

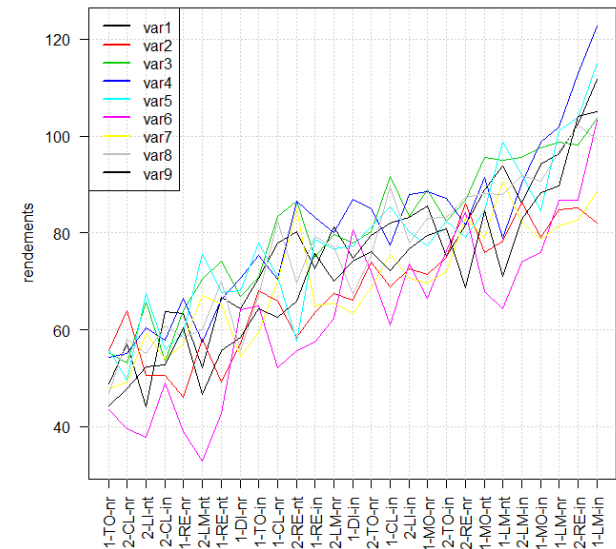
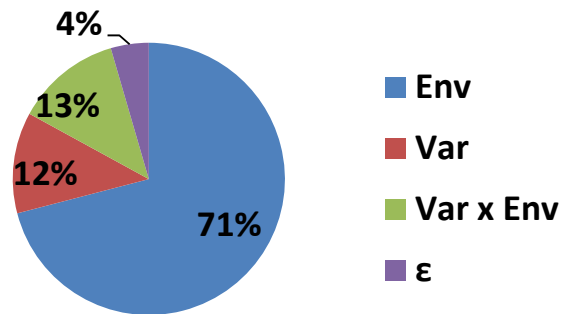
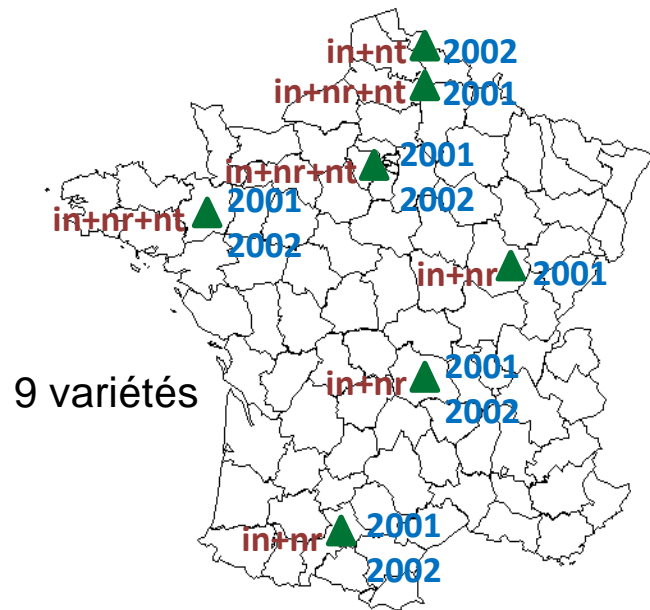
Caractérisation Environnementale

Comment caractériser l'environnement dans les réseaux d'essais variétaux ?

Arnaud Gauffreteau
Marie-Noël Mistou

Journées du Groupe céréales à Paille
Le 4 Avril 2013 à Montpellier

Importance de l'environnement dans le comportement des cultures



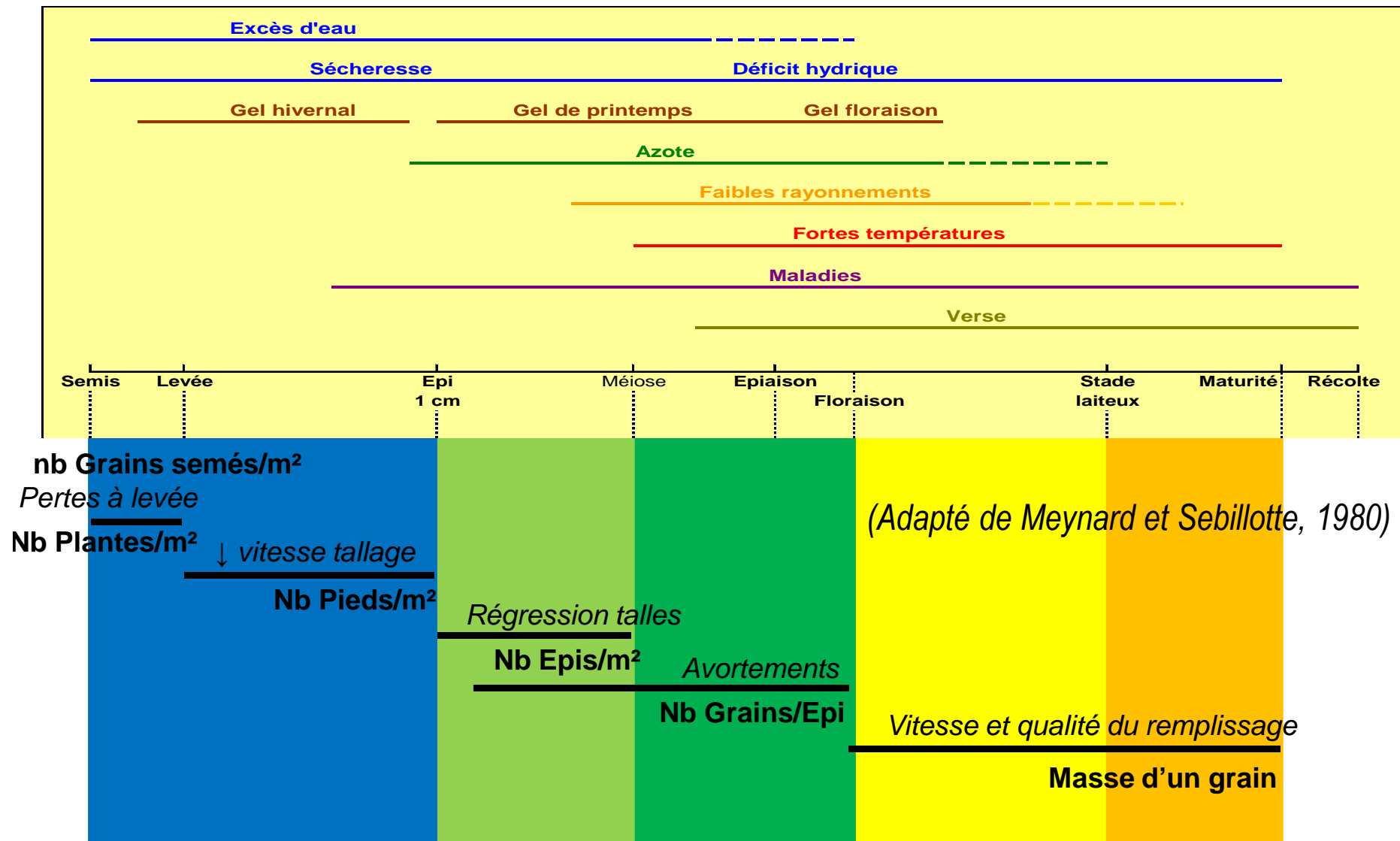
Objectifs :

