

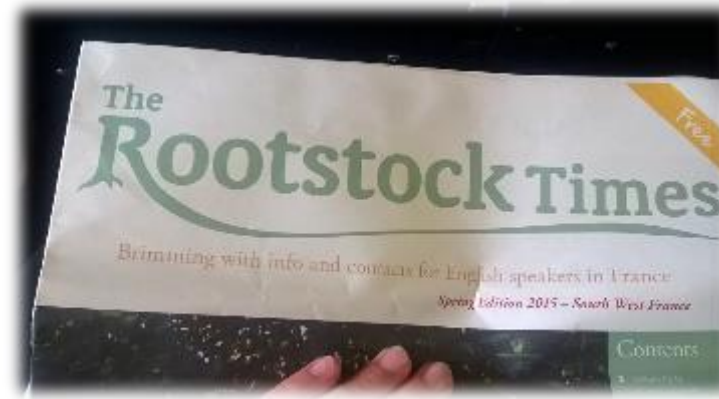
VIGNOBLES DU
SUD-OUEST

LE PORTE-GREFFE, OUTIL PRÉCIEUX POUR L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE.

Olivier Yobrégat, Elisa Marguerit

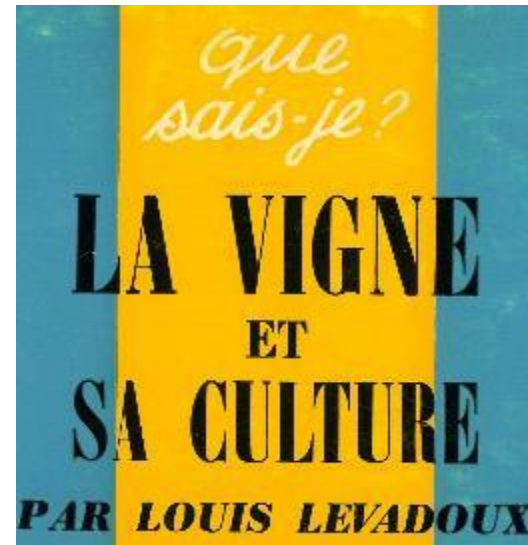
PNDV Tour Sud-ouest 5 et 6 mars 2024





« Le choix du porte-greffe reste une des préoccupations permanentes du vigneron. Les erreurs [...] retentissent de façon visible et durable sur les destinées de la plantation. Ayant une fois admis qu'il pouvait se tromper dans son choix, l'exploitant viticole a même tendance à rechercher dans le porte-greffe l'origine de tous les mécomptes et inversement à en espérer plus qu'il n'est raisonnable. **Il redoute tout et espère tout de cet inconnu.** »

L. Levadoux, 1961.



Introduction

2019



2007



by Eric Lebon

Dans l'Hérault et le Vaucluse

2011



2014



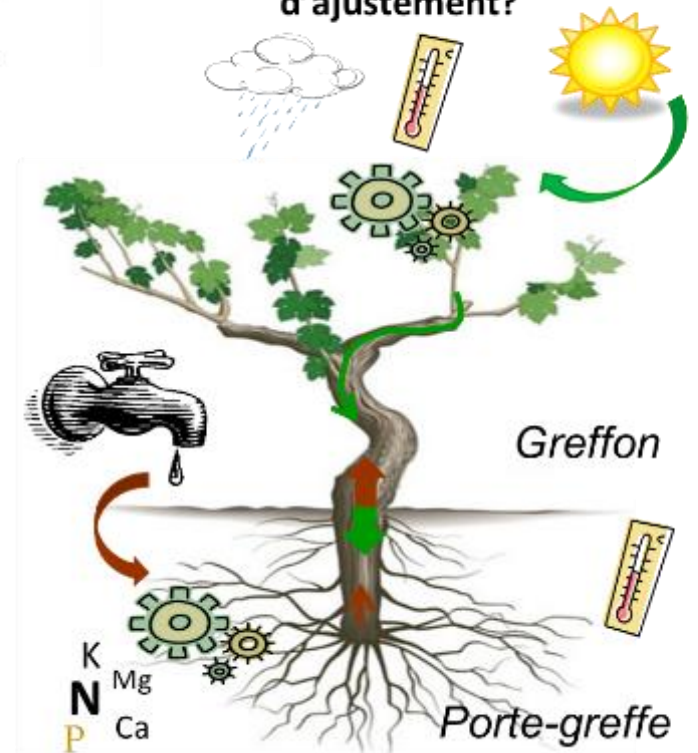
de Paul Hames/California Department of Water Resources



- Programme d'amélioration variétale
- Dispositif GreffAdapt (Marguerit et al. 2019)



Comment le porte-greffe peut servir de levier d'ajustement?



Préambule incontournable

Le porte-greffe permet avant tout de lutter contre le phylloxéra

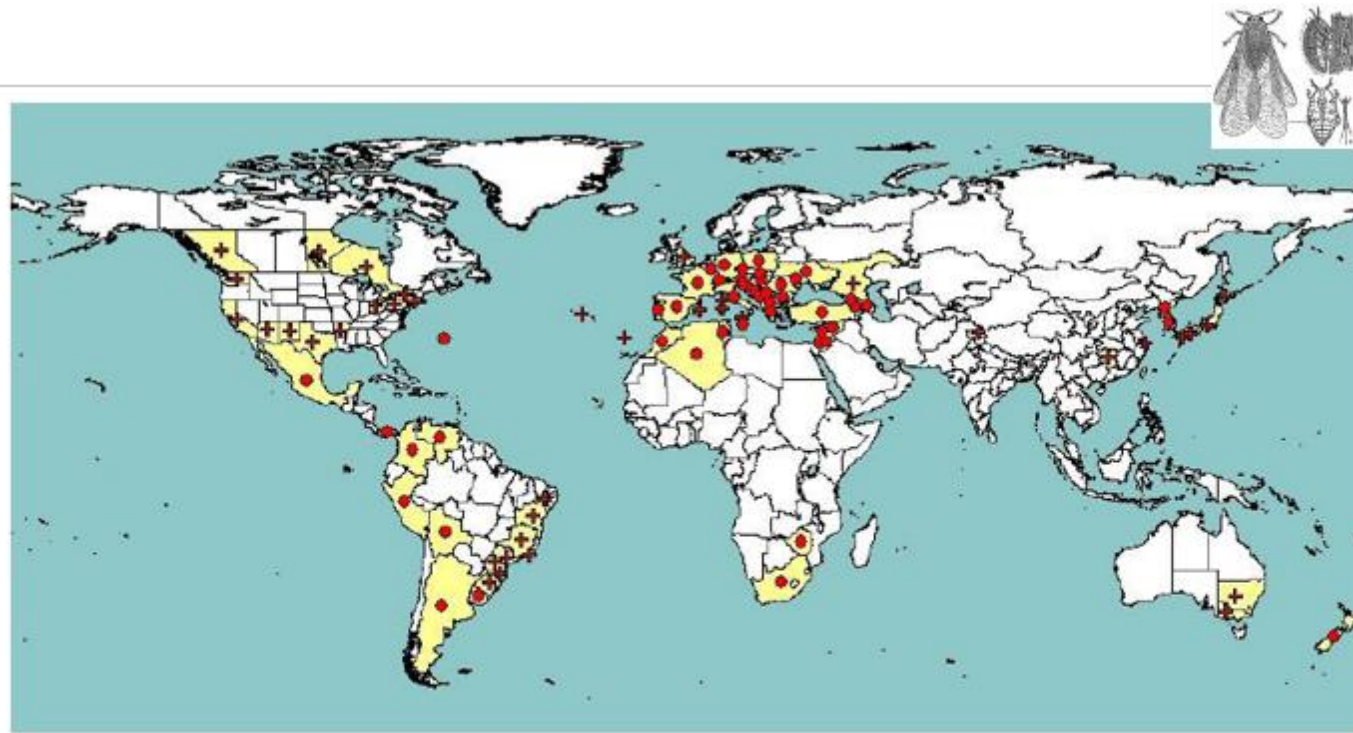
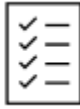


Figure 1: Global distribution of *Daktulosphaira vitifoliae* (extracted from EPPO PQR (2014, version 5.3.1) accessed on 26 March 2014). Red circles represent pest presence as national records and red crosses show pest presence as sub-national records.



Le phylloxéra (radicicole)...

Photos T.Lacombe, J.M.Boursiquot, O.Yobrégat



Très rares situations exemptes

- Terrains sableux, cendres volcaniques, ... (**< 3 % d'argile**)
- Submersion hivernale (50 à 75 jours)
- *Ex particulier du « pays bas charentais »*
- Autres : Chypre, Chili, îles grecques (p.p.), Turquie (p.p.), Iran, Afghanistan, Inde, Chine (?), Australie (p.p.), Argentine (p.p.)
- Progression inéluctable (*Argentine, Australie, Arménie, îles grecques argileuses...*)





