



L'amélioration génétique des porte-greffe dans le Monde: Etat actuel des recherches

Nathalie OLLAT¹, Stéphane DECROOCQ¹, Alain BOUQUET²

1: UMR EGFV, INRA-Universités de Bordeaux-ENITA, Institut des Sciences de la Vigne et du Vin, Villenave d'Ornon,

2: UMR DIAPC, INRA-CIRAD-Supagro, Montpellier

Les objectifs généraux



- **Résistance au phylloxéra (bien entendu)**
- **Résistance aux nématodes (vecteur de virus ou nématodes à galles)**
- **Adaptation au milieu : sécheresse, salinité, chlorose**
- **Contrôle de la vigueur**



-
- **Principaux pays** : USA, France, Allemagne, Australie...
 - **Méthodologies** :
 - Approches classiques de création et de sélection
 - Mise au point de sélection assistée par marqueurs et étude du déterminisme génétique
 - Transgénèse

FRANCE



- **Historique**

- ✓ Travaux réalisés à Bordeaux 1950-fin 1980 sur l'adaptation aux facteurs abiotiques > Fercal et Gravesac
- ✓ Travaux réalisés à Montpellier sur la résistance à *X. index*, et notamment à partir de *M. rotundifolia* > R1 VMH 3146 1 87
- ✓ Travaux réalisés à Colmar et à Montpellier sur la transgénèse (résistance dérivée du pathogène)

- **Aujourd'hui : « Gros effort de coordination »**



- ✓ **Objectif** : Sélectionner des porte-greffe résistants à la transmission du court-noué, en combinant plusieurs sources de résistance, à la sécheresse et à la chlorose calcaire, permettant un contrôle de la vigueur
- ✓ **Réseau** : Bordeaux, Montpellier, Antibes, Colmar
- ✓ **Etat d'avancement** : Evaluation de ressources génétiques et mise au point des outils de sélection assistée par marqueurs





X.index – court noué > Programme coordonné proposé en 2003

I- Résistance au vecteur *X. index* et impact sur la transmission du GFLV (*via* le vecteur)

- - **Mise au point des conditions d'évaluation du matériel végétal**
- Production de nématodes à partir de 7 lignées isofemelles de *X. index* déjà disponibles à Antibes et introduction de *X. diversicaudatum*
- Mise au point du test : conditions de culture du matériel végétal, durée et tests sur une gamme de génotypes déjà connus pour ce caractère
- - **Etude génétique de la résistance au nématode**
- Recherche de nouvelles sources de résistance
- Etudes génétiques : obtention et caractérisation de descendance, cartographie génétique
- - **Etude du matériel végétal vis-à-vis de la transmission du virus par le nématode**

II- Résistance au GFLV : stratégie de transgénèse et expression de siRNA

- - **Vérification des données et résultats préliminaires**
- Test du matériel déjà disponible et d'intérêt au vignoble
- Corrélation entre la protection observée en serre et au vignoble
- - **Recherche de nouvelles résistances au GFLV**
- Développement d'un nouveau gène d'intérêt dérivé du génome viral
- Développement d'un plasmide binaire adapté à nos objectifs
- Analyses de l'efficacité des nouvelles constructions

