



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR

Agroscope

Futures homologations de variétés résistantes aux maladies fongiques

INRAE

 **Agroscope**

**Reynard JS., Verdenal T., Zufferey V., Spring JL.
Dumas V., Arnold G., Avia K., Schneider C.**

InnoVino, Savigny le 12 février 2025



UN TRAVAIL D'EQUIPE

+ INRAE

Oenologie:

Gilles, Marie, Laurent

Christophe C.

Mycologie:

Katia, Eric, Pierre-Henri



Qualité des vins:

Stéphane, Agnès, Sandrine

Viticulture:

Vivian, Thibaut, Philippe,
Stéphane, Etienne, Pauline,
Yann, Marin, Nicolas, Romina

Virologie:

Olivier, Arnaud, Justine



Le « paradis perdu »

- Introduction de l'oidium (*Erysiphe necator*) en Europe vers 1850
- 1861, première apparition en Europe du phylloxéra
- Le mildiou (*Plasmopara viticola*) a été introduit en Europe depuis l'Amérique du Nord vers 1870
- Le black-rot (*Phyllosticta ampellicida*) est originaire d'Amérique du Nord et a été identifié pour la première fois en Europe en 1886





Oidium





Mildiou





Black-rot





Parades

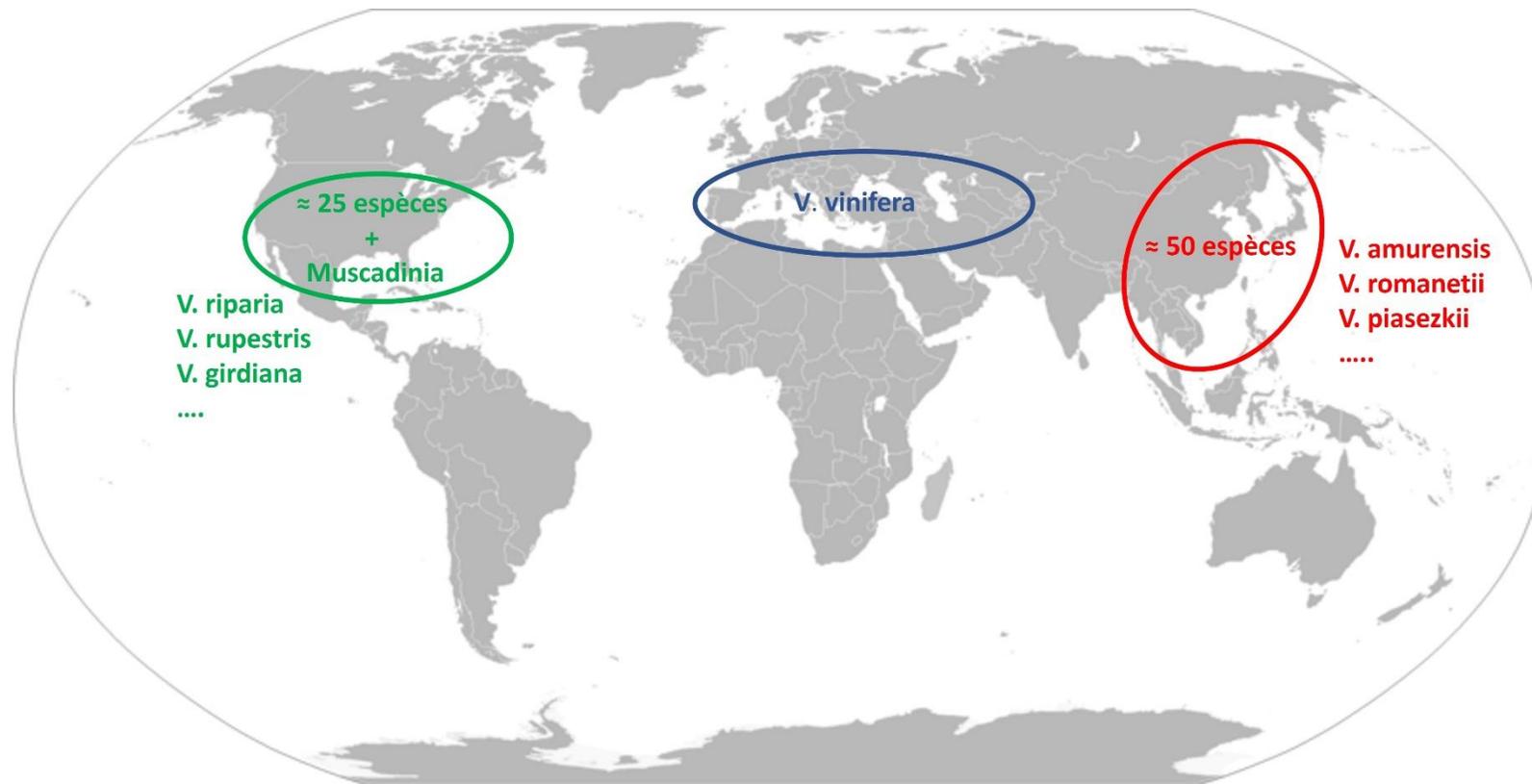
- Greffage sur des porte-greffes américains
- Introduction de la lutte contre le mildiou et l'oïdium nécessitant en général 6 à 10 traitements fongicides chez les cépages européens
- Variétés résistantes/tolérantes



A. Millardet
(1838-1902)



Différentes espèces dans le genre *Vitis*



Les espèces sauvages de *Vitis* sont interfertiles avec la vigne eurasiatique (*Vitis vinifera*)



Sélection de cépages résistants à Agroscope

1996-2018:

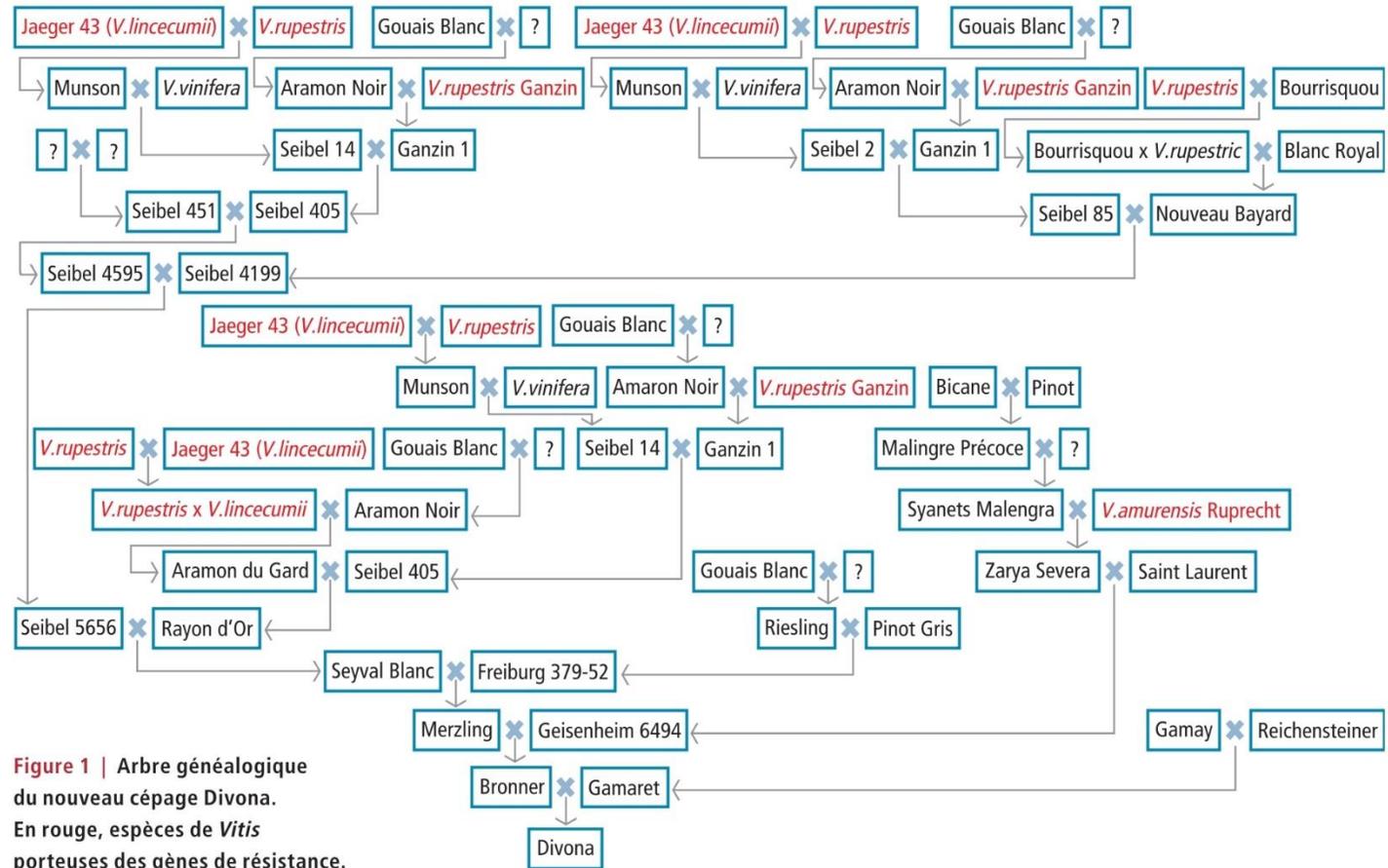
Sélection de variétés avec résistances contre le mildiou (*Plasmopara viticola*), l'oïdium (*Erysiphe necator*), la pourriture grise (*Botrytis cinerea*) et avec une faible sensibilité au black-rot (*Phyllosticta ampellicida*).

