YOANN BRANS, JULIE CASTAING,
KEVIN BRESSON, CTIFL

INFOS CTIFL
NOVEMBRE 2015 N°316

CULTIVARS D'ABRICOTIER EN SERRE CONFINÉE

ÉVALUATION DE LA SENSIBILITÉ VARIÉTALE AU *PLUM POX* VIRUS

RÉSUMÉ

Le comportement de 16 cultivars d'abricotiers vis-à-vis d'une infection par le *Plum pox* virus, responsable de la Sharka, a été évalué par le Ctifl entre 2012 et fin 2014 dans le cadre d'un essai mis en place en serre confinée. Les trois cycles végétatifs complets mis en œuvre permettent d'isoler les cultivars sensibles ou avec un comportement de type tolérant (peu de symptômes visibles mais infection confirmée par analyses au laboratoire) et d'identifier des cultivars potentiellement résistants. Les observations et résultats obtenus permettent de valider le protocole mis en place et de proposer un outil facilitant les démarches de sélection de cultivars d'abricotier avec un comportement de type résistant vis-à-vis de la Sharka.

APRICOT CULTIVARS IN A CONFINED GREENHOUSE TRIAL : EVALUATION OF VARIETAL SENSIBILITY TO PLUM POX VIRUS

The behaviour of 16 apricot varieties to infection by *Plum pox* virus or Sharka, was evaluated by the Ctifl between 2012 and 2014 within the framework of a confined trial set up in a greenhouse. The three complete growth cycles in the trial meant that the susceptible cultivars or those that are tolerant (few visible symptoms but testing positive in a laboratory test) could be identified as well as those that are potentially resistant. The observations and results obtained have enabled the protocol that was developed to be validated and to offer a tool that makes breeding of apricot cultivars that are resistant to Sharka easier.

La problématique de l'implantation du virus de la Sharka sur le territoire français conduit les instances professionnelles, les éditeurs de matériel fruitier, l'INRA et le Ctifl à proposer un protocole de caractérisation de la sensibilité des cultivars au virus en conditions contrôlées.

> PHOTO 1 : VUE GÉNÉRALE DE L'ESSAI EN ZONE CONFINÉE NS2+

YOANN BRANS, JULIE CASTAING,
KEVIN BRESSON, CTIFL

CONTEXTE GÉNÉRAL SUR LA SHARKA

Identifier des cultivars d'abricotiers résistants au virus de la Sharka (*Plum pox virus* – PPV), tel est l'objectif de ce projet initié il y a une dizaine d'années au Ctifl avec les instances professionnelles (AOPN Abricot et FNPF), les éditeurs de matériel fruitier et l'Inra. L'objectif est de disposer de l'outil et de l'expertise permettant d'identifier à l'aide de l'ensemble des techniques et connaissances disponibles des cultivars d'intérêt agronomique résistants au virus (empêchant toute multiplication du virus dans la variété et ainsi limitant sa propagation sur le territoire, voir encadré ci-contre).

La Sharka est un organisme réglementé aujourd'hui installé sur le territoire français, affectant la majorité des *Prunus* dont le pêcher, prunier, abricotier. Le dispositif de lutte sur le territoire entraîne un arrachage systématique des arbres contaminés, voire de parcelles entières lorsque le seuil de contamination annuel dépasse 10 % (arrêté du 17 mars 2011). Le maintien des surfaces de production de ces espèces est pour le moment directement lié à la capacité de limiter l'extension des foyers de contamination (prospection). Le maintien de foyers infectieux du virus, et même leur extension dans certains secteurs posent de nombreuses questions dans le contexte de renouvellement et d'élargissement du calendrier variétal, notamment pour l'espèce abricot. Pour cette espèce, de nombreuses nouvelles variétés sont en effet proposées sur les catalogues et les éditeurs de matériel végétal souhaitent caractériser ces variétés quant à leur sensibilité au PPV le plus rapidement possible avant la commercialisation.

Contrairement au pêcher ou aucune résistance n'a pu être identifiée à ce jour, l'existence de facteurs génétiques apportant la résistance au PPV sur abricotier est connue depuis près de 40 ans. Ces connaissances ont été validées et compétées depuis, à la fois par les observations réalisées en zones très contaminées (exemple des cultivars Stark Early Orange et Stella), les programmes de sélection génétique et les travaux de recherche. Un QTL majeur présent dans les différents cultivars reconnus comme résistants au PPV chez l'abricotier (*PPVres*) a également été identifié dans le génome de l'abricotier, pouvant être mis en évidence par trois marqueurs moléculaires de type microsatellites (Soriano *et al.* 2012 ; Decroocq *et al.* 2014). Les différents travaux développés permettent aujourd'hui d'établir de manière fiable si un cultivar d'abricotier présente ou non les facteurs de résistance connus. La connaissance du statut des variétés d'abricotier vis-à-vis du virus de la Sharka doit permettre d'appuyer les choix professionnels en matière de plantations. Les objectifs sont à la fois d'accélérer et d'orienter les choix des obtenteurs et éditeurs vers des génétiques présentant les caractéristiques de résistance à la maladie dès les premières étapes de la sélection variétale et d'appuyer les politiques collectives en matière de surveillance du territoire.

