Notice
pour le praticien

ISSN 2296-4428
Institut fédéral de recherches WSL
CH-8903 Birmensdorf

© WSL Birmensdorf, 2014

WSL, Zürcherstrasse 111
CH-8903 Birmensdorf
www.wsl.ch/publications

54
Novembre
2014

Le chancre de l'écorce du châtaignier

Symptômes, biologie et mesures pour le combattre

Daniel Rigling, Sarah Schütz-Bryner, Ursula Heiniger et Simone Prospero

Le chancre de l'écorce du châtaignier est une dangereuse maladie corticale du châtaignier, causée par le champignon *Cryphonectria parasitica*. Introduite dans le monde entier, la maladie a quasiment fait disparaître le châtaignier d'Amérique des États-Unis. Aujourd'hui, elle affecte aussi presque toutes les châtaigneraies d'Europe. L'apparition de souches de champignon à la virulence atténuée se traduit toutefois par une évolution de la maladie nettement plus bénigne dans les peuplements européens. Cette hypovirulence est due à une infection du champignon par un virus. Ce dernier peut se transmettre de champignon à champignon, et est ainsi utilisé dans la lutte biologique contre le chancre de l'écorce du châtaignier.

Châtaigniers au nord des Alpes atteints par le chancre de l'écorce du châtaignier. Une grande partie des houppiers des arbres a dépéri à la suite d'une infestation de plusieurs années.

Histoire

Le chancre de l'écorce du châtaignier est provoqué par le champignon *Cryphonectria parasitica* (auparavant *Endothia parasitica*). L'agent pathogène trouve son origine en Asie de l'Est où il est présent comme faible parasite sur les châtaigniers résistants du Japon *(Castanea crenata)* et chinois *(Castanea mollissima)*. Au début du XXe siècle, le champignon fut introduit aux États-Unis avec du matériel végétal en provenance d'Asie. Il y déclencha une épidémie dramatique et, en l'espace de trente ans, détruisit la quasi-totalité des vastes châtaigneraies situées à l'est des États-Unis. En 1938, cette dangereuse maladie fut aussi constatée en Europe, dans l'arrière pays de Gênes (en Italie). Par la suite, elle se propagea rapidement en Italie et dans les pays limitrophes. En Suisse, le chancre de l'écorce du châtaignier fut détecté pour la première fois en 1948 au Monte Ceneri (au Tessin), et 41 foyers de la maladie étaient déjà dénombrés en 1952 au Tessin (Bazzigher 1964). D'autres introductions, en provenance d'Asie ou des États-Unis, eurent lieu à l'ouest de la France et dans le Caucase, en Géorgie (Dutech *et al.* 2012). Aujourd'hui, presque toutes les châtaigneraies d'Europe sont concernées (fig. 1). L'épidémie fut cependant moins dramatique en Europe qu'aux Etats-Unis. D'une part, le châtaignier d'Europe ou châtaignier commun *(Castanea sativa)* semble légèrement moins vulnérable que celui d'Amérique *(Castanea dentata);* d'autre part, des souches de champignon à la virulence atténuée

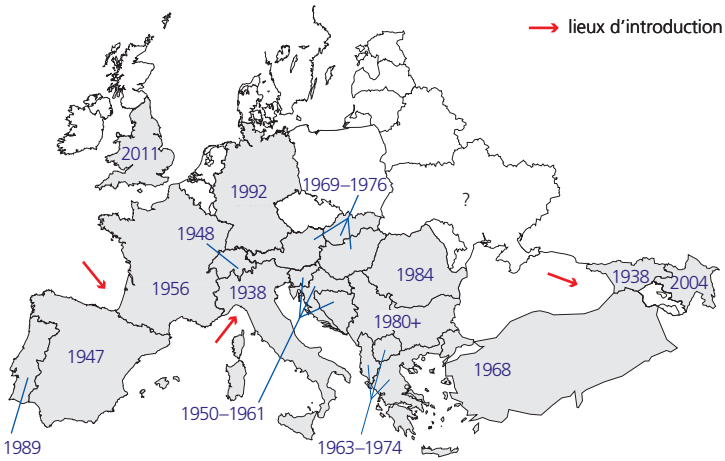

Fig. 1. Présence du chancre de l'écorce du châtaignier *(Cryphonectria parasitica)* dans l'aire de répartition du châtaignier d'Europe *(Castanea sativa).* Les années indiquent la période où la maladie fut constatée pour la première fois. Les flèches désignent les lieux d'introduction présumés de la maladie.