Divico



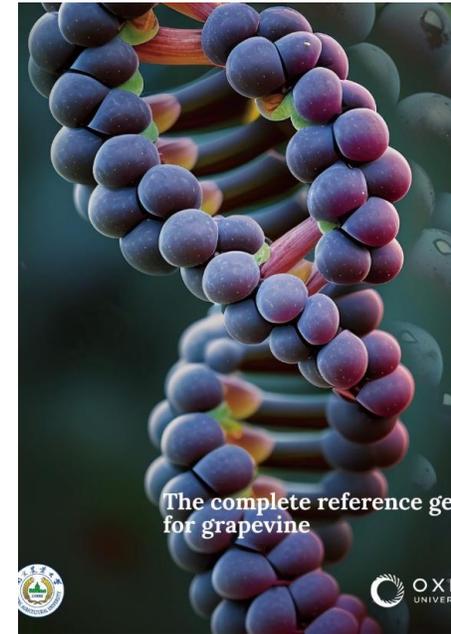
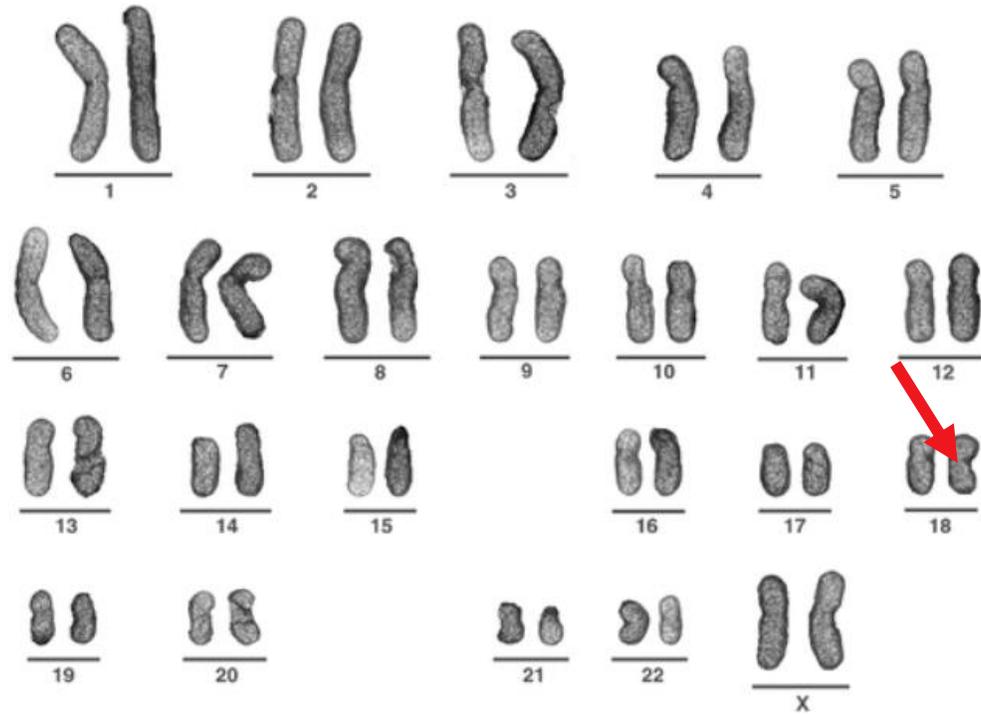
Divona







Déterminisme génétique





Génétique et résistance: les QTLs

QTL: endroit du génome qui est responsable d'une partie de la résistance observée

Rpv = Résistance à Plasmodiopsis viticola

Ren = Résistance à Erysiphe necator

Identification à partir des années 2000

| | QTL | Chr | Origin of resistance | Resistance level |
|-------------|--------------|------------------------|----------------------------|------------------|
| mildiou | <i>Rpv1</i> | 12 | <i>V. rotundifolia</i> | Partial |
| | <i>Rpv2</i> | 18 | <i>V. rotundifolia</i> | Total |
| | <i>Rpv3</i> | 18 | <i>V. rupestris</i> | Partial |
| | <i>Rpv4</i> | 4 | American <i>Vitis</i> spp | Partial |
| | <i>Rpv5</i> | 9 | <i>V. riparia</i> | Partial |
| | <i>Rpv6</i> | 12 | <i>V. riparia</i> | Partial |
| | <i>Rpv7</i> | 7 | American <i>Vitis</i> spp | Partial |
| | <i>Rpv8</i> | 14 | <i>V. amurensis</i> | Partial |
| | <i>Rpv9</i> | 7 | <i>V. riparia</i> | Partial |
| | <i>Rpv10</i> | 9 | <i>V. amurensis</i> | Partial |
| oidium | <i>Ren1</i> | 13 | <i>V. vinifera</i> | Partial |
| | <i>Ren2</i> | 14 | <i>V. cinerea</i> | Partial |
| | <i>Ren3</i> | 15 | American <i>Vitis</i> spp | Partial |
| | <i>Ren4</i> | 18 | <i>V. romanetii</i> | Partial |
| | <i>Ren5</i> | 14 | <i>V. rotundifolia</i> | Total |
| | <i>Ren6</i> | 9 | <i>V. piasezkii</i> | Total |
| | <i>Ren7</i> | 19 | <i>V. piasezkii</i> | Partial |
| | <i>Ren8</i> | 18 | American <i>Vitis</i> spp | Partial |
| | <i>Ren9</i> | 15 | American <i>Vitis</i> spp | Partial |
| | <i>Ren10</i> | 2 | American <i>Vitis</i> spp. | Partial |
| | <i>Ren11</i> | 15 | <i>V. aestivalis</i> | Partial |
| <i>Run1</i> | 12 | <i>V. rotundifolia</i> | Total | |
| <i>Run2</i> | 18 | <i>V. rotundifolia</i> | Partial | |

Table 1: Characteristics of the first ten *Rpv* and of all the *Ren/Run* loci, identified since 2000.

Possamai et al. 2022



Projet «fiches techniques»



Une filiale de Prométerre

Recueil de fiches techniques sur les caractéristiques agronomiques et œnologiques des principaux cépages résistants aux maladies fongique

- 63 variétés
- Variétés expérimentées à Agroscope
- Données 1996-2025



Divico



Code de sélection : IRAC 2091
Parents : Gamaret x Blonnet
Obtenteur : Agroscope (Suisse)
Année de croisement : 1997
Références utilisées :
 Pully (VD) 2000-2023




Facteurs de résistance connus (QTL)

| | | | | |
|---------|--------|--------|------|-----------|
| PP1E-1 | PP1E-2 | RIN1 | RIN2 | RGT1 |
| Mildiou | | Oïdium | | Black-rot |

Résistances aux maladies fongiques

| | | | | |
|----------|-------|-------|-------|-------|
| Mildiou | forte | forte | forte | forte |
| Oïdium | forte | forte | forte | forte |
| Botrytis | forte | forte | forte | forte |

Possède une résistance partielle au black-rot (Phytophthora ampellicida, doit toutefois être protégé contre ce pathogène en cas de forte pression. Divico possède des résistances pyramidées contre le mildiou et l'oïdium, afin de lui préserver une protection longitudinale minimale contre ces pathogènes est recommandée.

Production et caractères végétatifs

| | | | | |
|------------------------|--------|------------|------------|---------------|
| Rendement | faible | faible | faible | très élevé |
| Compacité de la grappe | forte | forte | compacte | très compacte |
| Grandeur de la grappe | petite | forte | grande | très grande |
| Vigueur | forte | forte | forte | très élevée |
| Port | clair | très élevé | très élevé | élevé |

Phénologie

| | | | | |
|--------------|---------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Débournement | précoce | faible | très tardif | très tardif |
| Maturité | précoce | 1 ^{ère} époque | 2 ^{ème} époque | 2 ^{ème} époque |

Accidents physiologiques

| | |
|--------------------------|--------|
| Couleur | faible |
| Dessèchement de la rafle | faible |

Caractéristiques des moûts et des vins

| | |
|-----------------------------|---|
| Teneur en sucres des moûts | faible |
| Teneur en acidité des moûts | faible |
| Caractéristiques des vins | Vins colorés, structurés, riches en polyphénols. Notes fruitées, florales et épicées. Peut-être valorisé en vin de cépage ou en assemblage. Bien adapté à un élevage sous bois. |

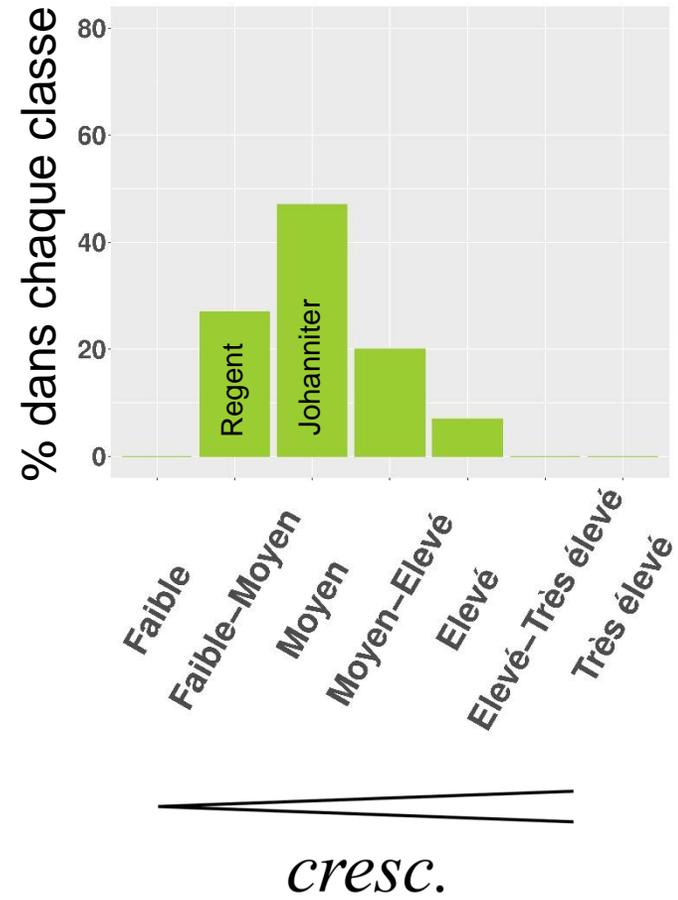
Remarques

Semble s'adapter à un large éventail de situations. Éviter les sols très sécherds. Profite qualitativement de vendanges retardées.



