

UE12 : SYSTÈMES DE CULTURE

Pietro Caroncini - Fabio Vittorio Cappelletti - Victor Formaniak

ETAT DES LIEUX :



- Stress hydrique important (P.O.)
- Améliorer l'implantation racinaire
- Type de greffage
- Moment de greffage

ÉTUDE DE CAS :

Type, moment et qualité de la greffe : comment favoriser l'implantation racinaire des plants et la résilience des vignobles à la sécheresse?

Tutorat:

Valentina Alessandria (AgroSYS)

Louise Nicourte (AdVini)

Anne Pellegrino (SupAgro)

SOMMAIRE :

Introduction

I. Effet du changement climatique sur la sécheresse

II. Généralités sur le greffage

1. Greffage sur table

2. Greffage sur place

III. Focus sur le porte-greffe

1. Porte-greffes pour la sécheresse et études de cas

2. Nouveautés et études des cas

3. Propositions pour le futur et études de cas

Conclusion

INTRODUCTION :

- Ressources :
 - Sécheresse
 - Porte-greffe
- Aucune ressources :
 - Qualité de greffe



1990

1993

1999

2008

Cumul : 605mm

665 mm

650

650 mm

ETP < 900 mm

ETP < 900 mm

ETP < 900 mm

ETP > 1000 mm

3 années sur 4

1 année sur 4

0 année

+ 100 mm ETP - Global

+ 30 mm ETP - Vigne

Densité 5000 pieds/ha 2m/1m

*Deloire, A. (2008). Irrigation de la vigne : synthèse
(Laget et al., 2008; sous presse).*

