

# Recommandations pour la production de plants forestiers indemnes de *Phytophthora cinnamomi* et *Phytophthora cambivora*.



**Cécile Robin, UMR BIOGECO, INRA**  
**[robin@pierroton.inra.fr](mailto:robin@pierroton.inra.fr)**

**Dominique Piou, DSF**  
**[piou@pierroton.inra.fr](mailto:piou@pierroton.inra.fr)**

Mis en forme : Couleur de police :  
Automatique

Mis en forme : Couleur de police :  
Automatique

**Janvier 2010**

# Sommaire

<i>Contexte</i> .....	2
Les problèmes posés par <i>Phytophthora cinnamomi</i> et <i>P. cambivora</i> en pépinières forestières ...	2
Cadre législatif.....	2
Objectifs .....	3
<i>Formation et sensibilisation aux risques</i> .....	3
Former le personnel de la pépinière aux risques phytosanitaires liés aux <i>Phytophthora</i> .....	3
Assurer la traçabilité des productions.....	4
<i>Eviter les introductions de P. cinnamomi et P. cambivora</i> .....	4
1-Les Eaux .....	4
2-Le Matériel Végétal .....	5
3-Le Matériel de Culture.....	6
4-Les déchets de culture .....	7
5-Les personnes et les engins.....	7
<i>Gestion des zones contaminées</i> .....	8
1-Etablir un diagnostic .....	8
2-Délimiter la zone contaminée.....	8
3-Eradiquer .....	8
Ne pas utiliser de fongistatiques.....	9
Gérer les cultures en fonction du risque phytosanitaire.....	9
Tester régulièrement la qualité phytosanitaire des plants produits .....	9
<i>Annexe 1 : Essences forestières hôtes de Phytophthora cinnamomi et P. cambivora</i> .....	10
<i>Annexe 2 : Détection de Phytophthora cinnamomi et/ou P. cambivora en France</i> .....	12

---

## Contexte

---

### **Les problèmes posés par *Phytophthora cinnamomi* et *P. cambivora* en pépinières forestières**

*Phytophthora cinnamomi* et *P. cambivora* (*Pci* et *Pca*) sont des agents pathogènes qui ressemblent à des champignons mais qui s'en distinguent par de nombreux points. Classés maintenant parmi les Oomycètes, (appartenant au règne des Chromistes) ils sont connus depuis longtemps comme responsables de la maladie de l'encre sur chêne et châtaignier. Cependant, de nombreuses autres espèces végétales sont sensibles à *Pci* et à *Pca*, dont certains arbres forestiers et beaucoup d'espèces ornementales (cf. annexe 1). Cette sensibilité s'exprime aussi bien en conditions naturelles qu'en pépinières.

*Pci* et *Pca* infectent les racines fines de leurs plantes hôte et envahissent progressivement l'ensemble du système racinaire. Les lésions racinaires peuvent se prolonger au niveau du collet. Les symptômes secondaires d'une infection par *Pci* et *Pca* sont un dépérissement et un flétrissement du plant. La sensibilité des essences forestières est très variable: certaines sont rapidement tuées après les infections racinaires (châtaignier, chêne vert). D'autres, plus résistantes, tolèrent ces infections qui peuvent rester inaperçues lors de la production et commercialisation des plants, mais qui peuvent générer à plus long terme des lésions corticales ou des dépérissements (chêne rouge, chêne liège, chêne pédonculé....) après plantation.

Une étude réalisée en 2005 sur un panel de pépinières forestières françaises a montré que 31% d'entre elles commercialisaient des plants de chêne et de châtaignier contaminés par *Pci* et *Pca* (Decourcelle & Robin, 2009).

Cette même étude a également montré que les risques de contamination dépendaient :

- du type de production (les plants commercialisés en godets sont plus fréquemment infectés que les plants produits en racines nues),
- des essences produites (les plus sensibles à *P. cinnamomi* sont les plus fréquemment infectées)
- de la localisation des pépinières (les entreprises situées dans l'aire de distribution de la maladie de l'encre sont plus souvent contaminées).

La régénération artificielle par plantation est un itinéraire technique très souvent utilisé pour le renouvellement des chênaies et, à un degré moindre, des châtaigneraies. La diffusion de plants infectés à partir des pépinières de production pourrait, à terme, remettre en question cette pratique culturale.

