

revue des
œnologues

et des techniques vitivinicoles
et œnologiques

N° 185 OCTOBRE 2022

49^e année - Trimestrielle

Abonnement Annuel France 85 €

Abonnement Annuel étranger 116 €

Le numéro 24 €

I.S.S.N. 0760-9868

ÉDITION INTERNATIONALE

Toute l'actualité
VITICULTURE - ŒNOLOGIE
search.oeno.tm.fr

ŒNOLOGIE

Désalcoolisation des vins par simple évaporation

Vincent Gerbaux, Bruno Vuittenez
IFV Unité de Beaune.
Lycée Viticole de Beaune. PAGE 38

pression
fermentation

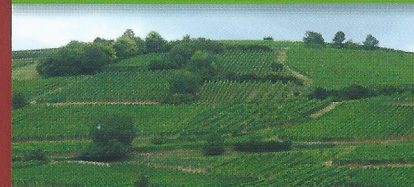
AIR

ventilation

hygrométrie



VITICULTURE



Caractérisation de pratiques
de bas usage de cuivre en
viticulture biologique dans
différents bassins viticoles
en France, en 2020

Page 18

Marie Thiollet-Scholtus
INRAE - Colmar - France.

ŒNOLOGIE

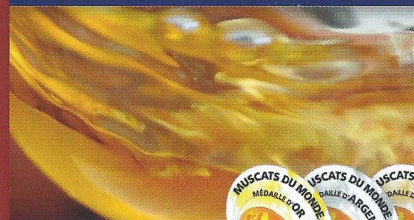


Séquençage à haut
débit de communautés
microbiennes - L'entrée
de la métagénomique ciblée
en œnologie appliquée

Page 33

Antoine Gobert
SAS Sofralab - Magenta - France.

CONCOURS



Tous les résultats
**Muscats
du Monde® 2022**

Page 35

www.muscats-du-monde.com

Stratégies pour une production viticole plus durable et compétitive au Portugal

Coûts et bénéfices liés à une utilisation précise de l'eau

J. Miguel Costa¹, Gonçalo C. Rodrigues¹, Ricardo Egipito², José Silvestre², Carlos M. Lopes¹

¹ LEAF – Instituto Superior de Agronomia – Universidade de Lisboa – Portugal.

² INIAV – Polo de Dois Portos – Dois Portos – Portugal.

Introduction

Une production de raisin et de vin plus durable dépend d'une utilisation et d'une gestion plus efficaces du sol et de l'eau. Ceci est particulièrement pertinent pour les pays d'Europe du Sud, comme le Portugal, caractérisés par des sols appauvris, des ressources en eau limitées et une augmentation de la surface irriguée pour atténuer les impacts climatiques sur le rendement et la composition des baies et minimiser les risques. Les capteurs disposés au niveau du sol, de la plante et de l'atmosphère, sont des éléments clés de la viticulture numérique et des vignobles (et caves), et permettront une utilisation plus précise des intrants comme l'eau. Les capteurs permettent d'obtenir des données en temps réel et de fournir des informations d'aide à la décision pour la gestion des sols et des cultures. Cependant, l'utilisation efficace des capteurs n'est pas une question simple. En effet, cela requiert des compétences pour résoudre les problématiques liées à l'installation et à la maintenance correcte des capteurs, au réseau de communication pour disposer des données en temps réel et, finalement, à la capacité des utilisateurs à évaluer la qualité des données et à tirer parti des informations. Nous nous concentrerons dans cet article sur les principales vulnérabilités et opportunités de la viticulture portugaise concernant les problèmes de

sol et d'eau en mettant l'accent sur l'utilisation de capteurs, et notamment, les avantages et les coûts associés. En outre, l'avenir de l'irrigation de précision dans la viticulture portugaise sera également brièvement discuté.

