

PAYSAGE et DIVERSITE FLORISTIQUE

Analyse du paysage genevois et diversité floristique
Le cas de la flore du canton de Genève (Suisse).

[Nicolas WYLER](#)

Travail effectué sous la direction du Professeur Rodolphe Spichiger et du Dr. Jean-Paul Theurillat, Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève ([fichier pdf 128 ko](#))

- [Résumé - Summary - Zusammenfassung](#)
- [Introduction](#)
- [Objectifs](#)
- [Perspectives](#) et [Conclusions](#)
- [Références bibliographiques](#)

RESUME

Ce travail vise à évaluer l'impact du paysage sur la répartition de la richesse spécifique de la flore à l'échelle d'une région sous forte influence anthropique. La zone d'étude est le canton de Genève (Suisse).

Dans un premier temps, nous avons précisé les concepts de diversité (richesse spécifique) et de paysage. Nous avons par la suite réalisé un Système d'Informations à Référence Spatiale (SIRS) qui regroupe ces deux types d'informations. Les données concernant la flore proviennent du projet de cartographie floristique du canton de Genève. Les données sur le paysage proviennent de l'Office Fédéral de la Topographie, du Système d'Informations du Territoire de Genève (SITG) et des Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève (CJBG). L'ensemble de ces données forme le Système d'Informations baptisé BIOLAND (BIODiversity & LANDscape). La résolution spatiale de ce travail est le kilomètre carré. Le but poursuivi est ensuite de pouvoir réaliser des modélisations à l'aide de ce jeu de données.

L'objectif est double:

- Identifier les paramètres clés du paysage qui conditionnent la répartition de la richesse floristique pour le canton de Genève. A l'aide de ces informations, il est possible de faire des propositions de gestion de l'environnement et d'aménagement du territoire, afin de conserver cette richesse.
- Dans ce but, trois séries de modélisations spécifiques ont été développées: (1) richesse spécifique totale, (2) richesse spécifique des espèces menacées et (3) richesse spécifique des espèces rares. Ces trois approches complémentaires permettent d'apporter des réponses adaptées à la gestion des espèces de ces différents groupes.

- Identifier les paramètres clés du paysage qui conditionnent la répartition de la richesse floristique à l'échelle de la partie ouest du plateau suisse. A l'aide de ces informations, il est possible de prédire des hot spots et donc des zones sensibles méritant conservation. En outre, nous avons pu proposer une méthode rapide d'inventaire de la richesse spécifique d'une région.
- Dans ce but, un modèle de prédiction de la richesse spécifique totale potentielle à l'échelle de la partie ouest du plateau suisse a été développé.

Les outils utilisés durant cette recherche allient les bases de données, les systèmes d'informations géographiques et les modèles statistiques. Concernant les modèles statistiques, nous avons utilisé les modèles généralisés additifs (GAM: Generalized Additive Model) qui sont une extension des modèles généralisés linéaires (GLM: Generalized Linear Model). Ces deux types de modèles font partie de la famille des modèles de régression. L'intégration de ces moyens est un des résultats de ce travail.

Les résultats obtenus sont:

- Une modélisation de la richesse spécifique totale qui permet d'identifier les variables paysagères ayant une influence sur la flore genevoise. Ces variables concernent:

- La surface d'échantillonnage;
- La végétation naturelle (pôle environnement naturel);
- L'hydrologie, la géomorphologie et la pédologie (pôle facteurs abiotiques);
- Les bâtiments hors-sol et les routes goudronnées (pôle facteurs anthropiques).

Le modèle explique 81.2 % de la déviance (variabilité) de la richesse floristique. Le facteur r de corrélation est de 0.90 entre les valeurs de la richesse spécifique réelles et modélisées.

- Une modélisation de la richesse spécifique des espèces menacées permettant de cerner les variables paysagères déterminantes. Les pôles identifiés dans ce modèle sont pratiquement équivalents à ceux du modèle pour la richesse spécifique totale. C'est au niveau du choix des variables explicatives dans le cadre de ces pôles que des différences interviennent:

- Un nouveau pôle intervient avec la zone agricole (pôle environnement transformé);
- L'hydrogéologie remplace l'hydrologie et la pédologie (pôle facteurs abiotiques).

Le modèle explique 76.5 % de la déviance de la richesse spécifique des espèces menacées, avec un facteur r de corrélation de 0.89 entre valeurs réelles et prédites.

- Une modélisation de la richesse spécifique des espèces rares permettant d'identifier les variables paysagères déterminantes. On retrouve les mêmes pôles d'influence que pour le modèle développé pour la richesse floristique totale.

Toutefois, à l'intérieur de ces pôles, le choix des variables paysagères est légèrement différent.

Le modèle explique 62.9 % de la déviance de la richesse spécifique des espèces rares, avec un facteur r de corrélation de 0.85 entre valeurs réelles et prédites.

- La réalisation d'un nouveau Système d'Informations à Référence Spatiale (SIRS) pour la modélisation de la richesse spécifique potentielle, à l'échelle de la partie ouest du plateau suisse. Ce SIRS comprend des données de l'Office Fédéral de la Topographie, qui couvrent l'ensemble de cette région. Le modèle a été calibré sur le canton de Genève, puis extrapolé à l'échelle du plateau ouest afin de prédire la richesse floristique potentielle totale. Le modèle retenu explique 73.8 % de la déviance de cette richesse. Le facteur r de corrélation entre les données réelles et prédites est dans ce cas de 0.86. Les hot spots potentiels de cette région ont pu être identifiés.

Une méthode a été développée pour évaluer le nombre de surfaces de relevé nécessaires afin d'atteindre un objectif cible en terme d'inventaire de la richesse floristique. Pour inventorier un pourcentage précis de la richesse spécifique totale d'une région, il est possible d'identifier les surfaces d'inventaire primaires à échantillonner.

Les données sur le paysage collectées dans le cadre de ce projet et intégrées dans le système d'informations BIOLAND (BIODiversity & LANDscape) ont donc permis le développement de modèles statistiques de prédiction de la richesse floristique pertinents et robustes.

Ce système d'informations BIOLAND synthétise l'état du paysage genevois pour la période 1990-2000. Sa pérennité permettra dans le futur des comparaisons concernant l'évolution du territoire genevois et de son influence sur la flore locale.

Mots clés: richesse spécifique, paysage, SIG, modèle GAM, conservation, échantillonnage.

SUMMARY

This study aims to evaluate the impact of the landscape on the distribution of flora species richness on a regional scale under heavy anthropogenic influence. The zone studied was the canton of Geneva (Switzerland).

First of all, the concepts of diversity (species richness) and landscape were defined. A geographical information system (GIS) regrouping this information was then conceived. The floristic data come from the mapping project for the canton of Geneva. The landscape data come from the Swiss Federal Office of Topography (Office Fédéral de la Topographie, OFT), from the Geneva Territorial Information System (Système d'Informations du Territoire de Genève, SITG) and from the

Geneva Conservatory and Botanical Garden (Conservatoire et Jardin botaniques, CJB). All of these data form the BIOLAND Information System (BIODiversity and LANDscape). The spatial resolution of this study is one square kilometre. The aim is then to be able to perform out modelisations using this data set.

The aim is twofold:

- To identify the key parameters which determine the distribution of species richness for the Geneva canton. Using this information, it is possible to make suggestions for the management of the environment and regional planning, so as to conserve the richness of the flora.

In order to do this, three series of specific modelisations were developed: (1) total species richness, (2) species richness in endangered species and (3) species richness in rare species. These three complementary approaches allow the obtention of solutions adapted to the management of the corresponding species' groups.

- To identify the key parameters of the landscape which determine the distribution of floristic richness on the scale of the western part of the Swiss plateau. Using this information, it is possible to predict hot spots and through this, sensitive zones which need to be conserved. Furthermore, it was possible to propose a rapid method of inventory of the species richness of a region.

To achieve this, a model for the prediction of the total potential species richness on the scale of the western part of the Swiss plateau was developed.

The tools used during this research include databases, Geographic Information Systems (GIS) and statistical models. We used Generalised Additive Models (GAM) which are an extension of Generalised Linear Models (GLM). These two types of statistical models belong to the group of regression models. The integration of these tools is one of the results of this study.

The results obtained are:

- A modelisation of the total species richness, which allows the identification of the landscape variables influencing Genevan flora. These variables concern:

- The survey area;
- The natural vegetation (natural environment factors);
- Hydrology, geomorphology and pedology (abiotic factors);
- Ground buildings and tarred roads (anthropogenic factors).

The model explains 81.2 % of the variability (deviation) of the floristic richness. The correlation factor r between the values of the measured and predicted species richness is 0.90.

- A modelisation of endangered species richness which highlight the leading landscape variables. The factors identified in this model are almost the same as

those of the model for the total species richness. It is in the choice of explicative variables in the context of these factors that differences emerge:

- A new factor occur with the agricultural zone (transformed environment factor);
- The hydrogeology replaces the hydroly and pedology (abiotic factors).

The model explains 76.5 % of the deviation of the endangered species richness, with a correlation factor r of 0.89 between measured and predicted values.

- A modelisation of the species richness in rare species which allows the identification of the leading landscape variables. The same factors of influence as those for the model of the total species richness were found. However, within these factors, the choice of landscape variables is slightly different.

The model explains 62.9 % of the variability (deviation) of the species richness in the rare species; with a correlation factor r of 0.85 between measured and predicted values.

- For the modelisation on the scale of the Western part of the Swiss plateau, a new geographic information system was created, containing the data of the Swiss Federal Office of Topography, which cover the whole region. The model was calibrated on the canton of Geneva, then extrapolated to the scale of the Western plateau in order to predict the total potential floristic richness. The adopted model explained 73.8 % of the deviation of this richness. In this case, the correlation factor r between the mesured and predicted data is 0.86. The potential hot spots of this region were identified.

A method was developed to evaluate the minimum number of surveyed surfaces necessary to obtain a target value in terms of inventory of floristic richness. For example, to reach 80 % of the species richness of a region, it is possible to identify the main inventory surfaces.

The landscape data collected in the framework of this project and integrated in the BIOLAND (BIODiversity & LANDscape) information system allowed the development of pertinent and solid statistical prediction models for floristic richness.

The BIOLAND information system synthesised the state of the Genevan landscape for the 1990-2000 decade. In the future, its use will allow comparisons regarding the evolution of the Genevan territory and its influence on local flora over time.

Keywords: species richness, landscape, GIS, GAM model, conservation, sampling effort.

ZUSAMMENFASSUNG

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Beurteilung der Auswirkungen der Landschaftsstruktur auf die Verteilung des floristischen Artenreichtums des Kantons Genf (Schweiz), eine Region die starken anthropogenen Einflüssen ausgesetzt ist.

In einem ersten Schritt wurden die Konzepte der Diversität (Artenreichtum) und der Landschaft präzisiert. Anschliessend wurde ein Geographisches Informationssystem (GIS) realisiert, welches diese Informationen miteinander vereint. Die Daten bezüglich Flora wurden vom Projekt der floristischen Kartierung des Kantons Genf zur Verfügung gestellt. Die Landschaftsdaten stammen vom Bundesamt für Landestopographie, von den Conservatoire et Jardin botaniques und aus dem Raum-informations-system des Kantons Genf (SITG). Vereint bilden diese Daten das Informationssystem BIOLAND (BIOdiversity & LANDscape). Der Zweck dieses Vorgehens ist die Möglichkeit der Durchführung von Modellierungen mittels dieses Datensatzes.

Die Zielsetzung ist zweifacher Natur:

- Identifizieren der landschaftlichen Schlüsselparameter, welche die Verteilung des floristischen Reichtums im Kanton Genf bestimmen. Mit Hilfe dieser Informationen ist es möglich, Vorschläge in den Bereichen Umweltmanagement und Raumplanung zu machen, um so den Reichtum dieser Flora erhalten zu können.

Zu diesem Zweck wurden drei Serien spezifischer Modellierungen entwickelt: (1) Gesamter Artenreichtum, (2) Reichtum bedrohter Arten, (3) Reichtum seltener Arten. Diese drei sich ergänzenden Ansätze erlauben die Erarbeitung angepasster Antworten auf Fragen des Umgangs mit Arten dieser verschiedenen Gruppen.

- Identifizieren der landschaftlichen Schlüsselparameter, welche die Verteilung des floristischen Reichtums im westlichen Schweizer Mittelland bestimmen. Mit Hilfe dieser Informationen ist es möglich "hot spots" und damit potentiell schutzwürdige Gebiete auszuscheiden. Darüber hinaus war es möglich, eine rasche Inventarisierungsmethode des Artenreichtums einer Region aufzustellen.

Zu diesem Zweck wurde ein Vorhersagemodell für den potentiellen gesamten Artenreichtum des westlichen Schweizer Mittellands entwickelt.

Während dieser Forschungsarbeit verwendete Werkzeuge beinhalten Datenbanken, Geographische Informationssysteme und statistische Modelle. Es wurden generalisierte additive Modelle (GAM: Generalized Additive Model) verwendet, die eine Erweiterung der generalisierten linearen Modelle darstellen (GLM: Generalized Linear Model). Diese zwei Typen statistischer Modelle sind Teil der Familie der Regressionsmodelle. Die Zusammenführung dieser Mittel ist eines der Resultate dieser Arbeit.

Folgende Resultate wurden erarbeitet:

- Eine Modellierung des gesamten Artenreichtums, welche die Identifikation derjenigen Landschaftsvariablen erlaubt, die einen Einfluss auf die Genfer Flora haben. Diese Variablen betreffen:

- die Erhebungsfläche;
- die natürliche Vegetation (Pol natürliche Umwelt);
- den Wasserhaushalt, die Geomorphologie und den Boden (Pol abiotische Faktoren);
- die Oberflächenbauten und geteerten Strassen (Pol anthropogene Faktoren).
- Das Modell erklärt 81.2 % der Variabilität des floristischen Reichtums, mit einer Korrelation von $r = 0.90$ zwischen realem und modelliertem Reichtum.

- Eine Modellierung des Reichtums an gefährdeten Arten, welche die Erfassung der bestimmenden Landschaftsvariablen erlaubt. Die für dieses Modell bestimmten Pole sind praktisch dieselben wie für das Modell des gesamten Artenreichtums. Nur bei der Wahl der erklärenden Variablen der einzelnen Pole gibt es Unterschiede:

- die Landwirtschaftszone bildet einen neuen Pol (Pol veränderte Umwelt);
- der Wasserhaushalt ersetzt den Boden (Pol abiotische Faktoren).

Das Modell erklärt 76.5 % der Variabilität des Reichtums an gefährdeten Arten, mit einer Korrelation von $r = 0.89$ zwischen realen und modellierten Werten.

- Eine Modellierung des Reichtums an seltenen Arten, welche die Erfassung der bestimmenden Landschaftsvariablen erlaubt. Man findet dieselben Pole wieder, wie für das Modell des gesamten Artenreichtums. Die Wahl der Landschaftsvariablen innerhalb der Pole ist jedoch leicht unterschiedlich. Das Modell erklärt 62.9 % der Variabilität des Reichtums an seltenen Arten, mit einer Korrelation von $r = 0.85$ zwischen realen und modellierten Werten.

- Für die Modellierung auf Ebene des westlichen Schweizer Mittellandes wurde ein neues geographisches Informationssystem erarbeitet. Dieses stützt sich auf die Daten des Bundesamtes für Landestopographie, welche die gesamte Region abdecken. Das Modell wurde auf den Kanton Genf kalibriert und dann auf das westliche Mittelland extrapoliert, um so den potentiellen gesamten floristischen Reichtum vorhersagen zu können. Das ausgewählte Modell erklärt 73.8 % dieses Reichtums. Es besteht in diesem Fall eine Korrelation von $r = 0.86$ zwischen realen und vorhergesagten Werten. Ausserdem konnten die potentielle "hot spots" dieser Region bestimmt werden.

