

# Divico, premier cépage résistant aux principales maladies de la vigne sélectionné par Agroscope

Jean-Laurent SPRING<sup>1</sup>, Katia GINDRO, Francine VOINESCO, Mauro JERMINI<sup>2</sup>, Mirto FERRETTI<sup>2</sup> et Olivier VIRET, Agroscope, 1260 Nyon

<sup>1</sup>Agroscope, 1009 Pully – <sup>2</sup>Agroscope, 6594 Contone

Renseignements: Jean-Laurent Spring, e-mail: jean-laurent.spring@agroscope.admin.ch, tél. +41 21 721 15 63, www.agroscope.ch



La sélection de Divico a nécessité dix-sept ans de travail.

## Introduction

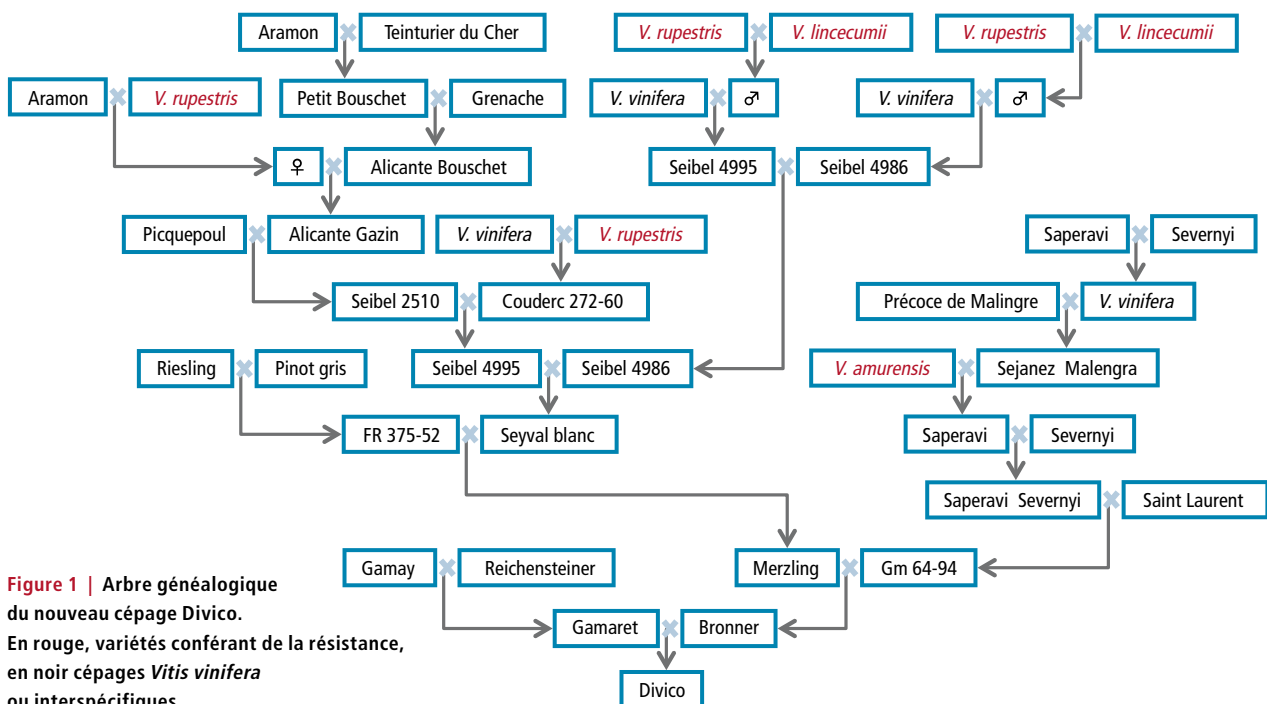
Agroscope a commencé à créer de nouveaux cépages par hybridation classique entre variétés européennes (*V. vinifera*) en 1965. La première phase de ce programme s'est surtout concentrée sur l'obtention de cépages rouges de qualité peu sensibles à la pourriture du raisin (*Botrytis cinerea*), permettant la diffusion, dès 1990, de huit nouveaux cépages (Gamaret, Garanoir, Diolinoir, Carminoir, Galotta, Mara, Charmont, Doral). Certains ont connu une forte extension dans le vignoble suisse, couvrant un peu plus de 800 ha en 2012 (OFAG, 2013). Le Gamaret est le cépage le plus plébiscité: en vingt ans, il s'est hissé au quatrième rang des rouges cultivés en Suisse après le Pinot noir, le Gamay et le Merlot, devant le Garanoir. Depuis 1996, le programme s'est voué à créer des cépages résistant également au mildiou (*Plasmopara viticola*) et à l'oïdium (*Uncinula necator*), par hybridation interspécifique

classique (Bouquet *et al.* 2000; Rousseau et Chanfreau 2013). Dans une première phase, le Gamaret, choisi comme géniteur européen (*V. vinifera*) pour son potentiel qualitatif et son exceptionnelle résistance à *Botrytis cinerea* (Pezet 1993), a été croisé avec une large gamme de cépages porteurs de gènes de résistance au mildiou et à l'oïdium provenant de vignes sauvages américaines et asiatiques. Afin d'accélérer et de fiabiliser le processus de sélection, le groupe de recherche de mycologie d'Agroscope a développé des tests précoces pour trier les candidats munis d'une résistance élevée au mildiou (*Plasmopara viticola*). Des critères biochimiques ont été établis sur la base des mécanismes naturels de défense induite de la vigne (phytoalexines stilbéniques) et intégrés dans le programme de création variétale (Gindro *et al.* 2007). La synthèse des stilbènes, notamment le resvératrol et ses dérivés oxydés, comme l' $\epsilon$ - et la  $\delta$ -viniférine, et le ptérostilbène (dérivé méthylé), est un des meilleurs

mécanismes de défense de la vigne contre les pathogènes fongiques (Gindro *et al.* 2010). Les cépages sensibles produisent des quantités variables de stilbènes non toxiques, tels que le resvératrol et la picéide (dérivé glycosylé du resvératrol), tandis que les cépages résistants produisent les dérivés oxydés et méthylés les plus toxiques, parvenant à tuer rapidement le pathogène, sur feuille comme sur grappe (Gindro *et al.* 2012). Cette réaction se traduit par la formation de petites nécroses brunes sur les tissus verts, correspondant à des zones de mort cellulaire. Depuis 1996, 58 croisements ont généré plus de 30000 génotypes. Les performances agronomiques et œnologiques de 131 d'entre eux sont actuellement testées sur le site d'Agroscope à Pully, et seize également sur les domaines d'Agroscope en Valais, au Tessin et en Suisse alémanique. En 2013, un premier cépage issu de ce programme, IRAC 2091, a été homologué sous le nom de Divico. Fruit d'un croisement en 1997 entre Gamaret (Gamay x Reichensteiner) et Bronner, cépage blanc résistant obtenu par l'Institut de Fribourg-en-Brigau (D), sa généalogie complexe (fig.1) fait intervenir des vignes sauvages d'origine américaine (*Vitis rupestris*, *Vitis lincecumii*) et asiatique (*Vitis amurensis*) d'où il tire ses caractéristiques de résistance au mildiou et à l'oïdium. Cet article présente les observations agronomiques et œnologiques sur ce nouveau cépage dans les conditions du bassin lémanique (Pully), du Valais (Leytron) et du Tessin (Cugnasco).

