

Emergence de maladies sur peupliers ou la course aux armements entre l'améliorateur et les maladies



Pascal Frey, Katherine J. Hayden & Fabien Halkett



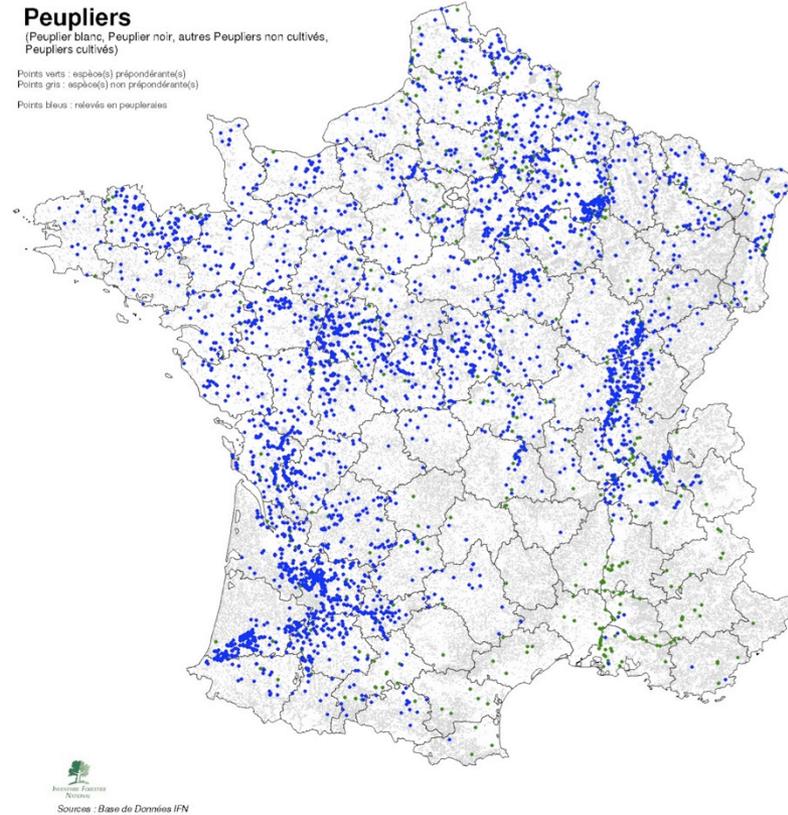
IAM iNTERACTIONS
ARBRES-MICROORGANISMES



La populiculture française

Peupleraies à large espacement (hors TCR)

- 1^{er} rang européen, 2^e rang mondial
- environ 230 000 ha (1,5% surface forestière)
- entre 1,5 et 2 millions de m³/an
- déroulage (contre-plaqué, emballages légers), sciage, panneaux de particules, pâte à papier



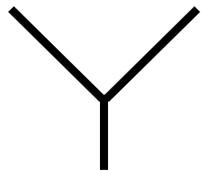
La populiculture française



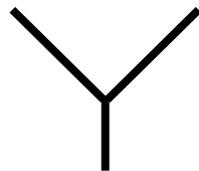
P. nigra

P. deltoides

P. trichocarpa



hybrides
euraméricains



hybrides
interaméricains



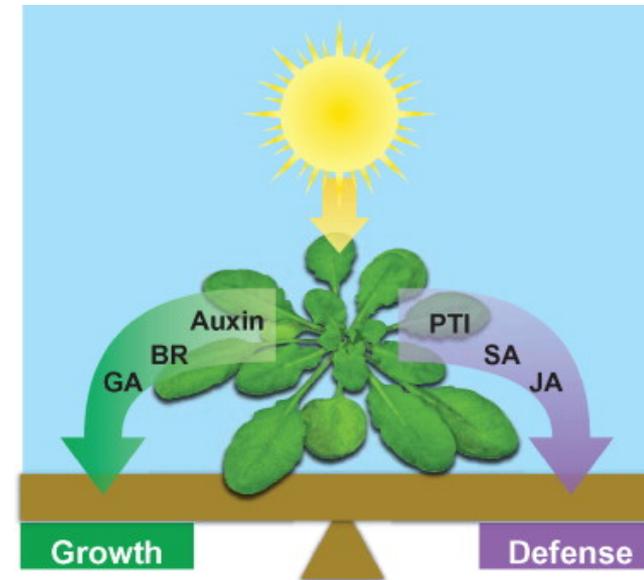
- croissance très rapide → récolte : 15 – 20 ans
- culture monoclonale et équienne
- faible nombre de cultivars utilisés (5 à 10 par région)

→ la populiculture s'apparente plus à une production agricole que forestière



Le peuplier, une cible de choix pour de nombreux bioagresseurs

- Compromis évolutif entre croissance et défenses chez les plantes
- Peuplier : plante pionnière : investit plus dans la croissance que dans les défenses
- Nombreux bioagresseurs (maladies et ravageurs)



Huot et al. 2014 Mol. Plant

Dickmann & Keathley 1996 : “*Plant poplars and diseases will come*”

De nombreuses maladies...



