

Approcher l'écologie des orchidées à travers un atlas : enjeux de suivi et de conservation

François MUNOZ

UM2 - UMR AMAP, Bd de la Lironde, TA A-51 / PS2, 34398 Montpellier cedex 5

Abstract – Understand the orchid ecology thanks to an atlas: importance of survey and of protection. The French Society of Orchidophily has produced a national Atlas of the native orchid species, thanks to a large and efficient network of local members. Geographic information on the environment is furthermore available at the national scale, especially regarding the climate, and we have conducted a survey on the relationships between orchid spatial distributions and the local environmental information, in order to grasp the ecological preferences of the species. We used the Maxent (Maximum of entropy) method, which allows assessing the current most likely suitable area, along with predicting the potential switches in orchid distributions due to changing climate conditions. The present paper is not a technical report of this research, but rather a demonstration of the interest of linking naturalistic knowledge and quantitative analysis for the purpose of orchid conservation and management.

Résumé – En s'appuyant sur un important réseau de correspondants et de spécialistes, la Société Française d'Orchidophilie a constitué un Atlas national des orchidées. Nous avons par ailleurs réuni des informations cartographiques sur l'environnement, en particulier en ce qui concerne le climat. Un modèle statistique reliant les localisations des espèces aux données environnementales est proposé (Maximum d'entropie, Maxent). Il permet d'évaluer certaines préférences écologiques des espèces et d'étudier l'évolution possible de leur répartition dans un contexte de changement climatique.

La présentation de ce travail ne se veut pas technique mais propose d'associer, pour le suivi et la conservation des orchidées, observation naturaliste de terrain et analyse écologique quantitative.

INTRODUCTION

La niche d'une espèce est un ensemble de conditions environnementales permettant l'existence et le maintien de populations viables (Hutchinson, 1957). Sa description est fondamentale dans l'étude de l'écologie de l'espèce (Barbault, 2000). Expérimentalement il est possible d'évaluer la survie et la démographie d'une espèce dans une variété de contextes afin de délimiter sa niche (étude directe). Mais à large échelle d'espace et de temps, l'expérimentation peut être difficile et coûteuse. Cependant une approche indirecte est également concevable. Il est possible en effet d'analyser à un moment donné la distribution spatiale d'une espèce comme un instantané de sa réponse aux conditions environnementales. Une étude statistique des données d'Atlas, en recoupant les localisations avec des informations environnementales indépendantes, apporte alors des informations sur la niche des espèces, permet de mieux connaître leur écologie, et éventuellement de mieux prédire leur devenir dans un contexte de changements environnementaux (Guisan & Zimmermann, 2000).

Cette étude statistique indirecte est appelée modélisation de l'habitat potentiel des espèces. Le terme « potentiel » rappelle que l'approche est partielle à différents égards : (i) il est difficile voire illusoire de prendre en compte l'ensemble des conditions environnementales permettant de décrire la niche, (ii) le modèle statistique associe des données de répartition des espèces et des données environnementales sans représenter précisément le détail des processus qui les lient, ce qui engendre un certain niveau d'imprécision. Il n'y a donc pas de

prétention à une mesure précise et exhaustive de la niche, mais l'approche permet de mettre en évidence certains aspects écologiques importants qui conditionnent la distribution des espèces.

MATERIEL ET METHODES

Les données de l'Atlas des orchidées de France, produites par un large réseau d'observateurs sur l'ensemble du territoire, sont des observations localisées dans l'espace avec une précision variable. Par ailleurs nous disposons de données environnementales de différentes natures : des cartes de données météorologiques obtenues par extrapolation des observations effectuées entre 1950 et 2000 (Worldclim ; Hijmans *et al.*, 2005), des cartes d'occupation des sols fournies par le programme européen Corine Land Cover (polygones de surface minimale de 25ha, nomenclature standardisée; Collectif, 1993), des données géologiques représentant les formations géologiques superficielles, et un modèle numérique de terrain figurant les reliefs et diverses données topographiques associées (altitudes, pentes, expositions). Ces données sont utilisables pour l'étude de l'habitat potentiel des espèces, dans la mesure où elles représentent des déterminants environnementaux importants. La communauté scientifique a par ailleurs identifié une sélection de grandeurs synthétiques reliées au climat, appelées bioclimatiques, comme pertinentes pour la description des habitats potentiels (Huntley *et al.* 1995). Au nombre de 20 dans notre étude, elles incluent les niveaux moyens de températures et de précipitations, les gammes de variation saisonnières, et les valeurs extrêmes.

