Transformation des paysages et dynamiques de la biodiversité végétale. Les écotones, un concept clé pour l'étude des végétations post-culturales. L'exemple de la commune d'Aussois (Savoie)

S. Vanpeene Bruhier

▶ **To cite this version:**

S. Vanpeene Bruhier. Transformation des paysages et dynamiques de la biodiversité végétale. Les écotones, un concept clé pour l'étude des végétations post-culturales. L'exemple de la commune d'Aussois (Savoie). Sciences de l'environnement. Doctorat Sciences de l'environnement, ENGREF Paris, 1998. Français. NNT : . tel-02578744

HAL Id: tel-02578744
https://hal.inrae.fr/tel-02578744

Submitted on 14 May 2020

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.

MEM 1377
DD 1162

Cemagref
Groupement de Grenoble
Division Ecosystèmes et Paysages Montagnards

ENGREF

98/0921

THÈSE

présentée par

Sylvie VANPEENE BRUHIER

pour obtenir le grade de

Docteur de l'ENGREF

Spécialité : Sciences de l'environnement

TRANSFORMATION DES PAYSAGES ET DYNAMIQUES DE LA BIODIVERSITÉ VÉGÉTALE

Les écotones, un concept clé pour l'étude des végétations post-culturales

L'exemple de la commune d'Aussois (Savoie)

Tome I

Cemagref Grenoble
DOCUMENTATION
B.P. 76
38402 ST MARTIN D'HERES

Soutenue publiquement le 27 novembre 1998

au Cemagref de Grenoble

devant le jury suivant :

M. BARBERO Marcel	Rapporteur
M. PAUTOU Guy	Rapporteur
M. BRUN Jean-Jacques	Directeur de thèse
M. GILLET François	
M. MILLIER Claude	
M. RAMEAU Jean-Claude	

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Cemagref
Groupement de Grenoble
Division Ecosystèmes et Paysages Montagnards

ENGREF

THÈSE

présentée par

Sylvie VANPEENE BRUHIER

pour obtenir le grade de

Docteur de l'ENGREF

Spécialité : Sciences de l'environnement

TRANSFORMATION DES PAYSAGES ET DYNAMIQUES DE LA BIODIVERSITÉ VÉGÉTALE

Les écotones, un concept clé pour l'étude des végétations post-culturales

L'exemple de la commune d'Aussois (Savoie)

Tome I

Soutenue publiquement le 27 novembre 1998

au Cemagref de Grenoble

devant le jury suivant :

M. BARBERO Marcel	Rapporteur
M. PAUTOU Guy	Rapporteur
M. BRUN Jean-Jacques	Directeur de thèse
M. GILLET François	
M. MILLIER Claude	
M. RAMEAU Jean-Claude	

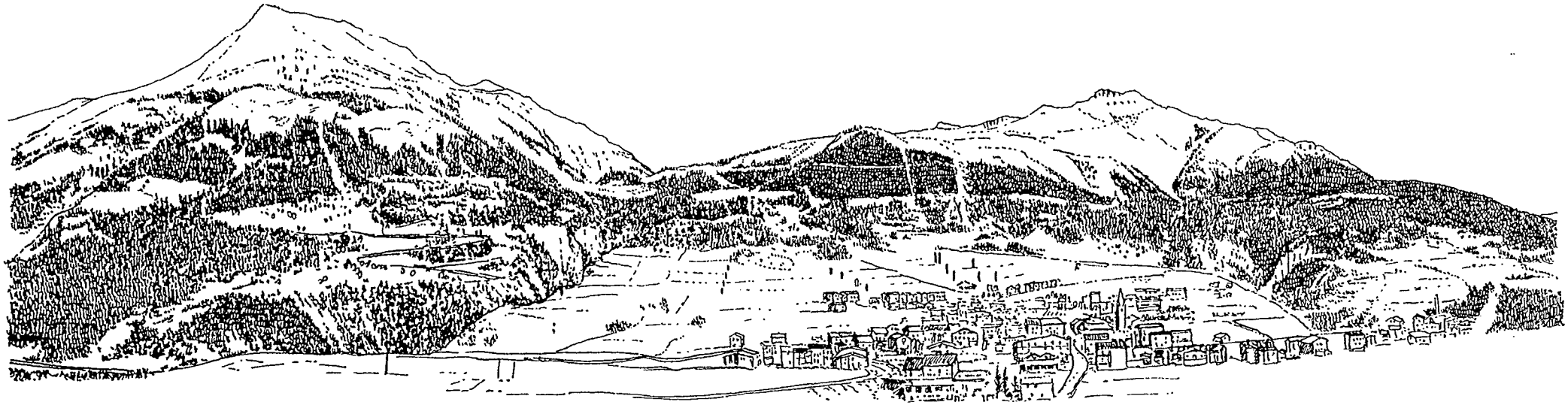
CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Avant-propos

Ce travail de thèse a été réalisé dans le cadre de ma formation complémentaire par la recherche de l'ENGREF dans le laboratoire d'accueil et sous la direction de Monsieur Jean-Jacques BRUN (équipe écologie spatiale et fonctionnelle de la division « Ecosystèmes et Paysages Montagnards » du Cemagref de Grenoble).
Il a été financé en partie par un programme de recherche du comité « Ecologie et Gestion du Patrimoine Naturel » (EGPN) du Ministère de l'Environnement (Ministère de l'Environnement – DGAD, subvention n° 95116 du 18/09/95).

Ce programme avait comme thème *« Dynamique de la biodiversité et gestion de l'espace »*. Le projet de recherche intitulé *« Biodiversité et changements d'utilisation de l'espace en Maurienne, approches scientifiques et conséquences pratiques pour une commune en Haute-Maurienne (Aussois) »* a été dirigé par J.J. Brun et a fait l'objet d'un rapport pour le Ministère (Delcros Ph., Vanpeene S., Brun J.J., Carcaillet C. et Bedecarrats A., 1998).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



Aussois

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Remerciements

Cette thèse n'aurait pas eu lieu sans qu'en amont, dans mon enfance, mes parents ne me donnent une bonne formation naturaliste due à leur intérêt pour la botanique, l'entomologie, l'ornithologie, la mycologie, et la géologie. Ce "formatage de base" inconscient a trouvé l'occasion de s'approfondir et de se spécialiser en botanique grâce à Jacques Millou, accompagnateur de moyenne montagne à Die. Mon orientation vers l'écologie du paysage doit beaucoup aux discussions menées avec Pierre Pernes et aux cours de Jean-Claude Rameau lors de ma préparation du concours interne de l'Engref.

Je tiens à remercier ici tous ceux qui m'ont aidée au cours de cette thèse :

- *en premier lieu, Jean-Jacques Brun, mon directeur de thèse, pour avoir eu l'intuition que l'écotone était un sujet de thèse passionnant bien que plein de risques ;*
- *Jean-Claude Rameau pour sa très grande disponibilité et son incomparable connaissance des végétaux et de la Maurienne ;*
- *Claude Millier pour son soutien administratif et en analyse de données ;*
- *toutes les personnes rencontrées à Aussois et qui m'ont très bien accueillie : Mr Eloi Chardonnet et ses adjoints, Marie Marnézy, les guides du Parc National de la Vanoise et avec une attention toute particulière, Mr et Mme Bermond pour leur hospitalité dans leur gîte au cours de mes deux étés de terrain (j'ai été grande amatrice de la rhubarbe du jardin et du génépi maison) ;*
- *les stagiaires qui ont travaillé avec moi à Aussois, Véronique Cretin, Katia Héritier, David Auffray et Guillaume Richelot ;*
- *Alain Bedecarrats pour ses fructueuses réflexions sur les traitements statistiques,*
- *Luc Barbaro pour sa précieuse bibliographie sur les pelouses calcaires,*
- *Bernard Fischesser pour son analyse du paysage d'Aussois en jeu de rôle ... et sa courageuse dégustation engrefienne de 4 petits bruns,*
- *Aline Cherpeau pour ses prises de relevé humoristiques et sa relecture impartiale ;*
- *Frédéric Gosselin pour ses remarques pertinentes bien qu'indéchiffrables ,*

et "p'is les" collègues de l'équipe, pour leurs mérites respectifs et variés, que chacun retrouvera dans la liste ci-dessous...

- *Le roi d'Arc Info*
- *la relectrice impitoyable*
- *l'arrangeuse de tracas administratifs*
- *l'ADEiste distingué*
- *la reine de Quark X press*
- *le baron des Currents Contents*
- *l'artiste de la mise en page*
- *le dépanneur de réseau matinal*
- *le profileur d'espèces et pourfendeur de camemberts*
- *les dessinatrices aquarellistes de talent*

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

- *les animateurs de bonne humeur*
- *les ravitailleurs du coin café (hélas, grammaticalement, le masculin l'emporte, même en minorité, sur le féminin)*
- *les buveuses de thé*
- *le grand oublieur de rendez vous*
- *les coorganisateurs de blagues (à la limite de la catastrophe)*
- *la complice de l'argousier et de la Leach League*
- *les spécialistes des confitures*
- *le bouc émissaire des blagues*
- *l'accoucheuse d'articles compréhensibles*
- *le traqueur de lombrics*
- *le lutin bleu (ou platine ou rose ou vert)*
- *la clé d'taille variable ces derniers temps*
- *l'insaisissable courant d'air*
- *le pince sans rire de l'aulne*
- *la reine des rapports et transparents en urgence*

Vous aurez reconnu dans le plus complet désordre mais ici par ordre alphabéthique :

Fabien Anthelme, Nathalie Bozon, Jean-Jacques Brun, Philippe Charretton, Ludovic Chenavier, Philippe Delcros, Lydie Didier, Stéphanie Ducourtioux, Jean-Luc Grossi, Geneviève José, Bernard Juvy, Marie-Laure Moyne, Christian Piedallu, Chantal Quacchia, Jacky Sardat, Nicole Sardat, Anne -Marie Uvietta.

Je remercie aussi pour leur patience, bien mise à l'épreuve ces derniers mois et tous les étés depuis 1996, Alain, Saskia et Cyrille.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

INTRODUCTION

PREMIERE PARTIE
De la théorie de la succession au concept d'écotone

CHAPITRE 1
LES MODELES DYNAMIQUES ET LES STRATEGIES ADAPTATIVES

I — LA DYNAMIQUE DE LA VEGETATION ET LA SUCCESSION VEGETALE 13

A - OPPOSITION CONCEPTUELLE SUR LA NATURE DES COMMUNAUTES VEGETALES 13
1 - Le superorganisme de Clements 14
2 - L'individu prédominant de Gleason 14
3 - La notion de continuum de végétation de Whittaker 14

B - CONCEPT DE SUCCESSION VEGETALE 15
1 - Définition de la succession végétale 15
2 - Les différentes visions de la succession végétale 16
3 - Des approches hiérarchisées de la succession végétale 17

II — DETERMINATION DES CAUSES DE LA DYNAMIQUE VEGETALE 18

A - LA NATURE COMPLEXE DES INTERACTIONS AU NIVEAU DU TAPIS VEGETAL 18
1 - Interactions au sein de l'écosystème 18
2 - Une représentation de la complexité des interactions 18
3 - Propositions pour une hiérarchisation des processus dynamiques 19

B - MECANISMES DE LA SUCCESSION VEGETALE, APPROCHE AU NIVEAU DE L'ECOSYSTEME 20
1 - Mécanismes végétaux de succession 20
2 - Causes biogéniques de la succession végétale 22
3 - Mécanismes écosystémiques de succession 22

C - LES MECANISMES DE SUCCESSION : APPROCHES AU NIVEAU DE L'INDIVIDU 22
1 - Des stratégies r et K au triangle de Grime 22
2 - Modèle de contraintes et de compensations 24
3 - Relations interspécifiques dans les communautés végétales 26

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

III — DE LA THEORIE DE LA SUCCESSION A L'ETUDE DE SUCCESSIONS PARTICULIERES 28

1 - Une nécessaire simplication des données 28
2 - Les types biologiques, les stratégies adaptatives 29
3 - Les groupes fonctionnels 30

IV — LES THEORIES DE LA DYNAMIQUE : VERS L'IMPOSSIBLE THEORIE UNIFICATRICE ? 31

1 - Le problème de l'échelle spatio- temporelle des études 31
2 - Synthèse sur les théories de la dynamique 32
3 - Un type de succession bien étudié : la succession post-culturale 32
4 - Comment se situe cette thèse ? 34

CHAPITRE 2
LES ECOTONES, CONCEPT CLE DE L'ECOLOGIE

I — D'UNE APPROCHE DESCRIPTIVE A UNE APPROCHE FONCTIONNELLE DE L'ECOTONE 36

1 - Approches descriptives : au niveau des formations ou des communautés 36
2 - Approches fonctionnelles 37
3 - Approches dynamiques 39

II — ECOTONE / ECOCLINE OU THEORIE DU DISCONTINU ET DU CONTINU 41

1 - Ecotone sensu stricto 41
2 - Ecocline 41
3 - Faut-il différencier écotone et écocline ? 42

III — DIMENSION SPATIO-TEMPORELLE DE L'ECOTONE 43

1 - L'écotone dépend du but de l'étude 43
2 - Nature de l'écotone en fonction de l'échelle d'étude 45
3 - Hiérarchie d'écotones 46

IV — LES PRINCIPAUX TRAVAUX SUR LES ECOTONES 47

1 - Etudes sur les différents types d'écotones 47
2 - Etudes sur la détection des écotones 48
3 - Etudes sur le fonctionnement des écotones 49

V — ECOTONE ET BIODIVERSITE 50

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

DEUXIEME PARTIE
Etude des écotones dans les paysages montagnards en évolution

CHAPITRE 3
L'ECOTONE DANS L'ANALYSE DE LA DYNAMIQUE DES PAYSAGES DE MONTAGNE

I — APPLICATION DU CONCEPT D'ECOTONE AUX MILIEUX GERES PAR L'HOMME 52

1 - Influence de l'homme sur les écotones 52
2 - Les pratiques culturales induisent des systèmes écologiques particuliers 53
3 - Extension de la notion d'écotone à l'interface entre deux parcelles gérées différemment 54
4 - Interface et écotone 55

II — DEFINITION DU CONCEPT D'ECOTONE CONTRAINT ET D'ECOTONE DECONTRAINT 56

1 - Cadre spatial et temporel des écotones étudiés 56
2 - Ecotone contraint 58
3 - Ecotone décontraint 59
4 - Ecotones : lieux de pérennisation ou de fragilisation de la mosaïque du paysage 60

III — L'ECOLOGIE DU PAYSAGE ORIENTEE ECOTONE 61

1 - L'écologie du paysage 61
2 - Quels concepts et quels outils utiliser ? 62
3 - Un nouveau concept de l'écologie du paysage : l'écotone 64

CHAPITRE 4
PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS

I — PROBLEMATIQUE 67

1 - La déprise agricole en montagne 67
2 - La colonisation ligneuse en zone post-culturale 68
3 - La détection précoce des colonisations 69
4 - Les écotones structure- clé de la transformation des paysages et indicateurs précoces des transformations. 69
5 - Evaluer les changements de biodiversité induits par la déprise agricole 70

II — OBJECTIFS 70

1 - Connaître les dimensions temporelle et dynamique des écotones étudiés 70
2 - Repérer des modèles de dynamique qui induisent des changements de végétation 71
3 - Identifier des espèces-clé dans la colonisation 71
4 - Evaluer les risques de colonisation au niveau du paysage 71
5 - Proposer des scénarios de variation de la biodiversité au niveau du paysage 71

III — HYPOTHESES DE CE TRAVAIL 72

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

TROISIEME PARTIE
Site d'étude et méthodologie

CHAPITRE 5
AUSSOIS, SITE D'ETUDE

I — CHOIX D'UNE UNITE DE GESTION DE L'ESPACE CULTURAL ET POST-CULTURAL..... 75

1 - La Moyenne Maurienne, une vallée en déclin 75
2 - La Haute Maurienne : des communes à enjeux environnementaux et paysagers 76
3 - La commune d'Aussois : un espace montagnard au cœur des enjeux liés au paysage et à la biodiversité..... 76

II — PRESENTATION DU SITE D'ETUDE 77

1 - Situation de la commune d'Aussois 77
2 - Les facteurs du milieu..... 79
3 - L'homme..... 84
4 - L'agriculture 87

CHAPITRE 6
DEMARCHE METHODOLOGIQUE ADOPTEE

I — SYNTHESE DES HYPOTHESES 93

II — PRESENTATION DE LA DEMARCHE D'ECHANTILLONNAGE..... 94

1 - Analyse de la végétation à l'échelle du paysage 96
2 - Analyse de la végétation à l'échelle des transects d'écotone..... 98

III — METHODOLOGIE D'ANALYSE DES RESULTATS..... 99

1 - Agglomération spatiale des placettes..... 99
2 - Regroupement des informations floristisques..... 101

CHAPITRE 7
ANALYSE DE LA VEGETATION A L'ECHELLE DU PAYSAGE

I — CONSEQUENCES DES MODIFICATIONS DES PRATIQUES ET CHOIX D'ANALYSE POUR LA VEGETATION 103

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

II — CARTOGRAPHIE DE LA VEGETATION 103

1 - Principe de la photo-interprétation 104
2 - Choix des types physionomiques et identification des écotones 104
3 - Réalisation et contrôle de la photo-interprétation selon les types physionomiques 105
4 - Réalisation de la carte sous Arc Info 106

III — ANALYSE DES SOLS A L'ECHELLE DU PAYSAGE 106

1 - Intérêt de l'étude des sols 106
2 - Connaissance du sols des différents écocomplexes et des différents types physionomiques 107

IV — APPROCHE MULTIDATE DE L'EVOLUTION DU COUVERT VEGETAL 107

1 - Intérêt et limite du cadastre sarde de 1728 107
2 - Cartographie multidate du couvert végétal 109

V — UNE DEMARCHE STRATIFIEE D'ECHANTILLONNAGE 109

A - DELIMITATION DE LA ZONE D'ETUDE 109

B - LES ECOCOMPLEXES MONTAGNARDS A AUSSOIS : CARACTERISATION ET EVOLUTION 111
1 - L'Esseillon 113
2 - Le Plateau 115
3 - Le Moulin 117
4 - Rossanche 119
5 - L'Ortet 121
6 - L'Arpont 123

C - ANALYSE DU PAYSAGE 124
1 - L'évolution du paysage entre 1953 et 1990 124
2 - Caractérisation de l'occupation du sol en 1990 127
3 - Taches - interface 130

VI — CARACTERISATION DES SECTEURS ET DES TYPES PHYSIONOMIQUES 133

VII — SELECTION DES TYPES D'INTERFACE 133

CHAPITRE 8
ANALYSE DE LA VEGETATION A L'ECHELLE DES TRANSECTS D'ECOTONES

I — JUSTIFICATION DU CHOIX DU TRANSECT 136

II — TRANSECT DE PLACETTES 137

1 - Comparaison baguette - placette 137
2 - Le choix de la taille des placettes avec la courbe aire espèce 138
3 - Notation des espèces présentes 139

III — CHOIX DE LA POSITION DU TRANSECT 140

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

IV — DESCRIPTION DE LA METHODE 142

A – LE TRANSECT 142
1 - Positionnement du transect 142
2 - Choix de la longueur du transect 143

B – LE NIVEAU D'INFORMATIONS ELEMENTAIRES : LA PLACETTE 143
1 - Relevés de végétation 143
2 - Variables environnementales 144

V — PLAN D'ECHANTILLONNAGE 144

VI — APPROCHES DES VARIATIONS DU SOL AU NIVEAU DE TRANSECTS 145

CHAPITRE 9
METHODOLOGIE D'ANALYSE DES RESULTATS

I — LES NIVEAUX D'AGGLOMERATION DES INFORMATIONS 147

A – L'ORGANISATION SPATIALE DES PLACETTES ELEMENTAIRES 147
1 – Les placettes de référence 147
2 – Les placettes de transects 148

B - STRUCTURATION SPATIALE DES INFORMATIONS ELEMENTAIRES PAR AGGLOMERATION DE PLACETTES 150
1 - A l'échelle des transects 150
2 - Agglomération en fonction du type de végétation 151
3 - Agglomération en fonction de l'écocomplexe 151
4 - Agglomération en fonction d'autres critères 152

C - LES INDICES ET LES REGROUPEMENTS D'INFORMATION FLORISTIQUE 152
1 - Les indices concernant la biodiversité 152
2 - Le choix des espèces étudiées 159
3 - Les regroupements d'espèces selon leur affinité écologique 160

II — L'ANALYSE DE DONNEES 163

A - APPROCHE DESCRIPTIVE PAR TRANSECT 163
1 - Les profils d'espèces 163
2 - Les courbes de biodiversité 163
3 - Les courbes de fréquence des groupes fonctionnels 163

B - APPROCHE PAR ANALYSE FACTORIELLE 163
1 - Classification ascendante hiérarchique 164
2 - Analyse factorielle des correspondances 165

C - APPROCHE STATISTIQUE 167
1 - Régression simple 167
2 - Analyse de variance 167
3 - Comparaison de moyennes 167
4 - Test d'indépendance du χ^2 167
5 - Tests non paramétriques 168

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

QUATRIEME PARTIE
Résultats et discussion

CHAPITRE 10
LA VEGETATION DE LA COMMUNE

I — CARACTERISTIQUES GENERALES 169

1 - Richesse de la flore 169
2 - Répartition de la flore selon différents classements fonctionnels 170
3 - Analyse de la fréquence des espèces trouvées 171

II — LES TYPES PHYSIONOMIQUES A L'ECHELLE DE LA COMMUNE 174

1 - Mode d'étude des types physionomiques 174
2 - Comparaison des richesses des cinq types physionomiques 176
3 - Similarité des types de végétation 179

III — ANALYSE FACTORIELLE DE L'ENSEMBLE DES DONNEES 179

1 - Des données issues des transects 179
2 - Des données issues des placettes de référence 183

CHAPITRE 11
LA VEGETATION A L'ECHELLE DES ECOCOMPLEXES

I — VALIDITE DES RESULTATS CONCERNANT LA RICHESSE SPECIFIQUE DES ECOCOMPLEXES 187

II — CARACTERISATION FLORISTIQUE DES SIX ECOCOMPLEXES 188

1 - L'écocomplexe de l'Arpont 188
2 - L'écocomplexe de l'Ortet 191
3 - L'écocomplexe du Moulin 194
4 - L'écocomplexe du Plateau 196
5 - l'écocomplexe de Rossanche 198
6 - L'écocomplexe de l'Esseillon 202

III — COMPARAISON DES ECOCOMPLEXES 205

1 - Les différents niveaux de richesse floristique 205
2 - Comparaison des écocomplexes en fonction des groupes fonctionnels 209
3 - Similarité entre écocomplexes 213

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

IV — LES TYPES PHYSIONOMIQUES PAR ECOCOMPLEXES 214

1 - Analyse de la végétation supposée en équilibre dynamique 214
2 - Synthèse sur l'ensemble des placettes 221

CHAPITRE 12
CARACTERISATION DES ECOTONES

I — TYPOLOGIE DES ECOTONES 231

A – PRINCIPE ET INTERPRETATION DE LA TYPOLOGIE 231
1 - Principe de la classification ascendante hiérarchique 231
2 - Interprétation de cette typologie 231

B – ANALYSE DES RESULTATS 235
1 - Analyse de la largeur des écotones 235
2 - Analyse de la richesse locale relative des écotones 244
3 - Analyse de la richesse globale des écotones 250
4 - Analyse de la richesse globale relative des écotones 253
5 - Analyse factorielle des correspondances des placettes d'écotone 256

II — TRAJECTOIRE SUR LES AFC 261

1 - Etude des trajectoires de transect de l'Arpont 261
2 - Etude des trajectoires de transect de l'Ortet 263
3 - Etude des trajectoires de transect du Moulin 264
4 - Etude des trajectoires de transect du Plateau 265
5 - Etude des trajectoires de transect de Rossanche 267
6 - Etude des trajectoires de transect de l'Esseillon 268

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

CHAPITRE 13
LES MODELES DYNAMIQUES DE VEGETATION

I — LES ESPECES PRESENTANT DES DOMINANCES 271

II — ANALYSE DU MODELE PREDOMINANT : *BRACHYPODIUM PINNATUM* 272

1 - Connaissances sur l'espèce 272
2 - Influence sur la richesse spécifique 277
3 - Influence sur la perception de la biodiversité floristique 279
4 - Influence sur la présence d'espèces rares 281
5 - Influence sur la colonisation ligneuse 282
6 - Extension du brachypode et évolution du sol 284

CHAPITRE 14
SYNTHESE

I — LES INTERFACES : DES ZONES SENSIBLES POUR LA TRANSFORMATION DES PAYSAGES 288

II — LES ECOTONES : DES STRUCTURES CLE POUR ANALYSER LES VEGETATIONS POST-CULTURALES 290

III — LES ECOCOMPLEXES : DES SYSTEMES STRUCTURANTS POUR L'ORGANISATION DE LA BIODIVERSITE VEGETALE EN MONTAGNE 292

IV — TRANSFORMATION DES PAYSAGES ET DYNAMIQUES DE LA BIODIVERSITE VEGETALE 293

BIBLIOGRAPHIE 295

LISTE DES FIGURES 308

LISTE DES ANNEXES 312

ANNEXES ..... volume 2

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

INTRODUCTION

Les paysages de montagne façonnés par l'homme depuis le néolithique (premiers défrichement par le feu, en alpage), puis de manière très intensive du Moyen Age au 18ème siècle, ont subi une importante phase de déprise agricole dans les années 1950.

En Moyenne Maurienne, cette déprise dans un paysage bocager s'est traduite par une colonisation quasi totale par des feuillus de l'étage montagnard de l'adret (Delcros, 1993) et par une fermeture des alpages de l'étage subalpin de l'ubac (Feltgen Didier, 1998). Cette première phase d'abandon des pratiques a eu lieu sans prise de conscience de ses conséquences à moyen terme. Elle a conduit au paysage et aux conditions de vie actuels : un versant où des hameaux vidés de leurs habitants et sans potentialité touristique sont de plus en plus noyés dans la forêt. Cette étape est irréversible vu les conditions économiques[1]. Les communes de Haute Maurienne ont été moins touchées par cet épisode de déprise agricole car la création dans certains villages de stations de ski a maintenu en place une population qui a continué l'exploitation agricole sous le statut de la double activité (pisteur - agriculteur par exemple).

Actuellement, une nouvelle phase de déprise s'amorce pour ces villages de Haute Maurienne en raison du vieillissement de la population. En effet, jusqu'à ces dernières années, de nombreux retraités (agriculteur, double actif ou fonctionnaire) continuaient à entretenir (faucher, faire pâturer) leurs parcelles.
En raison de leur âge, ces personnes cessent peu à peu cet entretien - non pris en compte dans les données des recensements agricoles - mais de grande importance pour le maintien de la pression agricole au niveau des communes.

Cette deuxième phase de déprise a lieu dans un contexte différent de celle des années 1950 :

- Les conséquences de la déprise de 1950 sur le paysage ont alerté les habitants et les élus ;
- le tourisme d'hiver, mais aussi d'été, s'est développé et a un poids de plus en plus grand dans l'économie des villages ;
- les touristes et les nouveaux habitants des villages ont des exigences accrues en ce qui concerne la qualité du paysage ;

[1] elle pourrait être valorisée par la sylviculture de feuillus précieux (frêne, érable, merisier) à condition de mener un important travail de sensibilisation, de réorganisation foncière et de mise en place d'une filière de bois précieux de qualité (Bozon, 1995).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

- la prise en compte du paysage et de la biodiversité trouve un écho dans le grand public et dans le monde politique (Natura 2000, plans de développement durable, contrats territoriaux d'exploitation).

Tout ceci amène le gestionnaire à se tourner vers le scientifique et à lui demander comment empêcher l'enfrichement de son paysage, comment gérer la biodiversité.

Cette thèse a pour objet de proposer des réponses scientifiques adaptées à la gestion des milieux de montagne en déprise. Elle a pour ambition d'étudier de manière précoce les phénomènes de colonisation ligneuse, c'est-à-dire de les mettre en évidence avant qu'ils ne s'inscrivent dans le paysage et dans la végétation de manière visible. Pour réaliser ce projet, nous utilisons et affinons un concept de l'écologie du paysage, l'écotone, pour en faire un outil d'analyse de la végétation à l'échelle du paysage tout d'abord puis, à l'échelle de la parcelle dans des zones de transition entre divers types physionomiques de végétation. Nous l'appliquons à l'étude de la zone agricole de l'étage montagnard d'Aussois.

La première partie fait le point sur les données bibliographiques concernant les mécanismes de succession végétale et le concept d'écotone.
Dans la deuxième partie, nous adaptons ce concept à l'étude des paysages montagnards en évolution, en proposant une approche qui considère les pratiques anthropiques comme des contraintes exercées par l'homme sur la végétation. On peut dire dans ce cas que l'agriculteur exerce un régime permanent de perturbation sur le tapis végétal. Dans cette acception, la déprise est considérée comme un changement du régime de perturbation qui modifie l'organisation locale du tapis végétal. Il s'agit donc d'une décontrainte.
Dans la troisième partie, nous présentons le site d'étude, Aussois, et la démarche méthodologique appliquée.
A l'échelle du paysage, nous nous intéressons aux interfaces cartographiques entre éléments de la mosaïque paysagère, afin de mettre en place un échantillonnage stratifié en fonction de la longueur des interfaces rencontrées, puis nous développons la méthode de réalisation des relevés de végétation et de leur analyse.
La dernière partie présente les résultats obtenus et leur discussion.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

PREMIERE PARTIE

De la théorie de la succession au concept d'écotone

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

CHAPITRE 1

LES MODELES DYNAMIQUES ET LES STRATEGIES ADAPTATIVES

L'observation de la succession d'espèces végétales différentes sur un site a passionné les chercheurs, très tôt dans l'histoire de l'écologie. De nombreux travaux ont décrit différentes modalités de successions, plusieurs théories ont vu le jour et, plus récemment, des modèles explicatifs ont été proposés.

Nous allons passer en revue dans ce premier chapitre :

- les différentes théories de la dynamique de la végétation et de la succession végétale,
- les causes de la dynamique végétale.

Nous montrerons ainsi que pour notre recherche, il est important de simplifier les données et d'autre part, d'un point de vue conceptuel, d'abandonner l'idée que l'on peut trouver une théorie unique de la végétation. Cette synthèse bibliographique nous permettra surtout de montrer comment le concept d'écotone est étroitement lié à celui de la succession végétale. Nous verrons également quels outils seraient pertinents pour étudier la dynamique végétale au niveau des écotones.

I - LA DYNAMIQUE DE LA VEGETATION ET LA SUCCESSION VEGETALE

Deléage (1991) situe l'origine des études de la dynamique de la végétation vers 1899, époque où Cowles étudie les stades de végétation dunaire sur les bords du lac Michigan.
Ainsi, depuis presque 100 ans, la dynamique de la végétation et les facteurs de cette dynamique sont la source de nombreux débats, de théories opposées et de tentatives d'unification des théories.
Nous présentons brièvement l'historique de ce siècle de débats et nous développons quelques théories fédératrices. Nous montrons comment la notion de dynamique de la végétation sous-tend l'esprit de ce travail et nous a conduit à étudier une structure-clé dans les phénomènes de colonisation, l'écotone.

A - OPPOSITION CONCEPTUELLE SUR LA NATURE DES COMMUNAUTÉS VÉGÉTALES

La nature de la végétation a été l'objet de nombreux débats entre les tenants de théories diamétralement opposées. En effet, à quelques années près, Clements (1905) et Gleason (1917), élaborent des théories fondamentalement opposées sur la nature des communautés végétales et débouchent sur des visions tout à fait différentes de la dynamique de la végétation.
Ces théories seront critiquées et plus ou moins intégrées dans la théorie du continuum proposée par Whittaker (1953).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

1 - Le superorganisme de Clements

Pour Clements (1905), les communautés végétales sont analogues à des organismes[1] : les communautés naissent, se développent et meurent. Ces superorganismes se succèdent les uns aux autres par des processus autogéniques linéaires et aboutissent à un stade final prédictible, le climax[2]. La première communauté installée va modifier les ressources du milieu initial et faciliter la mise en place d'une autre communauté végétale. Cette théorie organiciste a été reconnue et acceptée jusqu'en 1953. Dès lors, Whittaker, puis d'autres auteurs, la modifient et la critiquent en augmentant, en particulier, le nombre de climax[3] définis afin de répondre aux différents situations observées[4].

2 - L'individu prédominant de Gleason

A l'opposé de Clements, et en réaction à sa théorie organiciste, Gleason en 1917, développe une théorie stochastique[5] de la dynamique de la végétation, fondée sur l'individu[6].
Pour lui, la communauté végétale n'est pas un organisme en soi, ni même un taxon, mais un assemblage d'espèces qui, à l'intérieur de cette communauté, ont chacune des réponses différentes face à l'environnement. La distribution des espèces est déterminée individuellement par les gradients écologiques et les processus historiques de la colonisation (déterminisme exogène). On néglige les interactions entre plantes (compétition, co-évolution, ...) (Gillet, com. pers.).
Cette théorie de la végétation basée sur l'individu a été ignorée jusqu'en 1953, année durant laquelle Whittaker la réhabilite[7].

3 - La notion de continuum de végétation de Whittaker

Clements avait développé sa théorie à partir de l'étude des transitions dans les grandes plaines américaines. Les études ultérieures ont porté sur de nombreux cas de successions en conditions perturbées et, particulièrement en Europe, sur des paysages très fragmentés et très influencés par l'homme. Ces travaux ont amené Whittaker (1953) à remettre en cause la notion de climax unique[8] atteint après une succession linéaire et prédictible de stades de végétation. Il définit donc une grande quantité de climax possibles en fonction de l'histoire du milieu, du niveau et de la nature des perturbations subies par la végétation.

Il remet également en cause, la notion d'association végétale[9] pour proposer la notion de continuum de végétation organisé le long de gradients environnementaux, où la présence des espèces est liée à leurs

[1] *"the chief one of them is the view of Clements, first expressed in 1905, that the unit of vegetation is an organism."* (Gleason, 1917)
[2] *"the concept of the climax as a complex organism inseparably connected with its climate and often continental in extend was introduced by Clements (1916)."* (Clements, 1936)
[3] *"if an ideal, the climax, must be so modified in application, it may be suspected that the ideal is at fault."* (Whittaker, 1953)
[4] Bozon (1995) reprend la liste des différents noms formés autour de climax.
[5] basée sur le hasard.
[6] *"the phenomena of vegetation depend completely upon the phenomena of the individual."* (Gleason, 1917)
[7] *"in vegetation forming a complex continuum of populations, associations have only such subjective meaning as in consistent with the individualistic hypothesis of Gleason."* (Whittaker, 1953)
[8] *"succession may thus be thought to occur, not as series of distinct steps, but as a highly variable and irregular change of populations through time, lacking orderliness or uniformity in detail, through marked by certain fairly uniform over-all tendencies."* (Whittaker, 1953)
[9] *"It was assumed by early ecologists that species formed groupings that characterized distinct, clearly bounded types of communities that were often termed associations. This view - of communities as consisting of well-defined units - may be called the community-unit theory and contrasted with a different view advanced ... by Gleason as the individualistic hypothesis. This hypothesis states that species are variously, "individualistically" distributed and do not form groupings that characterize clearly bounded types of communities."* (Whittaker, 1975)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

exigences écologiques. Cependant, il reconnaît qu'il est souvent nécessaire de créer des classes[10], les communautés, même si la végétation forme un continuum. Il propose l'analogie très parlante des couleurs[11] (classes) définies au sein d'un continuum (le spectre des longueurs d'onde).
Nous nous placerons dans cette ligne de pensée en reconnaissant dans les transitions entre milieux, un continuum de végétation, tout en admettant qu'il existe des communautés rassemblant, de manière reproductible, des assemblages d'espèces adaptées aux pressions anthropiques.

B - CONCEPT DE SUCCESSION VEGETALE

1 - Définition de la succession végétale

La prise en compte de la dimension spatiale, mais surtout temporelle, de la végétation aboutit, au travers de la dynamique de la végétation, à la notion de succession végétale. Les successions sont une description des changements de végétation à différentes échelles dans l'espace et le temps[12].

Les successions sont séparées traditionnellement en :

- **succession primaire** : quand il s'agit de la colonisation d'un sol nu par la végétation, elle a dans ce cas une grande composante spatiale (par exemple le comblement d'une tourbière par la végétation) ;
- **succession secondaire** : quand il s'agit de la "réparation" par la végétation des conséquences d'une perturbation qui a ouvert un espace relativement large (feu, chablis, ...) - le mot perturbation est utilisé au sens large et comprend également l'arrêt des pratiques anthropiques.

Les recolonisations ligneuses ou herbacées après déprise culturale que nous étudions sont à classer dans cette catégorie.

Van der Maarel (1996) y ajoute :

- la **succession à l'échelle du siècle,** concernant les changements globaux de l'environnement et en particulier le climat,
- les **successions de restauration,** qui tendent à revenir à un état plus naturel de la végétation par des mesures de gestion adéquates (arrêt de la fertilisation, du surpâturage, ...).

Whittaker (1975) souligne la proximité des changements de population au cours des successions[13] (dans le temps) avec ceux intervenant le long d'un gradient environnemental (donc spatial), qu'il appelle écocline (chapitre 2 -II-2).

Le déroulement des successions végétales repose sur l'instauration d'une hiérarchie en fonction des capacités d'accès à l'énergie solaire et des moyens dont disposent les végétaux de priver d'eau, de nutriments et de lumière, les espèces concurrentes (Pautou & Manneville, 1997).

---

[10] *"The concept of the vegetation pattern is a complex population continuum. Classification of communities are often needed. There is no real conflict between the principle that communities are generally (but not unniversally) continuous with one another, and the practice of classifying these communities as a mean of communication about them."* (Whittaker, 1975)

[11] *"no one argues that the words of colors should not be used because colors are subjectively distinguished fractions of a continuous spectrum."* (Whittaker, 1975)

[12] *"The term succession is used to describe many types of vegetation change on widely different scales in both space and time."* (Finegan, 1984)

[13] *"Plant population change and species replace one another as the succession progresses. The appearance of species population densities along the time axis of succession should ressemble that along spatial gradients. A succession is an ecocline in time."* (Whittaker, 1975)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Ces définitions claires des différents types de succession ne doivent pas masquer la complexité des débats autour de la notion de succession. Nous avons montré (paragraphe A) que la nature même des communautés végétales avait fait l'objet d'oppositions d'écoles ; de la même manière, les théories sur la succession végétale ont été marquées par de grands courants de pensées. Ces différentes visions sont développées dans le paragraphe suivant.

2 - Les différentes visions de la succession végétale

a) Vision holistique : la succession autogénique et déterminée

Pour cette école de pensée, l'écosystème est l'objet de l'étude et il possède des propriétés émergentes qui ne peuvent pas être déterminées par l'étude des parties qui le composent. Dans cette optique, les changements de végétation au cours de la succession sont contrôlés par la végétation elle-même, les processus de succession sont donc autogènes[14]. Les modifications du milieu provoquées par la présence d'un groupe d'espèces rendent ce milieu favorable pour le groupe d'espèces suivant. Il s'agit du modèle de facilitation de la succession végétale basé sur la notion de relais floristique (Egler, 1954), où chaque groupe d'espèces envahit un site à un certain stade de développement, rendant le milieu défavorable pour lui-même et favorable pour le groupe d'espèces suivant. Dans ce cas, le contrôle biologique des cycles de nutriments est très important et la succession est interprétée comme un processus de développement de l'écosystème vers un maximum de stabilité et un maximum d'efficacité dans l'utilisation des ressources. La succession est ordonnée, déterminée et donc prédictible (Finegan, 1984).
Les travaux de Whittaker, entre autres, ont montré que cette théorie d'une succession déterminée, n'est pas toujours vérifiée dans les successions secondaires plus ou moins perturbées qui constituent la majorité des successions végétales et en particulier, celles que nous abordons dans cette thèse.

b) Composition floristique initiale d'Egler

Egler (1954), à partir de travaux sur des successions secondaires dans des champs abandonnés, établit que, dans les premiers stades de succession, la composition floristique initiale de la parcelle explique une grande part du développement de la végétation après abandon. La composition floristique initiale correspond aux espèces établies ou présentes avant ou juste après l'abandon. Selon lui, la succession végétale n'existe pas réellement, mais est une illusion due à un développement décalé dans le temps des espèces[15].
Ce décalage est lié, par exemple, à la durée de dormance variable des semences, aux différentes vitesses de croissance des plantes. Cependant, ce décalage de développement peut être comblé et l'équilibre final ne dépend plus forcément de la composition floristique initiale.

Ce modèle, développé en 1954 par Egler, a été critiqué, mais intégré dans une approche réductionniste de la succession (Finegan, 1984).

c) Vision réductionniste : la succession basée sur l'individu

S'appuyant sur les théories de Gleason et Egler, et prenant pour arguments les difficultés à appliquer la théorie holistique à des successions secondaires post-culturales, la théorie réductionniste rejette les notions de facilitation (paragraphe II-B-1-b) et de succession autogène. Elle base sa théorie sur le niveau de l'individu : chaque individu a ses traits de vie, son autécologie et ses capacités d'inhibition ou de tolérance par rapport aux autres individus (de même espèce ou d'espèce différente). Une grande part est laissée au hasard dans l'arrivée ou non d'une espèce dans un milieu. La disponibilité en ressource et la capacité des

[14] "*environmental changes occuring during succession are classed as autogenic when they are the consequence of the presence of plants : examples are accumulation of organic matter in soil and the modification of light level within vegetation.*" (Finegan, 1984)
[15] "*Succession is merely the sequential physiognomic dominance of the site by species with different life histories, growth rates and sizes at maturity.*" (Finegan, 1984)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

différentes espèces à tolérer un environnement pauvre en l'une des ressources guident la théorie réductionniste de la succession.