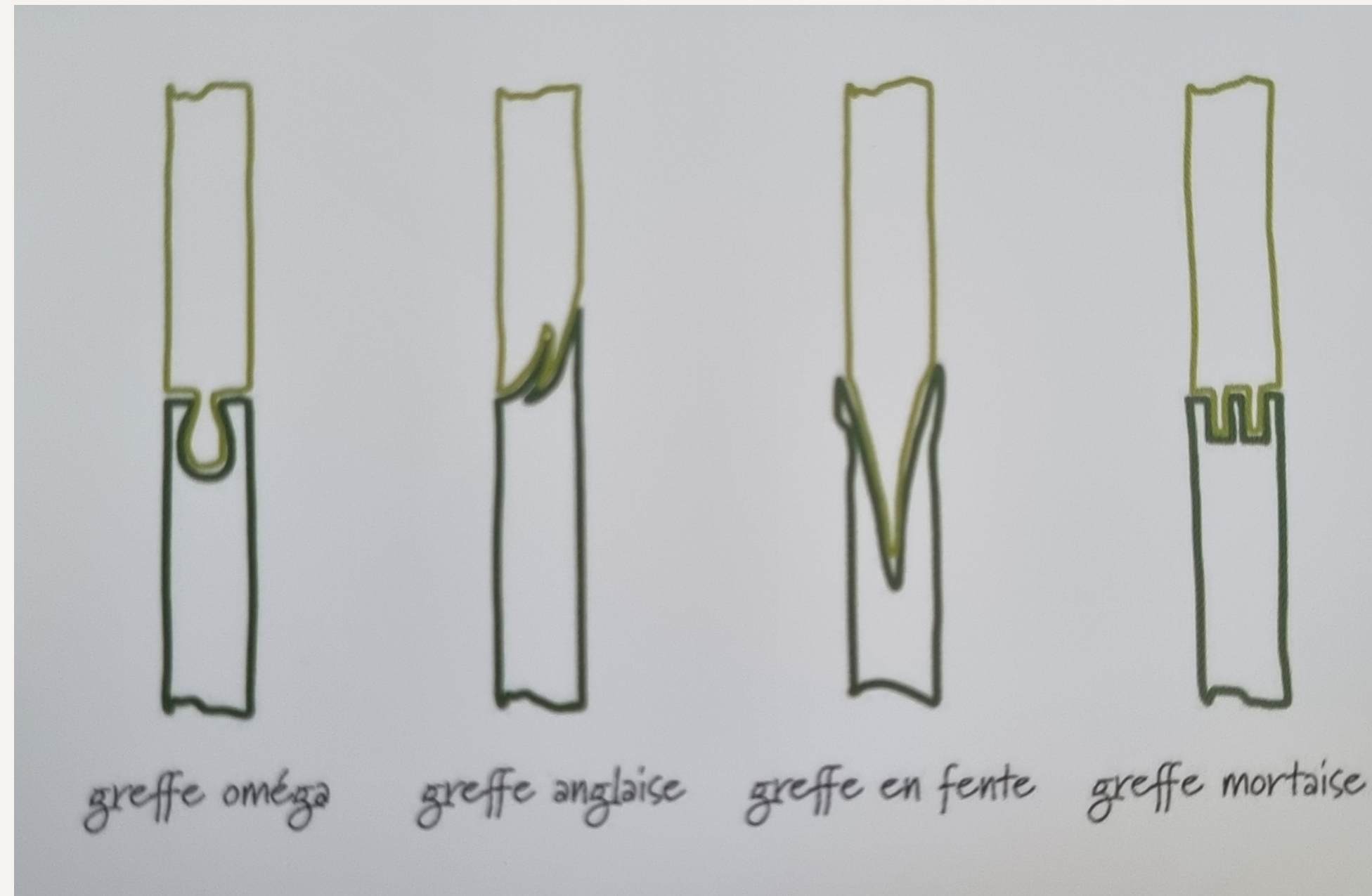
Généralités sur la greffe sur table



Greffon

Porte-greffe

Généralités sur le greffe sur table



Présentation greffage sur place

N-1

Préparation de
la parcelle



N

Plantation
du PG



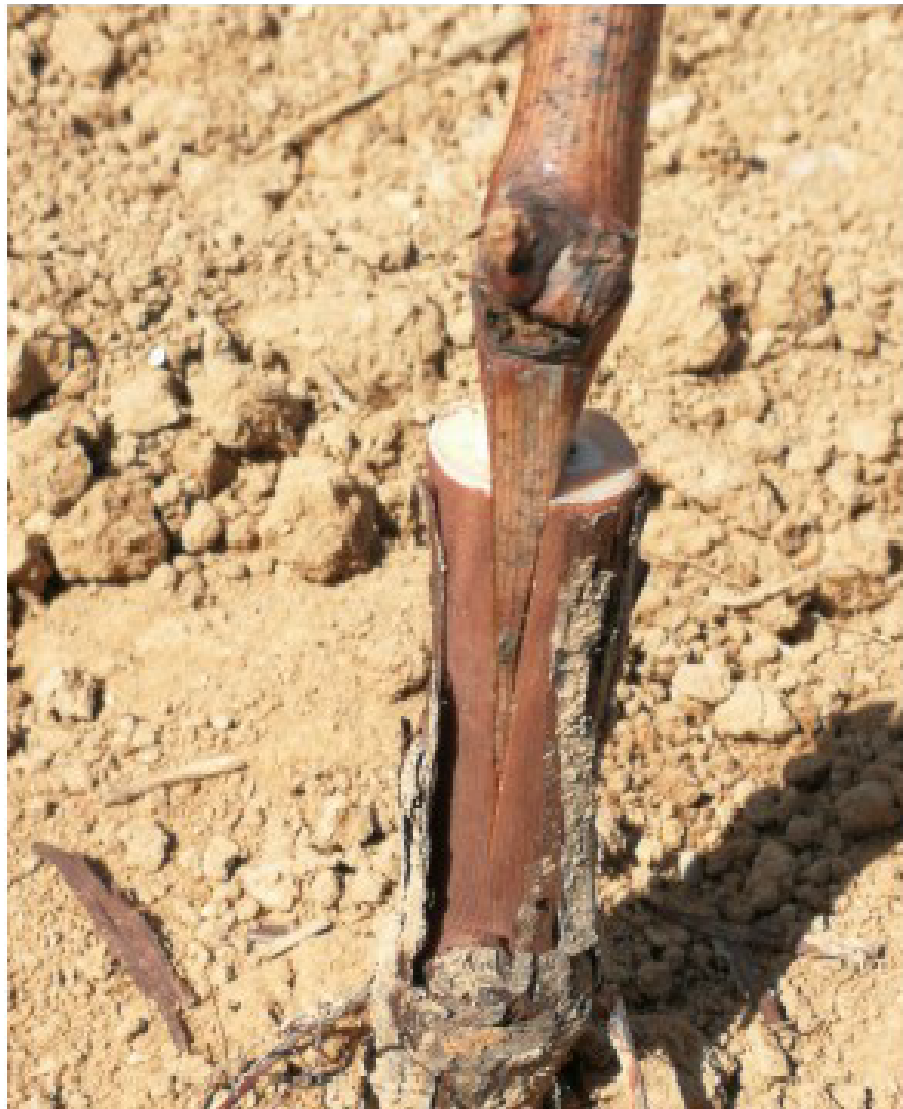
N+1/N+2/N+3

Greffage



Les méthodes de greffage sur place

Fente



Période :
mars à mi-avril

T-bud



Période:
mai à mi-juin

Chip-bud



Période:
fin avril début juin

Greffage en fente

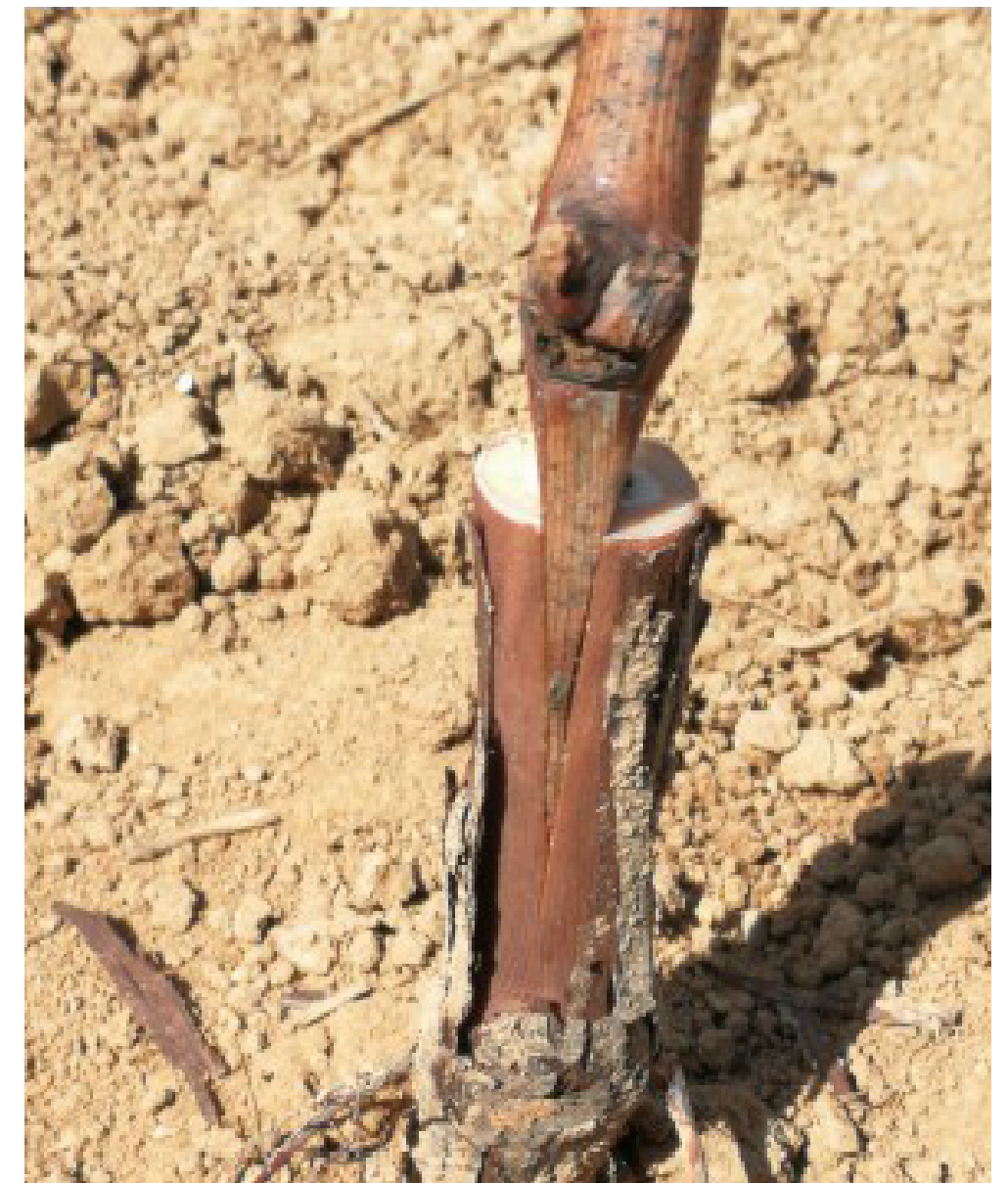
Décapitation



Préparation du greffon



Greffage



Traité de la vigne - 3e éd. - Physiologie, terroir, culture - broché - Alain Carbonneau et al.