Rouilles foliaires
Melampsora larici-populina
Melampsora allii-populina



Brunissure des feuilles
Drepanopeziza punctiformis
(*Marssonina brunnea*)



Tavelure
Venturia populina



Virus de la mosaïque



Chancre bactérien
Xanthomonas populi



Dothichiza du peuplier
Discosporium populeum



Cytospora chrysosperma

...et de nombreux ravageurs aussi !

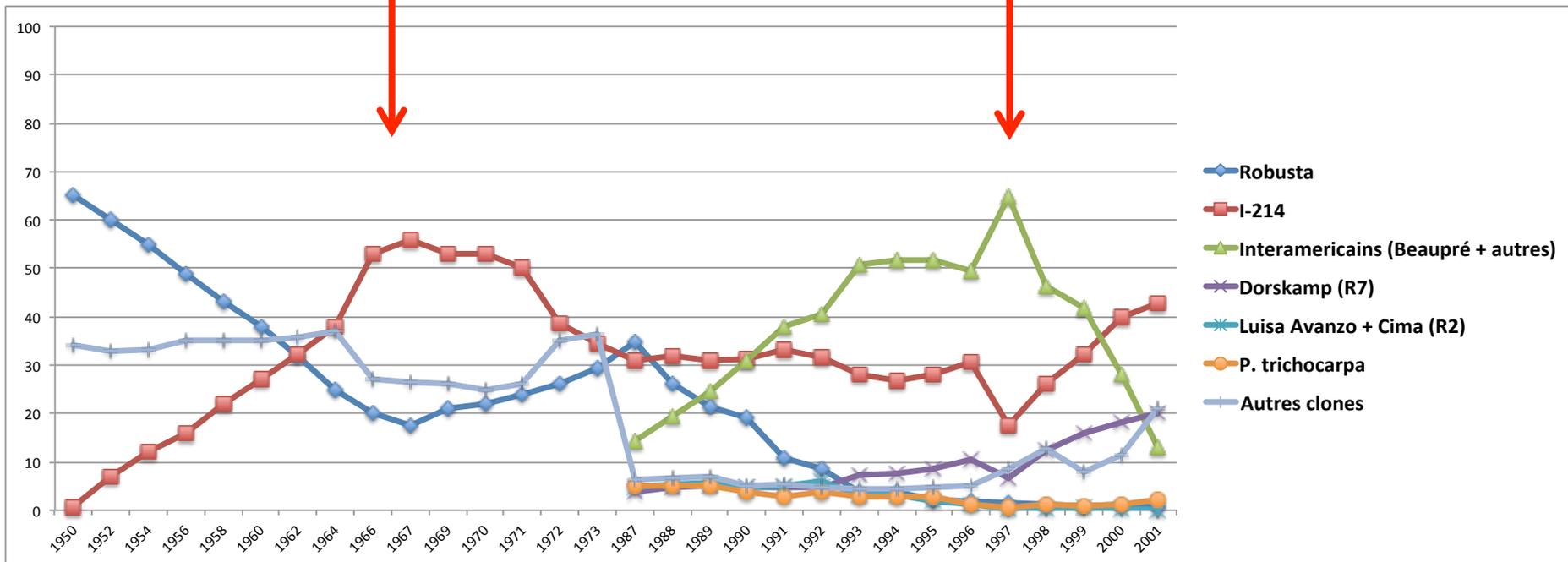
Evolution du paysage populier en France entre 1950 et 2001



**Introduction
Marssonina**

Rouille (Vir 7)

Sorties de pépinières
(% de tiges vendues)



Sources : Viart 1972 RFF + données Ministère de l'Agriculture

La rouille du peuplier (*Melampsora larici-populina*)

- Contournement des gènes de résistance qualitative

1986 : contournement de R3 ('Luisa-Avanzo')

1994 : contournement de R7 ('Beaupré') 12 ans après son inscription

1997 : contournement de R8 ('Hoogvorst') 1 an avant son inscription

- Actuellement, sur les 130 cultivars utilisables dans l'UE, seul un cv. est totalement résistant à la rouille

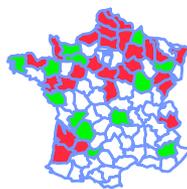
- Dispersion des isolats Vir7 sur 'Beaupré' après le contournement de R7 :



