

Sauvegarde et adaptation du matériel végétal

Grâce au précieux travail fourni, dès 1923 en Suisse, par les scientifiques de la recherche agronomique, il a été possible de sélectionner des clones de vigne particulièrement intéressants sur les plans agronomiques et œnologiques. Les viticulteurs disposent de 67 clones pour 35 cépages et de 3 clones de porte-greffes. Aussi la biodiversité clonale des principales variétés de vigne traditionnelles et autochtones cultivées en Suisse est préservée.

Dès 1965, Agroscope a créé de nouveaux cépages résistants à la pourriture du raisin. Aujourd'hui, grâce à un nouveau programme de sélection mis en place en 1996, Agroscope a développé des cépages résistants également au mildiou et à l'oidium. De cette première phase, deux sont déjà homologués: Divico (2013) et Divona (2018). Grâce à ces efforts de recherche, les viticulteurs suisses sont aujourd'hui en mesure de produire des vins d'un grand potentiel œnologique, et ce dans le respect de l'environnement et de la tradition.

Innovation variétale au service d'une viticulture durable



Divico et Divona, les deux premiers cépages résistants aux principales maladies de la vigne sélectionnés par Agroscope.

Résumé

Une réduction majeure des intrants phytosanitaires en viticulture passe par le développement de cépages résistants aux principales maladies fongiques (fig. 1). Dès 1965 Agroscope a créé de nouveaux cépages résistants à la pourriture du raisin (*Botrytis cinerea*), à l'exemple du Gamaret. En 2018, ils occupaient 915 ha du vignoble suisse (10% de l'encépagement rouge). En 1996, un nouveau programme de sélection de variétés présentant également des résistances au mildiou (*Plasmopara viticola*) et à l'oïdium (*Erysiphe necator*) a été lancé. Dans un premier temps la sélection de résistance a été effectuée grâce à des marqueurs biochimiques (stilbènes), synthétisés par les génotypes résistants en réaction à l'agression des pathogènes (phytoalexines). De cette première phase, deux cépages ont été homologués: Divico (rouge) en 2013 et Divona (blanc) en 2018. Leurs caractéristiques de résistance et leur potentiel œnologique suscitent un grand intérêt. En 2009, une collaboration avec l'Inra de Colmar a été initiée pour la sélection de variétés résistantes aux principales maladies fongiques de la vigne et combinant différents gènes de résistance au mildiou et à l'oïdium provenant de lignées présentes dans chacun des instituts. L'objectif est d'obtenir des variétés hautement résistantes et de manière stable à ces pathogènes. De premiers candidats ont été implantés en essai d'évaluation de leurs aptitudes agronomiques et œnologiques en France et en Suisse en 2018. Une inscription au catalogue de ces premières co-obtentions franco-suisse devrait intervenir à l'horizon 2024-2025.



Figure 1 | Symptômes sur grappes des trois principales maladies fongiques de la vigne. A. Mildiou (*Plasmopara viticola*). B. Oïdium (*Erysiphe necator*). C. Pourriture grise (*Botrytis cinerea*).

Agroscope permet une viticulture plus écologique

Création de cépages résistants au Botrytis

Dès 1965 un programme de création de nouvelles variétés de vigne a été initié à Agroscope. Jusqu'en 1995 il a mis en œuvre des méteils de *Vitis vinifera* avec la recherche de cépages présentant une résistance élevée à la pourriture grise (*Botrytis cinerea*), un des pathogènes les plus virulents dans de nombreuses situations du vignoble helvétique. Treize nouveaux cépages issus de ce programme ont pu être homologués depuis 1993: 2 blancs (Charmont et Doral) et 11 rouges (Gamaret, Garanoir, Diolinoir, Carminoir, Galotta, Mara, Merello, Gamarello, Cabernello, Cornarello, Nerolo), dont certains présentent une résistance remarquable à la pourriture grise (Spring *et al.* 2017) (fig. 2 et 3) liée à la présence de tannins constitutifs spécifiques dans l'épiderme des baies et à l'épaisseur de leur pellicule. En raison de ces caractéristiques très favorables ainsi que de leur potentiel œnologique élevé, ces cépages ont connu un développement rapide dans le vignoble suisse. Le Gamaret, issu de ce programme, est actuellement le quatrième cépage rouge en termes de surfaces cultivées en Suisse. Il a également été introduit récemment dans le catalogue national français. Les cépages issus de ce premier programme de sélection, essentiellement des rouges, couvrent actuellement 915 ha soit environ 10% de l'encépagement en cépages rouges du pays.

