

## Succession secondaire végétale dans la région de Zicavo en Corse (île méditerranéenne) : effet du climat

Sonia Saïd<sup>a,b,\*</sup>, Jacques Gamisans<sup>c</sup>, Alain Bédecarrats<sup>d</sup>, Philippe Delcros<sup>d</sup>  
et Jean-Claude Rameau<sup>a</sup>

<sup>a</sup> ENGREF, UMR Ressources Forêts-Bois, 14 rue Girardet, 54042 Nancy Cedex, France

<sup>b</sup> Adresse actuelle : Centre d'Étude Biologique de Chizé, CNRS UPR 1934, BP 14, Villiers en Bois, 79360 Beauvoir sur Niort, France

<sup>c</sup> Laboratoire d'Écologie terrestre, Université Paul Sabatier, 39 allée Jules Guesdes, 31062 Toulouse Cedex, France

<sup>d</sup> Cemagref Grenoble, Domaine Universitaire, BP 76, 38402 Saint-Martin-d'Hères Cedex, France

(Reçu le 19 juin 2000 ; accepté le 12 janvier 2001)

**Résumé** – La recolonisation forestière naturelle suite à l'abandon des terres, c'est-à-dire la succession secondaire, a souvent été étudiée en région méditerranéenne quoique plus rarement en Corse. L'objectif de cet article est d'étudier l'effet conjoint de la succession secondaire et des variations mésoclimatiques inter-vallées entre trois vallées contigus, ce qui nous permettra d'ébaucher des propositions de gestion des espaces à protéger et de la biodiversité dans les montagnes de Corse. Pour répondre à nos objectifs pour chacun des relevés, nous avons pris en compte des critères stationnels (exposition, pente, altitude, topographie) et de structure, texture et de pH pour chaque horizon du sol. L'analyse de l'effet conjoint stade et vallée a été effectuée par une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) « conditionnelle » (inter et intra-classes des 199 relevés et 192 espèces) sur les trois vallées. Nous avons donc étudié la structure végétation-vallée et la structure végétation-stade en éliminant successivement les différences inter-stade et inter-vallée au moyen des AFC « conditionnelles » utilisant des éliminations d'effets. La succession végétale secondaire s'accompagne d'une diminution du nombre d'espèces présentes strictement dans une vallée de la région d'étude mais aussi la richesse spécifique végétale des communautés.

**déprise / climat / Corse / conservation de la végétation / succession secondaire**

**Abstract** – **Secondary succession in the Zicavo region of Corsica (Mediterranean island): Climate effect.** The secondary succession was often studied in Mediterranean area though more rarely in Corsica. The aim of this article is to study the joint effect of the land abandonment and the mesoclimatic variations between valleys, which will enable us to outline proposals for a space management of protected area and for conservation of biodiversity in Corsica mountains. Sites criteria and pedological criteria were taken into account on each plot. The analysis of “combined” effect of dynamic stage and valley was carried out by a “conditional” Factorial Correspondence Analysis (FCA) (inter and intra-classes of the 199 plots and 192 species) in the three sites. The secondary succession is often accompanied by a reduction in the number of species present strictly in a valley.

**land abandonment / climate / Corsica / vegetation conservation / secondary succession**

---

\* Correspondance et tirés-à-part

Tél. (33) 05 49 09 78 46 ; Fax. (33) 05 49 09 65 26 ; e-mail : said@engref.fr ou said@cebc.cnrs.fr

## 1. INTRODUCTION

La recolonisation forestière naturelle suite à l'abandon des terres, c'est-à-dire la succession secondaire, a souvent été étudiée en région méditerranéenne [15, 16, 31, 32] quoique plus rarement en Corse [17]. Cette île méditerranéenne est pourtant l'une des régions qui convient le mieux pour l'étude des successions végétales secondaires, du fait de la complexité d'un contexte de pâturage, d'incendie et d'urbanisation. En effet, depuis la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, jusqu'à la fin de la Deuxième Guerre Mondiale [1, 26], la pression anthropique à l'intérieur de l'île a fortement diminué [17, 26, 29], ce qui a entraîné une recolonisation forestière naturelle, mais aussi une modification de la végétation [3] et de la biodiversité.

Cette recolonisation naturelle progressive intéresse non seulement les scientifiques qui souhaitent mieux connaître la dynamique des communautés végétales mais aussi les forestiers, pour la gestion et l'aménagement des territoires. De plus, un grand nombre de communautés végétales créées par les activités humaines (déboisement, pâturage ou incendie [8, 9]) sont classées au titre de protection de la nature par les instances européennes. Le patrimoine actuel étant l'aboutissement de centaines de milliers d'années d'évolution mais aussi de la disparition de certaines espèces, d'écosystèmes et de types de paysages ayant entraîné une diminution irréversible de la diversité [11]. C'est pourquoi, il s'agit d'un point de vue fondamental, de comprendre les schémas d'organisation de la végétation sous les effets conjoints de la déprise, qui va déterminer la reprise de la dynamique successionnelle, et de la variété des climats insulaires en tant que facteurs de variations de la composition spécifique des communautés végétales pour un stade successional donné, afin de pouvoir orienter la conservation et la gestion de la biodiversité des espaces naturels en Corse.

Dans ce contexte, l'objectif de cet article est d'étudier si les successions secondaires végétales sont semblables entre trois vallées contiguës en Corse, c'est-à-dire s'il existe une interaction entre dynamique de la végétation et variations mésoclimatiques.