ABRICOTIER : TYPES DE COMPORTEMENTS VIS-A-VIS DE L'INFECTION PAR LE PPV

- Présence de symptômes et multiplication du virus (test laboratoire positif) : matériel sensible (Bergeron et les principales variétés traditionnelles).
- Peu de symptômes mais multiplication du virus (test laboratoire positif) : matériel tolérant (Harcot).
- Absence de symptôme et pas de multiplication du virus dans la plante (test laboratoire négatif) : matériel résistant (Stark Early Orange, Stella).

DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL MIS EN PLACE

En appui aux recherches sur le virus de la Sharka et à la recherche des facteurs génétiques de résistance, les tests de sensibilité ont été développés sur abricotier dans les années 2000. Le programme européen d'étude sur le virus de la Sharka : Sharco (www.sharco.eu) mis en place entre 2007 et 2012 a permis de nombreuses avancées sur la connaissance du virus et de son interaction avec les espèces hôtes. Le dispositif mis en place par le Ctifl s'appuie sur les recommandations reprises dans ce programme concernant l'évaluation de la sensibilité variétale en conditions de culture contrôlées. Le principe général repose sur l'élevage de plants fruitiers greffés en zone de culture confinée et inoculés par une souche de PPV-D ou PPV-M. L'évaluation de la sensibilité des cultivars est réalisée après plusieurs cycles de végétation suivant l'infection. Les périodes de repos végétatif sont assurées par un entreposage des plants en chambre froide humide. Plusieurs critères sont pris en compte : observations visuelles de la présence de symptômes pendant les cycles végétatifs, analyses biologiques et/ou au laboratoire par tests sérologiques et moléculaires.

L'objectif du travail réalisé ici est double :
- permettre de valider les conditions expérimentales choisies et confronter les résultats à ceux de la littérature pour disposer d'un dispositif fiable et reproductible pour l'évaluation des cultivars ;
- évaluer le niveau de sensibilité de cultivars d'intérêt sur le territoire français fournis par les éditeurs ou ayant droits.

La validation de ce dispositif doit permettre de proposer de manière récurrente une évaluation variétale de cultivars d'abricotiers et répondre aux besoins de la filière.

STRUCTURE CONFINÉE

L'essai a été conduit au sein de la serre confinée du centre Ctifl de Lanxade. Le Ctifl a obtenu l'agrément de cette structure en novembre 2011, permettant la mise en place d'essais sur les organismes réglementés de type virus ou phytoplasmes dans les modules dédiés dénommés SH1 et SH2. Ces modules sont séparés des autres modules de cultures de la serre par accès de type sas et sont sous dépression constante. Les modules SH1 et SH2 disposent d'équipements de filtration de l'air et de récupération des déchets solides et liquides pour le traitement avant rejet. Ces dispositifs techniques correspondent à un niveau de confinement NS2 + (cf. Brans *et al.*, Infos-Ctifl n° 299 mars 2014). L'essai a été conduit dans le module SH1 sur deux tablettes de culture d'une surface de 10 m² chacune (Photo 1).

CULTIVARS

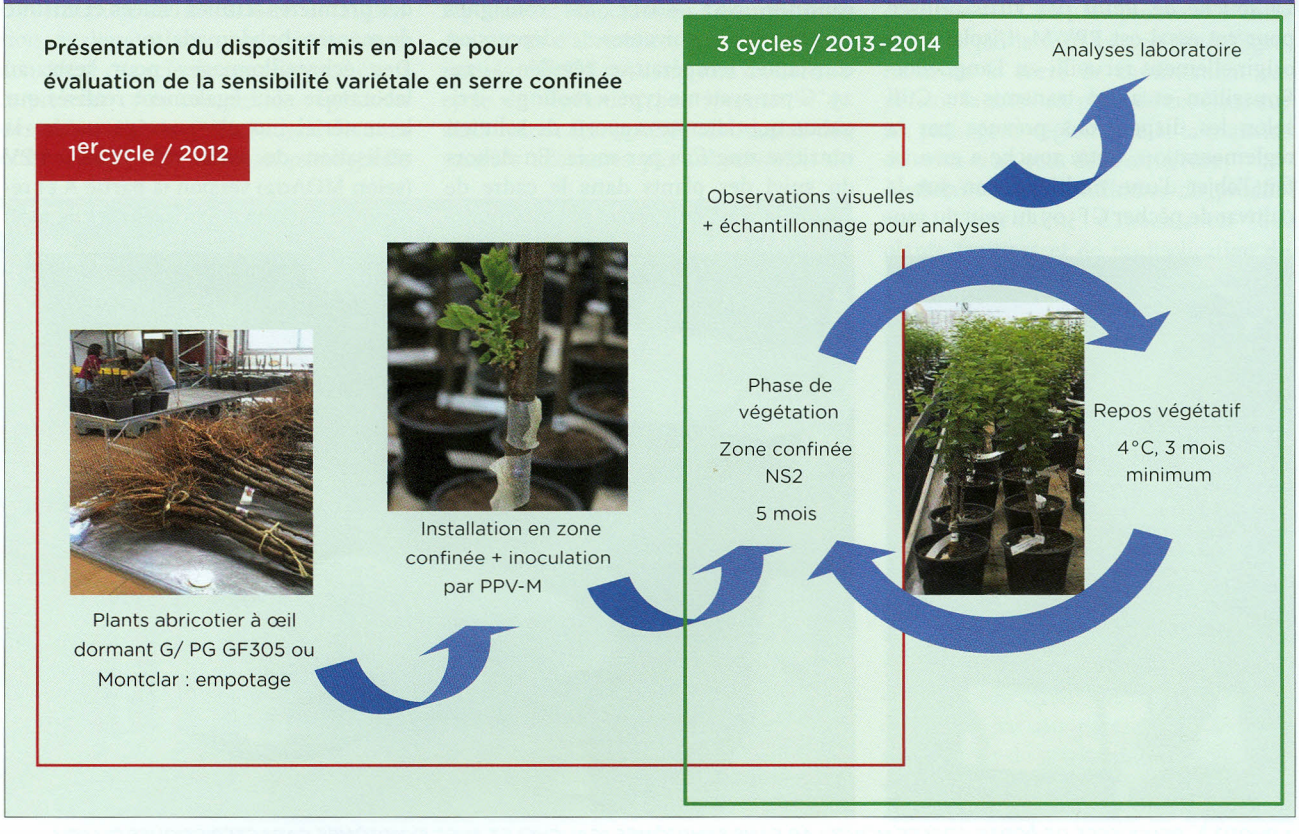
Le choix des cultivars a été réalisé avec les éditeurs ou ayant droits en fonction des informations disponibles sur la sensibilité.