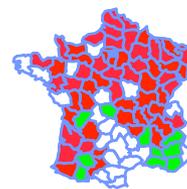
1994



1995



1996



1997



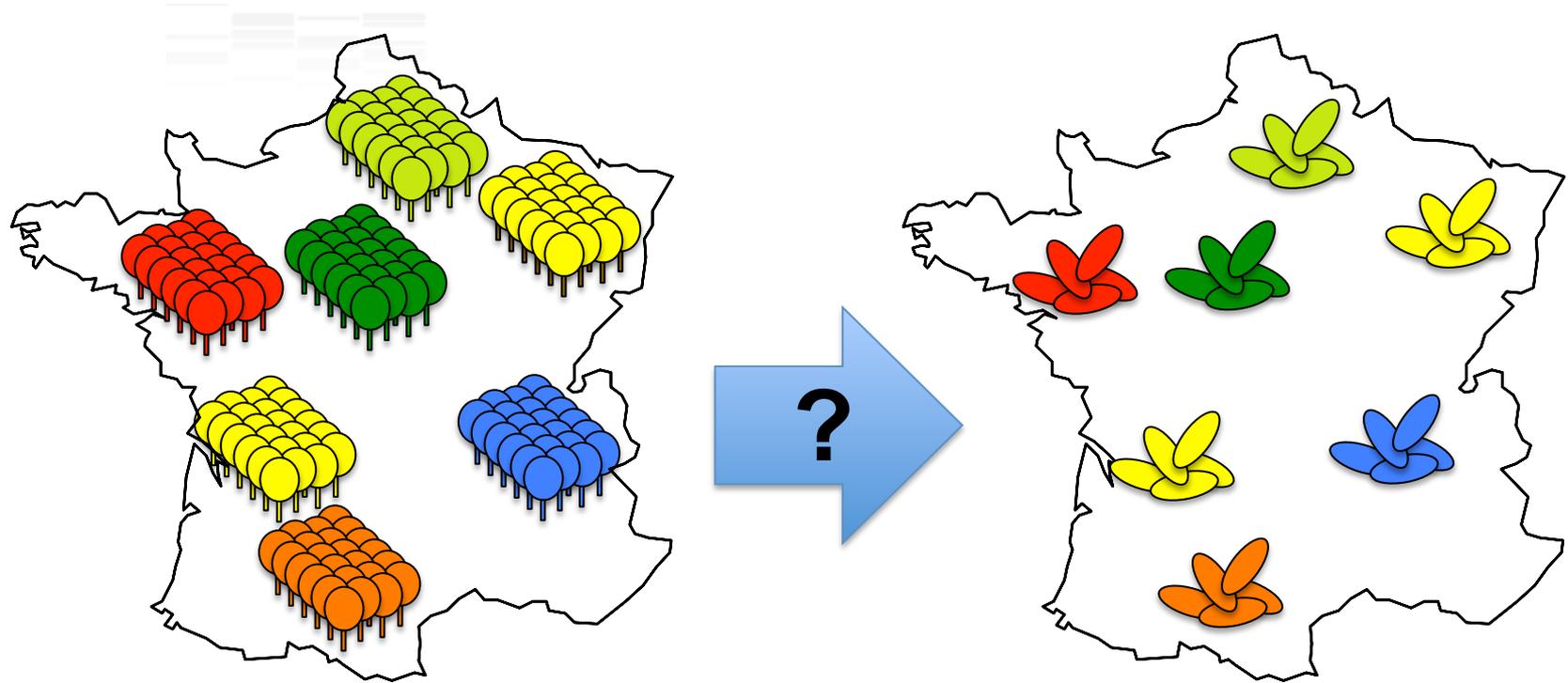
1998



1999

Pinon & Frey 2005, Rust Diseases of Willow and Poplar

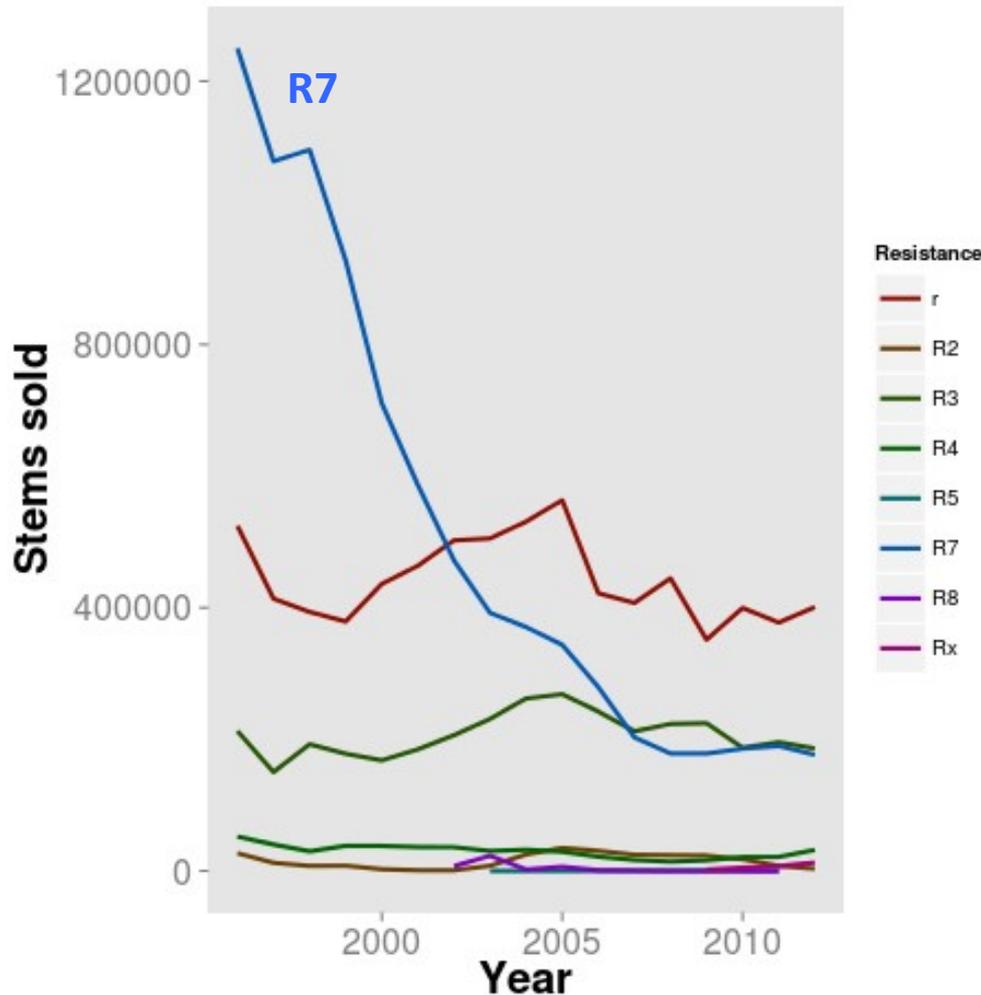
Adaptation de *M. larici-populina* au paysage populier



