



TRANSFERT DE TECHNOLOGIE EN AGRICULTURE

MADRPM/DERD

• Avril 2005 •

PNTTA

Les Agrumes, le Maraîchage et le Froid Hivernal

SOMMAIRE

n° 127

Agrumiculture

- Influence de l'espèce et du porte greffe..... p.2
- Paramètres influençant les dégâts..... p.2
- Lutte contre le gel en verger..... p.2
- Dégâts sur les cultures horticoles..... p.3
- Dégâts sur les agrumes dans le Sous..... p.4

Introduction

Les agrumes sont généralement classés parmi les espèces végétales pérennes moyennement sensibles au froid. Ceci est dû à leur incapacité à survivre sous des températures froides que supportent les espèces ligneuses des zones de latitudes élevées, qui peuvent atteindre des valeurs voisines de -40 °C. Cependant, l'existence des agrumes dans certains pays (USA, Turquie etc.) qui subissent régulièrement des vagues de froid très néfastes aux cultures, montre que ce groupe de fruitiers arrive à survivre des situations de gel.

En général, les agrumes sont vulnérables aux dégâts de froid à des températures inférieures à -2 °C. Cependant, à travers le monde, les agrumes les plus économiquement valeureux sont cultivés dans des zones à risques de gelée élevés (Japon, USA (Californie, Floride...), Turquie, etc.) où les températures peuvent atteindre -5 à -10 °C).

En Floride, des gelées sévères (< -7 °C) ont lieu au moins en moyenne une fois tous les 10 ans. Ces gelées apparaissent durant la période de décembre à février. En 1962, des températures de -7 °C avec une durée prolongée et des minima de -11 °C ont causé la destruction de plus de 50 millions d'arbres. Par ailleurs, la Floride avait perdu sa place de leader mondial dans la production des agrumes au profit du Brésil à cause des pertes énormes subies suite aux gelées sévères de 1981, 1982 et 1983 qui ont détruit environ 100 000 ha d'agrumes.

Les pays du sud de la méditerranée sont relativement à l'abri de ces conditions. Cependant, dans les plaines intérieures du Maroc par exemple, des vagues de froid géli-

ves pour les agrumes ont été enregistrées à plusieurs reprises durant le siècle dernier mais leurs effets ont été le plus souvent très limités, mais très variables entre régions, entre vergers et même entre arbres d'une même parcelle (Fig. 1).

Causes de gelées et effets sur la plante

La gelée pourrait apparaître en journée calme avec un ciel clair et une atmosphère sèche. Dans ces conditions, il y a des pertes considérables d'énergie par le couvert végétal et par le sol qui se refroidissent. La gelée pourrait être aussi causée par des pertes d'énergie par convection quand il y a déplacement de l'air des régions plus froides vers des zones moins froides. Le vent froid peut intensifier ces pertes de chaleur et les dégâts causés peuvent être plus grands.

Les tissus végétaux sont constitués d'eau dans des proportions allant jusqu'à 80-90%. L'eau pure gèle à 0 °C mais peut rester en surfusion (sans formation de glace) entre 0 et -5 °C. Dans la cellule végétale, la présence de matières dissoutes diminue la température de congélation. Les tissus des organes exposés sont endommagés ou tués s'il y a formation de glace.

Acclimatation de l'arbre aux températures froides

L'importance des dégâts occasionnés est liée à la durée d'acclimatation des arbres au froid avant l'installation de celui-ci et à la durée ainsi que la valeur de la température minimale enregistrée. Les informations existantes indiquent que l'acclimatation est maximale sous des températures de jour d'environ 20 °C et des températures de nuit inférieures à 12 °C pendant au moins 2 semaines. Ces conditions induisent une certaine "dormance" des arbres caractérisée par une absence de croissance végétative apparente. Durant cette acclimatation, les arbres accumulent certains composés tels que les sucres, ce qui diminue le point de congélation du contenu cellulaire. En plus, la composition en lipides et en protéines aussi change avec l'acclimatation des organes.