La Corse renforce l'intérêt de nouvelles études dans la mesure où elle recèle un grand nombre d'espèces endémiques [18] liées à l'effet de l'insularité sur les processus de l'évolution. De plus, sa topographie crée à l'intérieur de l'île différents mésoclimats [17]. L'étude conjointe de la déprise et des variations mésoclimatiques inter-vallées nous permettra d'ébaucher des propositions de gestion des espaces à protéger et de la conservation de la biodiversité dans les montagnes de Corse.

## 2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 2.1. Présentation du site d'étude

L'insularité de la Corse, ajoutée au relief et à son climat, méditerranéen au départ, mais modifié avec l'altitude, en font une mosaïque de mésoclimats ou tout au moins entraîne des contrastes marqués sur de courtes distances [17]. Ainsi, la région de Zicavo est définie comme une région appartenant à un vaste ensemble relativement homogène par son climat, sa végétation, mais également son histoire [1].

La zone d'étude est composée de trois vallées contiguës ayant des conditions mésologiques homogènes, situées dans la région de Zicavo, au nord du Monte Incudine, à l'est du village de Zicavo et à l'ouest du Monte Malo, dans le centre sud du massif granitique en Corse (*figure 1*). S'étendant de 800 à 1 500 mètres, la zone d'étude est partie intégrante des étages bioclimatiques supraméditerranéen et montagnard [17].

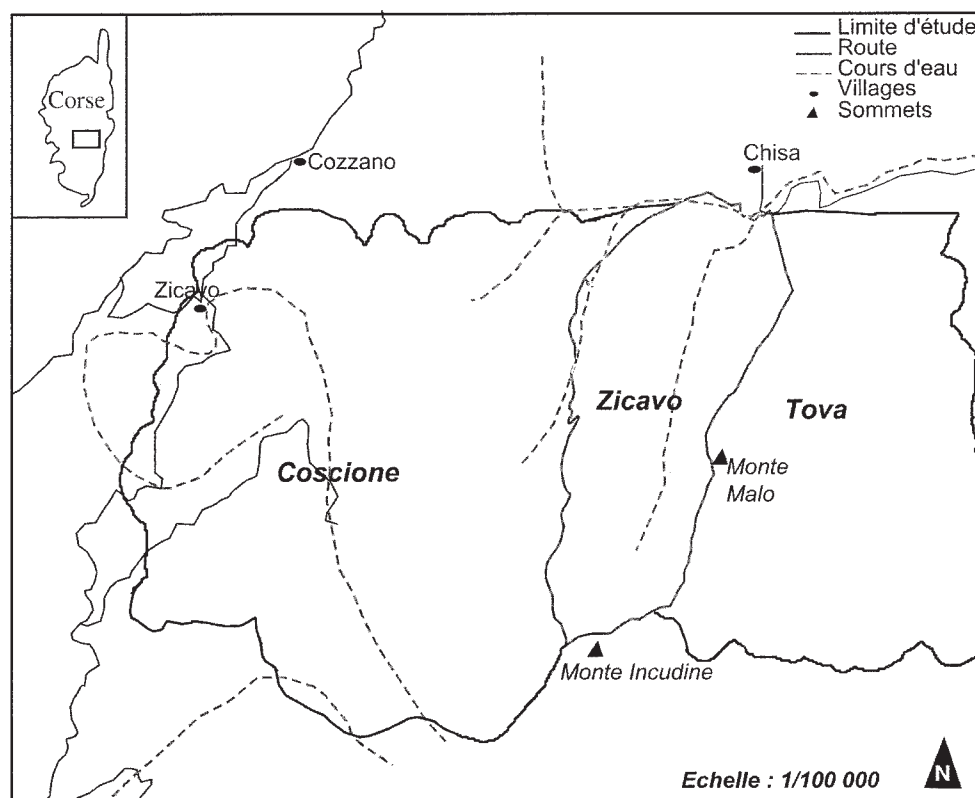
L'échantillonnage a été basé sur des critères écologiques et géographiques, mais aussi sur l'existence de document historique suffisamment ancien et exploitable sur l'agro-pastoralisme en Corse [1].

L'agriculture traditionnelle corse, liée au relief accidenté, est représentée par du pastoralisme (bovins, caprins, porcins) comme dans de nombreuses régions méditerranéennes. L'absence de parcelles délimitées par des parcs, des haies ou des chemins constitue une des particularités des paysages du centre de la Corse. Le paysage se caractérise donc par de vastes unités pâturées, forestières ou en déprise agricole. La forêt est représentée par *Pinus nigra* subsp. *Laricio* var. *corsicana*, *Quercus ilex* et *Pinus pinaster* sur le vallée de Tova, *Quercus ilex*, *Pinus nigra* subsp. *Laricio* var. *corsicana*, *Fagus sylvatica* et *Quercus petraea* sur le vallée de Zicavo et *Quercus ilex* et *Fagus sylvatica* sur le vallée du Coscione.

Les milieux ouverts sont représentées par *Anthyllis hermaniae*, *Berberis aetnensis*, *Genista lobelli*, *Genista salzmanii* ou *Juniperus communis*.

### 2.2. Échantillonnage et données écologico-floristiques

Les relevés ont été effectués durant les mois de juin à août (1997 et 1998). Notre démarche repose sur une stratification selon l'altitude (< 1 250 m et ≥ 1 250 m) et sur les classes de physionomie végétale qui ont été définie



par la structure et la texture des photographies aériennes [19, 21, 30]. Notre échantillonnage concerne donc l'ensemble des stades dynamiques (1 : pelouses et fruticées basses (44 relevés), 2 : fruticées hautes (44 relevés), 3 : forêts claires (40 relevés), 4 : forêts denses (71 relevés)) [30] avec 199 relevés échantillonnés sur les trois vallées (72 dans le Coscione, 71 à Zicavo et 56 à Tova) soit 4 stades pour les vallées de Zicavo et de Tova et 3 stades pour le site du Coscione [1].

