



**La richesse spécifique : un outil pour la prise en compte
de la biodiversité dans la gestion de l'espace -
Application en Haute Maurienne (Aussois, Savoie)**

S. Vanpeene Bruhier, M.L. Moyne, J.J. Brun

► **To cite this version:**

S. Vanpeene Bruhier, M.L. Moyne, J.J. Brun. La richesse spécifique : un outil pour la prise en compte de la biodiversité dans la gestion de l'espace - Application en Haute Maurienne (Aussois, Savoie). Ingénieries - E A T, 1998, p. 47 - p. 59. <hal-00461198>

HAL Id: hal-00461198

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00461198>

Submitted on 3 Mar 2010

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

La richesse spécifique : un outil pour la prise en compte de la biodiversité dans la gestion de l'espace - Application en Haute Maurienne (Aussois, Savoie)

Sylvie Vanpeene-Bruhier, Marie-Laure Moyne et Jean-Jacques Brun

Façonnés depuis des siècles par l'homme, les paysages de montagne sont en mutation. Le contexte actuel de la déprise agricole met en péril la mosaïque de milieux et les communautés végétales qui en constituent la trame.

Une étude, conduite en Haute Maurienne sur la dynamique de colonisation des prairies d'altitude après arrêt de la fauche, nous a amené à nous interroger sur l'utilisation de la notion de richesse floristique dans le cadre d'une réflexion sur la prise en compte de la biodiversité dans la gestion de l'espace. En passant de l'échelle locale des relevés à celle, plus globale, d'un secteur de la commune, nous souhaitons élargir le champ d'investigation et ainsi apporter des éléments de connaissance de la flore et de son évolution qui pourraient être pris en compte lors de l'élaboration de certaines décisions.

Les recherches bibliographiques ont montré que, selon les auteurs, la richesse spécifique (nombre d'espèces) était calculée de diverses manières, sur des surfaces variables et sans qu'aucune précision ne soit clairement donnée, ce qui rend les comparaisons impossibles. Par ailleurs, d'un point de vue pratique, il fallait limiter le risque patent d'une utilisation inadéquate de chiffres sortis de leur contexte pour apporter éventuellement une caution scientifique à un aménagement du milieu. Enfin, nombre de discussions sur le terrain (élu, agriculteur, touriste, nouveau résident,...) ont mis en évidence que la perception de la richesse floristique des prés de fauche était très variable.

Il paraît donc important de préciser la notion de richesse spécifique d'un point de vue scientifique et de rassembler les éléments susceptibles de sensibiliser les gestionnaires à cette notion. Dans cette démarche, l'écologue se situe en amont d'une demande locale. Il souhaite susciter, au-delà de la réflexion conceptuelle, une vraie sensibilisation au patrimoine biologique.

Le contexte général

Les travaux sur la végétation des zones des prés de fauche sont souvent à but phytosociologique ou agro-pastoral. Les phytosociologues étudient les milieux un par un, en établissant une typologie des communautés et la liste des quelques espèces caractéristiques, différentielles ou compagnes¹ de ces associations. Ils n'en mesurent pas la richesse, car ils ne prennent pas en compte le nombre total d'espèces rencontrées. Aucune comparaison de richesse n'est donc possible entre les différentes associations. Les travaux des agronomes et pastoralistes se concentrent sur les espèces à qualité fourragère et sur la biomasse plutôt que sur leur nombre.

Dans le cadre de l'évaluation des conséquences de la déprise agricole sur la biodiversité, il est nécessaire d'avoir des données fiables et comparables :

- sur la richesse des différents stades d'évolution des milieux en déprise,
- sur la répartition spatiale des espèces.

Sylvie Vanpeene-Bruhier
ENGREF
19, avenue du Maine
75732 Paris
cedex 15
Cemagref
2, rue de la Papeterie
BP 76
38402 Saint-Martin-d'Hères
Marie-Laure Moyne et Jean-Jacques Brun
Cemagref
2, rue de la Papeterie
BP 76
38402 Saint-Martin-d'Hères

1. Une espèce caractéristique a une fréquence plus élevée dans l'association considérée que dans toutes les autres associations ; une espèce différentielle a une présence plus élevée dans l'association considérée que dans toutes les autres associations ; une espèce compagne est une espèce non caractéristique de l'association mais à fréquence non négligeable (Rameau *et al.*, 1993).

2. Notation selon Braun-Blanquet de + à 5 en fonction du recouvrement.

3. Les zones en déprise représentent le premier stade d'évolution du tapis végétal après l'arrêt de la fauche, où seules les espèces herbacées varient. Dès que des arbustes ligneux s'installent, le milieu bascule vers le stade de friche qui pourra évoluer ou non vers une formation forestière.

C'est pourquoi, à partir de relevés floristiques ponctuels, nous appliquons des regroupements d'information qui permettent :

- de mieux préciser la notion de richesse spécifique en définissant rigoureusement comment et sur quels critères elle est calculée,
- de changer d'échelle et d'aborder la notion de richesse au niveau du paysage.

Nous verrons, en dernière partie de cet article, quels sont les impacts de la déprise agricole (diminution de la fauche des prairies, extensification du pâturage) sur la richesse floristique.

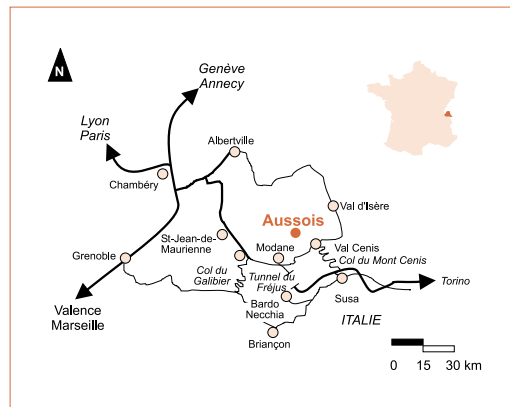
Le site d'étude : une commune de Haute Maurienne à forts enjeux patrimoniaux

La commune d'Aussois située en bordure du Parc National de la Vanoise (figure 1) s'est développée depuis les années 1970 comme une station touristique d'hiver et d'été où la qualité de vie et d'accueil est mise en avant (station-village). Depuis 1970, d'une commune essentiellement tournée vers l'agriculture (335 habitants en 1975), Aussois s'est transformée en une commune touristique (530 habitants en 1993 et 3200 lits touristiques) où des agriculteurs se maintiennent en grande partie grâce à la pluriactivité permise par le tourisme. La déprise agricole est pour l'instant modérée. La présence de quatre exploitations agricoles actives et d'une dizaine de retraités continuant l'entretien de leurs parcelles assure, pour l'instant, la fauche de l'ensemble des parcelles autour du village. Les parties du territoire agricole les plus éloignées, ainsi que les buttes et talus situés autour du village, sont moins entretenus et ne sont plus fauchés. C'est dans ces zones d'abandon de la fauche ou de son remplacement par un pâturage extensif que l'on perçoit le mieux une modification de la végétation herbacée (Vanpeene-Bruhier *et al.*, 1997).

