

➤ Vers des plantes plus efficaces dans leur utilisation de l'eau: l'écophysiologie pour accompagner le choix variétal

Aude COUPEL-LEDRU – Chargée de Recherche - UMR LEPSE - INRAE

L'efficacité d'utilisation de l'eau, un caractère clé



WUE: carbon gain / water loss

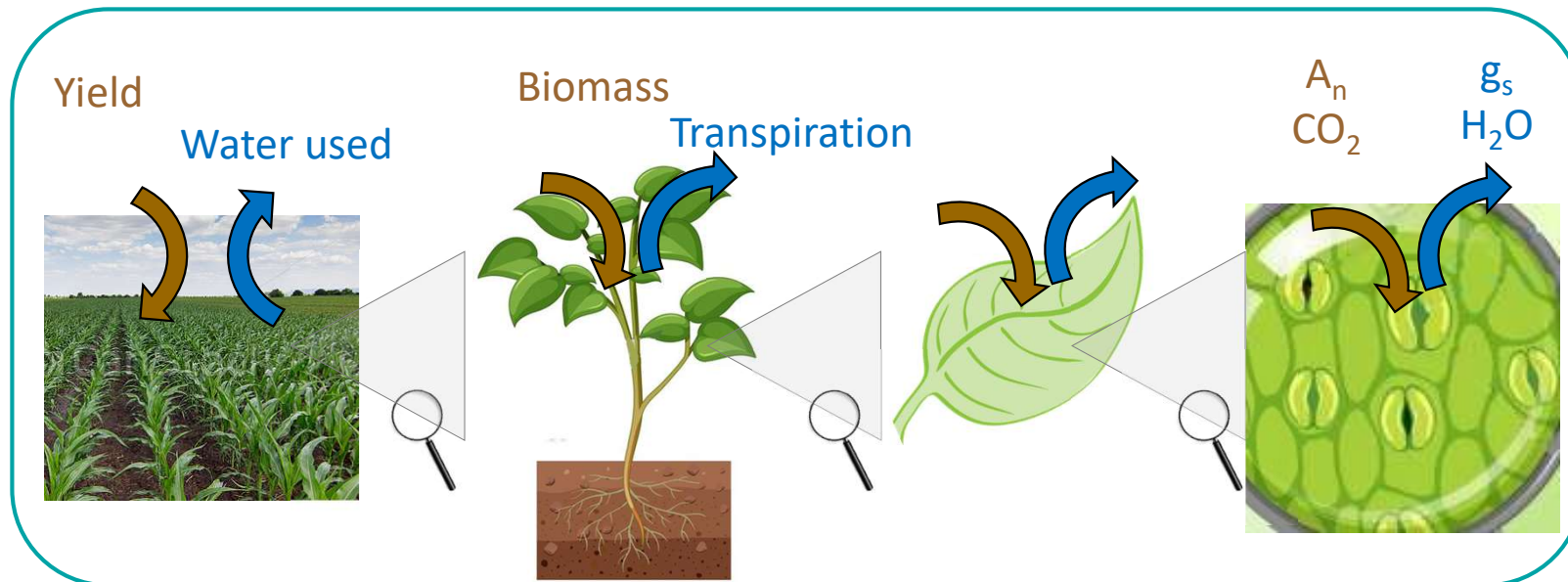


Figure adapted from Coupel-Ledru 2021, eLS

L'efficacité d'utilisation de l'eau, un caractère clé



WUE: carbon gain / water loss

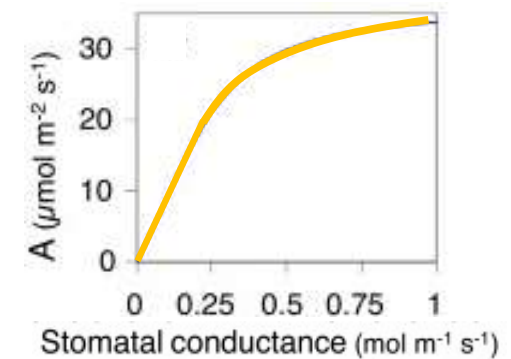
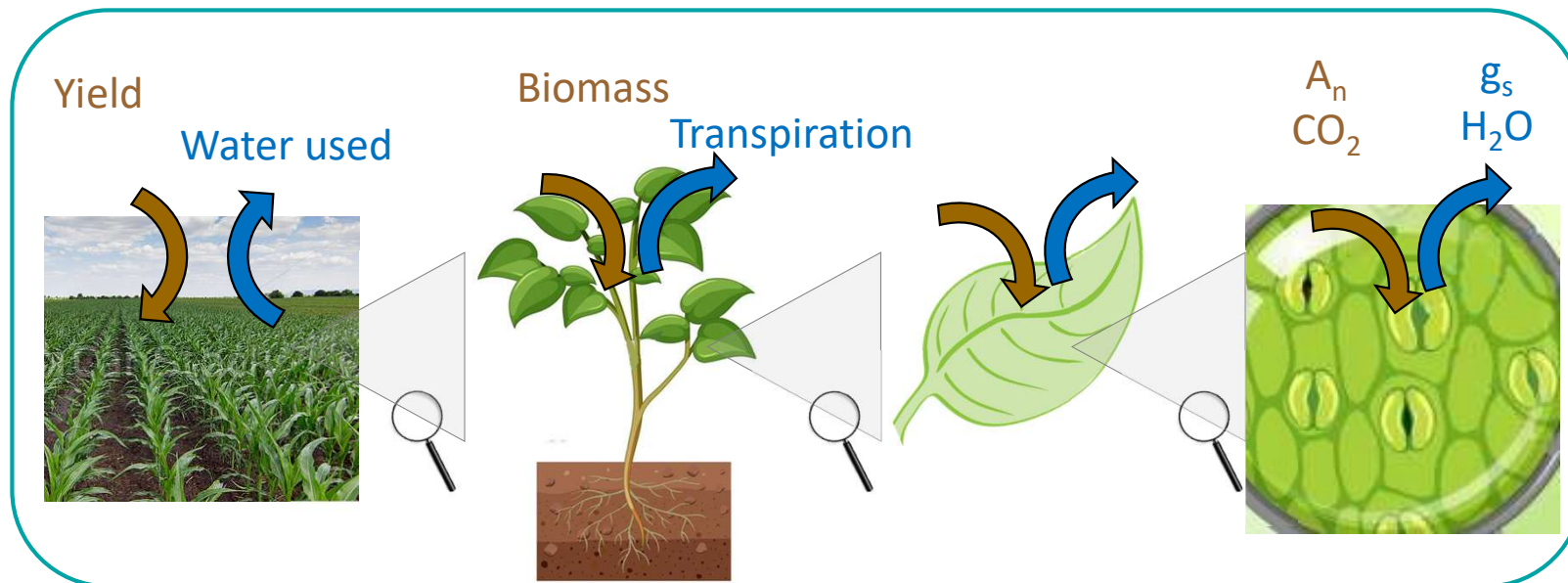


