

Carrefours

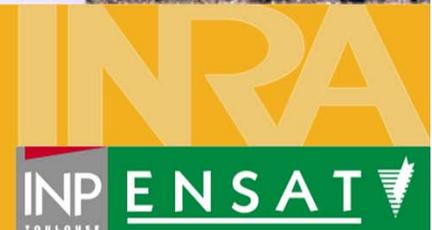
de l'innovation
agronomique
2011

Tournesol et agriculture durable

Jeudi 9 juin 2011



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Écophysiologie et génétique de la tolérance à la sécheresse chez le tournesol

**P. Maury⁽¹⁾, N. Langlade⁽²⁾, P. Grieu⁽¹⁾, D. Rengel⁽²⁾,
A. Sarrafi⁽³⁾, P. Debaeke⁽¹⁾, P. Vincourt⁽²⁾**

⁽¹⁾ UMR AGIR, INRA-ENSAT/INPT

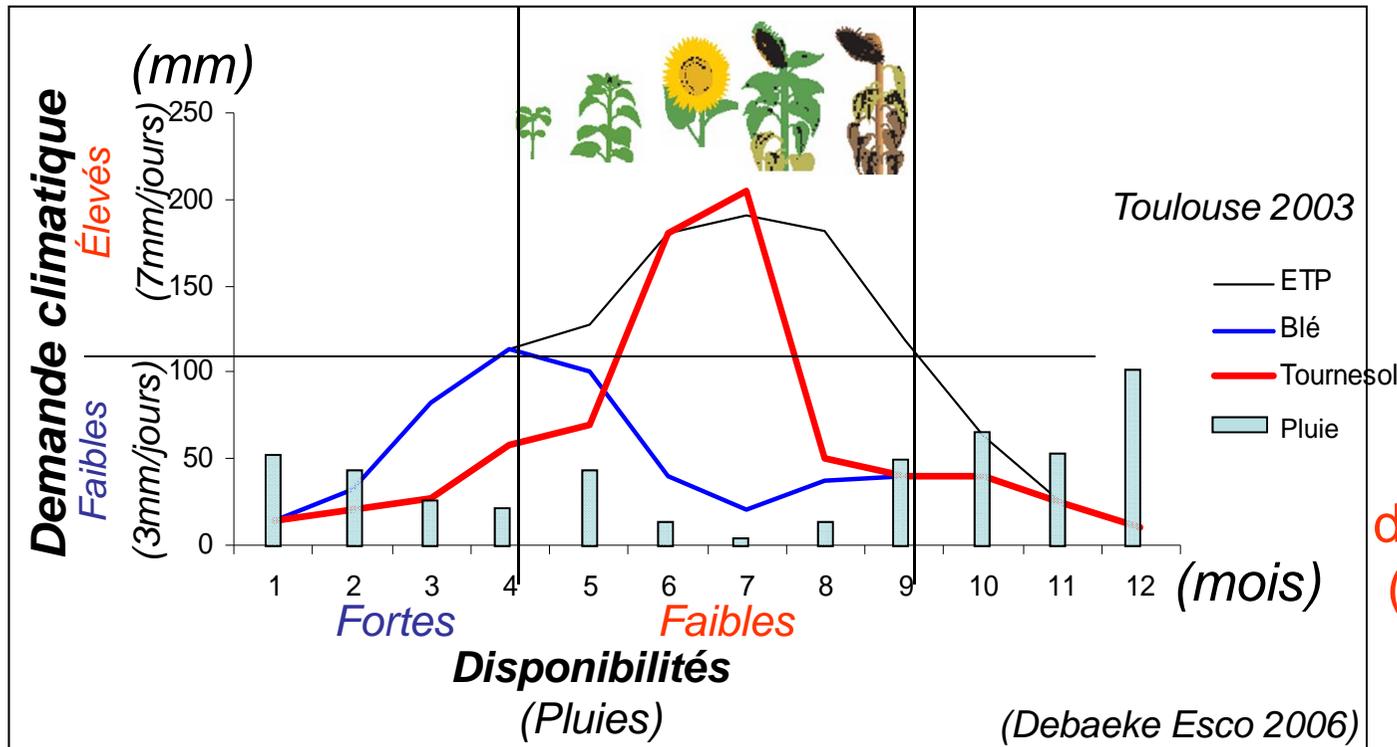
⁽²⁾ LIPM, UMR INRA/CNRS

⁽³⁾ EA SP2, ENSAT/INPT



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

Le tournesol et la sécheresse



Une demande en eau élevée (changement climatique) et des disponibilités faibles (pas irrigation, sols peu profonds)

=> Risque de sécheresse

« Tout manque d'eau qui ne permet pas aux plantes cultivées d'exprimer le rendement (ou la qualité) qui serait attendu en situation favorable » (Tardieu et al 2006)

