

Quelles Prédictions du rendement en grain de mélanges variétaux de blé dur ?

Michel Colombo, Martin Ecartot, Hélène Fréville, Aline Rocher, Pierre Roumet



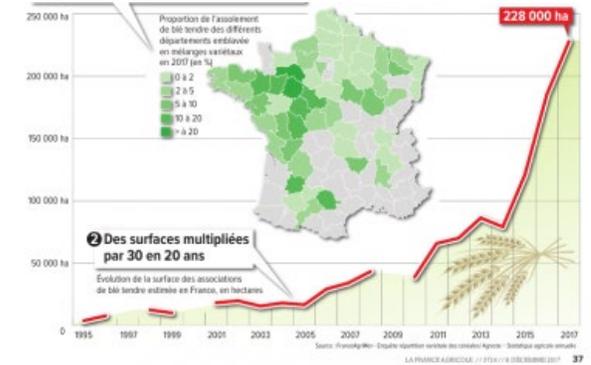
Journée Groupe Céréales Rennes 8 - 9 Mars 2022

Contexte

Dynamique forte des mélanges variétaux en gde culture

Intérêts multiples pour les mélanges variétaux :

- « Adoubés » par les industriels (BT)
- Agronomique : Simplification des Interventions,
Stabilité & niveau des performances (Borg et al 2018, Kiaer et al 2009, Reiss et Drinkwater, 2018)
 - * Un effet positif moyen associé à la culture de ces mélanges
= *rdt mélange est (légèrement) supérieur à la moyenne des composantes*
- Nouvelle fenêtre en matière de création variétale
(*redistribution des cartes entre acteurs des filières*)
- Interactions plante*plante (*Mécanismes & identification des leviers pour optimiser le fonctionnement de ces peuplements complexes*)



Qu'est ce qu'un bon mélange ?

Peut on préconiser des règles d'assemblage optimisant les performances de ces mélanges ?

Apports théoriques issus de l'écologie fonctionnelle

Relation positive entre diversité végétale et le fonctionnement et la stabilité des écosystèmes

(diversité inter spécifique, milieux peu anthropisés).

Différents corpus théoriques pour expliquer les mécanismes multiples liés aux performances de la communauté d'espèces

- Complémentarité de niche (Mc Arthur & Lewis , 1967)
- Proportions des différentes composantes (Grime, 1998)
- Facilitation...

Approche « traits fonctionnels » i.e; déterminants phénotypiques impliqués dans ces interactions
(Leaf /Root economics spectrum; LES : Wright et al, 2004; RES : Bergman et al., 2020)

Mélanges variétaux : Intérêt vis à vis de l'approche 'traits' (LES, RES) pour comprendre les interactions plante* plante

(diversité intraspécifique, milieux anthropisés).

En considérant : la valeur moyenne des traits

les différences entre les traits des différentes composantes

le contexte de mesure du fait de la plasticité phénotypique (Dahlin et al. 2020)

Objectifs:

- 1) Comparer les performances agronomiques des mélanges et des lignées dans 2 conditions de ressources
- 2) Prédire les performances des mélanges en se basant sur une approche 'traits' :
 - les valeurs moyennes
 - différences entre composantes
 - Plasticité phénotypique

Génotypes & Expérimentation

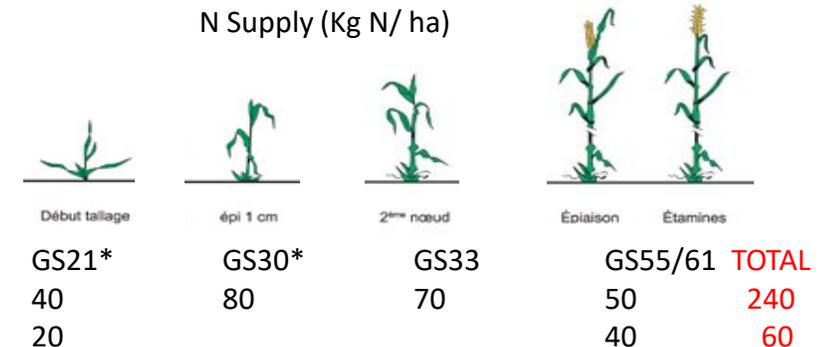
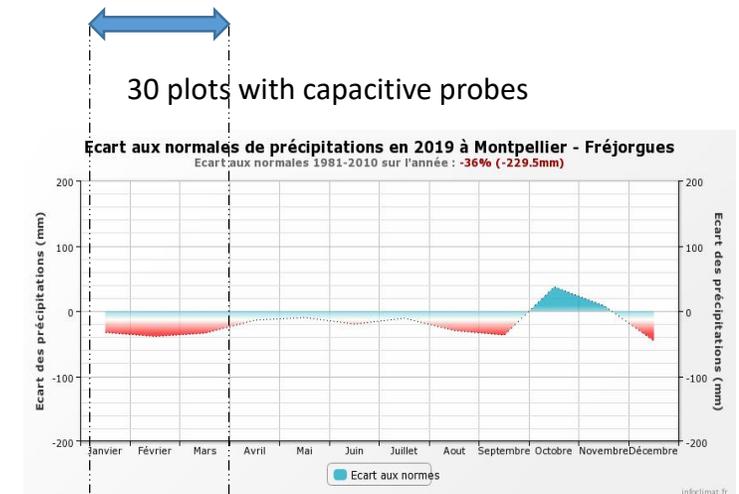
Expérimentation au champ blé dur (Mauguio); parcelles (5,6 m²)
66 génotypes EPO + 41 mélanges binaires
2 traitements:

N : Non limitant (N et eau)

S : Stressant : eau au cours de la phase végétative

N division des apports par 4

2 répétitions



Quelques images

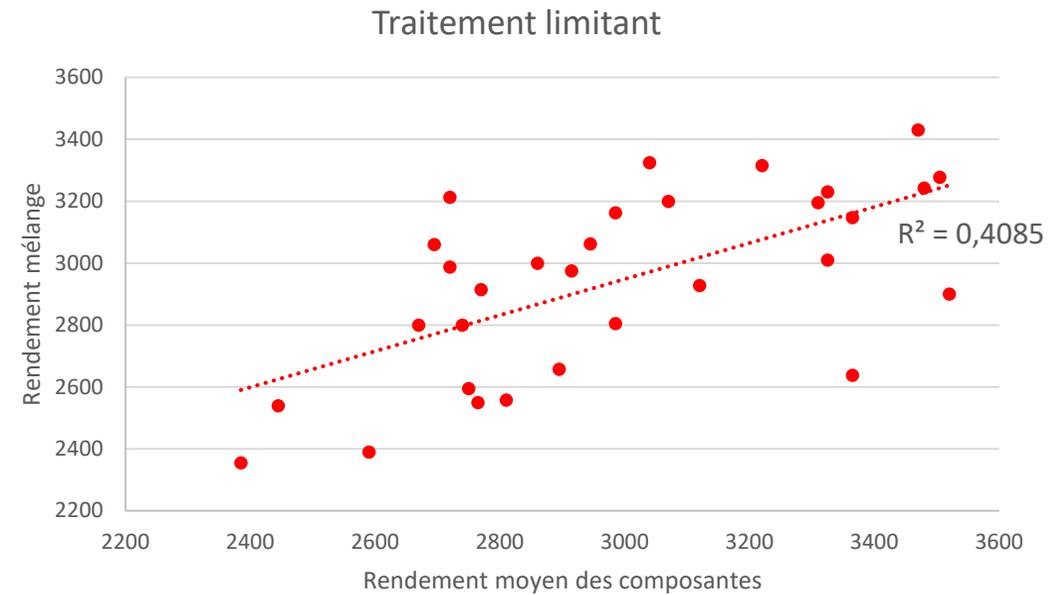
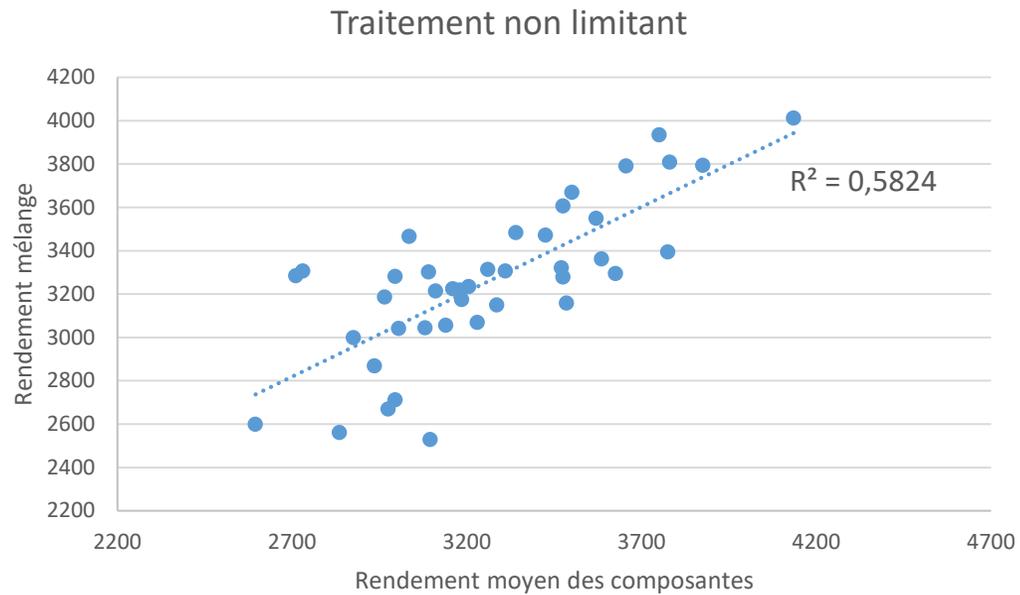