Source : <https://www.vitigrefe.com/>

Greffage en fente



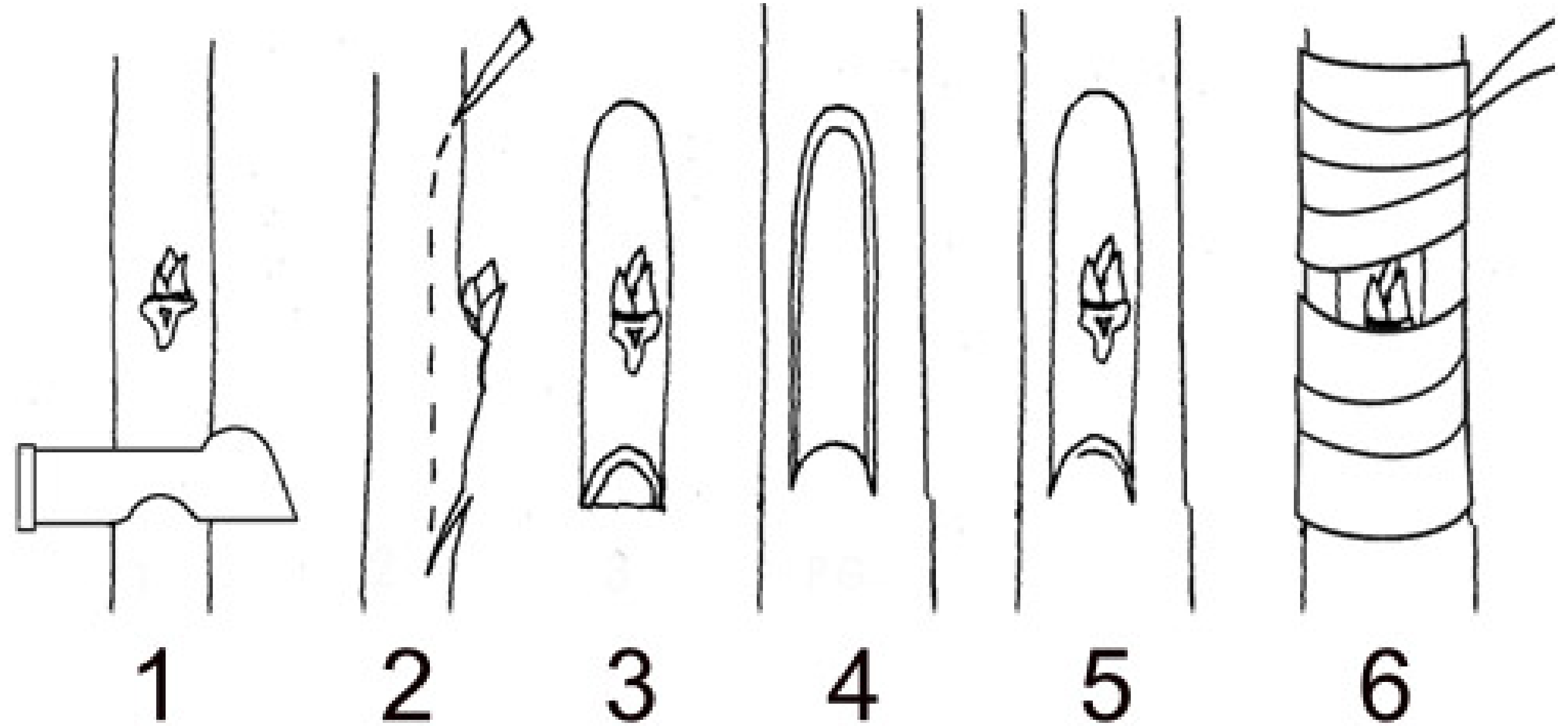


Greffage en Chip-Bud

Retirer l'écorce



Greffage



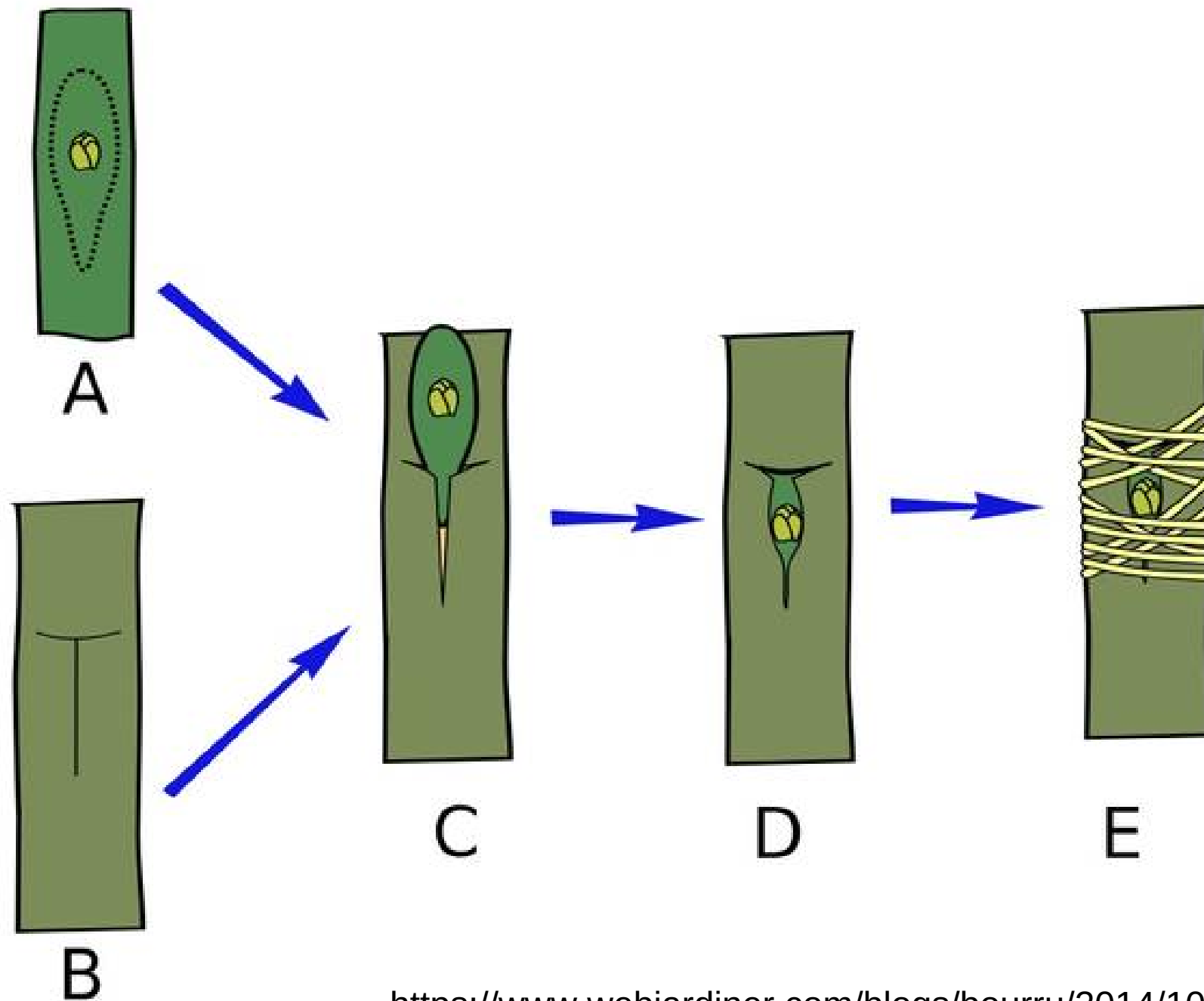
Greffage en T-bud

Retirer l'écorce



<https://www.vitigrefe.com/>

Greffage



<https://www.webjardiner.com/blogs/bourru/2014/10/10/greffes-dyeux/>

Reprise

Fente

90/95%

T-bud

Chip-bud

95/100%

Dépérissement

+

-

Coût

2,50 à 3,00 €/cep

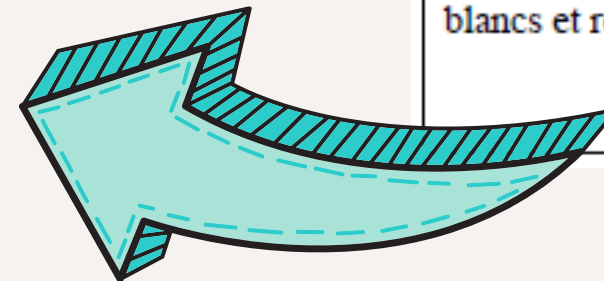
2,20 à 2,80 €/cep

Quels sont les problèmes causés par la sécheresse et comment les résoudre à travers un bon choix de porte-greffe ?

- Réduction de la croissance végétative
- Diminution du volume des baies
- Inhibition de la biosynthèse des métabolites primaires et secondaires
- Avancement de la date de vendange
- etc...

Caractériser les porte-greffes existants
&
réaliser de nouveaux porte-greffes

Objectifs visés	Solutions mises en place
Augmentation de la réserve utile du sol	-Régénération de la vie microbienne des sols -Apport et augmentation de la matière organique dans les sols -Irrigation
Réduction des pertes par évaporation	-Adaptation du travail du sol et des couverts végétaux
Réduction de la surface foliaire et des pertes par transpiration	-Réduction de la surface foliaire totale par cep (et ajustement des rendements associés) -Réduction de la densité de plantation -Ombrage des vignes (ombrières) -Choix de petits systèmes de conduite (Gobelet, Palmette)
Maintien de la production, réduction des pertes par transpiration	-Choix de cépages et de porte-greffes tolérants à la sécheresse en considérant les styles potentiels de vin -Irrigation d'appoint
Maintien de la production, Fraîcheur des vins blancs et rosés	Régénération de la vie des sols pour une meilleure gestion de la réserve d'eau en eau -Irrigation d'appoint et raisonnée de la vigne (figure 2)



Aujourd'hui quels sont les porte-greffes utilisés contre la sécheresse ?



- **Vitis rupestris** [...] → racines étendues → **couches plus profondes du sol** → réserves d'eau profondes.
- **Vitis riparia** → pour sites mieux approvisionnés en eau → **système racinaire superficiel**.
- [...] masse élevée de racines → pas forcément **indicateur** de tolérance à la sécheresse → **racines fines** (<1 mm diamètre) **qui prélèvent l'eau**.
- [...] avant de choisir un porte-greffe, il est nécessaire de connaître aussi : texture/ structure du sol, disponibilité d'eau, pH, génétique du porte-greffe, affinité pour un certain greffon

Etude de cas

Rootstock	Abbreviation	Genetic background
Paulsen 1103	1103P	<i>V. berlandieri</i> cv. <i>Rességuier 2</i> × <i>V. rupestris</i> cv. <i>du Lot</i>
Richter 110	110R	<i>V. berlandieri</i> cv. <i>Boutin B</i> × <i>V. rupestris</i> cv. <i>du Lot</i>
Ruggeri 140	140Ru	<i>V. berlandieri</i> cv. <i>Boutin B</i> × <i>V. rupestris</i> cv. <i>du Lot</i>
420A Millardet et de Grasset	420A	<i>V. berlandieri</i> × <i>V. riparia</i>
Selection Oppenheim n°4	SO4	<i>V. berlandieri</i> cv. <i>Rességuier 2</i> × <i>V. riparia</i> <i>G. de M.</i>
RG2, RG3, RG4, RG6, RG7, RG8, RG9	RG series	41 B MGt (<i>V. vinifera</i> × <i>V. berlandieri</i> , clone V14D) × 110R (<i>V. rupestris</i> × <i>V. berlandieri</i> , clone 1D)

- CV Tempranillo greffé avec 12 porte-greffes
- Navarra, Espagne
- Climat = continental-méditerranéen
- Précipitations moyennes = 400/ 500 mm par an
- Porte-greffes évalués : Paulsen 1103 (**1103P**), Richter 110 (**110R**), Ruggeri 140 (**140Ru**) , 420A Millardet et de Grasset (**420A**), Sélection Oppenheim 4 (**SO4**) et ceux de la série RG (**RG2, RG3, RG4, RG6, RG7, RG8** et **RG9**).

