

## RÉSUMÉ

de la thèse de doctorat intitulée:

# RECHERCHE SUR LES MALADIES DU PLUME ET LEUR COMBAT DANS LA LOCALISATION DE ȘOIMARI, COMTÉ PRAHOVA

Doctorant: **ALEXANDRU Ioan**

Coordinateur scientifique: **Prof. Univ. Dr. CRISTEA Stelica**

**MOTS-CLÉS:** prune, variété, agent pathogène, symptôme, schéma de traitement, paramètres biologiques, efficacité

Le changement climatique et les progrès réalisés ces dernières années dans la technologie de la culture des pruniers ont motivé la recherche sur l'état de santé des vergers de pruniers, avec une attention particulière sur certains agents pathogènes clés comme *Polystigma rubrum* qui provoque des taches rouges sur les feuilles de prunier, *Wilsonomyces carpophilus* (syn. *Stigmina carpophila*), responsable de l'apparition de taches mycosiques sur les feuilles, la moniliose - causée par *Monilinia* spp., dont *M. laxa* est la plus courante.

Compte tenu de l'importance économique de la prune dans l'agriculture des pays qui autorisent cette culture et des multiples exigences du marché pour la consommation des fruits de la prune, les recherches sur les maladies spécifiques de la prune telles que les taches rouges sur les feuilles et sur certaines Les maladies caractéristiques des arbres à noyau, telles que la moniliose et la pourriture mycotique, nécessitent une attention permanente de la part de la recherche agricole fondamentale et appliquée.

Les agents pathogènes *Wilsonomyces carpophilus* (syn. *Stigmina carpophila*) et *M. laxa* apparaissent année après année dans les cultures de pruniers et ont un impact majeur sur la production fruitière d'un point de vue qualitatif et quantitatif. De plus, leur présence déprécie la santé des arbres, nécessitant des interventions phytosanitaires pour prolonger la vie des arbres. Aussi, le fungus *Polystigma rubrum*, de plus en plus répandu dans le contexte du changement climatique, provoque une défoliation prématurée des arbres, retardant la végétation et ayant un impact négatif sur la production.

Connaissant les exigences en matière de culture des pruniers et l'impact des pathogènes sur la production fruitière à travers le sujet de recherche de la thèse de

doctorat, j' ai mene des chercheurs sur les maladies des pruniers les plus fréquentes dans la zone de recherche, sous l'aspect de l'évolution de l'attaque au cours de la période analysée, l'efficacité du schéma de traitement appliqué, l'identification par les méthodes de microscopie classique des espèces de *Monilinia* détectées en culture.

Le but de la thèse de doctorat était de mener des recherches sur le comportement de certains génotypes étrangers de prunes et d'un génotype roumain face à l'attaque des principaux pathogènes ayant un impact sur la production, en surveillant l'efficacité du schéma de traitement proposé. La recherche a été réalisée au cours de la période 2017-2019 dans les conditions du site de Șoimari, département de Prahova.

Objectifs:

- présentation du tableau clinique des maladies analysées;
- identification microscopique des pathogènes analysés;
- effectuer des mesures biométriques des pathogènes confirmés;
- identification basée sur les caractéristiques morphologiques des fruits de l'espèce *Monilinia laxa*;
- réaliser des recherches *in vitro* sur les paramètres biologiques du champignon *Monilinia laxa* (lumière, milieux de culture, température);
- suivi de l'attaque des agents *Monilinia laxa*, *Polystigma rubrum* et *Wilsonomyces carpophilus* (*Stigmata carpophila*) dans les génotypes étudiés;
- déterminations de la fréquence, de l'intensité et du degré d'attaque en cas de maladies surveillées;
- réalisation d'un schéma de traitement intégré des maladies détectées;
- calculer l'efficacité du programme appliqué dans la lutte contre les maladies détectées et étudiées;
- l'influence du traitement sur les productions obtenues;
- réaliser la corrélation entre l'attaque de la moniliose sur les fruits et la production;
- analyse statistique des résultats obtenus;