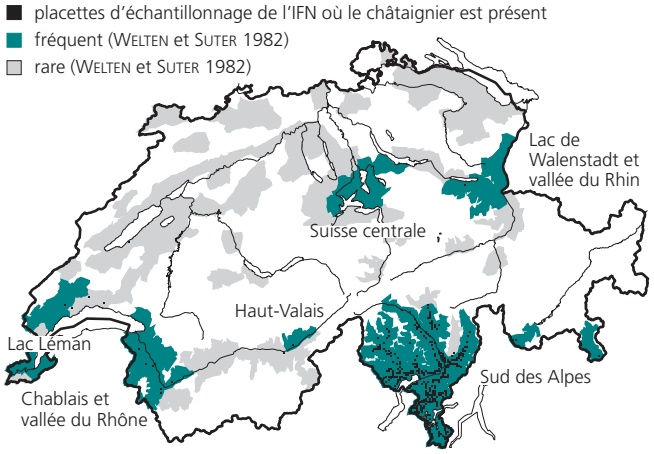

Fig. 2. Répartition du châtaignier et du chancre de l'écorce du châtaignier en Suisse. Aujourd'hui, le chancre de l'écorce du châtaignier se rencontre dans toutes les aires principales de répartition du châtaignier. Source: Brändli 1996.

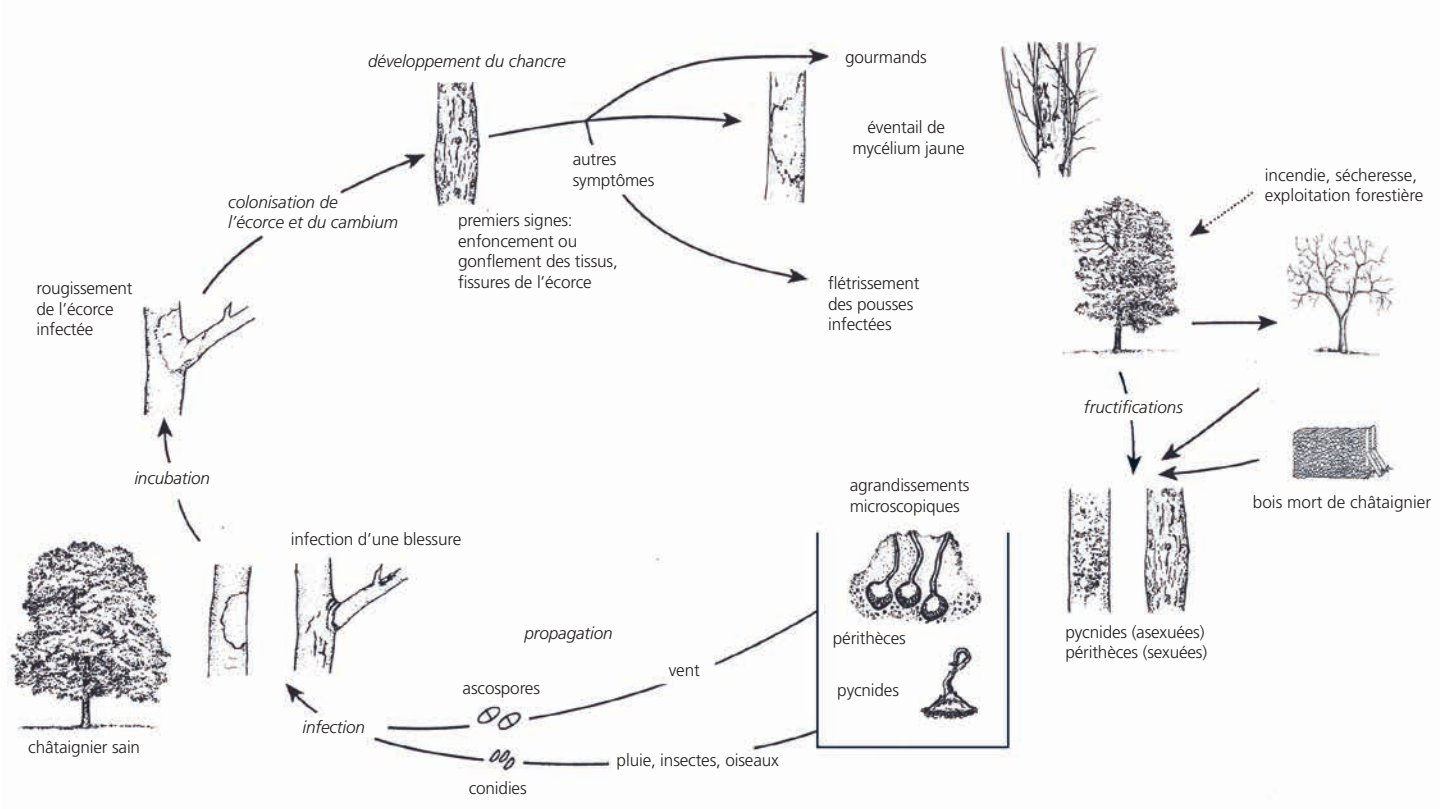

Fig. 3. Cycle biologique de *C. parasitica*.

