

LE PATHOSYSTÈME « *COFFEA ARABICA*/PATHOGÈNES FONGIQUES/ENVIRONNEMENT » EN NOUVELLE-CALÉDONIE : INTER-RELATIONS À DIFFÉRENTES ÉCHELLES SPATIALES ET ANALYSE DU RISQUE ÉPIDÉMIQUE

N. LAMOUREUX, F. PELLEGRIN, D. NANDRIS, F. KOHLER

Laboratoire de Phytopathologie, ORSTOM, BP A5, Nouméa, Nouvelle-Calédonie

1 - OBJECTIFS

L'ambition du projet réside dans une analyse de la dynamique des épidémies fongiques considérée sous l'angle d'une étude globale du "pathosystème". L'objectif du programme consiste à analyser les inter-relations entre les trois composantes de ce pathosystème pour comprendre son fonctionnement, c.à.d. pour déterminer le calendrier d'apparition des maladies (rouille orangée, anthracnose, cercosporiose, ...) et leur sévérité. Dans sa phase initiale, le programme repose sur les opérations suivantes :

- identification de sites représentatifs des conditions de caféiculture traditionnelle et caractérisation de l'environnement dans chacun d'entre eux.
- suivis épidémiologiques mensuels
- interprétation statistique des données ainsi obtenues.

La finalité de cette approche réside dans l'élaboration d'un outil épidémiologique moderne (aide à la décision par prévision du risque épidémique), permettant une gestion raisonnée de l'environnement agricole.

2 - METHODOLOGIES

En 1992, le dispositif sur le terrain était composé de parcelles réparties sur 11 sites choisis au sein de plantations traditionnelles de caféiers en fonction de leurs caractéristiques géographiques et de premières observations épidémiologiques réalisées en 1991. Dans chaque parcelle, 10 arbres ont été choisis le long d'un transect médian ; 4 rameaux par arbre ont été marqués au niveau du premier noeud portant des feuilles. Les relevés épidémiologiques ont été effectués selon le principe du suivi "feuille à feuille" (Kushalappa et al. 1983, Avelino et al. 1992) qui consiste à décrire en détail la structure initiale de chaque rameau (nombre de noeuds, position des feuilles, etc.) afin d'appréhender, tout au long du cycle, le devenir des feuilles considérées individuellement (dans le cas présent, le patrimoine initial est de plus de 10 000 feuilles). Une échelle de notation définit des niveaux de gravité (de 1 à 5) en fonction du nombre de lésions par feuille et de leur étendue. L'état sanitaire des rameaux et des baies, et la production ont été également notés.

L'environnement de chaque site a été défini par les paramètres suivants : localisation géographique, situation topographique, exposition aux vents dominants, densité de plantation, état général de la culture, pluie (fréquence + intensité quotidienne), température, insolation, durée d'humectation foliaire, humidité du sol à 20 et 50 cm, lumière incidente au travers de la canopée. Les caractéristiques édaphiques du sol de chaque parcelle ont été prises en compte : pH, texture du sol, CEC, bases échangeables, fertilité, etc.

La gestion de l'ensemble de ces données phytopathologiques et environnementales a été réalisée avec la base de données "ORACLE". Les analyses statistiques ont été effectuées avec la bibliothèque de logiciels "ADE 3.4" créée par Chessel & Dolédec, 1992, (Université de Lyon 1).

3. SIGNATURES EPIDEMIQUES

Au terme de l'enquête de 1992, les résultats obtenus mettent en évidence une grande diversité de situations tant au niveau des signatures épidémiques, que des caractéristiques environnementales.

La rouille est sans conteste la maladie la plus représentée sur le Territoire. Les niveaux de sévérité des attaques varient sensiblement puisqu'en fin de cycle, certaines parcelles sont complètement défoliées alors que d'autres en revanche, présentent des niveaux d'infestation très faibles. La distribution des trois pathogènes se caractérise également par une mosaïque de cas. Selon les parcelles, on observe soit essentiellement la rouille, soit l'antracnose et la cercosporiose (mais pas de rouille), soit des combinaisons deux à deux. Dans l'ensemble, les dégâts majeurs (défoliation puis mortalité de rameaux) sont enregistrés dans les sites fortement atteints par la rouille.

