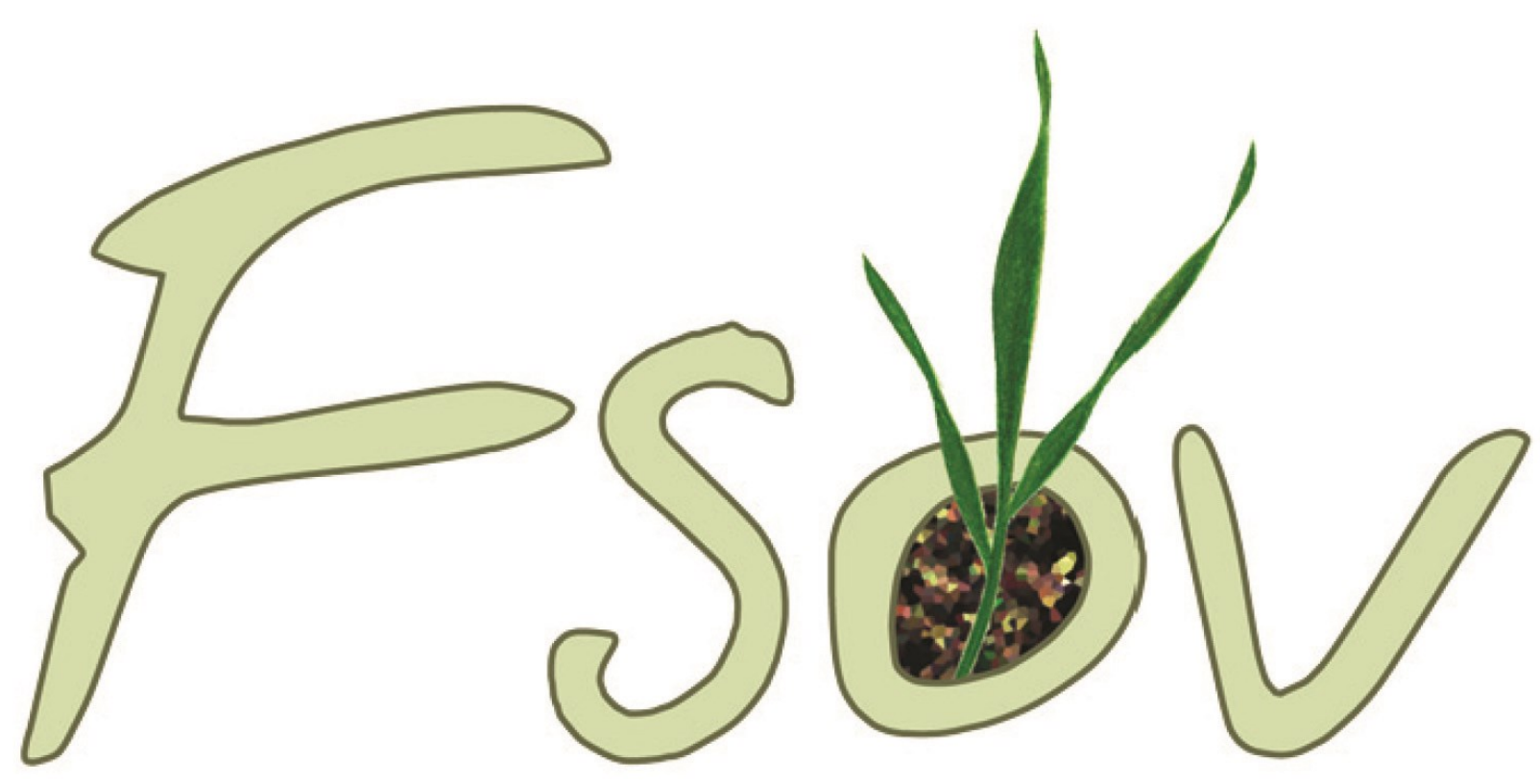




Fonds de soutien à l'Obtention Végétale



Blé tendre



Blé dur



Orge



Seigle



Avoine



Triticale



Riz



Épautre



Identification de traits de tolérance à la sécheresse et élaboration des outils d'aide à leur évaluation

