#### Présentation dans le cadre du projet R2D2

# Projet EDGARR de sélection génomique chez la vigne pour la filière rosé

Timothée Flutre

INRA - UMR AGAP - équipe DAAV

26/11/2015

### Préambule

Ce document a été présenté par T. Flutre le 26 novembre 2015 aux participants du projet R2D2 financé par le méta-programme SelGen de l'INRA.

Afin de permettre à des personnes hors du projet d'en prendre connaissance, il est gratuitement accessible sur le site Prod'INRA répertoriant les productions des agents de l'INRA. En cas de réutilisation de certaines informations issues de ce document, vous êtes tenus de citer ce document, ainsi que les sources primaires indiquées.

Veuillez également garder en tête que ce document n'était que le support d'une présentation orale de 20 minutes, et que l'audience était majoritairement composée de généticiens. N'hésitez donc pas à contacter l'auteur pour toute précision afin d'éviter les erreurs d'interprétation.

### Plan

Création variétale "vigne" en France

Projet EDGARR pour la filière rosé

### Plan

Création variétale "vigne" en France

Projet EDGARR pour la filière rosé

### Transformation drastique de la viticulture au XIXe

Conséquences de l'arrivée du phylloxéra (Schneider et coll., 2014) :

- recourir au greffage et aux croisements inter-spécifiques;
- créer des porte-greffes adaptés aux différentes régions;
- créer la profession de pépiniériste viticole;
- gagner l'adhésion des viticulteurs.

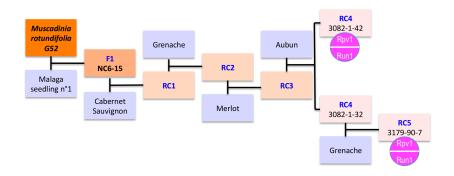
### Transformation drastique de la viticulture au XIXe

Conséquences de l'arrivée du phylloxéra (Schneider et coll., 2014) :

- recourir au greffage et aux croisements inter-spécifiques;
- créer des porte-greffes adaptés aux différentes régions;
- créer la profession de pépiniériste viticole;
- gagner l'adhésion des viticulteurs.

Tentative similaire (croisements) pour lutter contre les maladies fongiques : bonne résistance mais faible qualité. Deux chercheurs reprennent le flambeau à l'INRA, Doazan et Bouquet, le 2e posant les bases du programme ResDur avec un croisement *Vitis vinifera* × *Muscadinia rotundifolia*, suivi de rétrocroisements.

# Croisements d'Alain Bouquet



Schneider et coll. (2014)

# Programme "ResDur" (INRA, coord. Colmar) 1/2

Objectifs finalisés (Schneider et coll., 2014) :

- résistance quasi-totale et durable contre mildiou et oïdium;
- qualité comparable à l'actuelle pour la production de vin;
- adaptation à l'échelle nationale;
- ▶ utilisation à court terme : vin de pays (85/15) et vin sans IG.

# Programme "ResDur" (INRA, coord. Colmar) 1/2

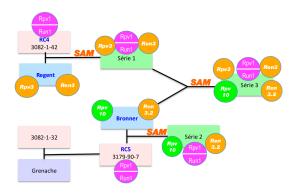
Objectifs finalisés (Schneider et coll., 2014) :

- résistance quasi-totale et durable contre mildiou et oïdium;
- qualité comparable à l'actuelle pour la production de vin;
- adaptation à l'échelle nationale;
- ▶ utilisation à court terme : vin de pays (85/15) et vin sans IG.

### Etapes (Schneider et coll., 2014) :

- partir de géniteurs d'A. Bouquet (Rpv1 contre mildiou et Run1 contre oïdium) et de variétés étrangères Regent (Rpv3 et Ren3) et Bronner (Rpv10 et Ren3.2)
- Colmar : pyramider ces gènes de résistance par sélection assistée par marqueurs (beaucoup plus rapide)
- stade 2 sur sites INRA (Colmar, Bordeaux, Montpellier, Angers): phénotyper vigne et vin (dont dégustation)
- stade 3 (VATE) sur sites des partenaires, puis inscription

# Programme "ResDur" (INRA, coord. Colmar) 2/2



Depuis 2000, 3 croisements ont donné 13000 pépins, dont 750 individus prometteurs : 12 en stade 3 pour le croisement 1, 40 à l'issue du stade 2 pour le croisement 2, et 250 entrant en stade 2 pour le croisement 3.

