**
- **la réintroduction de variétés anciennes,** en s'efforçant dans tous les cas de trouver du matériel végétal adapté au changement climatique.

Études de variétes anciennes : un précieux atout pour le futur

Les vignobles du massif de la zone POCTEFA, du Pays-Basque à la Catalogne, présentent une grande richesse en termes de patrimoine génétique viticole. Ces territoires sont en effet le berceau de 130 variétés traditionnelles connues, soit environ 30 % des cépages traditionnels français et approximativement 20 % des variétés espagnoles présentes dans le conservatoire du Gouvernement d'Aragon. Cette ressource unique s'explique par les nombreuses disparités géographiques et l'histoire des civilisations de l'époque gallo-romaine jusqu'aux pèlerinages vers Saint-Jacques de Compostelle. Aujourd'hui on assiste à une érosion de cette ressource naturelle inestimable, alors même que certaines variétés pourraient s'avérer particulièrement adaptées aux évolutions climatiques en cours.

Des essais ont été menés en ce sens en Navarre et dans les Pyrénées-Atlantiques.

Dans la DO Navarra, le matériel est préservé au sein du conservatoire de cépages situé à EVENA (Olite) (Figure 7). Différentes anciennes variétés inconnues ont été étudiées (Zoca Zarra 01, Zoca Zarra 02, etc....) et comparées à des cépages de référence (Tempranillo et Grenache). La durée du cycle de chaque variété, du débourrement à la véraison (entre le 29 mars et le 16 août 2021) a été évaluée pour toutes les variétés étudiées. Comme le montre la table 3, nous constatons que les situations extrêmes, en termes de durée de cycle, vont de Zoca Zarra 02 (Tortozona Tinta) avec 216 jours, à Santa Magdalena avec 158 jours. Le Chasselas, variété de référence, a une durée de cycle intermédiaire.

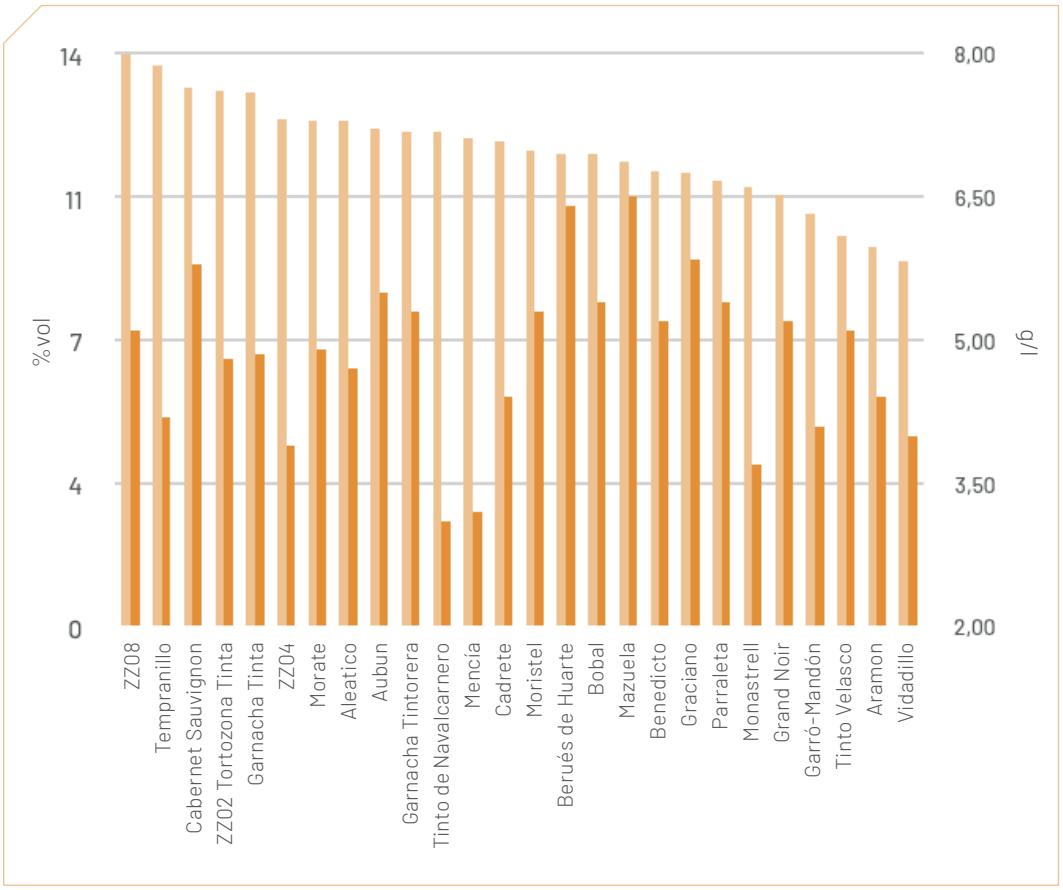
Figure 7 : Images de quelques-unes des arrivées de matériel végétal enregistrées (au-dessus) et conservatoire de cépages (en-dessous) d'EVENA (Olite).

		29 mars 2021						16 août 2021	
		A	B	C	D	E	F	L2	M
Variétés	**REF**	Bourgeon d'hiver	Bourgeon cotonneux	Pointe verte	Sortie des feuilles	Feuilles séparées	Grappes visibles	Fermeture de grappe	Véraison
Santa Magdalena	T158								
Tinto de Navalcarnero	T179								
Zoca Zarra 02	T020								
Zoca Zarra 04	T044								
Castallana blanca	T011								
Aramon	T054								
Garnacha Tintorera	T022								
Garzuela	T083								
Hebén	T120								
Early Muscat	T077								
Garnacha Tinta	T007								
Moristel, Concejón	T091								
Moscatel g.m. (rosa)	T040								
Xarello	T079								
Moscatel g.m.	T009								
Garnache Roya	T027								
Albillo Mayor (Turruntés)	T034								
Gran negro	T048								
Onsella ??	T108								
Alarije, Malvasía riojana	T014								
Chasselas	T031								
Salvador	T030								
Mencía	T042								
Ambrosina, Aubun	T046								
Morate	T071								
Mazuela, Cariñena	T055								
Tinto Velasco	T122								
??	T086								
Rosada	T036								
Rojal tinta	T062								
Zoca Zarra 01	T018								
Zoca Zarra 08	T078								
Cadrete, Pasera, Miguel de A.	T085								
Zoca Zarra 05	T025								
Trempallino	T003								
Vidadillo	T075								
Bobal	T080								
Zoca Zarra 10	T029								
Zoca Zarra 07	T045								
Cabernet Sauvignon	T033								
Ahmeur bou ahmeur	T061								
Zoca Zarra 06	T017								
Royal									
Cayetana blanca	T051								
Roseti	T043								
Garró (Mandón)	T067								
Monastrell (Mourvedre)	T032								
Graciano / Tintilla de rota	T076								
Zoca Zarra 03	T026								

Table 3 : Stade phénologique de différentes variétés inconnues par rapport aux variétés témoins, Tempranillo, Grenache et Chasselas, observé le 29 mars et le 16 août 2021, dans le cadre de l'essai effectué au conservatoire d'Olite (EVENA).

Variétés rouges

Degré probable (TAVP)
Acidité totale (AT)



Variétés blanches

Degré probable (TAVP)
Acidité totale (AT)

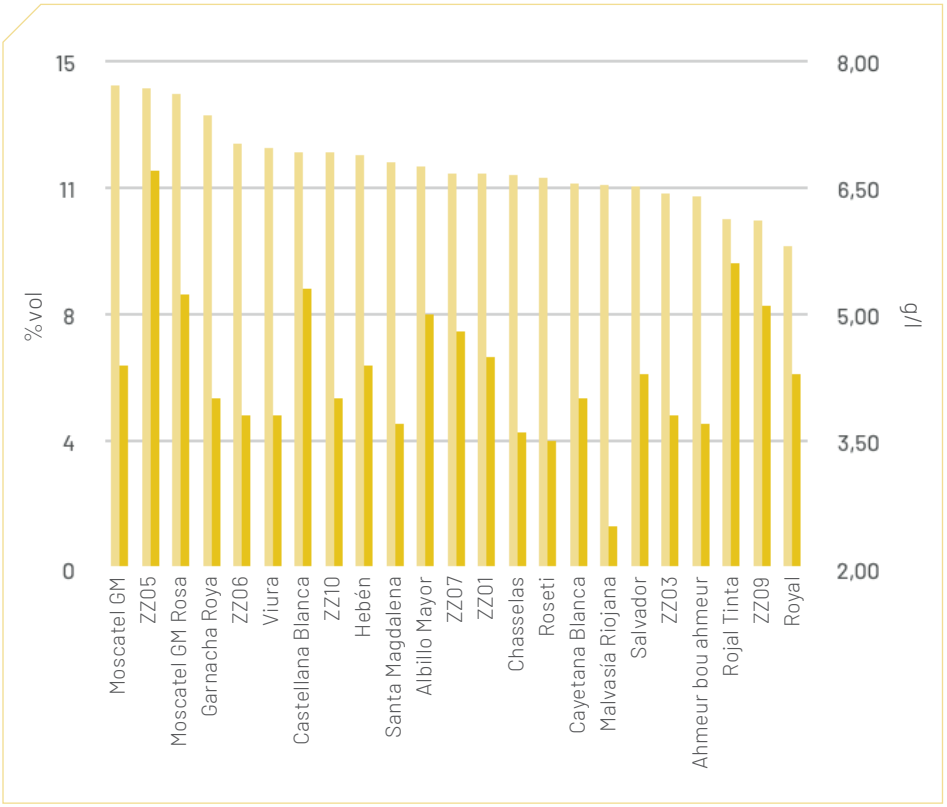


Figure 8 : Degré probable et acidité totale des différentes variétés étudiées en comparaison des témoins Tempranillo et Chasselas à la récolte le 23/09/21. Essais conservatoire de Olite (EVENA)