### **Cadre législatif**

Les critères de qualité, concernant la production de plants en pépinières, sont de trois types :

- qualité biologique : qui garantit l'identité de l'espèce et l'identité variétale
- qualité morphologique : qui garantit la taille et l'architecture du plant
- qualité sanitaire : qui doit permettre une rapide reprise des plants post-plantation avec un développement racinaire actif, sans altération de la structure du plant ni dépérissement.

Le code forestier (avec la certification des régions de provenance) et les contrôles en pépinières et à la plantation permettent de s'assurer des deux premiers critères.

Pour le critère de qualité sanitaire, *Pci* et *Pca* sont inscrits à l'annexe B de l'arrêté du 31/07/2001 (espèces contre lesquelles il est possible de mettre en place une lutte obligatoire), mais ne sont pas inscrits dans les listes de parasites de quarantaine. Ils ne font donc pas l'objet d'obligations de contrôles spécifiques, ni de passeports phytosanitaires. Cependant, une fois introduits dans un site de production, il est extrêmement difficile voire impossible de les éradiquer. Il est donc crucial d'appliquer de bonnes mesures d'hygiène afin d'éviter les contaminations.

## **Objectifs**

Les contaminations par les *Phytophthora* en pépinières, même si elles sont difficiles à détecter et à maîtriser, **ne sont pas une fatalité**. L'utilisation de **bonnes pratiques culturales**, mettant en œuvre des principes élémentaires de prophylaxie et de prévention, devrait permettre de les limiter. La plupart des professionnels exprime une forte motivation pour produire des plants de qualité ce qui permet d'envisager la mise en œuvre de pratiques visant une amélioration de l'état sanitaire des plants produits.

Ces pratiques doivent être enseignées à l'ensemble du personnel de l'entreprise. La commercialisation de plants infectés mais asymptomatiques représente un risque non tolérable à long terme pour la profession des pépiniéristes forestiers, mais aussi pour celle des gestionnaires et pour l'environnement forestier. Les éléments de la biologie de ces deux agents pathogènes qui permettent de raisonner les pratiques culturales doivent être enseignés.

Les préconisations faites ici visent à limiter les risques de contamination et de dissémination non seulement des sites de production de plants mais aussi des plantations. Elles concernent la gestion de l'irrigation, l'organisation des pépinières et les traitements phytosanitaires. Elles résultent de considérations scientifiques, techniques et économiques dûment documentées à l'étranger.

---

## **Formation et sensibilisation aux risques**

---

### ***Former le personnel de la pépinière aux risques phytosanitaires liés aux *Phytophthora****

Il est indispensable de former le personnel intervenant sur le site de production :

- aux risques que représentent les plants infectés par *Pci* et *Pca* pour les reboisements forestiers et l'environnement,
- aux symptômes permettant d'identifier ou suspecter des infections causées par *Pci* et *Pca* (cf paragraphe ci-dessus),
- à l'impossibilité d'éradiquer *Pci* et *Pca* au niveau d'un site de production,
- aux méthodes de prévention et gestion dont la mise en œuvre est indispensable pour produire des plants de bonne qualité sanitaire.

## **Assurer la traçabilité des productions**

La réalisation d'une documentation efficace ("sommier de la pépinière") est indispensable à la fois pour le producteur des plants et pour ses clients. Elle doit permettre :

- de retracer l'origine des plants, semences et substrats de culture achetés
- de savoir à tout moment et de garder en mémoire la nature des plants produits sur chaque parcelle unitaire
- de garder en mémoire la destination des plants produits

En cas de contamination avérée et d'identification de son origine une telle traçabilité permet de mettre en place plus rapidement et plus efficacement les mesures nécessaires pour limiter les infections.

---

## **Eviter les introductions de *P. cinnamomi* et *P. cambivora***

---

Comme il est très difficile d'éliminer ou réguler les populations de *Pci* et *Pca* une fois présentes dans un site de production, il est préférable de ne pas les introduire.

Pour diminuer les risques d'introduction et compte tenu de la biologie particulière de *Pci* et *Pca*, il est nécessaire **d'intégrer** les réflexes de prévention à **toutes les étapes** de la chaîne de production.