- Mieux connaître ses essais et son réseau d'essais
- Mieux comprendre la réponse des variétés dans les différents environnements du réseau d'essais
- Raisonnement sur les variétés transposable aux conduites culturales

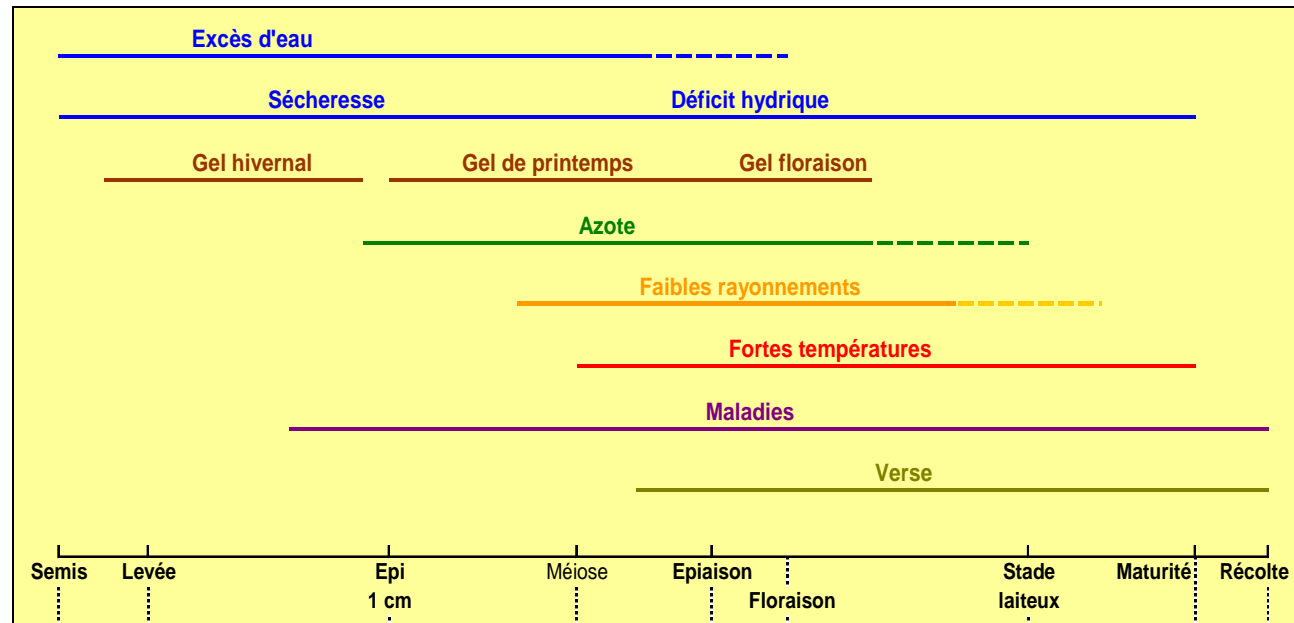
Contraintes :

- Démarche applicable dans des essais au champs « peu » instrumentés : opérationnalité
- Résultats rapides

Améliorer sa connaissance des environnements par une description des facteurs limitants dans le temps



Des indicateurs chiffrés pour quantifier le niveau de chaque stress dans les environnements d'essai



Cumul des P-ETP >0

Cumul des P-ETP <0,
des ETR-ETM <0

Modèle (tmp min < seuils)

Observations

INN floraison, HN tester

Cumul Rgl, Rgl < seuil
(Nbj, cumul)

tmp max > 25° (Nbj,
cumul)

Observations, modèles

Observations verse et
accidents

➔ Description sur un nombre limité de variétés : les variété révélatrices

Un diagnostic agronomique pour identifier des FL majeurs et quantifier leur impact

➔ Expliquer les variations de rendement (**Rdt**) observées sur chaque génotype révélateur par les niveau des indicateurs de FL (**indFL**) calculés dans chaque milieu

$$Rdt_j = \mu + \alpha_1.indFL_{1j} + \dots + \alpha_n.indFL_{nj} + \varepsilon_j$$