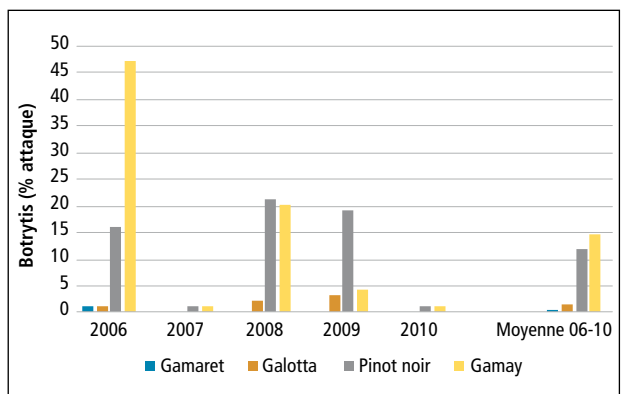


Figure 2 | Taux d'infection de *Botrytis cinerea* sur les grappes de différents cépages rouges à la vendange. Changins (VD), 2006–2010.



Figure 3 | Le Gamaret (croisement intra-spécifique Gamay x Reichensteiner) présente une résistance remarquable à la pourriture grise (A), comparé au Gamay (B) cultivé conjointement dans les mêmes conditions en 2006.

Création de cépages résistants aux principales maladies fongiques

Dès 1996 le programme de création variétale a été orienté vers l'obtention de cépages résistants également au mildiou (*Plasmopara viticola*) et à l'oïdium (*Erysiphe necator*) par hybridation classique. Dans une première phase le Gamaret, géniteur européen (*V. vinifera*), choisi en raison de son potentiel qualitatif et de son exceptionnelle résistance à *Botrytis cinerea* (Pezet 1993), a été croisé avec une large gamme de cépages résistants au mildiou et à l'oïdium dont les résistances proviennent de vignes sauvages américaines et asiatiques. Afin d'accélérer et de fiabiliser le processus de sélection, des tests biochimiques précoces basés sur les mécanismes naturels de défense de la vigne (phytoalexines stilbéniques) ont été développés pour la résistance au mildiou (Gindro *et al.* 2006, 2007, 2013). La synthèse des stilbènes, et plus particulièrement le resvératrol et ses dimères oxydés, telles que l' ϵ et la δ -viniférine, ainsi que le pterostilbène (dérivé méthylé), fait partie des mécanismes de défense les plus performants de la vigne contre les pathogènes fongiques (Gindro *et al.* 2010). Suite à une infection

du mildiou, les cépages résistants sont capables de produire ces composés fongitoxiques, et de tuer rapidement le pathogène, tant au niveau des feuilles que des grappes (Gindro *et al.* 2012). Cette réaction se traduit par la formation de petites plages brunes sur les tissus verts (nécroses) correspondant à des zones de mort cellulaire (fig. 4).

Concernant la résistance à l'oïdium, la structure et la composition des cires recouvrant la surface des organes verts de la vigne semble jouer un rôle. En effet, la première barrière rencontrée par le champignon est la couche de cires épicuticulaires, dont les motifs de cristallisation sont extrêmement variables entre les cépages (Schnee *et al.* 2008).

En 2013, un premier cépage issu de ce programme, Divico, a été homologué. Il est issu d'un croisement effectué en 1997 entre le Gamaret et Bronner, cépage résistant blanc allemand obtenu par l'Institut de Freiburg im Breisgau. Sa généalogie est complexe et fait intervenir des vignes sauvages d'origine américaine (*Vitis rupestris*, *Vitis Lincecumii*) et asiatique (*Vitis amurensis*) d'où il tire ses caractères de résistance au mildiou et à l'oïdium.