(hypovirulence) apparurent (Heiniger et Rigling 1994). Ces souches de champignon hypovirulentes se propagèrent de façon spontanée au sud des Alpes et le long de la rive nord de la Méditerranée, empêchant ainsi la destruction des châtaigneraies locales. Grâce à l'hypovirulence, le châtaignier présent au sud de la Suisse n'est pas menacé dans sa survie.

Depuis les années 1980, le chancre de l'écorce du châtaignier s'observe également dans les châtaigneraies du nord des Alpes suisses (fig. 2). Des analyses génétiques démontrent que l'agent pathogène provient le plus souvent du sud des Alpes (du Tessin ou d'Italie; Prospero et Rigling 2012). En Suisse romande, des types d'agents pathogènes issus de l'ouest de la France sont aussi constatés. Contrairement au sud des Alpes, aucune souche hypovirulente de *C. parasitica* n'est apparue de façon spontanée dans les foyers d'infestation localisés au nord des Alpes. À la suite de traitements ciblés de la maladie sur plusieurs années (voir la lutte biologique), l'hypovirulence put néanmoins être établie entretemps dans de nombreux peuplements du nord des Alpes (Prospero et Rigling 2013).

Biologie de *Cryphonectria parasitica*

En Europe, le châtaignier commun *(Castanea sativa)* est l'hôte principal de *Cryphonectria parasitica*, l'agent pathogène du chancre de l'écorce du châtaignier. Mais le champignon survit également sur des chênes (espèces *Quercus*), sur le bois mort en particulier. Il peut y produire des spores, ne causant alors que de faibles dégâts.

C. parasitica fait partie des champignons alvéolés (ascomycètes). Le cycle de développement du champignon est représenté à la figure 3. Celui-ci forme des fructifications asexuées et/ou sexuées sur l'écorce dépérie de l'arbre infecté (fig. 4). En présence d'un temps humide, les fructifications asexuées (pycnides) libèrent des spores asexuées (conidies) jaune orange enroulées en vrilles (fig. 5). Les conidies sont disséminées sur de courtes distances par l'eau de pluie. Lorsque des animaux (insectes, escargots, oiseaux) entrent en contact avec les fructifications, ils peuvent transporter les conidies de façon passive et les propager ainsi sur de grandes distances. Dans les fructifications sexuées (périthèces), les spores sexuées (ascospores, fig. 6) se développent au sein des asques. Arrivées à maturation, les ascospores sont éjectées et disséminées, notamment par le vent, sur des distances pouvant atteindre plusieurs centaines de mètres. Quand les spores rencontrent la blessure fraîche d'un châtaignier (fissure de l'écorce, cassure de branche, blessure de coupe ou points de greffage), elles peuvent s'introduire dans celle-ci et infecter l'arbre. Après le processus de germination des spores, le champignon forme un éventail de mycélium caractéristique qui pénètre dans l'écorce et dans le cambium (voir la fig. 11). Le tissu de transport et de croissance est alors détruit, ce qui entraîne le flétrissement, puis le dépérissement des parties végétales situées au-dessus de la partie chancrée.

Symptômes de la maladie

Cryphonectria parasitica attaque l'écorce du châtaignier. L'écorce infectée rougit (fig. 7), s'enfonce et finit par se fissurer (fig. 8). L'arbre réagit alors en essayant de cicatriser les tissus détériorés. C'est ainsi qu'apparaissent les chancres de l'écorce.

Dès qu'un chancre de l'écorce a entouré complètement une branche ou un tronc, la plante dépérit au-dessus de la partie malade. Les feuilles flétrissent, mais elles ne tombent pas. Les feuilles flétries pendant la période de végétation (fig. 9), ou les feuilles brunies encore suspendues aux branches en hiver, sont des symptômes typiques présageant la présence du chancre de l'écorce du châtaignier. Des gourmands se forment la plupart du temps sous le chancre (fig. 10). Le champignon constitue un éventail de mycélium jaune dans l'écorce et le cambium, indice indiscutable de l'infection (fig. 11). Sur l'écorce dépérie ou dans les fissures de l'écorce, des fructifications se développent enfin sous forme de petites pustules de couleur jaune orange à rouge (fig. 12).

Les souches hypovirulentes de *C. parasitica* (voir la partie sur l'hypovirulence) se développent dans les parties externes de l'écorce. Elles ne forment que des chancres superficiels (fig. 13) qui se cicatrisent vite. Ces chancres ont souvent pour caractéristique une coloration noirâtre (fig. 14).

Depuis que le cynips du châtaignier *(Dryocosmus kuriphilus)* se propage en Europe, on observe un grand nombre de petites branches ou de rameaux dépéris dans les houppiers des châtaigniers (fig. 15). Dans la plupart des cas, une interaction entre le cynips et le chancre de l'écorce du châtaignier est à l'origine de ce nouveau symptôme: via les galles abandonnées du cynips, le chancre pénètre souvent dans les rameaux (fig. 16), dont il provoque ensuite la mort (Prospero et Forster 2011).