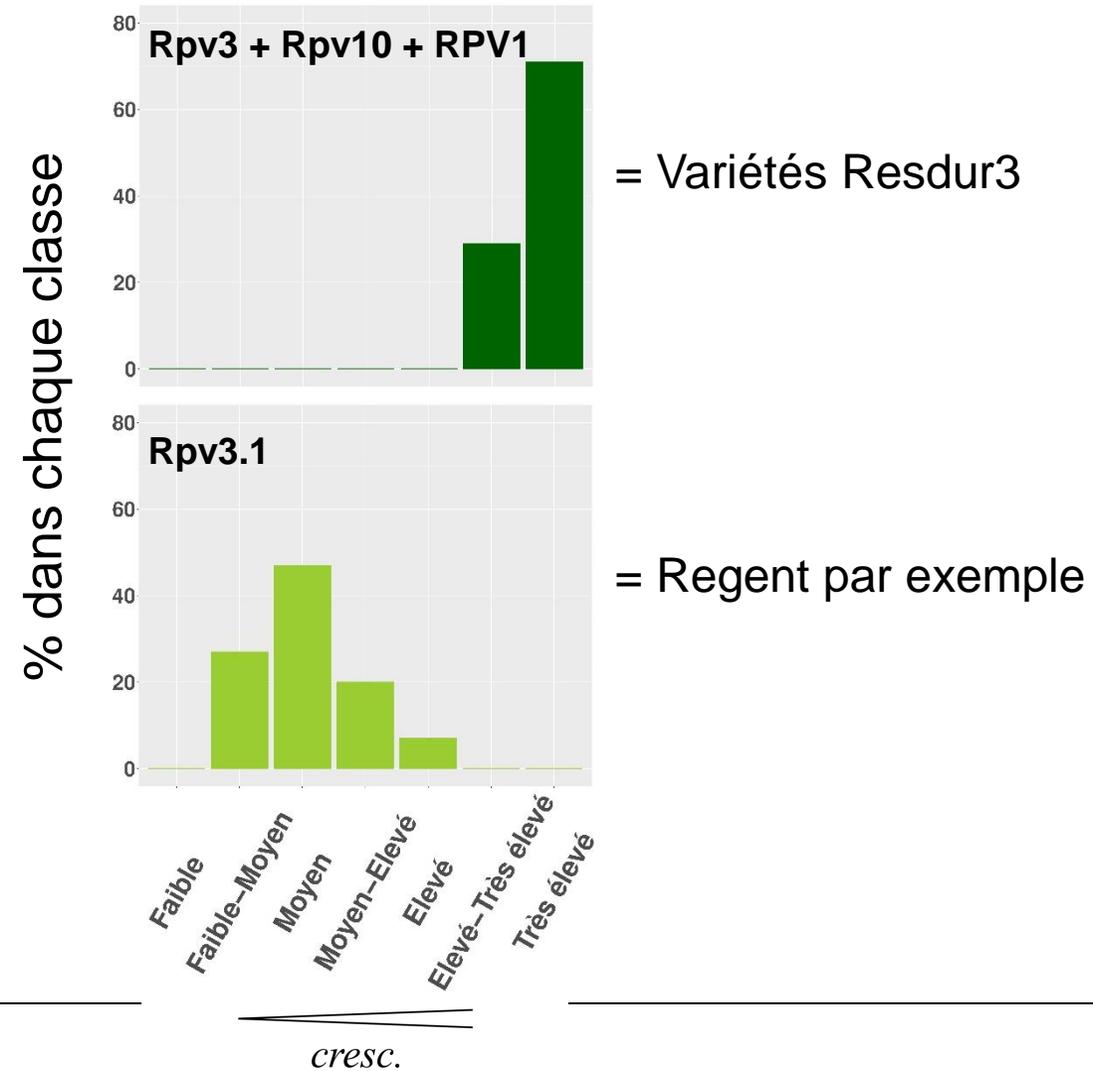
QTLs et niveau de résistance au mildiou

Variétés possédant uniquement Rpv 3.1





QTLs et niveau de résistance au mildiou





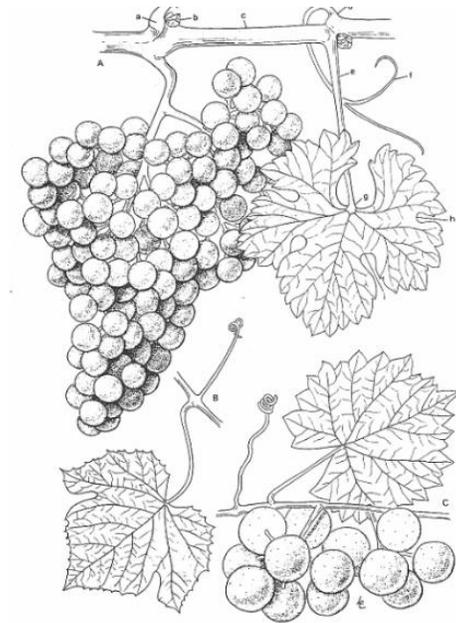
Divico/Divona

croisement entre Bronner et Gamaret

- QTLs pour résistance mildiou:
 - Rpv10: *Vitis amurensis* (Asie)
 - Rpv3.3: *Vitis* américaines
- QTLs pour résistance oidium:
 - Ren3: *Vitis* américaines
 - Ren9: *Vitis* américaines

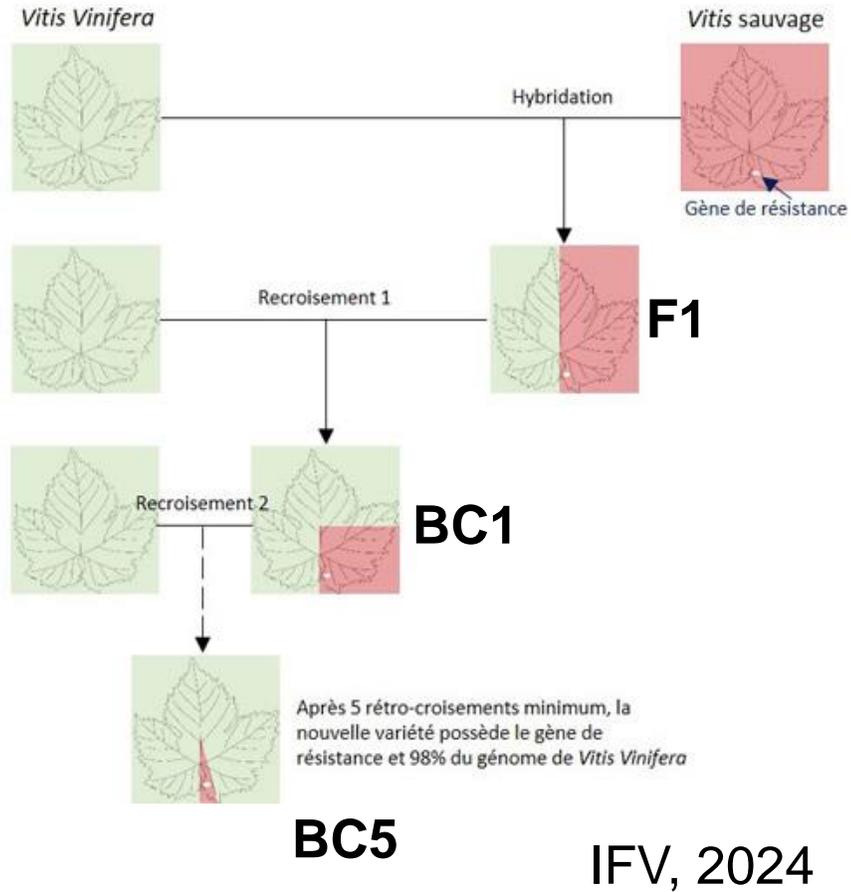


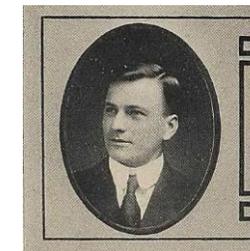
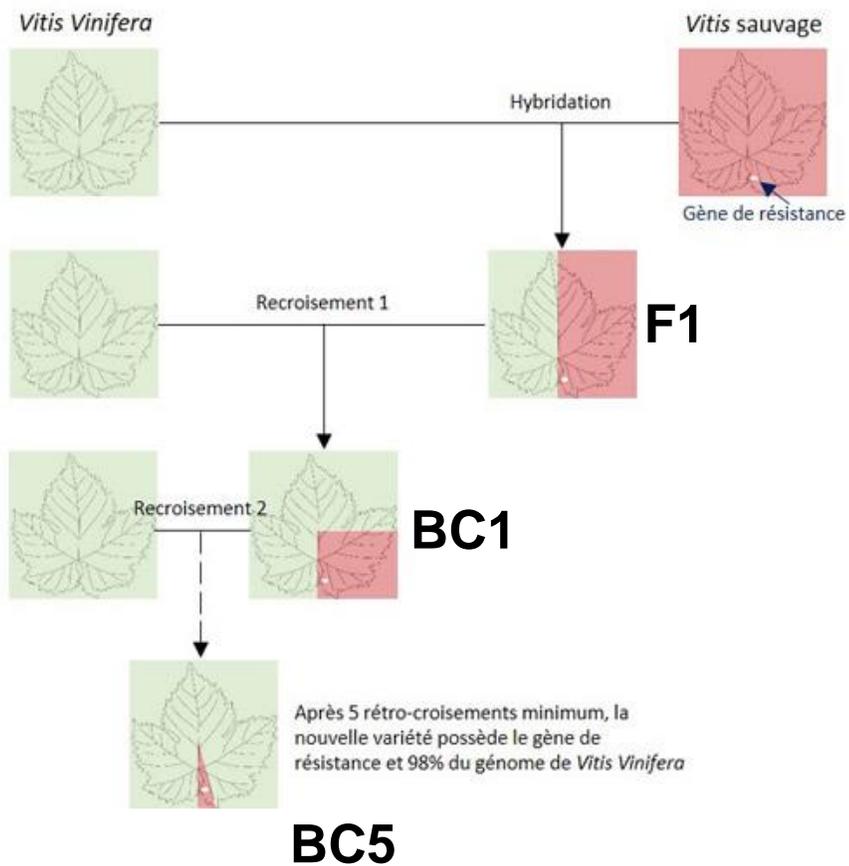
Muscadinia, une lointaine cousine





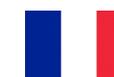
Introgression d'un gène de résistance





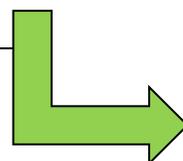
1916

Louis Detjen (1884-1970)



1974-1990

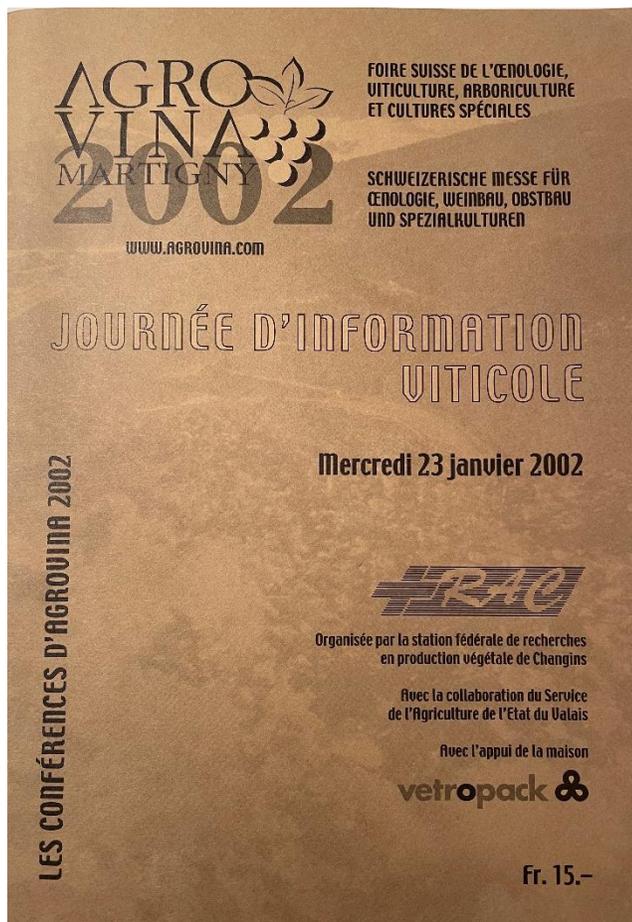
Alain Bouquet (1948-2009)



Programme ResDur (2000-...)