En ce qui concerne les paramètres de maturation, une grande variabilité est observée sur les teneurs en alcool probable et en acidité totale parmi les différentes variétés étudiées. En effet, pour une même date (le 23 septembre, figure 8), les degrés probables variaient de 9 à 14,5 % vol., tant pour les variétés rouges que pour les variétés blanches, et les valeurs d'acidité se situaient entre 3 et 7 g/l. Il n'y a pas de relation directe entre la teneur probable en alcool et l'acidité totale.

Il convient également de mentionner l'importance de la conservation et de la valorisation de variétés historiques de Navarre dans le contexte de changement climatique actuel, lors des essais de caractérisation variétale à Olite. Parmi ces variétés, on peut citer la Castellana Blanca, une variété blanche à l'origine d'autres variétés ibériques, la Rojal Tinta, une variété rouge qui apparaît assez fréquemment dans les vignobles anciens tant dans La Rioja que dans la région de Navarre, et la Garzuela, une variété rouge obtenue en Navarre par Apolinar Azanza en 1919 à partir du croisement de Grenache avec Mazuela (figure 9).

Figure 9 :
(de gauche à droite)
Variétés Castellana Blanca, Rojal Tinta et Garzuela en Navarre (EVENA)

Dans les Pyrénées-Atlantiques, la Chambre d'Agriculture assure la surveillance de 8 sites qui regroupent plus de 1200 accessions, vestiges de la diversité des vignobles régionaux. Parmi ces parcelles, 2 sites regroupent des cépages locaux qui ont pour la plupart disparus aujourd'hui. De précédents travaux ont permis d'identifier plusieurs cépages présents dans ces collections. Certains se sont révélés uniques et pas encore décrits dans la littérature.

Le projet Vitisad a permis d'effectuer une première évaluation de ces variétés dans l'objectif d'isoler des cépages à la phénologie plus tardive, moins alcooliques ou plus acides, mieux adaptés au contexte d'évolution climatique.

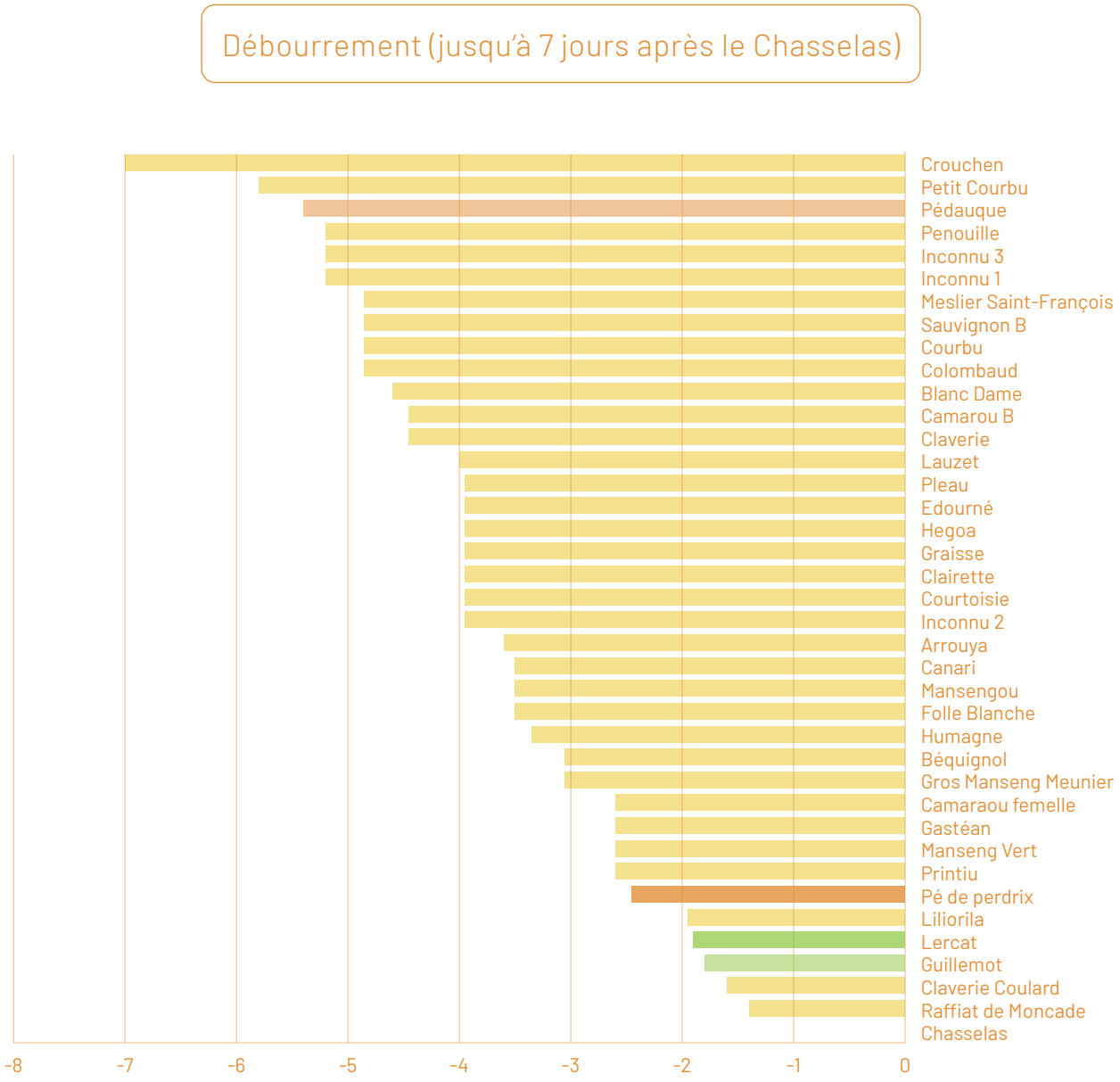


Figure 10 : Écart de date de débourrement par rapport au cépage Chasselas

Parmi les 38 cépages présents, on peut observer des écarts allant jusqu'à 7 jours entre les dates de débourrement des différents cépages (Figure 10). Les cépages les plus tardifs peuvent constituer une réponse d'adaptation aux gelées tardives qui semblent devenir plus fréquentes (2021-2022).
Des observations comparables réalisées à la véraison ont permis d'isoler des cépages aux cycles plus longs, réalisant leur véraison plus tardivement. Cette caractéristique permet une meilleure conservation du potentiel aromatique en décalant la période de maturation vers des périodes où les températures sont plus fraiches, avec de meilleures amplitudes entre le jour et la nuit.

