



**1. La génétique pour comprendre
l'origine et la propagation de la
Flavescence dorée**

**2. Les différences de sensibilité des
variétés de vigne**

Sylvie Malembic-Maher, INRAE Bordeaux

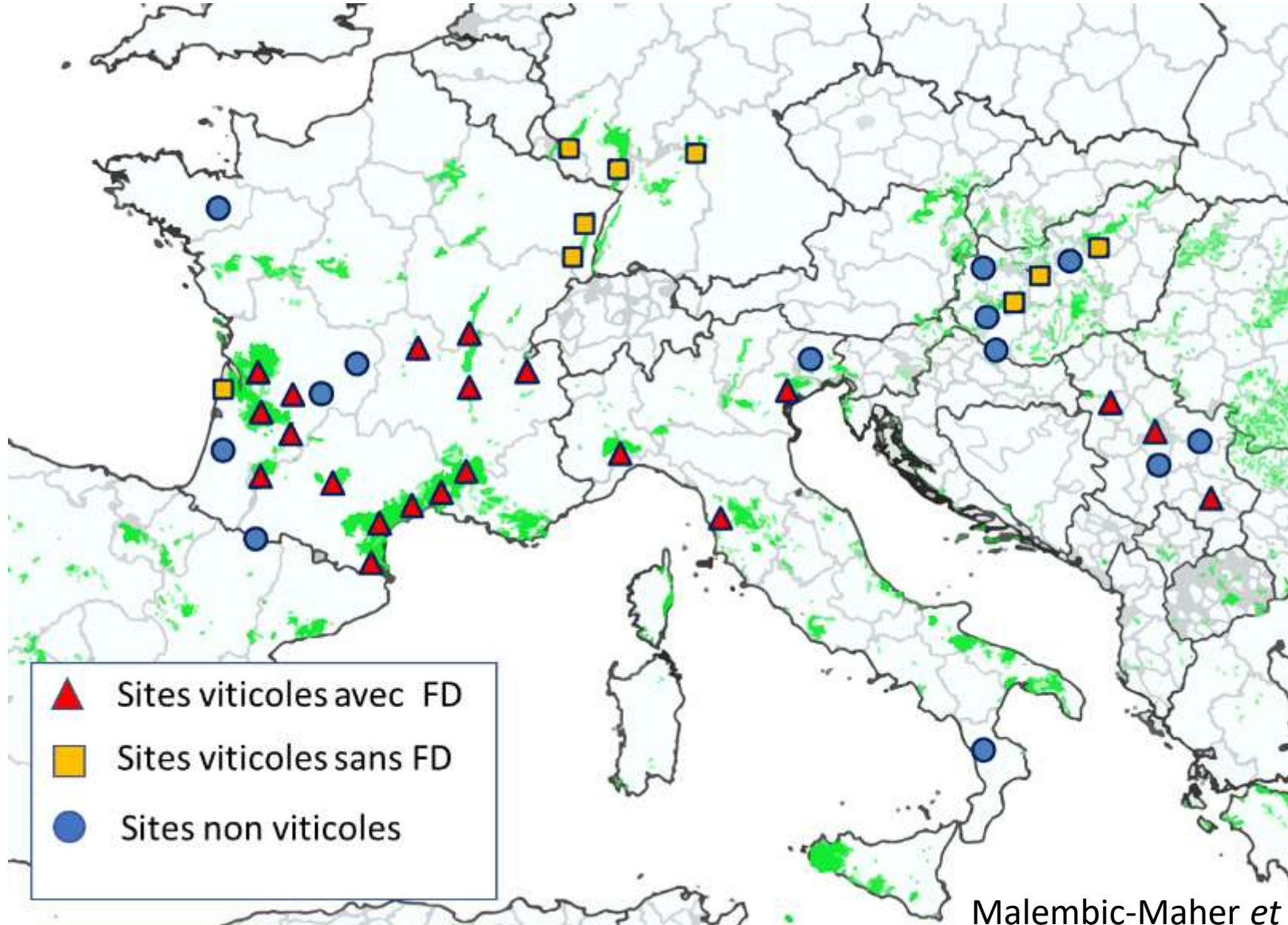
INRAE

**PLAN NATIONAL
DÉPÉRISSEMENT DU VIGNOBLE**



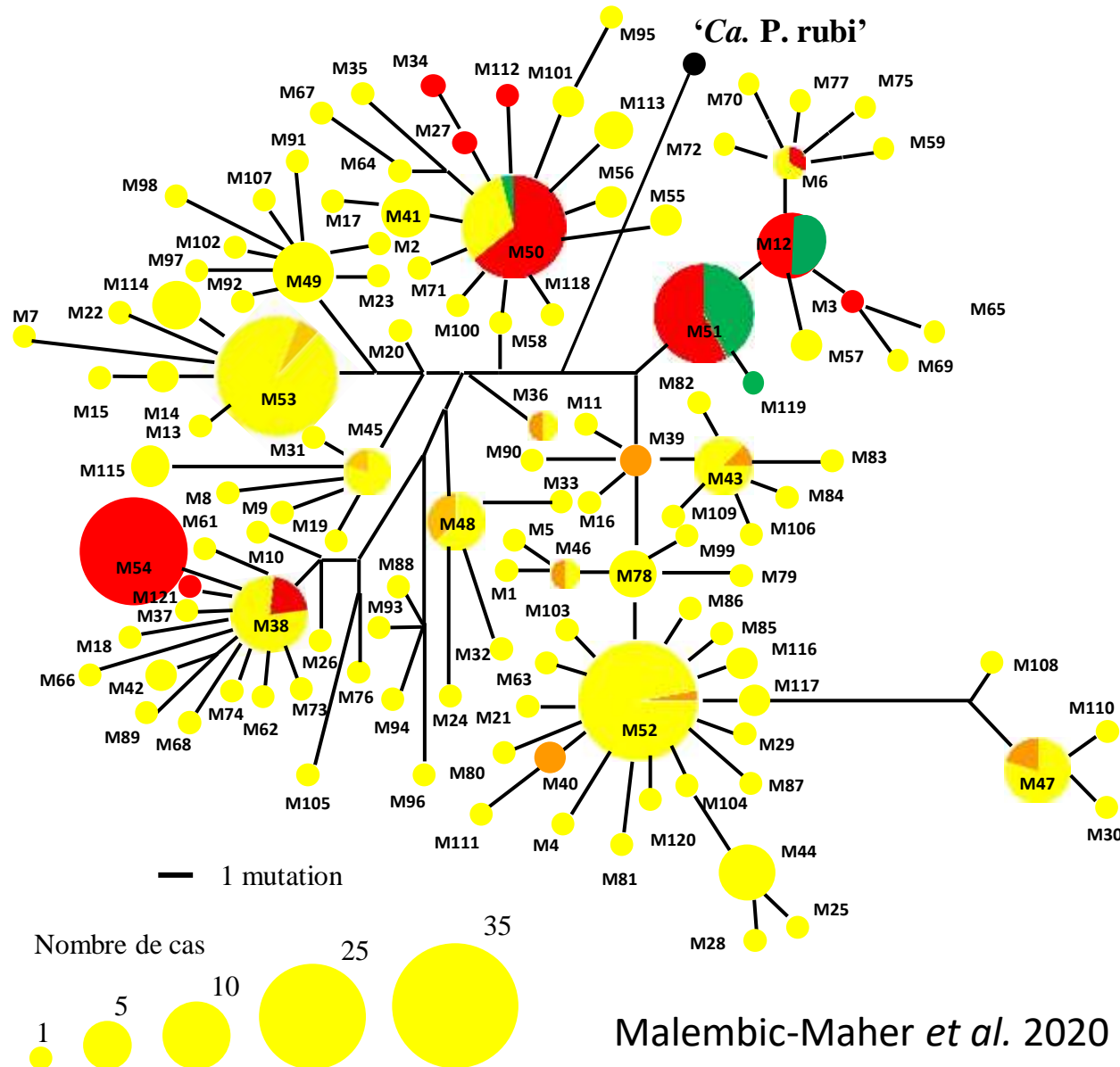
1. LA GENETIQUE POUR COMPRENDRE L'ORIGINE ET LA PROPAGATION DE LA FLAVESCENCE DOREE

- Echantillonnage dans 5 pays: vignobles et environnements



> 1000 échantillons infectés
Vignes sur foyers FD
Aulnes
Clématites
Cicadelles

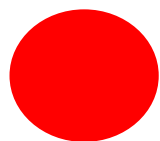
Caractérisation des variants génétiques de phytoplasmes = génotypage