TABLEAU 1 : LISTE DES CULTIVARS UTILISÉS POUR L'ESSAI

Éditeur	Dénomination du cultivar	N° Clone	Porte-greffe	Année production des plants	Date empotage	Date inoculation par PPV-M
STAR FRUITS	ORANGERED	A2892	MONTCLAR	2011-2012	12/06/2012	27/06/2012
STAR FRUITS	ROBADA	A3749	MONTCLAR	2011-2012	12/06/2012	27/06/2012
LIBRE	GOLDRICH	A2184	MONTCLAR	2011-2012	12/06/2012	27/06/2012
LIBRE	BERGERON	A660	MONTCLAR	2011-2012	12/06/2012	27/06/2012
LAFOND	FLOPRIA	A4449	MONTCLAR	2011-2012	12/06/2012	27/06/2012
LAFOND	COLORADO	A13614	MONTCLAR	2011-2012	12/06/2012	27/06/2012
CEP	BERGAROUGE	A2914	MONTCLAR	2011-2012	12/06/2012	27/06/2012
CEP	BERGEVAL	A3950	MONTCLAR	2011-2012	12/06/2012	27/06/2012
CEP	SHAMADE	A3902	MONTCLAR	2011-2012	12/06/2012	27/06/2012
COT INTERNATIONAL	LADY COT	A4711	MONTCLAR	2011-2012	12/06/2012	27/06/2012
COT INTERNATIONAL	LILLY COT	A4277	MONTCLAR	2011-2012	12/06/2012	27/06/2012
COT INTERNATIONAL	WONDER COT	A4415	MONTCLAR	2011-2012	12/06/2012	27/06/2012
IPS	FARBALY	A2437	MONTCLAR	2011-2012	12/06/2012	27/06/2012
IPS	FARELY	A1916	MONTCLAR	2011-2012	12/06/2012	27/06/2012
IPS	FARALIA	A1285	MONTCLAR	2011-2012	12/06/2012	27/06/2012
LIBRE	STARK EARLY ORANGE	A1145	MONTCLAR	2011-2012	15/06/2012	27/06/2012

Cultivar reconnu comme résistant au PPV ; Cultivar reconnu sensible au PPV

FIGURE 1 : Présentation du dispositif mis en place en serre confinée



YOANN BRANS, JULIE CASTAING,
KEVIN BRESSON, CTIFL

En effet dans un objectif d'identification de cultivars résistants au PPV, les cultivars commerciaux déjà reconnus comme étant sensibles en verger n'ont pas été retenus. Toutefois, pour permettre la validation du protocole expérimental et les différents essais conduits en serre et au laboratoire des cultivars connus comme sensibles ou résistants ont été intégrés à ce protocole. Au total 16 cultivars d'abricotiers ont été testés dans le cadre de cet essai. La liste des cultivars est reprise dans le tableau 1. Le matériel végétal a été fourni par les éditeurs, à œil dormant (OD) greffé sur porte-greffe de semis (Montclar) et d'origine certifiée. 20 plants ont été fournis à racines nues pour chaque cultivar et réceptionnés par le Ctifl au printemps 2012. Une fois l'ensemble des plants reçus, ceux-ci ont été empotés en juin 2012 en containers de 12 l dans un mélange terre végétale/terreau/sable/pouzzolane. Les plants ont ensuite été disposés en serre dans le module confiné SH1 afin de permettre leur démarrage et l'installation en pot. La Figure 1 présente le dispositif mis en place en serre confinée.

ISOLAT UTILISÉ ET INOCULATION DES PLANTS

La souche de *Plum pox virus* utilisée pour cet essai est PPV-M. L'isolat a été originellement recueilli en Languedoc-Roussillon et a été transmis au Ctifl selon les dispositions prévues par la réglementation. Cette souche a ensuite fait l'objet d'une multiplication sur le cultivar de pêcher GF305 au sein du module confiné SH2 dans le but d'obtenir assez de matériel pour permettre l'inoculation des plants d'abricotiers.