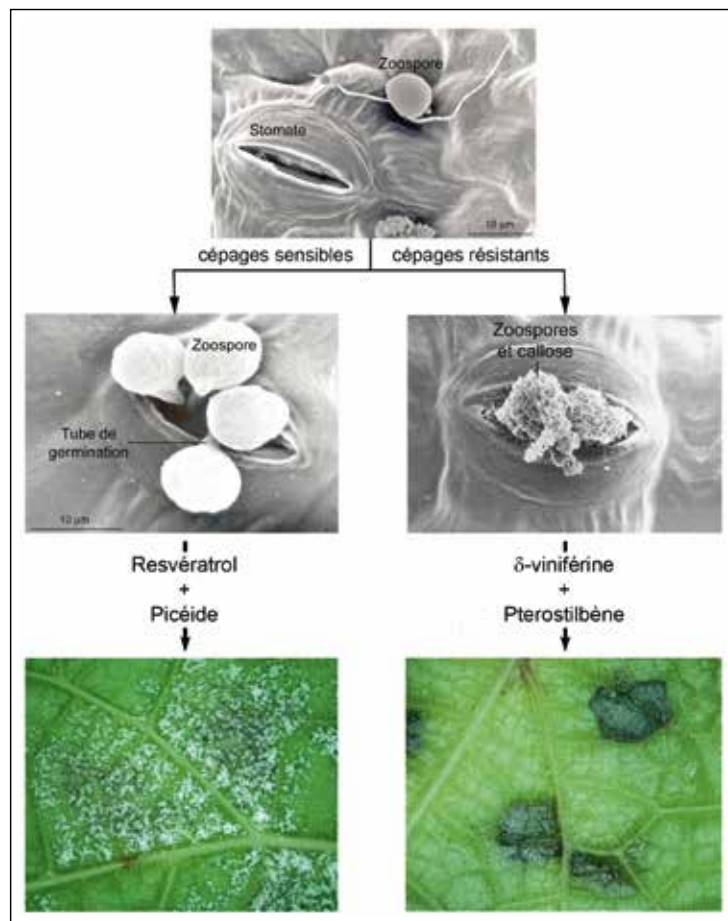


Figure 4 | Événements liés à la résistance naturelle de la vigne contre le mildiou. Dans les cépages sensibles (à gauche), l'infection se traduit par la pénétration et le développement du mildiou dans les tissus de la plante, la production par la vigne de composés non toxiques, puis la sporulation du mildiou (duvet blanc). Chez les cépages naturellement résistants au mildiou, le premier événement de résistance est la production de callose dans les stomates (ouvertures naturelles microscopiques des feuilles et des baies par lesquelles le mildiou pénètre et infecte la plante), le deuxième est la synthèse de molécules de défense, les stilbènes, et plus particulièrement la δ -viniférine et le pterostilbène. Le pathogène est tué rapidement, ce qui se traduit aussi par la formation de petites plages brunes sur les tissus verts (nécroses) correspondant à des zones de suicide cellulaire de la plante.

