

FOREST4EU

Connecting forestry and agroforestry partnerships across Europe



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE



GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE
SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE



SOLUTOPUS



cese for



ANSUB



Regione Toscana



CNPF
Centre National de
la Propriété Forestière



Centar kompetencija d.o.o.
za istraživanje i razvoj



Steinbeis
Europa Zentrum
Enabling Innovation in Europe



BOSCAT



CIÊNCIAS
ULISBOA

Faculdade
de Ciências
da Universidade
de Lisboa



EFI



eta florence
renewable
energies



LWF



FCIências



USC
UNIVERSIDADE
DE SANTIAGO
DE COMPOSTELA



Funded by
the European Union

Funded by the European Union (Grant n. 101086216). Views and opinions expressed are however those of the authors only and do not necessarily reflect those of the European Union or REA. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

Operational Group (OG)



SPNA

OG funding



Indeksi

1. Tietoa kastanjasta.....	4
2. Kastanjan mustetauti	6
2.1. Kastanjan mustetautia voidaan havaita useiden merkkien kautta	7
2.2. Kastanjan mustetaudin hallintaan suositellaan kahdenlaisia menetelmiä	8
3. Muut kastanjan taudit ja tuholaiset sekä mahdollinen sekoittuminen kastanjan mustetaudin kanssa.....	8
4. Vigil'encre-sovellus: tunnistaminen ja raportointi	9
5. Johtopäätökset.....	12
6. Lisätietoja	12
Lähdeluettelo.....	12

Lukujen indeksi

Kuva 1. Kastanjat kuoressaan (piikkiset kupit).	6
Kuva 2. Kuva kukkivasta kastanjapuusta.....	6
Kuva 3. Näytteenotto ja ELISA-analyysi kastanjanäytteestä kastanjan mustetaudin (Phytophthora cambivora) toteamiseksi.....	7
Kuva 4. Yleiskatsaus Vigil'encre -sovelluksen kolmesta tehtävästä: a) tiedotus, b) tunnistaminen ja c: ilmoittaminen. © ephytia.....	11

Taulukkohakemisto

Taulukko 1. Tunnusmerkit mustetaudin taudinmäärittelyyn ja tunnusmerkit muiden tautien hylkäämiseen, kun kyseessä ovat erilaiset kastanjassa esiintyvät merkit.....	9
---	---

Maaseudun innovaatioryhmä SPNA: Täsmämetsänhoitoa Uusi-Akvitaniassa

Tekijät : Bilal Snoussi (CNPF-IDF), Benjamin Chapelet (CNPF-IDF), Cécile Robin (INRAE)

Käännös: Tanja Kahkonen (EFI), tanja.kahkonen@efi.int

SPNA (Precision Forestry in Nouvelle-Aquitaine) on hanke, jota rahoitetaan Poitou-Charentesin alueen maaseudun kehittämisohjelmasta 2014–2020 -hankehaku alatoimenpiteeseen 16.1 Toimenpide A "Tuki eurooppalaisen innovaatiokumppanuuden hankkeiden perustamiselle ja toiminnalle" - toimi 2 "Maaseudun innovaatioryhmien rahoitus". SPNA-hankkeen alkuperäinen tavoite on kehittää ja levittää vasta kehitettyjä tai lähellä toteutusta olevia innovatiivisia työkaluja, joilla edistetään ja kannustetaan rannikkomännyn (*Pinus pinaster*) ja kastanjan kestävää hoitoa Uusi-Akvitaniassa, Ranskassa. Tämä maaseudun innovaatioryhmä pyrkii kehittämään ja levittämään teknisiä ja taloudellisia työkaluja, jotka auttavat metsien hoitajia heidän metsänhoitovalinnoissaan ja kuvaavat eräiden alueellisten lajien tilaa ja mahdollista kehitystä ilmastonmuutoksen yhteydessä.

Hankkeen koordinaattorina toimi Metsätalouden kehittämisinstituutti (IDF), joka on Kansallisen metsänomistajakeskuksen (CNPF) soveltavasta tutkimuksesta ja kehittämisestä vastaava osasto, ja CNPF:n Uusi-Akvitanian aluekeskus osallistui hankkeeseen paikallisesti. Hankkeessa on mukana kymmenen alueellista metsäalan kumppania ja sidosryhmiä tutkimuksesta, tutkimuksesta ja kehittämisestä, julkisesta ja yksityisestä metsänhoidosta sekä metsänomistajien ja paikallisviranomaisten edustajia: Alliance Forêts Bois, CC Fumel Vallée du Lot, Ranskan maatalous- ja elintarvikeomavaraisuusministeriön (MASA) metsäterveysosasto (DSF), El Purpan, FCBA, GDF Sud-Dordogne, IGN, INRAE, ONF Centre-Ouest-Aquitaine.