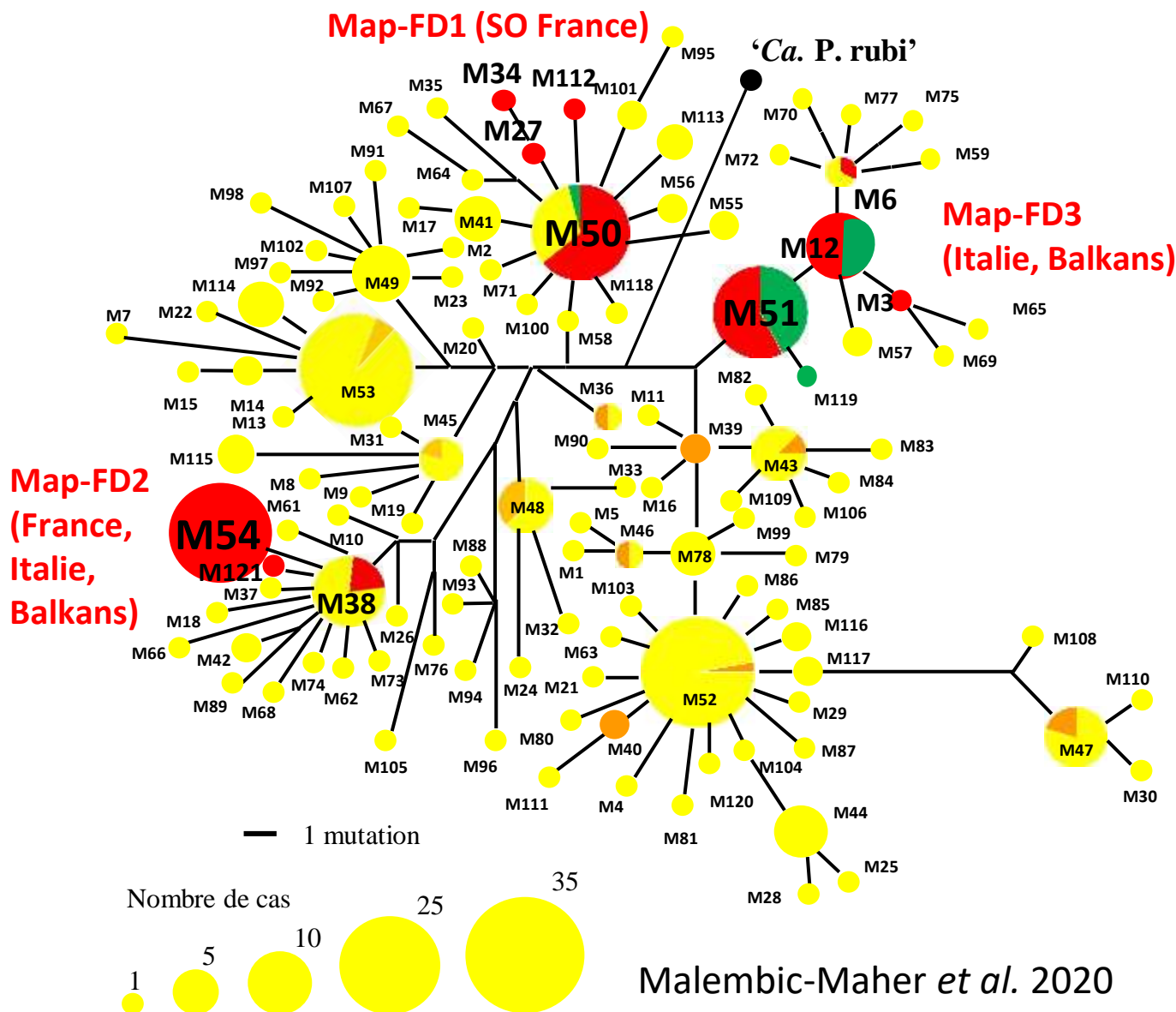
Séquençage du gene *map*

132 variants génétiques identifiés

M1 à M132



Diversité dans la vigne



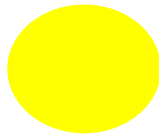
Cas isolés ou foyers FD

Faible diversité: 11 variants

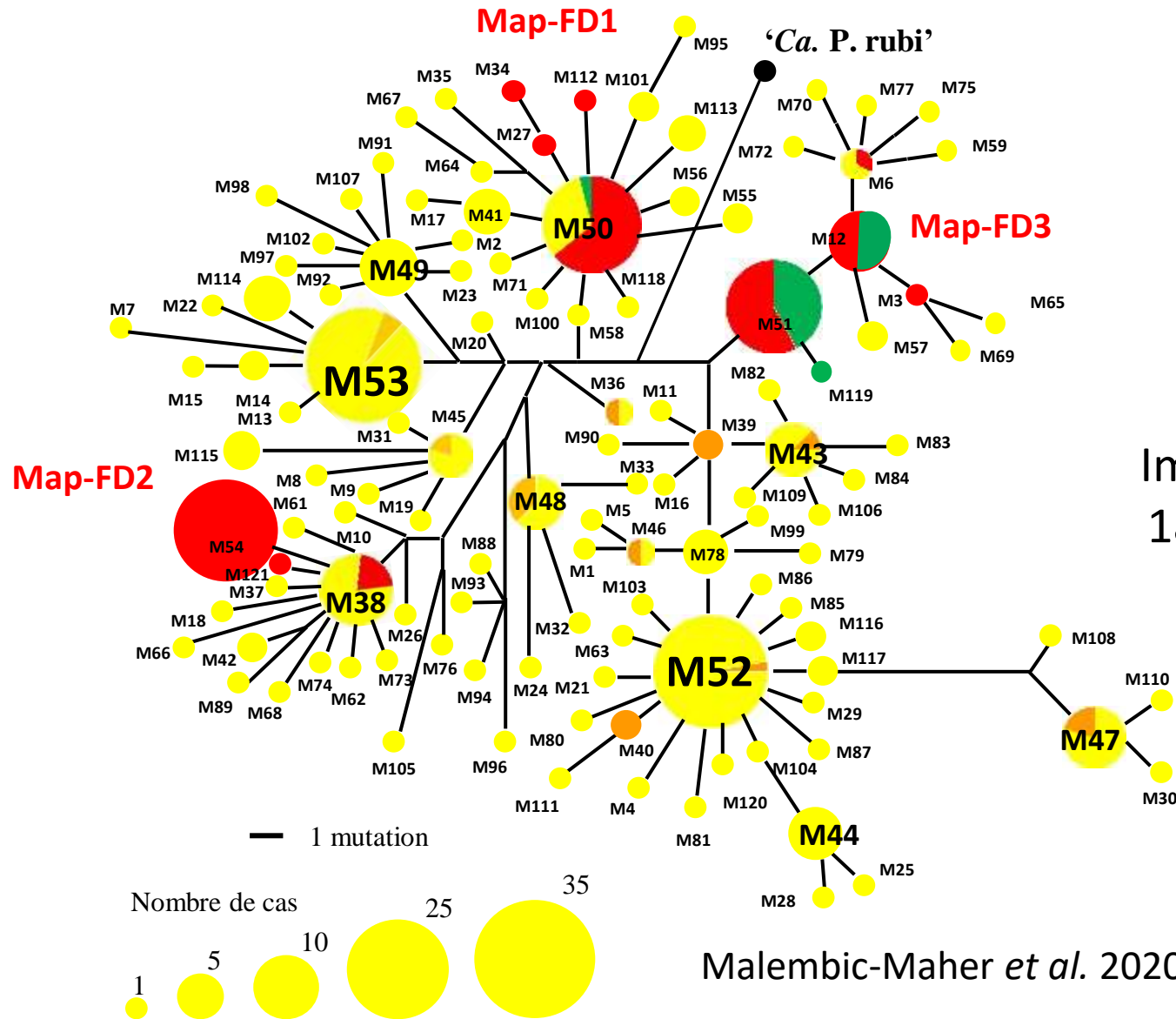
3 groupes génétiques: map-FD1, FD2, FD3

M50: minoritaire dans le SO de la France

M54: majoritaire en Europe et en France, détecté sur vigne uniquement



Diversité dans les aulnes



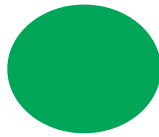
Malembic-Maher *et al.* 2020

80 % des aulnes infectés en Europe

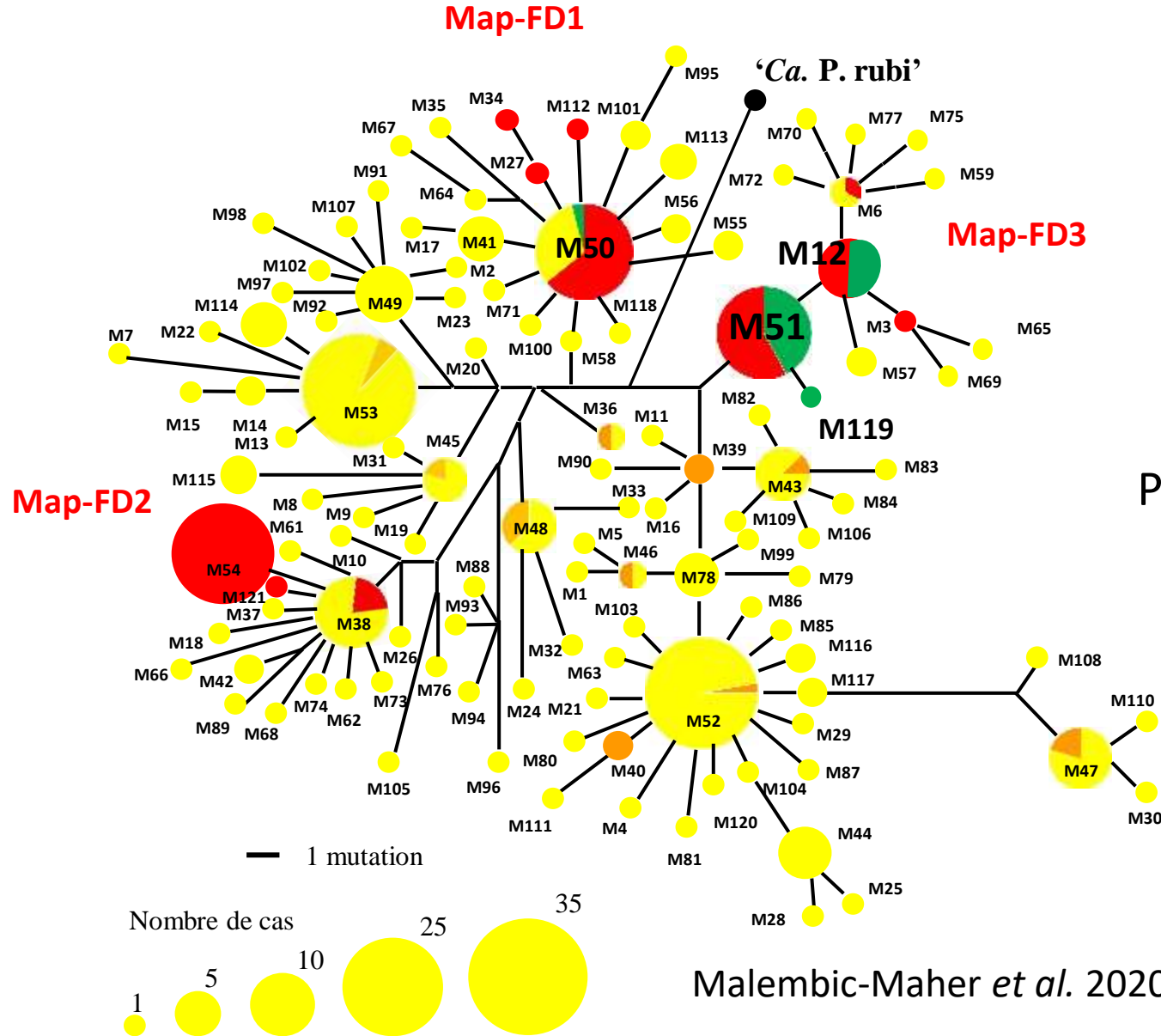
Asymptomatiques

Importante diversité, populations : 112 variants
18 % identiques ou très proches de variants FD
même hors zones viticoles (ex. M38, M50)