2 sites essentiels et fiables

<https://plantgrape.plantnet-project.org/fr/porte-greffes>



Catalogue des porte-greffes inscrits en France

101-14 Millardet et de Grasset



110 Richter



1103 Paulsen



140 Ruggeri



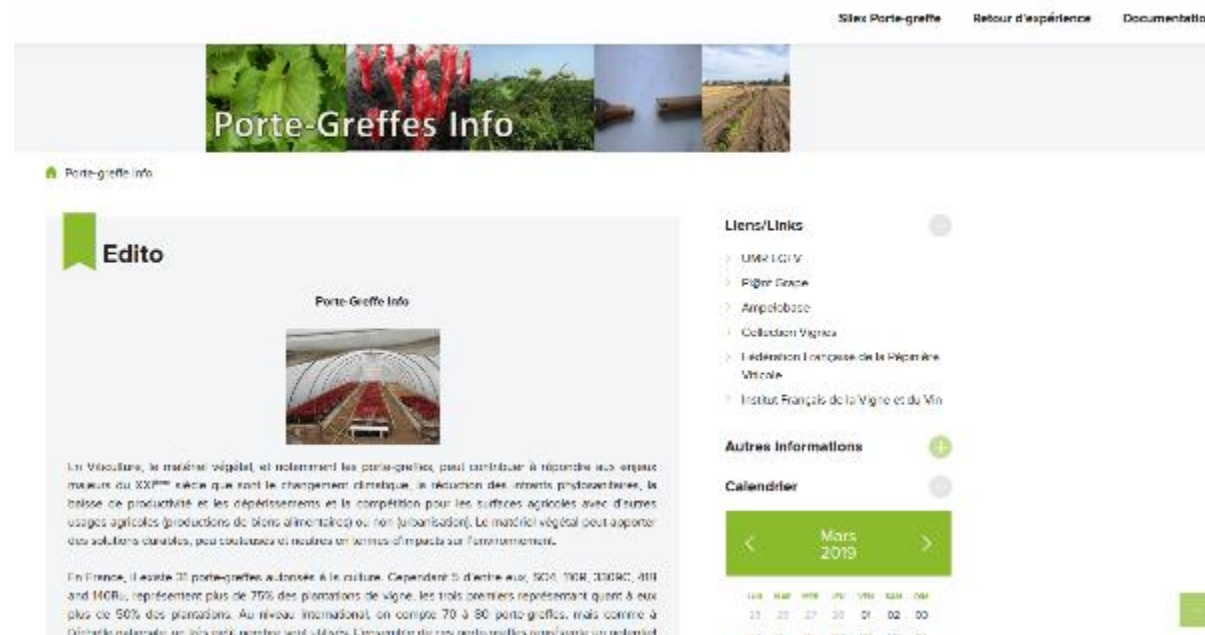
1447 Paulsen



161-49 Couderc

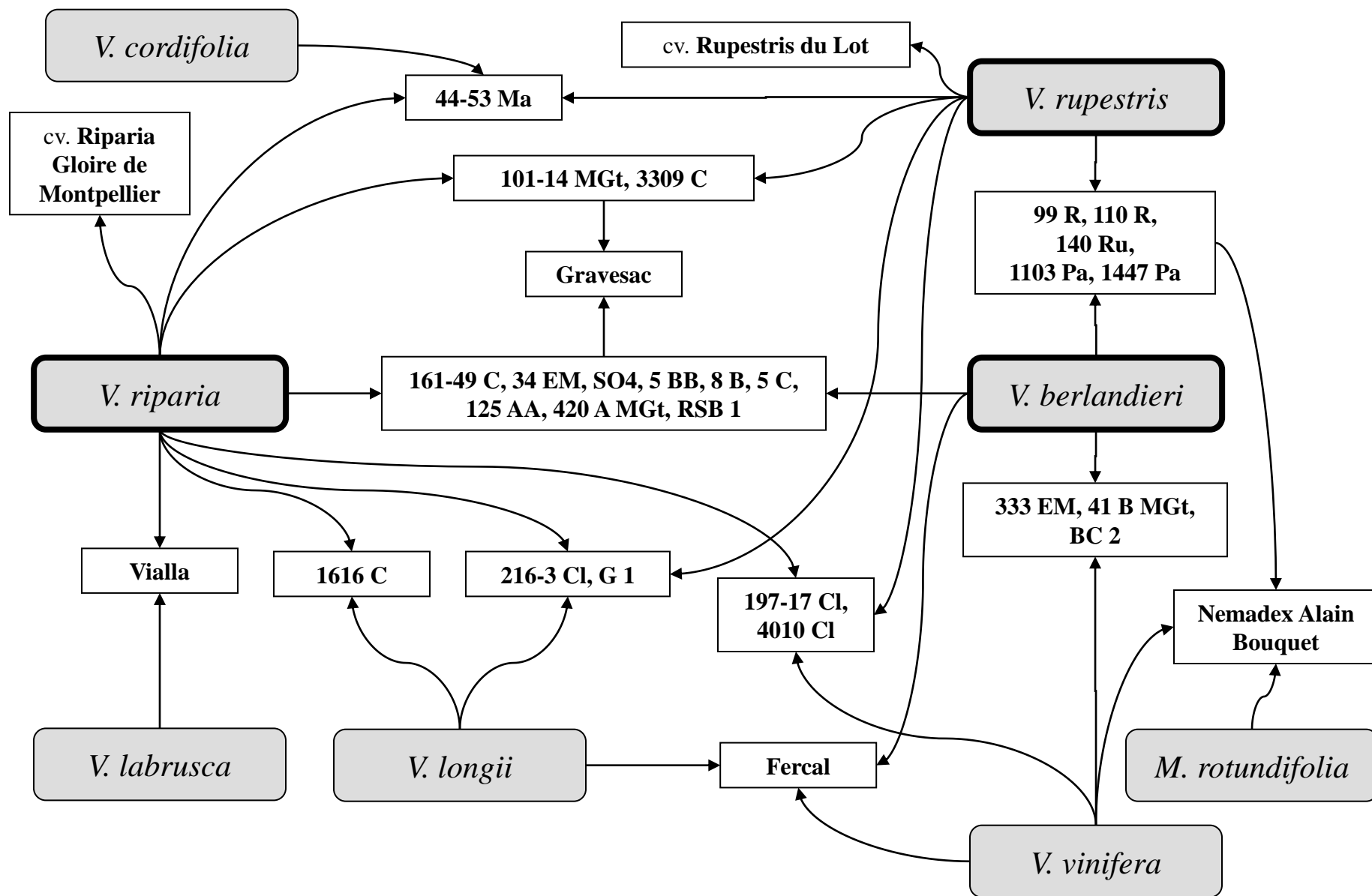


<https://www6.inra.fr/porte-greffe-vigne>





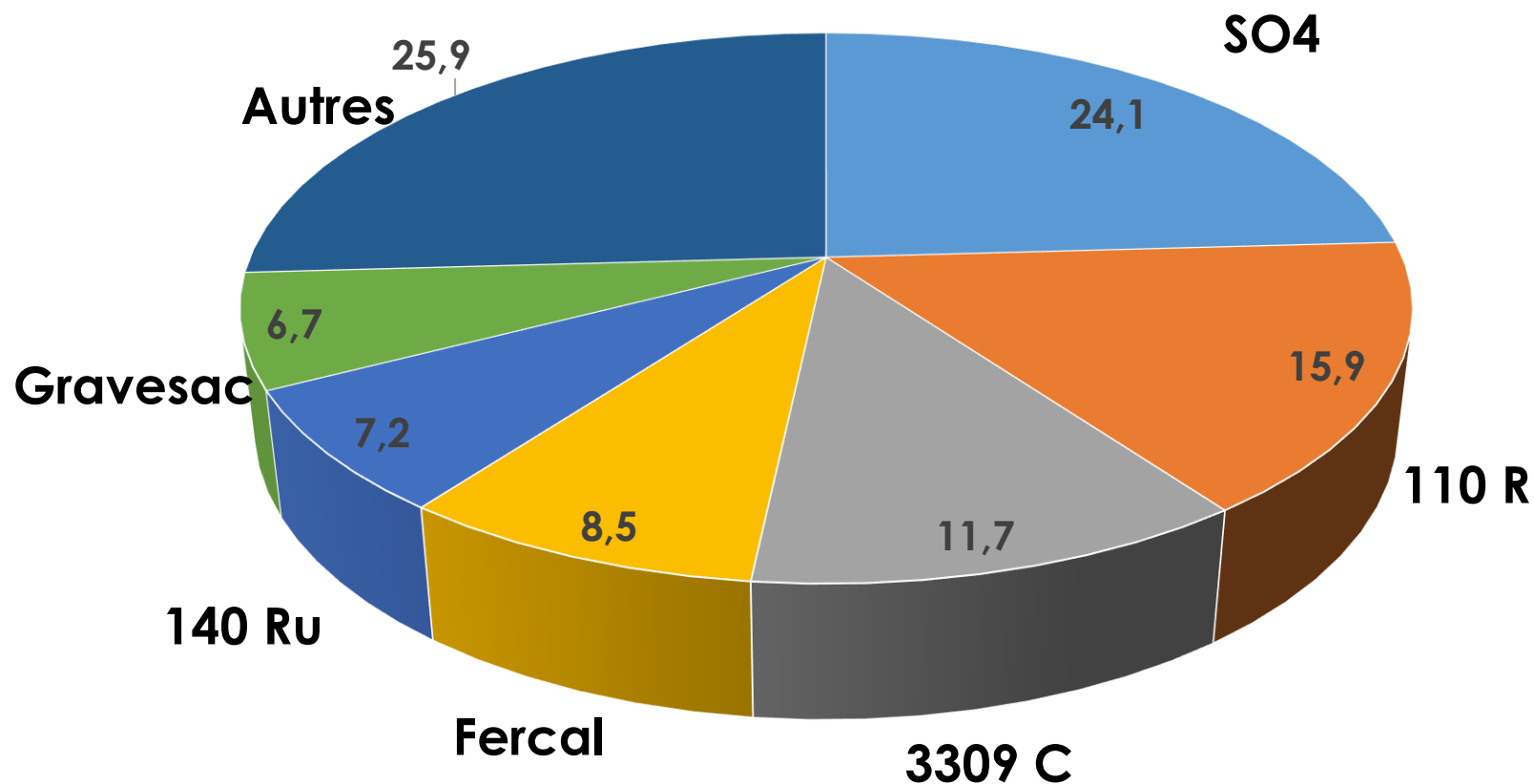
(dont 28 obtenus...avant 1910 !)



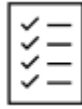


...pour une utilisation pratique restreinte (6 variétés → 75 % des greffages)

Même constat depuis plus de 20 ans
Source : FAM 2023



| Porte-greffe | % MEO 2023 |
|--------------|------------|
| SO4 | 24,1 |
| 110 R | 15,9 |
| 3309 C | 11,7 |
| Fercal | 8,5 |
| 140 Ru | 7,2 |
| Gravesac | 6,7 |
| 41 B MGT | 6 |
| 1103 P | 5 |
| RSB 1 | 3,2 |
| 5 BB | 3,1 |
| 101-14 MGT | 2,6 |
| 333 EM | 1,6 |
| TELEKI 5C | 1,3 |
| 420 A MGT | 1,2 |
| 161-49 C | 0,6 |
| Rup. du Lot | 0,6 |
| Riparia GM | 0,4 |
| Autres | 0,3 |



Mais que sait-on vraiment ?

→ De très nombreux travaux !

- Publiés à l'échelle internationale :
 - Essais au champ
 - Recherches fondamentales : interactions, régulation, mécanismes, ...
- Dispositifs et résultats locaux d'évaluations (innombrables !)

→ Résultats d'essais au champ :

- Parfois un déficit d'exploitation des résultats
- Parfois des questions sur les conditions initiales (mise en place, sécurisation des dispositifs)
- Souvent des résultats variables voire contradictoires sur un ou plusieurs paramètres donnés (*selon les essais, les couples cépage/PG, les années*)

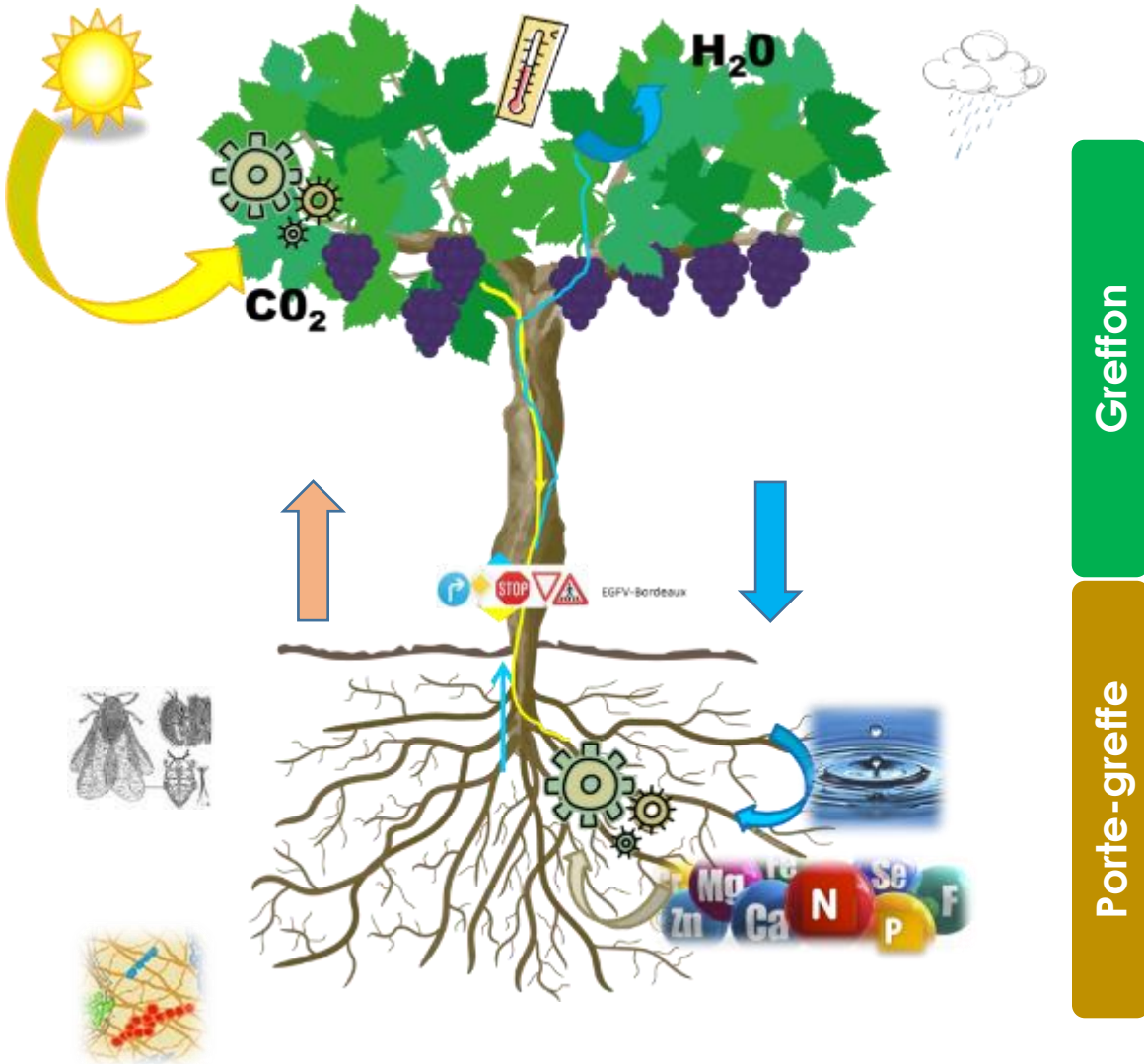
→ **Une évidence : de nombreuses interactions**



De nombreux mécanismes d'interaction – régulation entre les deux partenaires, sous l'influence de l'environnement

$$P = f(G, PG, E)$$

- Observable sur le phénotype
- Mécanismes ?
 - Trophiques
 - Hydrauliques
 - Hormonaux
 - Moléculaires



Ollat 2021, d'après Gautier et al., 2019

**Merging genotypes: graft union formation and
scion–rootstock interactions**



En résumé...

