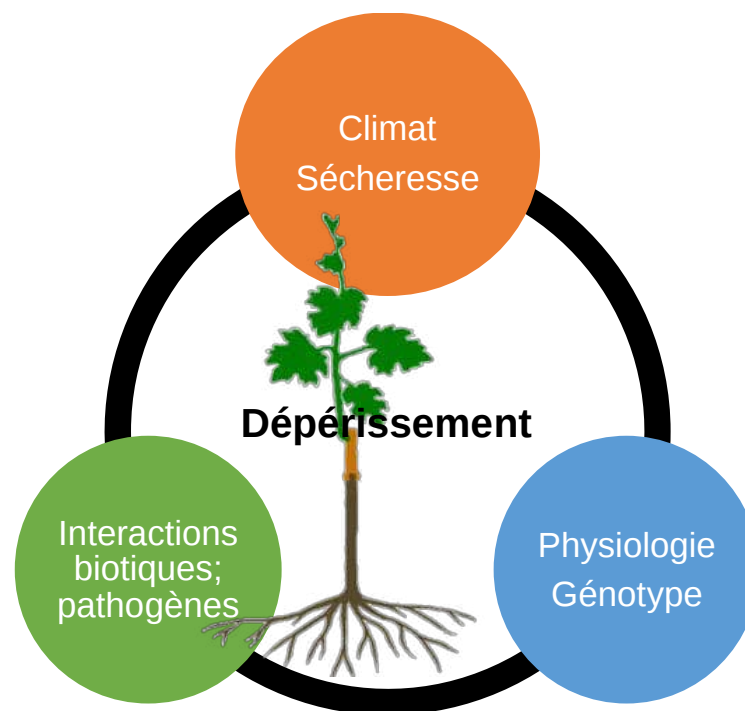


➤ **Les besoins en eau de la vigne
et leur influence dans les maladies du dépérissement**

Chloé Delmas

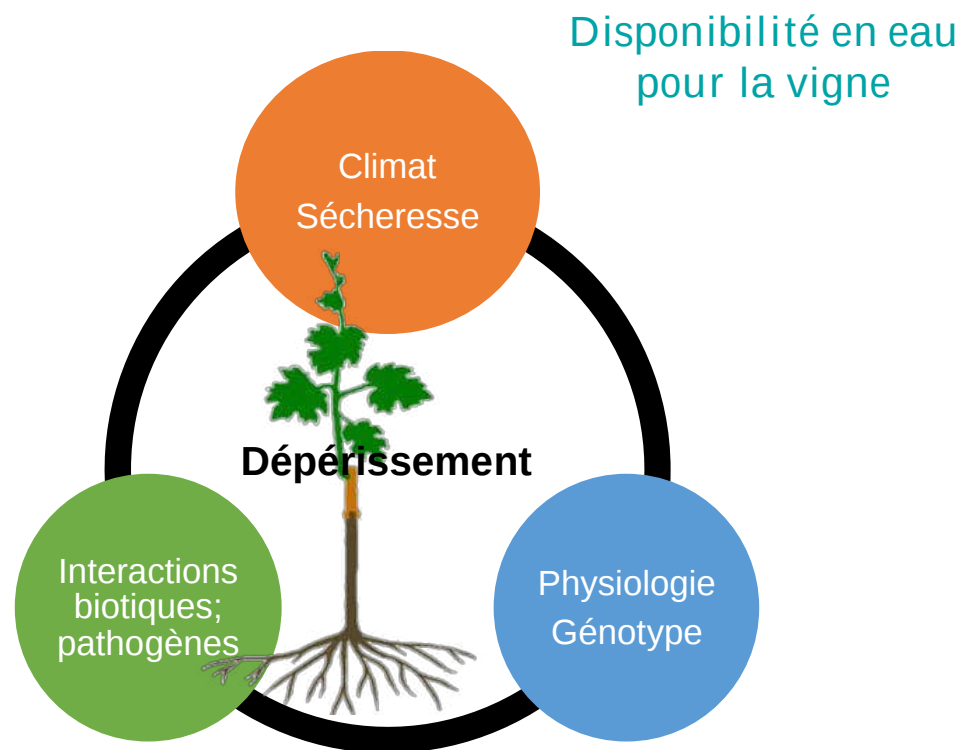
➤ Le dépérissement de la vigne

Baisse de rendement / mortalité due à des facteurs multiples et leurs interactions



➤ Le dépérissement de la vigne

Baisse de rendement / mortalité due à des facteurs multiples et leurs interactions

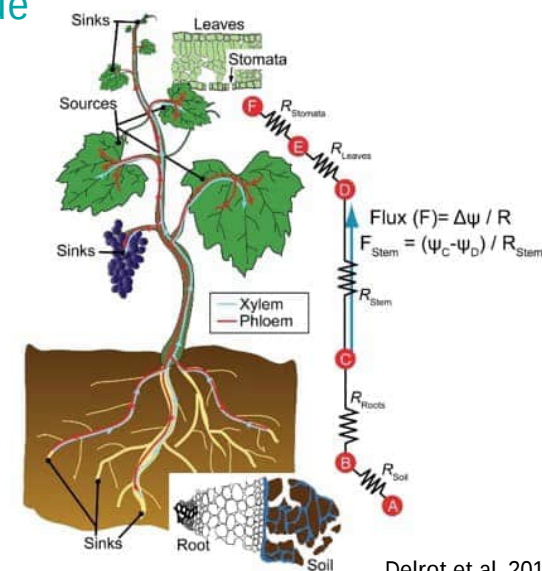
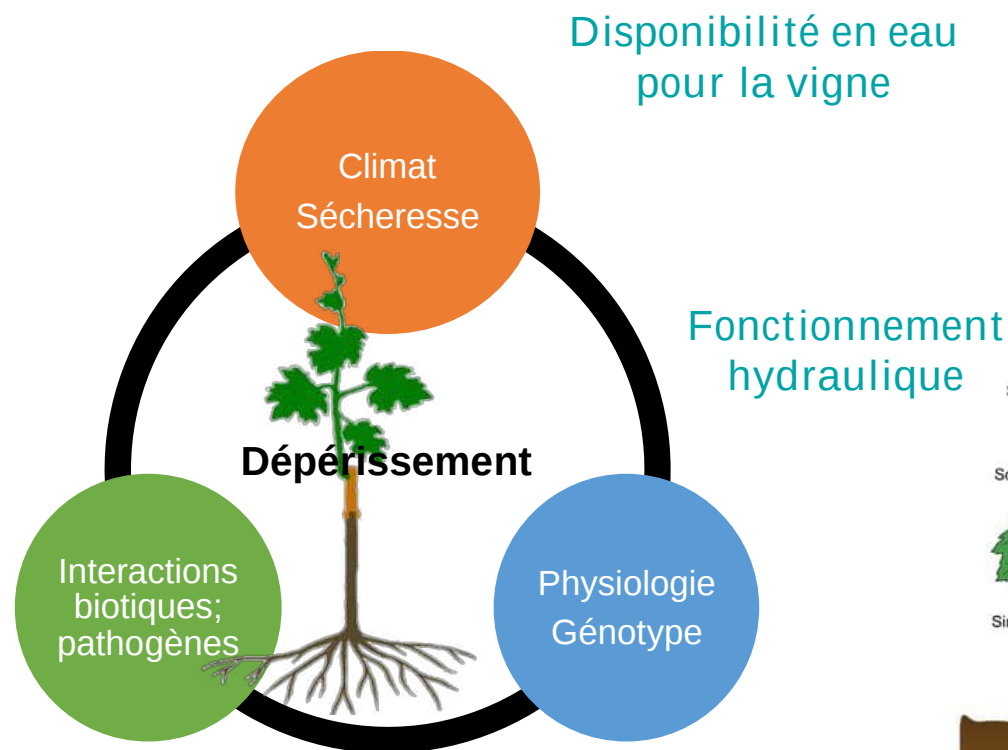


INRAE

Les besoins en eau de la vigne et leur influence dans les maladies du dépérissement
12 janvier 2023 / TechniLoire / Chloé Delmas