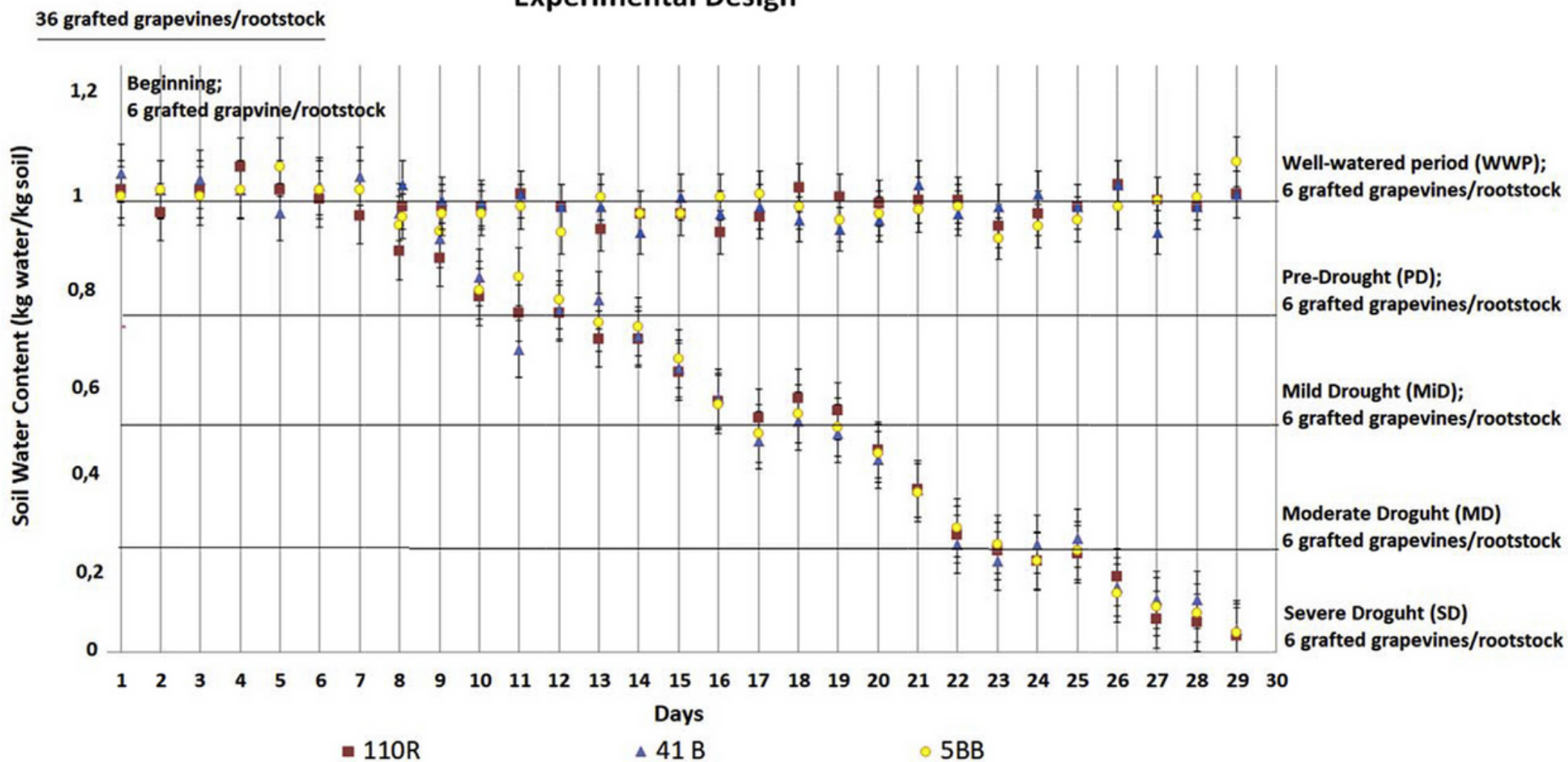
Year	Rootstock	Ψ_{stem} (Mpa)							
<u>2018</u>	<u>1103P</u>	-0.87	±	0.04	<u>2019</u>	<u>1103P</u>	-0.86	±	0.04
	<u>110R</u>	-0.70	±	0.04	<u>110R</u>	-0.70	±	0.06	
	<u>140Ru</u>	-0.56	±	0.04	<u>140Ru</u>	-0.55	±	0.05	
	<u>420A</u>	-0.72	±	0.04	<u>420A</u>	-0.67	±	0.05	
	<u>RG2</u>	-0.92	±	0.04	<u>RG2</u>	-0.83	±	0.05	
	<u>RG3</u>	-0.93	±	0.04	<u>RG3</u>	-1.00	±	0.05	
	<u>RG4</u>	-1.06	±	0.04	<u>RG4</u>	-0.97	±	0.05	
	<u>RG6</u>	-1.11	±	0.04	<u>RG6</u>	-1.02	±	0.05	
	<u>RG7</u>	-0.69	±	0.03	<u>RG7</u>	-0.87	±	0.05	
	<u>RG8</u>	-0.86	±	0.04	<u>RG8</u>	-0.62	±	0.05	
	<u>RG9</u>	-0.76	±	0.04	<u>RG9</u>	-0.87	±	0.05	

<u>2020</u>	<u>1103P</u>	-0.79	±	0.03	<u>1103P</u>	-0.79	±	0.03
	<u>110R</u>	-0.68	±	0.03	<u>110R</u>	-0.68	±	0.03
	<u>140Ru</u>	-0.59	±	0.03	<u>140Ru</u>	-0.59	±	0.03
	<u>420A</u>	-0.71	±	0.03	<u>420A</u>	-0.71	±	0.03
	<u>RG2</u>	-0.92	±	0.03	<u>RG2</u>	-0.92	±	0.03
	<u>RG3</u>	-0.84	±	0.03	<u>RG3</u>	-0.84	±	0.03
	<u>RG4</u>	-0.79	±	0.03	<u>RG4</u>	-0.79	±	0.03
	<u>RG6</u>	-0.75	±	0.03	<u>RG6</u>	-0.75	±	0.03
	<u>RG7</u>	-0.77	±	0.03	<u>RG7</u>	-0.77	±	0.03
	<u>RG8</u>	-0.61	±	0.03	<u>RG8</u>	-0.61	±	0.03
	<u>RG9</u>	-0.78	±	0.03	<u>RG9</u>	-0.78	±	0.03

Cette étude a révélé une coordination entre la conductance hydraulique et le comportement iso/anisohydrique :

- les porte-greffes **RG2**, **RG7** et **RG9** ont conféré un **comportement anisohydrique** et une faible conductance hydraulique au greffon ;
- les porte-greffes **RG8** ou **140Ru** ont conféré le **contraire** ;
- en général, les porte-greffes RG ont montré une **diminution des prestations** du Tempranillo par rapport aux porte-greffes commerciaux les plus utilisés, à **l'exception** de **RG8**

Experimental Design



Réponse de porte-greffes en condition de sécheresse

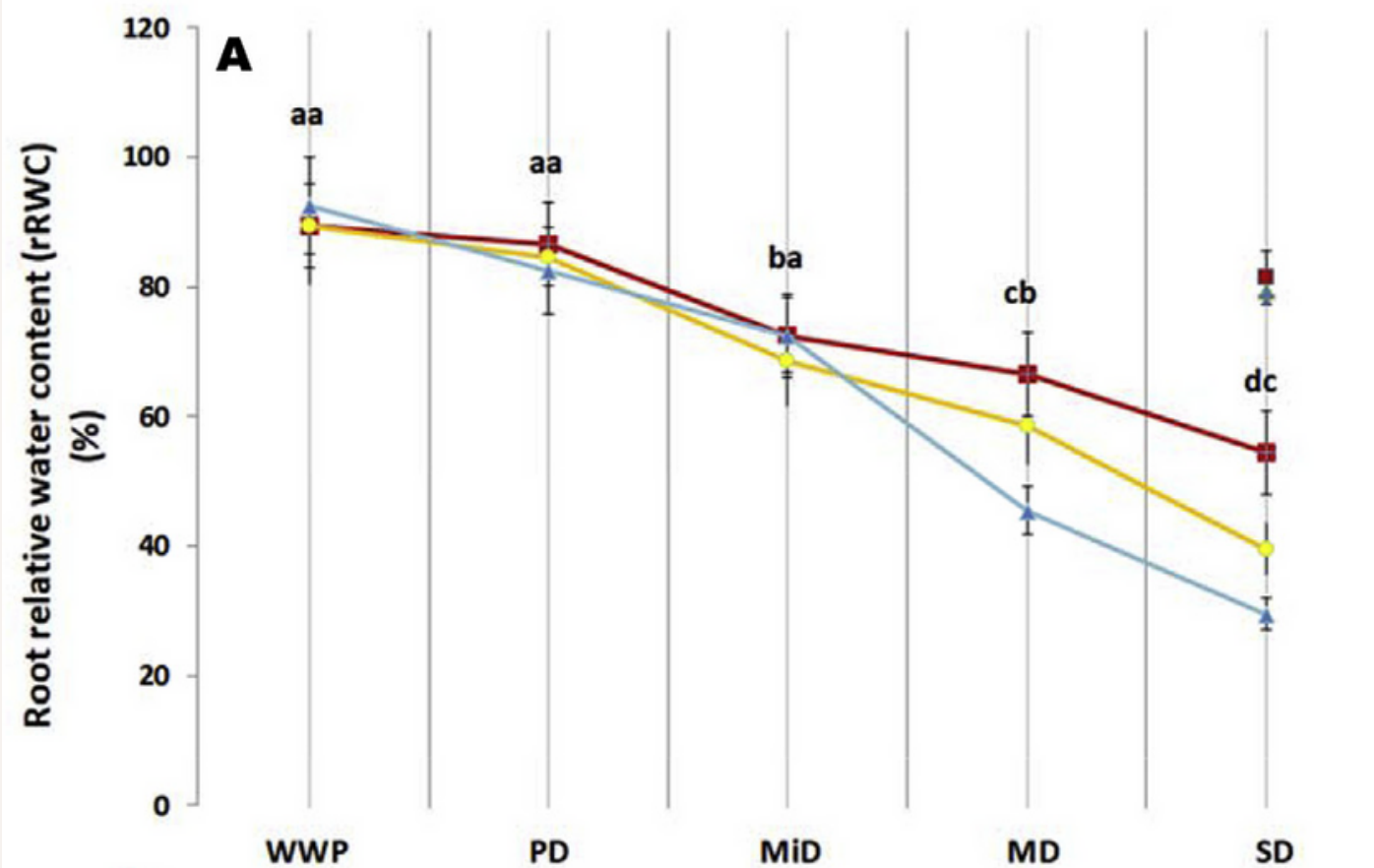
K. Yıldırım et al.