Es wurde zudem eine Methode für die Bestimmung der für floristische Inventare notwendigen Anzahl Aufnahmeflächen entwickelt. Um zum Beispiel 80 % des gesamten Artenreichtums einer Region zu erfassen, können entsprechend die wesentlichen Aufnahmeflächen bestimmt werden.

Die im Rahmen dieses Projektes zusammengetragenen und ins Informationssystem BIOLAND (BIOdiversity & LANDscape) integrierten Landschaftsdaten erlaubten somit die Entwicklung zutreffender und robuster statistischer Vorhersagemodelle für den floristischen Reichtum.

Das Informationssystem BIOLAND fasst den Zustand der Genfer Landschaft für die Periode 1990-2000 zusammen. Dies ermöglicht zukünftige Vergleiche betreffend der Entwicklung des Genfer Kantonsgebiets und deren Einfluss auf die lokale Flora.

Schlüsselwörter: Artenreichtum, Landschaft, GIS, GAM-Modelle, Artenschutz, Datenerhebung.

INTRODUCTION

A travers son intérêt traditionnel pour les sciences naturelles, la communauté scientifique de Genève a acquis beaucoup de collections de nature faunistique ou floristique. L'intérêt concernant la biodiversité - à l'échelle locale comme régionale - est encore très présent (AESCHIMANN et BOCQUET, 1982; AESCHIMANN et al., 1984; THEURILLAT et MATTHEY, 1987; ROGUET, 1990; ROGUET et al., 1995; MESSERLI, 2001). Toutefois, la plupart des publications concernant la flore locale sont des études descriptives. Peu d'analyses quantitatives et qualitatives ont été réalisées malgré la quantité et la qualité des données floristiques disponibles.

Actuellement, un des axes de recherche en écologie botanique consiste à modéliser et à comprendre les caractéristiques environnementales qui conditionnent la distribution d'une espèce particulière (WALKER, 1990; PEREIRA et ITAMI, 1991; JENSEN et al., 1992; HUISMAN et al., 1993; CAREY et BROWN, 1994; AUSTIN et al., 1996; SPERDUTO et CONGALTON, 1996; GUI SAN, 1997; FRANKLIN, 1998; GUI SAN et al., 1998; LEHMANN, 1998; MANEL et al., 1999; FERRIER et al., 2002b; GUI SAN et HOFER, 2003) ou d'un groupe d'espèces (communautés; KIENAST et al., 1991; PALMER et VAN STADEN, 1992; BRZEZIECKI et al., 1993; LENIHAN, 1993; BROWN, 1994b; BRZEZIECKI et al., 1995; LEATHWICK, 1995; RIJT VAN DE et al., 1996; CHEN et al., 1997; BIO et al., 1998; ZIMMERMANN et KIENAST, 1999; FERRIER et al., 2002a). Par la suite, plusieurs études se sont intéressées à la distribution et la modélisation de la richesse spécifique (HEIKKINEN et NEUVONEN, 1997; WOHLGEMUTH, 1998), voire de la diversité spécifique (ASPINALL et al., 1996; JONES et al., 1997; LAUVER, 1997; MURIUKI et al., 1997; IVERSON et PRASAD, 1998). Ces études intègrent des modèles prédictifs dans des Systèmes d'Informations Géographiques (SIG). Le couplage de ces deux outils constitue un développement récent de la recherche en écologie végétale et il permet de résoudre correctement l'aspect spatial de la prédiction. Toutefois, cette notion de prédiction implique également une dimension temporelle encore mal résolue dans les modèles actuels. En effet, cette notion ne peut être correctement abordée que grâce à des modèles dynamiques basés sur les mécanismes. Malheureusement, les connaissances théoriques, ainsi que les méthodes disponibles sont insuffisantes pour permettre de résoudre correctement ces questions de prédictions temporelles (LEHMANN, 1997). Par conséquent, la majorité des modèles développés sont dits statiques, car ils prédisent la distribution spatiale d'une entité écologique à un temps T . Jusqu'ici, la plupart de ces études concernaient des zones naturelles ou des réserves, c'est-à-dire des milieux sous faible influence humaine directe. Plus récemment, des modèles ont été développés pour des zones anthropisées (FINDLAY et HOULAHAN, 1997; SKOV, 1997; ZIMMERMANN et KIENAST, 1999). Le présent travail se place directement dans la continuité de ces recherches. En effet, la région de Genève subit une forte pression humaine. Dans ce travail, nous allons donc essayer d'identifier les facteurs influençant la distribution de toutes les espèces d'un cortège floristique donné (richesse spécifique). En d'autres termes, il

s'agit de mettre en évidence l'influence du paysage sur la distribution de la richesse floristique.

Les données botaniques collectées dans le cadre du projet de cartographie floristique du canton de Genève montrent un fort potentiel de diversité floristique pour cette région, avec plus de 1'200 espèces de plantes vasculaires pour 244 kilomètres carrés, ce qui représente plus de la moitié de la flore suisse (THEURILLAT et al., 1990; THEURILLAT et LATOUR, 1995). En outre, plus de 50% de cette flore appartient aux catégories des espèces menacées (WYLER et al., 1994). Toutefois, cette richesse n'est pas répartie de façon homogène. A côté de hot spots bien connus, des espèces menacées et/ou rares se retrouvent dans des endroits sous forte influence humaine. Actuellement, la pression croissante sur l'utilisation du sol exercée par 400'000 habitants, ainsi que la rapide densification de l'urbanisation, dans et en dehors du territoire genevois, laissent à penser que, à cette échelle, cette diversité peut fortement diminuer dans un futur proche, également dans les hot spots (THEURILLAT et ROCH, 1989; SEIDL, 2003).

Il est généralement admis que les facteurs écologiques, structurels, historiques - ou une combinaison de ces facteurs - sont les principaux déterminants pour la présence d'un groupe d'espèces donné à un endroit précis. Certaines combinaisons n'étant pas toujours présentes, la composition en espèces peut alors varier. Ceci explique que des sites de haute diversité et/ou comportant des espèces menacées ou rares pour un groupe systématique connu peuvent être de peu d'intérêt pour un autre groupe - bien que la controverse soit toujours d'actualité (PRENDERGAST et al., 1993; CURNUTT et al., 1994; DUELLI, 1997; KERR, 1997; TARDIF et DESGRANGES, 1998; TROUMBIS et DIMITRAKOPOULOS, 1998; GASTON, 2000; MYERS et al., 2000; EELEY et al., 2001; GONSETH, 2002; VESSBY et al., 2002; DAUBER et al., 2003).

Plusieurs facteurs conditionnant la présence d'une espèce sont des paramètres importants au niveau du paysage (HAINES-YOUNG et CHOPPING, 1996; STOHLGREN et al., 1997). C'est pourquoi, les caractéristiques du paysage doivent être des paramètres clés à considérer lors de l'analyse de la diversité et/ou de la richesse.

OBJECTIFS ET ORGANISATION DU TRAVAIL

L'objectif principal de cette recherche est d'évaluer l'impact du paysage sur la distribution spatiale de la richesse spécifique pour la flore du canton de Genève. Le deuxième objectif est d'aborder la structure taxonomique de cette richesse spécifique. Les objectifs sont par conséquent de trois niveaux:

1. Aborder les concepts théoriques de **diversité** (richesse) et de **paysage**, ainsi que les relations qui les lient à travers une recherche bibliographique;
2. Identifier les paramètres clés du paysage qui expliquent le mieux statistiquement la distribution de la richesse spécifique. Le but poursuivi est de développer un modèle prédictif. En déduire les paramètres écologiquement significatifs pour proposer des mesures de gestion de l'environnement et/ou d'aménagement du territoire s.l.;

3. Identifier les niveaux taxonomiques supérieurs (genres et familles) qui pourraient constituer un substitut à la connaissance exhaustive de la flore.

Dans ce but, les objectifs secondaires suivants ont été visés:

- Elaborer un système d'informations sur la flore genevoise. Les données floristiques, plus de 100'000, ont été complétées par des données sur les taxons (> 50'000) afin de pouvoir affiner les analyses;
- Créer un système d'informations sur le paysage (plus de 130'000 données) nécessitant l'intégration de données qualifiant l'environnement au sens large. Ces données sont produites par les spécialistes métiers issus d'horizons variés. Un important travail de synthèse et d'harmonisation a donc été nécessaire. Nous avons essayé d'aborder tous les compartiments de l'environnement, sans choix de variables significatives a priori;
- Analyser statistiquement ces données et isoler les variables paysagères pertinentes. Choisir les modèles prédictifs et explicatifs les mieux adaptés aux objectifs principaux cités;
- Prédire, à l'échelle du plateau ouest suisse, la richesse spécifique potentielle, en se basant sur le modèle de répartition calibré sur le canton de Genève;
- Proposer des méthodes d'échantillonnage rapides de la richesse floristique d'une région: (a) une méthode spatiale et (b) une méthode taxonomique. Le but est de minimaliser les coûts du travail de terrain en ciblant les lieux de relevés. Nous avons l'avantage de pouvoir comparer ces méthodes avec la méthode classique du relevé exhaustif.

CONCLUSIONS

Dans le cadre de notre étude relative à l'influence des diverses composantes du paysage sur la richesse spécifique de la flore, nous avons pu réaliser un Système d'Informations adapté au traitement de cette problématique. Nous avons cherché à qualifier et quantifier le paysage genevois à travers des attributs portant essentiellement sur sa structure et sa composition. Nous avons développé plusieurs modèles de prédiction de la répartition de la richesse spécifique avec des outils statistiques GAM. Finalement, différentes stratégies d'échantillonnage de la richesse spécifique ont pu être proposées.

- L'originalité de ce travail, ainsi que ses principaux résultats sont: L'intégration des Bases de données, des Systèmes d'Informations Géographiques et des outils d'analyses statistiques tel que les GAM.
- La création d'un Système d'Informations à Référence Spatiale du paysage genevois intégrant 18 compartiments caractérisant le territoire, avec plus de 400 variables explicatives prospectées.
- L'identification des paramètres clés qui influencent la répartition de la richesse spécifique totale, la richesse en espèces menacées et la richesse en espèces rares dans un environnement sous forte influence anthropique.
- La prédiction de la répartition de la richesse spécifique totale pour la partie ouest du plateau suisse.

- La mise en évidence des zones potentielles de haute diversité du plateau ouest suisse par l'élaboration d'une méthode d'échantillonnage dirigée.
- La réalisation d'un modèle de prédiction de la richesse spécifique totale à l'aide d'un nombre limité d'espèces appartenant à des genres et des familles précis.

Les modélisations de la richesse spécifique ont permis d'identifier les principaux pôles qui conditionnent sa répartition. Ceux-ci sont constants à travers les différents modèles et concernent les facteurs anthropiques, les facteurs abiotiques et l'environnement naturel. A l'intérieur de ces pôles, le choix des variables explicatives diffère légèrement en fonction du groupe d'espèces modélisé. Les constantes sont:

- Une relation aire/espèces relativement constante à travers les modélisations, avec un seuil situé vers 20 ha. Ce phénomène existe donc même dans un environnement subissant de fortes pressions et sous haute influence anthropique.
- Un impact négatif des infrastructures anthropiques. L'emprise des bâtiments hors-sol et des routes goudronnées sur le territoire est un des facteurs limitant de la répartition de la richesse floristique. Ce fait est d'autant plus marqué sur le territoire genevois, qui est sous forte pression humaine, avec un peu plus de 400'000 habitants pour une superficie de 244 km².
- Une influence positive de la végétation naturelle par l'intermédiaire de différents paramètres: non seulement la richesse en végétation naturelle a une importance, mais également le nombre de sites, le nombre d'îlots, ainsi que des notions de distance à la végétation naturelle interviennent dans les modèles. Ces îlots de végétation naturelle sont fortement fragmentés et fonctionnent comme centres de dissémination des espèces (RST et RS des espèces menacées; toutefois, ce n'est pas le cas pour la RS des espèces rares).
- L'importance de la topographie dans la caractérisation du paysage. Les trois paramètres principaux caractérisant la topographie (altitude, pente, exposition) rentrent dans la composition des différents modèles. En outre, la géomorphologie, qui est un indice composite, intervient également. En effet, les unités paysagères définies selon la géomorphologie (homogènes en terme de pente et d'exposition) interviennent dans deux modèles (RST et RS des espèces rares).

Les modèles ainsi produits ont permis une identification des principaux facteurs paysagers qui influencent la flore sauvage, tout en tenant compte des limitations des modèles statistiques mentionnées quant aux liens corrélations/causalités. Par conséquent, des recommandations quant à la gestion de cette flore et sa conservation peuvent être proposées. Par rapport aux hypothèses avancées, les conclusions suivantes ont pu être formulées:

- Le paysage, au niveau de sa structure et de sa composition, est un facteur déterminant de la répartition de la richesse floristique. Les indices dérivés sont, par conséquent, des indicateurs fiables de cette distribution. Ils permettent en outre d'identifier et de localiser les zones de haute richesse (*hot spots*).

- Les variables des pôles *environnement naturel et facteurs abiotiques* sont bien des facteurs ayant des influences positives sur la richesse spécifique. Contrairement à l'hypothèse de base, les variables du pôle *environnement transformé* conditionnent la richesse, même si leur contribution reste faible. Les variables du pôle *infrastructures anthropiques* interviennent néanmoins de façon marquée, mais de manière indirecte, par le biais de son emprise physique sur le territoire.
- Comme prévu, l'hétérogénéité de l'occupation du sol et de la géomorphologie a un impact positif sur la flore (cas particulier pour la RS des espèces rares). L'effet de la fragmentation demande le développement d'indices plus spécifiques afin de préciser son impact sur la richesse.

Le modèle pour les espèces menacées (selon les catégories UICN; LANDOLT, 1991) a permis d'identifier les paramètres spécifiques qui conditionnent la répartition de ce groupe particulier d'espèces. L'analyse de la différence des paramètres explicatifs retenus entre ce modèle et celui de la richesse spécifique totale permet de mieux cerner la problématique propre à la gestion de ces espèces. Pour ce modèle, les hypothèses testées permettent de tirer la conclusion suivante:

- Pour les espèces menacées, l'impact des variables du pôle *infrastructures anthropiques* est effectivement plus marqué que dans le cas précédent. Par contre, les variables des pôles *environnement transformé* et *influences humaines* n'interviennent, respectivement, que très faiblement, ou même pas du tout. Par ailleurs, les variables du pôle *facteurs abiotiques* conservent leur influence sur la richesse des espèces menacées.

Le modèle sur les espèces rares nous a éclairé sur la biologie particulière de ce groupe, avec un pattern de répartition qui diffère sensiblement des précédents. Ce groupe nécessite un effort spécifique afin de compléter la connaissance de son fonctionnement. Pour ce modèle, les hypothèses testées permettent de tirer la conclusion suivante:

- Pour ce groupe d'espèces, ce sont les facteurs des pôles *environnement naturel et facteurs abiotiques* qui ont un fort impact sur la richesse de ce groupe. L'impact du facteur humidité est particulièrement marqué. Les variables du pôle *infrastructures anthropiques* n'interviennent que de manière faible; alors que l'impact des variables du pôle *influences humaines* est nul. Ces conclusions sont en opposition avec les hypothèses formulées et montrent bien la distinction nécessaire qu'il faut faire entre les espèces menacées d'une part et les espèces rares d'autre part. En effet, ce dernier groupe possède une écologie particulière, qu'il serait intéressant de préciser; ceci dans la perspective de mieux formaliser une politique de conservation de ces espèces, particulièrement vulnérables dans un environnement sous fortes contraintes anthropiques.