Décrire les environnements

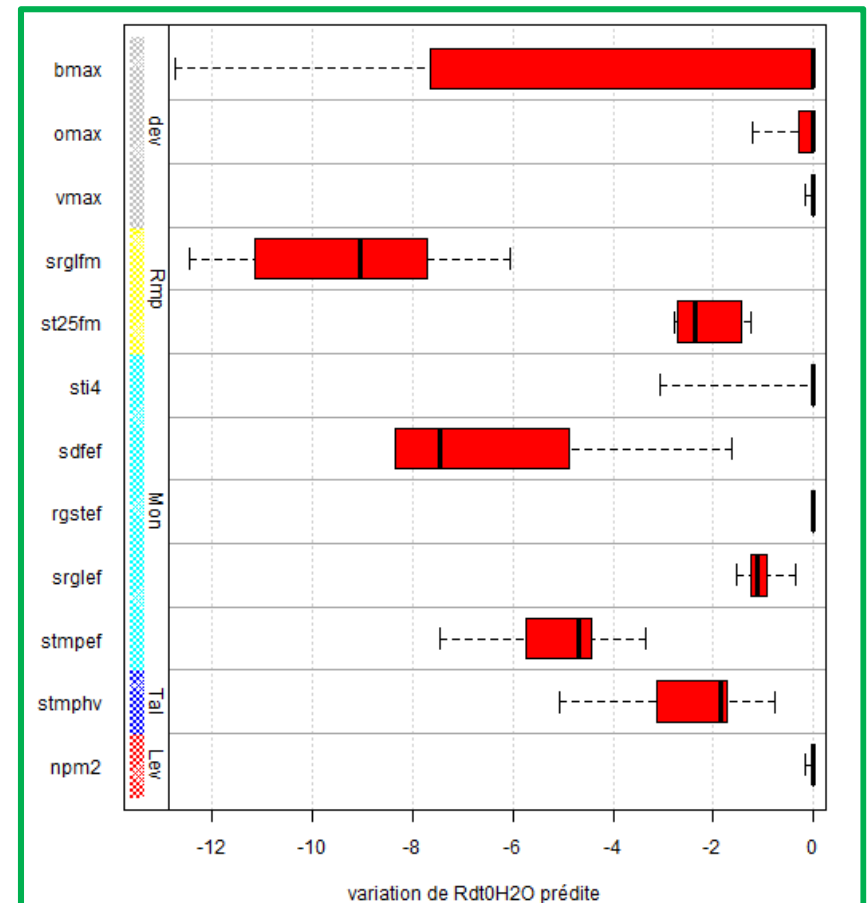
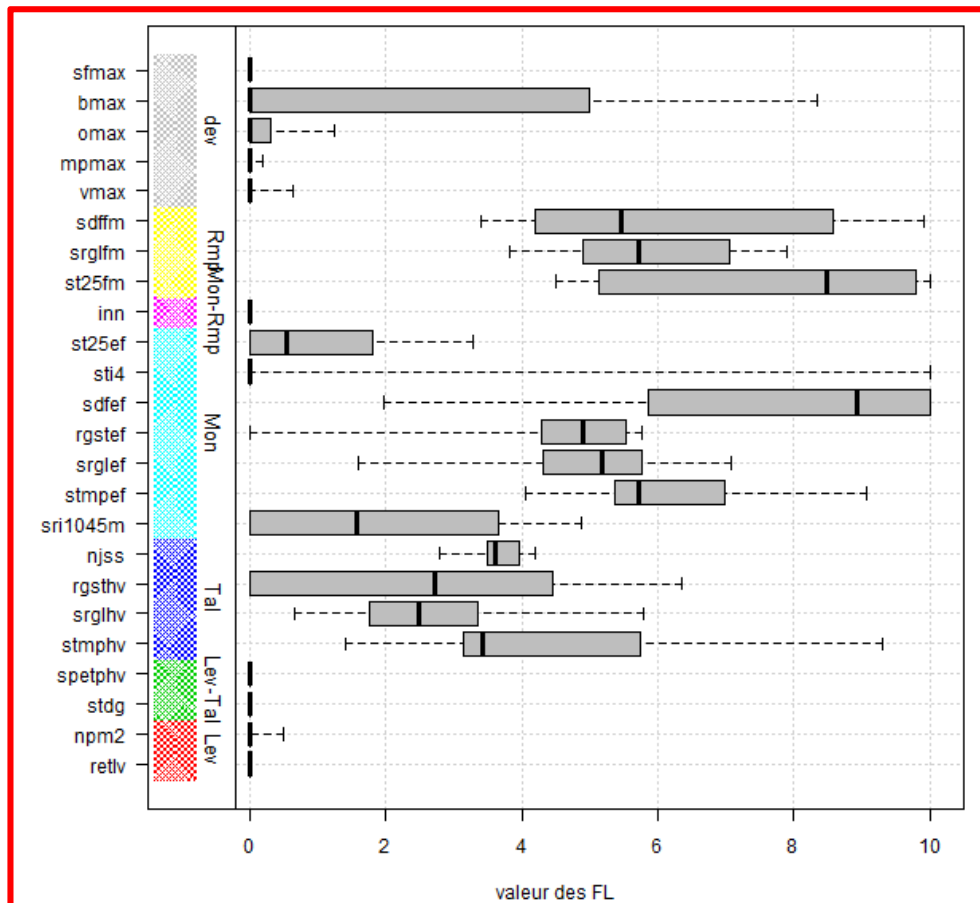
Description des milieux de culture

Calcul
d'indicateurs
donnant le niveau
des principaux FL



Diagnostic Agronomique

Identification des FL
impactant le
fonctionnement des GR
& quantification de leurs
effets



