

FsoV

 ARVALIS

INRAE


agri Obtentions
Semencier de l'agriculture durable

PHENOTOL: PHENOTypage variétal de la TOLérance et des traits associés en céréales

Jean-Charles DESWARTE – Arvalis

Marie-Odile & Pierre BANCAL, Mélanie HEERS-MAKAROVSKY – INRAE Ecosys

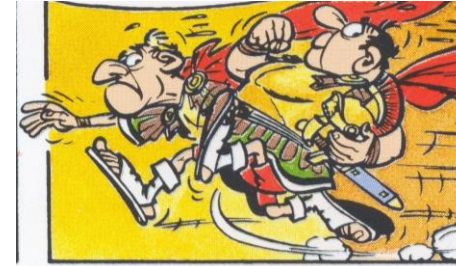
Jérôme AUZANNEAU – Agri-Obtentions

Katia BEAUCHENE - Arvalis



Stratégies d'adaptation

- **échappement/esquive** (*escape*): modification de la phénologie, des durées (ex: variétés précoces // stress thermique)



- **évitement** (*avoidance*): augmentation des ressources, modification de l'interface avec le milieu (ex: enracinement accru // stress thermique)



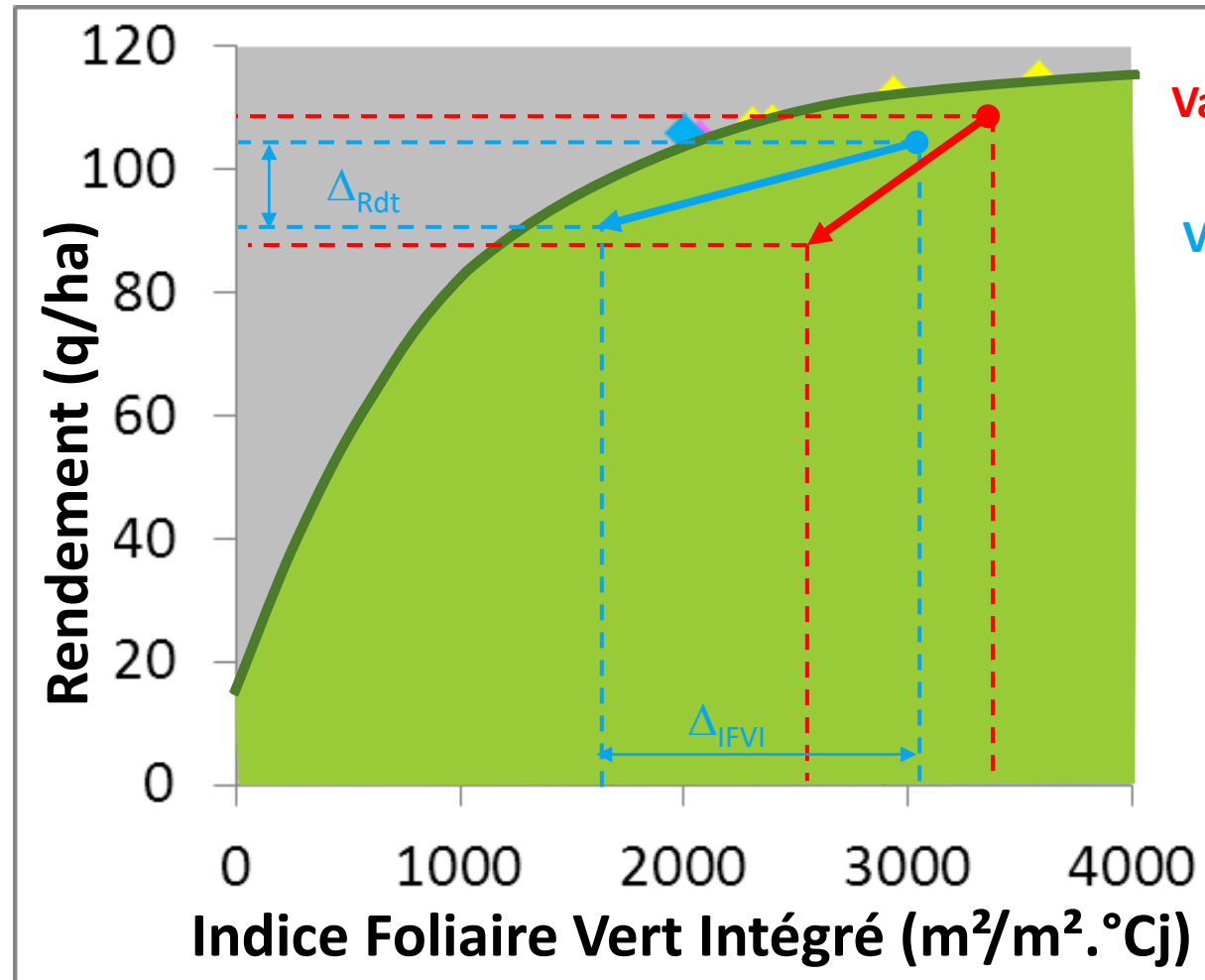
- **résistance** (*resistance*): incompatibilité génétique (maladies), renforcement des structures (verse)