1. Tietoa kastanjasta



Jalokastanja (kastanja) kuuluu *Fagaceae*-heimoon, kuten tammi ja pyökki. Kastanjan levinneisyys ulottuu Luoteis-Afrikasta Luoteis-Eurooppaan ja Lounais-Aasiasta Itä-Eurooppaan, Kaukasukselle ja Kaspianmerelle. Kastanjan pinta-ala Euroopassa on yli 2,5 miljoonaa hehtaaria. Tärkeimmät kastanjametsät ovat keskittyneet tiettyihin maihin: tärkeysjärjestyksessä Ranskaan, Italiaan, sitten Espanjaan, Portugaliin ja Sveitsiin. Tätä lajia tavataan 200 metrin ja 1800 metrin korkeudessa (Conedera, M. ym., 2016).

Kastanjalla on pitkä viljelyhistoria erityisesti Italiassa, Espanjassa, Portugalissa, Ranskassa ja Sveitsissä. Tämä monipuolinen laji tarjoaa lukuisia ekosysteemipalveluja. Sitä viljellään puun (vesametsät ja siemenestä syntyneet metsät), hedelmäntuotannon (perinteiset hedelmätarhat) ja monenlaisten toissijaisten tuotteiden vuoksi (Conedera, M. ym., 2016).

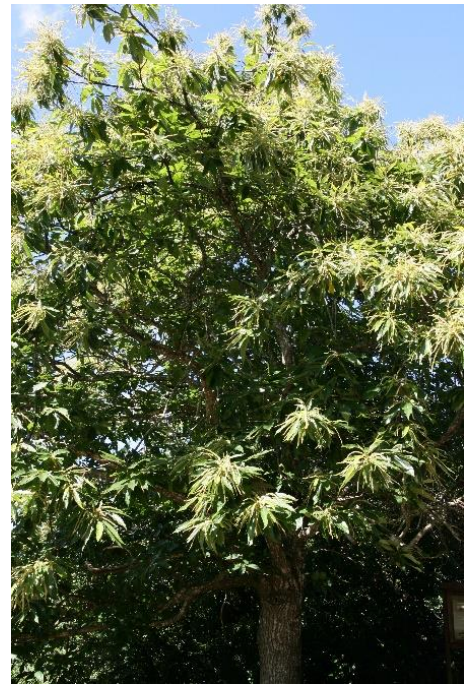
Kastanja on lehtipuu, jonka voi kasvaa 30–35 m korkeaksi. Viljeltynä kastanjalla on pitkä elinkaari (jopa 1 000 vuotta) ja siten suuri ympärysmitta (lähes 12 metriä rinnan korkeudella). Tämä laji on yksisirkkainen ja kukat (kuva 1) kehittyvät kesäkuun lopusta heinäkuuhun, ja siitepöly leviää tuulilevinteisesti tai hyönteisten välityksellä. Syksyllä emikukat muuttuvat piikkimäisiksi kupeiksi, joiden sisällä ovat kastanjat (kuva 2), jotka irtoavat syyskuussa (Conedera, M. ym., 2016).

Kastanja on sopeutuva laji, mutta ekologisesti suhteellisen vaativa. Sen tärkeimmät haasteet liittyvät vedensaantiin (kuivuus ja vettäminen), ravinteiden saantiin ja äärimmäisten lämpötilojen vaikutuksiin. Se on herkkä hallalle ja sopeutunut hyvin tulen aiheuttamiin häiriöihin (voimakas versominen). Nämä abioottiset stressitekijät voivat vaikuttaa puun kuolemisen merkkeihin.

Aasialaiset kastanjalajit (*C. crenata* ja *C. mollissima*) ja niiden hybridit ovat vastustuskykyisiä kastanjan mustetautia vastaan. Uudemmissa hedelmätarhoissa näitä hybridejä käytetään niiden vastustuskyvyn vuoksi varttamisen perusrunkona tai hedelmiä tuottavina lajikkeina hedelmäntuotannon parantamiseksi.



Kuva 1. Kastanjat kuoressaan (piikkiset kupit).