➔ **Réservoir originel en Europe**



Diversité dans les clématites



Environ 30 % infectées
Balkans, Italie et Bourgogne
Peu de diversité, variants FD même hors zones viticoles

→ Réservoir secondaire en Europe

Recherche des insectes vecteurs: collectes et essais de transmission



Collecte des cicadelles sur les aulnes



> 1000 cicadelles
Macropsinae Deltocephalinae



Transmission à la fève



Fèves infectées (5-7 semaines)



Larves de *S. titanus*



Acquisition (1 semaine),
latence sur *V. vinifera* (4 semaines)



Transmission à la fève

Allygus sp.



Orientus ishidae

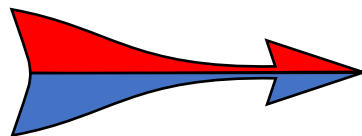


Transmettent des variants du phytoplasme **compatibles** avec *S. titanus*



aulne

Transfert à la vigne peu fréquent



vigne

Cas FD, foyer possible



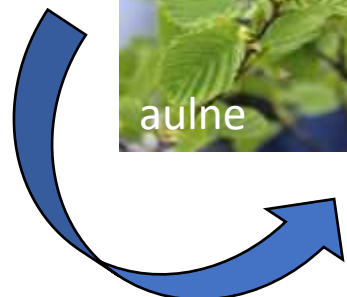
Scaphoideus titanus



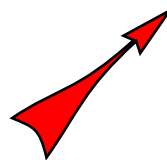
Oncopsis alni



Transmet des variants du phytoplasme **non compatibles** avec *S. titanus*



Transfert à la vigne peu fréquent



clématite

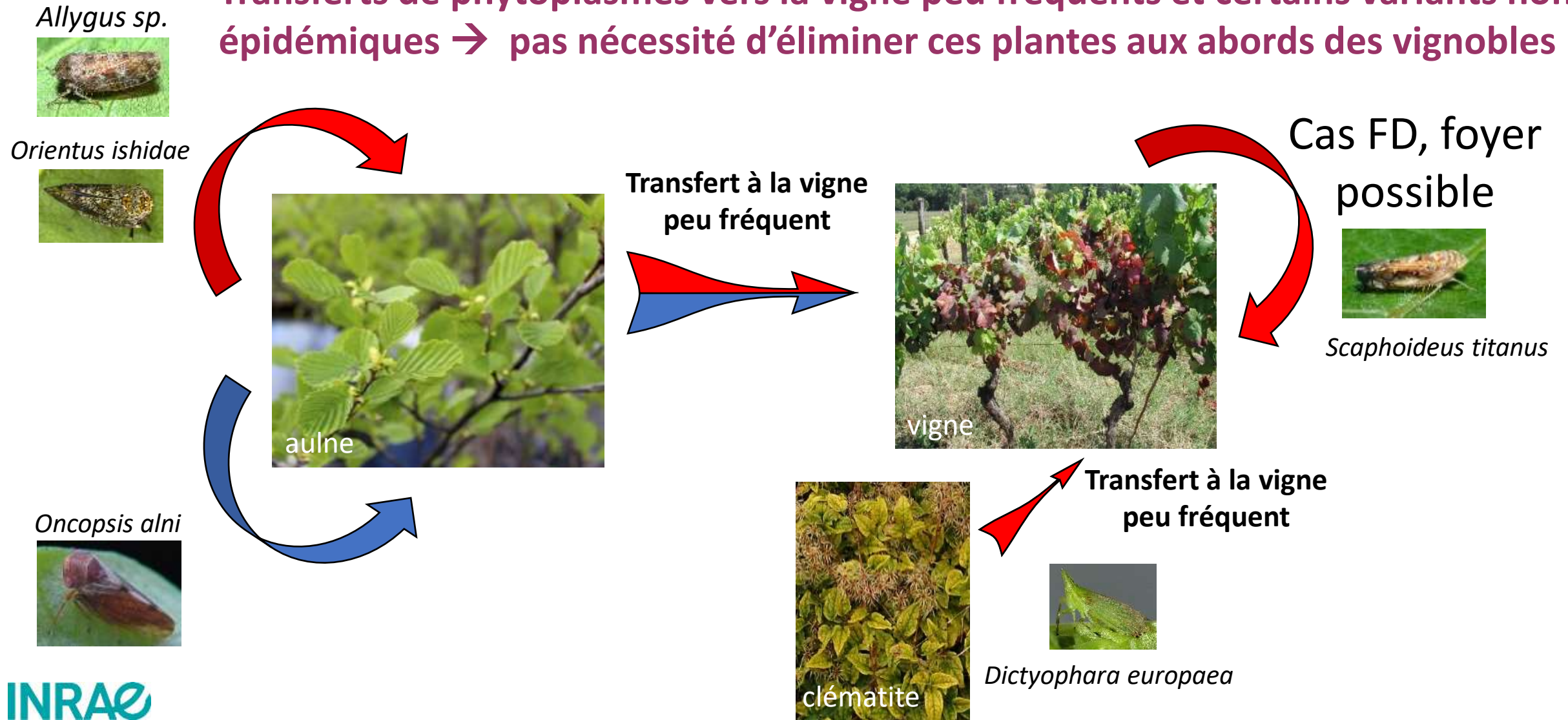


Transmet des variants du phytoplasme **compatibles** avec *S. titanus*

Dictyophara europaea

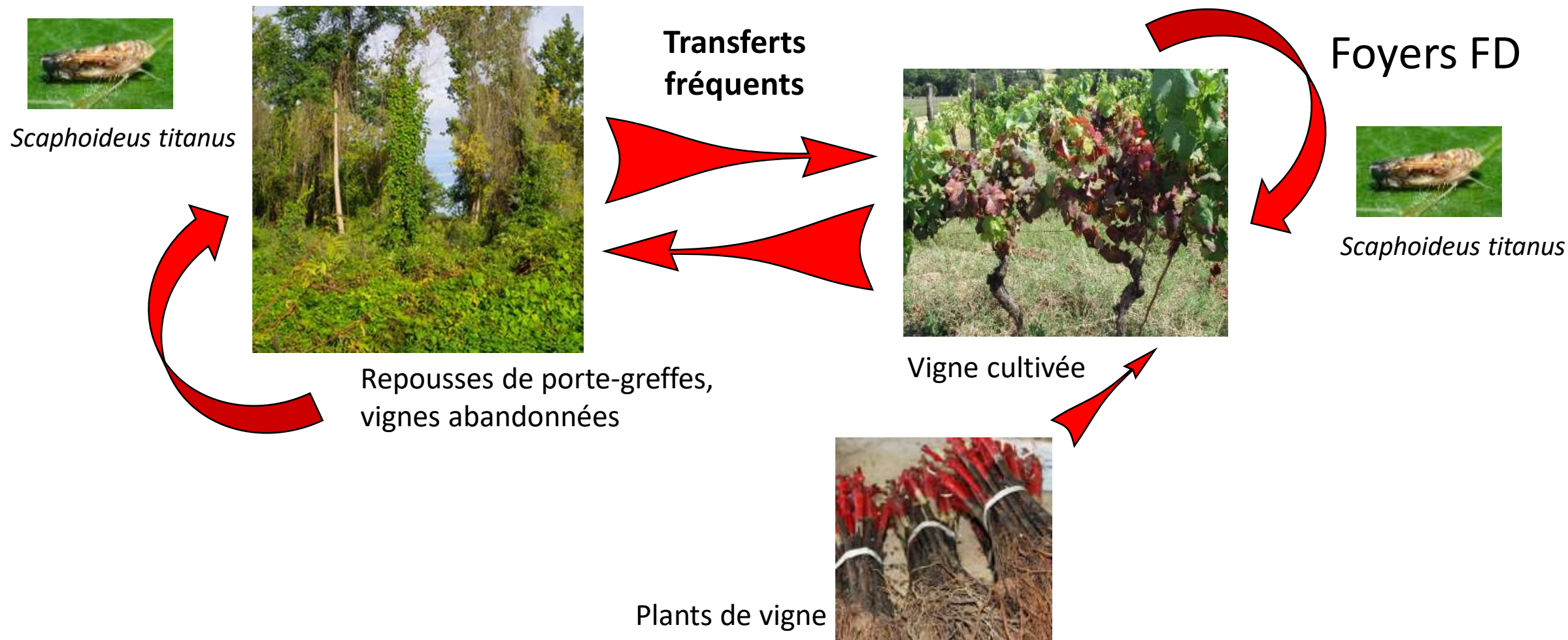
Emergence depuis les aulnes et clématites sauvages: risque FD faible

