

Date : rencontres du GIS GC
HPEE, le 21/03/2018

Évaluation
multicritère de la
performance de
variétés de blé
tendre :
Etude exploratoire



*J. Lorgeou-Arvalis
Contributions des MFE
H. Richard, F. Bonnal*

Complexité du raisonnement du choix des variétés de blé tendre



CONTEXTE-DEMANDE:

- Débouchés
- Milieux pédoclimatiques
- Contraintes spécifiques liées à la parcelle
- Conduites prévisionnelles
- Niveaux de protection de la culture a priori

OBJECTIFS A SATISFAIRE:

- Répondre aux exigences des marchés,
- Maximiser la marge, la stabilité des rendements,
- Minimiser les interventions de protection,
- Etc.

OFFRE de profils des variétés disponibles

- Qualité techno, sanitaire, protéines
- Caractéristiques physio,
- Résistances bioagresseurs et verse,
- Rendement, efficacité en azote,

VARIETES ADAPTEES?

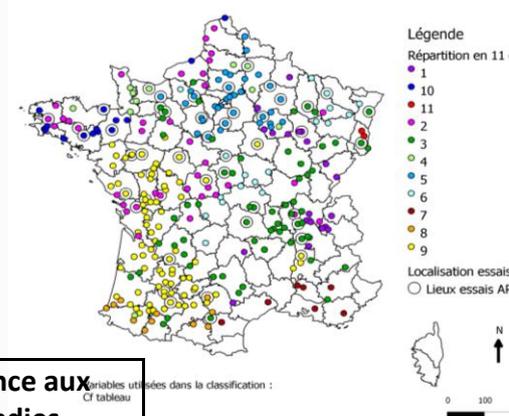
Les données mobilisées



1- Caractéristiques des variétés

Nom variété	Année d'inscription	Lignée/hybride	Critères physiologiques							Tolérance maladies et verse										Critères spécifiques				Critères qualité				Nom de la variété	Pdt de votre zone (q/ha): données pluriannuelles (essais Arvalis)	Indicateur de régularité des rendements (q/ha)
			Alternativité	Précoçité montaison	Précoçité épisaison	Froid	Hauteur de paille	Germination sur pied	Verse	Tolérance globale Nord (hors R)	Tolérance globale Sud (hors R)	Piétin verse	Oïdium	Rouille Jaune	Septoriose	Rouille Brune	Fusariose des épis	Risque mycotoxines (DON)	Helminthosporiose	Barbu / non barbu (aristation)	Résistance aux mosaïques	Cécidomyies orange	Chlorotauron	Classe qualité	PS	Protéines	PIL à 11% de protéines			
HYBERY	2011	Hybrid	3	1	5	8.5	5	3	6	6	5	6	7	6	7	5.5	5	7	non barbu	S	T	BPS	5	5	0.6-0.8	155-195	HYBERY	107.4	4.4	
FRUCTIDOR	2014	Ligné	2	2	6	6.5	4	5	6.5	6	3	7	7	7	8	5	5.5	non barbu	S	T	BPS	7	6	0.9-1.5	155-185	FRUCTIDOR	106.9	4.1		
LYRIK	2012	Ligné	3	2	6	9	4	6	6.5	6	5	6	6	6	5	5.5	6	non barbu	S	R	T	BPS	6	4	0.8-2.0	185-240	LYRIK	106.2	5.1	
