

**Zeitschrift:** Saussurea : journal de la Société botanique de Genève  
**Herausgeber:** Société botanique de Genève  
**Band:** 25 (1994)

**Artikel:** Modélisation de la distribution potentielle des taxons menacés d'extinction : application des Systèmes d'Information Géographique  
**Autor:** Wyler, Nicolas / Spichiger, Rodolphe  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1099154>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 16.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Modélisation de la distribution potentielle des taxons menacés d'extinction — Application des Systèmes d'Information Géographique.

NICOLAS WYLER  
&  
RODOLPHE SPICHIGER

## RÉSUMÉ

WYLER, N. & R. SPICHIGER (1994). Modélisation de la distribution potentielle des taxons menacés d'extinction — Application des Systèmes d'Information Géographique. *Saussurea* 25: 135-142. En français, résumés français et anglais.

Cet article propose une méthode pour la détermination de la distribution potentielle des espèces menacées. La région couverte par le modèle est le canton de Genève. Outre l'application de méthodes statistiques, un Système d'Information Géographique (SIG) sera mis en place aux Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève et exploité afin de réaliser cette modélisation.

## ABSTRACT

WYLER, N. & R. SPICHIGER (1994). Modelling of the potential distribution of threatened plant species using a Geographical Information System. *Saussurea* 25: 135-142. In French, French and English abstracts.

This article proposes a method to model the distribution pattern of threatened plant species. The area under study is the canton of Geneva. In addition to statistical applications, a Geographical Information System will be established at the Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève and used to realize this modelling.

## a. Introduction

La politique de l'environnement manque à l'heure actuelle d'un outil de gestion efficace intégrant de manière pluridisciplinaire et immédiatement mobilisable des données en provenance de différentes sources. La complexité des problèmes rencontrés, ainsi que la quantité des données à traiter nécessite que l'on dispose de systèmes puissants, capables de répondre aux interrogations des décideurs. Les Systèmes d'Information Géographique (SIG) sont des outils tout à fait adaptés aux traitements de telles problématiques (DAVIS & al., 1990).

Le présent projet consiste à développer un tel outil afin de gérer la conservation des espèces menacées dans le canton de Genève. La première étape de ce travail est la synthèse et l'intégration des données botaniques au sein d'un SIG. La seconde étape sera, à travers l'exploitation de ce système, de mieux comprendre les relations qui existent entre les facteurs environnementaux du milieu et la répartition des espèces menacées. Cette étude est particulièrement pertinente pour un canton fortement anthropisé où les milieux naturels sont de plus en plus sollicités pour des usages générateurs de conflits.

### b. La flore genevoise

On recense 1420 espèces de plantes vasculaires dans le canton de Genève, ce qui représente une flore relativement riche pour un canton de petite superficie (246 km<sup>2</sup>) (THEURILLAT & al., 1990). En effet, la Suisse possède 2696 taxons, dont 53% se retrouvent à Genève (LANDOLT, 1991). Parmi ceux-ci, 765 espèces (54% de la flore genevoise) sont recensées dans la Liste Rouge de Landolt (1991) comme espèces menacées. La répartition selon les catégories UICN est donnée dans le tableau 1. Ces catégories sont les suivantes:

- Ex: Espèces, à notre connaissance, éteintes ou en voie de l'être.
- E: Espèces en grand danger d'extinction.
- V: Espèces vulnérables.
- R: Espèces rares.
- A: Espèces attractives.

<i>L I S T E R O U G E</i>		
<i>Catégories UICN</i>	<i>Nombre d'espèces</i>	<i>Pourcentage</i>
Ex	100	13
E	279	36
V	257	34
R	109	14
A	20	3
Total	765	100

Tableau 1. — Répartition en valeur absolue et en pourcentage des taxons genevois selon les catégories UICN. (THEURILLAT & al., 1990, modifié).

La flore genevoise est ainsi relativement riche, mais également fortement menacée, puisque plus de 50% des taxons font partie de la Liste Rouge du plateau Suisse occidental (THEURILLAT & al., 1990; LANDOLT, 1991).

Le règlement cantonal (M 88) du 15.3.1972, revu le 23.3.1972, relatif à la protection de la flore comporte actuellement 127 espèces. Une révision de ce règlement a été achevée aux Conservatoire et Jardin botaniques. Cette mise à jour porte le nombre d'espèces à protéger à 164 taxons, ce qui représente une augmentation de 27% (WYLER, 1994a, 1994b). Cet accroissement est loin d'être excessif en regard des menaces grandissantes qui pèsent sur les espèces sauvages. En effet, les milieux naturels ont fortement régressé ces dernières décennies. Ils n'occupent aujourd'hui plus que 15% du territoire genevois (dont les 2/3 sont composés de forêts).