## Résumé

Le premier cépage résistant au mildiou (*Plasmopara viticola*), à l'oïdium (*Uncinula necator*) et à la pourriture grise (*Botrytis cinerea*) sélectionné par Agroscope vient d'être homologué. Cette variété rouge, issue d'un croisement en 1997 entre Gamaret et Bronner, a reçu le nom de Divico en hommage au mythique chef helvète. Elevée, sa résistance aux maladies n'est toutefois pas absolue. Selon la pression des maladies, un à trois traitements phytosanitaires autour de la période de floraison/nouaison suffisent à le protéger efficacement. De fertilité modérée, il doit être conduit en taille longue. Son cycle végétatif est relativement précoce, mais il doit être vendangé tardivement pour assurer une bonne maturité phénolique des raisins. Appréciés en dégustation, ses vins structurés, très riches en couleur et en tanins de bonne qualité, se caractérisent par un bouquet à la fois fruité et épicé.



## Matériel et méthodes

### Sites, sol, climat et dispositif expérimentaux Pully (VD)

L'essai a été installé en 2003 en deux blocs de dix ceps conduits en Guyot simple (1,5 x 0,9m) et greffés sur 3309C. Situé à 460m d'altitude, ce site est exposé à une pression assez forte du mildiou et extrêmement forte de l'oïdium (1140mm de précipitations annuelles moyennes, 15,0°C de moyenne durant la période de végétation de mi-avril à mi-octobre). Le sol est formé de colluvions fertiles. La pression extrême de l'oïdium a nécessité trois applications de soufre mouillable (4–5 kg/ha en fonction de la phénologie) sur l'ensemble des ceps durant la période de floraison/nouaison/grossissement des baies (stades BBCH 57–59, 71–73, 73–75) (Lancashire *et al.* 1991). Contre le mildiou, deux variantes ont été mises en place:

- Variante traitée: trois pulvérisations à base d'hydroxyde de cuivre (0,5 kg de Cu métal par application/ha) en même temps que les applications de soufre.
- Variante non traitée.

Un cépage témoin européen sensible aux maladies, le Pinot noir clone RAC 12, a été conduit selon le même protocole.

### Leytron (VS)

Pour le Valais, dix-neuf ceps greffés sur 3309C et conduits en Guyot simple (1,8 x 1,0m) ont été implantés sur le domaine expérimental d'Agroscope en 2006. La pression des maladies, surtout de l'oïdium, y est relativement faible (636mm de précipitations annuelles moyennes, 15,5°C de moyenne durant la période de végétation de mi-avril à mi-octobre). Le sol est constitué d'alluvions torrentielles profondes et très caillouteuses. Aucun traitement phytosanitaire n'a été effectué sur cette parcelle. Le cépage témoin européen est le Gamaret.

### Cugnasco (TI)

Au Tessin, deux blocs de dix-huit ceps greffés sur 3309C et conduits en Guyot simple (2,0 x 0,9m) ont été plantés en 2006 sur le domaine expérimental d'Agroscope sur des terrains alluviaux de la plaine de Magadino. Les conditions climatiques (précipitations annuelles moyennes de 1915mm, 16,8°C de moyenne durant la période de végétation de mi-avril à mi-octobre) favorisent une extrême pression du mildiou et une relativement faible incidence de l'oïdium. Deux variantes ont été mises en place:

- Variante traitée: trois applications à base d'hydroxyde de cuivre (1,2kg de Cu métal par application/ha) et de soufre mouillable (2kg/ha) effectuées autour de la période de floraison/nouaison/grossissement des baies (stades BBCH 57–59, 71–73, 73–75).
- Variante non traitée.

Le Merlot a servi de cépage européen témoin soumis au même protocole.

### Contrôles

Les observations ont été effectuées de 2006 à 2012 à Pully et de 2008 à 2012 en Valais et au Tessin.

### Phénologie

La date du débourrement (BBCH 09) a été notée à Pully et Cugnasco et la date de la vendange dans les trois sites expérimentaux.

### Composantes du rendement

La fertilité des bourgeons a été contrôlée sur dix ceps par répétition, le poids des grappes (calculé à partir du poids de récolte et du nombre de grappes par cep) et le rendement total enregistré. Enfin, la limitation de la récolte en juillet a été estimée en nombre moyen de grappes supprimées par cep.

### Analyse des goûts

Teneur en sucre, pH, acidité totale (exprimée en acide tartrique), acide tartrique et acide malique ont été déterminés, ainsi que l'indice de formol (Aerny, 1996).

### Contrôles phytosanitaires

Le taux de surface foliaire lésée par le mildiou et l'oïdium entre début et mi-septembre a été déterminé.

Le taux d'attaques sur grappes causées par le mildiou, l'oïdium ou le botrytis a été évalué de début à mi-septembre.

Le pourcentage de raisins atteints par les maladies fongiques (déchet non vinifiable) a été trié et déterminé à la vendange.

### Sélection par marqueurs biochimiques

Les critères biochimiques ont été appliqués sur les semis de pépins de raisin selon la méthodologie en deux étapes décrite par Gindro *et al.* (2007). Les composés stilbéniques ont été quantifiés sur les 4<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> feuilles depuis l'apex, infectées artificiellement avec du mildiou. Après 48h d'incubation en chambre humide, les feuilles infectées ont été prélevées et les stilbènes extraits au méthanol, puis quantifiés par chromatographie en phase liquide (HPLC).

### Microscopie

Les observations microscopiques des cires épicuticulaires ont été réalisées au microscope électronique à balayage environnemental (MEBE). L'histologie des pellicules de baies a été observée sur coupes semi-fines ( $0,8\mu\text{m}$ ) au microscope optique équipé d'une caméra digitale.