AS DE COEUR	2010	Hybrid	3	2	6	8	4	7	6.5	6	4	5	6	6	5.5	5	4	non barbu	S	T	BPS	6	6	0.7-1.2	185-240	AS DE COEUR	105.0	3.8		
MANDRAGOR	2013	Ligné	2	1	6	6.5	4	4	6	5	3	7	6	6	4	4	5.5	7	non barbu	S	T	BPS	5	4	0.8-2.4	160-200	MANDRAGOR	105.6	3.6	
TERROIR	2013	Ligné	3	2	6	5.5	4	4	7.5	6	5	6	6	6	7	4	4.5	2	non barbu	S	S	T	BPS	5	6	0.4-1.9	155-185	TERROIR	104.3	4.5
BOREGAR	2008	Ligné	3	1	6	7.5	3	4	5	6	7	7	5	7	2	3	4	6	barbu	S	R	T	BPS	5	6	0.6-1.5	150-185	BOREGAR	102.9	4.2
NOBLESKO	2012	Ligné	3	2	6	7.5	4	5	6	5	4	5	7	7	6	4.5	3	5	barbu	S	S	T	BPS	6	7	1.6-3.5	130-180	NOBLESKO	102.6	4.7
THALYS	2013	Ligné	6	2	6	6	4	5	7	6	3	8	7	7	7	4.5	3.5	2	barbu	S	T	BPS	7	5	0.6-1.8	170-200	THALYS	101.8	3.7	
ALLEZ Y	2011	Ligné	3	1	6	8	4	5	7.5	5	6	6	5	6	5	3	3.5	4	non barbu	S	R	T	BPS	6	5	1.2-2.0	175-220	ALLEZ Y	101.5	3.4
BERMUDE	2007	Ligné	2	3	6	6	3	5	7	5	6	5	7	5	5	4	3.5	4	non barbu	S	S	T	BPS	6	4	0.7-2.0	180-220	BERMUDE	101.9	3.6
KALYSTAR	2010	Ligné	3	3	6	6	4	6	7	5	3	7	6	6	7	5	6	non barbu	S	T	BPS	5	5	0.9-1.2	165-210	KALYSTAR	101.1	3.5		
ARISTOTE	2010	Ligné	3	2	6	4.5	4	5	7.5	5	3	6	8	6	7	4	3	barbu	S	T	BPS	5	5	0.7-1.3	160-210	ARISTOTE	100.4	3.2		
OXEBO	2010	Ligné	3	2	5	8	4	4	7.5	5	3	7	7	7	7	5.5	6	6	non barbu	S	R	T	BPS	5	4	0.5-0.9	150-185	OXEBO	99.8	3.5
INTERET	2008	Ligné	4	3	6	7.5	4	5	6	7	6	7	8	6	4	3	3.5	5	non barbu	S	S	T	BPS	6	5	0.6-1.0	185-240	INTERET	98.8	4.4
SANKARA	2004	Ligné	2	2	6	7	3	5	7	6	5	8	6	6	3	4	3.5	5	non barbu	S	S	T	BPS	5	5	0.3-0.6	145-175	SANKARA	98.2	4.2
AMIFOR	2014	Ligné	6	6	6	5	3	1	8	8	5	7	6	7	8	4.5	5.5	non barbu	S	T	BPS	6	5	1.0-1.6	160-185	AMIFOR	103.0	4.5		
HYPOD	2013	Hybrid	3	6	6	6	5	5	7	5	4	7	7	5	5	4.5	4.5	non barbu	S	T	BPS	5	5	0.8-2.2	165-200	HYPOD	103.9	6.1		
HENDRIX	2012	Ligné	2	6	6	8	4	4	6	6	5	7	8	7	7	5		barbu	S	T	BPS	8	5			HENDRIX	89.9	5		
RGT TEXACO	2015	Ligné	3	6	6	4	4	6	6	6	3	7	5	5	4	4.5		barbu	S	T	BPS	5	5	1.6-2.0	145-190	RGT TEXACO	105.5	4.4		
SHERLOCK	2015	Ligné	3	6	6	4	4	6	6	6	4	5	7	6	8	4		barbu	R	T	BPS	7	5	1.0-1.4	120-170	SHERLOCK	102.0	4.2		
SKERZZO	2012	Ligné	4	6	6	5.5	4	4	7	6	5	7	7	7	7	6		barbu	S	T	BPS	8	8			SKERZZO	90.8	4.2		