- **tolérance** (*tolerance*): réduction de l'impact du facteur externe sur la productivité (ex: detoxication des ROS // ozone; remobilisation // stress de fin de cycle)



La tolérance, le rendement et l'IFVI



Var. 2: intolérante

Var. 1: tolérante

$$\text{Intolérance} = \frac{\Delta_{Rdt}}{\Delta_{IFVI}}$$

Objectifs principaux du projet:

- **Quels dispositifs expérimentaux à moyen/haut débit** pour classer les variétés selon leur tolérance ?
 - quels vecteurs/capteurs/mesures
 - quelles modalités
- Les traits identifiés pour la tolérance à la septoriose et à l'azote sont-ils **génériques** à d'autres stress (stress hydrique, autres maladies) ?
- Quelle est **l'ampleur de la diversité génétique** et quel gain attendre de la sélection pour cette tolérance ? (gamme variétale restreinte pour débiter)

Etapes du projet:

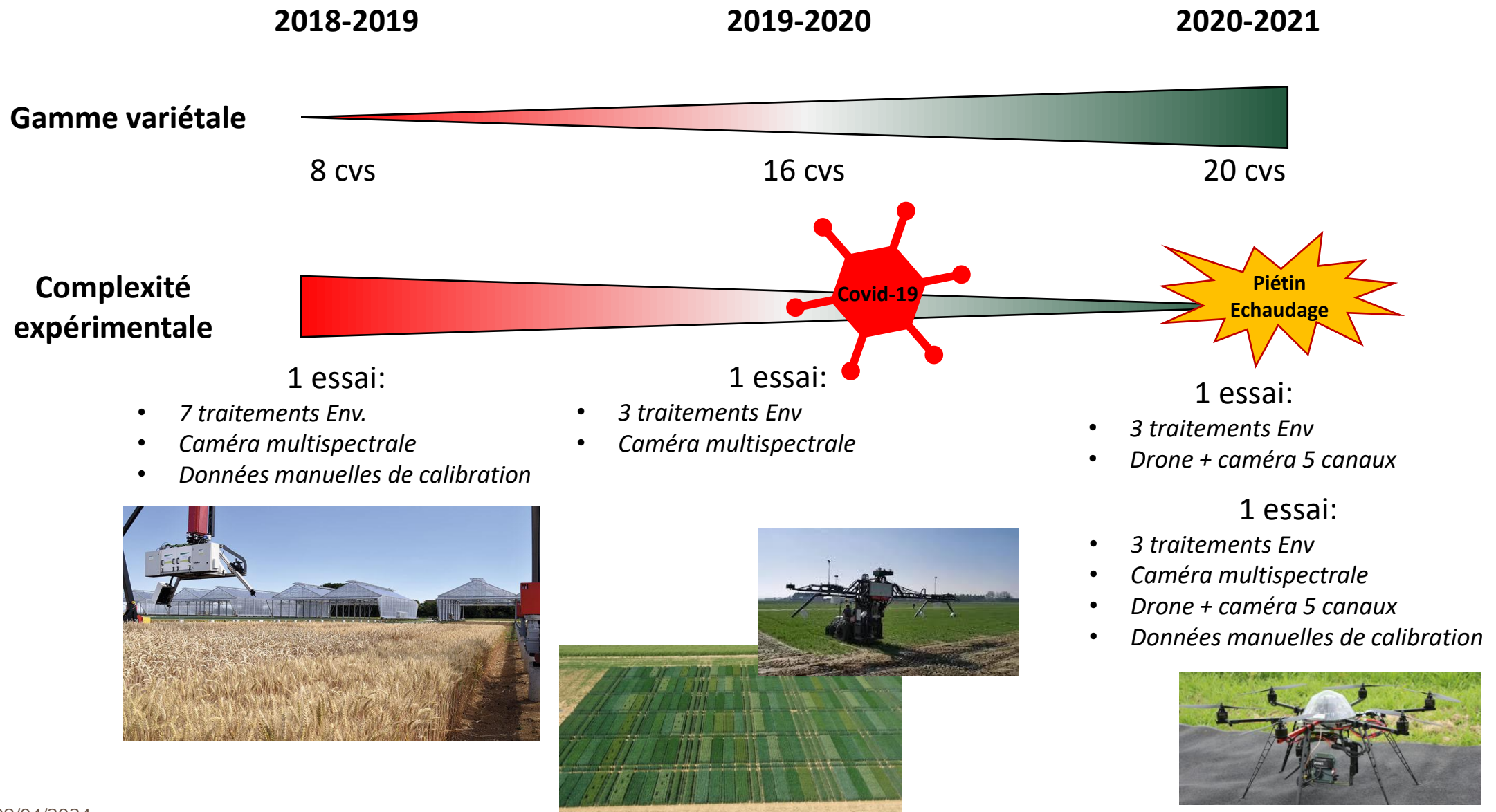
- *proxy(s) pour l'IFVI; protocoles d'acquisitions*
- *Intensité/période du stress, impact*