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



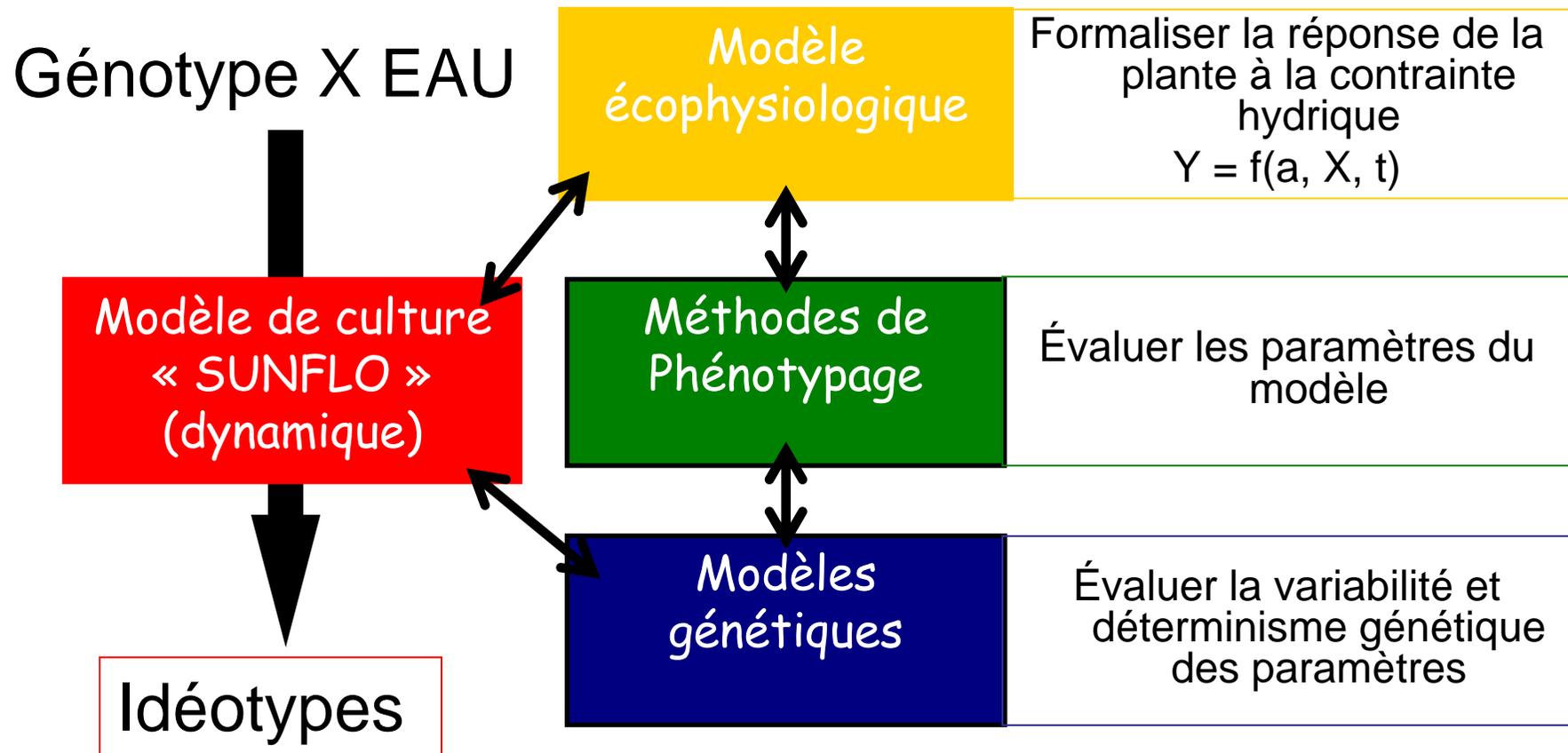
Adaptation au risque sécheresse: place du tournesol

Espèces	ESQUIVE	EVITEMENT	TOLERANCE		
	de la sécheresse	de la déshydratation	à la déshydratation		
	Cycle cultural	Système racinaire	Efficienc de l'eau	Système végétatif	Système reproducteur
Colza	++ ++	++ ++	++	+	+
Blé	++ ++	++	++	++	++ +
Tournesol	++	++ +	+	++	++ +
Sorgho	+	++	++ ++	++	++ +
Maïs	+	+	++ ++	++	+

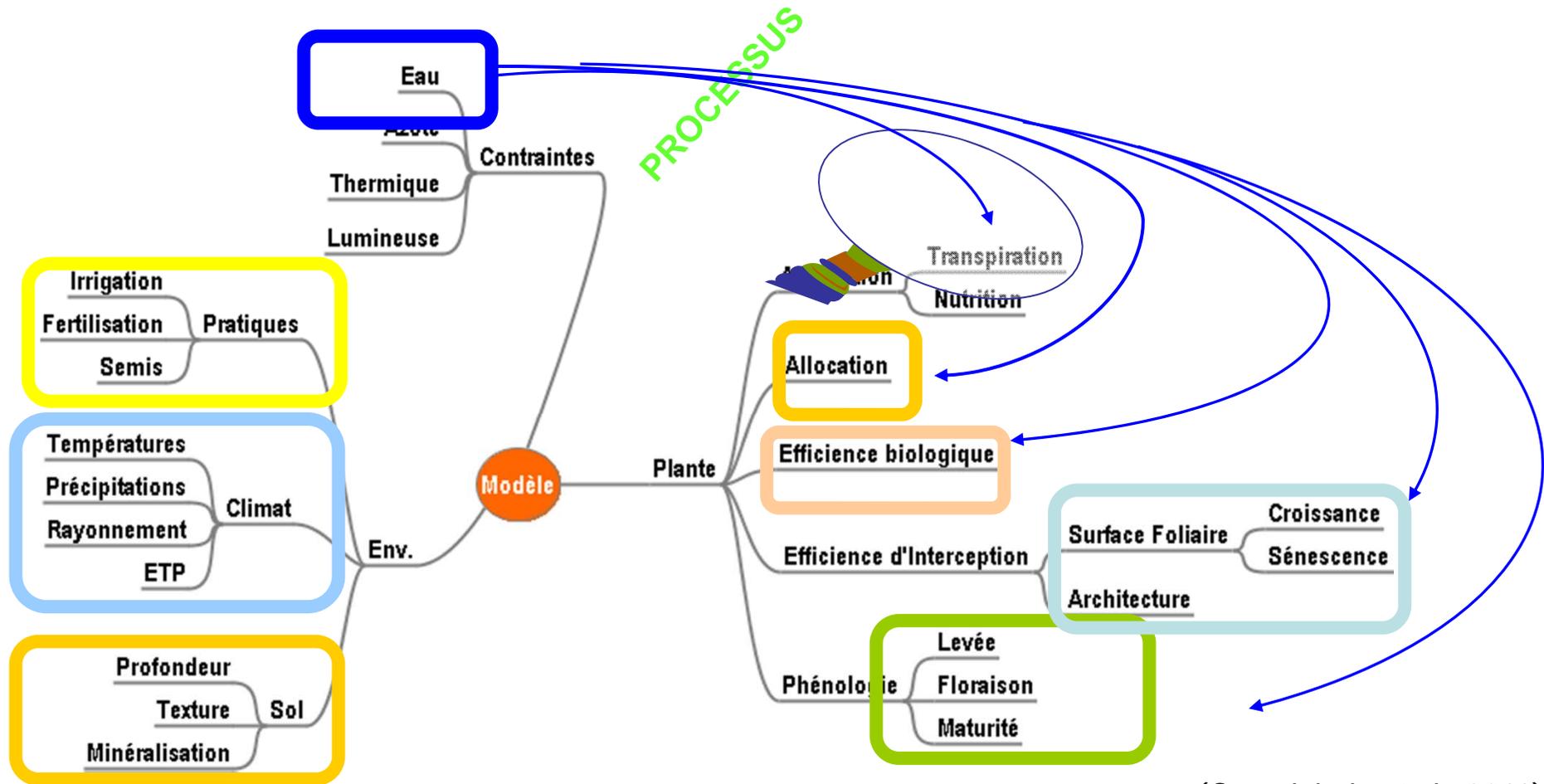
(d'après Esco 2006)