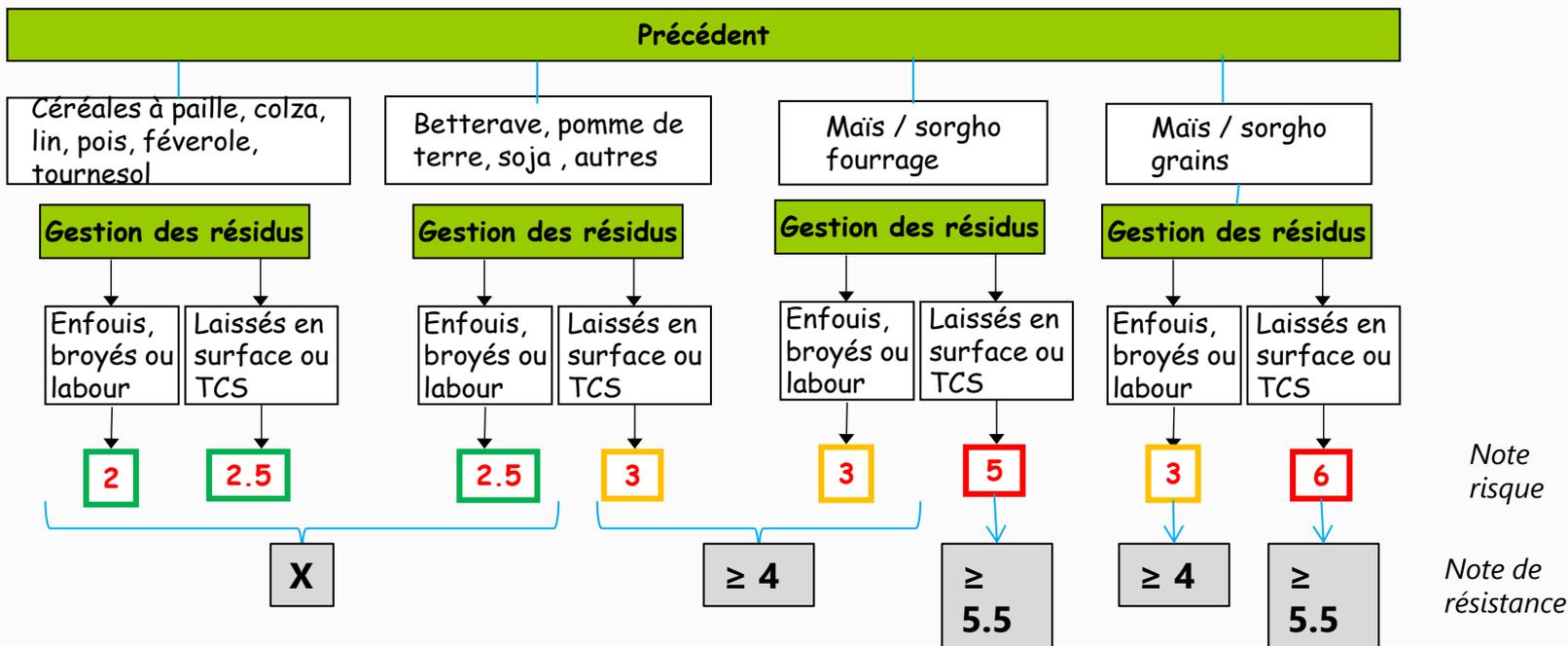
2- Caractéristiques des environnements pour des dates semis et précocité de variétés moyennes des régions, sans tenir compte des conduites



Classe \ Variables	Tardiveté pris en compte dans les classifications	Ajustement des précocités		Tolérance stress abiotiques				tolérance aux maladies		
		montaison	épiaison	froid	excès eau début cycle	Déficit hydrique	Echau dage	RJ	RB	Septo riöse
1	AT-AT	=	+ P	+++	+	+	+++	+	+	+++
	1/2P-P	+ T	=	+++	+	+	+++	+	+	+++
	TP-P	+ T	=	+++	+	+	+++	+	+	+++
2	AT-AT	=	=		++	++	+	+++	+	+++
	1/2P-P	=	=		++	++	+	+++	+	+++
	1/2P-1/2P	=	=		++	++	+	+++	+	+++
3	1/2P-P	=	+ P	+++	+	+++	+++	+	+	++
	TP-P	+ T	+ P	+++	+	+++	+++	+	+	++
4	AT-AT	=	=		+		+	+++		+++
5	1/2P-1/2P	=	=	+		+	+	++	+	+
	AT-AT	=	=	++		+	+	++	+	+
6	1/2P-P	+ T	=	+++	++	++	++	+	+	++
7	1/2P-P	+ P	+ P			+++	+++		+++	
8	1/2P-P	=	=		+		++	+	++	+++
9	1/2P-1/2P	=	+ P			+++	++	+	++	++
	1/2P-P	=	+ P			+++	++	+	++	++
10	AT-AT	=	=		+	++		+++		+++
11	1/2P-P	=	+ P	+++		+++	+++			

