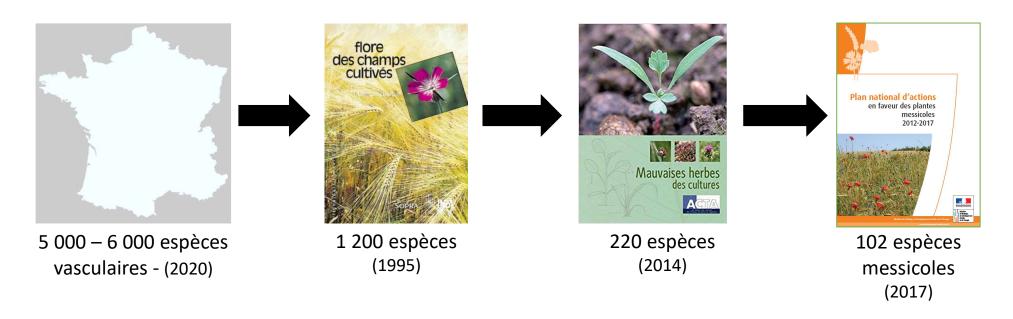
Sélectionner pour améliorer la compétition des céréales à paille vis-àvis des adventices

Rémi Perronne (UMR IGEPP), Bruno Chauvel (UMR Agroécologie), Bernard Rolland (UMR IGEPP) – INRAE

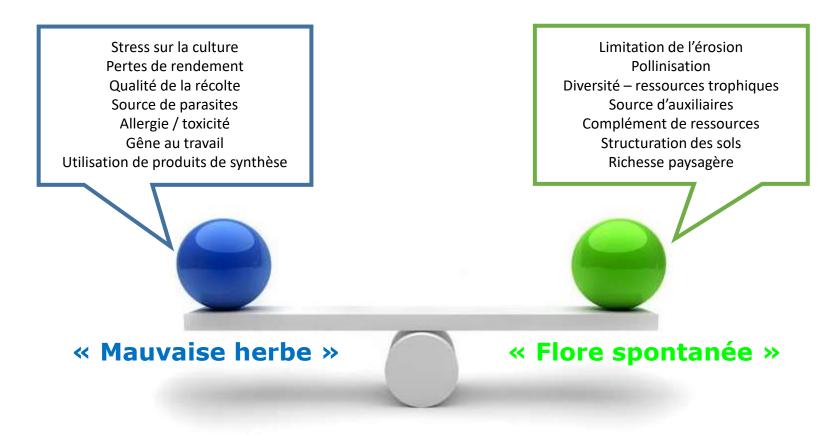
Importance des adventices



Une part non négligeable de la diversité végétale en France

Une part importante de la diversité des **espèces annuelles** (60 à 90% d'espèces annuelles dans les parcelles)

