

CARIE ABBLE (2015-2018)

Carie commune :

Test de résistance variétale pour l'inscription des variétés de Blé Tendre déposées en AB

V. CADOT, G. ORGEUR, L. LE DARE ; J. BRACHET, C. GALON; T. BALDWIN, J. GOMBERT, L. FONTAINE
P. DU CHEYRON, J. BRUYERE, OSTE S., J. CHAMPION, J.P. MAIGNIEL, A. MAILLIARD, V. GRIMAUTL



Ministère de l'Agriculture
DE L'AGROALIMENTAIRE
ET DE LA FORÊT
avec le soutien financier de
comptes d'affectation spéciale



FNAMS



ITAB
Institut Technique de
l'Agriculture Biologique



FREDON
de Normandie



GEVES
Expertise & Performance



ARVALIS
Institut de végétal



BUREAU DES
STERILISATEURS
EUROPÉEN



*Développement agricole et rural.

Journée d'Information Technique Production de semences de céréales et protéagineux, 13 mars 2019, Paris

Contexte et Objectifs

- Carie commune (*Tilletia caries* & *laevis*) réémergente depuis 2007
- Dissémination rapide par les semences et le sol
- Importantes pertes de rendement, jusqu'à 80%
- Détérioration de la qualité sanitaire, odeur fétide des semences cariées

non utilisables en meunerie



- Résistance variétale peu travaillée → 10% de variétés résistantes
- Sensibilité variétale pose un problème d'importance en AB

Pas en accord avec le plan EcoPhyto



Traitement des semences conventionnelles

Objectifs :
Disposer d'un test de résistance à la carie commune fiable, rapide, vis-à-vis des virulences prédominantes en France, pour les variétés de blé tendre AB pour l'inscription CTPS au Catalogue français

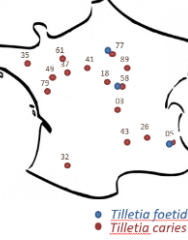
juin 2018 - Tous droits réservés

Collecte des souches & Identification des espèces de carie

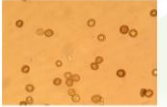
- 26 souches collectées & caractérisées dans 15 dpts en 2015 principalement sur blé tendre
- 20 souches sélectionnées & multipliées :

- Identification des espèces de carie
- Taux de viabilité (Coloration)
- Département d'origine
- Variétés

- *Tilletia caries* prédominante (100%)
- *T. laevis (foetida)* en mélange (15,4%) avec *T. caries*
- Pas de carie naine (*T. controversa*)

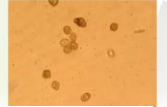


Carie commune



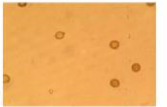
T. caries
Spores réticulées:
brun rougeâtre

Carie naine



T. laevis
Spores lisses,
brun olivâtre

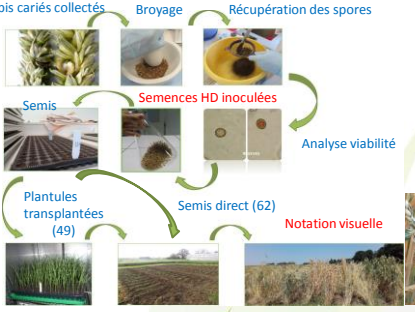
Carie naine



T. controversa
Spores réticulées avec gaine,
jaune à brun rougeâtre

Méthode d'identification des virulences avec les Hôtes Différentiels

- Inoculation de 15 hôtes différentiels (HD) avec les 20 souches sur 2 sites
 - FNAMS 49 : 25 plantules contaminées/HD x 3rep x 11 souches
 - FREDON 62 : semis direct de 150 pltes/HD x 3 rep x 10 souches
- Notation au champ, au stade laitex : % épis cariés



Epis cariés collectés → Broyage → Récupération des spores → Analyse viabilité → Semis direct (62) → Notation visuelle

HD (Goates, 2012)

n°	Ref/Déno	Gènes de résistance
1	Heines VII	Bt-0
2	Sel. 2092	Bt-1
3	Sel. 1102	Bt-2
4	Ridit	Bt-3
5	CI 1558	Bt-4
6	Hohenheimer	Bt-5
7	Rio	Bt-6
8	Sel. 50077	Bt-7
9	PI 173438/Eg	Bt-8
10		Bt-8, 9, 10+
11	Eg/PI 178383	Bt-9
12	Eg/PI 178383	Bt-10
13	Eg/PI 166910	Bt-11
14	PI 119333	Bt-12
15	Thule III	Bt-13
16	Doubbi	Bt-14 (tetrapl.)
17	Carlton	Bt-15 (tetrapl.)