⇒ Quelle est la **variabilité génétique** des processus impliqués dans la l'adaptation du tournesol à la sécheresse?

Modéliser les Interactions génotype x eau

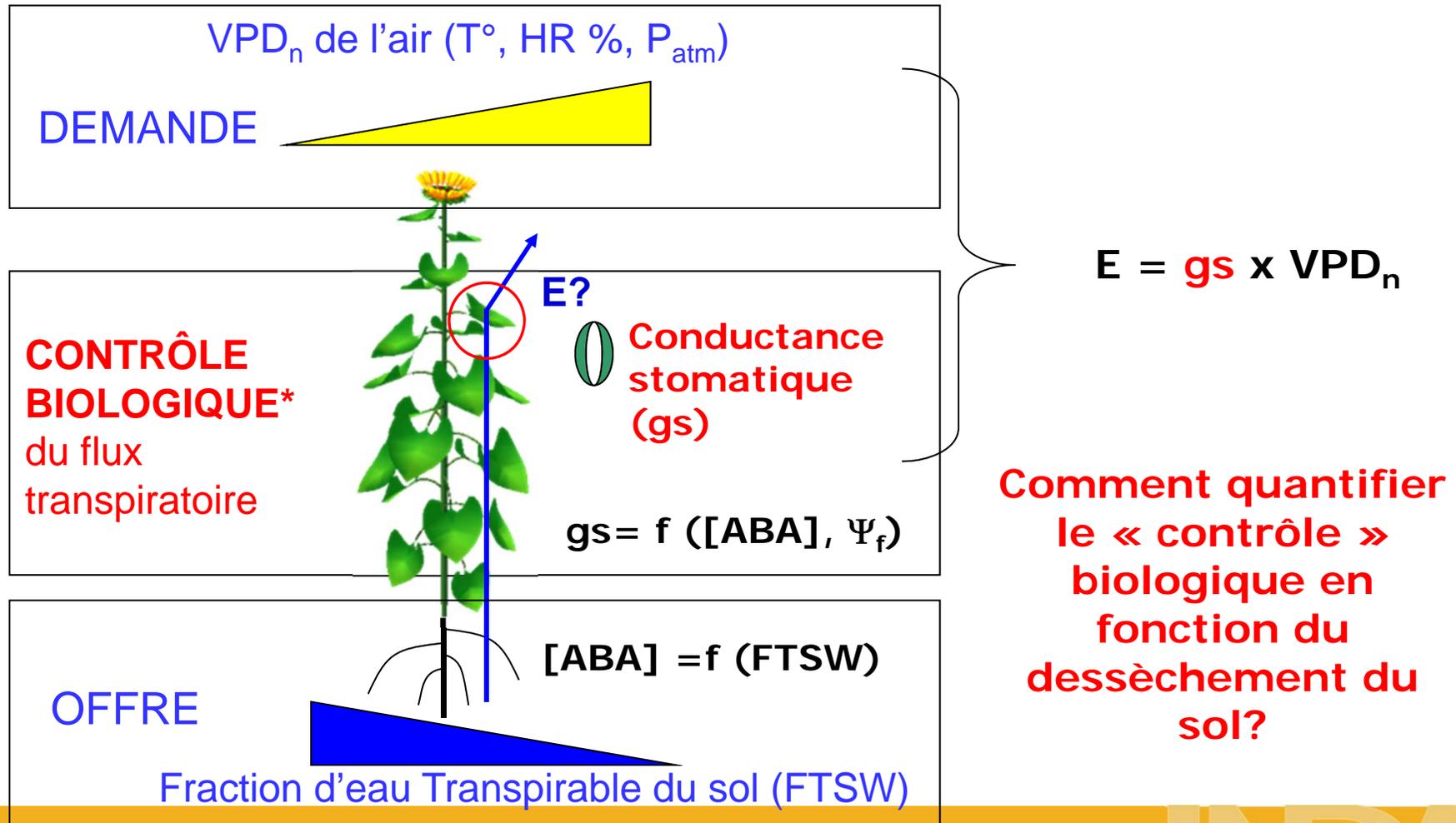


Où agit l'eau dans le modèle de culture SUNFLO?