Transferts de phytoplasmes vers la vigne peu fréquents et certains variants non épidémiques → pas nécessité d'éliminer ces plantes aux abords des vignobles





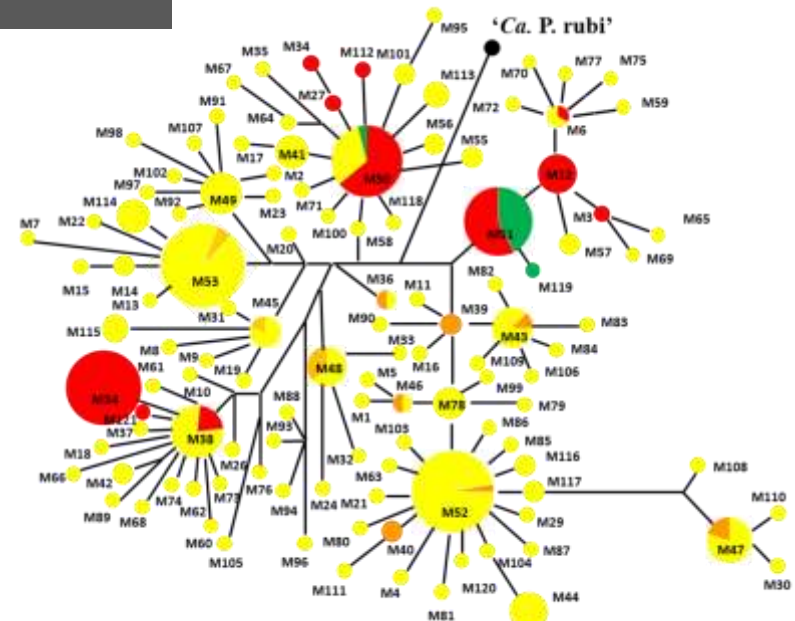
Introduction par des plants contaminés, par des cicadelles *S. titanus* infectées ou transfert depuis des vignes non cultivées.



Appui aux décisions de gestion

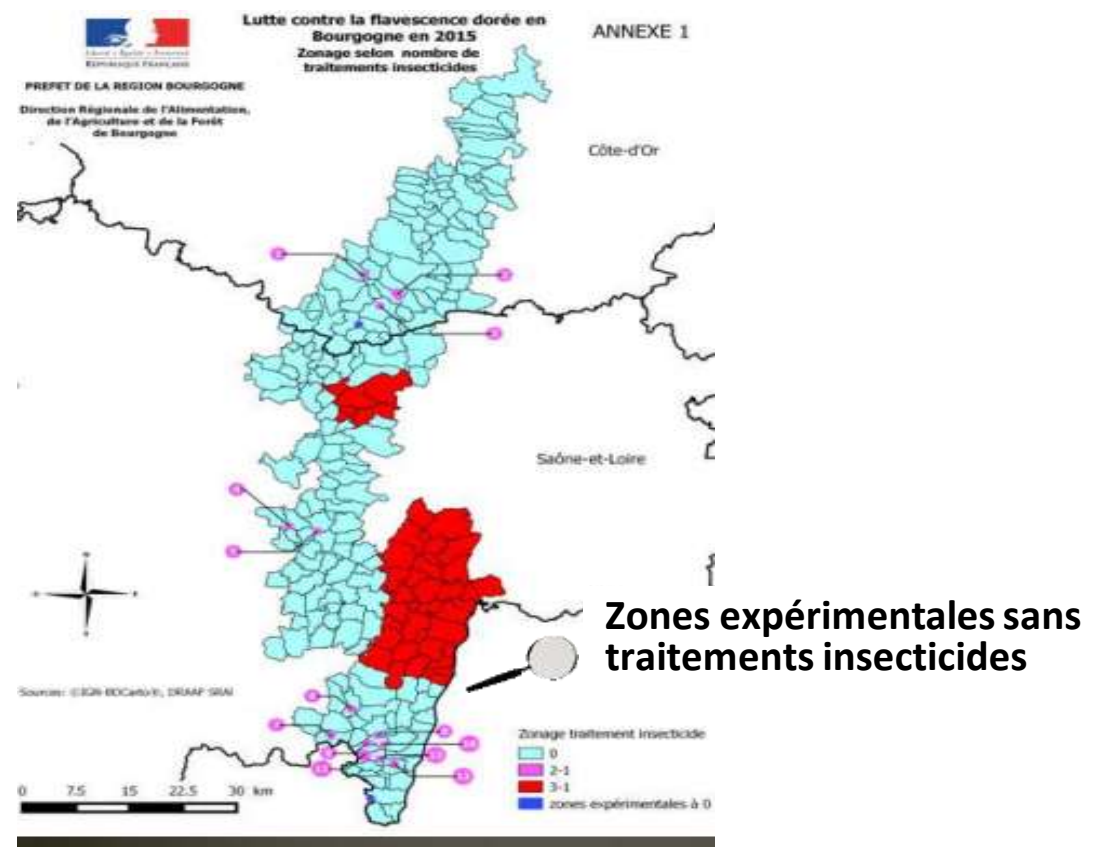


- Tests de génotypages transmis aux laboratoires d'analyses agréés : informations sur l'origine et le potentiel épidémique des variants.



Génotypage par séquençage du gène *map*

- Bourgogne, Alsace et Champagne:
→ Génotypage utilisé dans les analyses de risque pour moduler les mesures de lutte.



Exemple en Bourgogne: cas isolés M12 issus des clématites

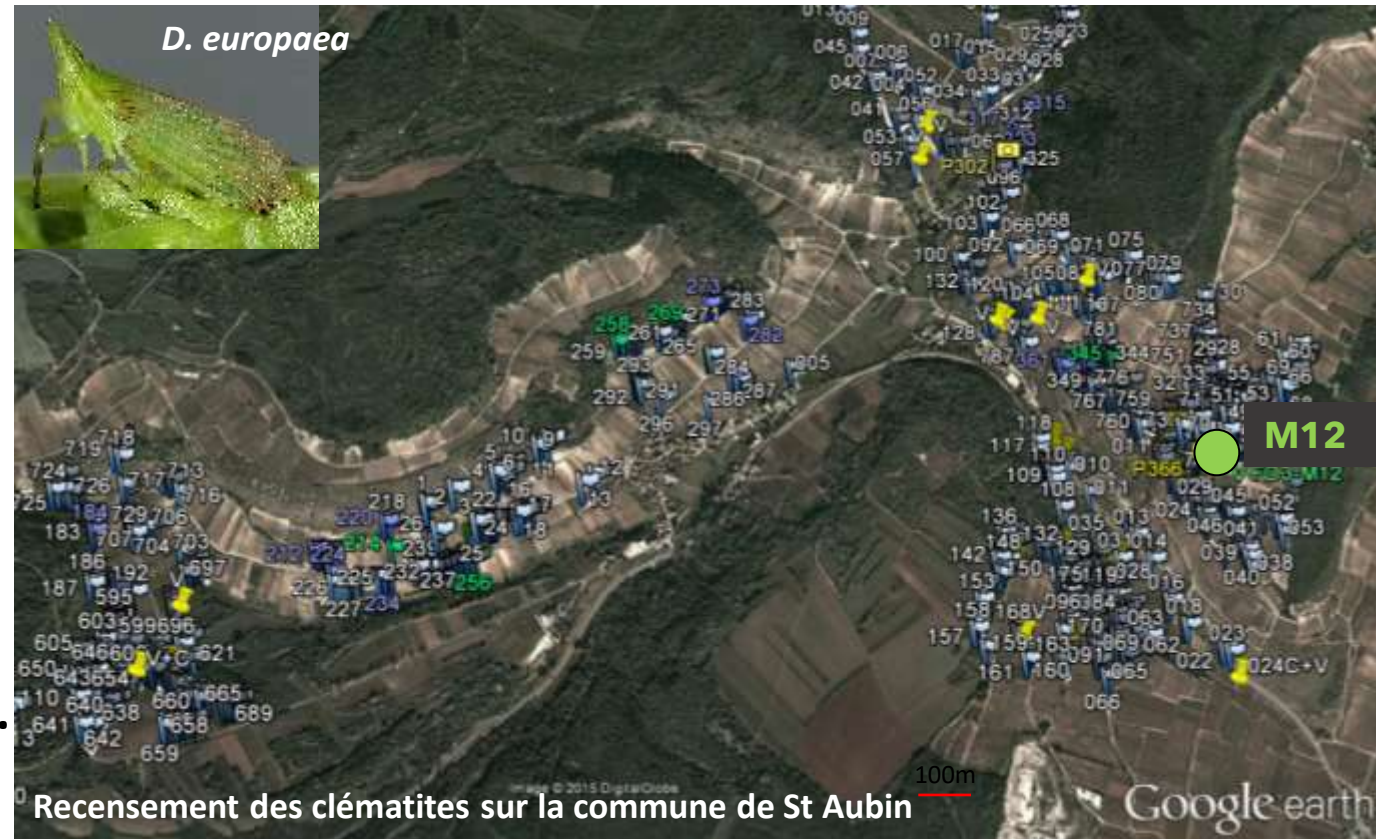
Commune de St Aubin (21).

Pied FD isolé 2013: variant **M12**.

Cartographie des clématites: abondantes, infectées à 30 % par le génotype **M12**.

Collectes et piégeages de *Dictyophara europaea* infecté **M12**: vecteur probable.

**Situation équivalente à l'échelle de la Bourgogne.
Seulement 10 cas isolés **M12** détectés depuis 2012.**



Le transfert vers la vigne est rare et pas d'évolution en foyers.

→ pas de traitements insecticides.

→ pas d'élimination des clématites.