Le modèle de distribution de la richesse spécifique pour la partie ouest du plateau suisse a permis de prédire les zones potentielles de haute richesse (hot spots). Néanmoins, il faut garder à l'esprit que l'absence des relevés de terrain représentatifs de cette zone, et réalisés à la même résolution, hypothèque la validation finale de ce modèle. Cette capacité de prédiction, bien que limitée

géographiquement et environnementalement, peut être utile pour des zones faiblement prospectées. L'objectif est de cibler les zones préférentielles d'échantillonnage afin d'inventorier rapidement la richesse spécifique d'une région. La seconde application de cette prédiction pourrait être l'identification préliminaire des zones de haute richesse spécifique pour la conservation des espèces, dans l'optique de la création d'un réseau de réserves naturelles.

Le modèle de distribution de la RST permet de sélectionner des surfaces d'échantillonnage préférentielles (échantillonnage dirigé). Cela peut réduire sensiblement les coûts d'investissement pour l'inventaire de la richesse spécifique. Cette méthode peut être appliquée sur des zones floristiquement moins connues. Le relevé de 3.6 % des carrés kilométriques suffisent pour connaître 80 % de la richesse spécifique du canton de Genève avec la méthode de sélection optimale a posteriori. Ce pourcentage s'élève à 8.3 % selon la méthode de sélection dirigée, alors qu'il se monte à 24.8 % pour des relevés selon la méthode de sélection aléatoire. L'approche par la prédiction de la richesse spécifique permet d'économiser jusqu'à 38 % du temps pour le cas précis du projet de cartographie floristique du canton de Genève. Il faut néanmoins garder à l'esprit que le résultat obtenu se limite à une liste d'espèces et ne saurait produire une cartographie de la répartition de ces taxons.

Finalement, l'approche par les niveaux taxonomiques supérieurs (genre et famille) permet de cibler un échantillonnage rapide de la richesse spécifique totale en identifiant les genres et les familles indicateurs de la RST, ceci en restant dans une région ayant une enveloppe environnementale similaire.

L'échelle de résolution du kilomètre carré est très bien adaptée à la problématique choisie. En effet, l'étude de la répartition de la richesse est un phénomène fortement dépendant de l'échelle. Le choix (bien qu'imposé par la donnée floristique) est parfaitement adapté à l'étude de l'influence des paramètres paysagers. A plus grande échelle, les interactions biotiques comme la compétition, la prédation ou la productivité interviennent, alors qu'à plus petite échelle la richesse spécifique semble plus touchée par l'impact de la productivité abiotique et les facteurs énergétiques (altitude, température, latitude, ...).

Le principal inconvénient de la méthode utilisée est essentiellement lié aux limitations propres des modèles statistiques exploités. En effet, si les qualités prédictives des modèles GAM peuvent être quantifiées, il en va tout autrement de leurs qualités inférentielles. La mise en évidence de corrélations ne saurait garantir l'existence de causalité entre la variable explicative et la variable dépendante. Cette limitation, bien que triviale, laisse la porte ouverte à d'autres interprétations des liens de cause à effet mis en évidence dans le cadre de cette recherche. Par ailleurs, la propriété des modèles GAM consistant à être pilotés par les données (indépendance par rapport à une forme de courbe de réponse pré-établie) implique (1) un bon échantillonnage des gradients constituant les variables explicatives et (2) une limite pour les applications d'un modèle calibré sur une zone à des régions ayant les mêmes conditions environnementales pour les gradients retenus.

Comme déjà mentionné, nous avons voulu modéliser l'ensemble des surfaces d'échantillonnage, et ce malgré une grande hétérogénéité au niveau des surfaces

inventoriées. Il aurait été plus pertinent d'élaborer des modèles s'affranchissant de cette hétérogénéité en supprimant les mailles ayant une superficie inférieure à 20 ha. De tels modèles devront être préférentiellement développés à l'avenir.

Finalement, le traitement distinct des couches d'informations a également constitué un inconvénient. La synthèse de ces différentes couches dans une carte d'occupation du sol aurait permis d'analyser les interactions entre les différents éléments du paysage et d'intégrer des variables liées aux processus et aux fonctions assumés par ces éléments. La réalisation d'une couche zone construite, qui rassemble les informations sur les bâtiments hors-sol et les routes goudronnées, est une première tentative dans ce sens, qui a montré ses potentialités.

L'approche par le paysage est une méthodologie tout à fait adaptée pour le traitement des problématiques liées à la richesse floristique. Dans notre recherche, nous nous sommes limités à l'analyse des paramètres du paysage et non à une approche par l'écologie du paysage et sa méthode intégrative. En effet, si cette dernière est bien adaptée pour les études se limitant à un nombre restreint de variables (ou un nombre limité de compartiments), il en est tout autrement lorsqu'il s'agit d'intégrer la complexité caractérisant un paysage sous forte influence anthropique. L'hétérogénéité spatiale et la mosaïque complexe du territoire genevois rendent hypothétique un tel développement. A notre connaissance, aucune étude n'a à ce jour réalisé une telle intégration. De toute manière, une application de l'écologie du paysage, à une entité complexe comme le canton de Genève, ne peut s'envisager sans une étude préliminaire, et ne peut donc se faire qu'en aval d'une approche par les paramètres paysagers telle que présentée ici.

L'approche développée est bien adaptée pour des problématiques de gestion de l'environnement et d'aménagement du territoire concernant spécifiquement la flore, et ce particulièrement pour des zones sous forte emprise anthropique, comme le plateau suisse. Par contre, elle est moins pertinente pour des aspects liés à l'écologie et/ou la biologie des espèces. Pour cela, des variables explicatives concernant les principaux traits des espèces sont nécessaires (modes de pollinisation, groupes écologiques, types de dissémination, facteurs écologiques, biologie de l'espèce, compétition, etc.). L'échelle, ainsi que la résolution de l'étude, ciblent l'application de la méthode à des problématiques d'aménagement du territoire au sens large et pour des projets à large échelle.

L'approche par les espèces n'intègre qu'une partie de la diversité (ou bio-diversité). Notre approche n'apporte donc un éclairage que dans le cadre restreint défini et ne peut être considérée comme une réponse à la problématique complexe de la conservation et de la gestion de la bio-diversité en général.

PERSPECTIVES

Le projet de cartographie floristique a fourni un inventaire quasi exhaustif de la flore du canton de Genève. Ce jeu de données est d'excellente qualité et permet d'envisager encore de nombreux sujets de recherche, assurant sa mise en valeur. LATOUR (2003) a fait une analyse très détaillée du point de vue floristique de ces

données. Pour notre part, nous avons traité certains aspects liés à la richesse spécifique à l'échelle d'un territoire de faible superficie et sous forte influence anthropique.

Les principales améliorations que nous pourrions apporter à la démarche présentée sont:

- **Une meilleure prise en compte des facteurs historiques devant permettre de dépasser la limitation des modèles statistiques statiques.** L'intégration de données historiques pose un certain nombre de problèmes. Outre la disponibilité des documents, la saisie informatique est parfois rendue difficile par l'état des documents, mais également par le manque de méta-informations les concernant. Toutefois, DANIEL (2003) a numérisé la carte de modification de la végétation du canton de Genève réalisée en 1976 par HAINARD-CURCHOD. Cette carte est une étude diachronique de photographies aériennes prises entre 1937 et 1972. Elle donne des indications sur les forêts, les bois, les haies et les arbres apparus, conservés et disparus entre ces deux dates. Ce type d'informations pourrait être considéré lors de la modélisation de la RST.
- **L'intégration de données structurelles sur la végétation comme variable explicative.** En effet, on peut supposer qu'une végétation structurée de manière diversifiée pourrait abriter un plus grand nombre d'espèces. Pour ce faire, nous avons la chance de disposer d'un Modèle Numérique de Hauteur (MNH). Il est réalisé en soustrayant le Modèle Numérique d'Altitude (MNA qui donne l'altitude du sol) du Modèle Numérique de Terrain (MNT qui donne la hauteur de ce qui se trouve sur le sol: végétation, bâtiments, ...). Ce MNH permettrait de calculer la hauteur des différentes formations végétales (naturelles et/ou cultivées) et de calculer un indice de structure (FUJITA et al., 2003).
- **Un test plus systématique des combinaisons de variables explicatives dans le modèle GAM.** En effet, la limitation technique actuelle (soft- et hardware) à 25 variables impose un gros travail de prospection qui pourrait sans doute être automatisé par le biais de la programmation. L'utilisation d'une Analyse en Composantes Principales (ACP) permettrait également d'explorer la structuration des différents plans d'information.
- **L'intégration des données VECTOR 25 de l'Office Fédéral de la Topographie (OFT).** Cet office est en train de numériser les cartes topographiques au 1:25'000 ième pour produire des couches vecteurs des différentes informations qui se trouvent sur ces documents très riches. Ainsi, des données plus précises et homogènes seront prochainement disponibles pour l'ensemble de la Suisse. L'intégration de ces données devrait permettre d'améliorer le modèle prédictif sur la partie ouest du plateau suisse.
- **L'intégration d'une carte d'occupation du sol.** La réalisation d'une telle couche d'informations devrait permettre d'accélérer les processus d'analyse. Actuellement, chaque classe est traitée individuellement, ce qui augmente le temps de traitement et qui ne permet pas de prendre en compte les interactions entre les différents types d'occupation du sol, et notamment l'hétérogénéité spatiale.

Outre ces améliorations ponctuelles, spécifiques à la présente recherche, il est possible d'envisager d'autres problématiques à traiter à l'aide de ce jeu de données sur le paysage et la flore du canton de Genève. Ces sujets de recherche sont, à titre d'exemple:

- **Analyser spécifiquement l'influence de la fragmentation sur la richesse spécifique. Une faible fragmentation doit avoir un effet positif sur la richesse spécifique.** Puis, dépassé un certain seuil, qui reste à déterminer, cette influence doit être négative (hypothèse du taux intermédiaire de perturbations). L'analyse doit se faire pôle par pôle afin d'isoler les facteurs déterminants. En outre, une analyse de la taille des fragments est intéressante. Il s'agit d'identifier les interactions entre taille et indice de fragmentation. Plus les fragments créés sont de faible superficie, plus l'influence négative sur la richesse spécifique devrait être marquée.
- **Analyser les corrélations entre la diversité b et la diversité a.** Est-ce que la richesse des milieux (ou le long d'un gradient environnemental) et la richesse spécifique sont positivement corrélées? Quelles sont également les différences de diversité entre les paysages déterminés. Dans ce contexte, on s'attend à ce que les influences des pôles *environnement naturel* et *facteurs abiotiques* soient plus marquées que celle du pôle *environnement transformé*.
- **Modéliser les espèces menacées par statut UICN.** Dans ce cas, il s'agit de distinguer les différentes catégories de menace et de modéliser séparément la richesse spécifique de ces groupes. Certaines catégories UICN sont peut-être mieux modélisables que d'autres. Le but est de pouvoir en tirer des conclusions applicables pour la gestion et/ou la conservation de ces espèces. Il serait intéressant d'analyser plus en détail les influences spécifiques des pôles *environnement transformé*, *facteurs anthropiques* et *influences humaines*.
- **Le même type de modélisation peut être réalisé sur les espèces protégées, soit au niveau fédéral, soit au niveau cantonal.**
- Dans le cadre du projet de cartographie floristique, une fréquence a été attribuée à chaque taxon. Ce degré de rareté a été défini dans THEURILLAT et al. (1990) à partir des données de l'Atlas de WELTEN et SUTTER (1982) pour les trois secteurs genevois (201, 202 et 203). Ces indications ont en outre été pondérées selon les avis d'experts de la flore régionale. **Une modélisation de ce groupe d'espèces rares peut permettre d'amener des points de comparaison avec la modélisation de la richesse des espèces rares telle que définie dans ce projet.**
- **Modéliser la distribution de la richesse des espèces classées par groupes écologiques définis par LANDOLT (1991).** Cet auteur distingue huit groupes: (1) les plantes de forêts, (2) les plantes de montagnes (ou orophytes), (3) les plantes pionnières de basse altitude, (4) les plantes aquatiques, (5) les plantes de marais, (6) les plantes des prairies maigres, sèches ou temporairement sèches, (7) les mauvaises herbes et plantes rudérales et (8) les plantes des prairies grasses. Est-ce que certains groupes sont mieux modélisés que d'autres et quelles sont les variables paysagères propres à expliquer la richesse de chaque groupe. Par exemple: est-ce que les espèces rudérales sont favorisées par les pôles *influences humaines* ou

environnement transformé? Est-ce que les espèces rudérales sont favorisées par la fragmentation des milieux?

- Il est également envisageable de combiner différentes modélisations, comme la richesse des espèces menacées par catégories UICN et par groupes écologiques. Par exemple, est-ce que les espèces "En grand danger" et "Vulnérables" des prairies maigres, sèches ou temporairement sèches sont fortement influencées par les pôles *environnement transformé* et *infrastructures anthropiques*?
- **Modéliser la distribution des néophytes.** Actuellement ce type d'espèces est en pleine expansion dans nos régions. Elles commencent à poser des problèmes soit écologiques (invasions et/ou transformations des milieux, des écosystèmes), soit, pour certaines, de santé publique (allergies, brûlures, ...). Est-ce que l'homme favorise la propagation de ces espèces? Auquel cas les pôles *environnement transformé* et *influences humaines* ont un impact positif sur la richesse de ce groupe.
- **Modéliser la richesse générique et la richesse en familles.** Cela permettra de comparer avec les modèles développés au niveau spécifique. En outre, on pourrait tester quel niveau taxonomique est le mieux adapté pour l'inventaire rapide de la diversité en zone tempérée.
- Finalement, malgré la résolution du kilomètre carré, **il serait intéressant de tester si la répartition des espèces elle-même est modélisable à partir des données sur le paysage.** A la vue de la richesse des deux jeux de données, l'investigation de cette problématique nous semble pertinente.

La liste ci-dessus pourrait encore s'allonger. Il est en effet assez rare de disposer d'informations exhaustives pour l'ensemble d'un territoire. Nous avons à la fois des données de qualité sur la flore, mais également des données pertinentes sur le territoire, qui nous permettent de qualifier le paysage. Ce cas est relativement unique en Suisse, excepté pour la ville de Zürich (122 km²) qui a des données floristiques similaires (LANDOLT, 1999; 2001; 2002), la ville de Bâle (BRODTBECK et al., 1998a; b) et la ville de Fribourg (PURRO et KOZLOWSKI, 2003). Tous ces inventaires ont un caractère urbain et couvrent des superficies plus faibles. Notons également que le canton d'Argovie possède un certain nombre de données sur le territoire et il a également passablement d'informations sur la flore. Néanmoins, ces données n'ont pas le caractère exhaustif et standardisé qu'on retrouve à Genève.

Prochainement, un atlas de distribution des plantes à fleurs du canton de Genève verra le jour (LATOURE & al., à paraître). Cet ouvrage présentera rapidement la flore de Genève et proposera une carte de distribution pour chaque taxon. Il pourrait alors être intéressant de distinguer des types de distribution et d'identifier ainsi des familles d'espèces ayant des patterns particuliers. Cette approche pourrait permettre de mieux comprendre la chorologie de la flore genevoise et son mode de colonisation.

Finalement, des recommandations plus détaillées concernant la gestion des espèces dans la globalité, mais également spécifiquement pour les espèces menacées et/ou rares, devront être proposées. En effet, les propositions de gestion présentées dans ce travail ne sont que des esquisses qui devront être affinées conjointement avec le gestionnaire de la nature et le conservateur de la nature du

Service cantonal des Forêts, de la Protection de la Nature et des Paysages (SFPNP) de Genève.