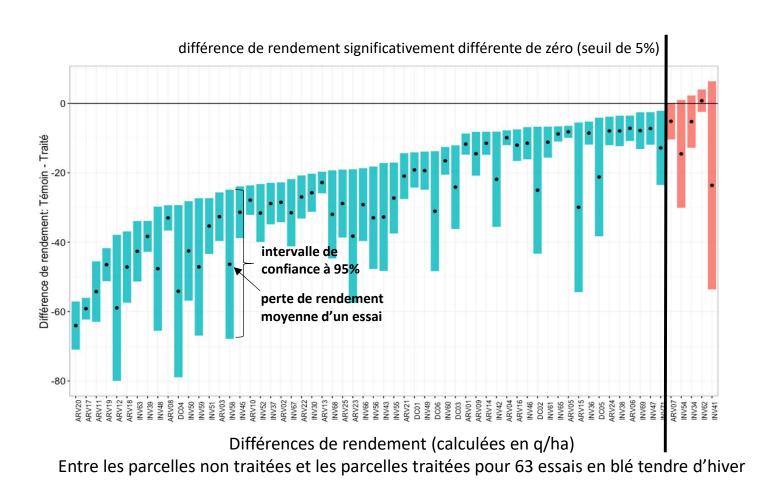
Deux facettes de la flore adventice



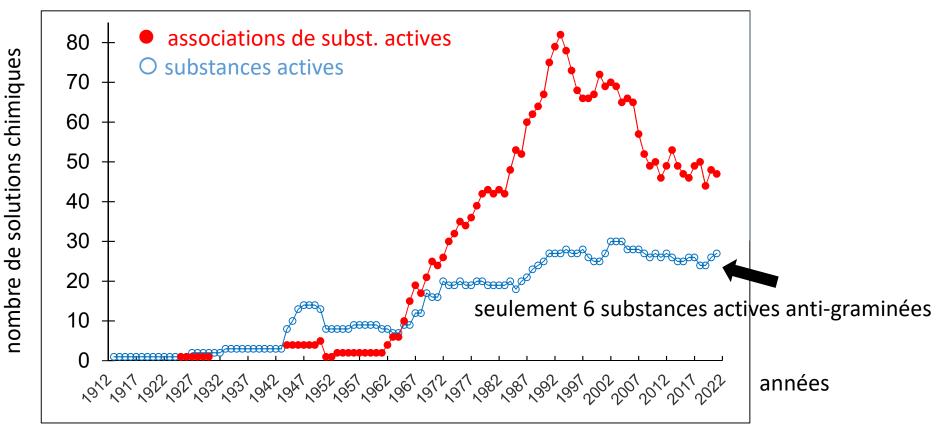
Y-a-t -il un problème d'adventices? ←→ ou un problème de désherbage (impact du désherbage) ? (diversité végétale) (environnement)

Un questionnement pour l'agroécologie, synthèse entre ces deux approches

Une nuisibilité difficile à prévoir



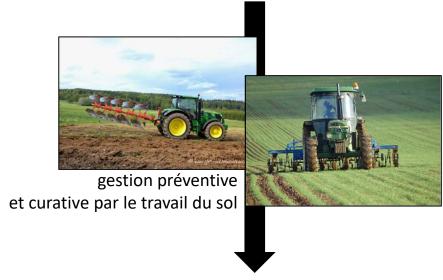
Evolution du nombre de substances actives destinées à désherber le blé en France (1913 – 2021)



+ Une augmentation du nombre d'espèces résistantes aux herbicides

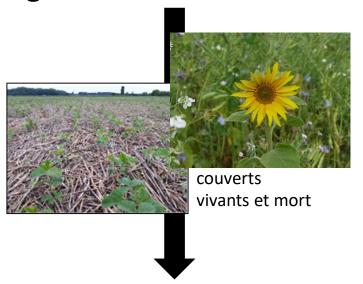
Quels modes de conduite pour quelles méthodes de désherbage

Agriculture biologique



Différentes pratiques de perturbation à effet cumulatif

Agriculture de conservation



Rôle central du désherbage chimique (herbicide de post-levée)

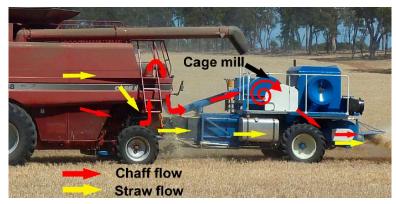
Intensité du travail du sol

Quelles méthodes de gestion de la flore adventice?