Cependant, de nombreux contre-exemples montrent que cette théorie ne suffit pas non plus à comprendre les phénomènes intervenant dans les successions. Le phénomène des successions végétales est trop complexe pour pouvoir être réduit à un seul modèle. Dans la plupart des cas, les approches holistique et réductionniste peuvent être combinées[16].

3 - Des approches hiérarchisées de la succession végétale

Les approches les plus récentes de la dynamique de la végétation allient donc les deux écoles de pensée précédentes en proposant des approches à des niveaux d'échelle et de précision variables afin d'expliquer des phénomènes agissant à ces différentes échelles. Elles relèvent de la théorie de la hiérarchie et de l'approche systémique.

a) Une hiérarchie duale

O'Neill *et al.* (1986) proposent une hiérarchie duale[17] combinant, grâce à deux niveaux d'investigation, une approche individualistique et une approche holistique :

- une approche population - communauté : traitant des histoires de vie et de l'évolution et donc procédant à des investigations au niveau de l'individu ;
- une approche processus - fonctions : traitant des cycles d'énergie et de nutriments et donc procédant à des investigations au niveau de l'écosystème ou de biogéocénoses.

b) Une approche globale hiérarchisée

La prise en compte de la complexité de la nature, de son hétérogénéité et des limites des théories précédentes, a fait émerger l'idée que les phénomènes généraux s'expliquent par des mécanismes à l'échelle locale, mais que cette échelle est variable et à déterminer pour chaque cas (Pickett *et al.*, 1989). La théorie de la hiérarchie (Allen & Starr, 1982) met l'accent sur les études comportant différents niveaux d'organisation du vivant afin de déterminer l'importance des facteurs selon l'échelle choisie. Les niveaux les plus hauts ne sont pas la simple somme des niveaux inférieurs, mais ils mettent en œuvre des organisations particulières[18]. Par ailleurs, certains facteurs peuvent avoir des effets différents suivant le niveau d'organisation concerné[19]. Cette théorie permet ainsi de résoudre des contradictions apparentes entre des études similaires dues à l'observation d'un phénomène à deux niveaux différents (Allen & Wyleto, 1983).

"*Il est ainsi souhaitable de segmenter l'espace suivant des niveaux d'organisation du vivant, représentant autant de niveaux emboîtés fonctionnellement en relation : l'écocomplexe, l'écosystème, la communauté, la population, l'individu*" (Vallauri, 1997). En tête de cette cascade de niveaux hiérarchiques, nous ajoutons le paysage (que Vallauri nomme matrice biogéographique). Ces concepts serviront à la mise en place d'un échantillonnage stratifié permettant de prendre en compte différents niveaux de la hiérarchie dans l'explication de la succession.

---

[16] "*Facilitation, tolerance, inhibition and allogenesis are interdependant mechanisms in succession and may affect the same individual successively or simultaneously during its life cycle.*" (Finegan, 1984)

[17] "*a dual hierarchy, represented by a 'population-community approach' (dealing with life histories and evolution) and a 'process-functional approach' (dealing with cycling of energy and nutrients).*" (O'Neill *et al.*, 1986)

[18] "*The higher levels are not simply summations of lower levels but represent organizations requiring their own sets of explanatory principles.*" (Allen & Wyleto, 1983)

[19] "*Disturbance at a low level of organization may be stabilizing force at higher levels without contradiction because the differences between the levels keep the two descriptions disjunct.*" (Allen & Wyleto, 1983)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

II - DETERMINATION DES CAUSES DE LA DYNAMIQUE VEGETALE

A - LA NATURE COMPLEXE DES INTERACTIONS AU NIVEAU DU TAPIS VEGETAL

1- Interactions au sein de l'écosystème

Jusqu'à présent, nous avons défini la succession végétale comme la conséquence des changements de végétation au cours du temps. Cependant, il serait pertinent de regarder les successions au sein de l'écosystème tout entier. En effet, la mise en place d'une communauté végétale ne peut pas être dissociée de l'ensemble des facteurs actuels et passés qui agissent sur et au sein de l'écosystème. Ces facteurs sont abiotiques (par exemple : climat, géologie, topographie, sol) et biotiques (homme, mammifères, oiseaux, insectes, faune du sol, champignons, bactéries). A toutes les échelles de temps et d'espace, chacun de ces facteurs peut avoir un rôle clé à un moment d'une succession de l'écosystème. Par exemple, des travaux de plus en plus nombreux sont publiés sur la place de la faune du sol, et en particulier des lombriciens, dans les différents stades des successions végétales (Grossi & Brun, 1997 ; Decaëns *et al.*, 1997). Grossi et Brun montrent ainsi que les populations lombriciennes des friches ligneuses ont une organisation de leurs groupes écologiques (en groupes fonctionnels) plus proche de celle des prairies dont elles sont issues que des forêts matures. Dans la colonisation par des ligneux des prairies de fauche, il serait intéressant de pouvoir mener une étude sur les conditions de mycorhization qui doivent y jouer un grand rôle.

2 - Une représentation de la complexité des interactions

Jackson et Mac Collin (1997) proposent une visualisation intéressante de la complexité des interactions : une carte conceptuelle (figure 1) - "*concept map*" - qui met en évidence la nature complexe des facteurs et des processus qui contribuent à la diversité des espèces végétales d'une haie.

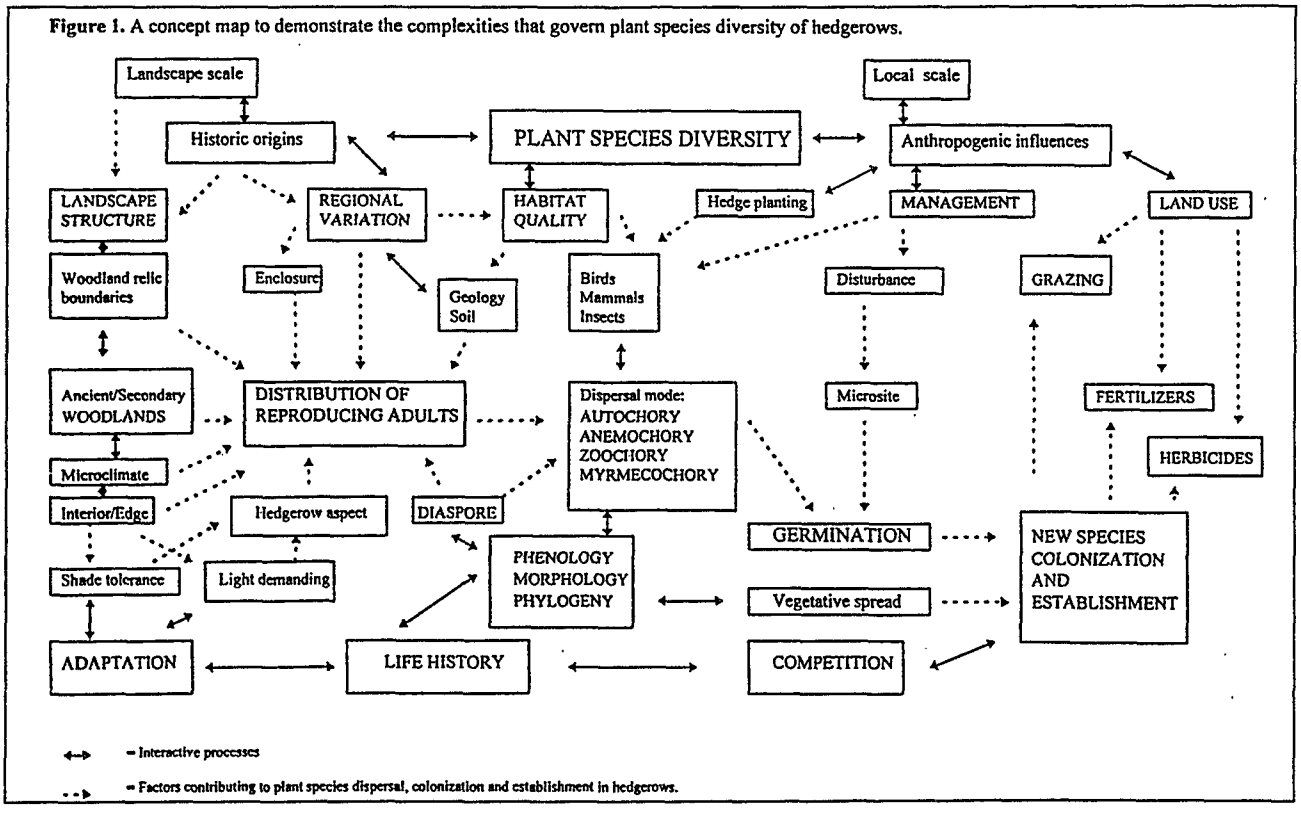


Figure 1 : Une carte conceptuelle pour montrer la complexité qui gouverne la diversité spécifique végétale des haies (d'après Jackson & Mac Collin, 1997)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Dans la synthèse de ce travail, nous discuterons de ce schéma en l'adaptant, en fonction des résultats que nous aurons mis en évidence, à la complexité qui gouverne la succession végétale post-culturale des prairies de fauche.

Parmi toutes les interactions en cause dans la succession post-culturale, nous nous intéresserons particulièrement au rôle de la structure du paysage dans l'organisation spatiale des sources de colonisation et, à l'échelle de l'individu, à la multiplication végétative comme modèle de colonisation frontale.

3 - Propositions pour une hiérarchisation des processus dynamiques

Pour aborder la complexité des processus dynamiques, il est souhaitable de cibler les investigations sur des espèces clés de voûte de la biodiversité des systèmes écologiques étudiés après avoir hiérarchisé et classé les processus clé de la dynamique d'une communauté végétale.

Causes générales de la succession	**Processus ou conditions**	**Facteurs**
disponibilité en site	perturbation à petite échelle	surface, intensité, durée, dispersion
disponibilité en espèces	dissémination	configuration du paysage
	pool de semences	agents disséminateurs, durée depuis la perturbation, utilisation du sol
performance des espèces	disponibilité en ressources	conditions de sol, topographie, microclimat, histoire du site
	écophysiologie	conditions de germination, taux d'assimilation, taux de croissance, différenciation de la population
	stratégie d'histoire de vie	patrons d'allocation, moment de la reproduction, mode de reproduction
	stress environnemental stochastique	cycles climatiques, histoire du site, occupants antérieurs
	compétition	présence de compétiteurs, identité des compétiteurs, perturbation dans la communauté, prédateurs et herbivores, ressources de base
	allélopathie	caractéristiques du sol, microorganismes, plantes voisines
	herbivorie, maladies et prédation	cycles climatiques, cycles des consommateurs, vigueur des plantes, défenses des plantes, composition de la communauté mosaïque

Figure 2 : Une hiérarchie des causes de la succession (d'après Pickett *et al.*, 1987)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Pickett *et al.* (1987) proposent, les premiers, une liste hiérarchique des causes de la succession (figure 2) basée sur trois niveaux hiérarchiques distincts :

- les causes générales de la succession qui correspondent au phénomène le plus large ;
- les conditions ou processus qui correspondent aux mécanismes de changement du niveau le plus haut ;
- les facteurs qui déterminent le niveau intermédiaire et sont discernables ou quantifiables dans les sites étudiés.

Dans notre problématique, la perturbation qui permet la succession est l'arrêt de la fauche dans des parcelles situées à proximité de sources de colonisation contenant des espèces performantes, à haut pouvoir de compétition, dans ces conditions d'abandon vis-à-vis des espèces adaptées, elles, à la fauche.

B - MECANISMES DE LA SUCCESSION VEGETALE, APPROCHE AU NIVEAU DE L'ECOSYSTEME

Van Andel *et al.* (1993) proposent d'étudier les mécanismes de succession selon trois niveaux relationnels :

- les interactions entre plantes (processus autogéniques) nommées mécanismes végétaux de succession "*vegetation mechanisms of succession*" ;
- les effets biotiques autres qu'entre végétaux considérés comme causes biogéniques de la succession végétale "*biogenic causes of vegetation succession*" ;
- les interactions entre mécanismes autogéniques et causes allogéniques appelées mécanismes écosystémiques de succession "*ecosystem mechanisms of succession*".

Cette classification servira de fil conducteur pour présenter, dans les paragraphes suivants, une synthèse des mécanismes en jeu dans la succession.

1 - Mécanismes végétaux de succession

a) Colonisation

La première étape d'une succession nécessite qu'une espèce nouvelle puisse s'installer sur un site. Pour cela, il faut que la diaspore soit présente à un moment sur le site, qu'elle puisse germer et qu'elle puisse s'établir : soit la diaspore est déjà présente dans la banque de semences du sol sans pouvoir s'installer, soit elle doit arriver sur le site. Les modes de dissémination des diaspores (barochorie, anémochorie, zoochorie[20], *etc*) combinés avec la présence de semenciers[21] dans un rayon compatible avec la puissance du vecteur de la dissémination, influencent beaucoup les capacités d'apparition d'une espèce végétale dans un site. La nature de la végétation du site (densité de couverture du sol, épaisseur du feuillage de certaines espèces, ...) peut être un frein à l'arrivée d'une semence : elle est disséminée mais ne peut pas atteindre le sol pour germer. En effet, un tapis végétal dense est une barrière structurale qui empêche l'installation des espèces à graines anémochores de petite taille (Olsson, 1987). Seules les diaspores plus lourdes qui contiennent plus de réserves sont capables de coloniser une pelouse continue car le semis utilise l'énergie stockée dans la graine pour traverser une litière épaisse (Blanchard, 1995). Les capacités de multiplication végétative d'espèces (par stolons, rhizomes, *etc*) influent également sur la colonisation par une nouvelle espèce, mais avec un rayon d'action plus faible.

[20] respectivement : dissémination par le poids de la semence, par le vent et par des animaux.

[21] ici s'ouvre un champ encore peu étudié de l'écologie du paysage et de l'écologie de la conservation et de la restauration.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Classiquement, les semences de la banque du sol sont classées en 3 types (Thompson *et al.*, 1993) selon leur durée de persistance dans le sol à l'état viable :

- semences transitoires : moins d'un an,
- semences persistant à court terme : de 1 à 5 ans,
- semences persistant à long terme : plus de 5 ans.

De nombreux travaux font le point sur la part réciproque de la banque de semences et de la dissémination dans la succession (Molinier & Muller, 1936 ; Willems, 1983 ; Lavorel *et al.*, 1993 ; Bakker *et al.*, 1996 ; Malonson, 1997). L'absence dans la banque du sol de semences persistant à long terme implique que la succession ne peut évoluer que par l'arrivée de nouvelles diaspores. C'est alors la mosaïque du paysage et la répartition des semenciers ou la répartition d'espèces à multiplication végétative qui influeront sur la succession.

Le stade de plantule, après la germination de la graine, est considéré comme le stade le plus sensible du développement de la plante, de nombreux facteurs influent sur le devenir de la plantule. Quelques auteurs signalent des compromis[22] entre capacité à coloniser (nombre de graines) et capacité compétitive de la plantule.
Pour qu'une espèce puisse se maintenir dans une communauté, il faut que l'écosystème lui permette d'assurer sa reproduction (sexuée ou végétative). Des interactions entre espèces vont donc intervenir de manière plus précise.

b) Facilitation

La facilitation - une ou plusieurs espèces modifient le milieu et permettent à une autre communauté de s'installer - est le premier mécanisme de succession décrit (Clements, 1916). Il est repris par Connell et Slatyer (1977) comme l'un des trois scénarios importants des changements de végétation. La modification du milieu par une espèce végétale peut être due uniquement à l'espèce (facilitation directe : par exemple ombrage, aération du substrat, amélioration de la litière, *etc*) mais aussi au cortège de bactéries ou de mycorhizes qui l'accompagne (facilitation indirecte, par exemple pour des plantes en symbiose avec des bactéries fixatrices d'azote, des Ericacées à mycorhizes, *etc*). Certains auteurs (voir Van Andel *et al.*, 1993) séparent donc les mécanismes de facilitation, en facilitations directe et indirecte. Van Andel *et al.* (1993) rangent la facilitation indirecte dans les mécanismes écosystémiques de succession puisqu'il s'agit d'une interaction mixte entre le niveau des plantes et des autres organismes de l'écosystème.

c) Compétition

La compétition est reconnue comme un mécanisme important dans les successions végétales, à des niveaux variables d'importance selon les auteurs (Van Andel *et al.*, 1993). La compétition s'exerce potentiellement pour toutes les ressources qui sont en quantité limitée dans l'écosystème. Cette approche est principalement développée par Tilman (1988), qui relie la réponse de l'espèce à un paramètre de l'écosystème (un type de ressource).

L'inhibition au sens de Connell et Slatyer (1977) - à savoir que la présence d'une communauté de plantes empêche l'établissement d'une autre communauté - est intégrée par Van Andel *et al.* (1993) à la compétition, elle en est une expression ultime. De la même manière, la tolérance est aussi à placer dans la grande catégorie des compétitions.

Mac Cook (1994) instaure d'ailleurs un continuum dont il dégage cinq stades : la facilitation stricte, la facilitation partielle, la tolérance, l'inhibition partielle et l'inhibition stricte.

[22] "*a trade-off between colonization ability and competitive ability.*" (Gleason & Tilman, 1990)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

2 - Causes biogéniques de la succession végétale

Il s'agit essentiellement de prédation sur les individus, que la plante (entière ou ses semences) soit broutée par un mammifère, un insecte ou qu'elle soit parasitée par un insecte, un champignon. Une partie des actions de l'homme se place dans cette rubrique, soit par action directe de fauche - qui peut être assimilée à une prédation puisqu'elle prélève une partie de la biomasse produite par le végétal[23] - soit par une action indirecte par l'intermédiaire des animaux mis au pâturage. Dans ce travail de thèse nous nous plaçons à la fois dans les actions directes de l'homme c'est le cas des parcelles entretenues, qui sont fauchées, et dans les actions indirectes qui concernent les parcelles en déprise ou en friche, qui font l'objet d'un pâturage extensif par des animaux domestiques.

3 - Mécanismes écosystémiques de succession

Il s'agit essentiellement de mécanismes complexes faisant intervenir des interactions entre végétaux par l'intermédiaire de modifications du sol et donc éventuellement de la flore et la faune du sol. Des effets en retour (*"feed-back"*) sont en outre très souvent en cause dans ces mécanismes complexes.

Nous avons présenté rapidement quelques mécanismes explicatifs (Van Andel *et al.*, 1993) d'une partie des changements de végétation, cependant une autre approche s'est développée parallèlement, tendant à expliquer la dynamique végétale par les stratégies adaptatives des espèces (Grime, 1977, Tilman, 1990, 1997).

C - LES MECANISMES DE SUCCESSION : APPROCHES AU NIVEAU DE L'INDIVIDU

Au sein de l'écosystème, chaque individu a accès à des ressources en quantité limitée, ceci le contraint à adopter des stratégies d'allocations de ressources et des compromis (*"tradeoffs"*) entre ses différentes fonctions physiologiques[24]. La notion de stratégie correspond donc au partage optimal de l'énergie dans les quatre compartiments de la plante (Pautou & Manneville, 1997) :

- la biomasse caulinaire épigée (appareil végétatif aérien),
- la biomasse caulinaire hypogée (appareil végétatif racinaire),
- la biomasse reproductive germinale (appareil reproducteur sexué),
- la biomasse reproductive somatique (multiplication végétative).

La répartition des ressources aux différentes fonctions physiologiques (croissance, reproduction, *etc*) correspond à une stratégie adaptative de l'espèce dans un environnement où ces choix la rendent plus compétitive. *"Les compétiteurs qui ont la stratégie la plus efficace dans un milieu donné sont capables d'occuper massivement l'espace horizontal et l'espace vertical"* (Pautou & Manneville, 1997).

1 - Des stratégies r et K au triangle de Grime

a) Stratégies de type r et K

La première stratégie d'allocation de ressource mise en évidence repose sur le compromis entre *"privilégier la construction d'un individu plus ou moins pérenne et favoriser sa reproduction"*. Les espèces qui

[23] ce qui peut conduire dans certains cas à la disparition de l'espèce, quand elle ne supporte pas les contraintes imposées par la fauche.

[24] *"the strategic resource allocation concept suggests that limitations on the supply and allocation of metabolic resources to different physiological functions generally involves tradeoffs between those functions."* (Mac Cook, 1994)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

privilégient la maintenance de l'individu (grande taille, croissance lente, longue durée de vie, maturité sexuelle tardive, *etc*) sont qualifiées à stratégie de type K (Mac Arthur & Wilson, 1967, cités par Mac Cook, 1994). Les espèces qui favorisent la reproduction (haut taux de reproduction, croissance rapide, maturité sexuelle précoce, durée de vie courte, *etc*), ce sont des stratégies de type r (Mac Arthur & Wilson, 1967, cités par Mac Cook, 1994).
Ce modèle général s'applique aussi bien aux végétaux qu'aux animaux ; pour les végétaux, les espèces à stratégie de type de type r peuvent être qualifiées de pionnières (colonisateurs précoces) et celles à stratégie de type K de matures ou dryades. C'est donc essentiellement des espèces à stratégie r qui nous intéresserons dans le cadre de la détection précoce des changements. Les espèces matures nécessitent en effet un temps de maturation de l'écosystème pour s'installer.

b) Le triangle de Grime

Grime (1977) propose une classification des végétaux selon leur adaptation à des niveaux de perturbation et de stress[25]. La perturbation produit une destruction de la couverture végétale d'un site. Le stress est considéré comme un manque de ressources (lumière, eau, nutriments, température) qui restreint la production végétale.
L'environnement est ainsi classé en :

- peu perturbé - peu stressant,
- fortement perturbé - peu stressant,
- peu perturbé - fortement stressant.

La combinaison fortement perturbé et fortement stressé est considérée comme impropre[26] au développement de la végétation et ne donne donc pas lieu à la définition d'une stratégie.

Face à ces trois niveaux de perturbation et de stress de l'environnement, Grime (1977) propose, pour les végétaux, trois stratégies extrêmes : compétitive, tolérance au stress et rudérale (figure 3).

	stress faible	stress élevé
perturbation faible	stratégie compétitive	stratégie tolérance au stress
perturbation forte	stratégie rudérale	pas de stratégie viable

Figure 3 : Relation entre l'environnement et l'existence de trois stratégies (d'après Grime, 1977)

Il replace ensuite ces trois stratégies aux extrémités d'un continuum retraçant tous les niveaux intermédiaires de compétition, de stress et de perturbation. La représentation en triangle (figure 4) traduit ces équilibres entre niveaux.

Les combinaisons possibles de stratégies permettent de répondre à différentes combinaisons du milieu :

- plante Rudérale Compétitrice (C-R) : adaptée à un faible impact du stress et de la compétition et à une intensité modérée de perturbation (par exemple une prairie fertilisée pâturée) ;

[25] "*stress consists of conditions that restrict production, e.g., shortages of light, water or mineral nutrients and suboptimal temperatures.*" (Grime, 1977)
[26] "*This is because, in highly disturbed habitats, severe stress prevents recovery or reestablishment of the vegetation.*" (Grime, 1977)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

- plante Compétitrice tolérante au Stress (C-S) : adaptée aux conditions non perturbées avec une intensité modérée du stress (par exemple une forêt ouverte) ;
- plante Rudérale tolérante au Stress (S-R) : adaptée à des habitats très perturbés et peu productifs (par exemple des dalles calcaires à sol très mince) ;
- plantes C-S-R : confinées aux habitats où la compétition est réduite en intensité par les effets combinés du stress et de la perturbation (par exemple une pâture non fertilisée).

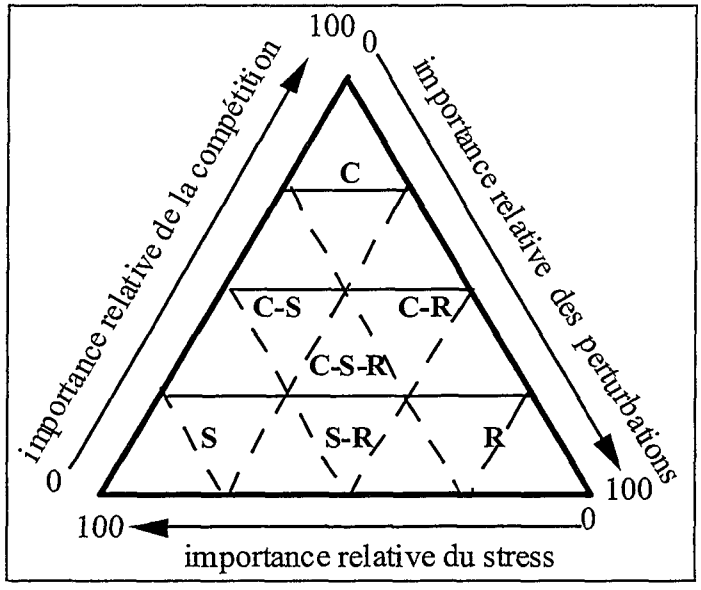


Figure 4 : Triangle de Grime décrivant les équilibres entre compétition, stress et perturbation et la localisation des différentes stratégies (traduit d'après Grime, 1977)

Cette représentation en triangle montre bien que plus l'on se rapproche de l'un des pôles (sommet du triangle), plus les autres facteurs jouent un rôle faible dans l'installation et la persistance des végétaux. L'intérêt pratique de cette théorie est de fournir la classification selon ces combinaisons de stratégie pour un grand nombre d'espèces (Grime, 1988). Nous l'utiliserons dans ce travail.

Ces deux modèles ou scénarios (Mac Arthur & Wilson, 1967 et Grime, 1977) classent les individus de manière fixe selon des stratégies établies et en fonction d'un faible nombre de facteurs ; d'autres travaux ont mieux pris en compte les conditions environnementales, ils sont présentés dans les paragraphes suivants.

2 - Modèle de contraintes et de compensations

Tilman (1990) développe une théorie - "*mechanistic approach*" - qui introduit explicitement les contraintes environnementales et les compromis évolutifs que les organismes mettent en place face à ces contraintes. La disponibilité en ressource du sol, en lumière et en sites de germination ainsi que l'intensité de l'herbivorie sont les contraintes majeures de l'environnement. Les choix de l'organisme sont, au final, basés sur les allocations de nutriments aux différentes parties de la plante. Une plante qui alloue plus de carbone à la production de tiges en alloue moins aux racines, aux feuilles ou aux graines (Tilman, 1990).

Tilman nomme R*[27] la concentration en ressource dont une espèce a besoin pour être capable de persister dans un site. L'espèce qui a le R* le plus bas pour une ressource du sol présente en quantité limitée, sera un compétiteur supérieur pour cette ressource.

[27] R* est soit prédit à partir de la connaissance de caractéristiques de l'espèce (masse de racine, perte de tissu par herbivorie et sénescence, taux de photosynthèse, taux de respiration, *etc*), soit déterminé par l'expérimentation en culture monospécifique sur des substrats contenant des niveaux variables de la ressource considérée.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Dans les successions où l'environnement présente beaucoup de contraintes, il y a beaucoup de compensations possibles. Tilman propose une hiérarchie des contraintes majeures :

- accès au site perturbé (colonisation),
- faible disponibilité en ressource du sol,
- disponibilité en lumière,
- herbivores, pathogènes et autres sources de mortalité ou de perte de biomasse.

Pour répondre à ces quatre contraintes majeures, Tilman propose six hypothèses de combinaisons de compensation de facteurs deux à deux :

- **hypothèse de compétition entre colonisation et nutrition** : c'est un compromis entre l'allocation aux semences et l'allocation aux racines. Ce compromis différencie les espèces dans leur capacité à conquérir un site perturbé par rapport à leur capacité à être compétiteur pour une ressource du sol limitée. Durant les premiers stades de la succession sur des sols pauvres en nutriments, les premières espèces sont bonnes colonisatrices, mais mauvaises compétitrices en nutriments. La succession va vers des espèces mauvaises colonisatrices et bonnes compétitrices en nutriments.

- **hypothèse de compétition entre colonisation et lumière :** c'est un compromis entre l'allocation aux graines et aux structures de dispersion par rapport à l'allocation aux tiges, aux feuilles et à l'appareil photosynthétique. Les espèces dominant initialement la succession, les meilleures espèces colonisatrices, sont remplacées par des espèces moins bonnes colonisatrices mais meilleures compétitrices pour la lumière.

- **hypothèse de compétition entre colonisation et herbivorie :** c'est un compromis entre l'allocation aux semences par rapport à l'allocation aux défenses contre les herbivores. Les espèces dominantes initialement de la succession, les meilleures colonisatrices, sont remplacées par des espèces moins bonnes colonisatrices, mais plus résistantes à l'herbivorie.

- **hypothèse de ratio nutriment / lumière :** chaque espèce est spécialisée pour un ratio particulier de nutriments et de lumière, si ces conditions changent, la succession se met en place.

- **hypothèse de compétition entre herbivorie et nutriments et hypothèse de compétition entre herbivorie et lumière :** ces hypothèses sont basées sur le postulat que la pression d'herbivorie varie au fur et à mesure de la succession.

- **hypothèse du taux de croissance maximum :** c'est un compromis entre l'allocation aux feuilles et à l'appareil de photosynthèse pour produire un taux de croissance maximum et l'allocation aux autres fonctions de la plante.

Ces six hypothèses montrent la grande place que porte Tilman à la colonisation. Des expérimentations d'apports de graines sur un site (Tilman, 1997) montrent qu'il y a, dans ce cas, augmentation de la biodiversité végétale et que l'hypothèse de la grande place de la colonisation dans le jeu des compensations de facteurs qui conditionnent les successions, est justifiée.

Même si certains auteurs (Van Andel *et al.*, 1993 ; Mac Cook, 1994) ont souligné que Tilman ne cite pas explicitement la facilitation comme cause possible de la succession, elle peut être introduite dans les différentes hypothèses qu'il présente. L'intérêt de la théorie de Tilman est qu'elle ne se limite pas à quelques paramètres comme c'est le cas pour celle de Grime (stress, perturbation, compétition). Cependant de manière pratique, elle est difficile à appliquer car il est pour l'instant impossible, hors expérimentation contrôlée, de connaître les compromis réalisés par chaque espèce et pour chaque site.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

3 - Relations interspécifiques dans les communautés végétales

a) Modèles de Huston et Smith

Des modélisations mathématiques (Huston & Smith, 1987) faisant varier les stratégies adaptatives[28] de l'individu ont produit cinq modèles de succession dont le plus commun est la succession séquentielle. Dans ce modèle, Huston et Smith mettent en évidence les effets indirects des plantes sur d'autres plantes : la suppression de l'espèce dominante initiale favorise l'apparition de la deuxième espèce dominante et retarde l'apparition de la troisième espèce dominante (figure 5).

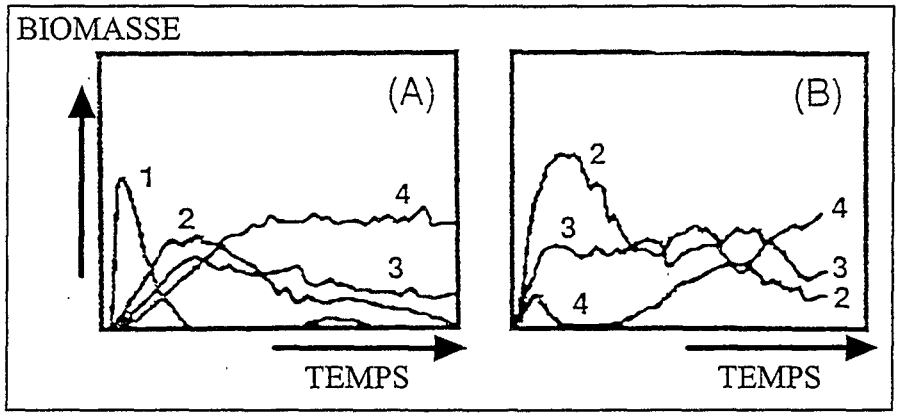


Figure 5 : Simulation de l'impact de la suppression d'une espèce colonisatrice précoce dans une séquence de succession (Mac Cook, 1994 arrangé et interprété d'après Huston & Smith, 1987).

(A) simulation d'une succession avec quatre espèces à attributs d'histoire de vie variables
(B) la même succession sans l'espèce 1
La comparaison de (A) et (B) suggère que la colonisatrice précoce (espèce 1) inhibait l'espèce 2 et facilitait indirectement l'espèce 4.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

b) Les capacités offensives et défensives des espèces

Pautou et Manneville (1997) proposent de classer les espèces et d'évaluer l'efficacité d'une stratégie en calculant la capacité offensive de l'espèce et sa capacité défensive. Cette approche est issue de recherches sur les plaines alluviales où les conditions de succession sont bien souvent extrêmes (sécheresse ou inondation, destruction de la végétation installée par une crue ou création d'une nouvelle île de galets non végétalisée, ...).

La capacité offensive de l'espèce rend compte de ses possibilités de s'implanter massivement dans un nombre élevé d'habitats. La capacité défensive de l'espèce évalue ses possibilités de résistance à la pression offensive des populations concurrentes. La pression offensive d'une communauté ou d'une espèce se traduit par sa capacité à produire un nombre important de jeunes individus à croissance rapide pouvant s'implanter dans la communauté adjacente. La pression défensive de la communauté se traduit par sa capacité à constituer une structure imperméable aux semences qui lui sont étrangères. Cette imperméabilité peut être

[28] "*The model has three essential features :*

1. the birth, growth and death of each individual is followed through time

2. each individu is assigned species-specific life history traits of maximum size, maximum age, maximum growth rate, maximum rate of sapling establishment and shade tolerance

3. light availability and competition for light are modeled explicitly by calculating the total leaf area above each individual plant and then altering each individual's growth and mortality probability by its degree of shade tolerance and light availability." (Huston & Smith, 1987)

mécanique (fort encombrement de l'espace par la biomasse foliaire et racinaire) ou chimique (production de tannins ou de substances inhibant la germination).
Cette approche a pour l'instant, été proposée pour les végétaux ligneux et herbacés des plaines alluviales ; bien qu'elle paraisse prometteuse nous ne l'appliquerons pas en raison de l'absence de classification des végétaux des prairies de fauche selon ces critères.

c) Equilibre "compétition - facilitation" dans les communautés végétales

Tous les auteurs cités dans ce chapitre ont, à des degrés divers, souligné l'importance de nombreux facteurs dans les successions végétales et donc en premier lieu dans les relations entre plantes. La plupart du temps, ces auteurs ont considéré les différents facteurs comme indépendants. Callaway et Walker (1997) soulignent, pour leur part, le fait que les mécanismes de facilitation et de compétition n'agissent pas isolément dans la nature et qu'ils peuvent produire des effets complexes et variables. En effet, ils mettent en évidence des combinaisons complexes d'interactions positives ou négatives entre plantes qui peuvent s'inverser selon les conditions d'environnement. L'équilibre entre les relations de facilitation et les relations de compétition varie selon un certain nombre de paramètres : l'âge des plantes, leur physiologie, les interactions indirectes avec les voisins, l'intensité des stress abiotiques, la densité des plantes. Ils montrent, par exemple, un effet négatif de *Pinus* sur *Abies* à basse altitude et un effet positif à haute altitude. En Alaska, *Alnus* a une action de facilitation sur *Picea* en milieu à stress élevé en nutriments (moraine), mais une action de compétition en milieu à stress faible en nutriments (la plaine alluviale) (Chapin *et al.*, 1994).

Callaway et Walker (1997) insistent sur les risques de résultats erronés si on isole un facteur pour connaître son influence en conditions expérimentales, du fait de deux mécanismes :

- les niveaux de variable testés en conditions expérimentales (par exemple la variation de la solution du sol en azote) sont rarement atteints en conditions naturelles ;
- les interactions complexes entre facteurs ne sont pas bien connues et ne permettent pas de replacer de manière globale l'importance du facteur étudié seul par rapport à son importance réelle en conditions naturelles.

Callaway et Walker (1997) citent l'exemple des interactions entre *Alnus* et *Populus*: en conditions contrôlées (Walker & Chapin, 1987), *Alnus* facilite l'arrivée de *Populus* et de *Salix* (du fait de l'augmentation de l'azote du sol), alors qu'en conditions naturelles, l'ombre et la compétition pour les racines ont des effets de compétition supérieurs au facteur facilitant qu'est l'azote.

Bertness et Callaway (1994) proposent un modèle conceptuel[29] des effets du niveau de stress abiotique (nutriment, lumière, sécheresse, altitude, ...) combinés aux effets de la densité en plantes pour donner un équilibre variable de la compétition et de la facilitation (figure 6).

En conditions physiques difficiles, l'augmentation du facteur âge, taille ou densité augmente la force relative de la facilitation. En conditions physiques favorables, l'augmentation du facteur âge, taille ou densité augmente la force relative de la compétition.

[29] "*Size, density or life stage of benefactors could have different effects at different points on the responsecurve of the consumer pressure-abiotic stress model.*" (Bertness & Callaway, 1994)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

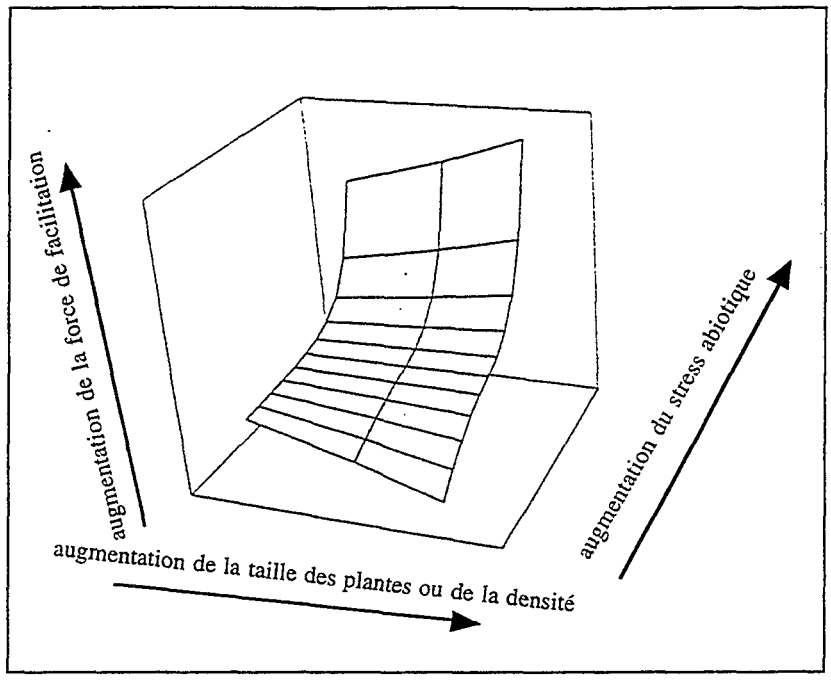


Figure 6 : Modèle conceptuel de l'équilibre variable de la compétition et de la facilitation (Bertness & Callaway, 1994).

Comme notre étude se place dans des conditions d'environnement et d'âge des espèces relativement homogènes, nous avons peu de chance de pouvoir mettre en évidence des variations de l'équilibre "facilitation - compétition". Cependant, les théories de Bertness et Callaway (1994) nous serviront à relativiser nos résultats.

DemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

III - DE LA THEORIE DE LA SUCCESSION A L'ETUDE DE SUCCESSIONS PARTICULIERES

1 - Une nécessaire simplication des données

Les théories de Grime (1977) et Tilman (1982, 1985, 1990) sont des approches mécanistiques qui veulent prédire la dynamique de la végétation. Leur utilisation appliquée est bien souvent impossible étant donnée la complexité des situations de succession. Tatoni et Roche (1994) soulignent, par exemple, la difficulté qu'introduit la forte diversité floristique[30] de la végétation méditerranéenne dans les comparaisons de données entre parcelles. Une voie proposée pour réduire cette difficulté est de regrouper les espèces en groupes fonctionnels[31]. Ceci permet de simplifier la biodiversité tout en gardant assez d'informations pour l'étude des processus et des interactions les plus importantes (Botkin, 1975 ; Noble & Gitay, 1996). En effet, le fonctionnement des écosystèmes est contrôlé par les espèces présentes, mais l'importance de chacun des composants de la biodiversité (identité des espèces présentes, nombre d'espèces présentes, nombre des rôles fonctionnels différents représentés par ces espèces) n'a pas été élucidée (Tilman *et al.*, 1997).

[30] nous retrouvons cette difficulté dans notre travail en raison de la flore abondante des prairies de fauche.

[31] *"The purpose of developing a functional classification is to find some generally applicable simplification of the diversity of life while retaining information about the most important processes and interactions for the purpose in hand."* (Noble & Gitay, 1996)

2 - Les types biologiques, les stratégies adaptatives

La première tentative, vraiment aboutie, de regrouper les espèces en groupes fonctionnels revient à Raunkiaer qui regroupe les espèces en types biologiques (Raunkiaer, 1904, 1907, 1934, cité par Favarger & Robert, 1995) et montre la relation étroite entre le spectre biologique[32] et le climat. Plusieurs auteurs ont souligné l'intérêt de ces types biologiques[33] qui intègrent les caractéristiques biologiques et les stratégies vitales de l'organisme (Daget, 1980 ; Floret *et al.*, 1990 ; Tatoni & Roche, 1994).

Tatoni et Roche (1994) étudient les changements dans la répartition des types biologiques en fonction d'un gradient dynamique (axe 1 de la CA) de colonisation des anciennes terrasses de culture en Provence calcaire. Ils mettent ainsi en évidence (figure 7) :

- une diminution rapide des thérophytes (Th) ;
- une domination des hémicryptophytes (H) pendant le premier stade de succession ;
- l'augmentation continue des phanérophytes (P) avec installation d'espèces ligneuses dès que les pratiques agricoles (en particulier le labour) cessent.

