

---

## LES AGENTS DU DÉPÉRISSEMENT DES NOYERS EN FRANCE : ÉCOLOGIE, DIVERSITÉ ET CYCLE DE VIE

Thèse de **Marie BELAIR**<sup>1</sup>

Analysée par **Georges BARBIER**<sup>2</sup>

Directeur de thèse : Gaétan **LE FLOCH**, Professeur des Universités, LUBEM (Laboratoire Universitaire de Biodiversité et Écologie Microbienne), UR 3882 UBO - USC INRAE 1504

Co-encadrantes : Flora **PENSEC**, Maîtresse de Conférences & Adeline **PICOT**, Maîtresse de Conférences, LUBEM, UR 3882 UBO - USC INRAE 1504

Depuis 2015, les nuciculteurs français font face une forte occurrence de symptômes jusqu'alors peu constatés, tels que des brûlures, nécroses et/ou décoloration sur rameaux, jeunes pousses et/ou fruits. Décrits dans la littérature depuis le début des années 2000 en Californie, ces symptômes sont caractéristiques de la maladie du dépérissement du noyer et principalement associés à des espèces de la famille des Botryosphaeriaceae, retrouvées en co-occurrence avec des espèces du genre *Diaporthe*. Le travail de thèse de Marie BELAIR, qui s'est déroulé sur une période de 36 mois, avait pour objectif d'étudier les communautés fongiques associées à la maladie en France, dans le but de mieux en comprendre l'étiologie et l'épidémiologie.

Il s'est inscrit dans le contexte d'un travail collaboratif mené avec les stations nucicoles françaises et le Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes (CTIFL), notamment dans le cadre du projet CARIBOU (Développement d'outils innovants de caractérisation et de détection des Botryosphaeriaceae responsables du dépérissement du noyer, 2021-2022). Ce projet CASDAR, d'une durée de 18 mois, était porté par le CTIFL, par le biais du centre opérationnel de Lanxade, et associait trois autres structures partenaires : la Station d'Expérimentation Nucicole Rhône-Alpes (SENuRA), la Station Expérimentale de Creysse, et le Laboratoire Universitaire de Biodiversité et Écologie Microbienne (LUBEM) de l'Université de Bretagne Occidentale.

Son manuscrit de 276 pages est organisé en quatre parties. Le document est très bien écrit et la formulation est fluide et claire. L'iconographie, soignée et appropriée, vient étayer l'argumentaire développé dans le texte.

L'introduction de la thèse présente un état de l'art des connaissances portant sur le dépérissement des ligneux et focalise sur le noyer. Elle interroge la pertinence d'une remise en cause du paradigme « une maladie/un agent pathogène » et introduit la notion de pathobiome. Elle fournit une synthèse de divers postulats, approches et outils permettant l'étude d'un pathogène ciblé, ainsi que des

---

<sup>1</sup> Thèse présentée et soutenue le 1<sup>er</sup> décembre 2023 pour obtenir le titre de docteur de l'Université de Bretagne Occidentale - Ecole doctorale n°600 Écologie, Géosciences, Agronomie, Alimentation ; Spécialité : Microbiologie.

<sup>2</sup> Membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France, Section 5 « Interactions milieux-êtres Vivants ».

communautés fongiques associées et potentiellement impliquées dans la maladie. Elle fait le lien avec les facteurs de pathogénicité des espèces de la famille des Botryosphaeriaceae chez la vigne.

Le premier chapitre correspond à un article méthodologique publié dans Plant (Belair *et al.*, 2023). Il compare la performance : i) de différentes paires d'amorces PCR ciblant la région ITS (*NB : région de l'ARN ribosomique utilisée pour la différenciation d'espèces fongiques*), pour des approches métabarcoding (*NB : technique de séquençage utilisée pour identifier et quantifier les espèces cibles présentes dans un échantillon*) et ii) des outils d'analyse bio-informatique dans le but d'effectuer une description optimale des espèces supposées être impliquées dans le dépérissement du noyer ainsi que du cortège fongique associé. Les résultats obtenus confirment que la région ITS2, en utilisant les amorces Kyo (Toju *et al.*, 2012) constitue un meilleur outil de métabarcoding que la région ITS1, en particulier pour les espèces Ascomycètes majoritairement étudiées. Il en résulte un outil d'analyse robuste pour caractériser les communautés fongiques et le pathobiome du noyer à partir d'échantillons environnementaux.

Le second chapitre est une étude de la diversité des espèces fongiques associées aux fruits et rameaux de noyer présentant des symptômes de dépérissement et de leurs interactions. Des échantillons (rameaux et brous) symptomatiques et asymptomatiques ont été collectés dans douze noyeraies du sud-est et sud-ouest de la France sur trois années (2020-2022). Marie BELAIR a pu identifier les principales espèces fongiques du pathobiome associé au dépérissement du noyer par culture et purification de souches fongiques et par métabarcoding. Une collection de plus de 2000 isolats a ainsi été constituée. Les résultats obtenus révèlent la présence d'un complexe d'espèces phytopathogènes. Les principaux acteurs du dépérissement du noyer ont été identifiés dans les brous et dans les rameaux. Les trois espèces majoritaires associées à ces symptômes en France sont *Botryosphaeria dothidea* et *Neofusicoccum parvum*, espèces de la famille des Botryosphaeriaceae, et *Diaporthe eres*.

Par une approche originale de génétique des populations, le troisième chapitre s'attache à étudier la diversité génétique des populations de *B. dothidea* et *N. parvum* retrouvées comme étant majoritairement associées au dépérissement du noyer. Il montre une faible diversité génétique (et un taux de clonalité élevé) au sein de ces deux espèces ainsi qu'une structuration génétique et un mode de reproduction différents entre les deux espèces étudiées ce qui suggère des trajectoires de dissémination différentes. Il suggère que l'émergence du dépérissement du noyer serait possiblement lié à un changement d'hôte du (ou des) agent(s) pathogène(s) plutôt qu'à l'introduction de souche(s) exotique(s).

Les travaux de thèse de Marie BELAIR sont novateurs et pionniers dans la description du pathobiome associé au dépérissement du noyer, jamais encore étudié en France, ni de façon si complète au niveau international. La collection d'isolats potentiellement associés au dépérissement des noyers constitue une ressource précieuse pour poursuivre le travail sur la compréhension du pathosystème.

L'excellence scientifique et l'intérêt pour les professionnels concernés de la thèse de Marie BELAIR justifient qu'elle soit valorisée par l'Académie et que ce document d'analyse figure sur le site et dans le Mensuel.