



**HAL**  
open science

## Croisement Syrah x Grenache: générateur de diversité entre recherche et application

Timothée Flutre

► **To cite this version:**

Timothée Flutre. Croisement Syrah x Grenache: générateur de diversité entre recherche et application. Journée d'information et d'échanges sur la création de variétés résistantes organisée par l'Institut Rhodanien, Mar 2016, Orange, France. pp.19. hal-01291707

**HAL Id: hal-01291707**

**<https://hal.science/hal-01291707>**

Submitted on 5 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Journée d'information et d'échanges à l'Institut Rhodanien

## Croisement Syrah x Grenache: générateur de diversité entre recherche et application

Timothée Flutre

INRA (BAP), AGAP (DAAV), Géno-Vigne

09/03/2016

# Plan

Génétique, ADN et croisements dirigés

Un croisement réciproque de 200 descendants étudiés à Montpellier

Fronts de recherche en création variétale

# Plan

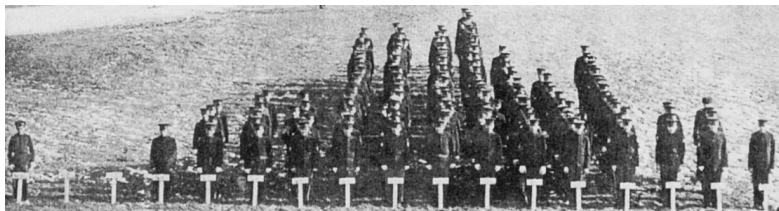
Génétique, ADN et croisements dirigés

Un croisement réciproque de 200 descendants étudiés à Montpellier

Fronts de recherche en création variétale

# Génétique : étude de la transmission de variation héritable

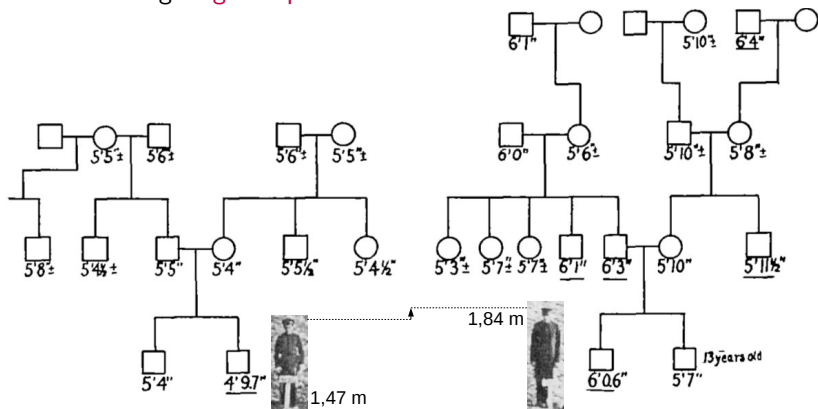
1) Pour un caractère donné, on observe de la **variation**, dite « **phénotypique** », entre individus, représentée par un histogramme :



Blakeslee (1914) : étudiants masculins du même âge triés selon leur taille

# Génétique : étude de la transmission de variation héritable

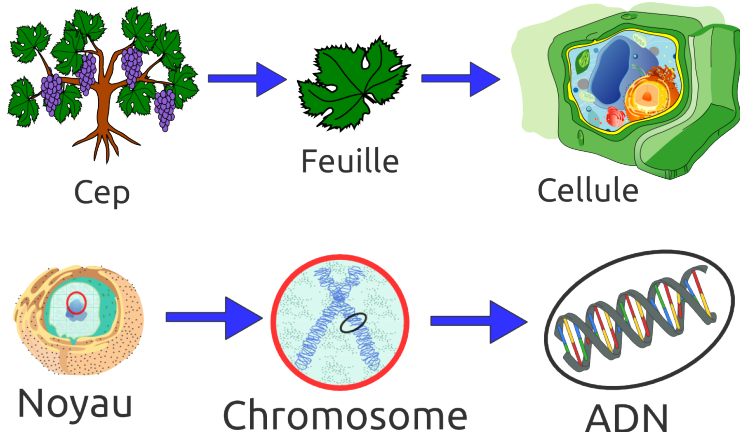
2) Une part de cette variation du caractère peut être expliquée par de la **variation** d'origine **génétique** :