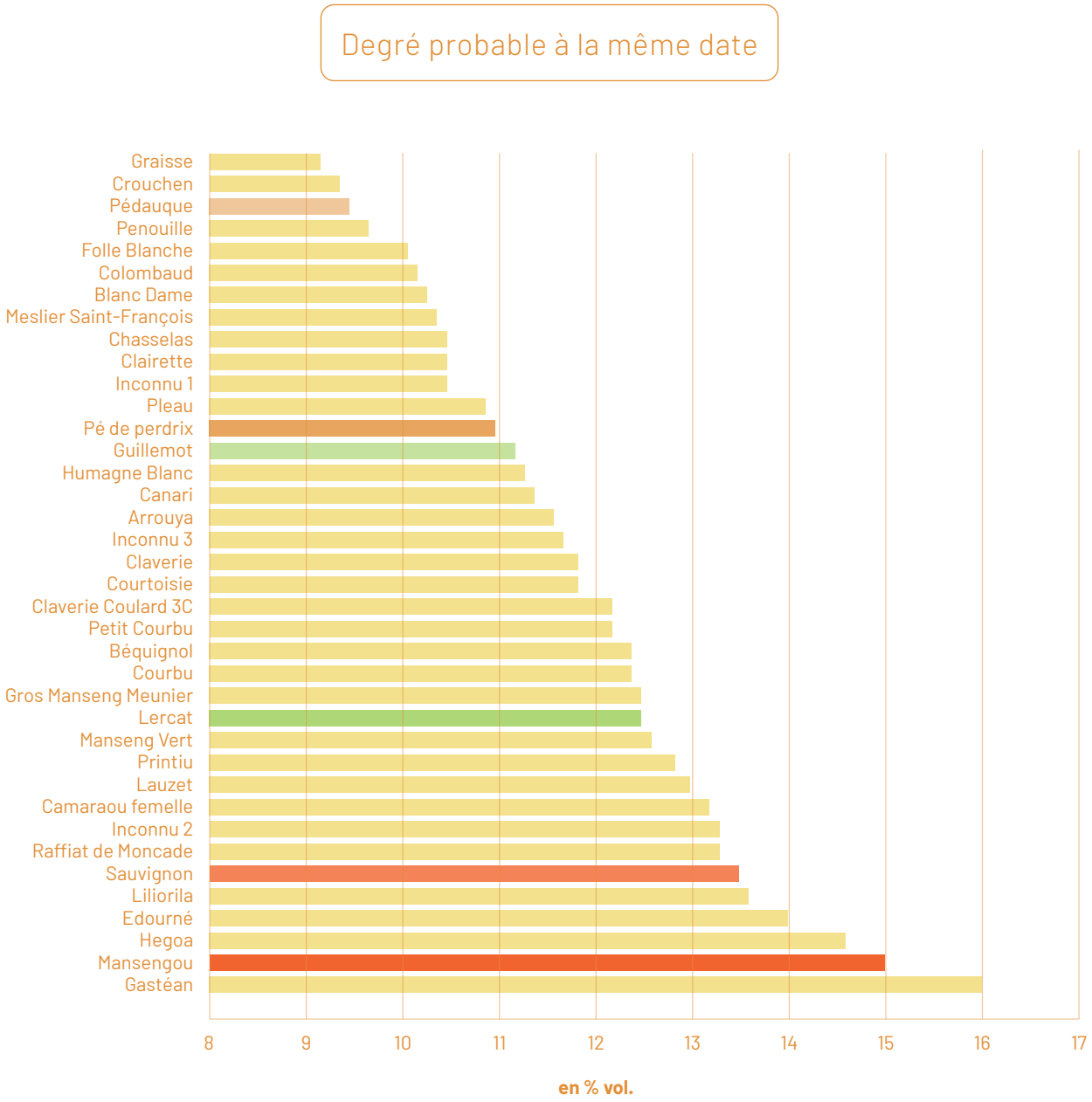


Figure 11 : Degré probable de différents cépages à une date donnée

Les différences de teneurs en sucre pour une même date de mesure peuvent atteindre 6 degrés probables (Figure 11). Les cépages les moins riches en sucre constituent une opportunité pour tempérer les excès de sucres observables sur les cépages les plus plantés à ce jour.

Plusieurs variétés ont ainsi été caractérisées et présentées aux vignerons. Les cépages Guillemot, Lercat, Pédauque, Pé de perdrix ont retenu l'attention. Des greffages ont été réalisés afin de permettre leur implantation dans des parcelles plus importantes qui permettront leur évaluation dans un contexte de production et éventuellement leur inscription au Catalogue des Variétés de Vignes de France et leur diffusion au vignoble.

Sélection clonale : quelques résultats intéressants pour les cépages Tempranillo et Graciano

Il existe une grande diversité au sein même d'une variété, certains individus d'un cépage donné présentent des caractéristiques plus adaptées et c'est pourquoi la sélection clonale peut être un outil intéressant pour augmenter la résilience de nos vignobles. Dans la Rioja, des recherches ont été effectuées sur cinq clones du cépage Tempranillo (807, 1078, 1084, 1371 et RJ-43 (clone témoin) et sur cinq autres du cépage Graciano (942, 954, 955, 1253 et RJ-117 (clone témoin)), qui, d'après des études déjà réalisées lors de saisons antérieures, présentent des aptitudes favorables face à un scénario de réchauffement climatique. Le matériel végétal utilisé provient de la collection du domaine de la Grajera, fruit de prospection et de sélection de cépages singuliers, menée depuis 1999 dans toute la D.O.C.. La Rioja.

Figure 12 : Parcelle de clones de Tempranillo et Graciano dans la ferme Valdegón à Agoncillo (La Rioja).

Le comportement des clones a été étudié au cours des saisons 2020 et 2021, sur des aspects relatifs à la date des vendanges, aux caractéristiques de productivité et à la qualité du moût et du vin.

Les clones de Tempranillo qui offrent les meilleures perspectives sont :

- **Le clone 1371** qui, malgré une récolte précoce, a atteint simultanément les maturités technologique et phénolique, permettant des niveaux d'acidité et d'anthocyanes élevés. Ce clone 1371 est doté de caractéristiques ampélographiques tout à fait singulières : il se distingue des autres Tempranillo par les particularités de sa feuille

Figure 13 : Feuille de Tempranillo, clone 1371, type « persil » (à gauche) et Tempranillo témoin RJ-43 (à droite).

de type « persil », avec des lobes étroits et un large sinus pétiolaire (Figure 8).

- **Le clone 807**, qui se distingue par sa maturité plus tardive ainsi que par son aptitude en termes d'intensité colorante et de charge polyphénolique.

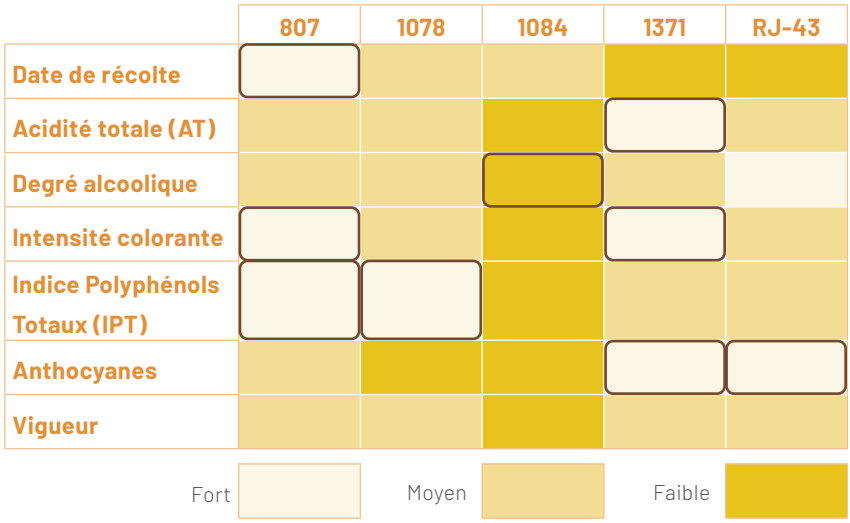


Table 4 : Plages de valeurs pour les paramètres mesurés sur cinq clones de Tempranillo dans l'exploitation Valdegón à Agoncillo (La Rioja), au cours des saisons 2020 et 2021. Dans le cas de la date de récolte, « haut » signifie qu'elle est plus tardive et « bas », plus précoce.

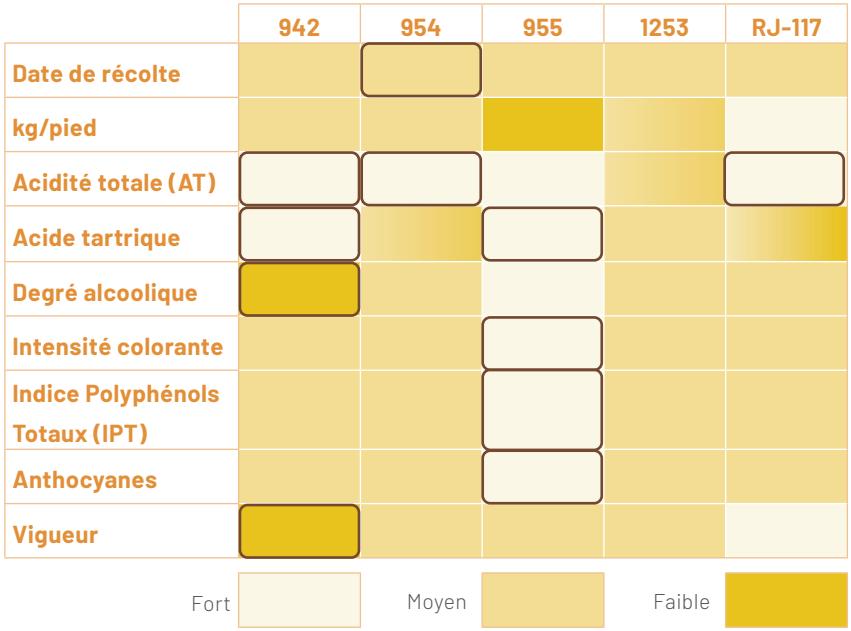


Table 5 : Plages de valeurs pour les paramètres mesurés sur cinq clones de Graciano dans l'exploitation Valdegón à Agoncillo (La Rioja), au cours des saisons 2020 et 2021. Dans le cas de la date de récolte, « haut » signifie qu'elle est plus tardive et « bas », plus précoce.