La méthodologie appliquée

■ Réalisation des relevés de végétation

Du 15 juin au 15 juillet 1996, nous avons réalisé des relevés floristiques, en ne descendant au niveau de la sous-espèce que dans les cas morphologiquement bien distincts, étant donnée la difficulté d'identification des écotypes.



▲ Figure 1. – Localisation de la commune d'Aussois.

Nous avons étudié les variations de la flore en notant l'abondance² de toutes les espèces présentes dans 941 placettes de 2 m x 2 m réparties entre 1300 et 2000 m d'altitude dans quatre grands types de végétation : pré de fauche, zone en déprise, friche et bordure de forêt en contact avec des espaces ouverts. Ces quatre types correspondent aux stades de succession végétale³ rencontrés quand les cultures ou les prés de fauche ne sont plus cultivés (Delcros, 1993). Ils ont été cartographiés d'après une photographie aérienne de la zone d'étude et un contrôle de terrain.

Le très grand nombre de placettes étudiées dans chaque type de végétation et dans chaque secteur nous assure que, malgré l'hétérogénéité des placettes, nous avons un échantillon suffisant pour prendre en compte la quasi-totalité des espèces présentes (encadré 1).

■ Définition des différents niveaux de richesse

Chaque placette est caractérisée, entre autre, par sa localisation et son type de végétation. Selon que l'on veut étudier la richesse du secteur géographique ou du type de végétation, les regroupements de placettes seront différents, mais la méthode de calcul des différents niveaux de richesse sera applicable de la même manière.

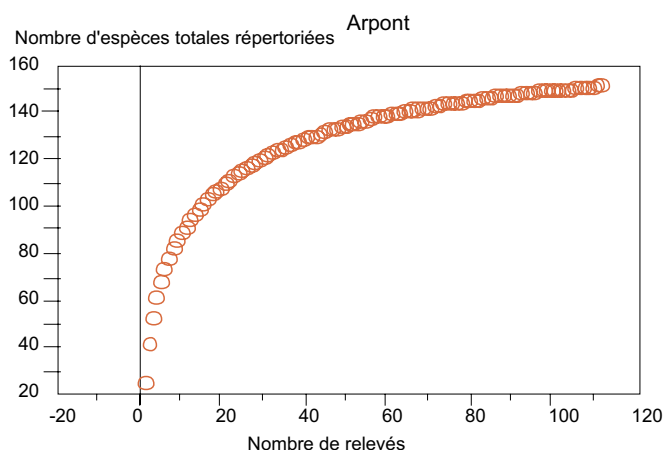
Les définitions des niveaux de richesse seront développées à partir d'un exemple concernant les types de végétation, en indiquant pour chaque niveau proposé comment et sur quels critères la richesse est calculée.

Encadré 1

Estimation de la valeur de l'échantillonnage

Une simulation MontéCarlo est un moyen d'estimer la puissance de l'échantillonnage (Ferry et Frochot, 1970). Cette méthode est basée sur la répétition de tirages aléatoires de l'ordre des relevés qui permet d'établir une courbe de richesse cumulée. Les courbes sont établies après 1 000 répétitions grâce au logiciel ADE 4. Le programme calcule la courbe de richesse spécifique cumulée pour un tableau floristique (n lignes-relevés et p colonnes-espèces). Cette courbe présente en ordonnée le nombre Y d'espèces trouvées, en fonction du nombre X de relevés pris en compte. Pour un effectif X de relevés on calcule la moyenne des richesses spécifiques trouvées pour ces 1 000 tirages.

Ceci nous donne une courbe nombre de relevés/richeesse (nombre d'espèces) de forme logarithmique et un fichier contenant pour chaque nombre de relevé X, le nombre d'espèces Y moyen obtenu. Quand la courbe atteint un plateau, le nombre de relevés est suffisant pour mesurer la richesse de l'échantillon.



Courbe de richesse cumulée pour les relevés du secteur de l'Arpont

Ce premier résultat graphique peut être complété par le calcul du nombre de relevés nécessaire pour obtenir 95 % des espèces.

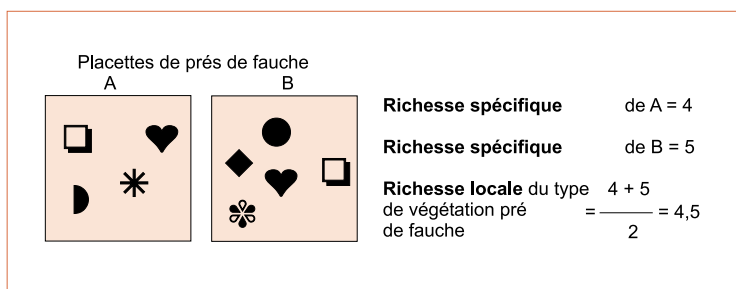
Nous calculons le nombre égal à 95 % du nombre d'espèces total répertorié, et par lecture du fichier X, Y correspondant, nous obtenons le nombre de relevés minimaux pour obtenir 95 % des espèces totales. Si le nombre de relevés pratiqués est largement au-dessus de ce nombre, l'échantillonnage est adéquat.

| Secteur | Nombre total d'espèces | Nombre de relevés pour 95 % des espèces | Nombre de relevés effectués |
|-----------|------------------------|---|-----------------------------|
| Arpont | 150 | 72 | 108 |
| Esseillon | 152 | 69 | 90 |
| Moulin | 188 | 113 | 159 |
| Ortet | 149 | 68 | 103 |
| Plateau | 149 | 109 | 142 |
| Rossanche | 161 | 90 | 120 |

Comparaison du nombre de relevés effectués et du nombre de relevés nécessaires pour obtenir 95 % des espèces

Figure 2. – Schéma théorique du calcul de la richesse spécifique par placette et de la richesse locale (chaque symbole représente une espèce). ▼

Prenant en compte la quantité d'espèces présentes dans les relevés, nous définissons (figure 2) :
– la richesse spécifique d'une placette comme le nombre d'espèces présentes,
– la richesse locale d'un type de végétation comme la moyenne des richesses spécifiques par placette calculée sur l'ensemble des placettes de même type.