Blakeslee (1914) : pedigrees des plus petit et plus grand étudiants

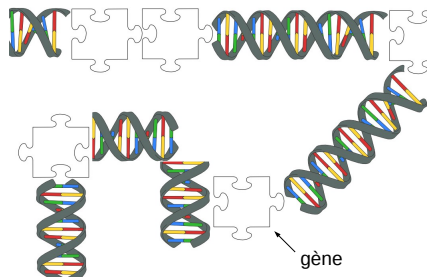
# De la plante à la molécule d'ADN

Toutes les plantes sont composées de **cellules**, chacune ayant un noyau à l'intérieur duquel se trouvent les **chromosomes** renfermant une double hélice d'**ADN**, support matériel de « l'information génétique » :



# Aspects génomiques à l'échelle de l'espèce

**Gènes** : fragments d'ADN permettant de fabriquer des molécules nécessaires à la vie de l'organisme ; par exemple capter l'énergie lumineuse, pomper l'eau du sol, fabriquer les sucres, acides et précurseurs d'arômes, dégrader des toxines, etc

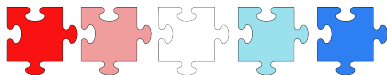


**Génome** : vu comme l'ensemble des gènes de l'espèce en question



# Aspects génomiques à l'échelle de l'individu

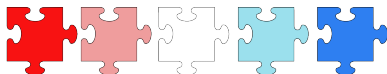
**Allèles** : différentes versions d'un même gène



**Génome** : vu comme l'ensemble des allèles de l'individu en question

# Aspects génomiques à l'échelle de l'individu

**Allèles** : différentes versions d'un même gène

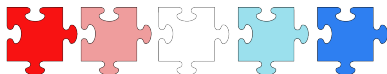


**Génome** : vu comme l'ensemble des allèles de l'individu en question

⇒ plus deux individus sont apparentés, plus ils ont de chance d'avoir hérité des mêmes allèles aux mêmes gènes, et donc plus leurs génomes sont similaires

# Aspects génomiques à l'échelle de l'individu

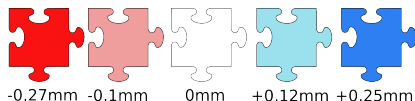
**Allèles** : différentes versions d'un même gène



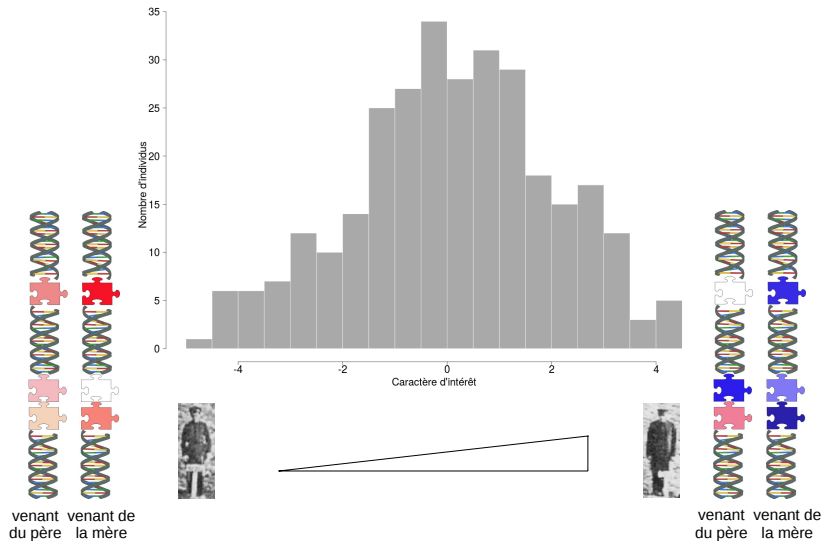
**Génome** : vu comme l'ensemble des allèles de l'individu en question

⇒ plus deux individus sont apparentés, plus ils ont de chance d'avoir hérité des mêmes allèles aux mêmes gènes, et donc plus leurs génomes sont similaires

⇒ estimer les effets des allèles permet ensuite de prédire le phénotype d'un individu



# Synthèse



# Intérêts pratiques en création variétale

## Croisements dirigés :

1. mesurer les performances des individus aux caractères d'intérêt
2. trier les individus et identifier les « meilleurs »
3. les utiliser préférentiellement comme parents de croisements

# Intérêts pratiques en création variétale

## Croisements dirigés :

1. mesurer les performances des individus aux caractères d'intérêt
2. trier les individus et identifier les « meilleurs »
3. les utiliser préférentiellement comme parents de croisements