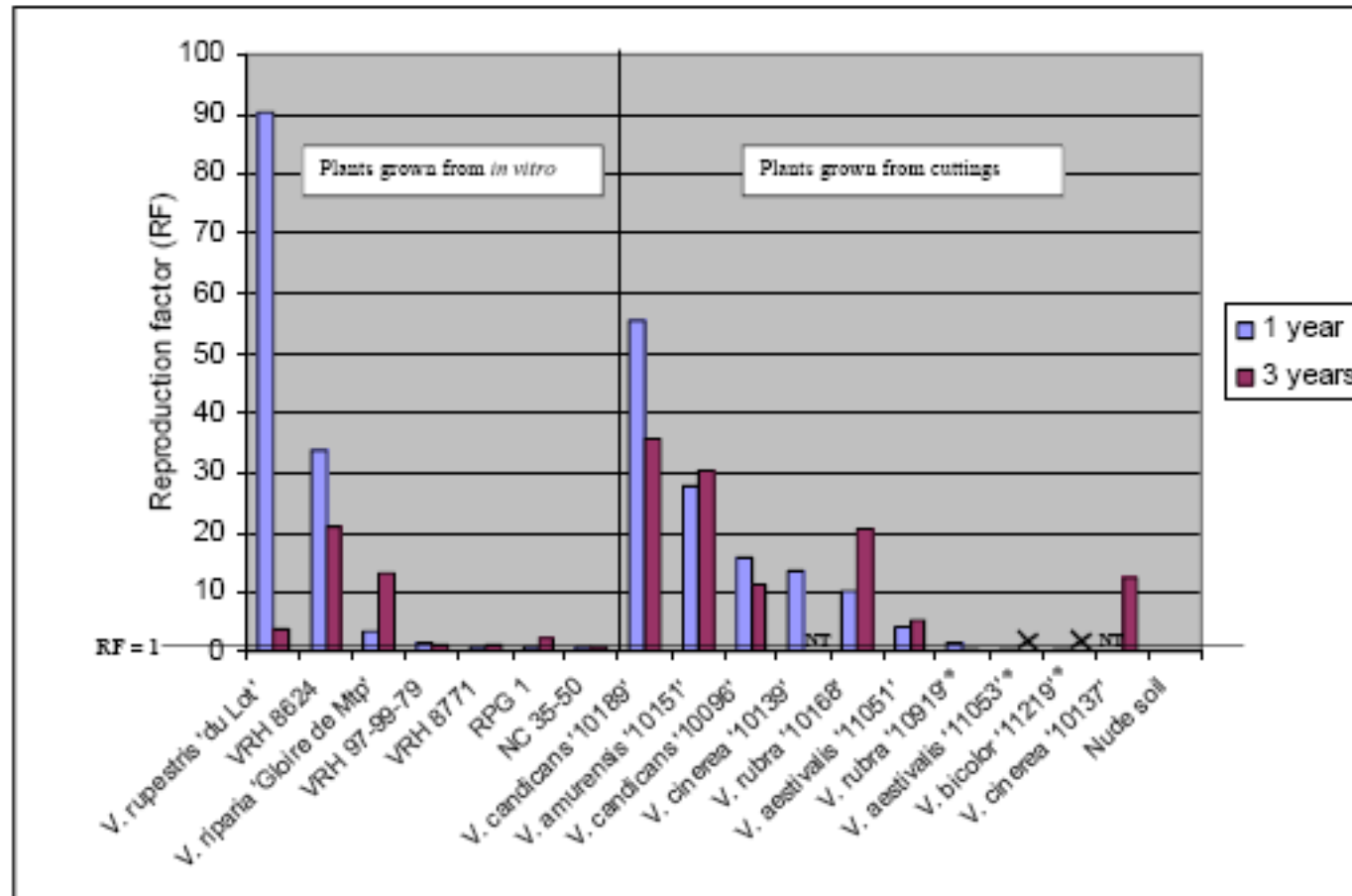
III- Combinaison des deux approches



Xiphinema index - court noué: Où en est-on ?

- Point 1 : résistance à *X. index* : évaluation des ressources génétiques et de nouveaux géniteurs

Fig. 1



Poursuite des évaluations en cours

Esmenjaud et al., soumis AJEV



Xiphinema index - court noué: Où en est-on ?

- **Point 1 :**

- Analyse génétique de la résistance conférée par *Muscadinia* (démarrage).

Descendance R1 Descendance R1 : (F1 Vinifera x Muscadine) > recherche de ségrégation et identification des premiers marqueurs (BSA)