Les expériences ont été réalisées dans le verger de pruniers du lieu de recherche et ont mis en évidence les principaux pathogènes auxquels est confrontée la culture de pruniers dans une zone reconnue pour la culture de pruniers et le développement d'un système intégré pour prendre en compte la présence d'agents pathogènes majeurs de pruniers et qui peuvent être mis à la disposition des producteurs de la région. La recherche *in vivo* a été complétée par des analyses sensibles en laboratoire pour contribuer au diagnostic correct des agents pathogènes impliqués dans les symptômes des maladies détectées. La recherche sur les paramètres biologiques d'un pathogène clé de la prune tel que *Monilinia laxa* contribue à la prise de mesures dans la pratique agricole (fertilisation, calendrier d'application des interventions phytosanitaires) pour stopper l'évolution de l'attaque du pathogène dans la culture. Nous considérons que notre recherche présente ainsi un caractère scientifique et appliqué qui complète les connaissances sur la pathologie des prunes et apporte de nouvelles contributions concernant la réaction des génotypes à l'attaque des pathogènes surveillés, la

préparation d'un schéma de contrôle des pathogènes qui intègre également des produits pour avoir un effet sur leurs vecteurs potentiels, leurs mesures biométriques et leurs paramètres biologiques. Aussi, les recherches sur le pathogène *Polystigma rubrum* remettent au goût du jour ce pathogène dont l'impact s'est accru dans le contexte du changement climatique, par son agressivité et sa virulence.

La thèse de doctorat est structurée en deux parties : la première partie comprend l'étude bibliographique sur le sujet recherché et la deuxième partie dans laquelle sont présentées les propres recherches.

La première partie de la thèse comprend une étude bibliographique sur les maladies et les pathogènes responsables de leur production chez les pruniers.

Le chapitre I, intitulé "*L'état actuel des connaissances sur les principales maladies de la prune*" résume les informations scientifiques concernant les principaux pathogènes de la prune, en faisant une présentation complète des plus importants dans la catégorie des virus pathogènes, bactéries, champignons. Des notions sur la manifestation des maladies, la systématique des pathogènes, l'écologie, l'épidémiologie et leur contrôle sont présentées.

La deuxième partie de la thèse, intitulée « *Recherches propres* » présente le but, le but et les objectifs du travail, puis dans des chapitres séparés elle présente les conditions de conduite de la recherche, le matériel et la méthode de travail, le calcul des formules utilisées, l'analyse statistique des données, les recherches réalisées dans des conditions *in vivo* et *in vitro* sur les pathogènes surveillés, les conclusions générales et recommandations.

Le chapitre II, *Le cadre naturel et les conditions climatiques spécifiques à la période de recherche*, après la présentation de l'objectif proposé et pour la réalisation desquels des objectifs ont été fixés dès le début de l'activité expérimentale, présente les conditions climatiques et pédologiques de la zone de recherche, avec un accent sur les conditions météorologiques dans la zone expérimentale, au cours de la période 2017-2019.

Le chapitre III, *Matériel et méthodes de travail*, contient des informations sur les méthodes de recherche utilisées dans le diagnostic macroscopique et microscopique des agents pathogènes surveillés, les formules de calcul adaptées à la recherche utilisées pour déterminer la fréquence, l'intensité et le degré d'attaque, l'organisation des expériences, l'efficacité des traitements prévus dans le schéma de contrôle proposé à l'expérimentation, ainsi que les génotypes analysés. En outre, la méthode d'identification du pathogène, le matériel biologique à échantillonner et l'identification appropriée avec le dispositif et le logiciel utilisés et l'identification par la méthode classique de l'espèce *M laxa* et les paramètres biologiques *in vitro* de ce micromycète sont présentés. La méthode de calcul statistique utilisée est également présentée.

Le chapitre IV, *Résultats et discussions*, comprend les résultats obtenus après avoir effectué des observations sur le terrain et en laboratoire.

Les recherches sur la manifestation des maladies surveillées, les taches rouges sur les feuilles, les taches mycosiques sur les feuilles et la moniliose ont été menées sur la base d'observations concrètes et originales accompagnées de figures originales du domaine expérimental, qui complètent le tableau clinique de la pathologie décrite.

