

INSTITUT FRANÇAIS  
DE LA VIGNE ET DU VIN

BILAN  
DU PROGRAMME  
INTER-RÉGIONAL  
NOVEMBRE 2011

## Dépérissement de la Syrah : les dernières avancées



# INTRODUCTION

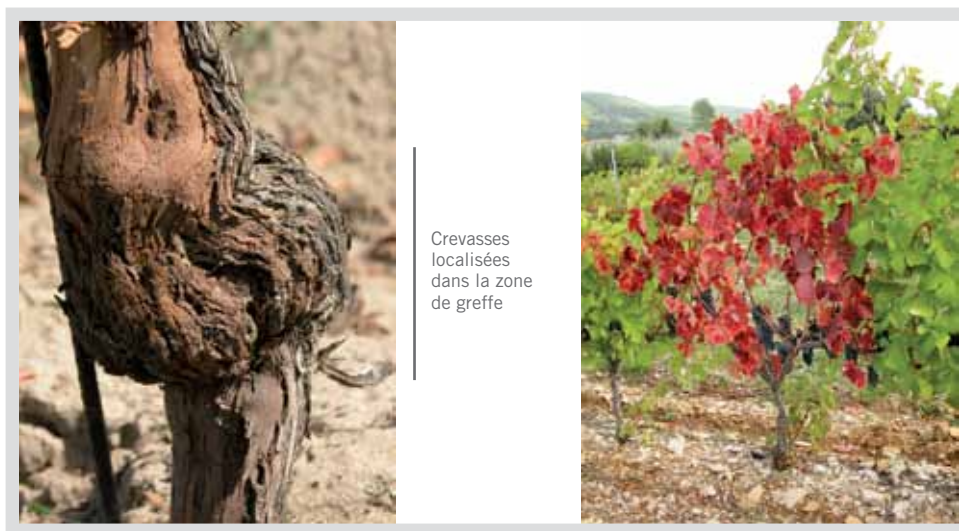
Observé depuis les années 1990 dans le sud de la France, (Gard et Hérault), le dépérissement de la Syrah touche actuellement l'ensemble de l'aire d'implantation de ce cépage. Le pourcentage de ceps atteints et la progression du dépérissement varient de façon importante d'une parcelle à l'autre.

## Symptômes

Ce syndrome se caractérise par des crevasses au point de greffe (**Figure 1**) parfois associées à un rougissement du feuillage à l'automne (**Figure 2**). Un cep présentant ces deux symptômes va mourir à plus ou moins court terme, généralement en ne repartant pas après la taille hivernale.

L'apparition des crevasses précède toujours le rougissement du feuillage, beaucoup de souches crevassees pouvant rester vertes et productives pendant de nombreuses années. Les crevasses, verticales ou obliques, sont mises en évidence par suppression de l'écorce au niveau du bourrelet de greffe. De part et d'autre, le bois du greffon et celui du porte-greffe restent en revanche lisses (**Figure 1**).

Syrah dépérissante



**Figure 1 :** détail d'un point de greffe crevasse : l'écorce a été partiellement supprimée pour faire apparaître les invaginations profondes et localisées

**Figure 2 :** rougissements foliaires observés à l'automne (Hérault, 2010)

On peut parfois observer des crevasses à distance du bourrelet de greffe, sur le tronc ou à la pliure des bras, souvent à proximité de grosses plaies de taille (**Figure 3**).

Des symptômes similaires ont été identifiés sur des Syrah franc-de-pied en

Argentine et au Chili. Les crevasses apparaissent à l'endroit où le plant est rabattu à deux yeux à l'issue de la première année et ce, 4 à 5 ans après cette première taille, ce qui semble indiquer que la blessure est un facteur déclenchant (**Figure 4**).