Cette situation indique clairement que le génotype 110R peut garder une meilleure croissance de la racine sous condition de sécheresse. Pour ce qui concerne la biomasse des racines, le taux de réduction (en %) varie de manière significative entre les porte-greffes:

$$\underline{110R < 5BB < 41B}$$

		Total Root length (cm)	Total Root area (cm ²)	Number of tips	Number of forks	shoot biomass (g)	root biomass (g)
5BB	Beginning	192 ± 22	24 ± 2.3	228 ± 27	560 ± 16	495 ± 28	328 ± 12
	Well-watered	303 ± 31	36 ± 1.4	356 ± 17	647 ± 37	628 ± 19	447 ± 22
	Increase under well-watered	111 ± 15	11 ± 1.8	127 ± 18	80 ± 17	133 ± 21	119 ± 16
	Drought-treated	260 ± 12	29 ± 1.5	293 ± 16	608 ± 28	556 ± 22	384 ± 24
	Increase under drought	58 ± 16	5 ± 1.7	65 ± 19	48 ± 16	61 ± 16	56 ± 9.5
	Reduction (%)	48*	52*	49*	45 ^{ns}	54*	52*
110R	Beginning	218 ± 30	26 ± 3.4	362 ± 34	640 ± 25	503 ± 69	362 ± 74
	Well-watered	331 ± 27	38 ± 4.3	524 ± 28	738 ± 87	718 ± 87	496 ± 28
	Increase under well-watered	113 ± 16	12 ± 1.9	162 ± 12	98 ± 14	215 ± 16	134 ± 19
	Drought-treated	298 ± 19	34 ± 5.5	455 ± 44	496 ± 28	612 ± 48	441 ± 25
	Increase under drought	80 ± 9.5	8 ± 1.4	93 ± 11	56 ± 9.3	109 ± 10	79 ± 11
	Reduction (%)	29**	36**	43**	43 ^{ns}	49*	41**
41B	Beginning	182 ± 12	20 ± 2.5	159 ± 13	413 ± 33	245 ± 22	174 ± 9.5
	Well-watered	269 ± 14	29 ± 3.9	304 ± 21	543 ± 24	358 ± 24	266 ± 12
	Increase under well-watered	87 ± 10	9 ± 1.4	144 ± 28	129 ± 26	113 ± 16	92 ± 16
	Drought-treated	218 ± 28	24 ± 1.6	191 ± 33	459 ± 12	287 ± 14	214 ± 11
	Increase under drought	36 ± 3.8	4 ± 1.9	31 ± 14	46 ± 9	42 ± 9	40 ± 11
	Reduction (%)	58***	57***	78***	64*	62**	57***

Changes of rRWC in rootstock grafted grapevines during the experiment

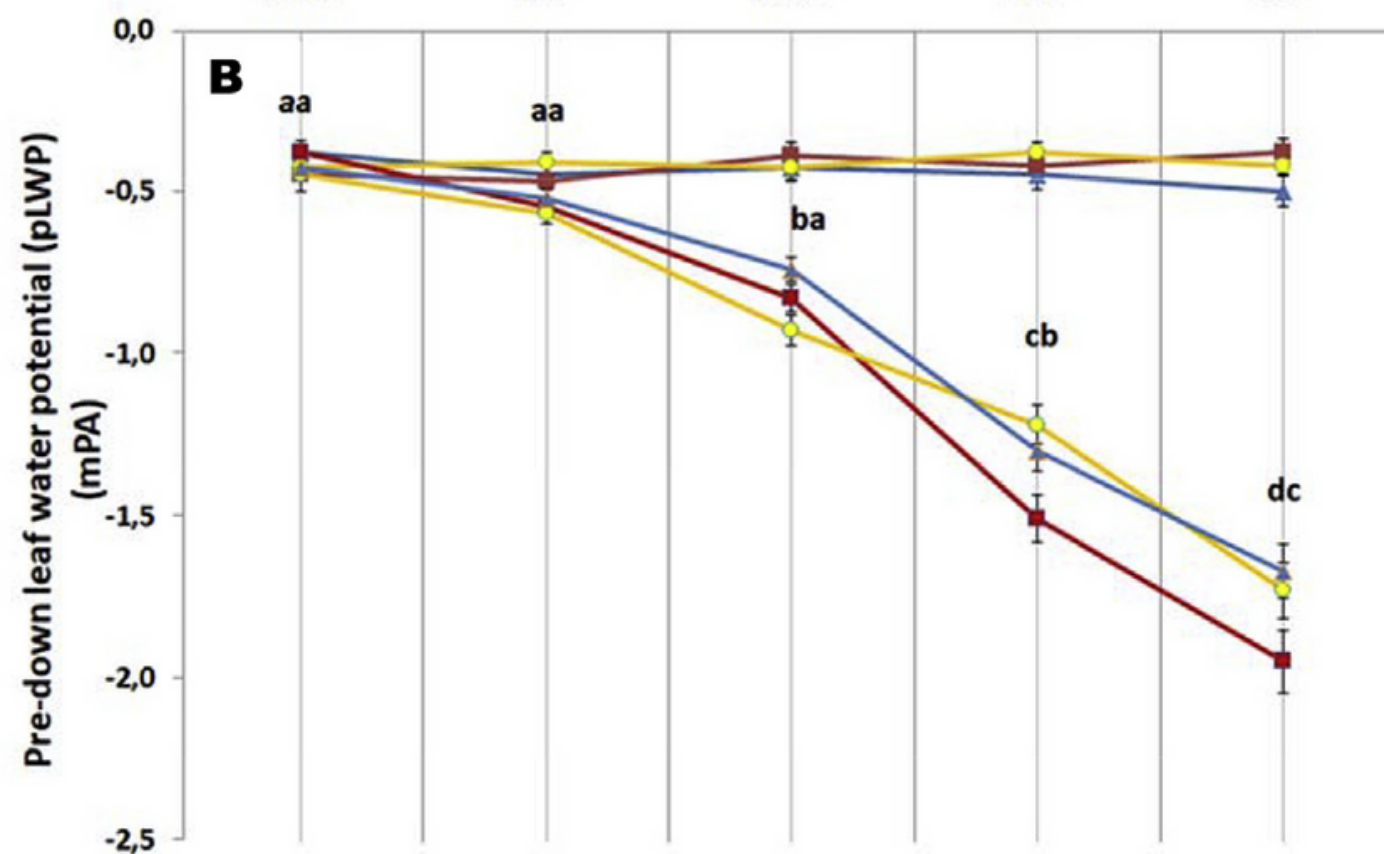


Le potentiel hydrique des feuilles avant l'aube (**pLWP**) et le contenu d'eau relative des racines (**rRWC**) des porte-greffes est réduit significativement après que les **MiD** atteignent leurs valeurs minimales à **SD**.

La perte de **rRWC** était moins importante dans les racines de 110R tout au long du traitement de la sécheresse par rapport aux autres porte-greffes.

Nous avons une situation inverse pour le **pLWP** avec le greffe 41B=5BB qui étaient beaucoup plus élevé que dans 110R en **MD** et **SD**

La teneur relative en eau des racines ainsi que la teneur totale en glucides et en azote est beaucoup plus élevé dans les racines de **110R** par rapport aux autres porte-greffes



Changes of pLWP in rootstock grafted grapevines during the experiment

■ 110R ● 5BB ▲ 41B

période bien arrosée (**WWP**), pré-sécheresse (**PD**), sécheresse légère (**MiD**), sécheresse modérée (**MD**) et sécheresse sévère (**SD**) dans l'étude

Régulations Transcriptomiques

les réglementations **RSA** (root system architecture) dans 110R ont été suggéré de dépendre de trois régulations transcriptomiques en réponse aux limites d'eau

- La première régulation Transcriptomique est la translocation efficace de source d'hydrates de carbone et d'azote provenant des feuilles sénescentes des racines de 110R via des **transporteurs de sucre et de protéines tels que SWEET et NRT1/PTR**. Ce règlement a été suggéré pour fournir l'énergie essentielle, Source pour les réglementations RSA de 110R sous l'eau et la photosynthèse limitées.
- La deuxième régulation transcriptomique à amélioré l'osmose par **accumulations osmolytiques** (déshydrines, Glycine-proline protéines riches, protéines LA, osmotins etc.) dans les racines de 110R sous condition de sécheresse. Ces accumulations ont été liées à l'augmentation de la consommation d'eau.
- La troisième donnée transcriptomique suggère une relation entre **subérisation et conductivité hydrolytique** avec régulation descendante de l'aquaporine mais une majeure **régulation de la cire** produisant des enzymes telles que Caffeic acide 3-O-méthyltransférase, eceriferum 3 et 3-cétoacyl-CoAsynthase. La subérisation sert pour créer une barrière apoplastique dans le racine (110R sous condition de sécheresse) qui empêche le reflux d'eau au sol sec.