La recherche sur l'attaque des agents pathogènes *Polystigma rubrum*, *Stigmia carpophila* et *Monilinia laxa* a suivi l'attaque chaque année, 2017, 2018 et 2019, et a mis en évidence la fréquence et l'intensité de l'attaque sur les organes attaqués, sur la base de laquelle le degré d'attaque a été déterminé, calculé. Ainsi, en 2017, dans la version non traitée, l'attaque des deux pathogènes avait une incidence de 100% sur les feuilles, pour tous les génotypes analysés, Stanley, Anna Spath et Gras românesc. L'intensité de l'attaque a fait la différence entre les génotypes, dans le cas de la variété Stanley l'intensité de l'attaque du pathogène *Polystigma rubrum* était de 29%, dans la variété Anna Spath elle avait une valeur d'intensité de 22,5% et la variété Gras românesc avait la valeur la plus basse de l'intensité de l'attaque, de 19,5%. L'attaque de *Wilsonomyces carpophilus* était de 38% dans la variété Stanley, de 34% dans la variété Anna Spath et de 30,5% dans la variété Gras românesc. L'incidence de la moniliose sur les pousses était de 15% pour la variété Stanley, de 18% pour la variété Anna Spath et de 11% pour la variété Gras românesc. Comme les pousses présentaient un brunissement complet, recouvrant entièrement l'organite, l'intensité a été considérée comme 100%. Concernant l'attaque des fruits, des valeurs de fréquence plus élevées ont été notées, telles qu'elles étaient de 32% dans la variété Stanley, 33% dans la variété Anna Spath et 29,5% dans la variété Gras românesc. La valeur de l'intensité de l'attaque a été considérée comme maximale, car les fruits ont été complètement recouverts en peu de temps, les rendant impropres à l'utilisation. Au cours de l'année expérimentale 2017, un programme de traitement intégré a été appliqué, qui comprenait des fongicides et des insecticides approuvés et recommandés au le temps de lutter contre les agents pathogènes surveillés.

Les résultats concernant l'influence du schéma de traitement, dans le cas du pathogène *Polystigma rubrum*, ont montré que par rapport à la variante témoin, la valeur du degré d'attaque a été réduite pour tous les génotypes surveillés dans les variantes traitées, en diminuant les valeurs de l'intensité de l'attaque. Ainsi, dans la variété Stanley, l'intensité avait des valeurs de 9,5%, par rapport au témoin avec 29%, et dans le cas de la variété Anna Spath, l'intensité atteignait 7,5%, dans la version traitée. Dans la variété Gras românesc, l'attaque des taches rouges a été réduite de 19,5% dans la variante témoin à 6% après application des traitements prévus dans le schéma présenté.

Les recherches sur l'influence des traitements du schéma proposé sur l'attaque de la moniliose sur les pousses et les fruits ont réduit l'attaque, respectivement son incidence dans les variantes traitées par rapport aux variantes témoins, en 2017. Dans la variété Stanley, la fréquence des attaques de moniliose sur les pousses a été réduite à 5,5% par rapport au témoin, où F=15% et sur les fruits à 11% contre 36% dans le témoin. Dans le cas de la variété Anna Spath, la fréquence d'attaque sur les pousses était

de 7% après les traitements et sur les fruits de 13% par rapport aux variantes non traitées, où l'incidence était respectivement de 18% et 38%. Les données concernant l'attaque de moniliose dans la variété Gras românesc ont montré que l'attaque du pathogène sur les pousses a diminué à 3,5% par rapport au contrôle avec  $F=11\%$  et sur les fruits une fréquence de 9% a été enregistrée après l'application des traitements, par rapport au variant non traité avec  $F=33\%$

Les données obtenues en 2018 montrent que dans la version non traitée, l'attaque des micromycètes a été déterminée par une fréquence maximale dans toutes les variétés mais avec des valeurs d'intensité différentes : dans la variété Stanley, l'attaque du fungus *Polystigma rubrum* a enregistré une valeur d'intensité moyenne de 31% et l'attaque de *Stigmia carpophila* de 36%. Dans la variété Anna Spath, l'intensité était de 28% pour *Polystigma rubrum* et de 31,5% pour *Wilsonomyces carpophilus*, et dans le cas de la variété Gras românesc, des valeurs d'intensité de 21,5% pour l'attaque des taches rouges et de 30% pour les taches foliaires ont été notées. L'attaque de moniliose sur pousses et fruits en 2018 dans la version non traitée a enregistré une diminution de la fréquence de l'attaque, l'intensité étant notée à 100%, les pousses étant enlevées et les fruits malades étant impropres à leur utilisation à diverses fins. Dans la variété Stanley, une valeur de fréquence de 14% sur les pousses et de 32% sur les fruits a été déterminée, et dans la variété Anna Spath, l'incidence de l'attaque sur les pousses était de 16% et sur les fruits de 33%. Dans le cas de la variété Gras românesc, la valeur d'attaque sur les pousses était de 9,5% et sur les fruits de 30%. L'application des traitements a diminué l'attaque dans les variétés traitées, dans la variété Stanley l'attaque des taches rouges avait une valeur d'intensité moyenne de 9%, par rapport au contrôle avec  $I=31\%$  et dans la variété Anna Spath une valeur d'intensité de 8,5% a été enregistré contre 28% dans le contrôle. Dans le cas de la variété Gras românesc, l'attaque du champignon *Polystigma rubrum* sur les feuilles était de 6,5%, la plus faible parmi les variétés analysées. En ce qui concerne l'attaque des taches foliaires, il a été constaté que même dans la variété Gras românesc, la valeur d'intensité était la plus faible à 8,5%, par rapport au témoin avec une valeur de 30%. Pour les variétés Stanley et Anna Spath, des valeurs d'intensité d'attaque sur feuilles de 10,5% (Stanley) et 9,5% (Anna Spath) ont été déterminées par rapport aux valeurs plus élevées des variantes témoins.