Pour caractériser le réseau d'essais et les variétés

Description des milieux de culture

Calcul
d'indicateurs
donnant le niveau
des principaux FL

Diagnostic Agronomique

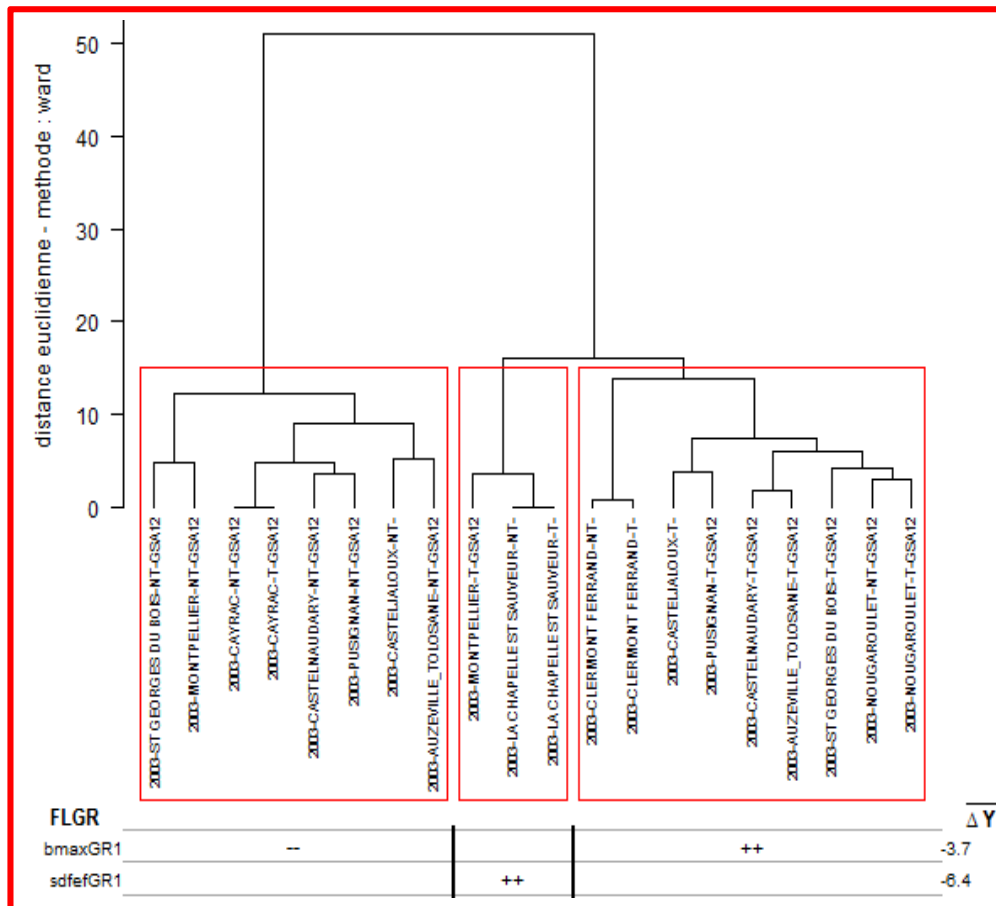
Identification des FL
impactant le
fonctionnement des GR
& quantification de leurs
effets

Structuration du réseau d'essais

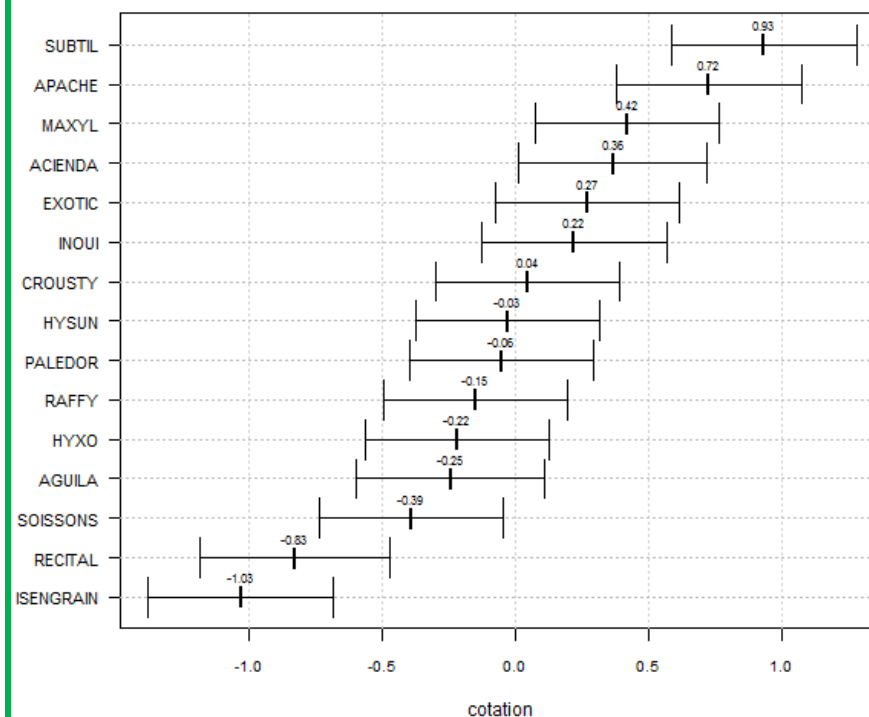
Classification des milieux selon la nature et le poids
des FL issus du diagnostic

Caractérisation des variétés

Réponse des variétés aux FL issus du diagnostic



Stress hydrique montaison : $EfPr = -1.82$ – $EcTy=0.95$



Des modèles d'IGE peu prédictifs

Objectif : comparer la régression factorielle avec une méthode en deux étapes couplant un modèle mixte additif et une régression PLS sur la matrice d'interaction