Juin

Mars



Propriétés des mélanges : rendement en grains



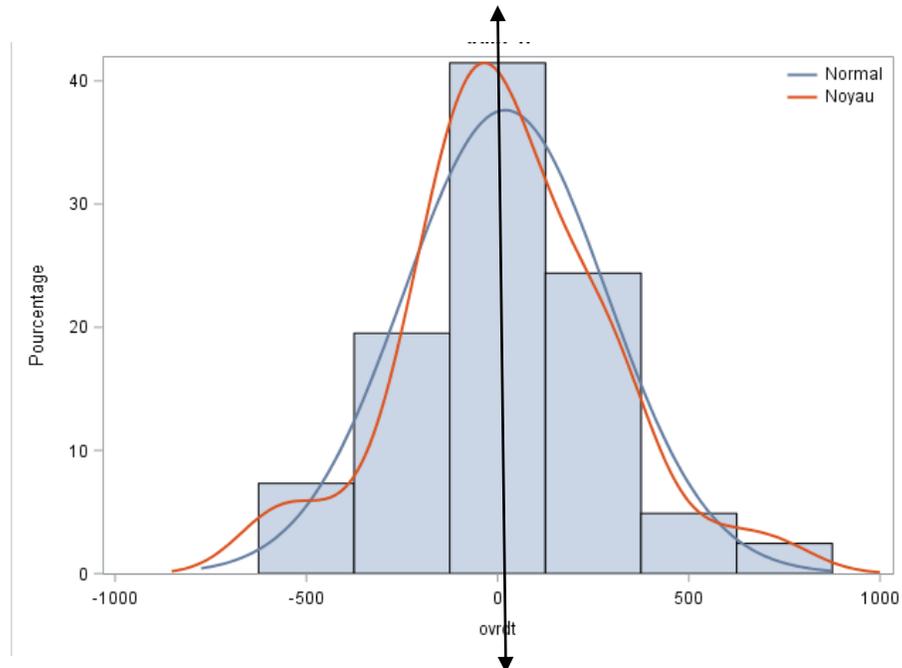
Relations entre productions du mélange et moyenne des composantes: correctes & plus lâche dans le traitement limitant

Propriétés des mélanges : rendement en grains

Pas de différence significative entre mélanges et monogénotypes (p value # 0,5)

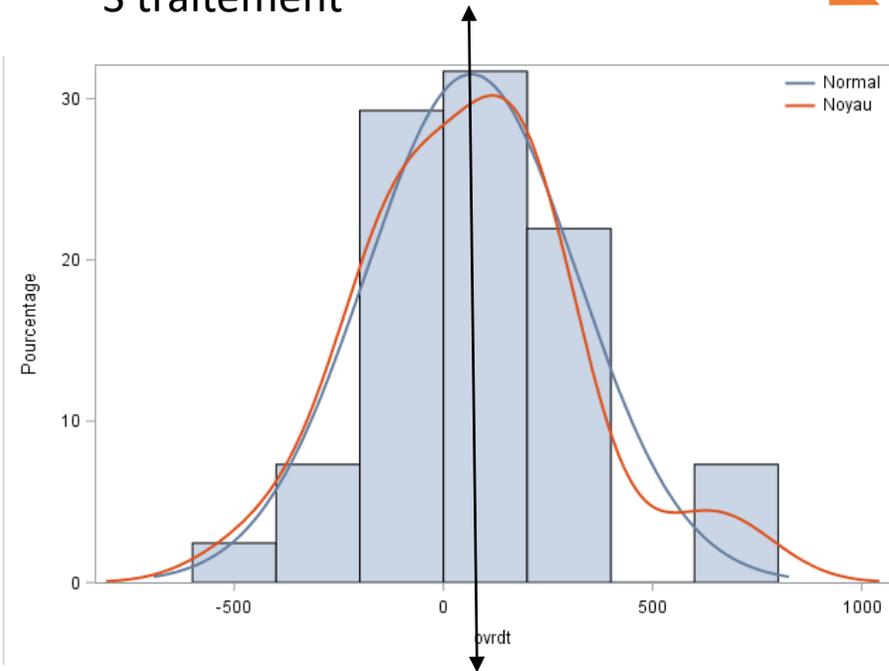
$$\text{Overyielding} = \text{Rdt} [\text{Mixt} (\text{C1};\text{C2})] - [\text{moyenne} (\text{C1}+\text{C2})/2]$$

N traitement



+ 0,6 % (moy.=567 g/m²)

S traitement



+ 2.2 % (moy= 528 g/m²)

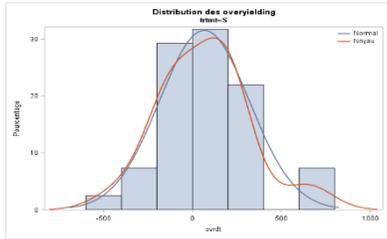
Overyielding positif pour les 2 traitements
(un peu) plus important pour le traitement S

Comprendre l'overyielding ...