Le secteur vitivinicole portugais : l'impact du changement climatique et le manque de main-d'œuvre

Le Portugal est un pays de petite dimension mais avec des conditions édaphoclimatiques et des cépages très diversifiés (environ 250 autochtones) (IVV, 2021), pour la production de vin. La superficie du vignoble portugais a diminué au cours des 3 dernières décennies (271 000 ha en 1989 à 190 000 ha en 2021). Le volume de production est estimé à 6 millions de hl par an (IVV, 2021), ce qui fait du Portugal le 5^e plus grand producteur au niveau de l'UE. Les plus grandes régions viticoles sont le Douro (43863 ha), l'Alentejo (24709 ha) et le Minho (23999 ha) (IVV, 2021). Le secteur a augmenté ses exportations en volume et en chiffre. Plusieurs multinationales sont actives au Portugal mais l'industrie portugaise des boissons est dominée par des microentreprises (75 % du total) qui représentent 8 % du chiffre d'affaires total (CA) et 18 % des salariés. Alors que les grandes entreprises ne représentent que 0,4 % du total, réalisent 22 % du CA et comptent 12 % des salariés (Lourenço, 2017).

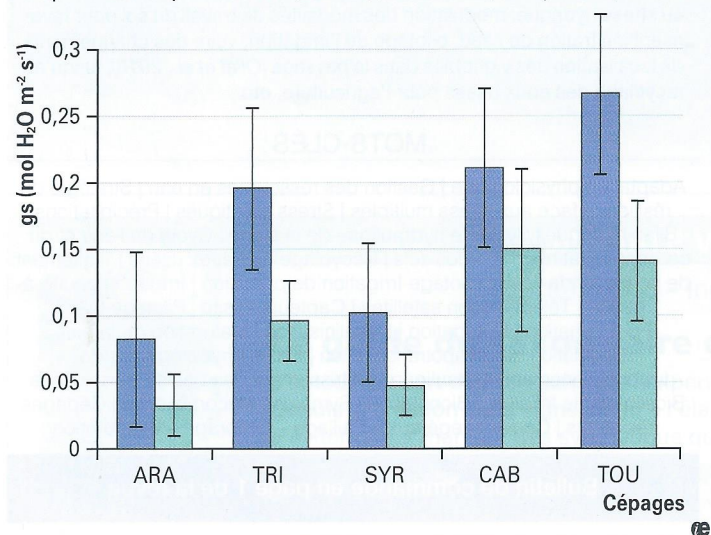
Dans ce contexte, le secteur est très hétérogène concernant l'utilisation des technologies. En effet, les « entreprises 4.0 » coexistent avec d'autres encore au « niveau 1.0 ». Les défis dus à des événements climatiques plus extrêmes (sécheresse, vagues de chaleur), et la modification du rendement et de la composition des baies (plus sucré, moins acide) peuvent nuire à la durabilité financière du secteur. De plus, la pénurie de main-d'œuvre et la législation européenne plus restrictive (Green Deal) (Laurent, 2020) sont d'autres défis auxquels il faut faire face.

Problèmes d'eau au Portugal

L'agriculture méditerranéenne dépend de manière critique de l'accès à l'eau et de sa disponibilité. Par conséquent, la conservation et l'utilisation efficace de l'eau sont des questions centrales (Costa et al., 2020; Deloitte, 2021). Dans le cas du Portugal, la situation générale en matière d'eau a été récemment analysée et certaines conclusions sont critiques (FCG, 2021):

- le Portugal est confronté à un risque plus élevé de pénurie d'eau au cours des 20 prochaines années;
- la plupart des agriculteurs ne mesurent pas la consommation d'eau (71 % n'ont pas de débitmètre);
- l'eau est majoritairement obtenue à partir de forages, étangs, puits et autres ouvrages privés,