Données : 9 Variétés conduites de façon intensive et intégrée sur 9 sites en 2007 et 2008

Protocole : 1- Validation croisée sur les environnements . 2- Evaluation de la capacité des modèles à identifier la meilleure variété parmi 2 sur tous les couples possibles. 3- Valeur de référence = valeur fournie par des prédictions à partir d'un simple modèle mixte additif

Méthodes d'analyse	Erreur d'identification
Référence	1.22 q/ha
Régression factorielle + contrainte de signe	1.26 q/ha
Modèle mixte + PLS	0.98 q/ha

Pourquoi cette faible qualité prédictive:

- Des modèles statistiques peu adaptés
- Une mauvaise description des stress abiotiques (Eau – Azote) dans les réseaux d'essais :
 - Peu voir pas de mesures direct du stock en eau et en azote du sol
 - Mesures d'INN à floraison : pas de caractérisation en dynamique du stress azoté
 - Des indicateurs (P-ETP, ETM-ETR) qui ne tiennent pas compte des besoins de la culture

Utiliser des modèles agronomiques

Idée : Utiliser un modèle agronomique simulant en dynamique le développement d'une plante en fonction des stress hydriques et azotés

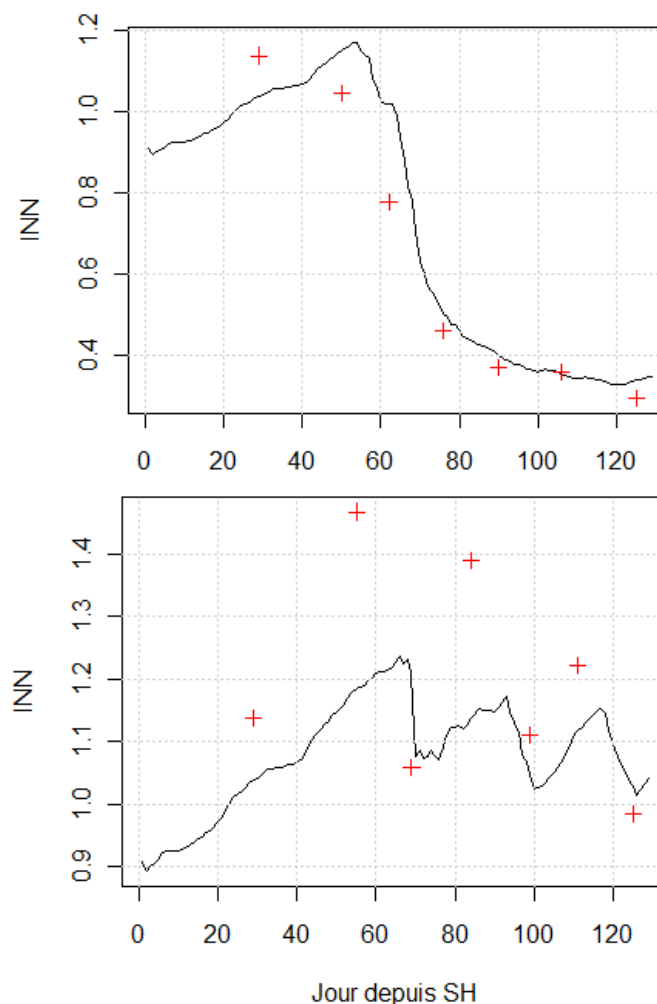
➔ Idée de génotypes révélateurs *in silico*

Oui :

- Estimation des stress en dynamique
- Estimation des stress par gamme de précocité

Mais :