Comparaison entre SO4 et M4 greffés sur Sangiovese

L'expérience a été menée sur des cvs fructifères âgés de quatre ans. fructifères du cv. Sangiovese âgés de quatre ans greffés sur SO4 (V. berlandieri × V. riparia) et M4 [(V. vinifera × V. berlandieri) × V. berlandieri cv. Ressegui n.1] cultivés à l'extérieur dans des pots de 40 L remplis d'un sol limoneux.

Douze vignes ont été disposées le long d'une seule rangée orientée 35°NE-SW et placées au hasard dans les traitements bien arrosés (**WW**)-SO4, stress hydrique (WS)-SO4, bien arrosé (**WW**)-M4 et stress hydrique (WS)-M4

Tc=transpiration moyenne réelle

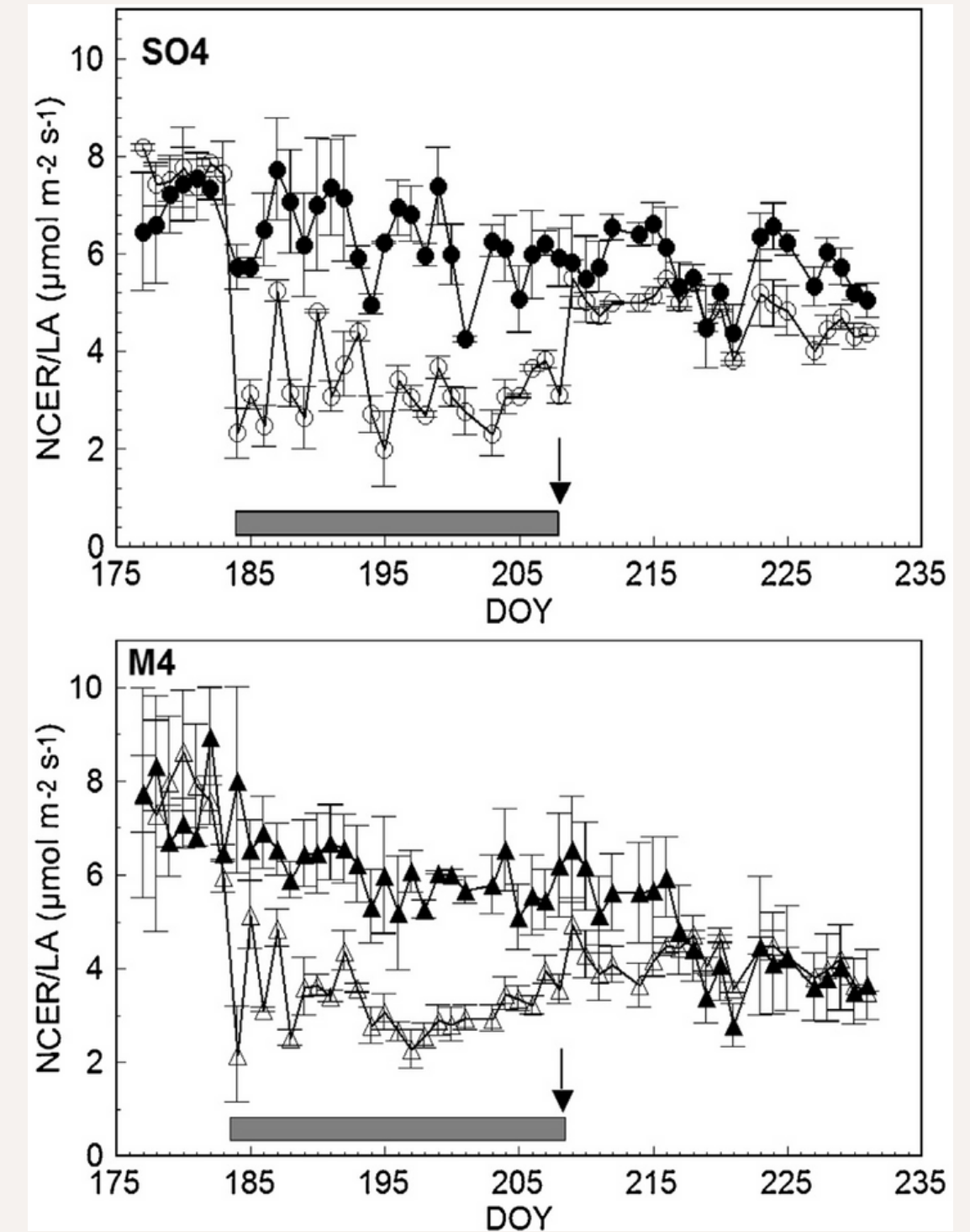
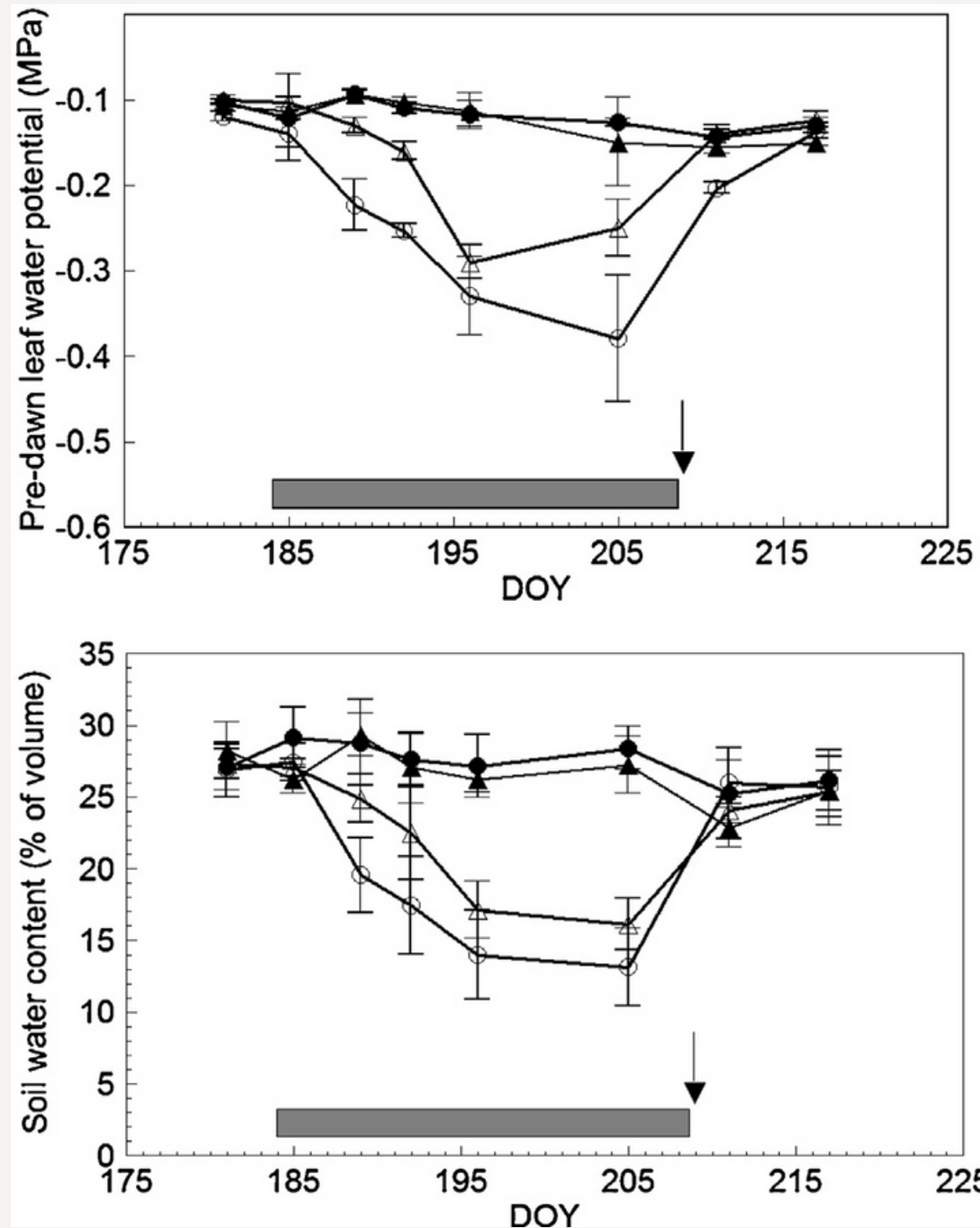
Tc dérivées de mesures simultanées formées par le système d'échange de gaz de l'ensemble de la canopée. À partir du DOY 184 le WS sur les deux porte-greffes ont commencé à recevoir 50 % de la Tc par rapport au **WW**