Description du paysage populier :
% de chaque gène R déployé par région
entre 1996 et 2012
Données Min Agri, Irstea, IDF, IFN

Description du paysage pathogène :
% de chaque virulence par région
échantillonnage sur *P. nigra* en 2011
~100 isolats/région
Collaboration DSF

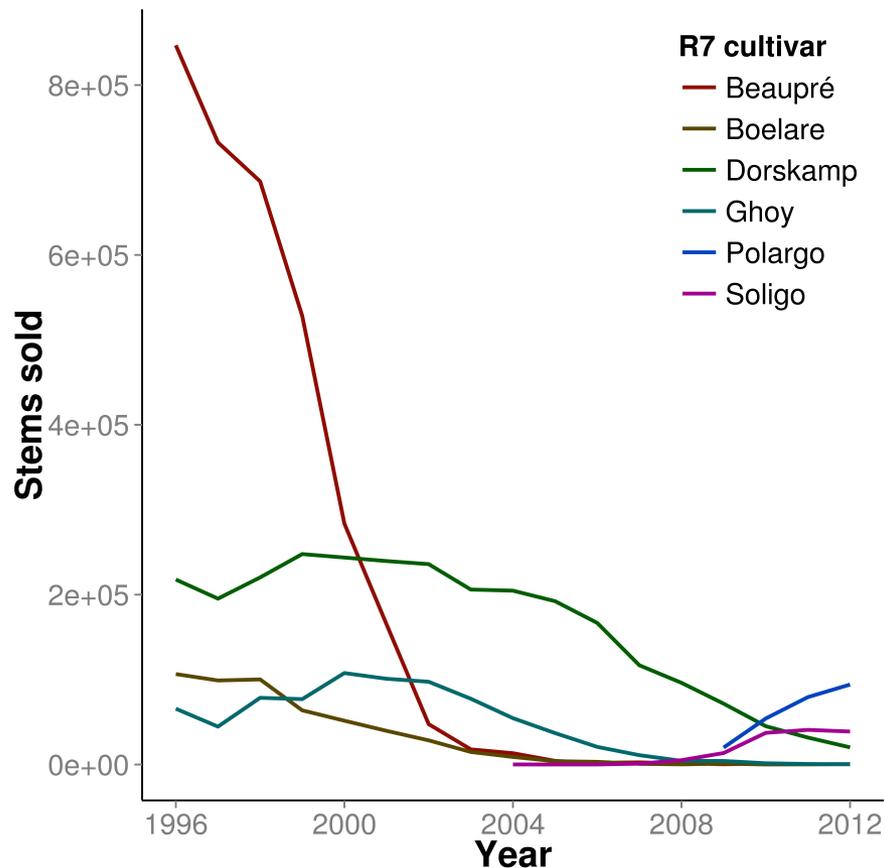
Evolution des ventes de plants de peuplier 1996-2012