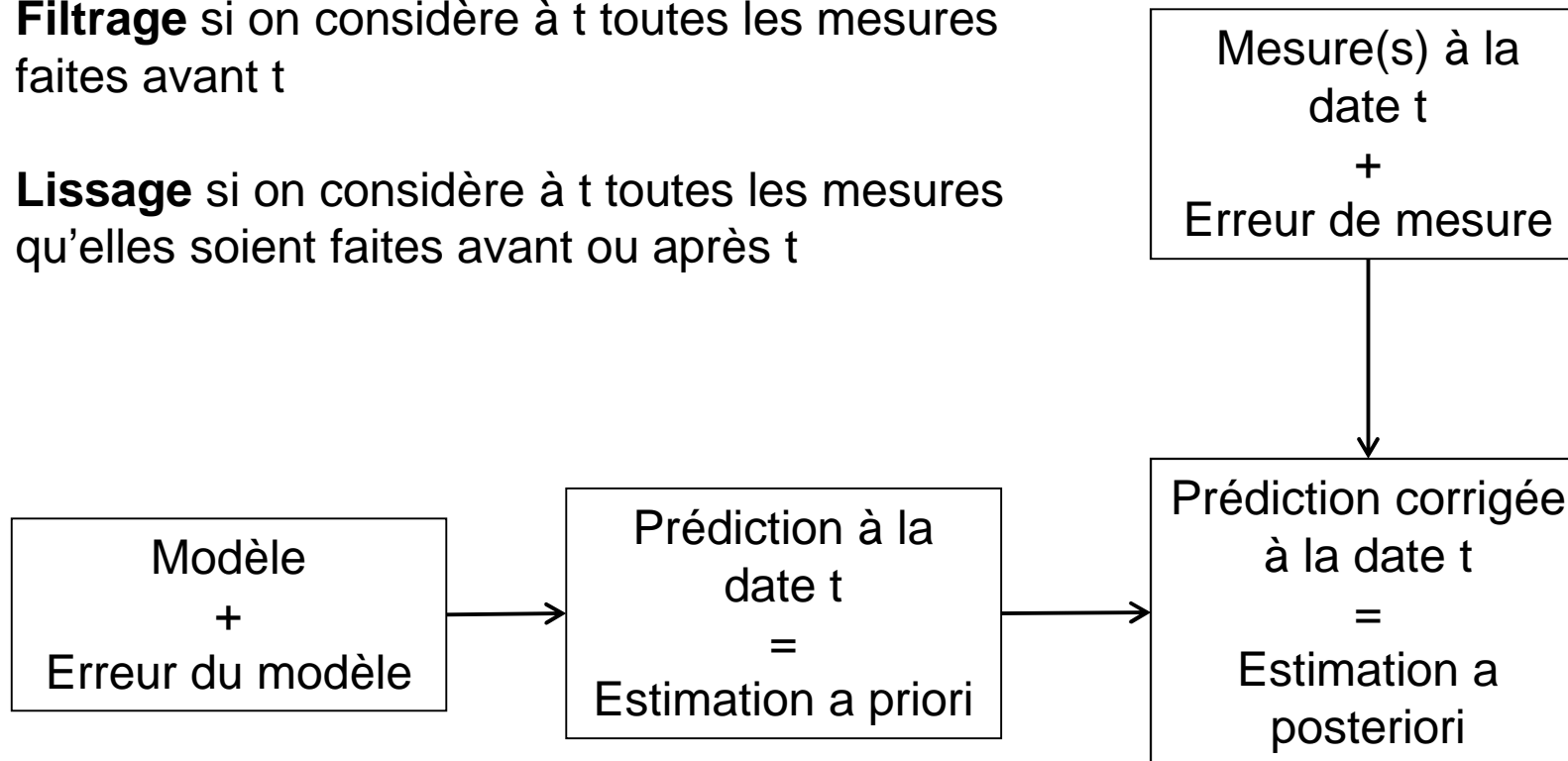
- Les données d'entrée du modèle (sol, climat...) doivent être accessibles dans les réseaux d'essais
- Les modèles agronomiques sont plus ou moins prédictifs



Coupler modèles et mesures : le principe

Filtrage si on considère à t toutes les mesures faites avant t

Lissage si on considère à t toutes les mesures qu'elles soient faites avant ou après t



Coupler modèles et mesures :

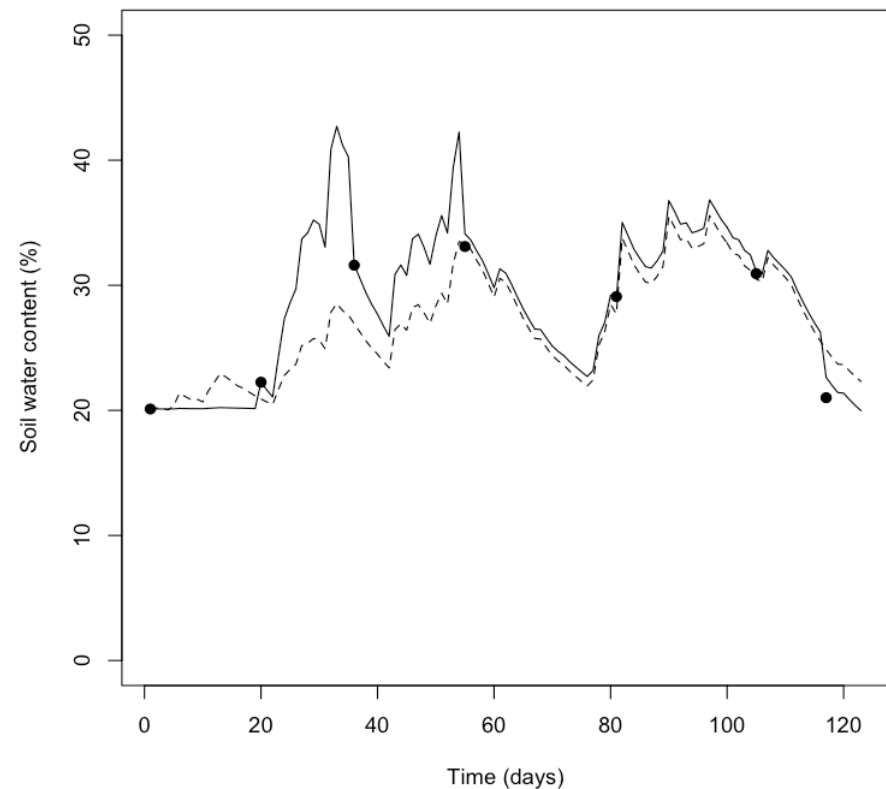
Le filtre de Kalman appliqué aux sorties du modèle

Oui :

- La relation entre les sorties du modèle et les mesures peut varier au cours du temps
- Possibilité d'estimer les erreurs associées au modèle et à la mesure
- Méthode rapide

Mais :