Si le refroidissement de l'atmosphère est progressif, le suc cellulaire reste en surfusion plus longtemps et la congélation est très localisée et les dégâts sont superficiels sur l'épiderme des fruits et des feuilles. Si l'installation du froid est rapide, la surfusion cesse rapidement dans les cellules, le suc cellulaire se transforme en glace, les parois cellulaires se déchirent et les tissus brunissent.

Sensibilité des organes de l'arbre aux basses températures

En général, les températures limites inférieures tolérées par les organes d'agrumes sont: -4 °C pour les fleurs, -5 °C pour les fruits mûrs, -7 °C pour les feuilles adultes et -9 °C pour les tiges. Cependant, les feuilles jeunes non acclimatées sont plus sensibles et sont généralement grillées à -2 °C. Le seuil de résistance variera selon plusieurs facteurs tels que:

- **le stade de végétation des rameaux:** les rameaux jeunes et herbacés sont plus sensibles que ceux âgés et bien lignifiés;
- **l'état végétatif de l'arbre:** les arbres "dormants" sont plus tolérants que ceux en activité;
- **la vitesse de refroidissement** en relation avec l'acclimatation du végétal au froid: si le refroidissement est rapide, les dégâts sont plus grands. Si une période tempérée et humide précède la période de grand froid, les tissus gorgés d'eau seront particulièrement sensibles au froid;



Figure 1: Effet du gel sur arbres de 'Maroc late' d'une même parcelle. à gauche: arbre très affecté; à droite: arbre peu affecté



● **l'intensité de froid et la durée de la période de froid:** plus la température est basse, plus les dégâts sont considérables et plus la durée de froid est longue plus les dégâts sont grands;

● **position de l'organe sur l'arbre** par rapport à la direction du vent froid: les parties exposées sont plus sujettes aux effets de gel que les parties cachées de l'arbre;

● **densité de feuillage:** le feuillage dense réduit les pertes d'énergie;

● **situation de l'arbre dans le verger** et du verger dans son environnement: les arbres de bordure sont plus exposés au froid.

Influence de l'espèce et du porte-greffe

La sensibilité au froid varie selon les espèces et les variétés. En effet, les feuilles du citronnier, du limettier et du cédratier sont sensibles à -3 à -5 °C alors que celle de la 'Satsuma' sont les plus tolérantes avec des dégâts apparaissant à -9 °C. Pour le clémentinier, les feuilles des variétés originaires des zones froides comme la 'Nules' sont plus tolérantes au froid que celles des zones chaudes comme la 'Nour' dont les arbres sont en activité métabolique continue et produisent des pousses végétatives continuellement.

Cependant, il faut noter que dans nos conditions, en général, la précocité des productions de la plupart des sélections de ce groupe d'agrumes fait que les fruits échappent aux gelées.

Le porte greffe aussi a une influence importante dans la tolérance des arbres au froid. Par exemple, le *Poncirus trifoliata* non greffé peut tolérer des températures pouvant atteindre -15 °C et c'est ce qui fait de lui un le porte greffe le plus utilisé dans certaines régions où les gelées sont plus fréquentes comme au Japon, en Californie, en Corse etc.. là où les sols sont relativement acides bien sûr, le *Poncirus* ne tolérant pas les sols salins ou calcaires. Ce caractère est transmis aux hybrides de *Poncirus* comme le 'Carrizo'. Les porte greffes du type citronnier comme le 'Macrophylla' ou le 'Volkameriana' ou du type lime comme la lime 'Rangpur' sont moins résistants au froid glacial mais là où ils ont été utilisés, leurs avantages en conditions normales (meilleur calibre, précocité de mise à fruit, rendement élevé...) doivent être examinés par rapport à cet inconvénient dû à un phénomène climatique très rare dans certaines régions.

Paramètres influençant l'apparition des dégâts

Outre le matériel végétal, d'autres paramètres sont importants à souligner quant à leur effet sur l'apparition des dégâts de froid.

La latitude: les régions aux latitudes supérieures sont davantage exposées aux effets néfastes du froid, surtout s'il s'agit de mouvement de masses d'air froid provenant du nord.

La topographie du terrain: l'air tend à s'accumuler dans des zones basses des vergers (cuvettes, bas fonds).

