



invivo



DynamiC-Rlm7 - Territoires, idéotypes et dynamique adaptative : acquisition de critères d'objectivation de l'état du contournement de la résistance *Rlm7* du colza au phoma

Partenariat :

Equipe EPLM à BIOGER (MH Balesdent)

Agrosolutions (Loïc Le Meur) + membres coopératives InVivo

Projet « Innovation en partenariat »

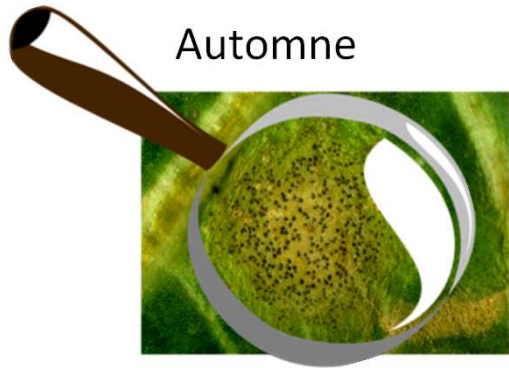
Janvier-2015 à Septembre 2017

Éléments de contexte (1)

- *Leptosphaeria maculans* (*phoma lingam*), agent de la nécrose au collet du colza



Automne



Printemps / été

Éléments de contexte (2)

- La **lutte génétique** est le principal moyen de contrôle

- Résistances quantitatives

- Résistances qualitatives



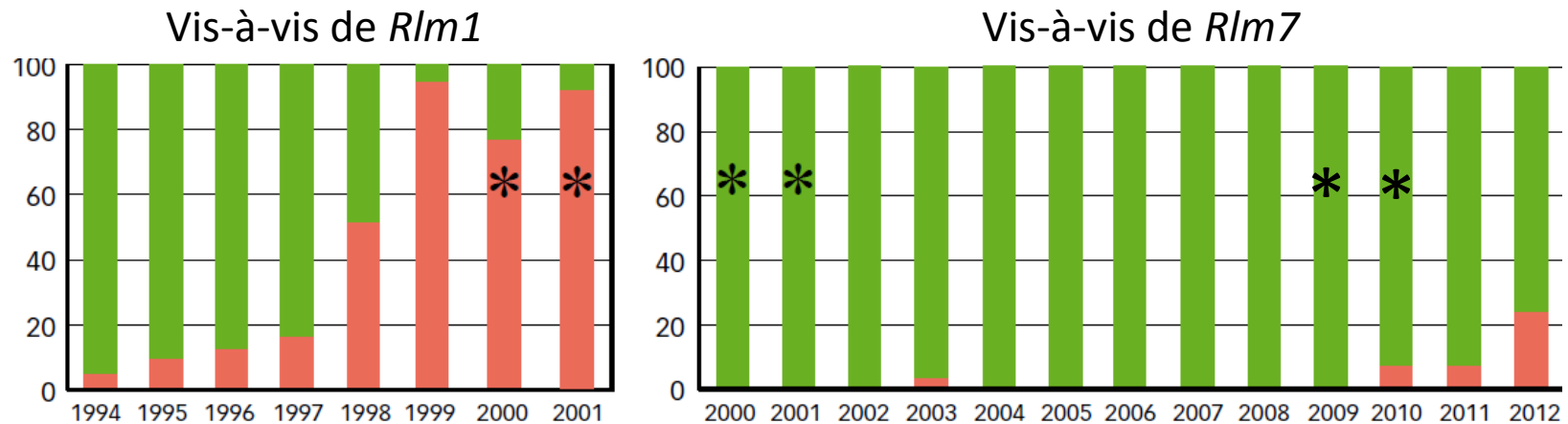
	<i>Rlm</i>	<i>rlm</i>
<i>AvrLm</i>		
<i>avrLm</i>		

- Comment améliorer / expliquer la **durabilité de certaines résistances** ?

Éléments de contexte (3)

Rlm7, une résistance spécifique efficace

Fréquence de souches virulentes en France ■ :



* : échantillons nationaux

Déploiement de *Rlm1*

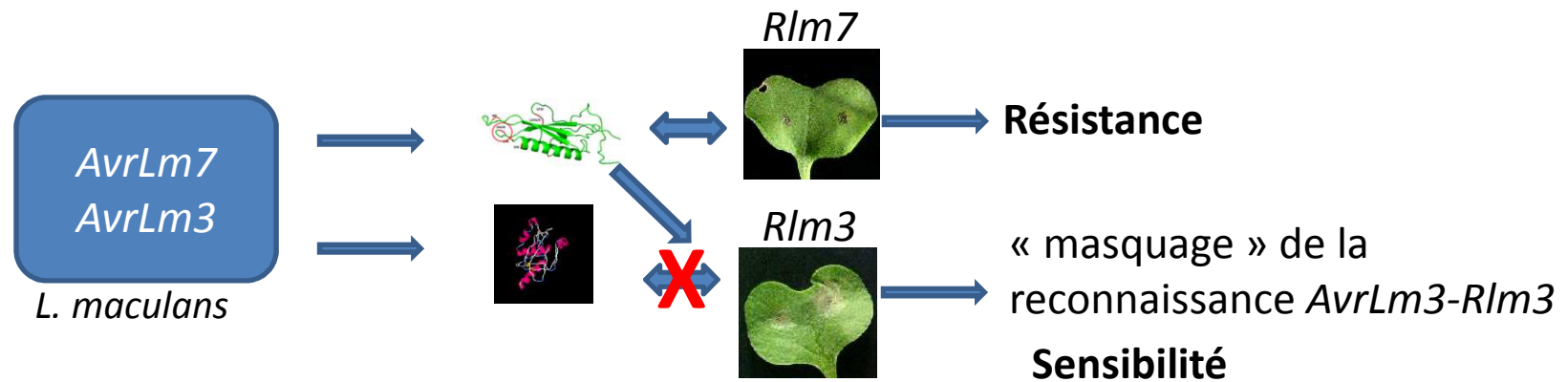
(Rouxel et al, 2003)