Hypovirulence

Quelques années après les premiers signalements de la maladie, des chancres superficiels (voir les fig. 13 et 14) furent déjà constatés sur certains châtaigniers en Italie du Nord. Des souches atypiques de *C. parasitica* dont la virulence est atténuée (hypovirulence) furent retrouvées dans ces

Fig. 4. *C. parasitica* forme de nombreuses fructifications rouge orange sur l'écorce dépérie.

Fig. 5. Les fructifications asexuées arrivées à maturation (pycnides) libèrent les spores (conidies) jaunâtres enroulées en longues vrilles.

Fig. 6. Les fructifications sexuées (périthèces) se sont formées dans l'écorce extérieure, sous le tissu fongique jaunâtre (le stroma).

Fig. 7. Chancre de l'écorce du châtaignier sur un jeune châtaignier. On reconnaît l'infection à la couleur rouge que prend l'écorce. L'arbre essaie de cicatriser les tissus infectés.

Fig. 8. Chancre sur le tronc d'un châtaignier. L'écorce s'est enfoncée, puis fissurée.

Fig. 10. Le chancre de l'écorce du châtaignier interrompt la circulation de l'eau et des éléments nutritifs, ce qui conduit à l'apparition de nombreux gourmands en dessous du chancre.

Fig. 9. Les feuilles desséchées suspendues aux branches dépéries de fraîche date sont un symptôme visible de loin qui laisse suspecter la présence du chancre de l'écorce du châtaignier.

Fig. 11. *C. parasitica* forme un éventail de mycélium jaune dans l'écorce et le cambium.

Fig. 12. Chez les vieux arbres, les fructifications élisent de préférence les fissures de l'écorce.

Fig. 13. Les chancres infectés par un hypovirus sont superficiels et se cicatrisent vite.

Fig. 14. Chancre cicatrisé grâce à l'infection par un hypovirus.

chancres (Heiniger et Rigling 1994). On découvrit ultérieurement que cette hypovirulence était provoquée par un virus qui infecte *C. parasitica*. Ce virus est aussi présent dans les populations naturelles de *C. parasitica* au Japon et en Chine, et fut probablement introduit en Europe avec le champignon pathogène. L'infection de *C. parasitica* par le *Cryphonectria hypovirus 1* (CHV-1) ralentit la croissance de *C. parasitica* dans l'écorce du châtaignier, réduit la formation de spores asexuées et empêche la reproduction sexuelle. De surcroît, CHV-1 amoindrit la pigmentation du champignon en culture. Alors que placées dans un milieu de culture artificiel, les souches virulentes de *C. parasitica* sans virus prennent une couleur orange, les souches hypovirulentes de *C. parasitica* infectées par le virus deviennent blanches. Cette couleur blanche des cultures fongiques permet de reconnaître les souches hypovirulentes en laboratoire (fig. 17).

Du fait de l'affaiblissement provoqué par CHV-1, le champignon croît uniquement dans l'écorce et ne détruit ni le cambium, ni les faisceaux vasculaires de l'arbre. Les chancres se cicatrisent, ou des chancres superficiels se forment qui ne mettent plus la vie de l'arbre en danger. Ces chancres ont un comportement typiquement passif et se propagent de façon limitée. C'est pourquoi l'on parle aussi de chancres en phase de cicatrisation et de chancres cicatrisés. Lors de cette cicatrisation, l'arbre forme des tissus de cicatrisation qui séparent les zones de l'écorce déjà infectées des zones saines, évitant ainsi une pénétration plus profonde du champignon. La réussite de cette stratégie de blocage dépend essentiellement de la vitesse de formation des tissus de cicatrisation par rapport à celle de la croissance du champignon. Contrairement aux souches virulentes de *C. parasitica*, les souches hypovirulentes poussent lentement, permettant ainsi à l'arbre de constituer ces barrières.

Propagation de l'hypovirulence

Comme le virus ne peut exister qu'à l'intérieur de cellules fongiques, il se propage exclusivement avec le champignon. CHV-1 est transmis aux conidies lors de la reproduction asexuée, mais seulement en moyenne dans 70 % des cas environ (Prospero *et al.* 2006). En revanche, il n'est pas transmis aux ascospores sexuées. Une transmission de CHV-1 des conidies germées à d'autres souches de champignons est possible. Lorsque deux souches de champignons se rencontrent, elles forment des anastomoses (fig. 17a), lesquelles facilitent l'échange des contenus de cellules ainsi que des virus entre les champignons (fig. 17b). Si les deux champignons relèvent de groupes de compatibilité végétative (GCV) différents, les cellules des champignons (les hyphes) dégénèrent dans la zone de contact (fig. 17c). En fonction de l'ampleur de l'incompatibilité végétative entre deux champignons, la transmission du virus est fortement entravée, voire impossible (fig. 17d; Cortesi *et al.* 2001). Un faible nombre de différents GCV à l'intérieur d'une population de *C. parasitica* favorise ainsi la transmission des virus entre les souches du champignon. La grande diversité de groupes de compatibilité végétative aux États-Unis pourrait en partie expliquer que l'hypovirulence ne soit jamais véritablement parvenue à s'établir là-bas (Milgroom et Cortesi 2004). En Europe, où il existe moins de GCV, le virus se répand au contraire rapidement, soit de façon spontanée, soit par des mesures de lutte biologique (Bryner *et al.* 2012). Dans maintes régions, le virus a réussi à s'établir, et les châtaigneraies locales ne sont plus directement menacées aujourd'hui. Dans les châtaigneraies du Tessin par exemple, 50 à 80 % des chancres de l'écorce sont infectés par le virus, la plupart d'entre eux étant seulement superficiels ou déjà cicatrisés (Bryner et Rigling 2012).