- Outils en place pour l'évaluation des ressources génétiques vie à vie des

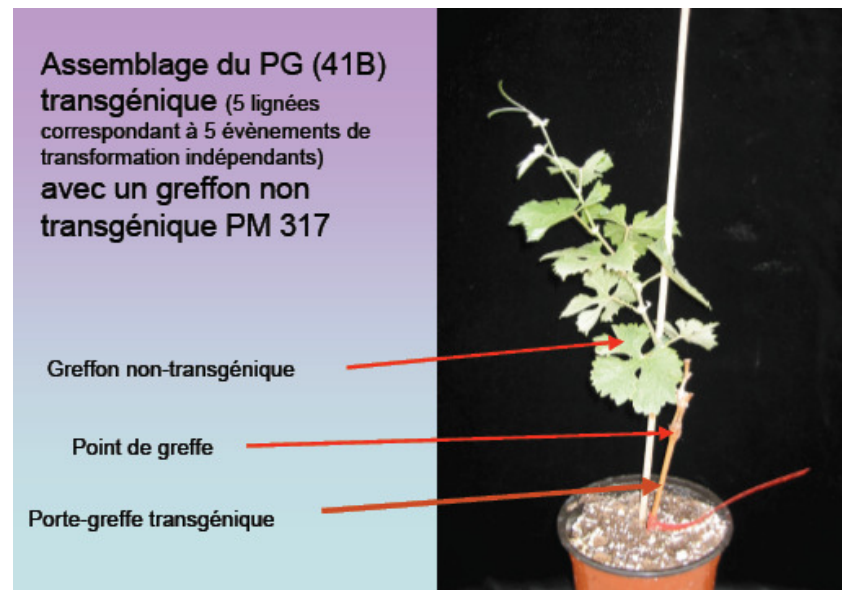


Xiphinema index - court noué: Où en est-on ?

- **Point 2 :**

- Evaluation de l'ancienne génération de plants transgéniques en serre et au vignoble

2 ou 3 évènements de transformation se sont révélés intéressants. Parcelle OGM > évaluation en cours (durabilité de la résistance et impacts environnementaux)



- Développement de transgènes de « nouvelle » génération, par optimisation de l'induction du mécanisme de « gene silencing » et sa systémie, conférant une résistance durable vis-à-vis des népovirus GFLV et ArMV (cf Olivier Lemaire)

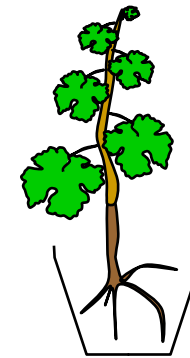