Afin d'assurer la conservation des espèces végétales menacées, il est nécessaire de connaître avec précision leurs distributions.

Pour réaliser cela, deux moyens complémentaires s'offrent à nous:

- La cartographie floristique réelle.
- La détermination de la distribution floristique potentielle.

La cartographie floristique nécessite un travail de terrain exhaustif, ce qui emploie un grand nombre de personnes pendant de nombreuses années. Un tel recensement est en cours au Conservatoire et Jardin botaniques. Cet inventaire a débuté en 1989, et devrait être achevé en 1997. Il occupe actuellement une quarantaine de personnes. Fin 1993, 50% du travail était achevé. Le résultat final sera, notamment, une mise à jour des cartes de distribution réelle des espèces végétales menacées, à l'échelle du km<sup>2</sup>. (THEURILLAT & SPICHTER, 1989, 1990, 1993).

La seconde issue est de modéliser la répartition potentielle des espèces menacées à l'aide d'un Système d'Information Géographique. Ce qui revient, pour une espèce donnée, à cartographier la distribution des milieux écologiques répondant aux critères de tolérance de l'espèce.

### c. Les Systèmes d'Information Géographique (SIG)

Pour le canton de Genève, nous avons actuellement recensé une douzaine de sources d'informations (tableau 2). Chacune donnera lieu à un ou plusieurs plans d'information du SIG. L'intégration de données de sources diverses pose un certain nombre de problèmes qu'il s'agira de résoudre. En effet, les données sont hétérogènes tant dans leurs typologies que dans leurs échelles. En outre, il est nécessaire de rester attentif à la valeur et la représentativité de ces données (validité, pertinence, précision, ...).

Cependant, la résolution de cette problématique n'est pas l'objectif particulier de notre étude. Il constitue néanmoins le passage obligé pour comprendre l'articulation des différentes "couches" d'informations.

1.	Carte de la végétation du bassin genevois	P. Hainard & al.	1973
2.	Carte de végétation du canton de Genève	K. Werdenberg	1994
3.	Carte de végétation sur des sites ponctuels	K. Werdenberg	1994
4.	Carte des modifications de la végétation arborée du canton de Genève	S. Hainard-Curchod	1976
5.	Carte des modifications du naturel et semi-naturel (bâti, verger, jardin, ...)	S. Hainard-Curchod	1994
6.	Carte de végétation du vallon de l'Allondon	J.-P. Theurillat	1987
7.	Inventaire et cartographie des interfaces nature et agriculture sur la commune de Versoix	C. Châtelain	1991
8.	Cartographie Floristique du canton de Genève	J.P. Theurillat	En cours
9.	Base de données géoréférencées des plantes protégées du canton	N. Wyler	1994
10.	Base de données des arbres isolés du canton de Genève	R. Beer	1994
11.	Catalogue dynamique de la flore de Genève	C. Weber	1966
12.	Allondon, Moulin de Vert, Verbois. Situation — Evolution — Protection — Gestion	J.P. Theurillat	1989
13.	Cartes de la végétation aquatique	P. Roch LEBA	1992

Tableau 2. — Inventaire des informations botaniques disponibles sur Genève.

Ainsi, suite à l'intégration des ces données (tableau 2) dans un même système de gestion, nous disposerons d'un outil performant, à même de résoudre les problématiques botaniques à références spatiales.

La technologie des SIG a d'ailleurs déjà été largement utilisée dans l'analyse des habitats sauvages (LANCIA & al., 1986; DAVIS & DELAIN, 1986; ORMSBY & LUNETTA, 1987; LYONS & al., 1987; BROSCART & al., 1989). Récemment, PEREIRA & ITAMI (1991) ont modélisé l'habitat de l'écureuil rouge (*Tamiasciurus hudsonicus grahamensis*, Allen 1894), espèce menacée du Mt Graham, USA. Grâce aux régressions multiples et à l'intégration de Bayes, ils définissent une carte de probabilité de la présence de cet écureuil en fonction de descripteurs environnementaux (altitude, pente, exposition est/ouest, fermeture de la canopée).