## Marqueurs sur l'ADN :

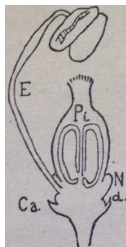
1. suivre les fragments génomiques effectivement hérités
2. identifier ceux dont la variation allélique entre individus contribuent à la variation phénotypique
3. sélectionner précocément les individus intéressants

## Quelques jalons historiques chez la vigne

- ▶ **-8000/-4000** : découverte du vin et domestication au sein de *Vitis vinifera* (actuelles Iran, Turquie et Géorgie)
- ▶ **500** : viticulture bien répartie en Europe ; différenciation probable cuve-table et couleurs
- ▶ **Moyen-Age** : apparition de noms toujours utilisés (ex. Grenache) ; croisements non-dirigés et sélection intuitive
- ▶ **1850-1950** : arrivées des phylloxéra, mildiou et oïdium ; porte-greffes et hybrides inter-spécifiques (**croisements dirigés**)

# Quelques jalons historiques chez la vigne

- ▶ **-8000/-4000** : découverte du vin et domestication au sein de *Vitis vinifera* (actuelles Iran, Turquie et Géorgie)
- ▶ **500** : viticulture bien répartie en Europe ; différenciation probable cuve-table et couleurs
- ▶ **Moyen-Age** : apparition de noms toujours utilisés (ex. Grenache) ; croisements non-dirigés et sélection intuitive
- ▶ **1850-1950** : arrivées des phylloxéra, mildiou et oïdium ; porte-greffes et hybrides inter-spécifiques (**croisements dirigés**)



Levadoux (1946)

Castrer les fleurs de la variété A :



Flutre (2015)

Ajouter le pollen de la variété B :



Schneider



# Quelques jalons historiques chez la vigne

- ▶ **-8000/-4000** : découverte du vin et domestication au sein de *Vitis vinifera* (actuelles Iran, Turquie et Géorgie)
- ▶ **500** : viticulture bien répartie en Europe ; différenciation probable cuve-table et couleurs
- ▶ **Moyen-Age** : apparition de noms toujours utilisés (ex. Grenache) ; croisements non-dirigés et sélection intuitive
- ▶ **1850-1950** : arrivées des phylloxéra, mildiou et oïdium ; porte-greffes et hybrides inter-spécifiques (**croisements dirigés**)
- ▶ **1950-...** : AOC et produits phytosanitaires ; ralentissement net de la création variétale
- ▶ **2000-...** : développement d'outils génomiques pour la création variétale (caractérisation génétique de matériel végétal, séquençage de génomes, etc)

This et coll. (2006), Lacombe (2012)

# Plan

Génétique, ADN et croisements dirigés

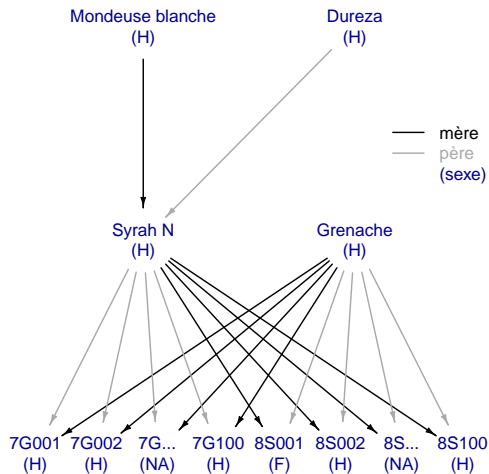
Un croisement réciproque de 200 descendants étudiés à Montpellier

Fronts de recherche en création variétale

# Localisations dans l'Hérault

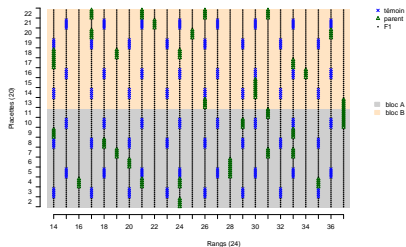


# Pedigree du croisement réalisé à Vassal en 1995



# Dispositif expérimental implanté au Chapitre en 2003

- ▶ chaque descendant est répété dans deux blocs
- ▶ porte-greffe 110 Richter

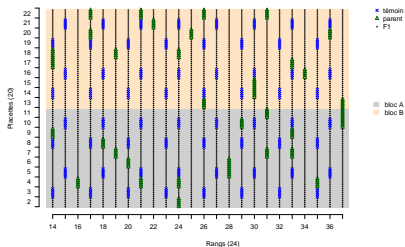


Mesures de plusieurs caractères sur le terrain :