- **Des effets significatifs du porte-greffe** sur le phénotype de la variété greffée, dès les stades précoces jusqu'aux vignes adultes au champ.
Développement végétatif et vigueur, rendement, allocation de la biomasse, absorption de l'eau et des minéraux, réponses aux stress, composition de la baies (avec effets induits)...
- **L'influence du greffon** est souvent hautement significative, y compris sur le développement, la physiologie et l'architecture racinaires
- Les **interactions entre les deux sujets** doivent être prises en considération dans les études généralistes, y compris les études génétiques > *Cf. GreffAdapt (Marguerit, 2018)*
- **Identification d'indicateurs** pour caractériser ces interactions
- **Une analyse plus approfondie** des mécanismes sous-jacents est encore nécessaire :
 - ❖ *Régulations épigénétiques*
 - ❖ *Echange de petits ARN circulants*
 - ❖ ...

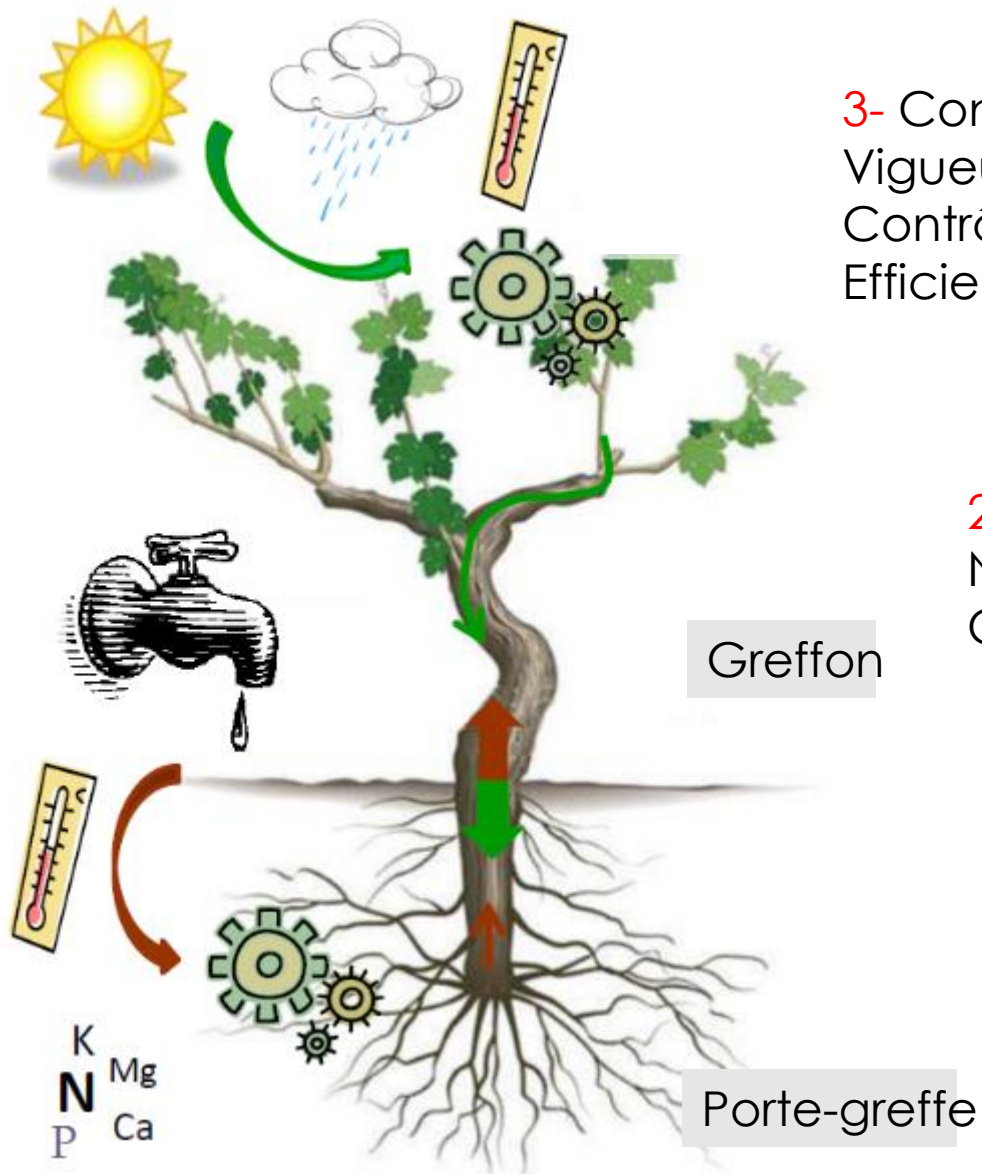


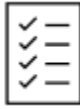
Un exemple : mécanismes d'adaptation à un déficit hydrique contrôlés par le porte-greffe ?

3- Consommation de l'eau
Vigueur conférée
Contrôle des échanges gazeux
Efficacité de l'utilisation de l'eau

2- Transfert de l'eau
Nombre et diamètre des vaisseaux
Conductivité hydraulique

1- Architecture racinaire
Densité
Capacité d'absorption de l'eau
(et des nutriments)





Un champ d'investigation récent : le microbiote racinaire



The genotypes of the two components of grafted grapevines influence the rhizosphere and root endophyte microbiomes, with rootstocks having a greater impact

Vincent Lailheugue

EGFV, Univ. Bordeaux, Bordeaux Sciences Agro, INRAE, ISVV

Romain Darriaut

Univ Rennes, CNRS, ECOBIO (Ecosystèmes, biodiversité, évolution) - UMR 6553

Joseph Tran

EGFV, Univ. Bordeaux, Bordeaux Sciences Agro, INRAE, ISVV

Marine Morel

EGFV, Univ. Bordeaux, Bordeaux Sciences Agro, INRAE, ISVV

Elisa Marguerit

EGFV, Univ. Bordeaux, Bordeaux Sciences Agro, INRAE, ISVV

Virginie Lauvergeat (✉ virginie.lauvergeat@inrae.fr)

EGFV, Univ. Bordeaux, Bordeaux Sciences Agro, INRAE, ISVV

Un champ d'investigation récent : le microbiote racinaire

Darriaut 2022

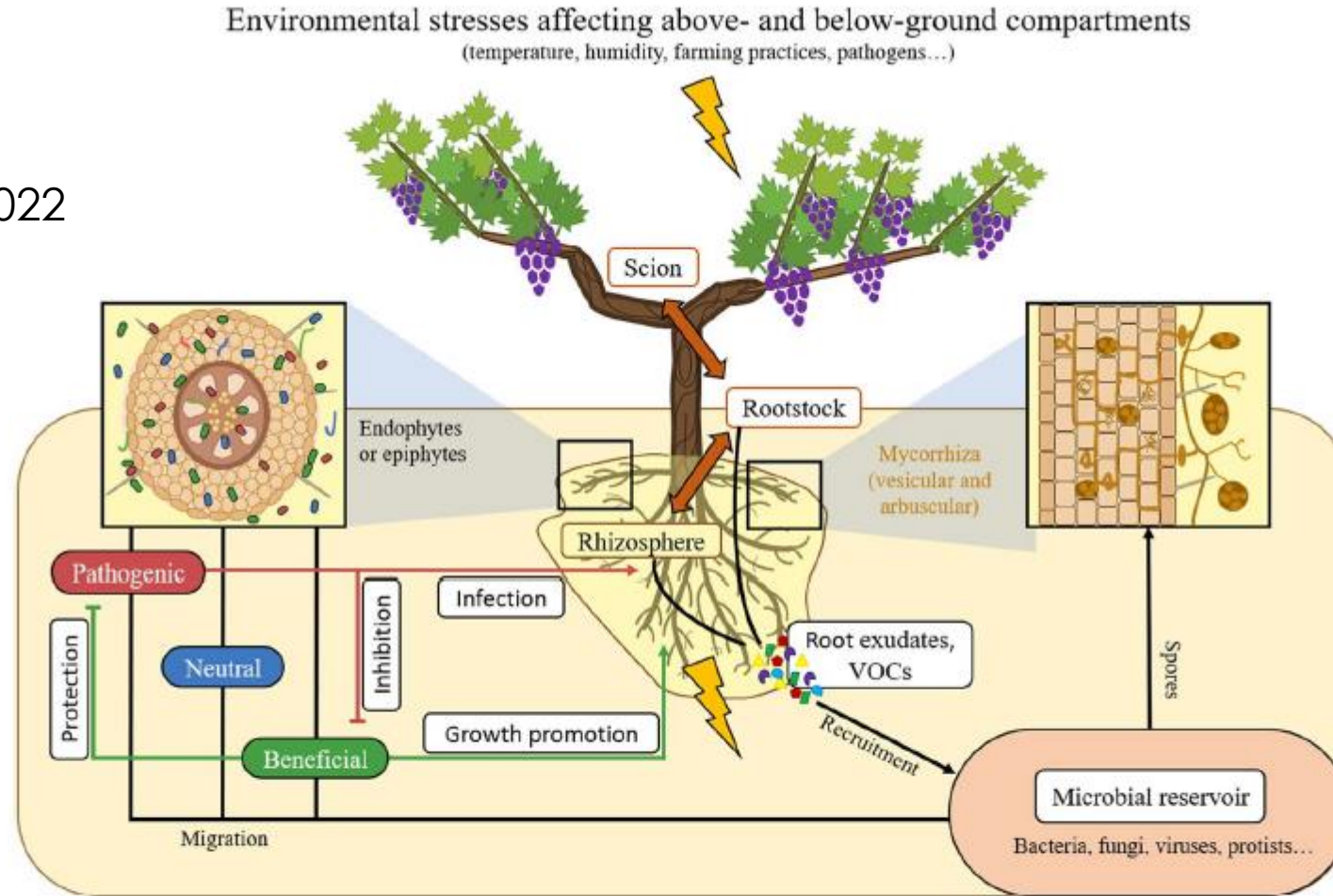


Figure 1. Schematic representation of the vine-soil interactions. Environmental stresses afflict both below and above ground compartments of vine. Scion and rootstock communicate through long distance signaling compounds. These signaling pathways modulate the root exudates composition (e.g. VOCs, Volatile Organic Compounds) into the soil microbial reservoir. Microorganisms are therefore chemoattracted and present pathogenic, neutral or beneficial functions towards the vine. They can be either epiphytic and/or endophytic (box on the left), such as mycorrhizal fungi (box on the right).



Un champ d'investigation récent : le microbiote racinaire

- **Les communautés fongiques et bactériennes sont très variables**, sous l'influence forte du type de sol avec des variations intra-annuelles, et selon les compartiments étudiés
Darriaut 2022 review, Swift 2020, Marasco 2022, Biget 2021, 2024...
- **Le microbiote endophyte et celui de la rhizosphère sont influencés par le greffon, le porte-greffe et l'association des 2**, cette dernière semblant avoir le plus d'impact, devant le PG seul (toujours ces interactions !)
Biget 2023, Laiheugue 2024, Darriaut 2022, Dries 2021, 2022, Vink 2021, Zusolo 2023, Marasco 2022...
- **Le « recrutement » et l'influence de la plante sur les communautés s'effectue** par l'intermédiaire d'exsudats racinaires, hormones (*methyl-jasmonate*) et circulation bidirectionnelle de petits ARN (*sRNAs*).
Kulkani 2023, Ledford 2023, ...
- **Au niveau fonctionnel** : bactéries promotrices de croissance (PGPB), lien avec la santé et la vigueur des vignes, tolérance à des stress abiotiques, biocontrôle de certains agresseurs ?
Compaut 2020, Dewasme 2020, Darriaut 2022, Su 2024 (riz modifié)...



En résumé sur ce point :

- **Résultats variables**, parfois contradictoires
- **Beaucoup de facteurs** imbriqués
- Parmi eux, **une convergence vers un rôle de l'association G/PG**, voire du PG seul parfois
- Une voie ouverte pour des **adaptations futures** ou du **biocontrôle** ?
- Beaucoup de questions en suspens

- Une voie de recherche pour la compréhension du fonctionnement du PG et des interactions ?
- Un **futur outil de sélection** ?