- *Méthode et liste variétale commune pour plusieurs stress*

- *Passer de 3-6 variétés à ≥ 20*



PHENOTOL: PHENOTypage variétal de la TOLérance





Estimer l'IFVI via des capteurs

Combinaison de l'écologie et de la végétation

Mesure de l'IFVI : méthode 'conventionnelle'

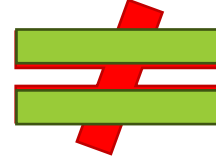


- 1) Mesure des surfaces foliaires par prélèvement
 - 10 brins 'moyens' d'après leur MS
 - 4 strates foliaires supérieures

$$LAI = SF * NE / m^2$$

- 2) Comptage non destructif du NE/m²

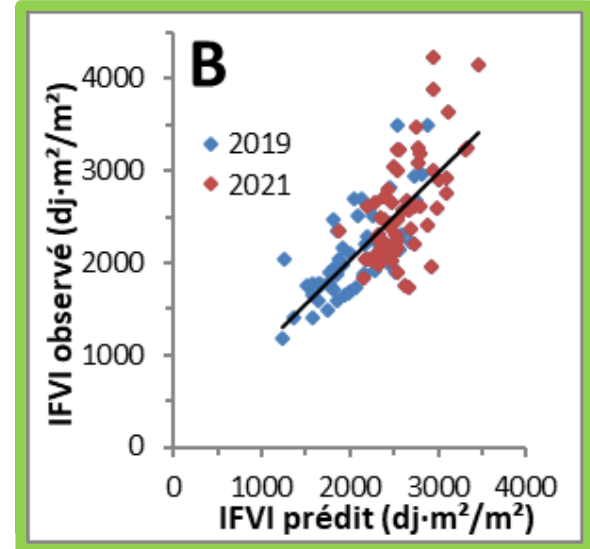
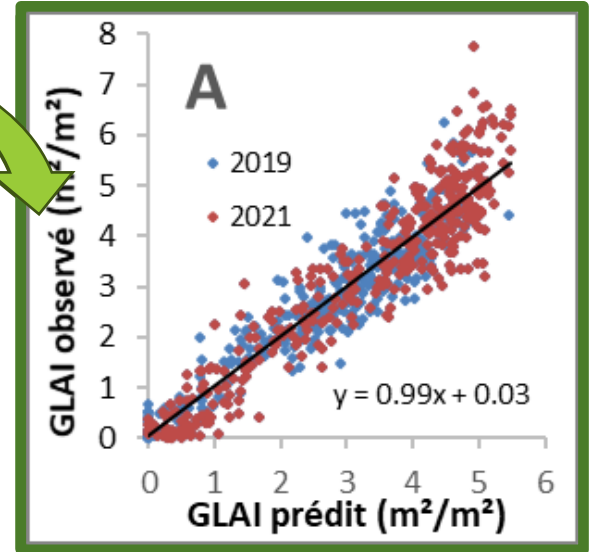
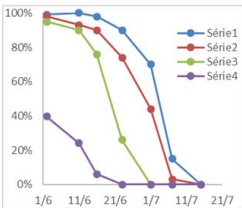
$$GLAI(t) = LAI * \%V(t) \rightarrow IFVI = \int GLAI(t)$$