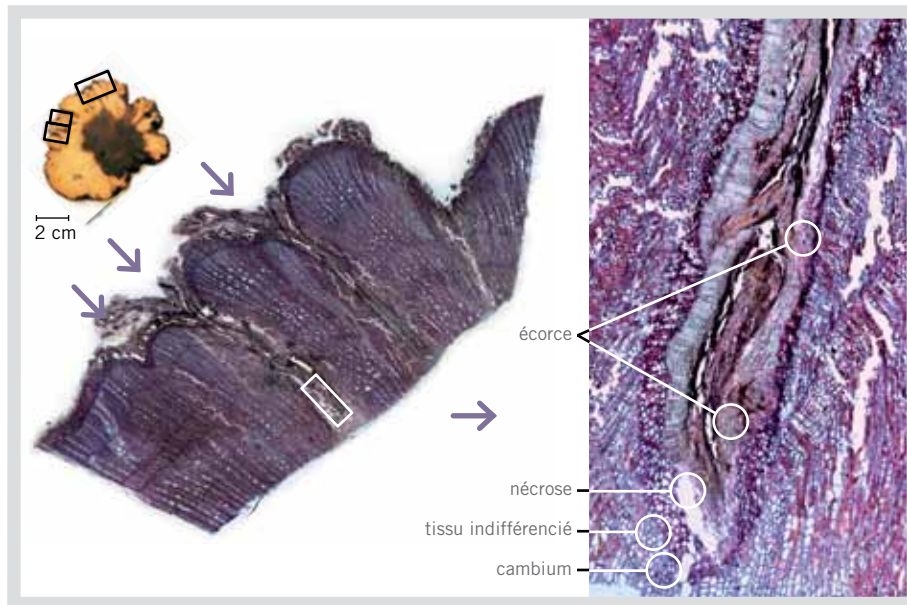
**Figure 3 :** crevasses observées à distance du point de greffe

**Figure 4 :** crevasses localisées sur Syrah franc-de-pied (Chili, 2009)

## Dysfonctionnements cellulaires observés dans les crevasses

Figure 5: vue générale (obj x 1,25)

Figure 6: détail (obj x 10)



Crevasse

Des analyses fines (au niveau des tissus) ont mis en évidence que les crevasses résultent d'un dysfonctionnement localisé du cambium, tissu à l'origine de la formation des vaisseaux conducteurs. L'arrêt localisé du cambium est associé à un problème de différenciation des tissus, à une accumulation de polyphénols, et au développement de nécroses (Figures 5 et 6).

Les rougissements foliaires s'expriment à la fin de l'été ou à l'automne, plusieurs années après l'apparition des crevasses (Figure 2). Ils ne doivent pas être confondus avec d'autres rougissements liés à des viroses (enroulement), des carences, des trauma-

tismes mécaniques... Dans le cas du dépérissement, le rougissement est toujours associé aux crevasses. Les analyses cellulaires ont montré, dans les feuilles rougissantes, une accumulation anormale d'amidon et de polyphénols (Figure 7).

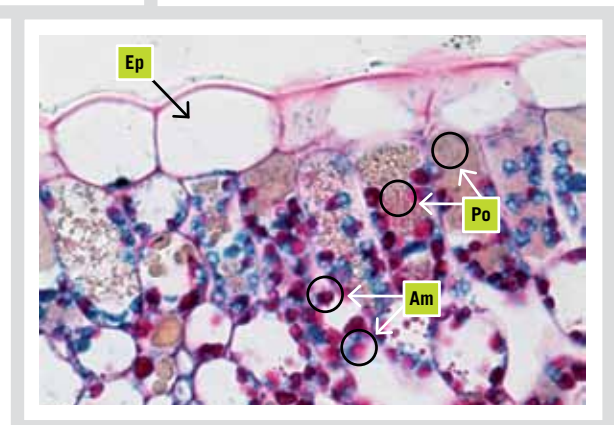
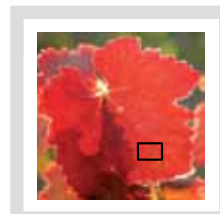


Figure 7: Coupe transversale du limbe d'une feuille rougissante (coloration spécifique)  
Ep: épiderme de la feuille; Am: grains d'amidon colorés en rose; Po: polyphénols

## Etat des lieux à l'international

Ce syndrome a été identifié dans la quasi-totalité des pays viticoles cultivant de la Syrah dans des conditions environnementales très différentes et notamment dans les principaux pays producteurs que sont, l'Argentine, l'Espagne, l'Afrique du Sud, les Etats-Unis (Californie) et le Chili. La question reste posée pour l'Australie où, à notre connaissance, de tels symptômes n'ont encore jamais été mis en évidence.

## Impact du mode de greffage

Les crevasses sont observées avec les différents modes de greffage sur table et ce, quelles que soient les concentrations d'hormones utilisées dans les essais suivis. On peut donc exclure que la greffe en oméga ou

l'hormonage soit à l'origine du syndrome. Les greffes en place et les greffes-boutures-herbacées semblent retarder l'apparition des symptômes, mais ne permettent pas de les éviter totalement.