➤ Le dépérissement de la vigne

Baisse de rendement / mortalité due à des facteurs multiples et leurs interactions



Delrot et al. 2014

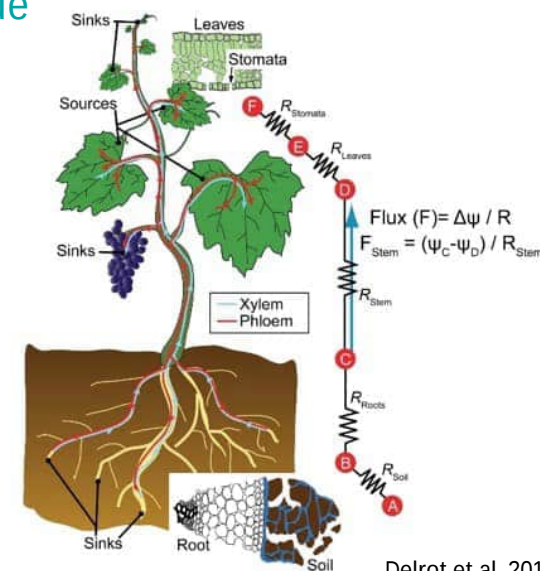
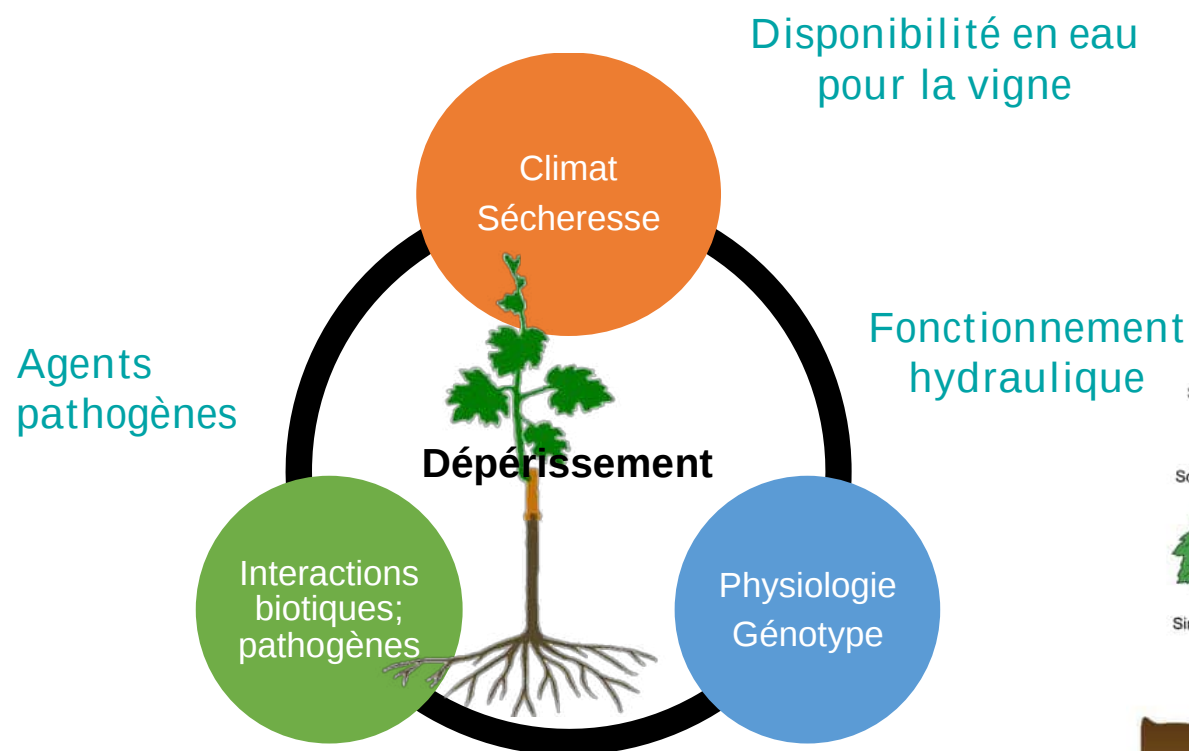
INRAE

Les besoins en eau de la vigne et leur influence dans les maladies du dépérissement

12 janvier 2023 / TechniLoire / Chloé Delmas

➤ Le dépérissement de la vigne

Baisse de rendement / mortalité due à des facteurs multiples et leurs interactions



Delrot et al. 2014



INRAE

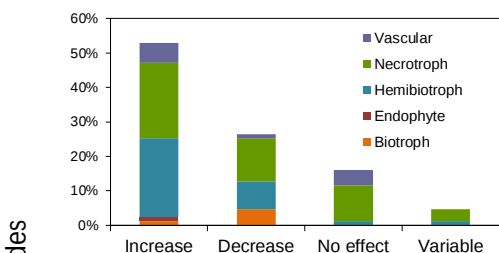
Les besoins en eau de la vigne et leur influence dans les maladies du dépérissement

12 janvier 2023 / TechniLoire / Chloé Delmas

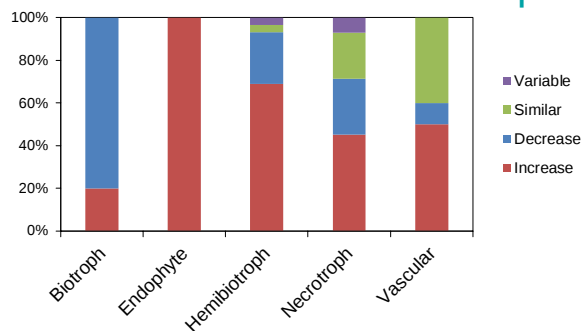
➤ Le dépérissement de la vigne

Baisse de rendement / mortalité due à des facteurs multiples et leurs interactions

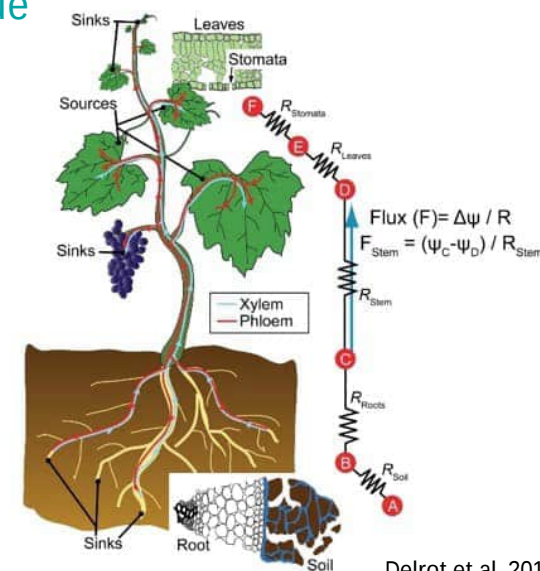
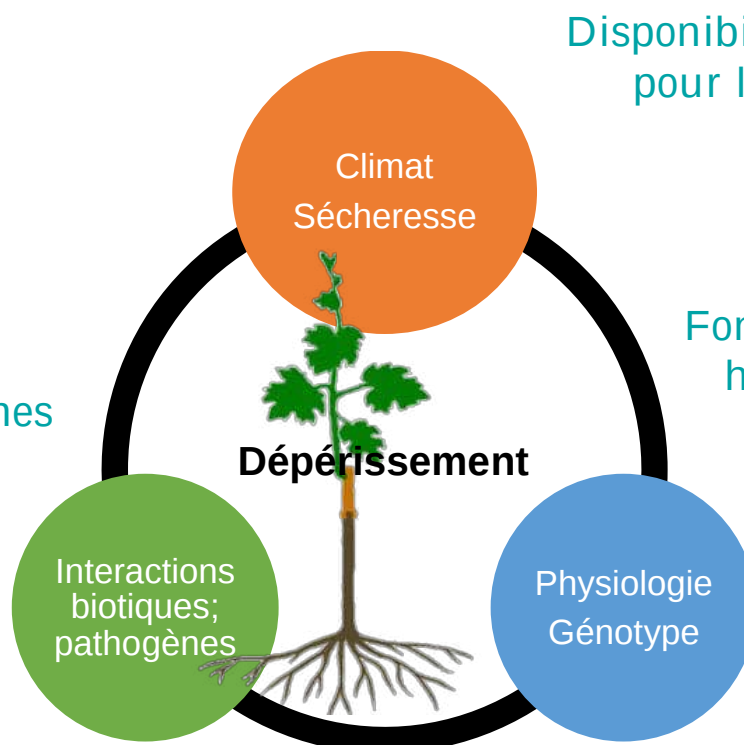
Impact sécheresse => maladies
(toutes plantes – champignons; n=91 pathosystèmes)