JENSEN & al. (1992) créent un modèle, basé sur la logique booléenne, afin de prédire la progression et la distribution de deux espèces de macrophytes dans un lac peu étudié (Lac L, USA). Leur modèle utilise les corrélations qui existent entre la distribution de ces espèces et des descripteurs environnementaux d'un lac connu (Lac Par Pond, USA).

#### d. Modélisation de la distribution potentielle des espèces menacées

La distribution des espèces végétales est fortement influencée par les facteurs climatiques (lumière, température, précipitation, vent, ...), les facteurs du sol (texture, structure, teneur en eau, pH, teneur en calcaire, en élément nutritif et en métaux lourds, ...), les facteurs topographiques (pente, exposition, relief, altitude) et les facteurs biologiques (compétition intra- et interspécifique) (BRAUN-BLANQUET, 1932; AUSTIN & HEYLIGERS, 1989; BUSBY, 1991).

Dans le modèle proposé, on postule que chaque espèce possède une amplitude physiologique propre. Par conséquent, on peut connaître ses seuils minimum et maximum de tolérance, ainsi que son optimum face à un facteur donné. Il a été démontré que la réponse physiologique d'une espèce selon un gradient environnemental adopte une courbe de Gauss (réponse normale) dans la plupart des situations (BROWN, 1984; TER BRAAK & LOOMAN, 1986; TER BRAAK & GREMMEN, 1987). Toutefois, cette réponse dépend de la qualité de l'échantillonnage et/ou de son étendue par rapport au facteur testé. Par conséquent, il peut exister d'autres formes de réponses (FRESCO, 1982; AUSTIN, 1987).

Par exemple, en cas de faibles échantillonnages, ou d'un échantillonnage sur une faible partie du gradient seulement, la réponse peut sembler linéaire. Nous nous limiterons à l'étude de ces deux réponses (gaussienne et linéaire). Un résumé de la méthode est proposé à la figure 1.

##### 1. Réponse gaussienne

En milieu naturel, cette réponse peut être modulée par la compétition interspécifique. Nous n'avons plus alors à faire à une réponse physiologique, mais à une réponse écologique. Il faut toutefois garder à l'esprit que la différence due à la compétition interspécifique reste faible (ERNST, 1978).

Afin de déterminer la réponse écologique d'une espèce face à un gradient environnemental, il est nécessaire de connaître un certain nombre de ses stations réelles. Si celles-ci ne sont pas numériquement suffisantes, l'établissement de la courbe de réponse est biaisé. Il devient alors possible d'approximer la réponse par une droite.

Une fois la réponse écologique pour une espèce et un facteur donnés connue, il est possible, grâce au modèle de Bayes, de transformer cette réponse en une courbe de probabilités de trouver l'espèce selon le gradient du même facteur (PRESS, 1989).

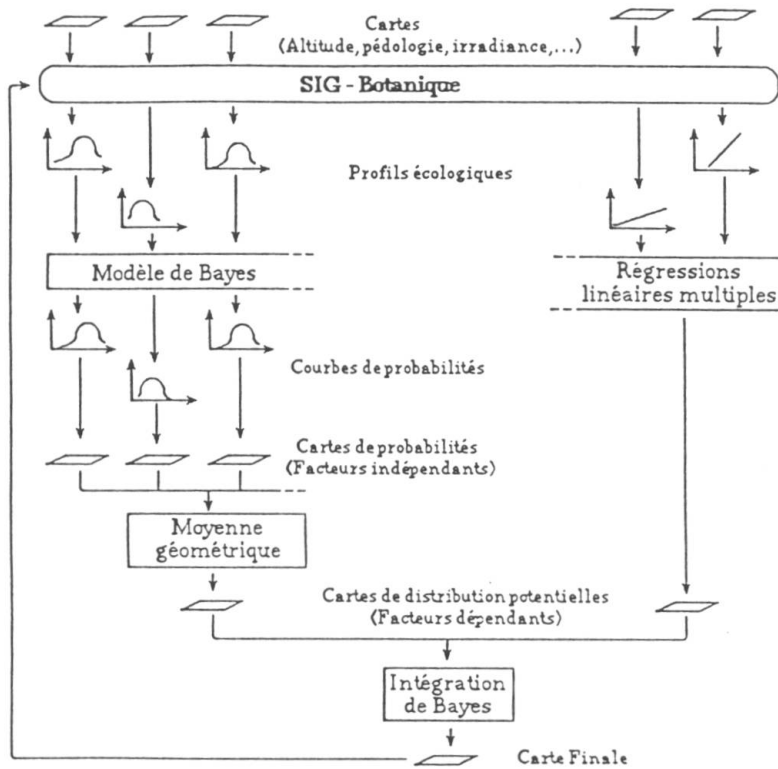


Fig. 1. — Organigramme de la méthode.

