UNIVERSITA DI CORSICA - PASQUALE PAOLI

ECOLE DOCTORALE "Environnement et Société"

BP 52, 20250 Corti – Tel : 04 95 37 23 22 – E.mail : ecole.doctorale@univ-corse.fr
Site : http://ed.univ-corse.fr

FICHE PROJET DE THESE pour ANNEE 2024-2025

Discipline du Doctorat	4200003 – Chimie
Mention du Doctorat	Chimie théorique, Physique, Analytique – 31°
Domaine scientifique principal	Chimie analytique appliquée aux molécules organiques
Domaines scientifiques secondaires	Biologie-Ecologie
Entités de rattachement	UMR SPE / RN
Direction de la thèse	Pr Alain Muselli muselli_a@univ-corse.fr Dr Pascale Bradesi bradesi_p@univ-corse.fr
Collaborations extérieures éventuelles envisagées	Conservatoire National Botanique de la Corse (CNBC)
Type de financement visé	Contrat doctoral
Connaissances et compétences requises chez l'étudiant	Produits Naturels, Métabolites secondaires des Végétaux, Techniques Chromatographiques, Techniques Spectroscopiques, Activités Biologiques. Ecologie Chimique. Le projet de thèse est dans la continuité du Master Phytochimie Cosmétiques de l'UCPP.
Titre de la thèse	**Rôle écologique des métabolites secondaires dans la dynamique d'invasion de plantes envahissantes de Corse**
Abstract 1	**Objectif-1** : Identifier et quantifier les métabolites secondaires volatils (terpéniques et non terpéniques) et non-volatils (polyphénols et saponines) contenus dans les différents organes des plantes. **Objectif-2 :** Comprendre le rôle écologique des métabolites secondaires dans le processus d'invasion.
Abstract 2	Le travail s'inscrit dans le projet structurant « Ressources Naturelles », il s'intéresse à la connaissance et de la préservation de la Biodiversité végétale de Corse. Il s'agira d'investir et/ou réinvestir la composition chimique des extraits végétaux des plantes sélectionnées et d'évaluer *via* des approches d'écologie-chimique, l'implication des métabolites secondaires dans le phénomène d'envahissement. Une voie de valorisation est le développement de biocides et de biostimulants innovants pour l'agriculture.
	Explicitation sur page suivante

Explicitation du Projet de thèse

1°) Présentation des aspects scientifiques du projet de thèse

Les espèces envahissantes représentent aujourd'hui l'une des principales causes de l'appauvrissement de la biodiversité. Leur nombre et leur distribution n'ont fait que croître dans la plupart des régions du monde (1) et les pertes économiques engendrées par leurs perturbations et la régulation de leur prolifération vont également s'accroitre avec le temps (2).

La Corse est tout particulièrement concernée par la menace des espèces exotiques envahissantes (3). Parmi elles, le Séneçon anguleux (*Senecio angulatus*), le raisin d'Amérique (*Phytolacca americana*) et trois espèces appartenant au genre *Erigeron* : la Vergerette d'Argentine (*E. bonarensis*), Vergerette du Canada (*E. canadensis*) et la Vergerette de Sumatra (*E. sumatrensis*) font partie des espèces végétales exotiques dont le caractère envahissant est avéré comme inquiétant en Corse (4,5).

Leur avantage face aux espèces indigènes est très souvent dû à la sécrétion de composés ayant un rôle primordial dans les interactions allélopathiques. Il s'agit en fait de phytotoxines capables d'altérer la croissance et la physiologie des plantes concurrentes (6) qui participent donc activement au pouvoir invasif. Ainsi, la caractérisation de ces substances naturelles pourrait être d'une part, une alternative intéressante aux pesticides et herbicides de synthèse mais aussi un moyen de lutte efficace contre les invasions grandissantes (7).

Le laboratoire UMR SPE 6134 de l'UCPP et plus précisément le groupe CPN s'intéressent depuis quelques années aux problématiques environnementales liées aux espèces envahissantes végétales et développent des pistes de valorisation à l'interface de la chimie et de l'écologie (8-12).

Notre démarche s'inscrit dans un souci de valorisation de la ressource végétale et ainsi la sélection des espèces d'intérêt a été réalisée en concertation avec le Conservatoire Botanique National de la Corse dont l'accompagnement au projet en termes de veille et de connaissance botanique est un atout indéniable. Les trois espèces végétales visées ont donc été sélectionnées sur la base des fréquences de présence en Corse, des dynamiques d'envahissement, des niveaux de préoccupations écologiques et des connaissances phytochimiques existantes.

Dans ce contexte, nous nous proposons d'identifier les métabolites impliqués dans le phénomène d'envahissement et de manière concomitante trouver des voies pertinentes de valorisation du Séneçon anguleux, du raisin d'Amérique et des trois Vergettes via le développement de biocides et/ou biostimulants innovants pour l'agriculture.