Et pratiquement ? Stratégies, perspectives de recherche

- 1- Diversifier l'**utilisation des porte-greffes existants**, et inscrire de nouveaux porte-greffes à partir du pool « étrangers » - Réactualiser les connaissances et les références agronomiques pour une large gamme de porte-greffes existants (français et étrangers).
- 2 – **Créer de nouveaux porte-greffes** permettant de contrôler les contaminations par le court-noué et adaptés à des environnements contraignants (sécheresse, chlorose) - Développer des outils et des méthodes pour moderniser la sélection de nouveaux porte-greffes de vigne.
- 3-**Acquérir des connaissances fondamentales** sur le système racinaire de la vigne et les interactions porte-greffe / greffon / sol (zone de greffage et microbiome)



Evaluer des ressources disponibles

• Dispositif GreffAdapt

Elisa Marguerit – ISVV Bordeaux



Porte-greffes inscrits au catalogue français

| | |
|-----------|------------------|
| 101-14MGt | 44-53M |
| 110R | 99R |
| 1 103P | BC2 |
| 140Ru | Fercal |
| 1447P | Gravesac |
| 161-49C | 125AA |
| 1616 C | 5 BB |
| 196-17Cl | Nemadex AB |
| 216-3Cl | RSB1 |
| 3309C | RGM |
| 333EM | Rupestris du Lot |
| 34EM | SO4 |
| 4010Cl | 5C |
| 41B | 8B |
| 420A | Vialla |

Porte-greffes utilisés dans d'autres pays

| | |
|-----------|---------------|
| 1045P | Freedom |
| 106-8 MGt | Georgikon 28 |
| 125-1 MGt | Georgikon 121 |
| 157-11C | Georgikon 251 |
| 225Ru | Harmony |
| 57R | M1 |
| 775P | M2 |
| 779P | M3 |
| Binova | M4 |
| Börner | Ramsey |
| Dog Ridge | Schwarzmann |
| Evex 13-3 | V15 |
| Evex 13-5 | |



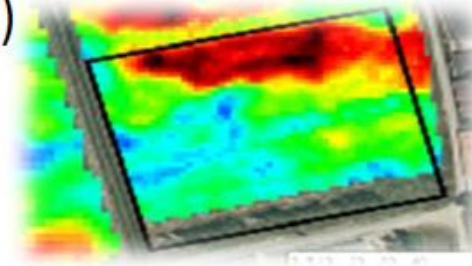


Evaluer des ressources disponibles

Elisa Marguerit – ISVV Bordeaux

Dispositif expérimental :

- 55 porte-greffes dont 25 étrangers (italiens, hongrois, espagnols, allemands, ...)
- 5 greffons : Cabernet-Sauvignon, Grenache, Pinot noir, Syrah et Ugni blanc
- 3 blocs positionnés selon la carte de résistivité de la parcelle
- 5 souches/ combinaison/bloc



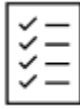
Raisonnement pour la mise en place (puissance statistique, vérification identité génétique et état sanitaire)

Geno  Vigne

Phénotypage réalisé

- Poids des greffes & poids des bois de taille
- Rendement et nombres de grappes
- Phénologie
- $\delta^{13}\text{C}$
- ...



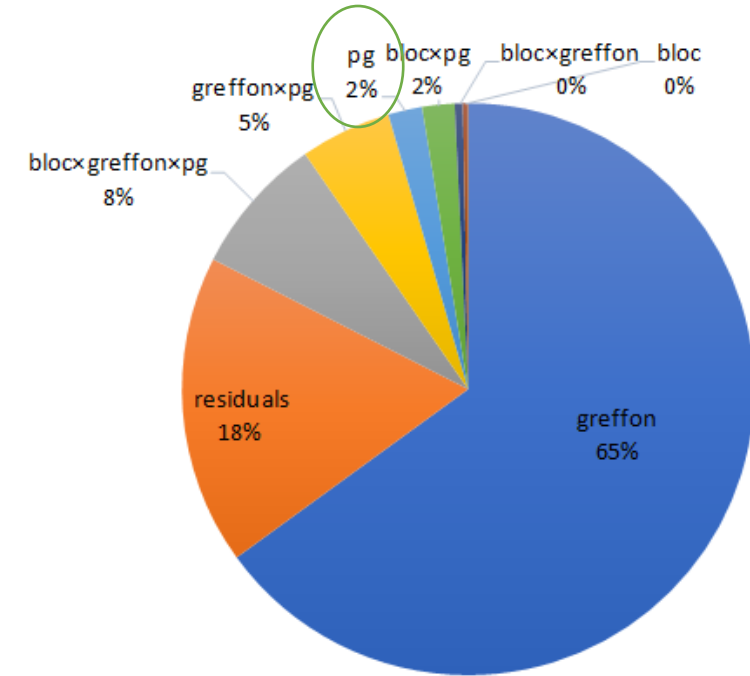
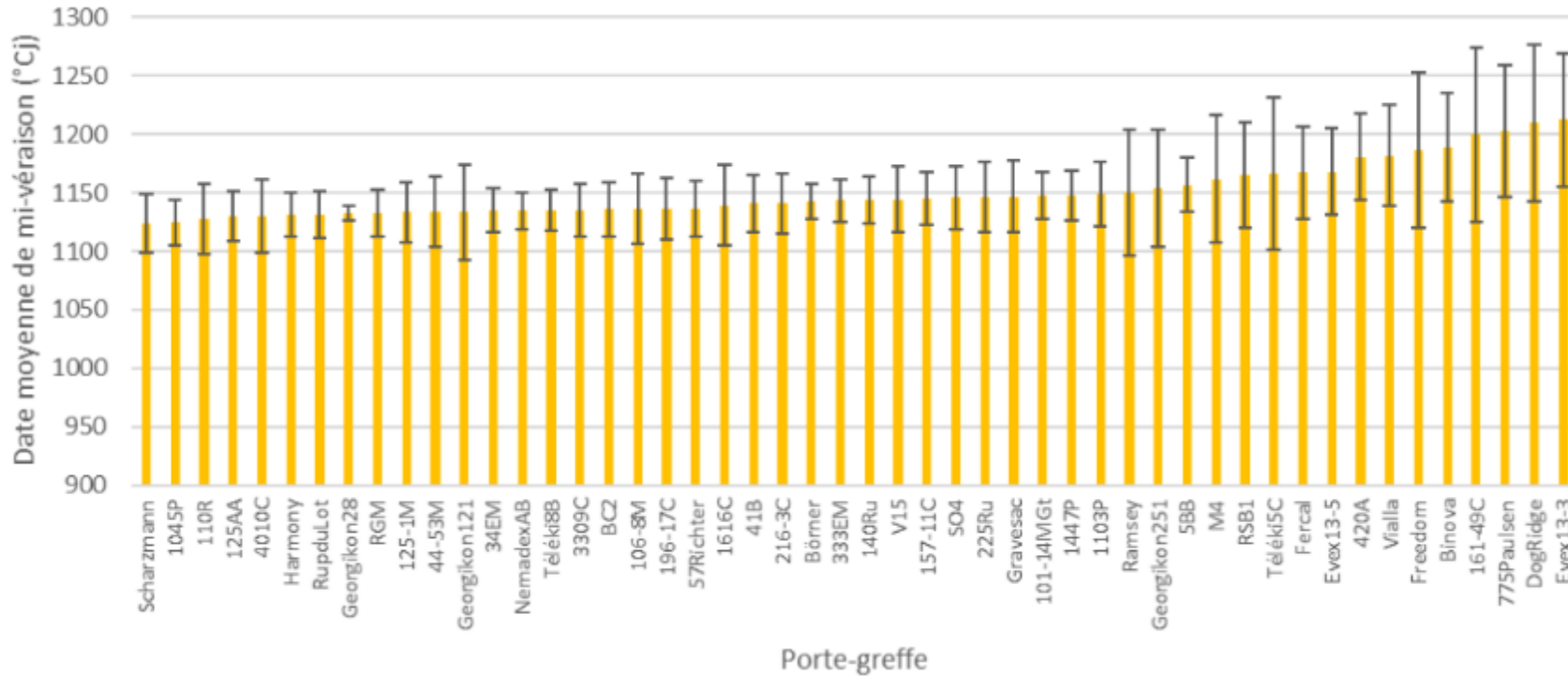


Effet sur la phénologie

Elisa Marguerit – ISVV Bordeaux

➔ Décalage du cycle du greffon pour une véraison plus tardive ?

- Influence significative du porte-greffe sur la date de mi-véraison mais relativement faible



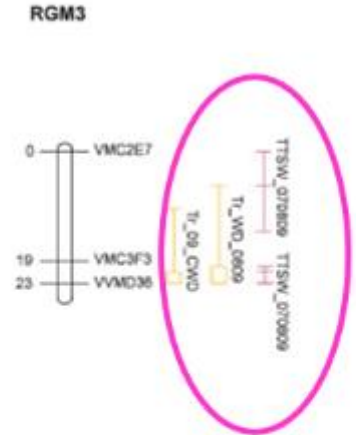
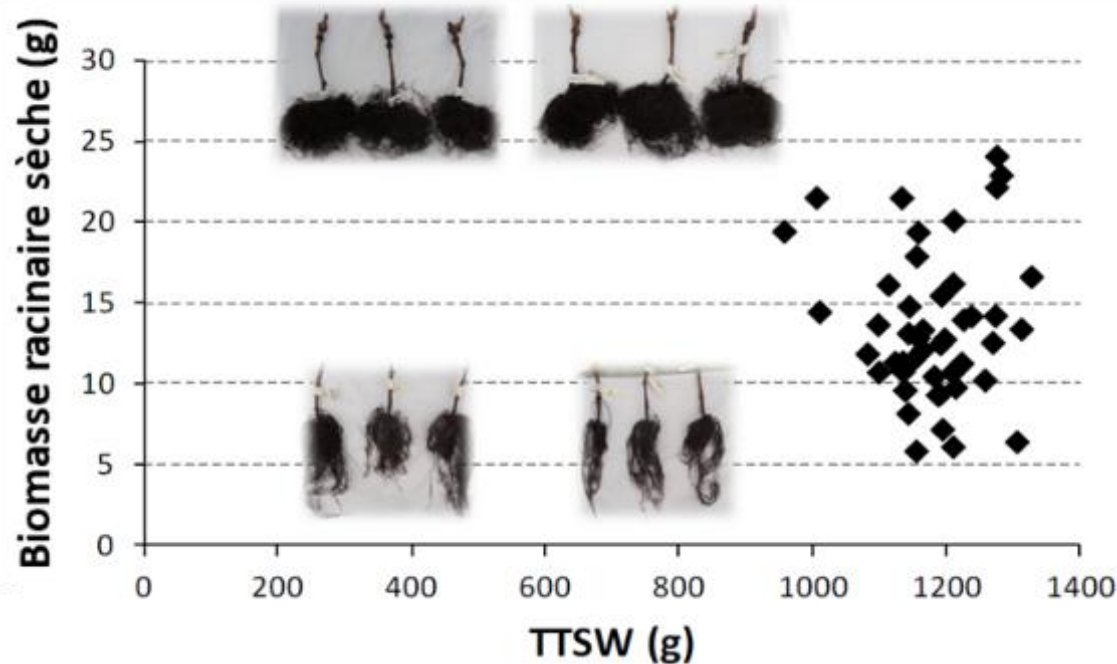


Quelles actions sur la tolérance à la sécheresse ?

Elisa Marguerit – ISVV Bordeaux

➔ Des capacités d'extraction de l'eau différentes entre porte-greffes ?