Les relevés floristiques ont fait l'objet d'un inventaire exhaustif des espèces, codées en abondance-dominance, allant de + à 5, selon l'échelle de Braun-Blanquet [6]. Le nombre d'espèces endémiques de chaque relevé a également été répertorié [18].

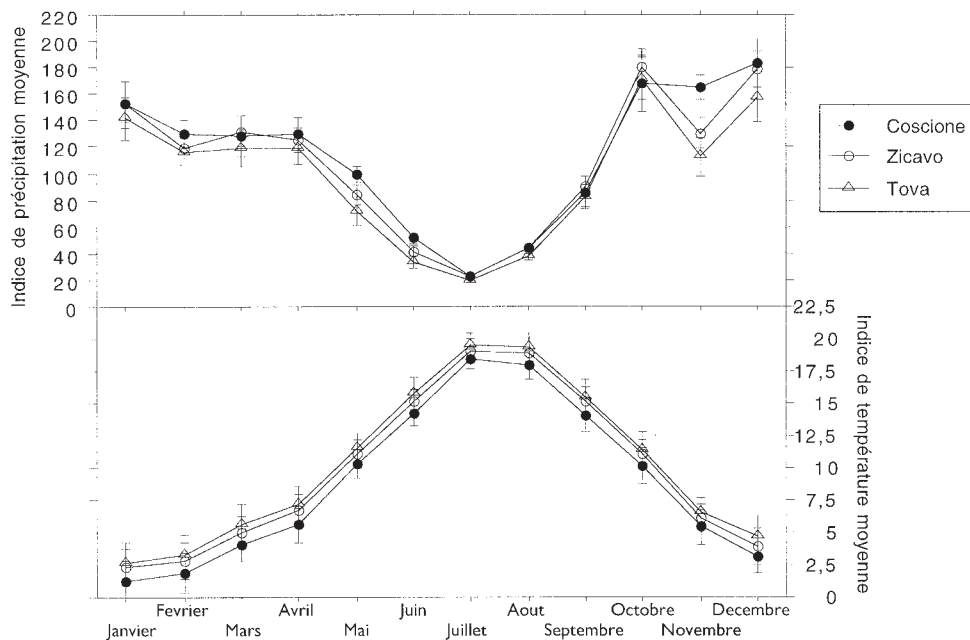
La nomenclature utilisée est celle de *Flora europaea* [36].

Pour chacun des relevés, des critères stationnels (exposition, pente, altitude, topographie) et de structure, texture et de pH pour chaque horizon du sol a été mesurée jusqu'à une profondeur de 50 cm. De plus, une variable qualitative représentant chacune des vallées (Zicavo : Z, Coscione : C, Tova : T) et les données climatiques

(température et précipitation) de METEO-France obtenues par la méthode d'interpolation d'AURELHY [4], sur une moyenne de 30 années (1961–1990), pour chacun des relevés ont été notées ce qui nous a permis de formaliser une température et précipitation mensuelle moyenne pour chaque vallée (figure 2).

### 2.3. Analyse des données

L'analyse de l'effet conjoint stade et vallée, soit 11 classes stades-vallées a été effectuée par une analyse canonique partielle [33] ou analyse factorielle des correspondances (AFC) « conditionnelle » [20, 27, 34, 37] inter-classe et intra-classe des 199 relevés et 192 espèces sur les trois vallées. Cette méthode permet de traiter les données de composition spécifique des communautés comme de véritables données expérimentales en introduisant l'analyse de variance dans le domaine multivarié [12, 27, 33]. Nous avons donc étudié la structure végétation-vallée et la structure végétation-stade en éliminant successivement les différences inter-stade et inter-vallée au moyen des AFC « conditionnelles » utilisant des



**Figure 2.** Moyennes mensuelles des indices de températures et précipitations moyennes estimés par la méthode Aurbely (moyenne 1961–1990), sur les vallées de Coscione, Zicavo et Tova.

éliminations d'effets. La validité de la signification de la variabilité inter-vallée est testée par un test de permutation [23] de Monte-Carlo (2 000 permutations).

Par la suite nous avons ordonnés les espèces endémiques Corso-Sarde et les espèces communes (non endémiques) de Corse, afin d'étudier la distribution des espèces endémiques et caractéristiques de chacune des vallées, sur le gradient écologique défini par les relevés (les espèces sont positionnées à la moyenne des stations où elles sont présentes) [12]. Les analyses ont été effectuées avec le logiciel ADE-4 [10, 35] et l'effet conjoint des différentes vallées et stades dynamiques sur la richesse spécifique [14] a été analysé statistiquement grâce à un test ANOVA à un facteur effectuée avec le logiciel STATVIEW 5.0.