En répétant cette procédure à tous les facteurs écologiques pour une espèce donnée, il est ensuite possible de calculer une probabilité globale de trouver l'espèce  $x$  dans la station  $i$  (moyenne géométrique de probabilité de l'espèce  $x$  vis-à-vis des différents facteurs) (fig. 1).

### 2. Réponse linéaire

Lorsque les réponses à un nombre limité de facteurs sont linéaires, leur intégration en une seule réponse globale peut être obtenue par l'emploi de la régression linéaire multiple. Celle-ci met en évidence une relation mathématique avec les facteurs environnementaux, à partir de laquelle on peut calculer une probabilité de trouver l'espèce considérée (PEREIRA, 1991). Le test du  $\chi^2$  permet d'identifier les variables statistiquement significatives dans l'explication de la distribution des espèces. Le modèle final de probabilité ne tiendra compte que des principaux facteurs qui influencent la distribution de l'espèce (CHOU, 1993).

On obtient finalement une formule du type:

$$u = w + x \cdot (\text{Facteur } a) + y \cdot (\text{Facteur } b) + z \cdot (\text{Facteur } c)$$

Ce qui donne par exemple pour l'écureuil rouge du Mt Graham (PEREIRA, 1991):

$$u = 0,002 \cdot (\text{altitude}) - 0,28 \cdot (\text{pente}) + 0,685 \cdot (\text{canopée 1}) + 0,443 \cdot (\text{canopée 2}) + 0,481 \cdot (\text{canopée 3}) + 0,009 \cdot (\text{exposition E-O})$$

A partir de cette relation, la probabilité  $P_i$  de trouver l'espèce  $x$  dans la station  $i$  est calculée par la formule:

$$P_i = \frac{e^u}{1 + e^u}$$

On note que plus la quantité  $u$  est positivement grande, plus la probabilité de trouver l'espèce est grande (CHOU, 1993). Le résultat est l'obtention d'une carte de probabilité.

Il s'agira finalement de combiner les deux cartes de probabilités obtenues pour aboutir à une carte de distribution potentielle de l'espèce considérée (figure 1). Ce calcul permet d'intégrer les résultats obtenus selon les deux méthodes d'analyse.

Les données sur les facteurs topographiques sont dérivées du modèle numérique de terrain à 25 m (MNT 25) de l'Office fédéral de topographie. Les données climatiques sont obtenues auprès du Service météorologique de Cointrin.

Différents plans d'information concernant les facteurs du sol existent au Laboratoire cantonal d'agronomie (DIER). Ce laboratoire est, notamment à l'origine d'une carte de la texture des sols du canton de Genève (1/25.000) (CHÂTENOUX & al., 1993). Cette carte est le résultat de la prospection sur 2622 sites du canton. Les 20 premiers centimètres du sol ont été analysés et les pourcentages de sable, de limon, d'argile et de matière organique ont été mesurés pour chacun de ces points. La carte brute indique des résultats ponctuels, regroupés au sein de 10 classes en fonction des pourcentages relatifs. Ensuite, par interpolation bilinéaire (UNIRAS-UNIMAP), des cartes sont établies pour les différents composants du sol.

En outre, ce laboratoire a mis en place un réseau genevois d'observation du sol (GEOS), dont les objectifs principaux sont les estimations à long terme de la charge du sol en polluants (particulièrement par les métaux lourds) et de la fertilité du sol (CELARDIN & al., 1992). Ce réseau comprend 102 sites d'analyse. Des cartes ont été interpolées selon le même procédé décrit ci-dessus. La précision de ces cartes est d'environ 1,5 km<sup>2</sup>. Cette précision est actuellement insuffisante pour définir des courbes de réponses fiables par rapport aux facteurs du sol. La méthode d'échantillonnage pourrait être améliorée en appliquant des méthodes de géostatistique au mode de prélèvement (MATHERON, 1987; ROCK, 1988; ISAAKS & SRIVASTAVA, 1989).

Ces plans d'informations sont intégrés au SIG géologique-pédologique en cours d'élaboration à l'Unité de télédétection de la Faculté des sciences de l'Université de Genève (UTED-S).