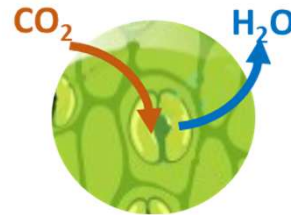
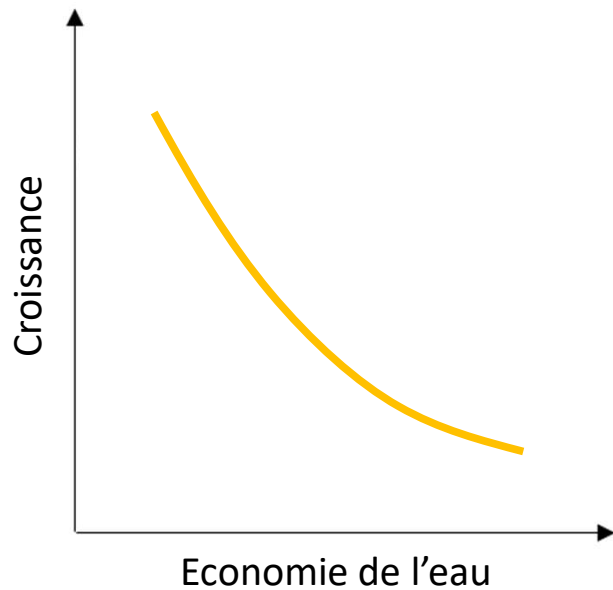
Figure adapted from Coupel-Ledru 2021, eLS

Tardieu 2021, Curr Opinion in Biotech

Peut-on optimiser l'efficacité d'utilisation de l'eau (WUE) **tout en** maintenant la croissance?

Un problème pas si facile à résoudre car les processus sont **étroitement couplés**

L'efficacité d'utilisation de l'eau, un caractère clé



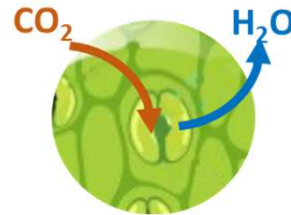
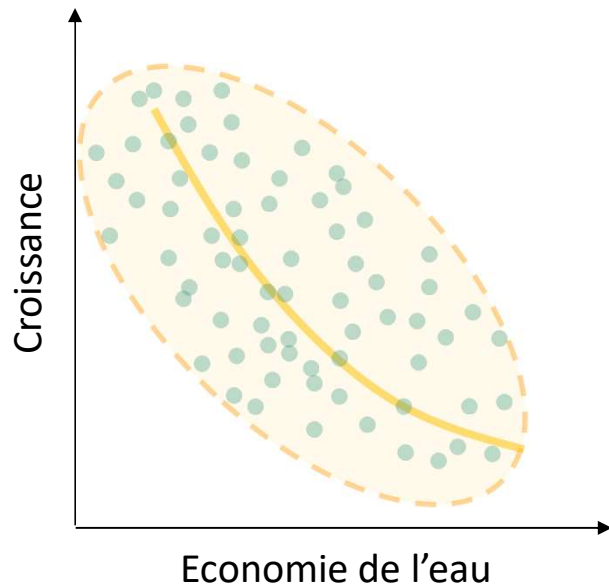
Peut-on optimiser l'efficacité d'utilisation de l'eau (WUE) **tout en** maintenant la croissance?

Un problème pas si facile à résoudre car les processus sont **étroitement couplés**

Optimiser conjointement plusieurs caractères: possible?



Ces relations ne sont pas toujours strictes ni directes: Changeons d'échelle ! → **Diversité génétique**



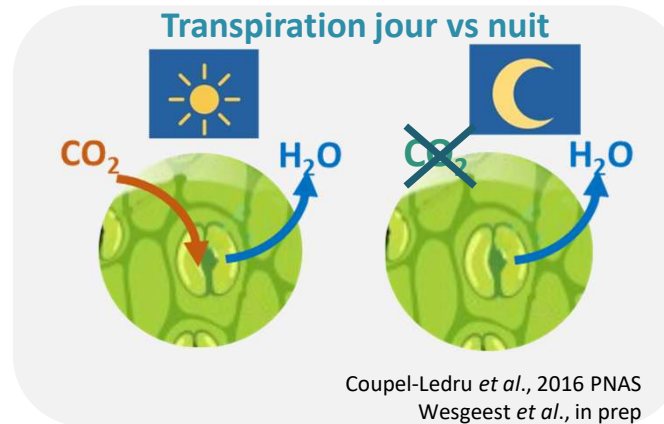
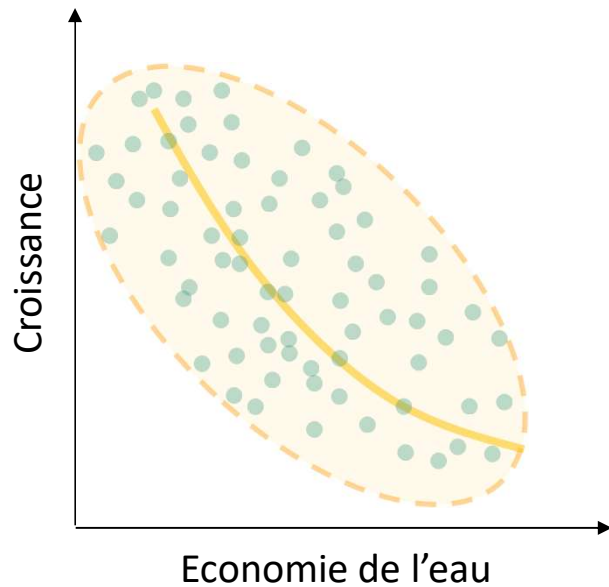
Optimiser conjointement plusieurs caractères: possible?