La variabilité enregistrée confirme la pertinence du choix des sites d'étude et autorise de ce fait l'analyse du couplage spatio-temporel entre les données épidémiologiques et les données pathologiques afin d'en déterminer les inter-relations.

4. ANALYSE DES CORRELATIONS PATHOLOGIE/ENVIRONNEMENT

La co-structure des données environnementales et pathologiques a été mise en évidence à l'échelle des sites (analyse des valeurs moyennes) et des parcelles (analyse des écarts aux moyennes). La variabilité "inter-sites" rend compte de 75% de la variabilité des paramètres environnementaux et de 63% de celle relative aux données pathologiques.

L'ordination "inter-sites" simultanée de ces deux types de tableaux révèle un positionnement des parcelles en axe 1 positif, pour celles qui sont le plus concernées par la rouille, la défoliation, la mortalité des rameaux et en axe 2 négatif, pour celles qui sont plus infestées par l'antracnose et la cercosporiose. Cette représentation identifie également des sites dont les "signatures" sont particulières (ILP, YAT). Le niveau des dommages subis par les parcelles est corrélé à cette ordination par certaines caractéristiques du milieu : relief élevé, forte amplitude de température, mauvaise texture du sol, pH favorable au caféier, fertilité réduite.

L'ordination "intra-site" met en évidence l'incidence d'autres paramètres environnementaux comme l'ombrage et l'exposition au vent sur le positionnement statistique des différentes parcelles d'un même site.

5. PREVISION DU RISQUE

Basée sur les analyses précédentes, une discrimination des parcelles groupées par niveaux de rouille ou d'antracnose a été réalisée en fonction des données environnementales. Le pouvoir prédictif lié à cette discrimination a été testé sur chacune des parcelles, après exclusion du modèle du site correspondant. Ce test met en évidence le caractère significatif de la liaison environnement/pathologie puisque respectivement pour la rouille et pour l'antracnose, 61 et 65% des parcelles sont ainsi correctement classées.

Dès lors, le modèle inspiré par ces analyses autorise de bonnes estimations du développement des épidémies sur caféier en Nouvelle-Calédonie.

6. CONCLUSION

Les résultats obtenus en Nouvelle-Calédonie confortent la mise en oeuvre, à partir de Nouméa, d'un programme diversifié, à dimension régionale. En effet, ces méthodologies et/ou les résultats obtenus seront extrapolés et validés dans d'autres écosystèmes de la zone Pacifique afin d'y appréhender le comportement des pathogènes. Sur ces bases, une collaboration s'est engagée avec les partenaires suivants :

- * Papouasie Nouvelle Guinée : Coffee Research Institute (et antenne CIRAD) situé dans les Highlands.
- * Vanuatu : implantation CIRAD à Esperitu Santo et plantations traditionnelles de l'île de Tanna.
- * Polynésie française : ORSTOM/Services Territoriaux de la Protection des Végétaux, station de Pajara.
- * Indonésie : Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Malang University (East Java).

Les investigations en cours, ou à venir, concernent :

- * l'étude fine des processus dynamiques à différentes échelles (parcelle, arbre, rameau),
- * la mise en évidence des facteurs déclenchants, c.à.d. qui régissent les diverses phases des processus épidémiques,
- * la validation des préconisations dans l'espace et dans le temps,
- * la quantification (à l'aide de sondes à DNA) de l'hétérogénéité génétique des souches infectantes de chaque agent pathogène,

* le test, sur plantules, du pouvoir pathogène des souches infectantes.

Ces deux dernières actions de recherche visent à estimer la part de variation qui est due, dans la variabilité des signatures épidémiques, à l'agent pathogène lui-même.