### Vinifications et analyses sensorielles

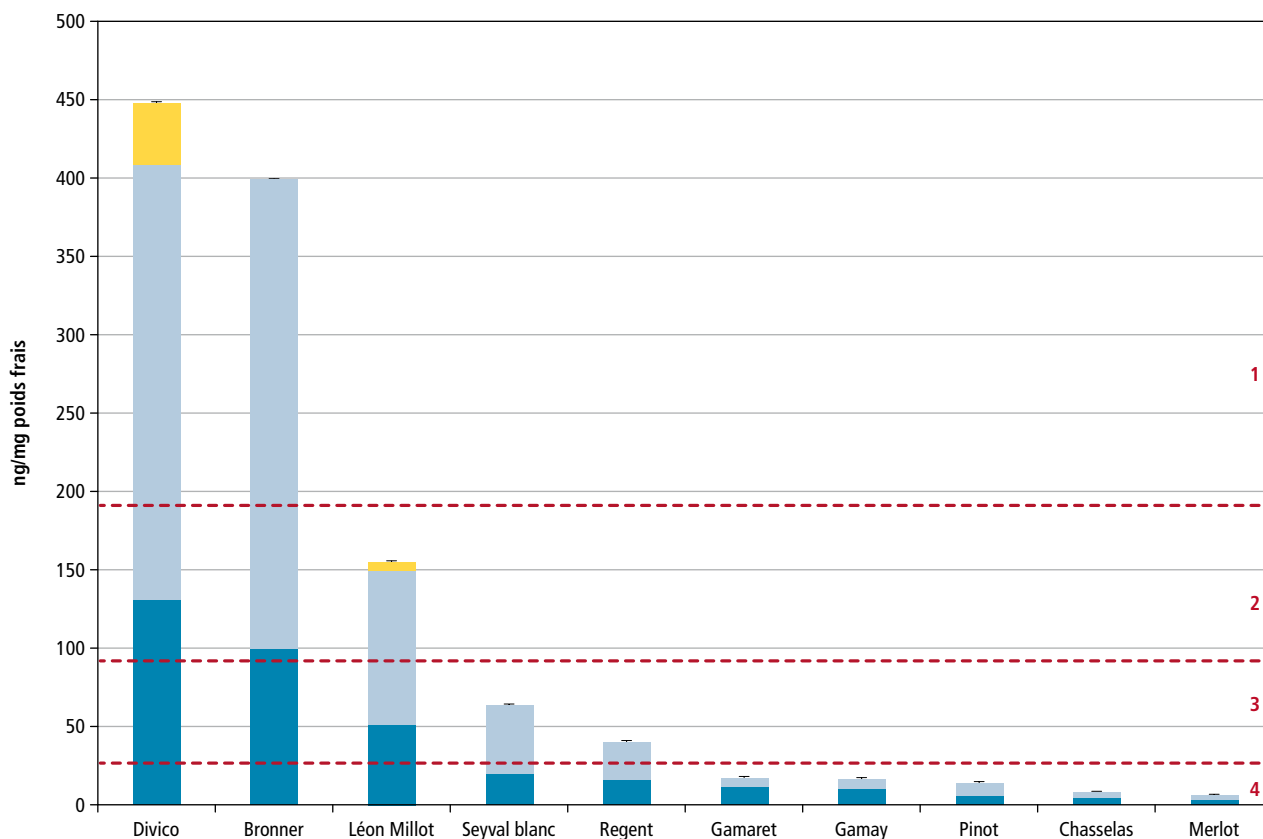
Les récoltes de Divico ont été vinifiées selon un protocole standard. Les moûts n'ont pas été corrigés en azote assimilable ni désacidifiés. Les analyses courantes des vins et des moûts ont été effectuées selon le *Manuel suisse des Denrées alimentaires*. L'indice des phénols totaux (DO280), l'intensité colorante et le dosage des anthocyanes ont été mesurés d'après Ribéreau-Gayon *et al.* (1972). Les composés stilbéniques des vins de Divico, Gamaret, Merlot, Pinot noir, Regent et Gamay ont également été analysés par injection directe des vins et par chromatographie en phase liquide, selon une méthode développée par Agroscope. A Pully, de 2006 à 2009, des micro vinifications de parcelles conventionnellement traitées de Pinot noir et de Ga-

Maret ont également été effectuées pour établir le profil organoleptique de Divico par rapport à ces deux cépages de référence. Les vins ont été dégustés, quelques semaines après la mise en bouteille, par le panel interne d'Agroscope. Les vins ont été évalués sur vingt-deux critères, sur une échelle de 1 (faible, mauvais) à 7 (élevé, excellent).

## Résultats et discussion

### Contrôles phytosanitaires

La résistance au mildiou de Divico s'est tout d'abord manifestée par sa capacité à synthétiser rapidement des stilbènes toxiques contre le mildiou. Les résultats montrent (fig. 2) que, 48h après une infection, Divico peut produire de fortes concentrations de stilbènes toxiques qui inhibent complètement le développement du mildiou. Comparé à d'autres cépages, Divico se classe dans les cépages très résistants (classe 1), produisant de grandes quantités de viniférine et de ptérostilbène, selon les critères développés par Agroscope (Gindro *et al.* 2007). Selon ces mêmes critères, Bronner, parent de Divico, est aussi en classe 1, tandis que Seyval



**Figure 2** | Somme des stilbènes toxiques produits contre le mildiou 48 h après infection par divers cépages. Les traits rouges délimitent les seuils de résistance tels que définis précédemment: 1. Très résistant, 2. Résistant, 3. Peu sensible, 4. Sensible à très sensible. En bleu foncé:  $\epsilon$ -viniférine, en bleu clair:  $\delta$ -viniférine, en jaune: ptérostilbène.

blanc et Regent présentent une sensibilité plus élevée (classe 3). Les autres cépages analysés se répartissent dans la classe des cépages sensibles à très sensibles (classe 4).

**Comportement de Divico à Pully**

Sur le site de Pully (fig. 3), Divico est resté pratiquement indemne de mildiou, sur feuilles comme sur grappes, même dans la variante non protégée contre ce pathogène. Le témoin Pinot noir a par contre subi des attaques sévères sur feuillage, notamment de 2006 à 2008 avec une défoliation pratiquement totale en 2007. Pour le Pinot noir, les trois traitements cupriques effectués de la floraison à la nouaison ont permis de réduire l'attaque sans toutefois la juguler totalement.

Concernant l'oïdium, le Pinot noir non traité contre le mildiou a vu, année après année, son feuillage totalement envahi par le champignon malgré les trois traitements au soufre mouillable. Pour ce cépage, l'état sanitaire du feuillage, tout en restant insatisfaisant, a été un peu meilleur dans la variante traitée contre le mildiou, confirmant l'arrière-effet positif des pulvérisations cupriques sur le développement de l'oïdium. L'at-

taque d'oïdium sur grappes a souvent été importante pour le Pinot noir, conduisant même à la destruction quasi totale de la récolte en 2011, malgré les trois traitements au soufre mouillable. La résistance à l'oïdium de Divico à Pully n'a pas été aussi marquée que pour le mildiou, mais l'attaque sur feuille a été notablement réduite. Dans la variante protégée contre le mildiou, l'attaque d'oïdium du feuillage s'est cantonnée à un niveau tout à fait acceptable. Divico n'a présenté de l'oïdium sur grappe qu'en 2011 et à un niveau très faible.

La structure et la composition des cires couvrant la surface des organes verts de la vigne semble importantes pour la résistance à l'oïdium. En effet, la première barrière rencontrée par le champignon est la couche de cires dites épicuticulaires, dont les motifs de cristallisation varient fortement entre les cépages. Des observations microscopiques montrent que, chez les variétés les plus sensibles à l'oïdium, ces surfaces sont peu réticulées et plus ou moins lisses, alors que les plus résistantes présentent des surfaces très réticulées et des motifs de cristallisation supplémentaires (Schnee *et al.* 2008), tels que des structures en écailles (cépages très résistants), en granules ou en couches fissurées (cé-