3- règles de décision

RISQUE ET RESISTANCE A LA FUSARIOSE



	Note risque	Note de résistance	Protection conseillée contre la fusariose (note de résistance de 3 à 7)		
			Peu sensible (note > 5)	Sensible (note de 4 – 5)	Très sensible (note < 4)
Risque faible	2 et 2.5	X	Impasse	Impasse	1 passage en T3 Prosaro / Kestrel
Risque moyen	3	≥ 4	Impasse	1 passage en T3 Prosaro / Kestrel	1 passage en T3 Prosaro / Kestrel
Risque fort	5 et 6	≥ 5.5			

Un exemple de préconisations



CHAMPAGNE					
	Semis précoces (début octobre)	Semis intermédiaires (mi-octobre)	Semis tardifs Précédent betteraves (fin octobre début novembre)	Risque cécidomyies orange	Résistance aux maladies foliaires (septoriose)
Références	Ambition, Bergamo, Lear, Trapez	Arkéos, Allez-y, Bergamo, Cellule, Diderot, Pakito, Rubisko Trapez,	Arkéos, Boisseau, Diderot, Goncourt, Pakito, Rubisko, Sokal	Lear, Allez-y, Rubisko Fairplay	Ambition, Boisseau, Rubisko Allez-y, Mathéo
A essayer		Fructidor, Granamax, Némo	Aigle, Fructidor, Granamax, RGT Mondio, Némo, Syllon	Aigle, Auckland, Granamax, Némo	Fructidor, Granamax, Némo, RGT Tekno

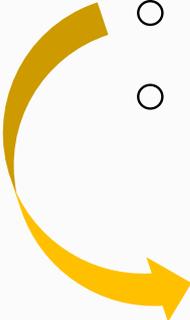
Légende :

- allègement de la couverture fongicide et
- couverture fongicide plus élevée
- taux de protéines plus élevé, pour un rendement identique, **en gras**.

Enjeux



- nombre de critères de choix des variétés de blé élevé, pas toujours le cumul de toutes les caractéristiques recherchées
- progrès génétique pas toujours perçu et valorisé,
- questionnement régulier sur le poids des différents caractères à prendre en compte :
 - lors de la préconisation,
 - à l'inscription (VATE, SPAD).



Passer des caractéristiques des variétés à :

- des indicateurs technico-économiques,
- des indicateurs environnementaux,
- des index de performance,



Agrégation de caractéristiques par le calcul d'indicateurs technico-économiques et IFT sur blé tendre

Données d'entrée

Prix de base du blé sélectionné par l'utilisateur (€/t)

Grilles de réfections / bonification PS et protéines sélectionnées ou saisies par l'utilisateur (€/t)

Rendement (t/ha) et/ou perte de rendement occasionnés par une demi-protection

Prix des semences (lignées/hybrides) (€/ha)

Prix de l'enveloppe fongicide pour la septoriose et la Rouille brune en fonction de différents niveaux de sensibilité et nuisibilité

Prix de protection de maladies endémiques modulé selon le risque, la sensibilité variétés et RDD*

IFT a priori nécessité par les risques et le profil de résistance aux maladies/verse/ ravageurs et RDD*

Données de sortie calculées

Produit brut (PB)

Hyp 1: en condition bien protégée
Hyp 2: en condition de demi-protection

Marge partielle (MP)

Hyp 1: en condition bien protégée
Hyp 2: en condition de demi-protection

IFT partiel Hors herbicides

*RDD: relation risque – sensibilité variétale – protection phytosanitaire

Variétés « filtrées » et informations sur des indicateurs technico-économiques et IFT