Cependant une difficulté importante est le recoupement des localisations des espèces avec ces données environnementales. Une fraction importante des localisations présente une précision supérieure au kilomètre. Cela ne permet pas de déduire précisément les conditions topographiques, les usages des sols et la géologie d'après le positionnement des localisations. En revanche, la variation des principales données bioclimatiques (issues des données de températures et de précipitations) est suffisamment « douce » pour être entachée de moins d'erreur en cas d'imprécision de localisation, sauf dans les zones élevées. Nous avons donc effectué un tri préalable des données afin de ne conserver que celles qui ont une précision de localisation inférieure à 2 km en latitude et longitude, avons contrôlé la qualité des données d'altitude quand les observateurs ont rapporté l'altitude effective des localités, et avons exclu certaines données anormales. Grâce à ce tri préalable, nous avons pu conserver une fraction de 64000 stations qualifiées de fiables pour l'étude écologique. En définitive un tableau récapitulatif inclut les localités, l'identité des espèces et les données bioclimatiques associées.

L'étape suivante, également cruciale, est la modélisation statistique du lien entre localisations des espèces et données environnementales, de nature à décrire de manière pertinente l'écologie des espèces (Guisan & Zimmermann, 2000). De nombreuses méthodes existent et sont largement discutées par la communauté scientifique. Il faut savoir qu'il n'y a pas de solution « miracle » et que toute approche présente des avantages et des inconvénients. Celle que nous avons adoptée, baptisée « Maximum d'Entropie » (Maxent ; Phillips *et al.* 2006), évalue à partir d'une fraction des localités, dites de calibration, une distribution de probabilités des espèces en fonction des données environnementales, et en déduit une carte de distribution probable (là où on a des chances de rencontrer l'espèce d'après les conditions environnementales locales). La validité de cette carte peut être vérifiée au moyen d'une autre fraction des localités, dites de validation, et fournir un indicateur de valeur prédictive, appelé AUC. L'AUC se situe sur une échelle de 0.5 (aucune valeur prédictive) à 1 (présences et absences parfaitement bien prédites). Nous appliquons la méthode Maxent aux données de l'Atlas des orchidées sur la base des conditions bioclimatiques. En fonction de la valeur de l'AUC, nous pouvons identifier les espèces pour lesquelles le bioclimat est un déterminant environnemental important et celles pour lesquelles d'autres aspects écologiques semblent

prédominer. Par ailleurs, l'examen de la carte de l'habitat potentiel permet de discuter les influences climatiques et biogéographiques à large échelle influençant les distributions des espèces.

RESULTATS

Dans le cas de *Cephalanthera damasonium* (Figure 1), les données de l'Atlas (Fig.1a) sont confrontées aux données bioclimatiques, ce qui permet de définir une carte de l'habitat potentiel de l'espèce (Fig.1b). Bien que le modèle traduit bien la limite écologique de l'espèce dans les zones atlantiques et en altitude, la valeur prédictive globale demeure moyenne (AUC = 0.74), et il y a des erreurs visibles dans la prédiction du modèle (zones marquées de pointillés, Fig.1b). Il est possible que le modèle n'inclue pas certains facteurs écologiques importants, d'où l'erreur visible aux marges de la distribution, là où des compensations écologiques peuvent être en exergue. Une compensation écologique est le fait qu'une espèce puisse subsister dans un contexte défavorable à certains égards, quand ce handicap est compensé par d'autres conditions favorables. Cela est généralement délicat à modéliser et implique souvent des grandeurs écologiques non prises en compte ici (qualité du substrat, usages des sols...).