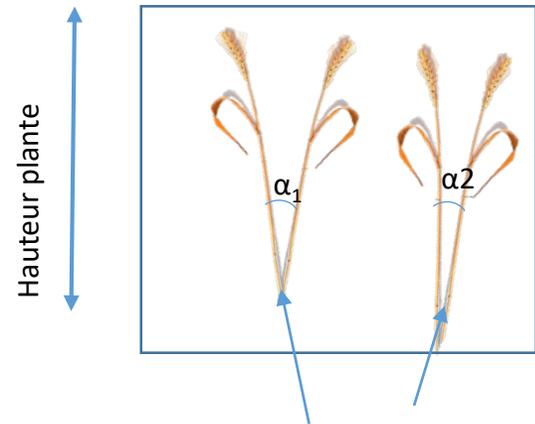
Approche traits : Quelle est la part de l'overyielding expliquée par les traits phénotypiques?

Y = Overyielding

X = traits mesurés sur les parcelles monogénotypes et de mélanges



- 1) Architecture
(compétition)



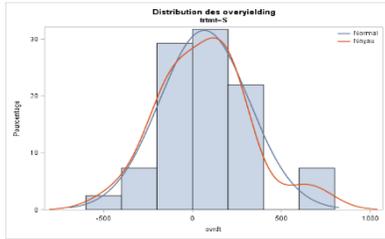
$$\text{Biosurface} = \text{hauteur} * \alpha_i$$

Comprendre l'overyielding ...

Approche traits : Quelle est la part de l'overyielding expliquée par les traits phénotypiques?

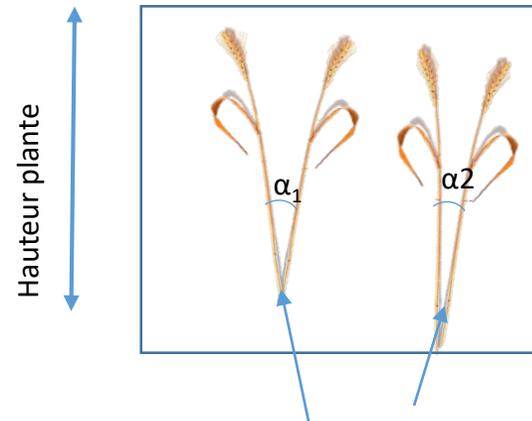
Y = Overyielding

X = traits mesurés sur les parcelles monogénotypes et de mélanges



- 1) Architecture
(compétition)

- 2) Traits foliaires
(acquisition + conservation ress.)
LMA: leaf mass area (g/m^2)
N : % mass (g/g)



Biosurface = hauteur * α_i

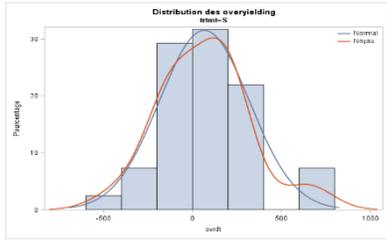


Comprendre l'overyielding ...

Approche traits : Quelle est la part de l'overyielding expliquée par les traits phénotypiques?