Chutes des ventes de cultivars R7 suite au contournement de R7

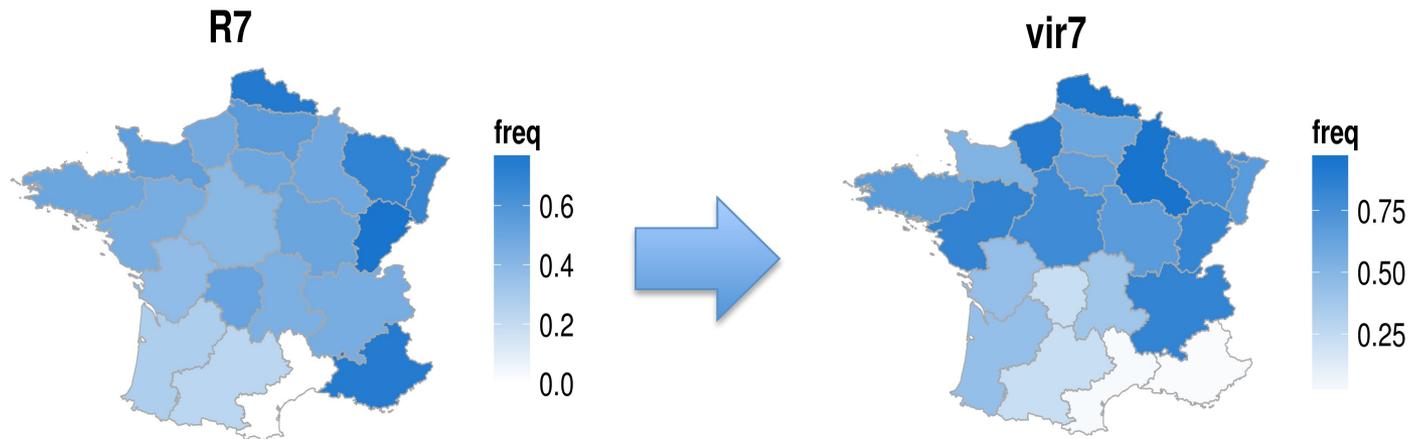
Mais attention :
plant pérenne
(rotations 15 à 20 ans)
→ encore ~ 50% de R7
dans le paysage
populicole français

Un paysage R7 qui évolue rapidement



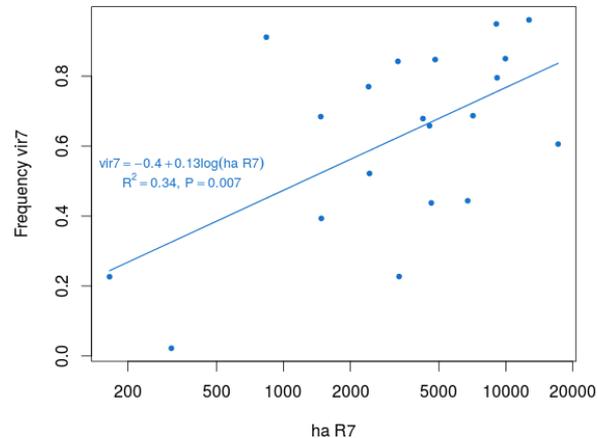
- Beaupré : plus vendu après 2004
- D'autres cultivars R7 continuent d'être plantés
- 2 cultivars récents, Polargo et Soligo, voient leurs ventes augmenter depuis 2008

Adaptation de la rouille au paysage populier



Paysage populier :
Proportion de plants R7 vendus
par région entre 1996 et 2010

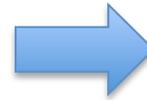
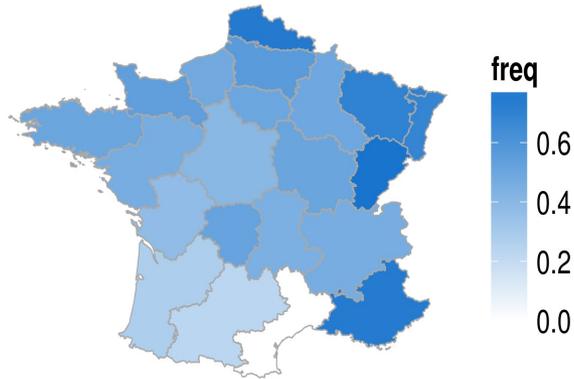
Paysage pathogène :
Proportion d'isolats Vir7 par
région en 2011