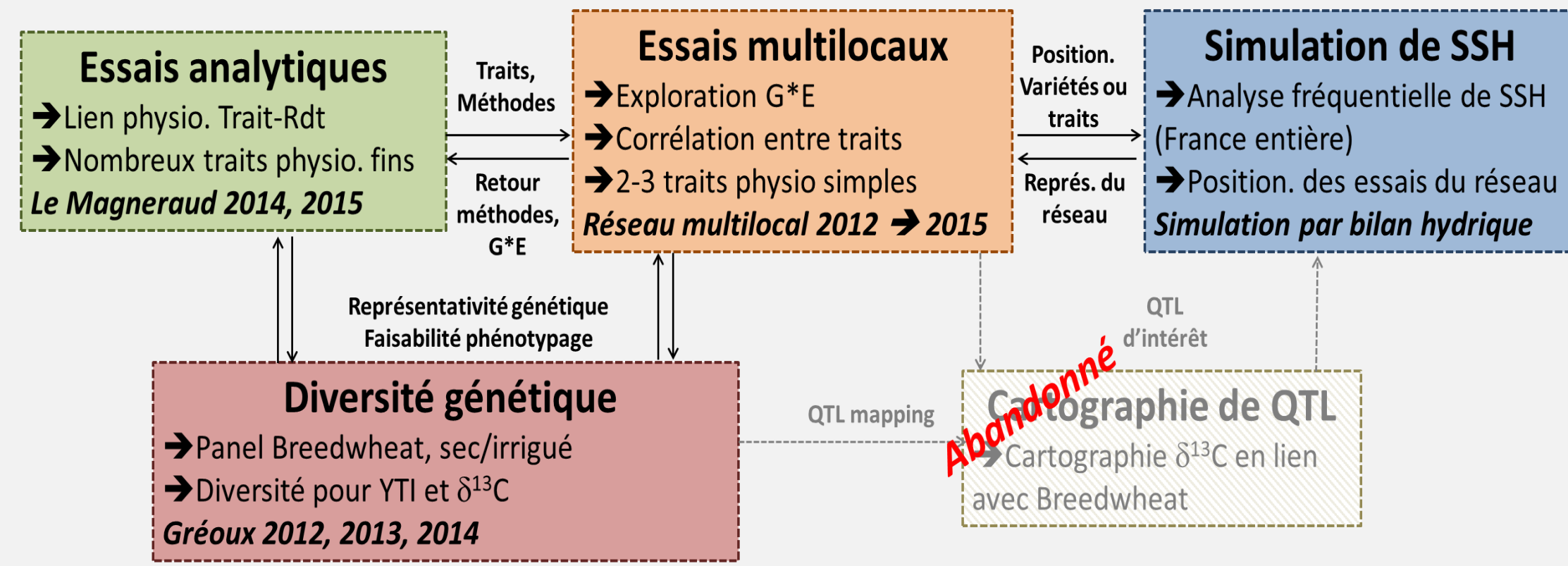
Jean-Charles DESWARTE^{1*}, Katia BEAUCHENE¹, Eric OBER², Thierry MOITTIE³, Camille BEDARD⁴, Laure DUCHALAIS⁵, Jérémy DERORY⁶, Céline ZIMMERLI⁷, Valérie LAURENT⁸, Clément DEBITON⁹, Bertrand GAKIERE¹⁰, Frédéric BARET¹¹

1 - ARVALIS-Institut du végétal ; 2 - NIAB ; 3 - Saaten Union Recherche SAS ; 4 - Secobra Recherches ; 5 - RAGT Zn ; 6 - Limagrain Europe ; 7 - BAYER SAS ; 8 - Florimond Desprez Veuve et Fils ; 9 - UNISIGMA ; 10 - Institut des Sciences des Plantes – Paris-Saclay ; 11 - INRA – UMR 1114 – EMMAH
* Coordinateur : Jean-Charles DESWARTE, jc.deswarte@arvalisinstitutduvegetal.fr

Contexte et Objectifs

- Les contextes de production en France sont très variables (localisation, sol et climat de l'année); les scénarios d'alimentation hydriques sont donc multiples.
- La recherche de traits de tolérance à la sécheresse ne doit pas se faire au détriment de traits assurant le potentiel maximal des cultures les années favorables.
- Les objectifs du projet FSOV 2012-K étaient:
 - De mettre en évidence les interactions G*E pour le rendement en France
 - D'identifier quelques traits conditionnant la performance des variétés selon le milieu, et de réaliser un retour d'expérience sur les méthodologies associées à leur mesure
 - De caractériser les scénarios de stress hydrique (SSH) en France et dans les essais
 - De proposer à la sélection SSH et traits candidats pour des contextes ciblés