MAIS PROPAGATION PAR S. TITANUS POSSIBLE → PROSPECTION RENFORCEE

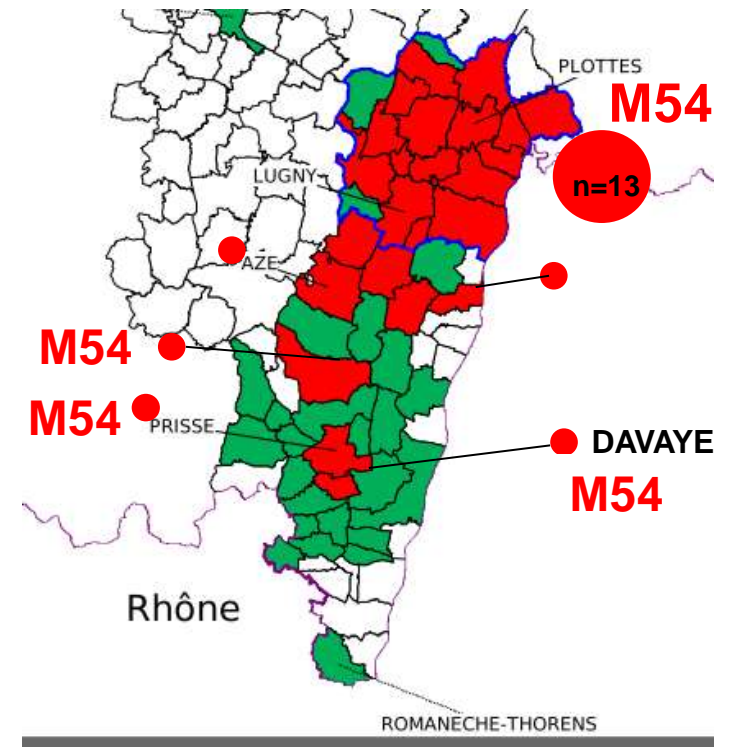
Exemple en Bourgogne: émergence et propagation du variant viticole M54

2004 – 2005: premiers cas FD (Sud 21 et Nord Mâconnais) infectés par le variant **M54** majoritaire des foyers FD européens.
→ introduction très probable par des plants contaminés.

2011: premiers foyers Nord Mâconnais.
→ propagation de **M54** par *S. titanus*.

2012-2013. Premiers cas Sud Mâconnais.

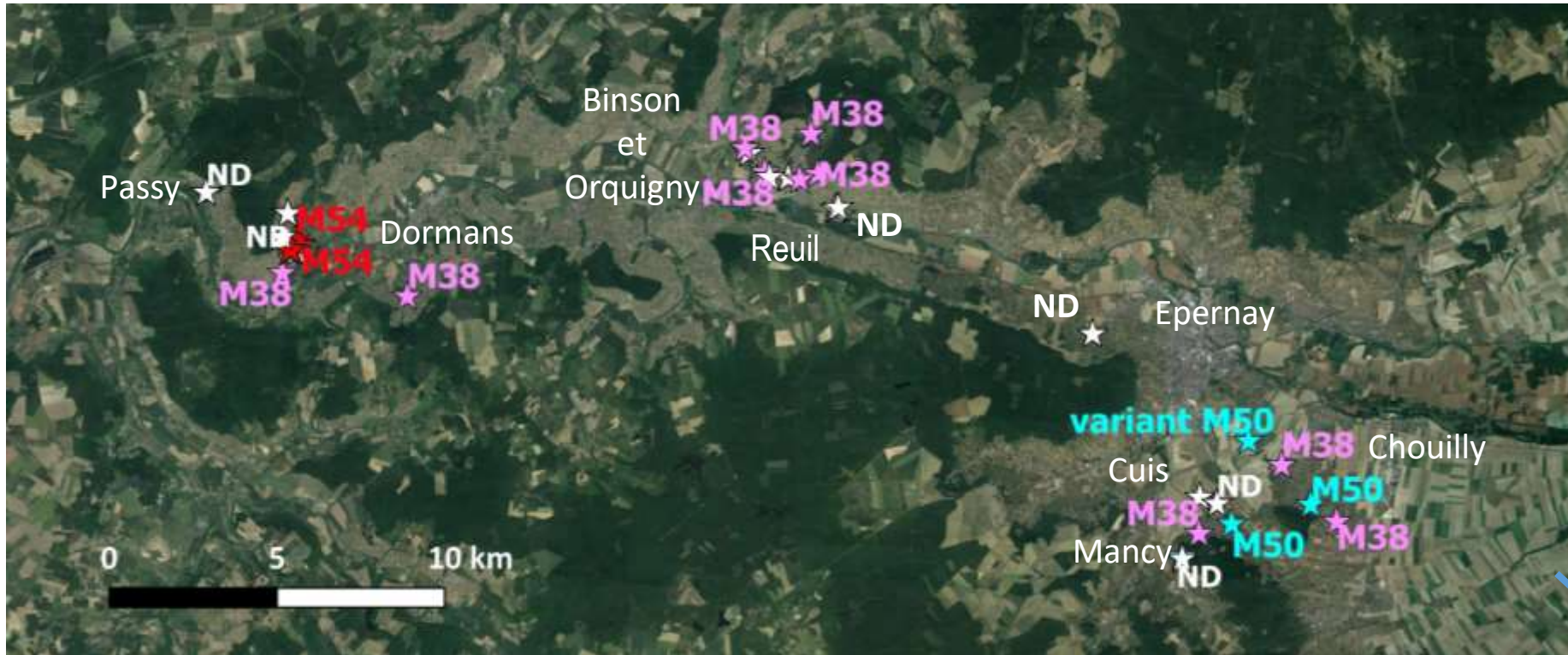
2019. Premiers foyers au Nord de Beaune
→ dispersion longue distance de **M54** (cicadelles infectées portées par les vents, par les machines).



Cas M54 → toutes les mesures de lutte mises en place

Exemple en Champagne

- Génotypage des cas FD détectés entre 2019 et 2021



★ variants M50: cas isolés

★ variants M38 : cas isolés

★ variant M54: foyer en 2021

★ variant M50 Saudoy

★ M50 Arrentières

- 5 sites en Champagne + 1 site en Alsace où des cas isolés M38 ou M50 ont été détectés



M50 Arrentières

variant M50 Saudoy



SRAL GRAND-EST



FREDON
GRAND-EST



- Inventaires botaniques aux alentours des parcelles infectées (arbres, arbustes et lianes), collectes d'échantillons, détection et génotypage des phytoplasmes.



Inventaires botaniques



Prélèvements de plantes

- 1700 plantes inventoriées
- 347 plantes appartenant à 37 genres botaniques échantillonnées et testées

→ Seuls les aulnes européens (*Alnus glutinosa*) ont été détectés infectés par des phytoplasmes de type FD

- Piégeage et collecte de cicadelles dans les parcelles et leurs environnements (talus, haies, lisières ou bords de rivières).



Pièges jaunes englués relevés toutes les 2 semaines



Collectes au filet

- Près de 40000 cicadelles collectées et déterminées, appartenant à 68 genres
- 2600 testées

→ Principales espèces infectées par les phytoplasmes FD:



Scaphoideus titanus, M38



Allygus spp M38, M38



Orientus ishidaae, M38

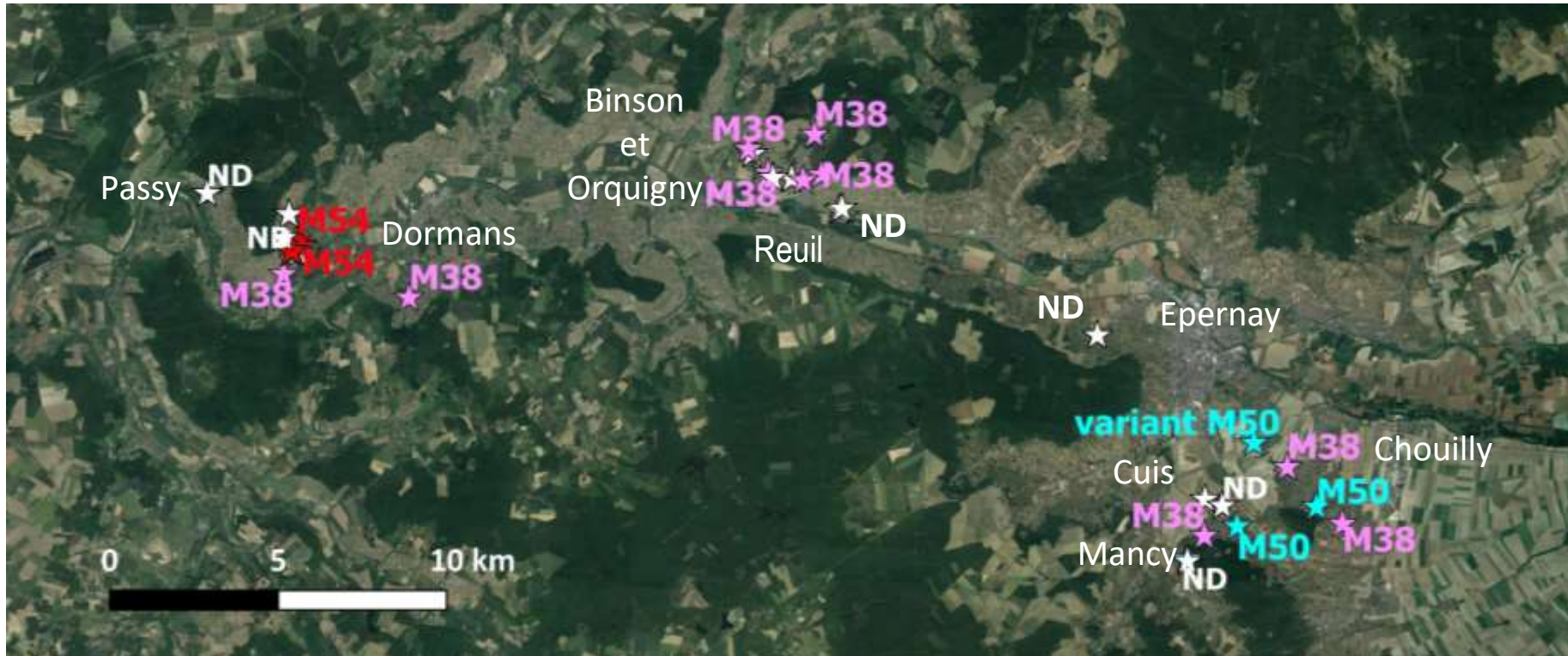


Lamprotettix nitidulus, M38

AJ. Cann

Exemple en Champagne

- Mesures de lutte



★ variants M50: cas isolés

★ variants M38 : cas isolés

★ variant M54: foyer Toutes les mesures de lutte

Pas de traitements insecticides, prospections renforcées

2. LES DIFFERENCES DE SENSIBILITE DES CEPAGES ET VARIETES DE VIGNE A LA FLAVESCENCE DOREE

Observations des prospecteurs

Sensibilité des cépages

Aucun cépage résistant.
On ne connaît pas de cépage qui n'exprime pas de symptômes.