Analyse du déterminisme génétique de l'adaptation aux facteurs abiotiques

Objectif > Identification de marqueurs moléculaires de sélection

- Approche > Identification de QTLs et recherches de gènes co-localisant avec les QTLs

Prendre en compte les interactions porte-greffe/greffon et les interactions génotype x environnement en étudiant des réponses aux variations de l'environnement (paramètres de modèle)



Un greffon unique

La population en
tant que porte-
greffe

Où en est-on?

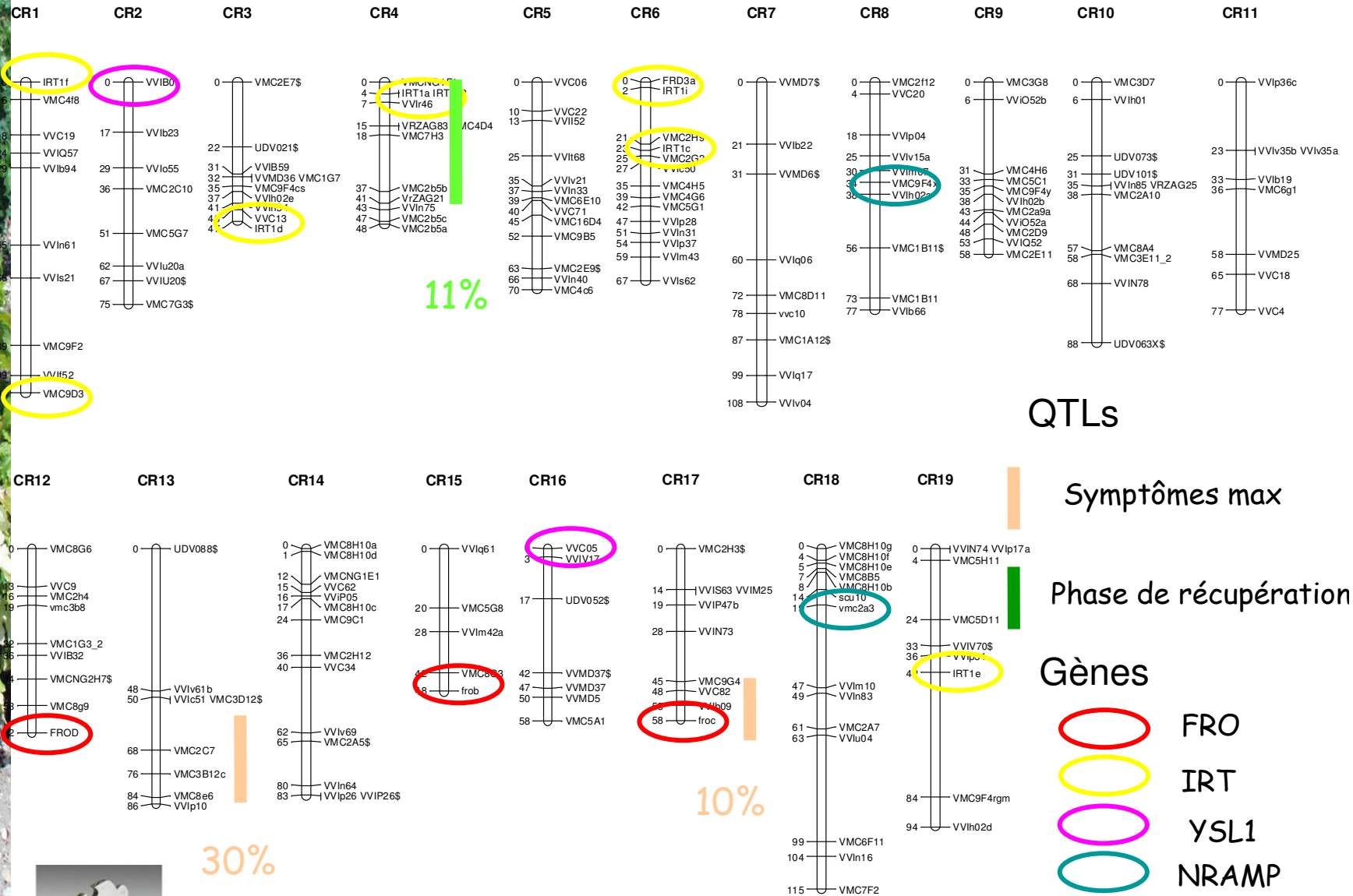
- Etude d'une population interspécifique modèle *Vinifera* x *Riparia*, en tant que porte-greffe (ségrégation pour de nombreux caractères)