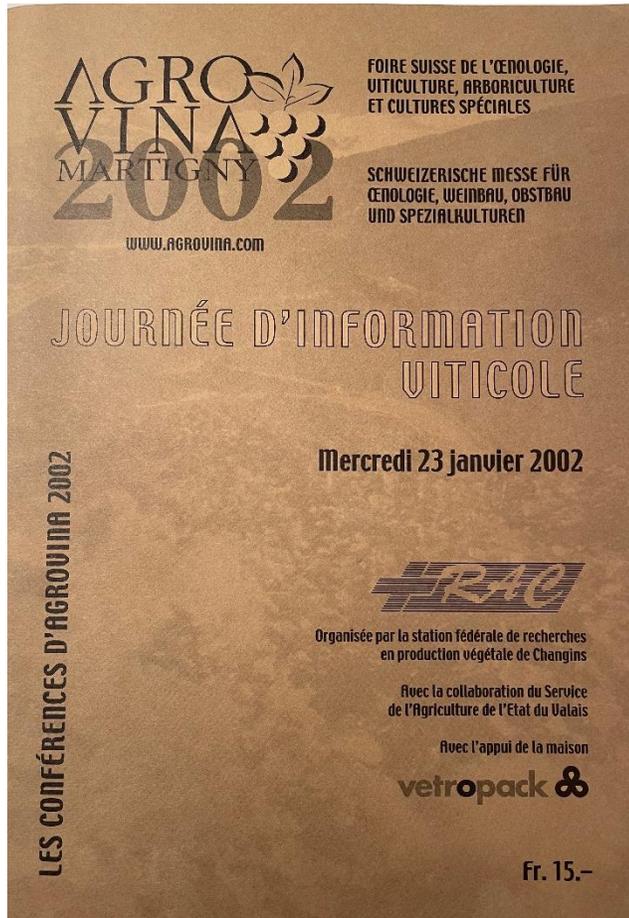


LA résistance contre l'oïdium: Run1





LA résistance contre l'oïdium: Run1



Les « OGM » en viticulture. Possibilités et limites.

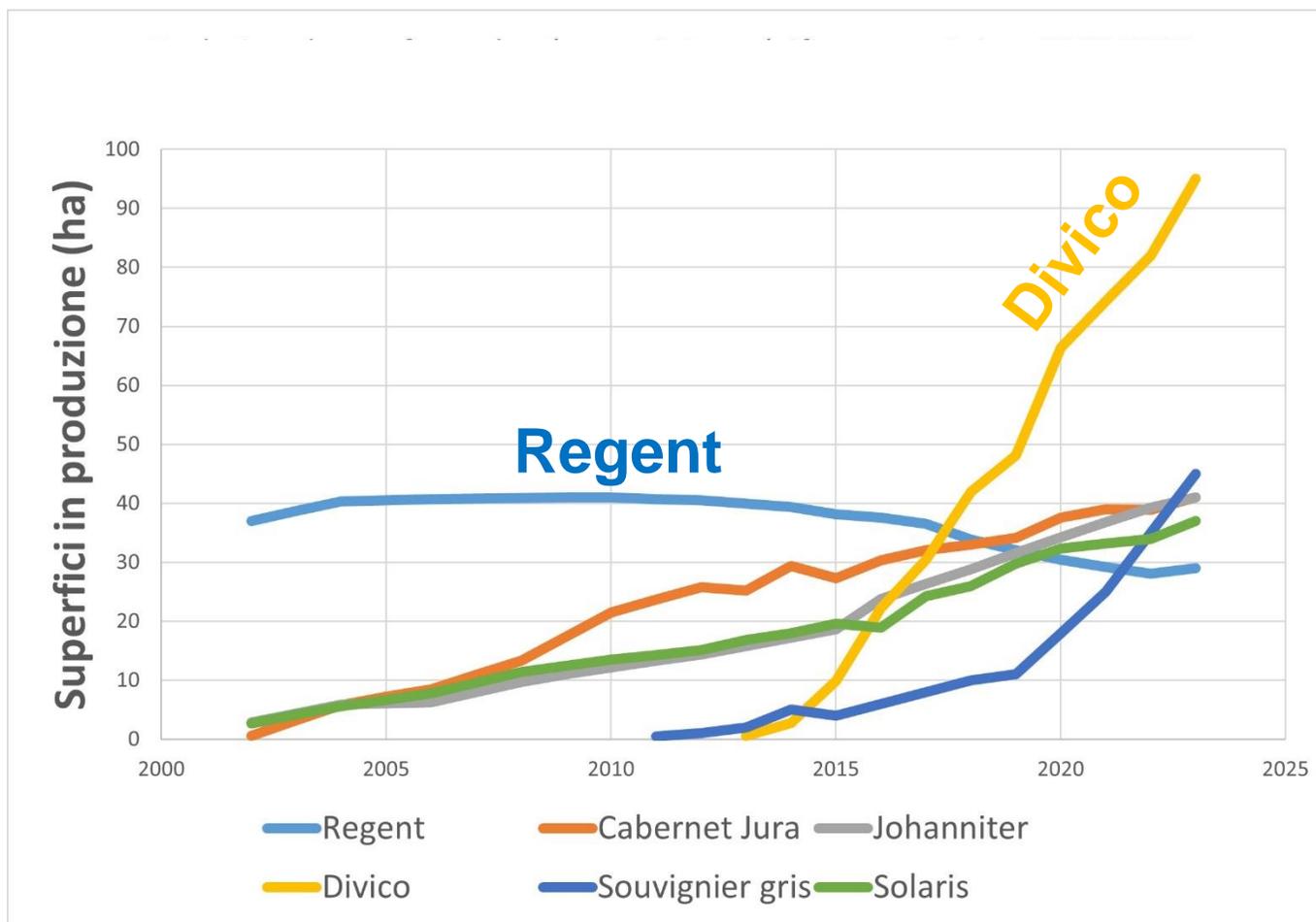
Die gentechnisch veränderten Organismen (GVO) im Weinbau. Möglichkeiten und Grenzen.

Le génie génétique est un outil puissant utilisé pour l'amélioration variétale. De nombreux travaux de recherche sont actuellement en cours. Cependant, aucune variété de vigne OGM n'est actuellement prête à être mise sur le marché et les experts estiment que cela ne sera pas le cas avant une dizaine d'années. Pour la vigne, l'objectif principal des transformations génétiques est la recherche d'une

Muscadinia rotundifolia, le gène *Run1* (résistant à *Uncinula necator*) confère une résistance totale à l'oïdium et une très faible sensibilité au mildiou. L'introduction par hybridation classique de ce gène dans le génome de la vigne européenne (*Vitis vinifera*) a été réalisée.



Evolution des surfaces des principales variétés résistantes en Suisse 2002-2023 (source OFAG)



3.5 % de la surface





Les progrès de la sélection végétale



1983



VS



2025



Programme commun d'innovation variétale: ResDur3

 Agroscope



 INRAE

- ✓ Début 2009
- ✓ Hybridation classique, sélection assistée par marqueurs
=> pyramidage des gènes de résistance
- ✓ Premières variétés homologuées en 2025

But: Créer des variétés résistantes ou peu sensibles à:

Plasmopara viticola

Erysiphe necator

Botrytis cinerea

Phyllosticta ampellicida

+ avec un très bon potentiel œnologique



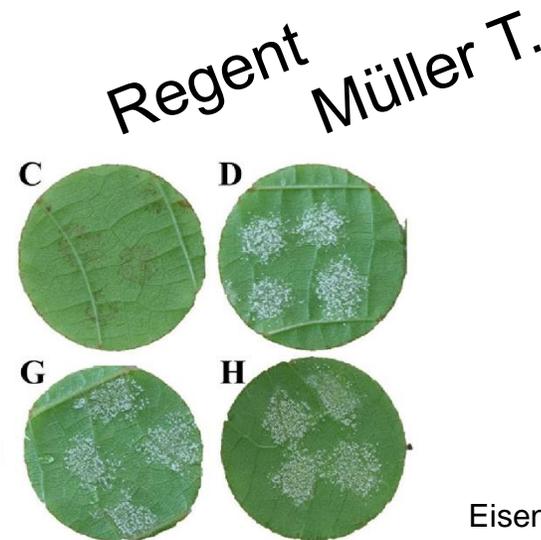
Le pyramidage des gènes de résistance

Pyramidage consiste à sélectionner des variétés portant plusieurs facteurs de résistance

Contournement:

Mildiou souche X

Mildiou souche Y



Eisenmann et al. 2019



Pourquoi le pyramidage

Sélectionner des variétés portant plusieurs facteurs de résistance

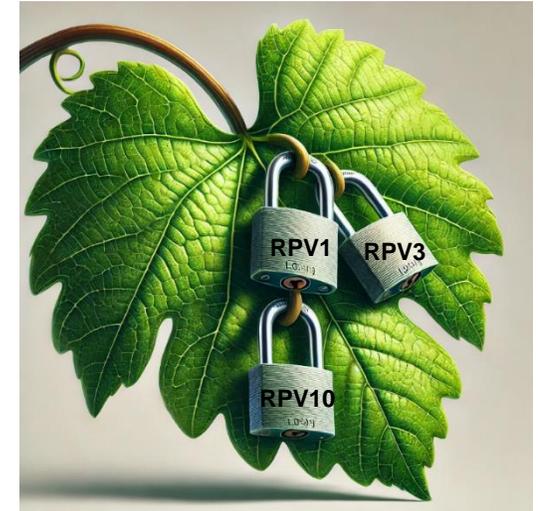
But: augmenter le niveau de résistance (efficacité) ET assurer sa durabilité