Ces relations ne sont pas toujours strictes ni directes: Changeons d'échelle ! → Diversité génétique



+ échelle temporelle



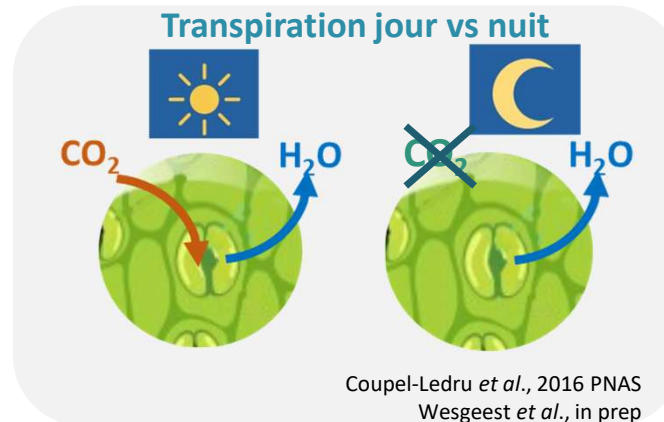
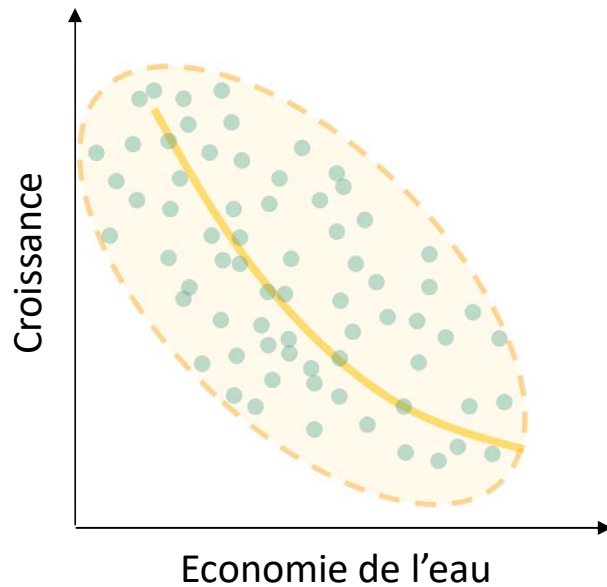
Optimiser conjointement plusieurs caractères: possible?



Ces relations ne sont pas toujours strictes ni directes: Changeons d'échelle ! → Diversité génétique



+ échelle temporelle



- 200 géotypes descendants d'un croisement Syrah X Grenache
- Plateformes de Phénotypage (conditions semi-contrôlées)



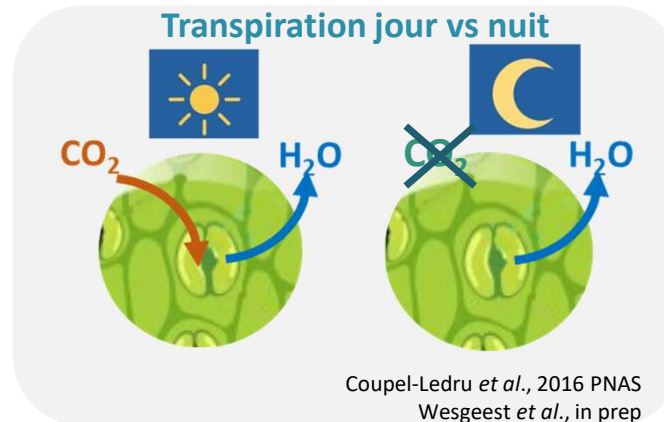
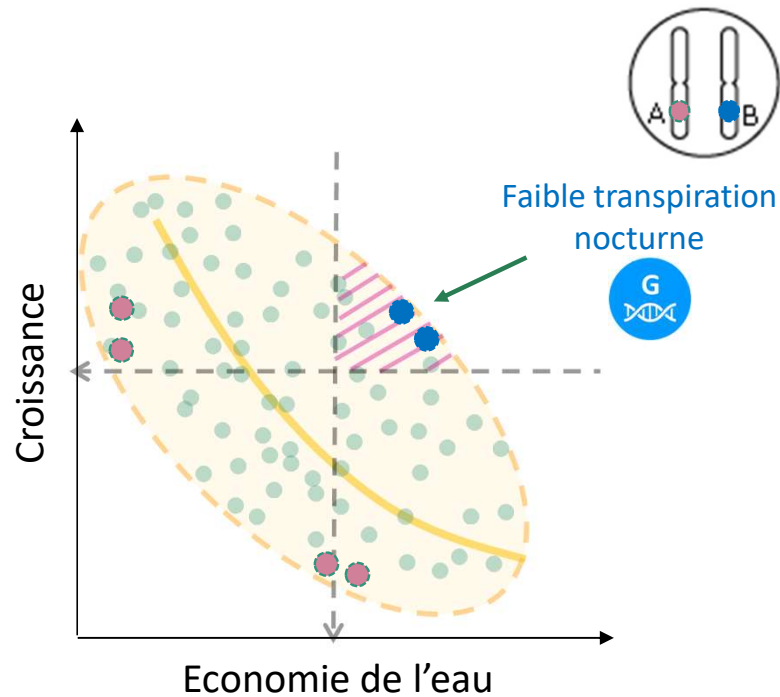
Optimiser conjointement plusieurs caractères: possible?



Ces relations ne sont pas toujours strictes ni directes: Changeons d'échelle ! → **Diversité génétique**



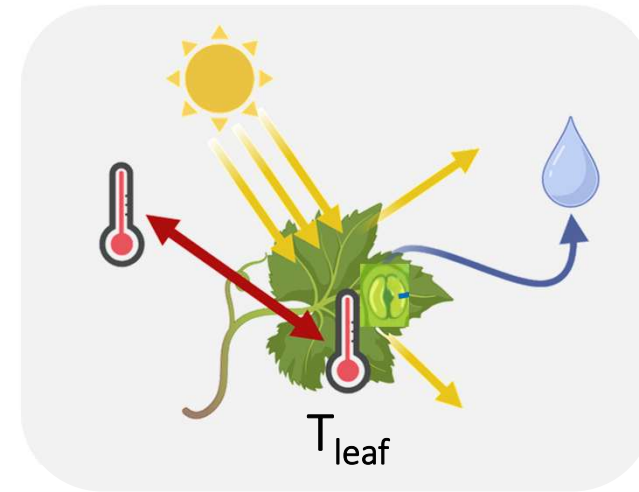
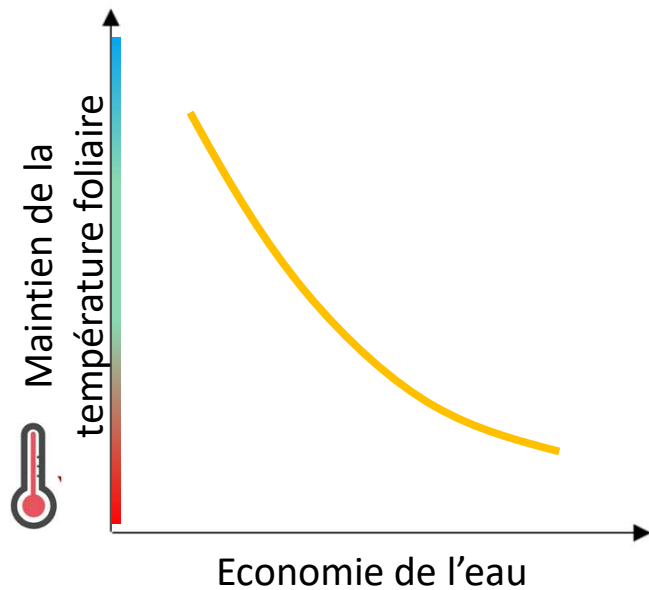
+ **échelle temporelle**