Le brise-vent: quand il n'est pas totalement imperméable, il permet de réduire la vitesse des vents froids ce qui permettrait de sauver les rangées d'arbres immédiatement derrière lui. Quand il est compact, il peut être nuisible en causant l'accumulation d'air froid dans le verger surtout dans le cas de gelées par rayonnement.

L'état nutritionnel de l'arbre et les divers stress: les arbres sains dont la nutrition hydro-minérale est équilibrée se défendent mieux contre le froid que les arbres mal alimentés ou malades. Des apports tardifs d'azote provoquent un flux de végétation automnal prolongé et rend l'arbre très sensible au froid. Un stress hydrique en fin d'automne et pendant l'hiver prédispose l'arbre aux effets néfastes du froid glacial. Par ailleurs, les arbres malades sont plus sérieusement atteints par les méfaits des températures froides que les arbres sains.

La taille: Les arbres non taillés sont plus compacts et leur feuillage dense s'oppose à leur traversée par le vent froid et empêche les pertes d'énergie et, par conséquent, ils résistent plus que les arbres taillés. En plus, les arbres non taillés restent "dormants" plus longtemps que les arbres taillés et de ce fait échappent aux gelées. En outre, sur un arbre non taillé, après un gel, on a plus de chance de trouver des rameaux non affectés par le gel alors que sur un arbre taillé la grande majorité des rameaux pourrait être endommagée.

L'âge des arbres et la densité de plantation: Les arbres adultes résistent mieux les froids de courte durée que les arbres jeunes à cause de l'âge avancé de leurs rameaux et à cause aussi de leur grande masse foliaire. De même, les arbres isolés et les arbres des parcelles où les écartements entre arbres sont grands sont plus exposés aux effets néfastes des gelées que les arbres groupés ou ceux des parcelles de forte densité. La frondaison dense retarde ou réduit les pertes d'énergie du verger. En plus, les jeunes arbres sont généralement plus vigoureux que les arbres adultes et sont par conséquent moins "dormant" et s'acclimatent plus difficilement au refroidissement de l'atmosphère.

L'entretien du sol: La couverture du sol influe directement sur le refroidissement de l'air dans le verger. Les risques de gel sont moins importants pour un sol nu et tassé que pour un sol enherbé ou fraîchement travaillé. En effet, durant le jour, le sol nu accumule beaucoup plus de chaleur et dégage plus d'énergie la nuit comparé à un couvert végétal. En outre, le couvert végétal accumule la chaleur plus lentement mais se refroidit plus rapidement qu'un sol nu et compacté.

Lutte contre le gel en verger

Méthodes préventives

Le choix du site constitue la méthode la plus simple pour une protection contre le mal du refroidissement atmosphérique. Les sites où la température ne descend jamais au dessous de -2 °C sont indiqués tout en évitant les bas fonds et les sites où la circulation de l'air est mauvaise. Les brises vents limitent les pertes de chaleur par advection et par convection dans le verger. Ils doivent être relativement perméables. L'utilisation des combinaisons d'espèces/variétés résistantes greffées sur des porte greffes résistants au froid ainsi que la pratique de taille tardive permettent d'échapper aux effets néfastes du gel. Par ailleurs, une cueillette hâtive des fruits des variétés précoces avant l'arrivée du froid permet l'écoulement de la production en bon état. Le maintien du sol nu, d'une alimentation adéquate en eau et en éléments fertilisants ainsi que d'un état sanitaire optimal des arbres assurent une meilleure résistance des arbres au gel. La culture d'agrumes sous abris à grande échelle paraît peu économique mais l'utilisation de serres chauffées au Japon est l'une

des méthodes ayant permis à ce pays de produire des agrumes avec succès. Les fruits sont de bonne qualité et sont produits précocement dans l'année à cause des températures élevées dans les abris.