Nom de la variété	Indicateurs technico-économiques								Indicateurs environnementaux			
	Rdt de votre zone (q/ha): données pluriannuelles (essais Arvalis)	Indicateur de régularité des rendements (q/ha)	Rdt en % de la moy des variétés filtrées	Produit brut en % de la moy des variétés filtrées	Marge partielle en % de la moy des variétés filtrées	Enveloppe (€/ha) de protection	Surcoût ou diminution du coût de protection par rapport à la moyenne (€/ha)	Marge partielle en condition mal protégée (demi-protection septoriose et rouille brune) (en % des variétés filtrées)	IFT total a priori (hors herbicides)	IFT fongicide	IFT régulateur	IFT insecticide
106.9	4.1	105%	106%	110%	52	-10.4 €	108%	2.2	1.18	0	1	
107.4	4.4	105%	105%	95%	53	-9.2 €	93.23%	2.5	1.48	0	1	
105.0	3.8	103%	104%	91%	82	+19.8 €	95.16%	3.2	2.15	0	1	
106.2	5.1	104%	104%	106%	66	+4.2 €	107.07%	1.4	1.35	0	0	
105.6	3.6	103%	102%	102%	88	+25.4 €	105.93%	3.2	2.15	0	1	
104.3	4.5	102%	102%	104%	63	+8 €	103.74%	1.7	1.73	0	0	
102.6	4.7	101%	102%	103%	69	+6.4 €	103.76%	1.7	1.73	0	0	
103.6	4.9	101%	97%	97%	69	+6.4 €	98.47%	2.7	1.73	0	1	
100.8	3.4	99%	100%	102%	53	-9.2 €	100.58%	1.5	1.48	0	0	
101.8	3.7	100%	101%	102%	63	+8 €	102.39%	2.7	1.73	0	1	
101.5	3.4	99%	101%	99%	92	+29.4 €	104.36%	2.1	2.14	0	0	
101.9	3.6	100%	100%	102%	59	-3.6 €	101.17%	1.5	1.48	0	0	
101.1	3.5	99%	99%	99%	69	+6.4 €	100.19%	2.7	1.73	0	1	
100.4	3.2	98%	98%	98%	69	+6.4 €	99.35%	2.7	1.73	0	1	
100.5	5.5	98%	94%	95%	59	-3.6 €	94.34%	2.5	1.48	0	1	
99.8	3.5	98%	97%	98%	57	-4.8 €	97.36%	1.2	1.18	0	0	
98.8	4.4	97%	98%	99%	61	-8 €	99.07%	1.2	1.17	0	0	
98.2	4.2	96%	96%	95%	72	+9.8 €	97.45%	1.9	1.9	0	0	
103.0	4.5	101%	102%	104%	61	-1.4 €	103.97%	2.4	1.35	0	1	
103.9	6.1	102%	101%	89%	69	+6.4 €	90.50%	2.7	1.73	0	1	

23/03/2018

Etude exploratoire sur la multiperformance avec concepts de l'agriculture durable



Index de performance globale des variétés?

Caractéristiques variétales et contextes de production:

PS, protéines, sensibilité aux bioagresseurs, rendement (...)

Risques de maladies, contexte pédoclimatique, contexte économique (...)