% études



Agents pathogènes



Delrot et al. 2014

INRAE

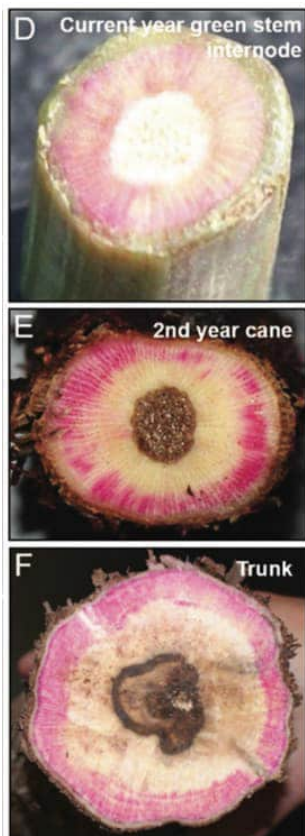
Les besoins en eau de la vigne et leur influence dans les maladies du dépérissement

12 janvier 2023 / TechniLoire / Chloé Delmas

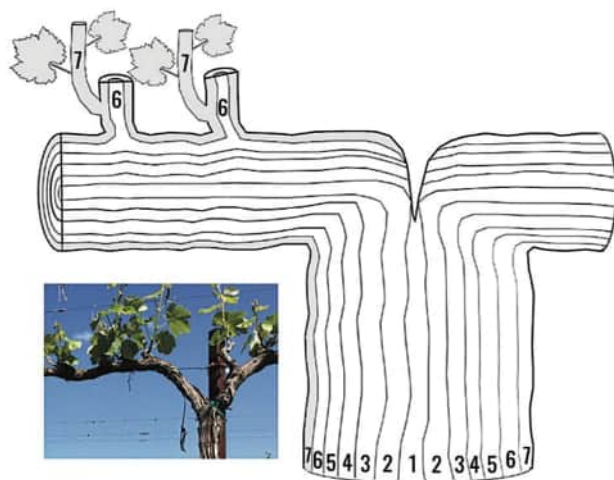


➤ Le dépérissement de la vigne

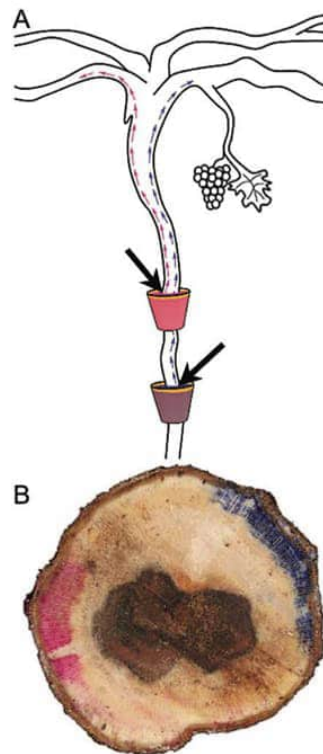
Le fonctionnement hydraulique au cœur de la problématique



McElrone et al. 2021



❖ Conduction de l'eau dans le xylème de l'année



❖ Sectorisation du système vasculaire...



... et de l'expression de l'esca



INRAE

Les besoins en eau de la vigne et leur influence dans les maladies du dépérissement
12 janvier 2023 / TechniLoire / Chloé Delmas

➤ Le dépérissement de la vigne

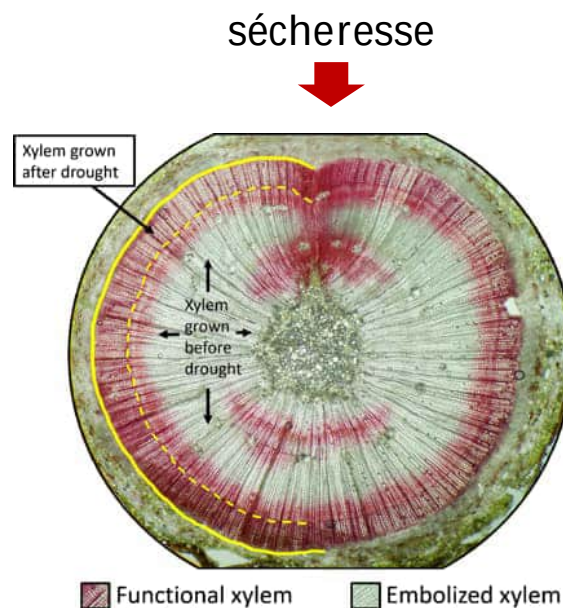
Le fonctionnement hydraulique au cœur de la problématique

Le dysfonctionnement hydraulique =

- Interruption de l'ascension de la sève via l'occlusion des vaisseaux :

- embolie gazeuse (cavitation)
- thyloses / gels (occlusion)
- les pathogènes eux-mêmes

conduisant à une **perte de conductivité hydraulique**



Hammond et al. 2019
Pinus taeda



Pouzoulet et al. en préparation

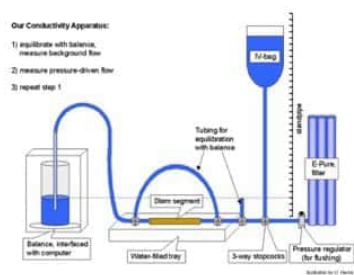
➤ Le dépérissement de la vigne: le cas de l'esca

Le fonctionnement hydraulique au cœur de la problématique

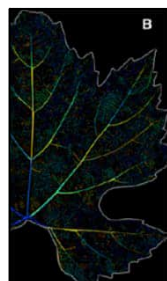
- (i) Les vaisseaux du xylème sont-ils fonctionnels (symptômes foliaires)?
- (ii) Quel(s) type(s) d'occlusions sont présentes ?
- (iii) Le symptôme foliaire d'esca est-il un processus de senescence unique?



Echanges gazeux



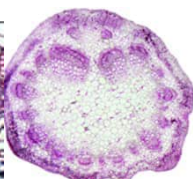
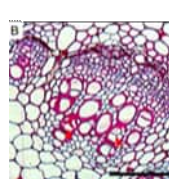
Mesures conductivité hydraulique



Technique optique



Micro-computed tomography (synchrotron)