Kuva 2. Kuva kukkivasta kastanjapuusta.

2. Kastanjan mustetauti

Kastanjamustetaudin (kuva 3) aiheuttavat pääasiassa *Phytophthora cinnamomi* ja *Phytophthora cambivora*. Nämä munasienilajit ovat taudinaiheuttajia monille puulajeille (havu- ja lehtipuut) ja koristekasveille. Ne tartuttavat isäntäkasviensa hienoituureet liikkuvien itiöidensä (parveiluitiöt) ansiosta. Nämä itiöt vapautuvat, kun kosteus- ja lämpötilaolosuhteet ovat suotuisat. Itämisen jälkeen *P. cinnamomi* ja *P. cambivora* -sienirihmasto voi tunkeutua juureen. Nämä munasienet muodostavat nopeasti kuolleissa juurissa uusia parveiluitiöitä, jotka voivat sitten saastuttaa muita puita, mikä johtaa sairaiden puiden leviämiseen palstoilla. *P. cinnamomi* ja *P. cambivora* voivat myös säilyä ja lisääntyä maaperässä. Niiden leviämistä maaperässä edistää ylimääräinen vesi. Ne levittävät myös tartunnan saaneet kasvien ja kasvualustojen välityksellä. Siksi on erittäin tärkeää tarkistaa uusiin istutuksiin käytettävien kasvien terveys.



Kuva 3. Näytteenotto ja ELISA-analyysi kastanjanäytteestä kastanjan mustetaudin (*Phytophthora cambivora*) toteamiseksi.

2.1. Kastanjan mustetautia voidaan havaita useiden merkkien kautta

- juurien kuolemista: juuret, jotka ovat saaneet *P. cinnamomi* tai *P. cambivora* -tartunnan, voidaan tunnistaa niiden mustasta väristä. Ne eivät ole enää toimintakykyisiä ja mätänevät solukkuoleman seurauksena. Nämä juurituhot ovat ensisijaisia merkkejä. Niitä on vaikea havaita täysikasvuisissa puissa. Kuolevien puiden tyveen asti ulottuvat suuret pääjuuret olisi yritettävä kaivaa esiin. On suositeltavaa etsiä luonnollisesti uudistuneita taimia, jotta juuristot voidaan helposti havaita. Nämä tartunnat voivat aiheuttaa kahdenlaisia merkkejä;
- varren tai rungon kuoren kuolemista: kun taudinaiheuttaja on aiheuttanut vakavia juurivaurioita, ne ulottuvat rungon tyveen saakka. Latvuksen tartunnan saaneet osat peittävän kuoren halkeamista tulee mustaa vuotoa. Jos kuori poistetaan pois, kuorisolukko ja paljas puu ovat ruskean värisiä, kun taas kuoren alla tartunnan saamattomalla vyöhykkeellä ne ovat helmiäisen valkoisia. Näihin kuolleisiin solukoihin taudinaiheuttaja on tunkeutunut;

- puun kuoleminen: Hienojen juurien kuoleminen johtaa vedensaannin häiriöihin. Juuriston suurimman osan tartunta ja tuhoutuminen vähentää puun ravinteiden ja vedensaantia. Puussa on täten yleisiä taantumismerkkejä, joihin voi liittyä kuihtumista, viherkatoa, kellastumista ja lehdettömyys. Nämä oireet korostuvat entisestään kuivuuskausina ja johtavat puun kuolemaan, joskus hyvin nopeasti.

2.2. Kastanjan mustetaudin hallintaan suositellaan kahdenlaisia menetelmiä

- ennaltaehkäisevät menetelmät: on tärkeää tarkistaa taimet ennen niiden tuomista uuteen ympäristöön, välttää istutusta *P. cinnamomi* ja *P. cambivora* -lajeille suotuisiin olosuhteisiin ja välttää istutusta tartunnan saaneille alueille (tästä syystä etukäteen tehty tarkka diagnoosi on tärkeä);
- Kestävien varttamiseen käytettävien perusrunkojen valinta: Hedelmälaikkeet on suositeltavaa varttaa kestäviin hybridiperusrunkoihin, jos kasvuolosuhteet ja lajikkeet sen sallivat.