### **1-Les Eaux**

*La dissémination de Pci et Pca et d'autres Phytophthora est assurée par des spores à flagelles, qui se déplacent dans l'eau libre du sol. En conditions naturelles, ces spores sont disséminées par les eaux de surface et peuvent initier des foyers épidémiques. Les eaux de ruissellement ou stagnantes sont donc des sources avérées d'inoculum pour de nombreuses espèces de Phytophthora.*

#### **Irriguer avec des eaux indemnes de *Phytophthora* spp.**

Les eaux issues de forage profond ou d'adduction sont rarement contaminées. Seules ces eaux doivent être utilisées pour l'irrigation.

Les eaux de surface sont à proscrire car elles peuvent véhiculer des spores de *Phytophthora*. Si toutefois ces dernières sont utilisées, elles doivent être traitées par des moyens physiques (chlore, UV, ozone, filtres) afin d'éliminer toutes propagules de *Phytophthora*.

#### **Maîtriser l'irrigation et l'écoulement des eaux de ruissellement**

L'irrigation doit être contrôlée pour éviter tout engorgement du sol ou du substrat. Les écoulements d'eau de pluie doivent être maîtrisés de façon à éviter leur stagnation et un ennoyage partiel, et le ruissellement à partir de parcelles environnantes. Un réseau de drainage est recommandé.

Pour la production en hors-sol, les plants ne doivent pas être en contact direct avec le sol, mais disposés sur des caillebotis ou des tablettes. La réalisation d'un plan légèrement incliné peut permettre d'éviter toute stagnation de l'eau.

## **Délimiter et cartographier les zones à risques**

Il peut être techniquement ou matériellement difficile de maîtriser l'écoulement des eaux de ruissellement sur l'ensemble du site de production. Il convient dans ce cas de délimiter et de cartographier précisément les zones à risques (zones d'accumulation des eaux, zones non drainantes, zones basses) et de les réserver à la culture d'essences sans risque (cf infra).

## **2-Le Matériel Végétal**

*Les plants et les semences sont des sources d'inoculum, qui peut rapidement se disséminer sur la totalité du site de production.*

*Même s'ils ne présentent aucun symptôme (plants asymptomatiques) les plants introduits peuvent malgré tout être contaminés par Pci ou Pca. Ils peuvent exprimer des symptômes plusieurs semaines après leur introduction sur le site, en fonction de la date d'éventuels traitements fongicides dans la pépinière d'origine et des conditions environnementales du transport ou de la pépinière d'accueil (stress hydrique, thermique, engorgement...).*

### **Utiliser des semences saines**

Bien que la dissémination de *Pci* et *Pca* par les graines n'ait pas été prouvée, on ne peut l'exclure notamment lorsque les graines sont ramassées à terre sans être nettoyées.

Il ne faut utiliser que des semences certifiées et commercialisées par des fournisseurs agréés, et s'assurer du traitement subi par ces semences (lavage, désinfection, thérapie, application fongicides...).

### **Interdire l'introduction de plants à risques**

L'introduction de plants d'espèces sensibles à *Pci* et *Pca* (cf Annexe 1), de plants en godets, ou de plants provenant d'une pépinière n'appliquant pas les règles de bonne conduite peut présenter un risque.

Tout plant introduit sur le site de production doit être examiné avec attention dès son arrivée. Tout plant suspect doit être mis en quarantaine (dans un endroit isolé du reste du site de production), et doit faire l'objet d'un diagnostic précis (cf. "Gestion"). Les autres plants du

même lot doivent être mis sous observation. Les fournisseurs des plants suspects doivent être contactés et informés.

### **Isoler les plants introduits des plants produits sur le site**

Après examen, les plants asymptomatiques, mais susceptibles de représenter un risque (cf supra) :

- ne doivent pas être installés à proximité des plants produits sur le site
- ne doivent pas recevoir de traitement anti-oomycètes. Ceci permet de déterminer si l'absence de symptômes est due à l'utilisation de tels traitements chez le producteur ou si les plants sont effectivement indemnes.

### **3-Le Matériel de Culture**

*Les Phytophthora spp. peuvent se maintenir plusieurs semaines dans un substrat soit à partir de résidus de cultures antérieures, soit à l'état de spores libres. Par ailleurs, leur multiplication et dissémination sont favorisées dans les sols ou substrats hydromorphes. Il est nécessaire d'utiliser un substrat ayant une bonne capacité de rétention de l'eau, tout en permettant un bon drainage.*

#### **Utiliser un substrat de culture non infecté**

Il est indispensable que le substrat soit indemne de *Phytophthora*. La perlite, la vermiculite et les écorces compostées le sont la plupart du temps. Ils doivent être utilisés en priorité. Le sable et la tourbe peuvent être contaminés et sont donc déconseillés.