Maitrise des risques

Marge partielle, coût de prod., respect du débouché

IFT, EGES, Prod., bilan d'énergie

Temps de travail

Performance technique

Performance Economique

Performance Environnementale

Performance organisationnelle

Performance globale des variétés de BTH

Méthode

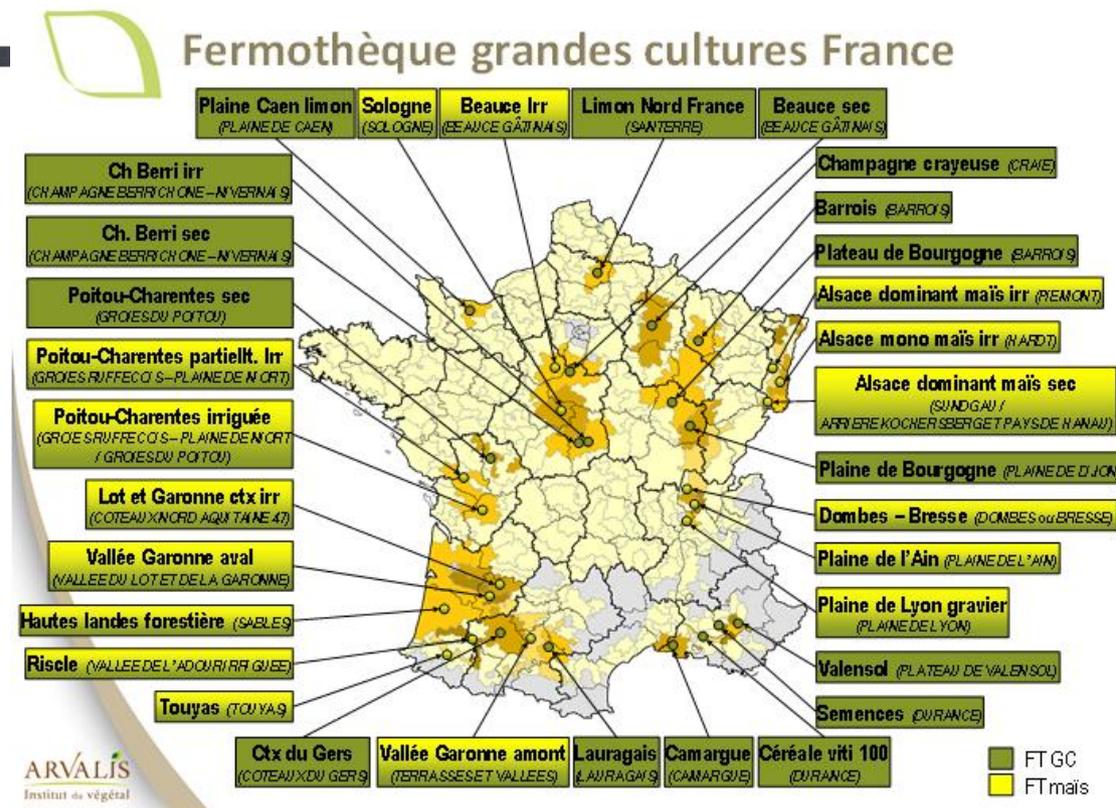
- Indicateurs de performances par simulations de différences de caractéristiques de variétés à l'échelle de l'exploitation agricole avec Systerre qui
 - est un outil d'évaluation pluri-critères des pratiques des agriculteurs à l'échelle de l'exploitation,
 - permet de quantifier les performances (Jouy, 2011)
 - ✓ chiffre d'affaires, marge brute, coût de production, charges...
 - ✓ performances environnementales (IFT, consommation d'énergie, production d'énergie, bilan des minéraux, etc.)
 - ✓ Temps de travaux, etc.
- Agrégation qualitative des performances avec DEXI

Simulations pour 9 cas-types

■ Choix des cas types :
diversité agropédo,
importance du blé

■ Caractéristiques des
exploitations de la
Fermothèque

- SAU
- MO
- Matériel
- Charges de structure,
- Conduites de culture,
- Etc.



■ Quelques info sur contextes production

Ferme	Zone précocité	potentiel de rendement q/ha	assolement	risque principal	nusibilité maladies q/ha
Boigneville	Centre	70	Colza/Blé/Orge	Cécidomyie	15-20
Barrois	Nord	85	Colza/Blé/Orge/Pois	Froid	12
Bourgogne	Centre	80	Colza/Blé/Orge	Froid	15
Berry	Centre	85	Colza/Blé/Orge	stress hydrique/ Froid	15
Limon Nord	Nord	110	Colza/Blé/Orge/Pdt/Betterave	Maladies foliaires, verse	20-25
Poitou-Charentes	Centre	60	Colza/Blé/Orge/Tournesol/Blé dur	stress hydrique	12
Plaine de Caen	Nord	105	Colza/Blé/Orge/Betterave/Lin/Féverole/Pdt/Pois	Maladies foliaires, verse, cécidomyies	25
Beauce irrigué	Centre	100	Blé dur/Orge/Betterave/Maïs/Pdt/Blé améliorant	fusariose, verse	15-20

Choix des 10 variétés

- Nombre compatible avec les scénarii à simuler
- Critères :
 - Précocité
 - Surfaces de multiplication
 - Diversité de caractéristiques : rendement, résistances aux maladies, verse, qualités techno, lignée/hybride
 - Progrès génétique