Y = Overyielding

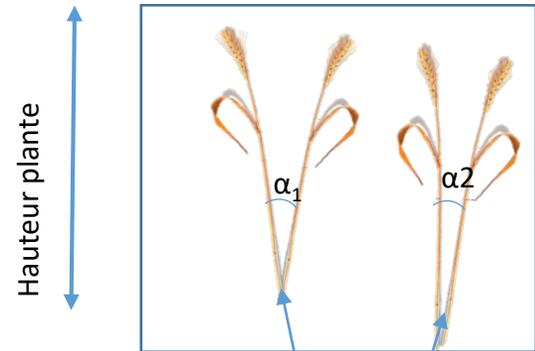
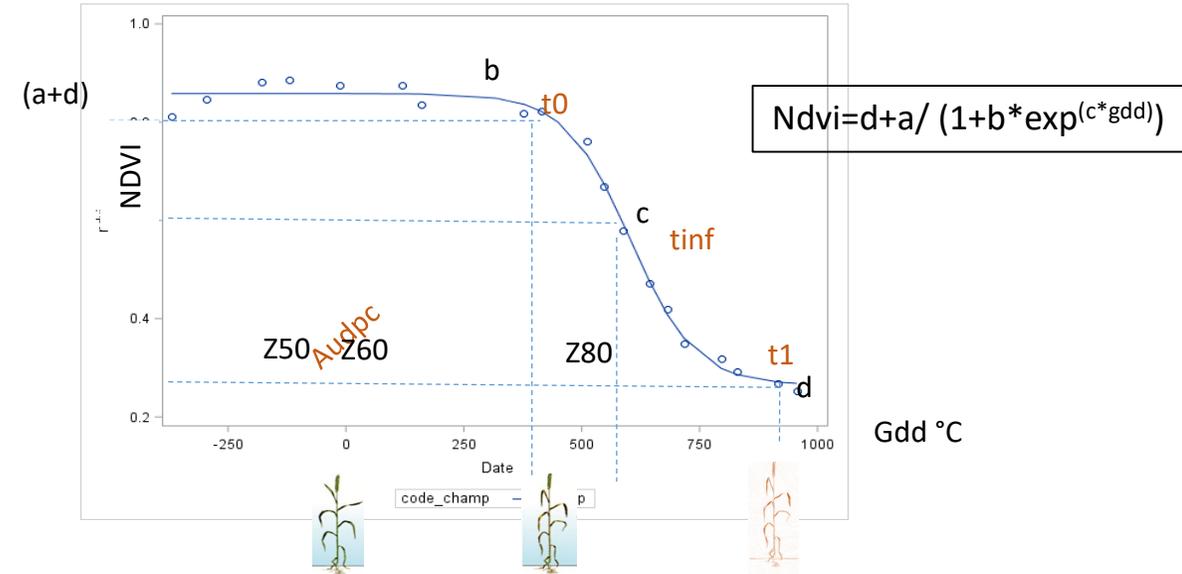
X = traits mesurés sur les parcelles monogénotypes et de mélanges



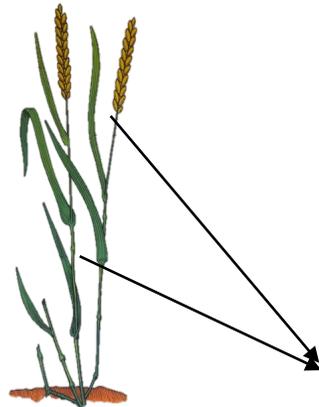
- 1) Architecture (compétition)

- 2) Traits foliaires (acquisition + conservation ress.)
LMA: leaf mass area (g/m²)
N : % mass (g/g)

- 3) Ndvi cinétique temporelle (durée de vie couvert)



Biosurface = hauteur * α_i



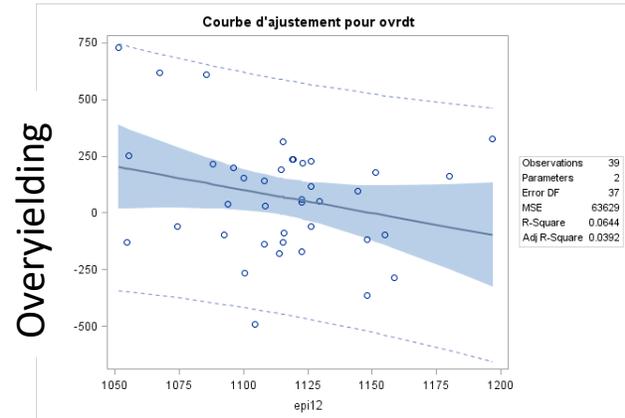
Feuilles de rangs n et n-2

Mesures : parcelles monogénot. / mélanges

2 types de valeurs : Moyennes Ecart

Approche traits : Quelle est la part de l'overyielding expliquée par les traits phénotypiques?

Composantes observées dans les parcelles monogénotypes



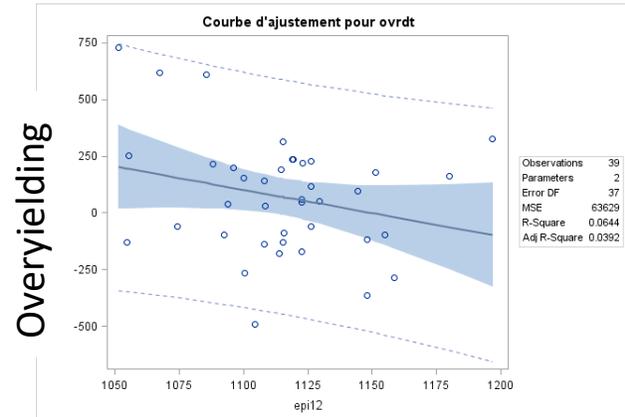
$$R^2_{adj} = 0,06$$

Meilleur modèle : 1 trait
Date épiaison moyenne



Approche traits : Quelle est la part de l'overyielding expliquée par les traits phénotypiques?