Après démarrage de la végétation, dix plants à œil dormant de chaque cultivar ont été inoculés à l'aide de la souche M. précitée par un greffage-indexage en « chip-budding » à raison de deux chips – ou languettes – placés à 180° l'un de l'autre sur le porte-greffe. La première languette est placée directement sous l'œil greffé du cultivar pour permettre une transmission rapide du virus vers le greffon et la seconde languette est placée au-dessous. Cinq autres plants ont été inoculés selon la même technique mais à partir de matériel végétal sain (GF305).

Les plants sont ensuite suivis régulièrement pour assurer la qualité de l'inoculation et veiller à leur bonne croissance en serre. Quelques repousses de porte-greffe des plants greffés sont conservées afin de permettre une validation biologique directe de l'inoculation, le cultivar de Montclar étant également très sensible aux différentes souches du PPV (Photo 2).

CONDUITE CULTURALE

L'essai est conduit en zone de culture confinée NS2 + avec les consignes climatiques suivantes: dépression constante, température régulée à 22-25 °C par système type « cooling », irrigation quotidienne, apports de solution nutritive une fois par mois. En dehors du suivi des plants dans le cadre de l'essai, le suivi cultural et phytosanitaire est également réalisé chaque semaine par le personnel technique habilité. Toutes les interventions réalisées dans les modules confinés sont consignées selon les procédures relatives à la serre de confinement.

SUIVI DE L'ESSAI PENDANT PLUSIEURS CYCLES VÉGÉTATIFS

À partir de l'inoculation des plants, ceux-ci font l'objet d'un suivi hebdomadaire pendant la période végétative. Ce suivi consiste en une observation de chaque plant afin de valider l'inoculation pour chaque languette d'inoculum, vérifier l'état de végétation de chaque cultivar en lien avec les conditions climatiques. L'empotage simultané des différents cultivars fournis à œil dormant a permis a chaque cultivar d'avoir la quantité de froid nécessaire au bon démarrage de la végétation. Ainsi l'ensemble des plants a pu démarrer en serre de manière homogène. Ce principe a été appliqué pour chaque cycle de dormance des plants: conservation des plants en chambre froide humide (4 °C) au minimum trois mois.

Le contrôle de la présence de symptômes par observation visuelle est réalisé par les agents du laboratoire dès la présence des premières feuilles étalées et ensuite de manière hebdomadaire.

Des échantillonnages pour tests au laboratoire sont également réalisés sur le matériel inoculé pour permettre la réalisation de tests DAS-ELISA PPV (selon MOA021 version 1a partie A et recommandations fournisseur) et de tests

> PHOTO 2 : REPOUSSES DE PORTE-GREFFE MONTCLAR SANS SYMPTÔMES (GAUCHE) ET AVEC SYMPTÔMES CARACTÉRISTIQUES DU PPV (DROITE)

moléculaires RT-PCR PPV (RT-PCR Amorces P1/P2 selon Wetzel *et al.*, 1991) ou pour la recherche de marqueurs associés à la résistance au PPV (Decroocq *et al.*, 2014).

