

Intitulé du Sujet de Thèse : *Thymus vulgaris* L. de Provence : la métabolomique pour comprendre les interactions sol/plante/climat et valoriser la diversité des chémotypes de cette espèce.

Laboratoire : Institut Méditerranéen de la Biodiversité et d'Écologie marine et continentale (IMBE)

Equipe : Biotechnologie Environnementale et Chimométrie (BEC)

Directeur de thèse : Isabelle BOMBARDA/ Nathalie DUPUY

Encadrant : E Mezzatesta :

email : isabelle.bombarda@imbe.fr / nathalie.dupuy@imbe.fr

Contexte de l'étude

Depuis 2014, la région méditerranéenne est considérée selon le rapport du GIEC comme un « point chaud » des changements climatiques. Les changements climatiques attendus vont aggraver le stress hydrique d'été, principal facteur limitant le développement de la flore (Daget 1977, Le Houerou, 2005), bien que cette dernière appartienne à différents étages climatiques. Un des paramètres pris en compte pour définir la composition floristique de ces étages est la température qui se révèle être aussi un élément clé du stress hydrique des végétaux par ses valeurs extrêmes occasionnelles. Une des conséquences est que les végétaux n'aient plus les facultés de s'adapter aux modifications climatiques brutales, ce qui les amènera à se déplacer ou à disparaître en mettant en danger les équilibres biologiques. Ainsi, la plupart des modèles simulant l'effet potentiel du changement climatique éliminent ou diminuent l'abondance des plantes mésophiles et additionnent ou accroissent la présence des plantes xéro-thermophiles (Vennetier et Ripert, 2010). De plus il est aussi reconnu que les changements climatiques décalent dans le temps les stades phénologiques des plantes (Menzel & Fabian, 1999), en les rendant plus ou moins sensibles aux accidents météorologiques de printemps et d'automne (Morin et al. 2007) et en modifiant leur capacité reproductive (Sherry et al. 2007). Le bassin méditerranéen est caractérisé par une large biodiversité (Myers et al., 2000) qui se trouve ainsi menacée. Pour s'acclimater aux changements climatiques, certaines espèces végétales peuvent montrer une réponse évolutive en fonction de leurs contraintes génétiques. C'est le cas de *Thymus vulgaris* L. dont les conditions d'adaptation dépendent du chémotype auquel il appartient. Dans le bassin de Saint-Martin de Londres, au nord de Montpellier où les microclimats et les sols sont variés, *T. vulgaris* de type phénolique, moins résistant aux grands froids, a donc commencé à s'installer vers les zones non phénoliques, sans que la distribution globale de l'espèce ait changé (Thomson et al. 2013). Par ailleurs, il semblerait que le réchauffement climatique progressif ait probablement entraîné une fragmentation et une réduction de l'aire de répartition d'une espèce endémique insulaire (*T. herba-barona*) (Molins et al. 2011). *T. vulgaris* L. endémique du pourtour méditerranéen, fait partie du patrimoine culturel de la Provence. *T. vulgaris* L. entre dans la composition du « bouquet garni » ou herbes de Provence Label Rouge depuis 2003, et depuis 2018, le thym de Provence bénéficie d'une IGP (Indication Géographique Protégée). Plusieurs chémotypes ont été reportés chez les espèces de thym. En Provence, *T. vulgaris* L., aurait développé des typicités liées aux facteurs écologiques. Les chémotypes sont définis sur la base de la composition chimique des huiles essentielles (1 à 2,5% du matériel végétal sec). Les métabolites spécialisés des huiles essentielles assurent la survie des espèces dans leur milieu naturel (pour lutter contre la dessiccation notamment). La détection de la variation de la réponse de ces marqueurs qui caractérisent le fonctionnement du végétal est une approche qui nécessite l'utilisation de techniques analytiques spectrales et/ou chromatographiques. Comme ces données sont complexes, l'utilisation d'analyses statistiques multivariées de type multiblock (ACOMDIM (Rébufa et al. 2021), MB-PLS (Maléchaux et al., 2020)) est indispensable pour l'interprétation de ces données et pour la détermination de marqueurs biologiques potentiels.

Descriptif du projet

Ce projet a pour objectif d'étudier l'impact de facteurs environnementaux sur la diversité spécifique de *Thymus vulgaris* L. de Provence. Il s'agira d'étudier la variabilité des chémotypes en fonction (i) des étages bioclimatiques méso- et supra-méditerranéens (sub humide vs humide) et littoral, (ii) des conditions topo-édaphiques (altitude, exposition, nature du sol). Parallèlement aux approches *in natura* visant à comparer les réponses adaptatives de *Thymus vulgaris* L. dépendamment du sol et du climat, l'étude de l'impact du changement climatique sur cette espèce est envisagé en utilisant des dispositifs expérimentaux pilotés par l'IMBE et présents dans les deux étages bioclimatiques considérés dans cette étude (CLIMED (observatoire situé sur le massif de l'Etoile sous climat sub-humide) et l'O3HP (Observatoire situé dans les Alpes de Hautes Provence sous climat humide) où des parcelles disposent, depuis plusieurs années, de systèmes d'exclusion de pluies pour tester les effets de l'intensification de l'aridification. Un réseau de capteurs de température et d'humidité à différents niveaux du sol et de la canopée des chênes (peuplements dominants de ces parcelles) permettent de renseigner les conditions climatiques de ces

deux observatoires de manière fine tout au long de l'année.

Par ailleurs, l'étude de la chiralité des différents échantillons d'huile essentielle sera envisagée en fonction de la distribution spatio-temporelle car la production et la représentation des formes moléculaires optiquement actives au sein des espèces soumises à des contraintes climatiques peuvent aussi s'avérer être des marqueurs judicieux de l'adaptation des espèces. En plus de leur caractérisation par diverses techniques globales spectrales (infrarouge et résonance magnétique nucléaire) et séparatives (chromatographie gazeuse (CG) couplée la spectrométrie de masse et CG chirale), les échantillons d'huiles essentielles extraits des différentes parties de la plante, seront criblés sur des bactéries multirésistantes aux antibiotiques afin d'identifier de nouveaux agents antibactériens, soit des adjuvants d'antibiotiques. L'utilisation de données antérieures caractérisant la matière organique et minérale du sol (signatures spectrales, pH, conductivité, fer, phosphore, carbonate...) permettra d'étudier les interactions sol/plante en relation avec les effets du climat. Le traitement statistique de toutes les données obtenues permettra d'apporter une réponse analytique globale pour expliquer la complexité des perturbations de métabolites spécifiques des huiles essentielles et de les relier, aux stress environnementaux et aux changements climatiques. La mise en évidence de marqueurs de l'évolution de cette espèce permettra de voir comment l'existence de différents chémotypes contribue à la conservation de la biodiversité de la flore en région méditerranéenne, l'un des biomes terrestres les plus vulnérables au changement climatique. Au regard des résultats obtenus, ce projet permettra (i) de compléter la base de données des espèces inventoriées en Provence, (ii) de mettre en place, des mesures de gestion de cette espèce pour la conservation de sa biodiversité, (iii) d'orienter les cultures des chémotypes en fonction de leurs applications thérapeutiques.

Références Bibliographiques

- Daget P. (1977) Le bioclimat méditerranéen : caractères généraux, modes de caractérisation. *Vegetatio*, n°34 p.1-20.
- Le Houerou H.N. (2005) Atlas des diagrammes climatiques des stations de la zone isoclimatique méditerranéenne. Le Houerou ed., Montpellier, 220p.
- Menzel, A., Fabian, P. (1999) Growing season extended in Europe. *Nature*, 397 (6721), p. 659-659.
- Myers N., Mittermeier R.A., Mittermeier C.G., Gustavo A. B. da Fonseca G.A.B., Kent J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853-858.
- Morin, X., Ameglio, T., Ahas, R., Kurz-Besson, C., Lanta, V., Lebourgeois, F., Miglietta, F., Chuine I. (2007) Variation in cold hardiness and carbohydrate concentration from dormancy induction to bud burst among provenances of three European oak species. *Tree Physiology*, 27 (6), p. 817-25.
- Rébufa, C., Dupuy N., Bombarda I. (2021) AComDim, a multivariate tool to highlighting impact of agroclimatic factors on *Moringa oleifera* Lam. leaf's composition from their FTIR-ATR profiles. *Vibrational Spectroscopy* 116, 103297.
- Sherry, R.A., Zhou, X.H., Gu, S.L., Arnone, J.A., Schimel, D.S., Verburg P.S., Wallace, L.L. & Luo, Y.Q. (2007) Divergence of reproductive phenology under climate warming. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 104 (1), p. 198-202.
- Thompson J., Charpentier A., Bouguet G., Charmasson F., Roset S., Buatois B., Vernet P., Gouyone P.H. (2013) Evolution of a genetic polymorphism with climate change in a Mediterranean landscape. *PNAS*, 110, 8, 2893-2897
- Vennetier M., Ripert C. - 2010. Impact du changement climatique sur la flore méditerranéenne : théorie et pratique. in Barbault R., Foucault A. coordinateurs "Changement climatique et biodiversité", Editions Vuibert. Paris, p75-87.