Cependant, ces chiffres (richesse spécifique par placette et richesse locale par type de végétation) ne nous permettent pas de savoir si les mêmes espèces sont présentes sur plusieurs placettes. Il est alors intéressant de se référer à l'identité des espèces présentes pour lever cette ambiguïté.

Afin de mieux caractériser l'originalité du patrimoine floristique du type concerné, nous définissons (figure 3) :

- la richesse globale par type de végétation comme le nombre d'espèces différentes présentes sur au moins une placette de ce type de végétation,
- la richesse originale d'un type de végétation comme le nombre d'espèces présentes uniquement dans ce type de végétation et pas dans les autres,
- le fonds commun d'espèces correspondant au nombre d'espèces présentes simultanément dans les quatre types de végétation.

La richesse spécifique par placette est mesurée au niveau de la communauté végétale, alors que la richesse locale et la richesse globale sont calculées au niveau du paysage (type de végétation ou secteur), ce qui permet un changement d'échelle. L'encadré 2 présente, à l'aide d'un exemple, le calcul des différents niveaux de richesse.

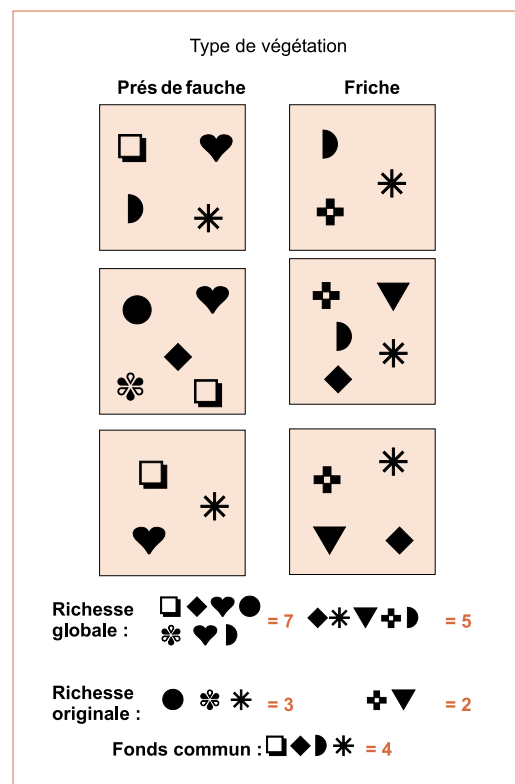
Une autre façon d'aborder la biodiversité est d'ajouter aux aspects quantitatif et qualitatif déjà développés, l'abondance des espèces dans un relevé, il s'agit alors de diversité spécifique.

■ La diversité spécifique

Pour évaluer les changements de biodiversité induits par l'extension d'une espèce très compétitive (*Brachypodium pinnatum*), nous utiliserons la notion de **diversité spécifique**, mesurée par l'indice de Shannon-Weaver (1949).

Cet indice, issu de la théorie de l'information, tient compte du nombre d'espèces présentes dans le relevé i (n_i) et du recouvrement relatif R_{ij} des différentes espèces j dans le relevé i (Shannon et Weaver, 1949). Cet indice est d'autant plus petit (proche de 0) que le nombre d'espèces est faible et que quelques espèces dominent. C'est pourquoi l'œil est plus sensible à la notion de diversité spécifique (indice de Shannon-Weaver) qu'à la richesse spécifique. L'encadré 3 précise le mode de calcul de cet indice.

4. Le recouvrement relatif des espèces est déduit de leur coefficient d'abondance (encadré 3).



▲ Figure 3. – Schéma théorique du calcul de la richesse globale, originale et du fonds commun d'espèces (chaque symbole représente une espèce).

La richesse spécifique : un outil pour la prise en compte de la biodiversité...

Encadré 2

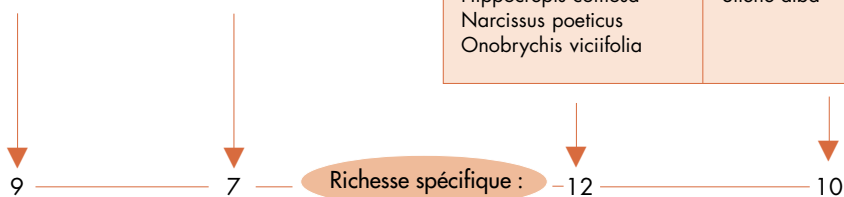
Exemple de calcul des différents niveaux de richesse

secteur 1

secteur 2

| placette 1 | placette 2 |
|------------------------|--------------------|
| Dactylis glomerata | Dactylis glomerata |
| Euphorbia cyparissias | Daucus carota |
| Galium verum | Galium verum |
| Hypochoeris radicata | Lotus corniculatus |
| Laserpitium latifolium | Festuca rubra |
| Leucanthemum cun. | Geranium sylv. |
| Lotus corniculatus | Plantago major |
| Poa pratensis | |
| Polygonum bistorta | |

| placette 3 | placette 4 |
|-----------------------|------------------------|
| Dactylis glomerata | Heracleum sphondylium |
| Dactylorhiza maculata | Hypochoeris radicata |
| Daucus carota | Hippocrepis comosa |
| Euphorbia cyparissias | Narcissus poeticus |
| Festuca rubra | Laserpitium latifolium |
| Geranium sylv. | Lathyrus pratensis |
| Helianthemum numm. | Leontodon pyrenaicus |
| Heracleum sphondylium | Leucanthemum cun. |
| Hypochoeris radicata | Lotus corniculatus |
| Hippocrepis comosa | Silene alba |
| Narcissus poeticus | |
| Onobrychis viciifolia | |



Richesse locale : $(9+7)/2 = 8$; $(12+10)/2 = 11$

Richesse globale :

Dactylis glomerata
Daucus carota
Euphorbia cyparissias
Festuca rubra
Galium verum
Geranium sylv.
Hypochoeris radicata
Laserpitium latifolium
Leucanthemum cun.
Lotus corniculatus
Plantago major
Poa pratensis
Polygonum bistorta

13

18

Dactylis glomerata
Dactylorhiza maculata
Daucus carota
Euphorbia cyparissias
Festuca rubra
Geranium sylv.
Helianthemum numm.
Heracleum sphondylium
Hypochoeris radicata
Hippocrepis comosa
Laserpitium latifolium
Lathyrus pratensis
Leontodon pyrenaicus
Leucanthemum cun.
Lotus corniculatus
Silene alba
Narcissus poeticus
Onobrychis viciifolia