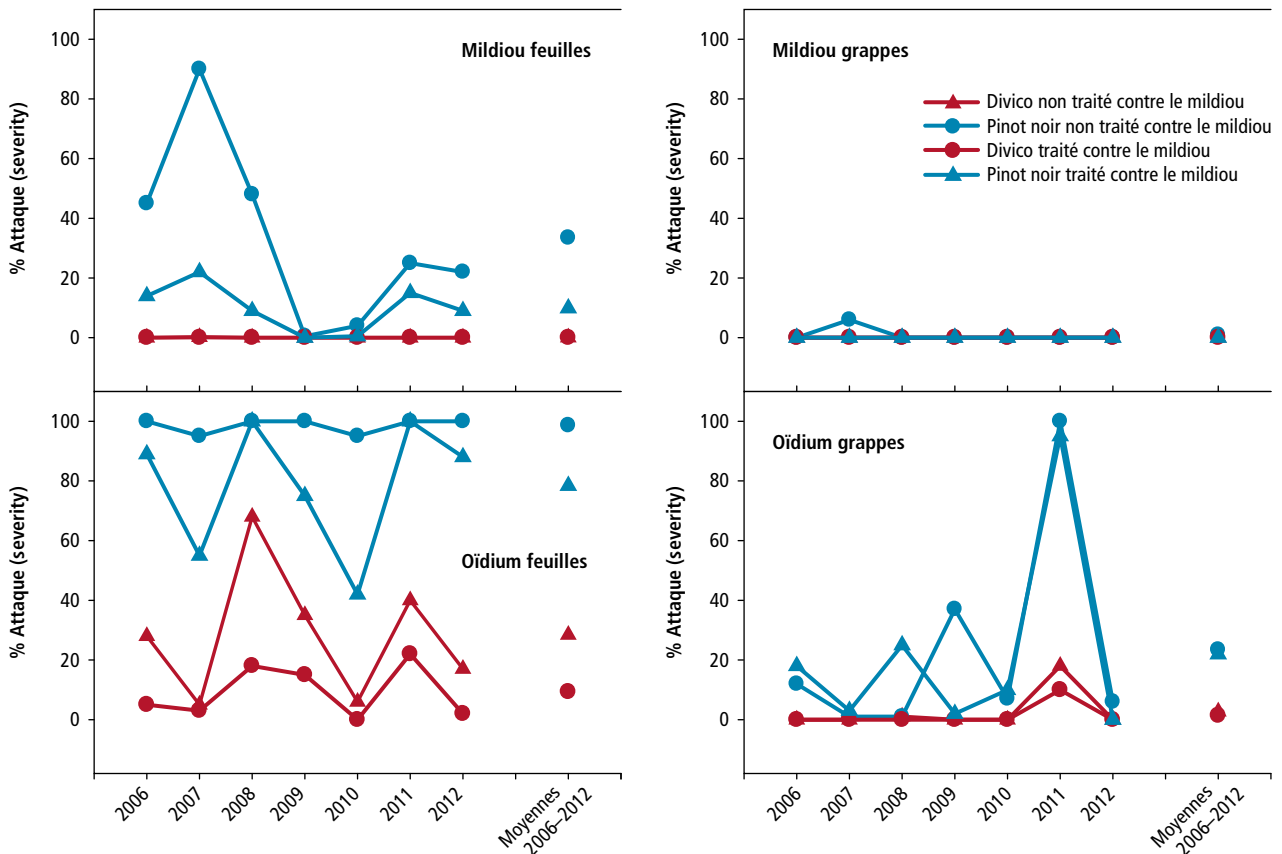


Figure 3 | Attaque de mildiou et d'oïdium sur Pinot noir et Divico à Pully début septembre. Variantes traitées et non traitées contre le mildiou, 2006–2012.

pages résistants). Chez Divico (fig. 4), la surface est très réticulée avec un motif de cristallisation en granules, ce qui peut expliquer sa bonne tenue face à l'oïdium. Le Chasselas quant à lui présente une surface très peu réticulée et des motifs de cristallisation plus ou moins lisses. Sachant que la forme des cristaux dépend de la composition chimique des cires, des expérimentations sont en cours afin d'examiner leur rôle comme composé antifongique.

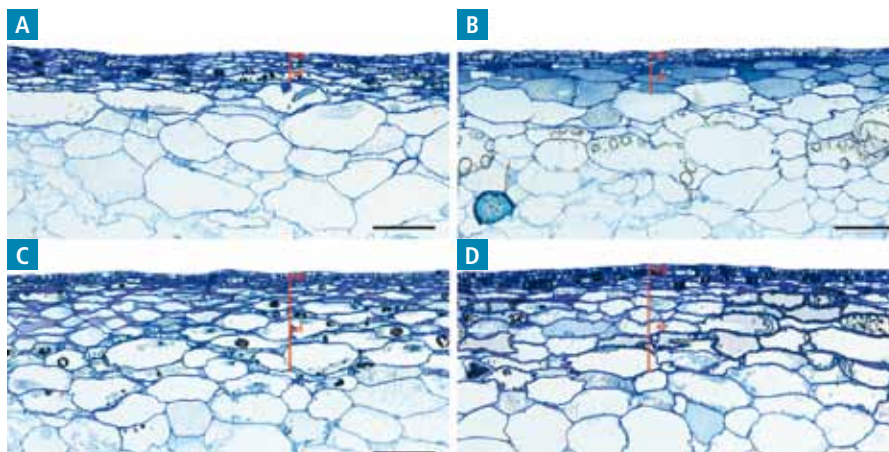
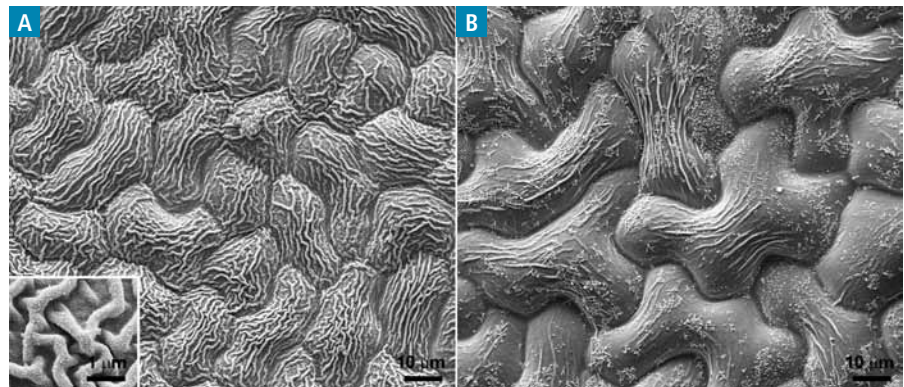
Aucun développement de botrytis n'a été noté sur Divico tandis que le Pinot noir a subi quatre années sur sept une attaque de près de 4 % en moyenne sur l'ensemble de la période.

Des analyses microscopiques ont été réalisées sur la structure des pellicules des baies, du stade petit pois à la vendange, sur Divico, Gamaret, Gamay et Chasselas. La pellicule est constituée d'un épiderme (cellules de petites tailles) sous lequel plusieurs couches de cellules s'étirent tangentiellement (assises tangentielles de la pellicule) sur les cellules de la pulpe, isodiamétriques, de très grande taille et à paroi très fine (Fournioux et Adrian 2011). La structure de la pellicule peut varier sur deux points selon le cépage: le nombre d'assises cellu-

lares et l'épaisseur des parois des cellules, distinguant les variétés à pellicule dure et épaisse des raisins à peau fine et tendre. C'est aussi dans les assises tangentielles que résident les composés phénoliques et les tanins, dont la quantité et la composition sont essentielles pour la résistance à la pourriture grise, comme l'a démontré Perret (2001). Plus l'assise tangentielle est importante, plus il y a de métabolites actifs. Les observations microscopiques montrent que l'assise tangentielle de Divico est aussi importante que celle du Gamaret, expliquant ainsi en partie la très bonne résistance de Divico contre botrytis (fig. 5). La pellicule du Chasselas un peu moins fine que celle du Gamay, très sensible, peut expliquer sa meilleure tenue face à la pourriture que le Gamay.

A Pully, en 2012, une forte attaque de phylloxéra gallicole est survenue à la mi-juillet sur plusieurs cépages interspécifiques. Les cépages Léon Millot et Souvignier gris ont été particulièrement affectés, alors qu'aucune galle n'était observée sur Divico.

**Figure 4** | Aspect des surfaces et des cires épicuticulaires de feuilles par microscopie électronique à balayage environnemental.  
A: Divico, surface très réticulée et motif de cristallisation en granules.  
B: Chasselas, surface peu réticulée et motifs de cristallisation épars.



**Figure 5** | Structure histologique des pellicules de baies entre différents cépages présentant différents niveaux de résistance à la pourriture grise.

A: Gamay très sensible.  
B: Chasselas sensible.  
C: Gamaret résistant.  
D: Divico résistant. ep: épiderme, at: assise tangentielle.  
L'échelle représente 100 µm.