De façon analogue, les caractères les plus intéressants dans le contexte du changement climatique pour des clones de Graciano sont :

- **Le clone 942** avec des valeurs élevées d'acidité, un titre alcoométrique ainsi qu'une vigueur plus faible
- **Le clone 955** avec une accumulation importante d'acide tartrique et une richesse en polyphénols et anthocyanes
- **Le clone 954** avec des dates de récoltes tardives sans répercussion sur l'acidité

Lercat

- Peu tardif au débourrement
- Maturité 2ème époque moyenne
- Grappes petites à moyennes
- Baies moyennes
- Récolte 1ère quinzaine d'octobre
- Degré 13 à 14 % vol
- Acidité 2,5 à 3,5 g/l d'H_2SO_4
- Vins fruités, bon volume en bouche

Guillemot

- Débourrement moyen
- Maturité 2ème époque tardive
- Productif
- Grosse grappe
- Gros grains
- Récolte à la mi octobre
- Degré 10 à 11% vol
- Acidité 5,5 à 6,5 g/l d'H_2SO_4
- Vins à l'acidité marquée, aromes de thiols, pomme verte et tilleul (IFV Sud Ouest)

Pé de perdrix

- Peu tardif au débourrement
- Tardif à la maturité
- Grappes moyennes
- Baies moyennes légèrement rosées sur la face exposée
- Productif
- Récolte à la mi octobre
- Degré 13 à 14% vol
- Acidité 5,7 à 7 g/l d'H_2SO_4
- Vins fruités conservant une acidité assez marquée

Pédauque

- Débourrement tardif
- Maturité 2ème époque
- Productif
- Grosse grappe
- Gros grains
- Récolte à la mi-octobre
- Degré 11,5 à 12% vol
- Acidité 3,5 à 5,5 g/l d'H_2SO_4
- Vins aux aromes floraux, bonne longeur

DÉPLACEMENT DE LA MATURITÉ : DATES DE TAILLE

La date de taille est un levier bien connu des vignerons pour influer sur le débourrement de la vigne. Réalisée tardivement elle modifie le comportement de la plante. Les résultats observés en France et en Espagne indiquent un effet de la date de taille qui décale les stades phénologiques d'autant plus qu'elle est effectuée tardivement. On retrouve des écarts pour les dates de floraison et véraison. La surface foliaire est diminuée en saison ce qui pourrait limiter la transpiration de la vigne. En début de maturation, des différences sur les teneurs en sucres et sur l'acidité sont observées mais sont finalement compensées à la récolte. Sur 4 expérimentations, le rendement n'a été affecté qu'une fois de manière significative. D'autres essais récents montrent cependant que la taille réalisée bien après le débourrement (stades phénologiques BBCH13-BBCH18) diminue le rendement (Cépage Malbec, Argentine).
L'expérimentation menée à Samaniego (Rioja Alavaise) sur cépage Tempranillo a permis de comparer 5 différentes dates de taille entre le mois de décembre et jusqu'au débourrement (Table 6). Il a été constaté que :

- Le 14 avril, les vignes taillées en février/mars avaient 7 jours de retard par rapport à celles taillées en décembre/janvier.
- Le 21 avril, les pieds taillés en avril, qui en étaient au stade pointe verte, avaient 2 semaines de retard par rapport à la taille de février et 1 semaine par rapport à la taille de mars.
- Le 21 juin, en comparaison aux vignes taillées en décembre, janvier et février, les vignes taillées en mars avaient 5 jours de retard, et celles taillées en avril, 10 jours.
- Le 24 août, les pieds taillés en avril présentaient une véraison légèrement retardée par rapport aux autres.
- Au cours de la maturation, l'acidité totale est plus élevée pour les raisins issus de la taille d'avril et le degré probable est plus faible.
- Lors des vendanges, les différences sont atténuées : une faible diminution du pH est observée en relation avec une teneur en acide tartrique plus élevée pour les raisins issus des vignes taillées le plus tardivement.

Dates de taille	Date de débourrement
1er déc.	4 avril
1er janvier	4 avril
1er février	6 avril
1er mars	12 avril **+ 7j**
1er avril	21 avril **+17j**

Table 6 : retard acquis au débourrement en fonction de la date de taille ; Tempranillo (Rioja Alavaise)

Figure 14 : Différence, le 29 avril, entre deux pieds ayant été taillés à différents moments, au cours de l'essai sur les dates de taille mené à Samaniego (Alava) au cours de la saison 2021.

En France, un essai sur Merlot de l'AOP Gaillac entre 2019 et 2021 a été réalisé afin d'étudier l'effet de dates de tailles après le débourrement et jusqu'à 4-6 feuilles étalées (Table 7).

- Réalisée au stade débourrement, on observe un retard de phénologie de 1 semaine aux stades floraison et véraison
- Réalisée au stade 4-6 feuilles étalées, le retard peut atteindre jusqu'à 2 semaines
- Au stade récolte le retard est rattrapé avec de faibles différences observées sur les paramètres de la maturité.

Autres résultats : la taille tardive peut être effectuée à un stade encore plus tardif (8 à 12 feuilles). Dans ce cas, la réduction en sucres des raisins peut être de plus de 1%vol d'alcool probable. Attention, des diminutions de rendement peuvent aussi être importantes.

	2019		2020		2021	
Stades phénologiques	**Témoin**	**Taille Tardive** BBCH 09-11 26/4 (+9j)	**Témoin**	**Taille Tardive** BBCH 11-13 14/4 (+13j)	**Témoin**	**Taille Tardive** BBCH 14-16 26/4 (+25j)
Débourrement	17 avril		1er avril		1er avril	
Floraison	12 juin	+8j	22 mai	+14 j	10 juin	+9j
Véraison	11 août	+5j	27 juillet	+9 j	7 août	+12j
Récolte	01/10/2019		11/09/2020		04/10/2021	
Rendement	Non significatif		-23%		Non significatif	
Sucre	-0,7 %vol		-0,6 %vol		0,1 %vol	
Acidité totale	+0,3 g/l		+0,2 g/l		0 g/l	
IPT vin	-10%		-10%		-	

Table 7 : cycle phénologique et qualité de la récolte, comparaison entre taille hivernale et taille tardive

RÉDUCTION DE LA TEMPÉRATURE DU RAISIN : OMBRAGE DE LA VIGNE

Les baies exposées à de forts rayonnements et aux fortes chaleurs durant leur période de croissance et de maturation, peuvent être endommagées et contribuer fortement à la diminution du potentiel œnologique de la récolte (maturité, couleur, caractéristiques organoleptiques).
L'ombrage des vignes avec des filets de protection est une technique pour limiter la transpiration et le fort rayonnement, et ainsi diminuer la contrainte hydrique et protéger des brûlures du soleil. Bien maîtrisée en fonction des situations pédoclimatiques et des styles de vins recherchés, elle pourrait être une réponse, pour la viticulture, aux impacts du changement climatique.

Effet de l'ombrage sur les températures des grappes et au sein de la canopée

Figure 15 : Parcelle de Graciano équipée de filets d'ombrage au domaine Bodegas La Rioja Alta à Cenicero (La Rioja).

Lors de la campagne 2021, un dispostif d'ombrage a été mis en place dans une parcelle de Graciano située à Cenicero (La Rioja). Il s'agit d'un vignoble conduit en double cordon Royat, avec une orientation nord-sud décalée de -35º (Figure 15).
Il y a eu trois traitements : deux avec un filet d'ombrage blanc d'un mètre de haut en polyéthylène haute densité, occultant 50% du rayonnement dans un cas et 70% dans l'autre, et un troisième traitement sans filet. Les filets ont été placés sur le côté ouest, protégeant principalement la zone des grappes exposée au soleil de l'après-midi.

Figure 16 : Détail du pistolet infrarouges et de la caméra thermographique employés lors de l'essai d'ombrage à Bodegas La Rioja Alta à Cenicero (La Rioja) en 2021.

L'analyse de la température des grappes prises avec une caméra thermographique à 3 dates au cours de la maturation (Figure 16), montre que la protection par filet d'ombrage a permis de diminuer significativement la température des grappes, y compris aux moments où les grappes ne reçoivent pas directement les rayons du soleil. Il est étonnant de constater, que lors des mesures du mois d'août, un effet de refroidissement plus important a été obtenu avec le filet occultant à 50 % qu'avec le filet occultant à 70%, bien que ce dernier produise un degré d'ombrage plus important. Le filet à 50% offre probablement une meilleure combinaison entre protection des rayonnements solaires et ventilation.