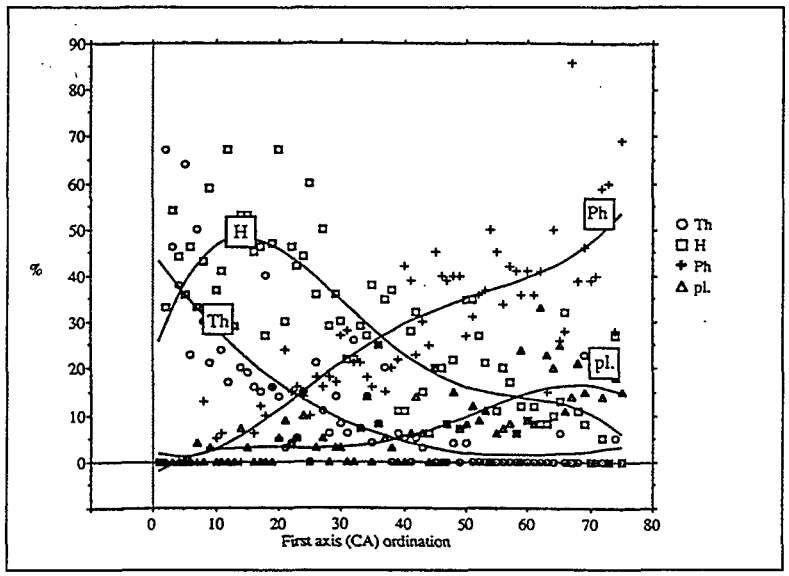


Figure 7 : Changements dans les formes de croissance le long d'un gradient dynamique (premier axe floristique d'une ordination CA) (d'après Tatoni & Roche, 1994)

Ils montrent également que les chaméphytes sont liées à la perturbation récurrente qu'est le feu en zone méditerranéenne.

Dans notre problématique, nous nous plaçons en conditions différentes, puisque la succession que nous étudions ne débute pas d'un sol nu mais d'une végétation de prairie à recouvrement herbacé de 100 %. Les modifications de formes de vie seront sans doute plus difficiles à mettre en évidence car nous débutons d'une composition floristique possédant déjà des espèces dont la forme de croissance est adaptée aux conditions du milieu et des pratiques. Par contre, aucune perturbation récurrente n'affecte les placettes que nous étudions.
Ainsi, l'insertion des stratégies adaptatives (Grime, 1988) et la prise en compte des réponses physiologiques aux modifications des ressources ont abouti à des classifications fonctionnelles variées selon les buts des études[34].

[32] le spectre biologique est la répartition relative (en pourcentage) des différents types biologiques au sein de la flore d'une localité.
[33] "*Plant form-function approach will also be useful in a regional or local context, especially for comparing the structure of plant communities in addition to the floristic comparison.*" (Floret *et al.*, 1990)
[34] Noble et Gitay soulignent d'ailleurs qu'aucune classification universelle ne pourra être trouvée : "*we do not expect that a useful, universal classification into functional groups can be found.*" (Noble & Gitay, 1996)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

3 - Les groupes fonctionnels

L'originalité de l'approche par les groupes fonctionnels vient des études récentes montrant que la composition et la diversité des groupes fonctionnels sont bien plus corrélées aux processus régissant les écosystèmes[35] que la diversité en espèces ne l'est (Tatoni & Roche, 1994 ; Tilman *et al.*, 1997). La nature des groupes fonctionnels est le premier facteur déterminant les processus d'évolution des écosystèmes, avant la richesse des groupes[36] (Tilman *et al.*, 1997 ; Hooper & Vitousek, 1997). Pour expliquer la dynamique des écosystèmes, la hiérarchie des facteurs proposée est :

- nature des groupes fonctionnels,
- richesse des groupes fonctionnels,
- richesse en espèces.

Les résultats obtenus montrent que les groupes fonctionnels tels qu'ils sont abordés aujourd'hui permettent de simplifier les études sans perte de précision dans les explications recherchées. Cependant, cet outil n'est pas forcément généralisable, car des groupes fonctionnels différents sont définis dans chaque étude : changements de végétation globaux (Grime, 1992), effets sur la productivité (Tilman *et al.*, 1997 ; Hooper & Vitousek, 1997), ou dynamique de la végétation sous l'influence de perturbations (Noble & Gitay, 1996). Il est assez difficile, en l'occurrence, de trouver pour les espèces présentes dans un secteur déterminé, les groupes fonctionnels auxquels elles se rattachent.

PFT	formes de croissance
FT1	petites graminoïdes (< 50 cm)
FT2	herbes en touffes et grandes plantes à larges feuilles (< 100 cm)
FT3	petites dicotylédones, herbacées ou semiligneuses, érigées rampantes ou en rosette (<50 cm)
FT4	plantes en rosette, saxicoles ou épiphytes (< 100 cm)
FT5	arbres (> 300 cm)
FT6	arbustes sempervirents et petits arbres (< 300 cm)
FT7	arbustes aphylles ou à feuilles écailleuses (< 200 cm)
FT8	plantes à tiges succulentes, globulaires, cylindriques ou columnaires de taille variable

Figure 8 : Classification en 8 groupes fonctionnels généralisables mondialement (d'après Diaz & Cabido, 1997)

Cependant, Diaz et Cabido (1997) proposent une généralisation en classant les espèces en huit groupes fonctionnels : les types de plantes fonctionnels ou PFT (figure 8).

[35] "*Given our classification of species into functional groups, functional diversity had greater impact on ecosystem processes than did species diversity.*" (Tilman *et al.*, 1997)

[36] "*differences in functional group composition can have a larger effect on ecosystem processes than does functional group richness alone.*" (Hooper & Vitousek, 1997)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Nous adapterons[37] les groupes fonctionnels définis par Tatoni et Roche (1994) pour l'étude des successions post-culturales en zone méditerranéenne, car même si le domaine biogéographique n'est pas le même, la problématique des successions post-culturales est similaire.

Une autre voie, non utilisée dans cette thèse, explorée par les phytosocioloques (Gallandat *et al.*, 1995), consiste à utiliser comme unités fonctionnelles les homécies (catégories de synusies[38] de physionomie comparable et occupant la même fonction écologique dans différentes phytocénoses). Les homécies sont ainsi, des compartiments homogènes des phytocénoses vis-à-vis des formes biologiques, des types morphologiques végétatifs et des stratégies adaptatives (Gillet, com. pers.).

IV - LES THEORIES DE LA DYNAMIQUE : VERS L'IMPOSSIBLE THEORIE UNIFICATRICE ?

Nous avons vu que les causes de la dynamique sont multiples et complexes. Les approches des scientifiques sont elles aussi multiples, notamment en ce qui concerne le contexte du travail (succession primaire ou succession secondaire, observations ou expérimentation, ...) et le type d'approche du problème (du particulier au général, ou des phénomènes globaux aux mécanismes particuliers). Il apparaît donc utopique de pouvoir tirer des généralisations des résultats obtenus par des chercheurs dans un but précis, un contexte précis et avec des outils adaptés à ces buts.

1 - Le problème de l'échelle spatio- temporelle des études

Hormis les études de paléoécologie[39] et, dans une moindre mesure, les études de dendroécologie[40] qui concernent des pas de temps de l'ordre du millénaire[41], la plupart des études de l'évolution de la végétation sont réalisées seulement sur quelques années.

Or, expliquer des changements de la végétation - phénomènes à long terme - par des études à court terme, entraîne des confusions et des risques de mauvaises interprétations. En effet, l'influence de certains facteurs dure largement au-delà de leur action. C'est le cas de l'action de l'homme, soit au niveau de l'organisation du paysage agricole (défrichement de grande ampleur des alpages, création de bocage, favorisation de certaines espèces forestières, *etc*), soit au niveau des parcelles (fertilisation, drainage, *etc*). De manière similaire, l'étude d'une petite surface entraîne les mêmes risques de mauvaise interprétation.

Depuis quelques années, l'écologie du paysage (chapitre 3 III) permet de réduire ces biais, en prenant en compte de manière globale le paysage avec un recul historique pouvant aller de quelques dizaines d'années (utilisation de photographies aériennes en France) à quelques centaines d'années (utilisation de sources historiques écrites). L'écologie du paysage rejoint ici le concept de contingence paysagère et historique (Pickett & Parker, 1994) qui vise à situer l'étude dans un contexte spatial et temporel[42].

[37] grâce à un avis d'expert (Rameau, com. pers.).

[38] une synusie végétale est une communauté végétale élémentaire constituée d'organismes suffisamment proches par leur espace vital, leur comportement écologique et leur périodicité pour partager à un moment donné, un même milieu à l'intérieur d'une phytocénose (Gallandat *et al.*, 1995).

[39] étude des pollens conservés dans des sédiments de lacs ou de tourbières, étude des micro-charbons de bois conservés dans les sols, études des macrorestes animaux ou végétaux (tiges, fruits, feuilles par exemple) conservés dans des tourbières, ...

[40] étude des cernes de croissance des arbres vivants ou morts avec possibilité d'étude de longues séries chronologiques (étude de très vieux arbres vivants ou de poutres et de troncs employés par l'homme dans les bâtiments historiques).

[41] mais ces études à long terme ne peuvent concerner qu'une part infime de la végétation : celle qui peut produire des éléments conservables en quantité suffisante pour que l'échantillonnage actuel permette d'en retrouver des traces identifiables. Elles concernent essentiellement les ligneux dont le bois (dendroécologie et pédoanthracologie) et les spores anémogames (palynologie) peuvent être conservés, retrouvés et identifiés.

[42] "*The behavior of an ecological system depends to some degree on its unique past, specific spatial setting and current influences.*" (Pickett & Parker, 1994)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

D'une manière plus large, le contexte général d'une étude peut expliquer les théories développées par différents auteurs (Deléage, 1991). Ainsi, les auteurs américains de la première moitié de ce siècle n'étaient pas du tout dans la même configuration de répartition de la végétation (grandes étendues de plaines herbacées peu anthropisées en transition progressive avec la forêt) que les auteurs européens de la même époque (petites parcelles à végétation différente juxtaposées et fortement soumises à l'influence de l'homme).

Depuis les années 1950, en France, les conséquences de la déprise agricole modifient la répartition de la végétation mise en place au cours des siècles passés. Ce passage à un nouveau contexte dans les relations entre l'homme et la végétation est une invitation à développer de nouvelles méthodes d'études de la dynamique de la végétation.

2 - Synthèse sur les théories de la dynamique

Même si les théories développées il y a un siècle (Clements, Gleason, ...) sont fortement critiquées, elles restent en toile de fond de la plupart des recherches actuelles. L'emploi du terme succession en est un bon exemple, il est toujours utilisé alors que des modèles récents tels le continuum hiérarchique (Pickett *et al.*, 1989) semblent prouver que l'évolution continue des espèces dans l'espace et le temps ne peut pas être assimilée à une succession.

En englobant dans les facteurs de la dynamique les perturbations et l'action de l'homme, l'étude de la dynamique se complique et impose une nouvelle approche plus précise incluant tous les facteurs de perturbation. Le choix d'étudier les stratégies adaptatives est alors judicieux puisqu'il s'agit d'adaptation aux perturbations, à la concurrence entre espèces, à la dissémination, ... Plus les théories régissant les stratégies d'adaptation sont larges et ouvertes à tous les types de contraintes subies par l'individu dans le milieu, mieux elles se vérifient.

Celle de Tilman (1990), sur les stratégies d'allocation de ressource des individus, est en ce sens plus fine que celle de Grime (1977) qui ne prend en compte que l'adaptation à la compétition entre espèces. Cependant la théorie de Tilman ne tient pas compte de la facilitation comme cause majeure de la dynamique alors que beaucoup d'auteurs s'accordent à en reconnaître l'importance (de Clements, 1916, au modèle de Connell & Slatyer, 1977).

Ceci s'explique peut-être par la nature des communautés étudiées. Grime (1977) et Tilman (1990) ont en effet travaillé essentiellement sur des espèces herbacées où les phénomènes de facilitation sont moins aisément mis en évidence qu'avec des arbres. La notion d'équilibre "compétition - facilitation" de Callaway et Walker (1997) (développée sur des communautés d'arbres ou d'arbres et d'herbacées) met en évidence des changements de l'équilibre entre deux espèces selon les conditions du milieu. Ceci ramène l'intérêt sur les interactions entre espèces et relativise donc fortement les généralisations qui peuvent être proposées à partir de l'étude d'un cas particulier de dynamique de la végétation. Une grande rigueur s'impose donc dans la description des systèmes étudiés.

3 - Un type de succession bien étudié : la succession post-culturale

Aux Etats-Unis et en Europe, beaucoup d'études (Bazzaz, 1975 ; Leps, 1987 ; Olsson, 1987 ; Lavorel *et al.*, 1993 ; Mac Cook, 1994 ; Tatoni & Roche, 1994 ; Debussche *et al.*, 1996 ; Smit, 1996) portent sur les successions secondaires post-culturales, c'est-à-dire débutant sur un sol qui est nu à l'arrêt des pratiques agricoles (labour en particulier). Ces études mettent en évidence :

- la modification de la répartition des espèces en types biologiques au fur et à mesure de la succession: explosion temporaire de thérophytes, apparition et dominance des hémicryptophytes et montée lente (sur 20 à 50 ans) des phanérophytes ;
- l'importance du mode de dispersion des espèces : les espèces ligneuses ne sont pas dans la banque du sol et dépendent donc de l'arrivée de leurs graines dans le milieu (par dispersion par le vent ou

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

les animaux) alors que les espèces herbacées des champs cultivés (*arable weeds*) forment la majorité de la banque du sol et sont donc capables de coloniser rapidement les milieux abandonnés (Smit, 1996) ;

- que le mode de dispersion des diaspores explique l'ordre des colonisations : en premier lieu, c'est la multiplication végétative qui est le moyen de colonisation le plus efficace, suivi par l'anémochorie de graines de taille moyenne, la zoochorie et en dernier lieu, l'anémochorie de graines de petite taille (Olsson, 1987 ; Smit, 1996) ;
- l'importance de la proximité des sources de semences ligneuses car la dispersion maximale s'effectue de préférence de 0 à 30 m de la lisière[43] et au maximum jusqu'à 100 mètres (Smit, 1996);

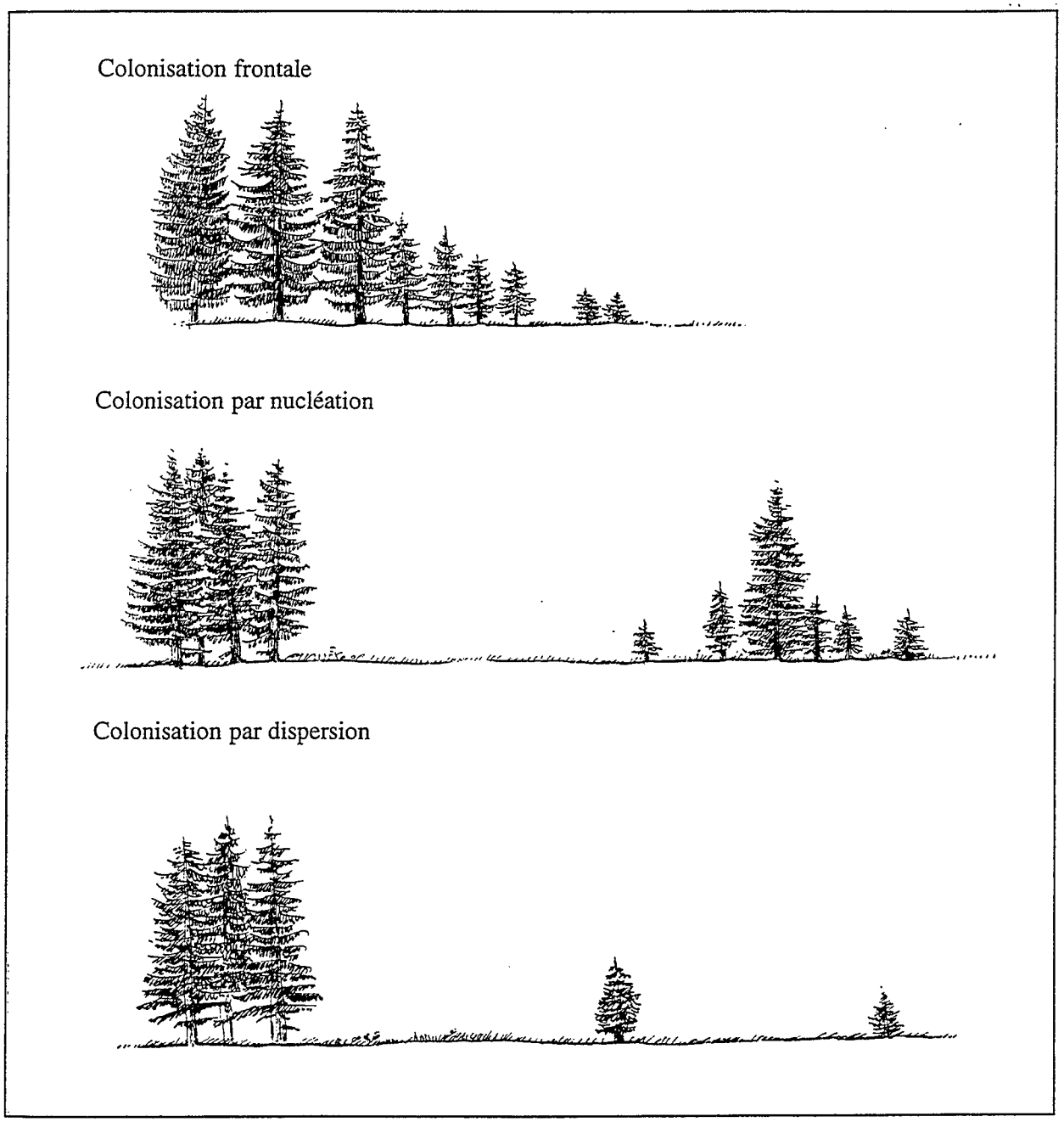


Figure 9 : Schémas de la colonisation frontale, par nucléation et par dispersion

[43] 80 % des germinations d'espèces anémochores à graines de taille moyenne sont localisées dans les 15 premiers mètres à partir du semencier (Olsson, 1987)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

La distance maximale de dispersion des graines est cependant à nuancer en fonction de l'espèce concernée, par exemple, la dissémination du Pin cembro par le casse noix qui constitue des caches de graines dans des reliefs convexes (Feltgen Didier, 1998) peut être réalisée à de grandes distances des semenciers.
A grande distance des sources de semenciers, la dissémination des espèces zoochores est liée à la structure verticale de la végétation de l'espace abandonné (Lavorel *et al.*, 1993 ; Smit, 1996). En effet, l'existence d'arbres isolés, d'arbustes ou même de taches de grandes herbacées pérennes attire les oiseaux frugivores en quête de perchoir pour digérer. De nombreuses germinations sont alors trouvées au pied de ces perchoirs.

La colonisation arborée est aussi décrite en fonction de la localisation spatiale des germinations et des installations d'espèces ligneuses. Nous avons donc schématiquement trois grands types de colonisation (figure 9) :

- la colonisation frontale : une nappe de colonisation s'étend à partir de la source de semenciers, c'est le cas en particulier quand les pressions diminuent en bordure des parcelles (fauche qui ne s'approche plus de la lisière forestière, pâturage dont la pression diminue). Il se constitue alors des enveloppes concentriques qui murissent progressivement par l'arrivée de nouvelles espèces (Rameau, nd). C'est le cas également de la dynamique du mélèze et l'épicéa en limite supraforestière de Moyenne Maurienne (Feltgen Didier, 1998)

- la colonisation par nucléation : des noyaux arbustifs ou arborescents se contituent et s'étendent progressivement, par exemple à partir d'un arbre isolé servant de perchoir ;

- la colonisation par dispersion : où certaines espèces s'installent directement (cas du Pin cembro disséminé par le casse noix).

Toutes les études citées s'intéressent à la colonisation ligneuse de sols nus, étudiée sur des pas de temps de 10 à 50 ans. Elles permettent de mettre en évidence les grandes modifications intervenant au cours de la dynamique de la végétation qui conduit d'un sol labouré à une forêt. Notre thèse se place dans des conditions différentes.

4 - Comment se situe cette thèse ?

Nous nous plaçons dans le cas d'une succession végétale secondaire à partir de sols déjà végétalisés. Il s'agit ici de la dynamique de la végétation des prés de fauche qui ne sont plus soumis à la fauche. La nature même de cette végétation (recouvrement végétal total, forte densité en plantes, couvert végétal de haute taille, nature des espèces adaptées à la fauche) va conditionner le type de succession végétale possible. L'évolution intrinsèque des prairies de fauche et des pâturages (Dasnias, 1987), a été caractérisée selon 4 voies typiques, mais Dasnias souligne aussi l'importance, au montagnard inférieur, de dynamiques rapides prenant place en lisière (dynamisme par contagion). En effet, seule la colonisation frontale par des espèces compétitrices à multiplication végétative et l'arrivée de semences capables d'atteindre le sol pour y germer pourront amorcer une dynamique rapide de la végétation. Dans ce contexte, la recherche d'indicateurs précoces des changements de végétation post-culturale nous a amené à nous centrer sur les écotones, structures écologiques et paysagères où la colonisation frontale peut s'exprimer et être détectée rapidement.

Nous utiliserons les notions de groupes fonctionnels et de stratégies adaptatives pour essayer de caractériser les dynamiques que nous rencontrerons. Pour des raisons de délai, notre démarche ne fait pas appel à des expérimentations qui seraient pourtant une étape utile pour mieux comprendre les phénomènes de colonisation que nous mettons en évidence. D'autre part, il est à noter dès maintenant que les conditions de milieu et de concurrence prévalant sur nos sites sont trop homogènes (même étage de végétation, mêmes conditions climatiques globales, même substrat géologique) pour nous permettre de voir s'inverser éventuellement des équilibres "compétition - facilitation".

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Résumé du chapitre 1

La théorie du continuum de végétation (Whittaker), en gardant la possibilité de créer des classes de végétation au sein du continuum, a permis d'oublier l'opposition entre les théories organiciste (Clements) et individualiste (Gleason).

De la même manière, l'approche globale hiérarchisée (Pickett et al., Allen & Starr) de la succession végétale à plusieurs échelles et plusieurs niveaux d'organisation a résolu les contradictions entre vision holistique (Egler) et réductionniste (Finegan).

Les causes de la succession sont nombreuses, les principaux modèles mis en évidence sont organisés autour :

- *d'une approche au niveau de l'écosystème : colonisation, facilitation, compétition, action d'agents extérieurs (prédation - y compris celle gérée par l'homme - mécanismes faisant intervenir la faune et la flore du sol),*
- *d'une approche au niveau de l'individu, en fonction des allocations de ressources choisies :*
  - *stratégie r et K (pionnier et dryade) de Mac Arthur,*
  - *modèle C S R de Grime,*
  - *modèle de compensation de Tilman ;*
- *d'une approche récente au niveau interspécifique (Callaway & Bertness) mettant en évidence le fait que deux espèces peuvent avoir des relations de facilitation ou de compétition selon leur âge, les facteurs de l'environnement (altitude, ressources, ...).*

Ainsi, regrouper les espèces présentes en groupes fonctionnels (types biologiques, groupes de stratégie adaptative, familles, ...) définis selon le but de l'étude permet d'aboutir à des résultats au moins aussi nets que ceux établis au niveau de l'ensemble des espèces.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

CHAPITRE 2

LES ECOTONES, CONCEPT-CLE DE L'ECOLOGIE

Nous avons annoncé, dans le chapitre précédent, que l'étude des successions végétales post-culturales en prairies de fauche nous amenait à étudier de manière prioritaire les phénomènes de colonisation frontale. Voyons ici plus en détail ce qu'est l'écotone et comment il est une structure-clé pour étudier de manière précoce les phénomènes de colonisation frontale.

Les premières recherches en écologie ont porté sur des zones homogènes[1], en prenant soin de bien se placer au centre de ces zones, à l'abri des influences des bordures[2], reconnues depuis longtemps comme hétérogènes. L'émergence du paradigme de la dynamique des taches (Watt, 1947, cité par Di Castri *et al.*, 1988) et le développement de l'écologie du paysage (Forman & Godron, 1986) ont mis l'accent sur l'importance des limites des taches[3] et des corridors reliant différentes taches.

La nécessité de travailler au niveau du paysage et d'étudier des transferts de flux entre les différentes parties du paysage a installé l'écotone au cœur des débats scientifiques[4], comme concept-clé de l'écologie (Di Castri *et al.*, 1988 ; Holland *et al.*, 1991 ; Risser, 1995). Les importants travaux conceptuels menés sur les écotones jusqu'en 1988, par des groupes de travail MAB/SCOPE, ont abouti à un état des lieux des recherches, une nouvelle définition et des propositions de programmes de recherche centrés sur le concept d'écotone.

I - D'UNE APPROCHE DESCRIPTIVE A UNE APPROCHE FONCTIONNELLE DE L'ECOTONE

L'étymologie du mot écotone est grecque, il est composé de "*oikos*", maison et "*tonos*", tension.

1 - Approches descriptives : au niveau des formations ou des communautés

Bien que la plupart des auteurs (Jenik, 1992 ; Holland, 1988) attribuent la paternité du terme d'écotone à Clements (1905), des travaux antérieurs ont eu lieu sur des zones de transition ("*an environmentally stochastic stress zone*") par Clements (1897) et Livingston (1903) (cités par Di Castri *et al.*, 1988).

[1] "*Much previous ecological research has dealt with processes within relatively homogeneous landscape units.*" (Holland & Risser, 1991)

[2] "*During the 1940s through the 1960s, researchers defined study areas as relatively homogeneous and representative examples of vegetation-criteria that tended to exclude ecotones from the field samples.*" (Risser, 1995)

[3] "*Just as important will be the recognition that landscapes consist of interacting ecosystems. Between these ecological units are boundaries or ecotones that affect the behavior of the landscape as a whole.*" (Naiman & Décamps, 1991)

[4] "*Under the broader landscape approach, ecotonal or transitional areas became conspicuous and they were considered as a vegetation type to be sampled.*" (Risser, 1995)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Clements, en 1905, définit l'écotone comme "*une zone de tension où les principales espèces des communautés adjacentes atteignent leurs limites*". Il complète cette définition, en 1907, par "*ligne de tension qui connecte les points d'accumulation de changements ou de changement abrupt* [...] *habituellement bien marqué entre formations, spécialement quand le milieu change, comme entre un étang et une prairie* [...] *moins évident entre deux formations*[5]" (cité par Jenik, 1992).

Shelford (1913) observe que les écotones sont riches en espèces : ils contiennent des espèces des deux communautés adjacentes et des espèces spécifiques ("*edge specialist*"). Ce concept est repris par Léopold (1933) sous le terme de "*edge effect*" (cité par Di Castri *et al.*, 1988).

Jusqu'en 1982, à part les propositions de distinguer écotone et écocline (paragraphe II), il y a peu d'évolution de la définition de l'écotone. Odum (1971) y ajoute la contrainte d'être de largeur inférieure à celle des communautés adjacentes[6]. Quelques auteurs (Begon *et al.*, 1986) réfutent presque totalement la notion de limite entre communautés végétales en se référant à la vision individualiste de la végétation de Gleason (voir chapitre 1-I-A-2) : ils n'acceptent la notion de limite que dans le cas de variations extrêmement rapides et radicales du milieu[7].

La définition d'Allen et Star (1982) reprend la condition de faible largeur de l'écotone, introduit la notion de gradient et restreint la définition à des communautés de physionomie différente[8]. Clements et Shelford (1939) avaient une définition plus large puisque, parmi un grand nombre d'exemples, ils citent explicitement les contacts entre végétation de même physionomie[9] (prairie) comme des écotones.

Après ces premières définitions restées descriptives, bien que le mot d'écotone en lui-même contienne le terme "*tension*", les définitions insistent plus, à partir de 1983, sur les notions de flux, et donc, forment une approche plus fonctionnelle.

2 - Approches fonctionnelles

Dès 1984, une définition de vulgarisation (Grand Larousse, 1984) insiste sur la notion de changement d'échelle et sur les rôles fondamentaux de l'écotone dans les transferts d'énergie et de matière : "*Zone de transition et de contact entre deux écosystèmes ou de deux communautés écologiques voisines. L'écotone peut être de taille et de structure très variées selon que l'on s'adresse à la zone de transition entre deux biomes, tels la forêt boréale de conifères et la toundra, à la lisière d'une forêt ou aux zones situées entre l'eau libre d'un étang et sa rive. Du fait de la multiplicité des niches écologiques sur ces petits espaces, les écotones sont généralement plus riches en espèces et ont une diversité plus importante que les écosystèmes voisins. Ainsi la végétation des lisières forestières comporte plus d'espèces que la forêt, la prairie ou le champ cultivé avoisinants. Ces écotones jouent donc un rôle fondamental dans le maintien des écosystèmes et assurent les transferts d'énergie et de matière entre ceux-ci.*"

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

[5] "*A stress line that connects the points of accumulated or abrupt change* [...] *usually well marked between formations, especially where the medium changes, as between a pond and a prairie* [...] *less evident within two formations.*" (Clements, 1907 cité par Jenik, 1992)

[6] "*An ecotone is a transition zone between two ore more diverse communities as, for example, forest and grassland or between soft bottom and a hard bottom marine community. It is a junction zone or tension belt which may have considerable linear extent but is narrower than the adjoining community areas themselves.*" (Odum, 1971)

[7] "*Except where conditions vary in a dramatic, stepwise manner (e.g. land-water boundary, cave entrance), discrete community boundaries should not be expected to occur.*" (Begon *et al.*, 1986)

[8] "*A narrow ecological zone which possesses a mixture of floristic and faunistic characteristics in between two different and relatively homogeneous community types. Ecotones often represent gradients between two vegetations with different physionomies.*" (Allen & Star, 1982)

[9] "*The mixed prairie* [...] *lies in contact with the true prairie* [...] *through the medium of a broad ecotone.*" (Clements & Shelford, 1939)

Les transferts étudiés dans les écotones concernent :

- les flux de gènes et d'espèces et les interactions entre espèces, y compris les relations de prédation et de concurrence (allélopathie) ainsi que l'étude des conséquences de ces flux au niveau des populations et des communautés ;
- les flux de matériaux et d'énergie (eau, nitrates, pesticides, vent, ...).

Bien que plus adaptée à la faune qu'à la flore, nous pouvons reprendre la synthèse des fonctions des écotones proposée par Kolasa & Zalewski (1995) (figure 10) :

- l'écotone agit par rapport aux habitats qu'il sépare :
  . en étant une source de matériaux ou d'énergie,
  . en étant un puits de matériaux ou d'énergie,
  . il modifie l'habitat qu'il borde par exemple en ce qui concerne le vent, la lumière et l'eau ;

- il agit par effet retour ("*feed-back*") sur les habitats A et B, en augmentant ou diminuant des processus écologiques de ces écosystèmes ;

- il influe sur les échanges entre les habitats A et B, en modifiant la fréquence des flux en fonction des limites qu'il impose au filtrage (un filtrage est plus long qu'un passage sans entrave);

- il isole de manière symétrique ou non les habitats A et B, et cet effet barrière dépend de la taille de l'organisme et de sa densité de chaque côté de l'écotone (effet densité-dépendant).

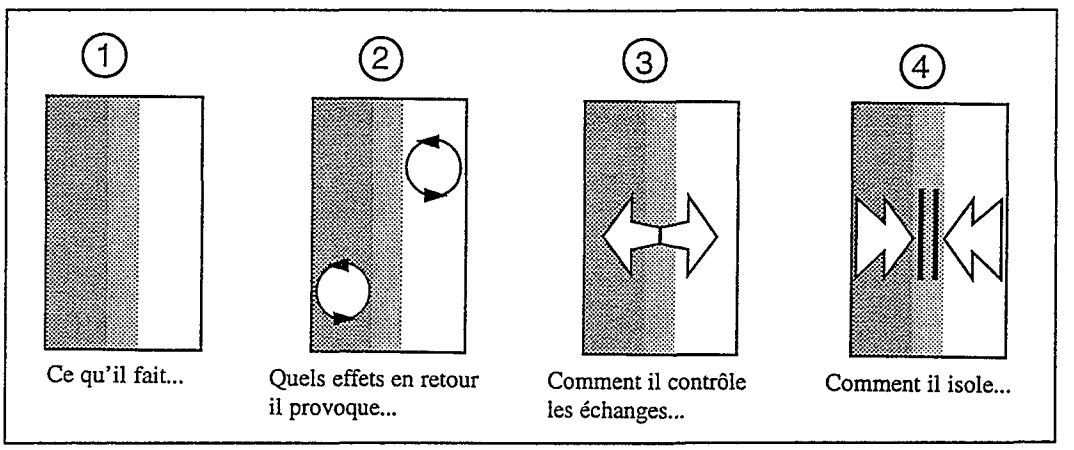


Figure 10 : Les interactions de l'écotone avec les deux habitats qu'il sépare (remanié d'après Kolasa & Zalewski, 1995)

La définition issue des réflexions du groupe de travail MAB/SCOPE, engagées en 1985, dans le cadre de la problématique des changements globaux amorce un véritable changement dans le concept d'écotone. L'écotone y est défini[10] comme "*une zone de transition entre systèmes écologiques adjacents ayant un jeu de caractéristiques définies de manière unique par les échelles d'espace et de temps et par la force des interactions entre systèmes écologiques adjacents*" (Holland, 1988).

Les systèmes écologiques incluent toutes les entités hiérarchiques : dèmes, populations, écosystèmes, paysages et biomes[11]. La force des interactions intervenant au sein de l'écotone dépend de l'écotone lui-même et du contraste entre les unités écologiques adjacentes.

[10] "*Zone of transition between adjacent ecological systems, having a set of characteristics uniquely defined by the space and time scales, and by the strenght of the interactions between adjacent ecological systems.*" (Holland, 1988)

[11] "*The term "ecological systems" is meant to include commonly described hierarchical entities such as demes, populations, communities, ecosystems, landscapes and biomes.*" (Holland, 1988)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Les avancées conceptuelles apportées par cette définition concernent :

- les échelles de temps et d'espace liées (théorie de la hiérarchie),
- l'extension du concept d'écotone à toutes les échelles hiérarchiques : du dème au biome,
- la prise en compte de la force des interactions entre systèmes écologiques adjacents.

Les groupes de travail MAB/SCOPE avaient, en 1988, défini les hypothèses et les raisons retenues pour l'étude des écotones :

- l'importance des caractéristiques des écotones dans la compréhension des systèmes écologiques ;
- le postulat que les écotones sont fortement sensibles et ainsi sont des indicateurs précoces des changements ;
- l'importance potentielle des écotones pour une gestion prudente et durable de la biosphère ;
- le peu de données données recueillies jusqu'en 1988 sur les écotones.

Les programmes d'étude initiés dans le cadre des changements globaux considèrent donc l'écotone comme un concept-clé pour :

- surveiller les changements de manière précoce,
- comprendre les changements,
- gérer ces changements.

L'accent est donc mis sur les capacités de prédiction[12] des écotones dans les évolutions du paysage ou des processus écologiques.

Les écotones ne peuvent donc plus être vus uniquement comme des limites entre taches d'une mosaïque paysagère, ils y ont un rôle prépondérant[13] concernant aussi bien la dynamique des paysages que la répartition des espèces.

3 - Approches dynamiques

a) Une membrane semi-perméable

Cette prise en compte du rôle de l'écotone dans les transferts entre éléments de la mosaïque du paysage a abouti au modèle de l'écotone comme une membrane cellulaire semi-perméable[14] (Wiens *et al.*, 1985). L'écotone possède en effet, de façon analogue à la paroi cellulaire, une perméabilité différentielle selon le type de flux considéré. Cette variation de perméabilité est à la fois une caractéristique interne de l'écotone (largeur de l'écotone, contraste avec les systèmes écologiques adjacents) et une réponse des différents matériaux, organismes et facteurs abiotiques à l'écotone. Cette perméabilité de l'écotone se caractérise comme sa capacité à modifier les mouvements des vecteurs (vent, eau, organismes mobiles, ...). Les vecteurs abiotiques (vent, eau, neige) sont fortement affectés par la structure physique de l'écotone. L'influence des brise-vents poreux ou denses sur la vitesse du vent et sur le rendement des cultures adjacentes a été bien étudiée (Guyot & Seguin, 1976 ; Guyot & Verbrugghe, 1976). Les vecteurs biotiques (principalement les animaux) contribuent, de par leurs caractéristiques propres, à la perméabilité des

[12] *"The objective of the MAP programme is to develop a predictive capacity for unterstanding the role of ecotones in determinig landscape patterns and ecological processes."* (Naiman, 1988)

[13] *"The behavior of the landscape depends not just on the characteristics of the more homogeneous patches of similar characteristics, but also on the nature of the ecotones and the interaction of the ecotones and the patches."* (Risser, 1993)

[14] *"In terms of system properties, boundaries are locations where the rates or magnitudes of ecological transfers (e.g. energy flow, nitrogen exchange) change abruptly in relation to those within the patches. It is useful to draw an analogy of boundaries between elements in landscape to membranes in organismal or physical system. Like membranes, boundaries vary in their permeability or resistance to flows."* (Wiens *et al.*, 1985)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

écotones : par exemple, des relations de densité-dépendance au sein des taches adjacentes pourront influencer le taux d'émigration d'une espèce, la taille des animaux permettra ou non leur passage.

b) Les écotones en mouvement au cours du temps

Un autre type d'approche dynamique de l'écotone est de considérer qu'il est en mouvement au cours du temps. Cette approche est développée par Baudière et Gauquelin (1990) dans des travaux sur les espaces supraforestiers des Pyrénées. Ils définissent l'écotone comme "*un enchaînement progressif de milieux et des végétations qui leur sont associées le long d'un gradient paramétrique à coefficient d'atténuation plus ou moins accentué. La notion d'écotone repose en premier lieu sur une perception spatiale des faits. L'étude des écotones peut être abordée de deux façons : statique, en analysant la nature des relations qui conduisent au passage progressif d'un faciès au faciès juxtaposé ; dynamique, en envisageant les possibles déplacements de l'écotone dans le temps, c'est-à-dire en complétant de façon ponctuelle la nature des transformations susceptibles de se manifester et qui relèvent selon les cas d'un mécanisme de succession ou de substitution*" (Baudière & Gauquelin, 1990).

Ces auteurs s'attachent à démontrer qu'une zonation spatiale des écotones (par exemple les transitions de végétation pionnière d'éboulis à de la pelouse) ne peut pas toujours être assimilée à une "*suite chronologique de faciès devant inéluctablement s'enchaîner les uns aux autres dans un sens déterminé*". En effet, l'hypothèse implicite utilisée dans les études synchroniques, à savoir que la synchronie[15] (étude de plusieurs placettes d'âge différent) renseigne sur la diachronie[16] (étude de la même placette au cours du temps), n'est pas forcément valable pour l'étude des écotones. Si l'on applique cette hypothèse aux écotones, cela revient à considérer que "*l'observation spatiale d'un écotone permettrait la visualisation instantanée de l'ensemble des successions qui sont théoriquement possibles dans le temps en un point donné*" (Baudière & Gauquelin, 1990). Ces auteurs considèrent qu'il n'est pas possible d'utiliser cette hypothèse dans toutes les situations où il y a présence d'écotones ; en particulier, les passages latéraux de la pelouse à l'éboulis du fait de processus érosifs risquent de ne jamais voir la pelouse installée à la place de l'actuelle végétation pionnière des éboulis. Cette végétation d'éboulis est plutôt un climax stationnel en lui-même que le stade pionnier d'une succession inéluctable en ce point. Ils insistent donc sur la nécessité de bien distinguer l'**écotone statique**, réalité spatiale bien nette dans le cas des éboulis, de l'**interprétation dynamique** qui selon les cas peut ou non être faite. "*L'approche (des milieux marqués par l'influence humaine) doit être menée avec une extrême prudence et la description statique du phénomène écotone ne doit céder la place à son interprétation dynamique que dans la mesure où toute la lumière aura été faite sur l'histoire*" (Baudière & Gauquelin, 1990). Les paramètres mésoclimatiques sont à considérer de la même manière, car ils peuvent varier dans le temps au niveau de l'écotone.

Selon Baudière et Gauquelin (1990), la réalité spatiale (écotone statique) peut donc traduire trois phénomènes :

- un **équilibre écotonique** : l'écotone ne bouge pas, il est constamment "rajeuni" par des modifications des paramètres mésoclimatiques ou anthropiques ;

- un **mécanisme de succession** : sur un site déterminé (ici, l'écotone dans sa position spatiale actuelle) le peuplement végétal va subir des modifications qualitatives et quantitatives de la structure et de la composition floristique selon un schéma déterminé aboutissant à la végétation potentielle pouvant exister sur ce site ;

- un **mécanisme de substitution** : qui "*conduit à l'installation sur un emplacement donné, selon un mode irréversible, d'une végétation potentielle différente de la végétation climacique ayant pu exister préalablement*". Cette bifurcation de la succession peut être induite par des modifications directement dues à l'utilisation de l'espace par l'homme (fertilisation,

[15] considéré à un moment donné de leur histoire.
[16] étudié du point de vue de leur évolution dans le temps.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

défrichement, drainage, ...) ou par des changements plus globaux (augmentation des températures, assèchement des sommets, ...).

Nous analyserons (chapitre 3-II-1) notre classification des écotones par rapport à celle de Baudière et Gauquelin.