Méthodes actives

Le choix de la meilleure méthode pour lutter contre le gel dépend des températures qui règnent dans la zone de production considérée. Pour les gelées venant des pertes d'énergie par rayonnement, un réseau de relevés de température, d'hygrométrie et de vent est nécessaire pour une meilleure prévision du gel. Pour les gelées causées par les pertes d'énergie par convection, la météorologie nationale annonce les risques de gelée. Dans les régions du monde où les gelées sont fréquentes en verger d'agrumes, il existe plusieurs méthodes de lutte active et chacune exige des équipements et un investissement:

● **Le chauffage de l'air** environnant des arbres en utilisant divers équipements et procédés. Le nombre de sources de chaleur à installer dans le verger est grand et les pertes en énergie sont importantes. Les chaufferettes métalliques (Fig. 2) avec combustion de fuel étaient très utilisées en Californie par exemple jusqu'à tout récemment.

● **Les ventilateurs** (appelés Wind Machines en anglais; Fig. 3) sont encore très utilisés en Californie. Le principe consiste à ramener vers le bas les couches d'air au dessus du verger et qui sont à des températures supérieures à celles de l'environnement immédiat des arbres. Ce système est relativement efficace dans le cas des gelées par rayonnement et non par convection et par déplacement de masses d'air froid pourvu que l'augmentation de température recherchée ne dépasse pas 1 à 1,5 °C.



Figure 2. Pépinière de production de plants d'agrumes en plein champ en Californie. Avant plan: chaufferette métallique; arrière plan: wind machine



Figure 3. Wind machine dans un verger en Californie

Dégâts de Gel sur les Cultures Maraîchères

● **Chauffage-ventilation:** permet d'homogénéiser l'effet du chauffage et du brassage de l'air dans le verger. Les pertes en énergie et en chaleur sont élevées.

● **Irrigation:** l'eau en se transformant en glace libère de l'énergie. C'est cette propriété de l'eau qui est prise en compte dans les divers systèmes dans lesquels l'eau est utilisée pour lutter contre le gel. En plus, l'eau quand elle sort du puits a une température de l'ordre de 15-25 °C. Quand elle est utilisée dans le verger, la chaleur est libérée dans l'air et les arbres. En condition de perte d'énergie par déplacement de masses d'air froid, la protection n'est pas assurée par cette technique sauf si les quantités d'eau apportées sont relativement grandes.

Les exemples sont nombreux: aspersion sous frondaison, aspersion sur frondaison, micro aspersion, nébulisation... Cependant, certains problèmes sont associés à chacune de ces techniques tels que: le risque de cassure de branches sous l'effet du poids de la glace qui se forme sur l'arbre durant l'utilisation de l'aspersion sur frondaison, le fait que si les micro asperseurs sont placés relativement proches du sol ne sont efficaces que pour les jeunes arbres (âgés de 1 à 2 ans), vu que l'augmentation de température qu'ils permettent (1 à 2 °C) n'est bénéfique que pour les parties basses des arbres. Ce système utilise des quantités d'eau insuffisantes pour l'arbre et pour la zone humectée du verger et ne permet pas non plus de protéger les fruits et les strates supérieures de la frondaison. Depuis le début des années 1990, les producteurs d'agrumes de Floride ont développée une technique pour protéger les arbres jeunes (2 à 4 ans) et qui consiste à mettre les micro asperseurs sur des tuteurs permettant de les surélever à une hauteur d'environ 80 à 100 cm et l'eau est projetée sur la frondaison de l'arbre, avec formation de glace sans effet néfaste sur l'arbre (Fig. 4). Cette méthode peut aussi être utilisée sur arbres adultes et permet de protéger les branches charpentières et les parties basses des arbres, ce qui permet une reprise plus rapide des arbres après le gel.

Autres méthodes

Dans certaines régions agrumicoles du monde, en hiver, les producteurs amassaient le sol autour du tronc du jeune arbre ("**buttage**"; Fig. 5) ce qui permet sa protection contre le froid en assurant 12 à 15 °C de température au dessus de la température de l'air. Cependant, cette technique a plusieurs inconvénients tel que l'exposition du plant aux maladies fongiques qui pourraient pénétrer par la ligne de greffe ou d'autres lésions pouvant exister au niveau du greffon. **L'utilisation de manchons en végétaux secs** s'est révélée aussi efficace contre le froid. Actuellement, en Floride et en Californie, les agrumiculteurs couvrent le tronc