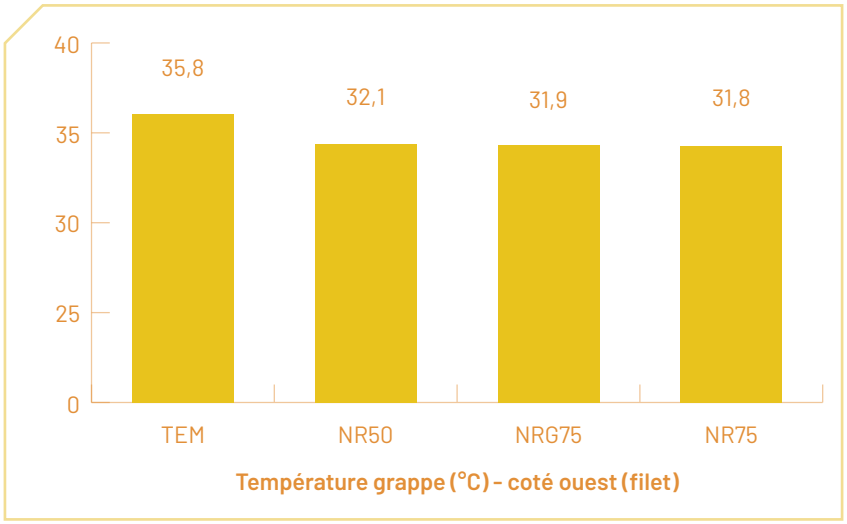


Figure 17 : Atténuation de la température à la surface des grappes, cépage Gros Manseng, AOP Pacherenc-du-Vic-Bilh ; TEM : témoin sans filet ; NR50 : filet protection 50% ; NRG75 : filet protection 75% zone des grappes ; NR75 : filet protection 75%.

En France, les nombreuses expérimentations (voir encadré) montrent également :

- Une diminution de la température des grappes sous le filet pouvant aller jusqu'à 4 °C, ce qui correspond à une diminution de 11% (Figure 17).
- Une atténuation de la température moyenne sous abris placés dans la végétation de 0,6 °C à 1,5 °C en fonction de la parcelle et des filets utilisés.
- Le nombre d'heures enregistrées supérieures à 35 °C est systématiquement plus faible pour les vignes équipées de filets.

Figure 18 : filets d'ombrage, à gauche : 50 % d'ombrage, à droite : 75 % d'ombrage zone des grappes

Expérimentations menées en France

- L'intensité de l'ombrage : 25, 50 ou 75 % d'ombrage (Figure 18).
- Les zones pédoclimatiques : Pacherenc-du-Vic-Bilh, Gaillac, Fronton
- Les cépages : Sauvignon, Gros manseng, Négrette, Merlot
- La période de couverture sur la saison : de la nouaison à la récolte, ou de la véraison à la récolte.
- La couleur du filet : noir ou blanc
- La zone d'ombrage : 1 mètre de hauteur ou zone fructifère uniquement
- La position du filet : une face du rang (côté ouest) ou deux faces.

Sur la parcelle expérimentale de Pacherenc-du-Vic-Bilh, cépage Gros Manseng, équipée de filets noirs sur une face côté ouest, l'atténuation de la température dans la végétation est d'autant plus importante lorsque les températures augmentent.

Figure 19 : Capteur de température placé au milieu de la végétation dans un essai sur Gros Manseng en Pacherenc-du-Vic-Bilh

En journée estivale, avec température maximale faible (inférieure à 25°C), la température est plus élevée sous les filets alors qu'elle est atténuée en journée où la température maximale dépasse 30°C. Ces résultats observés s'expliquent probablement par la protection qu'offre les filets contre le vent et les courants d'air.

Effet de l'ombrage sur l'échaudage des grappes

Les filets d'ombrage réduisent significativement le rayonnement reçu par les vignes. De cette manière, les raisins sont protégés de l'échaudage ou «coups de soleil», qui provoquent une coloration jaunâtre ou brunâtre de la baie, parfois accompagnée d'une déshydratation pouvant aller jusqu'au dessèchement.

Estimation des dommages à la récolte dus aux coups de soleil dans la Rioja en 2021 :

- En fréquence, plus de 10 % des grappes du témoin ont subi des dégâts alors que les grappes sous filets ne présentent presque aucun dommage (Figure 20).
- Les dommages subis par ces grappes ne représentaient qu'une importance quantitative limitée (5 à 20% de baies affectées) , même si l'impact qualitatif n'est pas à négliger.

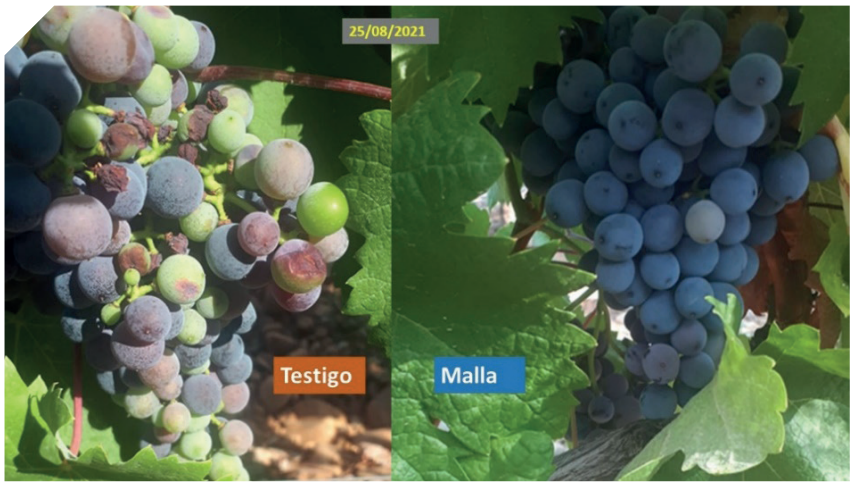


Figure 20 Détail d'une grappe de la modalité témoin avec un coup de soleil (à gauche) et d'une grappe saine (à droite), le 25 août, lors de l'essai mené avec une maille d'ombrage à Bodegas La Rioja Alta à Cenicero (La Rioja) en 2021.

Parallèlement en Navarre, des filets de couleur blanche occultants 50% du rayonnement, ont été installés sur une parcelle expérimentale de Graciano au domaine Baratón à Olite (Navarre). Les installations ont été réalisées sur une face (face ouest exposée au soleil de l'après-midi) ou sur les 2 faces du rang et sont comparées à un témoin sans filet. Les résultats ont montré que :

- Plus de 30 % des grappes présentaient des dommages dus au coup de soleil sur la modalité témoin sans filet,
- Cette proportion était réduite à des valeurs comprises entre 3.5 et 10% pour les modalités équipées de filets d'ombrage (aussi bien sur une face que sur les deux faces) (Figure 21).

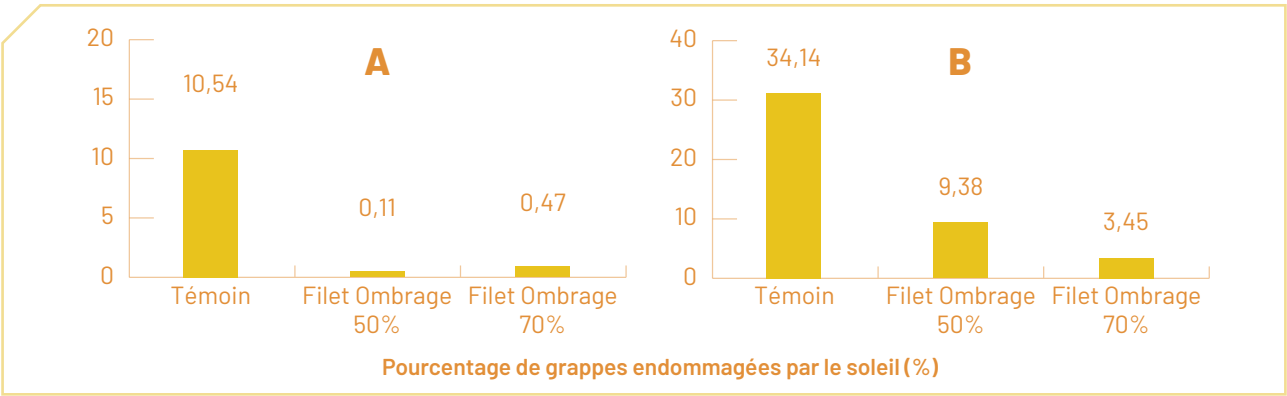


Figure 21 : Pourcentage des grappes endommagées par un coup de soleil et des dommages totaux rapportés à une grappe, lors de l'essai mené à (a) Bodegas La Rioja Alta à Cenicero (La Rioja) et (b) au domaine Baratón à Olite (Navarre) en 2021

Effet de l'ombrage sur la contrainte hydrique de la vigne

Les mesures de l'état hydrique de la vigne montrent que la présence de filet diminue la contrainte en réduisant la transpiration de la plante, tandis que les rangs témoins sur chaque parcelle sont plus affectés par les phénomènes de stress hydrique à un moment donné de la saison. L'ensemble des résultats montre que les filets peuvent être un outil approprié en cas de stress hydrique sévère sur la vigne.