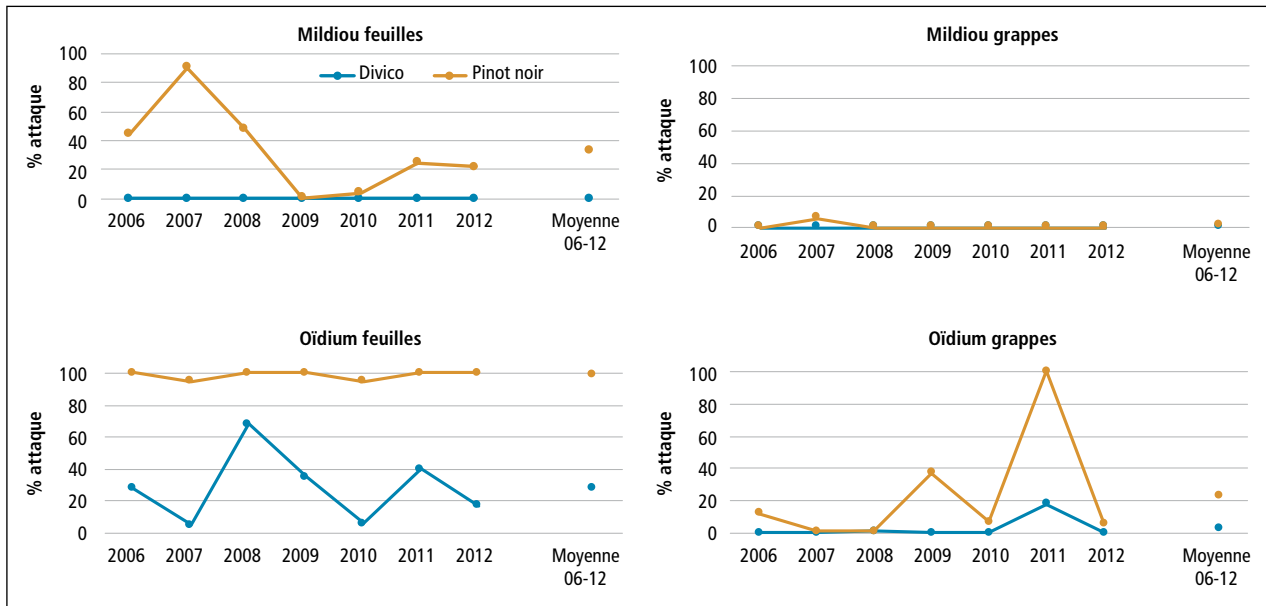


Figure 5 | Attaque causée par le mildiou et l'oïdium sur feuilles et sur grappes avec Pinot noir (sensible) et Divico (résistant) en variante non traitée au début septembre. Pully, 2006–2012.

Sa résistance au mildiou et à l'oïdium est élevée (fig. 5). Le cépage Divico est porteur des gènes de résistance Rpv10 pour le mildiou et Ren3.2 pour l'oïdium (Schneider 2011). A l'image de sa variété père (Bronner), le niveau de résistance au mildiou et à l'oïdium constaté sur l'ensemble des sites expérimentaux d'Agroscope pour ce cépage s'est révélé stable depuis plus de dix ans. Selon le site et la pression des maladies, un à trois traitements fongicides annuels suffisent à le protéger de manière efficace, même dans les situations les plus favorables aux maladies fongiques. Divico présente de plus une résistance très élevée à *Botrytis cinerea*, héritée de Gamaret, ainsi qu'une sensibilité relativement faible au black-rot (*Guignardia bidwellii*) (Spring *et al.* 2013).

Les vins de Divico se signalent par une très grande richesse en composés phénoliques et une couleur très profonde aux nuances violacées. De même Divico présente des vins riches en picéide, resvératrol et viniférines (plus de 30 mg/litre), jouant un rôle important en tant qu'antioxydant (Renaud et de Lorgeril 1992) (fig. 6).

Le profil organoleptique des vins de Divico est très proche de ceux élaborés avec Gamaret. Il s'agit de produits de qualité, structurés, riches en tannins peu astringents. Les arômes évoquent à la fois des notes fruitées et épicées. Ces caractéristiques organoleptiques très intéressantes expliquent l'intérêt marqué suscité par cette nouvelle variété en Suisse. En 2018 il est déjà devenu le cépage interspécifique le plus répandu en Suisse avec une surface de 42 ha. Un deuxième cépage blanc issu du même croisement a été

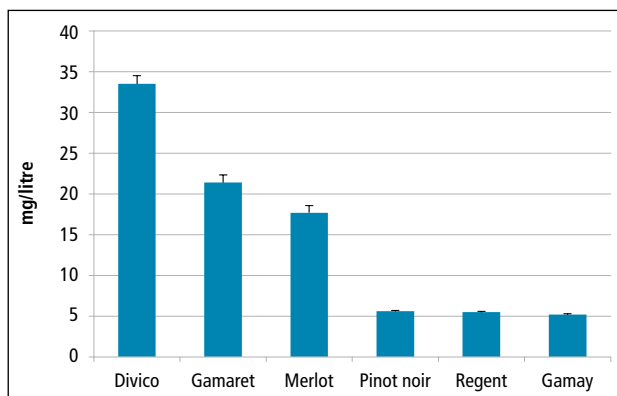


Figure 6 | Somme des stilbènes (picéide, resvératrol et viniférines) dans les vins de différents cépages. Pully, moyennes 2011–2012.

homologué en 2018 sous le nom de Divona (Spring *et al.* 2018). Il présente les mêmes caractéristiques de résistance que le Divico. Cépage de maturité précoce, il intéresse particulièrement les zones plus tardives du vignoble et notamment la Suisse alémanique. Son potentiel qualitatif élevé (vins structurés et aromatiques) suscite déjà beaucoup d'intérêt auprès des producteurs.