- ▶ entre 2005 et 2008 : anthocyanes, tannins, poids de baies, caractéristiques des pépins, taille de grappes, pois des bois, etc
- ▶ 2010-2011 : phénologie (débourrement, floraison, véraison, etc),  $\delta^{13}\text{C}$ , acides des baies, densité de stomates, biomasse aérienne, phyllochrone, etc

# Dispositif expérimental implanté au Chapitre en 2003

- ▶ chaque descendant est répété dans deux blocs
- ▶ porte-greffe 110 Richter



## Mesures de plusieurs caractères sur le terrain :

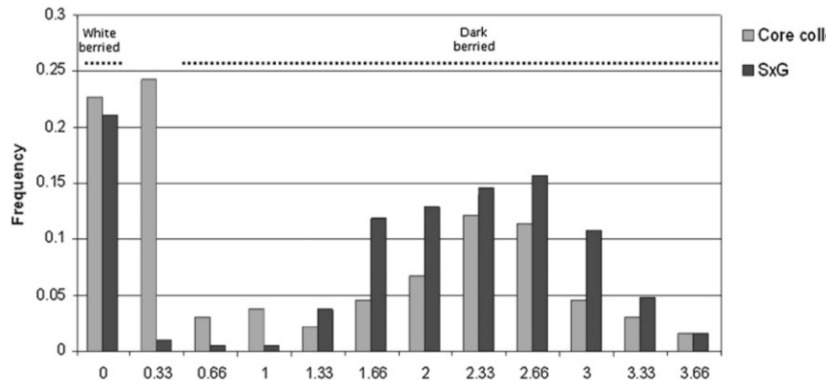
- ▶ entre 2005 et 2008 : anthocyanes, tannins, poids de baies, caractéristiques des pépins, taille de grappes, poids des bois, etc
- ▶ 2010-2011 : phénologie (débourrement, floraison, véraison, etc),  $\delta^{13}\text{C}$ , acides des baies, densité de stomates, biomasse aérienne, phyllochrone, etc

## Mesures avec ou sans irrigation sur la plateforme PhenoArch :

- ▶ 2012-2013 : potentiel hydrique des feuilles, taux de transpiration, etc

# Caractère « contenu en anthocyanes »

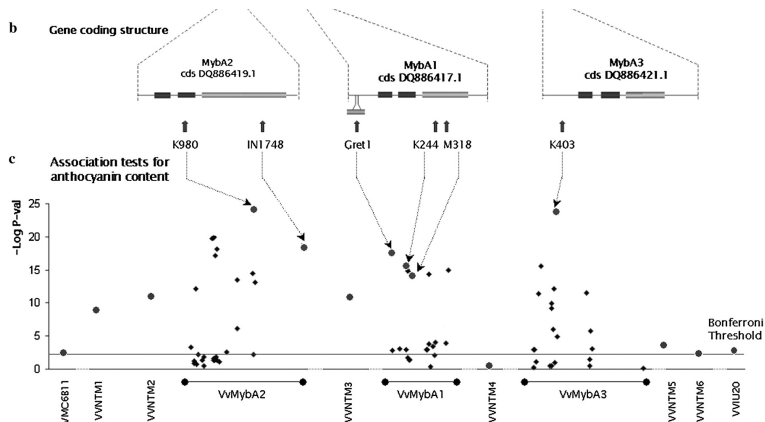
## 1) Variation (phénotypique) du caractère :



Fournier-Level et coll. (2009)

# Caractère « contenu en anthocyanes »

## 2) Gènes majeurs :

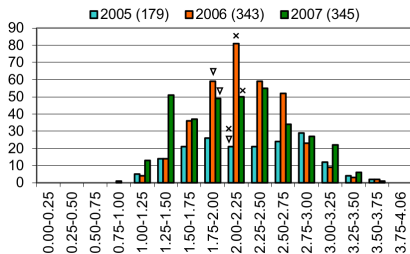
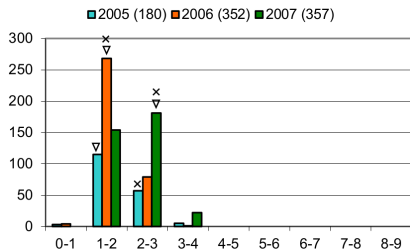


Fournier-Level et coll. (2009)



# Caractères « poids des baies » et « nombre de pépins »

## 1) Variation (phénotypique) des caractères :

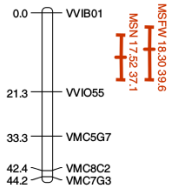


Doligez et coll. (2013)