Effet de l'ombrage sur les rendements

A la récolte, les rendements entre les rangs témoins et les rangs équipés de filets sont généralement similaires. Aucune différence significative n'a été relevée sur les différents essais en France ou en Espagne.

Lorsque les dégâts dus aux coups de soleil sont relativement élevés, comme cela a été observé sur la parcelle de Graciano de Olite (Navarre), le rendement du rang témoin est diminué alors que les zones ombragées voient leur production préservée (Table 8).

Traitement	Rendement (kg/pied)	Poids des grappes (g)
Filets sur 2 faces	2,4	170
Filets sur une face	2,7	187
Témoin sans filet	2,0 (-22%)	152 (-15%)

Table 8 : Baisse de rendement et du poids moyen de la grappe due à l'échaudage lors de l'essai mené dans le domaine Baratón à Olite (Navarre) au cours de la saison 2021.

Effet de l'ombrage sur la qualité de la récolte

A date de récolte identique, la maturité des raisins semble être impactée par la présence de filets. On observe :

- Une diminution de l'accumulation des sucres
- Une augmentation de l'acidité totale et des teneurs en acide malique
- Une augmentation de la teneur en azote assimilable sur les zones équipées de filets d'ombrage.

Dans le vin de Graciano dans la Rioja, le niveau d'anthocyanes est significativement supérieur pour les parcelles ombragées. Il est possible que le filet ait protégé les raisins de leur dégradation par les fortes températures et que la synthèse et l'accumulation des composés phénoliques aient été favorisées par un microclimat plus propice (Figure 22).
En France sur Merlot, en climat moins chaud, on relève une diminution du niveau d'anthocyanes lorsqu'on utilise les plus forts niveaux de protection.
En dégustation, les vins de la Rioja et de la Navarre obtenus sur les zones avec ombrage sont perçus plus fruités et frais avec une astringence plus marquée en bouche que le vin témoin, qui lui, est décrit comme ayant une intensité colorante plus marquée avec des arômes de fruits confiturés et des notes d'oxydation.

Sur les vins français on retrouve des écarts sur la perception de la sucrosité et de l'acidité entre les vins du témoin et les vins des zones avec filets : le témoin est perçu plus sucré et moins acide (Table 9). Les composés aromatiques dosés dans les vins blancs de Gros Manseng en 2020 ne sont ni impactés, ni améliorés par la présence des filets.

Table 9 : synthèse des observations sur la qualité des raisins en présence de filets de protection par rapport à un témoin sans protection

Cépage	Sucres	Acidités	Azotes	Polyphénols
Sauvignon vin blanc	Plus faibles avec filets 1-1,5% TAP	Plus fortes Acide malique	Plus élevés +10-20%	
Négrette vin rosé	Plus faibles 1% TAP avec 2 faces 50%			
Merlot vin rouge	Peu d'écart	pH plus élevé sur témoin		Légère diminution

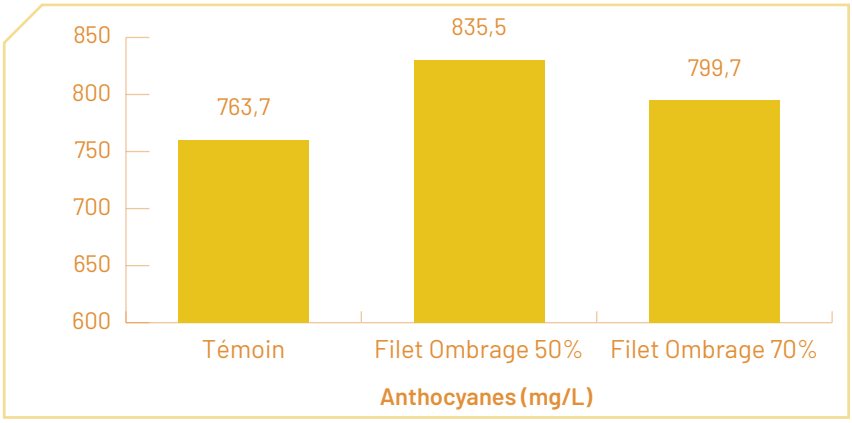


Figure 22 : Paramètres de productivité et de qualité du moût et du vin lors de l'essai mené avec un filet d'ombrage à Bodegas La Rioja Alta à Cenicero (La Rioja) en 2021.

À retenir

Les filets d'ombrage permettent de diminuer nettement l'éclairement à la vigne et dans une moindre mesure, la température de la végétation et des grappes. Les filets sont ainsi à l'origine d'une perturbation du cycle de la vigne qui se manifeste par un ralentissement de la maturation des baies de raisins. Les vendanges qui ont été réalisées à date identique sur chaque modalités, ont permis de constater des modifications de la composition des vins :

- une diminution du degré alcoométrique volumique,
- une augmentation de l'acidité,
- et pour l'élaboration des vins rouges, un impact sur les concentrations en composés phénoliques.

En analyse sensorielle, les effets sont plus marqués sur les équilibres de bouche que sur la perception aromatique sauf dans le cas d'échaudage des raisins

Chapitre 3
Action sur l'eau

L'irrigation de la vigne est développée surtout dans les zones méditerranéennes pour faire face aux sécheresses printanière et estivale. Le vignoble du Sud-ouest de la France est très peu irrigué mais les producteurs s'interrogent sur sa mise en place pour les prochaines années.

Indicateurs et seuils d'état hydrique de la vigne d'après *Van Leeuwen et al.* (2009), *Célette* (2007), *Ojeda* (2007).

	Chambre à pression			Analyse sur raisin	Modélisation
Déficit hydrique	Potentiel tige (Mpa)	Potentiel feuille (Mpa)	Potentiel base (Mpa)	$\delta^{13}C$	FTSW
Absence	-0.6<	-0,9<	-0.1<	<-26	36%<
Léger	[-0.6 ; -0,9[	[-0,9 ; -1,1[	[-0.2 ; -0,3[	[-24,5 à -26[	[21% , 36%]
Léger à modéré	[-0.9 ; -1,1[	[-1,1 ; -1,3[	[-0.3 ; -0,5[	[-23 à -24,5[	[7% , 21%]
Modéré à fort	[-1.1 ; -1,4[	[-1,3 ; -1,4[	[-0.5 ; -0,8[	[-21,5 à -23[	[1% , 7%]
Fort	<-1.4	<-1,4	<-0.8	-21,5<	<1%

$\delta^{13}C$: discrimination des isotopes ^{12}C et ^{13}C dans les sucres des raisins à la récolte
FTSW : fraction d'eau du sol disponible pour la vigne [0 -100%]

Figure 23 : Détail d'une mesure de potentiel de tige au moyen d'une chambre à pression lors des essais d'ombrage en France en 2020 et 2021.

COMMENT AMÉLIORER L'EFFICACITÉ DE L'IRRIGATION ?

Les systèmes de goutte-à-goutte sont privilégiés pour contrôler le volume d'eau appliqué, pour leur capacité à diriger précisément l'eau vers le système racinaire et pour contrôler le moment de l'apport. On parle d'irrigation de précision. Si ces systèmes sont entretenus et exploités efficacement, ils peuvent assurer une distribution optimale, une uniformité et une efficacité élevée de l'irrigation (90-95% d'efficience de l'eau). En plus de cela, ces systèmes offrent la possibilité de distribuer efficacement des nutriments fertilisants en saison, on parle alors de ferti-irrigation.

Le goutte-à-goutte enterré peut être préféré au système aérien pour permettre une mécanisation de l'entretien du cavaillon pour la gestion des adventices. C'est un argument d'importance dans l'objectif de se passer de l'utilisation des herbicides pour atténuer l'impact environnemental de l'exploitation viticole. L'installation du goutte-à-goutte enterré se fait à l'aide d'une sous-soleuse. En général, il est positionné à 40 cm de profondeur. L'installation peut se faire juste après la plantation et même sur vignes adultes.

Bien qu'elle soit déjà mise en pratique par des vignerons, très peu d'expérimentations à ce jour étudient les effets d'une irrigation enterrée située dans le milieu de l'inter-rang. En théorie, elle favoriserait une meilleure exploration racinaire en encourageant la vigne à s'alimenter au milieu du rang. Elle pourrait permettre également de cultiver la biomasse de l'inter-rang en hiver pour favoriser l'amélioration de la matière organique du sol et le mulching estival pour limiter l'évaporation du sol.

Irrigation goutte à goutte en surface ou enterrée

Dans des conditions de contrainte hydrique fortes, l'irrigation est efficace pour éviter la perte de rendement par rapport à un témoin non irrigué, on parle d'irrigation de compensation.
Lorsque l'on compare les effets de **l'irrigation enterrée proche du rang par rapport à une irrigation de surface**, on observe le même niveau d'efficacité pour limiter de manière significative la contrainte hydrique de la vigne. Également, on ne mesure pas de différence sur la qualité des raisins (maturité et polyphénols). Ces résultats ont été obtenus en France sur Négrette (AOP Fronton) en contrainte modérée à forte.
Le choix technique, d'utiliser un système aérien ou enterré, doit intégrer d'autres facteurs comme le temps d'entretien du dispositif et sa durabilité.