### 3. RÉSULTATS

#### 3.1. Effet conjoint des vallées et des stades sur les changements de communautés

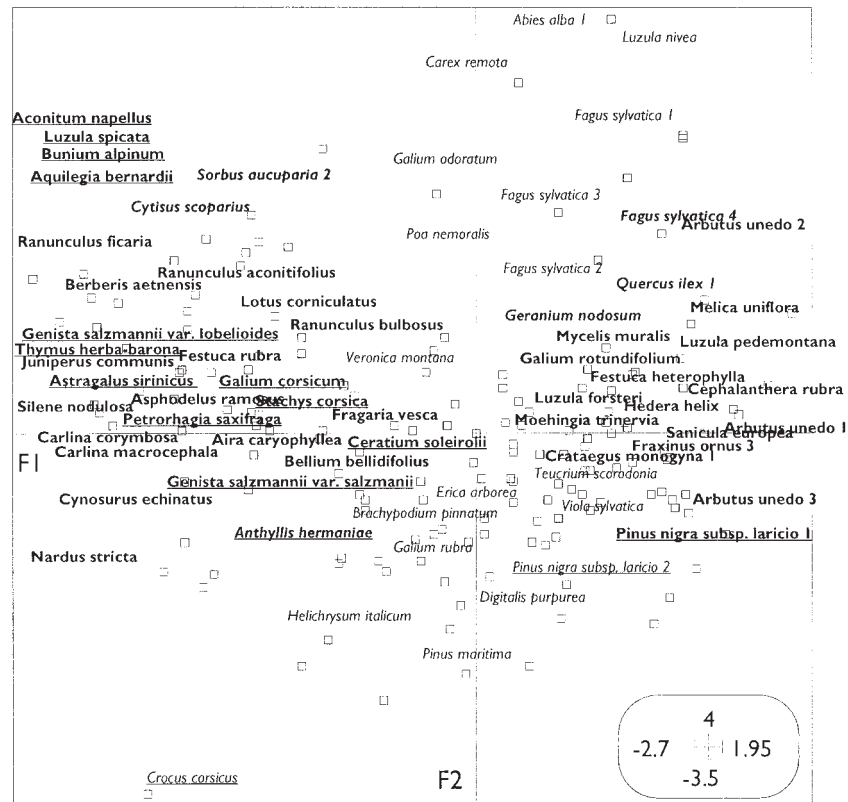
La représentation des espèces sur le plan factoriel 1-2 de l'AFC « conditionnelle » (figure 3) montre à l'extrémité négative de l'axe 1 des espèces héliophiles de

pelouses et fruticées basses telles que *Agrostis castellana*, *Aira caryophyllea*, *Berberis aetnensis*, *Cerastium soleirolii*, *Genista salzmanii* var. *lobelioides*, *Juniperus communis* subsp. *alpina*, *Thymus herba-barona* et à l'extrémité positive des espèces de milieu fermé telles que *Arbutus unedo*, *Cephalanthera rubra*, *Fagus sylvatica*, *Fraxinus ornus*, *Luzula forsteri*, *Luzula pedemontana*, *Melica uniflora* et *Viola sylvestris*. Cet axe correspond donc à un gradient de fermeture sur lequel s'ordonnent régulièrement les différents stades.

L'axe 2 oppose le pôle des hêtraies mésohygrophiles à *Luzule* de la vallée du Coscione à des pinèdes xérophiles de la vallée de Tova et entre ces deux extrêmes on observe les espèces mesoxériques de Zicavo. Cet axe est fortement corrélé aux conditions d'habitats (vallées).

#### 3.2. Effets successionnels et spatiaux sur les changements de communautés végétales

Les résultats de la simple AFC « conditionnelle » (CA) montrent l'ordination à 2 dimensions des communautés d'espèces selon le stade et la vallée (figure 3). Afin de savoir lequel de l'effet vallée ou de l'effet stade est le facteur le plus important dans l'ordination des communautés végétales, deux AFC « conditionnelles » entre



**Figure 3.** Projection des espèces dans le plan 1/2 de l'AFC conditionnelle de l'effet conjoint stade et vallée. Les espèces les plus significatives pour l'axe 1 sont en gras, en italique pour l'axe 2 et en italique et gras pour une contribution sur les deux axes. Le numéro indique, pour les espèces ligneuses, la présence en strate haute : 1, basse : 2 et herbacée : 3 et les espèces soulignées sont les endémiques de Corse.

vallées et entre stades ont été effectuées et leur inertie totale et leur valeur propre ont été comparées.

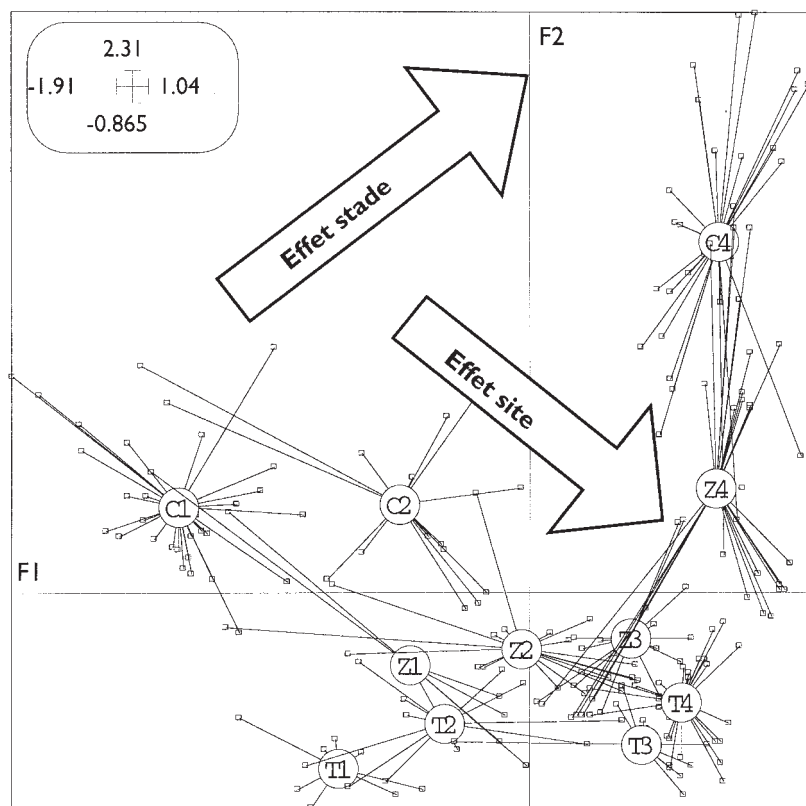
Le *tableau I* montre que l'inertie totale de l'AFC vaut 8,3. Celle-ci se décompose dans l'analyse simple en une partie organisée divisée sur 3 facteurs (16,8 % de la structure sont définis par les valeurs propres 0,565, 0,477, 0,355) et une partie résiduelle considérée comme inorganisée et sans intérêt (83,2 %). Le test de permutation, effectué à partir de l'AFC « conditionnelle » inter-classe du tableau global, révèle l'existence de différences significatives entre les vallées (17,3 % de l'inertie totale) et entre les stades (6,1 % de l'inertie total) (*tableau I*).