Déploiement de *Rlm7*

(Balesdent et al, Phytoma 2015)

Éléments de contexte (4)

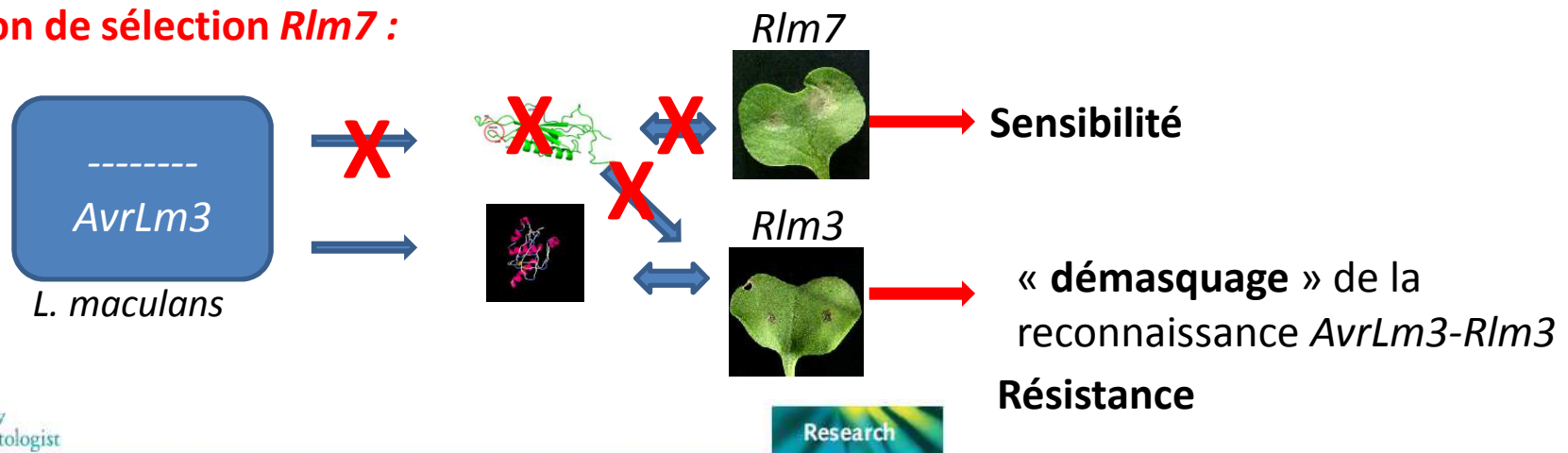
Interaction *AvrLm7* / *Rlm7* originale :



Éléments de contexte (4)

Interaction *AvrLm7* / *Rlm7* originale :

Pression de sélection *Rlm7* :



A game of hide and seek between avirulence genes *AvrLm4-7* and *AvrLm3* in *Leptosphaeria maculans*

Clémence Plissonneau, Guillaume Daverdin, Bénédicte Ollivier, Françoise Blaise, Ali Fudal, Thierry Rouxel and Marie-Hélène Balesdent