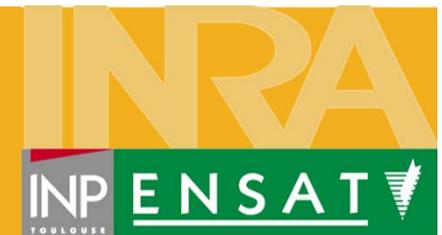
(Casadebaig et al., 2011)

Quelles variables pour quantifier le flux transpiratoire?



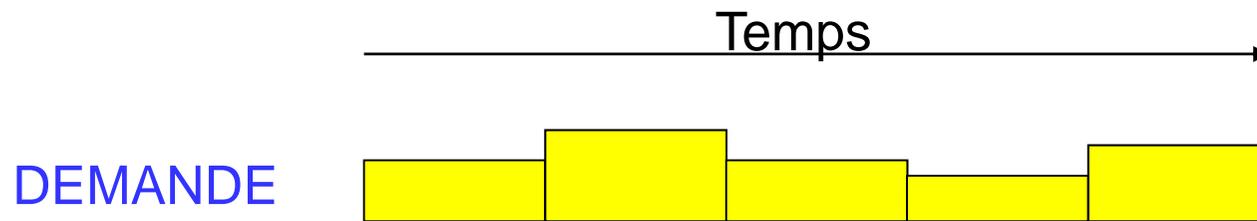
(D'après F. Tardieu)