Microscopie
Histologie



+ q PCR &
metabarcoding



➤ Impact de l'esca sur le fonctionnement hydraulique du cep de vigne

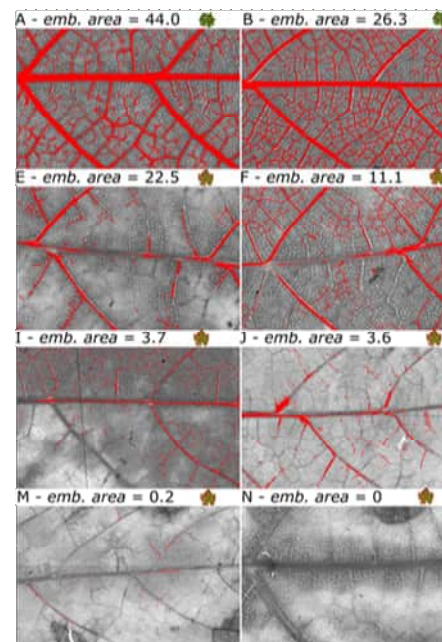
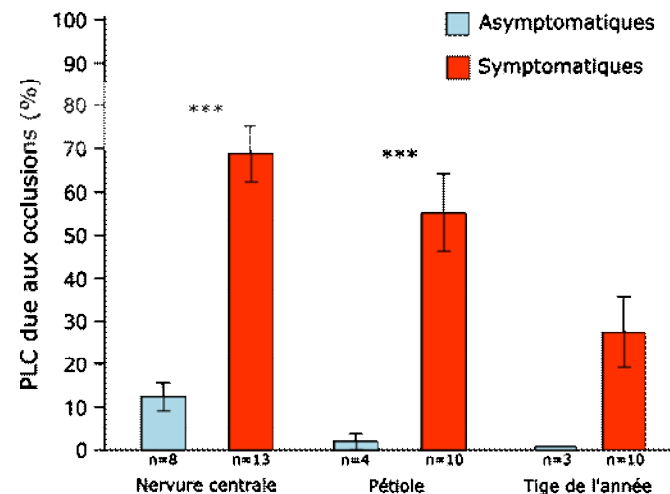
Bortolami et al. 2019 Plant Physiology
Bortolami et al. 2022 Tree Physiology
Bortolami et al. 2021 J Exp Botany

Doctorat de
Giovanni BORTOLAMI



- (i) Les vaisseaux du xylème sont-ils fonctionnels (symptômes foliaires)?
- (ii) Quel(s) type(s) d'occlusions sont présentes ?
- (iii) Le symptôme foliaire d'esca est-il un processus de senescence unique?

Microtomographie à rayons-X



Feuilles asymptomatiques

Symptômes foliaires d'esca => perte de conductivité hydraulique

Technique optique (optical vulnerability)

➤ Impact de l'esca sur le fonctionnement hydraulique du cep de vigne

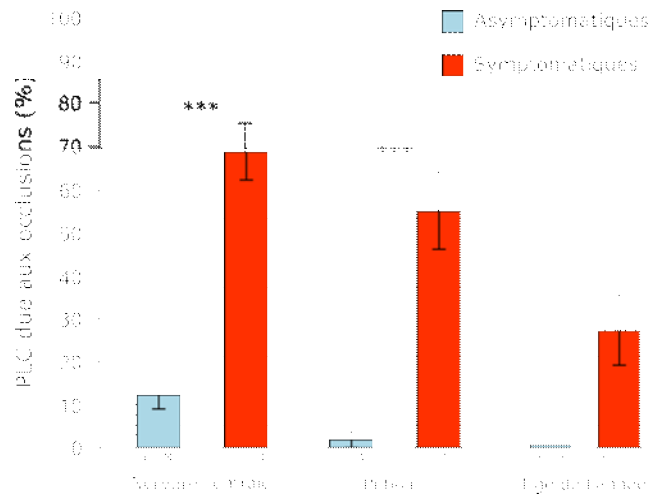
Bortolami et al. 2019 Plant Physiology
Bortolami et al. 2022 Tree Physiology
Bortolami et al. 2021 J Exp Botany

Doctorat de
Giovanni BORTOLAMI



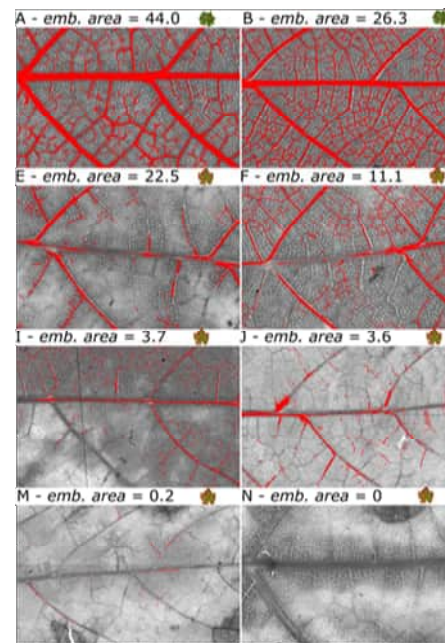
- (i) Les vaisseaux du xylème sont-ils fonctionnels (symptômes foliaires)?
- (ii) Quel(s) type(s) d'occlusions sont présentes ?
- (iii) Le symptôme foliaire d'esca est-il un processus de senescence unique?

Microtomographie à rayons-X

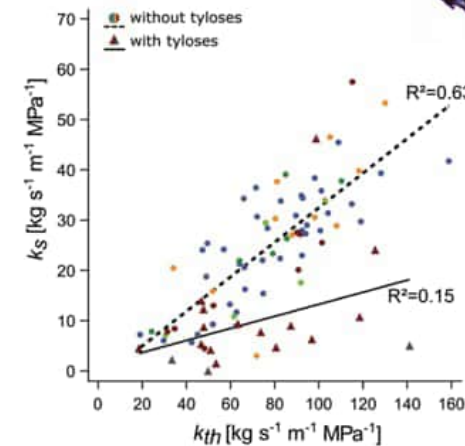
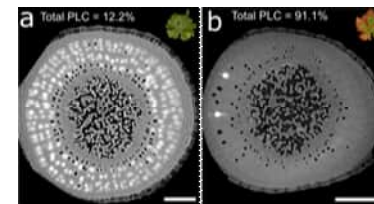


INRAE

Les besoins en eau de la vigne et leur influence dans les maladies du dépérissement
12 janvier 2023 / TechniLoire / Chloé Delmas



Technique optique (optical vulnerability)



Thylles=
Baisse conductivité
hydraulique

➤ Impact de l'esca sur le fonctionnement hydraulique du cep de vigne

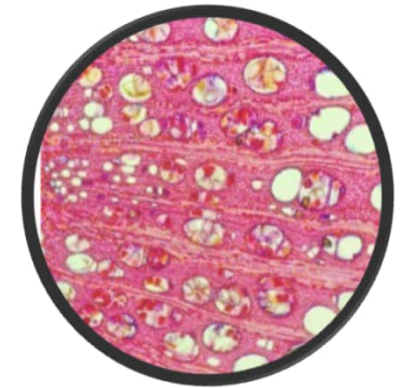
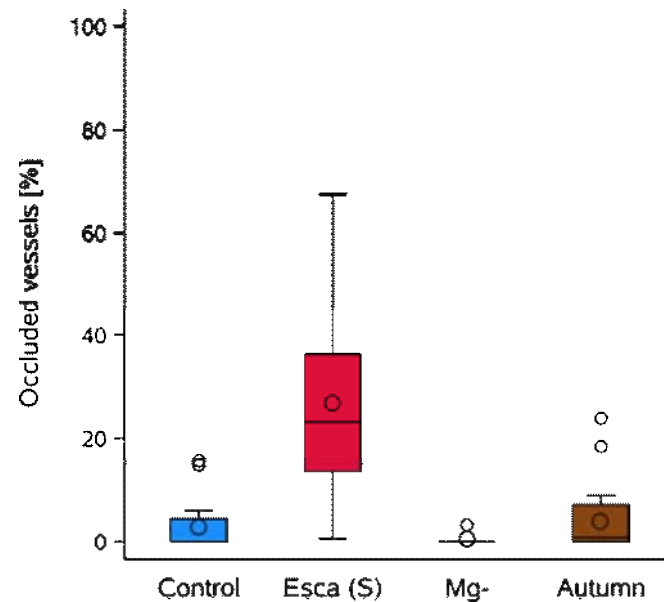
Bortolami et al. 2019 Plant Physiology
Bortolami et al. 2022 Tree Physiology
Bortolami et al. 2021 J Exp Botany

Doctorat de
Giovanni BORTOLAMI



- (i) Les vaisseaux du xylème sont-ils fonctionnels (symptômes foliaires)?
- (ii) Quel(s) type(s) d'occlusions sont présentes ?
- (iii) Le symptôme foliaire d'esca est-il un processus de senescence unique?