# Le matériel végétal

## Porte-greffe

Tous les porte-greffes sont concernés, néanmoins, le **110 R** et le **99 R** se distinguent par une sensibilité accrue et sont donc déconseillés si un autre choix de porte-greffe est possible. Quand la situation agrono-

mique l'exige (terrain séchant, schistes, sol acide), le 110 R peut être utilisé avec les clones très peu sensibles, l'effet du clone dominant l'effet du porte-greffe.

## Impact du clone

un effet clone très marqué a été observé et les 9 clones actuellement agréés<sup>1</sup> peuvent être classés en 3 catégories de sensibilité, de très peu sensibles à sensibles.

Sur les 9 clones encore agréés,

- les clones 470, 524, et 747 sont très peu sensibles
- le clone 471 est peu sensible
- les clones 100, 174, 300, 525 et 877 sont sensibles

Seuls les 3 clones les moins sensibles (470, 524, 747) sont maintenant conseillés, à la plantation.

## La distinction clonale

L'observation ampélographique ne permet pas d'identifier des clones de Syrah. Dans un souci de traçabilité, il peut être intéressant, de disposer d'un outil fiable permettant de contrôler l'identité des clones. 3 marqueurs génétiques (microsatellites) ont été identifiés comme permettant de classer les clones en différents groupes génétiques. Les 16 clones agréés en 2010 se répartissent en 4 groupes (**Tableau 1**). L'utilisation de ces 3 marqueurs permet d'identifier le 470 et le 301 et un groupe de 2 clones (524 et 747). Il faut souligner que les 3 clones très peu sensibles sont situés dans des groupes distincts des autres clones.

**Tableau 1 : distinction clonale sur clones de Syrah avec 3 marqueurs génétiques (microsatellites).**

Cette analyse peut-être réalisée sur feuilles ou bois (laboratoire@vignevin.com).

Sensibilité / groupes génétiques	I	II	III <sup>1</sup>	IV	V
Très peu sensibles	470	524 - 747			
Peu sensibles				471	
Sensibles				100 - 174 - 300 - 525 - 877	
Très sensibles*				73 - 99 - 381 - 382 - 383 - 585	301

\*: les clones très sensibles sont en cours de radiation

<sup>1</sup> Seuls des clones non agréés sont présents dans le groupe III

## Clones en cours de sélection

Un **nouveau programme de sélection clonale** est en cours, avec les partenaires de l'IFV, en intégrant ce critère de « non-sensibilité » au dépérissement. 28 clones ont été présélectionnés : ils ne présentent aucun symptôme dans les parcelles observées (anciennes collections d'étude, conservatoires) et sont sains pour l'ensemble des viroses recherchées. Afin de vérifier leur bon comportement, sur des effectifs plus impor-

tants, et dans des conditions pédoclimatiques différentes, de nouvelles collections d'étude ont été installées ou le seront prochainement sur différents sites (Drôme, Vaucluse, Pyrénées-Orientales, Gard). Les premiers clones issus de ces nouvelles collections d'étude devraient être proposés à l'agrément en 2012/2013. Ils permettront, à terme, de disposer d'une **gamme diversifiée de clones très peu ou non-sensibles**.

## Marqueur histologique

L'expression des crevasses étant progressive, il faudrait attendre 7 à 10 ans après plantation pour valider l'absence de sensibilité de ces clones présélectionnés. Les recherches ont permis d'identifier, 18 mois après greffage, un marqueur cellulaire du symptôme « crevasses » en l'absence d'extériorisation visuelle de celles-ci. Les clones en cours de sélection seront prochainement testés avec ce marqueur afin de vérifier leur bon comportement par rapport au dépérissement et d'accélérer leur demande d'agrément.

# Que cache l'effet clone ?

## Une cause pathologique

L'identification des causes du dépérissement occupe une place prépondérante dans nos études avec notamment la recherche d'agents pathogènes potentiellement impliqués.

Des recherches approfondies ont été menées sur le sujet : elles ont permis de mettre hors de cause les champignons, bactéries, phytoplasmes et viroïdes. Les travaux sur les virus permettent d'écartier l'implication de 23 des principaux

virus capables d'infecter la vigne. En parallèle, aucune transmission à d'autres cépages n'a été observée dans les essais spécifiquement mis en place (transmission par greffage). Comme observé dans la **figure 8**, les crevasses restent limitées à la partie Syrah (exemple d'une double greffe).