3. Muut kastanjan taudit ja tuholaiset sekä mahdollinen sekoittuminen kastanjan mustetaudin kanssa

Merkittävimmät kastanjan taudit ovat eksoottisten taudinaiheuttajien tai tuholaisien aiheuttamia, joiden kanssa kastanjalla on ollut vain vähän tai ei ollenkaan yhteisevoluutiota ja joille se on erittäin altis. Näitä ovat pääasiassa mustetauti (juuritauti), korotauti (*Cryphonectria parasitica*), kastanja tuholainen *Dryocosmus kuriphilus* ja viimeisenä munasieni *Phytophthora ramorum*, jota esiintyy nykyisin pääasiassa taimitarhoilla koristekasveissa ja joka on karanteenituhooja ja joka on hävitettävä heti, kun kasvi on saanut tartunnan.

Kun havainnoitsijan on tiedettävä, onko kastanja sairastunut mustetautiin, on olennaista pystyä havaitsemaan yksi tai useampi tälle taudille ominaisista

merkeistä. Valitettavasti nämä merkit eivät ole kuitenkaan täsmällisiä, ja ne voivat johtua monista muista biottisista ja abiottisista tekijöistä (taulukko 1).

Taulukko 1. Tunnusmerkit mustetaudin taudinmäärittämiseen ja tunnusmerkit muiden tautien hylkäämiseen, kun kyseessä ovat erilaiset kastanjassa esiintyvät merkit.

Merkit	Mustetaudin tunnusmerkit	Muiden tautien tunnusmerkit
Kuolleisuus	Puun yleinen kuolema.	Korotauti: sektorikohtainen kuolleisuus, kuoren alapuolinen sienirihmasto, oranssit itiöemät.
Oksien kuihtuminen ja/tai kuolleisuus	Havaittua juurien ja tyven kuolemaa. Ei rihmastojänteitä.	Ravinnepuutokset, vesistressi: ei kuolemaa. Mesisienet (<i>Armillaria</i>): juuri-infektiot, kuoren alapuoliset rihmastojänteet.
Lehdettömyys	Lehtien väheneminen.	Kastanja tuholainen <i>Dryocosmus kuriphilus</i> : akämät ja lehtien epämuodostumat
Musta vuoto	Kuoren kuolemaa, joka havaitaan vuodon alla kuoren poistamisen jälkeen.	Puuta syövien hyönteisten käytävät: ei kuolemaa. Pakkanen: puun halkeilu.
Juurien kuolemista	Tartunnan saaneet tai tuhoutuneet hienajuuret, tartunnan saanut pääjuuri tai suuret juuret, joskus tyveen saakka.	Mesisienet (<i>Armillaria</i>): rihmastojänteet.
Rungon kuolemista	Rungon kuolleet kohdat ovat seurausta juurien kuolleista kohdista.	Korotauti: vauriot eivät liity juuriin.

4. Vigil'encre-sovellus: tunnistaminen ja raportointi

Vigil'encre <https://ephytia.inra.fr/fr/P/157/Vigilencre> (INRAE, 2025) on sovellus, joka tarjoaa laajan valikoiman työkaluja (kuva 4). Se tarjoaa monenlaista tietoa kastanjasta ja useista siihen vaikuttavista taudeista, erityisesti mustetaudista.

Työkalun avulla voidaan tehdä kartoitus "tunnista"-työkalulla, joka koostuu kuvapohjaisesta taudinmäärittämisestä perustuen valokuvasarjaan, jossa ovat puun eri osissa esiintyvät merkit. Kvanttunnistus suoritetaan: - lajille

(kuvaamalla latvus, runko, kastanjapähkinä ja hedekukinnot); - mustetaudin osalta (tyvi ja juuret, runko ja puun kuolema); - muiden kastanjaa todennäköisesti vaivaavien tautien osalta (lehdet, juuret, runko ja puun kuolema).

Kun sovelluksen käyttäjä on muodostanut kuvan siitä, mitä hän havaitsee maastossa, hän voi tehdä raportin, joka voidaan lokalisoida, ja julkaista valokuvia. Ilmoitus raportista toimitetaan automaattisesti tämän työkalun ylläpitäjälle.

Jos ilmoituksen tekijä on vapaaehtoisena ottanut näytteitä (maaperästä, latvuksen kuolemista tai tartunnan saaneista juuristoista), hän voi välittää ne INRAE:n tutkimuslaboratorioon, joka voi vahvistaa tai kumota taudinmäärityksen näytteiden analysoinnin jälkeen.

Näytteenottomenettely on otettu käyttöön näytteenoton helpottamiseksi ja käyttökelpoisen näytteen siirtämiseksi laboratorioon.