L'écotone est un terme cité par de très nombreux auteurs. Cependant sous ce terme, se dissimule un débat d'écoles qui rejoint les grandes théories de la végétation (chapitre I I A) entre les notions de continuum de la végétation ou de communautés végétales bien identifiées. Ce débat peut se résumer par la distinction que les auteurs font, ou ne font pas, entre écotone et écocline.

II – ECOTONE / ECOCLINE OU THEORIE DU DISCONTINU ET DU CONTINU

Lorsque l'on s'intéresse à la composante spatiale[17] "largeur de l'écotone", il ressort une distinction fondamentale entre un écotone, par définition étroit, pour certains auteurs (Odum, 1971) et une zone de transition[18], dite écocline, plus large, pouvant être traitée comme une communauté distincte (Knight, 1965). D'autres auteurs, et c'est le cas en particulier de Clements et Shelford[19] (1939) et aussi Holland (1988), n'imposent aucune contrainte à la largeur de l'écotone. Cependant, la différence entre écotone et écocline repose sur la nature de la transition, et en particulier sur l'existence ou non d'un gradient de variation des facteurs du milieu.

1 - Ecotone sensu stricto

Le concept d'écotone s.s.[20] traduit un passage rapide, abrupt, entre deux communautés végétales du fait de la variation rapide des conditions du milieu (habitat terrestre et aquatique, contact entre deux roches très différentes, activité humaine...). Son existence est donc liée à la possibilité de distinguer deux communautés végétales[21] et à la variation d'un facteur du milieu contraignant (niveau hydrique, pH, salinité, lumière, ...). Cette définition se rattache plutôt à la théorie organiciste de la végétation (chapitre 1-I-A-1), bien que les auteurs tenant de la théorie du continuum de la végétation y trouvent là le seul contre-exemple d'une discontinuité forte du tapis végétal. Dans la plupart des travaux, les écotones *s.s.* étudiés sont statiques, au moins sur des périodes de temps de l'ordre de centaines d'années.

2 - Ecocline

Les principaux auteurs qui ont conceptualisé la dichotomie entre écotone et écocline sont Van Leeuwen[22] (1966) et Van der Maarel (1976, 1990), mais c'est Clements lui-même en 1936, qui a introduit le concept d'écocline. Il le définit comme "*une différenciation de communautés causée par des pentes d'exposition variable autour d'une montagne, en comparaison avec une sériation produite par une graduation édaphique au travers d'une vallée*" (Clements, 1936 cité par Jenik, 1992). En 1939, il complète cette

[17] mais aussi fonctionnelle.

[18] "*The extent of a functional ecotone has been exagerated by some biologists, zones between major continental communities, sometimes nearly 100 miles or so wide, have been considered as ecotones. A "transitional zone" of this vast extent, in all likelihood, should be treated as a distinct community or series of communities.*" (Knight, 1965)

[19] "*The ecotone between the mixed prairie and the deserts plains extends from central-west Texas through centrel New Mexico, though much interrupted by mountain ranges.*" (Clements & Shelford, 1939)

[20] nous utiliserons dans ce paragraphe écotone s.s. (sensu stricto) pour l'opposer à écocline. Dans le reste du document le terme écotone est employé au sens large de la définition de Holland, sans faire de distinction entre écotone et écocline.

[21] "It *appears that the existence of two more or less clearly identified ecological units on two sides, is a prerequisite for reasonable application of the ecotone concept.*" (Jenik, 1992)

[22] sous les termes de "*limes convergens*" pour les écotones s.s. et "*limes divergens*" pour les écoclines.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

définition en reliant l'écocline aux facteurs micro-climatiques contrôlés par des variations de pente (Clements & Shelford, 1939). Whittaker (1970) rejoint Clements (1936) en reliant la notion d'écocline à des gradients climatiques[23]. D'autres auteurs considèrent, eux, que tout facteur du milieu évoluant selon un gradient[24] peut donner naissance à un écocline. Les écoclines sont donc plus larges que les écotones ; les transitions sont moins brutales. Ce concept se rattache à la théorie du continuum de la végétation[25] (chapitre 1-I-A-3) où on ne distingue pas spécialement d'unités de végétation. Van der Maarel (1990) considère que l'effet bordure (*"edge effect"*) ne peut s'appliquer que dans les cas des écoclines : les écotones pour lui sont toujours pauvres en espèces et seuls les écoclines sont plus riches en espèces[26] que les milieux adjacents.

Cette distinction est-elle indispensable pour travailler sur les zones de transition ou la définition de l'écotone (Holland, 1988) ne permet-elle pas de s'en affranchir ?

3 - Faut-il différencier écotone et écocline ?

Selon les définitions précédentes, l'écotone *s.s.* serait une transition nette entre deux systèmes écologiques différenciés. Cette zone de transition est spatialement moins large que les systèmes adjacents. Cette variation de la végétation est produite par une modification brutale d'un facteur du milieu.

L'écocline serait une transition douce (un changement graduel) au sein d'un continuum de végétation selon un gradient environnental. Cette transition peut être très étendue.

Cependant, il est souvent possible en changeant l'échelle à laquelle on regarde le milieu, de se placer, soit dans le premier cas, soit dans le deuxième (figure 11). Comme l'indiquent Hansen *et al.* (1988), ce qui apparaît comme un écotone à une échelle spatiale peut être analysé comme une collection de taches à une échelle plus fine[27] (Hansen *et al.*, 1988).

Cet exemple montre que la définition de l'écotone comme un concept très large (Holland, 1988), autorise à se détacher de ces distinctions. En effet, la possibilité de définir l'écotone à plusieurs échelles spatiales et temporelles permet d'utiliser la notion d'écotone[28], en oubliant celle d'écocline. Dans ce travail, nous considérons donc l'écotone au sens large, à étudier à plusieurs échelles spatiales et temporelles.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

[23] *"Clements (1936) and Whittaker (1970) use the ecocline concept in connection with climatic factors only."* (Jenik, 1992)

[24] *"The ecocline concept was used by vegetation ecologists describing ecological gradients, both spatial continua and time-series"* et *"in the ecocline situation, there is a gradual difference in at least one major environmental factor, whereas another factor, as such fluctuating relatively little, influences this gradient by increasing the total difference within the gradient while are transitional states are kept."* (Van der Maarel, 1990)

[25] *"The ecocline is a preferable concept for those ecologists who deny the individuality of plant communities and prefer the idea of vegetational or ecosystemic continuum."* (Jenik, 1992)

[26] *"In the edge effect, the ecotone supports species from each of the adjacent elements and also own edge species : this is typically ecocline ! "* (Van der Maarel, 1990)

[27] *"What appears as an ecotone at one spatial scale may be seen as a collection of patches at a finer scale."* (Hansen *et al.*, 1988)

[28] cependant, la différenciation écotone/écocline est encore défendue (Van der Maarel, 1990 ; Jenik, 1992).

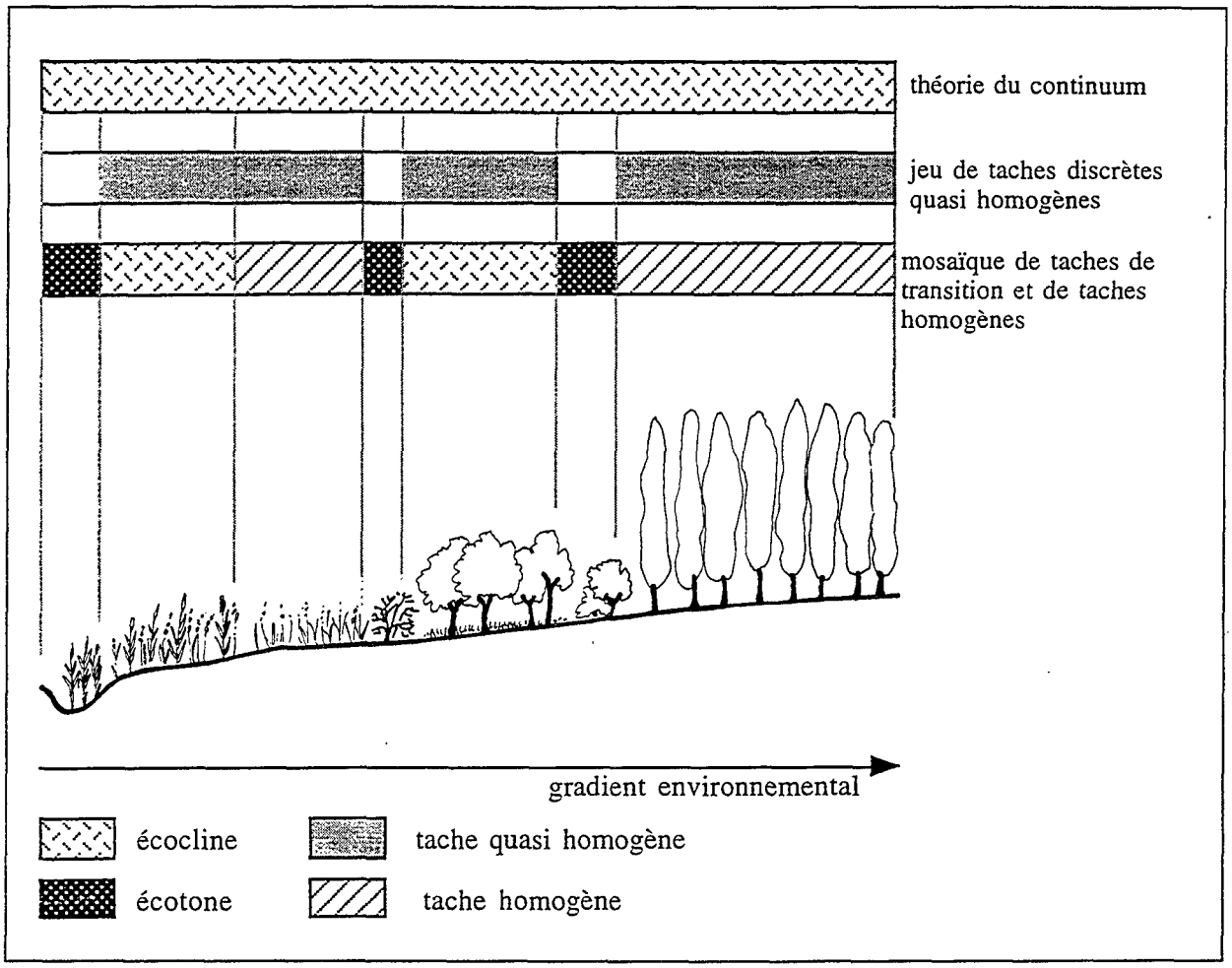


Figure 11 : Variation de l'interprétation d'une transition de végétation selon un gradient de facteur de l'environnement (d'après Jenik, 1992 - modifié)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

III - DIMENSION SPATIO-TEMPORELLE DE L'ECOTONE

1 - L'écotone dépend du but de l'étude

L'écotone, zone de transition entre deux systèmes écologiques adjacents, doit donc être envisagé :

- à tous les niveaux hiérarchiques, de la population à la biosphère ;
- à toutes les échelles d'espace : du centimètre aux milliers de kilomètres ;
- à toutes les échelles de temps compatibles avec l'échelle d'espace considérée (en référence à la théorie des systèmes et de la hiérarchie).

Il doit surtout être défini suivant les perspectives du travail, car la plupart des auteurs (Di Castri *et al.*, 1988 ; Gosz, 1991 ; Risser, 1993) soulignent que la définition de l'objet d'étude "écotone" est strictement dépendante des buts et des hypothèses de l'étude. La formulation humoristique de Gosz[29], "*Qu'est-ce qu'un écotone ? Où est un écotone ? Cela dépend !*" est explicitée par Hansen *et al.*[30] ,"*les écotones sont*

[29] "*What is a boundary ? Where is a boundary ? It's depend !* " (Gosz, 1991)

[30] "*Boundaries are identifiable and meaningful only relative to specific questions and specific points of reference.*" (Hansen *et al.*, 1988)

identifiables et significatifs seulement par rapport à des questions spécifiques et des points de référence spécifiques" et illustrée figure 12.

En travaillant à une seule échelle spatio-temporelle, s'intéresser à des taxons différents met en évidence des écotones différents. La figure 12 montre ainsi que si l'on compare les écotones définis à partir de la végétation à ceux mis en évidence par des mammifères, des fourmis, des oiseaux ou des lézards, pour chaque taxon étudié, il existe un nombre et une localisation variables des écotones (Turner *et al.*, 1990).

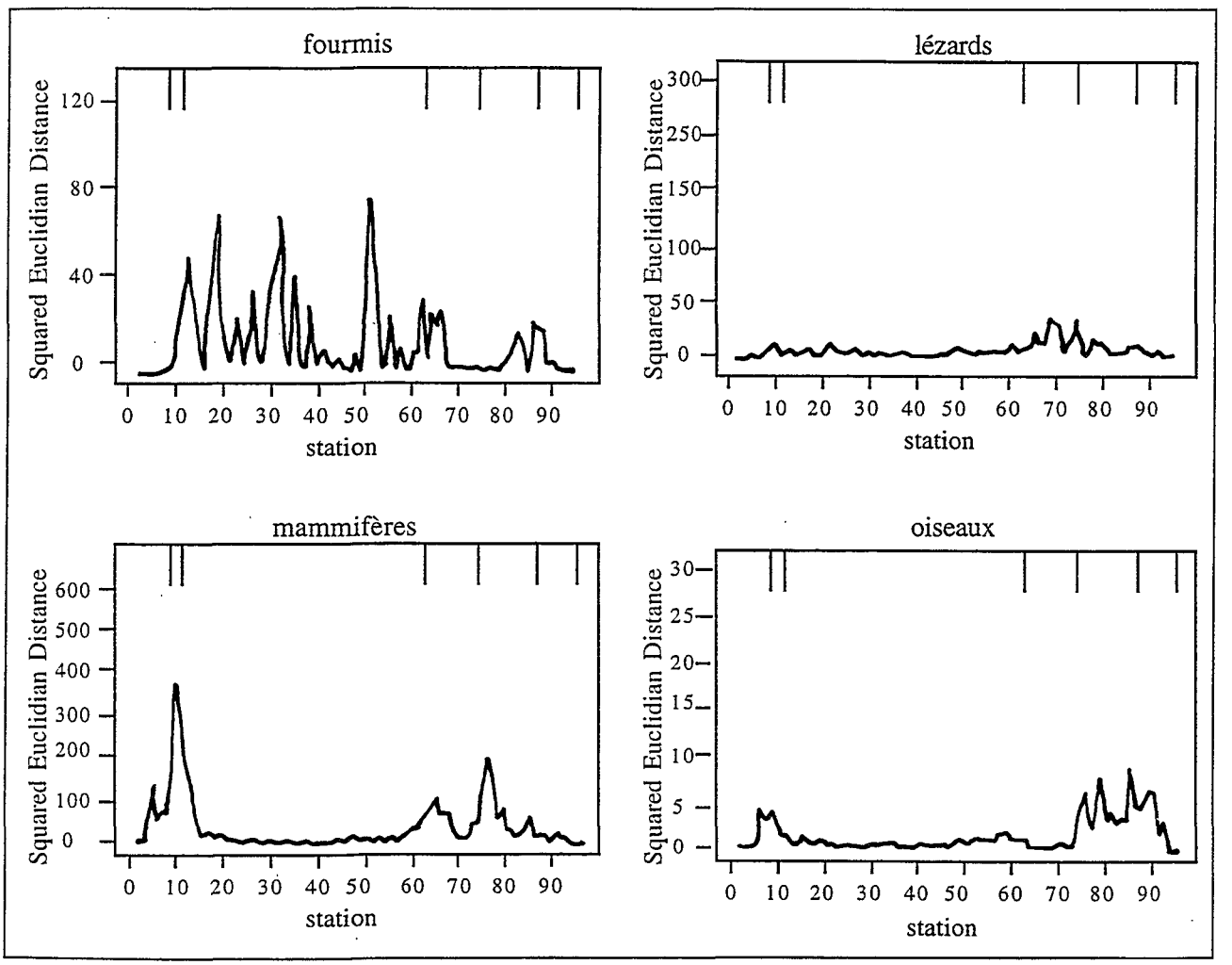


Figure 12 : Hiérarchie de zonation sur un transect de 2700 m (stations tous les 30 m) dans un désert Analyse d'écotone par fenêtre défilante "*moving-window*" de largeur 6, sur la base du carré de la distance euclidienne ; les repères en haut des blocs indiquent la localisation des écotones identifiés sur la végétation pérenne par Ludwig & Cornelius, 1987 (d'après Turner *et al.*, 1990).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

2 - Nature de l'écotone en fonction de l'échelle d'étude

Des travaux conceptuels récents en hydrobiologie (Kolasa & Zalewski, 1995) ont permis de faire le point sur les attributs des écotones qui "*dépendent de l'échelle spatiale et temporelle à laquelle l'écotone est conceptualisé et à laquelle les données sont collectées*"[31]. Ces auteurs insistent sur la nécessité de bien définir l'écotone[32] en le décrivant :

- par sa forme ;
- par sa composition en espèces et taxons ;
- par le contexte où il se trouve (les habitats qu'il sépare) ;
- par sa dynamique, son comportement dans le temps (ils focalisent sur les variations annuelles des largeurs des écotones de bord de fleuve ou de lac en fonction des variations du niveau de l'eau).

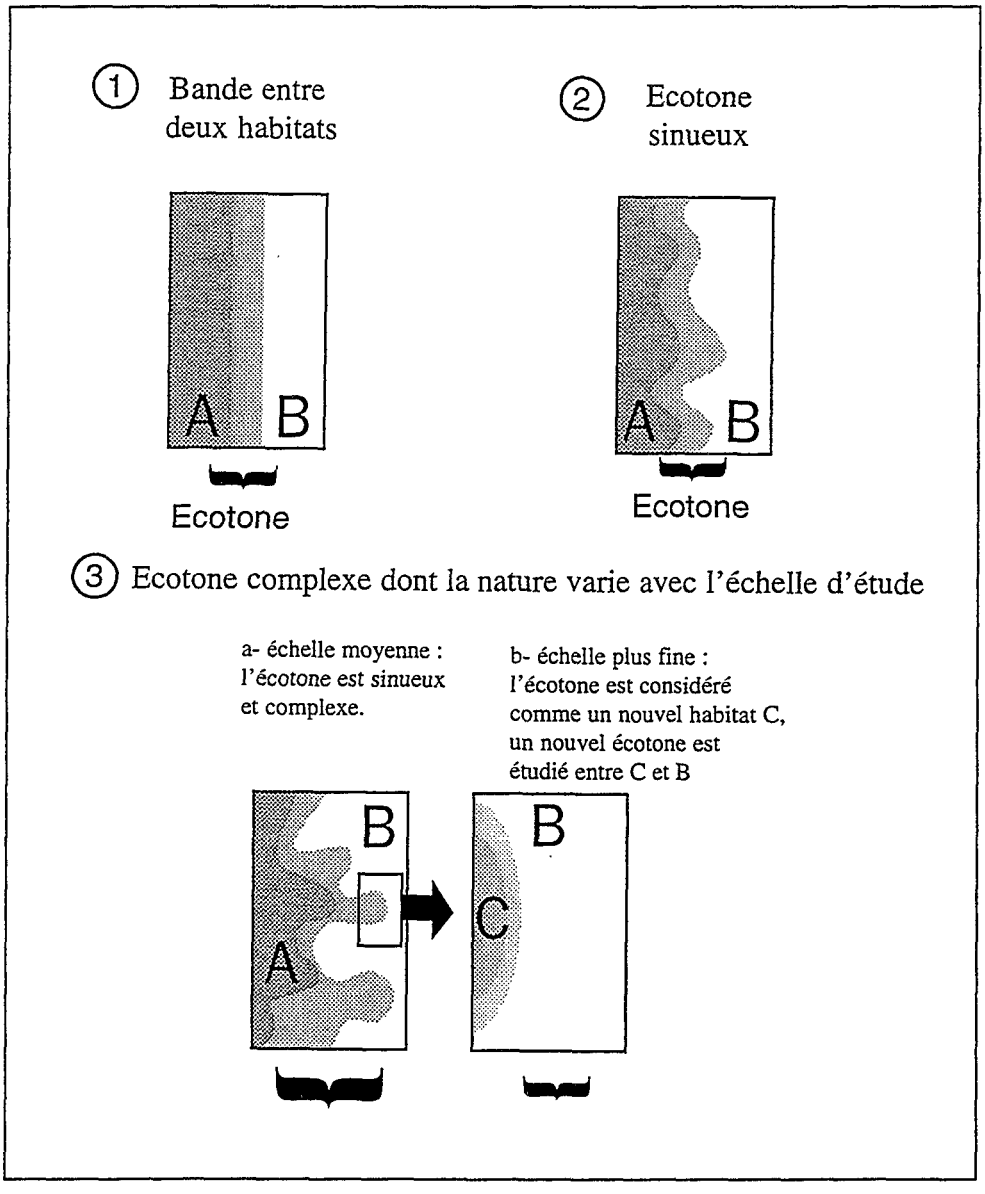


Figure 13 : Complexité de la nature de l'écotone en fonction de l'échelle d'étude (remanié d'après Kolasa & Zalewski, 1995)

[31] "*We point out that results of an evaluation of ecotone attributes largely depends on the spatial and temporal scale at which ecotone is conceptualized and data are collected.*" (Kolasa & Zalewski, 1995)

[32] "*The definition of ecotone is complex. It include scaling, structural, and functional aspects.* " (Kolasa & Zalewski, 1995)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

La complexité spatiale de la forme de l'écotone peut être décrite par sa sinuosité et sa résolution. En effet, avec l'augmentation de la sinuosité, la fragmentation apparaît et la nature de l'écotone change et si l'on modifie la résolution de l'étude, nous n'avons alors plus affaire à un, mais à deux écotones de nature différente (figure 13).

Ces auteurs définissent l'écotone comme une unité à quatre dimensions : longueur, largeur, hauteur et temps. En effet, l'identification d'un écotone dépend du temps pendant lequel les interactions des deux habitats sont observés. Dans le cadre de cette thèse, les interactions entre les habitats en contact se déroulent sur la dizaine d'années, observer l'écotone à l'instant *t* ne permet pas de mettre en évidence les flux colonisateurs d'espèces. Par contre, regarder la position des espèces colonisatrices par rapport à leur distance à l'habitat-source permet de prendre en compte la durée de colonisation.

3 - Hiérarchie d'écotones

La définition de l'écotone s'appliquant comme nous l'avons vu à tous les niveaux hiérarchiques, plusieurs auteurs ont proposé une hiérarchie des écotones. Rusek (1992) utilise ainsi les termes de macro-, méso- et micro-écotone respectivement pour des transitions entre biomes et pour des transitions de l'ordre du centimètre au contact de coussinets de mousse.
Gosz (1993) précise que les zones de transition résultent de contraintes qui s'exercent sur les systèmes écologiques adjacents. Il propose quatre niveaux hiérarchiques résultant de différents niveaux de contraintes caractéristiques d'un niveau de l'échelle hiérarchique (figure 14).

Hiérarchie d'écotones	Contraintes probables
écotone entre biomes	climat x topographie
écotone entre taches	conditions météorologiques x topographie x caractéristiques du sol
écotone entre populations	caractéristiques du sol x vecteurs biologiques x interactions entre espèces x microtopographie x microclimat
écotone entre plantes	interactions entre espèces x interactions au sein des espèces x physiologie x génétique des populations x microclimat x chimie du sol x faune du sol x microflore du sol ...

Figure 14 : Hiérarchie d'écotones dans une zone de transition entre biomes (traduit d'après Gosz, 1993). Chaque niveau de la hiérarchie d'écotone correspond à une catégorie de contraintes et d'interactions entre ces contraintes (x symbolise les interactions entre contraintes)

Au vu de la variabilité des approches possibles de la notion d'écotone, la bibliographie sur le sujet est abondante et nous présenterons dans le paragraphe IV une synthèse des différentes approches. Nous étudierons plus en détail dans le paragraphe V les travaux reliant écotone et biodiversité.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

IV - LES PRINCIPAUX TRAVAUX SUR LES ECOTONES

Ces travaux peuvent être classés selon leur centre d'intérêt :

- thématique, car relatif à un type d'écotone précis ;
- descriptif, car relatif à la reconnaissance et à la détection des écotones ;
- fonctionnel, car relatif au fonctionnement des écotones ;
- prospectif, car relatif à l'intérêt des écotones dans des études globales et à la modélisation de leur comportement.

Ce classement n'est pas exclusif et beaucoup d'études relèvent de plusieurs approches. Une autre classification est utilisée par Risser (1995) :

- les écotones et la diversité biologique,
- les écotones et les flux de matériaux,
- les écotones et les habitats,
- les écotones et les changements globaux.

1 - Etudes sur les différents types d'écotones

a) Les lisières

La lisière forestière est la limite entre une formation forestière et une formation herbacée ou de lande, elle est donc, à notre sens, un type particulier d'écotone, sans doute celui qui a été le plus étudié par de nombreuses disciplines (Forman & Godron, 1986 en font une revue bibliographique). Alors qu'un écotone est par définition hétérogène, la lisière forestière a été étudiée par les phytosociologues comme une structure homogène. Elle a pourtant[33] été découpée en deux entités (figure 15) possédant des associations caractéristiques : l'ourlet et le manteau[34] (Tüxen, 1952 ; Delpech, 1985 ; Colloques Phytosociologiques VIII, les lisières forestières, Lille 1979 ; Arlot, 1984 ; Royer & Rameau, 1981). Ces études phytosociologiques ont souligné la reproductibilité de la structure et de la composition des lisières d'un lieu à l'autre.

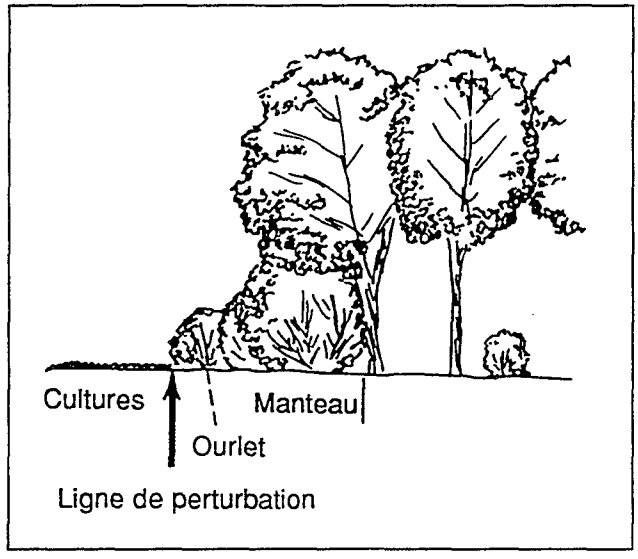


Figure 15 : La lisière : ourlet et manteau (d'après Forman & Godron, 1986)

[33] ce qui revenait à la considérer comme hétérogène, nous rejoignons ici la discussion sur l'échelle d'étude et le but de l'étude .

[34] l'ourlet est une végétation herbacée ou sous-frutescente se développant en lisière des forêts et des haies ou dans des petites clairières à l'intérieur des forêts ; le manteau est une végétation essentiellement arbustive située linéairement en lisière de forêt et comportant parfois des lianes.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

C'est dans les lisières qu'a été le plus fréquemment mis en évidence l'effet bordure "*edge effect*" (Leopold, 1933, Odum, 1971) : de nombreuses espèces végétales spécifiques sont en effet présentes dans le manteau (arbustes, lianes, ...) ou dans l'ourlet ce qui explique la grande richesse de ce milieu. Elles sont aussi réputées plus riches en oiseaux nicheurs (Fuller & Warren, 1991), ce qui est pourtant controversé selon les études, en effet, si la nidification est plus élevée, la prédation, le parasitisme et la compétition le sont aussi (Martin, 1992).

b) Les ripisylves

La ripisylve est l'écotone terre-milieu aquatique qui a été le plus étudié (Naiman & Décamps, 1992). Les conditions stationnelles gérant les communautés végétales et leurs transitions ont été observées ainsi que leurs éventuels déplacements en fonction du degré et des rythmes de submersion (Pautou & Manneville, 1997). La ripisylve a été l'objet de recherches sur les transferts de différents flux de matériaux (rétention des nitrates ou du phosphore, Johnston, 1991), ainsi que des flux d'espèces animales ou végétales (étude des invasions de plantes introduites le long des corridors riverains, Planty-Tabacchi, 1993). En effet, "*la nature dynamique des écotones est particulièrement évidente dans les limites milieu terrestre - milieu aquatique*[35]" (Décamps & Naiman, 1992).

c) Les limites supraforestières ("timberline")

Qu'elle se situe en haute altitude ou en haute latitude, l'étude des limites supraforestières concerne la zone de combat où l'arbre peu à peu cède la place à une végétation uniquement herbacée. Cet écotone plus ou moins large est caractérisé par la présence d'arbres isolés de plus en plus rabougris dont la morphologie sert de base à une typologie de la zone de combat (Holtmeier, 1989 ; Scott *et al.*, 1987). Il est le lieu d'études, à l'échelle du microsite, du fonctionnement autogène de l'installation d'îlots boisés (Holtmeier & Broll, 1992), ou à l'échelle du paysage, de l'impact de la répartition de la neige sur sa position (Walsh *et al.*, 1994). Ces écotones sont très étudiés dans le cadre des changements globaux (Turner *et al.*, 1991) : augmentation de la température, augmentation de la teneur atmosphérique en CO_2, pollution atmosphérique (Rusek, 1993) ou quand les pratiques anthropiques changent (Landhausser & Wein, 1994 ; Feltgen Didier, 1998).

2 - Etudes sur la détection des écotones

Un grand nombre de travaux s'intéressent, à différentes échelles, à la détection et à la localisation d'écotones. La détection de l'écotone est en effet un préalable indispensable à toute étude. Comme l'indique Gosz (1991), l'étude des écotones doit comporter quatre étapes :

- la détection de l'écotone,
- le choix de l'échelle d'étude,
- l'échelle - dépendance des mesures,
- l'extrapolation et la prédictabilité des résultats obtenus.

Les méthodes utilisées sont variées, de l'utilisation de photographies aériennes ou d'images satellitaires couplée ou non à l'utilisation de systèmes d'information géographique, pour détecter les écotones entre biomes ou entre formations, jusqu'à l'utilisation de méthodes quantitatives pour localiser des discontinuités dans des données ordonnées (Mac Coy *et al.*, 1986 ; Ludwig & Cornelius, 1987 ; Cornelius & Reynolds, 1991 ; Bruhier, 1993).

[35] "*The dynamic nature of ecotones is particularly evident when land-inland water boundaries are considered.*" (Décamps & Naiman, 1992)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Plusieurs études portent sur la détection des écotones perçus par différents taxons, en comparant les dissymétries de répartition de ces espèces avec la position d'écotones détectés par les auteurs au niveau de la végétation (figure 12, Turner *et al.*, 1993 ; Rusek, 1991). Ces dissymétries peuvent, en partie, être expliquées par la différence des espaces de concernement des espèces, à la fois dans le temps et dans l'espace : une fourmi ne percevra pas les mêmes obstacles qu'un mammifère ; le sol et la végétation n'auront pas les mêmes délais de réaction suite à une modification du milieu.

3 - Etudes sur le fonctionnement des écotones

Beaucoup d'études portent sur le fonctionnement des écotones et certaines essayent de modéliser soit le comportement des écotones (déplacement dans l'espace, modification de composition ou de biodiversité), soit les flux au sein des écotones. D'autres travaux étudient les écotones comme un moyen de gérer les paysages (Holland *et al.*, 1991).

Le rôle des écotones dans le contrôle des flux de matériaux ou d'eau est principalement étudié à l'échelle locale (Wiens *et al.*, 1985) dans des structures telles que les ripisylves (Naiman & Décamps, 1992), dans des bandes boisées d'un paysage agricole (Ryszkowski & Kedziora, 1993), *etc.* Ces études montrent, pour la plupart, qu'il ne s'agit pas uniquement d'une modification des flux, mais aussi de mise en place de transformations chimiques (dénitrification par exemple).

Les mécanismes qui créent ou maintiennent les écotones sont généralement séparés en processus externes et en processus internes. Les écotones sont créés par des processus externes, généralement à l'échelle du paysage qui causent, par exemple, des discontinuités dans le gradient climatique (Odum, 1992). Les processus internes, à l'échelle du site, peuvent jouer un rôle important dans la persistance de cet écotone (figure 16). Odum (1992) cite comme exemples de ces processus internes, des modifications du pH du sol, des conditions d'oxydo-réduction, des phénomènes d'allélopathie ou de domination par des espèces agressives[36].

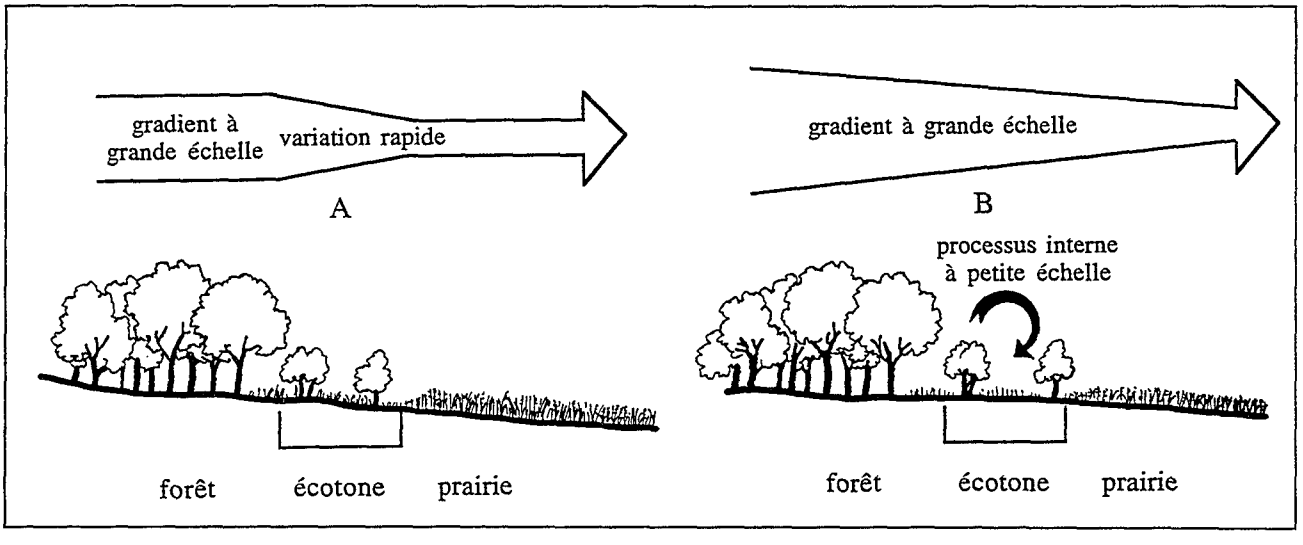


Figure 16 : Mécanismes externes ou internes créant et maintenant des écotones

A : cas typique ou un écotone est créé par une discontinuité rapide dans un gradient (climat, géologie, ...) : écotone au sens de Van der Maarel

B : cas théorique dans lequel un écotone résulte de processus à petite échelle, internes à l'écotone (compétition par exemple) : écocline au sens de Van der Maarel

[36] "*Internal mechanisms are important and many often be a dominant means of maintaining certain types of ecotones. Processes such as moss-mediated control of pore-water acidity, expansion of blankets bogs and development of extensive rhizome and root mats seem to be a good example of internal mechanisms.*" (Odum, 1992)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

V - ECOTONE ET BIODIVERSITE

Si l'idée que les écotones sont plus riches que les milieux adjacents est apparue très tôt, elle n'est pas, de nos jours, tenue pour universelle. Les écotones contiennent fréquemment de hauts niveaux de biodiversité, particulièrement ceux qui sont de grande taille et stables sur de grandes périodes (Delcourt & Delcourt, 1992 ; Gosz, 1992). Cependant, de nombreuses études sont contradictoires. Selon l'échelle d'étude, le groupe d'espèces étudié, le critère utilisé pour définir la richesse (par exemple le nombre d'œufs pondus ou le nombre d'oiseaux arrivant à l'âge adulte dans une nichée, ce qui tient compte ou non de la prédation) les lisières forestières peuvent être considérées plus ou moins riches que l'intérieur de la forêt. Lemouzy (1995) montre ainsi que selon la taille des îlots boisés étudiés au milieu des terres agricoles, ce n'est pas la longueur de lisière qui est corrélée au nombre d'espèces d'oiseaux présentes mais, l'épaisseur du bois[37]. En effet, seul le "vrai bois" peut accueillir des espèces forestières, plus intéressantes au point de vue patrimonial que les espèces ubiquistes de lisière (Deconchat & Balent, 1996). Ils soulignent que du point de vue ornithologique, "*les lisières comportent une richesse spécifique élevée et contribuent à la biodiversité observée à une échelle fine mais à une échelle plus large, elles contribuent peu à la diversité et à la préservation de la valeur patrimoniale et écologique des éléments du paysage*" (Deconchat & Balent, 1996).

Les études centrées sur la faune montrent que la mosaïque de milieux des écotones, ou sa proximité, est favorable à certaines espèces en danger (zone de refuge). Donc, la réflexion sur la biodiversité ne peut porter uniquement sur le nombre d'espèces, elle doit aussi prendre en compte la qualité patrimoniale des espèces présentes. Un écotone très riche en nombre d'espèces mais composé uniquement d'espèces banales sera peut être beaucoup moins intéressant, du point de vue patrimonial, qu'un écotone moins riche en espèces mais favorable à une ou deux espèces en danger de disparition dans la région. Nous reprendrons ce débat dans le chapitre de synthèse de cette thèse.

Les idées développées à l'heure actuelle concernent plutôt le rôle potentiel des écotones dans le maintien d'un développement durable que des débats sur la richesse absolue des écotones (Di Castri & Hansen, 1992).

Ces différents travaux ont montré - au niveau global et au niveau des contacts entre végétation de physionomie différente - l'intérêt d'étudier les changements de végétation au niveau des écotones puisqu'ils en sont des indicateurs précoces.
Nous verrons, dans le chapitre 3, comment adapter ce concept et ces réflexions à l'étude des colonisations post-culturales.

[37] l'épaisseur du bois est mesurée par la superficie du plus grand cercle inscrit dans un îlot. A partir d'une épaisseur de 300 m (soit pour une superficie de 28 ha de vrai bois), les espèces forestières sont présentes.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Résumé du chapitre 2

Les écotones définis, depuis 1905, comme des zones de transition connaissent à partir de 1988, un regain d'intérêt de la part des scientifiques.

Des définitions plus fonctionnelles basées sur une approche hiérarchique (Holland, 1988) ont pris le relai de la définition originelle de Clements (1905) et nous permettent de dépasser la distinction entre écotone et écocline.

Le bilan des différentes études sur les écotones montre que ce concept complexe est à expliciter et à appliquer dans des cadres spatio-temporels préalablement et strictement définis par les objectifs et hypothèses de l'étude.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

DEUXIEME PARTIE

Etude des écotones dans les paysages montagnards en évolution

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

CHAPITRE 3

L'ECOTONE DANS L'ANALYSE DE LA DYNAMIQUE DES PAYSAGES DE MONTAGNE

Nous avons mis en évidence, dans le chapitre 2, les caractéristiques qui font de l'écotone un concept clé de l'écologie, à différentes échelles spatio-temporelles, comme indicateur précoce des changements globaux.

Nous proposons ici d'adapter cette problématique à l'étude de changements localisés, dus à des variations des pratiques agricoles sur la végétation des prairies de fauche.

I - APPLICATION DU CONCEPT D'ECOTONE AUX MILIEUX GERES PAR L'HOMME

1 - Influence de l'homme sur les écotones

Les écotones évoqués dans la bibliographie sont souvent situés entre systèmes dits naturels ou entre système dit naturel et milieu utilisé par l'homme. Cependant, l'homme influe sur tous les écotones :

- création par fragmentation des milieux,
- suppression par homogénéisation des milieux,
- influence globale encore mal connue des changements à l'échelle de l'ensemble de la planète.

Depuis le début du siècle, le rythme et l'intensité des perturbations que l'homme inflige aux écosystèmes et aux écotones augmentent. Les perturbations sont de plus en plus rapprochées, couvrent des surfaces de plus en plus grandes et, dans de nombreux cas, détruisent complètement les connexions entre écosystèmes identiques. Ces phénomènes diminuent les possibilités d'adaptation des systèmes écologiques aux pressions humaines. En plus des perturbations directes (déforestation, drainage des zones humides, intensification, artificialisation, *etc*), l'action indirecte de l'homme prend de plus en plus d'ampleur et se traduit par des changements globaux[1], les plus connus étant le réchauffement climatique et l'augmentation de la teneur atmosphérique en CO_2. Parmi les changements globaux figure aussi la mondialisation de l'économie (Di Castri & Hansen, 1992), car elle induit des changements d'utilisation de l'espace rural (et donc de la biodiversité), uniquement sur la base de décisions macroéconomiques internationales. En résumé, la biodiversité se réduit par la destruction d'écosystèmes entiers (diminution drastique des zones humides par drainage et mise en monoculture, déforestation des forêts tropicales humides et équatoriales, ...) et par la

[1] "*Global environmental change includes both systemic changes operating globally through the geosphere-biosphere system and cumulative changes that represent the global accumulation of localized changes.*" (Di Castri & Hansen, 1992).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

diminution du patrimoine génétique des espèces cultivées, réduites à quelques variétés performantes dans le cadre de l'agriculture intensive.