**Il paraît donc très peu probable que la cause primaire du dépérissement de la Syrah soit d'ordre pathologique.**



Syrah

Cabernet Sauvignon

110 R

Figure 8 : essai transmission : les crevasses restent localisées sur la partie Syrah

## Une cause génétique

L'un des trois marqueurs génétiques utilisés pour la distinction clonale s'est avéré fortement corrélé à la sensibilité au dépérissement sur les 368 accessions testées (**Tableau 2**). L'identification de « l'effet clone », associée à la découverte de ce marqueur a conduit à formuler **l'hypothèse d'une origine génétique au syndrome**.

Différentes approches peuvent être utilisées pour rechercher des gènes potentiellement impliqués dans le dépérissement en se basant sur cette différence de sensibilité clonale. Les travaux portent sur 2 clones très sensibles (383 et E266<sup>2</sup>) et 1 très peu sensible (470) :

- le phénotypage (évaluation de la sensibilité) de populations issues d'auto-fécondations et de croisements réalisés entre le 470 et le 383 devrait permettre de confirmer le caractère

héréditaire de ce syndrome et d'estimer le nombre de gènes impliqués,

- le reséquençage du génome des clones 470, 383 et E266 permettra d'identifier les différences de séquences entre clones afin de corréliser ces différences à leur plus ou moins grande sensibilité,
- l'analyse transcriptomique consiste à comparer l'expression des gènes dans différentes conditions.

Ces trois approches sont en cours.

La comparaison de l'expression des gènes sur de jeunes plants greffés de 470 et E266 a montré que, malgré un prélèvement ciblé (zone cambiale au début de l'expression des crevasses chez le E266), plus de 5000 gènes étaient différemment exprimés : aucune voie de biosynthèse n'apparaît spécifiquement touchée. La multi-

tude de gènes concernés n'a pas permis d'identifier pour l'instant les gènes les plus intéressants : les analyses doivent se poursuivre. Le recouplement de l'ensemble de ces données devrait permettre de confirmer l'hypothèse génétique et **d'identifier, à terme, les gènes impliqués dans la sensibilité au dépérissement.**

Tableau 2 : répartition des 368 accessions testées\* selon leur profil génétique et leur sensibilité. Le taux de corrélation entre la sensibilité et le profil génétique est de 88 %.

Répartition des accessions analysées selon leur sensibilité		très peu sensibles	sensibles / très sensibles
profil obtenu avec le marqueur génétique	a	276	39
	b	7	46

\*conservatoires, collections d'étude, clones agréés

<sup>2</sup> E266 : clone modèle très sensible : toutes les souches sont crevassées