juin 2018 - Tous droits réservés

Caractérisation des virulences de *T. caries* en France

HD	Hétes différentiel	Gènes de résistance	Souches pathogènes de <i>Tilletia caries</i>																																Fréquence des virulences : % (V) >=5% épis cariés
			FNAMS 49																FREDON 62																
			S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32	
1	Heines VII	Bt-0	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	100%	
2	Bel. 2092	Bt-1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	V	10%	
3	Bel. 1102	Bt-2	V	A	A	V	V	A	A	V	V	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	V	24%		
4	Hidit	Bt-3	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
5	CL1558	Bt-4	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
6	Hohenheimer	Bt-5	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
7	Rig	Bt-6	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
8	Bel. 5077	Bt-7	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	48%	
9	PL17348/Eg	Bt-8	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
11	Rg/PL176383	Bt-9	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
12	Rg/PL176383	Bt-10	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
13	Rg/PL169910	Bt-11	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
14	PL159329	Bt-12	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
15	Pharis III	Bt-13	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
17	Carton	Bt-15	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	19%	

A : 0% épis cariés ; (A) : <=5% épis cariés ; 5-(V)<=10% épis cariés ; V : >10% épis cariés

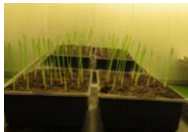
- Virulences prédominantes → **Bt-7 (48%)**, puis **Bt-2 (24%)** & **Bt-15 (19%)** : Souche **S1 FNAMS** sélectionnée pour les tests de résistance
- Virulences évolution à surveiller: **Bt-1** & **Bt-6**
- Aucune virulence trouvée sur **Bt-12**, mais faible effectif pour le 62

© GEVES - Décembre 2018 - Tous droits réservés.

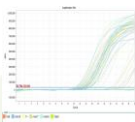
Mise au point d'un test de résistance à la carie commune

Objectifs :


- Valider une méthode de PCR en temps réel pour la détection de *Tilletia spp.*
- Evaluation de la résistance variétale au champ au stade adulte des variétés AB
- Comparer le test labo au stade précoce et le test au champ au stade adulte




Inoculation et semis en conditions contrôlées
(Virulences prédominantes en Fce)



qPCR



Repiquage des plantules contaminées

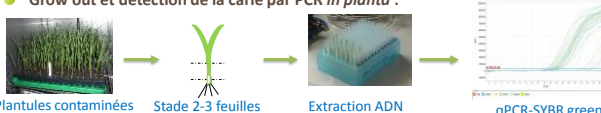


Notation épis cariés

© GEVES - Décembre 2018 - Tous droits réservés.

Mise au point d'un test de résistance à un stade précoce par qPCR (*Tilletia spp.*)

● Grow out et détection de la carie par PCR *in planta* :

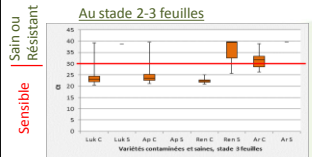


Plantules contaminées → Stade 2-3 feuilles → Extraction ADN → qPCR-SYBR green

- Organe cible : tige
- Stades : **2-3 feuilles & montaison**
- Souche S1, c=10⁴ spores/Semence
- Effectif : 15 plantules /variété x 2 rep

● Résultats

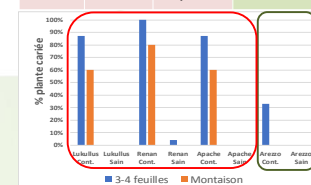
Au stade 2-3 feuilles



● Résultats

4 témoins sains et contaminés

Virulence	Stade	Statut
Lukullus	Sain	Sensible
	Cont.	Résistant
Renan	Sain	Sensible
	Cont.	Résistant
Apache	Sain	Sensible
	Cont.	Résistant
Arezzo	Sain	Sensible
	Cont.	Résistant



● Pour les 2 stades, la qPCR permet de distinguer :
- Plantes saines vs contaminées
- Variétés sensibles vs résistantes

C : Contaminée / S : Saine

© GEVES - Décembre 2018 - Tous droits réservés.