Pour cela, nous envisageons une approche métabolomique ciblée permettant d'identifier et de qualifier les molécules dotées de propriétés allélopathiques dans les extraits végétaux, elle inclut :

- l'échantillonnage du végétal (parties aérienne/racinaire), la préparation des huiles essentielles et des hydrolats par hydrodistillation, des fractions volatiles par Micro Extraction en Phase Solide, d'extraits par macération à froid, extraction au soxhlet et/ou extraction assistée par micro-ondes puis la caractérisation qualitative et quantitative des différents mélanges complexes. Nous mettrons ainsi en œuvre (i) la chromatographie en phase gazeuse (CPG) pour la quantification et la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CPG-SM) pour l'identification des composés volatils, (ii) la chromatographie liquide haute performance couplée à la spectrométrie de masse (CLHP-SM/SM) pour l'identification de composés phénoliques. Pour ce qui est de l'identification de composés absents de nos bibliothèques, nous mettrons en œuvre des analyses complémentaires basées sur l'utilisation de la RMN 1D et 2D (8-12). Selon les métabolites d'intérêt, seules les voies analytiques les plus pertinentes seront explorées.
- un criblage biologique et l'appréciation de l'activité allélopathique à partir de modèles de semences potagères telles que le poireau, le radis ou le riz, et ce à différentes concentrations afin d'évaluer un effet dose. Afin d'identifier les métabolites responsables d'effets inhibiteurs et/ou stimulants, des protocoles expérimentaux optimisés au laboratoire seront mis en œuvre (8,9,12), le développement d'approches expérimentales innovantes sera recherché. La phytotoxicité des extraits sera mesurée à travers plusieurs paramètres biologiques tels que longueur de la racine et de l'hypocotyle des jeunes pousses, masse humide et masse après dessiccation, ratio de germination, pourcentage de germination, indice de vigueur, ratios de longueurs et de masses et l'effet allélopathique.

Le présent projet scientifique constitue une « niche scientifique » peu étudiée avec un potentiel de valorisation tant en termes académique qu'économique.

S'agissant du raisin d'Amérique, une activité phytotoxique des constituants foliaires de la plante (13-15) a précédemment été reporté par trois publications. Une étude menée au laboratoire (9) a confirmé la phytotoxicité des feuilles et mis en évidence une toxicité associée aux constituants contenus dans les fleurs, fruits et racines de la plante, sans toutefois identifier clairement les molécules impliquées dans le phénomène. Il s'agira donc d'identifier et de quantifier l'ensemble du métabolome du raisin d'Amérique et chercher des corrélations avec son potentiel allélopathique. Les métabolites visés sont des polyphénols et des saponines terpéniques.

Dans le but de produire de la nouveauté au sujet du Séneçon anguleux, notre étude vise à (i) réaffirmer, via un échantillonnage complémentaire, la variabilité chimique de la composition chimique

des huiles essentielles ; (ii) évaluer la phytoxicité des métabolites volatils (essentiellement de type terpènes) contenus dans les différents organes de la plante (iii) identifier les constituants de type alcaloïdes responsables de la phytoxicité de la plante.

Enfin, s'agissant des trois vergette la composition chimique des huiles essentielles de *E. sumatrensis*, *E. bonarensis* et *E. canadensis* a déjà fait l'objet d'études (16-20). Cependant, à notre connaissance aucun échantillon d'origine européenne et a fortiori provenant de Corse n'a à ce jour fait l'objet d'étude.

2°) Présentation des enjeux de la thèse

Le travail s'inscrit dans la problématique de la connaissance et de la préservation de la Biodiversité végétale de Corse. Il est une part naturelle et intégrante de la thématique générale soutenue par le projet « Ressources Naturelles » et développée au sein du groupe CPN.

La prolifération d'espèces envahissantes est un problème d'ampleur planétaire. Après la pollution et la destruction des habitats, l'introduction d'espèces exogènes est une des principales causes de la disparition de la biodiversité animale et végétale. En effet les espèces envahissantes sont dangereuses car elles sont souvent nanties d'un pouvoir de dispersion important, d'une fécondité élevée, d'une faculté de croissance rapide et sont aussi plus résistantes aux maladies que les espèces indigènes. De ce fait, elles sont susceptibles de modifier radicalement le paysage en recouvrant littéralement les espèces natives provoquant ainsi leur élimination (2,21).

Les plantes possèdent des métabolites dits secondaires ou spécialisés qui diffèrent en fonction des espèces et qui interviennent dans les relations qu'entretient la plante avec les organismes vivants qui l'entourent. Ils sont probablement des éléments essentiels de la co-évolution des plantes avec les organismes vivants, tels que parasites, pathogènes et prédateurs, mais aussi pollinisateurs et disséminateurs.