Organisation du projet



Réseau d'essais multilocal: interactions G*E, T*E

- 37 essais (conditions climatiques contrastées – récoltes 2012 à 2015); 70 variétés représentées (jeu de données non-orthogonal)
- Variables mesurées: phénologie, rendement (et composantes), $\delta^{13}C_{\text{grain}} \text{ réc.}$ (sur témoins ou sur liste variétale), suivi de sénescence, bilan hydrique simulé
- Interaction G*E pour le rendement significative, tirée par 4 variétés extrêmes
- Peu de critères associés à la résistance à la sécheresse. Le $\delta^{13}C_{\text{grain}} \text{ réc.}$ aide à qualifier les conditions de croissance. Le suivi de sénescence renseigne sur le potentiel de rendement.

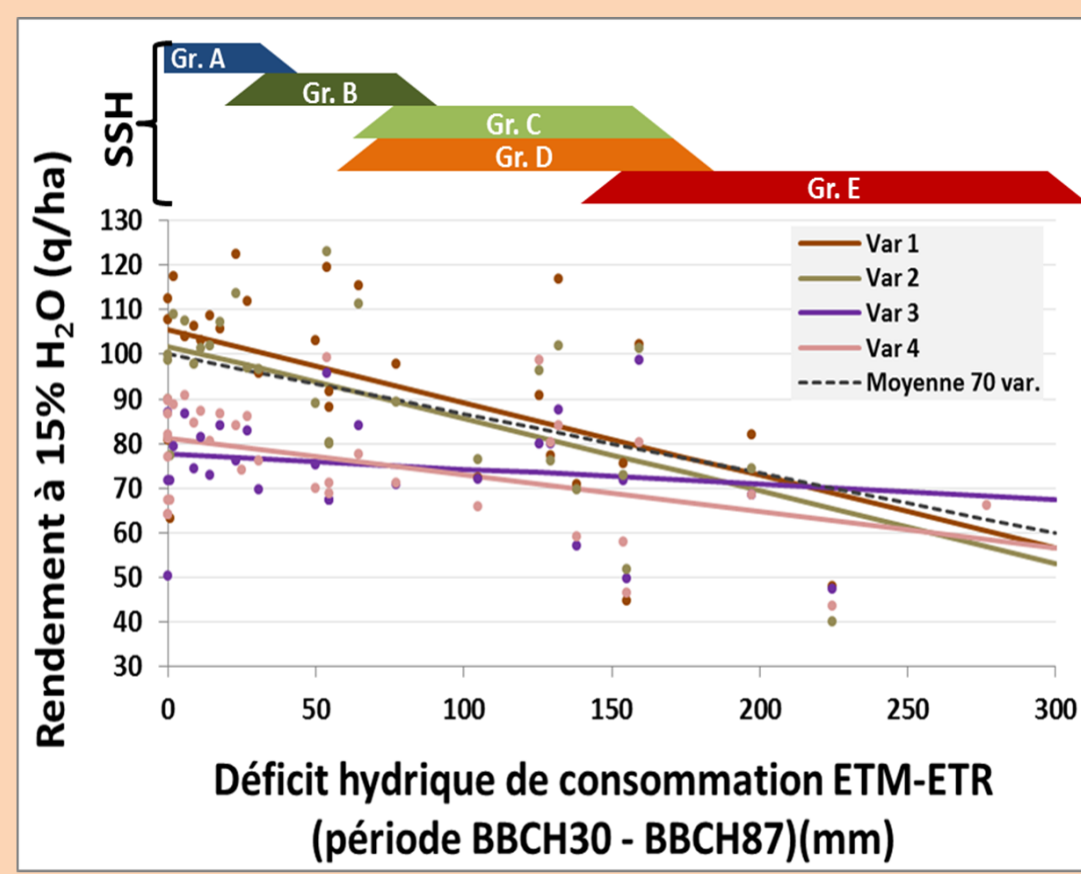


Fig 1: Représentation du rendement en fonction du déficit hydrique calculé pour les 2 variétés les plus (var 1 et 2) et les moins (var 3 et 4) sensibles au stress hydrique.