LES PRINCIPAUX RÉSULTATS

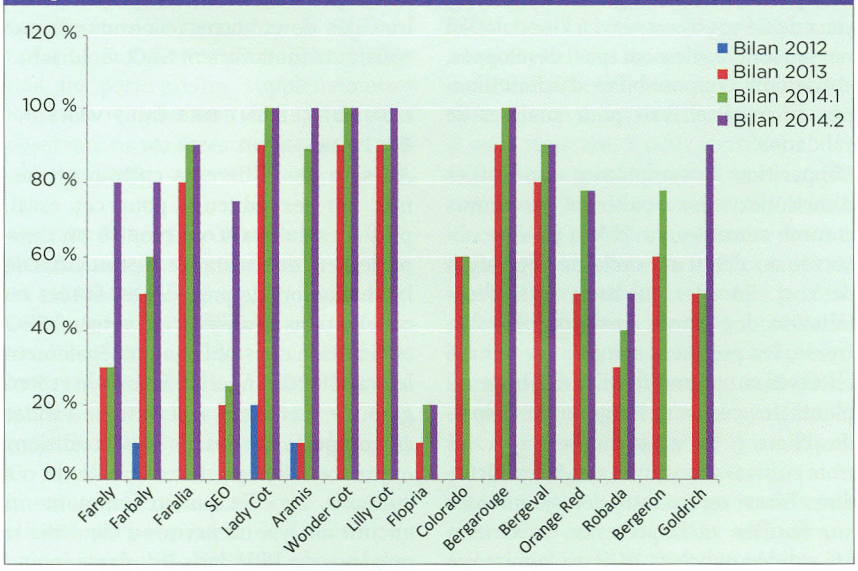
CONTRAINTES EXPÉRIMENTALES

Les observations menées dans le cadre du premier cycle de végétation ont permis d'adapter et d'ajuster le protocole expérimental prévu. En effet la mise en place de l'essai et l'inoculation réalisée en début d'été 2012 n'ont pas permis le développement optimal des plants. De plus un certain nombre d'inocula a dû être repris afin d'assurer la qualité de l'inoculation des plants. Les observations visuelles ainsi que les analyses réalisées au laboratoire durant ce premier cycle n'ont révélé la présence du virus (sur symptômes et analyses) que sur quelques repousses de porte-greffes parmi les 160 plants inoculés. Ce n'est qu'à partir du cycle de végétation suivant, en 2013, que plus de 60 % des porte-greffe ont pu être validés (Figure 2). Les premiers symptômes sur abricotiers sensibles ont pu être observés et avec une confirmation au laboratoire de l'infection également en 2013. Nous avons considéré ce cycle de 2013 comme étant le premier cycle complet de végétation des plants d'abricotiers, le cycle de 2012 étant tronqué. Toutefois, les porte-greffe de 47 plants n'ayant pas révélé d'infection ou n'ayant pas de rejet de porte-greffe pour permettre une observation adéquate pendant le cycle 2013 ont à nouveau fait l'objet d'une réinoculation. L'essai a été poursuivi par deux autres cycles de végétation complets (2014.1 et 2014.2) qui ont permis de valider l'infection sur la majorité de ces plants.

Les principales contraintes identifiées lors des différents cycles sont :

- la qualité du greffage des OD des plants fournis. Les plants fournis doivent être homogènes avec des hauteurs de greffage identiques, greffés sur des porte-greffes de calibre comparable. Ce point est difficile à maîtriser si les plants ne sont pas tous greffés au sein du même établissement ;
- la qualité de l'inoculation. L'inoculation doit être privilégiée avec du matériel bien aoûté et avec un calibre suffisant pour assurer la réussite du greffage-indexage sur les porte-greffe des plants fruitiers fournis. Un calibre du porte-greffe trop important limite en effet la prise de la greffe. Les greffage-indexages doivent en outre être réalisés a minima avec une répétition de deux greffes par plant, dont une greffe avec un œil pour permettre de valider plus rapidement l'inoculation. Le surgreffage des plants d'abricotiers par des yeux de porte-greffe GF305 sains lors du dernier cycle de végétation peut permettre de discriminer les variétés résistantes des variétés tolérantes par l'observation de symptômes sur les repousses issues de ces greffons ;
- la conduite d'essais en conditions confinées apporte un certain nombre de contraintes à prendre en compte : entrées-sorties de personnel limitées, équipement restant à demeure dans le sas d'accès, désinfection du matériel avant sortie, maintien des conditions climatiques optimales délicat (renouvellement de l'air important dû à la dépression constante de la zone)...

FIGURE 2 : Pourcentage de porte-greffe infecté par cultivar selon le cycle de végétation en serre