### e. Discussion

Le modèle final ne tiendra compte que d'un nombre limité de facteurs. En effet, un nombre restreint de facteurs influencent la majorité de la composition végétale (AUSTIN & al., 1984). De plus, il faut éviter d'utiliser dans la modélisation des facteurs fortement corrélés (comme par exemple: altitude-température, exposition-irradiance, ...). Dans un premier temps, la carte de distribution potentielle sera extrapolée à partir des corrélations entre la présence d'espèces menacées et les facteurs abiotiques du milieu.

A partir de ces premières cartes, il s'agira d'estimer quel pourcentage de la distribution est expliqué uniquement par ces facteurs.

Pour ce faire, d'une part nous comparerons cette première carte de distribution potentielle avec une carte d'occupations des sols (OFS) afin d'écartier les stations potentielles irréalistes. D'autre part, nous irons sur le terrain afin de vérifier la présence des stations potentielles déterminées par le modèle. A ce niveau, la cartographie floristique du canton de Genève (THEURILLAT & SPICHIGER, 1989, 1990, 1993) constituera une aide précieuse. En effet, à partir de leurs relevés, effectués au km<sup>2</sup>, nous pourrions valider notre modèle en minimisant le temps alloué au travail de terrain.

Finalement, il s'agira d'identifier dans quelles mesures les contraintes anthropiques influencent (positivement ou négativement) la distribution des espèces menacées (fragmentation, taille des aires, hétérogénéité du milieu, ...).

Au terme de cette étude, on obtiendra une carte de distribution potentielle d'une espèce représentative, dans la plus large mesure possible, de la répartition réelle.

## f. Conclusion

Cette recherche a un caractère pluridisciplinaire évident, intégrant l'université et différents services fédéraux, cantonaux et municipaux. Elle ne pourra aboutir qu'avec la coopération des différents services concernés.

L'objectif général de cette étude est une meilleure compréhension de notre environnement et de son intégration dans un paysage anthropique. Pour ce faire, il est nécessaire de disposer d'un système puissant, capable de résoudre les problèmes qui se présentent lors de sa gestion.

Le produit fini sera une base de données dynamique et évolutive, qui pourra ultérieurement s'intégrer au SITG cantonal. Notre SIG servira de référence pour les travaux d'aménagements du territoire. Il constituera un outil précieux d'aide à la décision, notamment dans le cadre d'études d'impacts pour toutes les questions ayant trait à l'écologie végétale.

Finalement, la synthèse des informations botaniques, sur un territoire donné, est l'instrument idéal pour redéfinir des priorités de recherche. En effet, cette fédération des données mettra à jour les lacunes éventuelles de nos connaissances.

## REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier A. Guisan pour la relecture du manuscrit.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AUSTIN, M. P., R. B. CUNNINGHAM & P. M. FLEMING (1984). New approaches to direct gradient analysis using environmental scalars and statistical curve-fitting procedures. *Vegetatio* 55: 11-27.
- AUSTIN, M. P. (1987). Models for the analysis of species' response to environmental gradient. *Vegetatio* 69: 35-45.
- AUSTIN, M. P. & P. C. HEYLIGERS (1989). Vegetation survey design for conservation: gradsect sampling of forest in north-eastern New South Wales. *Biol. Conserv.* 50: 13-32.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1932). *Plant sociology. The studies of plant communities*. McGraw Hill Book Company. New-York.
- BROSCHE, M. R., C. A. JOHNSTON & R. J. NAIMAN (1989). Predicting beaver colony density in boreal landscapes. *J. Wildl. Managem.* 53: 929-934.
- BROWN, J. H. (1984). On the relationship between abundance and distribution of species. *Amer. Naturalist* 124: 255-279.
- BUSBY, J. R. (1991). BIOCLIM — A bioclimate analysis and prediction system. In: MARGULES, C. R. & M. P. AUSTIN (eds.), *Nature conservation: cost effective biological surveys and data analysis*: 64-68. CSIRO. Melbourne.
- CELARDIN, F., L. CHATENOUX & G. MEYLAN (1992). Réseau genevois d'observation du sol (GEOS). *Arch. Sci.* 45: 171-187.
- CHATENOUX, L., J. MUDESPACHER, F. CELARDIN & G. MEYLAN (1992). *Carte de la texture des sols cultivés du canton de Genève*. Laboratoire cantonal d'agronomie. Genève.