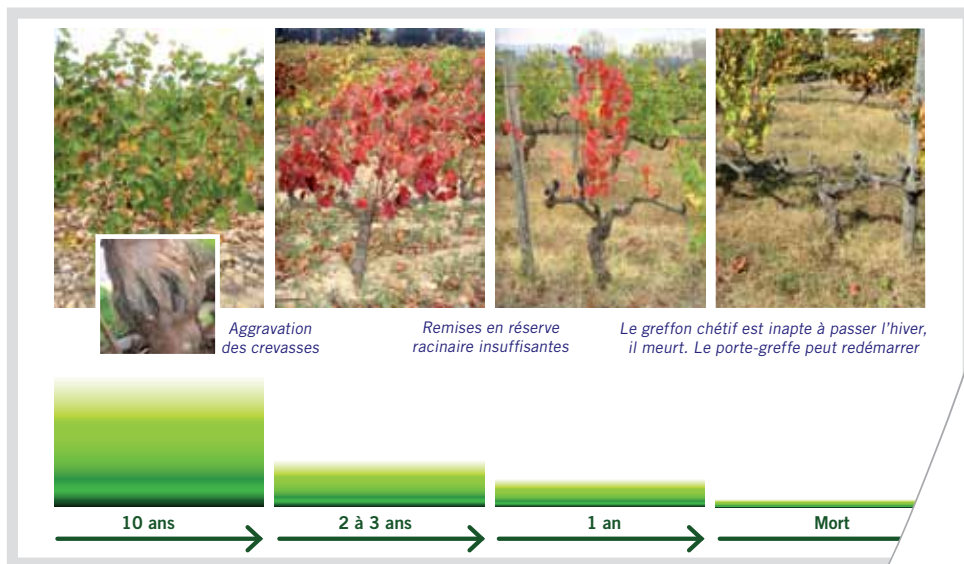
# Des crevasses à la mort des ceps

Des niveaux de mortalité variables sont observés sur des parcelles présentant des taux de crevasses identiques et semblables en terme d'âge et de matériel végétal suggérant l'existence de facteurs accélérant la survenue de la mort, dénommés « facteurs aggravants ». La compréhension des mécanismes conduisant à la mort du cep et l'identification de ces facteurs aggravants permettraient éventuellement d'intervenir afin de réduire la mortalité des parcelles en place.

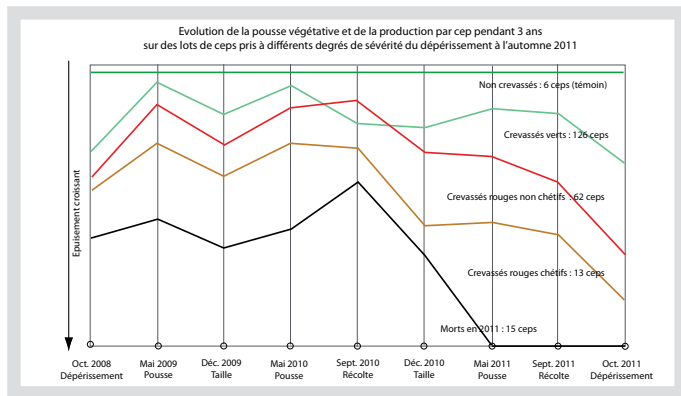
## La mort survient suite à un épuisement progressif des réserves du cep

**Du cep « crevassé vert » au cep mort: une érosion progressive de la vigueur (Figure 9).**

La pousse et la production ont été suivies pendant 3 ans sur une parcelle de 11 ans plantée en clone très sensible. Du stade crevassé vert au stade crevassé rouge et chétif, les ceps subissent une érosion progressive de leur vigueur liée à la diminution des réserves racinaires, se manifestant d'abord par un retard à la pousse printanière, puis une pousse diminuée. La production n'est quant à elle régulièrement affectée qu'au stade chétif (Graphique 1).



**Moyenne des ceps regroupés selon la sévérité de leur état déprissant à l'automne 2011 (ramenés aux valeurs des ceps sains).**



Graphique 1

**Figure 9 :** Le cep crevassé vert vit plusieurs années sans altération perceptible de son fonctionnement jusqu'à ce que les crevasses s'aggravent, provoquant les rougissements et une érosion progressive de la vigueur jusqu'à atteindre un stade chétif et improductif. Le cep meurt alors en un ou deux ans.

### Des rougissements consécutifs au blocage de la sève élaborée par les crevasses.

Des incisions annulaires (consistant à retirer totalement un anneau d'écorce) ont été réalisées sur des ceps sains d'un clone peu sensible sur les rameaux, les bras ou au dessus du point de greffe au stade « grains de pois ». Sur les trois modalités, les ceps incisés ont rougi de la même manière que des ceps dépérissants, à proximité. Le témoin non incisé est lui resté vert. En parallèle, les analyses ont

montré que le feuillage était le siège d'une accumulation de sucres sur les ceps incisés comme sur les ceps dépérissants. Ainsi au stade du cep rougissant, les crevasses agissent à la manière d'une incision annulaire,

empêchant la redescende des sucres et d'autres composés vers les racines, qui s'accumulent alors dans les parties aériennes entraînant les rougissements (Figure 10).



**Figure 10 :** Cep non incisé à gauche et incision « tronc » à droite (en octobre)

## Repérage

Rougissements et poids de bois de taille plus faibles sont les deux signaux de l'altération physiologique des ceps. Ils peuvent servir à repérer les ceps qui ont commencé à décliner. Ce repérage peut être positionné juste avant la chute des feuilles par exemple.