- 200 géotypes descendants d'un croisement Syrah X Grenache
- Plateformes de Phénotypage (conditions semi-contrôlées)



Optimiser conjointement plusieurs caractères: possible?

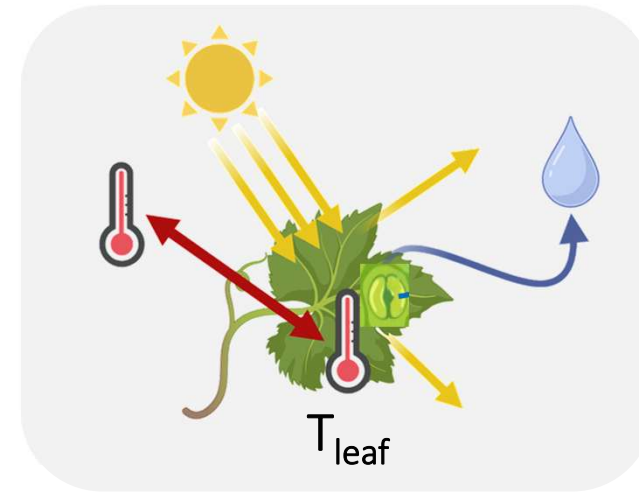
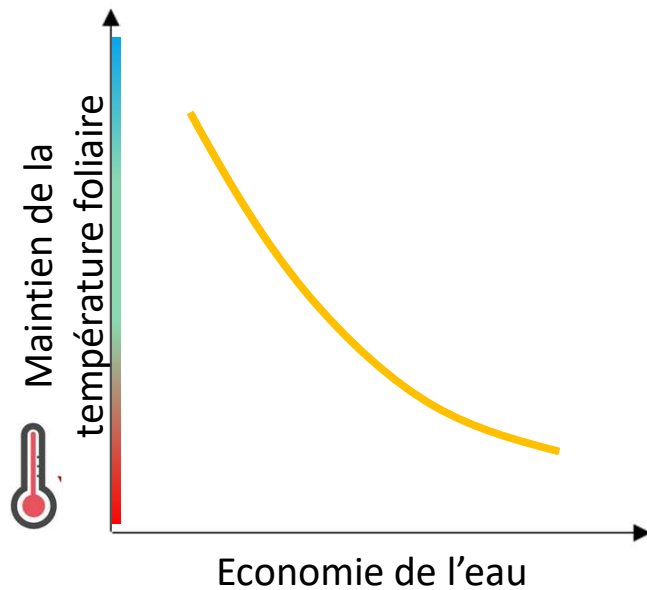


Encore des compromis problématiques, en particulier dans les contextes de **sécheresse + canicule?**

Optimiser conjointement plusieurs caractères: possible?



Ces relations ne sont pas toujours strictes ni directes: Changeons d'échelle ! → **Diversité génétique**



- **280 variétés** = panel de diversité
- Conditions de plein champ (vignoble Pech Rouge)

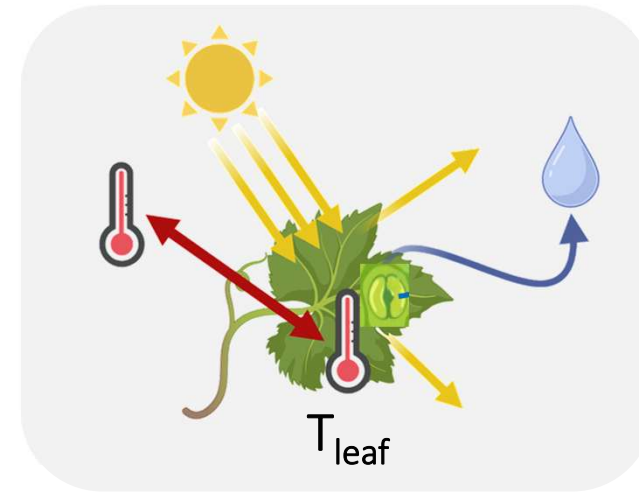
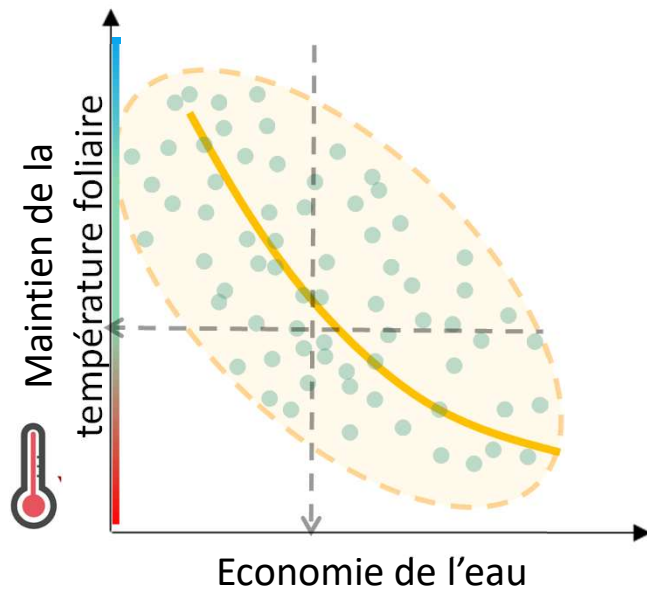


Chir et al. 2025, J Exp Bot

Optimiser conjointement plusieurs caractères: possible?