Sensibilité	Cépages (<i>Vitis vinifera</i>)
Peu sensibles	Cot N, Merlot N, Syrah N
Sensibles	Cabernet Franc N, Carignan N, Cinsault N, Colombard B, Gamay N, Mourverdre N, Muscat B, Pinot Noir N
Très sensibles	Alicante bouschet N, Aramont N, Baco blanc B, Carbernet Sauvignon N, Chardonnay B, Grenache blanc B, Grenache N, Sauvignon B, Ugni blanc B

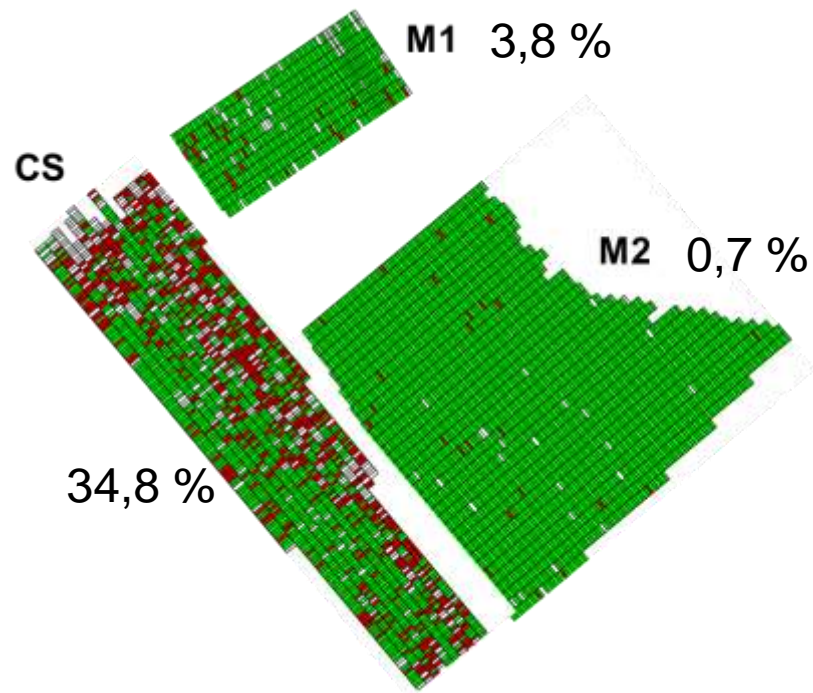
Sensibilité des porte-greffes

Peu d'expression de symptômes (retards végétatifs, défauts de lignification) voire pas d'expression du tout.
Mais porteurs de phytoplasmes.

Expression des symptômes	Variétés de PG (hybrides de <i>Vitis sp.</i>)
Pas de symptômes	5BB, 41B, 161.49C, 5C
Symptômes faibles	101.14MG, 125AA, SO4, 110R, 140Ru
Symptômes (présence des deux indices)	3309C, Fercal, 420 A



Sensibilité Merlot et Cabernet Sauvignon au vignoble (sites avec foyer FD en Bordelais)



→ Moins de plants infectés
pour Merlot que pour CS



Merlot peu sensible



CS sensible

→ Moins de rameaux atteints
sur Merlot que sur CS

→ De 5 à 65 fois moins de phytoplasmes
dans Merlot que dans CS

Sensibilité des porte-greffes au vignoble

Repousses de porte-greffes ensauvagés autour de parcelles avec foyers FD:

- Peu de symptômes caractéristiques
- 35 % positifs FD
- Fortes quantités de phytoplasmes dans les plantes.

→ **Porte-greffes = porteurs « sains » – réservoirs de maladie**

→ **Risque élevé de recontamination de vignobles assainis**

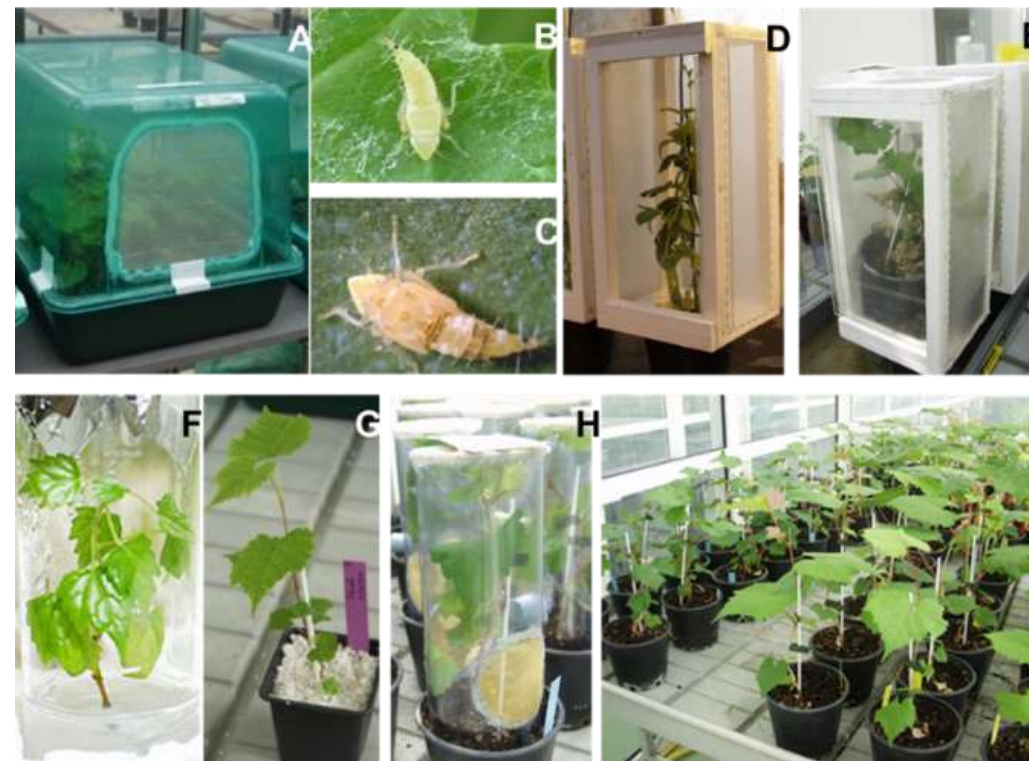


Eveillard et al. 2016



Sensibilité à la FD en serre

→ Une méthode de production de plants et d'inoculation par la cicadelle en serre de confinement