# Quels facteurs aggravants accélèrent la mortalité? Quelles solutions possibles?

Le stade ultime du dépérissement de la Syrah est donc un problème de rechargement des réserves racinaires dû à une mauvaise circulation des sèves perturbée par les crevasses. Tout se passe comme s'il fallait remplir un seau (= les réserves des racines) en utilisant un robinet plus ou moins entartré (= le tronc crevassé) à partir d'un réservoir plus ou moins rempli (= le volume de sucres produits par les feuilles) et qui fuit (= les sucres déversés par les grappes et les rameaux). Tant que les sucres sont produits en excès par rapport aux besoins prioritaires du cep (remplissage des grappes, pousse de la végétation) et que les crevasses le permettent, les réserves sont rechargées (Figure 11).

Mais plusieurs situations peuvent perturber la bonne remise en réserves, permettant d'identifier des facteurs aggravant la survenue de la mort:

- La contrainte hydrique ou un feuillage en mauvais état, qui stoppent ou freinent la production de sucres (**situation 1**),
- Une forte production ou un excès de pousse végétative handicapent les sucres disponibles pour les réserves (**situation 2**),
- Enfin, les facteurs qui aggravent les difficultés de transport de sève, par exemple ceux, mal connus, défavorables à la synthèse de vaisseaux de phloème (**situation 3**).

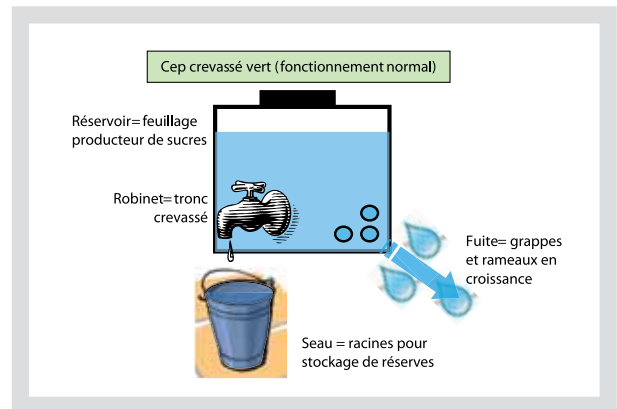
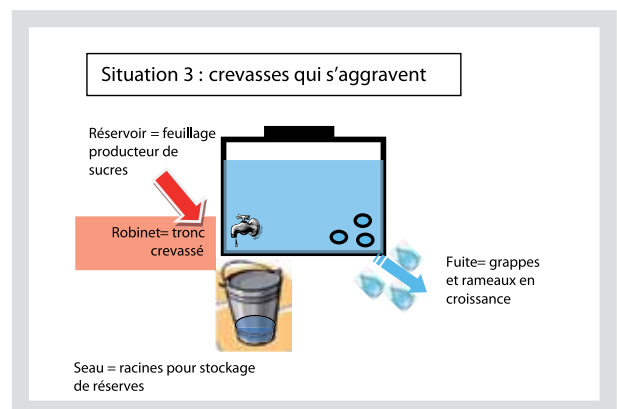
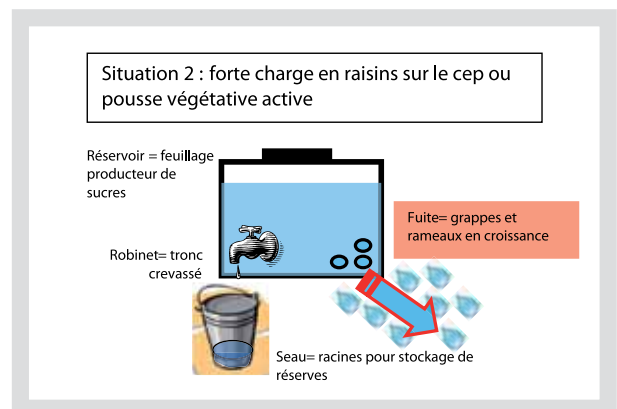
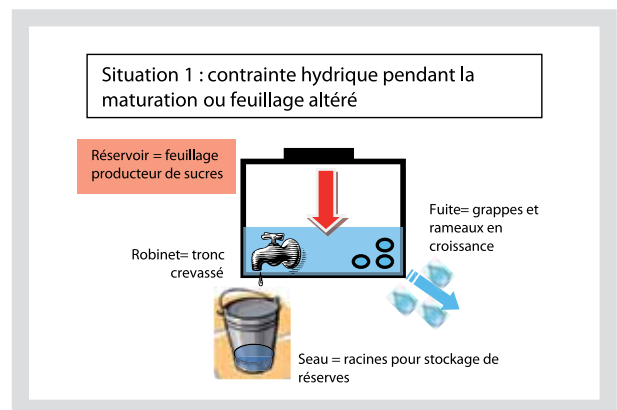