Etablissement d'une carte génétique (Marguerit *et al.*, 2009)

Phénotypage en situation de contraintes – mise au point de plateformes

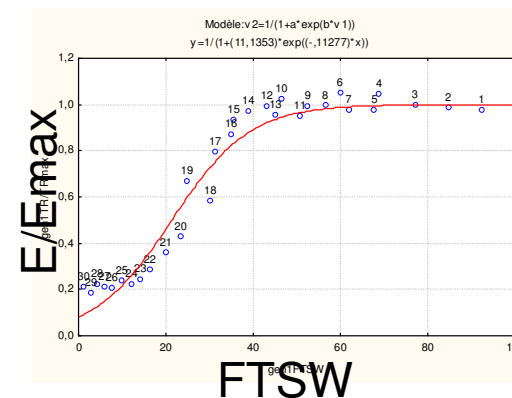


Carte génétique et identification de QTLs pour la tolérance à la chlorose



Analyse du déterminisme génétique de la tolérance à la sécheresse

- Caractérisation des plants en analysant la transpiration et la croissance des rameaux au cours d'un cycle de dessèchement du sol. Détermination de l'efficience de l'eau. Mise en place d'une plateforme de pesée pour contrôler le statut hydrique et mesurer la transpiration d'un grand nombre de plants