Dans les conditions de 2019, la présence d'agents pathogènes sur les feuilles était de 100% et l'intensité donnait également la valeur du degré d'attaque dans la variante témoin. L'intensité de l'attaque de *Polystigma rubrum* sur les fruits des trois variétés était de 30% dans la variété Stanley, de 25,2% dans la variété Anna Spath et de 20,5% dans la variété Gras românesc. L'attaque du micromycète *Wilsonomyces carpophilus* sur les feuilles a enregistré des valeurs d'intensité de 37% dans la variété Stanley, 32,7% dans la variété Anna Spath et 30,1% dans la variété Gras românesc. Le niveau d'attaque de moniliose sur les pousses et sur les fruits dans la version témoin en 2019, de sorte que dans la variété Stanley l'attaque sur les pousses avait une valeur de fréquence de

17% et sur les fruits de 32,5%. L'attaque du pathogène dans le cas de la variété Anna Spath sur les pousses a enregistré une fréquence de 16,5% et sur les fruits de 33%. Concernant l'attaque de moniliose chez la variété Gras românesc, une valeur de fréquence de 10% sur les feuilles et de 29,5% sur les fruits a été déterminée. De plus, les résultats obtenus après l'application des traitements ont diminué l'attaque des pathogènes analysés.

Suite à l'application des traitements du schéma analysé, l'efficacité a été calculée et il a été constaté qu'ils avaient une efficacité de plus de 60% dans la lutte contre les maladies analysées dans les variétés étudiées. Les valeurs d'efficacité les plus élevées ont été déterminées pour les variétés Stanley et Gras românesc. Les produits inclus dans le schéma de traitement ont assuré la protection des variétés en conditions expérimentales pendant la période de recherche. La valeur la plus efficace du programme de traitement contre l'attaque de la moniliose sur les fruits en 2019 a été enregistrée pour la variété Gras românesc, soit 75%.

Les recherches sur l'influence du traitement sur la production ont mis en évidence à la fois le rôle du schéma thérapeutique et le potentiel génétique des variétés suivies. Cela a été mis en évidence par l'analyse de l'interaction des productions obtenues dans la culture des prunes sous l'influence des traitements appliqués (facteur A) et de la variété cultivée (facteur B). L'analyse des données sur les productions obtenues dans la culture des prunes sous l'influence des traitements appliqués (facteur B) et de la variété cultivée (facteur B) dans les conditions pédoclimatiques du lieu de recherche en 2017 a révélé que : influence du facteur A la variété de prunes. L'influence du facteur variétal sur les productions obtenues, on constate que les productions obtenues varient entre une valeur minimale de 9927,5 kg/ha dans la variété Gras românesc et une valeur maximale de 11115 kg/ha dans la variété Stanley. Par rapport à la variété Gras românesc considérée comme témoin, les deux autres variétés présentent des augmentations de production de 1187,5 kg/ha pour la variété Stanley et de 2532,5 kg/ha pour la variété Anna Spath.