Sen muodostaa kolme vaihetta:

1. Näytteiden tunnistaminen ja merkintä

Jokaiselle raportille annetaan lomaketunnus Otetut ja lähetetyt näytteet on yksilöitävä tällä tunnuksella.

2. Maanäyte

Milloin näyte otetaan: Tautia aiheuttava *Phytophthora spp.* menestyy ja lisääntyy kosteassa maaperässä. Taudinaiheuttajien havaitsemisen tehostamiseksi näytteet on parasta ottaa rankkasateen jälkeen ja varmistaa, että näytteet eivät ole liian kuivia eivätkä liian märkiä.

Mitä näytteitä otetaan: Jokainen näyte on otettava puun juurelta, puusta jossa on taantumisen merkkejä. Jotta saadaan hyvä käsitys puun juuren maaperästä, kustakin puusta on parasta ottaa kolme näytettä noin 10 cm:n syvyydestä lehdistön kohdalta.

Miten näytteitä otetaan: Jos mahdollista, käytä maaperän näytteenotinta; erittäin ohuelle tai kiviselle maaperälle voidaan käyttää lapiota.

Molemmissa tapauksissa pintaroskat on poistettava. On suositeltavaa ottaa kolme näytettä eri suuntiin 1 metrin päässä rungosta. Nämä osanäytteet kerätään muovipussiin, joka tasoitetaan yhden näytteen muodostamiseksi. Taudin havaitsemiseen riittää 500 gramman maanäyte.

3. Kasvustonäyte

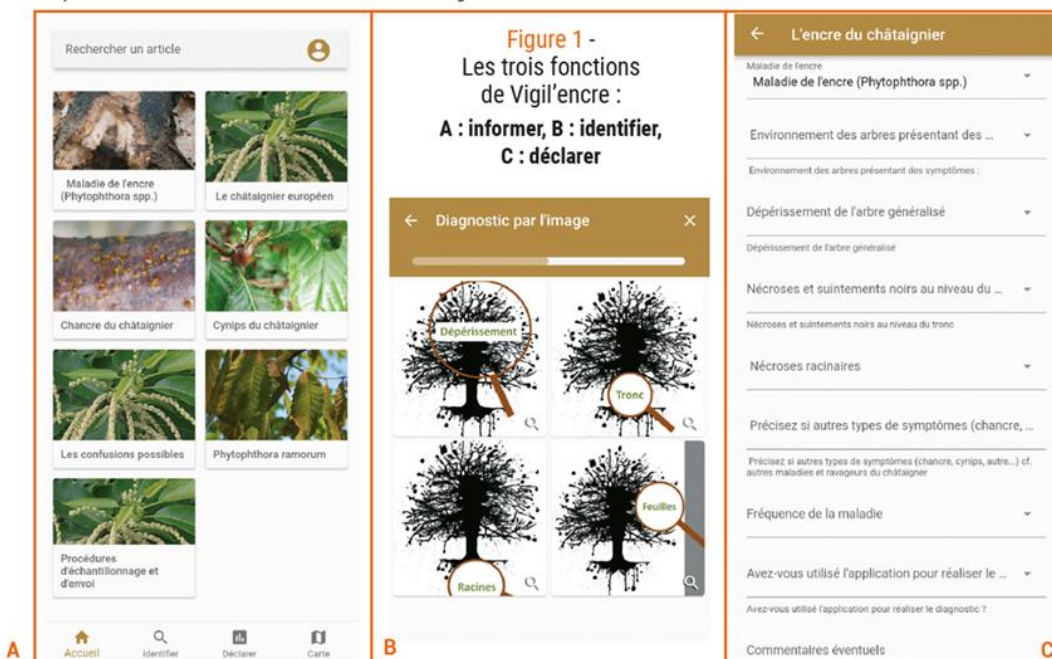
Milloin näyte otetaan: Näytteet olisi otettava touko-syyskuussa heti, kun taudin merkkejä havaitaan, ennen kuin kasvit tai puut kuolevat. Koska *Phytophthora spp.* ei selviä kuivuneissa näytteissä, näytteet olisi lähetettävä mahdollisimman nopeasti ja/tai säilytettävä kylmänä ennen lähettämistä.