- Des régions génétiques mises en évidence
- Pas de relation avec la biomasse racinaire



1 région identifiée 3 années pour la capacité d'extraction de l'eau

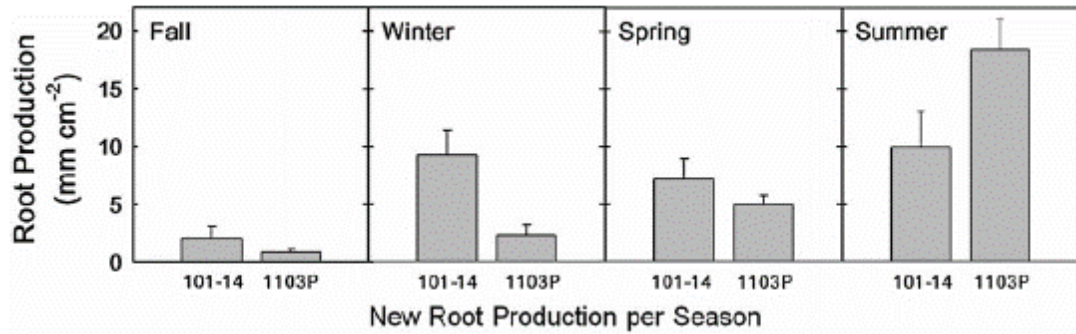
(Marguerit et al. 2012)

- Travail sur la mise en relation des caractères racinaires et les réponses au déficit hydrique

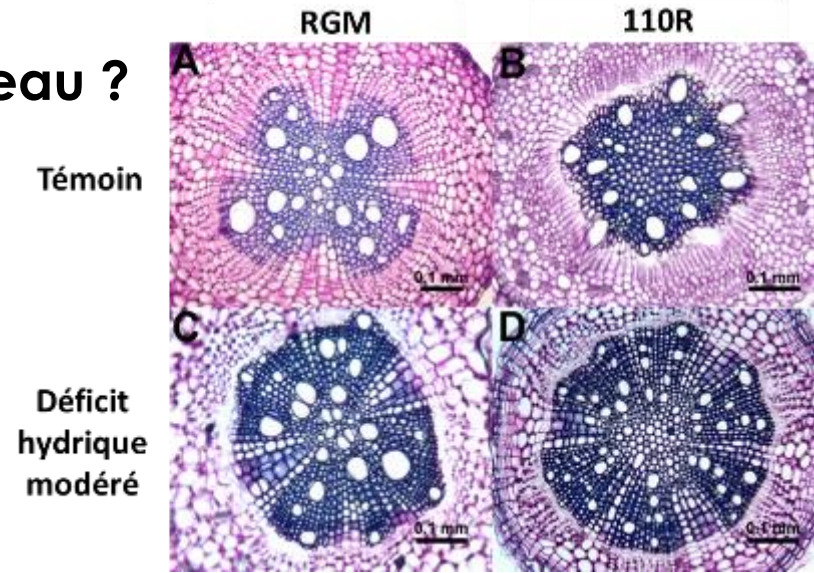
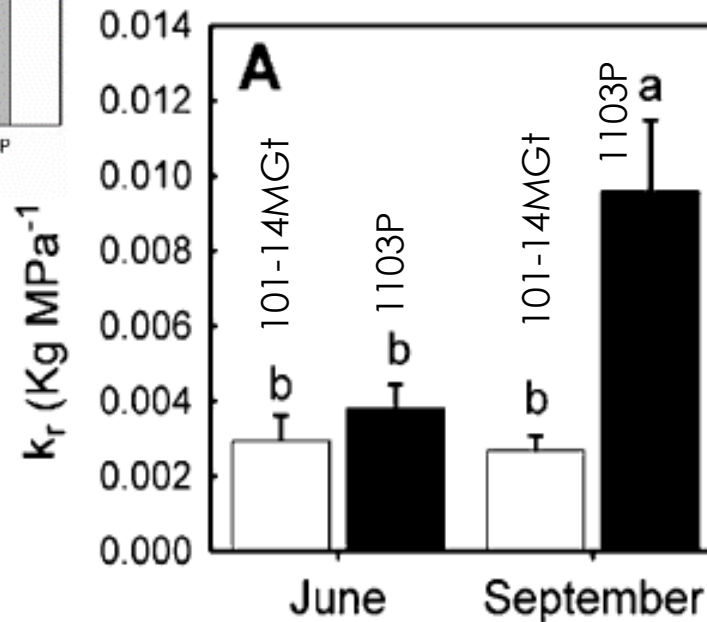


➔ De la variabilité au niveau du transfert de l'eau ?

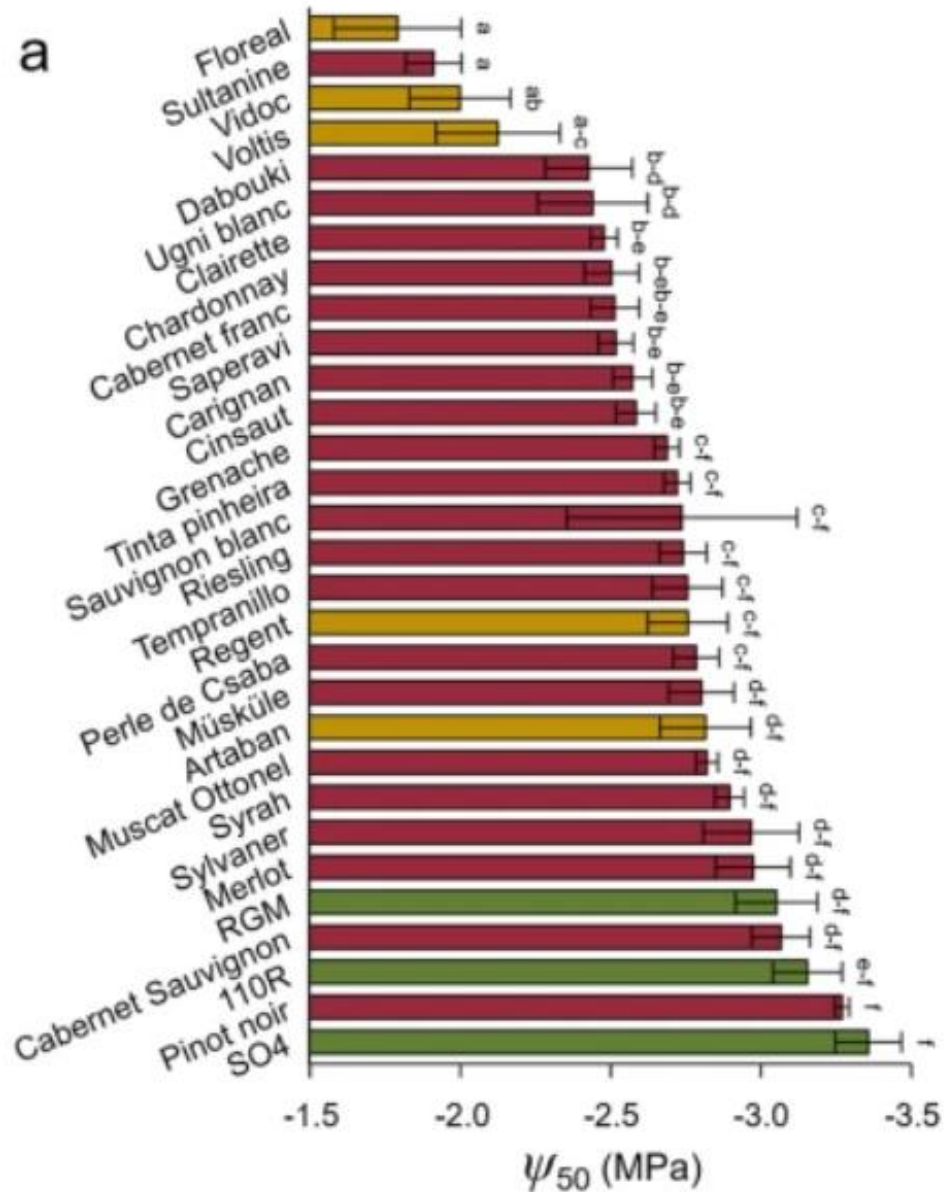
- Un plus grand nombre de vaisseaux chez les porte-greffes tolérants à la sécheresse



Alsina et al., 2011



(Peccoux 2011)



Cependant....

Tolérance à la sécheresse

≠

Résistance à la cavitation

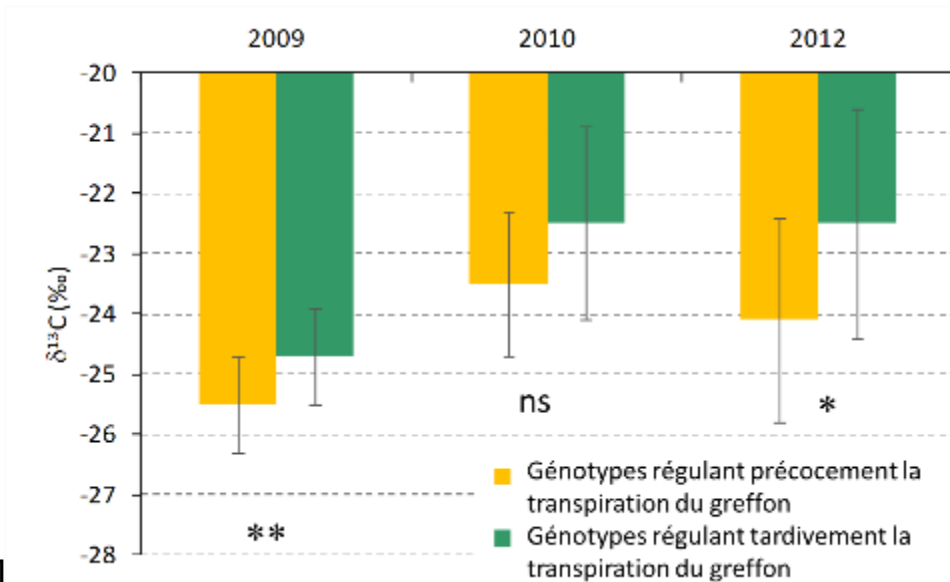
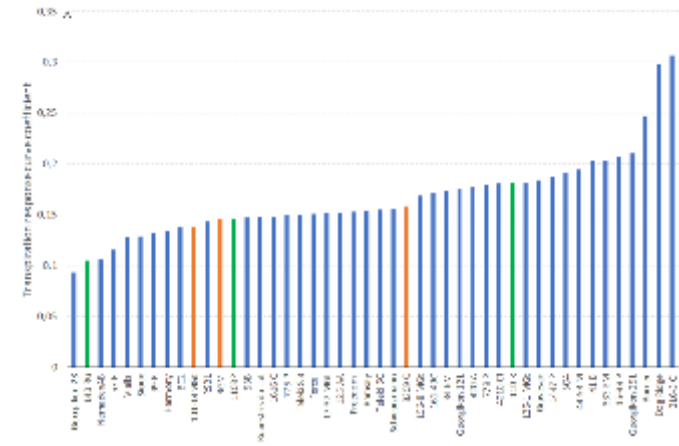
Lamarque et al., 2023

« Ce travail explore des niveaux de stress extrêmes qui n'ont pas de signification opérationnelle pour la viticulture, car à ces niveaux la production de raisin est depuis longtemps impossible »

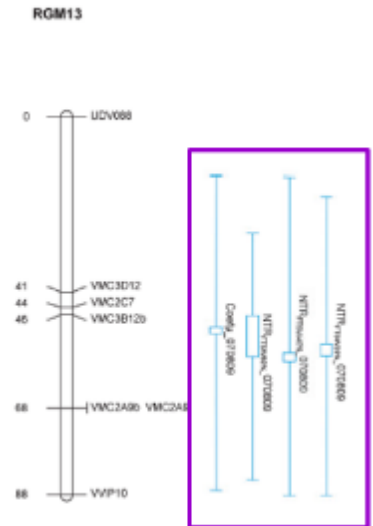


➔ Des différences pour les pertes en eau ?