$$y = 1/(1 + a * \exp(b * x))$$

Ex : détection de QTLs pour les paramètres de l'équation

CR4

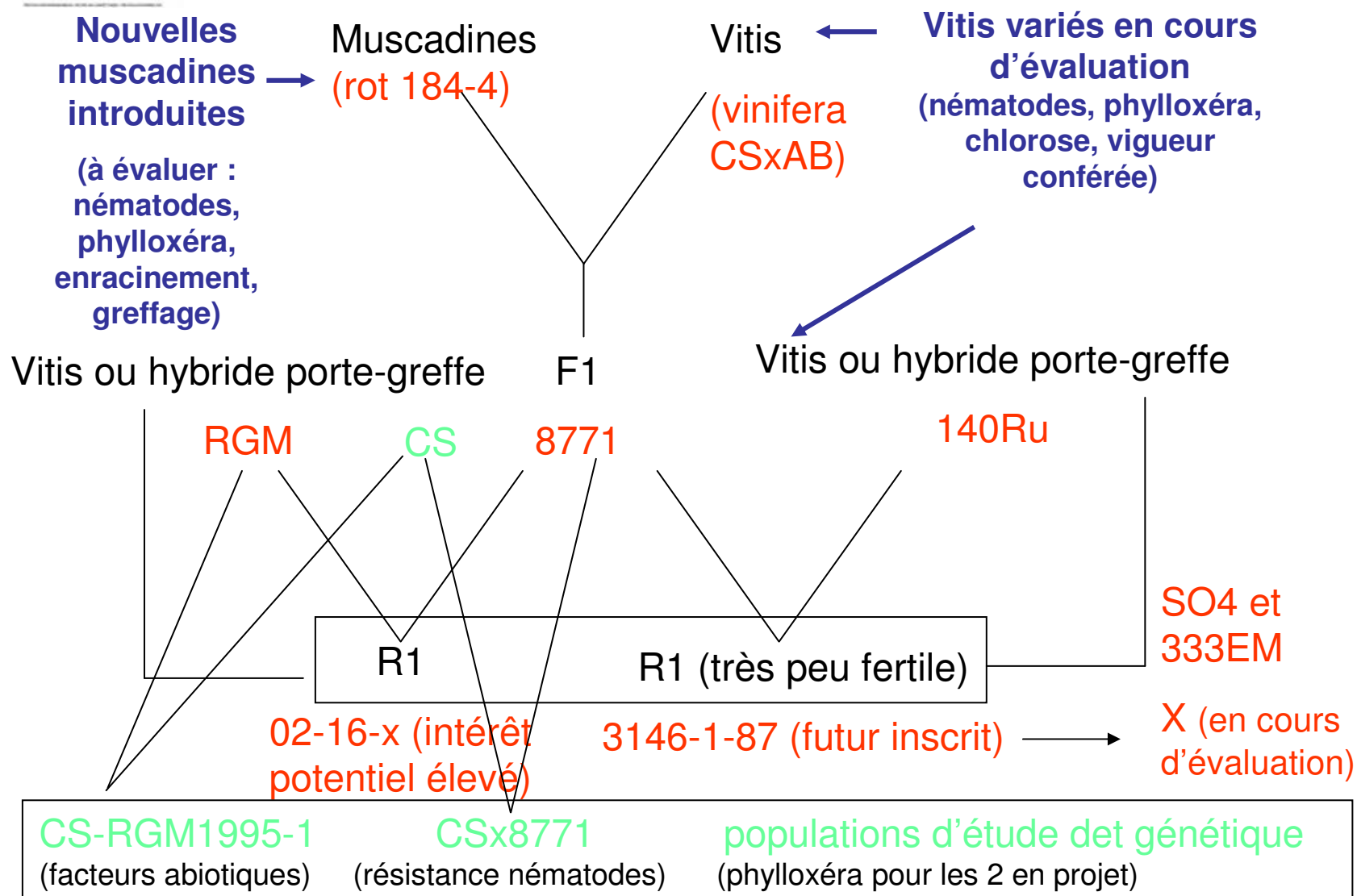
0.70 VMCNG1F1
 4.00 IRTPA1h2
 6.70 VVr46
 14.5 VMC4D4
 16.2 VMC7H3
 33.6 VMC2b5a
 34.8 VMC2b5c
 38.1 VRZAG21
 38.1 VVr45
 43.4 VMC2b5b
 61.9 VRZAG83

Seuil E/E_max=0.8

- Approche génomique va être mise en place dans le cadre d'une collaboration le Pr Grant Cramer, Department of Biochemistry and Molecular Biology University of Nevada, Reno. Un projet a été déposé à l'ANR à cette fin (VIT-SEC).



Schéma récapitulatif de travail pour le programme porte-greffe en France



USA



Breeding Grape Rootstocks for Resistance to Phylloxera, Nematodes and Fanleaf

Pr A. Walker

- Génétique de la résistance au Phylloxera
- Identification des gènes de résistance aux nématodes et de tolérance au court-noué
- Recherches taxonomiques sur les Vitaceae et les Vitis



Génétique de la Résistance au Phylloxéra

- Cartographie de la résistance et de la sensibilité dans une population *V. vinifera* 'Aramon' x *V. rupestris* 'Ganzin' (100 individus avec 200 marqueurs SSR).
- Développement de marqueurs génétiques. La formation des nodosités et des tubérosités est contrôlée de manière indépendante (plusieurs gènes).