Le stress hydrique a été levé lors du DOY 209



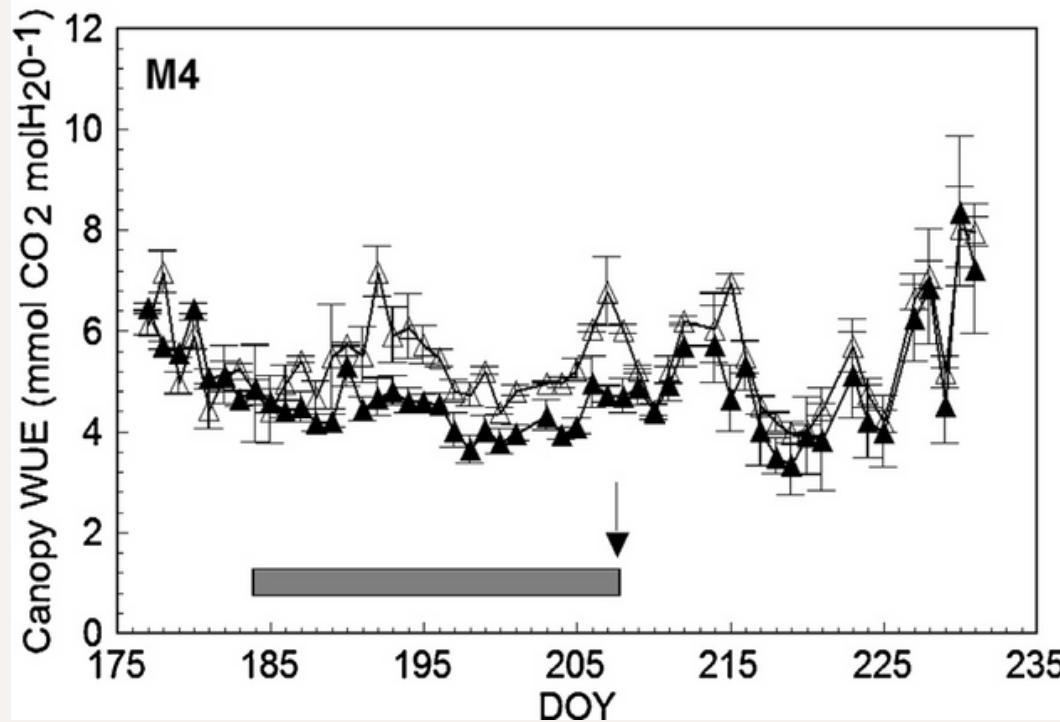
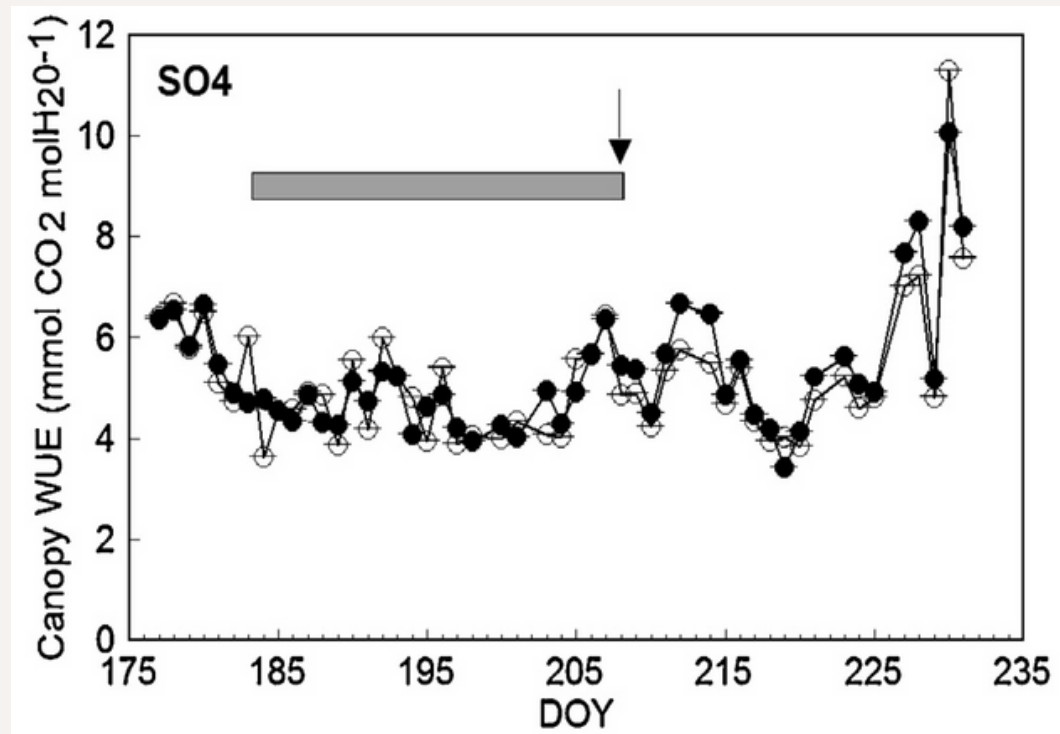
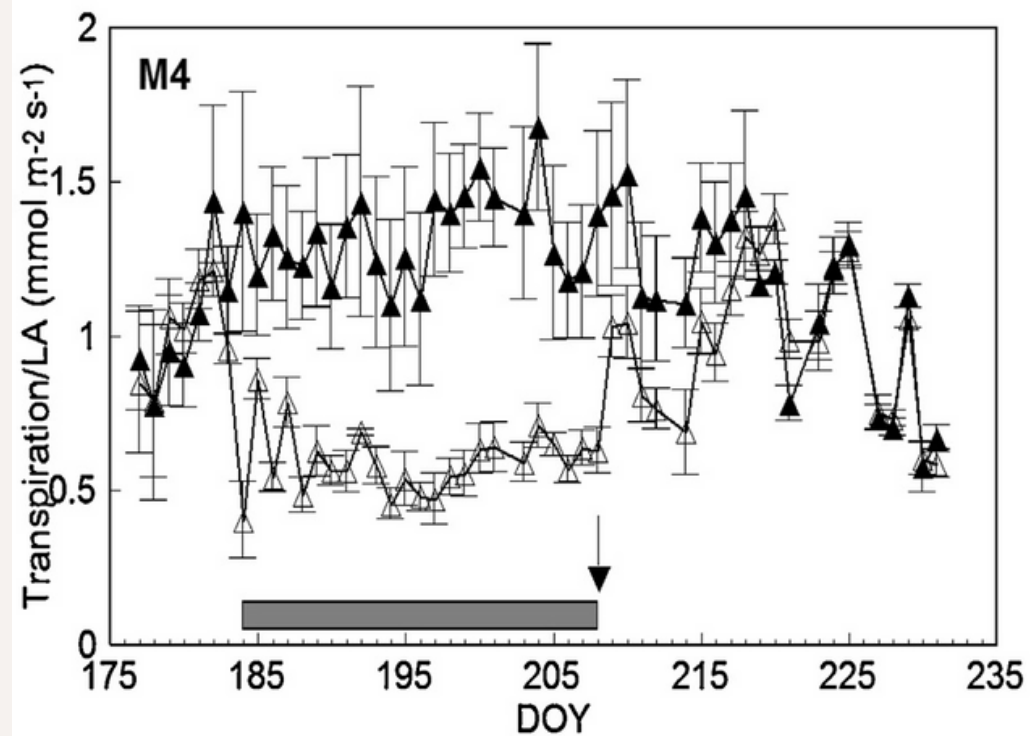
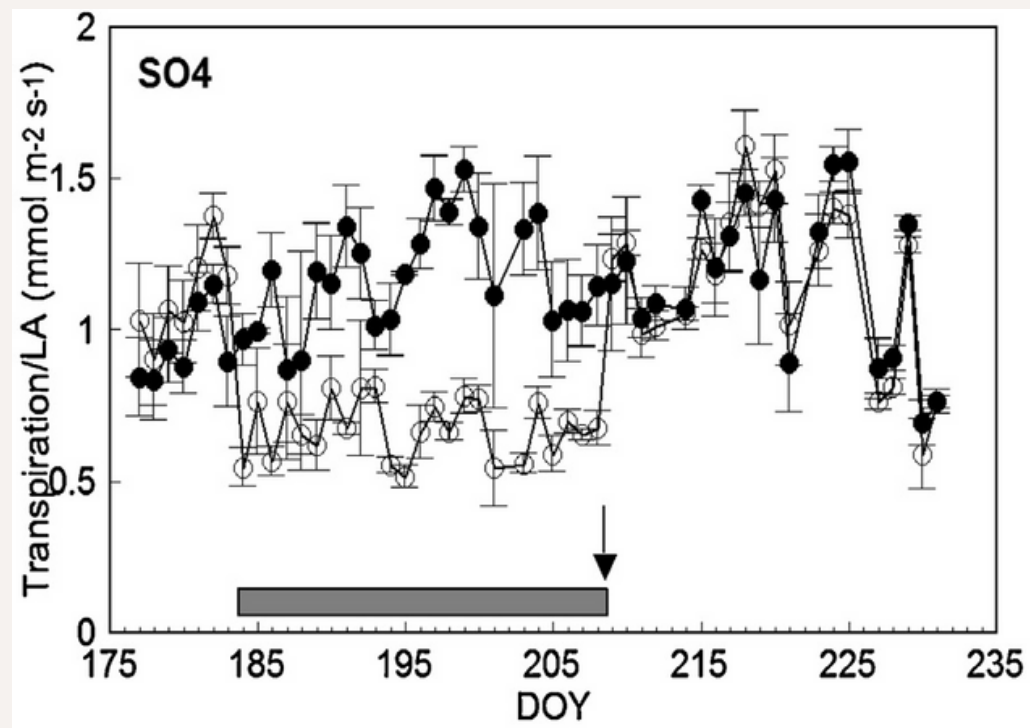
M.C. Merli et al. / Agricultural Water Management 169 (2016) 106–114