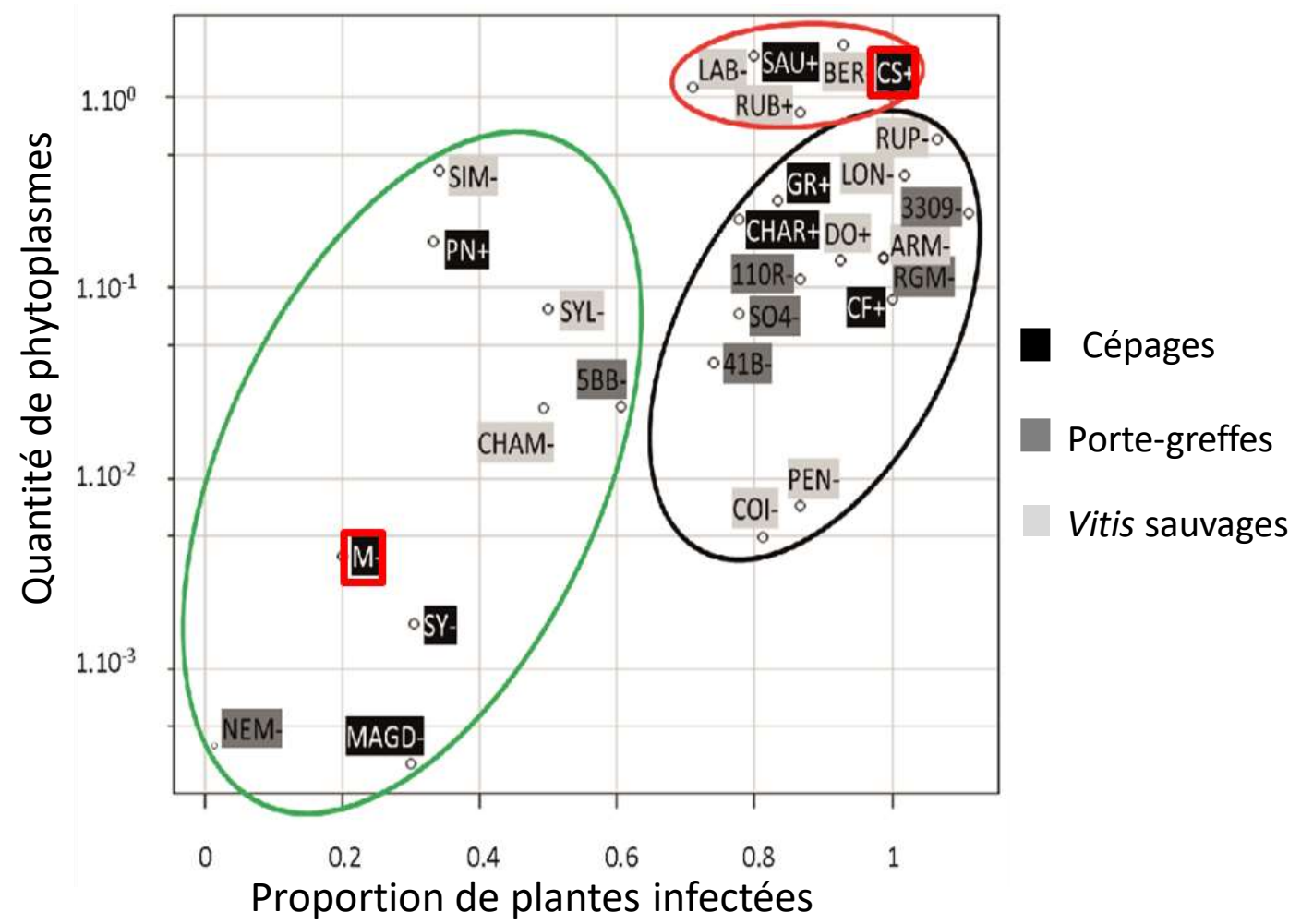
Eveillard et al. 2016

<https://www.plan-deperissement-vigne.fr/recherches/resultats-de-recherche/caracterisation-de-la-sensibilite-la-flavescence-doree-de-cepages-porte-greffes-et-vitis-sauvages>

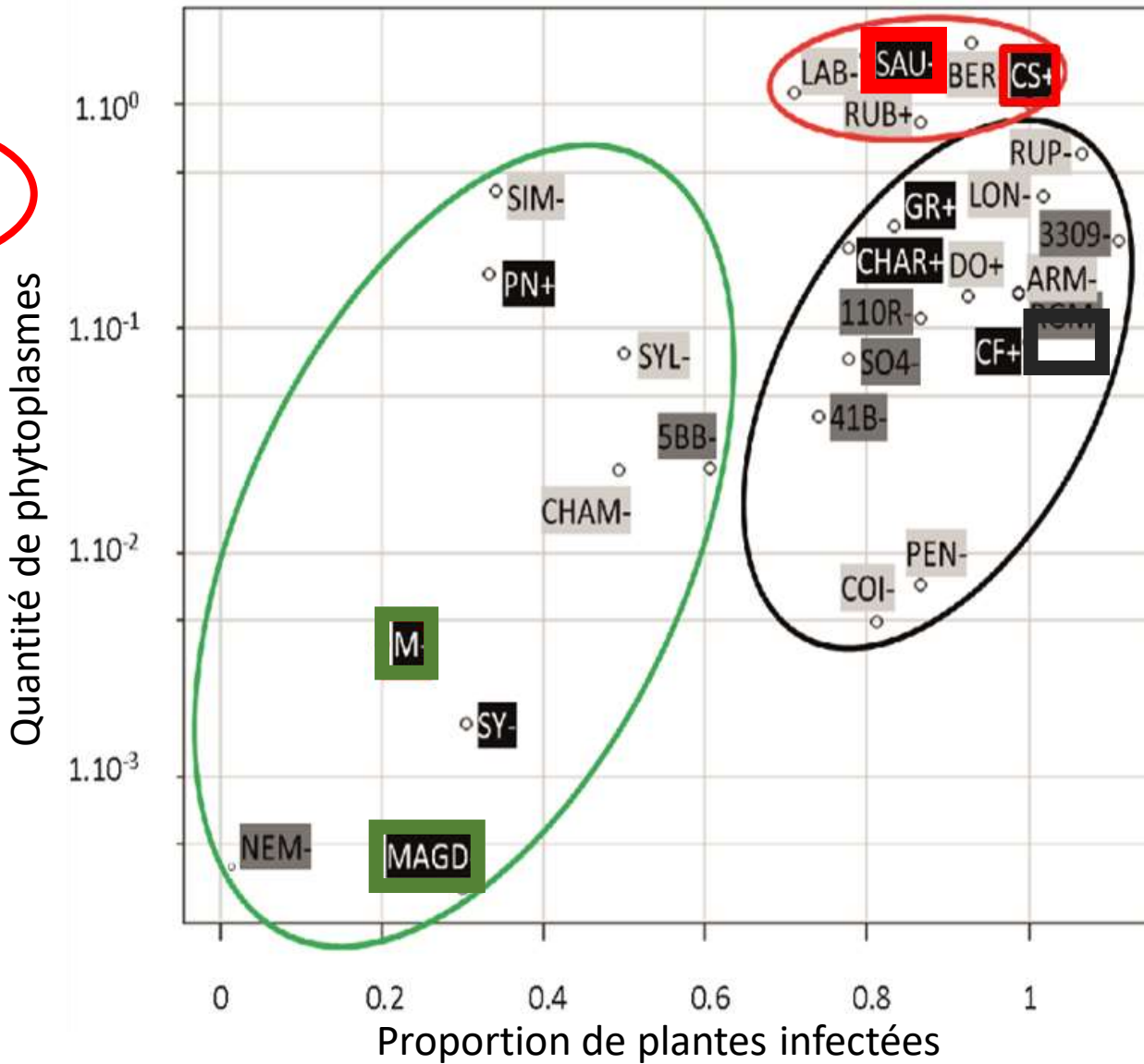
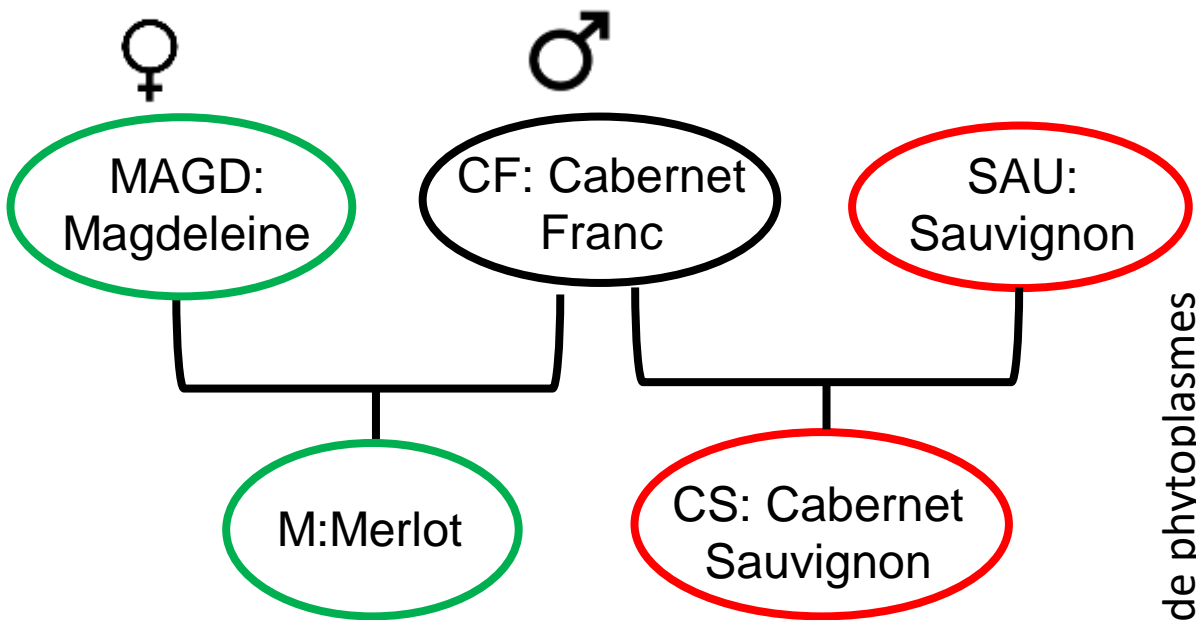


Gamme de sensibilité des principaux cépages, porte-greffes et *Vitis* sauvages en serre

GROUPE VERT Cépages et porte-greffes peu sensibles à la flavescence dorée	PN	Pivot noir
	M	Merlot
	5BB	Kober 5BB
	SY	Syrah
	MAGD	Magdeleine noire des Charentes
GROUPE NOIR Cépages et porte-greffes dont la sensibilité à la flavescence dorée est intermédiaire	NEM	Négatives Alain Bouquet
	GR	Grenache
	CHAR	Chardonnay
	CF	Cabernet franc
	3309	3309 Couderc
	110R	110 Richter
	504	Sélection Oppenheim n°4
	41B	41B Millardet et de Grasset
	RGM	Riparia Gloire de Montpellier
	GROUPE ROUGE Cépages et porte-greffes sensibles	SAU
CS		Cabernet-Sauvignon



Le caractère « peu sensible » est héritable



Bousiquot et al. 2009

→ Le Merlot a hérité du caractère « peu sensible » de sa mère, la Magdeleine Noire des Charentes