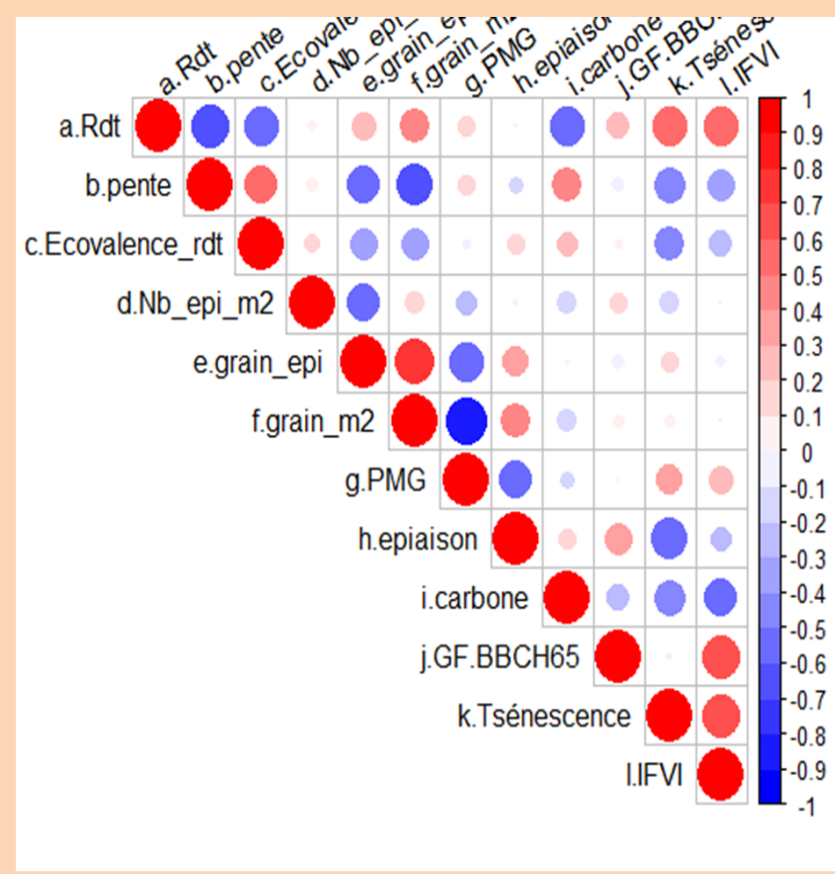


Fig 2: Matrice de corrélations linéaires entre traits physiologiques (moyennes variétales ajustées; 35 variétés)

Modélisation des scénarios de stress hydrique

- 271 stations météorologiques (historique >20 ans) * 2 RU du sol (Déciles 2 et 8).
- Cas-types phénologiques: variétés et dates de semis adaptées localement
- Calcul d'un indice de stress (ETM/ETR) par pas de 100°Cj entre BBCH65-800°Cj et BBCH65+700°Cj.
- Classification hiérarchique ascendante (méthode Ward D2) sur les 10840 scénarios de stress hydriques (SSH)