L'influence du traitement appliqué au facteur B. L'influence du traitement appliqué au facteur B a déterminé la production de 9668,3 kg/ha dans la version non traitée et de 12666,7 kg/ha dans la version traitée. L'augmentation de production obtenue par l'application des traitements a été de 2998,4 kg/ha, étant statistiquement assurée comme influence très significative du facteur A à la même graduation du facteur B (AxB). L'influence du facteur A de la variété sur les productions obtenues dans la culture de prunes pour le même traitement (facteur B) on constate que pour les variantes non traitées la production obtenue était de 8855 kg/ha dans le cas de la variété Gras românesc considérée comme témoin et une valeur maximale de 10920 kg/ha pour la variété Anna Spath de 10920 kg, respectivement 9230 kg/ha pour la variété Stanley. Par rapport à la variété Gras românesc, la variété Anna Spath a enregistré une augmentation de production de 2065 kg/ha et la variété Stanley une augmentation insignifiante de 375 kg/ha; pour les variantes traitées, la production obtenue a varié

entre 11000 kg/hall la variété Gras românesc considérée comme témoin et une valeur maximale de 14 000 kg/ha pour la variété Anna Spath, respectivement 13 000 kg/ha pour la variété Stanley. Par rapport à la variété Gras românesc, la variété Anna Spath a enregistré une augmentation de production de 2000 kg/ha et la variété Stanley une sport de 3000 kg/ha, toutes deux très significatives. Influence du Facteur B à la même graduation du facteur A (BxA). L'influence du traitement appliqué à la culture de prunier (facteur B) sur les productions obtenues pour la même variété (facteur A) montre que pour la variété Stanley la production est passée de 9230 kg/ha dans la variante non traitée à 13000 kg/ha dans la variante traitée avec un très important de 1187,5 kg/ha. Pour la variété Anna Spath, la production a varié entre 10 920 kg/ha dans la variante sans traitements et 14 000 kg/ha dans la variante à laquelle des traitements ont été appliqués pour lutter contre les maladies et les ravageurs, obtenant une augmentation de production de 3 080 kg/ha, statistiquement assurée, comme très significatif. Pour la variété Gras românesc, la production endommagée entre 8855 kg/ha dans la variante sans traitements et 11000 kg/ha dans le cas de l'application des traitements avec une augmentation très significative de la production de 2145 kg/ha.

Dans les conditions de 2018, influence du facteur variétal A sur les productions obtenues, on constate que les productions obtenues variaient entre une valeur minimale de 8032,5 kg/ha pour la variété Gras românesc et une valeur maximale de 9460 kg/ha pour la variété Anna Spath. Par rapport à la variété Gras românesc considérée comme témoin, les deux autres variétés présentent des augmentations de production de 1417,5 kg/ha pour la variété Stanley et de 1427,5 kg/ha pour la variété Anna spath.

L'influence du traitement appliqué par le facteur B. L'influence du facteur B dans l'application du traitement a déterminé la production de 7295 kg/ha dans la version non traitée et de 10 000 kg/ha dans la version traitée. L'augmentation de production obtenue par l'application des traitements était de 2705 kg/ha, étant statistiquement assurée comme très significative dans l'influence du Facteur A à la même graduation du facteur B (AxB). On constate que: pour les variantes non traitées la production obtenue était de 7065 kg/ha dans le cas de la variété Gras românesc considérée comme témoin et d'une valeur maximale de 7920 kg/ha pour la variété Anna Spath, respectivement de 6900 kg/ha pour la variété Stanley. Par rapport à la variété Gras românesc, la variété Anna Spath a enregistré une augmentation significative de la production de 855 kg/ha, et la variété Stanley une augmentation non négative de 165 kg/ha; pour les variantes traitées la production obtenue a varié entre 9000 kg/hall la variété Gras românesc considérée comme témoin et une valeur maximale de 11000 kg/ha pour la variété Anna Spath, respectivement de 10000 kg/ha pour la variété Stanley. Par rapport à la variété Gras românesc, la variété Anna Spath a enregistré une augmentation de production de 1000 kg/ha et la variété Stanley une augmentation de 2000 kg/ha, toutes deux très significatives. Influence du facteur B à la même graduation du facteur A (BxA). L'influence du traitement appliqué à la culture des prunes (facteur B) sur les productions obtenues pour la même variété (facteur A) on constate que pour

la variété Stanley la production est passée de 6900 kg/ha dans la version non traitée à 10000 kg/ha en version traitée avec un très important de 3100 kg/ha. Pour la variété Anna Spath, la production a varié entre 7920 kg/ha dans la variante sans traitements et 11000 kg/ha dans la variante à laquelle étaient appliqués des traitements pour lutter contre les maladies et les ravageurs, obtenant une augmentation de production de 3080 kg/ha, selon les statistiques assurées comme étant très significatif. Pour la variété Gras românesc, la production a varié entre 7065 kg/ha dans la variante sans traitements et 9000 kg/ha dans le cas de l'application des traitements avec une augmentation très significative de la production de 1935 kg/ha.