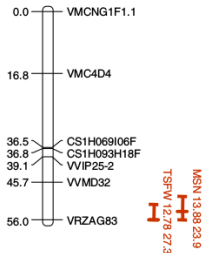
# Caractères « poids des baies » et « nombre de pépins »

## 2) Quelques régions génomiques contenant des gènes majeurs :

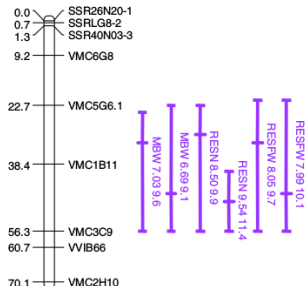
### SxG-C02



### SxG-C04



### SxG-C08



Doligez et coll. (2013)

# Plan

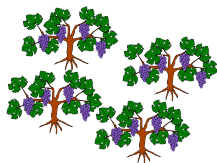
Génétique, ADN et croisements dirigés

Un croisement réciproque de 200 descendants étudiés à Montpellier

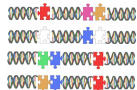
Fronts de recherche en création variétale

# Prédiction génomique pour la sélection

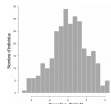
Ensemble d'apprentissage :



Génotype

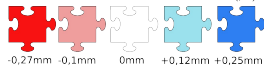


Phénotype



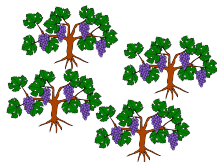
$$\text{Modèle : } \mathbf{y} \sim \mathcal{N}(W\boldsymbol{\alpha} + ZX\boldsymbol{\beta}, \sigma^2 I)$$

Estimation d'effets alléliques ( $\beta$ )

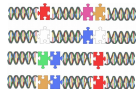


# Prédiction génomique pour la sélection

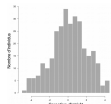
Ensemble d'apprentissage :



Génotypage

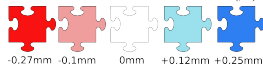


Phénotypage

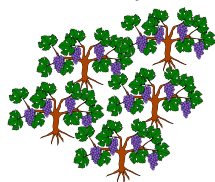


$$\text{Modèle : } \mathbf{y} \sim \mathcal{N}(W\boldsymbol{\alpha} + ZX\boldsymbol{\beta}, \sigma^2 I)$$

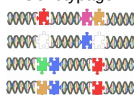
Estimation d'effets alléliques ( $\boldsymbol{\beta}$ )



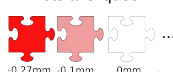
Ensemble de prédiction :



Génotypage



Effets alléliques



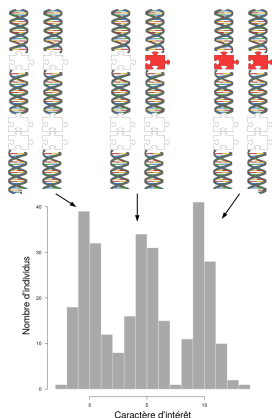
$$\text{Modèle : } \mathbf{y} \sim \mathcal{N}(W\boldsymbol{\alpha} + ZX\boldsymbol{\beta}, \sigma^2 I)$$

Prédiction de phénotypes ( $\mathbf{y}$ )

# Types d'architecture génétique

Un seul gène majeur :

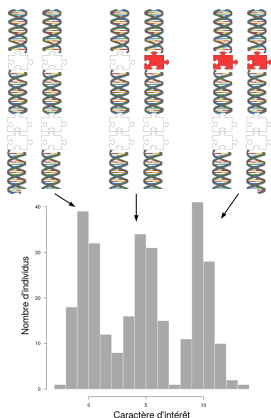
- ▶ plus simple à prédire
- ▶ exemple : résistance, couleur



# Types d'architecture génétique

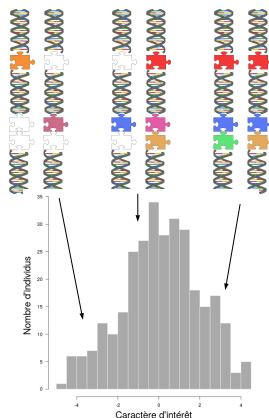
## Un seul gène majeur :