Depuis la sédentarisation des groupes humains (donc en Maurienne, dès le néolithique, soit 7000 ans BP[2]), l'homme a créé, modifié ou déplacé des écotones, en fragmentant ou en faisant disparaître des écosystèmes naturels. La déforestation par le feu pour aménager des alpages, attestée en Maurienne dès 6000 ans BP (Carcaillet, 1997), a abaissé notablement la limite supraforestière dans toutes les vallées alpines françaises. Des recherches de pédoanthracologie[3] (Carcaillet, 1993) ont prouvé la présence de forêt dense à 2360 m en Moyenne Maurienne alors qu'actuellement la limite des arbres se situe vers 2200 m.
Jusqu'à la fin du XIXème siècle, on peut considérer que l'homme a augmenté la biodiversité (création de races locales de plantes cultivées et d'animaux domestiques, sélection d'espèces adaptées aux pratiques pastorales) et a augmenté le nombre des écotones en créant des paysages ruraux adaptés aux conditions locales (bocages, cultures en terrasses, parcelles bordées de chemins ou de murs de pierres sèches, ...).

Au cours des siècles passés, de nombreux systèmes écologiques ont intégré et se sont adaptés à l'action pertubatrice[4], directe ou indirecte, de l'homme. C'est le cas en particulier des prairies de fauche ou des pâturages qui sont en équilibre instable avec la pression exercée par l'homme ou par ses animaux domestiques. Ces milieux ne se maintiennent dans cet état d'équilibre, atteint depuis des siècles d'utilisation, que si les pressions continuent de s'exercer de la même manière. Dans ces conditions, la contrainte due à la fauche (qui peut être considérée comme un cas particulier de prédation) ou au pâturage n'est plus vraiment une contrainte pour l'écosystème prairial, mais est un des facteurs de régulation de cet écosystème, aussi appelé "*régime constant de perturbation*" (Balent *et al.*, 1993). Par contre, l'arrêt de la fauche ou du pâturage, comme cela se passe depuis une cinquantaine d'années, devient une perturbation, puisque cet abandon des pratiques déplace un équilibre établi de longue date.
Du point de vue de la dynamique des systèmes écologiques, les contraintes provoquent l'apparition de processus de régulation (boucles de rétroaction négatives) favorisant les espèces à stratégies K, tandis que les perturbations engendrent des processus de déstabilisation et de dérive (boucles de rétroaction positives) favorisant temporairement les espèces à stratégies r (Gillet, com. pers.).

Dans le cadre de ce travail de thèse, l'arrêt, depuis 1960, des pratiques traditionnelles d'utilisation de l'espace rural d'une commune de montagne sera considéré comme le facteur de perturbation majeur des écosystèmes que nous avons étudiés. Ainsi, l'arrêt de la fauche ou la modification des conditions de pâturage (extensification par mise en pâture des animaux sans gestion par un berger, diminution de la charge d'animaux par surface, ...) va modifier les conditions de concurrence entre espèces végétales et permettre le développement d'une succession végétale secondaire.

2 - Les pratiques culturales induisent des systèmes écologiques particuliers

Nous avons annoncé que les pressions anthropiques avaient abouti à une adaptation de la végétation, voyons quels facteurs influencent cette sélection.

Des pratiques agronomiques différentes induisent des pressions différentes sur la végétation :

- par le mode de prélèvement des parties végétales,
- par la modification des conditions du milieu.

La fauche produit un prélèvement homogène des parties végétales alors que les animaux au pâturage exercent un broutage différentiel (selon l'espèce animale, variation de la prise de nourriture : coupe, arrachage, ...) et un choix alimentaire (refus de pâturage, sélection préférentielle d'espèces ou de parties de

[2] BP signifie *Before Present*, donc avant nos jours (7000 ans BP = 5000 ans avant J.C.).
[3] elle se fonde sur l'analyse de petits charbons de bois contenus dans les sols. (Thinon, 1992 ; Carcaillet, 1997)
[4] l'action perturbatrice de l'homme correspond plus à une contrainte qu'à une perturbation (changement brutal et imprévisible des conditions environnementales qui s'exercent sur un système écologique).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

plantes). La présence des animaux sur la parcelle produit en outre, un piétinement et une restitution de fumure organique non uniforme (Brau-Nogué, 1996) qui influent également sur la végétation. Ces actions directes ou indirectes des animaux entraînent diverses adaptations d'une espèce et peuvent modifier le pouvoir compétitif des espèces au sein d'un peuplement (Fily & Balent, 1991). Ceci a bien été étudié dans les alpages laitiers des Alpes du Nord, tout d'abord, par la mise en place d'une typologie de la végétation des alpages laitiers (Bornard & Dubost, 1992) en 11 types principaux, puis par une étude des pratiques d'exploitation de ces pelouses qui *"met en lumière le rôle du milieu physique et des pratiques d'exploitation dans le déterminisme des types"* (Brau-Nogué, 1996).

Les prairies fauchées bénéficient de restitutions organiques sous forme de fumiers ou lisiers et parfois de fertilisation minérale ; les champs reçoivent des apports d'azote, de phosphore et de potassium. Cette fertilisation modifie l'humus et les réserves du sol, quant à la concentration de ces éléments nutritifs mais aussi quant aux capacités de rétention du sol vis-à-vis de ces éléments et de l'eau. Ces modifications sont très importantes pour la végétation, et leur influence continue de s'exercer de nombreuses années après l'arrêt des apports (Bornard & Brau Nogué, 1994 ; Brau Nogué, 1996).

Au niveau des prairies de fauche ou des cultures de l'étage montagnard, l'économie de l'eau est un facteur limitant la productivité de la végétation. Le manque ou l'excès d'eau est régulé par des systèmes d'irrigation[5] ou de drainage qui modifient le régime hydrique du sol, et donc, globalement la végétation de la parcelle (Chambre d'Agriculture de Savoie *et al.*, 1985 à 1989). Mais l'irrigation, en particulier par aspersion, peut ponctuellement provoquer des modifications de la flore, en fonction de la qualité chimique, de la température et de la quantité d'eau épandue (Blondon, com. pers.).

Ces quelques exemples montrent qu'au cours des siècles d'utilisation agricole et pastorale, les espèces sont sélectionnées en fonction des pratiques. Les communautés végétales deviennent spécifiques et intègrent un grand nombre d'informations concernant le milieu et les pratiques d'exploitation (Delpech, 1982).

Donc, selon la pratique exercée, on a un système agro-écologique particulier. C'est alors la limite spatiale de la pratique (parcelle) ou parcours qui induit la limite de ce système écologique.

Dans un paysage rural, c'est, pour une large part, la répartition spatiale des pressions anthropiques qui commande la répartition des communautés végétales. Les facteurs du milieu ont cependant influencé au préalable le choix des zones utilisées pour la culture, la fauche ou le pâturage. De la même manière, les facteurs du milieu peuvent également influencer la modification de pratiques : abandon prioritaire des zones à forte pente, des zones au bilan hydrique déficitaire, *etc.*

3 - Extension de la notion d'écotone à l'interface entre deux parcelles gérées différemment

Les exemples habituels d'écotones concernent soit des milieux naturels où s'exerce un gradient environnemental, soit un milieu naturel et un milieu géré par l'homme (écotone forêt / culture par exemple). La bibliographie ne cite que peu d'exemples d'écotones entre deux parcelles gérées par l'homme (hormis des travaux récents portant sur la gestion de bordures de champ créées par l'homme : Kleijn, 1996 ; Kleijn *et al.*, 1997). Pourtant, nous allons définir comme écotone un contact entre deux parcelles utilisées différemment.

Nous avons montré (paragraphe I-2) qu'en milieu anthropisé, tels ceux que nous étudions en Maurienne, les pratiques d'exploitation induisent la répartition des systèmes agro-écologiques et la localisation de leurs limites. Nous avons vu également que la rupture du *"régime constant de perturbation"* (Balent *et al.*, 1993), qui avait sélectionné le système écologique, est la principale perturbation appliquée à ce système. Cette perturbation par arrêt des pratiques, récent à l'échelle de l'évolution des espèces, induit donc une

[5] parfois très anciens et très réglementés, comme le système d'irrigation par canaux, avec organisation de corvées d'entretien et d'un tour d'eau (objet de nombreux litiges) voir chapitre 5-II-4-b.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

modification de la végétation puisque les contraintes qui avaient dirigé la sélection d'espèces adaptées ne s'exercent plus. Par exemple, l'arrêt de la fauche favorise des espèces non adaptées à la fauche au détriment de celles qui y étaient adaptées. Donc, quand deux parcelles adjacentes subissent des pressions anthropiques différentes (différences de pratique, non pratique), il y a réellement **contact entre 2 systèmes écologiques adjacents.**

Chaque communauté végétale possède un potentiel de colonisation particulier : des semences sont produites et sont disséminées, des espèces à capacité de multiplication végétative sont présentes dans le tapis végétal. Le devenir d'une semence disséminée dépend de l'endroit où elle va atteindre le sol : elle germera et deviendra un nouvel individu adulte si le milieu récepteur lui est favorable.

Si la végétation en place, les conditions de milieu et les pratiques appliquées sur le site de germination sont défavorables à l'espèce disséminée, il n'y aura pas possibilité d'installation et de reproduction de cette espèce. Le potentiel semencier d'une communauté végétale peut ou non s'exprimer en fonction des conditions de milieu, mais aussi, de la pratique exercée sur l'espace adjacent où peuvent arriver les semences.

Le contact entre parcelles gérées différemment est un contact entre systèmes écologiques adjacents avec existence d'un flux de semences (entre autres), donc de **tensions**. Ceci correspond tout à fait à la définition d'un écotone (Holland, 1988).

Les écotones que nous étudions dans ce travail sont tous situés dans le domaine des prairies de fauche de l'étage montagnard d'un territoire communal des Alpes françaises. Il s'agit soit de contact entre une forêt et une végétation herbacée, soit de contacts entre deux formations herbacées aux limites de parcelles gérées de différentes manières.

4 - Interface et écotone

Il est important, à ce stade de la réflexion conceptuelle, de bien distinguer deux notions-clé au cœur de cette thèse : l'interface et l'écotone. Ces deux notions appartiennent aux deux champs d'interrogations complémentaires de notre recherche : l'écologie du paysage et l'étude de la végétation, à l'échelle infraparcellaire du mètre.

Le terme **interface** relève de l'écologie du paysage et de la cartographie des types physionomiques[6] de végétation. Nous définissons l'interface[7] comme un contact entre deux milieux reconnaissables sur photographies aériennes. Il s'agit donc d'un trait sur un document cartographique au 1 : 5000ème. Ce trait correspond dans la plupart des cas à une limite de parcelle et toujours à une limite entre deux types physionomiques de végétation. Ce terme sera utilisé dans l'approche écologie du paysage, dans les étapes 3, 4 et 5 de la démarche d'échantillonnage.

Dès que nous aborderons l'étape du relevé sur le terrain, nous aurons alors affaire à l'écotone. L'écotone, sur le terrain, est une zone plus ou moins large délimitée par une variation de la composition spécifique de la végétation. Il s'agit ici de notre objet d'étude, sur lequel sera effectué un relevé de végétation sous forme de transect et non plus d'une représentation cartographique de la végétation, comme c'est le cas pour l'interface. Nous nous plaçons dans le cadre des conséquences de la déprise agricole, les parcelles que nous étudions sont ainsi en majorité des parcelles ayant subi (ou subissant encore) des pratiques anthropiques. Les écotones étudiés se situent donc entre des milieux utilisés différemment par l'homme.

[6] chapitre 7-II-2.

[7] *"Une interface : limite commune à deux systèmes permettant des échanges entre ceux-ci."* (Grand Larousse en 10 volumes, 1984)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

II - DEFINITION DU CONCEPT D'ECOTONE CONTRAINT ET D'ECOTONE DECONTRAINT

1 - Cadre spatial et temporel des écotones étudiés

Nous avons souligné[8] l'importance de définir l'écotone en fonction de la perspective du travail (Gosz, 1991 ; Hansen *et al.*, 1988). Tout écotone se caractérise par une certaine combinaison d'échelles spatiale et temporelle. Dans ce travail, nous nous plaçons dans le contexte spatial d'une commune de montagne où l'agriculture décline, nous étudions les modifications précoces de végétation qui apparaissent quand une parcelle cesse d'être entretenue. Nous nous intéressons donc aux perturbations locales résultant de la dynamique entre individus végétaux. En effet, l'arrêt de la fauche dans une parcelle permettra à la végétation de la parcelle adjacente, de manière visible sur quelques mètres, de coloniser la parcelle nouvellement abandonnée. Pour saisir ce phénomène nous choisissons donc une micro-échelle[9] spatiale et temporelle (Delcourt & Delcourt, 1992) : la dizaine de mètres et la dizaine d'années.

La dynamique végétale est ici analysée du milieu le moins géré vers le plus géré. Ce choix d'orienter spatialement la dynamique de succession est lié à la problématique de la déprise et du changement des pressions anthropiques. La figure 17 montre que seules les espèces du milieu le moins géré trouvent, dans la parcelle où la fauche s'arrête, un milieu à coloniser parce que les pressions anthropiques y diminuent. Les espèces adaptées à la fauche ne s'installent pas dans le milieu moins géré (friche, forêt) car elles n'y sont pas concurrentielles (manque de lumière en particulier).

Sans négliger l'influence des facteurs du milieu sur la végétation, nous faisons cependant l'hypothèse que ces facteurs du milieu n'exercent pas de nouvelles contraintes sur la végétation. S'ils en exercent, c'est à des échelles spatiale et temporelle plus larges que celles des contraintes qui pourront agir sur les espèces végétales d'un écotone d'une dizaine de mètres, en une dizaine d'années.

En définitive, nous faisons ici l'hypothèse que l'écotone est :

- un descripteur des interactions milieu naturel / utilisation anthropique de l'espace ;
- un révélateur des modifications des pratiques culturales à l'échelle de temps et d'espace choisie ;
- un révélateur des potentialités dynamiques de la végétation.

Selon le niveau de gestion des parcelles bordant l'écotone, nous définissons deux types d'écotones, contraint et décontraint, qui sont définis ci-dessous. Si l'on se réfère aux réflexions[10] de Baudière et Gauquelin (1990) nous avons pour chaque situation d'écotone, deux possibilités :

- un "*équilibre écotonique*", constamment rajeuni par les pratiques anthropiques, et dans notre cas principalement la fauche et le pâturage intensif ;
- un "*mécanisme de substitution*" sous l'effet duquel le peuplement végétal va subir des modifications de la structure et de la composition floristique à cause de l'arrêt des pratiques.

[8] chapitre 2-II-3.
[9] "*The microscale domain :1 yr to 500 yrs ; 1 m² to 100 ha.*" (Delcourt & Delcourt, 1992)
[10] chapitre 2 - I - 3 - b.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

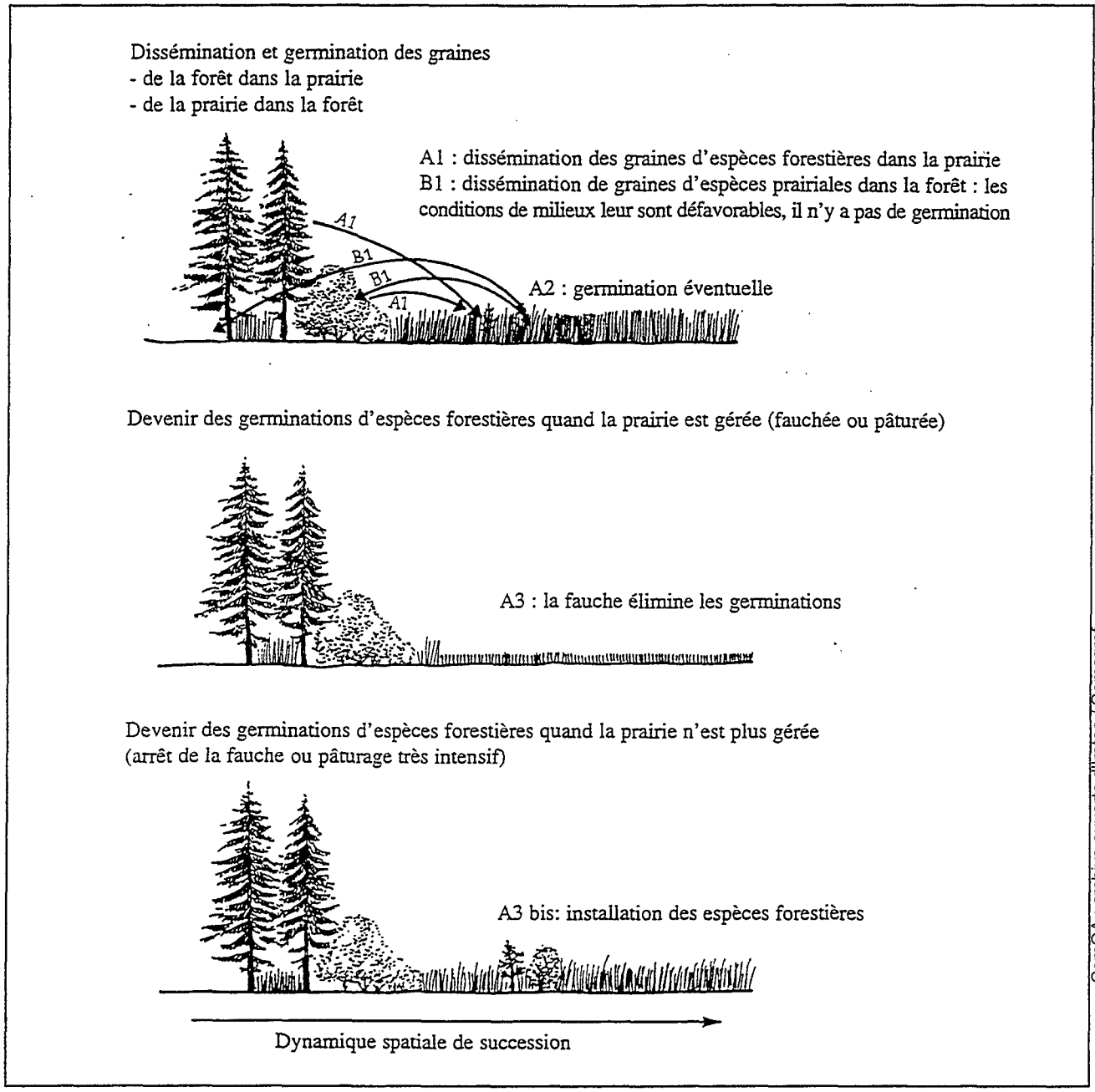


Figure 17 : Schéma montrant l'orientation de la dynamique de succession

Mais à la différence de Baudière et Gauquelin (1990), qui travaillaient à l'étage alpin sur des milieux peu anthropisés, nous n'envisageons pas la notion de mécanisme de succession, puisque dans les milieux fortement anthropisés que nous étudions, le milieu a été fortement modifié par des siècles de pratiques (augmentation de la richesse minérale et organique des sols, sélection des espèces végétales, ...). La dynamique végétale qui va se mettre en place sera une succession secondaire qui aboutira à une végétation différente de la végétation qui existait avant défrichement.

Ainsi, nous utiliserons ici une typologie qui fait référence à l'action humaine et aux contraintes qu'elle exerce, en définissant les concepts d'écotone contraint et d'écotone décontraint.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

2 - Ecotone contraint

Le terme écotone contraint caractérise une interface entre une zone non gérée et une zone gérée. La notion de gestion se rapporte à des pratiques agissant directement sur les espèces herbacées. C'est en ce sens que la forêt est considérée dans ce travail, comme un milieu non géré, même si, par ailleurs, une gestion forestière (prélèvement de bois) peut exister[11]. Une zone gérée est caractérisée par un prélèvement important de matière végétale : culture, prairie fauchée ou pâturage intensif. Dans le cas d'Aussois, il s'agit principalement de la fauche[12]. Ces zones sont classées dans le type physionomique "entretenu".

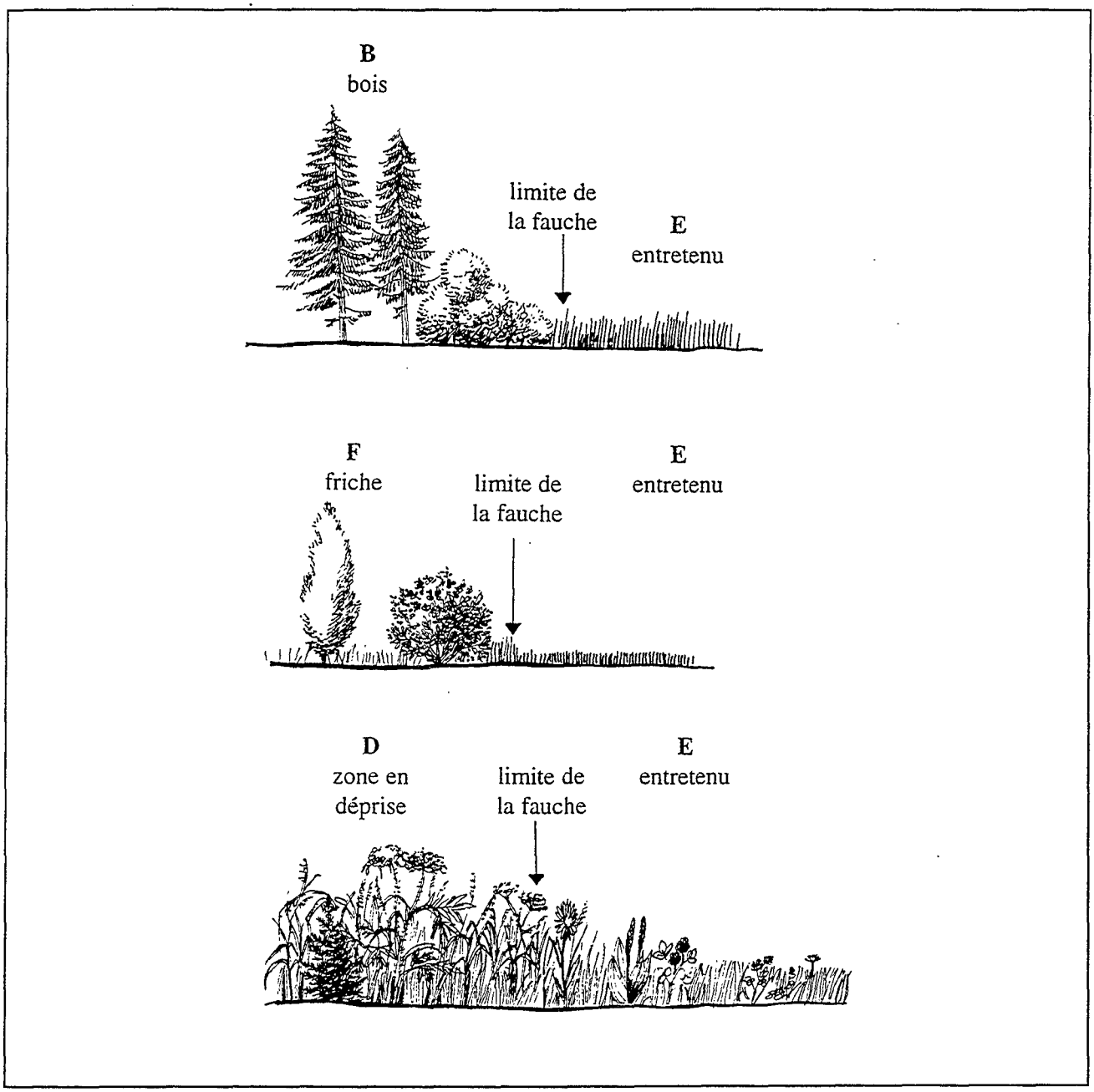


Figure 18 : Schémas des trois types d'écotones contraints

[11] nous ne négligeons pas l'impact du mode de sylviculture sur le tapis herbacé du sous-bois, mais ce facteur n'agit pas à la même échelle de temps que celui que nous étudions (la dizaine d'années).
[12] on note quelques parcelles cultivées dans le secteur de l'Esseillon.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Les écotones contraints correspondent à tout contact avec un milieu entretenu (culture, prairie de fauche), trois types émergent (figure 18) :

- (1) forêt / entretenu,
- (2) friche / entretenu,
- (3) déprise / entretenu.

Ils relèvent de "*l'équilibre écotonique*" de Baudière et Gauquelin (1990), puisque la fauche rajeunit constamment leurs limites. Celles-ci dépendent donc strictement de la répartition spatiale des pratiques, puisque la fauche de la parcelle introduit une perturbation majeure supprimant les espèces qui n'y sont pas adaptées. Ils sont donc de faible largeur (quelques mètres).

Les espèces spécifiques du milieu non géré ne peuvent pas s'installer dans le milieu entretenu. Ces écotones détiennent cependant un stock potentiel de semences, qui pourra s'exprimer si les pratiques cessent sur la parcelle entretenue.

3 - Ecotone décontraint

Les autres contacts sont appelés écotones décontraints, car ils ne sont plus soumis à une pression anthropique forte[13], capable de bloquer des mécanismes de succession végétale. Ils sont donc, au sens de Baudière et Gauquelin (1990), dans une "*dynamique de substitution*", qui fait varier d'année en année leur position spatiale et leur largeur.
Ils correspondent à des contacts entre zones non gérées de types physionomiques différents, trois autres types peuvent être identifiés (figure 19) :

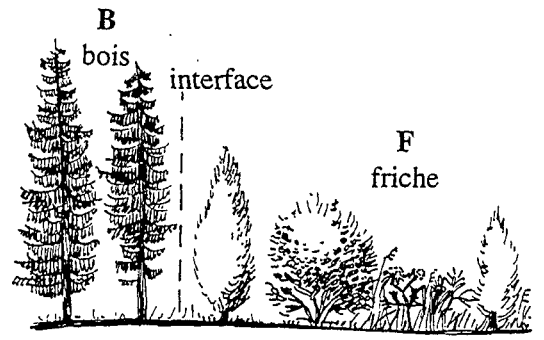
- (1) forêt / friche,
- (2) forêt / déprise,
- (3) friche / déprise.

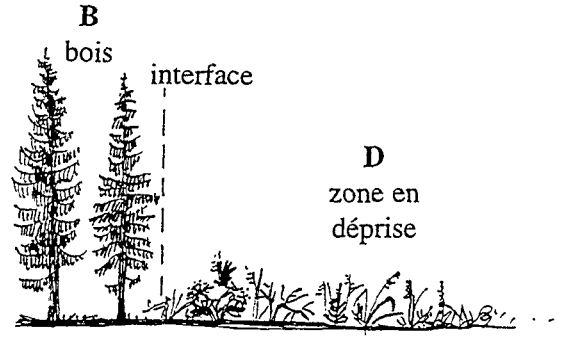
Leurs limites dépendent principalement des phénomènes de colonisation végétale qui ont pu s'exercer pendant un temps plus ou moins long (le délai de colonisation par la friche est visible aux photographies aériennes et est supérieur à celui de la modification d'espèces herbacées). La situation initiale de l'écotone est reconnue par la limite de la formation la moins gérée (où se situait donc l'ancien écotone contraint).
La dynamique végétale s'exerce à partir du potentiel de semence de la zone la moins gérée ou de l'écotone contraint qui existait avant la déprise.

Le stock semencier, qui était présent dans cet écotone à l'état contraint, peut désormais s'exprimer ; la dissémination des espèces de l'écotone peut être suivie d'une installation de la plante sans que la jeune plante ne soit supprimée par la fauche.

[13] les zones en déprise peuvent être, dans certains cas, pâturées de manière extensive.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref





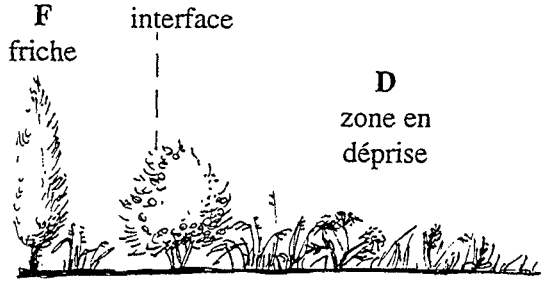


Figure 19 : Schémas des trois types d'écotones décontraints

4 - Ecotones : lieux de pérennisation ou de fragilisation de la mosaïque du paysage

Nous avons déjà mis en évidence deux caractéristiques principales des écotones dans la mosaïque de paysage issue de l'action humaine :

- ils contiennent des espèces capables de coloniser le milieu adjacent si celui ci leur devient favorable ;
- leur état est contrôlé par le niveau des pratiques appliquées sur les parcelles qu'ils bordent.

Ils apparaissent donc — et c'est la raison pour laquelle nous avons choisi de les étudier comme indicateurs précoces des modifications du paysage — comme les éléments les plus sensibles aux modifications de végétation de la mosaïque paysagère. Ils sont à la fois le lieu (la situation spatiale) où pourra se développer rapidement la dynamique de colonisation frontale des espèces à reproduction végétative, et la cause de cette

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

dynamique de succession, car ils constituent un réservoir majeur de semences à l'échelle du paysage. Il convient cependant d'être prudent et de parler de potentialité, en effet, Delcros (1993) a montré par comptage de germinations de feuillus précieux en bordure de haie que les pouvoirs germinatifs des espèces sont variables[14]. Les arrivées de semence de grande distance, comme certaines semences anémochores ou certaines semences zoochores, sont notamment peu influencées par la présence des écotones.

Nous faisons donc l'hypothèse que les écotones sont une source de fragilisation de la mosaïque du paysage actuelle si les pratiques anthropiques diminuent. Inversement, si les pratiques culturales persistent, la mosaïque permettant l'expression de ces écotones reste pérenne, et eux aussi par voie de conséquence. Notre objectif dans ce travail consistera à vérifier cette hypothèse, en étudiant la dynamique de certaines espèces à fort pouvoir de colonisation car elle peut s'amplifier si la pression de fauche se relâche, même faiblement. Cette dynamique peut inhiber des vélléités de reconquête face à l'ampleur des modifications du tapis végétal qui se sont produites (impact psychologique).

III - L'ECOLOGIE DU PAYSAGE ORIENTEE ECOTONE

Nous avons annoncé que nous nous placions pour l'étude des écotones dans un contexte de micro-échelle spatiale et temporelle, pourquoi donc utiliser dans cette démarche l'écologie du paysage ?
Rappelons, que l'écologie du paysage est un champ de recherche de l'écologie qui s'intéresse aux effets des discontinuités et des mosaïques spatiales d'habitats :

- sur la structure et le fonctionnement des populations et des communautés,
- sur les modalités des flux d'énergie et de matière.

1 - L'écologie du paysage

La gestion (ou la non-gestion) des paysages conduit à des modifications des lisières d'habitat et des écotones. Il est indispensable d'évaluer les impacts de ces transformations sur le fonctionnement des écosystèmes à différentes échelles.

L'écologie du paysage est la discipline idéale pour étudier les processus de colonisation précoce au sein des écotones à l'échelle d'une commune, avec la possibilité de suivre l'évolution déjà engagée dans le paysage. Elle sera un outil qui nous permettra :

- de passer, dans une première étape, de l'échelle de la commune (la centaine d'hectares) à la microéchelle (la dizaine de mètres) ;
- dans une dernière étape, d'essayer d'appliquer les informations recueillies au niveau de l'écotone à l'ensemble de la mosaïque paysagère de la commune, dans l'optique de prédire les modifications du paysage et de biodiversité.

La problématique d'étude des écotones est basée sur leur potentialité de colonisation ; c'est donc la dimension spatiale de l'écotone qui est prise en compte par l'écologie du paysage. De la même manière, l'étude de la mobilité des écotones, c'est-à-dire leur interprétation dynamique (Baudière & Gauquelin, 1990), relève totalement des objectifs et des outils de l'écologie du paysage (études diachroniques grâce à différents supports de l'information sur la végétation).

[14] l'Erable sycomore et le Merisier présents dans les haies ont des taux de germination de leurs semences supérieurs à celui du Frêne commun ; ce dernier est pourtant beaucoup plus abondant dans les haies (Delcros, 1993).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Nous montrerons[15] que nous abordons la répartition de l'utilisation du sol (des pressions anthropiques) par l'intermédiaire de la répartition de quatre types physionomiques de végétation reconnaissables sur une photographie aérienne. Nous consacrerons une partie de l'étude à la cartographie des types physionomiques de végétation à l'échelle de toute la commune et nous pourrons donc, à l'échelle de cette commune et des différents secteurs de celle-ci, appliquer des outils d'écologie du paysage pour mieux connaître le fonctionnement de cette mosaïque paysagère.

Nous verrons que la répartition actuelle des types physionomiques de végétation est liée à l'occupation du sol passée et qu'il est intéressant de pouvoir évaluer les modifications déjà survenues dans ce paysage. Ceci sera possible sur les cinquantes dernières années, pour lesquelles nous disposons de photographies aériennes.

2 - Quels concepts et quels outils utiliser ?

a) Quelques définitions de concepts de l'écologie du paysage

L'écologie du paysage (Forman & Godron, 1986) définit trois unités fondamentales dans une mosaïque paysagère (figure 20) :

- le corridor (1),
- la tache (2),
- la matrice (3).

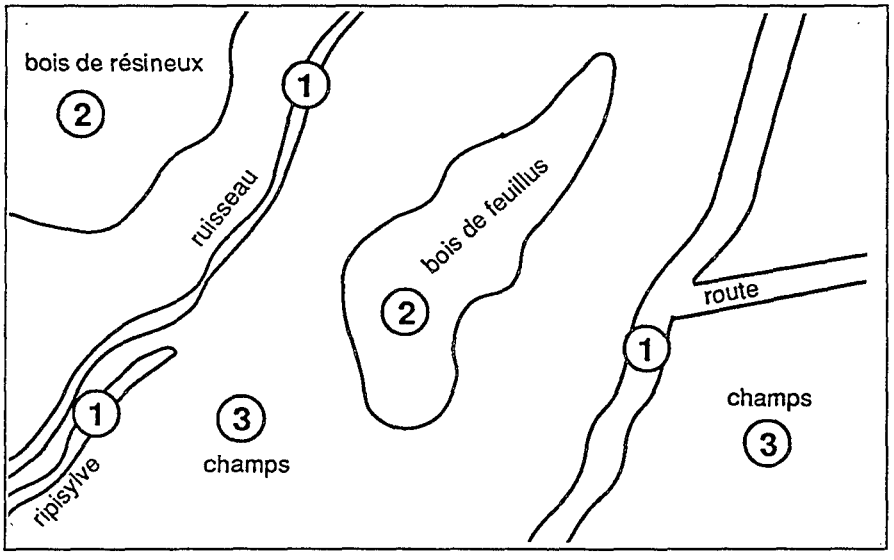


Figure 20 : Les éléments de la mosaïque du paysage : 1 corridors, 2 taches, 3 matrice

La matrice ("*matrix*") est "*considérée comme l'élément le plus étendu et le plus connecté du paysage* [...] *suivant le type de paysage observé, la matrice pourra être soit le fond du paysage, c'est-à-dire l'élément le plus vaste en surface, soit des réseaux linéaires, fortement connectés*" (Delcros, 1993).

Les taches ("*patch*") sont des "*éléments individualisés dont on peut cerner facilement les contours*" (Baudry, 1985).

Les corridors ("*corridor*") sont des éléments allongés du paysage réalisant quatre fonctions (Forman & Godron, 1986) vis-à-vis de différentes espèces :

[15] voir le chapitre 7-II-2.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

- un habitat,
- une voie de communication,
- un rôle de barrière,
- une source d'effets biotiques et environnementaux pour la matrice.

Ils sont classés en corridors linéaires, en bande et fluviaux (Forman & Godron, 1986).

b) Est-ce qu'un écotone est un corridor ?

Si la nature linéaire des écotones tend, dans une approche purement cartographique, à les rapprocher des corridors, écotones et corridors relèvent du fait de leur fonctionnement de deux concepts différents.
Le corridor implique un fonctionnement globalement orienté dans le sens de sa longueur : les flux majeurs intervenant, par exemple, pour une rivière avec l'écoulement de l'eau. Le rôle de barrière que le corridor peut opposer à des déplacements transversaux renforce les déplacements longitudinaux (figure 21). Le rôle majeur du corridor dans le fonctionnement du paysage est la mise en relation de deux taches non juxtaposées, la création de réseaux permettant des mouvements d'organismes (déplacement, colonisation ...).

Cependant, un grand nombre de corridors (particulièrement les corridors linéaires et fluviaux) sont des écotones : le cas le plus étudié est celui des ripisylves. Mais dans le cas d'une forêt rivulaire considérée comme écotone (figure 21), on étudie les tranferts latéraux (par exemple le transfert de pesticides du champ cultivé à la rivière). L'écotone implique, en effet, un fonctionnement en largeur, il est traversé par des flux perpendiculaires et il induit souvent une discontinuité ou une variation d'intensité du flux. Il peut cependant servir de lieu de déplacement longitudinal, à fonction de corridor, particulièrement quand il sépare deux formations végétales de physionomie différente (Bruhier, 1993).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

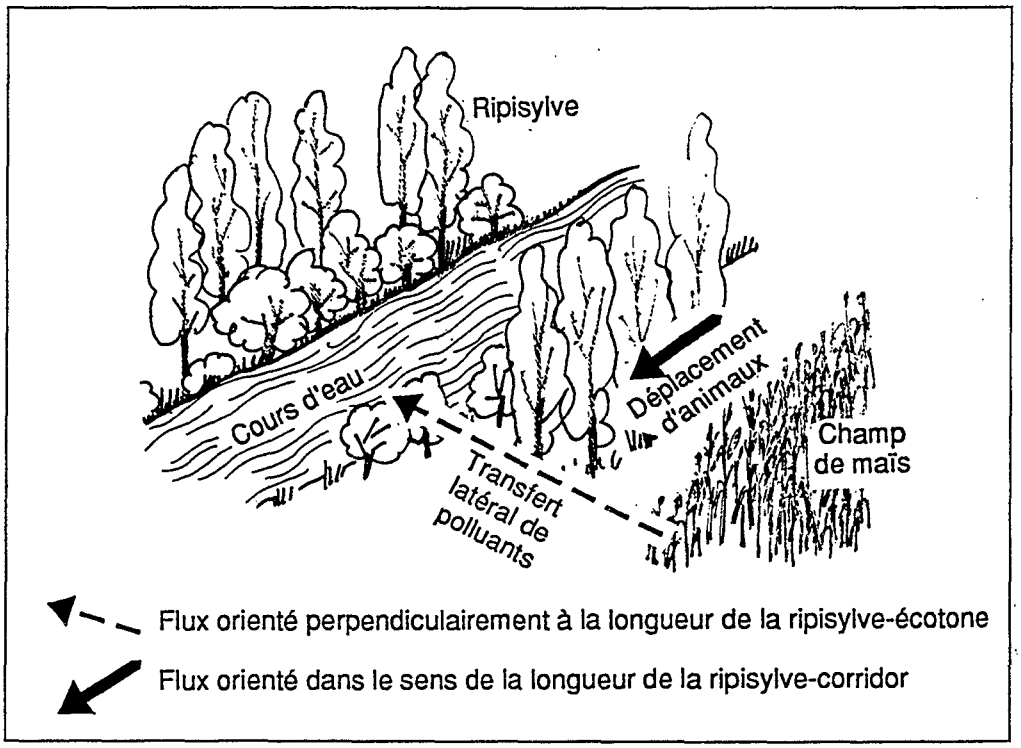


Figure 21 : Différence de fonctionnement d'une ripisylve vis-à-vis de flux, selon qu'elle est considérée comme un corridor ou comme un écotone

L'émergence des réflexions sur le concept d'écotone provient du paradigme de la dynamique des taches (Watt, 1947 cité dans Di Castri *et al.*, 1988) ; l'écotone est donc plus relié à l'écologie du paysage par la notion de taches que par celle de corridor. L'écotone relie deux taches adjacentes, il est la transition de l'une à l'autre. "*La dynamique des écotones à travers l'espace et le temps peut être mieux appréhendée dans le contexte des taches dynamiques. Réciproquement, la théorie des taches peut bénéficier des considérations sur les écotones. Les écotones peuvent influencer fortement les interactions entre taches et finalement affecter le comportement du paysage*" (Hansen *et al.*, 1988).

Il est donc nécessaire d'instaurer l'écotone comme un nouveau concept de l'écologie du paysage.

3 - Un nouveau concept de l'écologie du paysage : l'écotone

Ce nouveau concept est à manipuler à deux niveaux :

- au niveau de la description de la mosaïque paysagère, de la cartographie du paysage, nous utiliserons le terme interface ;
- au niveau du fonctionnement du paysage, nous utiliserons le terme écotone.

L'interface est une limite d'unités de la mosaïque paysagère, qu'il s'agisse de tache, de matrice ou de corridor. Chaque unité distinguée dans la mosaïque du paysage (donc différente de sa voisine) est délimitée par une interface signifiée par un trait sur les cartes de physionomie de la végétation réalisées. La réalité du paysage est basée sur la physionomie dynamique de la végétation. Or, toute cartographie est un modèle à deux dimensions de cette réalité dynamique. L'interface ne prend pas en compte la dimension supplémentaire qui régit le fonctionnement du paysage : le temps.

Les outils pour étudier les interfaces sont l'utilisation de photographies aériennes ou d'images satellites selon l'échelle spatiale de travail.

Les résultats de la photointerprétation de ces documents sont traités à l'aide d'un SIG (Système d'Information Géographique). Le SIG permet des calculs, des représentations cartographiques, des croisements des couches d'informations et donc une approche des interfaces à l'échelle du paysage (annexe 1).

Le concept d'écotone vise, lui, à décrire l'interface à une certaine échelle permettant de rajouter la dimension du temps. Décrire l'écotone par l'intermédiaire de transects[16] orientés selon la dynamique de colonisation permet de prendre en compte la dimension dynamique de la colonisation végétale et donc la dimension temporelle de l'écotone. Du système purement descriptif et statique de l'interface, nous pouvons ainsi passer à l'étude d'une structure fonctionnelle, l'écotone, qui pourra, elle, introduire une capacité prédictive.