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

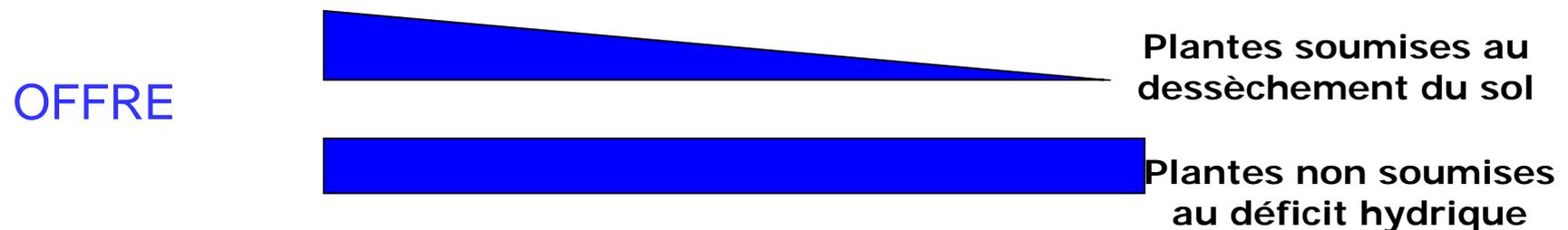


* Par unité de surface foliaire de la plante

Normalisation de la transpiration pour quantifier le contrôle biologique

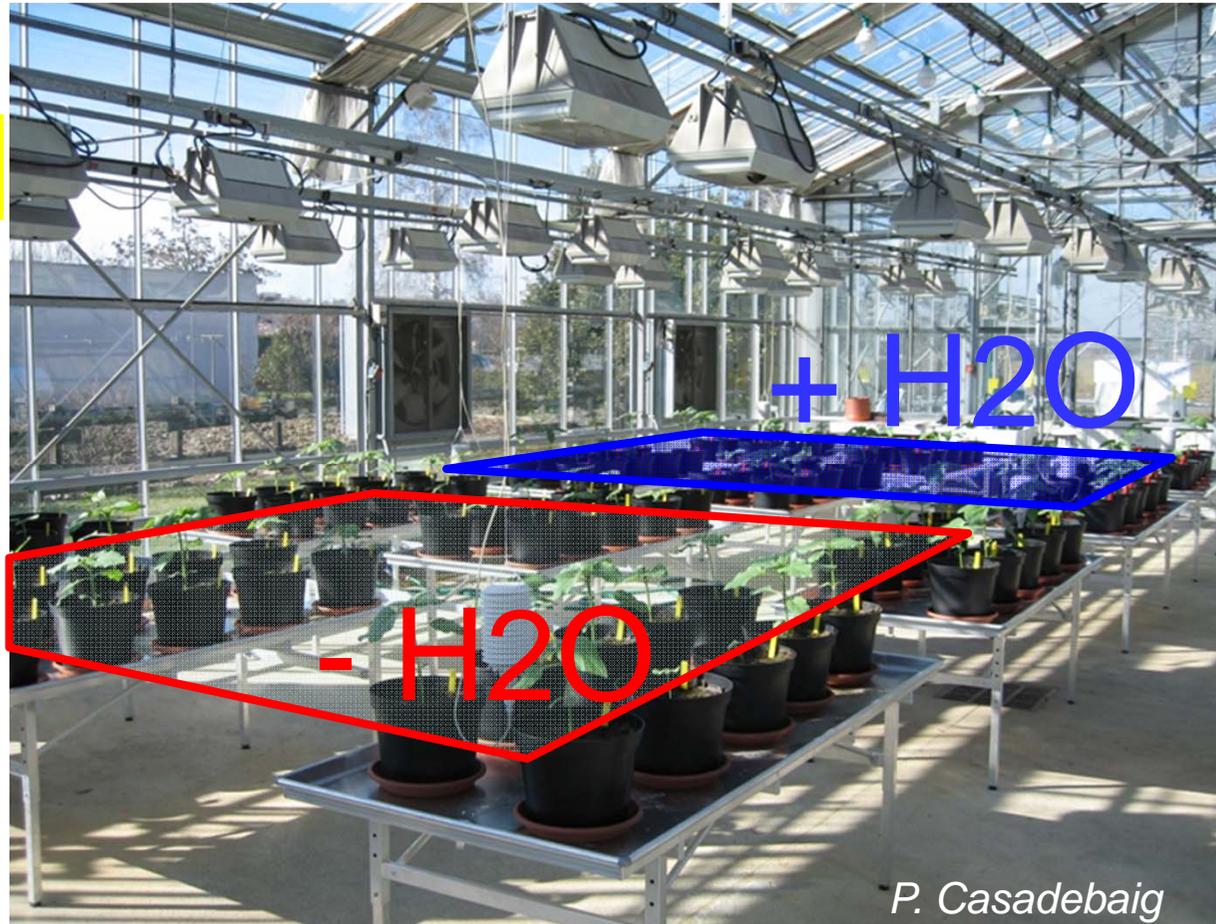


$$\frac{E_{\text{STRESS}}}{E_{\text{TEMOIN}}} = \frac{g_{\text{STRESS}} \times \cancel{VPD_n}}{g_{\text{TEMOIN}} \times \cancel{VPD_n}} = \text{contrôle biologique} \ll \text{indice de stress hydrique} \gg$$



Méthode de Phénotypage du contrôle biologique du flux transpiratoire

DEMANDE
« Normalisée »

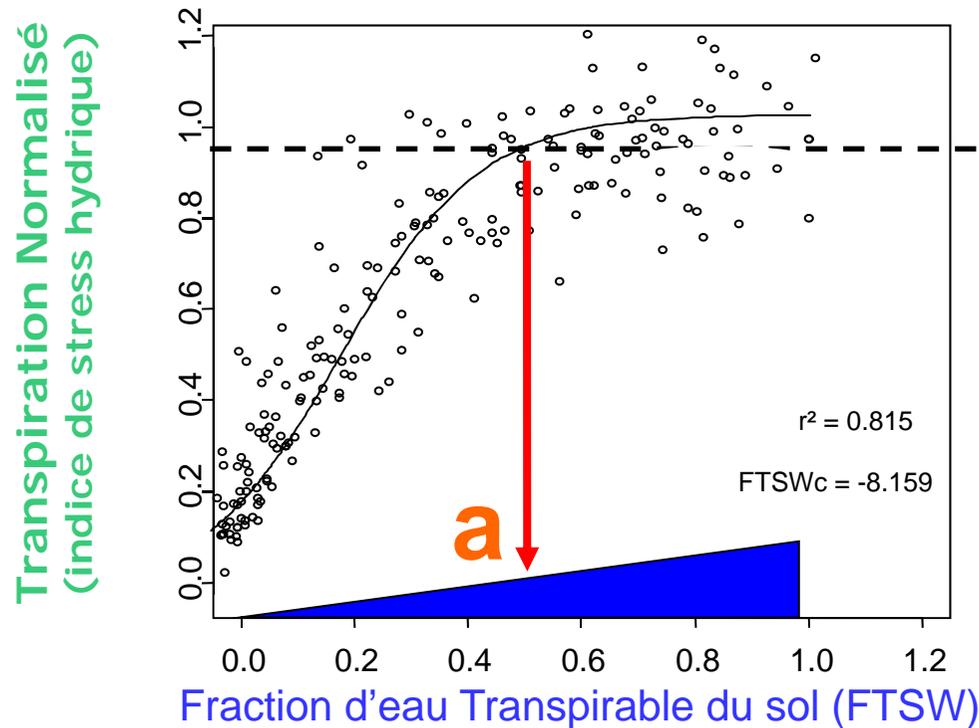


OFFRE sol
« Contrôlée »