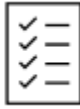
- Effet significatif sur la transpiration du greffon le jour comme de nuit
- Effet significatif sur la plasticité de la transpiration
- Architecture génétique de la plasticité de la transpiration et celle de la transpiration en tant que telle, partiellement indépendante



(Marguerit et al, 2013)

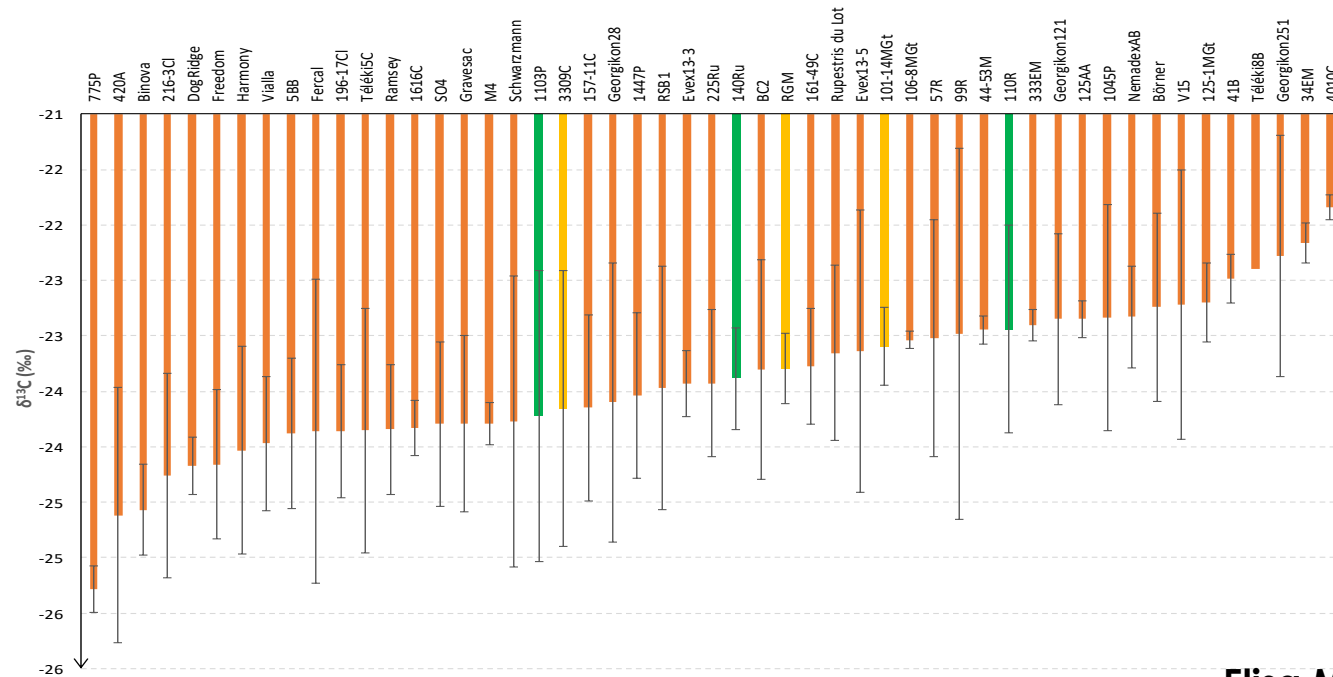


Elisa Marguerit – ISVV Bordeaux



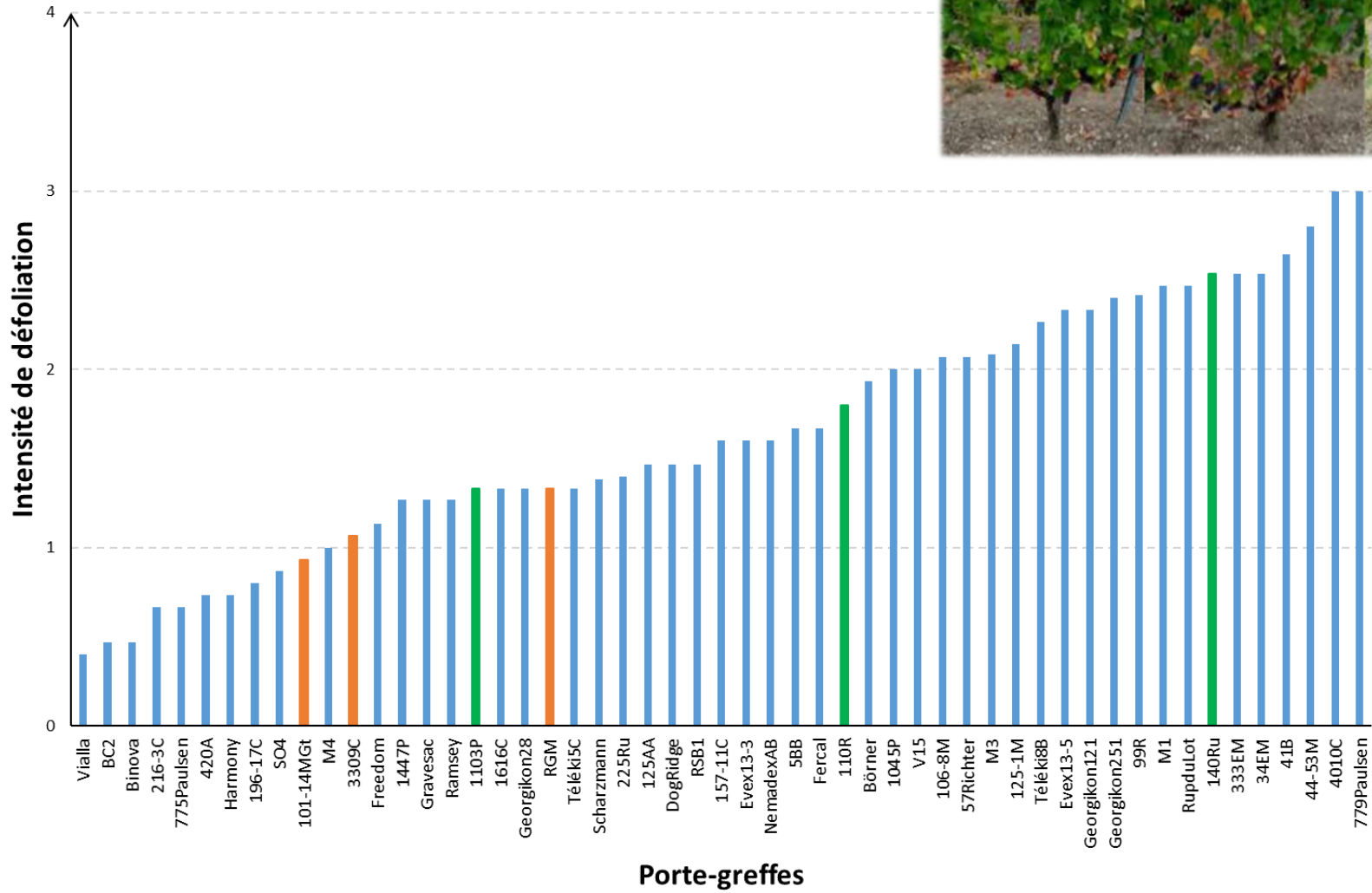
➔ Des efficacités d'utilisation de l'eau différentes ?

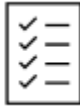
- Estimation par le $\delta^{13}C$
- Caractère mesuré de manière très fiable
- Pas de relation claire avec la tolérance à la sécheresse
- Travail à poursuivre sur le lien avec la vigueur conférée et le rendement



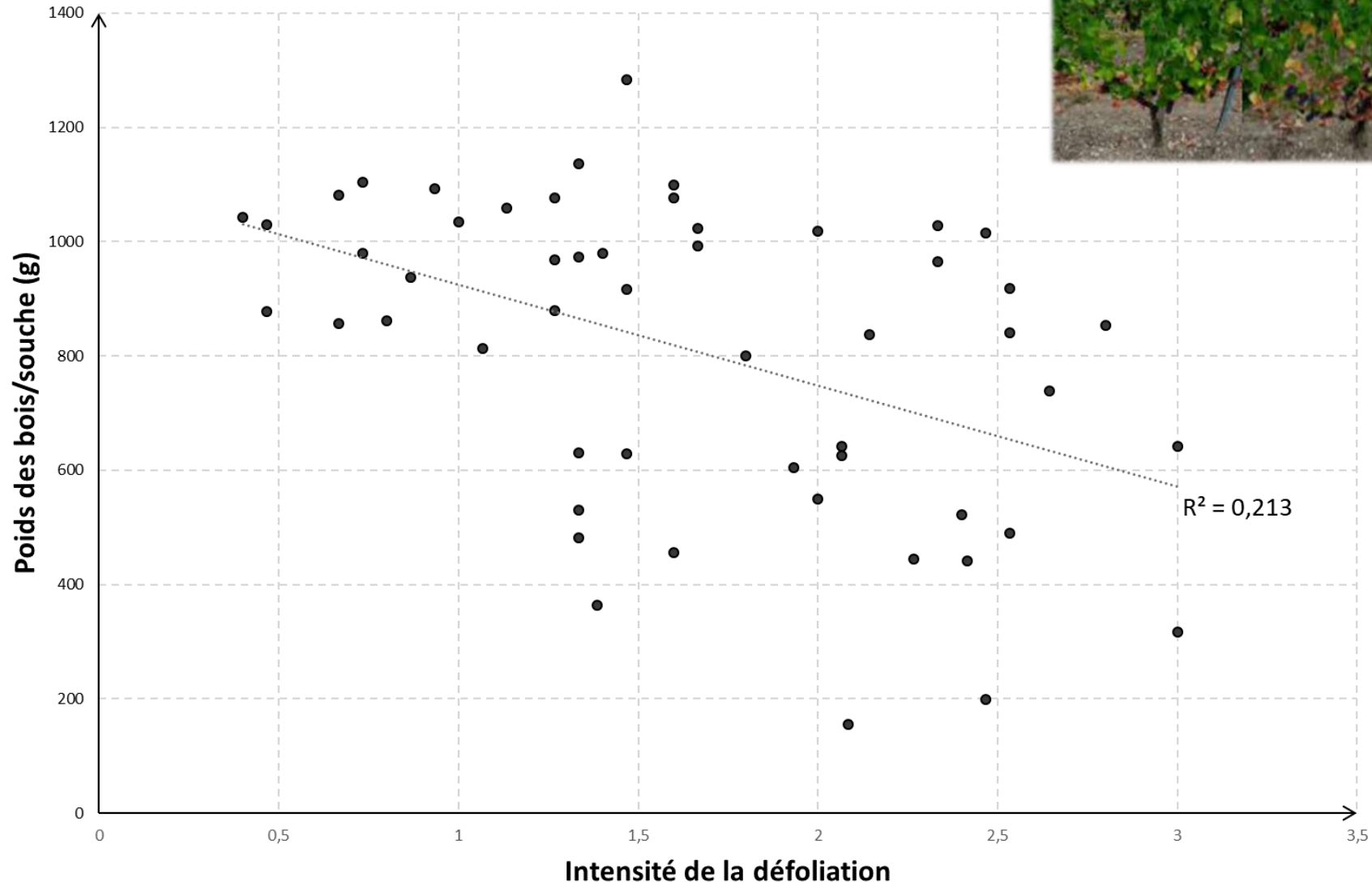


Et en 2022 ?



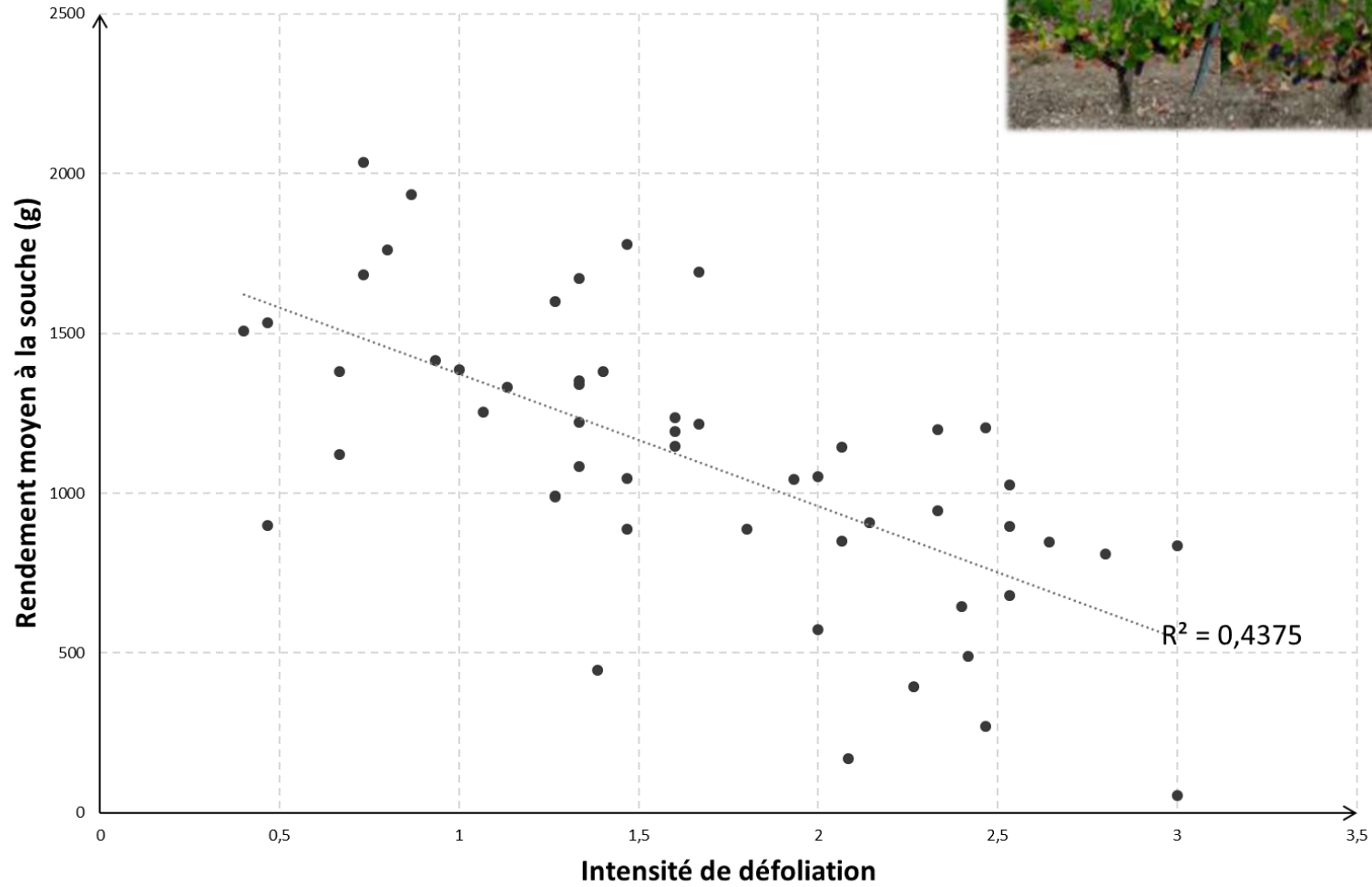


Et en 2022 ?