■ **Figure 1 : Réponse stomatique variable des différents cépages de *V. vinifera* mesurés en conditions de terrain en Alentejo (sud du Portugal) le 6 août 2008. Cinq cépages ont été mesurés: ARA: aragonez (tempranillo), TRI: trincadeira, SYR: syrah, CAB: cabernet-sauvignon et TOU: touriga nacional (le matin et l'après-midi, avec un Licor-6400, Li-Cor Systems (USA)). Les barres indiquent les moyennes \pm SE (n = 3-4) (Costa et al., non publiée).**



■ **Tableau 1 : Liste de capteurs** (d'atmosphère, plantes, sol et volume d'eau d'irrigation), utilisés dans la viticulture portugaise, et pour soutenir une bonne gestion des cultures et de l'eau dans les vignobles.

Capteurs / technologie	Coût	Utilisation
Atmosphère		
Station météo	+ / ++	Moyenne à large
Méthode des fluctuations turbulentes (« Eddy covariance »)	+++	Recherche et phénotypage
Plante		
Transducteur différentiel variable linéaire (LVDT)	++	Mineure
Flux de sève	++	Mineure
Teneur relative en eau/turgescence des feuilles	++	Mineure
Potentiel hydrique foliaire et de tige	++	Moyenne à large par grandes exploitations/associations
Téledétection/détection proximale (ex. : NDVI, CWSI) via aériennes et satellites	+	Moyenne par grandes exploitations et en recherche et phénotypage
Échanges gazeux foliaires	+++	Recherche et phénotypage
Température de la feuille et de la canopée (ex. : via imagerie infra-rouge thermique)	+ / +++	Mineure par grandes exploitations, et en recherche et phénotypage
Sol		
Réflectométrie temporelle (TDR – Time Domain Reflectometry)	++	Moyenne
Sondes capacitives	++	Moyenne
Potentiel hydrique du sol	+	Mineure
Eau d'irrigation		
Compteur d'eau	+ / ++	Mineure à moyenne

ce qui se traduit par un faible impact sur les dépenses globales de l'activité;

- une agriculture plus viable nécessite l'utilisation de nouvelles technologies d'irrigation/de gestion de l'eau. La majorité (65 %) des agriculteurs utilise déjà des systèmes d'irrigation goutte à goutte, mais les technologies plus avancées pour la gestion de l'irrigation ne sont utilisées que par une minorité (30 % utilisent des systèmes d'aide à la décision d'irrigation, 23 % utilisent des stations météorologiques, 37 % utilisent des programmes de contrôle d'irrigation);
- 81 % des agriculteurs utilisant les nouvelles technologies sont convaincus qu'elles contribuent à une économie en eau, énergie et engrais;

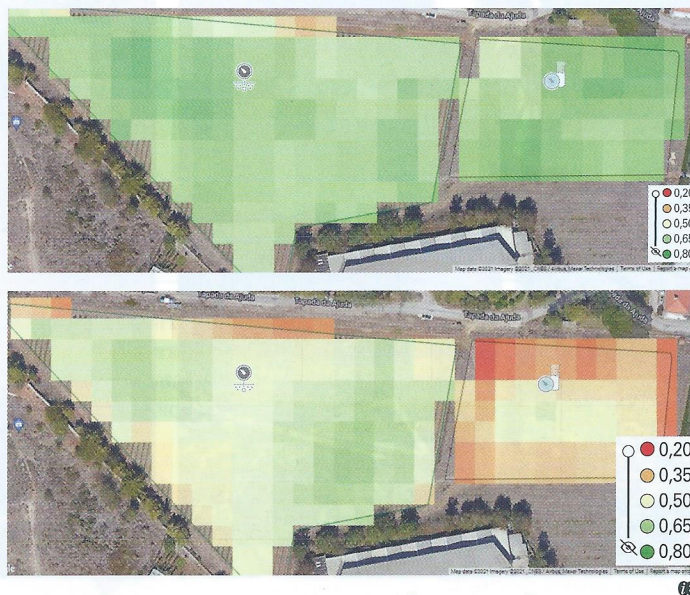
- la transformation de la filière doit toucher tous les acteurs, avec l'appui d'organisations de producteurs, de consultants spécialisés ou d'entreprises du secteur agroalimentaire.