Roush et al., 2007



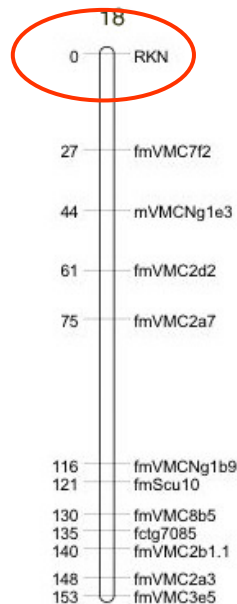


Génétique de la Résistance aux Nématodes et au Court Noué

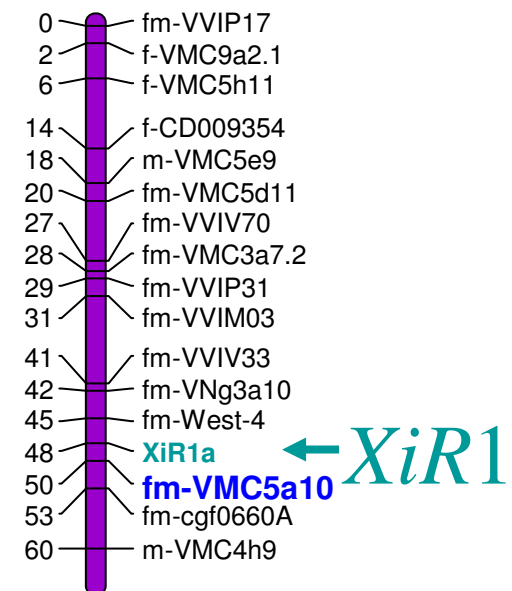
- Cartographie de la résistance à *M. incognita* chez *V. champinii* 'Ramsey' x *V. riparia* 'Gloire' population. Ségrégation envisagée pour chlorose et salinité
- Evaluation de descendance entre de nombreuses espèces de *Vitis* vis à vis de plusieurs souches de *M. Incognita* et de *X. index*.
- Travail à partir des populations "89" de Olmo – Identification des vrais parents – Identification de sources de résistance à *X. index* – Déterminisme génétique

19

V. Champinii x *V riparia*



Population « 89 » de Olmo,
supposée être Rupestris x
Muscadinia > Rupestris x
Arizona (autre source de
résistance à *X. index*)



Xu et al., 2007, and Riaz et al., 2008



Allemagne



Utiliser la résistance élevée de *Vitis cinerea* (cv Arnold) au phylloxéra (réaction de type hypersensible) pour améliorer le niveau de résistance des porte-greffe et recréer une gamme avec des propriétés variables. Approche classique d'hybridation, tests de sélection en serre et au vignoble. Utiliser le Börner (*V. riparia* x *V. cinerea*) comme parent de nombreuses descendance. Travail d'analyses des ressources génétiques



Australie

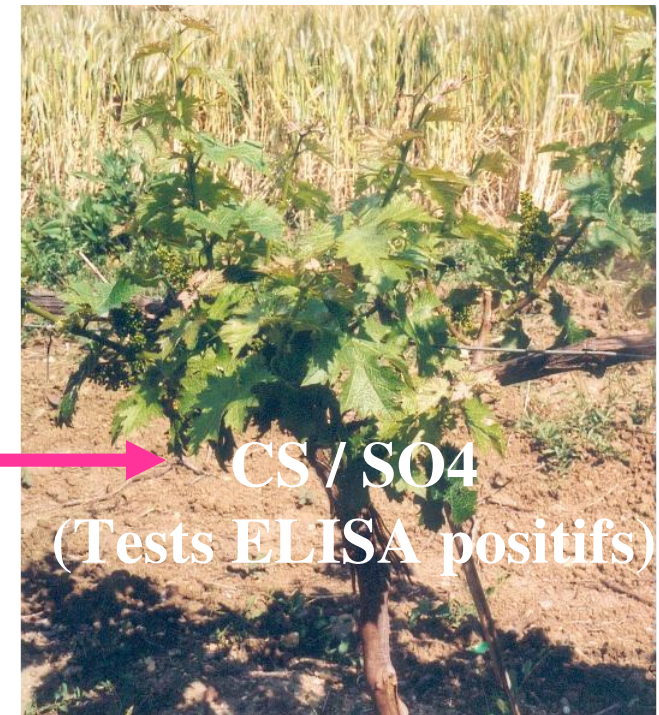
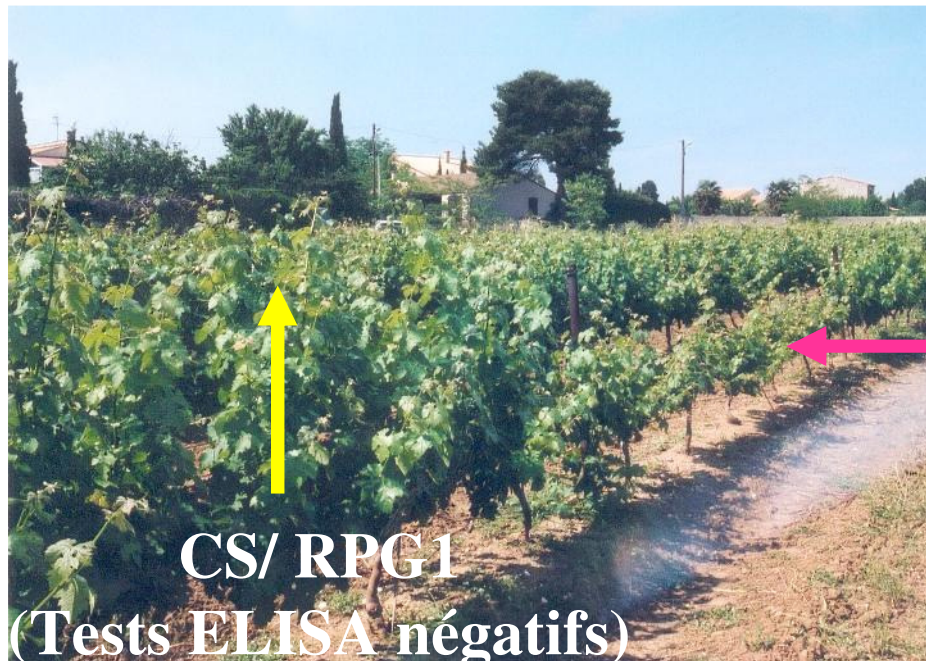