Adaptation de la rouille au paysage populier

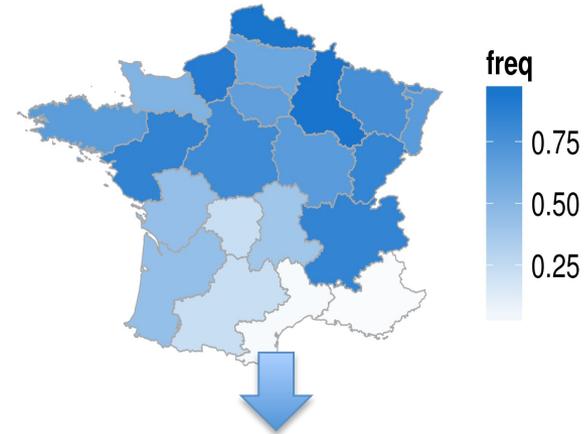
Paysage populier

R7

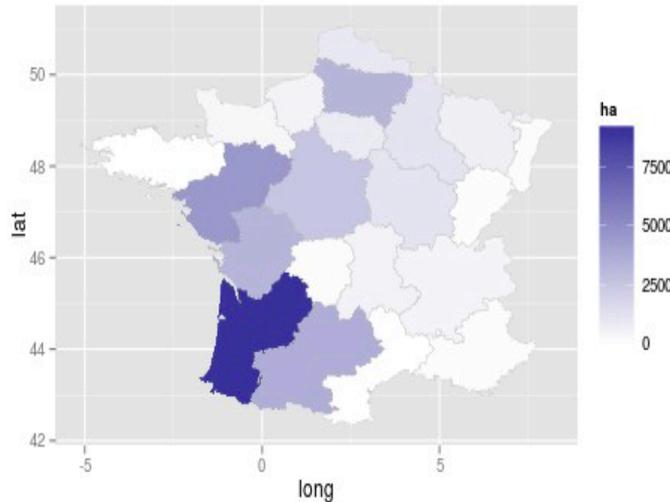


Paysage pathogène

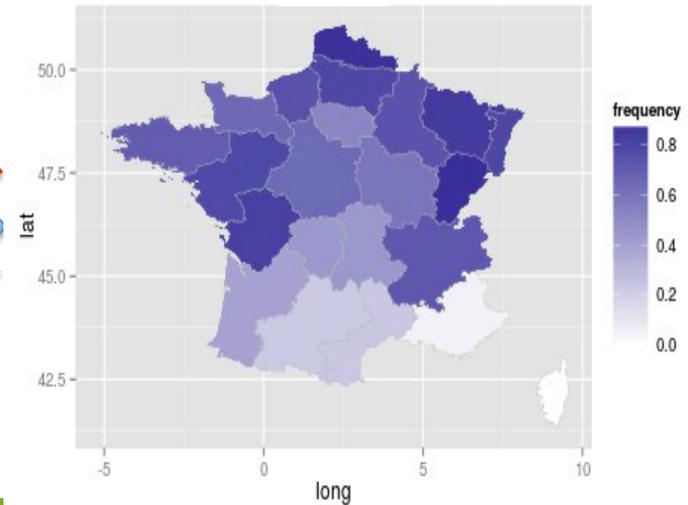
vir7



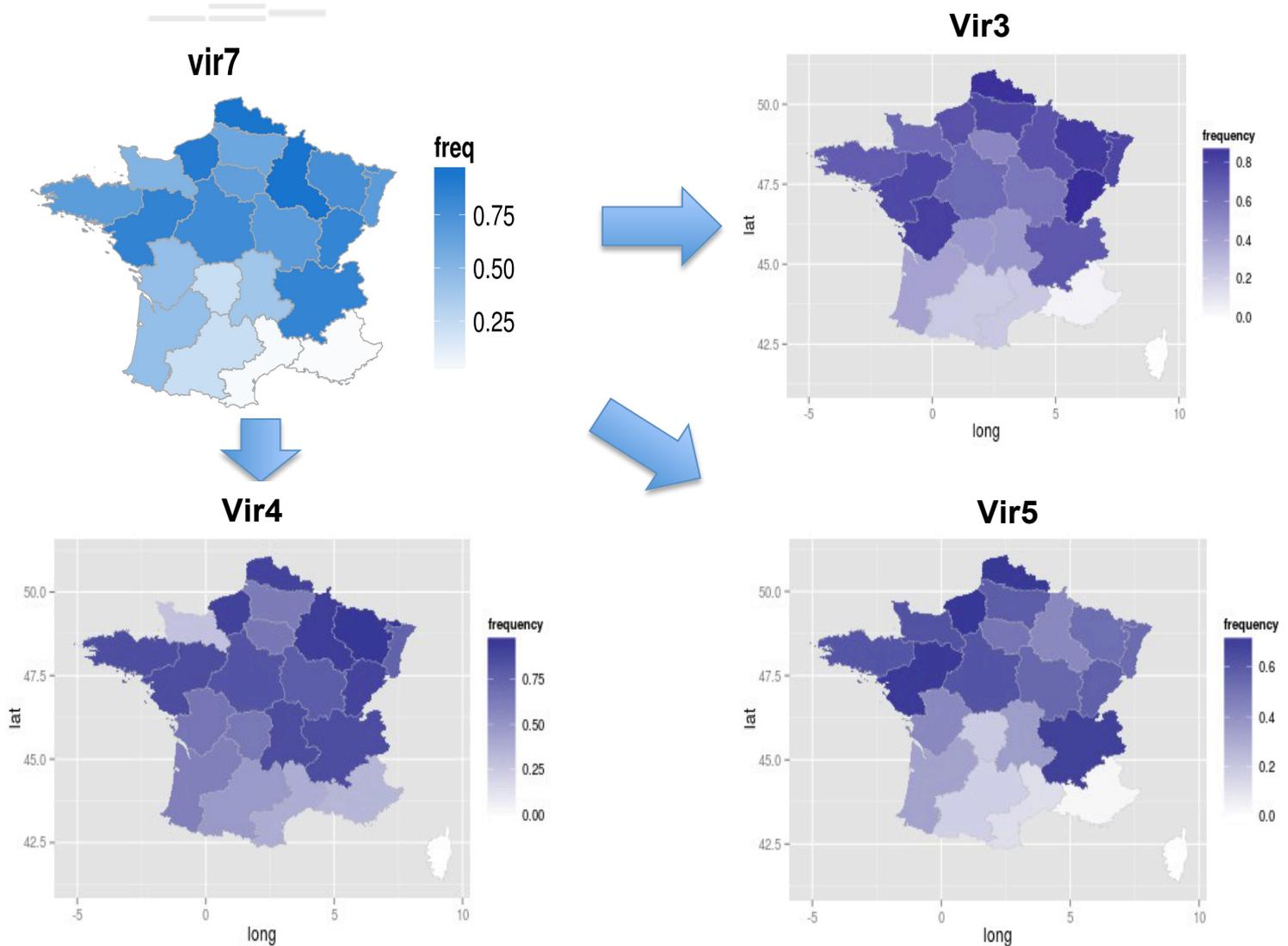
R3



Vir3



Adaptation de la rouille au paysage populier



➔ Hitchhiking entre la Vir7 et les Vir1, 3, 4 et 5

Adaptation de la rouille au paysage populier



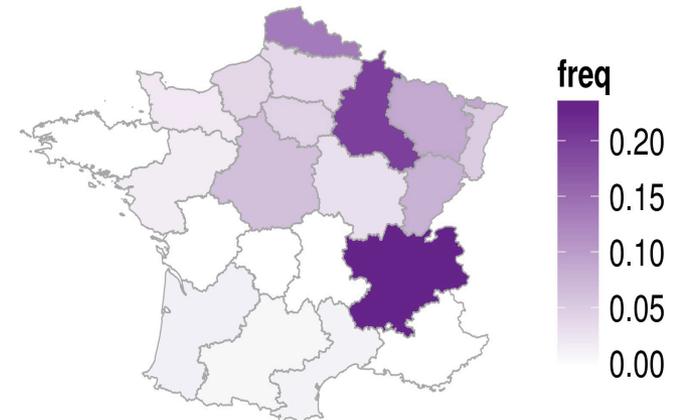