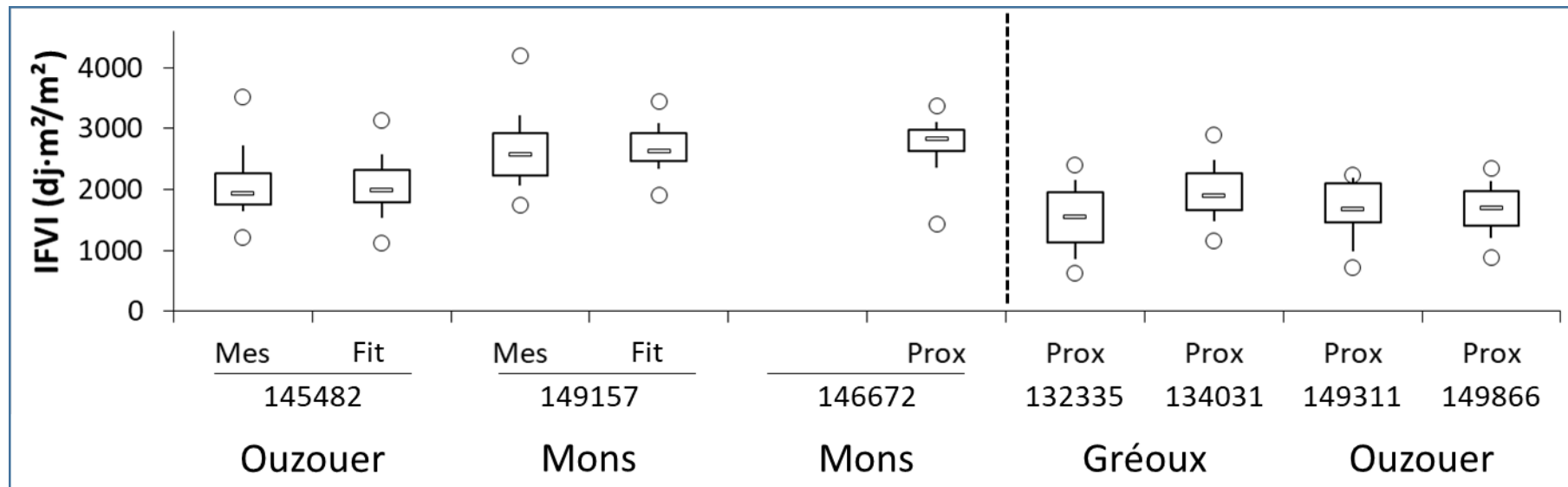
- 3) Suivi visuel du %vert des étages foliaires 1 à 4
 - Estimation hebdomadaire de 10 brins

$$\rightarrow Ts = \int \%V(t)$$

$$IFVI = Ts * LAI$$



Estimer l'IFVI via des capteurs



- ➔ 2 jeux de données de calibration; par contre, pas de véritable validation croisée
- ➔ Sur d'autres essais avec les mêmes capteurs et la même chaîne de données, ordres de grandeurs d'IFVI cohérents
- ✓ Apparemment, on peut mesurer l'IFVI par télémétrie