Figure 11



## Des solutions pour les parcelles dépérissantes en place?

La compréhension des causes de la mort permet de dégager des hypothèses quant à des solutions pour retarder la mortalité des parcelles en place. Ces pistes sont à réserver aux parcelles plantées en clones sensibles et encore jeunes. La limitation de la charge en raisin améliore l'état des ceps tant que les crevasses ne sont pas trop sévères, mais elle n'est pas économiquement envisageable pour de nombreux vignobles. Aussi est-elle réservée à des vignobles à plus haute valeur ajoutée. L'irrigation est la piste la plus intéressante à creuser. Elle est étayée par des observations de mortalité faites sur deux essais « irrigation » en Syrah selon lesquelles la mortalité semble suivre le niveau d'alimentation hydrique : plus la contrainte hydrique est forte, plus la mortalité constatée est importante. Il reste encore à en préciser les modalités. Existe-t-il un itinéraire hydrique « idéal » ciblé pour les réserves racinaires permettant de retarder l'épuisement et la mort des ceps : irrigations post-récolte ?

# Conclusion

L'ensemble des informations recueillies permet de proposer un schéma faisant intervenir trois groupes de facteurs : le premier « **prédisposant** », le deuxième « **déclenchant** » l'apparition des crevasses et le troisième « **aggravant** » conduisant les plants crevassés à la mort.

La blessure suivie d'une mauvaise réorganisation cellulaire (facteur **déclenchant**) engendrerait la formation de crevasses sur une Syrah **prédisposée** (clone sensible). Les mêmes mécanismes appliqués à une Syrah non prédisposée (clone très peu sensible) ne conduiraient donc pas à la formation de crevasses.

Le facteur **déclenchant** pourrait donc correspondre à la taille (plants franc-de-pied) ou au greffage, avec un effet modulateur de ce dernier en fonction du type de greffe et des mécanismes cellulaires engendrés.

Il est logique de penser que les réorganisations cellulaires engendrées par la greffe puissent être différentes selon les porte-greffes ce qui expliquerait la sensibilité exacerbée observée avec certains d'entre eux (110 R et 99 R).

Au vignoble, toutes les causes de mauvaise remise en réserves (fortes charges en raisin, mauvaise alimentation hydrique...) pourraient quant à elles constituer des facteurs **aggravants**.

## Conseils pratiques :

Pour les nouvelles plantations, le recours aux trois clones les moins sensibles permet d'avoir l'assurance d'obtenir une parcelle présentant un taux de « dépérissement » très réduit à long terme. Il faut préciser que le clone 470, très peu productif, n'est pas adapté à toutes les situations.

Pour les parcelles en place, le remplacement des souches dépérissantes peut se faire par l'intermédiaire de plants greffés-soudés ou par du regreffage en ayant dans tous les cas recours aux clones très peu sensibles. Le regreffage tout comme la complantation avec des greffés-soudés sont des techniques assez lourdes avec des taux de reprise et d'entrée en production variables. Leur intérêt respectif doit être étudié au cas par cas. L'acquisition de références technico-économiques plus précises est en cours.

INSTITUT FRANÇAIS  
DE LA VIGNE ET DU VIN

## Collaborations techniques et scientifiques

L'ensemble des résultats a été obtenu avec la collaboration de partenaires techniques et scientifiques :

- Chambres d'agriculture (Ardèche, Aude, Drôme, Gard, Hérault, Pyrénées-Orientales, Rhône, Vaucluse), SGVCDR, SPBPVV, GRAB
- INRA (Montpellier, Colmar, Dijon), CIRAD et UMR System.

## Travaux réalisés avec le soutien financier de :

FranceAgriMer, des régions Languedoc-Roussillon, Provence-Alpes-Côte d'Azur, Rhône-Alpes, d'Inter Rhône et du Centre du Rosé.

## Pour en savoir plus :

[www.vignevin.com](http://www.vignevin.com)

[anne-sophie.spilmont@vignevin.com](mailto:anne-sophie.spilmont@vignevin.com)  
[marion.claverie@vignevin.com](mailto:marion.claverie@vignevin.com)