Figure 4. Irrigation par micro-aspersion de l'eau sur jeunes arbres en Floride avec formation de glace

La sensibilité des cultures au froid hivernal varie d'une espèce à une autre et en fonction des conditions du milieu et des techniques de production. En général, les cultures de plein champ sont soumises aux effets directs du climat de leur zone de production. Par contre, en général, sous abris, les cultures échappent aux méfaits du froid à condition que la plante soit dans des conditions optimales du point de vue nutrition hydrominérale et état sanitaire, pourvu que la température ne descende en deçà de la limite inférieure spécifique à la culture en question. Par ailleurs, quand l'abri est ouvert ou troué, il y a une perte d'énergie énorme par le végétal et par la structure de l'abri et les risques de gel sont plus importants.

Dans la vallée du Souss, les températures de fin janvier 2005 ont atteint des records négatifs de -4 à -6 °C dans les zones de Ouled Teima, Taroudant et Ouled Berrehil. Les figures suivantes illustrent les dégâts subis par certaines cultures telles que **l'aubergine, le maïs, la tomate, le poivron et l'haricot**. Les cultures en abris fermés sont mieux protégées que celles des abris partiellement ouverts ou troués. Parmi les symptômes observés, on cite: une diminution significative ou même un arrêt de la croissance végétative, un affaissement des cellules épidermiques des feuilles et des fruits et leur noircissement, une diminution de la floraison, une mauvaise nouaison, une déformation des fruits ou même leur éclatement, un dessèchement total ou partiel des différents organes etc ■.

melotmani@iavcha.ac.ma



Figure 1. Dégâts de froid sur aubergine en plein champ avec brûlure de feuillage



Figure 3. Dégâts de froid avec brûlures de feuillage et des plants en entier (en haut) et déformation des fruits (en bas) d'haricot-tout cultivé sous serre



Figure 4. Dégâts de froid sur maïs doux en plein champ. La tige et l'épi sont complètement détruits et se dessèchent rapidement après le gel.



Figure 2. Dégâts de froid sur tomate sous serre avec réduction de la croissance végétative, absence de fleurs sur les étages foliaires produits lors de la saison froide (haut à g), dessèchement et déformation des feuilles (haut à d) et réduction du calibre et éclatement des fruits (en bas)



Figure 5. Dégâts de froid avec déformation et gel des fruit de poivron sous serre

des jeunes plants avec des gaines en matériaux isolants comme la fibre de verre, le polyéthylène, le polystyrène, polyuréthane (Fig. 5) ou l'aluminium. Ces manchons permettent un gain de 2 à 6 °C par rapport à la température de

l'air. **L'utilisation des serres** au Japon et de **tissus recouvrant les arbres** en Géorgie à l'entrée de l'hiver permet d'éviter les pertes par rayonnement du sol et de la plante mais l'opération coûte très cher.



Figure 5. A gauche: Ramassage de sol autour du tronc de jeunes arbres (buttage); A droite: manchon en polyuréthane autour du tronc du jeune plant



Conclusion

Dans nos régions, le phénomène climatique causant des gelées sur agrumes est très rare et l'investissement dans une technique de lutte ou une autre doit être étudiée et bien réfléchi. Une bonne connaissance du climat de la région de production et même du verger et de son évolution dans le temps permettrait de mieux concevoir les interventions à faire dans les vergers en production. Cependant, pour les nouvelles plantations, le choix du site et du matériel végétal doit être pris en considération non seulement vis-à-vis du froid mais doit tenir compte aussi des avantages qu'offrirait la combinaison variété/porte greffe ■.

Prof. Mohamed El-Otmani,

Enseignant-Chercheur, IAV Hassan II,
Complexe Horticole d'Agadir, BP: 728, Agadir, Maroc
E-mail: melotmani@iavcha.ac.ma

Dégâts de froid sur bananier



Dégâts de froid sur jeunes plants de bananier sous serre avec brûlure des jeunes feuilles en premier suivies des feuilles plus développées.



Figure 1.
Dégâts de froid sur un citronnier (en haut) et sur un verger de 'Maroc late' (en bas) dans la région de Taroudant.