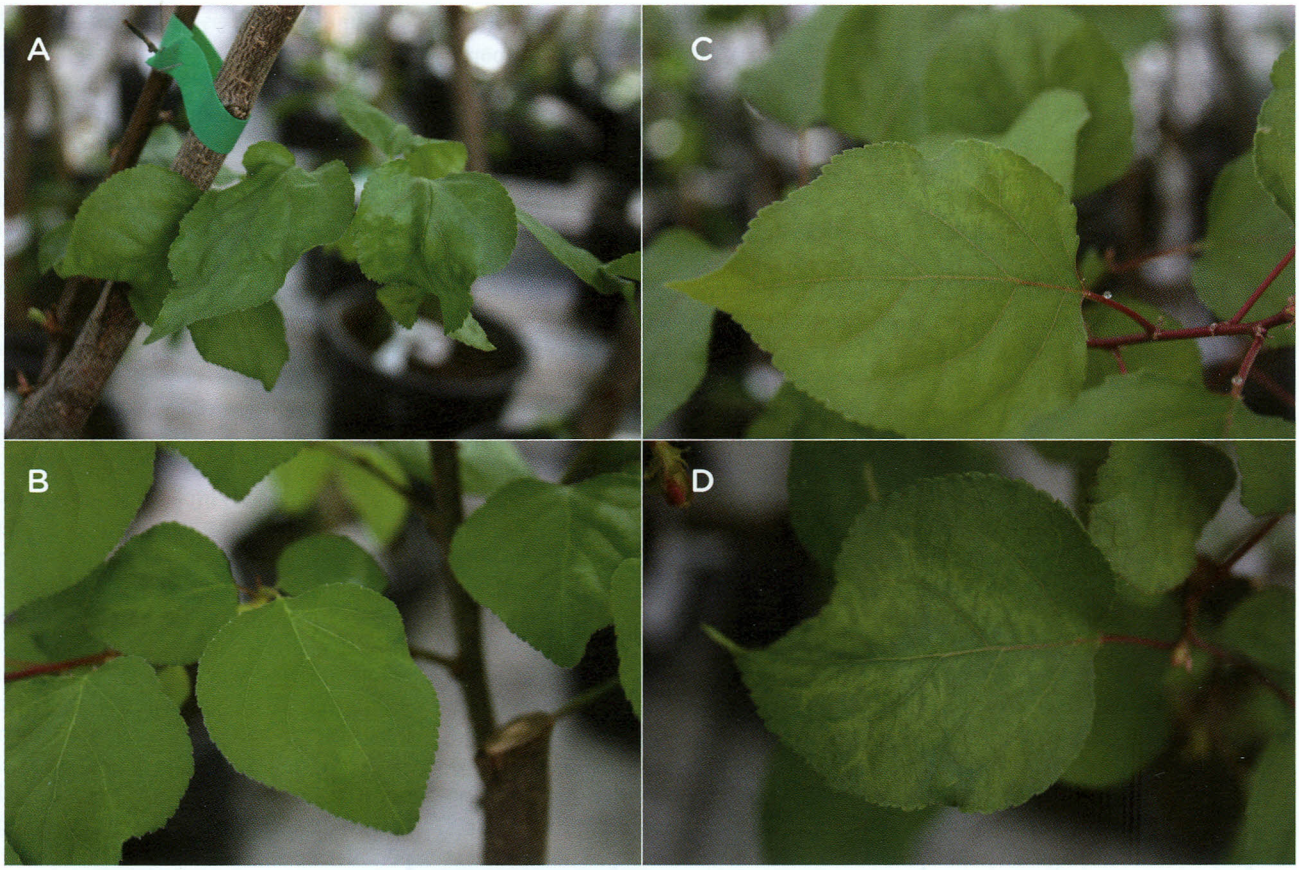


VALIDATION DU DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Le premier objectif de cet essai était de pouvoir disposer d'un protocole fiable et reproductible dans nos conditions expérimentales. Les différentes adaptations techniques et les résultats obtenus en lien nous permettent de valider le protocole retenu. En effet les observations réalisées entre 2012 et fin 2014 ont permis de valider les points suivants :

- réussite de la conduite culturale de plants d'abricotier fournis à œil dormant en zone de culture confinée, maitrise des cycles de végétation et des périodes de dormance ;
- validation des procédures et des contraintes liées à l'infrastructure serre confinée du Ctifl : les procédures mise en place par le Ctifl en 2011 pour l'agrément de la serre de confinement ont permis la mise en place de cet essai sur un pathogène réglementé et la maîtrise de celui-ci au sein de la structure ;
- validation des conditions de production d'inoculum, d'inoculation des plants fruitiers et de multiplication du virus dans les plants élevés sous serre : les conditions culturales et les manipulations mises en œuvre ont permis la multiplication sécurisée de l'inoculum et la transmission réussie aux plants fruitiers sensibles ;
- reproduction du comportement variétal observé en verger : les observations de symptômes sur les cultivars reconnus comme sensibles en verger, ainsi que la non-observation de symptômes sur les cultivars reconnus comme résistants permettent de valider nos conditions expérimentales. Lors du dernier cycle de végétation un surgreffage sur abricotier par un porte-greffe sensible permettrait de vérifier la multiplication du virus ou non au sein des cultivars ayant un comportement de type résis-

YOANN BRANS, JULIE CASTAING,
KEVIN BRESSON, CTIFL



> PHOTO 3 : EXEMPLES DE SYMPTÔMES ASSOCIÉS AU PPV OBSERVÉS SUR FEUILLES DES CULTIVARS BERGERON (A ET B) ET COLORADO (C ET D)

tant afin de discriminer les individus résistants des individus tolérants.

COMPORTEMENT DES CULTIVARS TÉMOINS

Dans le dispositif mis en place les cultivars d'abricotiers sont soumis à une forte pression d'inoculum de PPV qui est multiplié par le porte-greffe sensible. C'est la réponse du cultivar face à la présence en grande quantité de particules virales multipliées dans le porte-greffe qui va définir son comportement face au virus (sensible, tolérant, résistant). Le premier objectif pour ce type d'essai en conditions contrôlées est donc de confirmer l'inoculation des porte-greffe des dix plants inoculés pour chacun des 16 cultivars. Si la présence du virus au sein de quelques porte-greffe a pu être validée suite à l'inoculation à l'été 2012, ce n'est que au cours des cycles suivants (2013 et 2014) que la majorité des porte-greffe ont pu être validés, par observations visuelles de la présence de symptômes et par analyses moléculaires au laboratoire (Figure 2). Sur les 160 arbres inoculés par le PPV (toutes variétés confondues), 115 montrent des symptômes sur le porte-greffe, confirmés par PCR. Pour 15 cultivars sur les 16 testés, l'infection a pu être confirmée sur plus de 60 % des porte-greffes inoculés. À l'issue des différents cycles, seul le cultivar Flopria n'a pas pu être validé sur plus de deux plants sur les dix inoculés en raison de l'absence totale de repousse des porte-greffe. De plus les yeux de GF305 ayant servi à l'inoculation ne se sont également pas développés, entrainant l'impossibilité d'échantillonner du matériel frais pour analyses de validation.

L'apparition de symptômes sur feuilles d'abricotier des cultivars reconnus comme sensibles au PPV a pu être observée au début du cycle de végétation de 2013. En effet, un mois après l'installation des plants sortis de chambre froide, les premiers symptômes ont été observés sur jeunes feuilles de plusieurs plants des cultivars Bergeron et Colorado (Photo 3). À l'issue du cycle 2013, les trois cultivars reconnus sensibles inclus dans l'essai ont montré des symptômes sur feuilles, et la présence du virus a été validée par tests PCR au laboratoire Bergeron, Colorado, Faralia). Les cycles suivants ont permis de compléter le nombre de plants avérés infectés jusqu'à atteindre plus de 90 % des plants de ces trois cultivars (Tableau 2).