- CHOU, Y. H., R. A. MINNICH & R. A. CHASE (1993). Mapping probability of fire occurrence in San Jacinto mountains, California, USA. *Environmental Managem.* 17: 129-140.
- DAVIS, L. S. & L. I. DELAIN (1986). Linking wildlife-habitat analysis to forest planning with ECOSYM. In: VERNER, J., M. L. MORRISON & C. J. RALPH (eds.), *Wildlife 2000*: 361-370. The University of Wisconsin Press, Wisconsin.
- DAVIS, F. W., D. M. STOMS, J. E. ESTES, J. SCEPAN & J. M. SCOTT (1990). An information system approach to the preservation of biological diversity. *Int. J. Geogr. Inform. Syst.* 4: 55-78.
- ERNST, W. (1978). Discrepancy between ecological and physiological optima of plant species. A re-interpretation. *Oecol. Pl.* 13: 175-189.
- FRESCO, L. F. M. (1982). An analysis of species response curves and of competition from field data: some results from heath vegetation. *Vegetatio* 48: 175-185.
- ISAAKS, E. H. & R. M. SRIVASTAVA (1989). *Applied geostatistics*. Oxford Univ. Press, New-York.
- JENSEN, J. R., S. NARUMALANI, O. WEATHERBEE, K. S. MORRIS Jr. & H. E. MACKEY Jr. (1992). Predictive modeling of cattail and waterlily distribution in a South Carolina reservoir using GIS. *Photogramm. Eng. Remote Sens.* 58: 1561-1568.
- LANCIA, R. A., D. A. ADAMS & E. M. LUNK (1986). Temporal and spatial aspects of species-habitat models. In: VERNER, J., M. L. MORRISON & C. J. RALPH (eds.), *Wildlife 2000*: 177-182. The University of Wisconsin Press, Wisconsin.
- LANDOLT, L. (1991). *Plantes vasculaires menacées en Suisse: Listes rouges nationale et régionales*. OFEFP, Berne.
- LYON, J. G., J. T. HEINEN, R. A. MEAD & N. E. G. ROLLER (1987). Spatial data for modelling wildlife habitat. *J. Surv. Eng.* 113: 88-100.
- MATHERON, G. (ed.) (1987). *Geostatistical case studies*. Reidel, D. Dordrecht.
- ORMSBY, J. P. & R. S. LUNETTA (1987). Whitehail deer food availability maps from Thematic Mapper data. *Photogramm. Eng. Remote Sens.* 53: 1081-1085.
- PEREIRA, J. M. C. & R. M. ITAMI (1991). GIS-Based habitat modeling using logistic multiple regression: A study of the Mt. Graham Red Squirrel. *Photogramm. Eng. Remote Sens.* 57: 1475-1486.
- PRESS, S. J. (1989). *Bayesian statistics: principles, models, and applications*. Wiley, J., New-York.
- ROCK, N. M. S. (1988). *Numerical geology: a source guide, glossary and selective bibliography to geological uses of computers and statistics*. Springer, Berlin.
- TER BRAAK, C. J. & C. W. M. LOOMAN (1986). Weighted averaging, logistic regression and the Gaussian response model. *Vegetatio* 65: 3-11.
- TER BRAAK, C. J. & N. J. M. GREMMEN (1987). Ecological amplitudes of plant species and the internal consistency of Ellenberg's indicator values for moisture. *Vegetatio*. 69: 79-87.
- THEURILLAT, J.-P. & R. SPICHIGER (1989). Cartographie floristique du canton de Genève. *Saussurea* 20: 35-37.
- THEURILLAT, J.-P. & R. SPICHIGER (1990). Cartographie floristique du canton de Genève 2. *Saussurea* 21: 17-19.
- THEURILLAT, J.-P. & R. SPICHIGER (1993). Cartographie floristique du canton de Genève 3. *Saussurea* 24: 53-54.
- THEURILLAT, J.-P., B. VON ARX & E. CORBETTA (1990). Liste des plantes vasculaires du canton de Genève. *Saussurea* 21: 21-36.
- WYLER, N. (1994a). *Approches dans l'élaboration d'une liste de plantes menacées d'extinction, en vue de leur conservation. Dition: le canton de Genève*. Travail de diplôme, Université de Genève. (Non Publié).
- WYLER, N., B. VON ARX & R. SPICHIGER (1994b). Elaboration d'une liste d'espèces menacées d'extinction en vue de leur conservation. Dition: Le canton de Genève. *Saussurea* 25: 121-134.