En conclusion, ce projet de cartographie floristique du canton de Genève et son système d'informations viennent donc de faire l'objet de deux travaux de recherche, un plus particulièrement sur la flore (LATOURET, 2003), l'autre sur la richesse spécifique. Il reste donc bien d'autres voies à explorer...

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABRAHAMSEN, G., A.O. STUANES & B. TVEITE** (eds) (1994). Long-term experiments with acid rain in norwegian forest ecosystems. Ecological Studies. Springer-Verlag. New-York.
- AESCHIMANN, D.** (1995). Promenades dans la forêt genevoise. L'exemple des Bois de Versoix. in **ROGUET, D.** (ed) Guide de balades: A la découverte de la biodiversité régionale: 77-92, Vol. 31. Conservatoire et Jardin botaniques de Genève. Genève.
- AESCHIMANN, D., G. AMBERGER & E. MATTHEY** (1984). Bois de Versoix. Conservatoire et Jardin botaniques de Genève. Genève.
- AESCHIMANN, D. & G. BOCQUET** (1982). Genève, promenades botaniques. Conservatoire et Jardin botaniques de Genève. Genève.
- AESCHIMANN, D. & H.M. BURDET** (1994). Flore de la Suisse. Le nouveau Binz. Griffon. Neuchâtel.
- AESCHIMANN, D., C. HEITZ, R. PALESE, P. PERRET & D.M. MOSER** (eds) (1996). Index synonymique de la flore de Suisse et territoires limitrophes (ISFS). Documenta Floristicae Helvetia. Centre du Réseau Suisse de Floristique. Genève.
- ARAÚJO, M.B.** (1999). Distribution patterns of biodiversity and the design of a representative reserve network in Portugal. Diversity & Distributions. 5 (4): 151-163.
- ARRHENIUS, O.** (1921). Species and area. Journal of Ecology. 9 (1): 95-99.
- ASPINALL, R.J., D.M. PEARSON & J.A. MILLER** (1996). Measuring and modeling (bio)diversity: An approach based on geographic, taxonomic and environmental relations. In Proceedings, Third International Conference/Workshop on Integrating GIS and Environmental Modeling: 1, Santa Fe, National Center for Geographic Information and Analysis. http://www.ncgia.ucsb.edu/conf/SANTA_FE_CD-ROM/main.html.
- AUGUSTIN, N.H., M.A. MUGGLESTONE & S.T. BUCKLAND** (1996). An autologistic model for the spatial distribution of wildlife. Journal of Applied Ecology. 33 (2): 339-347.
- AUROI, C.** (1992). La diversité biologique. Georg. Genève.
- AUSTIN, G.E., C.J. THOMAS, D.C. HOUSTON & D.B.A. THOMPSON** (1996). Predicting the spatial distribution of buzzard *Buteo buteo* nesting areas using a Geographical Information System and remote sensing. Journal of Applied Ecology. 33 (6): 1541-1550.
- AUSTIN, M.P.** (1990). Community theory and competition in vegetation. in **GRACE, J.B. & D. TILMAN** (eds). Perspectives on plant competition: 215-238. Academic Press. San Diego.

- AUSTIN, M.P.** (2002). Spatial prediction of species distribution: An interface between ecological theory and statistical modelling. *Ecological Modelling*. 157 (2-3): 101-118.
- 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 (1): 11-27.
- AUSTIN, M.P. & M.J. GAYWOOD** (1994). Current problems of environmental gradient and species response curves in relation to continuum theory. *Journal of Vegetation Science*. 5 (4): 473-482.
- AUSTIN, M.P. & P.C. HEYLIGERS** (1989). Vegetation survey design for conservation: gradsect sampling of forest in north-eastern New South Wales. *Biological Conservation*. 50 (1-4): 13-32.
- AUSTIN, M.P. & T.M. SMITH** (1989). A new model for the continuum concept. *Vegetatio*. 83 (1-2): 35-47.
- BAKONYI, M.** (1998). Module SPPA (Santé Publique et Pollution de l'Air). Cahiers du Centre Universitaire d'Ecologie Humaine. 1: 73-78.
- BAKONYI, M., S. CHAPUY, O. COURVOISIER, R. DEGLI AGOSTI, B. DERIAZ, Z. DIMCOVSKI, A. DIN, A. DUBOIS, A. HAURIE, R. KANALA, B. POLLA & J. THUDIUM** (1998). AIDAIR - Genève: L'interdisciplinarité mise en oeuvre pour la gestion de la qualité de l'air. Cahiers du Centre Universitaire d'Ecologie Humaine. 1: 1-18.
- BALL, G.L.** (1994). Ecosystem modeling with GIS. *Environmental Management*. 18 (3): 345-349.
- BARONI, P.** (1992). Observation de l'environnement. Contribution de la biologie à un concept interdisciplinaire pour la surveillance à long terme de l'état de l'environnement. Thèse. Université de Lausanne. Lausanne.
- BAZ, A. & A. GARCIA-BOYERO** (1996). The SLOSS dilemma: A butterfly case study. *Biodiversity and Conservation*. 5 (4): 493-502.
- BECHERER, A.** (1969). Zur Flora von Genf. *Bauhinia*. 4 (1): 3-17.
- BEER, R.** (1995). Les conditions urbaines ou la biodiversité par les arbres exotiques. in **ROGUET, D.** (ed) Guide de balades: A la découverte de la biodiversité régionale: 23-27, Vol. 31. Conservatoire et Jardin botaniques de Genève. Genève.
- BÉGUIN, C. & A. VON FELTEN** (2003). Carte hémérobique de la Suisse, "degrés d'artificialisation ou de naturalité"; essai d'évaluation de l'impact de l'homme sur la nature. *Phytocoenologia*. 33 (4): 701-714.
- BEIER, P. & R.F. NOSS** (1998). Do habitat corridors provide connectivity? *Conservation Biology*. 12 (6): 1241-1252.
- BELBIN, L.** (1995). A multivariate approach to the selection of biological reserves. *Biodiversity and Conservation*. 4 (9): 951-963.
- BENNETT, A.F.** (1999). Linkages in the landscape: The role of corridors and connectivity in wildlife conservation. UICN. Gland.
- BIO, A.M.F., R. ALKEMADE & A. BARENDREGT** (1998). Determining alternative models for vegetation response analysis: A non-parameteric approach. *Journal of Vegetation Science*. 9 (1): 5-16.
- BIO, A.M.F., P. DE BECKER, E. DE BIE, W. HUYBRECHTS & M. WASSEN** (2002). Prediction of plant species distribution in lowland river valleys in Belgium: Modelling species response to site conditions. *Biodiversity and Conservation*. 11 (12): 2189-2216.

- BLAIR, R.B. & A.E. LAUNER** (1997). Butterfly diversity and human land use: Species assemblages along an urban gradient. *Biological Conservation*. 80 (1): 113-125.
- BODART, F. & Y. PIGNEUR** (1989). Conception assistée des systèmes d'information. Masson. Paris.
- BOGAERT, J., D. SALVADOR-VAN EYSENRODE, D. IMPENS & P. VAN HECKE** (2001). The interior-to-edge breakpoint distance as a guideline for nature conservation policy. *Environmental Management*. 27 (4): 493-500.
- BOJORQUEZ-TAPIA, L.A., P. BALVANERA & A.D. CUARON** (1994). Environmental auditing: Biological Inventories and computer data bases: Their role in environmental assessments. *Environmental Management*. 18 (5): 775-785.
- BOLLIGER, M.** (1996). Favoriser la biodiversité en forêt. *Environnement*. 3 (96): 48-53.
- BONJOUR, N.** (1993). Etude phytoécologique du marais des Fontaines. Travail de Diplôme (Non Publié). Université de Genève. Genève.
- BOUËT, M.** (1972). Climat et météorologie de la Suisse romande. Payot. Lausanne.
- BRACKEN, I. & C. WEBSTER** (1989). Towards a topology of geographical information systems. *International Journal of Geographical Information Systems*. 3 (2): 137-152.
- BRANG, P.** (1998). Sanasilva-Bericht 1997. Zustand und Gefährdung des Schweizer Waldes - eine Zwischenbilanz nach 15 Jahren Waldschadenforschung. *Berichte der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft*. 345: 102.
- BRENNEISEN, S.** (2003). La nature sur le toit. Verdissement des toitures: Un potentiel naturel inattendu. *Hotspot*. 8: 8-9.
- BRODTBECK, T., M. ZEMP, M. FREI, U. KIENZLE & D. KNECHT** (1998a). Flora von Basel und Umgebung 1980-1996. Teil I. *Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel*. 2: 1-544.
- BRODTBECK, T., M. ZEMP, M. FREI, U. KIENZLE & D. KNECHT** (1998b). Flora von Basel und Umgebung 1980-1996. Teil II. *Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel*. 3: 545-10003.
- BROSOFSKE, K.D., J. CHEN, T.R. CROW & S.C. SAUNDERS** (1999). Vegetation responses to landscape structure at multiple scales across a Northern Wisconsin, USA, pine barrens landscape. *Plant Ecology*. 143 (2): 203-218.
- BROWN, D.G.** (1994a). Predicting vegetation types at treeline using topography and biophysical disturbance variables. *Journal of Vegetation Science*. 5 (5): 641-656.
- BROWN, J.H., C.G. CURTIN & R.W. BRAITHWAITE** (2003). Management of the semi-natural matrix. in **BRADSHAW, G.A. & P.A. MARQUET** (eds). *How landscapes change. Human disturbance and ecosystem fragmentation in the Americas*: 327-342, Vol. 162. Springer-Verlag. Berlin.
- BROWN, J.S.** (1994b). Restoration ecology: Living with the prime directive. in **BOWLES, M.L. & C.J. WHELAN** (eds). *Restoration of endangered species*: 355-380. Cambridge University Press. Cambridge.
- BRUUN, H.H., J. MOEN & A. ANGERBJÖRN** (2003). Environmental correlates of meso-scale plant species richness in the province of Härjedalen, Sweden. *Biodiversity and Conservation*. 12 (10): 2025-2041.
- BRYCE, S.A. & S.E. CLARKE** (1996). Landscape-level ecological regions: Linking state-level ecoregion frameworks with stream habitat classifications. *Environmental Management*. 20 (3): 297-311.

- BRZEZIECKI, B., F. KIENAST & O. WILDI (1993). A simulated map of the potential natural forest vegetation of Switzerland. *Journal of Vegetation Science*. 4 (4): 499-508.
- BRZEZIECKI, B., F. KIENAST & O. WILDI (1995). Modelling potential impacts of climate change on the spatial distribution of zonal forest communities in Switzerland. *Journal of Vegetation Science*. 6 (2): 257-268.
- BUCKLAND, S.T. & D.A. ELSTON (1993). Empirical models for the spatial distribution of wildlife. *Journal of Applied Ecology*. 30 (3): 478-495.
- BUNGENER, P. (2003). Pollution à l'ozone: Quelles conséquences pour la biodiversité végétale? *Saussurea*. 33: 73-77.
- BUNGENER, P. & J. FUHRER (1999). Pollution à l'ozone et diversité floristique. *Saussurea*. 30: 97-106.
- BURCKHARDT, D. (2003). Une gare de triage en guise d'arche de Noé. Refuge de plantes et d'animaux rares. *Hotspot*. 8: 11.
- BUREL, F. & J. BAUDRY (1999). *Ecologie du paysage: Concepts, méthodes et applications*. Technique & Documentation. Londres.
- BURNETT, M.R., P.V. AUGUST, J.H. BROWN & K.T. KILLINGBECK (1998). The influence of geomorphological heterogeneity on biodiversity. I. A patch-scale perspective. *Conservation Biology*. 12 (2): 363-370.
- CAIRNS, D.M. (2001). A comparison of methods for predicting vegetation type. *Plant Ecology*. 156 (1): 3-18.
- CALKINS, H.W. (1991). GIS and public policy. in MAGUIRE, D.J., M.F. GOODCHILD & D.W. RHIND (eds). *Geographical Information Systems: Principles and applications*: 233-245, Vol. 2. Longman. London.
- CALOZ, R. (1992). *Système d'information géographique*. Département de Génie Rural. Lausanne.
- CAREY, P.D. & N.J. BROWN (1994). The use of GIS to identify sites that will become suitable for a rare orchid, *Himantoglossum hircinium* L., in future changed climate. *Biodiversity Letters*. 2 (4): 117-123.
- CARO, T.M. & G. O'DOHERTY (1999). On the use of surrogate species in conservation biology. *Conservation Biology*. 13 (4): 805-814.
- CELARDIN, F., L. CHATENOUX & G. MEYLAN (1992). Réseau genevois d'observation du sol (GEOS). *Archives des Sciences*. 45 (2): 171-187.
- CHAPALAY, M. (1999). Les surfaces de compensation écologique, une agriculture en symbiose avec la nature. *Saussurea*. 30: 66-71.
- CHAPPIN III, F.S., E.S. ZAVALA, V.T. EVINERS, R.L. NAYLOR, P.M. VITOUSEK, H.L. REYNOLDS, D.U. HOOPER, S. LAVOREL, O.E. SALA, S.E. HOBBIE, M.C. MACK & S. DIAZ (2000). Consequences of changing biodiversity. *Nature*. 405 (6783): 234-242.
- CHATELAIN, A. (1994). *Le Moulin de Vert à Cartigny - Histoire et végétation*. Travail de diplôme (Non publié). Université de Genève. Genève.
- CHATENOUX, L., J. MUDESPACHER, F. CELARDIN & G. MEYLAN (1993). Carte de texture des sols cultivés du canton de Genève. Laboratoire cantonal d'agronomie. Genève.
- CHEN, Z.S., C.F. HSIEH, F.Y. JIANG, T.H. HSIEH & I.F. SUN (1997). Relations of soil properties to topography and vegetation in a subtropical rain forest in southern Taiwan. *Plant Ecology*. 132 (2): 229-241.
- CHIARUCCI, A., N.J. ENRIGHT, G.L.W. PERRY & B.P. MILLER (2003). Performance of nonparametric species richness estimators in a high diversity plant community. *Diversity & Distributions*. 9 (4): 283-295.