De nouvelles technologies



désherbage électrique https://zasso.com/fr/accueil/



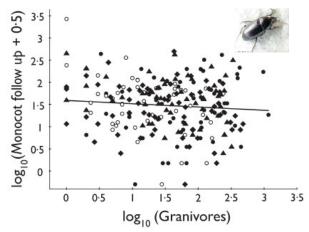
moissonneuse-batteuse destructrice des semences de mauvaises herbes Walsh, 2012

Reprise des anciennes approches



troupeau désherbeur

Approche agroécologique



consommation graines par carabes
Bohan et al., 2011

Le levier variétal comme piste prioritaire permettant de réduire l'usage des herbicides dans le cas des céréales à paille

Capacité de compétition d'une variété: deux composantes

Compétitivité : capacité de la variété à réduire, voire arrêter, la croissance et le développement des adventices, se traduisant par une réduction de leur biomasse

Tolérance : capacité de la culture à limiter les pertes induites par la présence d'adventices, voire à maintenir le rendement de la variété

La sélection s'est davantage focalisée sur l'étude de la compétitivité que celle de la tolérance :

- ✓ plus grande variabilité inter-variétale
- √ corrélation positive (ou absence de corrélation) entre les deux composantes
- ✓ schéma de sélection moins affecté
- ✓ objectif de réduction de la banque de graines adventices du sol (effet long terme)

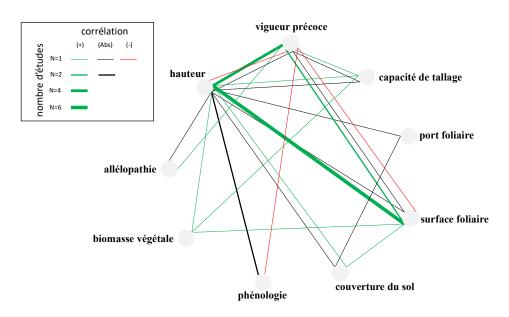
Comment choisir les caractères d'intérêt ?

- √ héritabilité
- ✓ stabilité (dans des conditions environnementales diversifiées représentatives des régions agricoles concernées)
- √ variabilité génotypique inter-variétale
- ✓ indépendance, ou corrélation positive, avec d'autres caractères d'intérêt déjà sous sélection
- √ rapidement quantifiables au champ
- √ peu sujets aux biais de mesure
- √ partiellement ou totalement automatisable

Quels caractères d'intérêt ont été étudiés jusqu'à présent ?

- √ hauteur en fin de cycle
- ✓ vigueur en début de cycle (vitesse d'émergence et de croissance de la plantule, hauteur, surface foliaire, couverture du sol et biomasse de la culture à différents stades phénologiques en début de cycle)
- ✓ capacité de tallage
- ✓ caractéristiques foliaires des premiers étages de la canopée (port foliaire, surface foliaire)
- ✓ phénologie
- ✓ allélopathie
- √ caractères racinaires
- √ biomasse végétative de la culture

Corrélations entre caractères



nombre de publications indiquant le degré de corrélation entre les caractères d'intérêt permettant potentiellement d'améliorer la compétitivité des variétés de céréales à paille. Les résultats sont synthétisés en distinguant les corrélations positives (+), négatives (-) ou l'absence de corrélation (Abs) sur la base des informations et de l'interprétation fournie par les auteurs des différentes études. Ce choix a été retenu car les différents tests de corrélations utilisés ne sont pas directement comparables entre études (méthodes retenues, nombre de valeurs, tests statistique évaluant le niveau de significativité).

- ✓ environ 25% des études publiées analysent les corrélations entre caractères
- ✓ peu de tendances sont observées de manière répétée (corrélation positive entre hauteur en fin de cycle et la surface foliaire en milieu de cycle, ainsi qu'avec la vigueur précoce) et présentent tout de même des contre-exemples (exemple de sélection de génotypes courts présentant une vigueur précoce élevée)
- ✓ phénologie et port foliaire semblent relativement indépendants des autres caractères d'intérêt
- ✓ pas de relation claire entre la compétitivité des adventices et le rendement grain, suggérant qu'il devrait être possible pour les sélectionneurs de maintenir un rendement élevé tout en améliorant la capacité de compétition des variétés 12