Il convient ensuite, de vérifier si toutes les interfaces détectées sont réellement des écotones, vérifiant la définition de Holland (1988), c'est-à-dire si elles séparent bien des systèmes écologiques à la fois adjacents et en relation par des flux.

En conclusion de cette partie, une dernière précision s'impose quant à cet objet d'étude : pour analyser les colonisations précoces dans un espace en déprise agricole, il est nécessaire de travailler à l'échelle locale, celle des interactions entre individus végétaux. Comme nous avons démontré que les parcelles agricoles gérées différemment sont séparées par des écotones, nous inscrivons l'écotone comme une structure écologique intégrant à la fois la dimension spatiale (position entre deux types physionomiques de végétation) et la dimension temporelle (dynamique de colonisation de la végétation). Cette structure permet d'intégrer les connaissances du niveau local (étude d'un écotone sur le terrain) au niveau global (répartition des interfaces dans le paysage, étudiée par les outils de l'écologie du paysage).

[16] chapitre 8-I.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

L'écotone étudié est défini et nommé ici, par la nature des parcelles de part et d'autre de l'interface, nous distinguons donc six types d'écotones :

Trois types d'écotones contraints :

- (1) forêt / entretenu,
- (2) friche / entretenu,
- (3) déprise / entretenu.

Trois types d'écotones décontraints :

- (1) forêt / friche,
- (2) forêt / déprise,
- (3) friche / déprise.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Résumé du chapitre 3

Entre autres actions sur la nature, l'homme, après avoir contribué à créer des écotones, provoque désormais à l'échelle de la planète (changements globaux) une réorganisation à la fois des écotones et de la biodiversité.

Les pratiques agricoles ont sélectionné des communautés végétales spécifiques dont la répartition dans le paysage rural est dictée par l'utilisation du sol par l'homme.

Deux parcelles gérées différemment sont séparées par un écotone. L'écologie du paysage nous permettra d'étudier ces écotones au niveau de la commune (répartition spatiale des interfaces dans le paysage).

Nous définissons à l'échelle de la dizaine de mètres et de la dizaine d'années, deux états des écotones dans un espace agricole en déprise :

- *des écotones contraints,*
- *des écotones décontraints.*

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

CHAPITRE 4

PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS

I - PROBLEMATIQUE

1 - La déprise agricole en montagne : des situations variées, un enjeu paysager et patrimonial toujours plus important

Les paysages de montagne sont soumis à des mutations fortes, d'un côté par l'arrêt des pratiques traditionnelles de la vie rurale (fauche à la main, exploitation du moindre espace disponible pour assurer la subsistance de la population, montée en estive, *etc*) et d'un autre côté par la forte fréquentation touristique, l'hiver et l'été, par des citadins en quête de "ressourcement" et de "nature".

Les mutations de l'agriculture traditionnelle, par l'abandon des pratiques anthropiques sur le milieu, permettent l'expression de dynamiques de la végétation non contrôlées. Elles provoquent une modification des paysages des communes par enfrichement et invasion de ligneux (Delcros, 1993). "*Ces transformations sont perçues d'autant plus douloureusement que les milieux naturels et les paysages montagnards sont devenus les espaces privilégiés de récréation de nombreux citadins surmenés (enjeu économique), et un des symboles de la défense de la conservation du patrimoine naturel que nos sociétés européennes revendiquent (enjeu écologique)*" (Delcros, 1993).
Ces transformations peuvent être d'ampleur variable, en fonction du maintien du tissu agricole de la commune. Elles peuvent aller jusqu'à la disparition totale de l'activité agricole des versants de Moyenne Maurienne entraînant l'enfrichement et la fermeture complète du paysage par les ligneux (Saint-Michel-de-Maurienne). Ces transformations peuvent correspondre seulement à un début d'enfrichement dans certains secteurs de la commune quand l'agriculture décline (Aussois).

A la différence de certaines régions, et en particulier du Jura et de certains secteurs des Alpes ou des Pyrénées, la Maurienne ne présente pas de secteur de pré bois (pâturage boisé) qui est une forme de gestion du milieu par le pâturage et la sylviculture. Les paysages de pré-bois, à la différence des friches, ont un attrait paysager et touristique fort.

L'image de la "Montagne", qui répond aux attentes du touriste, est celle d'un paysage organisé par l'homme où les différentes utilisations du sol se distribuent harmonieusement dans l'espace avec une logique facile à percevoir. Face à cette attente, les friches et les formations forestières ouvertes sont peu appréciées. Le paysage de montagne attendu ne devrait être constitué que de prairies ou de forêts.
Le souhait de ces consommateurs du paysage montagnard, rejoint en cela une partie des habitants des communes dans leur rejet de la friche (Héritier, 1996).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Le maintien d'une agriculture active qui peut, à moindre coût, assurer le maintien du paysage que nous voyons, est certainement à favoriser pour l'avenir.

Cette agriculture active pourra s'appuyer sur une image de marque "Montagne" capable de lui assurer un supplément de revenus par rapport aux prix du marché. En effet, les conditions défavorables du milieu montagnard ne permettent pas la concurrence de ses productions agricoles (lait, viande bovine ou ovine ...) avec celles produites en plaine de manière plus intensive. La reconnaissance de la qualité des produits de montagne par le biais de labels ou d'appellations d'origine contrôlée (AOC) et l'utilisation du potentiel touristique pour une vente directe, sont des atouts pour le maintien d'une activité agricole en montagne.
En effet, pour le consommateur, les signes d'identification de la qualité (les labels), d'identification de l'origine (les AOC) et d'identification d'un mode de production (agriculture de montagne) sont porteurs d'une authenticité et d'une valeur ajoutée (Le Pensec, 1998).
Les itinéraires techniques imposés par les cahiers des charges des labels ou AOC sont, en effet, les garants d'une agriculture orientée vers la protection de l'environnement, le maintien d'une activité rurale plutôt traditionnelle et le maintien des paysages actuels. Ceci sera encore renforcé par l'application de la loi d'orientation agricole adoptée le 13 octobre 1998 par l'Assemblée Nationale.
Elle se préoccupe en effet de favoriser la production de biens agricoles de qualité tout en respectant l'environnement. Elle prévoit en outre, dans son article premier que la politique agricole a parmi ses objectifs « la préservation des ressources naturelles et de la biodiversité et l'entretien des paysages »[1]. Le contrat territorial d'exploitation sera le moyen de réaliser ces objectifs.

Dans le même temps, le développement de la pluriactivité[2], grâce à l'implication d'agriculteurs double-actifs dans le tourisme, ne pourra que maintenir un paysage de qualité, qui continuera à attirer et à fidéliser les touristes.

2 - La colonisation ligneuse en zone post-culturale : des trajectoires diverses, des ressources ligneuses variables

Les situations étudiées par le Cemagref en Moyenne Maurienne (Delcros, 1993) sur deux secteurs de l'adret de la commune de Saint-Michel-de-Maurienne, ont mis en évidence deux types de dynamique en fonction de la richesse des sols en éléments nutritifs et en eau : "*une richesse excessive en éléments nutritifs entraîne un net ralentissement voire un blocage de la recolonisation ligneuse, aussi bien sur milieux mésoxérophiles (groupement à épineux) que mésohygrophiles (groupement à Filipendula ulmaria ou Epilobium angustifolium)*" (Delcros, 1993).
Le secteur le plus sec, mais aussi le plus riche[3] (Le Thyl) est favorable à l'installation pendant une longue durée de friches, alors que le secteur le plus humide a évolué directement vers des formations forestières ouvertes.

Des expérimentations ont été menées en Moyenne Maurienne pour défricher des espaces totalement envahis par des arbustes ou des ligneux (Orelle, Saint-Martin-La-Porte). Elles ont montré que le coût de défrichement était très élevé et que ces actions n'avaient aucune pérennité s'il n'y avait pas d'utilisation agricole rapide. En effet, en l'absence d'entretien agricole, les espaces défrichés se referment rapidement.
Il est donc très important, si l'on veut garder l'espace ouvert[4], de maîtriser l'extension des friches arbustives denses et pour cela de maintenir une utilisation de cet espace au cours du temps qui puisse contrôler la dynamique de colonisation.

[1] Projet de loi d'orientation agricole enregistré à la présidence de l'Assemblée Nationale le 10 juin 1998.
[2] voir pour le point sur cette notion le chapitre 5-II-4-c.
[3] il s'agit en fait du rapport "éléments nutritifs sur humidité" le plus élevé.
[4] ce souhait de garder l'espace ouvert devrait être l'objet d'une médiation entre les différents utilisateurs, gestionnaires de l'espace et scientifiques.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

3 - La détection précoce des colonisations : un enjeu pour des communes qui favorisent l'image "paysage de montagne"

A Aussois, des dynamiques conduisant à l'installation de feuillus (le Moulin) ou de friches à épineux - genévrier, églantier, épine vinette (Rossanche) - existent et modifient l'image "paysage de montagne" dont nous venons de parler.
Pour cette commune de montagne, des conflits d'utilisation et de perception existent et conduisent à souhaiter un paysage ouvert et d'apparence agricole même si, par ailleurs, l'agriculture est en déclin. Pour éviter les coûts de remise en état d'espaces enfrichés, il faut se donner les moyens d'un diagnostic précoce d'enfrichement des espaces risquant de se fermer ou de voir leur végétation se modifier. Il s'agit de pouvoir fournir une aide à la décision afin d'optimiser les actions de contrôle de la dynamique des communautés végétales.

La détection précoce permet une gestion préventive à moindre coût, par exemple en fauchant de manière spécifique les parcelles qui apparaîtront les plus susceptibles d'évoluer, compte tenu des indices déjà existants de dynamique de végétation observable au niveau des écotones.

Dans cette perspective, la détection précoce doit nécessairement être fortement spatialisée puisque l'on veut pouvoir agir, au bon moment, au bon endroit afin de retarder ou d'empêcher une colonisation ligneuse.
Sa mise en œuvre nécessite donc de disposer d'indicateurs précoces nous renseignant sur les risques de modifications de la végétation. Ces indicateurs pourront être des espèces-clé à fort pouvoir de colonisation.

4 - Les écotones structure- clé de la transformation des paysages et indicateurs précoces des transformations

L'écotone décontraint est utilisé comme un outil d'analyse de la végétation, il permet par sa structure spatiale de prendre en compte le temps comme facteur-clé de la colonisation végétale. Il sert de point de référence pour évaluer, en fonction de la structure et de la composition en espèces des écotones contraints, le risque de colonisation ligneuse des parcelles bordant les écotones contraints si un arrêt des pratiques s'y produit.

En effet, nous avons montré[5] que la communauté végétale, en terme d'organisation, de structure et d'évolution est un intégrateur des pratiques anthropiques. L'ensemble des espèces constituant la communauté a subi les mêmes pratiques et s'est adapté aux contraintes générées par ces pratiques. La communauté végétale garde en mémoire les pratiques anciennes, mais peut être renouvelée si une espèce extérieure, à fort pouvoir colonisateur, s'y introduit. L'une des voies d'introduction de ces espèces extérieures est l'écotone, où elle a été limitée dans son développement. Il ne s'agit pas de la seule voie d'introduction dans un paysage en mutation ; la dissémination à grande distance par le vent, l'eau, les animaux ou l'homme sont également en jeu dans les colonisations de parcelles en déprise.
Si en Moyenne Maurienne, Delcros montre que "*plus les parcelles abandonnées sont encerclées par des formations forestières, plus la dynamique de recolonisation ligneuse est rapide*", il distingue cependant des logiques de colonisation différentes selon le taux de germination des espèces feuillues (traduction pour l'espèce du niveau d'adaptation au milieu) et la proximité du semencier potentiel (Delcros, 1993). Il n'y a donc pas de règles générales pour les espèces feuillues colonisatrices de Moyenne Maurienne, mais plutôt une augmentation des probabilités de colonisation quand il existe des semenciers dans l'écotone autour de la parcelle.
Nous avons vu que les disséminations d'espèces ligneuses, même anémochores, se produisent rarement au delà de 100 mètres (Smit, 1996). Par ailleurs, les disséminations en nucléation se produisent autour d'arbre ou d'arbuste servant de perchoir aux oiseaux. Dans les parcelles entretenues et en déprise que nous étudions, il n'y a que des espèces herbacées, cette colonisation par nucléation est donc réduite.

[5] voir le chapitre 3-I-2.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

L'ambition de ce travail n'est pas de faire la part des différentes possibilités de colonisation d'une parcelle en déprise. En raison de notre problématique et de notre échelle d'étude, nous nous focaliserons sur les colonisations à courte distance, par une colonisation frontale à partir d'un écotone. Les espèces-clé de cette colonisation seront donc vraisemblablement des espèces à multiplication végétative et des espèces sexuées à dissémination barochore[6] ou disséminées uniquement à petite distance, de l'ordre de la dizaine de mètres. Ces colonisations frontales seront étudiées à la fois de manière linéaire (étude d'écotones linéaires traversés par des transects) mais aussi concentrique (étude de transects disposés radialement autour de buttes en déprise).

5 - Evaluer les changements de biodiversité induits par la déprise agricole

Bien que le concept de l'écotone soit souvent relié dans la bibliographie à la biodiversité, il n'est pas un outil pour échantillonner la biodiversité. Toutes les espèces d'intérieur de taches sont, en particulier, absentes des relevés. Cependant, étudier l'évolution de la biodiversité dans ces milieux hétérogènes que sont les écotones et les parcelles en dynamique adjacentes, est une conséquence intéressante de l'étude dynamique. Vu le nombre de relevés que nous avons effectués[7], nous disposons d'une information sur la biodiversité des écotones, des parcelles en déprise, des prairies de fauche, ainsi que des bordures de friche et des bordures de forêt.
Par contre, nous ne pouvons pas prétendre avoir une information sur le nombre total d'espèces végétales de la commune. Les milieux d'altitude, les milieux très secs de l'Esseillon et les forêts n'ont, en effet, pas fait partie de nos relevés, car ils se situaient à l'écart de la problématique de la déprise agricole passée ou potentielle.

II - OBJECTIFS

1 - Connaître les dimensions temporelle et dynamique des écotones étudiés

Au sein de la mosaïque de milieux constituant le territoire de la commune, nous utiliserons le filtre de la physionomie de la végétation pour traduire le niveau d'intensité des pratiques. Ce filtre aboutissant à une cartographie statique des milieux, nous utiliserons les outils de l'écologie du paysage pour mesurer les tranformations du paysage à partir d'une analyse multidate d'images aériennes. Les écotones seront pris en compte à l'échelle du paysage, en réalisant l'inventaire des interfaces (définis par la nature des types physionomiques en contact au niveau de l'interface) et selon deux types fonctionnels (les écotones contraints et les écotones décontraints). Ce modèle simplifié du tapis végétal et de son organisation par rapport aux pratiques agricoles, est statique, il permet cependant, en opérant un changement d'échelle et de nature de l'objet étudié (l'écotone et son cortège floristique), d'aborder une dimension supplémentaire.

En effet, nous avons choisi une méthodologie d'échantillonnage et de relevés de végétation, de part et d'autre de l'interface, qui permet d'aborder les dimensions temporelle et dynamique de l'écotone grâce à l'approche spatiale du transect de relevés[8]. En effet, dans les écotones décontraints, la distance à la parcelle la moins gérée est reliée au facteur temps qui a permis la colonisation de cet espace. Dans les écotones contraints, la composition spécifique est reliée à la prédiction de l'évolution de cet écotone en cas d'arrêt des contraintes.

[6] une semence barochore est lourde, de grande taille et tombe simplement au pied du semencier à cause de son poids.
[7] au total 939 relevés sur des placettes de 2 m x 2 m.
[8] voir pour la description et la justification de cette méthode de relevé, le chapitre 8.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

2 - Repérer des modèles de dynamique qui induisent des changements de végétation

Les écotones sont des objets pertinents pour aborder l'étude de l'organisation et de l'évolution à l'échelle du paysage dans le cadre d'un processus de recolonisation végétale (Feltgen Didier, 1998). Nous avons choisi d'étudier les écotones décontraints, au niveau local, par leur composition floristique spatialisée. Ceci devrait nous permettre la mise en évidence des modèles de dynamique qui induisent des changements de type de végétation, donc éventuellement de paysage et de biodiversité.

Ces modèles seront identifiés par leur impact actuel dans le paysage (écotones décontraints) et par leur potentialité d'extension qui sera mise en évidence par l'analyse de la végétation des écotones contraints.

3 - Identifier des espèces-clé dans la colonisation

Nous essayerons de mettre en évidence les espèces-clé qui ont un rôle actif dans ces modèles dynamiques afin de mieux préciser le fonctionnement et l'évolution de ces modèles. Ces espèces devront avoir un fort potentiel dynamique, soit par la multiplication végétative soit par la reproduction sexuée. Elles modifieront de manière forte la composition de la végétation où elles se développent.

4 - Evaluer les risques de colonisation au niveau du paysage

La prédiction d'évolution des écotones contraints sera obtenue en spatialisant les informations des modèles des écotones décontraints. Les propositions de scénarios d'évolution et d'extension à l'échelle du territoire de la commune reposera sur la prise en compte des différents modèles étudiés. Ainsi, du niveau local (analyse des écotones) au niveau du paysage (des interfaces), une évaluation des risques de colonisation sera possible.

5 - Proposer des scénarios de variation de la biodiversité au niveau du paysage

De la même manière, nous appliquerons les résultats obtenus à l'échelle locale sur les variations de biodiversité selon les milieux et selon le type d'écotone, à l'échelle du paysage. Nous proposerons des scénarios de variation de la biodiversité.

Nous résumons les différents changements d'échelle effectués :

- pour étudier le paysage, et ses évolutions potentielles, au niveau de la commune, nous employons un modèle d'analyse de la végétation basé sur la physionomie de la végétation, en utilisant le pouvoir d'intégration fourni par la végétation et sa physionomie vis-à-vis des pratiques anthropiques ;

- à partir de ce modèle, nous extrayons un maillage d'interfaces physionomiques (séparant deux types physionomiques différents), ces interfaces sont linéaires, à deux dimensions et apportent une information instantanée ;

- par un changement d'échelle, nous passons alors à l'échelle locale, au niveau de l'écotone qui est la réalité-terrain de l'interface qui avait été tracée sur le modèle physionomique. Cet écotone est étudié dans son épaisseur, de part et d'autre de l'interface, par l'intermédiaire du cortège floristique. Nous ajoutons par cette prise en compte d'une extension spatiale de l'écotone, une dimension supplémentaire qui est la dimension temporelle, celle du temps

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

nécessaire à la colonisation végétale. Nous enrichissons donc le modèle simplifié en lui donnant une signification fonctionnelle, et ainsi un pouvoir de prédiction ;

- nous remontons alors à l'échelle du paysage, au niveau des écocomplexes puis de la commune entière, pour appliquer les résultats validés à l'échelle locale et proposer des scénarios d'évolution du paysage et de la biodiversité.

III – HYPOTHESES DE CE TRAVAIL

Pour mettre en place notre recherche, nous nous basons sur une série d'hypothèses et sur une série de choix raisonnés.

Le premier grand choix que nous avons fait est d'orienter l'axe des relevés floristiques des écotones, sur des transects allant du milieu le moins géré vers le milieu le plus géré. Nous choisissons, en effet, de n'étudier que les processus dynamiques liés à la diminution des pressions anthropiques. Nous considérons donc qu'il n'y pas de modification des contraintes dans le milieu le moins géré qui pourraient permettre une colonisation de ce milieu en provenance du milieu le plus géré (si la colonisation pouvait avoir lieu elle aurait déjà été réalisée).

La première hypothèse concerne la réactivité des écotones :

- les espèces dans les écotones contraints sont soumises à des pressions qui réduisent leur extension spatiale dans la parcelle adjacente gérée, alors que certaines de ces espèces ont un pouvoir dynamique fort ;

- l'arrêt des pratiques permet donc que s'expriment rapidement, dans les écotones devenus décontraints, les pouvoirs dynamiques forts des espèces colonisatrices.

Les deux volets de cette hypothèse traduisent le fait que l'écotone peut être un indicateur précoce des changements locaux — ici des pratiques anthropiques. Au niveau global, cette hypothèse est la base de nombreux programmes internationaux sur les changements climatiques, l'augmentation de la température ou l'augmentation de la teneur en CO_2 (Di Castri *et al.*, 1988). Nous pouvons la synthétiser en disant que l'écotone est pertinent pour aborder l'étude de l'organisation et de l'évolution des écosystèmes, à l'échelle d'un paysage engagé dans un processus de recolonisation végétale. Il est pertinent parce qu'il est le plus rapide à répondre aux variations des contraintes sur la végétation. La longueur des écotones dans le paysage attribue par ailleurs à cette structure une importance spatiale non négligeable.

Le choix raisonné, corollaire à cette hypothèse, est de ne s'intéresser qu'aux colonisations frontales, à courte distance et de ne pas étudier les colonisations pouvant venir d'autres éléments du paysage que les écotones.

La deuxième hypothèse relève de la notion d'espèces-clé de la dynamique :

- les espèces, repérées dans les écotones décontraints pour leur fort pouvoir dynamique, ont ce même pouvoir dynamique dans les écotones contraints et seront capables de coloniser un milieu où les pressions diminuent et provoquer des modifications de composition floristique, de biodiversité voire de paysage ;

- regarder le cortège floristique de part et d'autre de l'interface, donc dans le déroulement spatial de l'écotone, permet d'accéder à la dimension du temps en considérant que la façon dont les espèces sont distribuées permet de prédire des tendances dynamiques, des risques de

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

transformation de ces milieux dans le temps et l'espace. En échantillonnant les écotones, il s'agit d'aboutir à un modèle prévisionnel qui sera utilisable comme descripteur de la situation dynamique potentielle.

Résumé du chapitre 4

Le maintien d'un paysage attractif est devenu un enjeu économique pour les communes touristiques de montagne où l'agriculture diminue. La détection précoce et spatialisée des risques de colonisation ligneuse permet une gestion préventive à moindre coût de l'ouverture du paysage.

Nous étudions les écotones, structure-clé et indicateurs précoces de la transformation des paysages en faisant les hypothèses suivantes :

- *la dynamique de la végétation s'exerce du milieu le moins géré vers le milieu le plus géré ;*
- *l'écotone contraint réagit rapidement à l'arrêt des pratiques ;*
- *les espèces à fort pouvoir dynamique vont coloniser un milieu où les pratiques diminuent ;*
- *la composition floristique de part et d'autre de l'interface nous permet d'étudier la dimension spatiale et temporelle de l'écotone.*

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

TROISIEME PARTIE

Site d'étude
et méthodologie

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

CHAPITRE 5

AUSSOIS, SITE D'ETUDE

Après avoir mis en évidence les concepts et la problématique qui fondent ce travail, nous allons présenter le site d'étude choisi pour mener cette recherche.

I - CHOIX D'UNE UNITE DE GESTION DE L'ESPACE CULTURAL ET POST-CULTURAL

1 - La Moyenne Maurienne, une vallée en déclin

La vallée de la Maurienne s'est imposée comme site d'étude et de recherche pour traiter des conséquences de la déprise agricole sur les paysages et la biodiversité (Brun *et al.*, 1995).
En effet, la Moyenne Maurienne est, depuis 1989, l'un des sites atelier pour les recherches de l'équipe "écologie spatiale et fonctionnelle" dirigée par Jean-Jacques Brun (division Ecosystèmes et Paysages Montagnards du Cemagref de Grenoble). La quasi-totalité des recherches effectuées en Maurienne a eu lieu dans la partie moyenne de la vallée, sur l'adret de St-Michel-de-Maurienne (Bozon, 1989 ; Roy, 1990 ; Desmaris, 1991 ; Desmaris 1992 ; Delcros 1993) et sur la commune d'Orelle (Bruhier, 1993 ; Abecassis, 1994 ; Didier & Brun, 1997).

En Moyenne Maurienne, l'agriculture a pratiquement disparu. Les agriculteurs étaient double-actifs paysans-ouvriers (chimie ou métallurgie). La crise de l'industrie, à partir de 1950 et accentuée jusqu'en 1970, a été la cause de l'exode rural. Dans cette partie de la vallée, étroite et peu ensoleillée[1], aucun projet touristique n'a pu voir le jour. La double activité n'est donc plus possible car aucun autre demi-emploi n'a été créé. La perte du demi-emploi industriel (Desmaris, 1991) n'a pas été compensée et les anciens double-actifs paysans-ouvriers ont quitté la vallée. Actuellement, aucun agriculteur n'est présent dans les hameaux de St-Michel-de-Maurienne, tels Le Thyl et Beaune.

"*Nous avons assisté en 1953 au basculement de systèmes agricoles vers des systèmes dynamiques post-culturaux orchestrés au Thyl par les stades de friches et à Beaune par les stades de formations forestières ouvertes*". La "*situation caricaturale de déprise*" (Delcros, 1993) de cet adret s'est traduite par une colonisation ligneuse intense, qui enferme les hameaux dans la forêt, sans possibilité de revenir à un paysage plus ouvert. En effet, le défrichement est trop coûteux et ne pourrait être envisagé que s'il y avait l'assurance d'un entretien de l'espace défriché. Ce n'est pas le cas dans ces hameaux en l'absence d'agriculture. L'entretien de l'espace n'est donc plus assuré.

[1] ce secteur de la Moyenne Maurienne s'appelle les gorges houillières, du fait de son substrat géologique et de son encaissement.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

La Haute Maurienne, elle, présente encore des communes où l'activité agricole persiste, malgré un déclin sensible depuis 1950.

2 - La Haute Maurienne : des communes à enjeux environnementaux et paysagers

Le niveau communal semble la meilleure unité spatiale de gestion pour répondre à la problématique de cette recherche. En effet, la commune est une unité de gestion, à la fois en terme d'administration de la vie publique, mais aussi en terme de gestion de l'activité agricole. Cette unité de gestion agricole est plus perceptible pour une commune de montagne que de plaine. En effet, en montagne, les conditions climatiques hivernales et la nécessité de partager des ressources en quantité finie (terre, eau, ...) ont renforcé la cohésion communale et celle-ci se maintient malgré les changements de mode de vie. Cette notion de cohésion communale est d'ailleurs retenue pour la définition des zones de montagne (décret n° 61-650 du 23 juin 1961). En effet, ce sont les caractéristiques du territoire communal qui classent ou non l'exploitation en zone de montagne (Veyret, 1954) et non les caractéristiques de l'exploitation elle-même.

La mosaïque paysagère actuelle d'une commune de montagne est entièrement issue de l'action de ses habitants depuis des siècles. Le cadastre sarde de 1728, nous montre que depuis 250 ans au moins, les grandes unités paysagères des communes ont été utilisées en fonction de leurs potentialités. Les communautés villageoises des siècles passés ont créé et entretenu ces espaces. Les Alpes "*constituent un capital à la conservation duquel nous sommes tous intéressés, ce qui veut dire que nous avons tous à l'égard des agriculteurs de montagne une dette dont peu sont pleinement conscients*", puis "*l'hiver , la neige cache si bien les marques de l'activité rurale qu'il faut un effort de réflexion pour imaginer ce que le ski doit à des générations de paysans.*" (Veyret, 1954). Actuellement, les acteurs capables d'agir de manière fine sur cet espace sont soit les agriculteurs qui continuent d'exploiter leurs parcelles, soit les employés communaux si la municipalité affiche la priorité d'entretenir l'espace ouvert.

Dans le contexte de déclin de la population des villages de la vallée de la Maurienne, les communes qui offrent des emplois mais aussi une qualité de vie sont les seules qui peuvent espérer stabiliser leur population permanente, voire l'augmenter. La qualité de vie dans une commune résulte de l'interaction de tous les acteurs présents sur la commune. Elle va être la synthèse inconsciente et personnelle pour chaque habitant d'une multitude de facteurs, par exemple la quantité des services disponibles (commerces, école, poste, médecin, activités de loisirs...), la facilité d'accès et la distance au lieu de travail, *etc.* La qualité du paysage fait partie intégrante des éléments qui conditionnent notre confort de vie. Le risque de voir le paysage se modifier par extension de la friche ou de la forêt au détriment des espaces cultivés interpelle chaque habitant à des degrés divers, mais le laisse rarement indifférent quand on lui montre des visualisations des modifications possibles de son cadre de vie ou quand il regarde les conditions de vie dans les communes voisines totalement enfrichées.

Cependant, le souci de prendre en compte le paysage ne s'exprime pas directement vis-à-vis des élus ou de leur part. Une sensibilisation préalable aux problèmes de paysage semble indispensable pour faire émerger cette demande. Il est donc important de savoir s'il existe dans la commune concernée par notre étude de la dynamique de végétation, quelques personnes sensibilisées aux risques de modification du paysage. Il est préférable que ces personnes aient une possibilité d'agir directement ou indirectement sur l'espace.

3 - La commune d'Aussois : un espace montagnard au cœur des enjeux liés au paysage et à la biodiversité

Cette commune de l'entrée de la Haute Maurienne est une commune touristique à la fois l'hiver et l'été avec un développement tourné vers la qualité de l'accueil, la dimension humaine de la station et la mise en valeur du patrimoine dans le cadre d'une station-village. Cette activité touristique d'hiver et d'été, de la station-village d'Aussois est une raison majeure du maintien de l'activité agricole du fait de la pluri-activité permise au sein des exploitations agricoles.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

L'attrait de la commune en saison hivernale est davantage basé sur son paysage et sa qualité de vie (notion reprise partout de "*station village* ", "*du charme d'un village préservé* "...) que sur son domaine skiable[2].
En été, sa situation de Porte du Parc National de la Vanoise (Fort Marie-Christine) est un atout patrimonial et environnemental exploité dans les documents publicitaires du village. En témoignent ces quelques lignes : "*aux portes du Parc National de la Vanoise, sur un plateau ...*" (brochure Aussois, 1996), "*à 7 km de Modane et du tunnel routier du Fréjus, Porte du Parc National de la Vanoise, Aussois - traditionnel village savoyard - s'est orienté ...*" (brochure Aussois station-village en Vanoise, été 1997).
Bien qu'une déprise agricole se soit fait sentir depuis 1950, il reste une population agricole à Aussois qui fauche les prairies et utilise des terrains de parcours et des alpages (troupeaux de vaches, de moutons et quelques chèvres et chevaux). Cependant une modification du paysage a déjà eu lieu et a été perçue négativement, la perception étant focalisée sur la friche (Héritier, 1996).

II - PRESENTATION DU SITE D'ETUDE

1 - Situation de la commune d'Aussois

La commune d'Aussois (Savoie) est située sur un plateau en amont d'un verrou rocheux qui constitue l'entrée de la Haute Maurienne (figure 22).

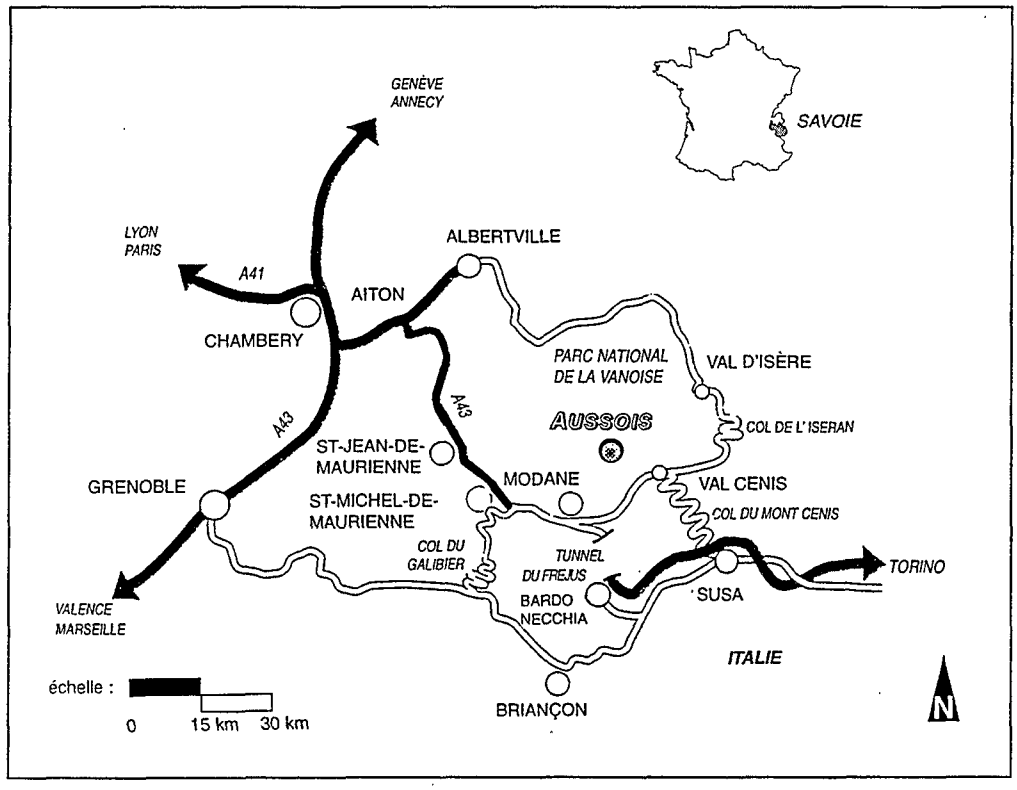


Figure 22 : Situation d'Aussois (6° 45' E, 45° 13' N)

Traversé en son point le plus bas (1130 m) par l'Arc, fortement encaissé dans une gorge (100 m de profondeur), Aussois occupe l'adret et l'ubac de la vallée, mais la majeure partie de la commune s'étend à l'adret. La superficie totale de la commune est de 4293 hectares. Environ 450 hectares sont répartis de 1100 à 2200 m à l'ubac et occupés par la forêt du Nant. Environ 3800 hectares sont répartis de 1100 à 3521 m

[2] située en adret très bien exposé au soleil, de 1500 à 2750 m, les conditions d'enneigement ne sont pas de nature à assurer seules la réputation de la station.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

(Pointe de Labby) à l'adret. La partie adret de la commune correspond aux bassins hydrographiques des ruisseaux de St-Benoît et de St-Pierre. Le village, situé au centre du plateau occupé par des prés de fauche, est à une altitude de 1490 m (figure 23).

Figure 23 : Carte de la commune d'Aussois (d'après la TOP 25 3534 OT - les trois vallées - Modane - Parc National de la Vanoise ; IGN 1991©)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

2 - Les facteurs du milieu

a) Le climat

Le climat est de type montagnard continental avec un fort déficit pluviométrique. Les températures estivales sont modérées bien que l'insolation[3] soit forte d'avril à octobre. Les hivers sont assez rigoureux.
Aussois est limitrophe de la commune d'Avrieux, station météorologique ancienne, considérée comme "pôle de sécheresse" (figure 24) de la Maurienne[4] (Blanchard, 1943). Il est même possible de parler d'aridité estivale puisque l'indice De Martonne[5] à Avrieux est de 31,4, donc inférieur à 40, seuil de l'aridité (Fournier, 1985).

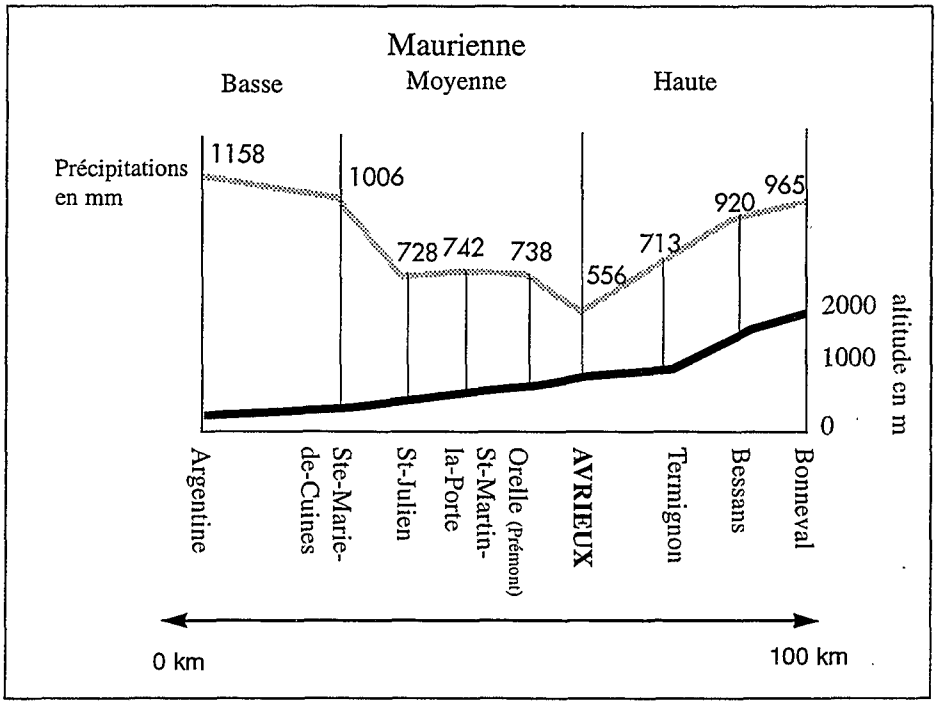


Figure 24 : Transect altitudinal et des précipitations moyennes annuelles le long de la vallée de la Maurienne (modifié d'après Fournier, 1985)

La moyenne des précipitations de 1950 à 1960 est de 741 mm sur l'année répartis assez régulièrement selon les saisons et sous forme de pluies de faible intensité :

- septembre - octobre - novembre : 25 % des précipitations
- décembre - janvier - février : 35 % des précipitations
- mars - avril - mai : 18 % des précipitations
- juin - juillet - août : 22 % des précipitations

Si la pluie est peu abondante à Aussois, il n'en est pas de même de la neige, avec au village (1490 m), une hauteur de neige cumulée par hiver[6] de 3,58 m (moyenne des années 1950 à 1966 cité par Dedieu, 1983). Cependant, d'une année à l'autre, la quantité de neige peut varier d'un facteur de 1 à 3. L'enneigement du village dure environ quatre mois de décembre à fin mars.

[3] voir en annexe 2, pour l'année 1986, le suivi journalier de l'évapotranspiration.
[4] *"Le pôle de sécheresse s'étend de St-Julien-de-Maurienne à Termignon avec un minimum à Avrieux."* (Fournier, 1985)
[5] indice de Martonne : i = P/T+10.
[6] du 1/10 au 1/6 (période de calcul des hauteurs de neige cumulées, fixée par Météo France).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Aussois est réputé pour son ensoleillement (245 jours sans pluie en moyenne[7] par an). La moyenne annuelle des températures est de 7,1°C. Janvier est le mois le plus froid (moyenne mensuelle 0,4 °C) et juillet et août les mois les plus chauds (moyenne mensuelle 16 °C). En moyenne, il y a 133 jours de gelée par an (température minimale inférieure à 0°C). Seuls les mois de juin, juillet et août sont à l'abri des gelées (voir annexe 2).

Les vents prédominants à Aussois sont :

- le vent d'ouest, "la Vanoise", qui amène la pluie et la neige ;
- le vent du nord, "la bise", qui accompagne le temps froid et ensoleillé de l'hiver et souffle plutôt sur les hauteurs ;
- le vent du sud-est venant de l'Italie "la lombarde", fréquemment tiède, qui fait fondre la neige.

Il existe aussi, comme dans toute vallée de montagne, les vents verticaux thermiques :

- la brise de vallée : très fréquente de mai à septembre qui monte de la vallée de la fin de la matinée au soir ;
- la brise de montagne : surtout en automne qui descend des sommets et souffle de l'aube au début de l'après-midi.

b) La géologie

Les crêtes dominant la commune, du Col du Barbier au Col de Labby, font partie du socle métamorphique des Dômes de la Vanoise d'âge permo-houiller (schistes cristallins, arkoses, poudingues et quartzites). Le point culminant de la commune (et tout le bloc de la Dent Parrachée qui est une écaille de charriage) est constitué de calcaires noirâtres et schisteux du lias (Debelmas *et al.*, 1989).

L'ossature du plateau d'Aussois et, de manière bien visible, les buttes qui supportent les forts sardes et les gorges de l'Arc sont composées de calcaires résistants du trias. Ces calcaires sont parfois métamorphisés en marbre (Carrière des Lauzes) et polis par les glaciers quaternaires (affleurements de l'Esseillon). Ils ont été dégagés par l'érosion du gypse et des cargneules (la couche de gypse ayant formé la semelle de l'écaille charriée).