- CHIARUCCI, A., S. MACHERINI & V. DE DOMINICIS** (2001). Evaluation and monitoring of the flora in a nature reserve by estimation methods. *Biological Conservation*. 101 (3): 305-314.
- CHRISMAN, N.R.** (1987). Efficient digitizing through the combination of appropriate hardware and software for error detection and editing. *International Journal of Geographical Information Systems*. 1 (3): 265-277.
- CHRISMAN, N.R.** (1991). The error component in spatial data. in **MAGUIRE, D.J., M.F. GOODCHILD & D.W. RHIND** (eds). *Geographical Information Systems: Principles and applications*: 165-174, Vol. 1. Longman. London.
- CLARAMUNT, C. & L. VIDALE** (1994). GIS in Switzerland. in **SHAND, P.S. & P.J. IRELAND** (eds). *The 1994 European GIS yearbook*: 209-210. NCC Blackwell & Hastings Hilton Publishers Ltd. London.
- COLLET, C. & C. HUSSY** (eds) (1995). *Les systèmes d'informations en géographie. Actes du troisième cycle romand 1994-1995. Rapport et Recherches*. Institut de Géographie. Fribourg.
- COLYVAN, M., M.A. BURGMAN, C.R. TODD, H.R. AKÇAKAYA & C. BOEK** (1999). The treatment of uncertainty and structure of the IUCN threatened species categories. *Biological Conservation*. 89 (3): 245-249.
- COMBER, A.J., R.V. BIRNIE & M.E. HODGSON** (2003). A retrospective analysis of land cover change using polygon shape index. *Global Ecology and Biogeography*. 12 (3): 207-215.
- COMMISSION D'URBANISME** (ed) (1994). *Huitième compte rendu. Législature 1990-1993. République et canton de Genève*. Genève.
- CONGALTON, R.G.** (1997). Exploring and evaluating the consequences of vector-to-raster and raster-to-vector conversion. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 63 (4): 425-434.
- COOK, W.M., K.T. LANE, B.L. FOSTER & R.D. HOLT** (2002). Island theory, matrix effects and species richness patterns in habitat fragments. *Ecology Letters*. 5: 619-623.
- COULSON, R.N., C.N. LOVELADY, O. FLAMM, S.L. SPRADLING & M.C. SAUNDERS** (1991). Intelligent geographic information systems for natural resource management. in **TURNER, M.G. & R.H. GARDNER** (eds). *Quantitative methods in landscape ecology*: 153-172. Springer-Verlag. New-York.
- COURVOISIER, O., F. CUPELIN & R. DEGLI AGOSTI** (1998). Air pollution in Geneva: A summary of the current situation. *Cahiers de la Faculté des Sciences, Université de Genève*. 1: 27-37.
- COWEN, D.J., J.R. JENSEN, P.J. BRESNAHAN, G.B. EHLER, D. GRAVES, X. HUANG, C. WIESNER & H.E. MACKEY** (1995). The design and implementation of an integrated Geographic Information System for Environmental applications. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 61 (11): 1393-1404.
- CRETEGNY, L.** (2001). *Evaluation des réserves naturelles du canton de Genève et propositions de gestion. Travail de diplôme (Non publié)*. Université de Genève. Genève.
- CUPELIN, F.** (1998). La gestion de la qualité de l'air à Genève. *Cahiers du Centre Universitaire d'Ecologie Humaine*. 1: 19-26.
- CURNUTT, J., J. LOCKWOOD, H.K. LUH, P. NOTT & G. RUSSEL** (1994). Hotspots and species diversity. *Nature*. 367 (6461): 326-327.
- DALMAS, J.-P., L. GARRAUD, F. LEPRON, J.-P. SAPIN, P. SEGURA & J.-C. VILLARET** (1999). *Une base de données flore et milieux: Un outil pour la*

- conservation du patrimoine et sa gestion, un outil pour la recherche. Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest. 19: 209-218.
- DANIEL, Y.** (2003). Contribution à la cartographie de la végétation arborée par segmentation d'orthophotos. Travail de diplôme (Non Publié). Université de Genève. Genève.
- DAUBER, J., M. HIRSCH, D. SIMMERING, R. WALDHARDT, A. OTTE & V. WOLTERS** (2003). Landscape structure as an indicator of biodiversity: Matrix effects on species richness. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 98 (1-3): 321-329.
- DELARZE, R., Y. GONSETH & P. GALLAND** (1998). Guide de milieux naturels de Suisse: Ecologie, menaces, espèces caractéristiques. Delachaux & Niestlé. Lausanne.
- DELLEN VAN, W.** (1992). Genetic diversity and its role in the survival of species. in SOLBRIG, O.T., H.M. EMDEN VAN & P.G.W.J. OORDT VAN (eds). *Biodiversity and global change*: 41-56. International Union of Biological Sciences. Paris.
- DÉPARTEMENT DE L'AMÉNAGEMENT DE L'EQUIPEMENT ET DU LOGEMENT** (2000). Concept de l'aménagement cantonal. Département de l'Aménagement, de l'Équipement et du Logement. Genève.
- DÉPARTEMENT DE L'INTÉRIEUR DE L'AGRICULTURE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE L'ÉNERGIE** (2000a). Bilan de l'état de l'environnement. Département de l'Intérieur, de l'Agriculture, de l'Environnement et de l'Énergie. Genève.
- DÉPARTEMENT DE L'INTÉRIEUR DE L'AGRICULTURE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE L'ÉNERGIE** (2000b). Concept cantonal de la protection de l'environnement. Département de l'Intérieur, de l'Agriculture, de l'Environnement et de l'Énergie. Genève.
- DÉPARTEMENT DE L'INTÉRIEUR ET DE L'AGRICULTURE** (ed) (1985). Terres agricoles de l'an 2000. Roto-Sadag. Genève.
- DÉPARTEMENT DES TRAVAUX PUBLICS ET DE L'ÉNERGIE** (ed) (1996). Concept de l'aménagement cantonal: Projet 2015. Département des travaux publics et de l'énergie. Genève.
- DERRON, M., G. KLEIJER, R. CORBAZ & J.E. SCHMID** (1993). Plantes cultivées: Ressources génétiques en Suisse. *Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture*. 25 (2): 105-120.
- DEUTSCHEWITZ, K., A. LAUSCH, I. KÜHN & S. KLOTZ** (2003). Native and alien plant species richness in relation to spatial heterogeneity on a regional scale in Germany. *Global Ecology and Biogeography*. 12 (4): 299-311.
- DILLWORTH, M.E., J.L. WHISTLER & J.W. MERCHANT** (1994). Measuring landscape structure using geographic and geometric windows. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 60 (10): 1215-1224.
- DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DIRECTION DU PATRIMOINE ET DES SITES** (ed) (1999). Objectifs nature. Département de l'Intérieur, de l'Agriculture, de l'Environnement et de l'Énergie et Département de l'Aménagement, de l'Équipement et du Logement. Genève.
- DODGE, Y.** (1993). *Statistique: Dictionnaire encyclopédique*. Dunod. Paris.
- DUELLI, P.** (1997). Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: An approach at two different scales. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 62: 81-91.
- DUMORTIER, M., J. BUTAYE, H. JACQUEMYN, N. VAN CAMP, N. LUST & M. HERMY** (2002). Predicting vascular plant species richness of fragmented forests in agricultural landscapes in central Belgium. *Forest Ecology and Management*. 158 (1-3): 85-102.

- DUNNING, J.B., B.J. DANIELSON & H.R. PULLIAM (1992). Ecological processes that affect populations in complex landscapes. *Oikos*. 65 (1): 169-175.
- EDWARDS, P.J. & C. ABIVARDI (1998). The value of biodiversity: Where ecology and economy blend. *Biological Conservation*. 83 (3): 239-246.
- EDWARDS, P.J. & K. ULRICH (2000). Jachères florales: Un facteur de biodiversité. *Hotspot*. 2: 9-10.
- EELEY, H.A.C., M.J. LAWES & B. REYERS (2001). Priority areas for the conservation of subtropical indigenous forest in southern Africa: A case study from KwaZulu-Natal. *Biodiversity and Conservation*. 10 (8): 1221-1246.
- EIGENHEER, K. (1996). "Patrimoine vert" de Genève: Etude et prototype d'une base de données géoréférencées botaniques. Master Européen (Non Publié). Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne. Lausanne.
- ETTER, H. & P.-D. MORIER-GENOUD (1963). Etude phytosociologique des forêts du canton de Genève. *Mitteilungen der Schweizerische Anstalt für das Forstliche Versuchswesen*. 39 (2): 119-148.
- FAITH, D.P. & P.A. WALKER (1996). Environmental diversity: On the best-possible use of surrogate data for assessing the relative biodiversity of sets of areas. *Biodiversity and Conservation*. 5 (4): 399-415.
- FERRIER, S., M. DRIELSMA, G. MANION & G. WATSON (2002a). Extended statistical approaches to modelling spatial pattern in biodiversity in northeast New South Wales. II. Community-level modelling. *Biodiversity and Conservation*. 11 (12): 2309-2338.
- FERRIER, S., G. WATSON, J. PEARCE & M. DRIELSMA (2002b). Extended statistical approaches to modelling spatial pattern in biodiversity in northeast New South Wales. I. Species-level modeling. *Biodiversity and Conservation*. 11 (12): 2275-2307.
- FINDLAY, C.S. & J. HOULAHAN (1997). Anthropogenic correlates of species richness in Southern Ontario wetlands. *Conservation Biology*. 11 (4): 1000-1009.
- FIORE-DONNO, A.M. (1997). Les lichens épiphytes comme bioindicateurs de la pollution atmosphérique genevoise. *Saussurea*. 28: 189-218.
- FORMAN, R.T.T. & M. GODRON (1986). *Landscape ecology*. John Wiley & Sons. New-York.
- FORTIN, M.J. (1999). Spatial statistics in landscape ecology. in KLOPATEK, J.M. & R.H. GARDNER (eds). *Landscape ecological analysis. Issues and applications*: 253-279. Springer-Verlag. New-York.
- FRANKLIN, J. (1995). Predictive vegetation mapping: Geographic modelling of biospatial patterns in relation to environmental gradients. *Progress in Physical Geography*. 19 (4): 474-499.
- FRANKLIN, J. (1998). Predicting the distribution of shrub species in southern California from climate and terrain-derived variables. *Journal of Vegetation Science*. 9 (5): 733-748.
- FREITAG, S., A.S. JAARVELD VAN & H.C. BIGGS (1997). Ranking priority biodiversity areas: An iterative conservation value-based approach. *Biological Conservation*. 82 (3): 263-272.
- FUJITA, T., A. ITAYA, M. MIURA, T. MANABE & S. YAMAMOTO (2003). Canopy structure in a temperate old-growth evergreen forest analyzed by using aerial photographs. *Plant Ecology*. 168 (1): 23-29.

- FUKAMACHI, K., S. IIDA & T. NAKASHIZUKA (1996).** Landscape pattern and plant species diversity of forest reserves in the Kanto region, Japan. *Vegetatio*. 124 (1): 107-114.
- GASTON, K.J. (2000).** Global patterns in biodiversity. *Nature*. 405 (6783): 220-227.
- GÉNOT, J.C. (2000).** Conservation de la nature: Gérer les espèces ou les habitats? *Courrier de l'Environnement de l'INRA*. 39: 5-18.
- GÉROUDET, P., G. AMBERGER, P. HAINARD, E. MATTHEY & E. PONGRATZ (1978).** Le vallon de l'Allondon. *Nature et protection*. Association Genevoise de la Protection de la Nature. Genève.
- GIBBONS, J.W., V.J. BURKE, J.E. LOVICH, R.D. SEMLITSCH, T.D. TUBERVILLE, J.R. BODIE, J.L. GREENE, P.H. NIEWIAROWSKI, H.H. WHITEMAN, D.E. SCOTT, J.H.K. PECHMANN, C.R. HARRISON, S.H. BENNETT, J.D. KRENZ, L.S. MILLS, K.A. BUHLMANN, J.R. LEE, R.A. SEIGEL, A.D. TUCKER, T.M. MILLS, T. LAMB, M.E. DORCAS, J.D. CONGDON, M.H. SMITH, D.H. NELSON, M.B. DIETSCH, H.G. HANLIN, J.A. OTT & D.J. KARAPATAKIS (1997).** Perceptions of species abundance, distribution and diversity: Lessons from four decades of sampling on a government-managed reserve. *Environmental Management*. 21 (2): 259-268.
- GILES JR., R.H. & M.K. TRANI (1999).** Key elements of landscape pattern measures. *Environmental Management*. 23 (4): 477-481.
- GILLISON, A.N. & K.R.W. BREWER (1985).** The use of gradient direct transects or gradsects in natural resource survey. *Journal of Environmental Management*. 20: 103-127.
- GILPIN, M.E. & M.E. SOULÉ (1986).** Minimum viable populations: Processes of species extinction. in SOULÉ, M.E. (ed) *Conservation biology: the science of scarcity and diversity*: 19-34. Sinauer. Sunderland.
- GINSBURG, J. (2001).** The application of IUCN Red List criteria at regional levels. *Conservation Biology*. 15 (5): 1206-1212.
- GONSETH, Y. (2002).** Approches floristique et faunistique: Concordances et discordances. *Mémoires de la Société Botanique de Genève*. 3: 103-109.
- GONSETH, Y., T. WOHLGEMUTH, B. SANSONNENS & A. BUTTLER (2001).** Les régions biogéographiques de la Suisse. Office Fédéral de l'Environnement, des Forêts et des Paysage (OFEFP). Berne.
- GOODCHILD, M.F. & S. GOPAL (1989).** Accuracy of spatial databases. Taylor & Francis. London.
- GOODCHILD, M.F., B.O. PARKS & L.T. STEYAERT (1993).** Environmental modeling with GIS. Oxford University Press. New-york.
- GRAY, J. (1997).** Marine biodiversity: Patterns, threats and conservation needs. *Biodiversity and Conservation*. 6 (1): 153-175.
- GUISAN, A. (1997).** Distributions de taxons végétaux dans un environnement alpin: Application de modélisations statistiques dans un Système d'Information Géographique. Thèse. Université de Genève. Genève.
- GUISAN, A., T.C. EDWARDS JR. & T. HASTIE (2002).** Generalized linear and generalized additive models in studies of species distributions: Settings the scene. *Ecological Modelling*. 157 (2-3): 89-100.
- GUISAN, A. & U. HOFER (2003).** Predicting reptile distribution at the mesoscale: Relation to climate and topography. *Journal of Biogeography*. 30 (8): 1233-1243.
- GUISAN, A. & J.P. THEURILLAT (2000).** Equilibrium modeling of alpine plant distribution: How far can we go? *Phytocoenologia*. 30 (3-4): 353-384.

- GUISAN, A., J.P. THEURILLAT & F. KIENAST (1998).** Predicting the potential distribution of plant species in an alpine environment. *Journal of Vegetation Science*. 9 (1): 65-74.
- GUISAN, A., S.B. WEISS & A.D. WEISS (1999).** GLM versus CCA spatial modeling of plant species distribution. *Plant Ecology*. 143 (1): 107-122.
- GUISAN, A. & N. ZIMMERMANN (2000).** Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*. 135 (2-3): 147-186.
- GUTIÉREZ TEIRA, A. & B. PECO (2003).** Modelling odfield species richness in a mountain area. *Plant Ecology*. 166 (2): 249-261.
- HAINARD, P. & J. MIEGE (1971).** Présentation d'une étude en cours sur la végétation du bassin genevois. *Boissiera*. 19: 107-112.
- HAINARD, P. & G. TCHEREMISSINOFF (1973).** Notice abrégée de la carte de végétation du bassin genevois. *Saussurea*. 4: 69-87.
- HAINES-YOUNG, R. & M. CHOPPING (1996).** Quantifying landscape structure: A review of landscape indices and their application to forested landscapes. *Progress in Physical Geography*. 20 (4): 418-445.
- HARVEY, L.E. (1996).** Macroecological studies of species composition, habitat and biodiversity using GIS and canonical correspondence analysis. In *Proceedings, Third International Conference/Workshop on Integrating GIS and Environmental Modeling: 1-15*, Santa Fe, National Center for Geographic Information and Analysis. http://www.ncgia.ucsb.edu/conf/SANTA_FE_CD-ROM/main.html.
- HEGG, O., C. BEGUIN & H. ZOLLER (1993).** Atlas de la végétation à protéger en Suisse. Office Fédéral de l'Environnement des Forêts et du Paysage (OFEFP). Berne.
- HEIKKINEN, R.K. (1996).** Predicting patterns of vascular plant species richness with composite variables: A meso-scale study of Finnish-Lapland. *Vegetatio*. 126 (2): 151-165.
- HEIKKINEN, R.K. (1998).** Can richness patterns of rarities be predicted from mesoscale atlas data? A case study of vascular plants in the Kevo reserve. *Biological Conservation*. 83 (2): 133-143.
- HEIKKINEN, R.K. & S. NEUVONEN (1997).** Species richness of vascular plants in the subarctic landscape of northern Finland: Modelling relationship to the environment. *Biodiversity and Conservation*. 6 (9): 1181-1201.
- HENGEVELD, R. (1996).** Measuring ecological diversity. *Biodiversity Letters*. 3 (2): 58-65.
- HEUVELINK, G.B.M., P.A. BURROUGH & A. STEIN (1989).** Propagation of errors in spatial modelling with GIS. *International Journal of Geographical Information Systems*. 3 (4): 303-322.
- HINTERMANN, U., M.F. BROGGI, R. LOCHER & J.D. GALLANDAT (1997).** Manuel de protection de la nature en Suisse. Delachaux et Niestlé. Lausanne.
- HINTERMANN, U., D. WEBER, A. ZANGGER & J. SCHMILL (2002).** Monitoring de la biodiversité en Suisse. *Mémoires de la Société Botanique de Genève*. 3: 87-102.
- HIRZEL, A. & A. GUISAN (2002).** Which is the optimal sampling strategy for habitat suitability modeling. *Ecological Modelling*. 157 (2-3): 331-341.
- HOLT, R.D. & D.M. DEBINSKI (2003).** Reflections on landscape experiments and ecological theory: Tools for the study of habitat fragmentation. in *BRADSHAW, G.A. & P.A. MARQUET (eds). How landscapes change. Human disturbance and*