Le substrat de culture peut être décontaminé par la vapeur (100°C, 30 mn). Avant décontamination le substrat doit être réhumidifié (capacité pourvue au 1/3) au moins quatre heures avant. Une autre possibilité est l'utilisation de fumigants (comme Basamid ®).

Le substrat sain ou décontaminé doit être stocké sur une aire légèrement surélevée pour éviter tout risque de contamination par des eaux de ruissellement, et abritée.

#### **Utiliser des conteneurs et du matériel de rempotage non infectés**

Il est indispensable que les conteneurs et le matériel de rempotage soient également indemnes de *Pci* et de *Pca*. Pour cela il est nécessaire :

- d'utiliser de préférences des conteneurs neufs surtout pour la production d'espèces sensibles à *Pci* et *Pca* (cf. Annexe1)
- de ne pas réutiliser des conteneurs ayant déjà servi s'ils ont contenu des plants suspects ou s'ils provenaient d'autres pépinières.

Les conteneurs déjà utilisés sur le site peuvent être réutilisés à condition d'être désinfectés puis soigneusement rincés. Par la suite, ils ne doivent pas être en contact avec le matériel non désinfecté ou potentiellement infecté.

Le matériel des chaînes de rempotage et des tapis roulants doivent être régulièrement nettoyés surtout en cas de passage d'espèces sensibles sur la chaîne.

## **Utiliser des outils non infectés**

Les outils de taille et outils aratoires doivent être nettoyés (avec de l'eau) entre les changements de parcelle.

## **4-Les déchets de culture**

*Pci et Pca et autres Phytophthora se conservent très longtemps dans les résidus végétaux, sur des plants morts et desséchés, et dans le sol ou substrat. Il convient donc d'éliminer ces déchets en prenant le maximum de précaution.*

### **Délimitation d'une zone de stockage des déchets**

Avant leur destruction, les déchets de culture seront stockés sur une zone clairement délimitée à l'intérieur de la pépinière, mais à l'écart des zones de production

L'emplacement de la zone de stockage sera choisi de telle sorte qu'aucune eau de ruissellement issue de cette zone ne puisse atteindre les zones de production.

### **Destruction des déchets**

Les déchets végétaux seront régulièrement incinérés.  
Les déchets non combustibles seront désinfectés avant d'être éliminés.

## **5-Les personnes et les engins**

*Les roues de véhicules et les chaussures du personnel et des visiteurs peuvent transporter de l'inoculum à partir de parcelles forestières, vergers ou autres pépinières contaminées. Il convient donc d'être particulièrement attentif à l'occasion des déplacements des personnels et de toute visite ou fréquentation du site de production.*

*Il est dès lors important de limiter les accès de véhicules et personnes, potentiellement vecteurs de sols provenant de zones susceptibles d'être contaminées. Cette recommandation concerne plus particulièrement les pépinières situées dans la zone de distribution connue de Pci et Pca (cf Annexe 2).*

### **Précautions lors de la circulation du personnel**

Les véhicules du personnel ne sont pas autorisés à circuler sur le site de production.

Le personnel doit utiliser des chaussures ou des bottes spécifiques pour circuler sur le site de production. Le mieux est d'installer un vestiaire dédié à cet usage, équipé d'un système permettant le nettoyage régulier des chaussures et des bottes.

## **Limiter la circulation des visiteurs**

Les règles appliquées au personnel permanent doivent aussi être appliquées autant que possibles aux visiteurs (livreurs, clients...).

Si cet accès ne peut pas être totalement limité, les roues, chaussures et instruments doivent être débarrassés des résidus de terre et de végétaux avant d'entrer sur le site de production (l'utilisation d'un nettoyeur haute pression et d'un pédiluve à l'entrée des unités de production d'espèces très sensibles est très vivement recommandée).

---

## **Gestion des zones contaminées**

---

Malgré les précautions rappelées ci-dessus, des *Phytophthora* pathogènes peuvent être introduits dans le site de production.

Il est non seulement possible mais nécessaire d'adopter des pratiques culturales, permettant de contenir la zone contaminée.