À l'inverse, pendant les différents cycles de végétation, aucun symptôme ni aucune analyse n'a permis d'identifier la présence du PPV dans les plants inoculés de cultivars reconnus comme résistants (notamment SEO, Goldrich).

COMPORTEMENT DES CULTIVARS ÉDITEURS

Au sein des différents cultivars transmis par les éditeurs pour cet essai, plusieurs cultivars ont montré un comportement de résistance face au virus de la Sharka lors de précédentes études ou observations réalisées en verger: SEO et Goldrich cités plus haut et également les variétés Orangered, Shamade et Bergarouge. Cet essai a permis de valider ce comportement dans nos conditions expérimentales pour l'ensemble de ces cultivars. En effet, aucun symptôme ni aucune analyse n'a permis d'identifier la présence du PPV dans les plants inocu-

lés élevés en serre (Tableau 2).
Les autres cultivars testés ont montré différents comportements vis-à-vis du virus. Cinq cultivars: Farely, Bergeval, Lilly Cot, Wonder Cot et Lady Cot ont montré un comportement semblable aux cultivars reconnus comme résistants listés ci-dessus. L'infection sur porte-greffe a pu être validée pour ces cultivars et aucun symptôme sur feuille n'a été observé dans nos conditions et lors des différents cycles de végétation. De même, aucune infection par le PPV n'a été mise en évidence par test PCR sur les échantillons issus de ces différents cultivars. L'infection du cultivar Flopria n'ayant pu être confirmée comme mentionné auparavant, les résultats concernant ce cultivar sont peu exploitables, même si aucun symptôme ni aucune détection n'a pu être mise en évidence sur les plants inclus dans l'essai.
Deux cultivars ont montré un autre type de comportement lors de cet essai: Robada et Farbaly. En effet, pour ces deux cultivars des symptômes fugaces ont été observés sur feuilles de quelques plants inoculés (2 plants sur 10), et la présence du virus a été confirmée dans ces plants par test PCR. De plus les symptômes ne sont pas apparus lors de chaque cycle de végétation. Pour le cultivar Robada l'apparition de symptômes et la confirmation par PCR a été réalisée uniquement lors du deuxième cycle complet (2014.1). Ces observations tendent à démontrer un cycle plus lent de multiplication et de propagation du virus au sein de ces deux cultivars, avec des plants pouvant exprimer des symptômes sur feuilles ou non. Les résultats du dernier cycle végétatif (2014.2) ont permis de valider l'infection de porte-greffes supplémentaires tout en confirmant les principales observations réalisées sur les cycles précédents (Tableau 2).

TABLEAU 2 : SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DE L'ESSAI PAR CULTIVAR

Bilan essai	Détection PPV dans PG (PCR)	Détection PPV Abricotier		Résultats recherche marqueurs moléculaires PPVres*
	Positif	Observation	Positif PCR	
Farely	80 %	0/10	0/10	R R R
Farbaly	80 %	2/10	1/10	S S R
Faralia	90 %	10/10	10/10	S S S
SEO	75 %	0/8	0/8	R R R
Lady Cot	100 %	0/10	0/10	R R R
Shamade	100 %	0/9	0/9	R R R
Wonder Cot	100 %	0/9	0/9	R R R
Lilly Cot	100 %	0/9	0/9	R R R
Flopria	20 %	0/10	0/10	R R R
Colorado	60 %	7/10	9/10	S S S
Bergarouge	100 %	0/10	0/10	R R R
Bergeval	90 %	0/10	0/10	R R R
Orange Red	78 %	0/9	0/9	R R R
Robada	50 %	2/10	2/10	R R R
Bergeron	78 %	9/9	9/9	S S S
Goldrich	90 %	0/10	0/10	R R R

**marqueurs du locus PPVres associés à la résistance au PPV. R = allèle type résistant, S = allèle type sensible.*

RECHERCHE DE MARQUEURS MOLÉCULAIRES ASSOCIÉS À LA RÉSISTANCE

Les données recueillies au cours de cet essai ont été corrélées avec l'étude du locus majeur impliqué dans la résistance au PPV chez l'abricotier (le QTL majeur *PPVres*) (Soriano *et al.*, 2012). Ce locus est caractérisé par trois marqueurs moléculaires de type microsatellites qui permettent de savoir si un cultivar possède ou non cette région génomique associée à la résistance au PPV chez l'abricotier (Decroocq *et al.*, 2014). Les allèles de ces trois marqueurs ont été étudiés et sont reportés dans le tableau 2 en étant codifiés comme suit: R pour résistant, S pour sensible.
On observe généralement une corrélation entre les comportements obtenus au cours de l'essai et la présence de cette région *PPVres*. À savoir que les cultivars ayant les trois allèles associés à la résistance ne montrent aucun symptôme lié à une infection par le PPV et à l'inverse, les cultivars n'ayant pas ces trois allèles de résistance montrent des symptômes liés à l'infection par le PPV confirmée par les analyses en laboratoire.
Cependant il est important ici de souligner deux cas particulier: les cultivars Robada et Farbaly. Farbaly présente un des trois allèles associés à la résistance et a montré un comportement de type sensible avec une observation de symptômes confirmés par tests au laboratoire. De plus, le cultivar Robada qui présente bien les trois allèles associés à la résistance au sein de la région *PPVres*, a également exprimé des symptômes associés au PPV au cours d'un des trois cycles de végétation avec confirmation de l'infection par tests PCR.
Ce genre de cas illustre bien la prudence qu'il faut avoir face à l'utilisation de ce type de marqueurs. La région *PPVres* semble être la région majoritairement impliquée dans la résistance au PPV chez l'abricotier, mais il reste des régions génomiques non encore identifiées qui sont également nécessaires pour induire ce comportement de résis-