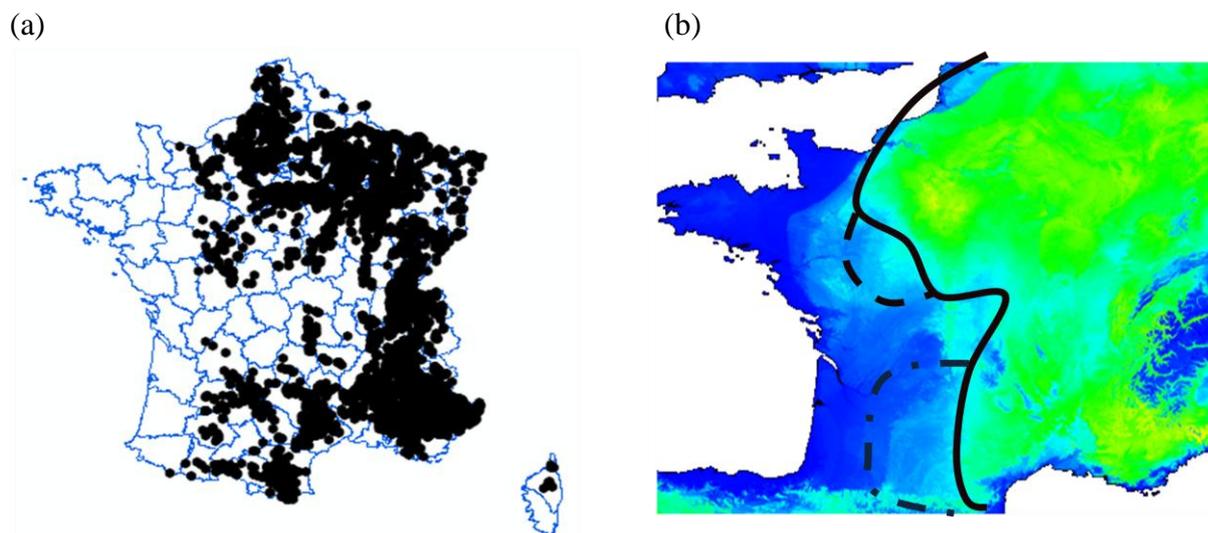


Figure 1. Représentation de (a) la répartition de *Cephalanthera damasonium*, (b) son habitat potentiel bioclimatique obtenu au moyen de la méthode Maxent. La carte d'habitat potentiel représente une plus forte probabilité de présence par des couleurs plus chaudes (gradient du bleu au rouge). Une limite potentielle occidentale de la distribution est figurée en (b) par une courbe continue tandis que les courbes pointillées soulignent des zones où l'espèce a moins de chances de figurer d'après le modèle mais où de nombreuses localités sont recensées dans les faits.

Dans le cas d'*Ophrys aveyronensis* (Figure 2), espèce des grands Causses, l'analyse de l'habitat potentiel bioclimatique met en exergue une région de présence probable hors de nos frontières au nord-ouest de l'Espagne, ce qui est cohérent avec la présence effective d'un taxon similaire, probablement de la même espèce. Cette zone hors de la zone d'étude de l'Atlas reste cependant imprécisément délimitée. Quoi qu'il en soit, l'AUC extrêmement bon (0.99) suggère que cette plante à écologie bien typée présente une distribution fragmentée contrainte par le bioclimat. En modulant les conditions climatiques, on constate que des zones de piémonts pyrénéens auraient pu être favorables dans un contexte légèrement différent et, dans ces conditions, les populations caussenardes seraient récemment isolées et relictuelles.

Un résultat similaire est observé pour un autre *Ophrys* caussenard fameux, *Ophrys aymoninii*, dont la zone d'habitat potentiel s'étend également au nord-ouest de l'Espagne où se trouve *Ophrys subinsectifera*, taxon très voisin.