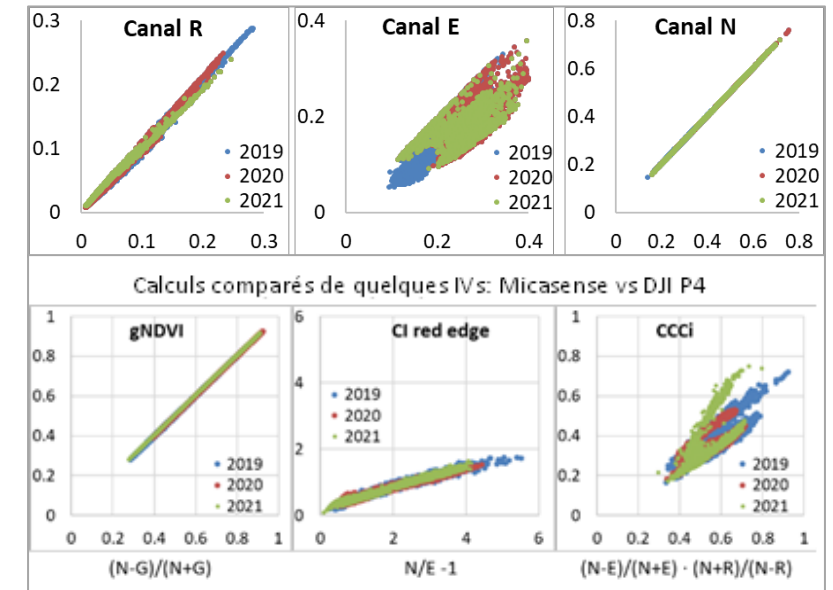
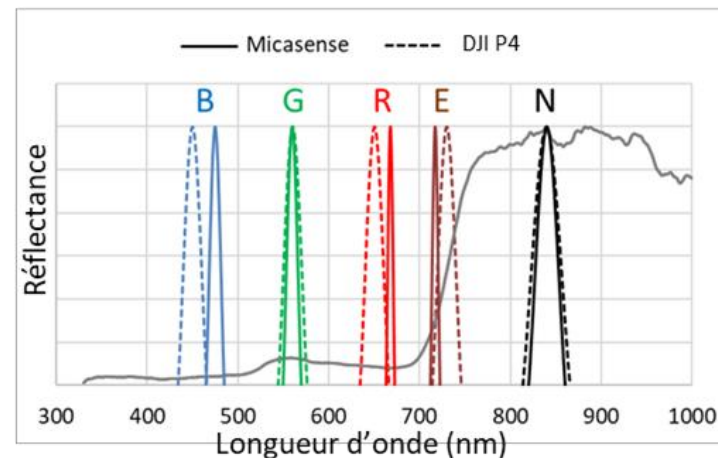
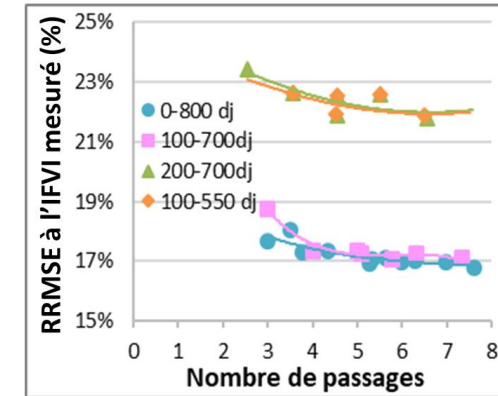
Estimer l'IFVI via des capteurs: *alertes méthodologiques et pratiques*

- gestion des acquisitions

➔ *Surtout besoin de capturer la phase d'intérêt*

- gestion des différences de capteurs

➔ *Besoin de caractériser les longueurs d'ondes mesurées et d'évaluer les conséquences sur les Indices de Végétation utilisés*





Exprimer les différences variétales de tolérance

Essai Phénofield (2019):