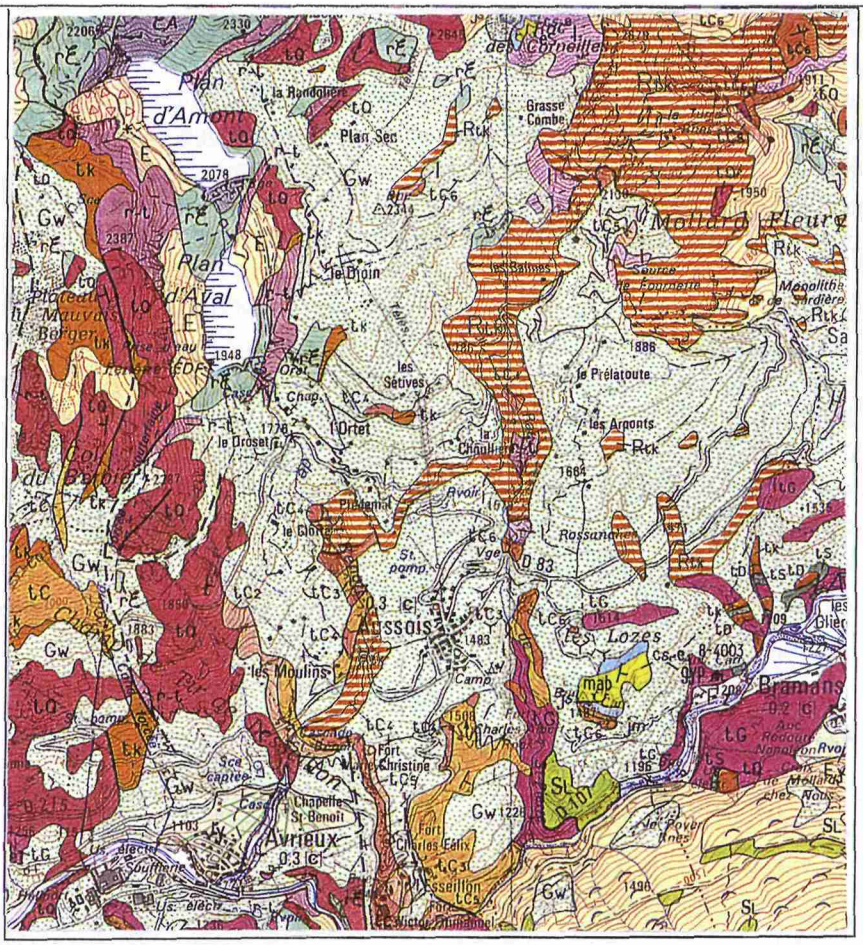
Les gypses sont profondément creusés par les ruisseaux du fait de leur faible résistance mécanique. Ils induisent des risques potentiels d'effondrement de terrain par érosion souterraine car ils sont très sensibles à la dissolution par les eaux. Une partie des gorges des ruisseaux est constituée de cargneules hétérogènes à résistance variable. Les parties les plus dures, dégagées par l'érosion, forment le relief accentué des Balmes et l'aiguille du Monolithe de Sardières.

La majeure partie des secteurs à faible pente de l'adret est recouverte de placages morainiques würmiens, d'épaisseur variable, qui ont permis l'installation de sols fertiles mais caillouteux.

En ubac, la forêt du Nant occupe la nappe des schistes lustrés et est sujette à des glissements de terrain.

[7] toutes les données moyennes concernent la moyenne des années 1966 à 1995, données Météo France (Chambéry), station Aussois Le Coin Dessus, 1490 m, indicatif 73023001 (annexe 2).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



QUATERNAIRE

E — Eboulis, formation de versant
1 - cône d'éboulis et d'avalanches
2 - éboulis à gros blocs

Rtk — « Croûte calcaire » (brèche de pente à ciment de cargneule)

Jz — Cône de déjection actuel

Fz — Alluvions actuelles

Fy — Alluvions anciennes

Gz, FGz, Gwb, Gtk, Gw, Gwa

Gz - Formation glaciaire, post-würmienne à historique avec vallum
FGz - Formation fluvio-glaciaire récente
Gwb - Formation glaciaire du Würm récent avec vallum
Gwa - Formation glaciaire du Würm ancien avec vallum
Gw - Formation glaciaire würmienne indifférenciée
Gtk - Moraine constituée de cargneule reconstituée

ZONE BRIANÇONNAISE

cs-e — Crétacé supérieur - Paléocène : marbres chloriteux

js — Malm : marbres à patine claire

l — Lias : calcschistes phylliteux et siliceux
1 - brèches dolomitiques du Petit Mont

h — Lias inférieur (Hettangien probable) : banc calcaire massif et calcschistes sombres

tC6 — Norien *p.p.* : dolomies claires («Dolomie principale»)

tC5, tG, tk — Carnien *p.p.* : brèches dolomitiques, dolomies, calcaires noirs, et probablement gypse (tG) et cargneules (tk)

tC, tC4, tC3, tC2, tC1-2, tC1

tC4 - Ladinien : dolomies
tC3 - Anisien supérieur à Ladinien inférieur : alternance de calcaires et de dolomies (« calcaires rubanés »)
tC2 - Anisien moyen et base de l'Anisien supérieur : calcaires et dolomies
tC1 - Anisien inférieur et Scythien supérieur : dolomies, « calcaires vermiculés », schistes carbonatés et argilites
tC1-2 - Anisien indifférencié
tC - Trias moyen indifférencié

tQ — Trias inférieur : quartzites

r-t — Permo-Trias : quartzites phylliteux et schistes séricitéux parfois conglomératiques (1)

r, rN, rCg, rE, rR

r - Permien : schistes rouges et grès conglomératiques (flanc ouest de la zone houillère)
rCg - Quartzites et conglomérats (aiguille Doran)
rN - Schistes noirs (pointe de l'échelle)
r ξ - Micaschistes («schistes bleus») de la Vanoise méridionale
r*R* - Schistes chlorito-albitiques du col de Rosoire et de Fond d'Aussois

ZONE DES GYPSES

tG, tS, tD

Carnien
tG - Gypse et anhydrite
tS - Schistes à *Equisetum*
tD - Dolomies

tk — Cargneules

ZONE DES SCHISTES LUSTRÉS

SL, SLcs, SLcm, SLci

SL - Schistes lustrés indifférenciés
SLcs - Calcschistes et calcaires attribués au Crétacé supérieur
SLcm - Schistes calcareux attribués au Crétacé moyen
SLci - Calcaires attribués au Malm-Néocomien

Figure 25 : Extrait de la carte géologique Modane (BRGM)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

c) La topographie

Sur l'adret, entre l'Arc (1130 m) et le plateau (1450 m), (figure 26, A), se succèdent des plans inclinés et cultivés et des barres rocheuses. Ce secteur se termine par une barre rocheuse occupée par les forts sardes (Forts Marie-Christine, Charles-Albert et Victor-Emmanuel).
Le plateau (figure 26, B) à très faible pente (1450 à 1600 m) est découpé par deux profonds canyons (ruisseaux du St-Benoît et du St-Pierre). La partie centrale où se situe le village est occupée par des prés de fauche.
Le versant (figure 26, C) à pentes plus fortes (1600 à 1900 m) est occupé principalement par la forêt, de pins sylvestres aux altitudes les plus faibles, puis d'épicéas, de pins à crochet et de pins cembro. Cette bande boisée est interrompue par plusieurs alpages — appelés localement montagnettes — installés sur les pentes les moins fortes : le Droset, l'Ortet, les Côtes, la Choullière, le Prélatoute, les Arponts.
Au-delà de 2200 m, la forêt disparaît et les pentes végétalisées constituent les alpages. Le ruisseau du St-Benoît qui débute au Fond d'Aussois traverse 3 replats glaciaires (figure 26, D). Ces replats étaient autrefois occupés par des alpages de grande qualité. Les deux replats inférieurs ont été noyés par les lacs des barrages hydroélectriques de Plan d'Amont et Plan d'Aval.

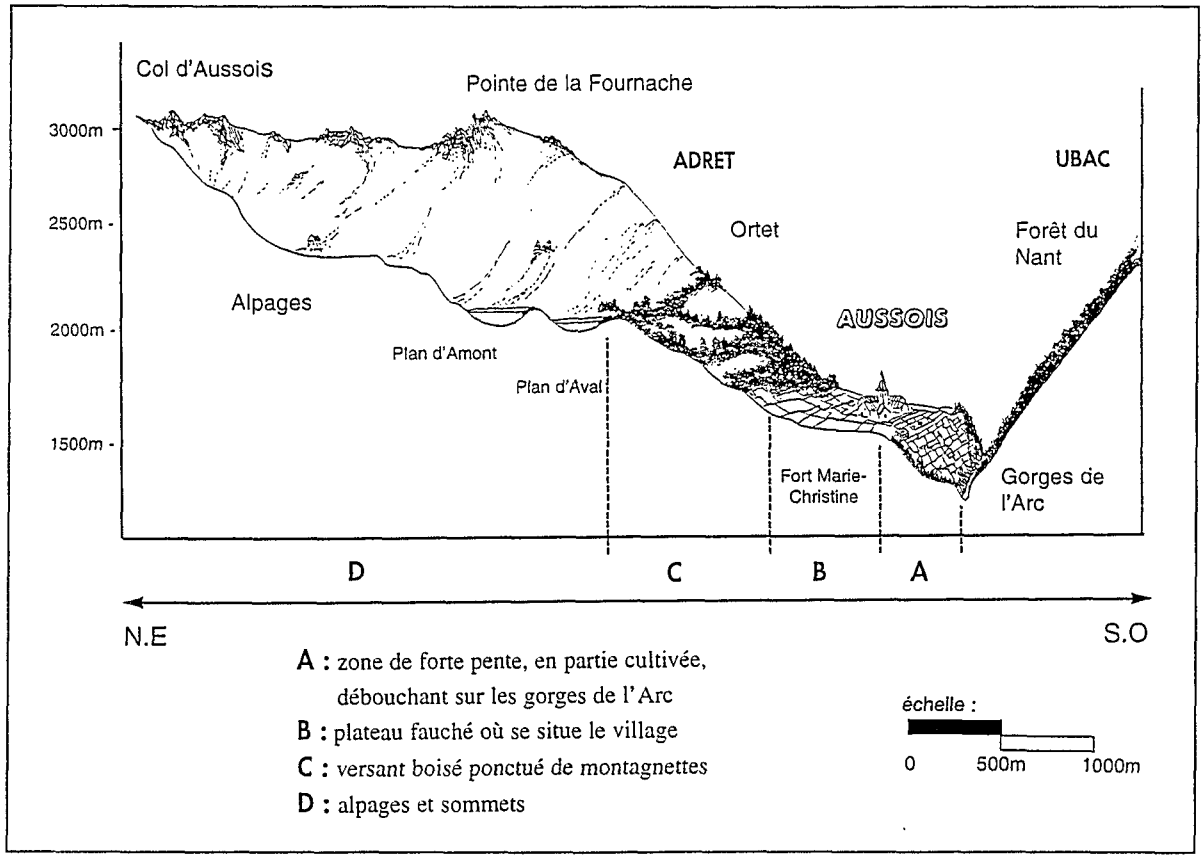


Figure 26 : Coupe transversale de la commune d'Aussois (d'après Cretin, 1994)

d) Les sols

Les sols des secteurs cultivés de la commune situés sur la moraine sont des sols très calcaires : des sols bruns calcaires ou calciques. Les humus sont des eumulls (Richelot, 1997). L'utilisation humaine a profondément modifié les sols. L'apport régulier et important de fumiers sur les cultures et les prés de fauche a ainsi fortement augmenté la fertilité des sols. Dans les siècles passés, des céréales et des pommes de terre[8] étaient cultivées sur les adrets jusqu'à 1800 m avec de fortes fertilisations organiques[9]. Celles-ci

[8] Les pommes de terre ont été cultivées à partir de 1814

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

s'expriment encore dans la végétation, en particulier par l'abondance des pissenlits (Roumet & Fleury, 1994).
Sous forêt, il s'agit de sols bruns eutrophes ou mésotrophes. Les humus sont également de type mull, sauf sous pessière où il existe des humus de type moder ou mor (Richelot, 1997).
Dans le secteur de l'Esseillon, il existe des sols très peu évolués, lithosols sur dalle calcaire.

e) Les compartiments géomorphologiques

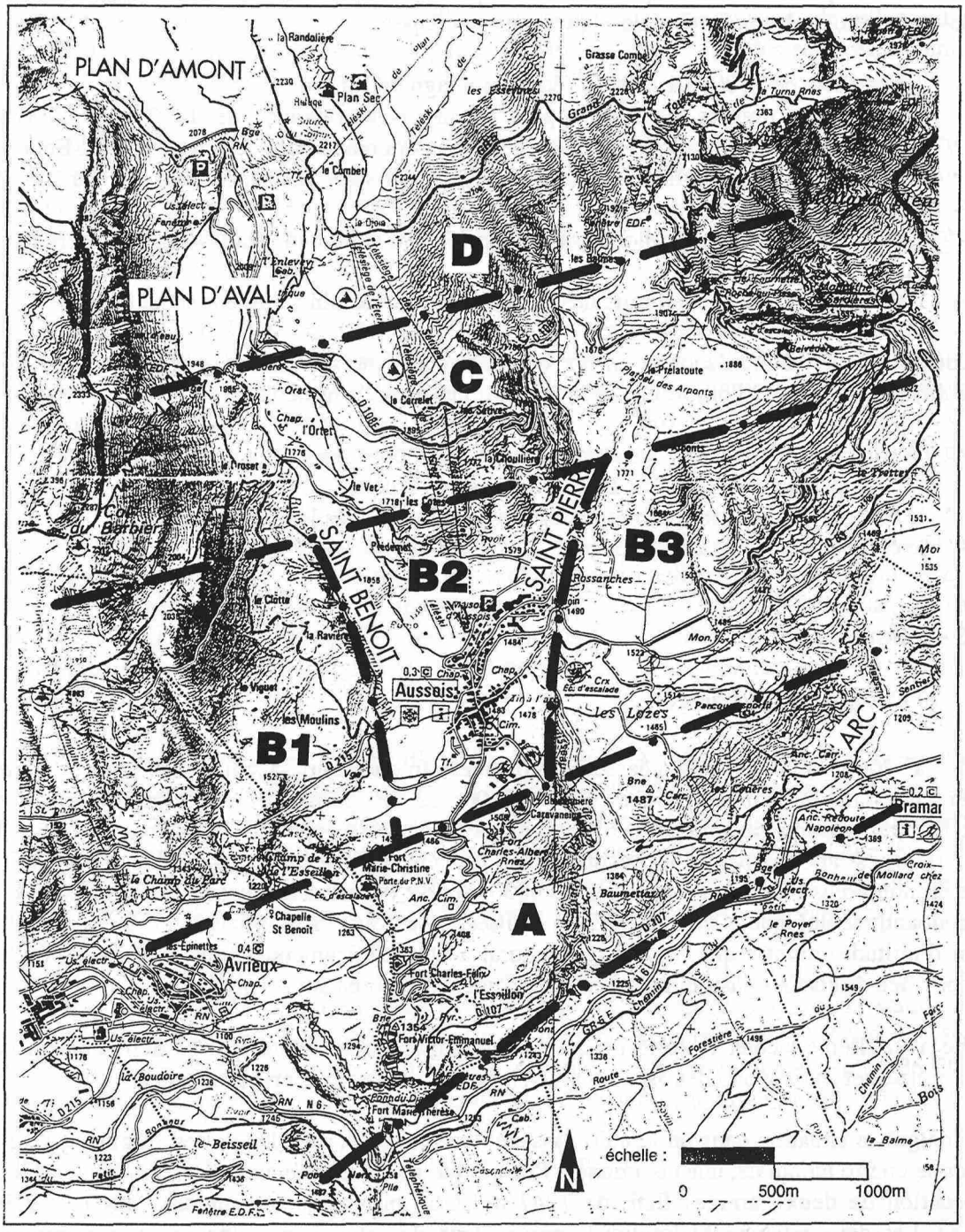


Figure 27 : Les compartiments géomorphologiques de l'adret d'Aussois (fond de carte TOP 25 3534 OT - les trois vallées - Modane - Parc National de la Vanoise ; IGN 1991©)

[9] Les apports fertilisants en Haute Maurienne sont surtout des apports de matière organique : une fois par an pour les lisiers liquides (20 à 30 T/ha) et tous les deux à cinq ans pour les fumiers et les lisiers secs (10 à 20 T/ha/an) avec parfois des apports instantanés énormes (160 T/ha) (Roumet & Fleury, 1994).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Les données de géologie, de topographie et de pédologie permettent de délimiter des compartiments géomorphologiques (figure 27)
Ce découpage est basé sur trois grands facteurs :

- l'altitude,
- la coupure topographique des gorges des deux ruisseaux (St-Benoît et St-Pierre),
- la disponibilité en eau.

Le facteur altitude permet de découper l'adret en quatre "étages" correspondant à peu près aux limites altitudinales des étages de végétation classiques dans les Alpes :

- l'Esseillon, de 1100 m à 1400 m (étage montagnard inférieur) ;
- la zone des prairies de fauche plus ou moins entretenues de 1400 m à 1700 m (étage montagnard supérieur), elle-même découpée latéralement par les canyons du St-Benoît et du St-Pierre en trois compartiments géomorphologiques selon la disponibilité en eau : le Moulin, le Plateau et Rossanche ;
- la zone de la forêt et des montagnettes, de 1700 m à 2000 m (étage subalpin inférieur) : Ortet et Arpont ;
- l'alpage, de 2000 m à la limite des éboulis (étage subalpin supérieur et étage alpin).

Le secteur d'étude est donc découpé en six compartiments géomorphologiques (figure 27) qui ont été exploités différemment par l'homme en fonction des conditions de milieu :

- le compartiment A aux conditions sèches était occupé par des cultures,
- les compartiments B1, B2 et B3 par des prés de fauche,
- le compartiment C par la forêt et des prés de fauche dans les montagnettes,
- le compartiment D par les alpages.

3 - L'homme

a) L'occupation humaine

Dès 8000 à 7000 ans BP, des chasseurs nomades fréquentent saisonnièrement la commune. Le réchauffement climatique du néolithique (7000 à 5500 ans BP) permet l'installation des hommes dans la vallée et la fréquentation saisonnière de la montagne avec les troupeaux. Cette fréquentation (Ballet & Raffaelli, 1990) est attestée par la découverte d'une hachette en quartzite et de pierres gravées de cupules ainsi que de nombreuses gravures rupestres de 3000 ans BP découvertes jusqu'à 2800 m (annexe 3). Une analyse pédoanthracologique (Carcaillet, 1996) réalisée à Aussois et à St-Michel-de-Maurienne (de 1700 m à 2700 m d'altitude) montre que le paysage cultural a été précocement organisé. Dès le néolithique, les hommes ont créé des taches pastorales de surface réduite en déforestant par le feu.

Du XIème au XIIIème siècle, la forte poussée démographique se traduit par le défrichement des terres boisées d'altitude et l'utilisation des espaces plats, modelés par les glaciers, en alpages.

Aussois, malgré sa situation dans un lieu de passage transfrontalier, est depuis son origine et jusqu'à la fin de la seconde guerre mondiale, une commune à l'économie agricole montagnarde vivant en quasi-autarcie.
La construction de deux barrages EDF de 1947 à 1956[10] provoque une rupture dans la société rurale aussoyenne. Les deux retenues hydrauliques noient deux des plus beaux alpages de la commune et sept chalets (Plan d'Aval et Plan d'Amont). Le circuit traditionnel d'estive est alors perturbé par cette mise en eau de ces alpages (Cabaud, entretien avec Héritier) En outre, l'embauche de villageois sur les chantiers provoque un désintérêt pour l'agriculture et le début de la déprise agricole. Les jeunes de la commune ont

[10] qui assure un revenu important à la commune par les taxes professionnelles.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

pu mesurer alors la différence de rentabilité du travail, en terme financier, entre le travail dans l'exploitation agricole familiale et un emploi salarié.

b) Le développement du tourisme

Dans les années 1950, un premier grand centre de vacances (celui du C.N.R.S.) est construit.

Le tourisme d'hiver est l'activité qui a provoqué le plus de mobilisation des habitants. En 1952, un téléski est mis en place sur une initiative privée. En 1959, une association de commerçants du village crée un autre téléski mais le démarrage du ski se fait mal en partie à cause de la réticence des services administratifs de l'Equipement (Chardonnet, 1983).

En 1969, la municipalité, prise à partie par un groupe de jeunes du village souhaitant rester vivre au pays, crée une Régie Municipale des Remontées Mécaniques et entame la construction de remontées mécaniques. Le concept de base du tourisme à Aussois est celui d'une station-village où la municipalité garde la maîtrise constante du développement et où le tourisme devient le moteur d'autres activités (agriculture, artisanat d'art, petits commerces, ...).

En 1978, la régie devient Régie des Equipements Touristiques et l'équipement du domaine skiable se poursuit, en particulier par l'ouverture de télésièges permettant un meilleur accès à un domaine skiable d'altitude. Cependant l'extension des pistes de ski en altitude est bloquée par les limites de la zone centrale du Parc National de la Vanoise. "*Puisqu'elle* [la commune] *ne peut pas accentuer son domaine skiable, elle met l'accent sur le cadre de vie (nature) plutôt que sur le rendement*" (M. Pujos, SEATM, cité par Brucci, 1993).

Actuellement le domaine skiable s'étend de 1500 m à 2750 m, il comprend 50 km de piste et 11 remontées mécaniques. L'installation d'un réseau de production de neige artificielle est en place depuis le début de la saison d'hiver 1997-1998 afin d'assurer un enneigement de la zone 1500 m - 2000 m , la plus sujette à la fonte rapide de la neige vue sa faible altitude, son exposition et l'ensoleillement hivernal.
La régie d'équipement touristique qui gère la station procure 22 % des emplois de la commune (Brucci, 1993).

Cependant, avant l'apparition de ce tourisme d'hiver mobilisateur, Aussois avait aussi su créer et entretenir un tourisme d'été. L'attractivité du village en été est renforcée en 1963, par la création du Parc National de la Vanoise (premier Parc National français). La totalité du territoire de la commune est en zone périphérique du Parc et la zone d'alpages est pour partie en zone centrale (Râteau, pointe de l'Echelle, fond d'Aussois, massif de la Dent Parrachée). Depuis sa restauration, le fort Marie-Christine est une porte du Parc National de la Vanoise (centre d'information sur le Parc) et un centre d'hébergement de randonneurs.

La proximité du Parc National de la Vanoise est bien évidemment un atout de poids pour attirer les randonneurs et les amateurs de "nature". Mais dès le début de la mise en place de la station-village, la municipalité a voulu développer une image de marque de "tourisme intelligent". L'un des événements marquants de la saison, est la Semaine Culturelle d'Aussois, qui propose, depuis plus de 20 ans, des conférences, des expositions et des visites sur un thème du milieu montagnard renouvelé tous les étés.

La capacité d'accueil en 1991 était de 3200 lits touristiques (Brucci, 1993).

c) L'évolution démographique

Les variations fortes du nombre d'habitants d'Aussois (figure 28) s'expliquent par les conditions historiques qui ont amené temporairement des populations extérieures. Le pic autour des années 1840 est dû à la

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

construction des forts sardes (à l'arrivée temporaire d'ouvriers et aux garnisons installées dans les forts) ; celui de 1955 correspond à la construction des barrages EDF de Plan d'Aval et Plan d'Amont.

En 1925 et en 1975, la population était de 335 habitants. Depuis 1975, la population d'Aussois augmente à un rythme élevé : + 29 % de 1975 à 1982, + 23 % de 1982 à 1992 ce qui est l'opposé de la quasi totalité des communes de Maurienne. La moyenne de croissance de la population des communes de Savoie entre 1982 et 1992 est de 0,5 % (Brucci, 1993). Le défi des jeunes d'Aussois lancé à la municipalité en 1969 s'est donc révélé payant : les jeunes sont restés au village et ils y ont été rejoints par des habitants de la vallée (Modane par exemple) qui trouvent à Aussois une qualité de vie meilleure.

En 1993, Aussois comptait 530 habitants dont 269 actifs parmi lesquels 76 % travaillaient à Aussois (Brucci, 1993).

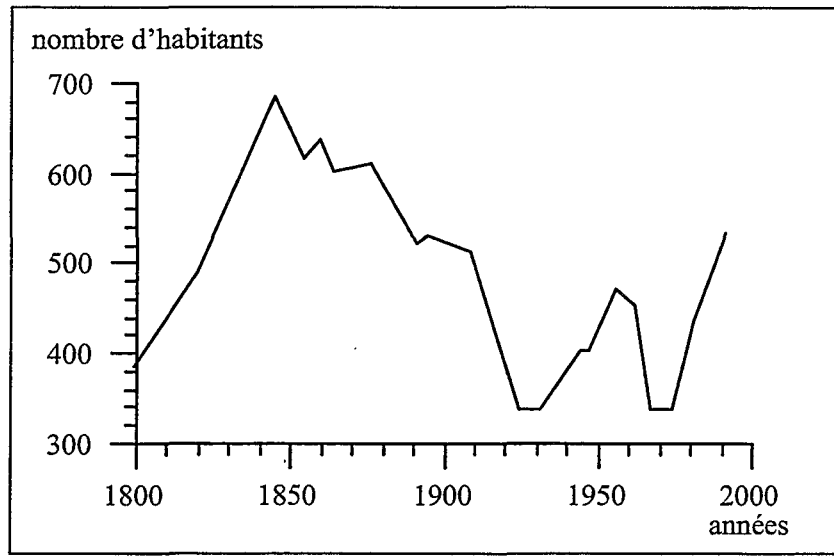


Figure 28 : Evolution de la démographie à Aussois entre 1800 et 1992 (d'après Marnézy, 1984)

La qualité de vie reconnue à Aussois, tant par les touristes, que par les nouveaux habitants permanents de la commune, est un équilibre fragile. Entre trop ou pas assez se développer, la commune est aujourd'hui face à un nouveau choix, comme elle l'a été en 1969. Cet avenir passe par des enjeux forts axés sur la conservation du patrimoine d'Aussois : patrimoine bâti à ne pas défigurer par une explosion de nouveaux immeubles, patrimoine naturel dont l'expression la plus directement perceptible est le paysage.

d) L'enjeu paysager

Le paysage d'Aussois se caractérise actuellement par une grande lisibilité[11]. Les logiques d'utilisation sont claires : habitat groupé, cultures et prairies de fauche autour du village et sur les deux zones de pentes moyennes du Moulin et de Rossanche, forêt ouverte par quelques montagnettes bien nettes assurant la transition avec le domaine de l'alpage puis des sommets minéraux. Le paysage est également bien structuré par des formes et lignes bien nettes : le massif de la Dent Parrachée de forme pyramidale mis en valeur par la zone d'alpages, deux coupures latérales fortes des deux canyons qui isolent le plateau autour du village et lui confèrent une identité très nette. Le tracé des pistes de ski et des remontées mécaniques, bien qu'il eût pu être mieux aménagé dans sa traversée de la forêt, n'a pas défiguré le paysage (Fischesser, com. pers.).

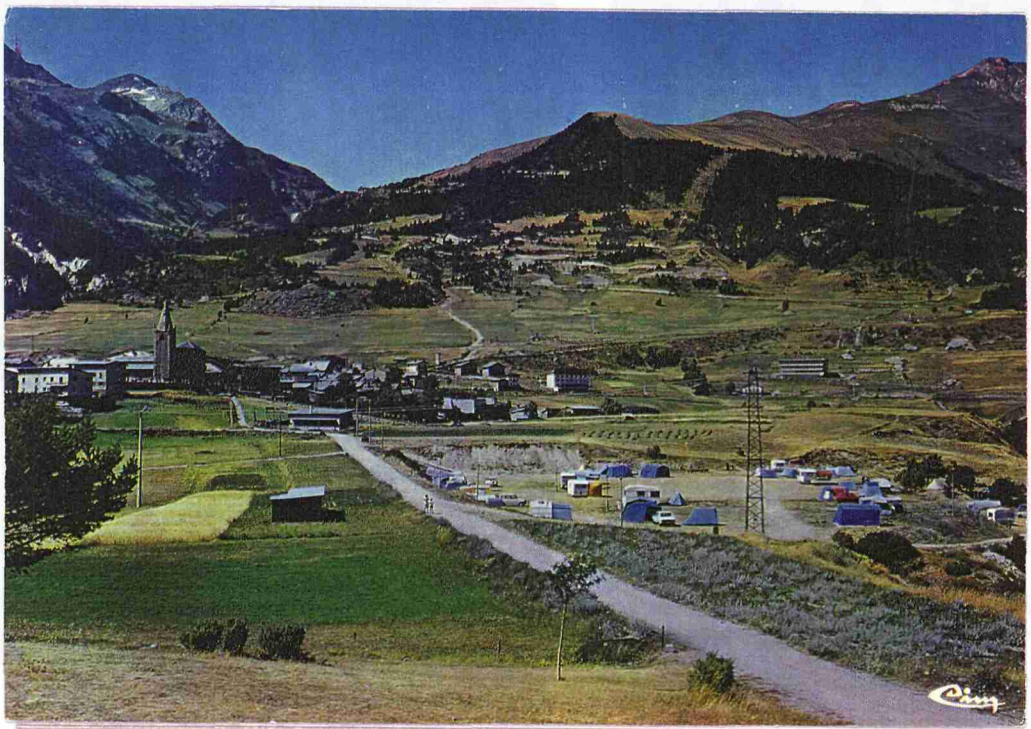
[11] le concept de lisibilité est défini par B. Fischesser comme la facilité de lecture d'un paysage. "*La plupart des observateurs interrogés sur l'attrait d'un paysage revendiquent que sa lecture soit aisée. Elle le sera d'autant plus que les éléments qui composent ce paysage sont faciles à regrouper visuellement* [...] *et au fait que les éléments du paysage se rattacheront de façon évidente aux logiques écologiques et socio-économiques qui ont présidé à son agencement.*" (Fischesser & Dupuis, 1996)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

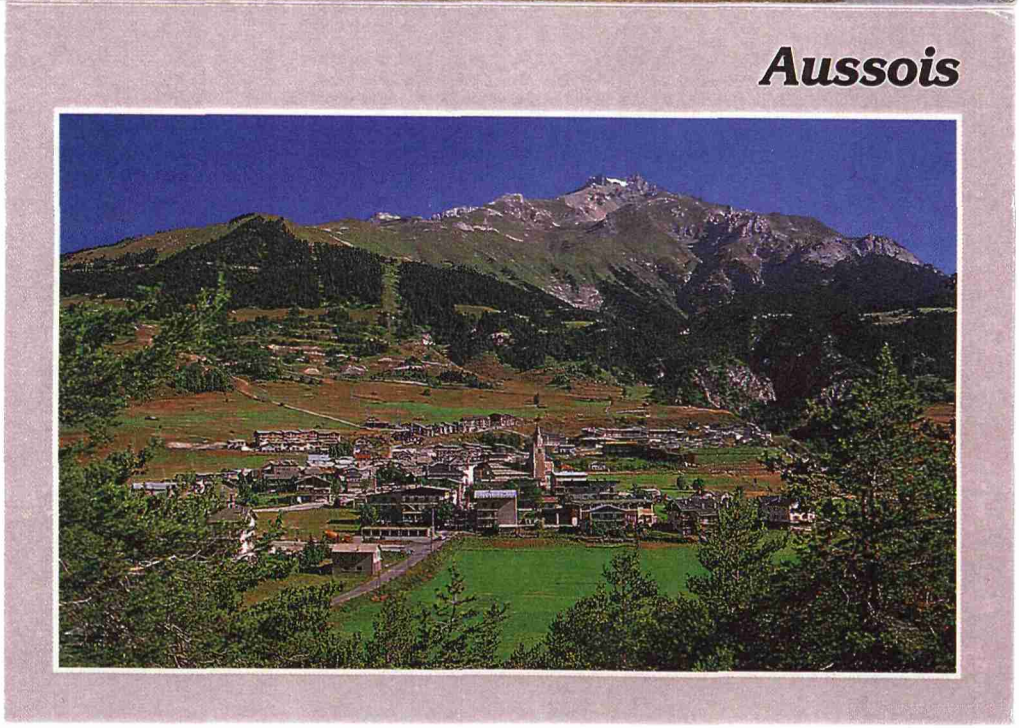
Evolution du paysage d'Aussois

Une vue aérienne d'Aussois vers la fin de la guerre de 1939-1945.

vers 1940



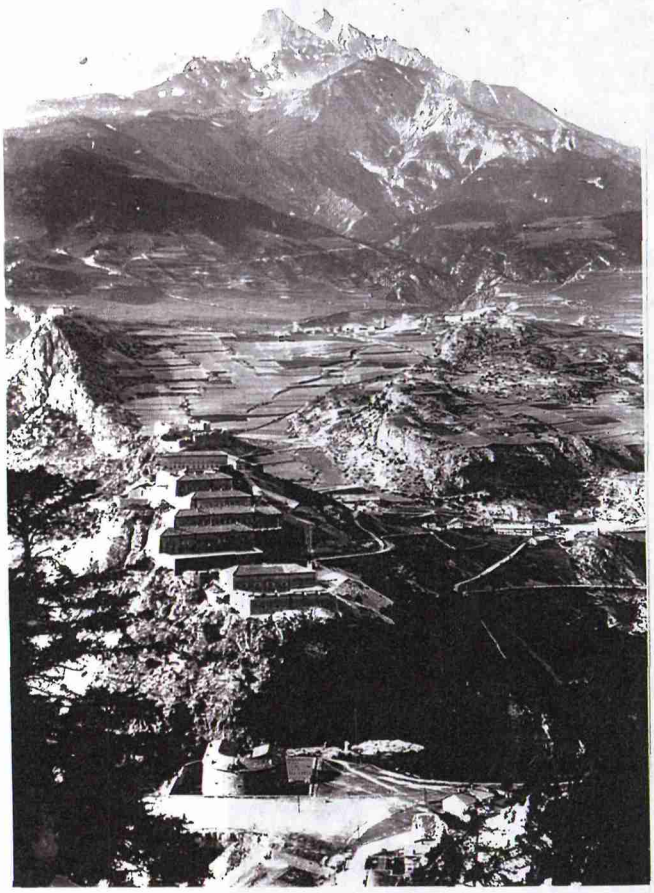
vers 1960



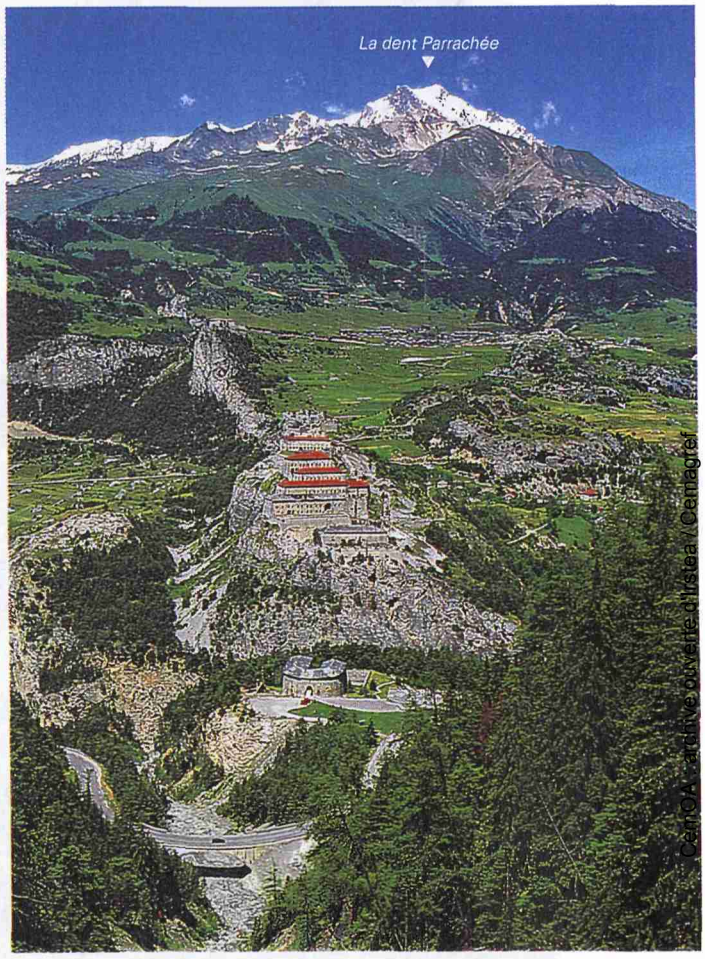
1995

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Evolution du paysage d'Aussois



vers 1940



1995

Savoie, France

"L'originalité de la station d'Aussois est d'avoir su préserver un juste équilibre entre tradition et développement touristique. Le développement touristique d'Aussois a toujours été réalisé avec le souci de préserver la qualité de vie du village." (brochure Aussois 1500 m - 2750 m, nd).

Ce paysage, qui est un des attraits fort de la commune, peut être mis en danger de deux manières :

- par une extension trop importante et mal réfléchie de l'urbanisation ;
- par une dégradation de la qualité du paysage : création de trouées anarchiques (remontées mécaniques, pistes de ski, *etc*) dégradant la lisibilité du paysage, extension des friches, diminution de la richesse floristique entraînant un moindre attrait des prairies en fleurs ...

"L'été, la montagne qu'aiment les visiteurs est une montagne humanisée, où d'innombrables clairières, certaines fort étendues, ont coupé la forêt primitive de taches claires qui reposent la vue et animent le paysage... Supposons que cesse l'agriculture : d'immenses étendues retourneront à la friche avant de se reboiser, de nombreux hameaux disparaîtront, le capital touristique s'abîmera" (Veyret, 1954).

Voyons comment l'agriculture a façonné ce paysage depuis des siècles et comment elle évolue.

4 - L'agriculture

a) Le système agricole traditionnel

Jusque dans les années 1950-1960, le système agricole traditionnel d'Aussois permettait une quasi autarcie de la communauté villageoise en tirant le meilleur parti possible du terroir. Ce système basé sur l'agriculture et l'élevage était en Maurienne très individualiste[12]. Les productions agricoles devaient fournir les aliments pour les hommes et surtout le fourrage pour les animaux pendant la longue période hivernale.
Les cultures (seigle, orge, blé, choux, chanvre, pomme de terre à partir de 1813) étaient situées dans le secteur de l'Esseillon (entre le fort Marie-Christine et l'Arc) ainsi qu'autour du village. La totalité des surfaces productives, accessibles à la faux, était fauchée jusqu'à 2500 m (y compris des pentes très fortes où de petits espaces plats étaient aménagés pour permettre la réalisation de la "trousse"[13] de foin). Seules les parties moins productives étaient pâturées. Autour du village, le regain était fauché.

Les troupeaux individuels comprenant 3 à 6 vaches et des moutons montaient dès la fin du printemps en moyenne montagne autour des chalets qui sont situés entre 1700 et 2000 m (Cabaud, 1989) : l'Ortet, le Drozet, les Balmes, le Clotte, Plan d'Aval, *etc*. Toute la famille ainsi que les animaux domestiques s'installaient dans les chalets.
Ceux qui possédaient un autre chalet en altitude y montaient en juillet et août (Plan d'Amont, Plan sec, Fond d'Aussois, la Fournache, ...). La descente définitive des familles et troupeaux s'effectuait en octobre. Jusqu'en 1914, 80 familles pratiquaient cette transhumance.
La plus grande partie de l'alpage est un territoire communal (1360 hectares d'alpages communaux sur 1820 hectares d'alpages) mais les meilleurs alpages autour des chalets sont privés. Les vaches étaient rentrées chaque nuit au chalet et la fumure était épandue uniquement sur les terres privées.

La longue période hivernale (la neige recouvre les prés autour du village pendant 4 à 6 mois) imposait de très gros besoins en fourrage. Celui-ci était stocké au village mais aussi dans les chalets d'alpage et de moyenne montagne. L'hiver, la descente du foin depuis ces lieux de stockage était faite à l'aide de traîneaux.

De 1914 à 1980, 1500 moutons de la Crau venaient en transhumance dans les alpages d'Aussois.

[12] contrairement à la Tarentaise toute proche, les Mauriennais ne regroupaient pas les troupeaux à l'alpage (Bozon, 1968).
[13] la trousse de foin sert à ramener le foin au village ou dans le chalet d'altitude. Elle est constituée d'une toile grossière que l'on pose sur le sol pour la remplir de foin et qui se referme par dessus le chargement.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Ce système traditionnel a commencé à diminuer lentement après la construction des barrages (1956). Dès 1970 il ne reste plus que 3 à 4 alpagistes ; en 1993 un GAEC[14] (vaches), un agriculteur (moutons) et le groupement pastoral (moutons) font pâturer l'alpage au-delà de 2200 m.

b) L'irrigation

Un système d'irrigation par gravité a permis dans le passé d'assurer des récoltes de foin suffisantes dans des prés de fauche subissant un déficit hydrique estival. Actuellement à l'abandon, il est remplacé dans le secteur du plateau par un réseau d'irrigation par aspersion. Néanmoins, des canaux sont encore en place et alimentent certains secteurs de la commune, parfois de manière anarchique (cas du Moulin). La réglementation de l'irrigation imposait aux hommes du village des journées de travail pour entretenir les "canaux coursiers"[15] et réglait la distribution de l'eau en fixant à chaque exploitant un horaire et une durée pendant lesquels il devait diriger l'eau vers son pré en barrant les canaux par des pierres plates (Cabaud, 1989).

Le ruisseau du St-Benoît desservait 3 canaux de dérivation :

- le canal du Moulin,
- le canal du Bagnolet,
- le canal du Vléret.

Le ruisseau du St-Pierre par le captage des Balmes desservait le canal des Rossanches-dessus (vers Prélatoute, les Arponts, Jomier) et le captage du Ruen desservait le canal de Rossanches-dessous (vers le bas des Rossanches, le Plan-de-la-Croix et les Lozes).
Actuellement, le canal des Rossanches-dessous est abandonné (CERREP, 1982).

c) La transition de l'agriculture

Depuis les années 1950, la diminution de l'agriculture traditionnelle s'est traduite de plusieurs manières :

- par un abandon de l'activité agricole unique des familles, l'emploi de jeunes Aussoyens à la construction des barrages les a détournés de l'agriculture, dont les revenus ne pouvaient concurrencer une paye d'ouvrier. Les emplois industriels et de service ont donc attiré les jeunes dans la vallée ou hors de la région ;
- par la naissance de la pluriactivité[16] permise par la création d'emplois de service à proximité d'Aussois (Modane) ; les pluriactifs, partageant leur temps dans la journée entre travail salarié (souvent fonctionnaire : PTT, SNCF, douane) et travail agricole ;
- par la pluriactivité répartie sur l'année permise par la création de la station de ski : l'hiver, l'exploitant agricole travaille sur les pistes de ski, et l'été, il s'occupe exclusivement de son exploitation. La combinaison de revenus au niveau familial grâce à l'embauche par la régie ou la commune, à plein temps ou temps partiel, d'une partie des membres de la famille est également une forme de diminution de l'activité familiale agricole ;
- par le vieillissement de la population agricole et la diminution des surfaces entretenues et du nombre de bêtes possédées.