- ▶ plus simple à prédire
- ▶ exemple : résistance, couleur

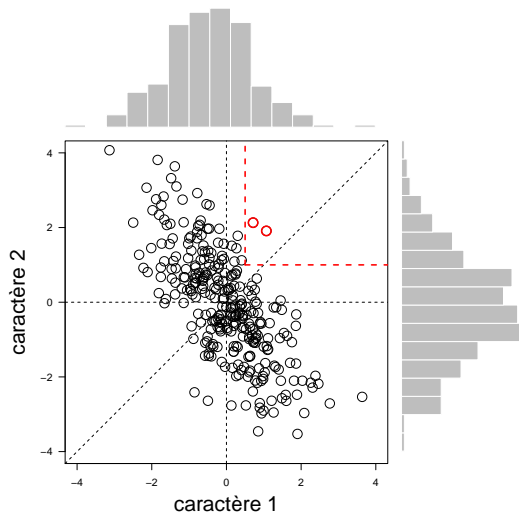


## Beaucoup de gènes mineurs :

- ▶ plus dur à prédire
- ▶ exemples : rendement, qualité

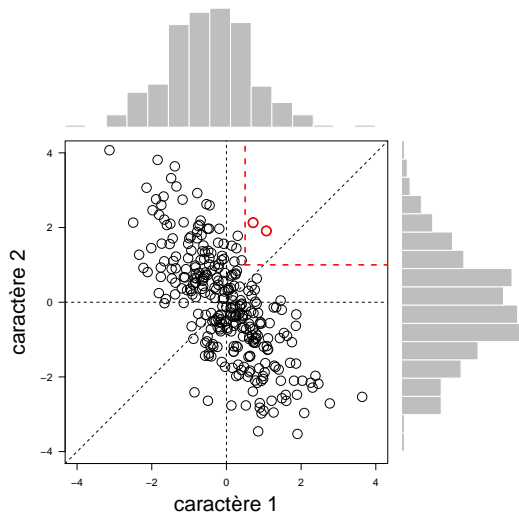


# Co-variation génétique entre caractères





# Co-variation génétique entre caractères



- ▶ plus long et coûteux de mesurer plusieurs caractères la même année sur toutes les mêmes plantes
- ▶ plus difficile d'estimer conjointement les effets alléliques
- ▶ moins évident de définir les « meilleurs » individus
- ▶ difficulté additionnelle quand les effets alléliques changent selon l'environnement (sol, climat, taille, etc)

# Co-conception d'idéotypes

**conception** : démarche d'aide à la réflexion (Adam et coll., 2014)

1. définition du cahier des charges (caractères d'intérêt)
2. conception de l'idéotype (mécanismes sous-jacents)
3. évaluation de l'idéotype (expérimentation)

# Co-conception d'idéotypes

**conception** : démarche d'aide à la réflexion (Adam et coll., 2014)

1. définition du cahier des charges (caractères d'intérêt)
2. conception de l'idéotype (mécanismes sous-jacents)
3. évaluation de l'idéotype (expérimentation)

**co-** : interactions avec les parties concernées (*stakeholders*)

- ▶ processus de « traduction » (Callon, 1986)
- ▶ besoin de flexibilité et d'ouverture (Voinov et Bousquet, 2010)

**Partage** : connaissances, données génétiques et phénotypiques, matériel végétal, décisions, risques ?

# Remerciements

Les nombreuses personnes qui ont contribué, au fil des ans, à toutes ces recherches : réalisation du croisement et gestion du matériel végétal ; campagnes de mesures sur le terrain et en serre ; analyses génétiques, biochimiques et écophysiological ; analyses bioinformatiques et modélisation statistique, etc.

Contact de référence : Agnès Doligez

Certaines illustrations sont des adaptations d'illustrations disponibles sur [Wikimedia](#) (sous différentes licences) :

- ▶ cep de vigne (CC BY-SA 3.0)
- ▶ cellule de plante (domaine publique)
- ▶ ADN (CC BY-SA 3.0)
- ▶ pièce de puzzle (CC0 1.0)

En accord avec la licence [CC BY-SA 3.0](#), les adaptations sont également utilisables sous cette licence.

## Remarques

Ce document a été présenté par T. Flutre le 9 mars 2016 à la journée d'information et d'échanges sur la création de variétés résistantes organisée par l'Institut Rhodanien. 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 le citer, ainsi que les sources primaires indiquées.

Veuillez noter que ce document était le support d'une présentation orale de 20 minutes destinée à une audience majoritairement composée de viticulteurs et vigneron. N'hésitez donc pas à [contacter l'auteur](#) pour toute précision afin d'éviter les erreurs d'interprétation, ou pour accéder à certaines références.