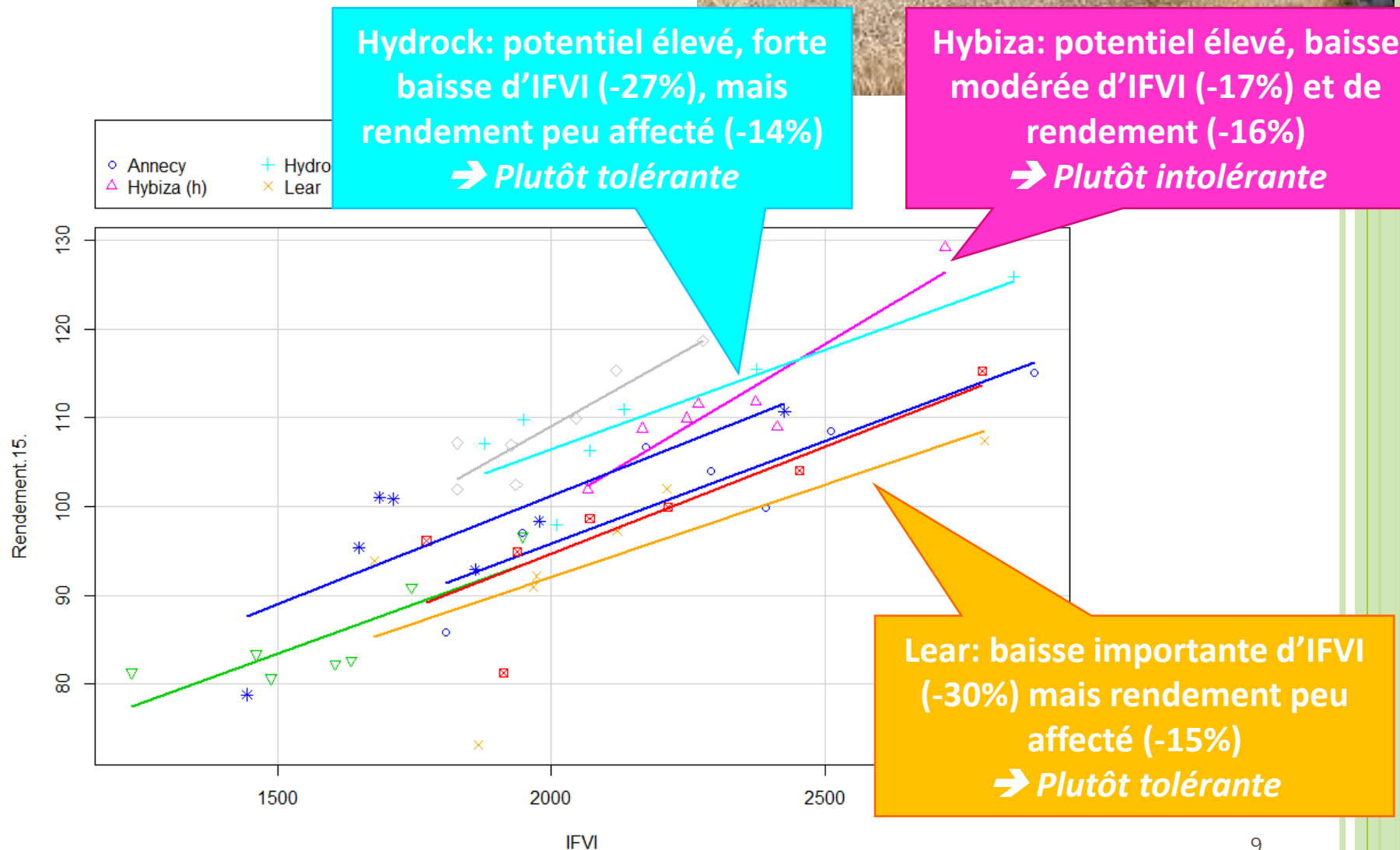
- 7 environnements:

- 1 témoin « non stressé »
- 6 situations à stress variés (eau, azote, septoriose)

- 8 variétés commerciales

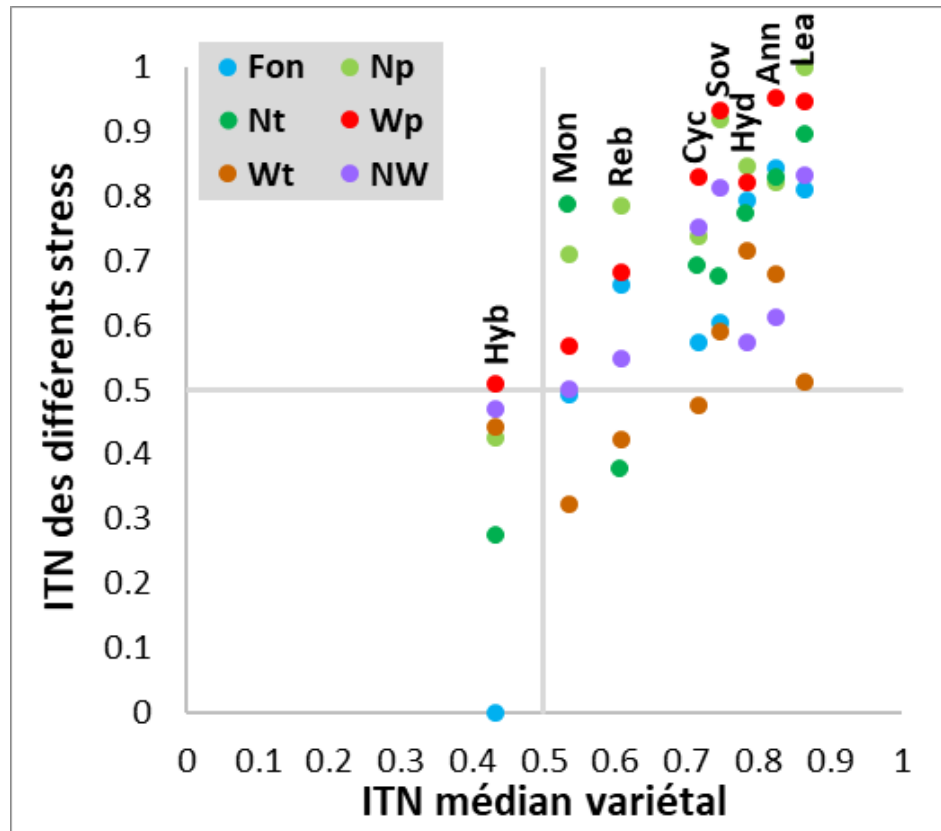
(gamme de précocité/GPD/PMG)