Résultats



Variation du potentiel hydrique foliaire avant l'aube et du contenu volumétrique en eau du sol sur des vignes de Sangiovese bien arrosées et soumises à un stress hydrique, greffées sur SO4(●, ●) et M4(▲, ▲) au cours de l'essai

Tendances saisonnières du taux d'échange net de CO₂ (NCER) moyen journalier par unité de surface foliaire (LA) mesuré sur des vignes de Sangiovese bien arrosées et soumises à un stress hydrique, greffées sur SO4 (●, ●) et M4 (▲, ▲)



L'efficacité d'utilisation de l'eau dans l'ensemble de la canopée a augmenté pendant le stress hydrique dans WS-M4

L'analyse des échanges gazeux nets de CO₂ et de la transpiration de l'ensemble de la canopée a révélé qu'un WUE_{cin} plus élevé pour les vignes greffées sur M4 était dû à la capacité à maintenir sous stress des taux de photosynthèse similaires à ceux du SO4 tout en réduisant la transpiration

La représentation graphique des valeurs journalières de Tc/LA en fonction de NCER/LA a révélé que la meilleure tolérance à la sécheresse chez M4 se manifeste par la capacité à atteindre les mêmes valeurs NCER/LA de SO4 à un taux de perte d'eau plus conservateur. Bien que cet écart semble se réduire lorsque l'on s'approche de très faibles Tc/LA

Propositions

Rootstock	Pedigree
1103P	<i>V. berlandieri</i> cv. Resseguier nr. 2 × <i>V. rupestris</i> cv. Du Lot
110R	<i>V. berlandieri</i> cv. Boutin × <i>V. rupestris</i> cv. Du Lot
140Ru	<i>V. berlandieri</i> cv. Boutin × <i>V. rupestris</i> cv. Du Lot
161-49C	<i>V. berlandieri</i> × <i>V. riparia</i>
41B	<i>V. vinifera</i> cv. Chasselas × <i>V. berlandieri</i> cv. Planchon
420A	<i>V. berlandieri</i> × <i>V. riparia</i>
K5BB	<i>V. berlandieri</i> Resseguier nr. 2 × <i>V. riparia</i> cv. Gloire de Montpellier
M1	Kober 5BB × Teleki 5C (<i>V. berlandieri</i> cv. Planchon × <i>V. riparia</i>)
M3	Kober 5BB × Teleki 5C
M4	unknown × 1103 P
Schwarzmann	<i>V. riparia</i> × <i>V. rupestris</i>
SO4	<i>V. berlandieri</i> cv. Resseguier nr. 2 × <i>V. riparia</i> cv. Gloire de Montpellier

- **Recherche approfondie sur les porte-greffes traditionnels (génomique)**

--> nouveaux génotypes de porte-greffes obtenus à partir de la première génération de pollinisation croisée de 41 B et 110 Richter ;

--> Paulsen 1103 (1103P), Richter 110 (110R), Ruggeri 140 (140Ru), 420A et SO4.

- **Etudes de comparaison entre les différents techniques de greffage**

- **Tester des nouveaux porte-greffes**

--> hybrides de la **série RG** (RG2, RG3, RG4, RG6, RG7, RG8 et RG9) ;

--> porte-greffes de la **série M** : M1 et M3 = **tolérance au fer (M1 > M3)**, M2 et M4 = résistance modérée à la **salinité**, M4 = tolérance élevée à la **sécheresse**.

- **Réalisation de nouveaux porte-greffe via para-transgénèse (?)**

Singh, H., Sethi, S., Kaushik, P., & Fulford, A. (2020). Grafting vegetables for mitigating environmental stresses under climate change: a review. *Journal of Water and Climate Change*, 11(4), 1784-1797.

Rouphael, Y., Kyriacou, M. C., & Colla, G. (2018). Vegetable grafting: A toolbox for securing yield stability under multiple stress conditions. *Frontiers in Plant Science*, 8, 2255.

De Micco, V., Zalloni, E., Battipaglia, G., Erbaggio, A., Scognamiglio, P., Caputo, R., & Cirillo, C. (2018). Rootstock effect on tree-ring traits in grapevine under a climate change scenario. *IAWA journal*, 39(2), 145-155.

Tedesco, S., Fevereiro, P., Kragler, F., & Pina, A. (2022). Plant grafting and graft incompatibility: A review from the grapevine perspective. *Scientia Horticulturae*, 299, 111019.

Theron, H. (2020). Impact of changing climatic factors on physiological and vegetative growth parameters of young grafted grapevines (Doctoral dissertation, Stellenbosch: Stellenbosch University).

Marguerit, E. (2010). Déterminisme génétique des réponses au déficit hydrique de la transpiration et de la croissance, induites par le porte-greffe, chez la vigne: approche intégrée de génétique quantitative et d'écophysiologie (Doctoral dissertation, Bordeaux 2).

Pouget, R., & Delas, J. (1982). Interaction entre le greffon et le porte-greffe chez la vigne. Application de la méthode des greffages réciproques à l'étude de la nutrition minérale. *Agronomie*, 2(3), 231-242.

SPILMONT, A. S., & Carrere, C. (2019). Qualité du point de greffe: les apports de l'imagerie. *Le Vigneron champenois*, (9), 45-50.

- Alaux, L. et al., Adaptation de la viticulture aux changements climatiques : quelles modifications d'encépagement (assortiment variétal, greffons et porte-greffes) adopter ?, Licence Professionnelle Production Viticoles Intégrées et Enjeux Environnementaux, Année Universitaire 2022-2023, Institut Agro Montpellier
- Bianchi, D. et al., How Do Novel M-Rootstock (Vitis Spp.) Genotypes Cope with Drought?, *Plants* 2020, 9, 1385, doi:10.3390/plants9101385
- Buesa, I., et al., Conventional and newly bred rootstock effects on the ecophysiological response of *Vitis vinifera* L. cv. Tempranillo, *Agricultural Water Management* 289 (2023) 108560
- Deloire, A., Pellegrino, A., Rappels sur la vigne et le déficit hydrique. Quels leviers au vignoble à courts et moyens termes ?, IVES Technical Reviews - published September 2021
- Marguerit, E. et al., What's new with rootstocks?, IVES Technical Reviews, April 2023
- M.C. Merli et al., Water stress improves whole-canopy water use efficiency and berry composition of cv. Sangiovese (*Vitis vinifera* L.) grapevines grafted on the new drought-tolerant rootstock M4, *Agricultural Water Management* ,169, (2016),106–114
- Marin, D. et al., Agronomic evaluation of eight 41 B x 110 richter grapevine genotypes as rootstock candidates for mediterranean viticulture, *Horticultural Plant Journal*, August 2023, 9 (4), 720-728
- Ollat, N., Amélioration variétale comme moyen pour s'adapter au changement climatique, rendez-vous TechniLoire (2013) file:///C:/Users/rocha/Downloads/actes_du_colloque.pdf
- Porro, D. et al., Evaluation of New Rootstocks for Grapevine: Nutritional Aspects, *Acta Horticulturae*, 2013, 984, 109-115.
- Rochard, J., Dryland farming viticulture in the context of climate change: Concept, practical bases and examples from the vineyards of Lanzarote and Santorini, *BIO Web of Conferences*, 56, 01001, (2023)
- Vannozzi, A. et al., Transcriptional Characterization of a Widely-Used Grapevine Rootstock Genotype under Different Iron-Limited Conditions, *Frontiers in Plant Science*, 2017, 7, 1–17, doi:10.3389/fpls.2016.01994.
- Walker, Diaz, Fort, et Heinitz, The history of grape rootstocks and how future needs might be addressed, *Acenología*, 2017
- K. Yildirim et al., Responses of grapevine rootstocks to drought through altered root system architecture and root transcriptomic regulations, *Plant Physiology and Biochemistry* ,127, (2018), 256–268

Merci de votre attention