La formation de spores sur le bois mort ou les arbres affaiblis joue aussi un rôle important dans la propagation de *C. parasitica* et de CHV-1. Sur les châtaigniers abattus ou affaiblis, notamment par le feu, le stress hydrique ou la concurrence dans le peuplement, on observe une sporulation accrue tant sur les chancres présents que sur les parties saines du tronc. Nombre de conidies infectées par l'hypovirus se forment alors également (Prospero *et al.* 2006). De ce fait, le bois mort peut contribuer à la lutte biologique en fournissant des spores infectées par le virus, mais aussi provoquer une

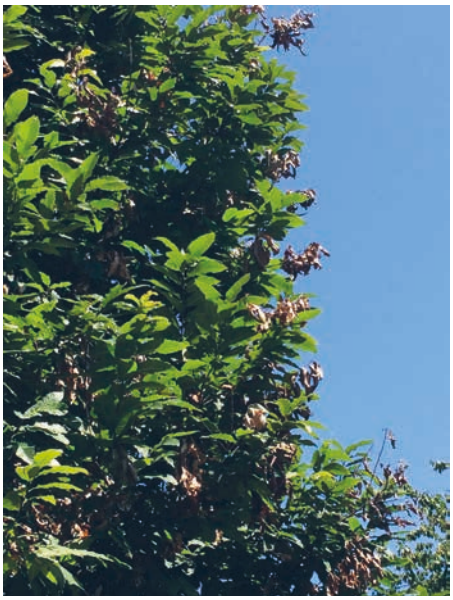

Fig. 15. Petites branches détruites par le chancre de l'écorce du châtaignier, avec comme point de départ une infestation par le cynips du châtaignier.

Fig. 16. Via une galle abandonnée, *C. parasitica* a pénétré dans le rameau avant de provoquer la mort de ce dernier.