Richesse originale :

Galium verum
Plantago major
Poa pratensis
Polygonum bistorta

4

9

Dactylorhiza maculata
Helianthemum numm.
Heracleum sphondylium
Hippocrepis comosa
Lathyrus pratensis
Leontodon pyrenaicus
Silene alba
Narcissus poeticus
Onobrychis viciifolia

Fonds commun d'espèces
entre le secteur 1 et le secteur 2 :

9

Dactylis glomerata
Daucus carota
Euphorbia cyparissias

Festuca rubra
Geranium sylv.
Hypochoeris radicata

Laserpitium latifolium
Leucanthemum cun.
Lotus corniculatus

Encadré 3

Mode de calcul de l'indice de diversité spécifique (Shannon-Weaver)

L'indice de diversité spécifique H_i (Shannon-Weaver) est fondé à la fois :

- sur le nombre d'espèces présentes dans le relevé i : n_i
- sur le recouvrement relatif R_{ij} des différentes espèces j dans le relevé i

$$H_i = - \sum_{j=1}^{n_i} \left[\frac{R_{ij}}{\sum_{j=1}^{n_i} R_{ij}} \times \log_2 \left(\frac{R_{ij}}{\sum_{j=1}^{n_i} R_{ij}} \right) \right]$$

Nos relevés ne sont pas faits en pourcentage de recouvrement mais avec des coefficients d'abondance, une transformation préalable des données est nécessaire.

Le recouvrement relatif d'une espèce j dans un relevé i (R_{ij}) est déduit de son coefficient d'abondance selon les conversions suivantes (Van Der Maarel, 1979) :

| Coefficient d'abondance de Braun Blanquet | Recouvrement moyen |
|---|--------------------|
| + | 0,1 % |
| 1 | 5 % |
| 2 | 17,5 % |
| 3 | 37,5 % |
| 4 | 62,5 % |
| 5 | 87,5 % |

5. Cette flore contient 4 354 espèces réparties sur tout le territoire français (y compris la Corse), des bords de mer aux montagnes.

6. Différence significative au seuil de 5 % (test de Student).

7. Au niveau d'un secteur du village (le plus sec et le plus bas), les parcelles en déprise ne sont pas des prés de fauche moins entretenus, mais des parcelles de culture moins entretenues (pour une des parcelles, labour seulement tous les 2 à 3 ans).

Résultats sur la richesse à différents niveaux

Une richesse floristique globale importante dans la zone agricole d'Aussois

Au total, sur les 941 placettes relevées, nous avons répertorié 432 espèces végétales, ce qui correspond à la richesse globale de la zone agricole, soit 10 % des espèces de France⁵ décrites par Coste (Coste, 1901). Cette richesse est considérable, pourtant ces 432 espèces sont bien loin de représenter la richesse floristique totale de la commune d'Aussois, puisque notre échantillonnage exclut par principe, l'étage alpin (au-dessus de 2000 m), ainsi que les zones jamais utilisées par l'homme (forêts fermées, pelouses très sèches, éboulis,...).

■ **Calcul de la richesse aux différents niveaux en considérant les types de végétation**

Les zones en déprise ont la plus forte richesse globale

La figure 4 présente la répartition de la richesse globale des quatre types de végétation. Avec

278 espèces répertoriées au total sur l'ensemble des placettes, les zones en déprise représentent la plus forte⁶ richesse globale, suivies des prés de fauche et des friches (255 et 252 espèces respectivement). Les bordures de forêt sont beaucoup moins riches avec 232 espèces.

Le fonds commun des quatre types de végétation est composé 138 espèces.

Les zones en déprise ont la plus forte richesse originale

114 espèces ne sont présentes que dans un seul type de végétation, cette richesse originale est le double dans les zones en déprise (40 espèces) par rapport aux prés de fauche et aux friches (20 espèces).

Parmi les espèces originales des zones en déprise, nous trouvons deux arbres à dissémination anémogame (frêne et érable) présents dans la commune au niveau des jardins du cœur du village. Nous trouvons également beaucoup d'espèces annuelles et certaines messicoles⁷ (*Adonis annua*, *Adonis vernalis*, *Scandis pecten veneris*,...). L'inté-

rêt patrimonial de ces espèces messicoles est grand, puisque par exemple les *Adonis* sont des espèces rares qui nécessitent une gestion adaptée pour être conservées. La situation actuelle d'un labour tous les 2 à 3 ans explique leur présence, mais si cet entretien devait cesser, elles disparaîtraient au profit de diverses espèces vivaces.

Mais les prés de fauche ont la plus forte richesse locale

Nous avons vu que les parcelles en déprise présentent la plus grande richesse globale et la plus grande richesse originale, mais si nous nous intéressons à la richesse locale, c'est alors les prés de fauche qui sont les plus riches (photo 1). La figure 5 présente le classement des types de végétation en fonction de cette richesse locale :

- les prés de fauche et les friches sont les plus riches⁸ (avec en moyenne respectivement, 25 et 23 espèces / 4 m²),
- les zones en déprise et les bordures de forêt sont moins riches (avec en moyenne respectivement, 20 et 19 espèces / 4 m²).

Cette valeur pour les prés de fauche fertilisés rejoint les chiffres cités (23 espèces) pour des prairies de même nature en Hollande (During et Willems, 1984).

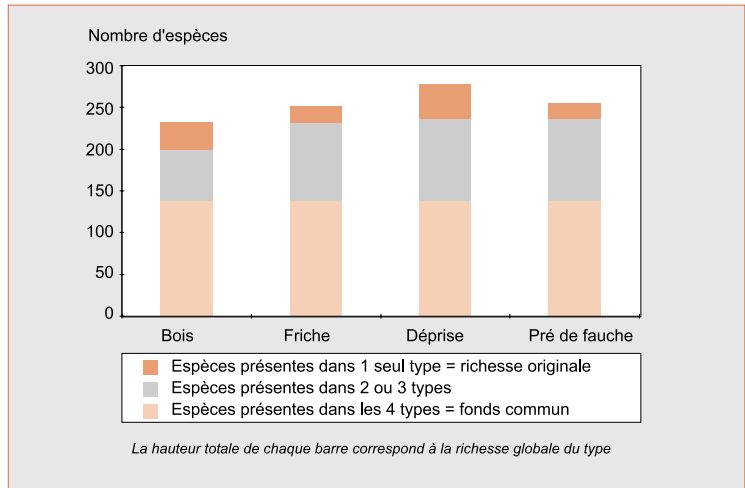


▲ Photo 1. – Un aperçu de la richesse floristique des prairies de fauche d'Aussois.