Les *figures 5a* et *5b* montrent la position des relevés après avoir éliminé chacun des deux effets, c'est-à-dire la nouvelle ordination où l'on manipule une seule variable expliquée. La *figure 5b*, obtenue suite à l'élimination de l'effet vallée, montre une ordination selon le gradient de fermeture, c'est-à-dire des pelouses vers les forêts, avec un passage de 1 à 4 quelle que soit la vallée. De plus, on

observe des espèces communes aux trois vallées plus importantes dans les stades 3 et 4 que 1 et 2 (*figure 5b*). En dépit des 84 espèces (sur un total de 192 espèces) communes entre les trois vallées, les vallées se distinguent parfaitement.

### 3.3. Impact de l'effet vallée sur les espèces endémiques

La comparaison de la richesse spécifique moyenne entre les différents stades montre des différences significatives, variables suivant les vallées. Cette richesse montre un maximum dans les stades « fruticées hautes » dans le cas du Coscione, dans les pelouses dans le cas de Tova et en dents de scie dans le cas de Zicavo (*tableau II*). Quelle que soit la vallée, l'optimum se situe dans les premiers stades : soit pelouses et fruticées basses, soit fruticées hautes.



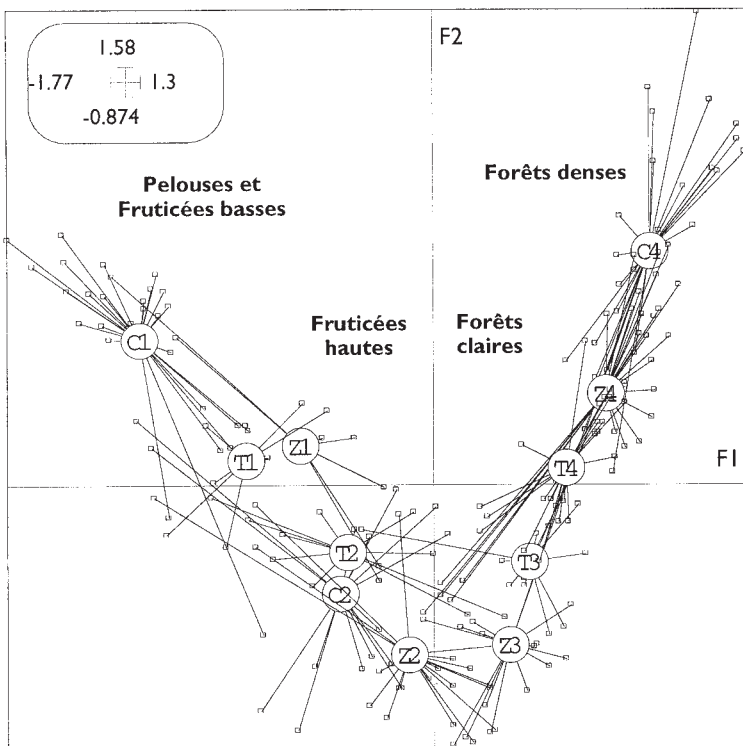
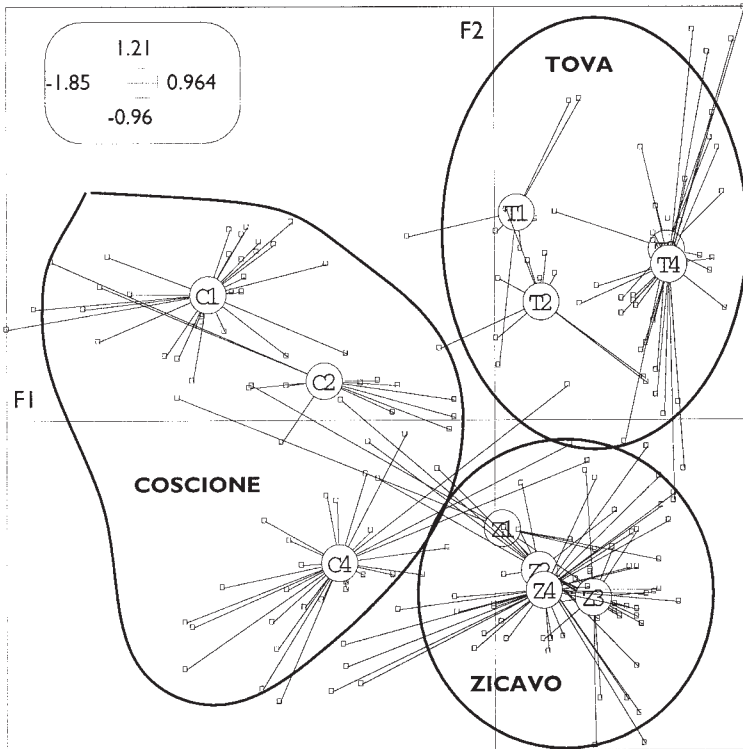
**Figure 4.** AFC « conditionnelle » de l'effet conjoint stade et vallée, projection des relevés. Les relevés sont regroupés par vallée : C : Coscione, T : Tova, Z : Zicavo, et stades 1 : pelouses et fruticées basses, 2 : fruticées hautes, 3 : forêts claires, 4 : forêts denses.