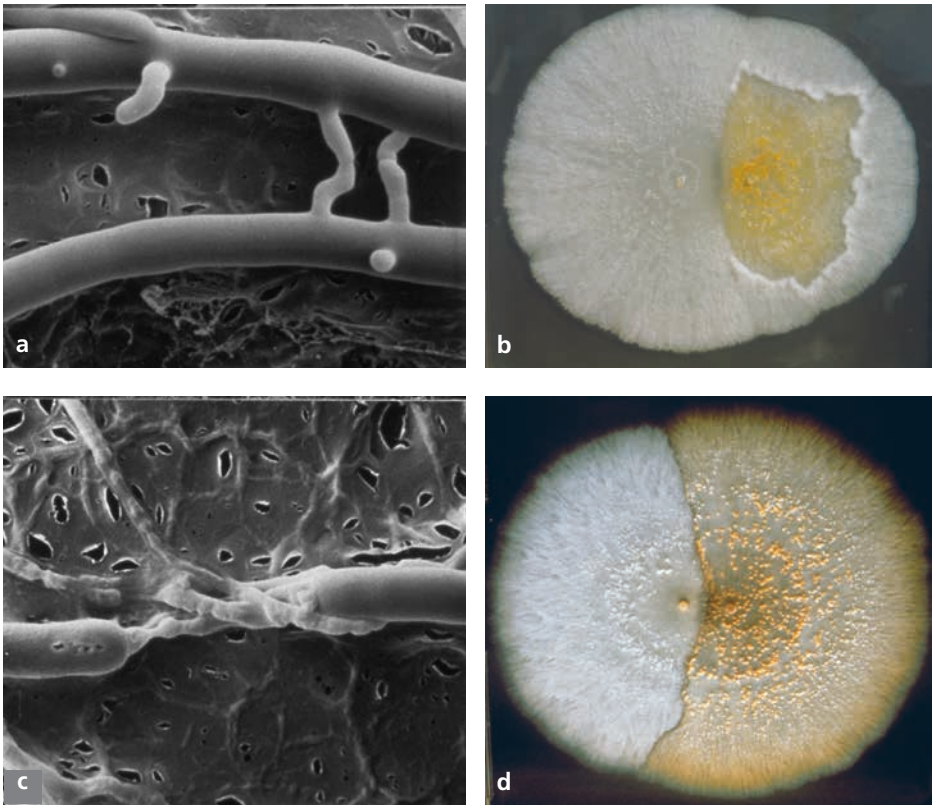

Fig. 17. Lorsqu'elles sont placées dans un milieu de culture artificiel, les souches de *C. parasitica* sans hypovirus (virulentes) forment des pigments orange et nombre de petites fructifications asexuées (pycnides). Chez les souches de champignons infectées par l'hypovirus (hypovirulentes), la formation de pigments et la sporulation sont inhibées, les cultures sont de couleur blanche. La morphologie blanche de la culture donne des informations sur la transmission du virus: s'il existe une compatibilité végétative entre deux souches de champignons, celles-ci constituent des anastomoses (a) et l'hypovirus est transmis à la culture orange (b). S'il y a au contraire incompatibilité végétative entre les deux souches de *C. parasitica,* les hyphes dégénèrent dans la zone de contact (c) et une transmission de l'hypovirus est impossible (d).

aggravation de la maladie en tant que source de spores virulentes sans virus. Dans les châtaigneraies sans forme hypovirulente, il est donc recommandé de retirer de la forêt le bois mort colonisé par *C. parasitica*. Dans les régions où l'hypovirulence est répandue, on peut au contraire renoncer à cette mesure.

Mesures à l'encontre du chancre de l'écorce du châtaignier

Mesures préventives

C. parasitica est un organisme de quarantaine mentionné dans l'Ordonnance fédérale sur la protection des végétaux (RS 916.20). Comme l'agent pathogène est souvent introduit avec du matériel végétal, il s'agit en premier lieu de réglementer cette voie de propagation. Le commerce de matériaux en châtaignier, et parfois également en chêne, est donc soumis à des dispositions particulières valables dans le monde entier. Les châtaignes ne sont pas concernées par ces mesures.

Il est recommandé de n'acheter que des châtaigniers et des boutures-greffons provenant de pépinières contrôlées, et dès lors munis d'un passeport phytosanitaire. Comme *C. parasitica* est aussi présent de façon latente sur des châtaigniers à l'aspect sain, le contrôle des jeunes plants de châtaigniers achetés devrait avoir lieu pendant au moins deux ans pour détecter ou non la maladie. Les points de greffage doivent alors faire l'objet d'une attention spéciale car ils sont particulièrement vulnérables. Lorsqu'il est importé en Suisse, le bois de châtaignier devrait être écorcé, et il faut éviter de le stocker à proximité de châtaigneraies. L'importation d'écorce de châtaignier isolée est strictement interdite. Celle de châtaigniers ou de boutures-greffons en provenance de pays extra-européens (dont la Turquie et certains pays du Caucase tels que la Russie ou la Géorgie) peut seulement se faire avec un certificat phytosanitaire et requiert une autorisation spéciale d'importation.

Ces mesures visent à empêcher la propagation du chancre de l'écorce du châtaignier dans les régions encore épargnées par *C. parasitica*, ainsi que l'introduction de nouveaux groupes de compatibilité végétative dans des zones déjà touchées. L'augmentation de la diversité des GCV est en effet synonyme de risque: celui de l'affaiblissement de l'effet favorable de l'hypovirulence.

Mesures phytosanitaires

Dans les régions épargnées par le chancre de l'écorce du châtaignier, il est recommandé d'éliminer rapidement les nouveaux foyers d'infestation. Il importe d'enlever les arbres atteints ou, si cela est possible, de retrancher les parties malades. Le bois de sciage est soit brûlé sur place (autorisation obligatoire), soit transporté dans une usine d'incinération. De petites quantités peuvent aussi être enterrées. Dans les selves de châtaigniers infectées, l'élimination régulière des parties chancrées virulentes permet de réduire l'infection. Après tous travaux effectués sur des châtaigniers malades ou dans des châtaigneraies colonisées, il est primordial de désinfecter les outils (alcool à 70 % ou passage à la flamme notamment), afin d'éviter toute propagation de la maladie. La désinfection des outils est aussi conseillée lors de travaux de greffage, ainsi que pour les tâches d'entretien général des arbres telles que la taille de formation chez les arbres fruitiers.

Lutte biologique

Si le chancre de l'écorce du châtaignier est déjà largement répandu dans un peuplement forestier, son éradication n'est plus réaliste. Dans ce cas, reste la lutte biologique active avec des souches de champignons hypovirulentes (Heiniger et Rigling 1994). Des souches hypovirulentes de *C. parasitica* infectées par le virus sont alors inoculées de façon ciblée dans les chancres. À cet égard, ces souches utilisées pour le traitement doivent relever des mêmes groupes de compatibilité végétative que les souches de champignons dans le peuplement. Un taux élevé de transmission du virus est ainsi obtenu tandis qu'une augmentation du nombre de GCV dans le peuplement est empêchée. Dans le meilleur des cas, des champignons sont isolés du peuplement via

un échantillon d'écorce, puis infectés par le virus en laboratoire et directement utilisés par la suite pour le traitement. Le mycélium infecté par le virus est d'abord cultivé en laboratoire, puis inséré dans des trous (de 5 mm de diamètre environ) forés à la périphérie des chancres de l'écorce (fig. 18). Dans l'idéal, le virus est non seulement transmis au chancre traité (fig. 19), mais aussi ultérieurement, via les conidies infectées, à d'autres chancres de l'écorce du peuplement.