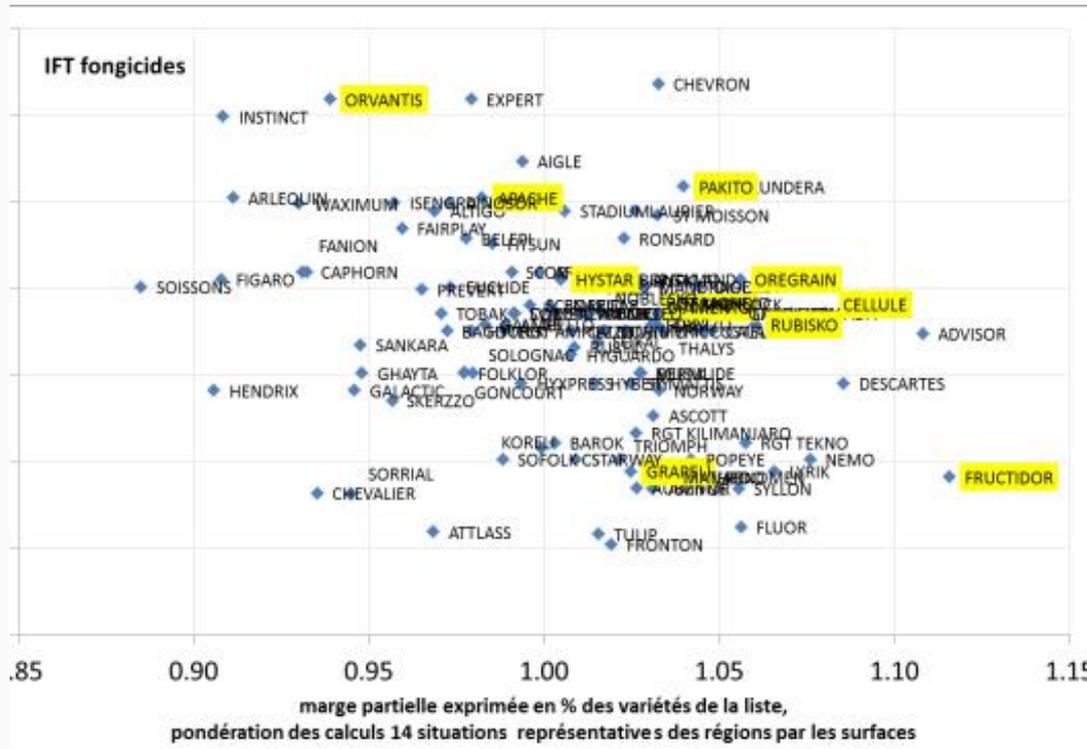
Rendement en t/ha	Apache	Cellule	Diamento	Fructidor	Grapeli	Hystar	Oregrain	Orvantis	Pakito	Rubisko
Moyenne	● 8.62	● 9.32	● 9.17	● 9.39	● 9.17	● 9.50	● 9.07	● 8.74	● 9.15	● 9.31
ecart avec Moy. 10 variétés	-0.53	0.17	0.03	0.24	0.03	0.35	-0.07	-0.40	0.01	0.17
% avec Moy. 10 variétés	94.3	101.9	100.3	102.7	100.3	103.9	99.2	95.6	100.1	101.8



Echantillonnage des variétés



Variété	Fructidor	Grapeli	Rubisko	Cellule	Oregrain	Diamento	Hystar	Apache	Pakito	Orvantis
résistance globale	8	7	6	6	5	5	5	4	4	3
fusariose DON	5.5	5.5	5.5	4	6.5	4	5	6.5	5	3
piétin verse	3	5	2	3	2	3	2	2	3	2
verse	6.5	6	6	7.5	7	6	3.5	7	5.5	4.5
cécidomyie	Sensible	Sensible	Résistante	Sensible	Résistante	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible



Construction des scénarii de simulations avec Systerre

- Utilisation de toutes les données de la ferme, de l'IT de la variété de référence dans la ferme (construction à partir de statistiques régionales et expertise ingénieurs régionaux),
- Ajustements des conduites de culture des variétés à partir de la conduite de la variété initiale de l'IT
 - Rendement : estimations sur la base des différences de rendements des synthèses pluriannuelles des essais variétés (moyennes ajustées)
 - Azote : utilisation du « b » besoin en kg N/q
 - Protection ajustée à la variété et à la protection de la variété initiale = ajustements à partir des préconisations des Choisir et d'expertises (quelques effets de recommandations régionales).