Assurer la durabilité d'une résistance

Pyramidage

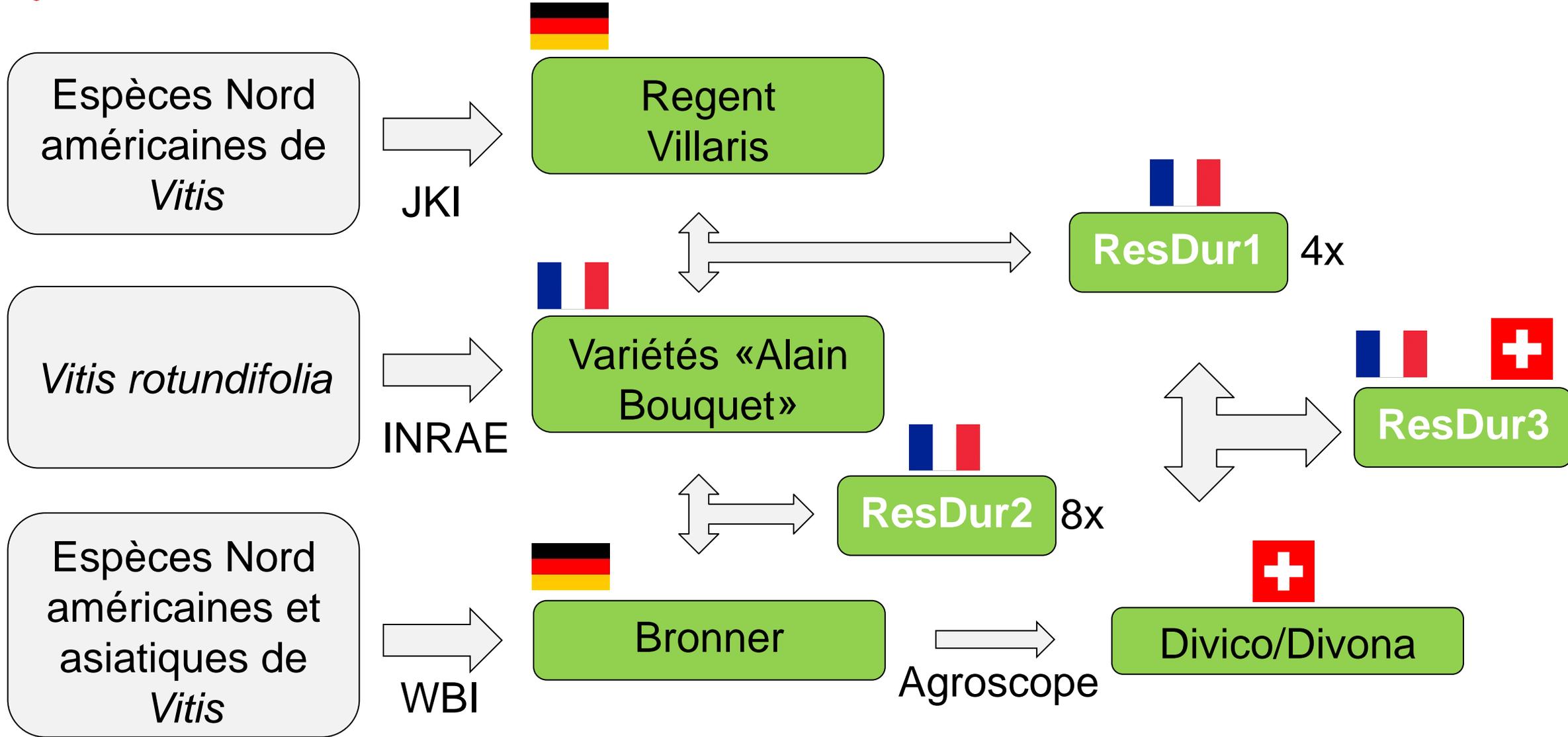


Cépages résistants \neq zéro traitement





Programme ResDur (2000-....)





Collaboration Agroscope/INRAE

3 années de croisements: 2009 (P), 2012 (S) et 2014 (U)

Parents utilisés: Floreal, Voltis, Col-2024G, Artaban, IJ119, Divico, Divona et IRAC1933

4500 plantules - 400 candidats pyramidés

Sélection intermédiaire (5 souches): Pully + Colmar
Caractérisation agronomique et oenologique

Essais homologation (**VATE**) sur deux sites:  

Plantation VATE pour CH: P (2018), S (2022) et U (2024).



Méthode

3 années de croisements: 2009 (P), 2012 (S) et 2014 (U)

1^{er} année





Méthode

3 années de croisements: 2009 (P), 2012 (S) et 2014 (U)

1^{er} année



Sélection assistée par marqueurs

2^e année





Sélection intermédiaire

| # Variétés | Année | Phase |
|------------|-------------|--|
| | X | Croisement |
| 100% | X+1 | Germination, SAM et production de bois |
| 10% | X+2 | Greffage, pépinière |
| 10% | X+3 | Plantation au vignoble (5 ceps/pépin) |
| 10% | X+5 à X+9 | Sélection intermédiaire au vignoble |
| 1% | X+10 | Plantation essai VATE |
| 1% | X+12 à X+15 | Sélection finale, essai VATE |
| 0.1% | X+16 à X+17 | Homologation nouvelles variétés |





Site expérimental pour essai VATE



Saint Pierre de Clages (Valais, CH). Altitude: 540 m.





Dispositif expérimental

Plantation: 2018

Porte-greffe: 3309 C

Guyot simple: 185 x 80 cm

16 variétés en sélection finale

Témoins *vinifera*: **Gamay** et **Chardonnay**

Blocs randomisés: 3 répétitions

30 ceps/répétition

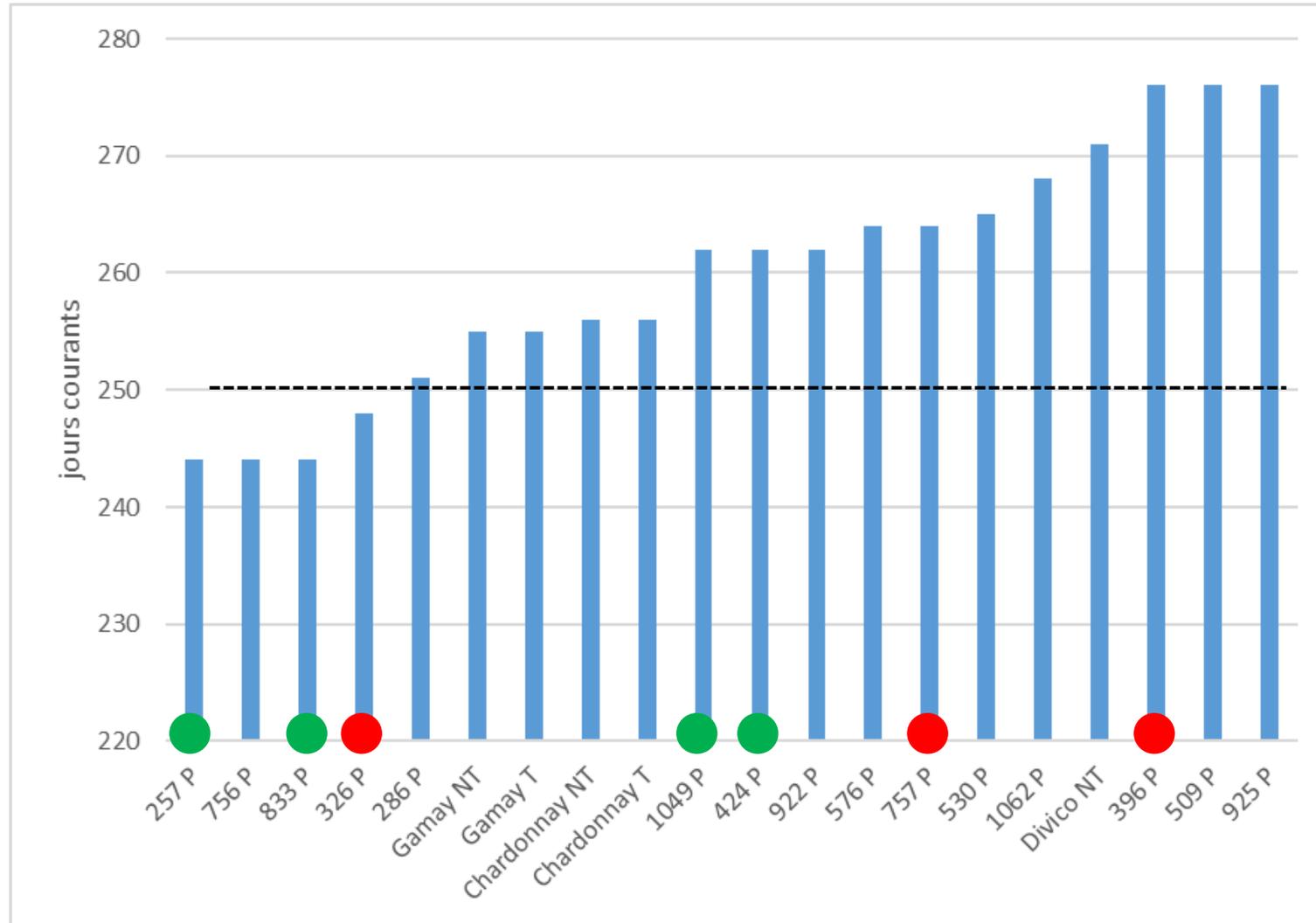
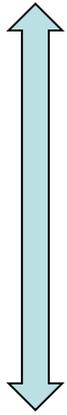
Années de référence: **2020-2023**