Comportement dans le sol du bulbe d'irrigation

Les profils des bulbes humides sous terrain issus de 2 différents modes d'irrigation ont été examinés à partir **d'un goutte à goutte aérien sur le rang** et d'un goutte à goutte **enterré dans l'inter-rang de vigne.** Cette expérimentation s'est déroulée en France pendant deux saisons consécutives (2020-2021) sur une parcelle de cépage Viognier sur sol limono-argilo-sableux. Des sondes de mesures de la teneur en eau du sol ont été installées sur chacune des modalités mises en place. La cartographie de cette teneur en eau s'est faite à différentes profondeurs (20 – 40 – 60 – 80 cm) et à différentes latéralités dans le rang (30 - 60 – 90 –120 cm). L'analyse des données a permis de mieux comprendre la percolation du bulbe humide. A même volume d'eau, on observe qu'avec l'irrigation enterrée, la taille du bulbe d'eau formé est plus importante qu'avec l'irrigation de surface sur le rang. Les phénomènes de percolation et de capillarité permettent à l'eau de diffuser, de remonter vers la surface et au final d'occuper un espace plus important latéralement (figure 24).

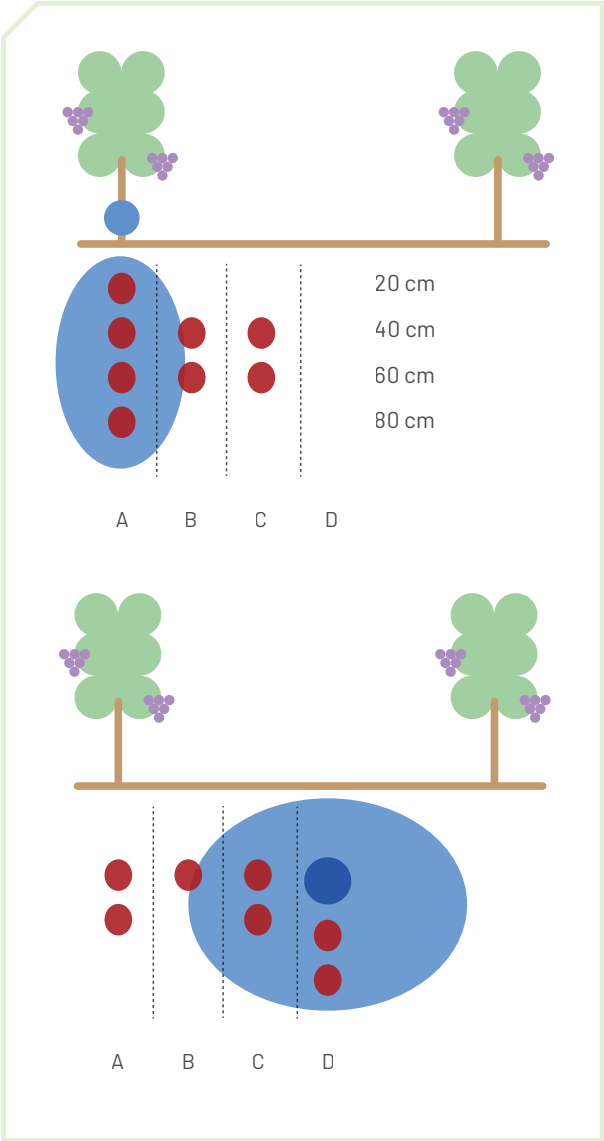


Figure 24 : profils du bulbe des irrigations par goutte-à-goutte aérien sur le rang (en haut) et enterrées dans l'inter-rang de vigne (en bas)

IRRIGATION AVEC OU SANS COUVERTURE DU SOL ?

Figure 25 : Essai de couverture végétale avec irrigation à Rodezno (La Rioja) lors de la saison 2021

Bien qu'on utilise habituellement les couvertures du sol par enherbement dans les régions pluvieuses, leur usage peut aussi s'étendre à des zones plus arides dans lesquelles on peut disposer d'eau d'irrigation. Il est intéressant de combiner l'emploi de l'irrigation avec un enherbement.

Pour une production de vin qualitative, l'action du couvert végétal entraine une concurrence avec la vigne à un stade précoce, entre le débourrement et la nouaison et permet d'obtenir des pieds de moindre vigueur avec des besoins hydriques inférieurs.

Plus tard, avec le recours à l'irrigation, il s'agit d'établir des règles de pilotage, non seulement pour limiter le prélèvement d'eau mais aussi pour apporter au pied de vigne ce dont il a besoin. Il convient pour cela d'utiliser des indicateurs qui nous donnent des informations sur l'état hydrique de la plante.

À partir de ces considérations, un essai a été mis en place, au cours des saisons 2020 et 2021, dans un vignoble situé à Rodezno (La Rioja) conduit en cordon de Royat sur le cépage Tempranillo. L'étude porte sur le maintien d'une couverture végétale sur la parcelle associé à une stratégie d'irrigation en goutte à goutte aérien sur le rang (figure 25).

Le déficit hydrique a été progressif, du débourrement jusqu'à la maturation. La plante s'est adaptée graduellement à la sécheresse qui s'est manifestée au cours de l'été, mais sans aller jusqu'à constituer un facteur limitant. Il est primordial d'atteindre un niveau de contrainte hydrique modéré pendant l'été car, sans affecter significativement les processus de photosynthèse, on favorise l'arrêt de la croissance végétative et l'accumulation de sucres et de composés phénoliques, ce qui au final améliore la qualité de la baie.

Dispositif expérimental Cépage Tempranillo, La Rioja

- Modalités étudiées : sol labouré non irrigué (LAB), sol labouré irrigué (LAB-R), couverture végétale non irriguée (CUB) et couverture végétale irriguée (CUB-R).
- Couvert végétal implanté : mélange de graminées et légumineuses à la dose de semences de 15 kg/ha, avec environ 35 % de Onobrychis viciifolia (sainfoin), 25 % de Trifolium fragiferum (trèfle porte-fraise), 15 % de Lolium perenne (ray-grass) et 25 % de Festuca ovina (fétuque ovine).
- État hydrique mesuré (avec une chambre à pression) : potentiel hydrique de tige (Ψt), établi dans une fourchette comprise entre -0,5 et -0,65 MPa depuis le débourrement jusqu'à la moitié de la phase d'arrêt de croissance de la baie (fermeture de la grappe), puis Ψt entre -0,65 et -0,95 jusqu'au début de maturation (véraison), puis fixé aux alentours de -0,95 MPa jusqu'aux vendanges.
- La stratégie d'irrigation combinée au couvert végétal a atteint les objectifs fixés en Espagne en favorisant l'accumulation de composés photo-assimilés dans la baie des composés issus de la photosynthèse (sucres, polyphénols, acides organiques, etc...)

Résultats obtenus en 2020 et 2021

- Régime hydrique de la vigne : l'irrigation de la vigne permet de limiter la contrainte hydrique sur la parcelle. Les zones enherbées sont plus en contraintes que celles avec sols nus. **En combinant irrigation et enherbement, la vigne est maintenue dans une contrainte modérée et progressive favorable (CUB-R figure 26).**
- Rendement : en 2020 il n'y a pas de différence ; en 2021, année sèche pour la zone, la concurrence de l'enherbement limite le rendement et sans irrigation cette concurrence est excessive.
- Vigueur de la vigne : le rôle du couvert végétal comme facteur de maitrise apparaît clairement, de même que l'influence de l'irrigation dans le sens opposé.
- Qualité des raisins : l'irrigation augmente l'assimilation du potassium (K) et entraine une augmentation du pH (= baisse de l'acidité), elle favorise aussi l'accumulation des sucres et des acides organiques. La sécheresse de 2021 (sur les parcelles non irriguées) a favorisé la concentration en sucres. Quant à la présence de l'enherbement avec ou sans irrigation a entraîné une augmentation notable des teneurs en anthocyanes et polyphénols par rapport aux sols nus.