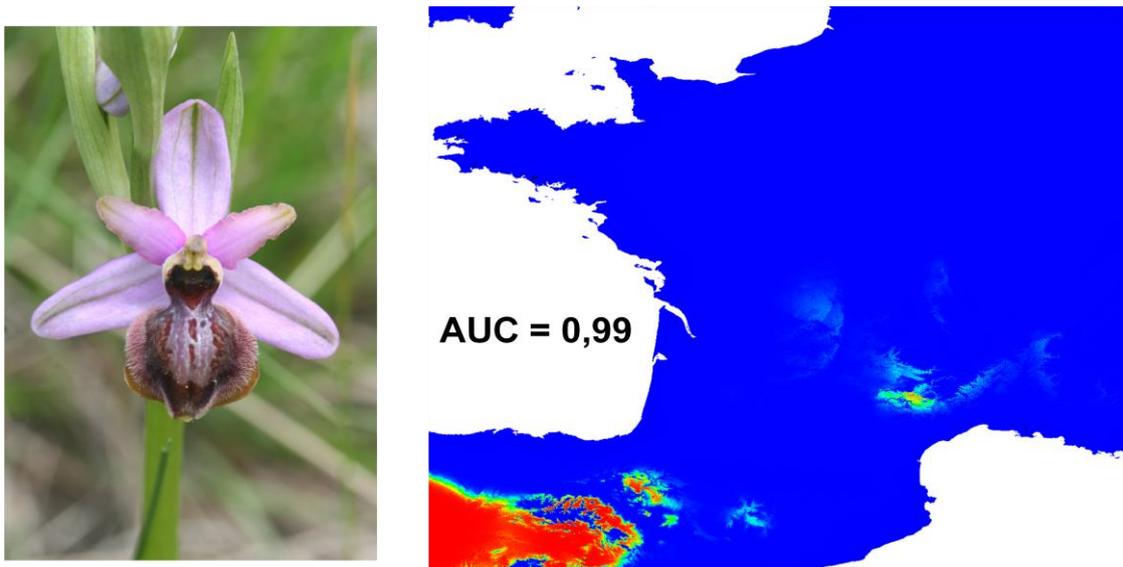


Figure 2. Habitat potentiel bioclimatique de *Ophrys aveyronensis*, focalisé sur la zone caussenarde et suggérant une forte similarité avec le nord-ouest de l'Espagne où la présence d'un taxon très similaire est discutée. (Photo F. Munoz)

Une fois que le modèle d'habitat potentiel est défini pour une espèce, nous pouvons le cartographier dans le contexte climatique actuel ou dans un contexte climatique changeant. La Figure 3 représente la cartographie de l'habitat potentiel de *Himantoglossum robertianum* dans les conditions actuelles (Figure 3a). L'AUC de 0.97 montre que le modèle a un pouvoir prédictif excellent et donc que le climat est un élément écologique important pour cette espèce. Il est alors pertinent d'évaluer l'évolution potentielle de la répartition de l'espèce dans des conditions de changement climatique (Figure 3b). Nous avons considéré un scénario de changement climatique correspondant à un doublement du taux de CO₂ atmosphérique, affectant ici les conditions de températures. Le modèle révèle la possibilité d'une extension atlantique préférentielle de l'espèce.

DISCUSSION

Un Atlas fournit des données de localisation des populations d'une espèce qu'il est possible de recouper avec des données environnementales afin de définir l'habitat potentiel de l'espèce. Nous avons ainsi évalué et cartographié l'habitat potentiel bioclimatique des orchidées de France. La qualité du modèle reflète la plus ou moins forte dépendance de l'espèce aux conditions bioclimatiques, tandis qu'une projection de l'habitat potentiel dans des scénarios de changement climatique peut permettre d'évaluer son devenir et sa vulnérabilité.

C'est une approche indicative dans la mesure où une partie des facteurs environnementaux seulement peut être prise en compte. En l'occurrence, nous avons exclu l'analyse des données d'occupation des sols et de la géologie, pourtant probablement très pertinentes pour l'écologie de nombreuses orchidées, parce que la précision de localisation des observations n'était pas suffisante pour permettre cette analyse. Ainsi l'analyse de l'habitat potentiel bioclimatique est une vision partielle de la niche, qui peut être améliorée avec des données plus précises notamment, mais elle a le mérite de fournir des

indications à large échelle spatiale sur une composante importante de l'écologie des orchidées.