### Programme de l'UMT Géno-Vigne 1/2

Objectifs finalisés (Le Cunff, com. pers.) :

- résistance quasi-totale et durable contre mildiou et oïdium ;
- pool de géniteurs résistants à re-croiser pour cuve, table ou agréments;
- ▶ utilisation "cuve" à court terme : vin de pays et vin sans IG.

# Programme de l'UMT Géno-Vigne 1/2

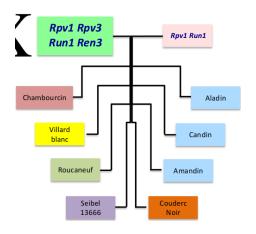
### Objectifs finalisés (Le Cunff, com. pers.) :

- résistance quasi-totale et durable contre mildiou et oïdium;
- pool de géniteurs résistants à re-croiser pour cuve, table ou agréments;
- utilisation "cuve" à court terme : vin de pays et vin sans IG.

### Etapes (Le Cunff, com. pers.) :

- partir de géniteurs d'A. Bouquet (Rpv1 contre mildiou et Run1 contre oïdium) et d'hybrides français (Ren3, Rpv3)
- ► Montpellier, Grau-du-Roi : pyramider ces gènes de résistance par sélection assistée par marqueurs
- stade 2 à Montpellier : phénotyper vigne et vin (dégustations moins poussées)
- ▶ stade 3 : IFV SO et Angers (cuve), La Tapy et CEFEL (table)

### Programme de l'UMT Géno-Vigne 2/2



Depuis 2008, 8-10 croisements ont donné  $\approx$  8000 pépins, pour un pool de 59 individus prometteurs (dont 16 en stade 2 dont 11 en VATE : 6 cuve, 4 table, 1 agrément).

# Programme "porte-greffes" (INRA, coord. Bordeaux)

- résistance aux népovirus (maladie du court-noué) et au phylloxera
- adaptation aux conditions pédologiques (sécheresse, calcaire)
- interactions avec greffons

Croisements entre variétés actuelles/hybrides/Vitis/Muscadinia pour étudier le déterminisme génétique et identifier des descendants prometteurs.

#### Difficultés :

- phénotypage (capacité d'enracinement, évaluation de la durabilité, etc)
- financement (guichets publics, mobiliser la profession)

# Bilan au Domaine de Vassal (50 ans)

- 3 350 croisements
- 290 000 pépins plantés (soit l'équivalent de 72 ha)
- 87 individus par croisement en moyenne
  - Mini: 1 (Muscat de Hambourg x Sultanine, 1951)
  - Maxi: 1893 (Carignan x Grenache, 1962)
- 52% des croisements : cuve, 48% : table
- 12 variétés de cuve (9 N & 3 B)
- 15 raisins de table (7 N & 8 B)
- Soit au total: 1 pour 11 000 (3 ha de plants de semis) mais 12 variétés intéressantes seulement, soit 1 pour 24 000 (6 ha de plants de semis)

Jean-Michel Boursiquot, Montpellier SupAgro (2015)

### Aspects socio-économiques

### Obtenteurs principaux de la création variétale "vigne" :

- ResDur : diffusion sous marque ENTAV-INRA mais partage des droits avec JKI, WGI, et Changins
- UMT Géno-Vigne : INRA, IFV, SupAgro

### Nouveaux programmes:

- sélection plutôt délégative pour les régions à forte capacité financière (Champagne, Cognac, Bordeaux)
- sélection plutôt participative, avec financement CASDAR : filière du vin rosé (Provence, Languedoc)
- cas particulier du raisin de table

### Défis futurs

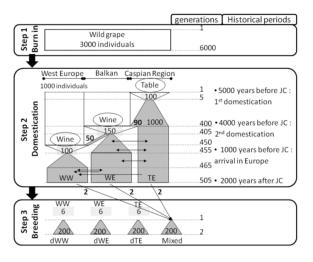
#### Cibles "résistance" :