Date de la vendange

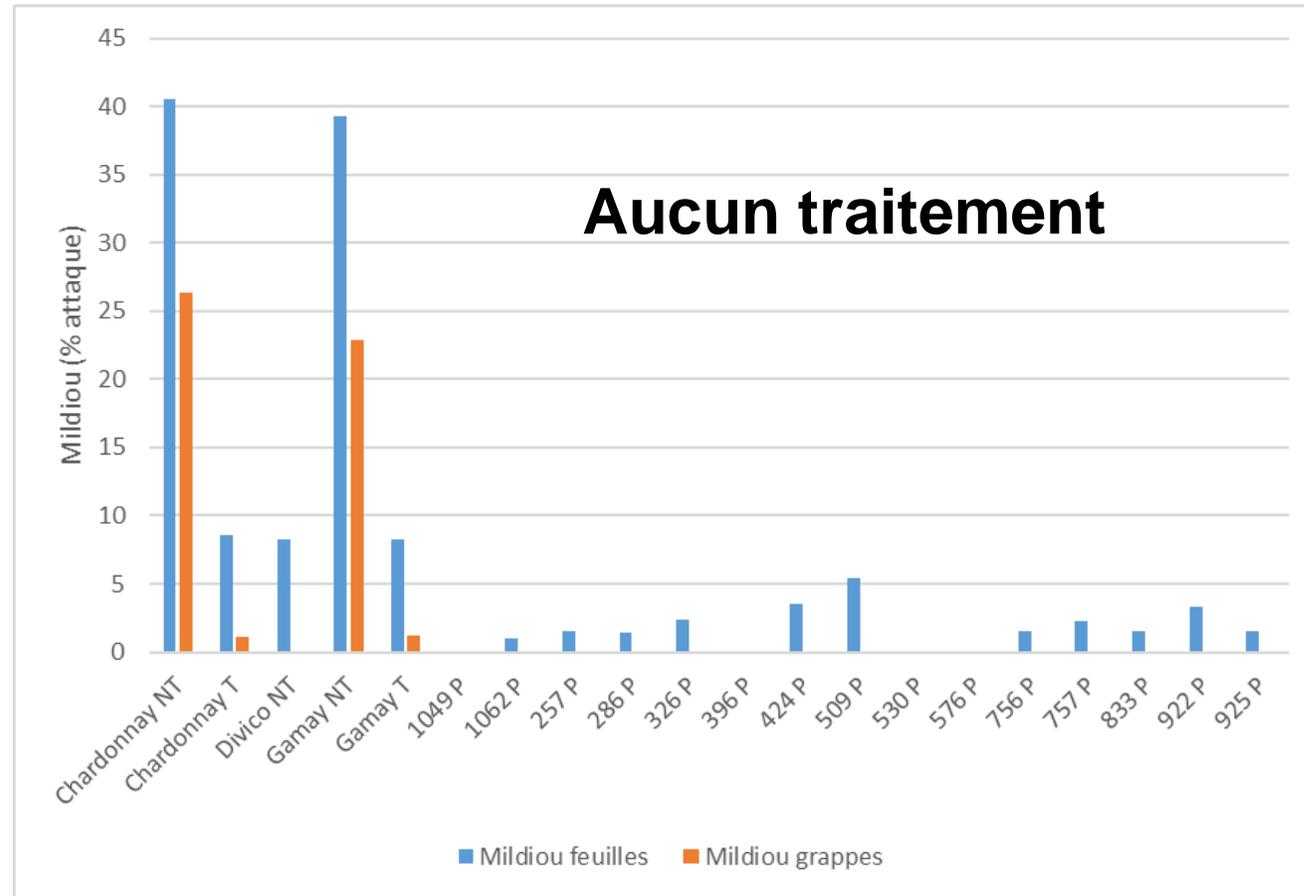
1 mois



7 septembre

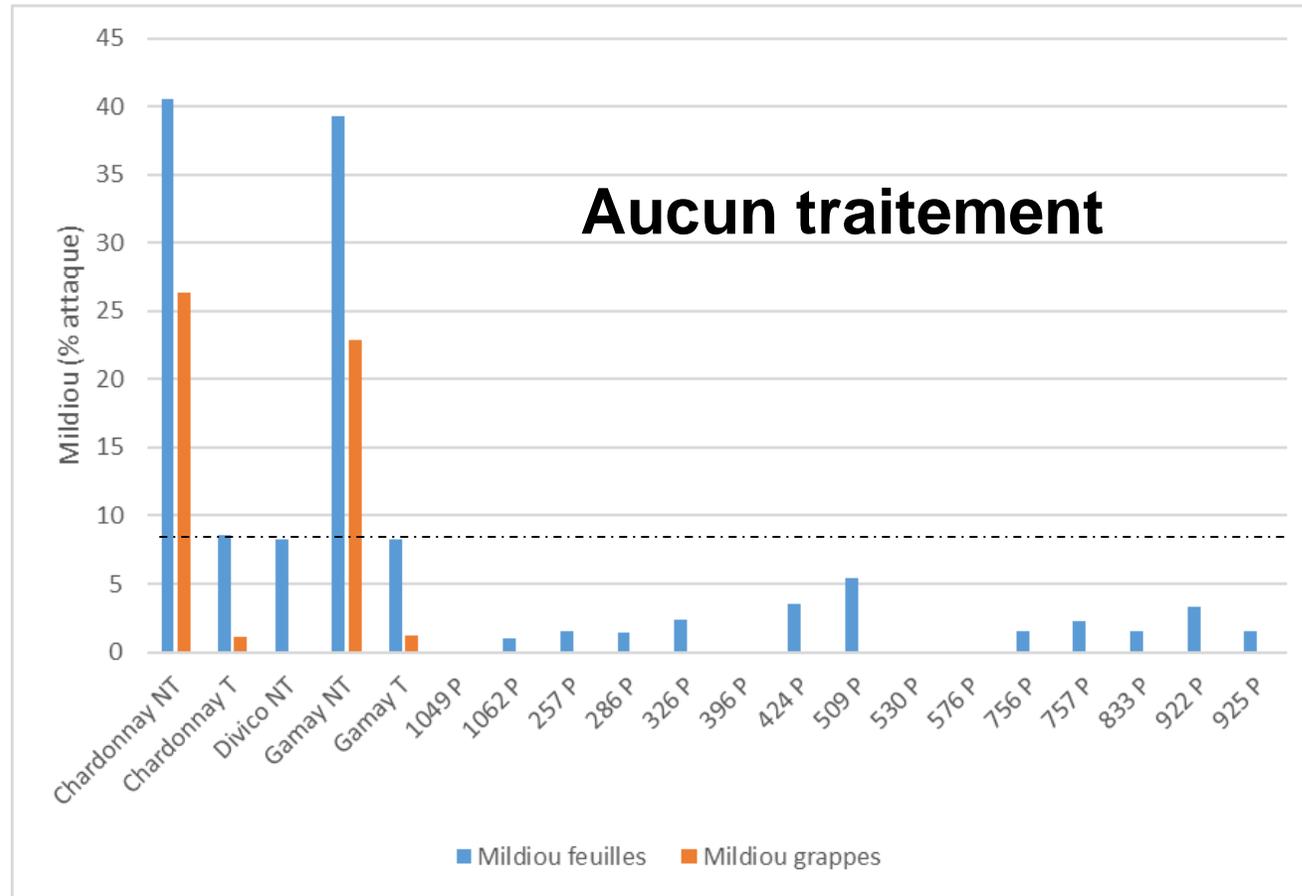


Attaque de mildiou pré-vendanges (feuilles et grappes)





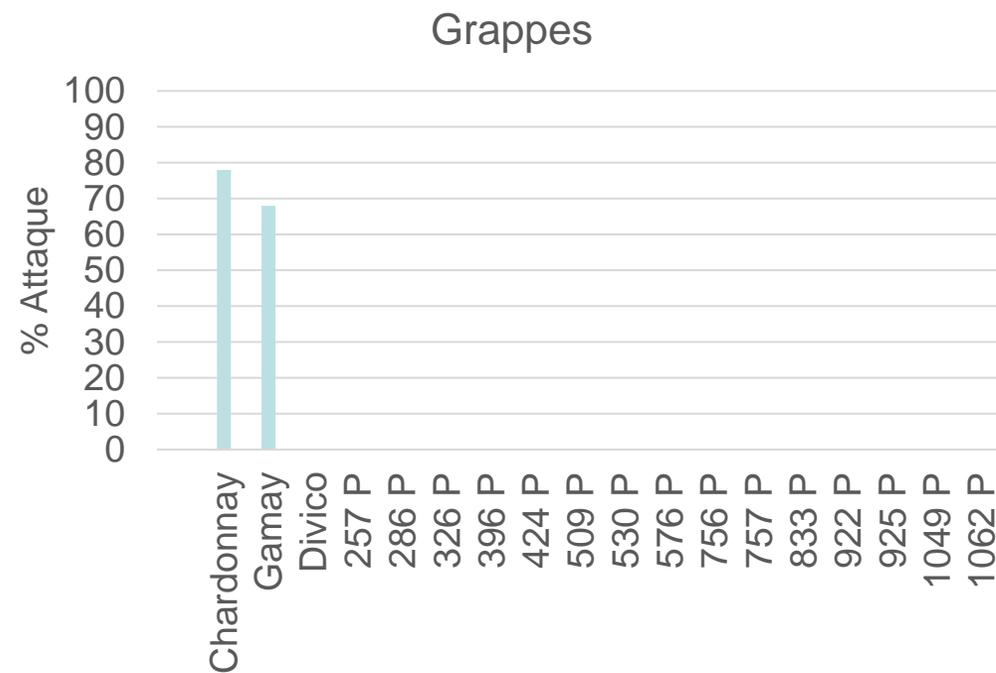
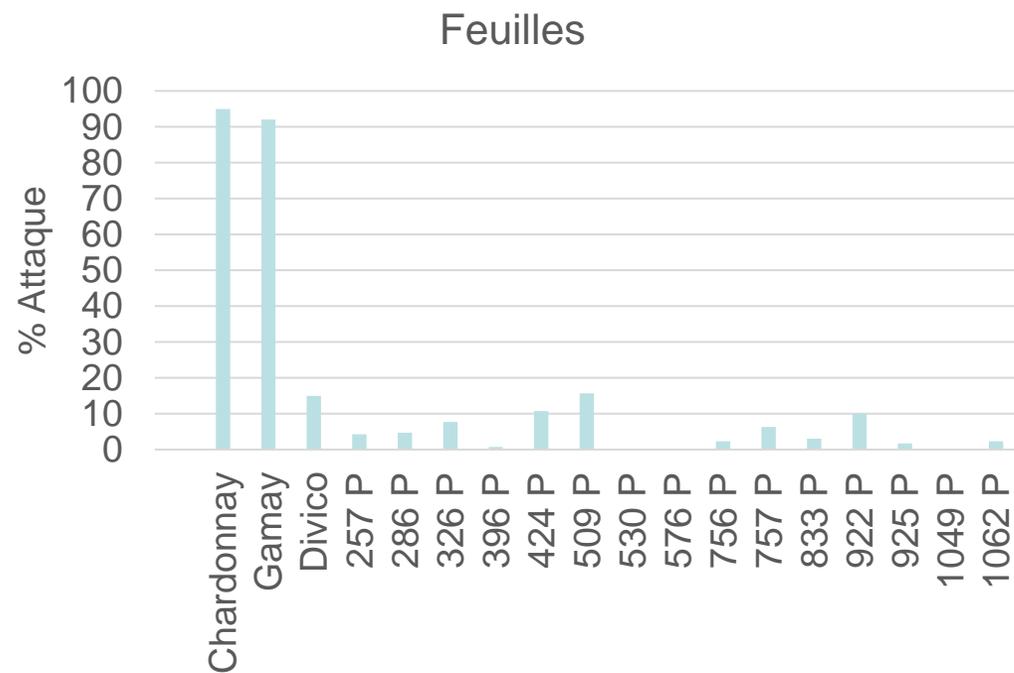
Attaque de mildiou pré-vendanges (feuilles et grappes)