Ces relations ne sont pas toujours strictes ni directes: Changeons d'échelle ! → **Diversité génétique**



- **280 variétés** = panel de diversité
- Conditions de plein champ (vignoble Pech Rouge)



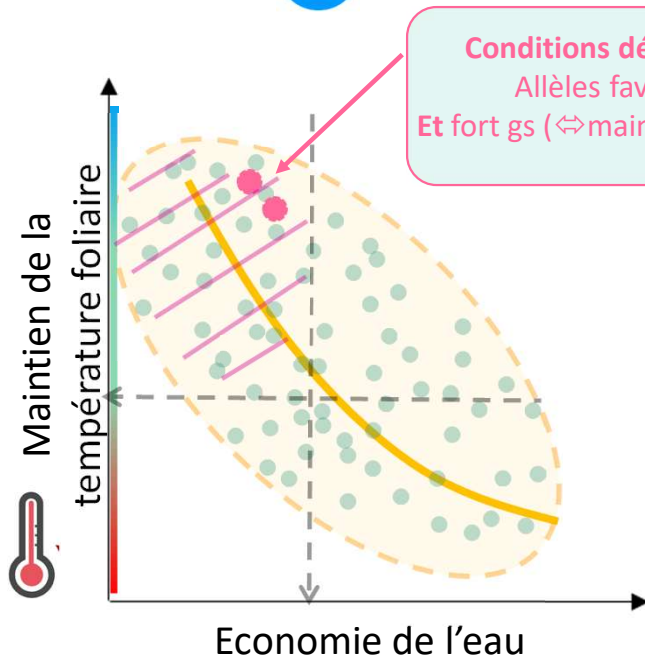
©T Simonneau

Chir et al. 2025, J Exp Bot

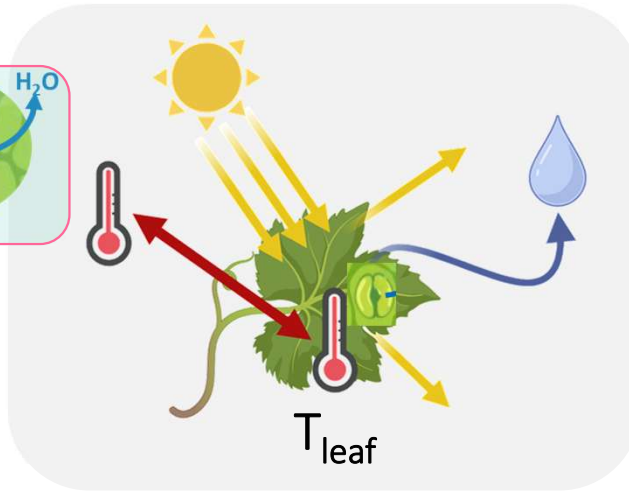
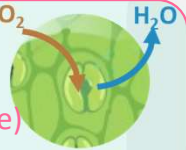
Optimiser conjointement plusieurs caractères: possible?



Ces relations ne sont pas toujours strictes ni directes: Changeons d'échelle ! → **Diversité génétique**



Conditions déficit hydrique modéré
Allèles favorisant faible T_{leaf}
Et fort g_s (\Leftrightarrow maintien de la photosynthèse)



- **280 variétés** = panel de diversité
- Conditions de plein champ (vignoble Pech Rouge)



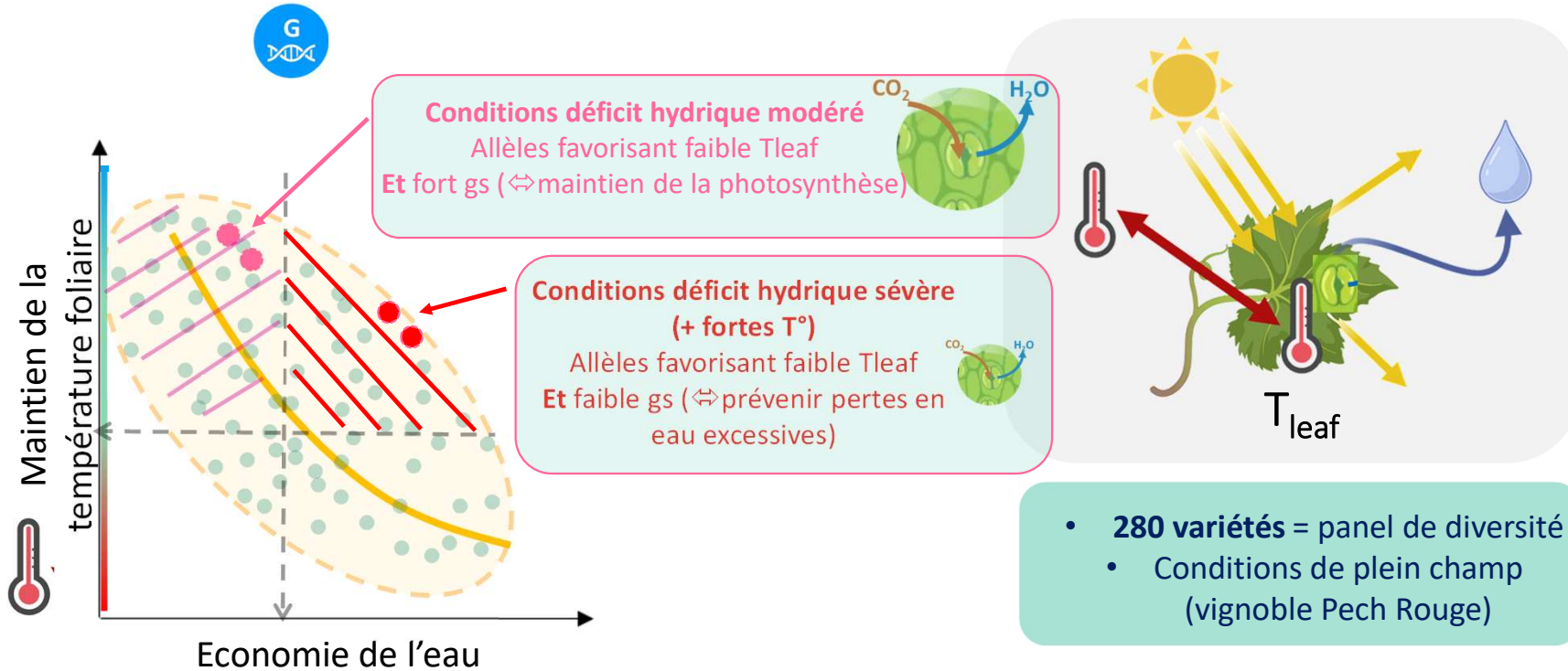
©T Simonneau

Chir et al. 2025, J Exp Bot

Optimiser conjointement plusieurs caractères: possible?