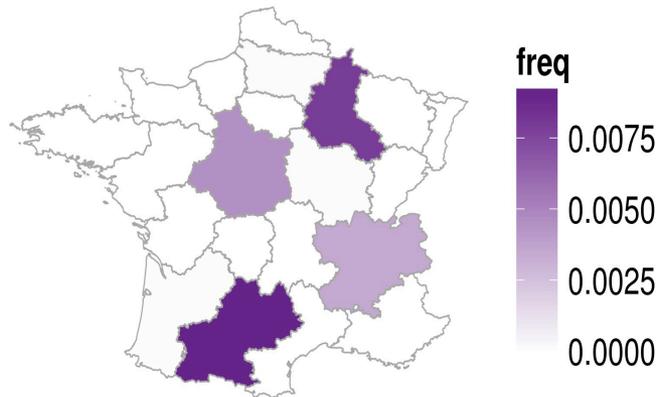
Cas du contournement de R8 en 1997

Paysage populier

Paysage pathogène

R8

vir8



Déploiement très limité de R8 en France (41 000 plants entre 1997 et 2012),
mais correspondance entre plantation de peupliers R8 et présence d'isolats Vir8

Déploiement plus important de R8 en Belgique (>355 000 plants entre 1997 et 2006)
→ fréquence plus élevée de Vir8 dans le Nord-Est de la France