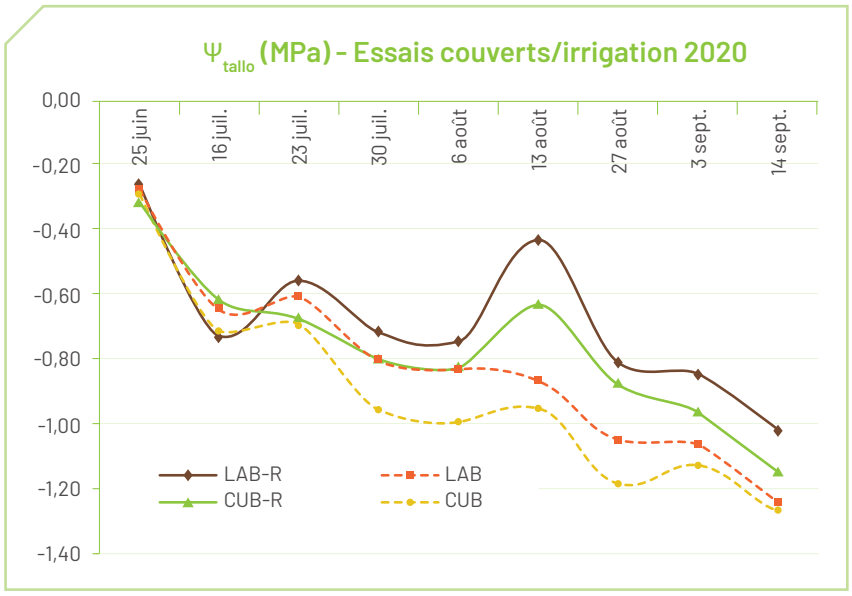


Figure 26 : Évolution du potentiel hydrique pour les différents traitements (sol labouré irrigué LAB-R ; sol labouré non irrigué LAB ; couverture irriguée CUB-R et couverture non irrigué CUB) dans l'essai de Rodezno (La Rioja) pendant la saison 2020.

À retenir

- L'irrigation par goutte à goutte est efficiente pour limiter l'utilisation de la ressource en eau.
- L'irrigation enterrée limite la croissance des adventices sous le cavaillon et génère un bulbe plus volumineux.
- Combiner à l'irrigation, l'enherbement des rangs en zone aride est un outil durable pour équilibrer la production et le développement végétatif de la plante et aussi améliorer la charge polyphénolique du vin. Il est important de bien contrôler le degré de concurrence qui s'établit avec la vigne. Le choix des espèces à implanter est également primordial, par exemple, en choisissant des espèces de cycle court à moyen qui se dessèchent tôt, de préférence aux alentours de la nouaison.

Analyse de l'intérêt de développer l'irrigation de la vigne dans le contexte du changement climatique :

Forces

- Permet de sécuriser les rendements et la qualité en épisode de sécheresse et en climat aride
- Efficience si pilotage par le suivi de l'état hydrique de la vigne ou du sol

Faiblesses

- Plus d'eau et plus de chaleur entraine une augmentation du taux de sucres dans les raisins
- Accepter de ne pas irriguer tous les ans en situations de peu de contraintes

Opportunités

- **Identifier les zones vulnérables et cépages sensibles**
- Permet de maintenir de l'enherbement sur les parcelles
- Permet de fertiliser

Menaces

- Ressource et partage de l'accès à l'eau
- Coût de l'eau
- Maintenance des installations et main d'œuvre disponible

QUELQUES TÉMOIGNAGES DE VIGNERONS SUR LES PRATIQUES TESTÉES PENDANT LE PROJET VITISAD :

Qu'avez-vous retenu de votre participation au projet ?

Essais de couverts végétaux

Bodega Vivanco, Briones (La Rioja)

Cela nous a permis d'en apprendre davantage sur le comportement de certaines espèces de couverts végétaux innovants pour nous. L'utilisation d'herbicides doit être éliminée, nous avons besoin d'alternatives au labour tels que les couverts végétaux, mais il faut trouver des espèces qui s'adaptent à notre sol et à notre climat grâce à leur implantation, leur taille, leur croissance... c'est essentiel pour nous.

Bodega El mozo wines, Lanciego/Lantziego (Álava/Araba)

Au cours de ce projet, nous avons étudié différents paramètres du vignoble : NDVI, analyse de sol, etc. Cela nous a permis de réaliser combien il est important d'avoir un suivi analytique pour mieux caractériser les différents types de sols et de raisins. Les mesures de terrain sont absolument nécessaires pour pouvoir agir dans le vignoble de manière précise et durable.

Essais de matériel végétal

Bodega Otazu, Pamplona (Navarra)

Étant donné notre situation géographique, probablement la plus septentrionale de la péninsule ibérique, les conditions climatiques ont des répercussions très importantes sur le produit final. Pour nous, il est essentiel de choisir un matériel végétal adapté à ces conditions particulières. Dans certains cas, nous recherchons une période de végétation plus longue ou des variétés qui nous permettent de renouveler nos vignobles et d'offrir une plus grande diversité intra-variétale.

Merci à tous les viticulteurs qui ont participé aux essais du projet

En France : EARL Cambeilh, EARL Mirande, EARL Labat Hauret, EARL Laubarede, Domaine Dou Bernès, Domaine Peyrette Domaine Cauhapé, Domaine du Cinquau, Clos Thou, Domaine du Mont d'Oraàs, Association des Amis de Franqueville, Société Codeval.

En Espagne, bodegas : El Mozo Wines, Candido Besa, Maisulan, Pavoni, Gil Berzal, Ostatu, Laukote, Artuke, Tierra, Bilbainas, La rioja Alta S.A, Ontañon, Pernod Ricard Winemakers, Solar de Samaniego, Vivanco, Azul y Garanda, Artajo y Otazu.
Viticultores: Abilio Iza Ruiz, Alberto Cadarso y David Palacios

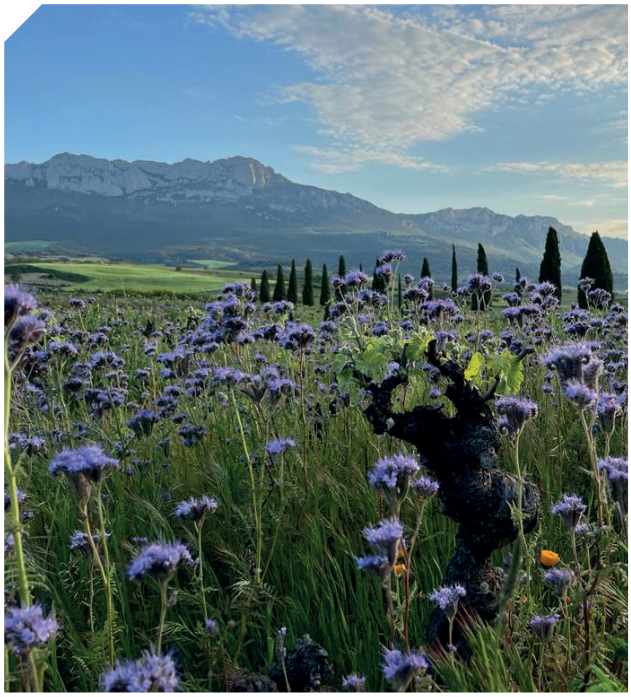


Figure 27 : Couverts de Phacélie (Phacelia Tanacetifolia) au Domaine Torre de Oña (Laguardia)

Bibliographie

Baeza, P., Lissarrague, J.R. Sánchez, P. 2007. Fundamentos, aplicación y consecuencias del riego en la vid. Ed. Agrícola Española, Madrid. 265 pp.

Ibáñez, S. 2015. Mantenimiento del suelo en el viñedo mediante cubiertas vegetales. Ed. Gobierno de La Rioja, Logroño. 168 pp.

Ollat, N., S. Zito, Y. Richard, P. Aigrain, F. Brugière, E. Duchêne, I. Garcia De Cortazar-Atauri, J. Gautier, E. Giraud-Héraud, H. Hannin, J.-M. Touzard and B. Bois (2021). "La diversité des vignobles français face au changement climatique : simulations climatiques et prospective participative." Climatologie 18: 3.

Goulard, F., T. Dufourcq, F. Levrault, J.-C. Payan, C. Gaviglio, M. Torres, P. Pieri and O. Yobregat (2020). Les vignobles du Sud-ouest face au changement climatique, une urgence technico-économique ? Les 5èmes Assises des Vins du Sud-ouest, Toulouse, France, IFV Sud-ouest, vignevin-occitanie.com.

IFV (2022). Guide transition agroécologique & changement climatique en viticulture, Institut Français de la Vigne et du vin, vignevin.com: 80p.

Le projet a été cofinancé à hauteur de 65% par le *Fonds Européen de Développement Régional* (FEDER) au travers du Programme Interreg V-A Espagne-France-Andorre (**POCTEFA 2014-2020**). L'objectif du POCTEFA est de renforcer l'intégration économique et sociale de l'espace frontalier Espagne-France-Andorre. Son aide est concentrée sur le développement d'activités économiques, sociales et environnementales transfrontalières au travers de stratégies conjointes qui favorisent le développement durable du territoire.

NOTES

Interreg POCTEFA

UNIÓN EUROPEA
UNION EUROPÉENNE

VITISAD
Stratégies et pratiques viticoles durables d'adaptation au changement climatique

Fonds Européen de Développement Régional (FEDER)

En partenariat avec

Gobierno de La Rioja

Gobierno de Navarra

IFV

NEIKER

AGRICULTURES & TERRITOIRES
CHAMBRE D'AGRICULTURE PYRÉNÉES-ATLANTIQUES