### Comportement de Divico en Valais

A Leytron (fig. 6), en l'absence de toute protection phytosanitaire, le témoin Gamaret a subi de fortes attaques de mildiou sur feuilles, sauf en 2009. Sur Divico, le développement du mildiou est resté très discret. L'oïdium n'a été observé qu'en 2012 et essentiellement sur Gamaret, dont la totalité du feuillage était envahi début septembre, tandis que Divico n'en portait que quelques traces. Les deux cépages n'ont présenté aucun dégât sur grappe de mildiou, d'oïdium ou de botrytis.

### Comportement de Divico au Tessin

Les conditions tessinoises ont essentiellement favorisé le mildiou. La figure 7 résume les observations effectuées sur le domaine expérimental de Cugnasco. Le témoin Merlot non traité a montré une très forte attaque foliaire chaque année, avec plus de la moitié du feuillage détruit en moyenne début septembre. Les grappes ont été chaque année totalement infectées, supprimant la récolte sur ce cépage. L'application de trois traitements au cuivre et au soufre a permis de réduire l'attaque foliaire à 20% en moyenne pour le Merlot. Dans ces conditions de pression extrêmes à Cugnasco, le mildiou s'est également développé sur Divico en fin de saison, à des taux d'attaque toutefois nettement réduits par rap-

port au Merlot: la variante non traitée a atteint approximativement le niveau moyen du Merlot traité. Les trois traitements au cuivre et au soufre ont réduit drastiquement l'attaque, pour Divico, à un niveau tout à fait acceptable. Alors que, année après année, la production de Merlot a été détruite par le mildiou, celle de Divico n'en a pas été affectée.

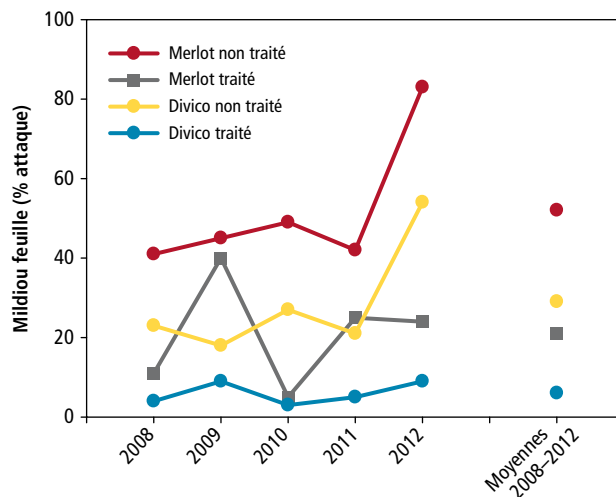


Figure 7 | Attaque de mildiou sur Merlot à Cugnasco début septembre. Variantes traitées et non traitées, 2008-2012.

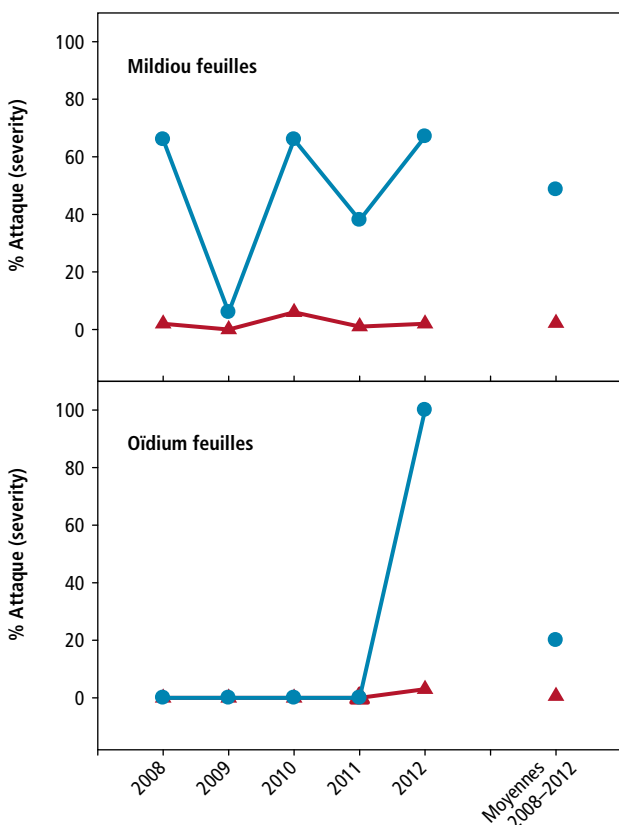
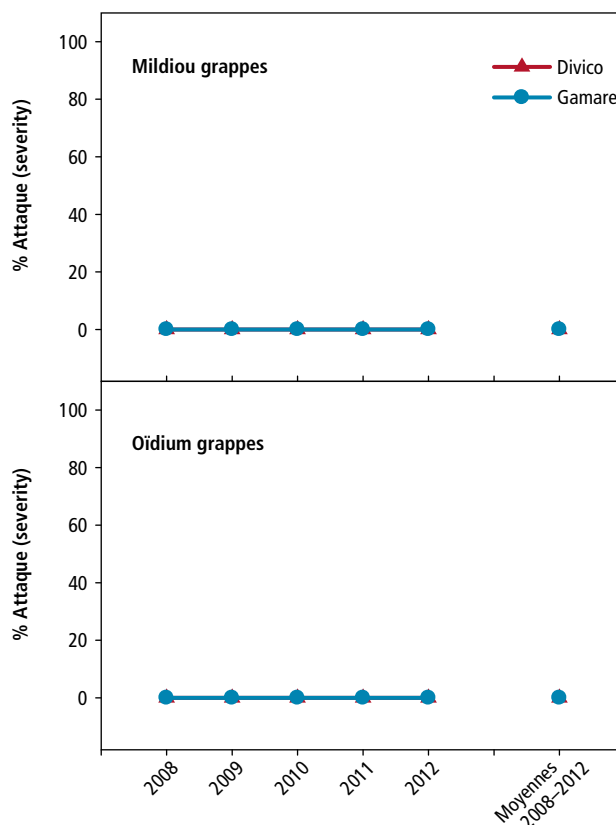


Figure 6 | Attaques fongiques sur Gamaret et Divico à Leytron début septembre, 2008-2012.



### Recommandations pour la protection phytosanitaire

La protection phytosanitaire du cépage Divico doit être raisonnée en fonction de la pression des maladies calculée par Agrometeo, liée au site et aux conditions météorologiques de l'année. Même en cas de pression relativement faible, un traitement contre le mildiou et l'oïdium est recommandé entre le stade nouaison et petit pois (BBCH 71–75) afin de réduire au minimum les risques d'adaptation des pathogènes aux mécanismes de résistance de la variété (Cadle-Davidson *et al.* 2011; Delmotte *et al.* 2013). En cas de pression plus élevée du mildiou et surtout de l'oïdium, l'expérimentation menée à Agroscope montre qu'il est généralement possible de gérer la protection de ce cépage avec trois traitements placés autour de la période floraison/nouaison (BBCH 57–59 à 73–75). Les premières observations tendent à indiquer que Divico ne serait pas particulièrement sensible au black-rot (*Guignardia bidwelli*). Cependant, il ne possède pas de mécanisme de résistance spécifique contre ce pathogène et une protection adaptée doit être prévue dans les sites où cette maladie est présente. Cette remarque vaut également pour le rougeot parasitaire (*Pseudopeziza tracheiphila*).