MOLECULAR ECOLOGY

Molecular Ecology (2017) 26, 2183–2198

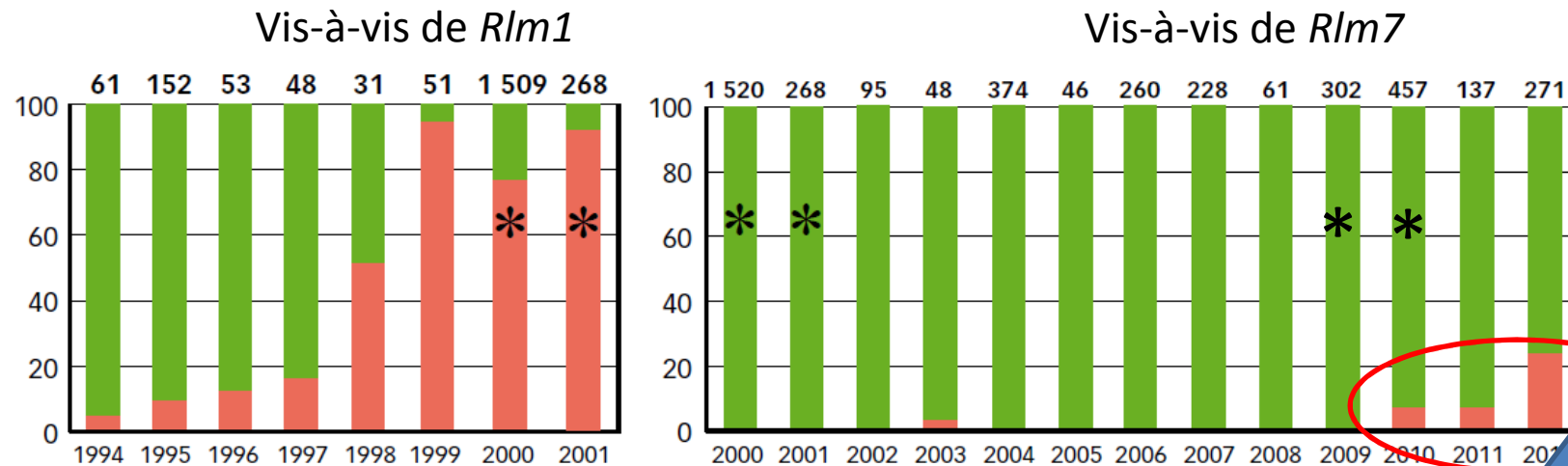
doi: 10.1111/mec.14046

MICROBIAL LOCAL ADAPTATION

Unusual evolutionary mechanisms to escape effector-triggered immunity in the fungal phytopathogen *Leptosphaeria maculans*

C. PLISSONNEAU,*† F. BLAISE,* B. OLLIVIER,* M. LEFLON,‡ J. CARPEZAT,‡ T. ROUXEL* and M.-H. BALESSENT* 

Éléments de contexte (4)



Quasiment 100% des souches virulentes sur *Rlm7* deviennent avirulentes sur *Rlm3*
(Plissonneau *et al*, 2016, 2017)

L'interaction négative *AvrLm3* - *AvrLm7* est-elle une des explications de cette durabilité ?
Que se passe-t-il à l'échelle nationale (*)/ aux échelles régionales ?
Quelle dynamique une fois le contournement amorcé ?

Objectifs du projet

Profiter de cette situation concrète de contournement en cours pour :

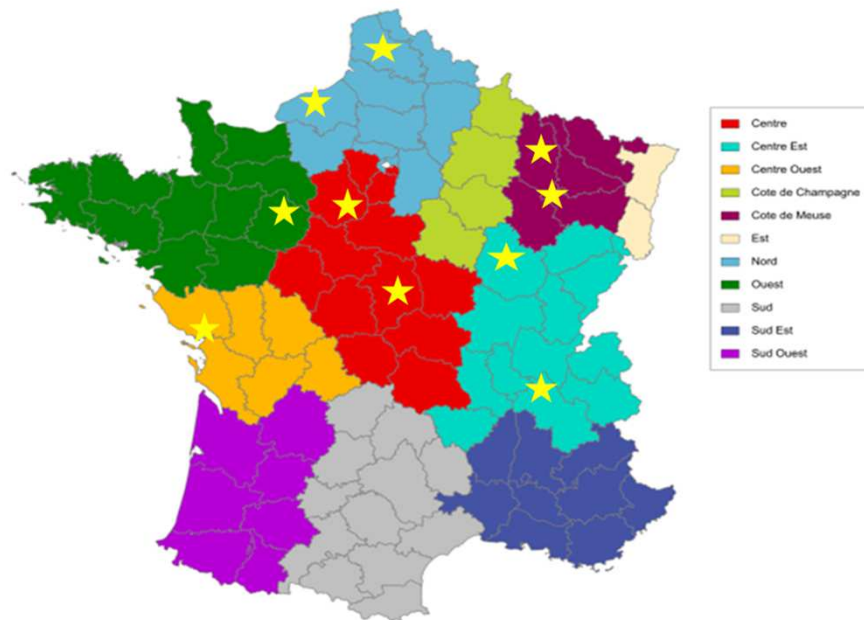
- 1- objectiver le niveau réel de contournement du gène de résistance *Rlm7* à l'échelle du territoire en exploitation le réseau d'expérimentations du groupe InVivo
- 2- identifier les régions ou les pratiques à risque (= présentant un fort niveau de contournement)
- 3- fournir des éléments aidant à expliquer la relative durabilité de *Rlm7*

Actions

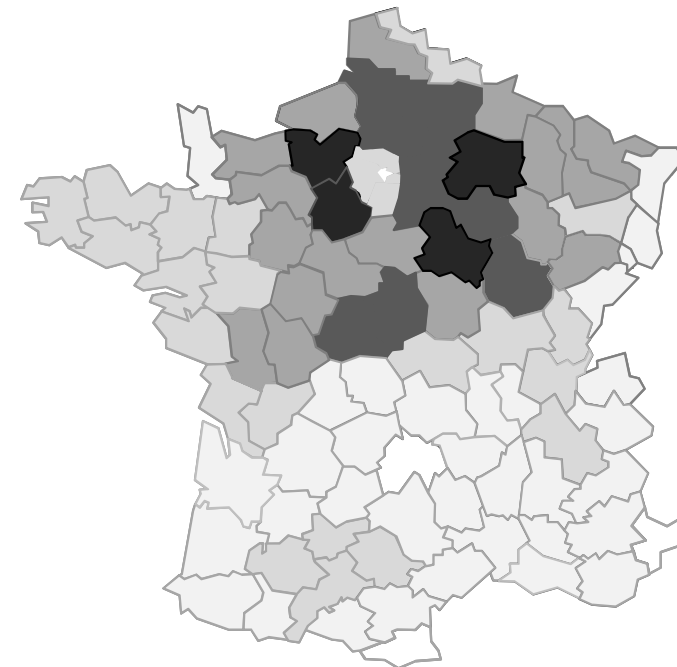
- Suivi dynamique des populations dans différentes régions sur 3 ans
fréquences AvrLm7 et AvrLm3
- Test de variétés présentant différentes combinaisons *Rlm3 - Rlm7* dans ces différentes situation
comportement variétal en situation de contournement