Production de thylls dans le
xylème de feuilles
symptomatiques d'esca



INRAE

Les besoins en eau de la vigne et leur influence dans les maladies du dépérissement
12 janvier 2023 / TechniLoire / Chloé Delmas

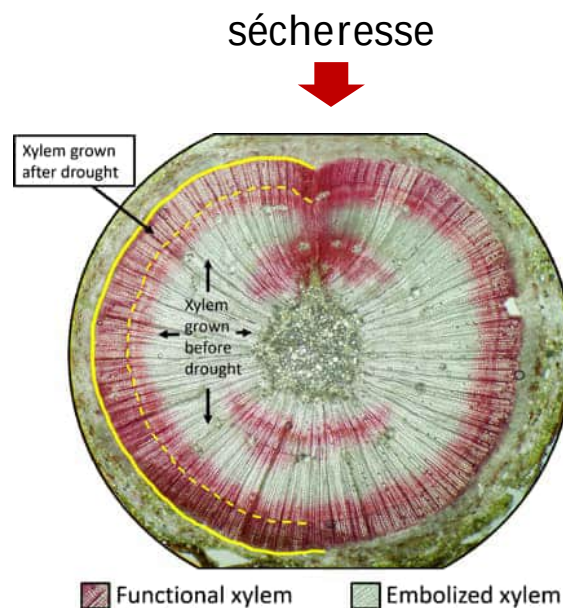
➤ Les besoins en eau de la vigne ⇔ dépérissement

Le dysfonctionnement hydraulique =

- Interruption de l'ascension de la sève via l'occlusion des vaisseaux :

- embolie gazeuse (cavitation)
- thylloses / gels (occlusion)
- les pathogènes eux-mêmes

conduisant à une **perte de conductivité hydraulique**



Hammond et al. 2019
Pinus taeda



Pouzoulet et al. en préparation

➤ Les besoins en eau de la vigne ⇔ dépérissement

Création d'un dispositif expérimental dédié
à l'étude de l'esca et de la sécheresse:
ceps âgés de 30 ans transplantés du vignoble en pots

Doctorats de

G. Bortolami & N. Dell'Acqua



12 janvier 2023 / TechniLoire / Chloé Delmas

➤ Interaction entre les besoins en eau et le développement de l'esca: approche expérimentale

La sécheresse peut-elle aggraver le dysfonctionnement hydraulique déjà causé par l'esca?

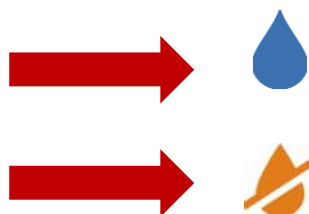
La disponibilité en eau interagit-elle avec le développement des symptômes foliaires de l'esca?



Doctorat de
Ninon Dell'Acqua



- ❖ 20 plants de Sauvignon blanc
- ❖ balances individuelles (plateforme Bordô de l'UMR EGFV) pour estimer la transpiration



Sécheresse appliquée
après l'expression des
symtômes

⚠ Résultats
préliminaires!

➤ Interaction entre les besoins en eau et le développement de l'esca: approche expérimentale

La sécheresse peut-elle aggraver le dysfonctionnement hydraulique déjà causé par l'esca?

La disponibilité en eau interagit-elle avec le développement des symptômes foliaires de l'esca?



Doctorat de
Ninon Dell'Acqua

L'arrêt de l'irrigation n'a pas entraîné d'apoplexie
pour les plantes déjà symptomatiques



Asymptomatique (n=8)



Esca (n=7)

Photos: 2 semaines sans irrigation

⚠ Résultats
préliminaires!



Doctorat de
Ninon Dell'Acqua

➤ Interaction entre les besoins en eau et le développement de l'esca: approche expérimentale

La sécheresse peut-elle aggraver le dysfonctionnement hydraulique déjà causé par l'esca?

La disponibilité en eau interagit-elle avec le développement des symptômes foliaires de l'esca?

L'arrêt de l'irrigation n'a pas entraîné d'apoplexie pour les plantes déjà symptomatiques

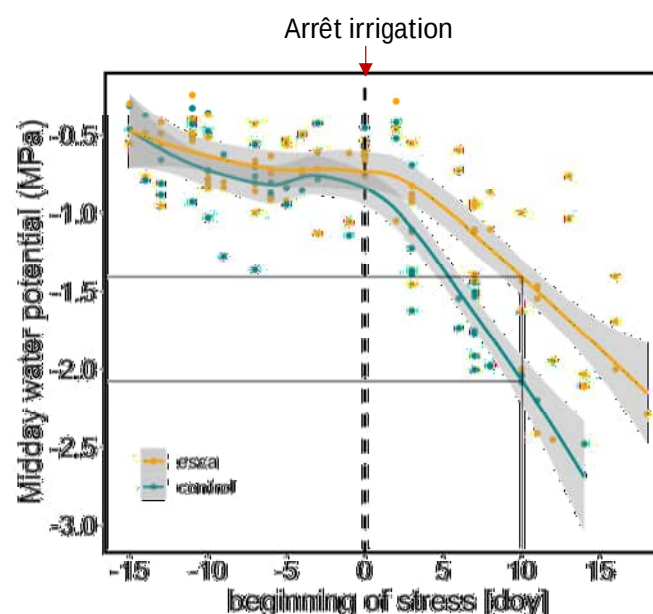


Asymptomatique (n=8)



Esca (n=7)

Photos: 2 semaines sans irrigation



⚠ Résultats
préliminaires!

Chute du potentiel
hydrique freinée par la
présence de
symptômes d'esca
(plus faible surface
transpirante)



INRAE

Les besoins en eau de la vigne et leur influence dans les maladies du dépérissement

12 janvier 2023 / TechniLoire / Chloé Delmas

➤ Interaction entre les besoins en eau et le développement de l'esca: approche expérimentale

La sécheresse peut-elle aggraver le dysfonctionnement hydraulique déjà causé par l'esca?

La disponibilité en eau interagit-elle avec le développement des symptômes foliaires de l'esca?



Giovanni
BORTOLAMI

Sécheresse appliquée
avant l'expression des
symptômes



- ❖ 51 ceps de Sauvignon blanc
- ❖ Dont 19 sur balances individuelles (plateforme Bordô de l'UMR EGFV) pour estimer la transpiration



INRAE

Les besoins en eau de la vigne et leur influence dans les maladies du dépérissement

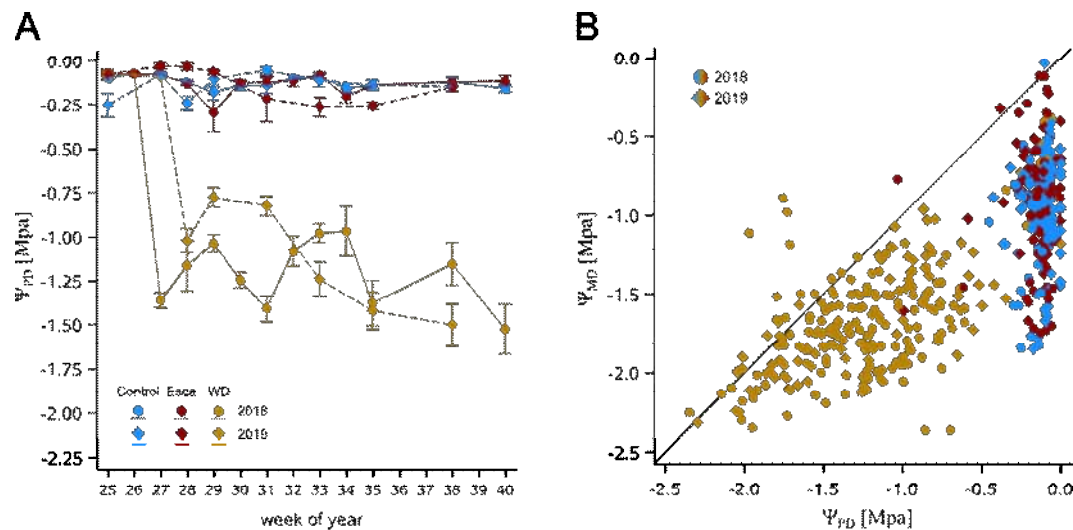
12 janvier 2023 / TechniLoire / Chloé Delmas

➤ Interaction entre les besoins en eau et le développement de l'esca: approche expérimentale

La sécheresse peut-elle aggraver le dysfonctionnement hydraulique déjà causé par l'esca?
La disponibilité en eau interagit-elle avec le développement des symptômes foliaires de l'esca?