➔ **Rendement et IFVI**

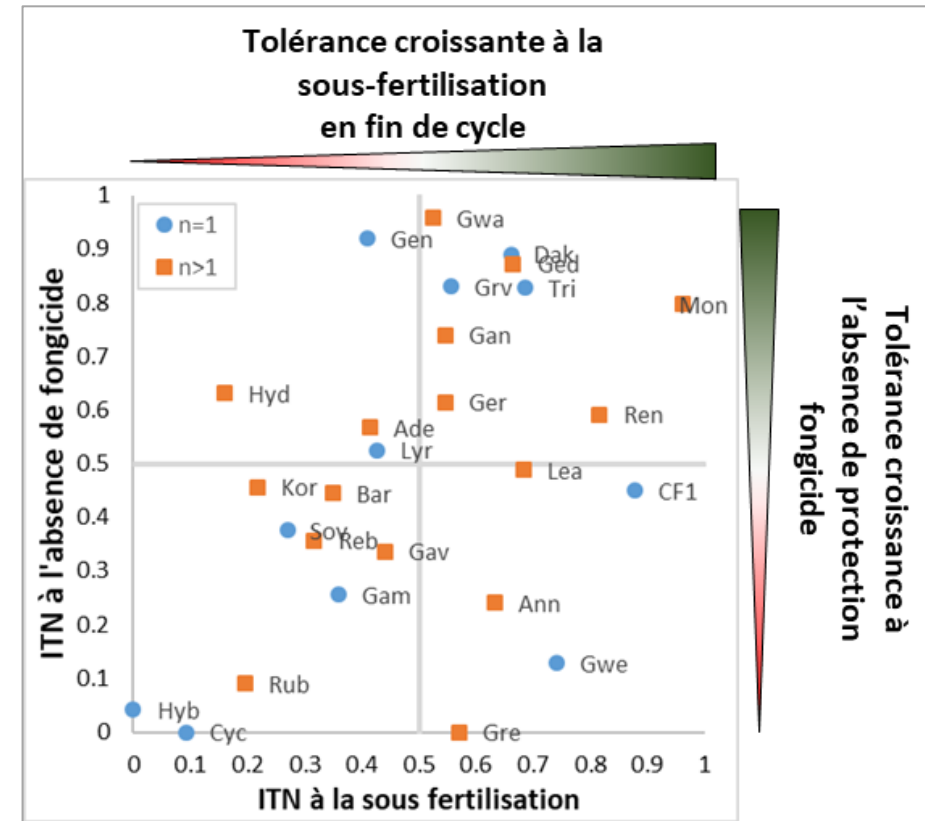


Evaluer les différences variétales de tolérance, en fonction des stress

➔ Pour comparer entre modalités et essais, calcul d'un indice de tolérance normalisé (ITN)



Essai Phénofield (2019)