Suivi dynamique des populations dans différentes régions sur 3 ans

Localisation des 10 sites d'essai / grandes régions



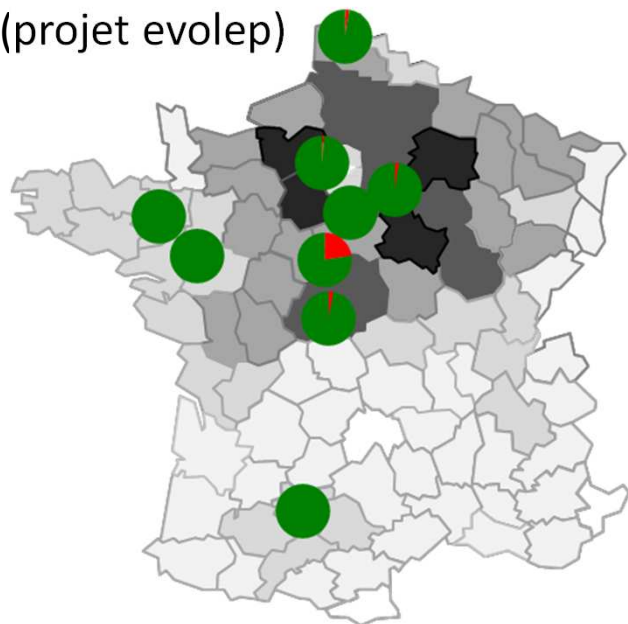
Intensité de la culture de colza en France



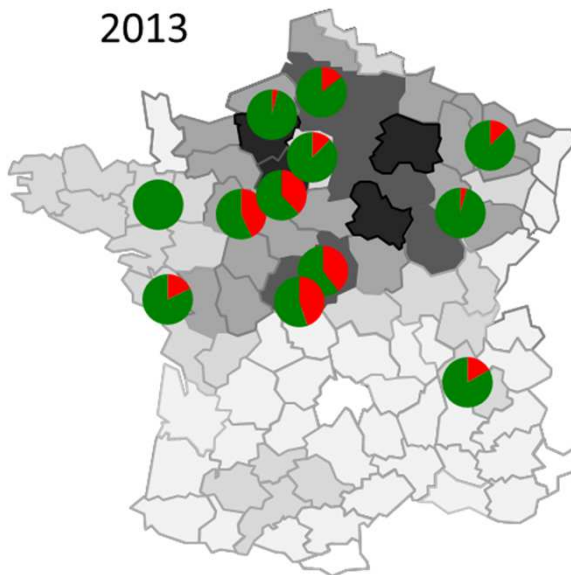
2009-2010

(projet evollep)

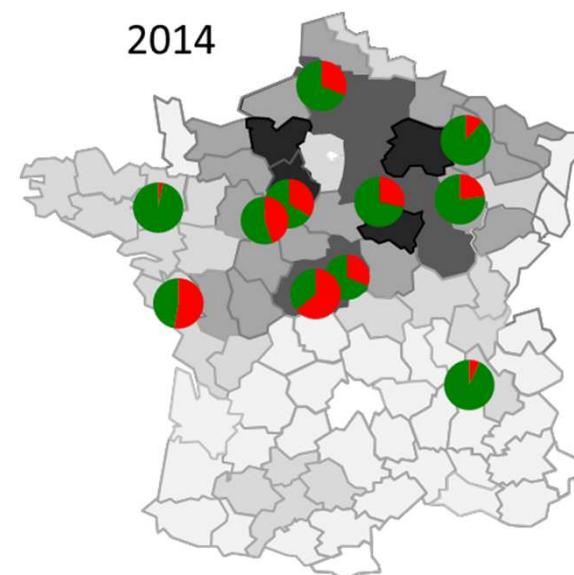
Résultat 1 : composition des populations