Mitä näytteeseen kerätään: Kun nuorten kastanjantaimien havaitaan kuolevan, helpoin tapa on kerätä ne juurineen. Kuolleita kasveja ei kuitenkaan saa korjata ja lähettää. Jos korkkimaisen kuoren poistamisen jälkeen puiden tyvessä havaitaan kuolemista puun kuoren alla, näytteitä voidaan ottaa kuolleiden kohtien pääosasta ja viereisistä ei-kuolleista kudoksista.

Milloin näyte kerätään: Kasvuston irrottamiseen on käytettävä sopivaa työkalua, jotta ehjiä juuria säilyy mahdollisimman suuri määrä. Kuljetusta varten kasvit olisi käärittävä sanomalehteen välttämällä liiallista pakkautumista.

Kuolleen solukon irrottamiseen puun tyvestä voidaan käyttää taskuveistä, talttaa tai kirvestä riippuen puun koosta ja toimijoista. Joka tapauksessa kukin näyte on pakattava paperipussiin.

Muutoin taudin tunnistaminen suoritetaan mahdollisuuksien mukaan käyttäjän ottamien valokuvien avulla.



Kuva 4. Yleiskatsaus Vigil'encre -sovelluksen kolmesta tehtävästä: a) tiedotus, b) tunnistaminen ja c: ilmoittaminen. © ephytia

5. Johtopäätökset

Kaikki Vigil'encre-sovelluksella tehdyt ilmoitukset mustetaudista tallennetaan tietokantaan, jota INRAE käyttää osana osallistavaa tutkimustaan tautiin liittyen. Kansalaiset, metsien hoitajat ja maanomistajat voivat näin osallistua mustetautia koskevaan tutkimukseen.

INRAE:n verkkosivustolla (<https://ephytia.inra.fr/>) on saatavilla myös muita sovelluksia <https://ephytia.inra.fr/>, joiden avulla käyttäjät voivat osallistua osallistaviin tutkimusverkostoihin (kuten AGIIR tai Signalement TIQUE) ja osallistua luonnon monimuotoisuutta koskevan tiedon keräämiseen. Lisäksi alustan erilaiset työkalut tarjoavat tietoa erilaisista torjuntamenetelmistä ja biologisen torjunnan käytännöistä.

6. Lisätietoja

Katso INRAE:n Cécile Robinin videoesitys koskien kastanjan mustetautiin liittyvää tietämystä ja taudinmäärittäystä edistävään Vigil'encre-mobiilisovellukseen. Tämän videon ovat rahoittaneet Uusi-Akvitanian alue ja Euroopan maaseuturahasto (SPNA-Diff-hanke). SPNA-Diff-hankkeen tavoitteena on edistää maaseudun innovaatioryhmän SPNA - Täsmämetsänhoito Uusi-Akvitaniassa toimenpiteitä, joiden tavoitteena on kehittää ja levittää innovatiivisia työkaluja merimännyn ja kastanjan, 2 alueen tärkeimmän lajin, hoidon edistämiseksi. <https://youtu.be/nRGPu5Z5uQU?si=aGPUEXrUH6fMKsy>

Lähdeluettelo

Conedera, M., Tinner, W., Krebs, P., de Rigo, D., Caudullo, G., 2016. Castanea sativa in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds.),

European Atlas of Forest Tree Species. Publ. Off. EU, Luxembourg, pp. e0125e0+

INRAE, 2025. Vigil'encre. ephytia. Tous droits réservés. URL <https://ephytia.inra.fr/fr/P/157/Vigilencre> (accessed 5.7.25).

Robin C., Allery T., Armand JM. 2023. Vigil'encre: une application dédiée à l'épidémiosurveillance de la maladie de l'encre du châtaignier. Forêts & Innovation, 1 :34-37.
<https://www.calameo.com/read/0023505199bec17fcf6a6>

Robin C et Gaudry J. 2019. La maladie de l'encre complexifie la sylviculture du châtaignier. Forêt-entreprise - N° 247 - juillet - août 2019.

Robin C., Marchand M. (2022) Diseases of Chestnut trees. In: "Forest Microbiology Vol. 2". 2022. O. Asiegbu and A. Kovalchuk (eds.), Academic Press, Elsevier, <https://doi.10.1016/B978-0-323-85042-1.00036-7>



FOREST4EU



Funded by
the European Union

Funded by the European Union (Grant n. 101086216). Views and opinions expressed are however those of the authors only and do not necessarily reflect those of the European Union or REA. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.



 forest4eu.eu



-  FOREST4EU Project
-  FOREST4EU Project
-  info@forest4eu.eu