En 2019, influence du facteur A sur la variété de prune. Influence du facteur variétal sur les productions obtenues, on constate que les productions obtenues variaient entre une valeur minimale de 8975 kg/ha pour la variété Stanley et une valeur maximale de 11537,5 kg/ha pour la variété Anna Spath. Par rapport à la variété Gras românesc considérée comme témoin, les deux autres variétés présentent des augmentations de production de 375 kg/ha pour la variété Stanley et de 2562,5 kg/ha pour la variété Anna spath. L'influence du traitement appliqué au facteur B. L'influence du traitement appliqué au facteur B a déterminé la production de 8575 kg/ha dans la version non traitée et de 11333,3 kg/ha dans la version traitée. L'augmentation de production obtenue par l'application des traitements a été de 2758,3 kg/ha, étant statistiquement assurée comme étant très significative. L'influence du facteur A à la même graduation du facteur B (AxB)

L'influence du facteur A de la variété sur les productions obtenues dans la culture de prunes pour le même traitement (Facteur B) on constate que: pour les variantes non traitées la production obtenue a varié entre 7700 kg/ha dans le cas de la variété Stanley et une valeur maximale de 10075 kg/ha pour la variété Anna Spath, respectivement de 7950 kg/ha pour la variété Gras românesc considérée comme témoin. Par rapport à la variété Gras românesc, la variété Anna Spath a enregistré une augmentation très significative de la production de 2125 kg/ha, et la variété Stanley une sport négative de 250 kg/ha; pour les variantes traitées la production obtenue variait entre 10000 kg/hall la variété Gras românesc a été considérée comme control et une valeur maximale de 13000 kg/ha pour la variété Anna Spath, respectivement de 11000 kg/ha pour la variété Stanley. Par rapport à la variété Gras românesc, la variété Anna Spath a enregistré une augmentation de production de 1000 kg/ha et la variété Stanley un sport de 3000 kg/ha, toutes deux très significatives. Influence du Facteur B à la même graduation du facteur A (BxA) Influence du traitement appliqué à la culture de prunier (Facteur B) sur les productions obtenues pour la même variété (Facteur A) on constate que pour la variété Stanley la production est passée de 7700 kg/ha dans la version non traitée à 11000 kg/ha dans la version traitée avec une augmentation très significative de 3300 kg/ha. Pour la variété Anna Spath, la production a varié entre 10 075 kg/ha dans la variante sans traitements et 13000 kg/ha dans la variante à laquelle des traitements ont été appliqués pour lutter contre les maladies et les ravageurs, obtenant une augmentation

de production de 2925 kg/ha, statistiquement assurée, comme très significatif. Pour la variété Gras românesc, la production a varié entre 7950 kg/ha dans la variante sans traitements et 10000 kg/ha dans le cas de l'application des traitements avec une augmentation très significative de la production de 2050 kg/ha.

La recherche en conditions de laboratoire a mis en évidence l'identification correcte des maladies grâce à des analyses en laboratoire des pathogènes impliqués, en effectuant des mesures biométriques qui ont confirmé la relation pathogène-maladie, la cause et l'effet. Des mesures des fruits d'identification ont été effectuées et l'écart type a été calculé. Les recherches en laboratoire se sont poursuivies pour établir les paramètres biologiques du pathogène *M. laxa* et il a été constaté que le pathogène préfère les milieux de culture PDA et PMA et développe une riche masse végétative à l'alternance de 24/24 heures et 12h/12h lumière/obscurité. Le champignon s'est bien développé à une température de 20-24°C, considérée comme le seuil biologique optimal.

Le chapitre V présente les conclusions générales et les recommandations formulées à la suite des recherches menées.

La thèse comprend 148 des pages avec 27 des tableaux à partir desquels 25 originaux et 50 des figures à partir de quels 39 originaux La bibliographie cite 160 des références provenant de la littérature spécialisée et de sources web.