RESUME

L'objectif de ces recherches concerne l'intégration simultanée de paramètres épidémiologiques et environnementaux afin de déterminer les facteurs majeurs régissant la dynamique des maladies (rouille, anthracnose, cercosporiose) affectant le caféier. La finalité de l'étude réside dans l'élaboration d'un outil épidémiologique permettant une aide à la décision par la prévision du risque épidémique dans des sites à vocation caféicole.

L'observation mensuelle et la quantification de l'état sanitaire de caféiers dans 28 parcelles réparties en 11 sites différents, l'enregistrement des données environnementales (climat, sol, etc.), la gestion de ces données par la Base "ORACLE", sont les étapes méthodologiques précédant les analyses de données effectuées avec le logiciel "ADE 3.4" (Chessel & Dolédec, 1992, Univ. Lyon).

La co-structure des données pathologiques et environnementales a été mise en évidence à l'échelle des sites (analyse des valeurs moyennes) et des parcelles (analyse des écarts aux moyennes). L'ordination "inter-sites" simultanée des deux types de tableaux révèle un classement des parcelles entre les plus concernées par la rouille, la défoliation, la mortalité des rameaux et celles qui sont plus infestées par l'anthracnose et la cercosporiose ; ce phénomène est corrélé à certaines caractéristiques du milieu (pH, structure du sol, relief, écarts de T°). L'ordination "intra-site" met en évidence l'incidence d'autres paramètres environnementaux (ombrage et exposition au vent) sur la dynamique épidémique. Enfin, un modèle inspiré par ces analyses autorise de bonnes estimations du développement des épidémies en Nouvelle-Calédonie.

Ces premiers résultats confortent la mise en oeuvre, depuis 1992 et à partir de Nouméa, d'un programme régional d'épidémiologie sur caféier. Des investigations sont en cours pour : i) étudier les processus dynamiques à différentes échelles, ii) mettre en évidence les facteurs environnementaux régissant les diverses phases du processus épidémique, iii) valider ces préconisations tant au plan temporel que spatial (comparaisons avec les sites de Papouasie, Indonésie, Vanuatu, iv) estimer le niveau de variabilité des souches infectantes.

SUMMARY

The pathosystem " *Coffea arabica*/fungal pathogens/environment" in New-Caledonia : inter-relations at various scales and epidemic risk analysis.

The objectives of these investigations deal with the integration of epidemiological and environmental parameters in order to identify and to rank the main factors that influence the dynamic of fungal epidemics (rust, anthracnosis and cercosporiosis) on coffee.

The monthly readings of the individual pathological status of coffee plants located in 28 plots (scattered within 11 different sites), the monitoring of weather characteristics (climate, soil, etc.), the data management using the "Oracle" base are the preliminary steps of statistical analyses performed with the ADE 3.4 software (Chessel & Dolédec 1992, Univ. Lyon 1).

The co-structure of pathology and environment data was demonstrated at both site (averaged values analyses) and plot (differences with means) scales. The simultaneous ordination of the two kind of tables indicates a classification of the plots from the more concerned by rust, leaves falling, branches decay to those that were heavily infested by anthracnosis and cercosporiosis. This phenomenon could be correlated to certain environmental variables such as pH, soil structure, topography and variation of temperature. The intra-site ordination reveals that others parameters such as shade and predominant winds exposure have to be considered for explaining the epidemic development in New-Caledonia.

These first results reinforce the development of a regional research programme on coffee pathogens epidemiology. Further investigations are to be done concerning the detailed dynamic process of the epidemics, the identification of disease launching factors, the validation of the spatial and temporal simulations in various areas of the Pacific zone, and the genetic variability of the causal pathogens.

ISBN 2-900212-14-6

QUINZIÈME COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ

Montpellier, 6-11 juin 1993

Volume II

20 JAN. 1994



Association Scientifique Internationale du Café
(ASIC)
42, rue Scheffer, 75116 Paris