Giovanni
BORTOLAMI



- Les plantes soumises à la sécheresse sont maintenues à des potentiels de base de -1 MPa (fermeture stomatique)
- L'Esca n'induit pas de variation du potentiel hydrique chez la vigne



INRAE

Les besoins en eau de la vigne et leur influence dans les maladies du dépérissement
12 janvier 2023 / TechniLoire / Chloé Delmas

Bortolami et al. 2021 PNAS

p. 19

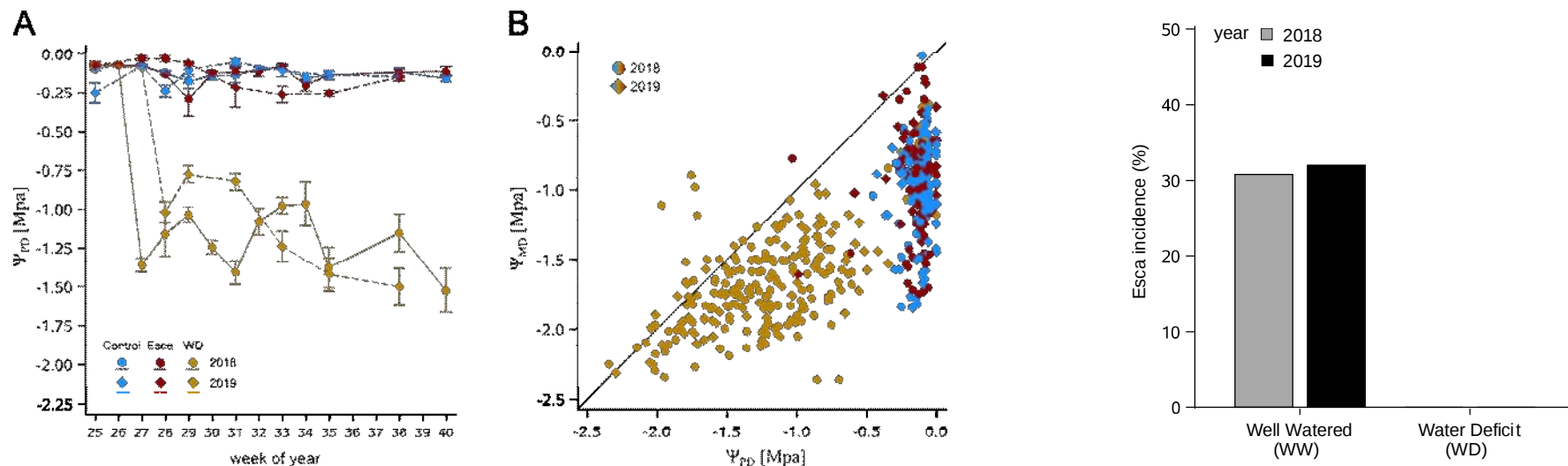


Giovanni
BORTOLAMI

➤ Interaction entre les besoins en eau et le développement de l'esca: approche expérimentale

La sécheresse peut-elle aggraver le dysfonctionnement hydraulique déjà causé par l'esca?

La disponibilité en eau interagit-elle avec le développement des symptômes foliaires de l'esca?



➤ Les plantes soumises à la sécheresse sont maintenues à des potentiels de base de -1 MPa (fermeture stomatique)

➤ L'Esca n'induit pas de variation du potentiel hydrique chez la vigne

INRAE

Les besoins en eau de la vigne et leur influence dans les maladies du dépérissement

12 janvier 2023 / TechniLoire / Chloé Delmas

Bortolami et al. 2021 PNAS

p. 20

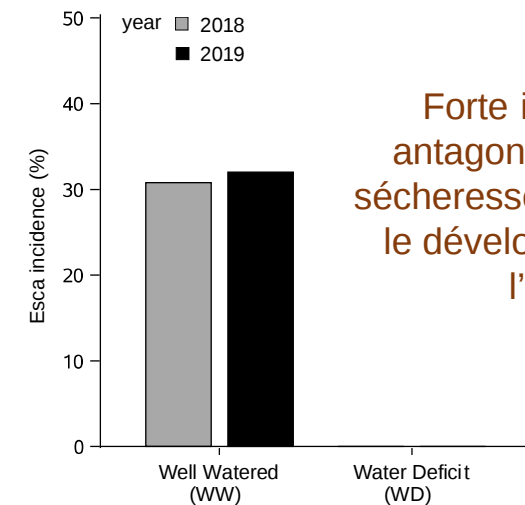
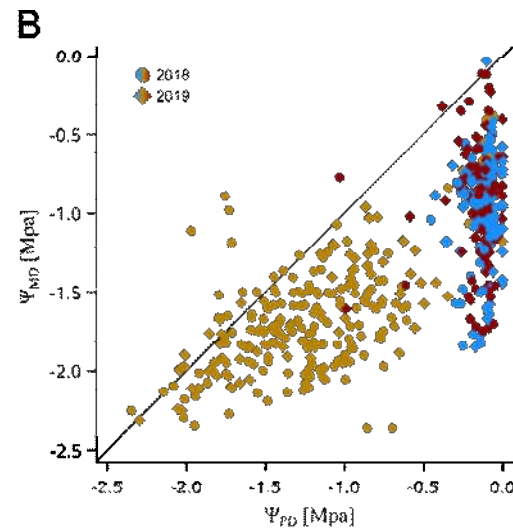
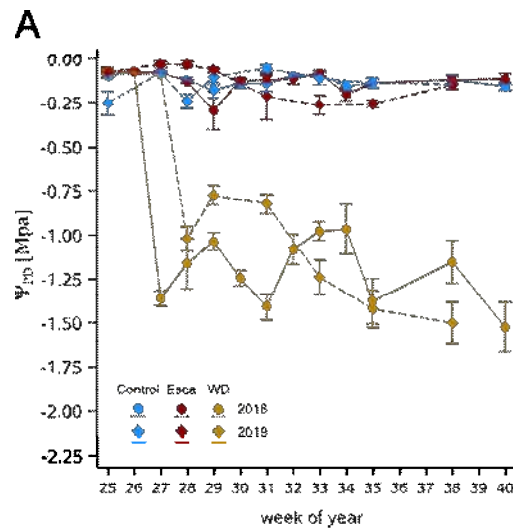


Giovanni
BORTOLAMI

➤ Interaction entre les besoins en eau et le développement de l'esca: approche expérimentale

La sécheresse peut-elle aggraver le dysfonctionnement hydraulique déjà causé par l'esca?

La disponibilité en eau interagit-elle avec le développement des symptômes foliaires de l'esca?



Forte interaction
antagoniste entre la
sécheresse appliquée et
le développement de
l'esca

➤ Les plantes soumises à la sécheresse sont maintenues à des potentiels de base de -1 MPa (fermeture stomatique)

➤ L'Esca n'induit pas de variation du potentiel hydrique chez la vigne

Le statut hydrique de la vigne joue un rôle clé dans le développement des symptômes
=> conditions climatiques

INRAE

Les besoins en eau de la vigne et leur influence dans les maladies du dépérissement

12 janvier 2023 / TechniLoire / Chloé Delmas

Bortolami et al. 2021 PNAS

p. 21

➤ Interaction entre les besoins en eau et le développement de l'esca: approche régionale

Quel est le rôle des facteurs climatiques et agronomiques dans la dynamique de développement de l'esca?

Post-doc
Thibaut FREJAVILLE



➤ Interaction entre les besoins en eau et le développement de l'esca: approche régionale

Quel est le rôle des facteurs climatiques et agronomiques dans la dynamique de développement de l'esca?