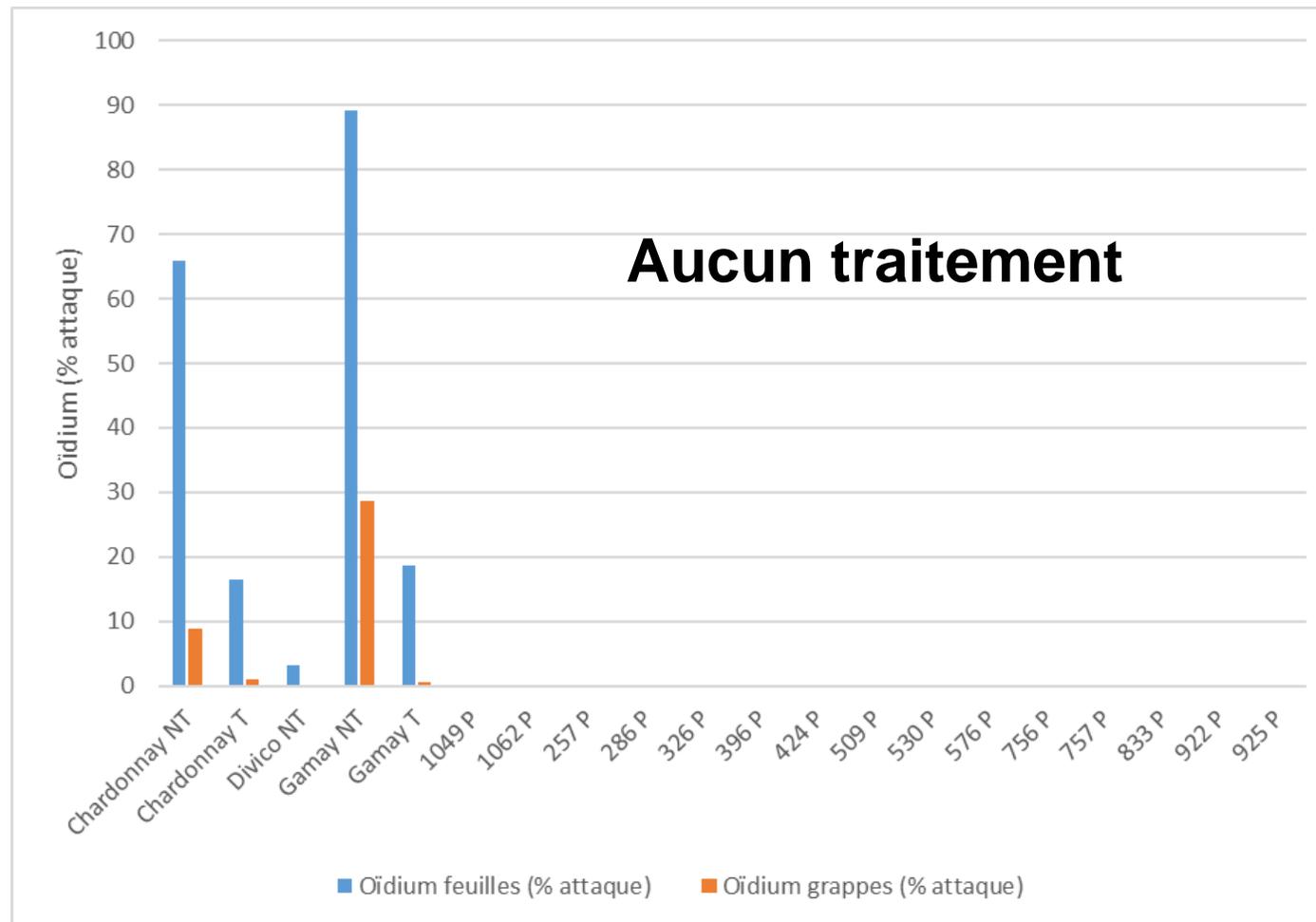
Zoom 2021

Mildiou, % attaque début septembre 2021



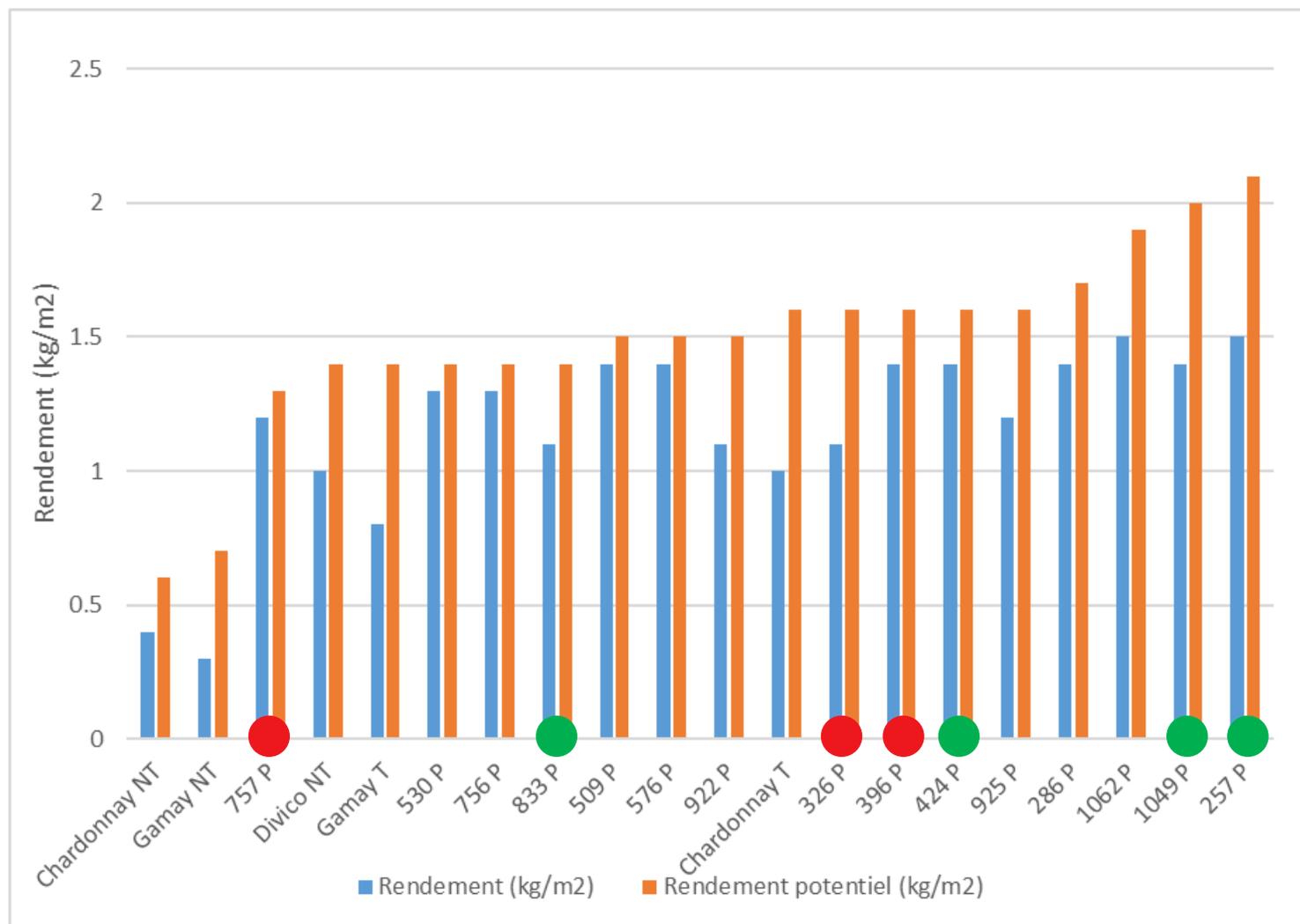


Attaque d'oïdium pré-vendanges (feuilles et grappes)