Objectifs : tolérance aux nématodes (à galles) et au phylloxéra, adaptation à la salinité et à la sécheresse, contrôle de la vigueur

Pour l'instant, beaucoup de croisements réalisés, en cours d'évaluation au champ.....mais changements dans la direction du programme (M. Thomas ?) > changement d'approche !!!

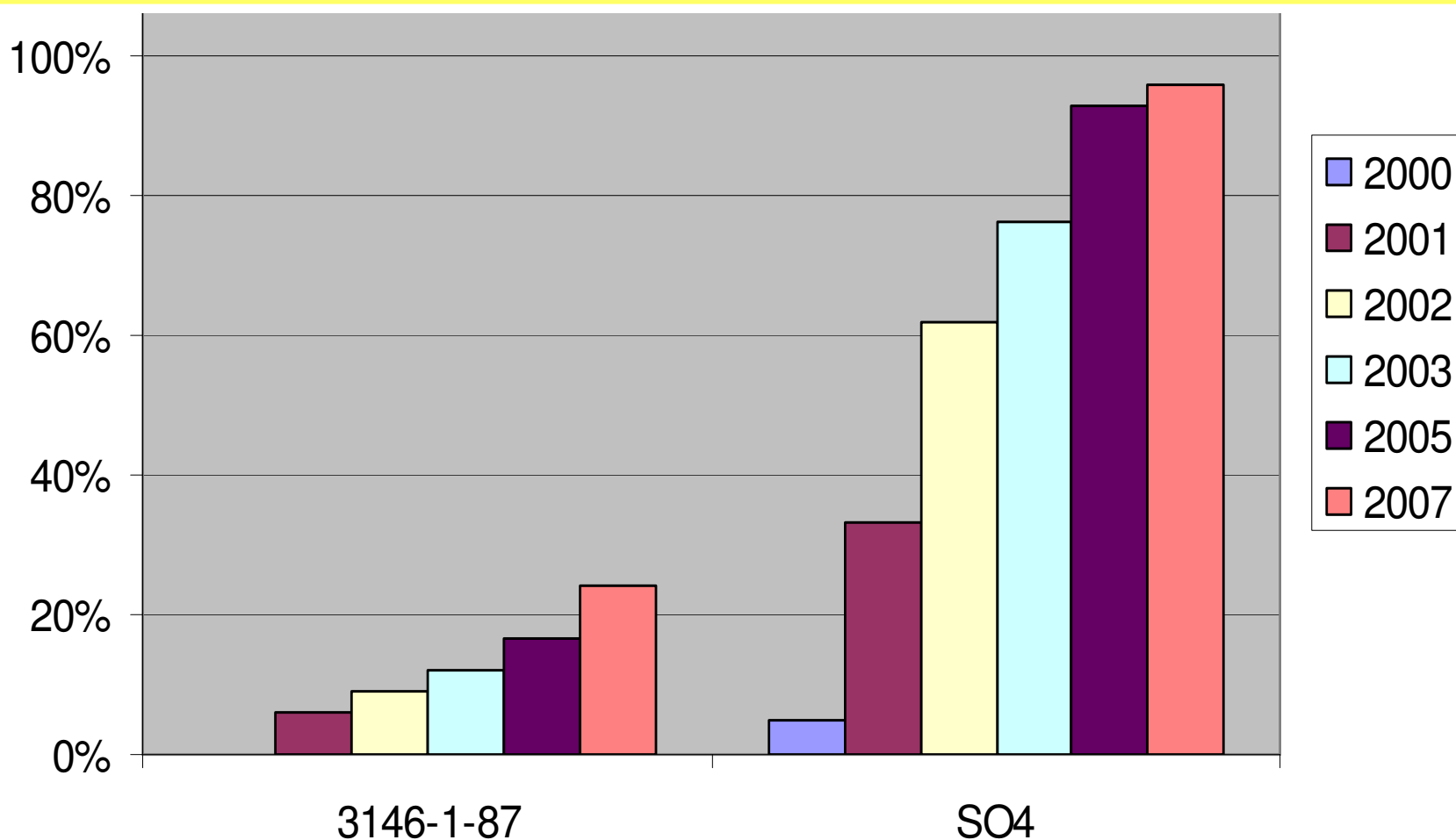
Les nouveautés : VMH 3146-1-87

- Retarde la réinfection par le court-noué en parcelle très contaminée (dégâts moins graves quand contaminé > origine Muscadines idem O39-16 (USA))
- Bonnes caractéristiques agronomiques – Multiplication à maîtriser
- Evaluation à grande échelle en cours sur un réseau de parcelles en France



Inscription en France 2011

L'amélioration génétique des porte-greffe dans le Monde:
état actuel des recherches



**Evolution de la recontamination après plantation (1999)
en sol fortement infectieux**

(% de plants positifs en ELISA sur assemblages GBH avec Cabernet-Sauvignon)



USA, inscription de 5 nouveaux porte-greffe

UCD GRN-1TM (8909-95)

- (*rupestris* x *rotundifolia* 'Coward')
- Excellente résistance combinée aux nématodes
- Résiste à ring nematode
- 71% de réussite au greffage (table)
- Série des rot...

UCD GRN-2TM (9363-16)

- (rufo x (rip x DR)) x rip
- Pas de galles en test combiné
- Résistance élevée aux nématodes à galles et X. index
- Bonne production de bois et morphologie
- Enracinement et aptitude au greffage

UCD GRN-5TM (9407-14)

- (rip x Ram) x champ c9021
- Pas de galles en test combiné
- Vignes mères faibles
- Bonne aptitude enracinement et greffage
- Sang *V. berlandieri*
- Quelques nodosités Phylloxéra (comme 101-14Mgt)

UCD GRN-3TM et UCD GRN-4TM (9565-43 et 9565-85)

- (rufo x (rip x DR)) x champ c9038
- Excellente résistance aux nématodes en test combiné
- Résiste à d'autres types de nématodes
- Vigne mère buissonnante avec beaucoup de vrilles
- Sang *V. monticola* (? Sécheresse et chlorose ?)



Equipes impliquées en France

UMR EGFV-Bordeaux-INRA

« Equipe Porte-greffe »

Nathalie OLLAT

Stéphane DECROOCQ

Jean Pascal TANDONNET

Louis BORDENAVE

Martine DONNART

Bernard DOUENS

Jean Paul ROBERT

Jean Pierre PETIT

Cyril HEVIN

Nématologie Antibes-INRA

Daniel ESMENJAUD

Cyril VAN GHELDER

Roger VOISIN (départ retraite)

Nathalie BOSSELUT

Montpellier-INRA

Alain BOUQUET

Virologie – Vection Colmar - INRA

Olivier LEMAIRE

Gérard DEMANGEAT

Emmanuelle VIGNE

Véronique KOMAR

Laure VALAT

Pascale SCHELLENBERGER (thèse)

Didier LINK (post-doc)

Aurélie MARMONIER (CDD ANR)

Valérie GOLDSCHMIDT (post-doc)