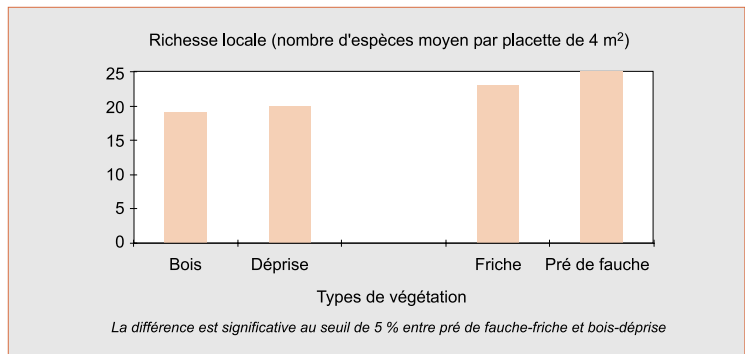
Calcul de la richesse aux différents niveaux en considérant les secteurs géographiques

La richesse globale varie selon les secteurs de la commune

La figure 6 présente les 6 secteurs étudiés dans la commune, ils se répartissent dans trois fourchettes d'altitude :



▲ Figure 4. – Répartition de la richesse globale et de la richesse originale par type de végétation.



▲ Figure 5. – Répartition de la richesse locale par type de végétation.

1300-1500 m : l'Esseillon : zone des cultures.

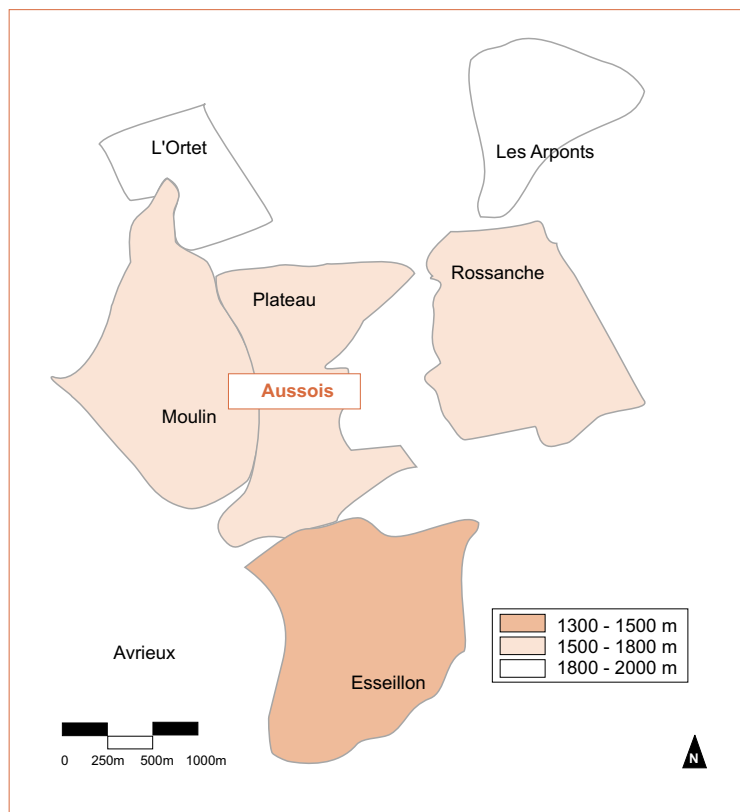
1500-1800 m : le Moulin, le Plateau, Rossanche : zone des prés de fauche.

1800-2000 m : l'Ortet, les Arpents : zone des montagnettes⁹.

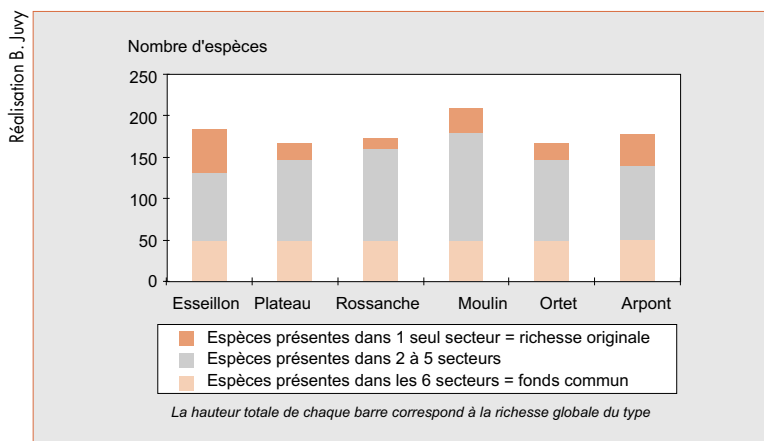
Nous pouvons observer, figure 7, la variation de la richesse spécifique globale des différents secteurs. Cette variation s'explique à la fois par les conditions de milieu (les milieux les plus riches sont plus humides) et par la richesse de la mosaïque des milieux (le Plateau et l'Ortet présentent une très grande homogénéité : ils sont en grande partie occupés par des prés de fauche, il y a peu de friche et de forêt). La plu-

8. Différence significative au seuil de 5 % (test de Student).

9. Les montagnettes sont les alpages intermédiaires utilisés par les troupeaux en juin et en octobre (à la montée et à la descente d'estive), le regain après le premier pâturage était fauché en août.



▲ Figure 6. – Localisation des six secteurs étudiés.



▲ Figure 7. – Répartition de la richesse globale et de la richesse originale par secteur de la commune.

10. Une ZNIEFF est d'ailleurs définie sur ce secteur pour son intérêt floristique et entomologique.

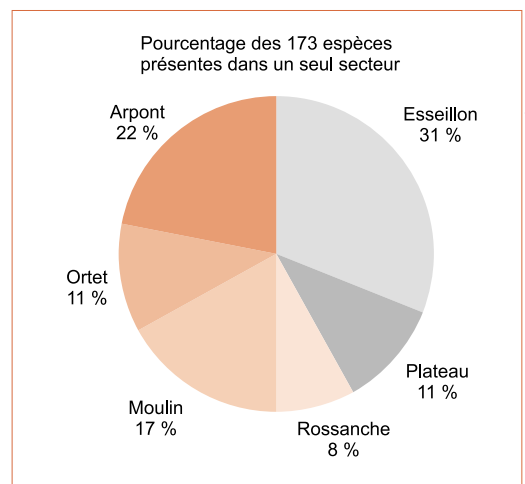
part des secteurs héberge environ 170 espèces. Le Moulin est beaucoup plus riche (209 espèces) ce qui peut s'expliquer par la grande amplitude altitudinale de ce secteur (de 1400

à 1800 m) et par la structure de son paysage (répartition plus équilibrée des quatre types de végétation).