Composantes observées dans les parcelles monogénotypes

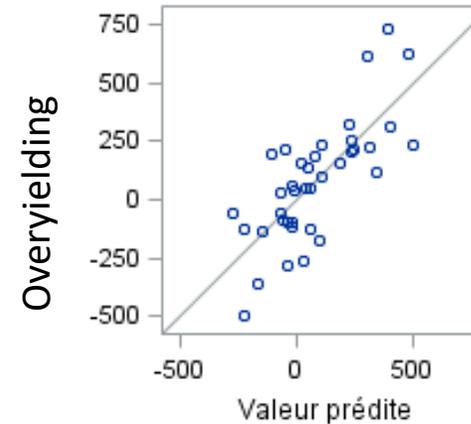


$$R^2_{adj}=0,06$$

Meilleur modèle : 1 trait
Date épiaison moyenne



Observations faites au sein des Mélanges



$$R^2_{adj}=0,51$$

Meilleur modèle : 3 traits

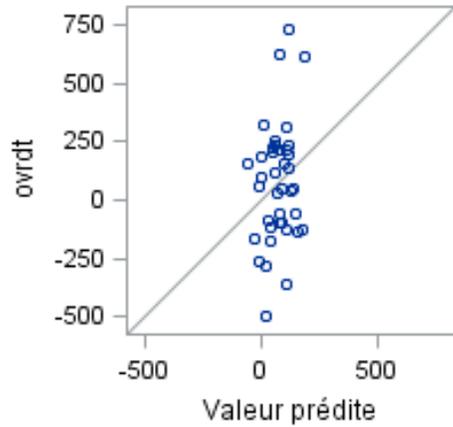
Ndvi: fin du 1^{er} plateau,
Diff. de hauteur de plante, LMA n-2



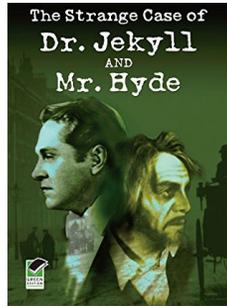
- Bonne prédiction de l'overyielding basée sur les mesures faites au sein des mélanges
- Mesures faites sur les parcelles monogénotypiques peu informatives
- Importance de la plasticité phénotypique

- 3 traits mesurés sur les mélanges capables de générer des prédictions correctes

Mesures monogénot.

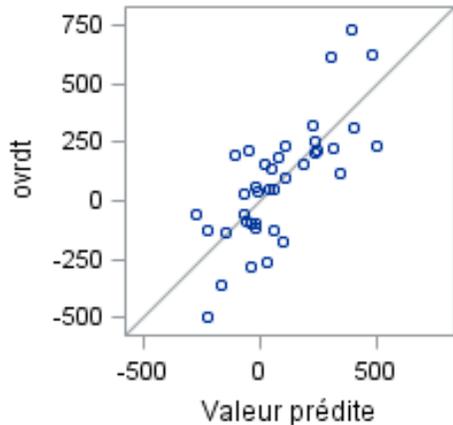


Plasticité de ces traits :
Étonnante, troublante,
En tous cas ...
importante



?

Mesures mélanges.



Préciser :

- cette plasticité entre les parcelles monogénotypiques et mélanges
- Relations avec l'overyielding (Rdt grains)

Traits	R ² partiel	Signe	donnée
<i>Ndvi: stay green****</i>	<i>0,35</i>	<i>+</i>	<i>Moyenne</i>
<i>LMA n-2 *</i>	<i>0,07</i>	<i>-</i>	<i>Moyenne</i>
<i>Écart de hauteur**</i>	<i>0,09</i>	<i>-</i>	<i>Différence</i>