Une collaboration franco-suisse

L'Inra (Institut national de recherche agronomique INRA, France) a engagé le programme de sélection ResDur en 2000 (Merdinoglu *et al.* 2018) destiné à cumuler dans le même individu plusieurs facteurs de



Figure 7 | Prélèvement d'une jeune feuille sur plantule pour l'extraction de l'ADN nécessaire au marquage moléculaire (photo Inra).

résistances d'origines différentes afin d'assurer au mieux leur stabilité. Cette sélection a été assistée par marqueurs (SAM) (fig. 7), une technique indispensable pour le pyramidage des facteurs de résistance. Quatre nouvelles variétés issues de ce programme – Artaban, Floreal, Vidoc, Voltis – et dotées de résistances polygéniques au mildiou et à l'oïdium ont été inscrites au catalogue français en 2018 (Schneider *et al.* 2018).

En 2009 Agroscope (Suisse) et l'Inra ont démarré un programme de sélection commun, visant à combiner les facteurs de résistance aux maladies présentes dans leurs lignées respectives. Les facteurs suivants sont concernés: Rpv1 (issu de *Vitis rotundifolia*), Rpv3 (issu de *Vitis Rupestris*), Rpv10 (provenant de *V. amurensis*) pour le mildiou; Run1 (issu de *V. rotundifolia*), Ren3 (issu de *Vitis Rupestris* et porté par la variété résistante Regent), Ren3.2 (porté par la variété résistante Bronner) pour l'oïdium. Les lignées de sélection provenant d'Agroscope présentent également un niveau de résistance élevé au black-rot et à la pourriture grise.

Huit géniteurs Inra – incluant Voltis, Floreal et Artaban – et trois géniteurs Agroscope – incluant Divico et Divona – ont été utilisés pour les croisements. Grâce à la SAM (fig. 8), 400 descendants porteurs des facteurs de résistance Rpv1, Rpv10 et/ou Rpv3; Run1, Ren3 et/ou Ren3.2 ont été sélectionnés. Leur phénotypage agronomique et œnologique est réalisé dans le cadre d'un réseau d'essais situés dans les deux Instituts à Colmar (F) et à Pully (CH). Les premières observations pluriannuelles, portant sur 80 descendants, ont permis d'étudier leur stabilité phénotypique pour les caractères de résistance, les traits culturaux et la qualité des vins. À l'issue de cette étape, dix variétés candidates ont été sélectionnées et déposées pour inscription. Elles se trouvent actuellement en essais d'évaluation de leur valeur agronomique, technologique et environnementale (VATE) chez Agroscope à Leytron (CH) ainsi que dans trois régions françaises (Champagne, Val de Loire, Vallée du Rhône). L'inscription au catalogue de ces co-obtentions Inra/Agroscope est prévue à l'horizon 2024-2025. ■

Jean-Laurent SPRING¹, Vivian ZUFFEREY¹,
Thibaut VERDENAL¹, Fabrice LORENZINI², Katia GINDRO²,
Gilles BOURDIN², Christophe CARLEN³, Christophe SCHNEIDER⁴,
Didier MERDINOGLU⁴ et Olivier VIRET⁵