Ces relations ne sont pas toujours strictes ni directes: Changeons d'échelle ! → **Diversité génétique**



©T Simonneau

Chir et al. 2025, J Exp Bot

Optimiser conjointement plusieurs caractères: possible?

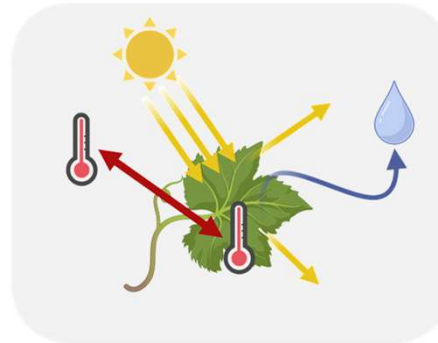


Ces relations ne sont pas toujours strictes ni directes: Changeons d'échelle ! → **Diversité génétique**
+ échelle spatiale



Utilisation de modèles architecturaux pour prendre en compte la variabilité fonctionnement foliaire intra-plante

**Hydroshoot**
Albasha *et al.*, 2019
Original Research



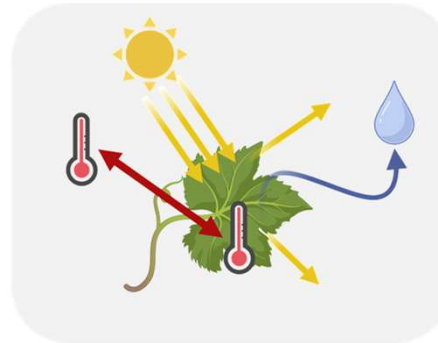
Optimiser conjointement plusieurs caractères: possible?



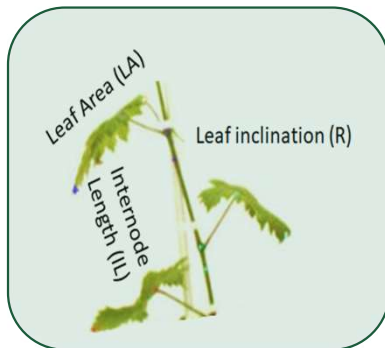
Ces relations ne sont pas toujours strictes ni directes: Changeons d'échelle ! → **Diversité génétique** + **échelle spatiale**



Utilisation de modèles architecturaux pour prendre en compte la variabilité fonctionnement foliaire intra-plante



Une **architecture adéquate** peut améliorer les performances des plantes en conditions de très fortes températures



Maintien de la croissance
WUE élevée
Tleaf faible

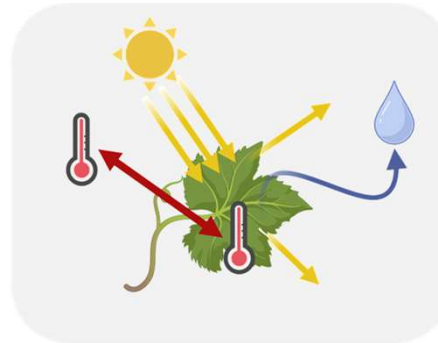
Optimiser conjointement plusieurs caractères: possible?



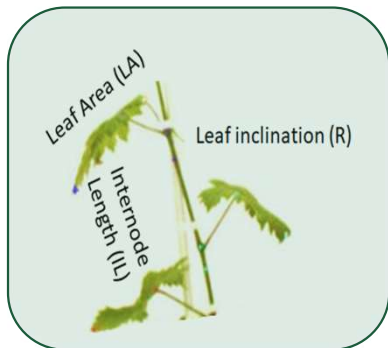
Ces relations ne sont pas toujours strictes ni directes: Changeons d'échelle ! → **Diversité génétique** + **échelle spatiale**



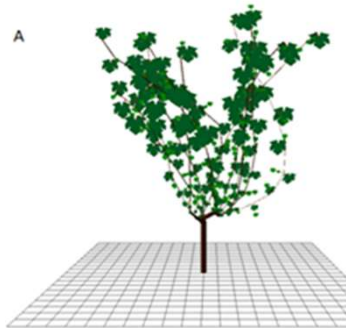
Utilisation de modèles architecturaux pour prendre en compte la variabilité fonctionnement foliaire intra-plante



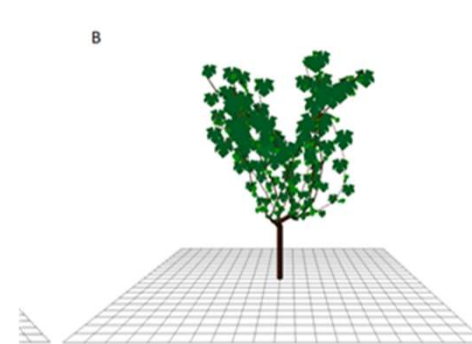
Une **architecture adéquate** peut améliorer les performances des plantes en conditions de très fortes températures



Chaud – déficit hydrique modéré
LA=250cm², IL=10cm, R =-60°



Très chaud – déficit hydrique modéré et sévère
LA=216cm², IL=7.6cm, R=-70°



Maintien de la croissance
WUE élevée
Tleaf faible

Millan et al. 2025, J Exp Bot

L'écophysiologie pour accompagner le choix variétal



Quelques messages clé à ce stade:

Dans un contexte de production et d'économie de l'eau...