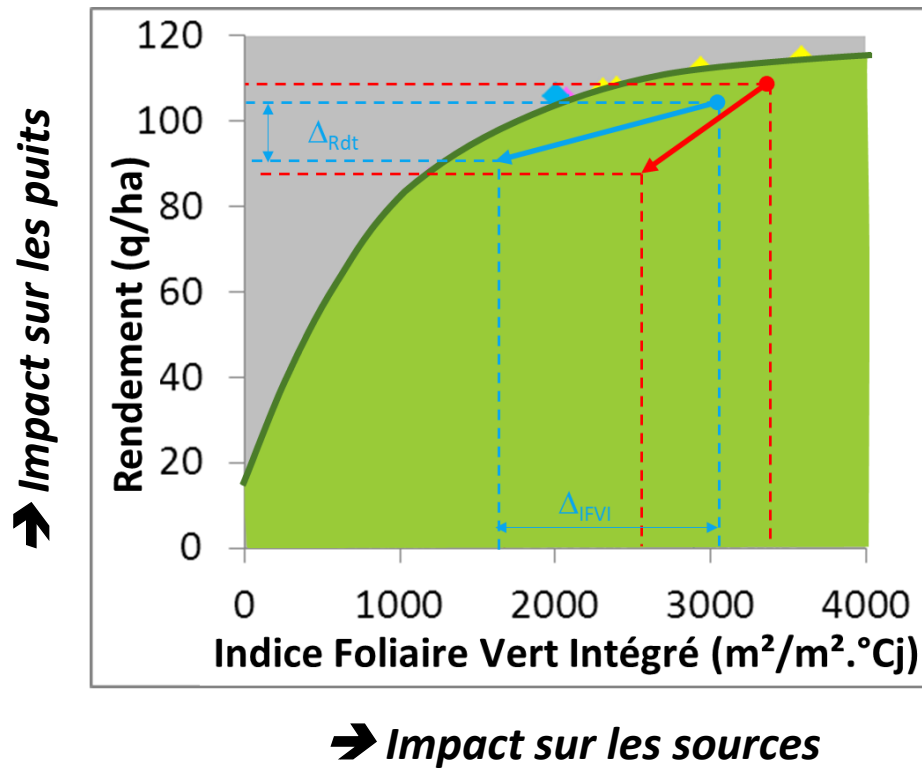


Réseau d'essais 19-20-21



Relier la tolérance à des traits simples?

➔ La tolérance s'explique-t-elle en partie par des traits simples couramment évalués?



	Note PMG	Note Précocité	Note STB	Note GPD	IFVI Tém	LAI Tém	S Tém
Sous-fertilisation	0.01	0.07	0.07	-0.35	-0.03	-0.09	0.10
	97%	71%	74%	7%	87%	63%	60%
Fongicide absent	0.33	-0.03	0.09	0.00	0.16	0.05	0.14
	9%	89%	65%	98%	43%	80%	48%

- Corrélations faibles entre tolérance et traits simples
- Vis-à-vis des maladies (notamment septoriose), la tolérance n'est pas reliée à la note de résistance ➔ **potentiellement cumulable?**



En conclusion

- La tolérance est un trait physiologique qui relie la perte de surface verte (IFVI) à la perte de rendement (nuisibilité)
- **Le déploiement du PHD peut faciliter la mesure de l'IFVI sur des grands effectifs,** moyennant des précautions méthodologiques (spécifications des capteurs, étalonnage) en **utilisant des combinaisons d'IVs:** aucun indice seul ne peut rendre compte de la dynamique de GLAI sur la période considérée
 - *L'utilisation d'autres capteurs et méthodes de PHD pourrait donner directement accès au fiPAR, et donc à l'interception lumineuse effective*
- La mesure et l'expression de la tolérance est plus aisée dans le cas de stress marqués
- On constate bien une **variabilité génétique de la tolérance:**
 - *Elle peut compléter la résistance aux stress*
 - *Elle peut être générique à plusieurs stress*
 - *Il est probable que la tolérance soit spécifique à des phases, en fonction d'équilibres Sources-Puits*



Remerciements

- Les acteurs/réalisateurs: Marie-Odile & Pierre BANCAL, Mélanie HEERS-MAKAROVSKY
- Les soutiens: Jérôme AUZANNEAU, Laure DUCHALAIS, Benoit DE SOLAN, Katia BEAUCHENE
- Les petites mains: Fabrice GIERZAK, Céline HUET, Clotilde DUVERNOY
- Les précurseurs: Philippe GATE & David GOUACHE





merci