L'utilisation de capteurs pour optimiser l'utilisation de l'eau en viticulture

Plusieurs stratégies peuvent garantir une utilisation plus efficace de l'eau par le secteur viticole dont la superficie irriguée a augmenté. Une meilleure compréhension des réponses physiologiques des cépages aux stress thermique/hydrique (*figure 1*) est cruciale pour bien choisir et utiliser des cépages/clones mieux adaptés, et adapter l'irrigation en fonction des besoins des génotypes, notamment dans un scénario d'irrigation déficitaire (ID) (irrigation en dessous de l'évapotranspiration de la culture). En parallèle, l'utilisation de capteurs favorise l'usage plus efficace de l'eau (et de l'énergie) (*tableau 1, figure 2, photos 1, 2*).

Les données obtenues grâce aux capteurs (*tableau 1*) soutiendront des décisions plus solides sur les pratiques de

■ **Figure 2 : Distribution du NDVI** (Normalized Difference Vegetation Index) dans un vignoble estimé sur la base d'images satellites capturées en avril (en haut) et en juillet (en bas) 2021, sur le site de démonstration de l'ISA (Instituto Superior de Agronomia) (Lisbonne). Les images sont fournies par le logiciel Irristrat®. La grande taille des pixels limite la précision, mais les cartes NDVI renseignent sur la variabilité spatiale du vignoble en termes de vigueur.



■ **Photo 1 : Sonde capacitive, installée chez un producteur de vin de l'Alentejo** (Reguengos de Monsaraz) utilisant des stratégies d'irrigation déficitaire (demofarm du projet NEFERTITI).



gestion opportunes (ex. : l'intensité de la taille, l'épandage d'engrais, l'irrigation, la récolte). L'utilisation de stations météorologiques est courante mais l'utilisation de débitmètres d'eau est toujours déficitaire (FCG, 2021) (*photos 2*). Les outils de téledétection sont essentiels pour avoir accès aux informations sur la variabilité sol/culture mais ils restent chers (ex. : les vols des drones, coût : 20 à 50 €/ha). Parallèlement, les capteurs à faible coût (caméras « bon marché ») sont de plus en plus disponibles et peuvent démocratiser l'utilisation des capteurs dans la viticulture portugaise. Les capteurs à faible coût peuvent être un point de départ pour de nombreux petits agriculteurs et peuvent les aider à améliorer les métriques au niveau du vignoble et mieux gérer la variabilité

■ **Photos 2: Station météo à ISA** (Instituto Superior de Agronomia) (Lisbonne), fournissant des données météo sur Internet à utiliser pour soutenir l'irrigation et la gestion des maladies (à gauche). **Débitmètre d'eau installé dans un vignoble commercial en Alentejo** (à droite) (demofarms du projet NEFERTITI).



spatiale. Néanmoins, les données obtenues avec les capteurs « low cost » doivent être validées au préalable.

Le nombre d'entreprises proposant et vendant des services et des équipements d'irrigation a augmenté. Cependant, l'installation et le fonctionnement correct de ces technologies nécessitent des techniciens et des producteurs formés aux conditions d'installation et de maintenance des capteurs.

La taille des entreprises et l'âge des agriculteurs peuvent constituer un obstacle à l'utilisation des nouvelles technologies. D'autres limitations sont la faible connectivité qui peut limiter le transfert de données dans certaines régions.

Les grandes entreprises du secteur disposent d'un personnel plus qualifié et d'une capacité financière plus importante et utilisent ces technologies depuis de nombreuses années. Certaines sont également impliquées dans des projets nationaux et européens qui augmentent leur propre base de données pour l'aide à la décision. Les petits agriculteurs peuvent compter sur le soutien d'associations professionnelles (ex. : ATEVA, ADVID, AVIPE), de centres technologiques (ex. : COTR) ou de coopératives pour obtenir des conseils techniques. Les activités de formation et de démonstration sont essentielles pour partager les connaissances et les expériences en termes de pratiques d'irrigation pour économiser l'eau et l'énergie.