**Tableau I.** Inertie totale et première valeur propre de l'analyse multivariée. Pour l'analyse inter-classe, un test de Monte-Carlo à 2 000 permutations a été réalisé afin de vérifier la significativité de l'effet.

Analyses	CA	Intra-stade CA	Inter-stade CA	Intra-vallée CA	Inter-vallée CA
Inertie totale	8,3	7,695	0,608	6,825	1,425
Première valeur propre	0,565	0,383	0,461	0,458	0,410
Test de Monte-Carlo	-	-	$p < 0,0001$	-	$p < 0,0001$

**Tableau II.** Variation de la richesse spécifique moyenne au cours de la succession secondaire (les lettres indiquent une différence significative entre les moyennes : test de comparaison de moyennes de Fischer ;  $p < 0,05$ ).

Richesse spécifique	Pelouses et fruticées basses	Fruticées hautes	Forêts claires	Forêts denses
Toutes les vallées	22,5a	22,8b	22,6c	17,2abc
Coscione	19,5a	26,5a	-	11,8a
Zicavo	27,9a	21,3b	26,8bc	17,5ac
Tova	26,7ab	19,5a	15,4bc	22,2c



**Figure 5.** (a) AFC « conditionnelle » suite à l'élimination de l'effet stade. Graphique des relevés, analyse inter-vallée. (b) AFC « conditionnelle » suite à l'élimination de l'effet vallée, graphique des relevés : analyse inter-stade. Les relevés sont regroupés par vallée C : Coscione, T : Tova, Z : Zicavo, et par stades 1 : pelouses et fruticées basses, 2 : fruticées hautes, 3 : forêts claires, 4 : forêts denses.



En revanche, quelle que soit la vallée, on observe une diminution régulière de la richesse moyenne, du nombre d'espèces rares (*tableau III*) et endémiques (*tableau III*) au cours des successions secondaires. Le *tableau III* montre également que chaque vallée est caractérisée par des espèces qui lui sont propres. Parmi ces espèces, un certain nombre sont endémiques de la Corse (*tableau III*). Ces trois vallées sont caractérisées par une richesse en espèces rares plus importante dans les premiers stades de la succession secondaire. On note également que la diminution du nombre d'espèces caractéristiques de chaque vallée se fait parallèlement à la diminution du nombre d'espèces végétales endémiques au cours des successions secondaires.

**Tableau III.** Nombre d'espèces total et nombre d'espèces endémiques (indiquées entre parenthèses) présentes dans chaque vallée prise individuellement.

	Pelouses	Fruticées hautes	Forêts claires	Forêts denses
Coscione	22 (4)	20 (1)	–	6 (0)
Zicavo	25 (5)	23 (2)	20 (4)	17 (1)
Tova	17 (1)	17 (0)	9 (0)	12 (0)

## 4. DISCUSSION

### 4.1. Variation de la végétation inter-stade et origine des différences inter-vallées

La méthode utilisée c'est-à-dire, l'AFC «conditionnelle», nous a permis de déterminer que certaines espèces sont cantonnées dans certains milieux très particuliers d'une vallée donnée (*tableau III*), parce qu'elles trouvent sur ces milieux-là des conditions climatiques propices à leur développement (*Aconitum napellus*, *Silene requieni*, *Luzula spicata*). D'autres espèces communes (84/192) (*Arbutus unedo*, *Fraxinus ornus*, *Juniperus communis*, *Lotus corniculatus*, *Polypodium vulgare* et *Silene nodulosa*) (*figure 4*) peuvent se développer sur des vallées différents, et ont une plus forte variabilité.

Les vallées sont différenciées par leur végétation et les espèces endémiques (*Aconitum napellus*, *Santolina corsica*) et rares (*Abies alba*, *Elymus caninus*) qui les habitent. Ces différences de végétation inter-vallées peuvent s'expliquer par l'effet conjoint de l'histoire et des différences mésoclimatiques inter-vallées [1]. Ainsi, la

présence de pin maritime sur la vallée de Tova s'explique en partie par le nombre répété d'incendies qui ont favorisé la présence de pinèdes dans cette vallée mais également par la xéricité du climat et les faibles précipitations et fortes températures (*figure 1*). L'effet mésoclimatique (*figure 2*), défini à l'aide de l'indice climatique de Bénichou et Le Breton [4], explique en partie ces différences de végétation inter-vallée. Ainsi, la présence de hêtraie sur la vallée du Coscione s'explique non seulement par une diminution de la pression anthropique [1], mais aussi par la forte humidité provenant de l'influence maritime venant de l'est et de l'ouest de la Corse. En effet, les trois vallées, malgré leur proximité (*figure 1*), se différencient par des températures et des précipitations moyennes mensuelles significativement différentes ( $p < 0,0001$ ).

La succession végétale secondaire se fait parallèlement avec une diminution du nombre d'espèces présentes strictement dans une vallée (*tableau III*) et à la richesse spécifique végétale des communautés mais surtout par une réduction progressive d'espèces endémiques inféodées aux milieux ouverts (*Cerastium soleirolii*, *Genista salzmanii* var. *lobelioides*, *Petrorhagia saxifraga* subsp. *gasparrinii*, *Thymus herba-barona*, *Galium corsicum*) (*figure 4* et *tableau III*). La diminution de la richesse spécifique dans le Coscione s'explique par la structure du peuplement et la présence de quelques porcins qui, par leur fouinage, suppriment les quelques espèces présentes dans les hêtraies. En revanche, la structure des pinèdes denses à Tova permet l'installation d'espèces heliophiles dans les trouées et des espèces sciaphiles ou de demi-ombre sous les pins. La vallée de Zicavo est, elle, caractérisée par des pinèdes et des hêtraies ce qui explique sa forte richesse spécifique dans le stade forêt claire. La diminution de la richesse dans les stades forêts denses s'explique par la structure du peuplement, le couvert des hêtraies empêchant l'installation des espèces herbacées.