¹ Agroscope, 1009 Pully, Suisse

² Agroscope, 1260 Nyon, Suisse

³ Agroscope, 1964 Conthey, Suisse

⁴ INRA, Université de Strasbourg, UMR 1131 SVQV,
68000-Colmar, France

⁵ DGAV, 1110 Morges, Suisse

Renseignements: Jean-Laurent Spring, tél. +41 58 468 65 63,

e-mail: jean-laurent.spring@agroscope.admin.ch, www.agroscope.ch

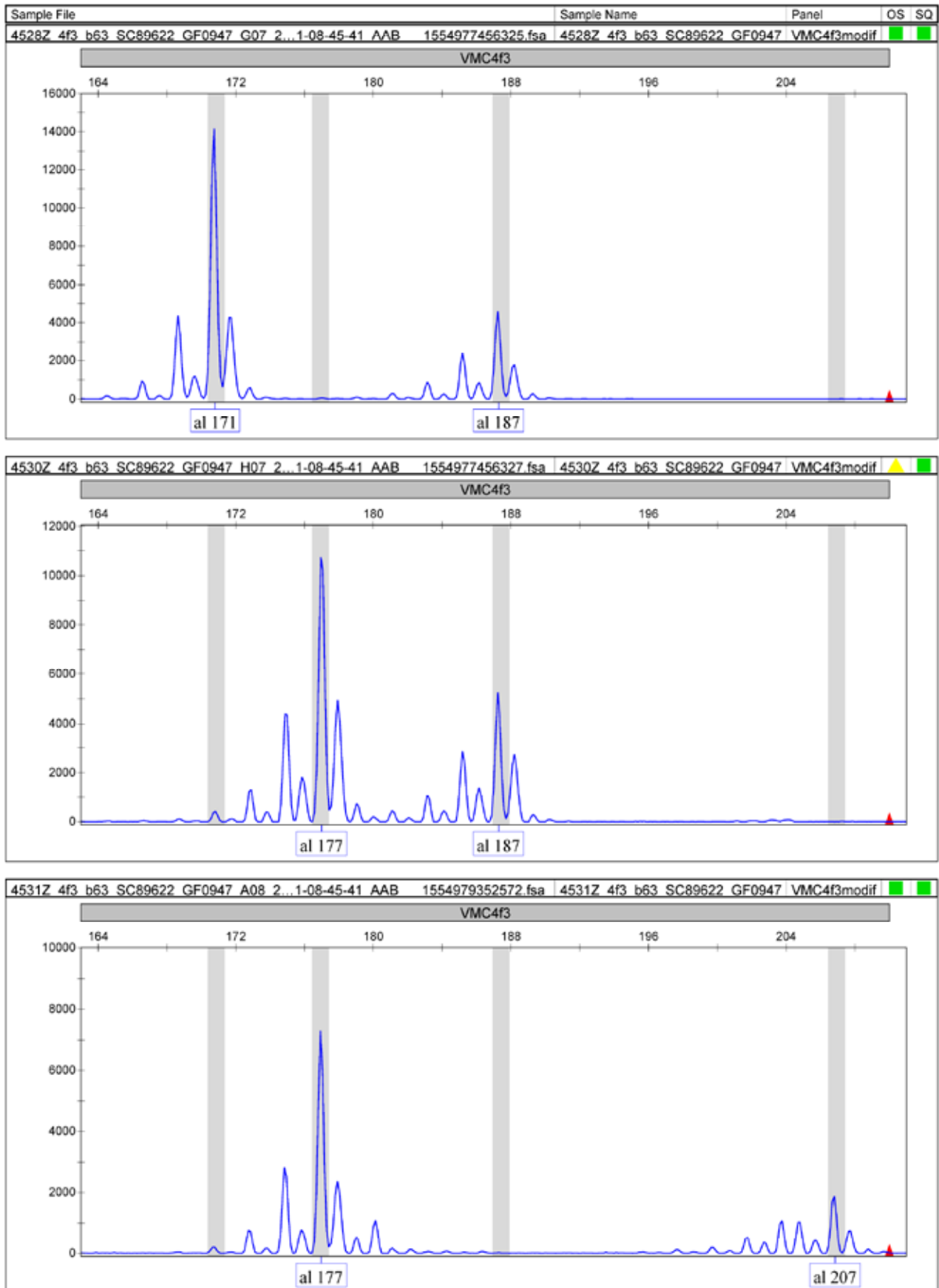


Figure 8 | Profil génétique de trois descendants de croisement pour un marqueur moléculaire lié à la résistance (photo Inra).