Châtaigniers résistants

Plusieurs châtaigniers hybrides disponibles sur le marché présentent une certaine résistance vis-à-vis du chancre de l'écorce du châtaignier. La plupart de ces hybrides proviennent de croisements entre le châtaignier d'Europe et celui du Japon. Les pépinières proposent surtout des variétés hybrides originaires de France. Trois autres variétés, Brunella, Marowa et Golino, sont issues d'un programme de culture en Suisse (Rusterholz et Husistein 1999). Celles-ci peuvent convenir à la culture d'amateurs dans des sites chauds aux sols acides situés au nord des Alpes.

Lutte biologique contre les organismes nuisibles

En Europe, au cours de ces dernières années, des organismes nuisibles exotiques tels que le cynips du châtaignier, le capricorne asiatique ou le nématode du pin ont été de plus en plus fréquemment introduits. Nombre d'entre eux se sont largement répandus et ne peuvent plus être éradiqués. Dans ces cas de figure, la lutte biologique contre les ravageurs peut atténuer leurs effets. Des adversaires naturels (prédateurs, parasites et agents pathogènes) sont alors utilisés contre les organismes nuisibles. Pour le chancre de l'écorce du châtaignier, l'adversaire naturel (l'hypovirus) est apparu en Europe sans intervention humaine et s'est largement propagé de façon autonome. Mais pour les organismes nuisibles exotiques, un scénario aussi réjouissant s'avère peu probable. Des adversaires appropriés ne se rencontrent souvent que dans l'aire de répartition originelle du ravageur. Or, comme ceux-ci sont également exotiques dans nos contrées, ils doivent faire l'objet de recherches exhaustives avant tout autre essai, en vue de tester non seulement leur efficacité mais de clarifier aussi les effets secondaires écologiques éventuels. À cet effet, des laboratoires et des serres spécialement sécurisés sont nécessaires et prescrits par la loi afin de rendre impossible toute échappée accidentelle dans l'environnement. Les essais pratiques en plein champ ne débuteront que lorsque les clarifications auront fourni les résultats souhaités.

Le laboratoire phytosanitaire réalisé en 2014 au WSL remplit les exigences maximales de sécurité et permet d'effectuer des recherches sécurisées sur les organismes nuisibles exotiques et leurs adversaires.

Laboratoire phytosanitaire du WSL.

Fig. 18. Traitement du chancre avec une souche hypovirulente de *C. parasitica* cultivée en laboratoire. En cas de réussite, l'hypovirus infecte le chancre de l'écorce qui se cicatrise ensuite.

Fig. 19. Chancre de l'écorce cicatrisé après traitement par hypovirus.

Bibliographie

BAZZIGHER, G., 1964: Die Ausbreitung der *Endothia*-Seuche im Kanton Tessin. Schweiz. Z. Forstwes. 115: 320–330.

BRÄNDLI, U.-B., 1996: Die häufigsten Waldbäume der Schweiz. Ergebnisse aus dem Landesforstinventar 1983–85: Verbreitung, Standort und Häufigkeit von 30 Baumarten. Ber. Eigenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch. 342: 278 S.

BRYNER, S.F.; RIGLING, D., 2012: Hypovirus virulence and vegetative incompatibility in populations of the chestnut blight fungus. Phytopathology 102: 1161–1167.

BRYNER, S.F.; RIGLING, D.; BRUNNER, P.C., 2012: Invasion history and demographic pattern of *Cryphonectria hypovirus* 1 across European populations of the chestnut blight fungus. Ecol. Evol. 2: 3227–3241.

DUTECH, C.; BARRÈS, B.; BRIDIER, J.; ROBIN. C.; MILGROOM, M.G.; RAVIGNÉ, V., 2012: The chestnut blight fungus world tour: successive introduction events from diverse origins in an invasive plant fungal pathogen. Mol. Ecol. 21: 3931–3946.

CORTESI, P.; MCCULLOCH, C.E.; SONG, H.; LIN, H.; MILGROOM, M.G., 2001: Genetic control of horizontal virus transmission in the chestnut blight fungus, *Cryphonectria parasitica*. Genetics 159: 107–118.

HEINIGER, U.; RIGLING, D., 1994: Biological control of chestnut blight in Europe. Annu. Rev. Phytopathol. 32: 581–599.