- ecosystem fragmentation in the Americas: 201-223, Vol. 162. Springer-Verlag. Berlin.
- HONNAY, O., P. ENDELS, H. VEREecken & M. HERMY (1999a).** The role of patch area and habitat diversity in explaining native plant species richness in disturbed suburban forest patches in northern Belgium. *Diversity & Distributions*. 5 (4): 129-141.
- HONNAY, O., M. HERMY & P. COPPIN (1999b).** Effects of area, age and diversity of forest patches in Belgium on plant species richness, and implications for conservation and reforestation. *Biological Conservation*. 87 (1): 73-84.
- HONNAY, O., K. PIESSENS, W. VAN LANDUYT, M. HERMY & H. GULINCK (2003).** Satellite based land use and landscape complexity indices as predictors for regional plant species diversity. *Landscape and Urban Planning*. 63 (4): 241-250.
- HOOFTMAN, D.A.P., M. DIEMER, J. LIENERT & B. SCHMID (1999).** Does habitat fragmentation reduce the long-term survival of isolated populations of dominant plants? A field design. *Berichte des Geobotanischen Institutes der Eidg. Techn. Hochschule Stiftung Rübél*. 65: 59-72.
- HUISMAN, J., H. OLFF & L.F.M. FRESCO (1993).** A hierarchical set of models for species response analysis. *Journal of Vegetation Science*. 4 (1): 37-46.
- HUSTON, M.A. (1994).** Biological diversity: The coexistence of species on changing landscapes. Cambridge University Press. Cambridge.
- INF-EAU-DÉCHETS (1998).** Plan de gestion des déchets du canton de Genève 1998-2002. Département de l'Intérieur, de l'Agriculture et de l'Environnement. Genève.
- IVERSON, L.R. & A. PRASAD (1998).** Estimating regional plant biodiversity with GIS modelling. *Diversity & Distributions*. 4 (2): 49-61.
- JAEGER, J. (2001).** Beschränkung der Landschaftzerschneidung durch die Einführung von Grenz- oder Richtwerten. *Natur und Landschaft*. 76 (1): 26-34.
- JEANMONOD, D. (1984).** La spéciation. Aspects divers et modèles récents. *Candollea*. 39 (1): 151-194.
- JENSEN, J.R., S. NARUMALANI, D. WEATHERBEE, K.S. MORRIS JR. & B.G. MACKEY (1992).** Predictive modeling of cattail and waterlily distribution in a South Carolina reservoir using GIS. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 58 (11): 1561-1568.
- JOBAGY, E.G., J.M. PARIÉLO & R.J.C. LEON (1996).** Vegetation heterogeneity and diversity in flat and mountain landscapes of Patagonia (Argentina). *Journal of Vegetation Science*. 7 (4): 599-608.
- JONES, P.G., S.E. BEEBE, J. TOHME & N.W. GALWEY (1997).** The use of geographical information systems in biodiversity exploration and conservation. *Biodiversity and Conservation*. 6 (7): 947-958.
- JUTZI, W., W. GRABER, D. HORNING & M. STARK (1992).** L'air. Etat de la situation atmosphérique, de la pollution de l'air et du dépérissement des forêts en Suisse. Goerg. Genève.
- KÄSERMANN, C. & D.M. MOSER (1999).** Fiches pratiques pour la conservation. Plantes à fleurs et fougères. Office Fédéral de l'Environnement, des Forêts et du Paysage (OFEFP). Berne.
- KEITT, T.H., D.L. URBAN & B.T. MILNE (1997).** Detecting critical scales in fragmented landscapes. *Conservation Ecology*. 1 (1): 4.
- KERR, J.T. (1997).** Species richness, endemism, and the choice of areas for conservation. *Conservation Biology*. 11 (5): 1094-1100.

- KIENAST, F., B. BRZEZIECKI & O. WILDI (1991). Simulation of the potentially natural vegetation of Switzerland. *Informationblatt des Forschungsbereiches Landschaft*. 10: 3-4.
- KINEMAN, J.J. (1993). What is a scientific database? Design considerations for global characterization in the NOAA-EPA global ecosystems database. in GOODCHILD, M.F., B.O. PARKS & L.T. STEYAERT (eds). *Environmental modeling with GIS*: 372-378. Oxford University Press. New-York.
- KLAUS, G., J. SCHMILL, B. SCHMID & P.J. EDWARDS (2001). *Diversité biologique. Les perspectives du siècle naissant*. Birkhäuser. Bâle.
- KOHN, D.D. & D.M. WALSH (1994). Plant species richness - The effect of island size and habitat diversity. *Journal of Ecology*. 82 (2): 367-377.
- KOLLMANN, J. & B. SCHNEIDER (1999). Landscape structure and diversity of fleshy-fruited species at forest edges. *Plant Ecology*. 144 (1): 37-48.
- KOOP, J.C. (1990). Systematic sampling of two-dimensional surfaces and related problems. *Communication in Statistics. Série A Theory and Methods*. 19 (5): 1701-1750.
- KOZLOWSKI, G. (2003). Les villes: Des hotspots - l'exemple de Fribourg. *Hotspot*. 8: 6-7.
- LACHAVANNE, J.B. & R. JUGE (2001). *Environnement de Vandoeuvres: Un bilan*. Commune de Vandoeuvres. Genève.
- LAGRO JR., J. (1991). Assessing patch shape in landscape mosaics. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 57 (3): 285-293.
- LANDOLT, E. (1977). *Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora*. Stiftung Rübel. Zürich.
- LANDOLT, E. (1991). *Plantes vasculaires menacées en Suisse. Listes rouges nationale et régionales*. OFEFP. Berne.
- LANDOLT, E. (1999). Beiträge zur Flora der Stadt Zürich. IX. Gattungen *Rubus* und *Oenothera*; Nachträge; zusammenfassende Resultate; Ausblick. *Botanica Helvetica*. 109 (2): 121-137.
- LANDOLT, E. (2001). *Flora der Stadt Zürich*. Birkhäuser. Bâle.
- LANDOLT, E. (2002). Floristic mapping of the city of Zürich on a 1 km² scale. *Mémoires de la Société Botanique de Genève*. 3: 47-50.
- LAPIN, M. & B.V. BARNES (1995). Using the landscape ecosystem approach to assess species and ecosystem diversity. *Conservation Biology*. 9 (5): 1148-1158.
- LATOURE, C. (2002). Quelques résultats du projet de cartographie floristique du canton de Genève. *Mémoires de la Société Botanique de Genève*. 3: 51-62.
- LATOURE, C. (2003). *Cartographie floristique du canton de Genève*. Thèse. Université de Genève. Genève.
- LATOURE, C. & J.P. THEURILLAT (1996). Regard floristico-géographique sur Genève. *La Feuille Verte*. 27: 1-2.
- LATOURE, C. & J.P. THEURILLAT (2000). Fortschritte in der Floristik der Schweizer Flora (Gefäplanzen). 60. Folge (Canton de Genève). *Botanica Helvetica*. 110 (2): 191-214.
- LAURANCE, W.F. & E. YENSEN (1991). Predicting the impacts of edge effects in fragmented habitats. *Biological Conservation*. 55 (1): 77-92.
- LAUVER, C.L. (1997). Mapping species diversity patterns in the Kansas shortgrass region by integrating remote sensing and vegetation analysis. *Journal of Vegetation Science*. 8 (3): 387-394.

- LEATHWICK, J.R. (1995). Climatic relationships of some New Zealand forest tree species. *Journal of Vegetation Science*. 6: 237-248.
- LEDIG, F.T. (1986). Heterozygosity, heterosis, and fitness in outbreeding plants. in SOULÉ, M.E. (ed) *Conservation biology: the science of scarcity and diversity*: 77-104. Sinauer. Sunderland.
- LEHMANN, A. (1997). Apports des systèmes d'information géographique à l'étude des plantes aquatiques submergées en milieu lacustre. Thèse. Université de Genève. Genève.
- LEHMANN, A. (1998). GIS modeling of submerged macrophyte distribution using Generalized Additive Models. *Plant Ecology*. 139 (1): 113-124.
- LEHMANN, A., J.R. LEATHWICK & J.M. OVERTON (1999). GRASP User's manual. Landcare Research. Hamilton.
- LEHMANN, A., J.R. LEATHWICK & J.M. OVERTON (2002a). Assessing New Zealand fern diversity from spatial predictions of species assemblages. *Biodiversity and Conservation*. 11 (12): 2217-2238.
- LEHMANN, A., J.M. OVERTON & M.P. AUSTIN (2002b). Regression models for spatial prediction: Their role for biodiversity and conservation. *Biodiversity and Conservation*. 11 (12): 2085-2092.
- LEHMANN, A., J.M. OVERTON & J.R. LEATHWICK (2003). GRASP: Generalized Regression Analysis and Spatial Prediction. *Ecological Modelling*. 160 (1-2): 165-183.
- LENIHAN, J.M. (1993). Ecological response surface for North America boreal tree species and their use in forest classification. *Journal of Vegetation Science*. 4 (5): 667-680.
- LOIZEAU, P.A. (1992). La diversité. Exemple des forêts denses humides amazoniennes. *Saussurea*. 23: 49-82.
- LOMBARD, A.T., R.M. COWLING, R.L. PRESSEY & P.J. MUSTART (1997). Reserve selection in a species-rich fragmented landscape on the Agulhas plain, South Africa. *Conservation Biology*. 11 (5): 1101-1116.
- LOREAU, M., S. NEEM, P. INCHAUSTI, J. BENGTSSON, J.P. GRIME, A. HECTOR, D.U. HOOPER, M.A. HUSTON, D. RAFFAELLI, B. SCHMID, D. TILMAN & D.A. WARDLE (2001). Biodiversity and ecosystem functioning: Current knowledge and future challenges. *Science*. 294: 804-808.
- LOWELL, K.E. (1990). Differences between ecological land type maps produced using GIS or manual cartographic methods. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 56 (2): 169-173.
- LUOTO, M. (2000). Modelling of rare plant species richness by landscape variables in an agriculture area in Finland. *Plant Ecology*. 149 (2): 157-168.
- MAC NALLY, R. (2000). Regression and model-building in conservation biology, biogeography and ecology: The distinction between - and reconciliation of - "predictive" and "explanatory" models. *Biodiversity and Conservation*. 9 (5): 655-671.
- MACARTHUR, R.H. & E.O. WILSON (1967). *The theory of island biogeography*. Princeton University Press. Princeton.
- MACCANN, K.S. (2000). The diversity-stability debate. *Nature*. 405 (6783): 228-233.
- MACCULLAGH, P. & J.A. NELDER (1989). *Generalized Linear Model*. Chapman & Hall. London.
- MACKINNEY, M.L. (2002). Why larger nations have disproportionate threat rates: Area increases endemism and human population size. *Biodiversity and Conservation*. 11 (8): 1317-1325.

- MADDOCK, A. & M.A. DU PLESSIS** (1999). Can species data only be appropriately used to conserve biodiversity? *Biodiversity and Conservation*. 8 (5): 603-615.
- MAGUIRE, D.J.** (1991). An overview and definition of GIS. in **MAGUIRE, D.J., M.F. GOODCHILD & D.W. RHIND** (eds). *Geographical Information Systems: Principles and applications: 9-20*, Vol. 1. Longman. London.
- MAGUIRE, D.J. & J. DANGERMOND** (1991). The functionality of GIS. in **MAGUIRE, D.J., M.F. GOODCHILD & D.W. RHIND** (eds). *Geographical Information Systems: Principles and applications: 319-335*, Vol. 1. Longman. London.
- MAGURRAN, A.E.** (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press. Princeton.
- MANDELBROT, B.B.** (1982). *The fractal geometry of nature*. Freeman. San Francisco.
- MANEL, S., J.M. DIAS, S.T. BUCKTON & S.J. ORMEROD** (1999). Alternative methods for predicting species distribution: An illustration with Himalayan river birds. *Journal of Applied Ecology*. 36 (5): 734-747.
- MARGULES, C.R. & R.L. PRESSEY** (2000). Systematic conservation planning. *Nature*. 405 (6783): 243-253.
- MATEU, J.** (1997). Methods of assessing and achieving normality applied to environmental data. *Environmental Management*. 21 (5): 767-777.
- MAYSTRE, L.Y., N. PERRITAZ, S. GHINET, J. PICTET & L. VESCOVI** (1993). *La santé de l'environnement genevois*. Direction de la Santé Publique. Genève.
- MESSERLI, B.** (2001). *Découvrir et conserver la biodiversité genevoise. Manuel d'actions*. WWF. Genève.
- MICHAELSEN, J.C., D.S. SCHIMEL, M.A. FRIEDL, F.W. DAVIS & R.C. DUBAYAH** (1994). Regression Tree Analysis of satellite and terrain data to guide vegetation sampling and surveys. *Journal of Vegetation Science*. 5 (5): 673-686.
- MILLER, R.I., S.P. BRATTON & P.S. WHITE** (1987). A regional strategy for reserve design and placement based on an analysis of rare and endangered species' distribution pattern. *Biological Conservation*. 39 (4): 255-268.
- MILNE, B.T.** (1991). Lessons from applying fractal models to landscape patterns. in **TURNER, M.G. & R.H. GARDNER** (eds). *Quantitative methods in landscape ecology: 199-235*, Vol. 82. Springer-Verlag. New-York.
- MITCHELL, A.** (1999). *The ESRI guide to GIS analysis. Volume 1: Geographic patterns & relationships*. ESRI Press. Redlands.
- MOORE, D.M., B.G. LEES & S.M. DAVEY** (1991). A new method for predicting vegetation distributions using decision tree analysis in a Geographic Information System. *Environmental Management*. 15 (1): 59-71.
- MOSER, D.M., A. GYGAX, B. BÄUMLER, N. WYLER & R. PALESE** (2002). *Plantes vasculaires menacées en Suisse. Listes rouges nationale et régionales*. OFEFP. Berne.
- MOUILLOT, D. & A. LEPRÊTRE** (1999). A comparison of species diversity estimators. *Researches on Population Ecology*. 41 (2): 203-215.
- MOUNOLOU, J.C.** (1992). Biodiversity at molecular level. in **SOLBRIG, O.T., H.M. EMDEN VAN & P.G.W.J. OORDT VAN** (eds). *Biodiversity and global change: 33-39*. International Union of Biological Sciences. Paris.
- MUDESPACHER, J., L. CHATENOUX, F. CELARDIN & G. MEYLAN** (1994). Carte de texture des sols cultivés du canton de Genève (1993). *Archives des Sciences*. 47 (2): 107-116.