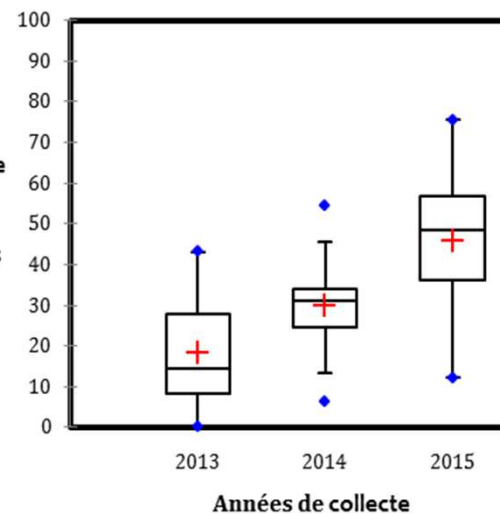
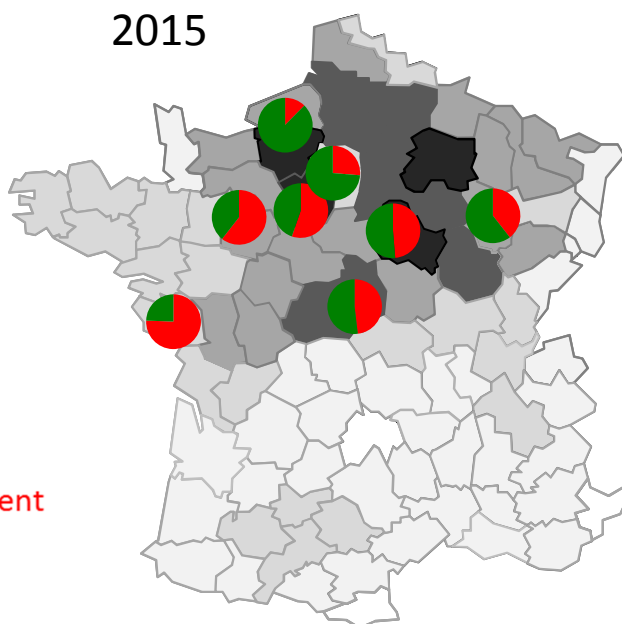
2013



2014



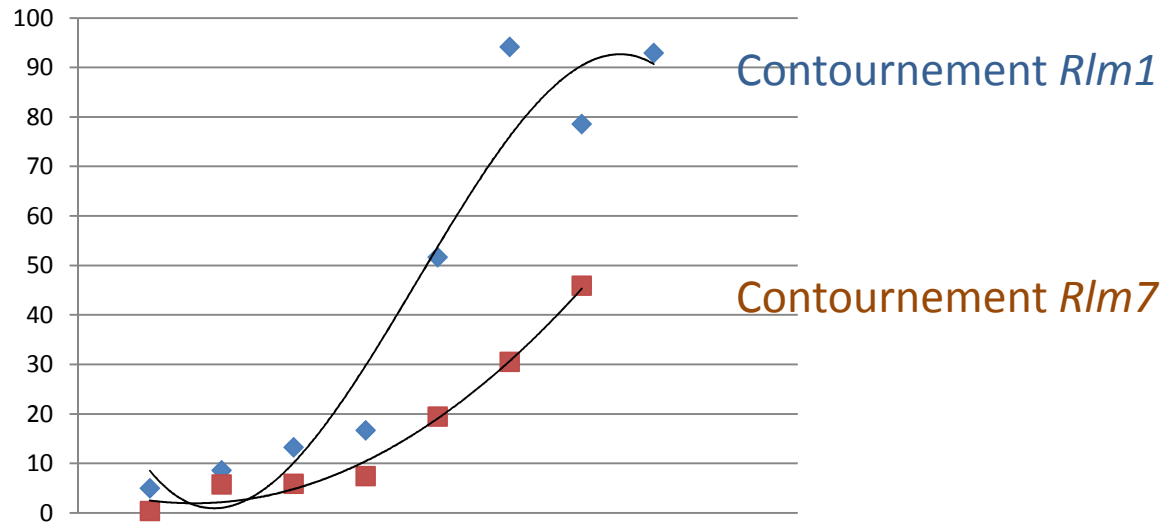
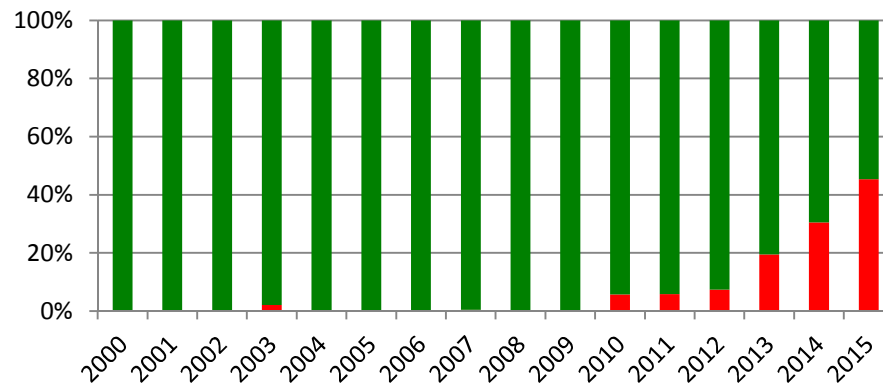
2015