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



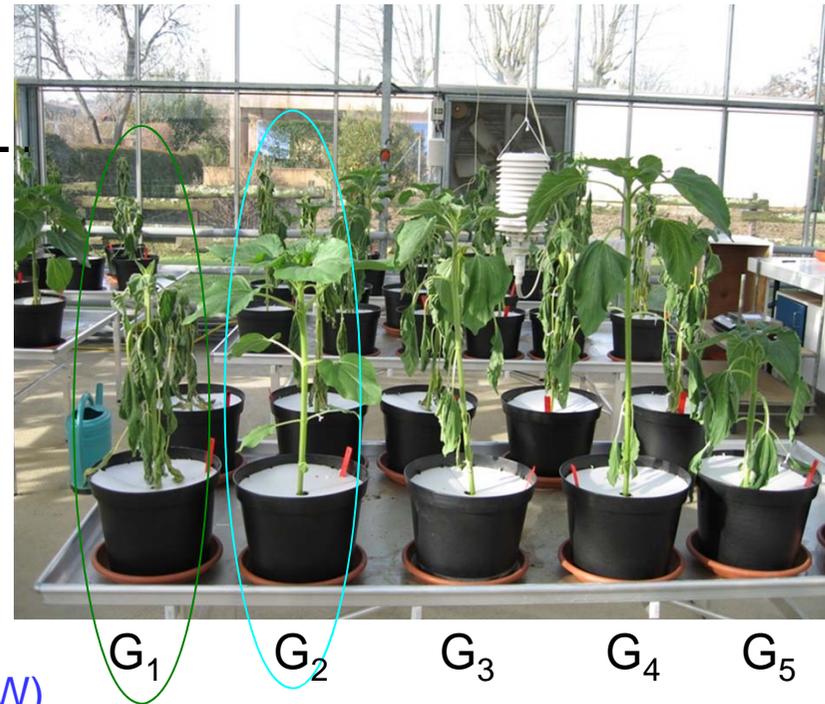
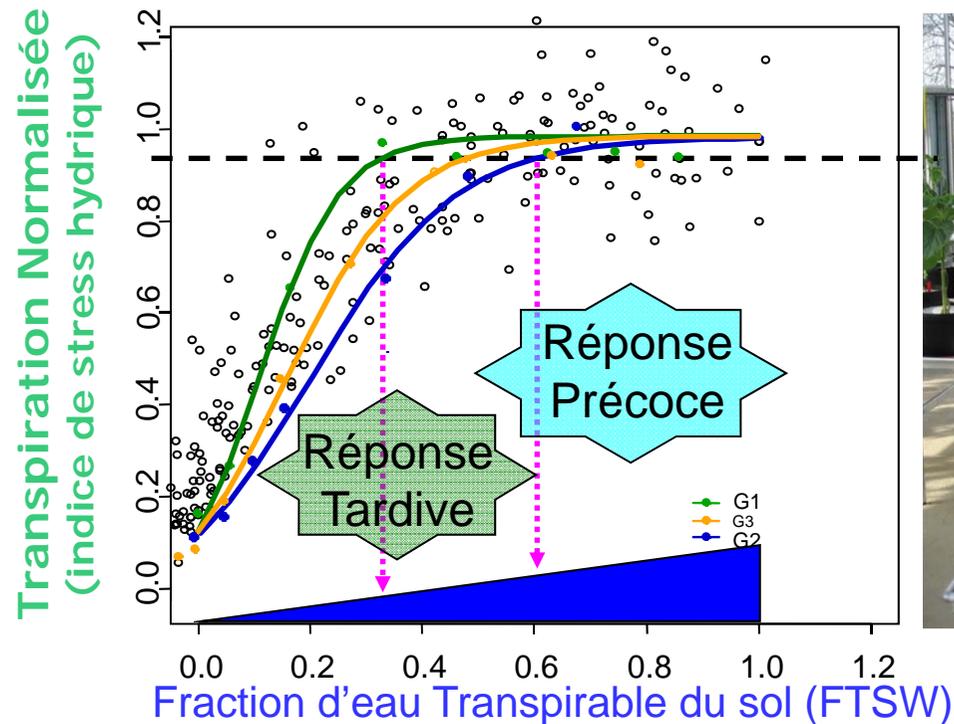
Comment modéliser l'effet de la contrainte hydrique sur un processus?



$$Y = F(a, X)$$

$$ISH_t = -1 + 2 / (1 + \exp(\text{Seuil_processus} * FTSW))$$

La réponse du processus à la contrainte est-elle dépendante du génotype?

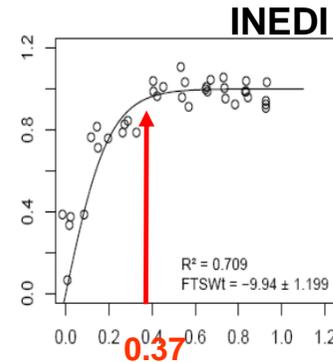
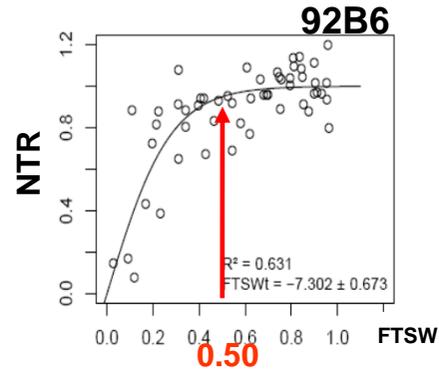


$$Y = F(a_G, X)$$

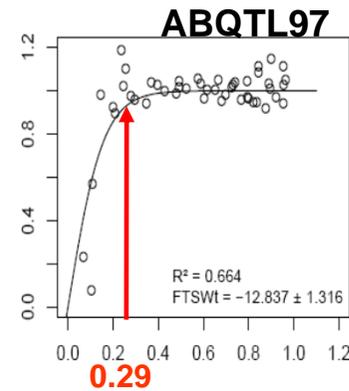
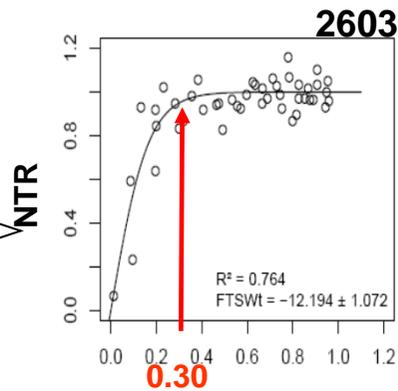
(Casadebaig et al. E.J.A. 2008)

Exemple de résultats: transpiration

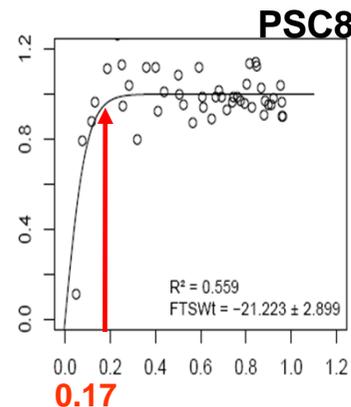
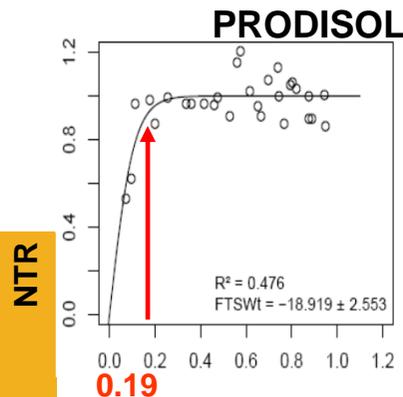
Réponse
PRECOCE