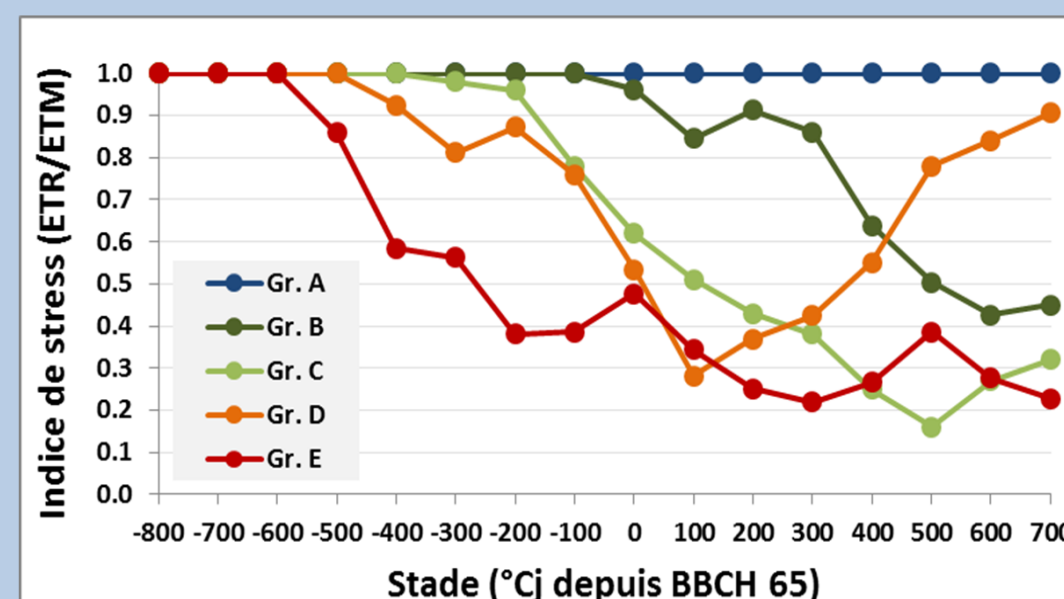


Fig 5: Dynamique d'indice de stress des paragon des 5 groupes de SSH

- Identification de 5 groupes de SSH; les situations à stress hydrique marqué représentent 50% des situations nationales.
- Les essais du projet ont été rattachés à la typologie de SSH. On constate une sur-représentation des groupes A et B au détriment des groupes D et E.

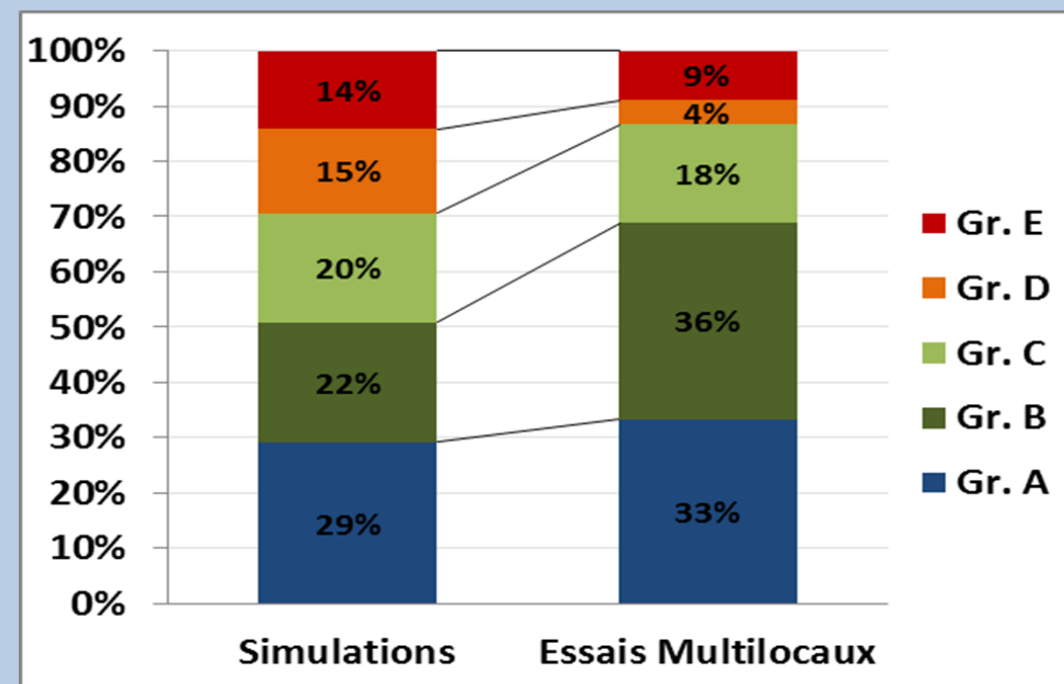


Fig 6: Fréquence d'apparition des 5 groupes de SSH dans les 10840 simulations France entière et dans les 45 essais valorisés par le projet