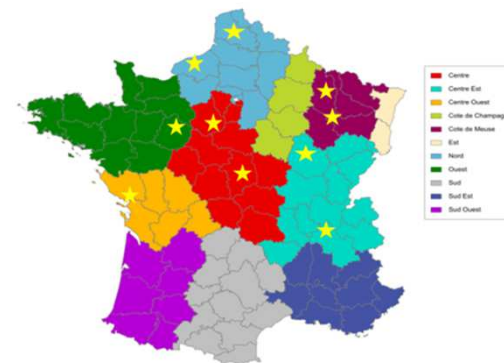
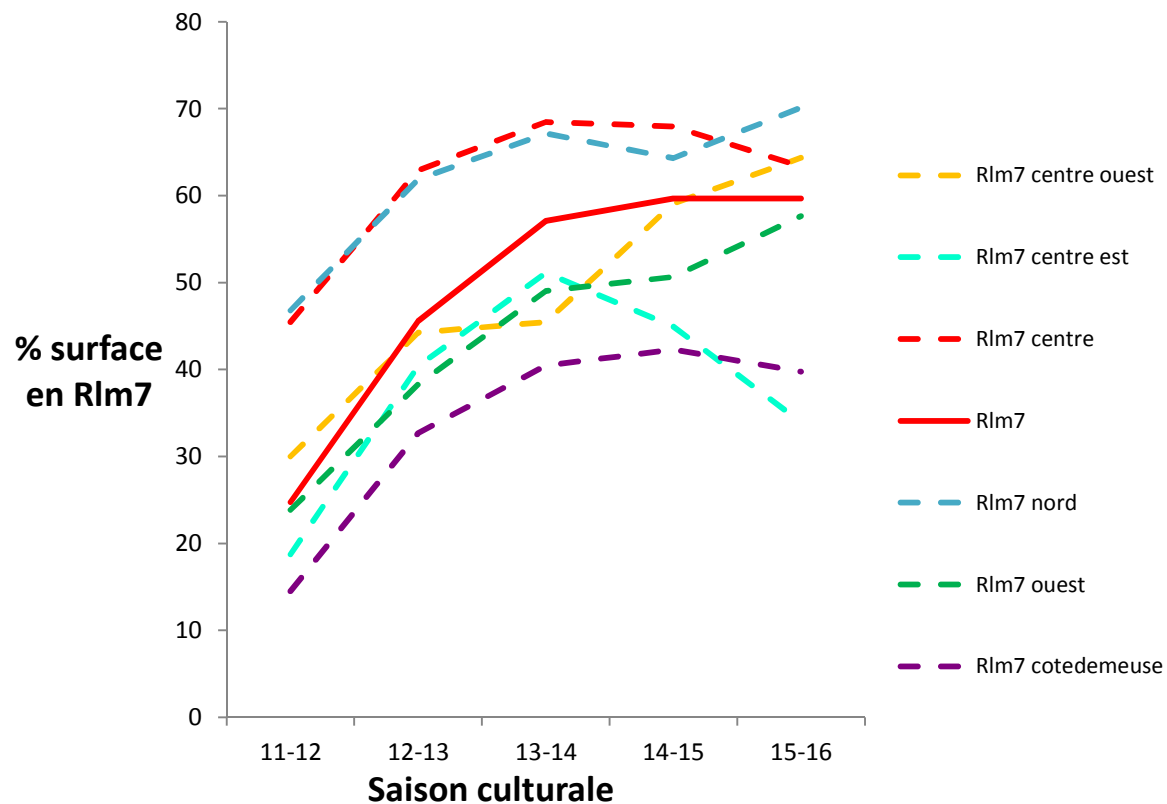
/Rlm7
avirulent  virulent 

Résultat 1 : composition des populations

Le contournement se poursuit ...avec une « frein » relatif par rapport à *Rlm1*



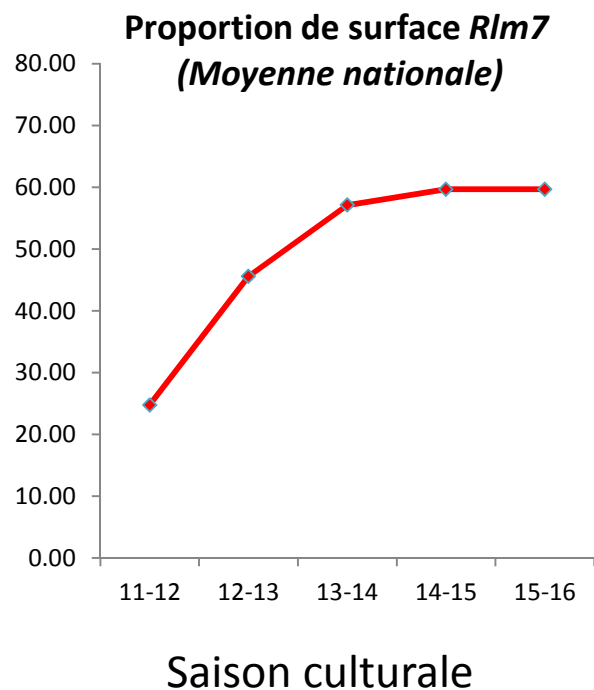
Résultat 2 : Proportion de surface de colza cultivée avec *Rlm7* en France