Coûts et avantages de l'utilisation de capteurs

Les risques et les vulnérabilités de la viticulture portugaise peuvent se traduire par la rareté de l'eau et l'efficacité limitée de la gestion des ressources hydriques. Compte tenu des bas prix de l'eau (< 0,06 €/m³), une réduction efficace des coûts d'irrigation découle principalement des économies d'énergie. En effet, le Portugal a les prix d'électricité (0,21 € KWatt/h) et diesel des plus élevés au niveau européen (EUROSTAT, 2020).

En ce qui concerne les avantages, l'irrigation de précision améliore le contrôle de la vigueur et de la maturation/qualité des baies, et il réduit les pertes d'engrais par lessivage.

La bonne performance économique du secteur est cruciale pour l'innovation et l'optimisation des pratiques, et l'inverse est aussi vrai. Une analyse coûts-bénéfices détaillée est nécessaire pour évaluer l'impact économique des meilleures pratiques en viticulture (par exemple, l'économie d'eau/d'énergie), mais il manque des statistiques économiques concernant l'utilisation de capteurs en viticulture.

Bellvert *et al.* (2021) estiment à 20-47 €/ha les économies réalisées avec une utilisation précise de l'eau basée sur des capteurs en Espagne. Cette valeur varie selon les conditions impliquées, la région et le pays. De plus, les données disponibles pour la région viticole de l'Alentejo, indiquent des économies lors de l'adoption de mesures du potentiel hydrique des feuilles pour soutenir l'ID par rapport à l'irrigation complète. Les résultats sur les volumes d'eau appliqués en conditions ID variaient entre 670 et 1650 m³/ha (Costa *et al.*, 2020), pendant que la recommandation générale de l'office régional de l'eau indiquait un volume de 2500 m³/ha. Il en résulte d'importantes économies

d'eau, des moindres coûts d'irrigation sur un réseau sous pression (moins de 30 à 90 €/ha), et par conséquent une empreinte d'eau plus réduite pour le vin.

Conclusions et perspectives d'avenir

La viticulture portugaise est confrontée à des défis en raison du changement climatique, de la raréfaction des ressources hydriques et des réglementations européennes plus restrictives. La structure de production hétérogène du secteur, le manque de statistiques détaillées (par exemple, superficie irriguée, coûts et avantages liés à l'irrigation et à l'utilisation de capteurs) nécessitent des investissements du gouvernement et des entreprises. L'utilisation de cépages/clones mieux adaptés, une irrigation de précision et une utilisation efficace des différents capteurs exigent un personnel plus éduqué et formé.

Les réseaux de démonstration entre pairs/les acteurs du secteur peuvent contribuer au transfert de connaissances et promouvoir l'innovation (voir le cas du projet NEFERTITI (<https://nefertiti-h2020.eu/>)). Les réseaux de collaboration régionale peuvent soutenir l'innovation à différents niveaux tels que la gestion de l'eau et les programmes de certification. Le rôle des associations et des coopératives est crucial pour les petits agriculteurs et doit être renforcé. Un prix plus bas des capteurs et des services et une connectivité Internet améliorée doivent être garantis pour une utilisation plus efficace des nouvelles technologies et de l'eau dans la viticulture portugaise. ■

Remerciements

Project INTERPHENO (Fundação para a Ciência e Tecnologia, Lisboa, PT) et EU-NEFERTITI. David Figueiro (LEAF, ISA) pour l'aide à la traduction en français.

NDLR: Les références bibliographiques concernant cet article sont disponibles sur le site internet de la Revue des *Enologues*: search.oeno.tm.fr