### Phénologie, composantes du rendement, production Bassin lémanique

A Pully (tabl.1), Divico débourre légèrement plus tôt que le Pinot noir. Sa véraison est également précoce et peut être fixée entre celle du Garanoir et du Gamaret. En raison de son excellente résistance au botrytis et de sa bonne tenue sur souche, il peut être vendangé tardivement à pleine maturité, comme le Gamaret, alors

que la vendange du Pinot noir dépend souvent de l'évolution de la pourriture grise. La fertilité des bourgeons est élevée, dépassant deux grappes par bois et la taille des grappes est voisine ou légèrement supérieure à celle du Pinot noir RAC 12. A la densité de plantation relativement élevée de l'essai de Pully (7400 ceps/ha), il a fallu en moyenne supprimer six grappes par cep pour obtenir un rendement de l'ordre de 1 kg/m<sup>2</sup>. Pour le Pinot noir, le dégrappage a été deux fois moins important pour un rendement total un peu plus faible dont il faut encore retrancher 20 à 30 % de raisins impropres à la vinification (oïdium et pourriture grise).

### Valais

A Leytron (tabl. 2), la fertilité des bourgeons de Divico dépassait également deux grappes par bois. Les grappes étaient par contre plus petites qu'à Pully, à cause d'une nouaison parfois un peu moins bonne. Avec une densité de plantation plus faible (5560 ceps/ha), le rendement a atteint 0,9 kg/m<sup>2</sup> contre 1,0 kg/m<sup>2</sup> pour le témoin Gamaret.

### Tessin

A Cugnasco (tabl. 3), la fertilité des bourgeons a également été élevée mais les poids des grappes étaient nettement inférieurs à ceux enregistrés au nord des Alpes en raison d'une moins bonne nouaison. Ce phénomène a déjà été constaté au sud des Alpes avec le Gamaret (Spring et Ferretti 2013). Ainsi, les rendements ont atteint, avec un dégrappage très limité, seulement 0,6 à 0,7 kg/m<sup>2</sup> pour une densité de plantation de 5560 ceps/ha.

Tableau 1 | Phénologie et composantes du rendement de Divico et Pinot noir à Pully. Moyennes 2006–2012

Cépage	Variante*	Débourrement (BBCH09)	Date de la vendange	Fertilité des bourgeons (nb grappes/bois)	Poids des grappes (g)	Limitation de la récolte (-x gr/cep)	Rendement (kg/m <sup>2</sup> )	Déchet non vinifiable (%)
Divico	Traité contre le mildiou	13 avril	7 octobre	2,30	174	-6,0	0,980	0
	Non traité contre le mildiou	13 avril	7 octobre	2,30	172	-6,0	1,040	0
Pinot noir	Traité contre le mildiou	16 avril	20 septembre	1,72	162	-2,9	0,985	20,5
	Non traité contre le mildiou	16 avril	20 septembre	1,77	134	-2,9	0,743	29,2

\*Traité: 3x Cu50 + soufre mouillable/non traité: soufre mouillable.

Tableau 2 | Phénologie et composantes du rendement de Divico et Gamaret à Leytron, non traités. Moyennes 2008–2012

Cépage	Date de la vendange	Fertilité des bourgeons (grappes/bois)	Poids des grappes (g)	Limitation de la récolte (-x gr/cep)	Rendement (kg/m <sup>2</sup> )	Déchet non vinifiable (%)
Divico	27 septembre	2,14	121	-2,3	0,89	0
Gamaret	24 septembre	2,01	159	-2,5	1,03	0



La productivité de Divico peut être qualifiée de satisfaisante, au moins au nord des Alpes. Ses caractéristiques le rapprochent du Gamaret. Ses grappes sont peu compactes et peuvent être relativement légères certaines années. Afin d'assurer un niveau de production suffisant, notamment à faible densité de plantation, il paraît nécessaire de le conduire en taille longue (Guyot). Selon le système de culture et les conditions de nouaison de l'année, une limitation estivale de la récolte n'est pas toujours nécessaire.

### Qualité des moûts

Les tableaux 4 à 6 réunissent les résultats d'analyse des moûts au foulage à la vendange pour Divico et les cépages témoins pour les trois sites expérimentaux. La composition des moûts de Divico se rapproche de celle du Gamaret, avec un potentiel d'accumulation des sucres peut-être un peu plus faible, notamment en fin de maturation. L'expérience acquise avec ce cépage montre qu'il convient, malgré sa relative précocité, de le récolter tardivement, comme le Gamaret, afin d'assurer une maturité phénolique idéale (Spring 2004).

**Tableau 3 | Phénologie et composantes du rendement de Divico à Cugnasco. Moyennes 2008–2012**

Cépage	Variante*	Débourrement (BBCH09)	Date de la vendange	Fertilité des bourgeons (nb grappes/bois)	Poids des grappes (g)	Limitation de la récolte (-x gr/cep)	Rendement (kg/m <sup>2</sup> )	Déchet non vinifiable (%)
Divico	Traité	8 avril	20 septembre	2,40	73	-1,0	0,69	0
	Non traité	8 avril	20 septembre	2,30	69	-0,7	0,59	0
Merlot	Traité	Pas de récolte – Dégât total						
	Non traité							

\*Traité: 3x Cu50 + soufre mouillable/non traité: rien.

**Tableau 4 | Composition des moûts de Divico et Pinot noir à Pully. Moyennes 2006–2012**

Cépage	Variante*	Sucre (°Oe)	Acidité totale <sup>1</sup> (g/l)	Acide tartrique (g/l)	Acide malique (g/l)	pH	Indice de formol
Divico	Traité contre le mildiou	89	7,2	6,6	1,6	3,08	11,3
	Non traité contre le mildiou	89	7,1	6,5	1,6	3,09	12,4
Pinot noir	Traité contre le mildiou	91,2	10,1	7,0	4,8	3,15	16,9
	Non traité contre le mildiou	90,7	9,8	6,3	4,8	3,19	20,3

<sup>1</sup>Exprimée en acide tartrique.

\*Traité: 3x Cu50 + soufre mouillable/non traité: soufre mouillable.

**Tableau 5 | Composition des moûts de Divico et Gamaret à Leytron. Moyennes 2008–2012**

Cépage	Sucre (°Oe)	Acidité totale <sup>1</sup> (g/l)	Acide tartrique (g/l)	Acide malique (g/l)	pH	Indice de formol
Divico	97,4	6,8	6,5	1,7	3,31	17,9
Gamaret	99,4	7,0	5,7	2,7	3,25	12,8

<sup>1</sup>Exprimée en acide tartrique.

**Tableau 6 | Composition des moûts de Divico à Cugnasco. Moyennes 2008–2012**

Cépage	Variante*	Sucre (°Oe)	Acidité totale <sup>1</sup> (g/l)	Acide tartrique (g/l)	Acide malique (g/l)	pH	Indice de formol
Divico	Traité	84,3	6,5	5,9	2,1	3,30	16,5
	Non traité	86,4	6,3	5,6	2,1	3,31	16,6
Merlot	Traité	Pas de récolte – Dégât total					
	Non traité						

<sup>1</sup>Exprimée en acide tartrique.

\*Traité: 3x Cu50 + soufre mouillable/non traité: rien.

### Vigueur, caractères végétatifs

Divico présente une vigueur relativement élevée, supérieure à celle du Gamaret. Son port est semi-érigé et se prête relativement bien au palissage. Les porte-greffe expérimentés se limitent pour l'instant au 3309C et au 5BB avec lesquels il présente une bonne affinité.

### Analyse chimique et sensorielle des vins

Le tableau 7 réunit les données analytiques moyennes des vins issus des trois domaines expérimentaux. Les résultats dénotent une composition équilibrée, avec des acidités peut-être un peu faibles pour la référence tessinoise. Pour les trois sites, les vins de Divico se signalent par une très grande richesse en composés phénoliques et une couleur très profonde aux nuances violacées. En outre, ces vins sont riches en picéides, resvératrol et viniférines (plus de 30 mg/litre), qui ont un effet important d'antioxydant (Renaud et de Lorgeril 1992) (fig. 8).