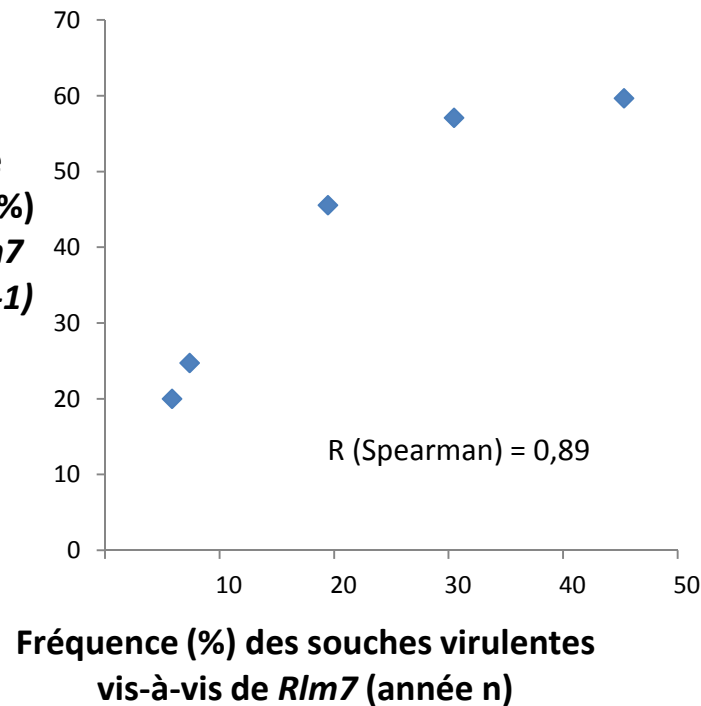
Explosion des surfaces *Rlm7* entre 2011 et 2013

Grosses disparités régionales

Résultat 3 : relation surfaces / fréquence des virulences

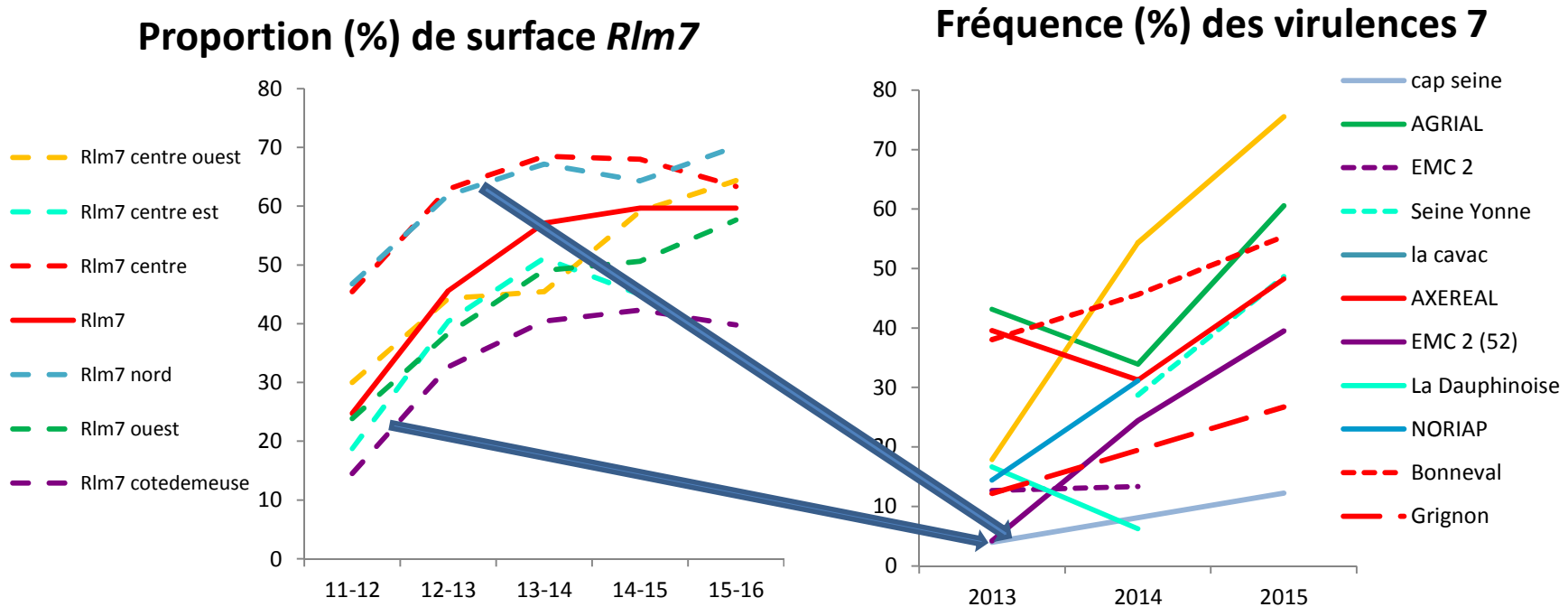


**Surface cultivée (%)
avec *Rlm7*
(année n-1)**



Globalement (sur les moyennes nationales) très bonne corrélation entre les superficies cultivées avec *Rlm7* et la fréquence des souches virulentes année n+1

Résultat 3 : relation surfaces / fréquence des virulences



Mais : l'utilisation régionale de *Rlm7* n'explique pas forcément la fréquence locale de souches virulentes

- pas la bonne échelle ?
- autres facteurs à prendre en compte / surface totale colza, fréquence locale de rotations, pratiques agronomiques ...