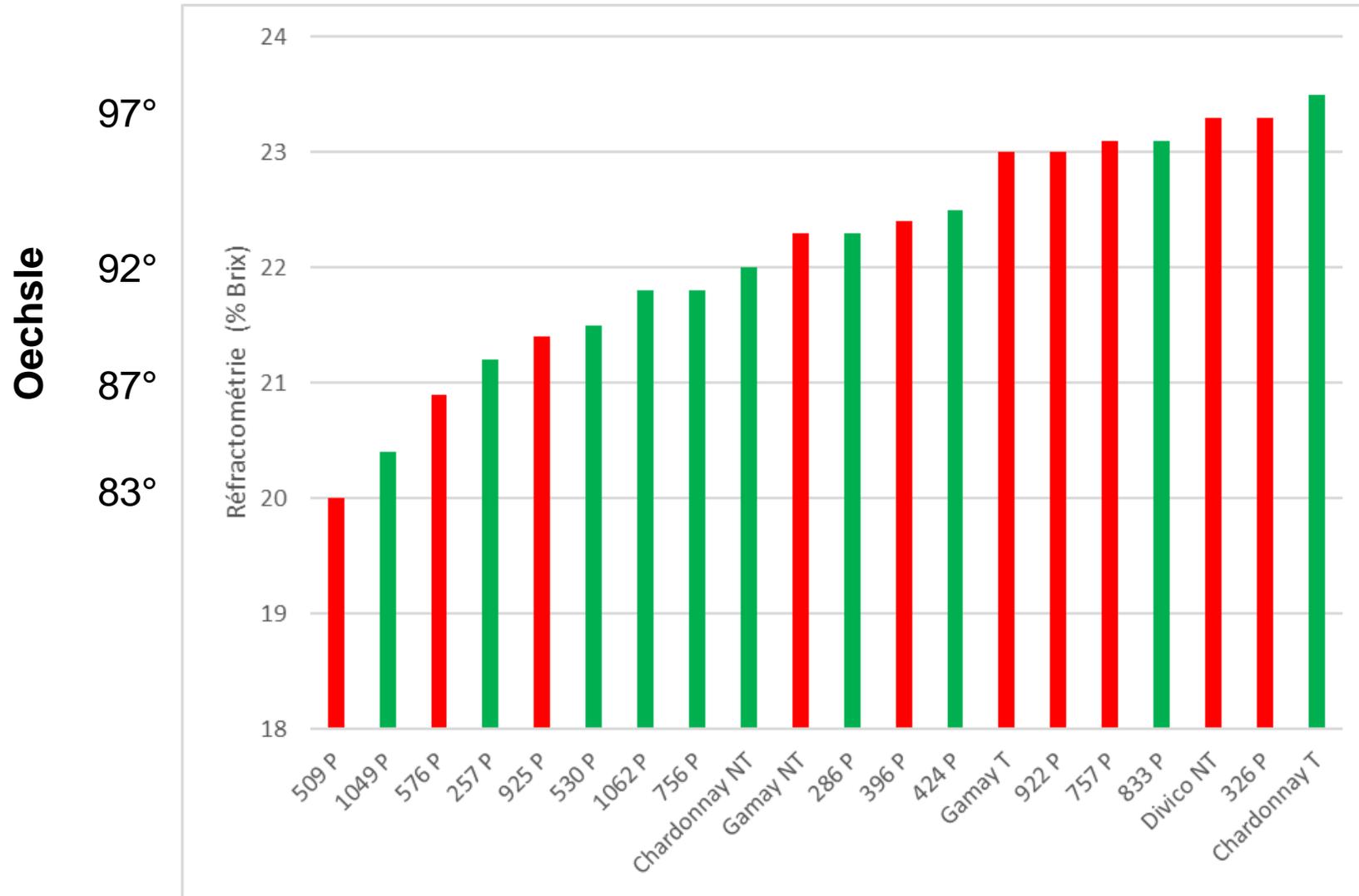


Production (rendement potentiel et effectif)



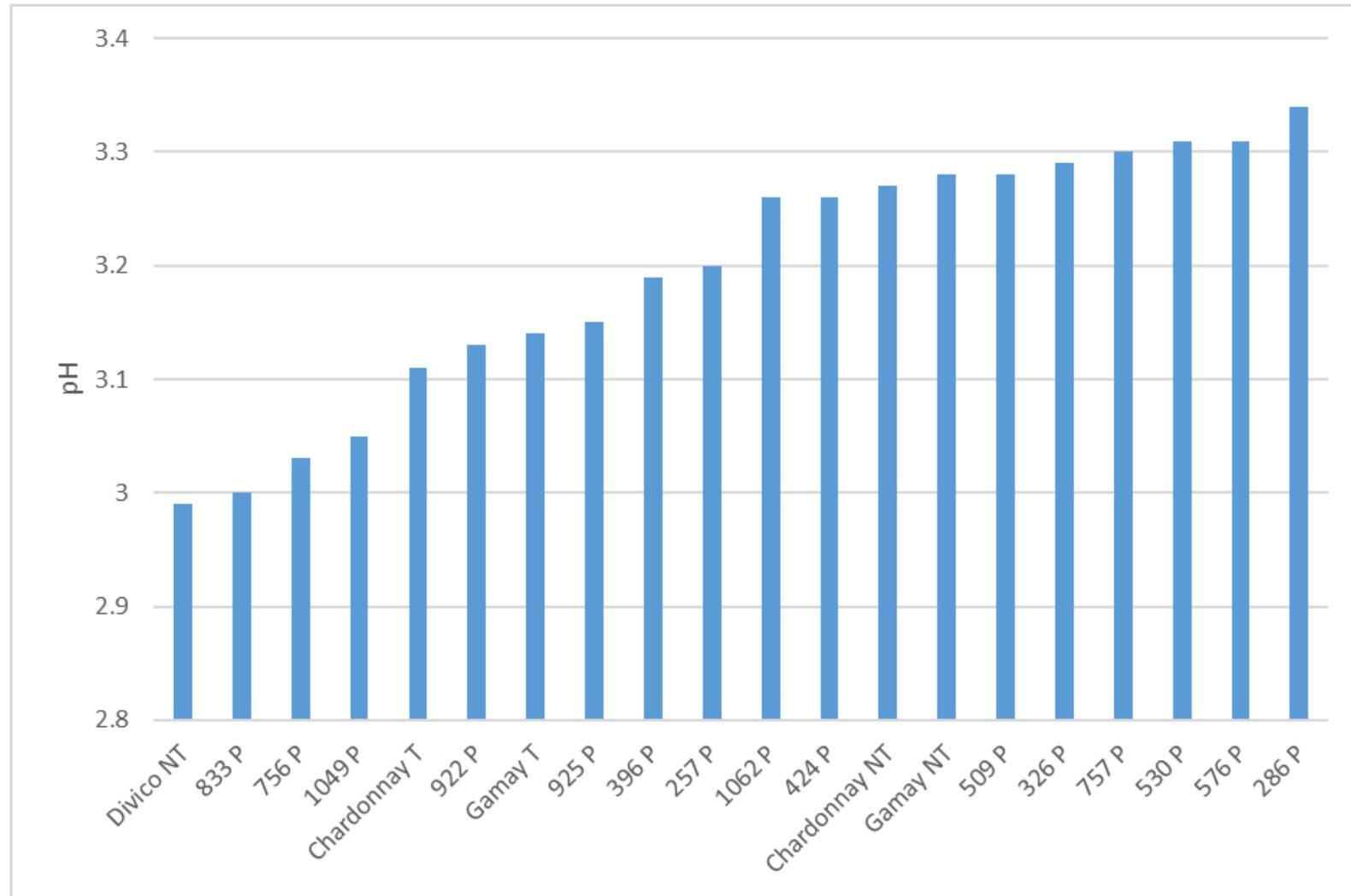


Indice réfractométrique des moûts



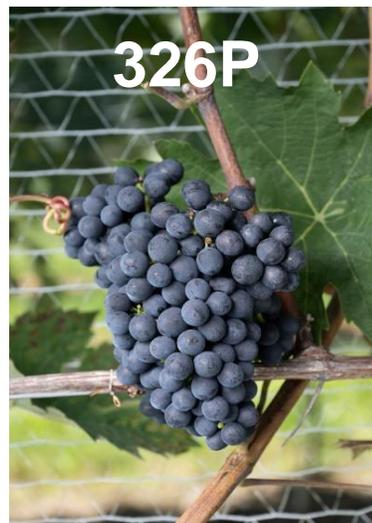


Acidité des moûts





Candidats à l'homologation



+ 833P



Merci pour votre attention



326P

- Parents: Col-2024G x Divico
- Structure ResDur3: Rpv1,Rpv3.1, Rpv3.3, Rpv10, Run1, Ren3, Rgb1
- Vigueur moyenne, port semi-érigé
- Débourrement précoce (1 jour avant Chardonnay)
- Maturité précoce (1 semaine avant Gamay)
- Potentiel de production moyen-élevé
- Bon niveau qualitatif (vins colorés, structurés, fruités et épicés)





757P

- Parents: IRAC1933 x Col-2024G
- Structure ResDur3 : Rpv1, Rpv3.3, Rpv10, Run1, Ren3, Ren9
- Port semi-érigé, vigueur assez élevée
- Débourrement assez précoce (2 jours après Chardonnay)
- Maturité de deuxième époque (une semaine après Gamay)
- Potentiel de production élevé mais assez sensible à la coulure
- Bon niveau qualitatif (vins colorés, structurés, fruités, épicés, assez tanniques)





396P

- Parents: IRAC1933 x Voltis
- Structure ResDur3: Rpv1, Rpv3.1, Rpv3.3, Rpv10, Run1, Ren3, Ren9
- Port semi-érigé à semi-étalé, vigueur moyenne
- Débourrement tardif (10 jours après-Chardonnay)
- Maturité de 3^{ème} époque (2-3 semaines après Gamay)
- Potentiel de rendement moyen à élevé, grappes compactes
- Bon niveau qualitatif (vins colorés, assez fruités, structurés avec des tannins assez souples)





257P

- Parents: Voltis x Divico
- Structure ResDur3 : Rpv1, Rpv3.1, Rpv10, Run1, Ren3, Ren9, Rgb1
- Port semi-étalé, vigueur moyenne à faible (proche de Gamay)
- Débourrement précoce (2 jours après Chardonnay)
- Maturité précoce (10 jours avant Chardonnay)
- Potentiel de rendement élevé à très élevé
- Excellent niveau qualitatif (vins structurés, très aromatiques, notes fruitées, florales, exotiques)





424P

- Parents: IRAC1933 x Voltis
- Structure ResDur2: Rpv1,Rpv10, Run1, Ren3, Ren9
- Port semi-érigé, vigueur élevée
- Débourrement moyen (5 jours après Chardonnay)
- Maturité de deuxième époque (1 semaine après Chardonnay)
- Potentiel de rendement moyen à élevé
- Bon niveau qualitatif (vins assez structurés, plutôt neutres)





1049P

- Parents : IRAC1933 x Col-2024G
- Structure ResDur3 : Rpv1, Rpv3.1, Rpv10, Run1, Ren3, Ren9, Rgb1
- Port semi-érigé, vigueur moyenne à élevée
- Débourrement moyen (4 jours après Chardonnay)
- Maturité de deuxième époque (1 semaine après Chardonnay)
- Potentiel de rendement élevé à très élevé
- Assez bon niveau qualitatif (vins plutôt neutres, assez vifs)





833P

- Parents : IRAC1933 x Col-2024G
- Structure ResDur2: Rpv1,Rpv10, Run1, Ren3, Ren9, Rgb1
- Port semi-étalé, vigueur élevée
- Débourrement précoce (2 jours après Chardonnay)
- Maturité précoce (10 jours avant Chardonnay)
- Potentiel de rendement moyen
- Produit des moûts riches en sucres, caractérisés par une acidité prononcée
- Bon niveau qualitatif (vins aromatiques et bien structurés)

•