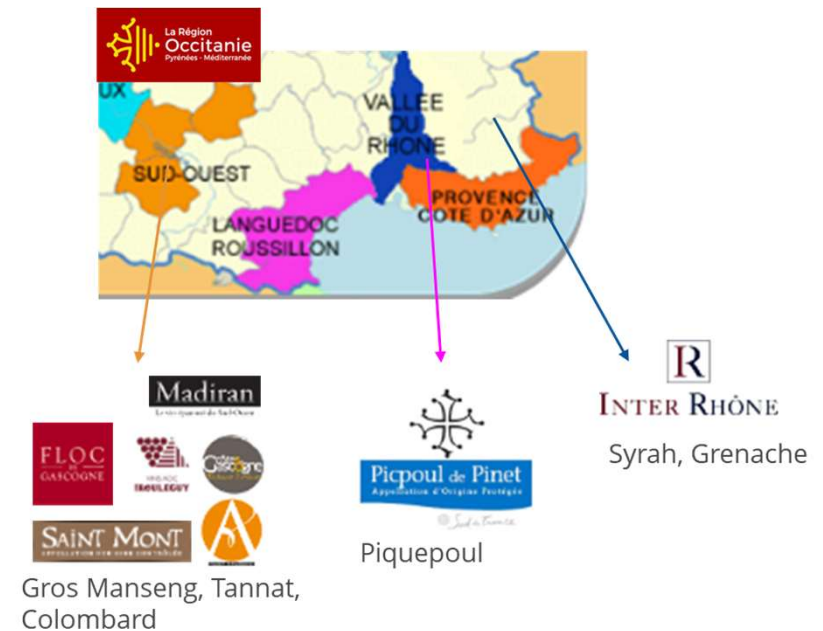
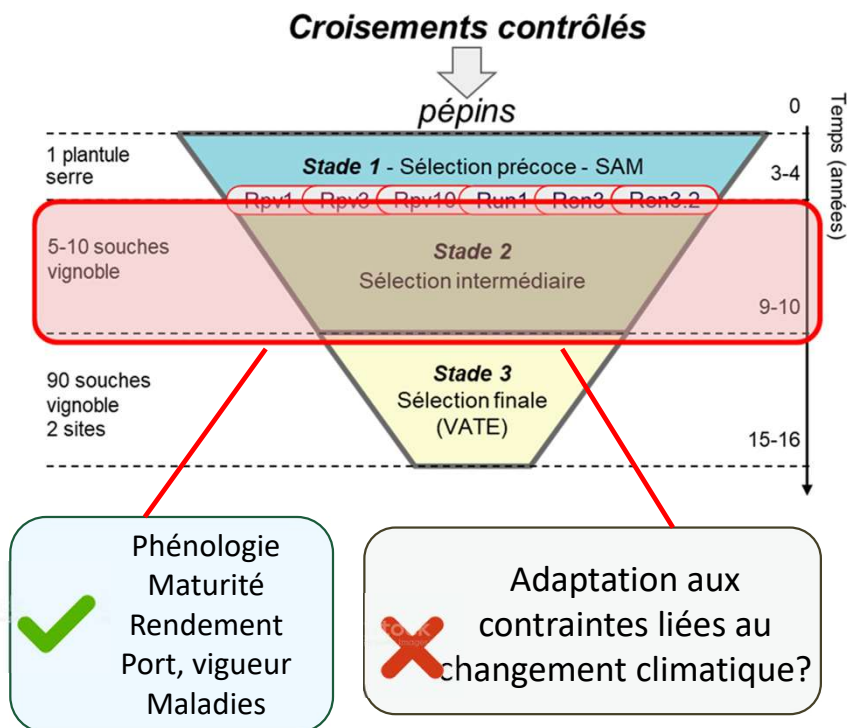
- Les caractères cibles sont souvent antagonistes (lois biophysiques, ...)
Mais ces relations ne sont ni strictes ni directes
- L'exploration d'une **large diversité génétique**,
- la prise en compte de **différentes échelles** (temporelle, spatiale),
- et les approches **multi-disciplinaires** (écophy x génétique x modélisation)

permettent de mettre en évidence des marges de manœuvre pour l'optimisation multi-trait: économie de l'eau, maintien de la croissance, maintien de la température du couvert

L'écophysiologie pour accompagner le choix variétal



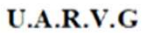
Le processus de sélection est long chez la vigne
Et centré sur les résistances aux maladies cryptogamiques



L'écophysiologie pour accompagner le choix variétal



Accompagner les programmes de sélection
Pour:

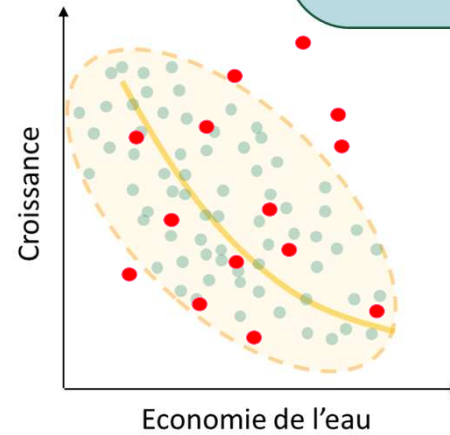


L'écophysiologie pour accompagner le choix variétal



Accompagner les programmes de sélection
Pour:

Évaluer au vignoble le comportement
écophysiologique de **nouveaux génotypes**
résistants



Projet ResAdapt

Défis Clés OCCITANIE | **Le Régions Occitanie** | **VINID'OCC**

Madiran
F.L.O.C. GASCONE | **SAINT MONT**
Gros Manseng, Tannat, Colombard

Piquepoul
Picpoul de Pinet

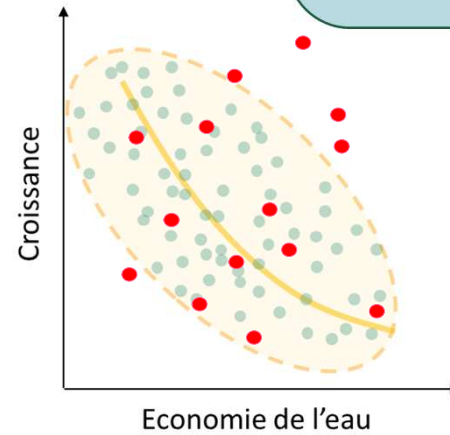
INTER RHÔNE
Syrah, Grenache

L'écophysiologie pour accompagner le choix variétal



Accompagner les programmes de sélection
Pour:

Évaluer au vignoble le comportement
écophysiologique de **nouveaux génotypes**
résistants



Projet ResAdapt

Défis Clés OCCITANIE | **Le Régions Occitanie** | **VINID'OCC**

Madiran | **F.L.O.C. GASCONE** | **SAINT MONT** | **Picpoul de Pinet** | **INTER RHONE**

Gros Manseng, Tannat, Colombarde | Piquepoul | Syrah, Grenache



NIRS

Tester et continuer le développement de nouveaux outils de phénotypage à haut-débit pour mesurer le fonctionnement foliaire



Poro-fluorimétrie



© A Coupel-Ledru

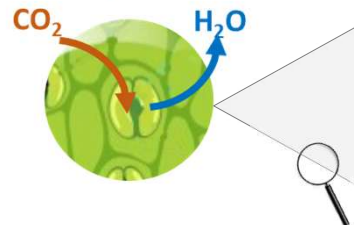
L'écophysiologie pour accompagner le choix variétal