Et en 2022 ?





Un prolongement : mise en place d'essais VATE



Conservatoire du Vignoble Charentais
Evaluations zone atlantique et vignes mères de porte-greffes



INRA Bordeaux et BSA
Evaluations Chlorose et Phylloxera

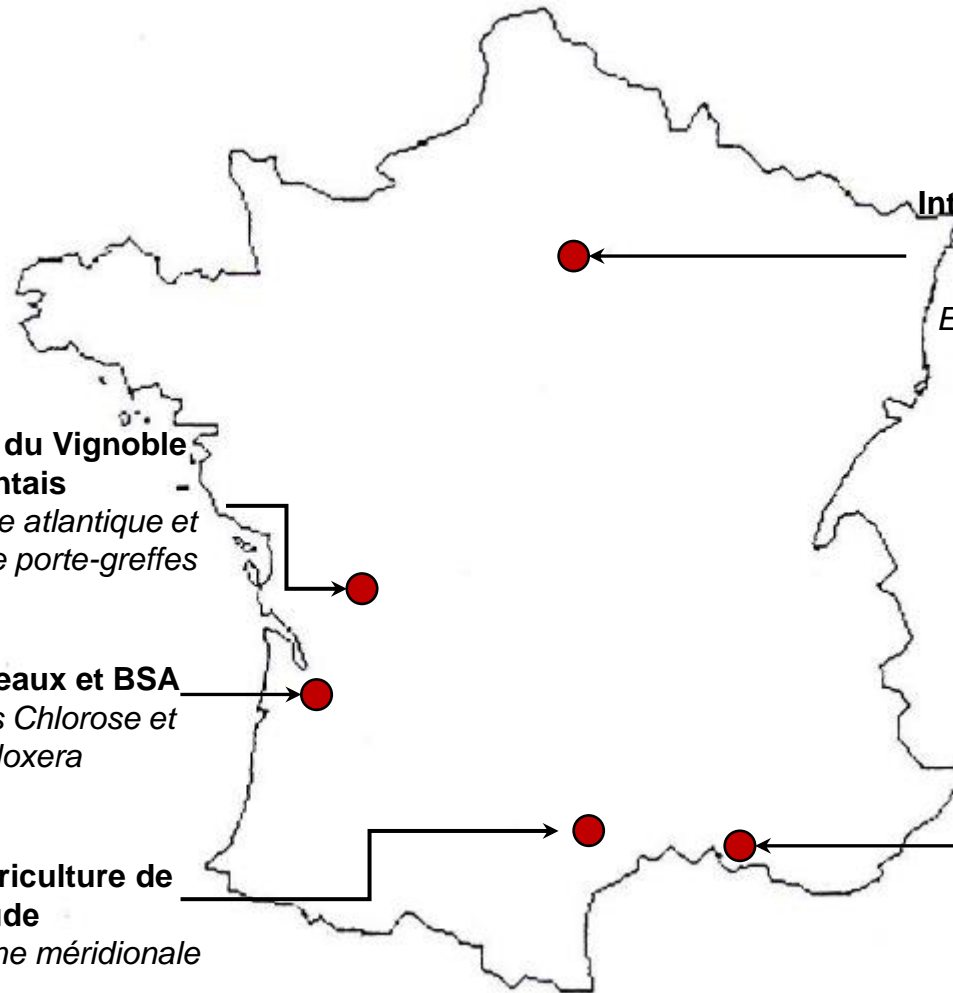


Chambre Agriculture de l'Aude
Evaluations zone méridionale

Comité Interprofessionnel des Vins de Champagne
Evaluations zone septentrionale



IFV Grau du Roi
Evaluations pépinières





Un prolongement : mise en place d'essais VATE

2019-2025



| Variétés | Croisements |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 150-15 Malègue | <i>V. berlandieri</i> Malègue n°6 × (<i>V. vinifera</i> Aramon × <i>V. rupestris</i> Ganzin n°1). |
| 1447 Paulsen (déjà inscrit au catalogue) | <i>V. berlandieri</i> × <i>V. rupestris</i> cv. Martin |
| 775 Paulsen | <i>V. berlandieri</i> Réséguier N°2 × <i>V. rupestris</i> cv. Lot |
| 157 – 11 Couderc | <i>V. berlandieri</i> Las Sorres × <i>V. riparia</i> cv. Gloire de Montpellier |
| 261- 50 Couderc | <i>V. berlandieri</i> × <i>V. rupestris</i> du Lot |
| 13.5 EVEX | Pollinisation libre de <i>V. berlandieri</i> Réséguier n°2 |
| 34 EM (déjà inscrit au catalogue) | <i>V. berlandieri</i> cv Ecole × <i>V. riparia</i> |
| Georgikon 28 | <i>V.berlandieri</i> × <i>V.vinifera</i> pollen mixture |
| 107 Vidal | <i>V. berlandieri</i> Colombard 1a × <i>Berlandieri</i> Lafond |
| Vivet 15 | <i>V. berlandieri</i> × <i>V. rupestris</i> |
| BC 2 (déjà inscrit au catalogue) | <i>V. berlandieri</i> × <i>V. vinifera</i> cv. Ugni blanc B |
| Ramsey | Natural cross <i>V. champinii</i> |

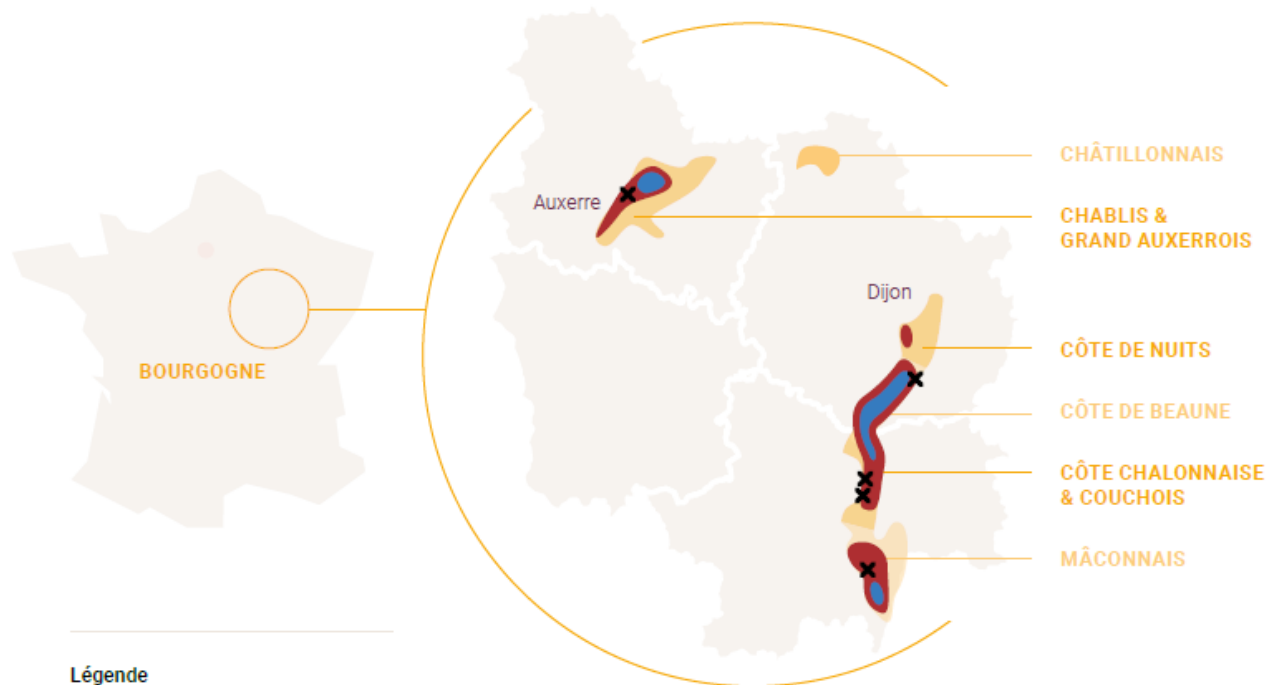
+ CA Aude : M1, M2, M3, M4 (Italie) et PG français en désuétude (44-53 M, 196-17 Cl, ...)



Et d'autres essais régionaux...



GREFF BOURGOGNE



Coordination BIVB

ATVB, GEST, IFV, Vinipôle Sud Bourgogne, Chambre d'Agriculture de Côte-d'Or, Chambre d'Agriculture de l'Yonne

Réseau participatif, large collaboration et couverture du territoire.

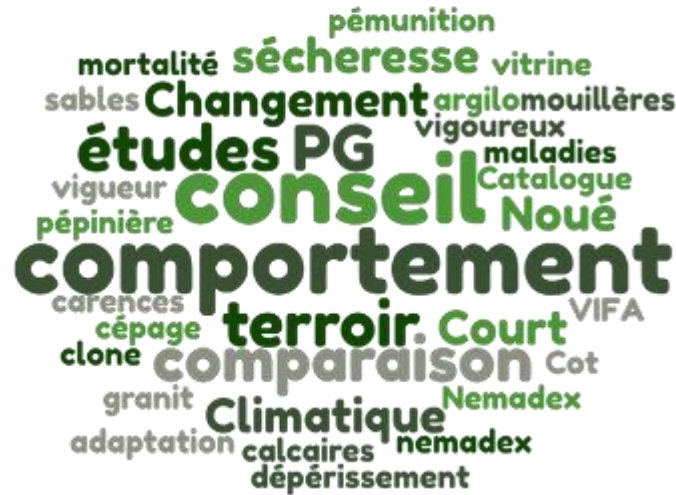
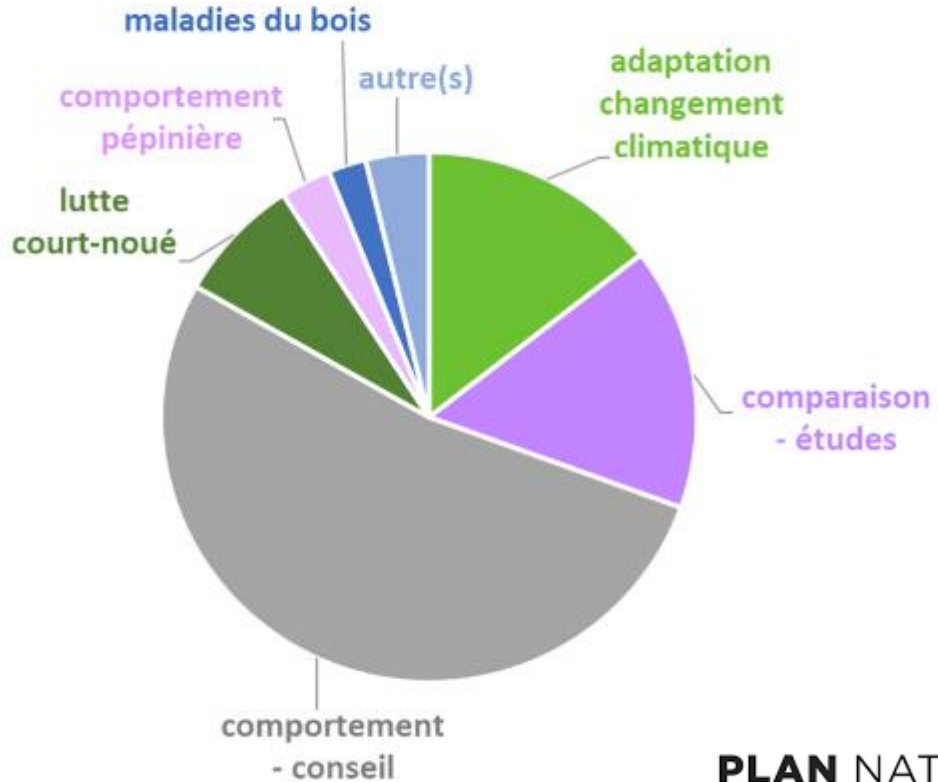
3 cépages (interactions...) : Pinot noir, Chardonnay, Aligoté