Plasticité Phénotypique et Overyielding

41 mélanges regroupés en 3 classes sur la base de l'Overyielding Rendement

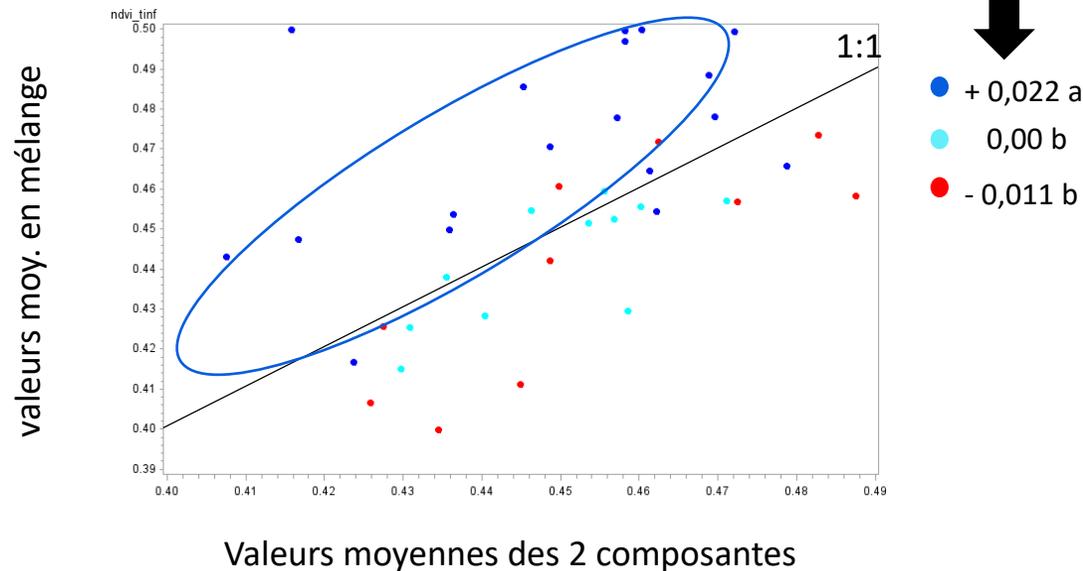
- Positif $> + 100$ g/ plot
- # nul $-100 < \text{ovyld} < + 100$ g/plot
- Négatif < -100 g / plot

Plasticité Phénotypique et Overyielding

41 mélanges regroupés en 3 classes sur la base de l'Overyielding Rendement

- Positif > + 100 g/ plot
- # nul -100 < ovyld < + 100 g/plot
- Négatif < -100g / plot

Ndvi: fin du 1^{er} plateau, 'Stay green'



Maintien d'un couvert photosynthétiquement actif :

Plus longtemps

= Overyielding Positif

Meilleure utilisation des ressources (ex: eau du sol ?)

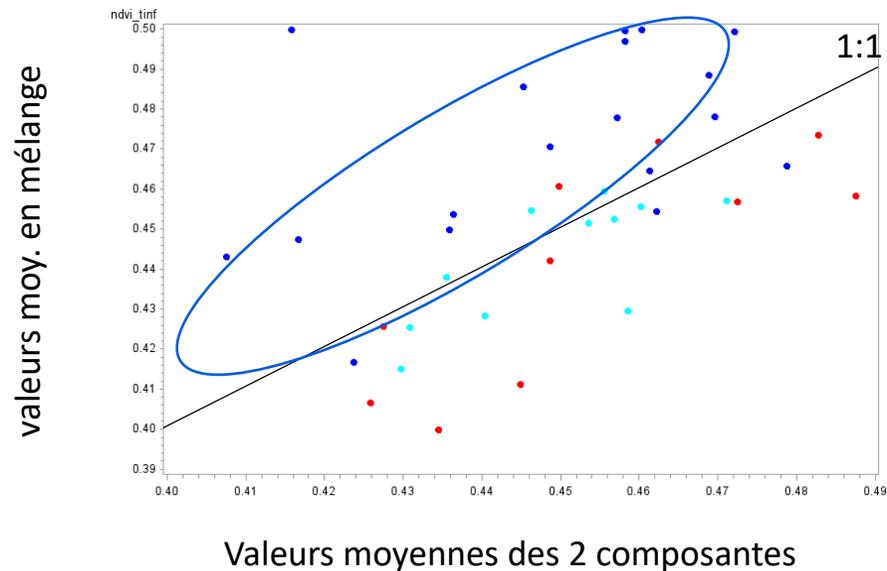
Plasticité Phénotypique et Overyielding

41 mélanges regroupés en 3 classes sur la base de l'Overyielding Rendement

- Positif > + 100 g/ plot
- # nul -100 < ovyld < + 100 g/plot
- Négatif < -100g / plot