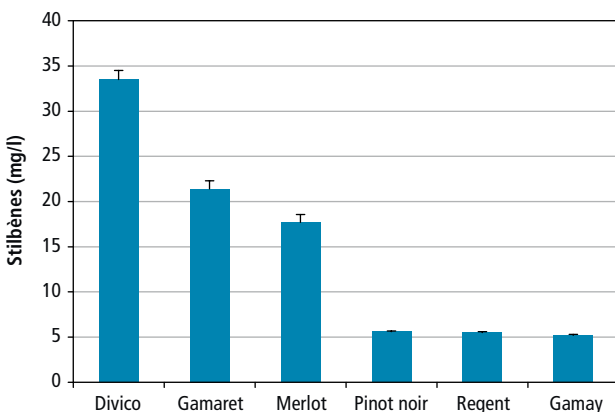


Figure 8 | Somme des stilbènes (picéide, resvératrol et viniférines) dans les vins de différents cépages.

Tableau 7 | Analyse des vins de Divico de Pully, Leytron et Cugnasco

Site	Années de référence	Alcool (vol. %)	pH	Acidité totale <sup>1</sup> (g/l)	Indice des polyphénols totaux DO 280	Anthocyanes (mg/l)	Intensité colorante (indice)	Nuance
Pully	2006–2012	12,5	3,61	5,3	88	2151	23	82
Leytron	2008–2012	13,1	3,72	5,2	107	2542	29	83
Cugnasco	2008–2012	11,9	3,96	4,6	108	2544	25	76

<sup>1</sup>Exprimée en acide tartrique.

Tableau 8 | Appréciation des vins de Divico (notation de 1 = faible, mauvais à 7 = élevé, excellent) de Pully, Leytron et Cugnasco

Site expérimental	Années de référence	Intensité colorante	Qualité du bouquet	Caractère fruité	Caractère épicé	Structure	Intensité tannique	Qualité des tanins	Impression générale
Pully	2006–2012	6,2	4,2	3,9	3,3	4,2	4,6	4,1	4,1
Leytron	2008–2012	6,4	4,1	3,9	3,2	4,4	4,7	4,3	4,2
Cugnasco	2008–2012	6,4	3,8	3,7	3,0	4,4	4,7	4,1	3,9

Le tableau 8 résume l'appréciation organoleptique des vins de Divico issus des trois sites. Le profil de ces vins est relativement proche et dénote des produits de qualité, structurés, riches en bons tanins. Les arômes, mieux appréciés pour les références de Pully et de Leytron, évoquent à la fois des notes fruitées et épicées, comme pour le Gamaret.

De 2006 à 2009, à Pully, la vinification en volumes comparables (15l) de Pinot noir et de Gamaret a permis de comparer les caractéristiques des composés phé-

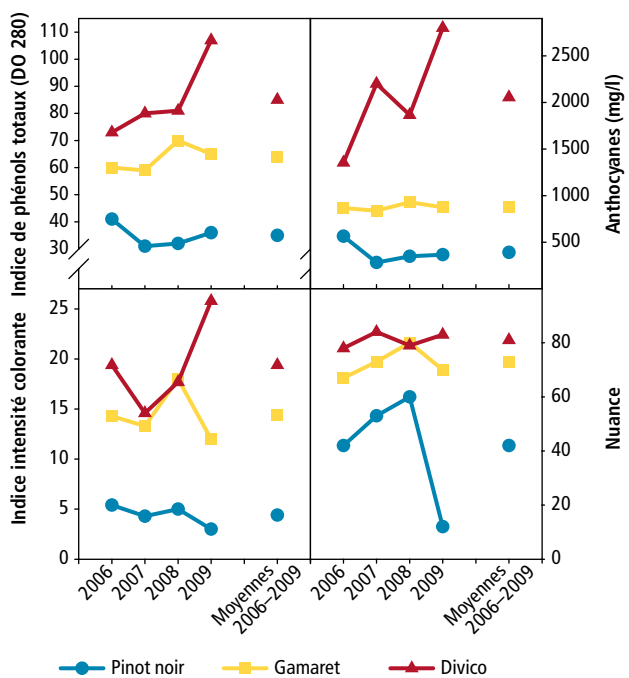
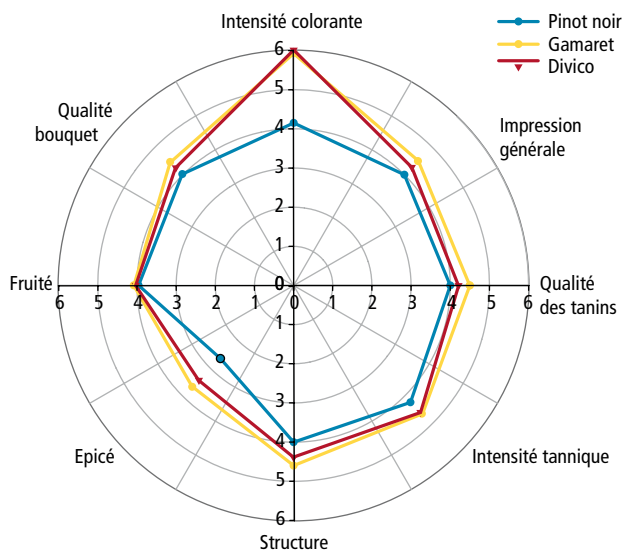


Figure 9 | Indice de phénols totaux (DO 280), teneur en anthocyanes, intensité colorante et nuance des vins. Pinot noir, Gamaret et Divico, Pully, 2006–2009.

noliques (fig. 9) et du profil organoleptique (fig.10) des vins de Divico. La richesse en polyphénols de ses vins et leur intensité colorante dépassent encore celles du Gamaret, tandis que le profil organoleptique se rapproche fortement de celui du Gamaret.



**Figure 10 |** Profils organoleptiques des vins de Pinot noir, Gamaret et Divico à Pully, moyennes 2006–2009. Echelle de notation de 1 (faible, mauvais) à 7 (élevé, excellent).

#### Remerciements

L'ensemble des collaborateurs des groupes de recherche viticulture, œnologie, analyse des vins et mycologie qui ont participé à cette expérimentation sont vivement remerciés pour leur collaboration.

#### Bibliographie

- Aerny J., 1996. Composés azotés des moûts et des vins. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **28** (3), 161–165.
- Bouquet A., Pauquet J., Adam-Blondon A. F., Torregosa L., Merdinoglu D. & Wiedemann-Merdinoglu S., 2000. Vers l'obtention de variétés de vigne résistantes à l'oïdium et au mildiou par les méthodes conventionnelles et biotechnologiques. *Bulletin de l'OIV* **833-834**, 445–452.
- Cadle-Davidson L., Mahanil S., Gadoury D. M., Kozma P. & Reisch B. I., 2011. Natural infection of *Run 1*-positive vines by naïve genotypes of *Erysiphe necator*. *Vitis* **50** (4), 173–175.