YOANN BRANS, JULIE CASTAING,
KEVIN BRESSON, CTIFL

tance. L'utilisation des trois marqueurs génétiques liés à la région *PPVres* permettrait de réaliser un premier criblage de cultivars d'abricotier afin d'écarter directement, sur la base d'une analyse génétique, ceux n'ayant pas ces trois allèles de résistance. En revanche, le comportement des candidats sélectionnés possédant ces trois allèles de résistance devra être étudié au cours d'un essai tel que présenté ici et par des essais en verger car il n'est pas possible à l'heure actuelle d'attester de la résistance d'un cultivar sur la seule analyse génétique de la région génomique *PPVres*.

LIMITER LA PROPAGATION DU VIRUS SUR LE TERRITOIRE

Sur abricotier, il existe toute une gamme de résistance au PPV présente à l'état naturel. Avec le dispositif mis en œuvre entre 2012 et 2014, nous avons pu valider la pertinence de ce type d'approche et identifier des cultivars sensibles avec une multiplication plus ou moins rapide du virus. Les informations recueillies peuvent permettre aux éditeurs d'écarter ces cultivars sensibles des programmes de sélection. Les travaux réalisés ont également permis l'identification de cinq cultivars d'intérêt ayant un comportement de type résistant dans nos conditions d'essai, en dehors des cinq cultivars précédemment connus pour ce même type de comportement. De plus, la présence des marqueurs associés à une région génomique commune à différents cultivars résistants (région *PPVres*) a également été identifiée dans ces cultivars n'ayant pas multiplié le virus. Cette seule région génomique associée à la résistance doit encore être évaluée et validée pour l'ensemble des ressources génétiques abricotier et devra nécessairement être complétée par d'autres régions génomiques non caractérisées impliquées dans la résistance (exemple du cultivar Robada présenté plus haut). Une validation du comportement de ces cultivars en conditions de production en verger sera également nécessaire pour confirmer le comportement de résistance observé. De plus, l'étude présentée ici a été réalisée uniquement avec la souche PPV-M et les résultats obtenus ne permettent pas de déduire le comportement de ces variétés vis-à-vis des autres souches du virus. Le choix de cultivars d'abricotier présentant les caractéristiques de résistance est aujourd'hui impératif pour répondre aux problématiques de production fruitière et limiter considérablement la multiplication du virus dans l'environnement. Les connaissances disponibles sur les facteurs de résistance sur abricotier ainsi que l'extension des foyers de Sharka sur le territoire permettent d'éviter l'implantation de matériel sensible ou tolérant dans des zones où il pourrait constituer des réservoirs du virus dans l'environnement. ■

BIBLIOGRAPHIE

Arrêté du 17 mars 2011 relatif à la lutte contre le Plum Pox Virus, agent causal de la maladie de la Sharka, sur les végétaux sensibles du genre Prunus.

Brans et al., Etudes sur les bioagresseurs réglementés- La serre confinée du centre Ctifl de Lanxade. Infos-Ctifl n° 299 mars 2014, p. 30-37.

Decroocq et al., 2014. Selecting with markers linked to the PPVres major QTL is not sufficient to predict resistance to Plum Pox Virus (PPV) in apricot. Tree Genetics & Genomes (2014), volume 10, issue5, p. 1161-1170.

MOA021 version 1a partie A : Détection du virus de la Sharka, Plum pox potyvirus (PPV).

Soriano et al., 2012. Identification of simple sequence repeat markers tightly linked to plum pox virus resistance in apricot. Molecular Breeding (2012), 30: p. 1017-1026.

Wetzel et al. 1991. A polymerase chain reaction assay adapted to Plum pox potyvirus detection. Journal of virological methods (1991), 33: p. 355-365.

FICHES VARIÉTALES ABRICOT

Les fiches variétales abricot présentent une synthèse des connaissances technico agronomiques concernant l'arbre et la qualité des fruits. Elles définissent également l'itinéraire technique le mieux adapté à leurs caractéristiques physiologiques: niveau de productivité (rendement, calibre commercialisable...), maîtrise de la conduite, production (récolte, floraison, maturité, coloration)...

Variétés abricot

Pour tous renseignements, contactez :
Christian Hilaire : hilaire@ctifl.fr

Cette base est accessible sur le site : www.ctifl.fr dans la rubrique « Nos publications/Publications en ligne/Fiches variétales », une simple authentification sur le site permet d'y accéder.