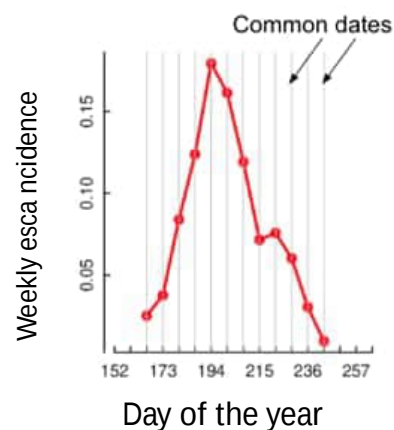
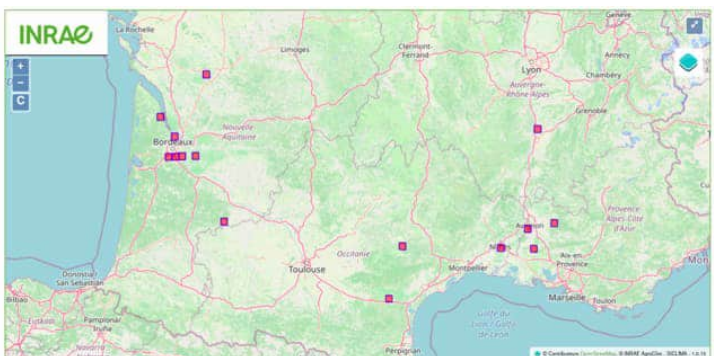
Post-doc
Thibaut FREJAVILLE



50 sites dans le sud de la France

(69 couples site-année)

Notations bihebdomadaires (P. Lecomte & P. Larignon)

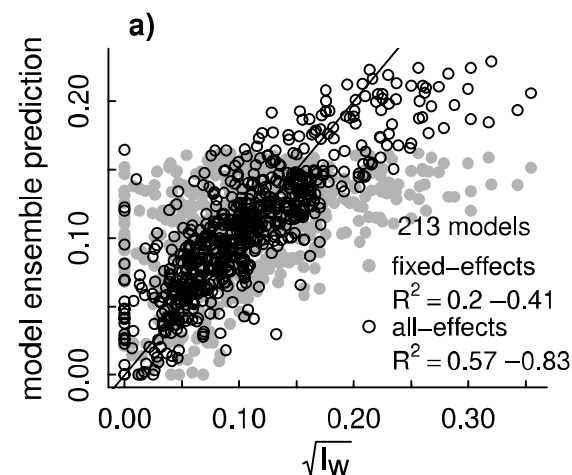


Couhins III-6, 2021 (Sauvignon)

20 paramètres climatiques (SAFRAN) - phénologie candidats

Covariables: temps, site, âge, cépage

=> Ensemble de modèles statistiques



Incidence esca hebdomadaire
20 à 41% expliqué par le climat et le temps



INRAE

Les besoins en eau de la vigne et leur influence dans les maladies du dépérissement

12 janvier 2023 / TechniLoire / Chloé Delmas

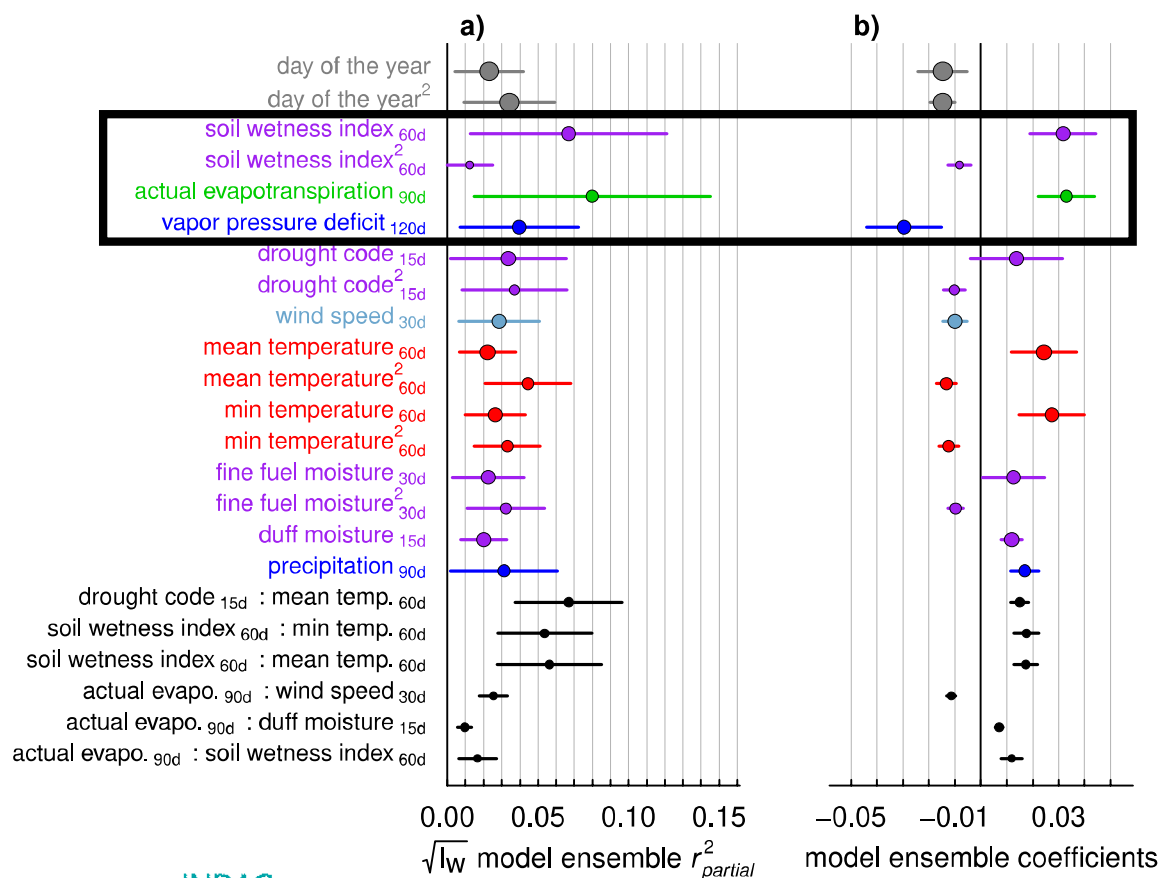
➤ Interaction entre les besoins en eau et le développement de l'esca: approche régionale



Post-doc
Thibaut FREJAVILLE

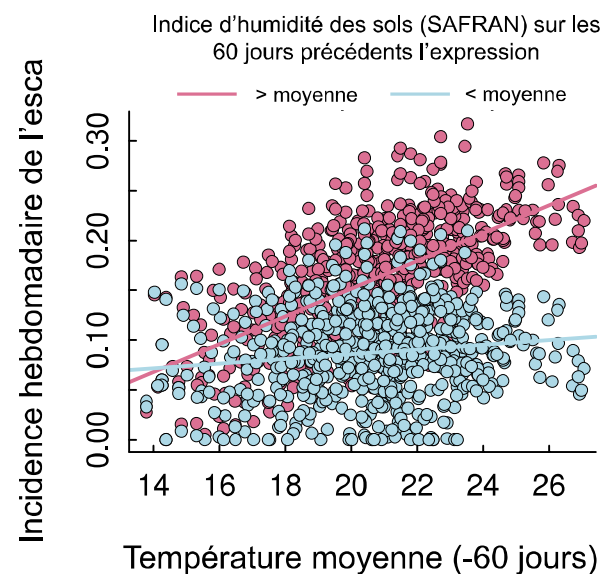
selection ratio
○ 0.1 ○ 0.5 ○ 1

● temperature ● evapotranspiration ● time
● rain/humidity ● soil moisture ● interaction
● wind



Plus forte expression d'esca hebdomadaire si dans les 2-4 mois avant:

- (i) sol profond humide;
- (ii) forte evapotranspiration
- (iii) faible VPD



Interaction significative
température moyenne
et humidité du sol
profond (60 jours)

INRAE

Les besoins en eau de la vigne et leur influence dans les maladies du dépérissement
12 janvier 2023 / TechniLoire / Chloé Delmas

➤ Interaction entre les besoins en eau et le développement de l'esca: approche régionale

Projet CLIMESCA



Quel est le rôle des facteurs climatiques et agronomiques dans l'incidence de l'esca à l'échelle nationale?