Limites actuelles de l'évaluation des caractères

- ✓ peu de caractères largement étudiés (hauteur fin de cycle, vigueur précoce)
- √ variabilité des méthodes de caractérisation et des stades phénologiques pour un même caractère (ex. vigueur précoce)
- √ nombre de génotypes évalués est réduit (25% études > 20 génotypes)
- ✓ nombre de conditions environnementales est réduit (50% > 2 environnements)
- √ variabilité génétique explorée est différente
- ✓ méthode d'évaluation de la compétitivité est variable (flore spontanée hétérogène, semis adventices)

Les futurs programmes de recherche devront :

- ✓ préciser les caractères mesurés, les méthodes de mesure et le ou les stades d'évaluation
- ✓ privilégier un semis contrôlé d'adventices
- √ augmenter la variabilité génotypique inter-variétale
- ✓ tenir compte de la dynamique des caractères mesurés au cours du cycle cultural et évaluer systématiquement les corrélations entre les différents caractères mesurés

Constats généraux

- √ la composante à privilégier en sélection apparait être la compétitivité
- ✓ la synthèse bibliographique identifie deux ensembles de caractères durant le cycle cultural : (1) les caractères pré-épiaison et (2) les caractères post-épiaison
- ✓ durant la période pré-épiaison, une mesure dynamique des caractères apparait pertinente (la vitesse de croissance affectant le développement des adventices constituant une estimation appropriée de la compétitivité de la culture) et l'étude des corrélations entre caractères permettra d'affiner la liste minimale de caractères à étudier
- √ durant la période post-épiaison, la hauteur en fin de cycle, la phénologie à floraison et maturité, ainsi que le port foliaire à partir du stade épiaison, semblent être d'utiles compléments pour améliorer la compétitivité des variétés

(cependant, du point de vue du sélectionneur, il apparait certaines incompatibilités entre les itinéraires techniques et les objectifs de sélection visés pour certains caractères, notamment la hauteur en fin de cycle)

✓ une **automatisation** de l'acquisition de certains caractères pré-épiaison est attendue, mais des travaux sont actuellement nécessaires

A la recherche d'idéotypes adaptés à la diversité des itinéraires techniques

✓ Donald (1968) a proposé de baser les objectifs de sélection sur la notion d'**idéotype**, modèle de plante « idéal » défini en amont de la sélection, constitué d'une combinaison de caractères physiologiques et morphologiques qui devrait permettre une réponse prévisible du génotype dans un environnement donné :

« en blé tendre en conditions non limitantes en ressources: un génotype court, ayant une faible capacité de tallage, avec un port érigé ainsi que des petites feuilles, afin de maximiser le rendement (via l'indice de récolte) et la qualité »

- ✓ Cet idéotype (ayant conduit à un type variétal largement généralisé), ne permet pas d'obtenir une compétitivité optimale vis-à-vis des adventices, visant à réduire au maximum la compétition entre plantes pour les ressources
- ✓ Il est préférable de **définir différents idéotypes selon le mode de conduite**, combinant à la fois une amélioration plus ou moins importante de la compétitivité et du rendement, ou d'autres critères:
 - polyculture-élevage en AB : génotype haut, pouvoir couvrant durant tout le cycle, phénologie variable
 - ➤ ITK plus interventionniste en exploitations spécialisées de grandes cultures en AB : génotype plus court (écimage), pouvoir couvrant en début de cycle puis port érigé (facilité désherbage mécanique), précoce

Conclusion

Définir un schéma de sélection différent pour chaque idéotype visé, les objectifs variant, les caractères et les stades de sélection associés à ces caractères varieront également.

Mettre des moyens conséquents en recherche, notamment dans le cadre de thèses ou/et postdoctorats en partenariat avec les sélectionneurs.

Je vous remercie de votre attention



A gauche une variété de blé tendre très couvrante et tardive en début de montaison (épi 1cm) inscrites sur la base d'un dispositif d'évaluation adaptée à la production biologique.

A droite une variété de blé tendre moins couvrante mais précoce et plus haute ayant dépassé le stade redressement.