Bilan scientifique

- Le contournement de *Rlm7* est généralisé
- Des situations régionales diversifiées
- Des variations à l'échelle locale très probables, analyse à poursuivre
- Encore très peu de souches double-virulentes
- Une grande collection de souches établie et en partie caractérisée au niveau moléculaire
 - Identification des tous premiers événements moléculaires responsables de la double virulence

Bilan : Collaboration et suite

- Collaboration très efficace avec le partenaire

Échange réciproque d'informations

Sensibilisation du partenaire à la variabilité régionale des populations

Sensibilisation du partenaire au besoin de connaître le contenu en gènes *Rlm* des variétés de colza

Obtention de données originales pour tester le modèle épidémiologique Phoma (Florence Carpentier, Suzanne Touzeau)



- Poursuite de la collaboration avec projet SmaCH Impact « MoGeR » (Agrosolutions, InVivo, Terres Inovia; sept 2017-sept-2019)

Poursuite de l'acquisition de données nationales dans les 2 années à venir

Finalisation, validation et vulgarisation d'un modèle pour tester des stratégies de gestion dans le cadre de cette interaction

Bilan : publications

publications dans des revues internationales

PLISSONNEAU C, BLAISE F, OLLIVIER B, LEFLON M, CARPEZAT J, Rouxel T, Balesdent MH (2017) Unusual evolutionary mechanisms to escape Effector-Triggered-Immunity in the fungal phytopathogen *Leptosphaeria maculans*. *Molecular Ecology* (in press, DOI: 10.1111/mec.14046)

Communications orales ou posters

PLISSONNEAU C, ROUXEL T, DAVERDIN G, LE MEUR L, SOULARD T, CUGNIERE L, BALESSENT MH (2014) Evolution of the frequency of the *AvrLm7* allele of *Leptosphaeria maculans* in France under selection pressure: a 15 years survey. Blackleg workshop, 12 September 2014, Cracovie, Pologne (Comm. orale)

PLISSONNEAU C, COUDARD L, ROUXEL T, LE MEUR L, CARPEZAT J, LEFLON M, PINOCHET X, ERMEL M, DELOURME R, BRUN H, BALESSENT MH (2015) *AvrLm7* and *AvrLm3* frequency evolution in French *Leptosphaeria maculans* populations. 14th International Rapeseed Congress, Saskatoon, 4-11 Juillet 2015 (Poster, Comm. orale)

LEFLON M, CARPEZAT J, BOTHOREL S, PLISSONNEAU C, COUDARD L, LE MEUR L, PINOCHET X, 'MH (2015). Résistance du colza au phoma : suite (et fin ?) de la saga *Rlm7*. 11^{ème} conférence internationale sur les maladies des plantes (AFPP), 7-9 Décembre 2015, Tours, France (Comm. Orale + proceedings)

PLISSONNEAU C, OLLIVIER B, FUDAL I, ROUXEL T, Balesdent MH. (2016) Unusual evolutionary mechanisms to escape Effector-Triggered-Immunity in the fungal phytopathogen *Leptosphaeria maculans*. Presented at ECFG13. European conference on fungal genetics, PARIS LA VILLETTE, FRA (2016-04-03 - 2016-04-06). [Poster]

BALESSENT MH, PLISSONNEAU C, COUDARD L, LE MEUR L, LEFLON M, PINOCHET X, ERMEL M, DELOURME R, ROUXEL T. (2017) *AvrLm7* and *AvrLm3* frequency evolution in French *Leptosphaeria maculans* populations: a 20 year's survey. 12th EFPPP-10th SFP conference, 29-05 to 2-06 2017, Malo-les bains, France [Poster]

PLISSONNEAU C, BLAISE F, OLLIVIER B, ROUXEL T, BALESSENT MH (2017) Unusual evolutionary mechanisms to escape Effector-Triggered-Immunity in the fungal phytopathogen *Leptosphaeria maculans*. 12th EFPPP-10th SFP conference, 29-05 to 2-06 2017, Malo-les bains, France (Comm. orale)

Dissémination des résultats hors recherche

BALESSENT MH, PLISSONNEAU C, COUDARD L, DAVERDIN G, LE MEUR L, CARPEZAT J, LEFLON M, PINOCHET X, ERMEL M, BRUN H, ROUXEL T (2015). Résistance du colza au phoma : où en est-on de l'efficacité de la résistance *Rlm7* ? *Phytoma* 684 :20-24



Equipe Lepto

M. Hélène Balesdent (DR2)

Thierry Rouxel (DR1)

Michel Meyer (CR1)

Isabelle Fudal (CR1)

Jessica Soyer (CR2)

Françoise Blaise (IE)

Bénédicte Ollivier (TR)

Laurent Coudard (TR)

Bertrand Auclair (TR)

Oriane Beaudouin (CDD)

Flora Gillon (CDD)

Agrosolutions

Loic Le Meur



Coopératives

inVIVO

Noriap

Cap Seine

Agrial

EMC2

SeineYonne

Axérial

La Dauphinoise

Bonneval Beauce et Perche

CAVAC