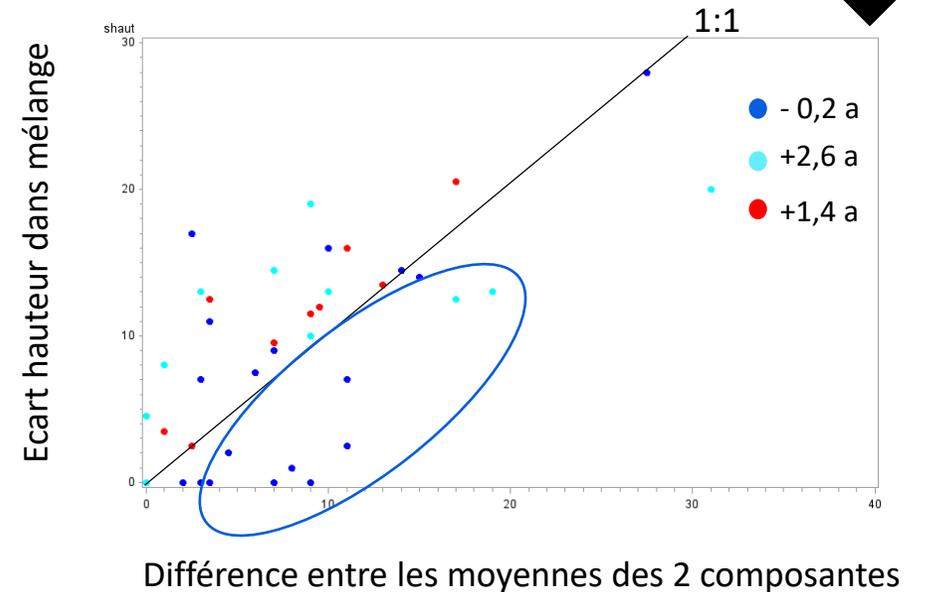
Tendance !

Ndvi: fin du 1^{er} plateau, 'Stay green'



- + 0,022 a
- - 0,00 b
- 0,011 b

Différence de hauteur de plantes



Maintien plus longtemps d'un couvert photosynthétiquement actif = Overyielding positif

Meilleure utilisation des ressources (ex: eau du sol ?)

Réduction des écarts de hauteur entre les Composantes associées à un Overyielding positif
Pour les autres classes ces différences augmentent

Plasticité Phénotypique et Overyielding

Question : Des génotypes très plastiques sont-ils des composants de choix pour les mélanges variétaux ?

Jeu de données : 180 lignées parcelles monogénotypes + 220 mélanges binaires en rangs alternes (Montazeaud ; 2020).

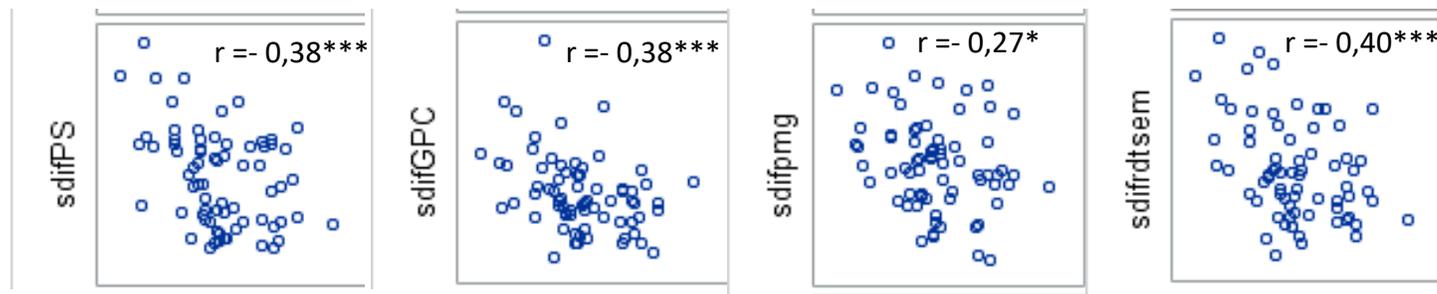
Plasticité d'un trait : variance des différences entre les valeurs des parcelles de mélanges et la parcelle monogénotypique

$$\text{Ex: Plasticité GPC du génotype 1} = \sum (X_{1i} - X_{11})^2 \text{ avec } i \geq 3$$

Overyielding

4 traits .

PS
GPC
Pmg
Rdtsem



Relations négatives entre plasticité et overyielding: un 'bon' composant = un génotype peu plastique

Conclusions

Comprendre les bases de cet overyielding = pas facile :

- Faible prédictibilité de l'Ovyld à partir de traits (pa) mesurés en culture monogénotypique ($R^2 = 0,12$ (pa+pr) / #0,06 (pa); Montazeaud et al., 2020)
- Considérer la plasticité phénotypique permet d'améliorer ces prédictions ($R^2 \neq 0,5$)
 1. Modifie les valeurs moyennes et génère des trajectoires +/- favorables
ex trajectoires favorables :
 - ✓ Couvert vert plus longtemps,
 - ✓ Réduction des différences de hauteurs des composantes
 2. **Mais** une Plasticité importante sur certains traits liés au grain serait peu favorable pour l'Over Yielding
 3. Décomposer les effets en considérant les génotypes focaux et voisins



Mesurer les caractéristiques du mélange pour comprendre ses performances plutôt que celles de ses composantes

Interroge sur notre capacité à identifier des traits pour raisonner *a priori* le choix des composantes

Obligation de tester les mélanges pour identifier *a posteriori* les combinaisons les plus pertinentes