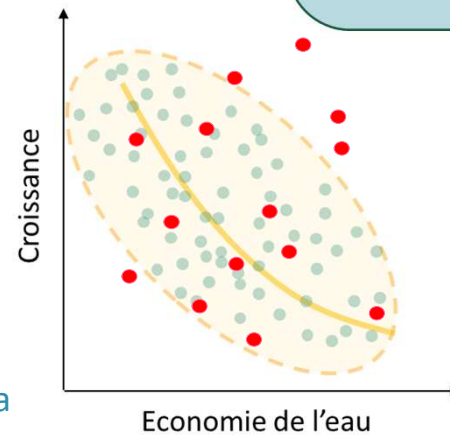
Accompagner les programmes de sélection
Pour:

Évaluer au vignoble le comportement
écophysiologique de **nouveaux génotypes**
résistants

Mettre en relation les **caractères**
écophysiologiques mesurés à l'échelle de la
feuille au cours de la saison de végétation avec
des **caractères de production**



©Château de Berne



Projet ResAdapt

Défis Clés OCCITANIE | **La Région Occitanie** | **VINID'OCC**

Madiran | **F.L.O.C. GASCONE** | **SAINT MONT** | **Gros Manseng, Tannat, Colombarde**

Picpoul de Pinet | **Piquepoul**

INTER RHÔNE | **Syrah, Grenache**



NIRS

Tester et continuer le développement de
nouveaux outils de phénotypage à haut-débit
pour mesurer le fonctionnement foliaire



Poro-fluorimétrie



© A Coupel-Ledru

L'écophysiologie pour accompagner le choix variétal

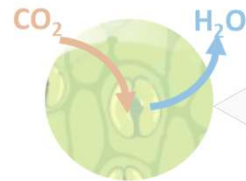


Accompagner l'observation de « nouvelles » variétés

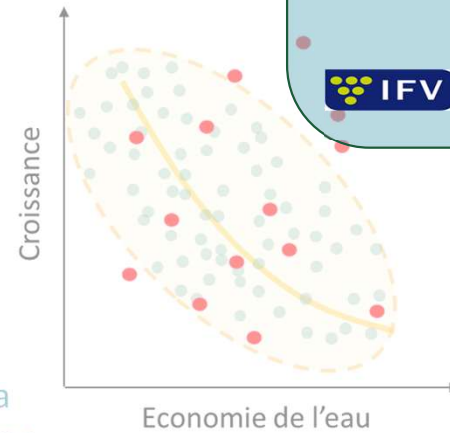
Pour:

Évaluer au vignoble le comportement écophysiologique de **variétés d'intérêt**

Mettre en relation les **caractères écophysiologiques** mesurés à l'échelle de la feuille au cours de la saison de végétation avec des **caractères de production**



©Château de Berne



Projet FAST&VIFAS

Variétés d'intérêt à fin d'adaptation (VIFA)



Variétés de vigne dont les caractéristiques laissent supposer qu'elles permettront de répondre à des problématiques identifiées par les ODG

Tester et continuer le développement de nouveaux outils de phénotypage à haut-débit pour mesurer le fonctionnement foliaire



Poro-fluorimétrie

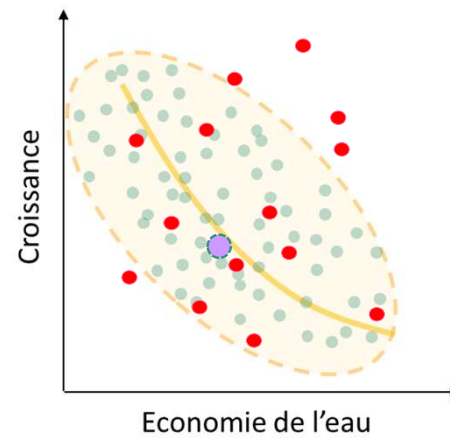


© A Coupel-Ledru

L'écophysiologie pour accompagner le choix variétal



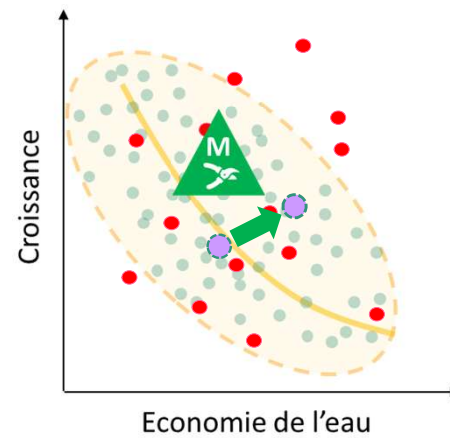
Et la combinaison avec les pratiques culturales



L'écophysiologie pour accompagner le choix variétal



Et la combinaison avec les pratiques culturales



L'écophysiologie pour accompagner le choix variétal



Et la combinaison avec les pratiques culturales

Génotypes

- Variétés résistantes
- Variétés Surgarless

X

Pratiques

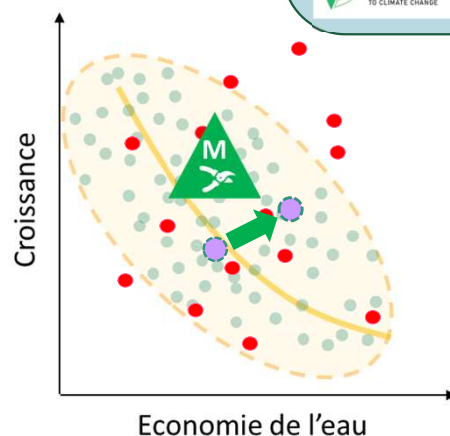
- Echelle plante: mode de conduite, charge en fruits
- Echelle parcelle: enherbement, prise en compte de la végétation en limite de parcelles, systèmes de culture fortement diversifié (haies, fossés)

Projet Vitifuture

Défis Clés
OCCITANIE



Recherche de combinaisons
Génotypes x Pratiques pour
l'adaptation au changement
climatique dans un contexte de
transition agro-écologique



Evaluer les conséquences de ces combinaisons sur :

- Fertilité des sols, efficience d'utilisation de l'eau, production et qualité du raisin
- Biodiversité végétale et gestion biologique des ravageurs

Merci!



Equipe ETAP, en particulier:

- Benoit Pallas
- Thierry Simonneau
- Romain Boulord
- Stéphane Berthezène
- Gaëlle Rolland
- Laurine Chir
- Rami Albasha
- Mathilde Millan
- Eva Coindre



Equipe DAAV, en particulier:

- Vincent Segura
- Agnès Doligez
- Patrice This



- En particulier:
- Nicolas Saurin



Partenaires impliqués dans les projets en cours:



Financements:

