

Evolution of a genetic polymorphism with climate change in a Mediterranean landscape

John Thompson, Anne Charpentier, Guillaume Bouguet, Faustine Charmasson, Stephanie Roset, Bruno Buatois, Philippe Vernet, and Pierre-Henri Gouyon

Proceedings of the National Academy of Sciences (USA) 2013 ; published ahead of print February 4, 2013, doi:10.1073/pnas.1215833110

Corresponding author : John Thompson

UMR 5175 Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, CNRS, 1919 route de Mende, 34293 Montpellier cedex 5, France

End of press embargo February 4, 2013-02-07

Abstract (PNAS)

Many species show changes in distribution and phenotypic trait variation in response to climatic warming. Evidence of genetically based trait responses to climate change is, however, less common. Here, we detected evolutionary variation in the landscape-scale distribution of a genetically based chemical polymorphism in Mediterranean wild thyme (*Thymus vulgaris*) in association with modified extreme winter freezing events. By comparing current data on morph distribution with that observed in the early 1970s, we detected a significant increase in the proportion of morphs that are sensitive to winter freezing. This increase in frequency was observed in 17 of the 24 populations in which, since the 1970s, annual extreme winter freezing temperatures have risen above the thresholds that cause mortality of freezing-sensitive morphs. Our results provide an original example of rapid ongoing evolutionary change associated with relaxed selection (less extreme freezing events) on a local landscape scale. In species whose distribution and genetic variability are shaped by strong selection gradients, there may be little time lag associated with their ecological and evolutionary response to long-term environmental change.

Résumé

Au lieu de se déplacer, les espèces peuvent s'adapter aux changements climatiques

Riche en exemples de modifications de distribution géographique d'organismes biologiques en association avec les changements climatiques, la littérature scientifique nous renseigne peu sur la réponse évolutive des espèces à ces changements. Au lieu de se déplacer, les espèces, ne pourraient-elles pas, tout simplement, s'adapter ? Pas évident pour certains : l'adaptation est un processus long et souvent en décalage avec les changements d'environnement.

Dans une étude de la distribution spatiale des types chimiques du Thym (*Thymus vulgaris*) dans les garrigues du paysage méditerranéen du nord de Montpellier, les chercheurs au CEFÉ nous fournissent une illustration tout à fait originale de la capacité d'une espèce à répondre rapidement aux changements climatiques. Chez cette espèce, des études expérimentales en conditions contrôlées et en milieu naturel ont montré qu'il existe des types chimiques (chénotypes) qui sont sensibles aux forts gels de l'hiver mais très résistants à la sécheresse estivale (types phénoliques) et des types très résistants au gel mais moins tolérants à la sécheresse estivale (types non-phénoliques). La distribution de ces types chimiques, cartographiée au début des années 1970, montre, en effet, que les types phénoliques sont exclus de certaines zones très froides en hiver ou seuls les types non-phénoliques sont présents. Ainsi, on passe de populations exclusivement phénoliques (zones à hivers doux mais sur sols rocailloux et secs) à des populations seulement non-phénoliques (zones à températures minimales très basses mais sur sols plus profonds) à l'échelle de 2-3km avec, entre les deux, une zone de transition à populations mixtes. C'était la situation au début des années 1970. Or, l'examen des températures minimales montre que les extrêmes ne sont plus ce qu'ils étaient : aucun gel fort, capable d'exclure les types phénoliques, depuis plus de 20 ans.....

L'équipe du CEFÉ a donc repris les anciennes données de distribution des chénotypes et ré-échantillonné 36 des populations étudiées il y a 40 ans : 12 populations « phénoliques », 12 « non-phénoliques » et 12 populations mixtes dans l'étroite zone de transition. Les résultats vont tous dans le même sens : une augmentation globalement significative de la fréquence des types phénoliques, avec leur apparition dans les populations autrefois non-phénoliques et leur augmentation en fréquence dans les populations autrefois mixtes. Certaines de ces dernières sont désormais exclusivement phénoliques. Il s'agit d'une réponse adaptative très rapide au relâchement d'une pression de sélection associée aux extrêmes de température qui sont de moins en moins fortes. Alors que la distribution de l'espèce n'a pas été modifiée, l'organisation spatiale de son patrimoine génétique change, soit par une capacité de réponse locale au sein des stations soit par un flux de gènes entre populations. Ainsi, même les plantes pérennes peuvent rapidement s'adapter aux changements climatiques en cours, tant que leurs populations ne sont pas trop fragmentées par les activités humaines.

Dans une chanson célèbre du début des années 1960, le chanteur américain Bob Dylan nous a invités, dès la première strophe, à reconnaître que les changements climatiques commencent à montrer leurs effets et qu'il est nécessaire d'agir en conséquence. En même temps, à Montpellier, les chercheurs de la faculté de pharmacie venaient de décrire, dans la revue « *La France et ses parfums* », une

diversité impressionnante de types d'essences au sein d'une seule espèce : le Thym des garrigues du Midi. 50 ans après cette première publication sur la diversité des chémotypes, on se rend compte que Bob Dylan avait bien raison « *The **thymes** they are a-changin'* ».