## Conclusions

- Agroscope vient d'homologuer un premier cépage rouge présentant une résistance élevée au mildiou, à l'oïdium et à la pourriture grise du raisin. Divico a été obtenu en 1997 d'un croisement entre Gamaret (♀) et Bronner (♂).
- Selon la pression des maladies, un à trois traitements phytosanitaires appliqués autour de la période floraison/nouaison/grossissement des baies suffisent généralement à le protéger de manière efficace.
- De vigueur relativement élevée, son potentiel de production est modéré et ne nécessite pas systématiquement de régulation de la charge. Il doit être conduit en taille longue (Guyot).
- Sa précocité est proche de celle du Gamaret, le rendant apte à être cultivé dans la plupart des vignobles de Suisse. Pour assurer une maturité phénolique optimale des raisins, il doit être vendangé tardivement, comme le Gamaret, ce que permet sa résistance à la pourriture du raisin et sa bonne tenue sur souche.
- La véraison relativement précoce de Divico nécessite une protection contre les dégâts des oiseaux dans les zones exposées.
- Avec des vendanges de maturité optimale, Divico permet d'élaborer des vins très colorés, structurés et riches en tanins de bonne qualité. Son bouquet possède des notes à la fois fruitées et épicées et ses vins sont généralement très bien appréciés en dégustation.
- Cette variété sera disponible auprès des pépiniéristes viticoles suisses à partir de 2015 sous forme de plants standard. Du matériel certifié suisse pourra être diffusé à partir de 2017–2018. ■

- Delmotte F., Delière L. & Calonnet A., 2013. L'oïdium et le mildiou peuvent-ils s'adapter aux variétés résistantes de vigne? Les cépages résistants aux maladies cryptogamiques. *Panorama européen*. Groupe ICV, 228 p.
- Fournioux J. C. & Adrian M., 2011. Morphologie et Anatomie de la vigne. Féret (Ed.), Bordeaux, 143 p.
- Gindro K., Spring J. L. & Viret O., 2007. Développement d'outils pour la sélection précoce de cépages résistants au mildiou. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **38**, 21–25.
- Gindro K., Alonso-Villaverde V., Voinesco F., Spring J. L. & Viret O., 2010. Rôle déterminant des stilbènes dans la résistance au mildiou de la vigne. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **42** (6), 352–357.
- Gindro K., Alonso-Villaverde V., Voinesco F., Spring J. L., Viret O. & Dubuis P.H., 2012. Susceptibility to downy mildew in grape clusters: new microscopical and biochemical insights. *Plant Physiology and Biochemistry* **52**, 140–146.
- Lancashire P. D., Bleiholder H., van den Boom T., Langelüddeke P., Stauss R., Weber E. & Witzzenberger A., 1991. A uniform decimal code for growth stage of crops and weeds. *Ann. Appl. Biol.* **119**, 561–601.

## Summary

### Divico, a first new grape breeding of Agroscope resistant to the main fungal diseases

A first variety of grape resistant to downy mildew (*Plasmopara viticola*), powdery mildew (*Uncinula necator*) and grey mould (*Botrytis cinerea*) selected by Agroscope has just been approved and released on the market. This red variety resulting from a 1997 crossbreeding between Gamaret and Bronner, was baptized Divico in homage to a mythic Helvetian leader. Its resistance to fungal diseases is high but not absolute. Only one to three chemical treatments during the flowering-to-berry set period are needed for an efficient protection. Divico should be cane-pruned in order to favour fertility. Despite a precoce vegetative cycle, it should be harvested late to insure proper grape maturity. Divico wines are appreciated in tastings: they are coloured, structured with round and soft tannins and are characterized by fruity and spicy bouquets.

**Key words:** grapevine, Divico, disease resistance, *Plasmopara viticola*, *Uncinula necator*, wine quality.

## Zusammenfassung

### Divico, die erste, gegen die Hauptkrankheiten der Rebe resistente Agroscope Neuzucht

Die erste, gegen falschen Mehltau (*Plasmopara viticola*), echten Mehltau (*Uncinula necator*) und Graufäule (*Botrytis cinerea*) resistente, in der Forschungsanstalt Agroscope gezüchtete Rebsorte, ist homologiert worden. Diese rote Neuzüchtung stammt aus einer Kreuzung des Jahres 1997 zwischen Gamaret und Bronner. Sie wurde Divico genannt, in Erinnerung an dem mythischen helvetischen Führer. Sie weist eine hohe, wenn nicht absolute, Krankheitsresistenz auf. Je nach Krankheitsdruck genügen eine bis drei Spritzungen in der Periode Blüte/Fruchtansatz. Sein Ertragspotential ist mittelmässig, er muss deshalb lang geschnitten werden. Trotz eines relativ frühen Vegetationszyklus, soll er spät gelesen werden um eine optimale phenolische Reife der Trauben zu gewährleisten. Die Weine sind qualitativ, gut strukturiert, tief gefärbt und reich an guten Tanninen. Aromatisch zeichnen sie sich durch fruchtige sowohl würzige Noten aus.

## Riassunto

### Divico, il primo vitigno resistente alle principali malattie della vite selezionato da Agroscope

È stato omologato il primo vitigno resistente alla peronospora (*Plasmopara viticola*), all'oidio (*Uncinula necator*) e al marciume grigio (*Botrytis cinerea*) selezionato dalla Stazione di ricerche Agroscope. Questo vitigno vitigno rosso, ottenuto nel 1997 da un incrocio tra Gamaret e Bronner, è stato chiamato Divico in onore del mitico condottiero elvetico. La sua resistenza alle malattie è elevata senza essere tuttavia assoluta e, a seconda della pressione, da uno a tre trattamenti fitosanitari, applicati nel periodo tra la fioritura e l'allegagione, sono sufficienti a proteggerlo efficacemente. Di fertilità moderata, dev'essere condotto con una potatura lunga. Malgrado il suo ciclo vegetativo relativamente precoce, esso dev'essere vendemmiato tardi per assicurare una buona maturazione fenolica delle uve. I vini ottenuti, apprezzati in degustazione, sono strutturati, molto ricchi in colore e in tannini di buona qualità e caratterizzati da un bouquet a volte fruttato e speziato.

- OFAG, 2013. L'année viticole 2012. Office fédéral de l'agriculture. Accès: <http://www.blw.admin.ch/themen/00013/00084/00344/index.html?lang=it&download=NHZLpZig7t,Inp6i0NTU042lZ26ln1ah2oZn4Z2qZpnO2YuqZ26gpjCEeIR8fmy162dpYbUzd,Gpd6emK2Oz9aGodetmqaN19XI2ldvoaCUZ,s->
- Perret C., 2001. Analyse de tanins inhibiteurs de la stilbène oxydase produite par *Botrytis cinerea* Pers.: Fr. Thèse de l'Université de Neuchâtel, Faculté des Sciences, 173 p.
- Pezet R., 1993. La pourriture grise des raisins. Le complexe plante-parasite. *Le Vigneron Champenois* 114 (5), 65–83.
- Renaud S. & Delorgeril M., 1992. Wine, alcohol, platelets, and the french paradox for coronary heart-disease. *Lancet* 339 (8808), 1523–1526.
- Ribéreau-Gayon J., Peynaud E., Sudraud P. & Ribéreau-Gayon P., 1972. Sciences et techniques du vin. Tome I. Analyses et contrôles des vins. Dunod, Paris, 488, 497–503.
- Rousseau J. & Chanfreau S., 2013. Création de cépages résistants: une histoire américano-européenne. Les cépages résistants aux maladies cryptogamiques. Panorama européen. Groupe ICV, 228 p.
- Schnee S., 2008. Facteurs de résistance à l'oidium (*Erysiphe necator* Schwein.) chez la vigne (*Vitis vinifera* L.). Thèse de l'Université de Neuchâtel, Faculté des Sciences, 136 p.
- Spring J.-L., 2004. Influence de la date de vendange sur la qualité des vins de Gamaret. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 36 (3), 159–163.
- Spring J.-L. & Ferretti M., 2013. Influence du porte-greffe sur le comportement du cépage Gamaret dans le vignoble tessinois. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 45 (3), 158–164.