Essais analytiques

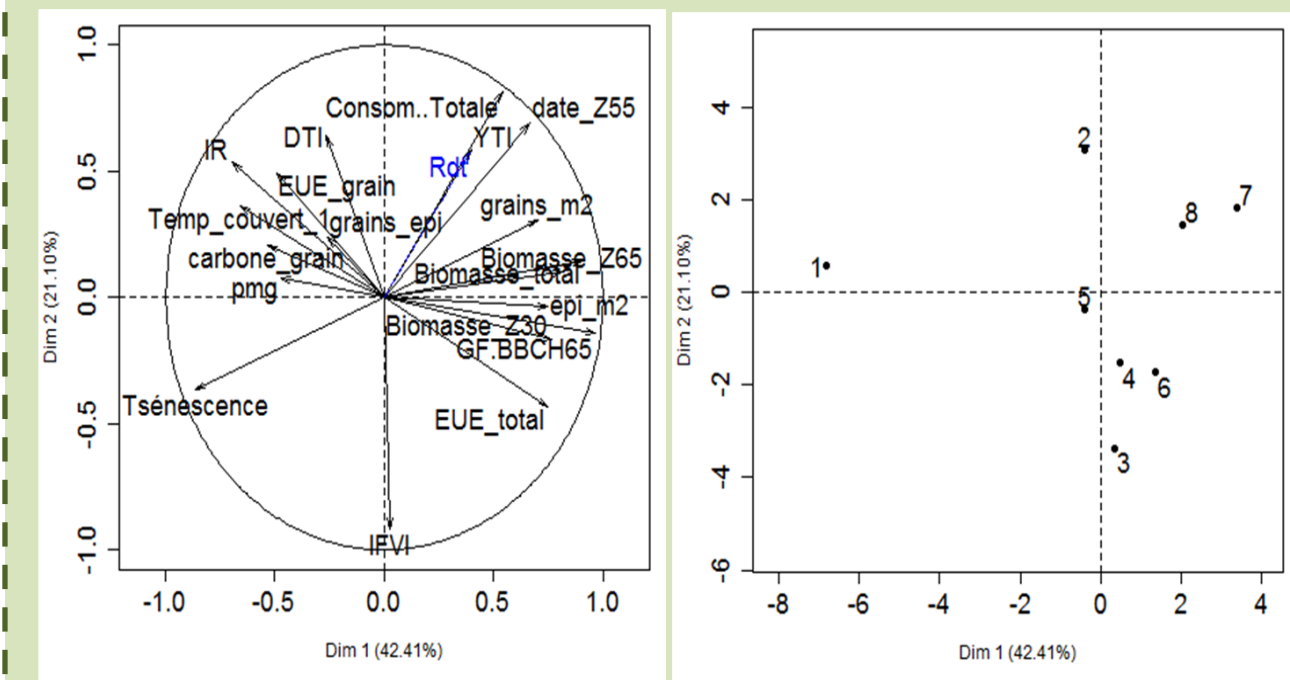


Fig 3: Analyse en composantes principales des moyennes variétales ajustées. Représentation des variables (gauche) et des individus (droite)

- 8 variétés très différentes pour l'élaboration du rendement, mais finalement non discernables pour la résistance à la sécheresse.

- 2 essais sec/irrigué (toits mobiles) – 2014 et 2015; 8 variétés présentes dans le réseau multilocal
- Variables mesurées: phénologie, biomasses, consommation en eau, EUE, $\delta^{13}C_{\text{grain}} \text{ réc.}$, suivi de sénescence, imagerie thermique (drône)
- Pas de différence pour G*E sur le rendement; des différences variétales de consommation en eau, d'indice de récolte, de cinétique de sénescence

Diversité génétique*

- Panel Breedwheat utilisé pour évaluer la variabilité génétique sur $\delta^{13}C_{\text{grain}} \text{ réc.}$ (efficacité intrinsèque de l'eau) et YTI (indice de tolérance du rendement) et repositionner les variétés testées dans les essais multiloceaux dans un contexte variétal plus large
- Diversité génétique pour $\delta^{13}C$ élevée, mais difficulté d'évaluer précisément un large panel dans des conditions stables.