Le caractère « peu sensible » est héritable

Réalisation de nouveaux croisements impliquant la Magdeleine Noire des Charentes



MagxCF

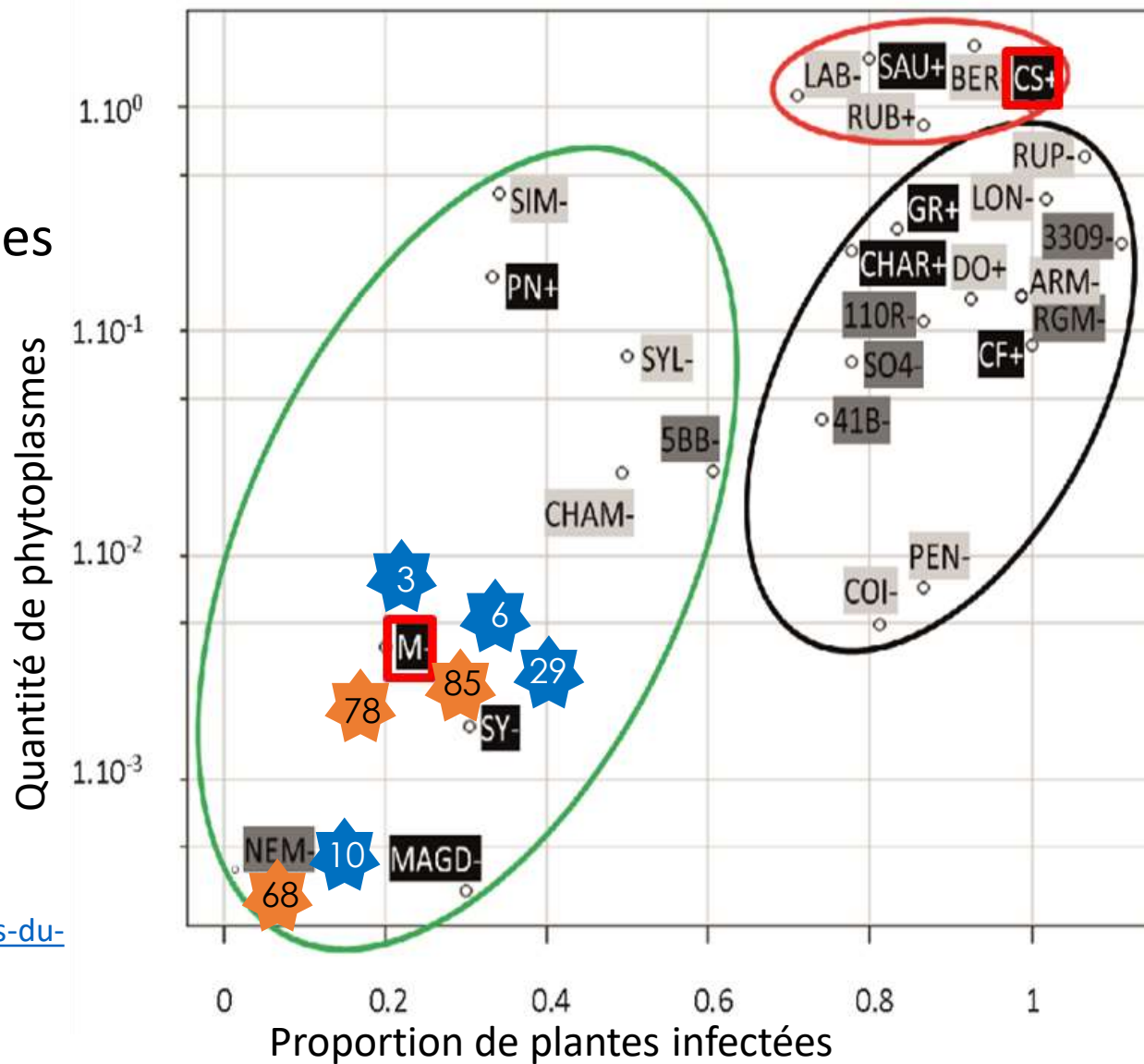


MagxMag

→ 60 descendants testés:
7 sont peu sensibles

<https://www.plan-deperissement-vigne.fr/outils/carnets-du-plan/carnets-du-plan-2eme-edition>

P 78-79.

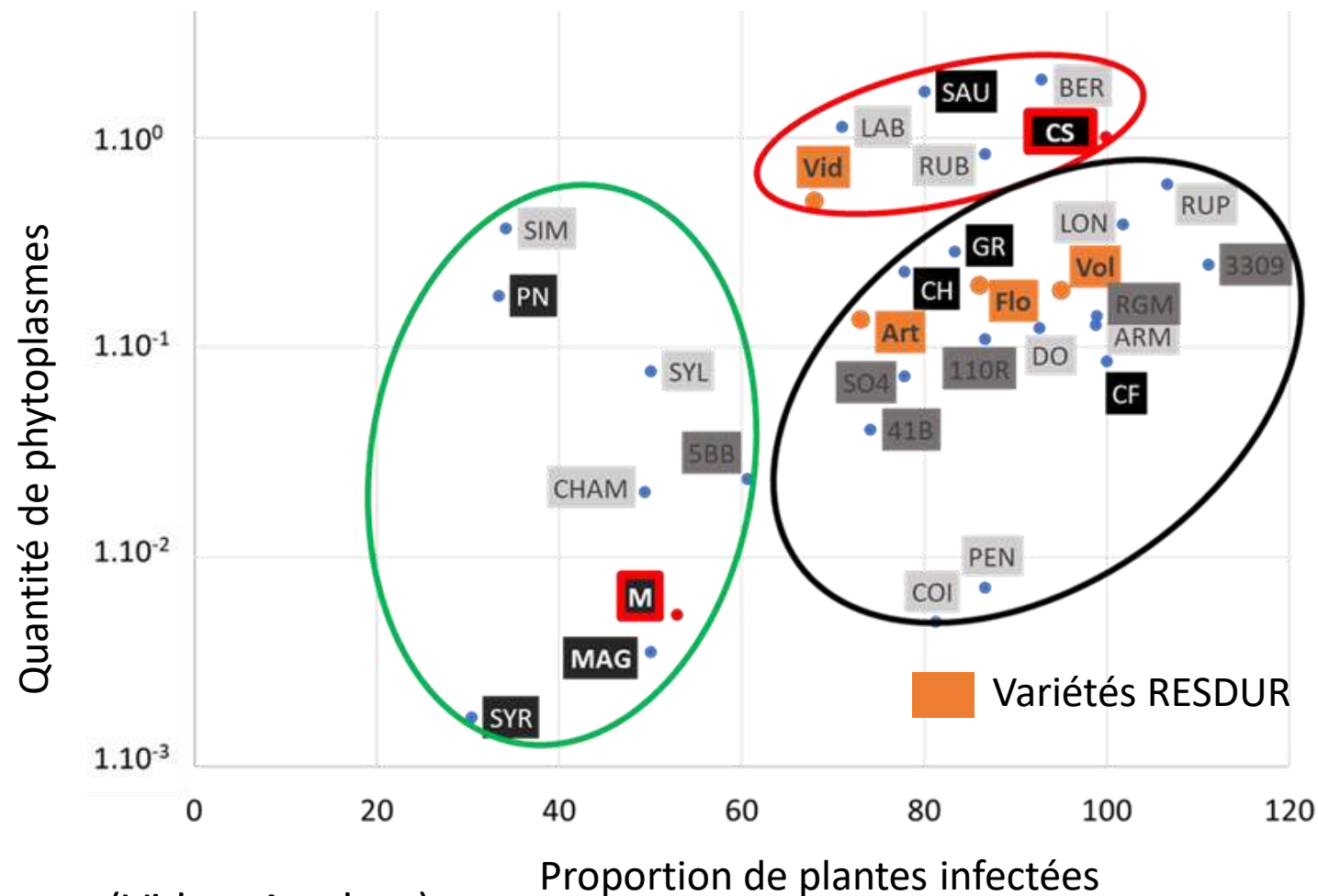




Vidoc



Floreal



- Symptômes très marqués sur les variétés rouges (Vidoc, Artaban)
 - Symptômes très discrets sur les variétés blanches (Floreal, Voltis)
- alors que le phytoplasme est présent → **vigilance au vignoble**

Travaux en cours sur la sensibilité des cépages

Sensibilité à la FD de cépages régionaux qui semblent peu exprimer les symptômes au vignoble.

Savagnin blanc, Roussanne, Viognier, Mondeuse, Petit Manseng, Abouriou, Petit Verdot, Sémillon.

Mesures au terrain sur foyers et inoculations en serre.

Collaborations avec les CA, FREDON, GDON (Jura, Savoie, Gard, Aquitaine).

→ Compléter le catalogue de cépages moins sensibles, géniteurs pour la création variétale

Merci aux coordinateurs, aux porteurs d'actions et à tous les participants des projets CoAct 1 et 2, Risca et Beyond



J. Masson, M. Perrin, I., E. Gozlan, E. Paroissien, J.S. Ay, A. Legrand, F. Panziera, M. Barbier, A. Rusch, H.K. Adrakey, S. Dembele, L. Ramajanlaona, F. Fabre, S. Eveillard, D. Desque, T. Lusseau, S. Salar, M. Levillain, P. Salar, E. Blanchandin, S. Pedemay, M. Bocquart, A. Auriol, X. Foissac, C. Marchal, S. Dedet, O. Martin, L. Riley, L. Michel.



A. Petit, C. Abidon, O. Yobrégat, P. Saccharin, I. Beccavin, Q. Davi, M. Albert et les stagiaires



N. Constant et les stagiaires



S. Bentejac
M. Legoff
C. Labit



C. Bastiat



FREDON
BOURGOGNE
FRANCHE-COMTÉ
AUVERGNE
RHÔNE-ALPES
NOUVELLE AQUITAINE
GRAND-EST

S. Jacob
S. Rébillard
D. Bec
D. Vergnes



DRAAF-SRAL
NA, BFC, AURA, GE

T. Aumonier
D. Crozier
B. Barthelet
A. Dubois
I Riou
M. Delame



Conservatoire du Vignoble Charentais S. Julliard



C. Dubus
J. Dureuil



V. Viguès
R. Outhier
C. Cassarini



P. Pienne
A. Bonomelli

GARD, JURA, TARN