Données Observatoires maladies du bois & mortalité

7 régions, >12000 couples parcelle/année
séries temporelles (2003-2022)
+ variables agronomiques

modèles
écologiques
prédictifs

Données climatiques modélisées historiques et futures

variables climatiques
variabilité et évolution climatique
période 1950-2100

cartes et représentations graphiques

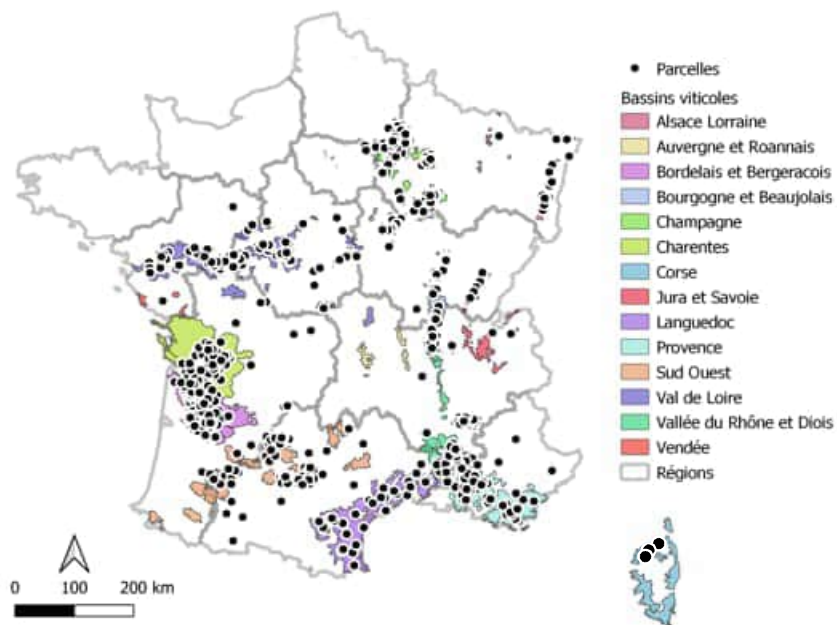
➤ Interaction entre les besoins en eau et le développement de l'esca: approche régionale

Projet CLIMESCA



Quel est le rôle des facteurs climatiques et agronomiques dans l'incidence de l'esca à l'échelle nationale?

Observations maladies du bois & mortalité:
>10000 couples parcelle /année (2003-2022)



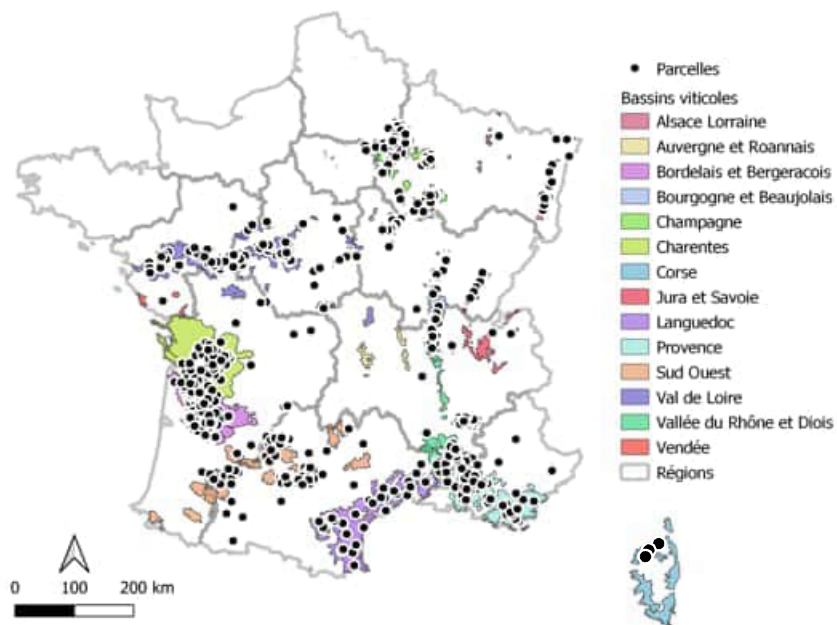
➤ Interaction entre les besoins en eau et le développement de l'esca: approche régionale

Projet CLIMESCA



Quel est le rôle des facteurs climatiques et agronomiques dans l'incidence de l'esca à l'échelle nationale?

Observations maladies du bois & mortalité:
>10000 couples parcelle /année (2003-2022)



modèles
écologiques
prédictifs

**Données
climatiques modélisées
historiques et futures**

variables climatiques
variabilité et évolution climatique
période 1950-2100



save
santé et agroécologie du vignoble

310/11



➤ Les besoins en eau de la vigne et leur influence dans les maladies du dépérissement

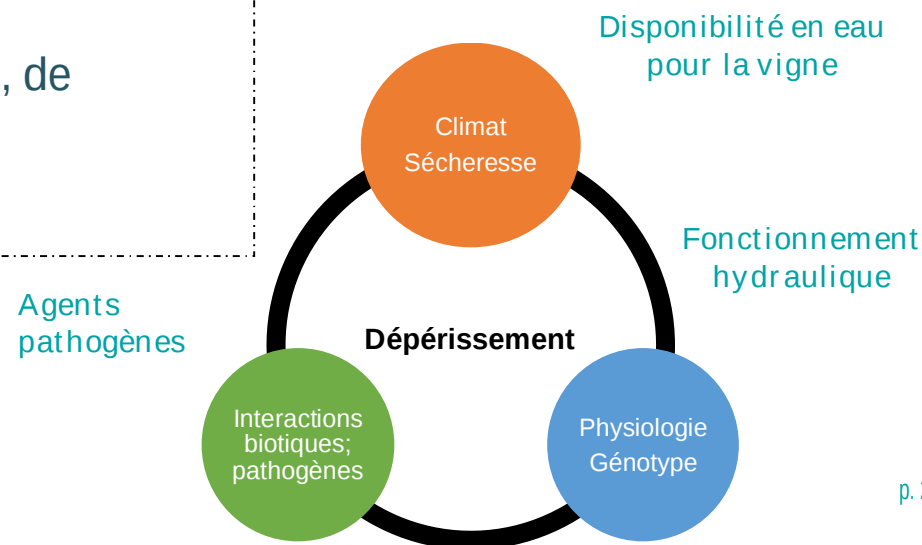
➤ Rôle de facteurs multiples et leurs interactions

➤ Disponibilité en eau:

=> état physiologique de la vigne (statut hydrique, métabolisme)

=> communauté microbienne et facteurs de virulence des agents pathogènes

➤ Intégrer ces connaissances pour un ensemble de cépages, de maladies et de stress climatiques



INRAE

Les besoins en eau de la vigne et leur influence dans les maladies du dépérissement

12 janvier 2023 / TechniLoire / Chloé Delmas



Les besoins en eau de la vigne et leur influence dans les maladies du dépérissement

Chloé Delmas

Contact: chloe.delmas@inrae.fr
[@cel_delmas](#)

& G. Bortolami, N. Dell'Acqua, J. Pouzoulet, T. Frejaville, L. Lamarque, P. Gastou, L. Etienne, M. Chambard, L. Guérin-Dubrana, N. Ferrer, J. Jolivet, P. Lecomte, G. Gambetta, S. Delzon, R. Burlett, P. Larignon, D. Gramaje, K. Baumgartner, G. Romanazzi... à nos collègues de l'UMR SAVE, EGFV, BIOGECO, LEPSE, BFP, UE PR & Vigne Vin Bordeaux, UC DAVIS, aux Châteaux Couhins et Luchey halde, stagiaires ayant participé à ce travail, partenaires ayant fourni les données pour CLIMESCA