INTERMEDIAIRE

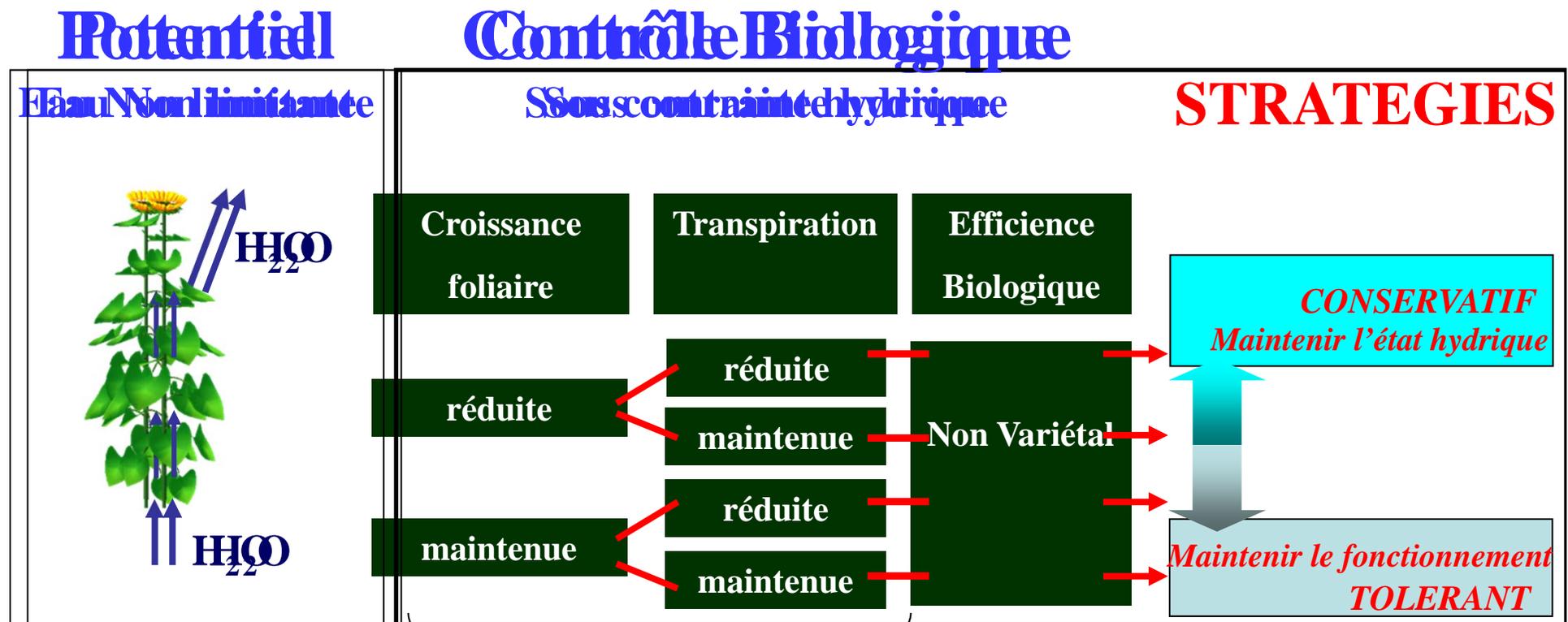


Réponse
TARDIVE



Projet SUNYFUEL 2008-11

Identification de stratégies de réponse des génotypes à la sécheresse



Génotypique

Génotypique

ALIMENTATION

AGRICULTURE

ENVIRONNEMENT

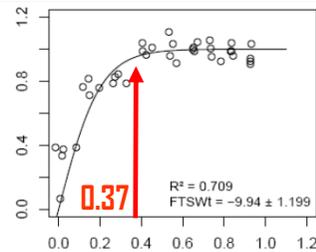
Comment **expliquer** ces stratégies pour mieux les **représenter**? Analyse à différentes échelles fonctionnelles

SSURRABOUECESS

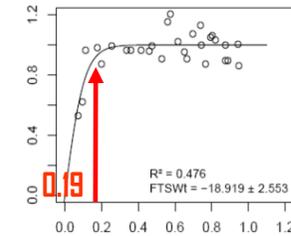
Maintenir l'état hydrique

TOLERANT
Maintenir le fonctionnement

Plante



*Régulation
flux transpiratoire*



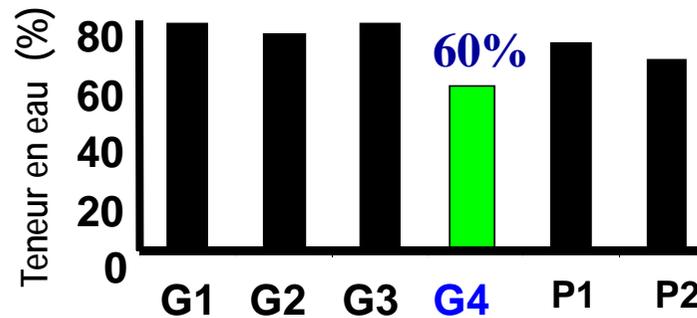
Feuille

Traits foliaires

Ajustement osmotique,

Masse surfacique,

Teneur en Eau Relative



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

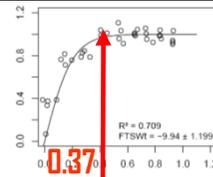
Comment **expliquer** ces stratégies pour mieux les **représenter**? Analyse à différentes échelles fonctionnelles