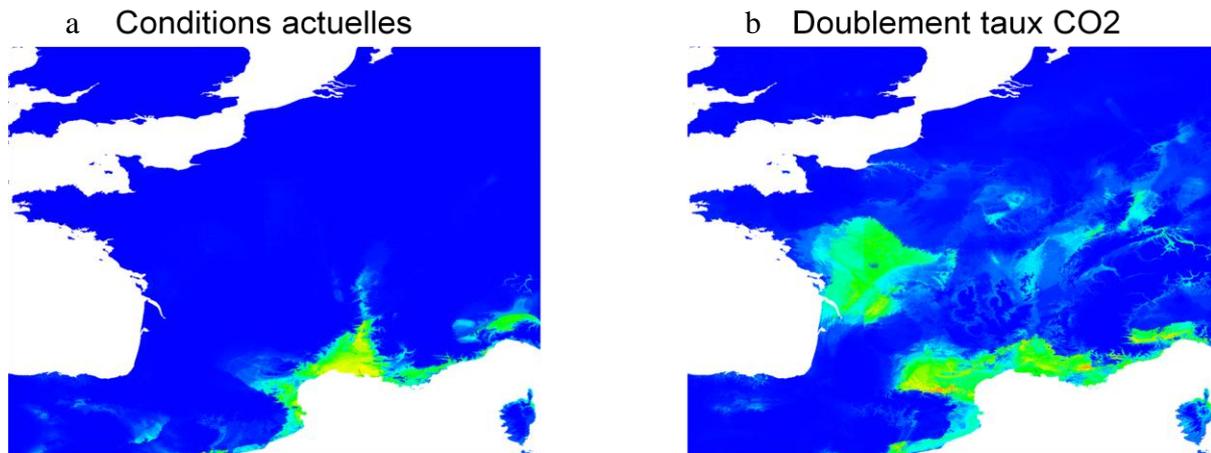


Figure 3. Habitat potentiel bioclimatique de *Himantoglossum robertianum* représenté dans les conditions climatiques actuelles (a) et sous un scénario de doublement du CO₂ atmosphérique.

Cela illustre l'intérêt des données d'Atlas pour des études écologiques quantitatives, en particulier aux larges échelles spatiales inaccessibles aux expérimentations directes. Dans un contexte de changements climatiques susceptibles d'affecter les répartitions d'espèces à une très large échelle, ces approches sont donc essentielles pour évaluer la vulnérabilité des espèces et cibler des actions éventuelles de conservation.

Bibliographie

- Barbault R. 2000. Écologie générale - Structure et fonctionnement de la biosphère Dunod.
- Collectif. 1993. CORINE land cover technical guide. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Guisan A. & Zimmermann N.E. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling* 135: 147-186.
- Hijmans R.J., Cameron S.E., Parra J.L., Jones P.G. & Jarvis A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965-1978.
- Huntley B., Berry P.M., Cramer W., & McDonald A.P. 1995. Modelling Present and Potential Future Ranges of Some European Higher Plants Using Climate Response Surfaces. *Journal of Biogeography* 22: 967-1001.
- Hutchinson G.E. 1957. Concluding remarks- Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology. Pages 193-213 in Reprinted in 1991: Classics in Theoretical Biology. *Bull. of Math. Biol.*
- Phillips S.J., Anderson R.P. & Schapire R.E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190: 231-259.

CAHIERS
DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'ORCHIDOPHILIE

N°7 - 2010



Actes du

15^e colloque sur les Orchidées

Corum de Montpellier
30, 31 mai & 1 juin 2009





**Actes du
15^e colloque
sur les Orchidées
de la
Société Française d'Orchidophilie**

**du 30 mai au 1^{er} juin 2009
Montpellier, Le Corum**



Comité d'organisation :

**Daniel Prat, Francis Dabonneville, Philippe Feldmann, Michel Nicole,
Aline Raynal-Roques, Marc-Andre Seloisse, Bertrand Schatz**

Coordinateurs des Actes

Daniel Prat & Bertrand Schatz

**Affiche du Colloque : Conception : Francis Dabonneville
Photographies de Francis Dabonneville & Bertrand Schatz**

Cahiers de la Société Française d'Orchidophilie, N° 7, Actes du 15^e Colloque sur les orchidées de la Société Française d'Orchidophilie.

ISSN 0750-0386

© SFO, Paris, 2010

Certificat d'inscription à la commission paritaire N° 55828

ISBN 978-2-905734-17-4

Actes du 15^e colloque sur les Orchidées de la Société Française d'Orchidophilie, D. Prat et B. Schatz, Coordinateurs, SFO, Paris, 2010, 236 p.

**Société Française d'Orchidophilie
17 Quai de la Seine, 75019 Paris**