Ce travail de recherche en écologie chimique a pour ambition d'identifier les métabolites d'intérêts contenus dans les espèces envahissantes et de dégager des voies de valorisation de la biomasse abondante et non exploitée que représentent ces végétaux. L'objectif principal sera d'étudier les relations allélopathiques entre végétaux afin d'apporter des éléments de compréhension du mécanisme de prolifération. Les voies de valorisation concernent la mise en évidence d'actifs naturels tels que des biocides et/ou biostimulants pour l'agriculture. Ainsi, ces actifs naturels pourraient constituer une source de richesse non négligeable à l'échelle de notre région.

1. Seebens, Hanno, Tim M. Blackburn, Ellie E. Dyer, Piero Genovesi, Philip E. Hulme, Jonathan M. Jeschke, Shyama Pagad, et al. 2017. Nature Communications 8 (1): 14435.
2. Diagne, Christophe, Boris Leroy, Anne-Charlotte Vaissière, Rodolphe E. Gozlan, David Roiz, Ivan Jarić, Jean-Michel Salles, Corey J. A. Bradshaw, et Franck Courchamp. 2021. *Nature* 592 (7855): 571-76.
3. D. Jeanmonod, J. Gamisans (2007) *Flora Corsica*. Edisud, Aix en Provence.
4. G. Paradis, L. Hugot, P. Spinosi (2008) Les plantes envahissantes : une menace pour la biodiversité. *Stantari,* 13, 18.
5. *http://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://cbnc.oec.fr/catalog_repository/uploads/17/ClassementInvasives_2017.pdf*
6. Weir, Tiffany L, Sang-Wook Park, et Jorge M Vivanco. 2004. Current Opinion in Plant Biology 7 (4): 472-79.
7. Inderjit, D., et K. M. M. Dakshini. 2011. Canadian Journal of Botany 76 (février): 1317-21.
8. S Andreani, Valorisation d'espèces envahissantes des genres *Xanthium* et *Senecio*: Caractérisation, variabilité chimique et activités des huiles essentielles, Thèse de doctorat. (2014), Université de Corse.
9. S Baldi, Valorisation de plantes envahissantes de Corse : Caractérisation, variabilité chimique et rôle écologique des métabolites secondaires de deux lampourdes (*Xanthium italicum* et *Xanthium spinosum*) et du raisin d'Amérique (Phytolacca americana), Thèse de doctorat. (2023), Université de Corse.
10. S. Andreani, T. Barboni, J-M. Desjobert, J. Paolini, J. Costa, A. Muselli, Flavour Fragr. J. (2012) 27, 227.
11. S. Andreani, M. Znini, J. Paolini, L. Majidi, B. Hammouti, J. Costa, A. Muselli, Int. J. Electrochem. Sci. (2013) 8, 11896.
12. S. Baldi, P. Bradesi, A. Muselli, Molecules (2022) 27, 21, 7297.
13. Kim, Yong Ok, Jon D. Johnson, et Eun Ju Lee. 2005. Journal of Chemical Ecology 31 (5): 1175-86.
14. ———. 2005. Journal of Chemical Ecology 31 (12): 2963-74.
15. Mikulic-Petkovsek, Maja, Robert Veberic, Metka Hudina, et Eva Misic. 2022. Plants 11 (22): 3053.
16. Hoi, T.M.; Huong, L.T.; Chinh, H.V.; Hau, D.V.; Satyal, P.; Tai, T.A.; Dai, D.N.; Hung, N.H.;Hien, V.T.; Setzer, W.N., Molecules 2020, 25, 4576.
17. Boti, J. B., Koukoua, G., N'Guessan, T. Y., & Casanova, J. (2007). Flavour and Fragrance, Journal, 22(1), 27-31
18. Mabrouk, S., Salah, K. B. H., Elaissi, A., Jlaiel, L., Jannet, H. B., Aouni, M., & Harzallah, Skhiri, F. (2013). Chemistry & Biodiversity, 10(2), 209-223.
19. Aragao, L. W., Fernandes, S. S., Mallmann, V., Facco, J. T., Matos, M. D. F. C., Cabral, M. R. P. & Simionatto, E. (2019). Orbital : The Electronic Journal of Chemistry, 284-291.
20. Barbosa, L. C., Paula, V. F., Azevedo, A. S., Silva, E. A., & Nascimento, E. A. (2005). Flavour and Fragrance Journal, 20(1), 39-41.
21. J. L Lockwood, M. F Hoopes, M. P. Marchetti (2007). Invasion ecology. Blackwell publishing, Malden.