Le but est non seulement de réduire le nombre de plants produits atteints et de limiter les pertes mais surtout de ne pas commercialiser des plants infectés.

En cas de contamination suspectée, il est impératif de procéder aux opérations suivantes.

### ***1-Etablir un diagnostic***

Pour établir un diagnostic sur des plants suspects, il faut contacter les Services Régionaux de l'Alimentation s'adresser à un des laboratoires agréés pour la détection d'organismes nuisibles sur végétaux et produits végétaux.

Le laboratoire fera l'analyse à partir des lésions racinaires ou de la tige ou du sol. Il faut donc conserver les plants suspects avec du sol prélevés au niveau de leurs racines (ou les plants entiers dans leur godet) dans un sac plastique étanche, à 6 °C, ou les conserver dans un endroit isolé et abrité sur le site de production.

### ***2-Délimiter la zone contaminée***

La zone contaminée doit être délimitée avec soin. Elle comprend une zone infectée et une zone de sécurité. Son accès sera limité ou interdit afin de réduire au maximum la dissémination des *Pci* et de *Pca*.

La zone infectée du site de production est définie par la distribution des plants reconnus infectés. La zone de sécurité doit englober tous les plants susceptibles d'avoir reçu une contamination par ruissellement ou par contact avec des outils.

### ***3-Eradiquer***

Après confirmation du diagnostic et délimitation de la zone contaminée, les plants infectés de cette zone, doivent être brûlés.

En production hors sol, une désinfection par fumigation et un vide sanitaire doivent être réalisés dans la zone contaminée.

Si la zone contaminée le permet, un bâchage avec un film plastique peut permettre par effet de solarisation de diminuer l'inoculum du sol.

### ***Ne pas utiliser de fongistatiques***

En France, seuls des produits à base de diméthomorphe, mefenoxame (métalaxyl) et phoséthyl-aluminium sont autorisés en traitement de sol contre les Phytophthoras dans le catalogue des usages actuel "arbres et arbustes d'ornement".

Il convient malgré tout de signaler que les spécialités anti-oomycètes à base de phoséthyl-aluminium ne sont pas éradiquantes; elles ont simplement une action fongistatique et stimulent les défenses des plantes. Les plants infectés ainsi traités peuvent certes guérir mais ils demeurent infectieux et peuvent donc disséminer les Phytophthoras soit dans la pépinière contaminée ou dans de nouvelles pépinières ou jardineries, soit après plantation dans les écosystèmes naturels.

Un traitement peut amener des arbres sensibles à un niveau de résistance acceptable mais n'élimine pas le mycélium qui risque de se propager dans la parcelle de production de la pépinière puis dans la parcelle forestière post-plantation.

Il est donc fortement recommandé de ne pas traiter les plants avec de tels produits lorsque des cas de *Phytophthora* ont été déjà diagnostiqués sur le site de production car cela masquerait les effets des infections mais ne permettrait pas de les éliminer. Il vaut donc mieux surveiller l'état sanitaire des plants produits et les éliminer dès qu'ils présentent des symptômes.

### ***Gérer les cultures en fonction du risque phytosanitaire***

L'alternance d'espèces hôtes et non hôtes permet de limiter l'étendue des foyers de contamination ; et donc de diminuer le potentiel d'inoculum. Les jachères et vides sanitaires permettent également de diminuer l'inoculum présent et d'effectuer des opérations de nettoyage et/ou désinfection.

L'alternance spatiale (en privilégiant les petites parcelles de production d'espèces différentes) et temporelle des cultures (rotation, jachère, vide sanitaire) permet de diminuer la propagation de *Pci* et de *Pca*. A l'inverse des espèces hôtes, les espèces non hôtes ou très peu sensibles peuvent être produites sur sols favorables à la conservation, multiplication et dissémination des Phytophthoras.

### ***Tester régulièrement la qualité phytosanitaire des plants produits***

Une des conditions pour le succès d'une démarche de protection intégrée en pépinières, est d'observer régulièrement les plants produits afin de détecter un éventuel problème avant qu'il ne devienne trop important pour être maîtrisé. Toutes les opérations décrites ci-dessus doivent donc s'accompagner d'un examen régulier des plants produits, qui nécessite la destruction de quelques plants (choisis dans les zones à plus fort risque de contamination).