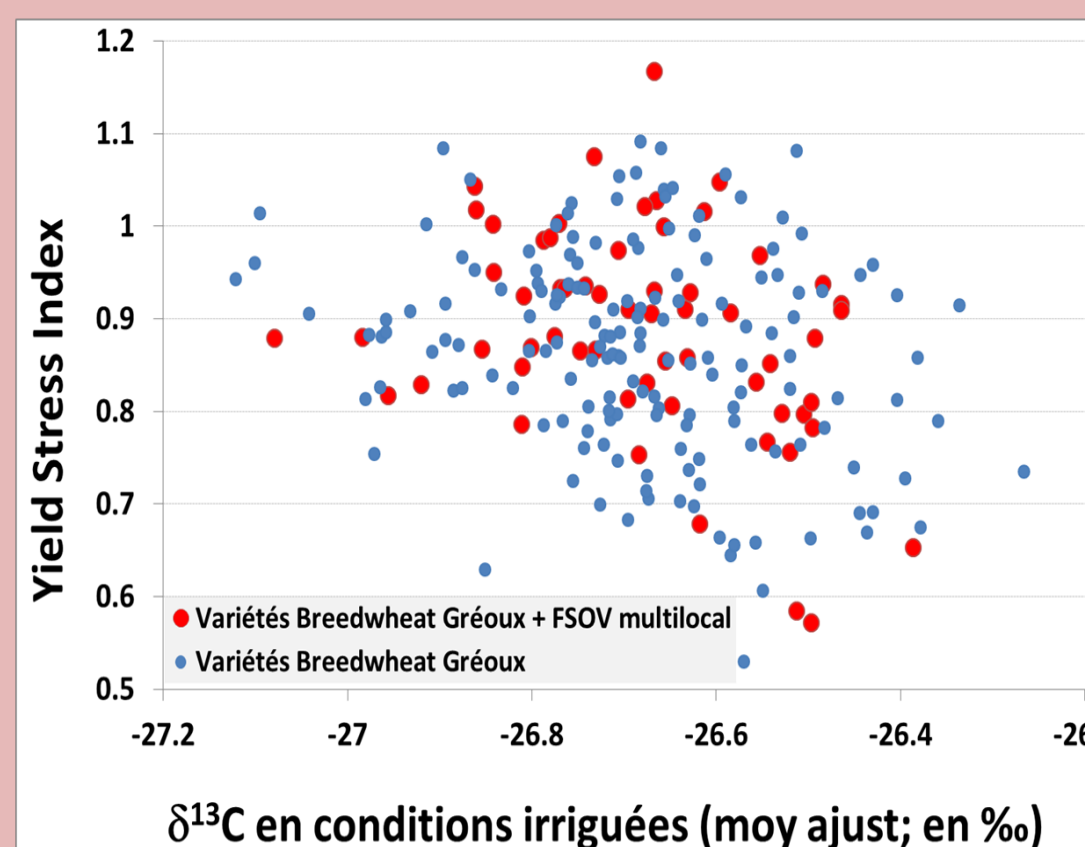


Fig 4: Identification des variétés utilisées dans le réseau multilocal parmi les variétés du panel Breedwheat, pour les indicateurs $\delta^{13}C_{\text{grain}} \text{ réc.}$ et YTI

* Valorisation de données de rendement et d'échantillons des projets FSOV 2010-P RdAssoc et ANR-Breedwheat »

Conclusions

- La diversité génétique de la tolérance à la sécheresse (mesurée par la réponse du rendement au stress hydrique) observée dans les essais multiloceaux est faible, et difficile à appréhender avec les variables physiologiques testées au cours de ce projet
- Plusieurs méthodes novatrices ont été testées:
 - La mesure du $\delta^{13}C$ est simple sur grains à la récolte. Elle renseigne le niveau de stress de la culture, et peut être utilisée comme variable de caractérisation du milieu (mesure assez précise, peu coûteuse, non sujette à une interaction G*E). La diversité génétique existe, mais son intérêt en sélection reste à démontrer dans nos milieux
 - Le suivi de la sénescence par photos numériques semble pertinent pour repérer des variétés à fort potentiel de rendement. Une automatisation de la chaîne d'acquisition (drone notamment) et de traitement (modélisation de la cinétique) est nécessaire
 - L'imagerie thermique semble difficile à mettre en œuvre: variations de l'ensoleillement, vent, confusion d'effets avec la phénologie et la sénescence
 - L'évaluation directe des consommations en eau ne semble pas atteignable à l'échelle de la variété, et l'ampleur de la variabilité génétique n'est pas établie
 - Les sucres solubles des tiges peuvent être valorisables dans de nombreux scénarios de stress; la méthodologie (prélèvement, échantillonnage, dosage) et l'interprétation restent à affiner. Cette piste n'a pas pu être creusée dans le cadre de ce projet
 - La caractérisation du milieu (estimation des disponibilités en eau, variations spatiales) est lourde et fait souvent appel à de la prospection (profil de sol); associée à un bilan hydrique, elle renseigne autant sur la dynamique du stress que son intensité.