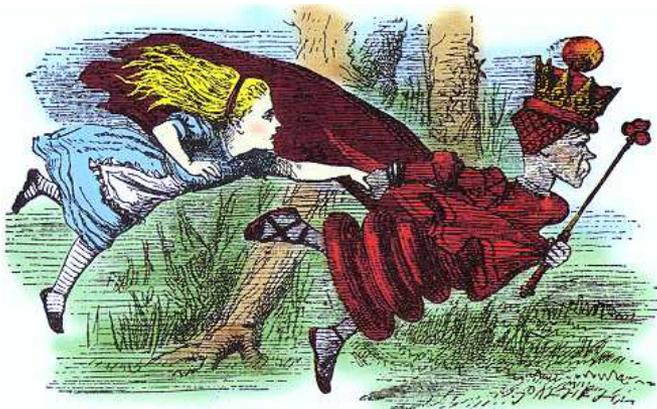


Conclusions

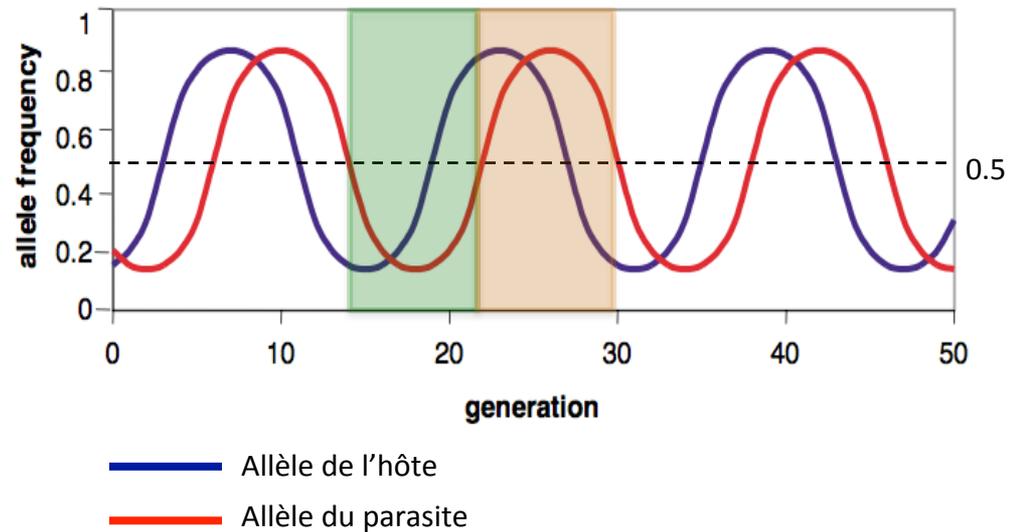
- Modifications majeures du paysage populiicole au cours du siècle dernier
- Crises phytosanitaires successives → besoin de sélectionner des variétés résistantes aux différentes maladies
- Déploiement en peupleraies de nouvelles variétés résistantes → évolution des populations pathogènes → modifications des variétés
- « Co-évolution » entre l'hôte (manipulé par l'homme) et l'agent pathogène

Analogie avec le modèle de la Reine Rouge

Modèle de co-évolution hôte – pathogène



Lewis Carroll, *De l'autre côté du miroir*, 1871

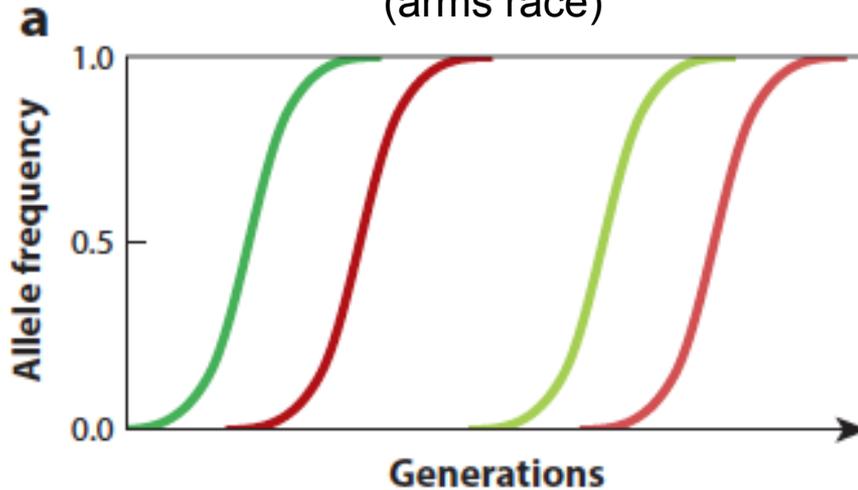


Clay & Kover 1996 Annu. Rev. Phytopathol.
Woolhouse et al 2002 Nature Genetics

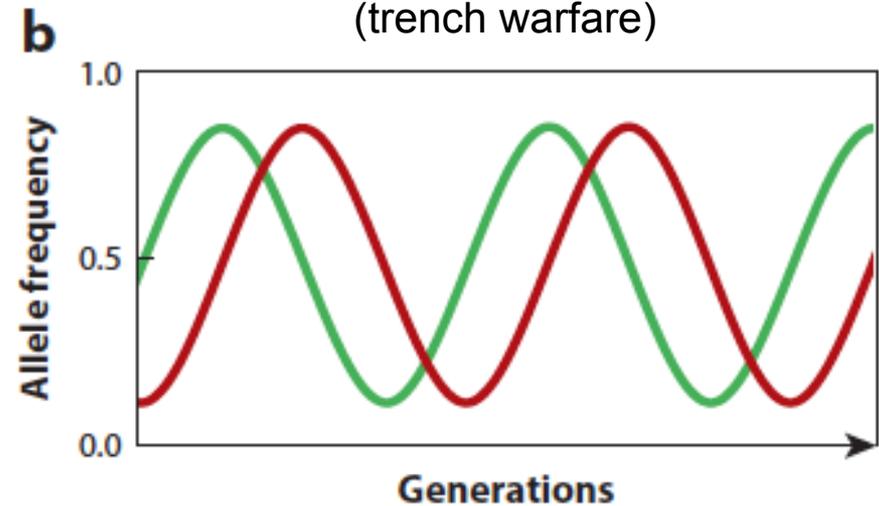
Analogie avec le modèle de la Reine Rouge



Course aux armements
(arms race)



Guerre de tranchée
(trench warfare)



Lo Presti et al., 2015.

Remerciements :



Katherine Hayden



Bénédicte Fabre



Axelle Andrieux



Jérémy Pétrowski



Fabien Halkett



Jean Pinon

- Département de la Santé des Forêts
- Pierre Bouillon (Ministère de l'Agriculture)
- Eric Paillassa (CNPFF-IDF)
- Aurélien Brochet, Cécile Joyeau (Irstea)
- Marijke Steenackers, INBO, Belgique