- **3 plates-formes** (12 PG, 3 cépages)
- 1 réseau de **30 parcelles** (14 PG)
- Réseau vigneron : **25 domaines**

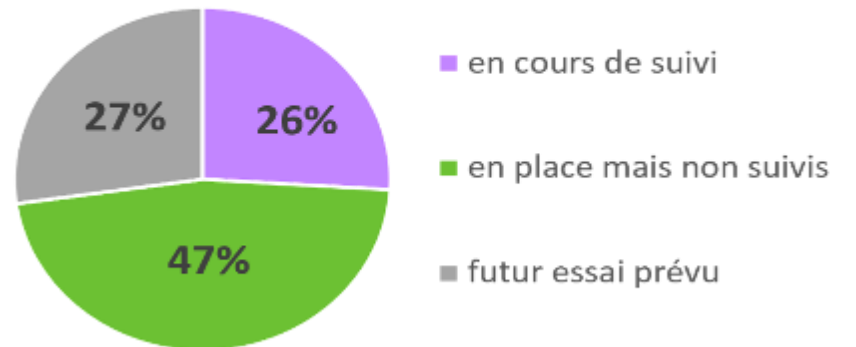


Autre travail de remise à niveau des connaissances : enquête porte-greffes et PGvigne.net

OBJECTIFS DES ESSAIS PORTE-GREFFES



Répartition des types d'essais





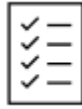
Projet PGvigne.net

AAP> PNDV 2022

- Expertiser, répertorier, analyser 77 essais PG
- Abonder base de données Silex
- Co-construction avec les professionnels
- Enrichir connaissances
- Diversifier Offre
- 2023 - Juin 2025

INRAE





Et la création de nouveaux PG ?

- En France et dans le monde : **peu de sorties récentes**
- Cibles : adaptation à la sécheresse, vigueur, parasites...
- Exemples : USA (*série UCD-GRN 1 à 5, résistance aux nématodes*)
France : Nemadex AB
Italie : M1 à M5
Brésil (conditions tropicales)



En France (ISVV- INRAE Bordeaux) :

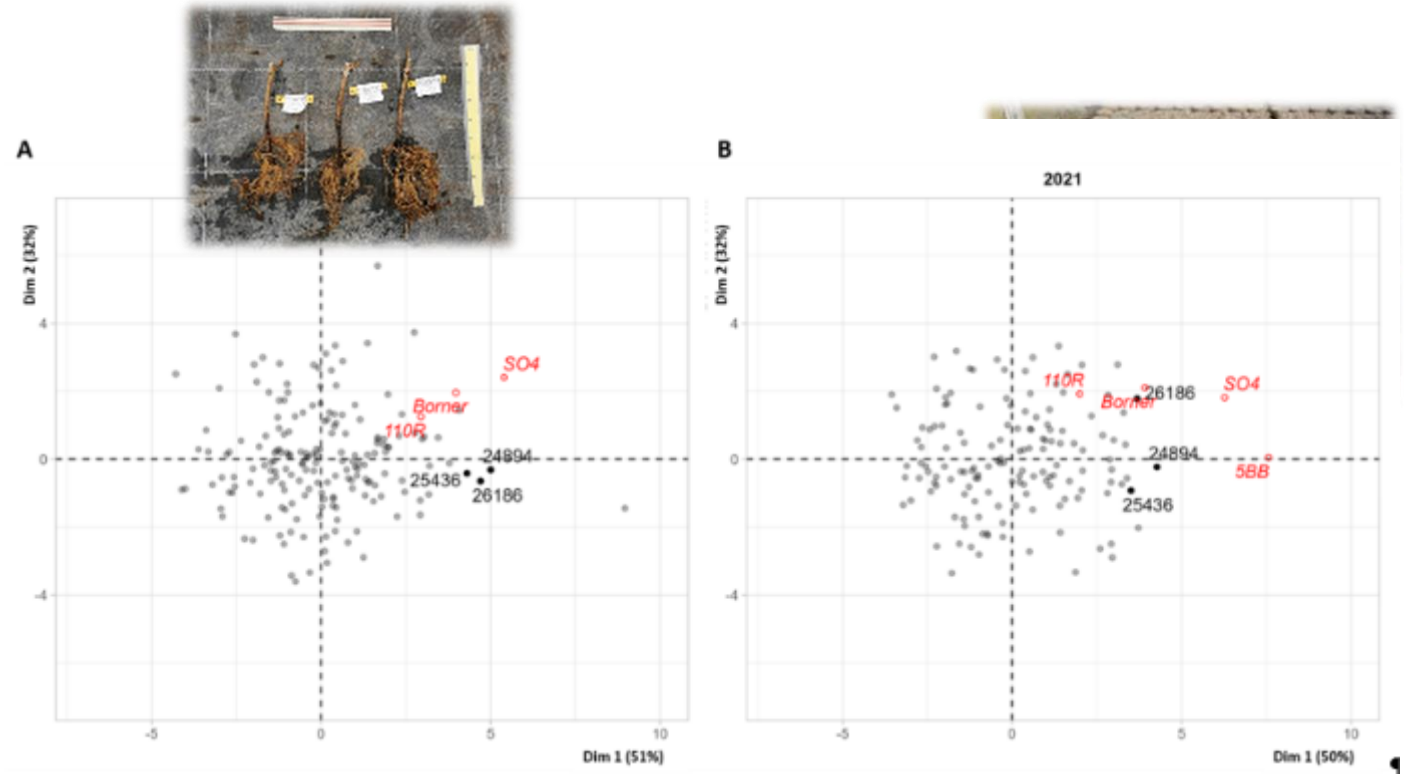
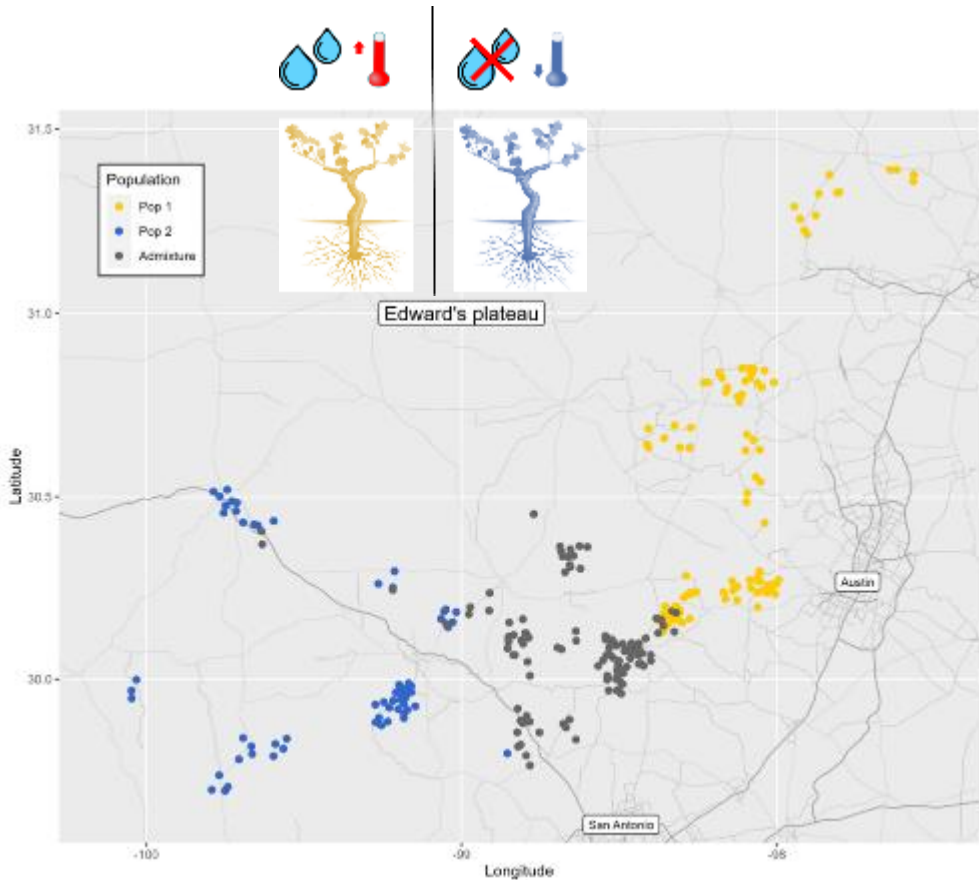
Objectif 1 : croisements pour la tolérance à la sécheresse et divers degrés de vigueur conférée mais aussi vérification de caractères pour la pépinière (*V.rupestris* X *V.berlandieri* notamment)



Et la création de nouveaux PG ?

→ Des travaux de fond nécessaires : ex. architecture racinaire

Caractérisation de la diversité génétique au sein de l'espèce *V. berlandieri*





Et la création de nouveaux PG ?

Deuxième programme : combiner la résistance au vecteur et au virus du court-noué

- Population issue de l'hybride VRH 8771 (*Muscadinia rotundifolia* X *Vitis vinifera*)
- 3 facteurs de résistance à *X.index* identifiés, résistance à la contamination (*Rubio 2020*)
- 250 individus : contamination, aptitudes pépinière, vigueur, enracinement...

→ Quelques génotypes candidats ?

| <i>nb</i> | |
|------------|---------------------------------|
| 191 | VRH8771*<i>Cab.Sauv.</i> |
| 34 | VRH8771*<i>RipGM</i> |
| 29 | VRH8771*<i>rip 10128</i> |
| 14 | VRH8771*<i>SO4</i> |
| 7 | VRH8771*<i>31R</i> |
| 1 | VRH8771*<i>Borner</i> |
| 4 | VRH8771*<i>Riesling</i> |

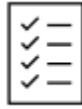
→ Sorties hypothétiques sur cette population,

→ Travaux à long terme

→ Piste sérieuse vis-à-vis du court-noué

→ Programmes REMUNEX / REDUNEM

(INRAe Antibes, INRAe Bordeaux, IFV)



En conclusion

- **Des avancées nettes :**
 - Disponibilité de ressources génétiques déjà caractérisées
 - Détermination de marqueurs génétiques
 - Populations à l'étude, parcelles en place ou prévues, ...
- **Encore du travail :**
 - recherche de la combinaison de caractères marqueurs
 - poursuivre le travail sur la plasticité des caractères
 - recherche des interactions porte-greffe × greffon × conduite, ...
 - Etendre la variabilité génétique utilisée : nouvelles ressources, travail de fond
 - Comprendre les mécanismes de l'incompatibilité / affinité au greffage, ...

Laisser du temps au temps

ou accepter l'erreur et de plus grandes incertitudes

Merci pour
votre
attention !

VIGNOBLES DU
SUD-OUEST
DE L'ORIGINE À L'ORIGINALITÉ



VIGNOBLES DU
SUD-OUEST
DE L'ORIGINE À L'ORIGINALITÉ

CONTACT :
olivier.yobregat@vignevin.com

**PLAN NATIONAL
DÉPÉRISSEMENT DU**  **IGNOBLE**