- introgresser les autres gènes majeurs de résistance mildiou-oïdum découverts entre-temps (Rpv5, Rpv8, etc), mais prendra 10 ans
- black rot, maladies du bois, flavescence doré, etc

#### Autres cibles :

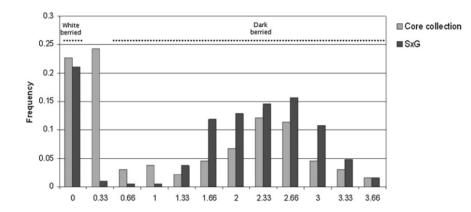
- utiliser la SAM quand c'est possible : couleur, taille de la baie, sexe, linalool, mono-terpène, etc
- quid des autres? (sucres-acides dans les baies, extractibilité des anthocyanes, précurseurs d'arômes complexes, tolérance à la hausse de température et au déficit en eau, etc)

# Simulations "réalistes" chez la vigne (Fodor et coll., 2014)



- tester l'association SNP par SNP (MLMM)
- inclure en effets fixes pour la sélection génomique
- 90k SNPs pour bien prédire à partir d'une core coll.

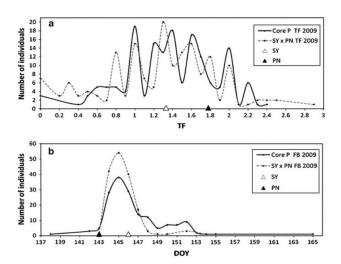
# Diversité phénotypique au sein d'un croisement de vigne



anthocyanes, Fournier-Level et al (Genetics, 2009)

T. Flutre INRA EDGARR et selgen 26/11/2015 15 / 25

# Diversité phénotypique au sein d'un croisement de vigne



phénologie, Grzeskowiak et al (TAG, 2013)

T. Flutre INRA EDGARR et selgen 26/11/2015 15 / 25

# Diversité phénotypique au sein d'un croisement de vigne

### parents hétérozygotes et architecture génétique complexe :

- ⇒ chaque croisement "éclate" les phénotypes des parents
- ⇒ la variation est aussi grande qu'au sein d'une core collection

# Envisager et évaluer la sélection génomique chez la vigne

Le coût des programmes actuels de sélection de la plupart des espèces pérennes limite l'exploration de la diversité au nombre de descendants qui peuvent être plantés.

L'utilisation de la sélection génomique au sein de croisements bi-parentaux vise donc à :

- accroître l'intensité de sélection ;
- sélectionner précocément des caractères complexes;
- accélerer la création variétale en sautant le stade 2.

# Envisager et évaluer la sélection génomique chez la vigne

Le coût des programmes actuels de sélection de la plupart des espèces pérennes limite l'exploration de la diversité au nombre de descendants qui peuvent être plantés.

L'utilisation de la sélection génomique au sein de croisements bi-parentaux vise donc à :

- accroître l'intensité de sélection;
- sélectionner précocément des caractères complexes;
- accélerer la création variétale en sautant le stade 2.

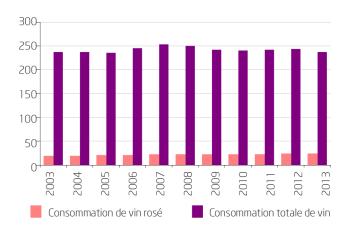
Grosse hypothèse de travail : l'entraînement du modèle avec du phénotypage précoce en pot est pertinent pour les caractères d'intérêt au vignoble... (par ex. gérer la juvénilité)

### Plan

Création variétale "vigne" en France

Projet EDGARR pour la filière rosé

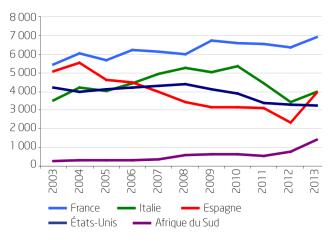
# Consommation et production en hausse



Source: CIVP/FranceAgriMer - Abso Conseil

### Synthèse de FranceAgrimer, avril 2015

# Consommation et production en hausse



Source: CIVP/FranceAgriMer - Abso Conseil

### Synthèse de FranceAgrimer, avril 2015

### Détails pratiques

Exploitation De la sélection Génomique afin d'Accélérer la création de variétés Résistantes et qualitatives pour la filière viticole Rosé.