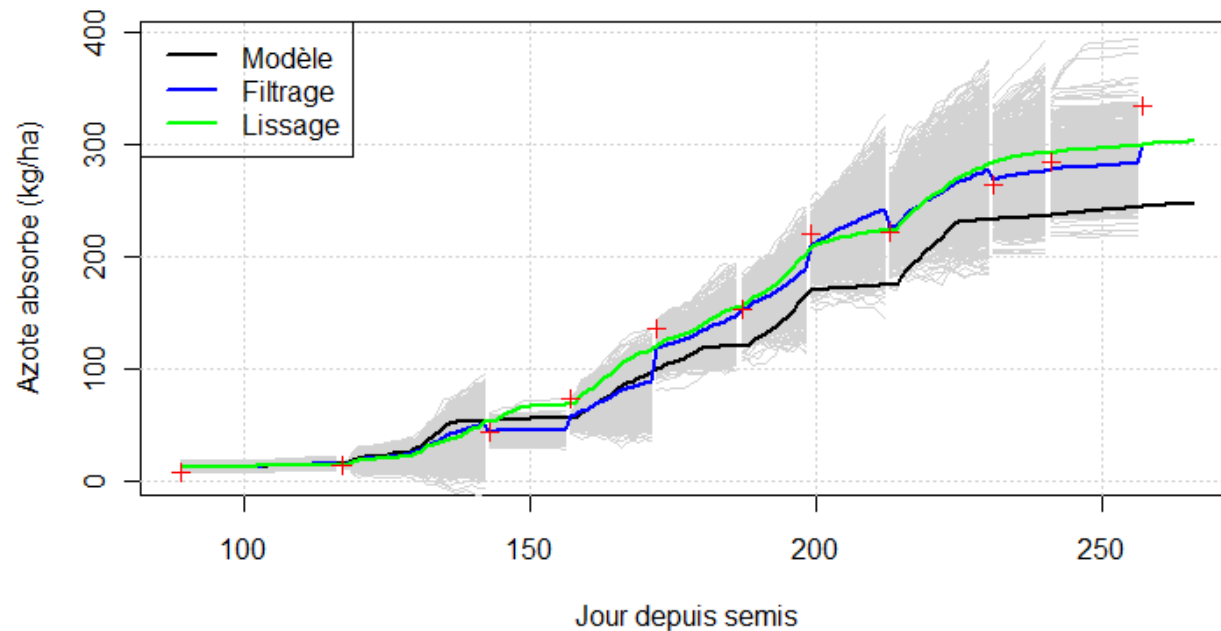
- Nécessité d'avoir des mesures du phénomène que l'on modélise
- en nombre suffisant



Makowski, à paraître

Un méthode non paramétrique : le filtre particulaire

- On génère un grand nombre de simulations ($N_b=10000$)
- On introduit une erreur sur les variables d'état prédites journalièrement
- Si une mesure est réalisée à t :
 - Calcul d'un poids w_k pour chaque simulation S_k (probabilité de la simulation k sachant la mesure)
 - Génération par tirage aléatoire d'un échantillon de N_b valeurs à partir de la distribution discrète définie par $(S_1, w_1), (S_2, w_2), \dots, (S_{N_b}, w_{N_b})$



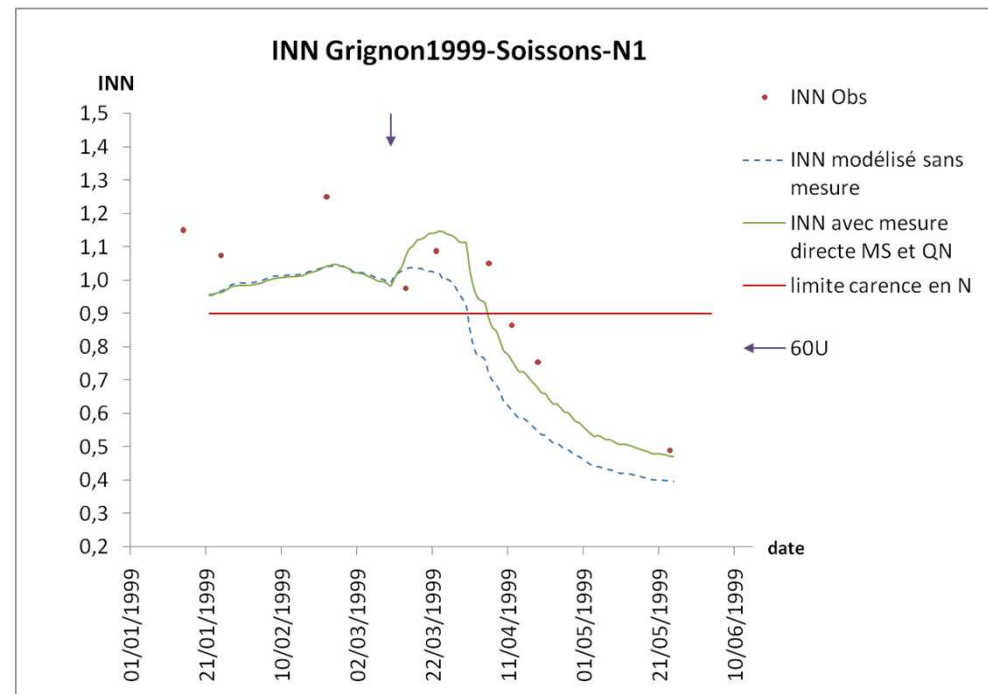
Un méthode non paramétrique : le filtre particulière

Oui :

- Possibilité de corriger des variables non mesurées du fait des relations entre variables d'état dans le modèle : multiplier les sources d'information (biomasse, Concentration en azote dans la plante...)
- Possibilité de corriger à partir de mesures indirectes (SPAD) à condition de connaître la relation entre la variable d'état du modèle et la mesure indirecte

Mais :

- Nécessité de disposer d'une forme stochastique du modèle
- Temps de calcul parfois long
- Hypothèses sur erreurs du modèle