Le secteur de l'Esseillon a une richesse originale double de celle des autres secteurs

Cependant, si on observe la richesse originale, 173 espèces sont présentes dans un seul secteur de la commune, la figure 8 montre que les différents secteurs d'Aussois n'ont pas la même importance dans la richesse floristique totale de la commune. Le secteur de l'Esseillon (le plus bas et le plus sec) contient une flore très originale et à forte valeur patrimoniale¹⁰. Le secteur de l'Arpont, à l'altitude la plus élevée contient déjà quelques espèces de l'étage alpin non présentes dans les autres secteurs.

Il apparaît clairement que l'analyse de la richesse à différents niveaux permet de constater que le secteur du Moulin, qui a une richesse globale plus forte, ne contient que 38 espèces originales, alors que le secteur de l'Esseillon, à richesse globale plus faible, contient au contraire 53 espèces originales. La perte d'espèces au niveau communal serait donc plus grande si l'Esseillon était urbanisé que si l'Arpont l'était.



▲ Figure 8. – Répartition par secteur des espèces originales.

■ Cas particulier du Brachypode

Le développement du Brachypode (*Brachypodium pinnatum*) est important depuis l'arrêt de la fauche sur certains secteurs trop pentus. Il a des inci-

dences non négligeables sur la richesse et la diversité spécifique des prairies, ainsi que sur leur attrait visuel.

La richesse spécifique peut être altérée par la présence d'une espèce agressive

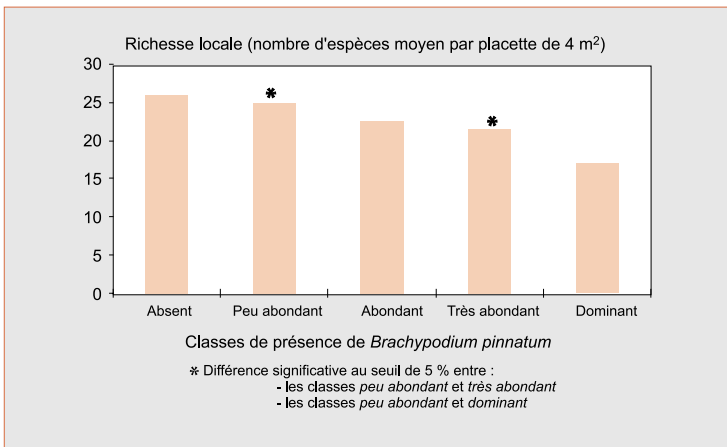
En effet, l'extension du *Brachypode* au détriment des espèces fleuries des prairies de fauche (Marguerite, Sainfoin, Sauge,...) provoque, dès que cette graminée agressive devient très abondante, une forte diminution de la richesse spécifique locale. L'encadré 4 présente les caractéristiques de cette espèce et le tableau 1, la répartition de 198 placettes étudiées en fonction du degré d'abondance du *Brachypode*.

L'abondance de *Brachypodium pinnatum* diminue la richesse locale

La richesse locale des placettes où le *Brachypodium pinnatum* est « très abondant » et « dominant » est significativement¹¹ plus faible que celles où il est « peu abondant ». La figure 9 présente la relation entre la richesse locale et l'abondance du *Brachypode* : il y a en moyenne, 8 espèces de moins dans les placettes où le *Brachypodium pinnatum* est « dominant » par rapport à celles où il est « peu abondant ».

Encadré 4

De nombreux travaux (cf. Dutoit et Alard, 1996) en France, en Angleterre et en Hollande ont attiré l'attention sur le développement d'une espèce compétitrice au sens de Grime (During et Willems, 1984), *Brachypodium pinnatum*, dans les pelouses calcaires. Il s'agit d'une graminée à pouvoir de colonisation par rhizomes très importante, qui est capable de dominer complètement le couvert végétal en changeant totalement l'impact visuel de la végétation. Quand *Brachypodium pinnatum* domine, la végétation se présente comme une tache vert jaune peu fleurie. À Aussois, cette espèce est présente en forêt dans les clairières intrasylvatiques, en bordure de forêt et dans la majorité des zones où la fauche a cessé.



Réalisation B. Juvy

▲ Figure 9. – Relation richesse locale/abondance de *Brachypodium pinnatum*.

La diversité spécifique (indice de Shannon-Weaver) est aussi diminuée

L'influence de la dominance de *Brachypodium pinnatum* sur la diminution de la diversité spécifique est encore plus nette. La figure 10 montre que l'indice de Shannon-Weaver passe de 2,25 quand le *Brachypode* est « peu abondant » à 0,5 quand il est « dominant ».

11. Toutes les analyses de variance sont faites avec un seuil de signification de 95 %.

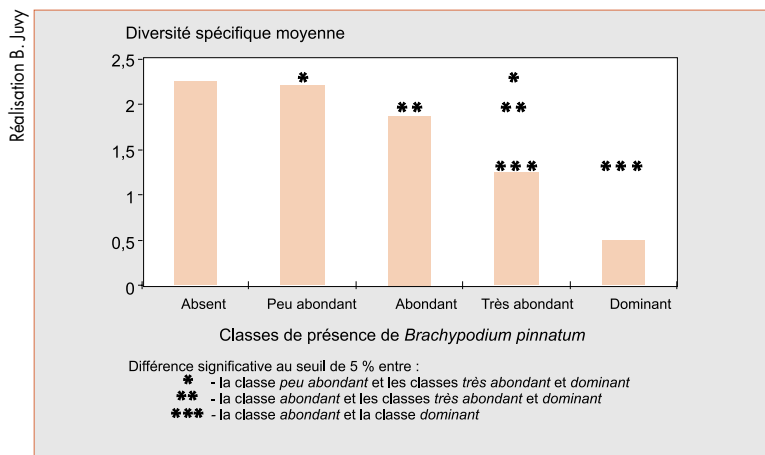
Cet impact plus fort de l'abondance de *Brachypodium pinnatum* sur la diversité que sur la richesse spécifique rejoint l'impression visuelle que peut avoir le promeneur face à une tache de *Brachypode* en bordure d'une prairie en fleurs (photo 2). Il s'explique par la prise en compte dans l'indice de Shannon-Weaver de la fréquence des différentes espèces.