Quelques résultats sur les 10 variétés et 9 fermes

- marge nette en euros/ha (MO et capital rémunérés, hors aides PAC)

marge nette anova	SCE/SCET
Ferme	0.56
Variétés	0.35
Interaction	0.09

- gain énergétique

Gain énergétique en MJ/ha, anova	SCE/SCET
Ferme	0.973
Variété	0.024
Interaction	0.003

- GES

Émission GES en équivalent CO2 /ha, anova	SCE/SCET
Ferme	0.80
Variété	0.18
Interaction	0.02

- IFT fongicides

Anova IFT	SCE/SCET
Ferme	0.34
Variété	0.36
Interaction	0.30

Effet des variétés (9/10) sur différents indicateurs de performance de 8 exploitations de la fermeothèque

Simulations Systerre

MFE, Bonal, 2016

Ecart moyen	Apache	Cellule	Diament to	Fructi dor	Grapeli * BAU	Oregrain	<i>Orvantis ancienne</i>	Pakito	Rubisko	<i>Moy. 8 fermes</i>
Coût de production en euros/t	4.2	-6.7	-2.3	-10.2	-5.3	-2.8	11.1	0.7	-7.3	161
Marge nette en euros/ha										
Rémunération MO, sans aides PAC, 139€/t	-78	+9	-34	+29	-91	-26	-131	-48	+11	-57
Gain énergétique Mj/ha	-6453	2759	259	3589	-627	-1156	-6150	-146	2385	118209
IFT fongicide	0.3	-0.1	0.1	-0.6	-0.9	0.3	0.7	0.4	-0.4	1.6

Des effets :

- Variétés
- Interactions entre fermes-régions et variétés qui justifient des choix de variétés différentes

Attention : résultats liés aux profils des variétés, à l'année et à l'expertise pour l'ajustement d'un pilotage optimal

Tentative de transformation des indicateurs

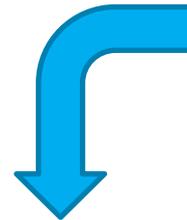
en scores, inspiration DEXI

En %Moyenne des variétés

	côût de production	IFT hors herbicide	efficience énergétique
Apache	103%	99%	102%
Cellule	96%	81%	104%
Diamento	98%	108%	99%
Fructidor	94%	69%	104%
Grapeli	97%	75%	97%
Hystar	112%	140%	105%
Oregrain	98%	85%	97%
Orvantis	107%	145%	94%
Pakito	100%	123%	96%
Rubisko	95%	76%	102%



	côût de production	IFT hors herbicide	efficience énergétique
Apache	1	2	2
Cellule	2	2	2
Diamento	2	1	1
Fructidor	3	3	2
Grapeli	2	3	1
Hystar	0	0	3
Oregrain	2	2	1
Orvantis	0	0	0
Pakito	1	0	1
Rubisko	2	3	2



côût de production	IFT Hors herbicide	efficience énergétique	score
coût>105%	IFT>120%	E<95%	0
100<coût<105%	100%<IFT<120%	95%<E<100%	1
95%<coût<100%	80%<IFT<100%	100%<E<105%	2
Coût<95%	IFT<80%	>105%	3

Une méthode d'agrégation qualitative, avec des poids de fonction d'utilités qui dépendent des utilisateurs qui fixent les poids

Conclusion



Sur l'étude exploratoire, elle a

- des limites :
 - ajustement des conduites des variétés par expertise en conduite optimale,
 - « data dépendant » des variétés, des années, des conduites et des règles de décisions,
- une utilité de démonstration sur les effets potentiels du levier « variétés »,
- Mériterait d'être poursuivie
 - avec des règles de décision des conduites des variétés plus largement partagées et des fonctions de production,
 - sur des jeux de données d'expérimentation « Variétés-conduites »,
 - en améliorant l'interopérabilité des bases de données,

Merci pour votre attention