Figure 2.
Dégâts sur feuilles du clémentinier 'Nour'



Figure 3.
Dégâts sur rameaux et sur jeunes fruits du citronnier



Dégâts de Froid les Agrumes dans le Sous en 2005

Introduction

La région du Sous est la première région de production d'agrumes au Maroc avec une superficie de 28 000 ha et une production annuelle avoisinant les 600 000 tonnes. C'est la région de production d'agrumes la plus au Sud du pays, caractérisée par un climat semi aride avec des températures hivernales relativement froides (0 à -2 °C en janvier), et des températures estivales relativement élevées (38 à 40 °C en août). L'air est relativement sec avec des vents chauds et desséchants (appelés Chergui) pouvant souffler à n'importe quelle époque de l'année. Les pluies sont rares avec une quantité moyenne de 200-220 mm/an, concentrée sur un nombre de jours très restreint.

La latitude de la région (environ 30° Nord) et la proximité de l'océan font que le Sous est à l'abri de refroidissements d'air pouvant causer des gelées aux cultures en général et aux agrumes en particulier. En effet, la croissance des arbres d'agrumes s'arrête dès que la température du milieu environnant descend au dessous de 12 °C; cependant, les arbres tolèrent des températures basses pouvant aller jusqu'à -3 °C ou même inférieures selon l'organe, la variété, le porte greffe, les soins apportés au verger etc.

Quelle est la cause des dégâts observés en janvier 2005 ?

Après l'effet négatif des fortes chaleurs d'été-automne 2004 sur le développement des arbres et des fruits, les effets du criquet qui a envahi la région en octobre, et l'effet du manque de pluies et d'eau en quantité suffisante pour subvenir aux besoins des arbres, le froid hivernal a eu un effet néfaste sur le verger dont l'impact ne peut-être connu avec précision qu'après quelques mois, une fois que l'arbre aura produit les pousses végétative et florales et la charge en fruits connue. D'après les données climatiques disponibles, un froid pareil n'a jamais été vécu dans la région et les dégâts occasionnés ne se sont jamais produits avant; donc, un phénomène rare dans la région et même dans tout le Maroc mais plus fréquent dans d'autres régions agrumicoles du globe telles que la Floride, la Californie, le Japon, l'Espagne et la Turquie.

Dans le Sous, ainsi que dans la plupart des régions agrumicoles marocaines, le mois de janvier 2005 a été relativement sec avec un temps calme sous un ciel clair. Par conséquent, les conditions sont propices pour que le sol et le couvert végétal perdent de l'énergie la nuit plus qu'ils n'en emmagasinent le jour. Par ailleurs, les températures enregistrées dans les régions agrumicoles du Sous en janvier ont oscillé entre 14 et 29 °C pour les maxima et 10 à -6 °C pour les minima. La température minimale de -4 à -6 °C a été enregistrée la nuit du 28 au 29 du mois de janvier mais on ignore sa durée. La veille, le maximum était de 14 à 18 °C et le minimum de 3 à 6 °C. C'est la température de la nuit du 28 au 29 qui a été à l'origine des dégâts de gel observés sur le feuillage des arbres, les fleurs, les fruits ainsi que les rameaux.

Ce froid n'a pas eu d'effet sur les plants de pépinière là où la production de plants se fait sous abris. Par contre, en verger, les dégâts ont été très variables d'une espèce (ou même variété) à une autre, d'un endroit du même verger à un autre et même entre expositions au sein du même arbre (Fig. 1). En général, là où les dégâts ont été les plus significatifs, le feuillage des arbres prend une couleur verte bronzée à brune par endroits ou sur toute la surface et un aspect terne. Les feuilles gelées se referment sur elles mêmes, se dessèchent et commencent à tomber 2 à 3 semaines après, sous l'effet du vent.

Les citronniers ont été les plus sensibles avec une destruction presque de la totalité du feuillage parfois. Dans le groupe des clémentiniers, la 'Nour' (originaire de zone à climat chaud, le Sous) a été la plus sensible et la 'Nules' (originaire de zone à climat froid, la région de Valence en Espagne) paraît être la plus tolérante.