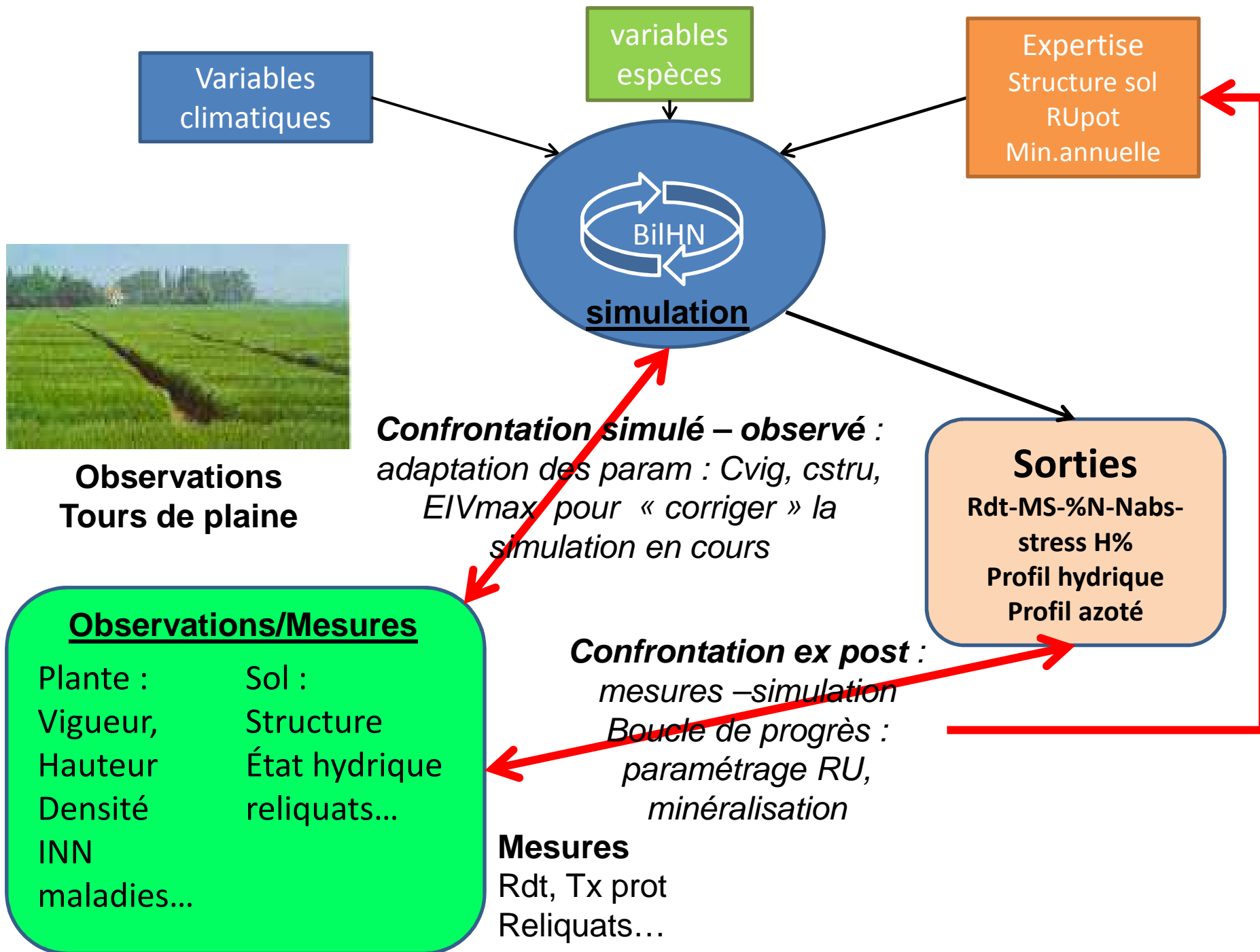


	Filtrage	RMSEp	RRMSEp %
Grignon-1999 5 variétés 6 ITK INN entre SH et Floraison	INN Floraison	0,441	45,9
	Azodyn seul	0,180	18,7
	Filtrage QN Floraison	0,148	15,4
	Filtrage SPAD Floraison,	0,167	17,3

(Jeuffroy et Berder, 2010)

Corriger le modèle par l'expertise : Le cas BilHN

- Outil développé par JM Nolot, gestionnaire d'unité expérimentale comme outil d'aide à la décision pour la gestion des **essais factoriels ou systèmes de culture** et des **parcelles d'homogénéisation**. Une démarche et un outil développés par l'utilisateur qui visent à :
 - **Opérer les choix stratégiques** : tester *a priori* des règles de décision concevoir et évaluer la performance d'ITK ou de systèmes de culture
 - **Piloter la culture en temps réel** : conseils d'apports d'eau et d'azote basés sur les règles de décision définies en amont
 - **Établir un diagnostic *a posteriori*** des stress hydriques et azotés ayant eu un impact sur les cultures
- Particularité : la place de l'utilisateur dans la démarche :
 - **Initie la simulation** : A partir d'une connaissance experte du milieu
 - **Corrige certains paramètres du modèle en cours de culture** : A partir d'observations au champs (tour de plaine)
 - **Réalise le diagnostic *a posteriori* et améliore la description de son milieu** : A partir des résultats de l'essais



Conclusion

- La nécessité de caractériser l'environnement pour comprendre les IGE dans les essais variétaux
- L'environnement qui entoure la plante **vs** environnement en interaction avec la plante (ressenti)
 - Environnement par gamme de précocité
 - Environnement dépendant du besoin de la plante
- Des modèles de culture
 - Pour simuler des ressources/stress peu ou pas observable...
 - ...à un pas de temps journalier
 - Comme cadre de réflexion aux observations faites au champ
- Des observations NECESSAIRES
 - Ne modéliser que ce qui n'est pas observable
 - Corriger les modèles en fonction des observations réalisées (mesures directes, mesures indirectes, mesures plus qualitatives « à vue d'œil »)
- Un couplage modèles mesures qui dans le temps permet :
 - D'identifier des faiblesses des modèles
 - D'améliorer la connaissance de ses parcelles