La diminution d'espèces végétales endémiques, au cours des successions, et le passage à une végétation plus «banale» concordent avec les travaux réalisés en Corse et en Provence sur l'avifaune [5] ou sur les gastéropodes en Provence [22]. Nos résultats concordent avec les résultats observés entre l'est et l'ouest de l'Écosse où des différences de conditions climatiques se traduisent par des végétations différentes [7].

L'intérêt de notre recherche réside dans l'étude de la richesse spécifique et des espèces endémiques sur des vallées proches et ayant des conditions topographiques et géologiques semblables, sur une île. En effet, la richesse spécifique seule ne permet pas de juger de la valeur



patrimoniale d'une communauté, et la prise en compte des espèces « originales » (e.g. rares ou endémiques) est indispensable à l'évaluation [2, 13, 24, 25]. Toutefois, l'évaluation de l'originalité (et de la rareté) est difficile car elle dépend du cadre géographique dans laquelle elle est définie [11, 24]. C'est pourquoi les résultats obtenus (i) pour les espèces de montagne qui sont sur-représentées dans nos vallées d'études (altitude entre 750 et 1 590 m) corses par rapport à leur distribution sur l'île sont sous-estimés (ii) en revanche pour certaines espèces présentes dans d'autres vallées corses ayant les mêmes conditions climatiques, ils sont surestimés.

#### 4.2. Conservation

Dans une perspective de conservation des espèces rares et menacées, il convient de considérer un espace protégé comme un système en action et non comme un système figé. En effet, la déprise agricole, de la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle jusque dans les années 1950 [1], a entraîné une régression des espèces de milieux ouverts par suite de la perte des habitats, du fait de la raréfaction de ces milieux dans le temps et dans l'espace. Ainsi, les distances qui séparent les espèces peuvent s'accroître. Cette distance est très importante en Corse du fait de son insularité, car non seulement les milieux à protéger doivent être créés en fonction de la capacité de colonisation de l'espèce mais aussi de son endémisme [28]. De plus, chaque vallée est caractérisée par un mésoclimat et des espèces endémiques et parfois uniques sur de courtes distances. C'est pourquoi, dans un objectif de conservation, il est important de maintenir la proportion des stades successionnels précoces dans chaque vallée afin de fournir à chaque espèce son habitat.

Parallèlement, dans une perspective de recherche, il serait intéressant de connaître l'évolution à long terme de toutes les communautés vivantes de ces écosystèmes dynamiques mais aussi mieux expliquer la dynamique des populations dans le temps et dans l'espace [13]. De plus, il faudrait étudier génétiquement les espèces communes, afin de voir si elles sont semblables entre vallées et avec leurs congénères continentaux où il y a suffisamment de flux génique par immigration occasionnelle pour diluer les effets de la sélection favorisant le syndrome insulaire.

**Remerciements :** Cette recherche a été réalisée grâce au soutien financier de l'Office National des Forêts (ministère de l'Agriculture) et de l'Office de l'environnement Corse. Nos remerciements s'adressent à François Lebourgeois, Jean-Luc Dupouey, Jean-Claude Gégout et

Luc Barbaro pour les commentaires et suggestions qu'ils ont bien voulu apporter au cours de la rédaction de cet article, ainsi que les deux relecteurs pour leurs remarques très constructives.

#### RÉFÉRENCES

- [1] Saïd S., Auvergne S., Impact du pastoralisme sur l'évolution paysagère en Corse : quelques propositions de gestion, *Rev. Géogr. Alpine* 3 (2000) 39–49.
- [2] Barbaro L., Dynamique agro-écologique des communautés de pelouses sèches calcicoles du Vercors méridional : Application à la gestion conservatoire de la biodiversité par le pastoralisme. Thèse de Doctorat de Grenoble-Joseph Fourier, Cemagref, 1999, 170 p. + annexes.
- [3] Barbero M., Quezel P., L'évolution du couvert forestier dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur en relation avec la déprise rurale, in: *Biogéographie, Environnement, Aménagement*, CNRS Éditions, Paris, 1988, pp. 199–212.
- [4] Bénichou P., LeBreton O., Prise en compte de la topographie pour la cartographie des champs pluviométriques statistiques, *La météorologie* 7 (1987) 23–34 et 14 cartes encartées hors texte.
- [5] Blondel J., Chessel D., Frochot B., Bird species impoverishment, niche expansion, and density inflation in Mediterranean island habitats, *Ecology* 69 (1988) 1899–1917.
- [6] Braun-Blanquet J., *Plant sociology: The study of plant communities*. Translated by G.D. Fuller and H.S. Conrad, McGraw-Hill, New-York, 1932.
- [7] Brown A., Birks H.J.B., Thompson D.B.A., A new biogeographical classification of the Scottish uplands. II. Vegetation-environment relationships, *J. Ecology* 81 (1993) 231–251.
- [8] Calvo L., Herrero B., Bravo F., The influence of fire on the seed bank in the soil of a *Quercus faginea* forest (NW Spain), *Ann. For. Sci.* 56 (1999) 249–258.
- [9] Calvo L., Tarrega R., Luis de E., Forest fire succession in two *Quercus pyrenaica* communities with different disturbance histories, *Ann. For. Sci.* 56 (1999) 441–447.
- [10] Chessel D., Ordination sous contraintes. Documentation de la programmation ADE-4 « Analyses multivariées et expression graphique des données environnementales » (<http://pbil.univ-lyon1.fr/ADE-4>). Université Lyon I, 1997, 43 p.
- [11] Cody M.L., Diversity, rarity and conservation in mediterranean-climate regions, in: *Conservation biology, the science of scarcity and diversity*, M. Soulé (Ed.), Sinauer associates, inc. Publishers, Sunderland, Massachusetts, 1987, pp. 122–152.
- [12] Dolédec S., Chessel D., Recent developments in linear ordination methods for environmental sciences, *Adv. Ecol., India* 1 (1991) 133–155.