- MURIUKI, J.N., H.M. DE KLERK, P.H. WILLIAMS, L.A. BENNUN, T.M. CROWE & E. VANDEN BERGE** (1997). Using patterns of distribution and diversity of Kenyan birds to select and prioritize areas for conservation. *Biodiversity and Conservation*. 6 (2): 191-210.
- MYERS, N., R.A. MITTERMEIER, C.G. MITTERMEIER, G.A.B. DA FONSECA & J. KENT** (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. 403: 853-858.
- NAGENDRA, H.** (2002). Opposite trends in response for the Shannon and Simpson indices of landscape diversity. *Applied Geography*. 22 (2): 175-186.
- NATALI, A.** (1992). *Agriculture et Environnement: Le cas de Genève*. Georg. Genève.
- NAVEH, Z. & A.S. LIEBERMAN** (1990). *Landscape ecology: Theory and application*. Springer-Verlag. New-York.
- NECKER, H.** (1963). *Contribution à l'histoire des forêts genevoises*. Classe d'Agriculture de la Société des Arts de Genève. Genève.
- NELDNER, V.J., D.C. CROSSLEY & M. COFINAS** (1995). Using Geographical Information System (GIS) to determine the adequacy of sampling in vegetation surveys. *Biological Conservation*. 73 (1): 1-17.
- NEY-NIFLE, M. & M. MANGEL** (2000). Habitat loss and changes in the Species-area relationship. *Conservation Biology*. 14 (3): 893-898.
- NICHOLLS, A.O.** (1989). How to make biological survey go further with generalised linear models. *Biological Conservation*. 50(1-4): 51-75.
- NICHOLS, W.F., K.T. KILLINGBECK & P.V. AUGUST** (1998). The influence of geomorphological heterogeneity on biodiversity. II. A landscape perspective. *Conservation Biology*. 12 (2): 371-379.
- NOSS, R.F.** (1990). Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach. *Conservation Biology*. 4 (4): 355-364.
- OFFICE DES TRANSPORTS ET DE LA CIRCULATION** (1992). *Circulation 2000: Conception globale de la circulation à Genève*. Département de Justice et de Police et des Transports. Genève.
- OFFICE FÉDÉRAL DE LA STATISTIQUE** (ed) (2001). *L'utilisation du sol: Hier et aujourd'hui*. Statistique suisse de la superficie. Office Fédéral de la Statistique. Neuchâtel.
- OFFICE FÉDÉRAL DE L'ENVIRONNEMENT DES FORÊTS ET DES PAYSAGES** (ed) (1998). *Rapport national de la Suisse pour la convention sur la diversité biologique*. Office Fédéral de l'Environnement, des Forêts et des Paysages. Berne.
- OFFICE FÉDÉRAL DE L'ENVIRONNEMENT DES FORÊTS ET DES PAYSAGES** (ed) (2003a). *Paysage 2002. Analyses et tendances*. Cahier de l'Environnement. Office Fédéral de l'Environnement des Forêts et des Paysages. Berne.
- OFFICE FÉDÉRAL DE L'ENVIRONNEMENT DES FORÊTS ET DES PAYSAGES** (ed) (2003b). *Stratégie de l'Office 2003*. Office Fédéral de l'Environnement des Forêts et des Paysages. Berne.
- OLIVIERI, S.T. & E.H. BACKUS** (1992). Geographic Information Systems (GIS), applications in biological conservation. *Biology International*. 25: 10-16.
- OLSEN, E.R., R. DOUGLAS RAMSEY & D.S. WINN** (1993). A modified fractal dimension as a measure of landscape diversity. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 59 (10): 1517-1520.

- OVERTON, J.M., R.T.T. STEPHENS, J.R. LEATHWICK & A. LEHMANN (2002).** Information pyramids for informed biodiversity conservation. *Biodiversity and Conservation*. 11 (12): 2093-2116.
- PALMER, A.R. & J.M. VAN STADEN (1992).** Predicting the distribution of plant communities using annual rainfall and elevation: An example from southern Africa. *Journal of Vegetation Science*. 3 (2): 261-266.
- PALMER, M.A., N.G. HODGETTS, M.J. WIGGINTON, B. ING & N.F. STEWART (1997).** The application to the british flora of the World Conservation Union's revised Red List criteria and the significance of the Red Lists for species conservation. *Biological Conservation*. 82 (2): 219-226.
- PALMER, M.W. (1988).** Fractal geometry: A tool for describing spatial patterns of plant communities. *Vegetatio*. 75 (1-2): 91-102.
- PARROTT, R. & F.P. STUTZ (1991).** Urban GIS applications. in MAGUIRE, D.J., M.F. GOODCHILD & D.W. RHIND (eds). *Geographical Information Systems: Principles and applications*: 247-260, Vol. 2. Longman. London.
- PÄRTEL, M., M. MOORA & M. ZOBEL (2001).** Variation in species richness within and between calcareous (alvar) grassland stands: The role of core and satellite species. *Plant Ecology*. 157 (2): 205-213.
- PAUSAS, J.G. & M.P. AUSTIN (2001).** Patterns of plant species richness in relation to different environments: An appraisal. *Journal of Vegetation Science*. 12 (2): 153-156.
- PAUSAS, J.G., J. CARRERAS, A. FERRÉ & X. FONT (2003).** Coarse-scale plant species richness in relation to environmental heterogeneity. *Journal of Vegetation Science*. 14 (5): 661-668.
- PEREIRA, J.M.C. & R.M. ITAMI (1991).** GIS-Based habitat modeling using logistic multiple regression: A study on the Mt. Graham Red Squirrel. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 57 (11): 1475-1486.
- PLAN, N. (1998).** Etude phyto-écologique d'un milieu pionnier, les Teppes du Biolay et de Véré. Travail de diplôme (Non publié). Université de Genève. Genève.
- POLASKY, S., J.D. CAMM, A.R. SOLOW, B. CSUTI, D. WHITE & R. DING (2000).** Choosing reserve networks with incomplete species information. *Biological Conservation*. 94 (1): 1-10.
- PORNON, H. (1992).** Les SIG: Mise en oeuvre et applications. Hermès. Paris.
- POTT, R. (1997).** Von der Urlandschaft zur Kulturlandschaft - Entwicklung und Gestaltung mitteleuropäischer Kulturlandschaften durch den Menschen. *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie*. 27: 5-26.
- PRANCE, G.T. (1994).** A comparison of the efficacy of higher taxa and species numbers in the assessment of biodiversity in the neotropics. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*. 345: 89-99.
- PRELAZ-DROUX, R. (1995).** Système d'information et gestion du territoire. Approche systémique et procédure de réalisation. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. Lausanne.
- PRENDERGAST, J.R., R.M. QUINN, J.H. LAWTON, B.C. EVERSHAM & D.W. GIBBONS (1993).** Rare species, the coincidence of diversity hotspots and conservation strategies. *Nature*. 365 (6444): 335-337.
- PURRO, C. & G. KOZLOWSKI (2003).** Flore de la ville de Fribourg. Société fribourgeoise des sciences naturelles. Fribourg.
- PURVIS, A. & A. HECTOR (2000).** Getting the measure of biodiversity. *Nature*. 405 (6783): 212-219.

- PY_EK, P., T. KUCERA & J. VOJTECH (2002). Plant species richness of nature reserves: The interplay of area, climate and habitat in a central European landscape. *Global Ecology and Biogeography*. 11 (4): 279-289.
- QUINN, R.M., J.H. LAWTON, B.C. EVERS HAM & S.N. WOOD (1994). The biogeography of scarce vascular plants in Britain with respect to habitat preference, dispersal ability and reproductive biology. *Biological Conservation*. 70 (2): 149-157.
- RABINOWITZ, D., S. CAIRNS & T. DILLON (1986). Seven forms of rarity and their frequency in the flora of the British Isles. in SOULÉ, M.E. (ed) *Conservation biology: the science of scarcity and diversity*: 182-204. Sinauer. Sunderland.
- RAVAN, S.A. & P.S. ROY (1997). Satellite remote sensing for ecological analysis of forested landscape. *Plant Ecology*. 131 (2): 129-141.
- RAY, N., A. LEHMANN & P. JOLY (2002). Modeling spatial distribution of amphibian population: A GIS approach based on habitat matrix permeability. *Biodiversity and Conservation*. 11 (12): 2143-2165.
- REED, R.A., J. JOHNSON-BARNARD & W.L. BAKER (1996). Fragmentation of a forested rocky mountain landscape, 1950-1993. *Biological Conservation*. 75 (3): 267-277.
- REGAN, H.M., M. COLYVAN & M.A. BURGMAN (2000). A proposal for a fuzzy International Union for the Conservation of Nature (IUCN) categories and criteria. *Biological Conservation*. 92 (1): 101-108.
- REUTER, G.F. (1832). *Catalogue détaillé des plantes vasculaires qui croissent naturellement aux environs de Genève*. A. Cherbuliez. Genève.
- REUTER, G.F. (1841). *Supplément au catalogue des plantes vasculaires qui croissent naturellement aux environs de Genève*. Ch. Gruaz. Genève.
- REUTER, G.F. (1861). *Catalogue détaillé des plantes vasculaires qui croissent naturellement aux environs de Genève*. J. Kessmann. Genève.
- REY BENAYAS, J.M., M.G.S. COLOMER & C. LEVASSOR (1999). Effects of area, environmental status and environmental variation on species richness per unit area in Mediterranean wetlands. *Journal of Vegetation Science*. 10 (2): 275-280.
- REY BENAYAS, J.M. & S.M. SCHNEINER (2002). Plant diversity, biogeography and environment in Iberia: Patterns and possible causal factors. *Journal of Vegetation Science*. 13 (2): 245-258.
- REYES, S. (1993). *Etude écophysio-sociologique du marais des Crêts (Mategnin, canton de Genève, Suisse)*. Travail de diplôme (Non publié). Université de Genève. Genève.
- RHIM, B. (1996). *Critical Loads of nitrogen and their exceedances. Eutrophying, atmospheric, deposition*. Office Fédéral de l'Environnement, des Forêts et des Paysages. Berne.
- RIJT VAN DE, C.W.C.J., L. HAZELHOFF & C.W.P.M. BLOM (1996). Vegetation zonation in a former tidal area: A vegetation-type response model based on DCA and logistic regression using GIS. *Journal of Vegetation Science*. 7 (4): 505-518.
- ROGUET, D. (ed) (1990). *Sentier naturaliste: Vallon de la Roulavaz (Dardagny)*. Série Documentaire des Conservatoire et Jardin botaniques de la ville de Genève. Conservatoire et Jardin botaniques de Genève. Genève.
- ROGUET, D. (ed) (1998). *La lecture du paysage*. Série éducative. Conservatoire et Jardin botaniques de Genève. Genève.

- ROGUET, D., D. AESCHIMANN, R. SPICHIGER, P. CLERC, J.P. THEURILLAT, P. GEISSLER, F. JACQUEMOUD, C. LAMBELET-HAÛTER, B. ARX VON, N. WYLER & C. LATOUR (1995). Guide de balades: A la découverte de la biodiversité régionale. Conservatoire et Jardin botaniques de Genève. Genève.
- ROY, P.S. & S. TOMAR (2000). Biodiversity characterization at landscape level using geospatial modelling technique. *Biological Conservation*. 95 (1): 95-109.
- RUSTERHOLZ, H.P. (2003). Protection de la nature en milieu urbain. Rôle des espaces verts affectés à un entretien extensif. *Hotspot*. 8: 10.
- RYSER, J.P., U. WALTHER & R. FLISCH (2001). Données de base pour la fumure des grandes cultures et des herbages. *Revue Suisse d'Agriculture*. 33 (3): 1-80.
- SALA, O.E., F. STUART CHAPPIN III, J.J. ARMESTO, E. BERLOW, J. BLOOMFIELD, R. DIRZO, E. HUBER-SANWALD, L.F. HUENNEKE, R.B. JACKSON, A. KINZIG, R. LEEMANS, D.M. LODGE, H.A. MOONEY, M. OESTERHELD, N. LEROY POFF, M.T. SYKES, B.H. WALKER, M. WALKER & D.H. WALL (2000). Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*. 287: 1770-1774.
- SAUNDERS, S.C., M.R. MISLIVETS, J. CHEN & D.T. CLELAND (2002). Effects of roads on landscape structure within nested ecological units of the Northern Great Lakes Region, USA. *Biological Conservation*. 103 (2): 209-225.
- SCHMILL, J. (2001). Nous recensons à présent notre capital biologique. *Hotspot*. 3: 22-23.
- SCHÖLZEL, C., A. HENSE, P. HÜBL, N. KÜHL & T. LITT (2002). Digitization and geo-referencing of botanical distribution maps. *Journal of Biogeography*. 29 (7): 851-856.
- SEIDL, I. (2003). Tissu urbain en extension. L'imperméabilisation du sol et l'éparpillement de l'habitat menacent la biodiversité. *Hotspot*. 8: 15-16.
- SERVICE DE L'ECOTOXICOLOGUE CANTONAL (ed) (1994). Mesure de la qualité de l'air à Genève. Service Cantonal d'Ecotoxicologie. Genève.
- SHANNON, C.E. & W. WEAVER (1949). The mathematical theory of communication. University of Illinois. Urbana.
- SIMBERLOFF, D. (1998). Flagships, umbrellas, and keystones: Is single-species management passé in the landscape era? *Biological Conservation*. 83 (3): 247-257.
- SINGH, J.S., P. BOURGERON & W.K. LAUENROTH (1996). Plant species richness and species-area relations in a short grass steppe in Colorado. *Journal of Vegetation Science*. 7 (5): 645-650.
- SITES JR., J.W. & K.A. CRANDALL (1997). Testing species boundaries in biodiversity studies. *Conservation Biology*. 11 (6): 1289-1297.
- SKOV, F. (1997). Stand and neighbourhood parameters as determinants of plant species richness in a managed forest. *Journal of Vegetation Science*. 8 (4): 573-578.
- SPELLERBERG, I.F. & P.J. FEDOR (2003). A tribute to Claude Shannon (1916-2001) and a plea for more rigorous use of species richness, species diversity and the 'Shannon-Wiener' Index. *Global Ecology and Biogeography*. 12 (3): 177-179.
- SPERDUTO, M.B. & R.G. CONGALTON (1996). Predicting rare orchid (small whorled pogonia) habitat using GIS. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 62 (11): 1269-1279.
- SPICHIGER, R. (1995). Paysage anthropisé et diversité biologique. in ROGUET, D. (ed) Guide de balades: A la découverte de la biodiversité régionale: 11-21, Vol. 31. Conservatoire et Jardin botaniques de Genève. Genève.