MILGROOM, M.G.; CORTESI, P., 2004: Biological control of chestnut blight with hypovirulence: a critical analysis. Annu. Rev. Phytopathol. 42: 311–338.

PROSPERO, S.; CONEDERA, M.; HEINIGER, U.; RIGLING, D., 2006: Saprophytic activity and sporulation of *Cryphonectria parasitica* on dead chestnut wood in forests with naturally established hypovirulence. Phytopathology 96:1337–1344.

PROSPERO, S.; FORSTER, B., 2011: Chestnut gall wasp *(Dryocosmus kuriphilus)* infestations: new opportunities for the chestnut blight fungus *Cryphonectria parasitica*? New Disease Reports 23: 35.

PROSPERO, S.; RIGLING, D., 2012: Invasion genetics of the chestnut blight fungus *Cryphonectria parasitica* in Switzerland. Phytopathology 102: 73–82.

PROSPERO, S.; RIGLING D., 2013: Chestnut Blight. In: Gonthier, P.; Nicolotti, G. (eds.) Infectious Forest Diseases. Wallingford (UK): CAB International. 318–339.

RUSTERHOLZ, P.; HUSISTEIN, A., 1999: Edelkastanie: Anbau – Verwertung – Sorten. Schwerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau. 6: 144–150.

WELTEN, M., SUTTER, R., 1982: Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. 2 Bde. Birkhäuser Verlag, Basel. 716+698 S.

Personnes à contacter

Simone Prospero et Daniel Rigling
Institut fédéral de recherches WSL
Zürcherstrasse 111
CH-8903 Birmensdorf
simone.prospero@wsl.ch
daniel.rigling@wsl.ch

Illustrations

Verena Fataar (Abb. 3), Roland Engesser (Abb. 7), Giovanni Bazzigher (Abb. 9, 14, 17b, 17d), Christoph Scheidegger (Abb. 17a et 17c), Équipe de phytopathologie du WSL (toutes les autres fig.)

Référence bibliographique

RIGLING, D.; SCHÜTZ-BRYNER, S.; HEINIGER, U.; PROSPERO, S., 2014: Le chancre de l'écorce du châtaignier. Symptômes, biologie et mesures pour le combattre. Not. Prat. 54: 8 p.
La présente Notice se fonde sur HEINIGER, U., 1997: Le chancre de l'écorce du châtaignier *(Cryphonectria parasitica)*. Symptômes et biologie. 2ème édition. Not. Prat. 22: 8 p. Elle a été complétée et mise à jour grâce aux connaissances actuelles.

Pour de plus amples informations

www.waldschutz.ch
http://www.admin.ch/ch/f/sr/c916_20.html
(Mesures de quarantaine pour la Suisse)

Notice pour le praticien ISSN 1012-6554

Concept

Les résultats de la recherche sont élaborés pour constituer des pôles de savoir et des guides d'action à l'intention des acteurs de la pratique. Cette série s'adresse aux milieux de la foresterie et de la protection de la nature, aux autorités, aux écoles ainsi qu'aux non-initiés.

Les versions allemandes de cette série sont intitulées
Merkblatt für die Praxis ISSN 1422-2876.
Les éditions italiennes paraissent occasionnellement dans le périodique
Notizie per la pratica (ISSN 1422-2914) et/ou **Sherwood, Foreste ed Alberi Oggi**.

Les dernières parutions (consultez www.wsl.ch/notices)
N° 53: Mise en réseau des habitats dans le paysage agricole. Chances et risques. D. CSENCSICS *et al.* 2014. 8 p.
N° 52: Bois mort en forêt. Formation, importance et conservation. T. LACHAT *et al.* 2013. 12 p.
N° 51: Relevé dans l'espace des loisirs de proximité. M. BUCHECKER *et al.* 2013. 8 p.
N° 50: Espèces invasives de capricornes provenant d'Asie – Écologie et gestion. B. WERMELINGER *et al.* 2013. 16 p.
N° 49: Protéger et favoriser les champignons. SENN-IRLET, B. *et al.*, 2012. 12 p.
N° 48: La biodiversité en ville – pour l'être humain et la nature. M.K. OBRIST *et al.* 2012. 12 p.
N° 47: Mesurer et éviter l'étalement urbain. C. SCHWICK *et al.* 2011. 12 p.

Managing Editor

Martin Moritzi
Institut fédéral de recherches WSL
Zürcherstrasse 111
CH-8903 Birmensdorf
E-mail: martin.moritzi@wsl.ch
www.wsl.ch/notices

Traduction: Jenny Sigot Müller, WSL
Mise en page: Jacqueline Annen, WSL
Impression: Rüegg Media AG

PERFORMANCE myclimate neutral Imprimé | 01-14-990324 myclimate.org

Sources mixtes
Groupe de produits provenant de forêts bien gérées et d'autres sources contrôlées
www.fsc.org Cert no. SQS-COC-100271
©1996 Forest Stewardship Council