En effet, dans un premier temps, la dominance du *Brachypode* provoque la diminution du nombre d'individus des autres espèces présentes. Sur une placette de pré de fauche sans *Brachypode*, 80 % des espèces sont présentes avec seulement quelques individus¹² et 18 % des espèces sont

12. Coefficient + de l'échelle phytosociologique de Braun-Blanquet.

Tableau 1. – Répartition des 198 placettes étudiées en fonction des cinq classes d'abondance de *Brachypodium pinnatum*. ▼

| Classe de présence | Absent | Peu abondant | Abondant | Très abondant | Dominant |
|---------------------|--------|--------------|----------|---------------|----------|
| Nombre de placettes | 34 | 60 | 77 | 23 | 4 |
| Coefficient Br-B1 | 0 | + et 1 | 2 et 3 | 4 | 5 |



▲ Figure 10. – Relation diversité spécifique/abondance de *Brachypodium pinnatum*.



Photo 2. – Tache de Brachypode. ▶

13. Coefficients 1 et 2 de l'échelle phytosociologique de Braun-Blanquet.

14. Coefficient + de l'échelle phytosociologique de Braun-Blanquet.

15. Les espèces emblématiques de la commune (Sabot de Vénus, Edelweiss, Génépi,...) ne se trouvent pas au niveau des zones de prairies de fauche.

présentes avec un recouvrement de 5 à 25 %¹³. Dans les taches où le *Brachypodium pinnatum* domine, 89 % des espèces sont présentes avec seulement quelques individus¹⁴ et seulement 4 % des espèces sont présentes avec un recouvrement de 5 à 25 %. Les espèces sont donc encore présentes, mais en beaucoup plus petite population. Il y a ensuite une diminution du nombre d'espèces présentes par disparition des espèces les plus sensibles à la concurrence du Brachypode.

En revanche, cette perte de richesse ne se traduit pas par la disparition d'espèces rares¹⁵, mais beaucoup plus par une modification du paysage des prairies de fauche entourant le village.

Discussion : l'approche de la richesse spécifique d'un milieu est très complexe.

La notion de biodiversité, qui est au cœur de débats scientifiques et médiatiques depuis quelques années, est une question très complexe et forte-

ment liée à l'échelle de l'étude (Duelli, 1997). En l'abondant uniquement en terme de richesse spécifique des espèces végétales, l'indice¹⁶ utilisé semblait simple et fiable. Les exemples développés ici montrent que même cette notion simple doit être manipulée avec précaution, en connaissance de cause et en fonction de l'objectif de l'étude.

Tous les niveaux de richesse apportent des éléments d'estimation de la biodiversité, mais certains sont plus pertinents que d'autres pour évaluer le risque d'érosion de cette biodiversité dans le cas d'aménagements ou pour justifier des mesures de protection. Ces calculs peuvent être pondérés par des estimations d'évolution des niveaux de biodiversité : l'importante richesse globale des parcelles en déprise ne peut justifier à elle seule de favoriser la déprise des prairies pour augmenter la biodiversité. Car, en tout état de cause, les zones en déprise évolueront vers la friche et de ce fait la richesse globale diminuera. La commune perdra alors beaucoup d'espèces originales (40 espèces) pour ne regagner que 20 espèces particulières aux friches. Il pourrait alors être intéressant, nonobstant leur richesse actuelle, de proposer de gérer¹⁷ les zones en déprise de manière à empêcher leur évolution vers la friche.

Une extension très large de ces calculs de richesse peut être faite au-delà de la commune, à des groupes de communes, la vallée, le massif alpin, la France, avec des retombées non négligeables en terme de gestion. Ainsi, si une espèce est fréquente à l'échelle de la vallée, sa disparition dans une commune a moins d'importance que si elle n'était présente que dans cette commune. C'est pourquoi, alors que cette étude traite toutes les espèces sur un même niveau, il faudrait s'exprimer également en terme de qualité des espèces, d'intérêt patrimonial¹⁸. Faut-il accorder la même importance à une espèce banale ou ubiquiste qu'à une espèce rare ?

La notion de rareté d'une espèce ou d'un biotope est déjà prise en compte pour proposer des mesures de gestion particulière (liste d'espèces protégées, arrêté de biotope, réserve naturelle). Le calcul des différents niveaux de richesse peut apporter des éléments chiffrés utiles à cette démarche.

En outre, cette étude est limitée au niveau taxonomique de l'espèce dans son sens le plus large sans descendre au niveau des sous-espèces, des

écotypes ou des races, qui sont des éléments significatifs de la variabilité génétique des espèces. Des réflexions sur le maintien du potentiel génétique des espèces pour « *permettre l'émergence de la diversité en devenir* » (Rameau et Olivier, 1991) devraient également être menées.

Conclusion

L'intérêt d'assembler différemment les relevés de végétation réside dans le passage de la richesse spécifique sur les placettes de 4 m² à celle globale d'un secteur de la commune à l'échelle du paysage. Outre une clarification terminologique, cette démarche offre des données nouvelles pour une tentative d'évaluation objective de la biodiversité des sites.

La richesse spécifique par placette et l'indice de Shannon-Weaver ont une traduction visuelle dans le paysage. L'évolution de la biodiversité pourra ainsi être reliée au risque de modification visuelle des prairies de fauche. La quantification de la

biodiversité et de son évolution pourront être un moyen de sensibiliser les habitants et les agriculteurs à la richesse floristique d'un milieu qu'ils considéraient jusqu'à présent comme banal.

La biodiversité étant désormais perçue comme un enjeu patrimonial, de telles études pourront être utilisées comme un outil de médiation pour inciter la population et les élus à la prise en compte de la biodiversité dans la gestion de l'espace.

Cette réflexion issue d'un travail de thèse portant sur les écotones, zones de transition entre milieux adjacents, sera utilisée pour compléter les diagnostics écologiques des secteurs en déprise agricole pratiqués par l'équipe « écologie spatiale et fonctionnelle » du Cemagref de Grenoble et basés actuellement sur l'écologie du paysage. La présentation de ces résultats à Aussois permettra de connaître les réactions des divers acteurs de la commune et de poursuivre une action de sensibilisation qui débute à l'initiative du Parc national de la Vanoise. □

16. Au sujet de la biodiversité, le premier indice cité est en effet la richesse spécifique, qui ne pose généralement pas de problème de définition, en revanche beaucoup d'autres indices (équité, similarité, diversité spécifique) sont proposés et sont l'objet de débats.