Les rangées les plus proches des brises vents et situées du côté Est du brise vent (voir verger de 'Maroc late' de Fig. 1) ont été les moins affectées et les rangées d'arbres situées loin des brises vents, ou en bordures des parcelles dépourvues de brises vents ont été les plus affectées par le gel. En plus, les arbres des parcelles à faible densité et les arbres dont le feuillage est très réduit ont subi le plus de dégâts. Dans la plupart des situations où les arbres n'ont pas résisté, ce sont les côtés Sud et Ouest des arbres qui ont été les plus endommagés.

Pour toutes les variétés, les plants âgés de moins d'un an ont été les plus affectés suivis de ceux de 2 à 3 ans, et enfin des arbres de plus de 5 ans, toutes conditions égales par ailleurs. Les rameaux, les branches et le tronc des arbres ont résisté en général au méfaits du gel en proportion à leur diamètre: les pousses végétatives les plus jeunes (celles du flux d'automne et même du flux d'été pour certaines variétés comme la 'Nour' et le citronnier, en position terminale sur les branches sous charpentières) étaient encore tendres au moment du gel et n'ont pas résisté au froid (Fig. 1 et Fig. 2). Pour le citronnier, là où il a été très affecté, même les sous charpentières n'ont pas résisté. Le tronc a été épargné dans tous les vergers et chez les jeunes plants âgés de plus de 2 ans. Chez le jeune rameau, le gel cause une décoloration suivie d'un dessèchement en quelques jours. Sur certains rameaux plus âgés et même sur les sous charpentières des variétés sensibles, l'écorce se fendille et se détache du bois (Fig. 3).

Quant aux fruits, au moment du gel, les variétés précoces comme les clémentines ont été déjà cueillies, les demi saisons comme les navels, la 'Salustiana', les sanguines etc. étaient en cours de cueillette et les tardives comme la 'Maroc late' n'ont pas encore été touchées. Les fleurs et les jeunes fruits de citron ont complètement gelés et noircis (Fig. 3). Les fruits mûrs ou en fin de maturation présents sur les arbres lors des gelées ont été atteints par endroits. Les fruits affectés montrent, par endroits, un affaissement des cellules localisées entre les glandes oléifères et un ramollissement général de l'écorce avec une perte de turgescence et de brillance. Les fruits profondément atteints ne sont plus nourris par l'arbre car, souvent, le rameau (donc les vaisseaux conducteurs) qui le porte a lui aussi été gelé en partie ou en totalité et se dessèche. Par conséquent, ces fruits perdent de leur poids par transpiration et par utilisation des réserves tels que les sucres. Ils

s'assèchent lentement, leur calibre diminue et finissent par se détacher de l'arbre. Parfois, les dégâts ne se manifestent que plusieurs semaines après le gel et les fruits sur arbre peuvent apparaître sains et normaux de l'extérieur alors qu'à l'intérieur, ils présentent des granulations blanches et leurs vésicules à jus se dessèchent lentement, le fruit se vide (Fig. 4) et sa densité diminue, ce qui le rend non commercialisable.

Que faire après le gel ?

Il faut signaler qu'au moment où le texte de ce bulletin a été rédigé, il est encore trop tôt pour se prononcer sur toute la gamme des dégâts et sur leur impact puisque les méfaits du froid vécu n'affecteront pas que les organes existants sur l'arbre mais ils auront aussi un effet sur les organes futurs comme la pousse végétative et la floraison dont l'intensité dépendra de la quantité de rameaux et de bourgeons détruits, la charge en fruits... En général, les arbres en pleine végétation ont été plus affectés que les arbres 'dormants'. Par conséquent, pour le futur, dans les zones à risque, il serait judicieux d'éviter tout traitement ou opération culturale qui induit le réveil de l'arbre ou le maintien de son état actif en fin d'automne et durant tout l'hiver. Ces opérations comprennent la taille, le travail du sol, l'application des engrais (N en particulier) et les à-coups d'irrigation. En particulier, si le phénomène se répète, il serait important de retarder la taille des arbres jusqu'à ce que l'on ait passé la période à risque.