- [13] Dutoit T., Alard D., Mécanismes d'une succession végétale secondaire en pelouse calcicole : un essai d'écologie historique, *C. R. Acad. Sci.* 318 (1995) 897–907.
- [14] Dzwonko Z., Loster S., Dynamics of species richness and composition in a limestone grassland restored after tree cutting, *J. Veg. Sci.* 9 (1998) 387–394.
- [15] Escarré J., Houssard C., Debussche M., Lepart J., Évolution de la végétation et du sol après abandon cultural en région méditerranéenne : étude de succession dans les garrigues du Montpelliérais (France), *Acta Oecol., Oecol. Plant.* 4 (1983) 221–239.
- [16] Farina A., Recent changes of the mosaic patterns in a mountain landscape (north Italy) and consequences on vertebrate fauna, *Option Méditerranéenne, Sér. A*, 15 (1991) 121–134.
- [17] Gamisans J., La végétation de la Corse. Conservatoire et Jardin Botanique de la Ville de Genève, EdiSud (2<sup>e</sup> éd.), 1999.
- [18] Gamisans J., Marzocchi J.F., La flore endémique de la Corse, Edisud, 1996.
- [19] Hong S.-H., Nakagoshi N., Kamada M., Human impacts on pine-dominated vegetation in rural landscapes in Korea and western Japan, *Vegatatio* 116 (1995) 161–172.
- [20] Lebreton J.D., Chessel D., Prodon R., Yoccoz N., L'analyse de la relation espèce-milieu par analyse canonique des correspondances. I – Variables de milieu quantitatives, *Acta Oecol.* 9 (1988) 53–67.
- [21] Madden M., Jones D., Vilchek L., Photointerpretation key for the Everglades vegetation classification systems, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 65 (1999) 171–177.
- [22] Magnin F., Tatoni T., Secondary successions on abandoned cultivation terraces in calcareous Provence. II– The gastropod communities, *Acta Oecol.* 16 (1995) 89–101.
- [23] Manly B.F.J., Randomization and Monte Carlo methods in biology, Chapman and Hall, London, 1991.
- [24] Muller S., Exposé introductif au colloque « Biodiversité et gestion des écosystèmes prairiaux » : déterminisme et évolution de la biodiversité dans les écosystèmes prairiaux, *Acta Bot. Gallica* 143 (1996) 233–238.
- [25] Orth D., Girard C.M., Espèces dominants et biodiversité : relations édaphiques et les pratiques agricoles pour les prairies des marais du Cotentin, *Ecologie* 27 (1996) 171–189.
- [26] Panaïotis C., Loisel R., Roux M., Analyse de la réponse de la végétation aux trouées naturelles dans une futaie âgée de *Quercus ilex* L. en Corse (île Méditerranéenne), *Can. J. For. Res.* 28 (1998) 1125–1134.
- [27] Prodon R., Lebreton J.D., Analyses multivariées des relations espèces-milieu : structure et interprétation écologique, *Vie Milieu* 44 (1994) 69–91.
- [28] Ramade F., Conservation des milieux naturels, in: *Encyclopædia Universalis, Dictionnaire de l'écologie*, Albin Michel, Paris, 1999, pp. 848–867.
- [29] Ravis-Giordani G., Bergers Corses. Les communautés villageoises du Niolu, Edisud, 1983.
- [30] Saïd S., Gegout J.C., Using the age of the oldest woody specimen for studying post-pasture successions in Corsica (Mediterranean Island), *Acta Oecol.* 21 (2000) 193–201.
- [31] Tatoni T., Roche P., Comparison of old-field and forest revegetation dynamics in Provence, *J. Veg. Sci.* 5 (1994) 295–302.
- [32] Tatoni T., Magnin F., Bonin, G., Vaudour, J., Secondary successions on abandoned cultivation terraces in calcareous Provence. I – Vegetation and soil, *Acta Oecol.* 15 (1994) 431–447.
- [33] TerBraak C.J.F., Partial canonical correspondence analysis, in: Bock H.H. (Ed.), *Classification and related methods of data analysis*, North-Holland, Amsterdam, 1988, pp. 551–558.
- [34] TerBraak C.J.F., Wiertz J., On the statistical analysis of vegetation change: a wetland affected by water extraction and soil acidification, *J. Veg. Sci.* 5 (1994) 361–372.
- [35] Thioulouse J., Chessel D., Dolédec S., Olivier J.M., ADE-4: a multivariate analysis and graphical display software, *Stat. and Comput.* 7 (1997) 75–83.
- [36] Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Walters S.M., Webb D.A., *Flora Europaea* 5, Cambridge University Press, Cambridge, 1964–1980.
- [37] Yoccoz N., Chessel D., Ordination sous contrainte de relevés d'avifaune : élimination d'effets dans un plan d'observation à deux facteurs, *C. R. Acad. Sci., Sér. III Sci. Vie* 307 (1988) 189–194.