STRATEGIES

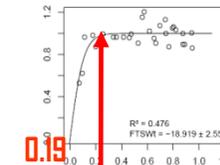
CONSERVATIF
Maintenir l'état hydrique

TOLERANT
Maintenir le fonctionnement

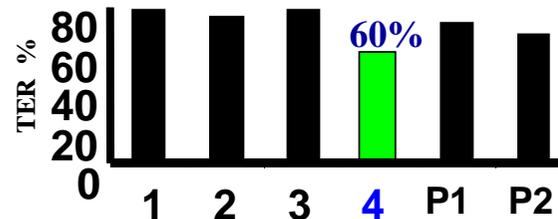
Plante



*Régulation
flux transpiratoire*



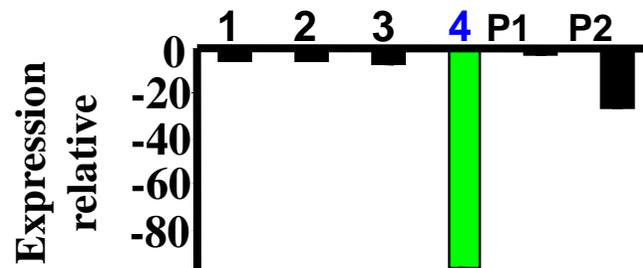
Feuille



Expression génique

Gènes candidats spécifiques
(Kiani et al TAG 2007)

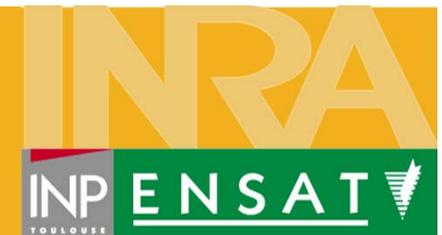
Exemple: l'Aquaporine



*Différences de régulation
associées à l'état hydrique*

Analyse Transcriptomique - SUNYFUEL 2008-2011

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



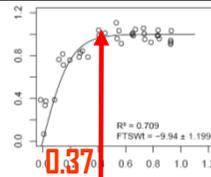
Comment **expliquer** ces stratégies pour mieux les **représenter**? Analyse à différentes échelles fonctionnelles

STRATEGIES

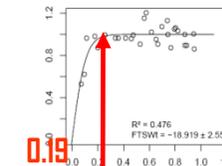
CONSERVATIF
Maintenir l'état hydrique

TOLERANT
Maintenir le fonctionnement

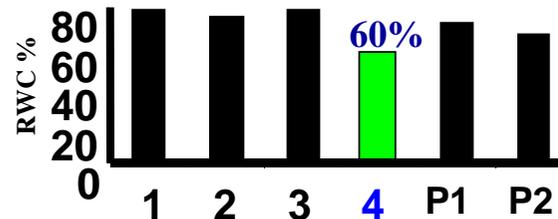
Plante



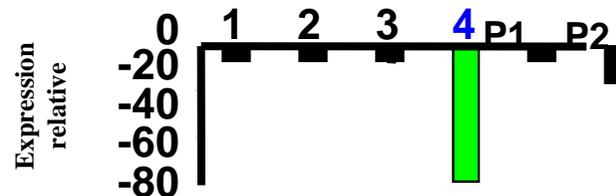
*Régulation
flux transpiratoire*



Feuille

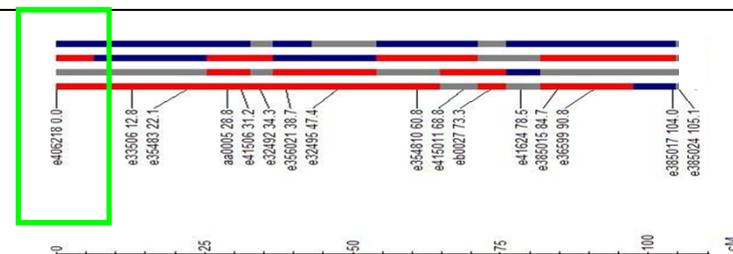


Expression génique



Génétique

Zones chromosomiques
contrôlant le trait physiologique
+ Marqueurs potentiels de
sélection



(Kiani et al, Plant Science 2007, Plant Breeding 2008)

SUNYFUEL 2008-2011, OLEOSOL 2009-12

Travaux en cours & perspectives

- ⇒ Concevoir **un outil** permettant de prévoir **quels allèles** seraient favorables **pour différents scénarios de contraintes hydriques** (et de conduites culturales)
- + Poursuivre **l'analyse génétique** et **moléculaire** des paramètres de réponse à la sécheresse du modèle Sunflo
(Projet Oléosol : **Thèse E Cadic 2010-12, G. Marchand 2011-13**)
- + Évaluer les **formalismes de Sunflo** pour la prédiction du rendement en huile pour une large gamme de géotypes et de contraintes hydriques
(Projet INRA-CETIOM: **Thèse F Andrianasolo 2011-13**)
- + Développer les méthodes de **phénotypage** (augmenter le débit) et évaluer d'autres **indicateurs** de tolérance à la sécheresse
(Projet Oléosol, **Thèse AL Adiredjo 2011-2013**)
- + Projet SUNRISE - SUNflower Resources to Improve yield Stability in a changing Environment (Investissements d'Avenir en préparation)

Merci de votre attention

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