En outre, les arbres affaiblis par toute sorte de stress sont plus sérieusement affectés par le gel que les arbres équilibrés. Il est donc important d'éviter le stress hydrique (par exemple, certains producteurs arrêtent d'irriguer certaines variétés comme la 'Nour' pendant plusieurs jours en hiver pour induire les arbres à fleurir et augmenter l'intensité florale), d'éviter de mal nourrir les arbres, et de s'assurer que l'état sanitaire des arbres est adéquat.

L'intérêt d'utiliser les brises vent a été nettement démontré suite au gel ayant sérieusement affecté les arbres exposés.

Le choix de la variété et du porte greffe sera régi par une comparaison des avantages et des inconvénients des diverses combinaisons surtout que certains avantages en relation avec le côté commercial (comme la précocité de mise à fruit, la tardivité de maturation, le calibre des fruits, la régularité de production, le rendement élevé etc. qui permettent ces variétés et/ou porte greffes) peuvent l'emporter sur la sensibilité relative des arbres au froid surtout dans la région du Sous où ce phénomène n'a jamais été enregistré par le passé, du moins selon les données climatiques auxquelles nous avons eu accès.

Par ailleurs, pour les arbres affectés, il est important de badigeonner les plaies des branches dont l'écorce a été fendillée, surtout les grosses branches jusqu'aux sous charpentières. Un traitement à base de bitume par exemple permet de couvrir la plaie vis-à-vis des eaux de pluies ou de rosée, des agents pathogènes et des insectes, et assure sa cicatrisation rapide. Un traitement des arbres atteints avec un fongicide ou un produit fongistatique permet d'éviter l'installation de diverses maladies à champignons.

Pour les arbres endommagés, il est important de retarder la taille jusqu'à ce que les pousses de printemps soient bien formées et que les arbres auront fleuri. Ceci permettra de conserver les branches saines et mieux diriger les coups de sécateurs en visant les branches non productives, complètement détruites, desséchées, éclatées, mal placées etc. Les nouvelles pousses assureront aussi une protection de l'arbre contre les fortes insolation. Pour les arbres de moins de 2 ans et qui sont sérieusement atteints, il serait envisageable de remplacer ceux qui sont irrécupérables ou qui mettront plus de temps à former les nouvelles ramifications.

Les arbres atteints ont perdu beaucoup de feuilles et donc de réserves. Ils ont une surface foliaire réduite et leurs besoins nutritionnels sont donc beaucoup plus réduits que s'ils étaient dans des conditions normales. Par conséquent, la fumure doit être raisonnée en fonction de la quantité de feuillage fonctionnel présent sur les arbres et l'augmenter graduellement avec le développement de nouvelles pousses, des fleurs et des fruits. Immédiatement après le gel, il est recommandé que la nutrition soit basée sur des éléments organiques facilement assimilables par les arbres. Les irrigations seront raisonnées en fonction de l'état des arbres car ceux-ci ne profiteront pas des apports excessifs qui pourront plutôt causer une asphyxie des racines et même des pourritures racinaires. En outre, les arbres dont le feuillage a été très sérieusement affecté ne bénéficieront pas beaucoup des apports foliaires tant que la nouvelle pousse n'a pas été formée.

Pour les fruits mûrs ou en fin de maturation, quoiqu'ils soient plus résistants au froid, une température de -2 °C pendant 4 heures peut causer des dégâts aux fruits. Avant de prendre n'importe quelle décision sur les fruits, il est important d'évaluer l'intensité des dégâts, le type de dégâts causés leur effets éventuels sur la qualité. Les fruits mûrs sérieusement affectés et dont les vésicules à jus ont éclaté devront être cueillis et mis sur le marché immédiatement, sinon ils perdront leur fermeté et leur tenue. La qualité et le goût de leur jus seront aussi altérés sur arbre. Parfois, les fruits sont d'apparence normale mais verront leur teneur en jus diminuer suite aux pertes d'eau et de matière. Il est donc important de suivre l'évolution de la qualité des fruits pour délimiter les fermes ou parcelles affectées, cueillir au moment opportun et éviter de mettre sur le marché des fruits de mauvaise qualité ■.

melotmani@iavcha.ac.ma



Figure 4.
Effet du gel sur fruit de 'Maroc Late'