17. Ces modes de gestion sont encore à définir.

18. L'intérêt patrimonial d'un élément naturel est lié :
– soit à sa qualité biologique qui dépend uniquement des facteurs intrinsèques comme sa rareté ou sa typicité (éléments représentatifs d'une catégorie) ;
– soit à sa valeur biologique qui se rapporte à l'importance de l'élément vis-à-vis des activités et préoccupations humaines (Rameau et Olivier, 1991).

Résumé

Dans le contexte actuel de déprise agricole, les paysages de montagne façonnés depuis des siècles par l'homme, sont en péril (risque de fermeture des milieux ouverts par la colonisation ligneuse).

Les relevés effectués à Aussois, dans une zone agricole partiellement en déprise, sur 941 placettes de 4 m² ont mis en évidence, 432 espèces dans quatre types physiologiques : prés de fauche, zones en déprise, friche, bordures de forêt.

Nous proposons de préciser le concept de richesse floristique en définissant cinq niveaux de richesse déclinables par secteur ou par type de végétation :

- la richesse spécifique par placette : le nombre d'espèces par placette ;
- la richesse locale (par type de végétation) : la moyenne des richesses spécifiques par placette calculée sur l'ensemble des placettes de même type (les prés de fauche avec 25 espèces / 4 m² ont la plus forte richesse locale) ;
- la richesse globale (par type de végétation) : le nombre d'espèces différents présentes au moins une fois dans le type (de 278, zones en déprise, à 232 espèces, bordures de forêt) ;
- la richesse originale (par type de végétation) : le nombre d'espèces présentes uniquement dans ce type de végétation et pas dans les trois autres (les zones en déprise ont 40 espèces originales, les prés de fauche et friche 20) ;
- le fonds commun d'espèces (à l'ensemble des types de végétation) : le nombre d'espèces présentes simultanément dans les quatre types (138 espèces).

L'abondance d'une graminée sociale *Brachypodium pinnatum* provoque une diminution de la richesse spécifique locale, de la diversité spécifique (indice de Shannon-Weaver) et une modification du paysage qui peut nuire à l'attrait touristique de la commune.

Tout en précisant que cette approche mériterait d'être étendue à d'autres niveaux hiérarchiques (infraspécifique, ou à l'échelle de la commune, de la vallée, du massif), elle apporte des avancées conceptuelles et opérationnelles en terme de connaissance de la biodiversité. Dans des problèmes de gestion de l'espace, elle peut être un outil de sensibilisation et de médiation des acteurs locaux pour la prise en compte de la biodiversité en mettant en parallèle leur perception visuelle de la richesse floristique et la quantification objective établie.

Abstract

Mountain landscapes worked for centuries by human activities, are endangered by agricultural abandonment (open areas become overgrown by shrub fallows or forests).

Phytosociological surveys undertaken in Aussois, on 941 plots of 4 m² each in mowed meadows and already abandoned areas (ancient mowed meadows, shrub fallows and forest edges), shows a global richness of 432 species.

This paper proposes that richness should be considered as a five level concept use to compare different vegetation types or areas:

- species richness for a plot is the number of species per plot,
- local richness is the mean number of species per plot of 4 m² for each vegetation type (mowed meadows have the highest local richness - 25 species per 4 m²),
- global richness is the number of different species found in at least one of the plots of a particular vegetation type (varying from 278 species in ancient mowed meadows to 232 species in forest edges),
- original richness is the number of species only found in one vegetation type (ancient mowed meadows have 40 original species, mowed meadows and fallows, 40),
- number of common species is the number of species found in all the four vegetation types (138 species).

Abundance of *Brachypodium pinnatum* (a spreading herbaceous species) diminishes local richness and species diversity (calculated by Shannon Weaver index). It produces a quality modification of Aussois landscape which can decrease tourists attraction.

Although, this initial approach could be re-evaluate according to other hierarchical levels (infraspecific, neighbouring sites, areas or regions, ...), it contributes on a conceptual and operational point of view to biodiversity knowledge to make the local actors of space management aware of the need to maintain biodiversity because it relates the visual perception of flora species richness and the objective assessment made.

Bibliographie

- CHESSEL, D., SIMIER, M., HANAFI, M., 1996. *STATICO : STATIS et Co-inertie*, Documentation de la programmation ADE-4 « Analyses multivariées et expression graphique des données environnementales », Université Lyon 1, 39 p.
- COSTE, H., 1901. *Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes*, Paris, Albert Blanchard, 3 tomes, 414, 627 et 807 p.
- DUELLI, P., 1997. Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: an approach at two different scales, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, n° 62, p. 81-91.
- DURING, H.-J., WILLEMS, J.-H., 1984. Diversity models applied to a chalk grassland, *Vegetatio*, n° 27, p. 103-114.
- DUTOIT, T., ALARD, D., 1996. Les pelouses calcicoles du nord-ouest de l'Europe (*Brometalia erecti Br.Bl.* 1936) : analyse bibliographique, *Écologie*, volume 27 (n° 1), p. 5-34.
- FERRY, C., FROCHOT, B., 1970. L'avifaune nidificatrice d'une forêt de Chênes pédonculés en Bourgogne : étude de deux successions écologiques, *La Terre et la Vie*, 24, p. 153-250.
- RAMEAU, J.-C., MANSION, D., DUMÉ, G., LECOINTE, A., TIMBAL, J., DUPONT, P., KELLER, R., 1993. *Flore forestière française, guide écologique illustré, volume 2 : Montagnes*, Institut pour le développement forestier, ministère de l'Agriculture et de la Forêt (DERE, ENGREF), 2 421 p.
- RAMEAU, J.-C., OLIVIER, L., 1991. La biodiversité forestière et sa préservation - Intérêt patrimonial de la flore, de la végétation et des paysages forestiers, *Revue Forestière Française*, volume XLIII, n° spécial « Patrimoines naturels forestiers », p. 19-27.
- SHANNON, C., WEAVER, W., 1949. *The mathematical theory of communication*, University of Illinois Press, Urbana.
- VAN DER MAAREL, E., 1979. Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity, *Vegetatio*, n° 39, p. 97-144.
- VANPEENE BRUHIER, S., DELCROS, P., BRUN, J.-J., 1997. Modelling plant species diversity loss in ancient mowed subalpine meadows in relation to the spread of *Brachypodium pinnatum* (Aussois, Maurienne Valley, French Alps), in. COOPER, A., POWER, J., (eds) *Species dispersal and land uses processes*, Proceedings of the sixth annual IALE (UK) conference, held at the university of Ulster, Coleraine, 9-11 septembre 1997, p. 203-210.