## Annexe 1 : Essences forestières hôtes de *Phytophthora cinnamomi* et *P. cambivora*.

En vert : essence sur lesquelles *P. cinnamomi* ou *P. cambivora* a été reportée en Europe.

hôte	<i>Phytophthora cinnamomi</i>	<i>Phytophthora cambivora</i>
Abies sp.	X	x
Acacia sp.	X	
Acer sp.		X
Aesculus hippocastanum		X
Alnus cordata	X	X
Araucaria sp.	X	
Betula sp.	X	
Buxus sempervirens	X	
Castanea sativa	X	X
Cedrus sp.	X	
Chamaecyparis lawsoniana	X	x
Chamaecyparis sp.	X	x
Cryptomeria sp.	X	
Cupressus sp.	X	
Eucalyptus sp.	X	X
Fagus sylvatica	X	X
Juglans regia	X	X
Juglans sp.	X	X
Juniperus sp.	X	
Larix decidua	X	
Larix kaempferi	X	
Larix leptolepis	X	
Malus sylvestris		X
Nothofagus sp.	X	X
Picea abies	X	
Picea pungens	X	
Pinus halepensis	X	
Pinus mugo	X	
Pinus pinaster	X	
Pinus radiata	X	
Pinus strobus	X	
Pinus sylvestris	X	
Pinus taeda	X	
Platanus sp.	X	
Prunus avium		X
Prunus mahaleb		X
Prunus sp.		X
Pseudotsuga menziesii	X	
Pyrus communis	X	X
Quercus cerris	X	
Quercus ilex	X	
Quercus petraea		X
Quercus pyrenaica	X	
Quercus robur	X	X

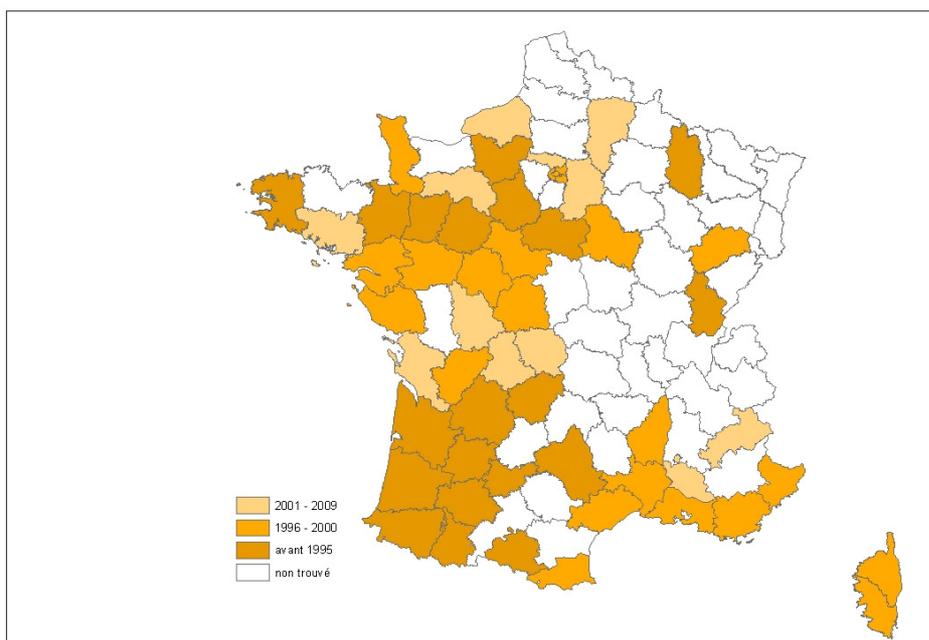
Quercus rubra	X	
Quercus suber	X	
Robinia pseudoacacia	X	
Sequoiadendron giganteum	X	
Taxus baccata	X	X
Taxus sp.	X	
Thuja sp.	X	
Tsuga canadensis	X	
Ulmus sp.		X

---

## Annexe 2 : Détection de *Phytophthora cinnamomi* et/ou *P. cambivora* en France.

---

Toutes les mentions de *P. cinnamomi* et *P. cambivora*, issues d'isolement à partir de plants ou de sol de parcelles forestières, de pépinières ou de vergers ont été prises en compte pour la réalisation de cette carte.



Source : INRA Bordeaux après compilation des données des professionnels de l'arboriculture et du département de la santé des forêts .