- Financement : CASDAR (2014-2018, 220 k€), autres (147 k€), 410 k€ total (avec salaires publics)
- coordination : IFV (Loïc Le Cunff)
- co-conception d'idéotypes : Centre du Rosé, UMT Géno-Vigne
- géniteurs résistants et croisements : UMT Géno-Vigne et INRA Colmar (pour diversifier les fonds génétiques)
- ► SAM : UMT Géno-Vigne
- phénotypage : IFV, Centre du Rosé
- ▶ génotypage : UMT Géno-Vigne
- SelGen : UMT Géno-Vigne, puis Centre du Rosé

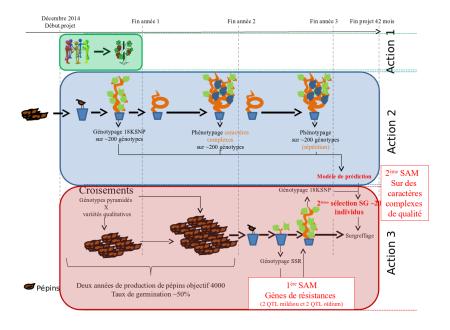


Schéma de Loïc LeCunff (N.B.: l'action 1 est en fait plus longue)

# Co-conception du (des) idéotype(s)

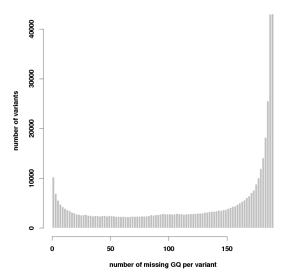
Réunion d'octobre 2015 au Centre du Rosé : contexte et souhaits

- "maturité" tardive (tourisme l'été)
- port droit (peu de rejets)
- grappes aérées (contre pourriture grise)
- rendement de 8-9 t/ha (pas < 2 kg/pied)</li>
- couleur rose pâle pour le vin
- acidité (pour la fraîcheur, plutôt acide malique)
- baies plutôt grosses (ratio pellicule/pulpe)
- texture de pulpe pas trop visqueuse
- **.**...

Réf sur la conception d'idéotypes : Adam et coll. (2014)

### Génotypage par RAD-seq (sur SxG, préliminaire)





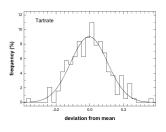
### Phénotypage

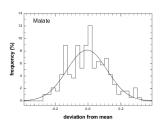
- visuel, bas débit : phénologie, "maturité", grappes, rendement
- moyen débit, destructif : couleur
- moléculaire, moyen débit, destructif : acidité, certains précurseurs d'arômes

Suivi des méta-données pour éviter les éventuels facteurs confondants (localisation des pots?).

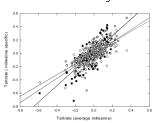
# Cas de l'acidité "stade vert" (voir aussi Houel et coll, 2015)

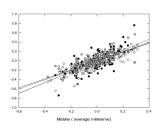
#### Tartrate & Malate in Syrah x Grenache progeny (C. Romieu, pers. com.)





#### Rather stable according to the millesime





T. Flutre INRA EDGARR et selgen 26/11/2015 23 / 25

### **Perspectives**

- retour d'expérience sur co-construction d'idéotype par rapport à sélection plutôt délégative
- stockage/partage des données entre acteurs (phénotypes, génotypes, pedigrees) : GnpIS (URGI) si financement public?
- suivi pour corrélation phénotypage précoce en pot versus au vignoble; mise au point de phénotypage haut-débit non-destructif sur feuilles et baies
- modélisation : phénotype continu/binaire/catégoriel, transformations, hétérogénéité spatiale, additivité/dominance, uni/multi-varié/pondéré, priors génomiques, etc
- évaluation du passage par micro-vigne; cible VDQA

#### Remerciements

Toute l'équipe DAAV (INRA Montpellier et Montpellier SupAgro) et l'UMT Géno-Vigne, notamment Loïc Le Cunff (IFV).

Nathalie Ollat (INRA Bordeaux) pour le programme "porte-greffes".