- SPICHIGER, R., V. SAVOLAINEN & M. FIGEAT (2000).** Botanique systématique des plantes à fleurs. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. Lausanne.
- SPICHIGER, R., V. SAVOLAINEN, M. FIGEAT & D. JEANMONOD (2002).** Botanique systématique des plantes à fleurs. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. Lausanne.
- STANISLAWSKI, L.V., B.A. DEWITT & R.L. SHRESTHA (1996).** Estimating positional accuracy of data layers within a GIS through error propagation. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 62 (4): 429-433.
- STOHLGREN, T.J., M.B. COUGHENOR, G.W. CHONG, D. BINKLEY, M.A. KALKHAN, L.D. SCHELL, D.J. BUCKLEY & J.K. BERRY (1997).** Landscape analysis of plant diversity. *Landscape Ecology*. 12 (3): 155-170.
- TARDIEUX, H., A. ROCHFELD & R. COLLETTI (1994).** La méthode MERISE: Principes et outils. Les Editions d'Organisation. Paris.
- TARDIF, B. & J.-L. DESGRANGES (1998).** Correspondence between bird and plant hotspots of the St Lawrence river and influence of scale on their location. *Biological Conservation*. 84 (1): 53-63.
- TEWS, J., U. BROSE, V. GRIMM, K. TEILBÖGER, M.C. WICHMANN, M. SCHWAGER & F. JELTSCH (2004).** Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: The importance of keystone structures. *Journal of Biogeography*. 31 (1): 79-92.
- THAPA, K. & J. BOSSLER (1992).** Accuracy of spatial data used in Geographic Information Systems. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 58 (6): 835-841.
- THERIAULT, M. (1996).** Système d'information géographique: Concepts fondamentaux. Université de Laval. Québec.
- THEURILLAT, J.P. (1992).** Etude et cartographie du paysage végétal (symphytocoenologie) dans la région d'Aletsch (Valais, Suisse). *Matériaux pour le levé géobotanique de la Suisse*. 68: 384.
- THEURILLAT, J.P., B. ARX VON & E. CORBETTA (1990).** Liste des plantes vasculaires du canton de Genève. *Saussurea*. 21: 21-36.
- THEURILLAT, J.P., M. GREMAUD, D. JEANMONOD, C. LATOUR & P. PERRET (1993).** Notes de floristique genevoise, 1-10. *Saussurea*. 24: 55-89.
- THEURILLAT, J.P., M. GREMAUD, D. JEANMONOD, C. LATOUR & P. PERRET (1994).** Notes de floristique genevoise, 11-30. *Saussurea*. 25: 181-226.
- THEURILLAT, J.P., M. GREMAUD, D. JEANMONOD, C. LATOUR & P. PERRET (1995).** Notes de floristique genevoise 31-51. *Saussurea*. 26: 117-159.
- THEURILLAT, J.P. & C. LATOUR (1995).** Diversité et état de la flore du canton de Genève. *Saussurea*. 26: 37-49.
- THEURILLAT, J.P., C. LATOUR, M. GREMAUD, D. JEANMONOD & P. PERRET (1996).** Notes de floristique genevoise 52-65. *Saussurea*. 27: 93-120.
- THEURILLAT, J.P., C. LATOUR, M. GREMAUD, D. JEANMONOD & P. PERRET (1997).** Notes de floristique genevoise 66-85. *Saussurea*. 28: 77-108.
- THEURILLAT, J.P., C. LATOUR, M. GREMAUD, D. JEANMONOD & P. PERRET (1998).** Notes de floristique genevoise 86-94. *Saussurea*. 29: 97-147.
- THEURILLAT, J.P., C. LATOUR, D. JEANMONOD & P. PERRET (1999).** Notes de floristique genevoise 95-97. *Saussurea*. 30: 131-139.
- THEURILLAT, J.P. & E. MATTHEY (1987).** Le vallon de l'Allondon. Conservatoire et Jardin botaniques de Genève. Genève.

- THEURILLAT, J.P. & P. ROCH (1989). Allondon, Moulin de Vert, Verbois: Situation, évolution, protection, gestion. WWF. Genève.
- THEURILLAT, J.P., A. SCHLÜSSEL, P. GEISSLER, A. GUIBAN, C. VELLUTI & L. WIGET (2003). Vascular plant and bryophyte diversity along elevation gradients in the Alps. in NAGY, L., G. GRABHERR, C. KÖRNER & D.B.A. THOMPSON (eds). *Alpine Biodiversity in Europe*: 185-193, Vol. 167. Springer-Verlag. Berlin.
- 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.
- THOMPSON, K. & A. JONES (1999). Human population density and prediction of local plant extinction in Britain. *Conservation Biology*. 13 (1): 185-189.
- THUILLER, W., M.B. ARAÚJO & S. LAVOREL (2003). Generalized models vs. classification tree analysis: Predicting spatial distributions of plant species at different scales. *Journal of Vegetation Science*. 14 (5): 669-680.
- THUILLER, W., M.B. ARAÚJO & S. LAVOREL (2004). Do we need land-cover data to model species distributions in Europe? *Journal of Biogeography*. 31 (3): 353-361.
- TILMAN, D. (2000). Causes, consequences and ethics of biodiversity. *Nature*. 405 (6783): 208-211.
- TJORVE, E. (2003). Shapes and functions of species-area curves: A review of possible models. *Journal of Biogeography*. 30 (6): 827-835.
- TOWNSEND PETERSON, A. & N.A. SLADE (1998). Extrapolating inventory results into biodiversity estimates and the importance of stopping rules. *Diversity & Distributions*. 4 (3): 95-105.
- TOWNSHEND, J.R.G. (1991). Environmental databases and GIS. in MAGUIRE, D.J., M.F. GOODCHILD & D.W. RHIND (eds). *Geographical Information Systems: Principles and applications*: 201-216, Vol. 2. Longman. London.
- TRACY, B.F. & M.A. SANDERSON (2000). Patterns of plant species richness in pasture lands of the northeast United States. *Plant Ecology*. 149 (2): 169-180.
- TROUMBIS, A.Y. & P.G. DIMITRAKOPOULOS (1998). Geographic coincidence of diversity threatspots for three taxa and conservation planning in Greece. *Biological Conservation*. 84 (1): 1-6.
- TURNER, I.M. (1996). Species loss in fragments of tropical rain forest: A review of the evidence. *Journal of Applied Ecology*. 33 (2): 200-209.
- TURNER, M.G. (1989). Landscape ecology: The effect of pattern on process. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 20: 171-197.
- TURNER, M.G. & R.H. GARDNER (1991). Quantitative method in landscape ecology: An introduction. in TURNER, M.G. & R.H. GARDNER (eds). *Quantitative methods in landscape ecology*: 3-14, Vol. 82. Springer-Verlag. New-York.
- TURNER, S.J., R.V. O'NEIL, W. CONLEY, M.R. CONLEY & H.C. HUMPHRIES (1991). Pattern and scale: Statistics for landscape ecology. in TURNER, M.G. & R.H. GARDNER (eds). *Quantitative methods in landscape ecology*: 17-49, Vol. 82. Springer-Verlag. New-York.
- VAYSSIÈRES, M.P., R.E. PLANT & B.H. ALLEN-DIAZ (2000). Classification trees: An alternative non-parametric approach for predicting species distributions. *Journal of Vegetation Science*. 11 (5): 679-694.

- VESSBY, K., B. SÖDERSTRÖM, A. GLIMSKÄR & B. SVENSSON (2002). Species-richness correlations of six different taxa in swedish seminatural grasslands. *Conservation Biology*. 16 (2): 430-439.
- VIROLAINEN, K.M., T. SUOMI, J. SUHONEN & M. KUITUNEN (1998). Conservation of vascular plants in single large and several small mires: Species richness, rarity and taxonomic diversity. *Journal of Applied Ecology*. 35 (5): 700-707.
- VIVIAN-SMITH, G. (1997). Microtopographic heterogeneity and floristic diversity in experimental wetland communities. *Journal of Ecology*. 85 (1): 71-82.
- VON ARX, G., A. BOSSHARD & H. DIETZ (2002). Land-use intensity and border structures as determinants of vegetation diversity in an agricultural area. *Bulletin of the Geobotanical Institute ETH*. 68: 3-15.
- VOS, C.C. & J.P. CHARDON (1998). Effects of habitat fragmentation and road density on the distribution pattern of the moor frog *Rana arvalis*. *Journal of Applied Ecology*. 35 (1): 44-56.
- WAGNER, G. (1994). Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. Nachträge und Ergänzungen, zweite Folge 1994. Zentralstelle der floristischen Kartierung der Schweiz, Systematisch-Geobotanisches Institut Universität Bern. Bern.
- WAGNER, H. (2000). From m² to km²: Scaling of the plant species diversity of an agricultural landscape. *Bulletin of the Geobotanical Institute ETH*. 66: 87.
- WALKER, D.A. & M.D. WALKER (1991). History and pattern of disturbance in Alaskan Arctic terrestrial ecosystems: A hierarchical approach to analysing landscape change. *Journal of Applied Ecology*. 28 (1): 244-276.
- WALKER, P.A. (1990). Modelling wildlife distribution using a geographic information system: kangaroos in relation to climate. *Journal of Biogeography*. 17: 279-289.
- WALKER, P.A. & D.P. FAITH (1995). Diversity-PD: Procedure for conservation evaluation based on phylogenetic diversity. *Biodiversity Letters*. 2 (5): 132-139.
- WALSH, S.J. & F.W. DAVIS (1994). Specials Feature: Application of remote sensing and geographic information systems in vegetation science: Introduction. *Journal of Vegetation Science*. 5 (5): 610-613.
- WALTER, K.S. & H.J. GILLET (eds) (1998). 1997 IUCN red list of threatened plants. IUCN Publications Services Unit. Cambridge.
- WEBER, C. (1966). Catalogue dynamique de la flore de Genève. *Boissiera*. 12: 1-259.
- WEBER, D., U. HINTERMANN & A. ZANGGER (2004). Scale and trends in species richness: Considerations for monitoring biological diversity for political purposes. *Global Ecology and Biogeography*. 13 (2): 97-104.
- WELTEN, M. & R. SUTTER (1982). Atlas de distribution des ptéridophytes et des phanérogames de la Suisse. Birkhäuser. Bâle.
- WELTEN, M. & R. SUTTER (1984). Erste Nachträge und Ergänzungen zum Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. Zentralstelle der floristischen Kartierung der Schweiz, Systematisch-Geobotanisches Institut Universität Bern. Bern.
- WERDENBERG, K. (1986). La cartographie de la végétation en tant qu'instrument de choix pour la gestion des problèmes de protection de la nature. Le cas du canton de Genève. Thèse. Université de Genève. Genève.
- WERDENBERG, K. & P. HAINARD (1988). Modifications de la composition floristique dans la forêt genevoise et pollution atmosphérique par l'azote. Le lien est-il

- réel? Une réponse à l'Institut fédéral de recherches forestières. *Saussurea*. 19: 57-66.
- WERDENBERG, K. & P. HAINARD (1989a)**. La carte de végétation: Un exemple concret de ses potentialités, notamment dans le cadre de la protection de la nature. *Saussurea*. 20: 137-144.
- WERDENBERG, K. & P. HAINARD (1989b)**. Régression et progression du *Quercocarpinetum molinietosum* dans la forêt genevoise (Suisse) en 40 ans, ou le shift mésophile. *Saussurea*. 20: 125-135.
- WERDENBERG, K. & P. HAINARD (1990)**. Régression du *Quercocarpinetum molinietosum* dans la forêt genevoise, ou le shift mésophile. Deuxième chapitre: QRN sur le QCM. *Saussurea*. 21: 81-89.
- WERDENBERG, K. & P. HAINARD (2000)**. Les paysages végétaux du canton de Genève. Conservatoire et Jardin botaniques de Genève. Genève.
- WESSELS, K.J., S. FREITAG & A.S. VAN JAARVELD (1999)**. The use of land facets as biodiversity surrogates during reserve selection at a local scale. *Biological Conservation*. 89 (1): 21-38.
- WESSELS, K.J., A.S. VAN JAARVELD, J.D. GRIMBECK & M.J. VAN DER LINDE (1998)**. An evaluation of the gradsect biological survey method. *Biodiversity and Conservation*. 7 (8): 1093-1121.
- WHITTAKER, R.H. (1975)**. *Communities and ecosystems*. Macmillan. New-York.
- WHITTAKER, R.J., K.J. WILLIS & R. FIELD (2001)**. Scale and species richness: Towards a general, hierarchical theory of species diversity. *Journal of Biogeography*. 28 (4): 453-470.
- WILDI, W. (1999)**. Analyse du cycle de l'eau en milieu urbain. *Cahiers du Centre Universitaire d'Ecologie Humaine*. 3: 40-44.
- WILLIAMS, P.H. & K.J. GASTON (1994)**. Measuring more of biodiversity: Can higher-taxon richness predict wholesale species richness? *Biological Conservation*. 67 (3): 211-217.
- WILLIS, K.J. & R.J. WHITTAKER (2002)**. Species diversity - Scale matters. *Science*. 295 (5558): 1245-1248.
- WILSON, E.O. (ed) (1988)**. *Biodiversity*. National Academy of Science Press. Washington D.C.
- WILSON, E.O. (1999)**. *Biological diversity: The oldest human heritage*. New-York State Museum. New-York.
- WITH, K.A. (1997)**. The application of neutral landscape models in conservation biology. *Conservation Biology*. 11 (5): 1069-1080.
- WITHERS, M.A. & V. MEENTEMEYER (1999)**. Concepts of scale in landscape ecology. in KLOPATEK, J.M. & R.H. GARDNER (eds). *Landscape ecological analysis. Issues and applications*: 205-252. Springer-Verlag. New-York.
- WOHLGEMUTH, T. (1998)**. Modelling floristic species richness on a regional scale: A case study in Switzerland. *Biodiversity and Conservation*. 7 (2): 159-177.
- WYLER, N. (1994)**. 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 (Non Publié). Université de Genève. Genève.
- WYLER, N. (1997)**. Réalisation d'un Modèle Numérique d'Altitude optimisé pour le canton de Genève. Certificat de spécialisation en géomatique (Non Publié). Université de Genève. Genève.
- WYLER, N., B. ARX VON & R. SPICHIGER (1994)**. Elaboration d'un liste de plantes menacées d'extinction, en vue de leur conservation. Dition: Le canton de Genève. *Saussurea*. 25: 121-134.

- YEE, T.W. & N.D. MITCHELL** (1991). Generalized Additive Models in plant ecology. *Journal of Vegetation Science*. 2 (5): 587-602.
- YOCCOZ, N.G., J.D. NICHOLS & T. BOULINIER** (2001). Monitoring of biological diversity in space and time. *TREE*. 16 (8): 446-453.
- ZACHARIAS, D. & D. BRANDES** (1990). Species area-relationship and frequency - Floristical data analysis of 44 isolated woods in northwestern Germany. *Vegetatio*. 88 (1): 21-29.
- ZANIEWSKI, E., A. LEHMANN & J.M. OVERTON** (2002). Predicting species spatial distributions using presence-only data: A case study of native New-Zealand ferns. *Ecological Modelling*. 157 (2-3): 261-280.
- ZEILER, M.** (1999). Modeling our world. The ESRI guide to geodatabase design. ESRI Press. Redlands.
- ZELLWEGER, C.** (1993). Bases de données et jardin botaniques. *Boissiera*. 47: 272-286.
- ZELLWEGER, C.** (1994). Un système d'information botanique: Contribution au désenclavement de l'information. Thèse. Université de Genève. Genève.
- ZHU, W., R.G. HEALEY & R.J. ASPINALL** (1998). A knowledge-based systems approach to design of spatial decision support systems for environmental management. *Environmental Management*. 22 (1): 35-48.
- ZIMMERMANN, N. & F. KIENAST** (1999). Predictive mapping of alpine grasslands in Switzerland: Species versus community approach. *Journal of Vegetation Science*. 10 (4): 469-482.
- ZIMMERMANN, N. & D.W. ROBERTS** (1998). Spatially-explicit modelling of biophysical parameters for the Shoshone National Forest, WY. Swiss Federal Research Institute, WSL.
- ZIMMERMANN, N. & D.W. ROBERTS** (2001). Final Report of the MLP climate and biophysical mapping project. Swiss Federal Research Institute WSL. Birmensdorf.
- ZOLLER VON, H. & J.N. HAAS** (1995). War Mitteleuropa ursprünglich eine halboffene Weidlandschaft oder von geschlossenen Wäldern bedeckt? *Journal Forestier Suisse*. 146 (5): 321-354.