Evaluation des résistances des variétés AB les plus cultivées, en France, vis-à-vis des virulences prédominantes

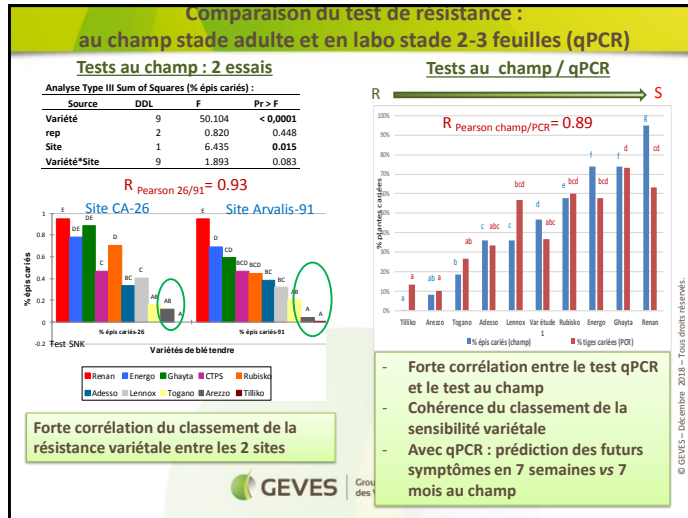
● 10 variétés sélectionnées : témoins, variétés les +cultivées en AB, en étude CTPS

Nom de la variété	Niveau de Résistance	Statut	Classement variétés cultivées AB en France 2017 (>100 ha)
Renan	Sensible	Témoins sensible carie et CTPS AB	1
Arezzo	Résistant	Témoins résistant français	
Togano	Inconnu	Témoins CTPS AB	2
Rubisko	Inconnu	Témoins CTPS	3
Tilliko	Résistant	Témoins Résistant autrichien	
Energo	Sensible	Variété AB	4
Lennox	Inconnu	Variété AB cultivée en France	5
Adesso	Inconnu	Variété AB cultivée en France	6
Ghayta	Inconnu	Variété AB cultivée en France	7
Var AB CTPS	Inconnu	Variété en étude année 1 CTPS	

- Souche S1 cumulant les virulences prédominantes Bt-2, Bt-7 et Bt-15
- Inoculation des semences : c=10⁴ SpS
- Plantules contaminées élevées à la SNES, transférées :
 - au champ dans 2 sites : Arvalis-91 et CA 26 : 3 rep X1 m
Notation : taux d'épis cariés
 - en labo : test qPCR : 15 plantules*2 semis au stade 2-3 feuilles



© GEVES - Décembre 2018 - Tous droits réservés.



Conclusions et perspectives

- **Prédominance de *Tilletia caries* en France et des virulences surmontant les gènes de résistance Bt-7, Bt-2 et Bt-15 ; Bt-1 et Bt-6 à surveiller**
- **Développement d'un protocole fiable** pour évaluer la résistance à la carie commune **pour les variétés déposées au CTPS en AB, afin de défavoriser les variétés très sensibles**
- **Valorisation de l'outil PCR pour la résistance variétale et l'évaluation d'efficacité de traitement**
- **Possibilité d'exploiter ce test résistance variétal pour la filière et en expérimentation spéciale pour les variétés conventionnelles en demande d'inscription au CTPS**

➡ **Effet booster sur la sélection de variétés résistantes, cumul et diversification des gènes de résistance efficaces pour une résistance durable**

➡ **Diminution des traitements de semences des variétés (plan Ecophyto)**

© GEVES - Décembre 2018 - Tous droits réservés.

Remerciements

Expertise & Performance

- **SNES** : Geoffrey Orgeur, Lorine Le Dare, Valérie Grimault
- **BioGEVES** : Thomas Baldwin, Julie Brachet, Clémence Galon,
- **SEV** : Valérie Cadot, Jean-Philippe Maigniel

Institut du végétal

- Philippe Du Cheyron

la santé des végétaux

FNAMS

- Julien Bruyère
- Sandrine Ostes

Institut Technique de l'Agriculture Biologique

- Laurence Fontaine
- Stéphanie Klaedtker

MERCRI POUR VOTRE ATTENTION

Groupe d'Étude et de contrôle des Variétés Et des Semences

© GEVES - Décembre 2018 - Tous droits réservés.