Néanmoins, même si la pluriactivité a contribué depuis 1950 à la diminution de l'activité agricole à Aussois, son existence actuelle sous la forme agriculture-tourisme explique la présence d'une agriculture

[14] groupement Agricole d'Exploitation en Commun Détienne (deux frères d'Aussois).
[15] "*Les canaux coursiers sont des gros canaux, sortes de ruisseaux importants, véritables ouvrages collectifs communaux.*" (Cabaud, 1989)
[16] La pluriactivité individuelle est définie par la combinaison d'au moins deux activités pour un même individu, en alternance au cours de l'année, sur un rythme quotidien, saisonnier ou intermittent (Perret *et al.*, 1995).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

encore active à Aussois. Un contre-exemple proche se trouve en Moyenne Maurienne. En effet, les villages des versants (Beaune, Le Thyl, St-Martin-La-Porte, ...) pour lesquels la pluriactivité s'est arrêtée avec la crise industrielle dans les années 1960-1970 (Desmaris, 1991) n'ont plus d'agriculteurs et 90 % de la surface est occupée par des friches ou des forêts. *"Le phénomène d'exode définitif fut d'autant plus grave que les communes concernées ne présentent aucune activité touristique"* (Delcros, 1993).

Une étude menée en Savoie à partir des déclarations de revenus pour 1990 (Perret *et al.*, 1995) montre en effet que 44,9 % des agriculteurs de Savoie sont pluriactifs (dont 78,4 % agriculteurs-salariés). En outre, les pluriactifs agricoles de la région Rhône-Alpes disposent de revenus individuels moyens plus élevés que les agriculteurs monoactifs (figure 29). Cette étude souligne *"l'importance de l'existence d'autres activités pour maintenir plus de 30% d'exploitations agricoles (sans compter ici le rôle essentiel que peut aussi tenir le revenu du conjoint)"* (Perret *et al.*, 1995).

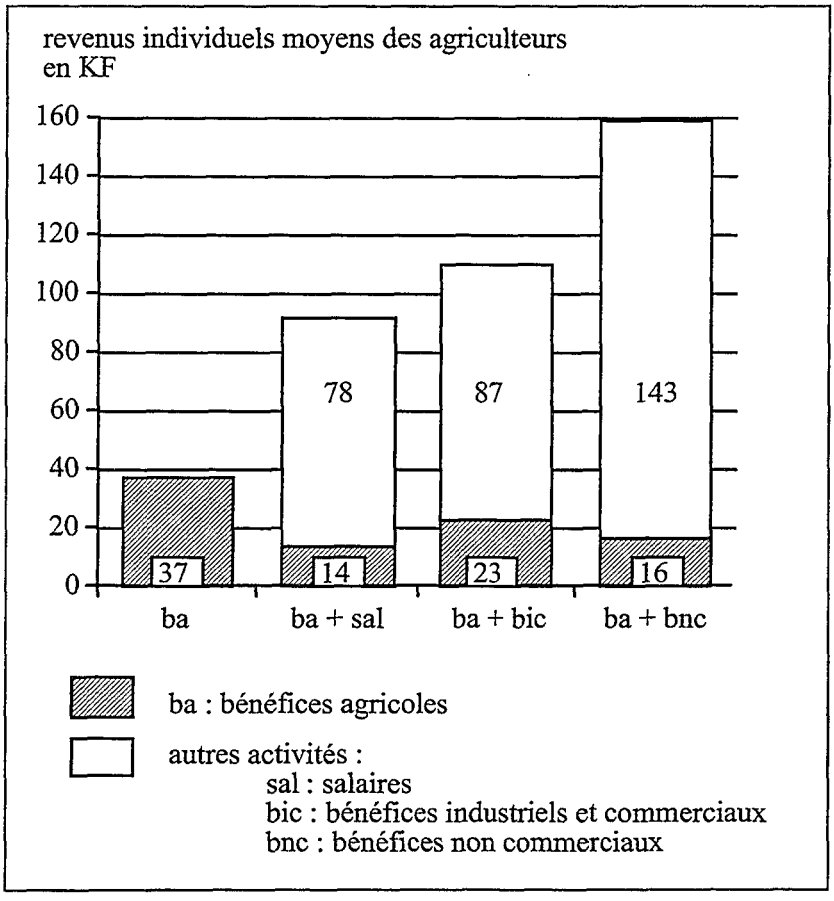


Figure 29 : Origine des revenus fiscaux 1990 des agriculteurs de Rhône-Alpes (d'après Perret *et al.*, 1995)

d) La situation actuelle de l'agriculture

Les données de la Direction Générale des Impôts (figure 30) concernant les déclarations de bénéfice de l'exploitation agricole pour 1993 indiquent que 28 personnes déclarent des bénéfices agricoles. Les surfaces concernées sont très hétérogènes allant de 155 ha à moins de 1 ha. Seules six exploitations déclarent plus de 10 ha et quinze exploitations déclarent moins de 2 ha.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

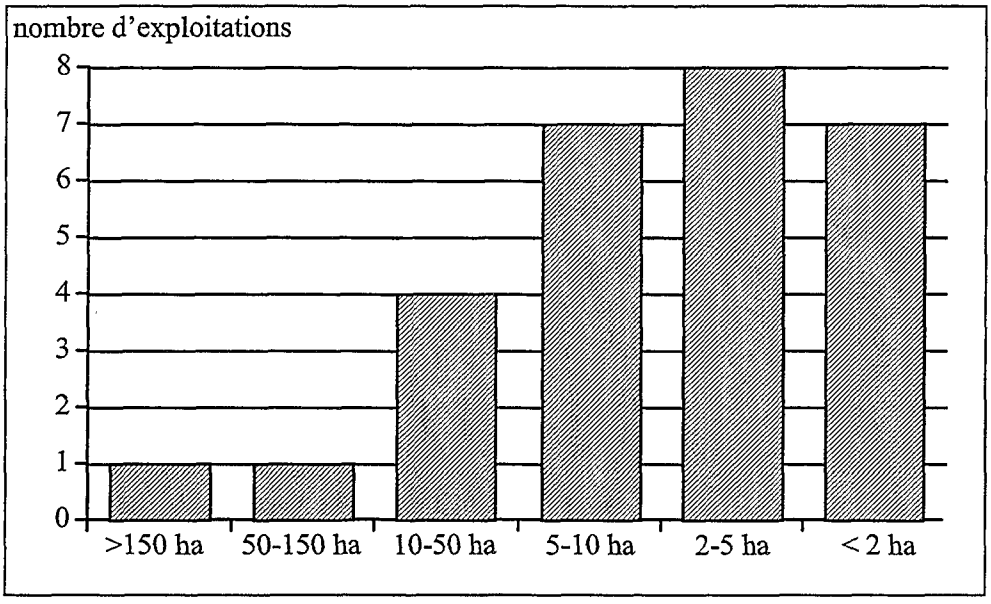


Figure 30 : Répartition des exploitations à Aussois en fonction de leur SAU (Sources Direction des Services Fiscaux de Savoie, 1993)

La taille des cheptels (figure 31) apporte des informations plus précises sur les agriculteurs qui peuvent encore entretenir l'espace rural (par la pression de pâturage de leurs troupeaux et par leurs besoins en fourrage hivernal). A l'aide de ces données, on peut dire que les agriculteurs d'Aussois se répartissent de la manière suivante :

- un GAEC, 2 frères exploitants agricoles monoactifs mais à combinaison de revenus au niveau familial ;
- 3 exploitations d'élevage ovin avec des agriculteurs pluriactifs et/ou à combinaison de revenus au niveau familial ;
- 8 petits agriculteurs pluriactifs ou retraités possédant une faible surface et quelques bêtes (vache, quelques moutons, quelques chèvres).

En marge du monde agricole classique, mais capables d'exercer une pression sur le milieu végétal, un centre équestre et quelques particuliers possèdent des chevaux.

surface en ha	moutons	chèvres	vaches laitières	autres bovins	chevaux
7,64	125				
7,87	29				
14,36	22	8			
2,79	43				
8,45	30	6			
30,32	95	4		7	
4,45	20				
152,22	78	10	40	29	1
8,73	8			2	
11,44	78	11			1
6,91	30				5
55,47	141				
total du cheptel	699	39	42	36	7

Figure 31 : Surfaces et cheptel déclarés pour les 12 agriculteurs d'Aussois (source GIDA, 1993)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

L'appartenance à la zone d'appellation contrôlée du Beaufort et la présence d'une coopérative laitière à Lanslebourg permettent de valoriser le lait avec un prix de vente élevé.

La municipalité d'Aussois, par sa Commission Agriculture, a dans les dernières années beaucoup œuvré pour le maintien de l'agriculture. Parmi ces actions, il faut mentionner :

- la mise en place de l'irrigation par aspersion ;
- la création de piste pastorale ou agricole pour faciliter la desserte des chalets ;
- l'implication de la Commission Agriculture et du Maire, Mr Eloi Chardonnet[17] dans le projet de mise en place de l'Association foncière Pastorale (n'ayant pas abouti cependant) ;
- la part prépondérante prise par cette même commission dans la mise en place de l'article 19.

Cette implication de la municipalité dans l'application de l'article 19 a concerné en premier lieu le financement d'une étude de zonage. Puis, la commission agriculture du conseil municipal a fourni aux agriculteurs de patientes et tenaces explications sur les avantages des dispositifs d'aides prévus par la réglementation européenne. Il n'est pas exagéré de dire que sans cet engagement volontaire du Maire, M. Eloi Chardonnet, aucune parcelle n'aurait été inscrite à l'article 19 tant la méfiance *a priori* était forte. Par contre, il est surprenant de noter que la municipalité ait choisi d'exclure les alpages en zone centrale du parc National de la Vanoise des parcelles éligibles à l'article 19 alors que cela aurait été possible (Brugière, com. pers.).

e) L'avenir de l'agriculture

Si l'on regarde rapidement l'âge des exploitants agricoles d'Aussois, il apparaît que dans les dix ans à venir seuls cinq à six exploitants seront encore actifs : le GAEC, les 3 exploitations ovines et un à deux "petits" doubles actifs.

L'incertitude porte sur la façon dont les terres des exploitants âgés seront reprises par des agriculteurs encore actifs. *A priori* la pression de pâturage devrait diminuer légèrement puisque le poids de ces petits agriculteurs est de l'ordre de 20 % du cheptel ovin. C'est surtout la localisation de cette diminution de pression qui pourrait avoir un impact fort du point de vue paysager. En effet, certains de ces exploitants déjà à l'âge de la retraite, continuent à entretenir des montagnettes ou prés relativement pentus (Predemal par exemple) qui risquent à terme de ne plus être utilisés et donc de provoquer une fermeture du paysage. Par contre l'impact sans doute le plus fort risque d'avoir lieu sur les prairies de fauche. En effet, actuellement un grand nombre de toutes petites parcelles, enclavées au milieu du plateau est fauché avec des moyens quasi manuels (motofaucheuse). A l'avenir, le fait que ces parcelles soient ou non intégrées aux zones fauchées par les "gros" agriculteurs influera beaucoup sur les modifications du paysage agricole.

L'atout "qualité" des produits de montagne, le maintien d'un tourisme orienté lui aussi par la recherche de la qualité de vie à tous les niveaux du séjour à Aussois sont les meilleurs garants du maintien de l'agriculture de montagne.

Cependant si l'agriculture n'est plus capable d'assurer la gestion de l'espace rural, est-ce que la municipalité sera suffisamment sensibilisée pour prendre le relais ? Dans le cas de l'alpage et des pistes de ski, elle pourra certainement répondre à ce besoin. En effet, la municipalité consciente des risques accrus d'avalanche occasionnés par un tapis herbeux non pâturé ou non fauché (en particulier la Fétuque paniculée) se préoccupe déjà de la fauche de quelques secteurs de l'Enlevey et du Djoin. Cette prise de conscience pourra peut-être s'étendre à d'autres préoccupations touristiques tel le maintien du paysage.

[17] Maire d'Aussois de 1977 à 1996, il est remplacé en 1996 par M. Cabaud puis en 1998 par M. Bailly.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Résumé du chapitre 5

La zone d'étude choisie est une commune encore agricole de Haute Maurienne, Aussois, qui possède un fort enjeu touristique (en hiver station-village pour le ski, en été porte du Parc National de la Vanoise) et dont la population est en forte augmentation depuis vingt ans.

La zone des cultures et des prés de fauche est répartie, en adret, de 1300 à 1900 mètres sur des sols relativement fertiles développés sur des placages morainiques.

L'agriculture est en déclin depuis les années 1950 mais présente encore quelques agriculteurs dynamiques. Cependant, l'avenir de l'agriculture n'est pas assuré vu l'âge de nombreux petits exploitants retraités qui aujourd'hui ont encore une part active dans la fauche des prairies et dans l'entretien de certaines montagnettes.

Les atouts de la qualité de vie et de la qualité du paysage sont primordiaux dans la commune pour maintenir :

- *le potentiel touristique,*
- *l'agriculture,*
- *l'attrait du village pour les nouveaux habitants.*

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

CHAPITRE 6

DEMARCHE METHODOLOGIQUE ADOPTEE

I - SYNTHESE DES HYPOTHESES

Dans le schéma classique de recolonisation d'un espace agricole abandonné à l'état de sol nu, les différentes étapes de la succession de physionomies de végétation (Debussche *et al.*, 1996) sont, dans l'ordre chronologique :

- champ abandonné,
- friche,
- fourré[1] dense de jeunes arbres,
- forêt.

A Aussois, la pratique agricole majoritaire est l'utilisation des parcelles agricoles en prairie de fauche (et de manière très faible en cultures de céréales ou en luzernière). Nous étudions donc des successions secondaires particulières qui débutent à partir d'une végétation herbacée haute recouvrant totalement le sol. Le schéma proposé de recolonisation des prairies de fauche abandonnées se décompose de la manière suivante :

- prairie de fauche en déprise,
- friche, quand il y a apparition de ligneux arbustifs dépassant le couvert herbacé,
- forêt, quand il y a présence de ligneux dépassant 3 à 4 mètres de hauteur.

Pour étudier les colonisations précoces des milieux abandonnés par l'agriculture, il est nécessaire de se placer à une échelle locale. En effet, à l'échelle locale, la reproduction, la croissance et la mort des individus végétaux créent les différences de patron (*"pattern"*) de végétation (Malanson, 1997). Nous avons montré (chapitre 3) l'intérêt dans ce contexte de choisir comme objet et outil d'étude, l'écotone.

L'hypothèse principale de cette recherche consiste à considérer que les écotones se situent au niveau des zones de contact entre parcelles agricoles subissant des pratiques différentes. Ces écotones révèlent, par leur composition et la structure spatiale des espèces qui les caractérisent, une configuration locale et momentanée de la dynamique végétale. Cette dynamique est sous-tendue par des processus de colonisation. Ceux-ci se développent du milieu le moins géré vers le milieu le plus géré.

[1] le stade fourré n'est pas utilisé dans notre typologie car il ne représente qu'une très infime superficie de l'espace étudié (quelques centaines de m2 au niveau du Moulin sont occupés par des fourrés à Bouleau et Tremble).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Cette démarche inscrit l'écotone comme objet écologique support du processus de recolonisation. En effet, il se pose en **structure-clé** dans la dynamique de la végétation. Il représente aussi une structure-charnière pour connecter nos connaissances entre le niveau local (un transect) et le niveau global (l'écocomplexe).

II - PRESENTATION DE LA DEMARCHE D'ECHANTILLONNAGE

Nous étudions les phénomènes de dynamique de végétation post-culturale à quatre niveaux hiérarchiques d'observation emboîtés (figure 32) :

- le paysage,
- l'écocomplexe,
- l'interface entre deux types de végétation,
- le tapis végétal.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

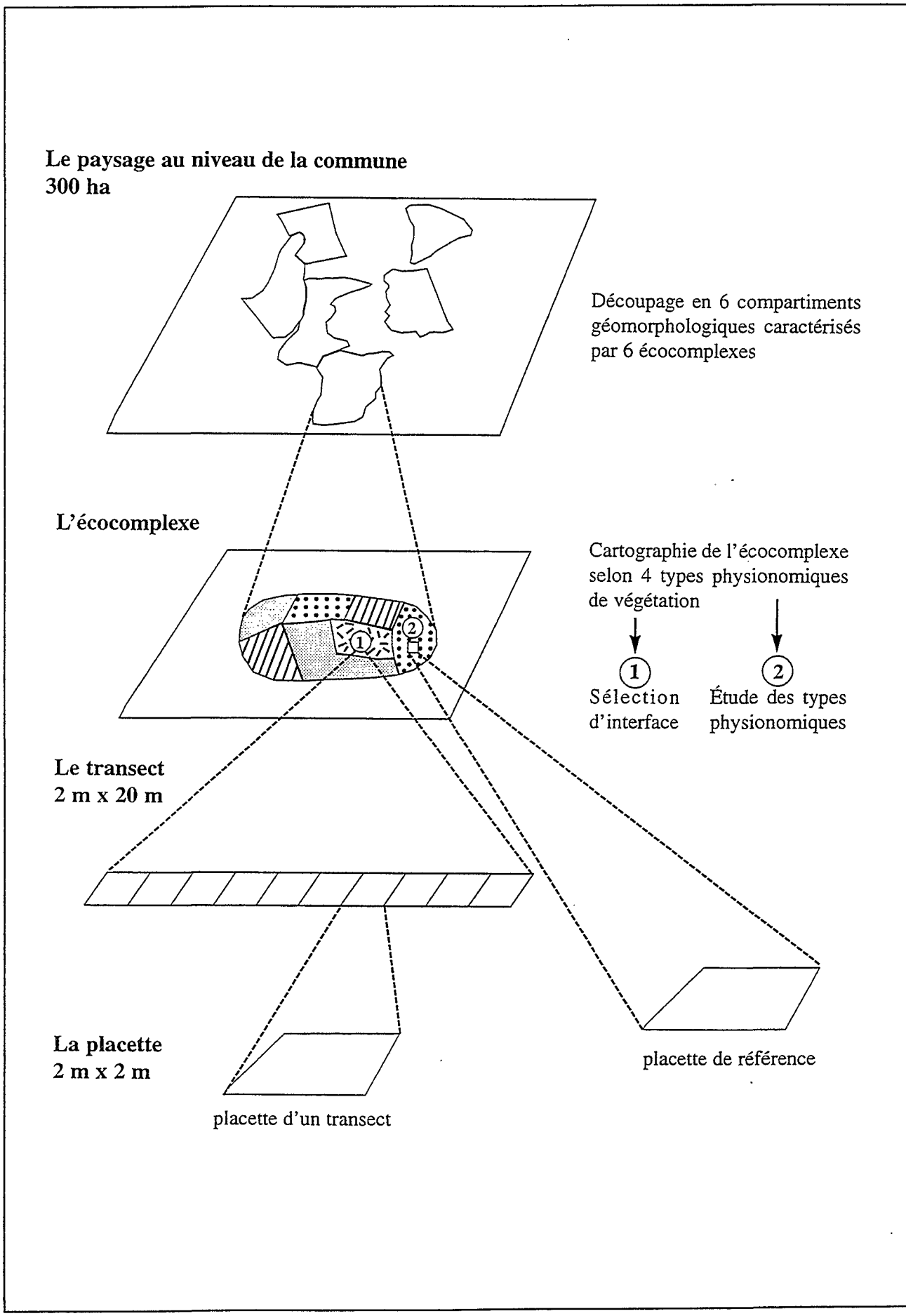


Figure 32 : Hiérarchisation en quatre niveaux d'observation

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Le changement d'échelle d'observation du paysage à la placette est réalisé grâce à une démarche d'échantillonnage stratifiée qui comporte six étapes (figure 33) :

- les étapes 1 à 4 mettent en œuvre une démarche d'écologie du paysage ;
- les étapes 5 et 6 concernent des relevés de végétation adaptés à notre problématique d'étude de l'écotone.

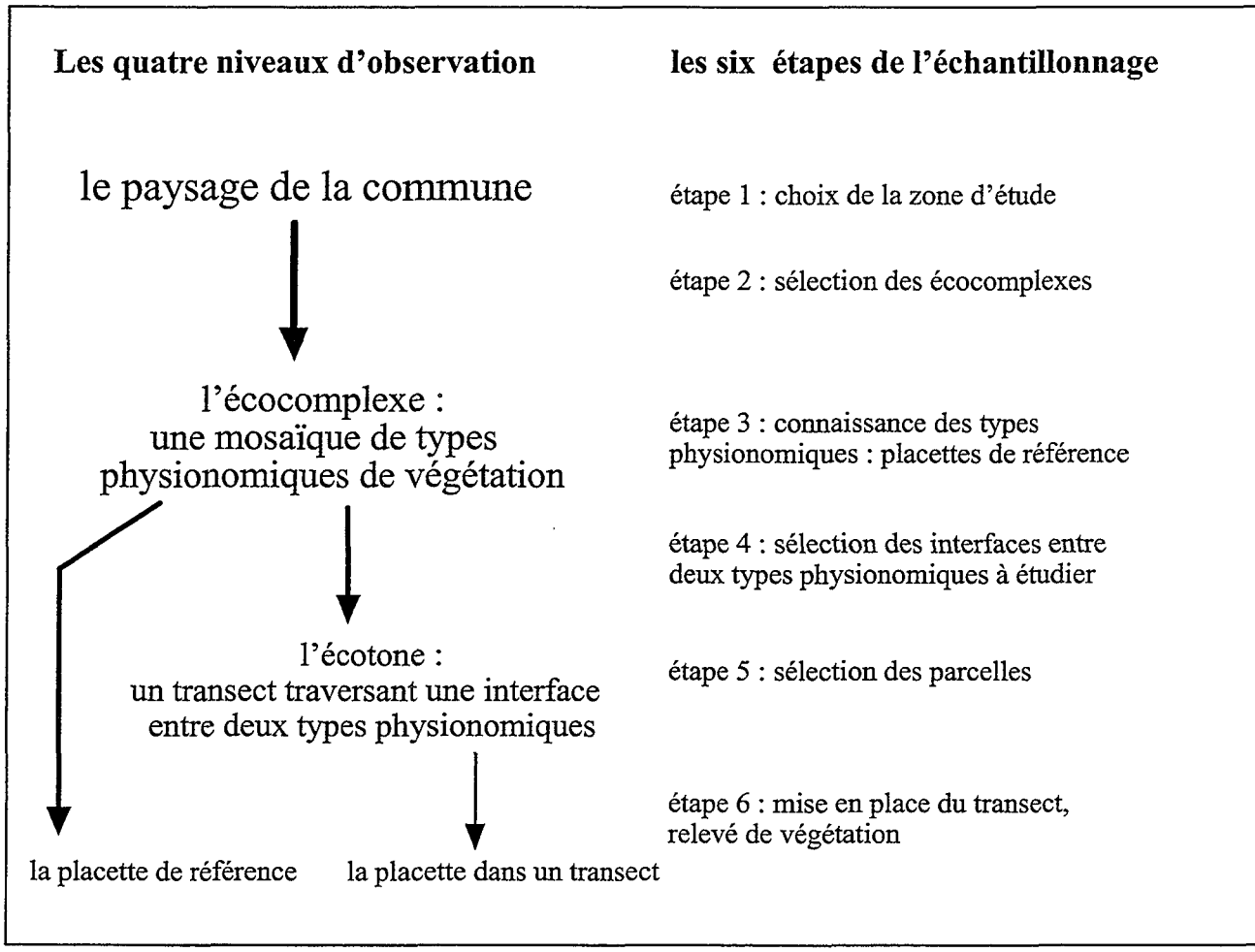


Figure 33 : Mise en relation des niveaux d'observation et des étapes de l'échantillonnage

1 - Analyse de la végétation à l'échelle du paysage

- Etape 1 : sélection de la tranche altitudinale à étudier

La problématique de notre étude nous conduit à délimiter une zone d'étude où se situent des prairies de fauche et des zones autrefois agricoles qui ont été abandonnées.

- Etape 2 : sélection des écocomplexes représentatifs

Après avoir délimité la zone altitudinale d'étude, nous y définissons des écocomplexes caractérisés par leurs conditions de milieu (altitude, économie en eau, ...) et par leurs conditions de pratiques anthropiques passées et actuelles.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Nous analysons la mosaïque de milieux de la zone d'étude en cartographiant les unités de surface occupées par différents types physionomiques. Puis nous nous plaçons au niveau de chaque écocomplexe pour aborder l'étape suivante de l'échantillonnage.

- Etape 3 : sélection des placettes de référence

Pour chaque écocomplexe, nous choisissons les types physionomiques de végétation les plus représentés. Nous les étudions par une démarche phytosociologique classique (répétition de placettes dans des zones homogènes qui sont représentatives du type échantillonné). Nous les appelons placettes de référence (figure 34).

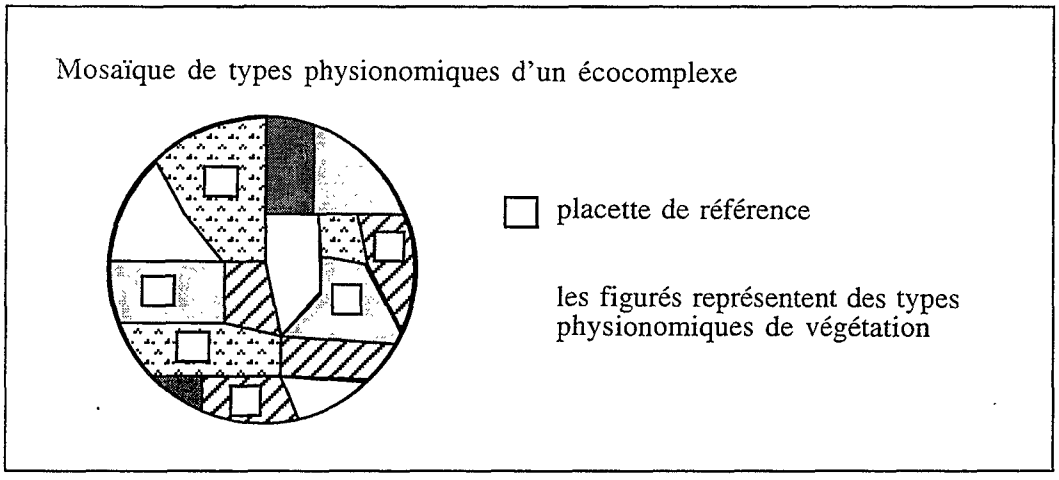


Figure 34 : Sélection des placettes de référence dans les types physionomiques

- Etape 4 : sélection des interfaces entre couples de types physionomiques

Pour chaque écocomplexe, nous calculons les longueurs d'interface entre les types physionomiques de végétation, nous sélectionnons les types d'interface dominant en pourcentage de longueur (figure 35).

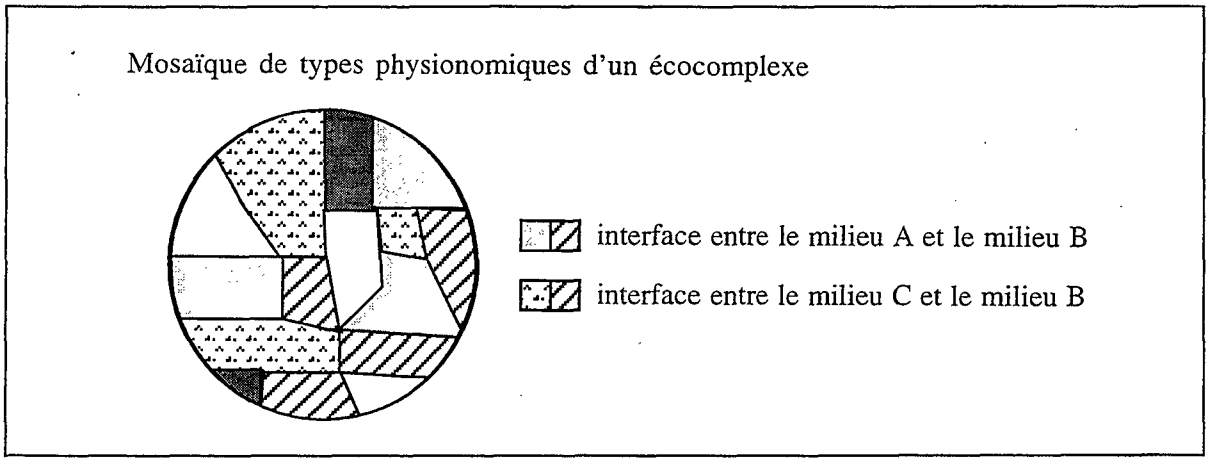


Figure 35 : Sélection des couples de types physionomiques (interfaces)

Pour ces quatre étapes, nous avons utilisé une démarche d'écologie du paysage pour analyser la mosaïque du paysage en fonction de la quantification des différents éléments (type physionomique pour les placettes de référence et longueur d'interface) analysés.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

2 - Analyse de la végétation à l'échelle des transects d'écotone

Nous passons maintenant à une démarche de relevé de végétation de type phytosociologique[2].

- Etape 5 : sélection des parcelles où étudier les interfaces retenus

Pour chaque écocomplexe et chaque type d'interface retenu, nous choisissons les parcelles où les interfaces seront échantillonnées (figure 36), nous pratiquons cinq répétitions pour chaque interface.

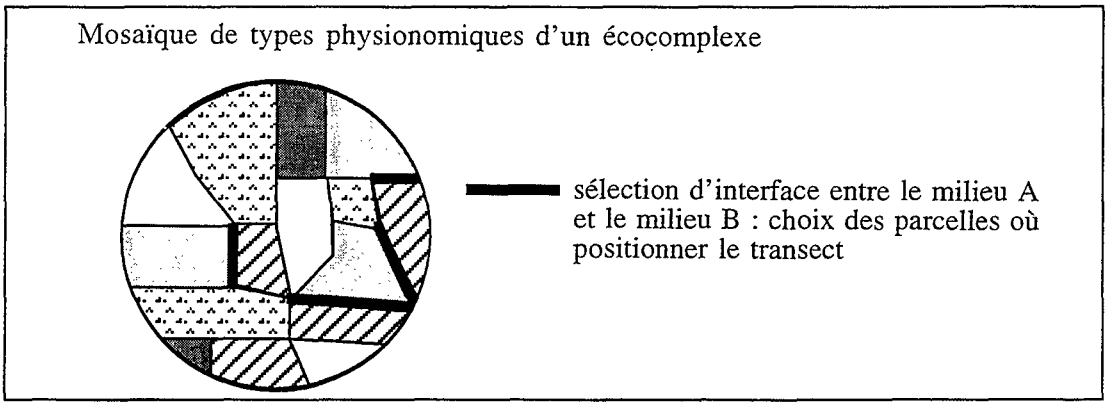


Figure 36 : Sélection des parcelles séparées par une interface à échantillonner

- Etape 6 : mise en place du transect et relevé de végétation

Entre les parcelles sélectionnées, nous positionnons un transect de 2 m x 20 m constitué de 10 placettes élémentaires de relevé de végétation (figure 37).

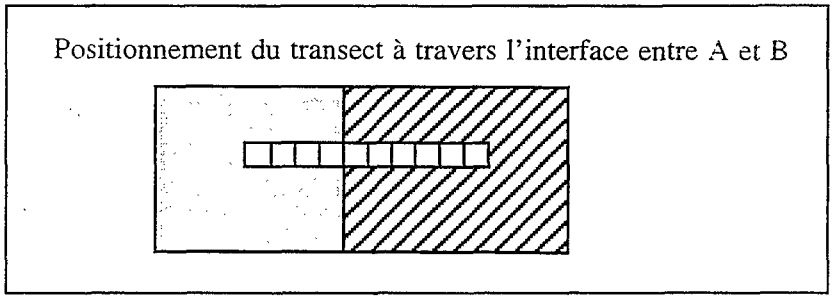


Figure 37 : Mise en place du transect et du relevé de végétation

L'information élémentaire est le relevé de végétation réalisé sur une placette de 2 m x 2 m.

Dans les chapitres 7 et 8, nous détaillerons chaque étape de la démarche en la justifiant.

[2] elle s'en différencie cependant par la nature hétérogène des zones où nous faisons nos relevés de végétation.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

III - METHODOLOGIE D'ANALYSE DES RESULTATS

La stratégie d'échantillonnage consiste en une démarche descendante passant du niveau du paysage à celui d'une placette. L'analyse des résultats adoptera la démarche inverse pour agglomérer les résultats élémentaires et permettre de remonter de la placette au niveau de l'écocomplexe et du paysage.

Les informations de base recueillies sur les placettes sont des informations floristiques, des informations de positionnement et des informations environnementales.

1 - Agglomération spatiale des placettes

L'information élémentaire sera structurée tout d'abord par agglomération spatiale des placettes, selon les trois informations attachées à la placette :

- son transect d'appartenance qui permet de remonter au type d'interface puis au niveau contraint ou décontraint de l'écotone ;
- son type physionomique d'appartenance ;
- sa localisation dans un écocomplexe.

Nous réaliserons donc trois agglomérations différentes des placettes (figure 38).

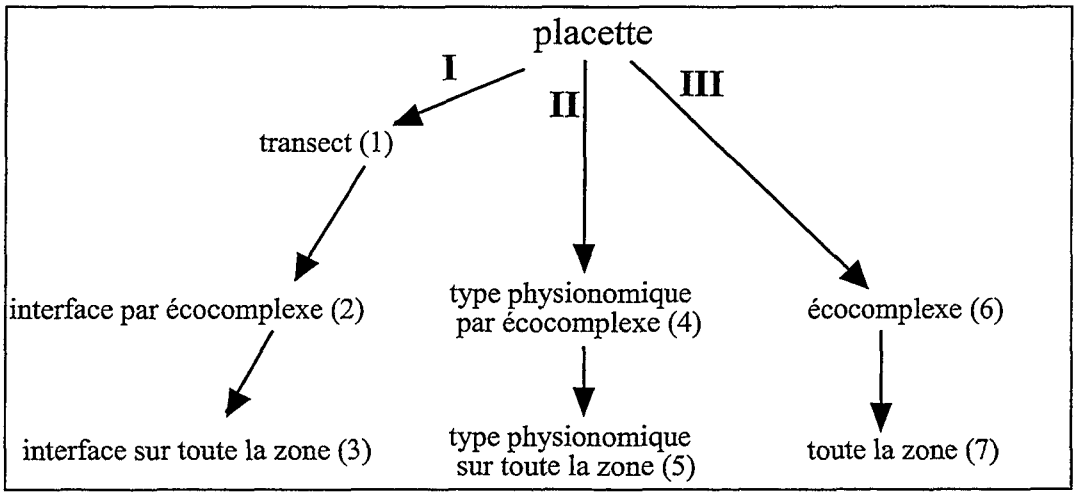


Figure 38 : Les trois voies d'agglomération spatiale des placettes élémentaires

- L'agglomération en fonction du transect (voie I de la figure 38) qui nous apporte trois niveaux de données :

(1) des données sur la composition floristique du transect (synthèse des compositions floristiques des 10 placettes du transect) ;
(2) des données sur la composition floristique du type d'interface dans l'écocomplexe où se situe le transect (synthèse des compositions floristiques des 5 répétitions du même type de transect dans l'écocomplexe) ;
(3) des données sur la composition floristique du type d'interface pour l'ensemble de la zone d'étude (synthèse des compositions floristiques du type de transect dans les écocomplexes où il a été échantillonné).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

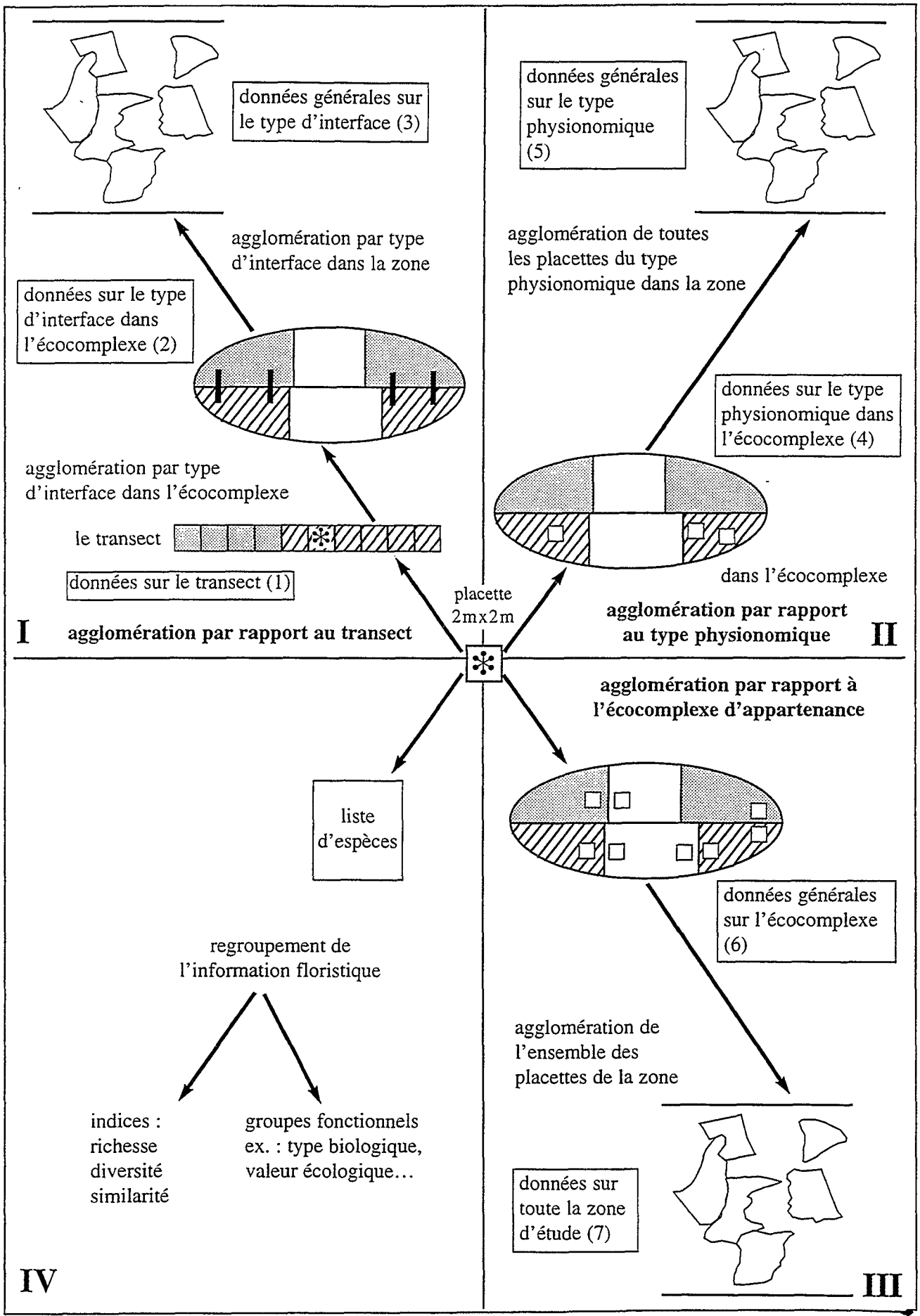


Figure 39 : Tableau schématique des différentes voies d'exploitation des données des placettes élémentaires

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

- L'agglomération en fonction du type physionomique (voie II de la figure 38) qui nous apporte deux niveaux de données :

(4) des données sur la composition floristique de ce type physionomique dans l'écocomplexe où se situe la placette (synthèse des compositions floristiques de toutes les placettes de ce type physionomique d'un même écocomplexe) ;
(5) des données sur la composition floristique de ce type physionomique dans la totalité de la zone d'étude (synthèse des compositions floristiques de toutes les placettes de ce type physionomique).

- L'agglomération en fonction de l'écocomplexe d'appartenance (voie III de la figure 38) qui nous apporte deux niveaux de données :

(6) des données sur la composition floristique de l'écocomplexe, tout type physionomique confondu (synthèse des compositions floristiques de toutes les placettes de l'écocomplexe) ;
(7) des données sur la composition floristique de la totalité de la zone d'étude (synthèse des compositions floristiques de toutes les placettes étudiées).

Nous choisirons l'un ou l'autre de ces niveaux de données en fonction des différents outils d'analyse utilisés.

La figure 39 présente ces trois voies d'agglomération spatiale et les différents regroupements d'information floristique.

2 - Regroupement des informations floristiques

Nous quantifierons l'information floristique contenue dans les placettes en utilisant des indices pouvant la traduire quantitativement (richesse, diversité, similarité). Nous synthétiserons l'information contenue dans la liste des espèces en la remplaçant par des fréquences de groupes fonctionnels (spectre biologique, spectre pastoral, indice écologique de Landolt). Tous ces éléments seront détaillés dans le chapitre 9.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Résumé du chapitre 6

Les six étapes de l'échantillonnage sont les suivantes :

*(1) sélection de la **tranche altitudinale** à étudier ;*
*(2) sélection des **écocomplexes** représentatifs ;*
*(3) sélection des **placettes de référence dans les types physionomiques** bien représentés de chaque écocomplexe ;*
*(4) sélection des **interfaces entre couples de types physionomiques** bien représentés de chaque écocomplexe ;*
*(5) pour chaque écocomplexe, sélection des **parcelles** où les différents couples de types physionomiques seront échantillonnés ;*
*(6) dans la parcelle ainsi définie, mise en place du **transect** et réalisation du **relevé de végétation** placette par placette.*

Les sept niveaux d'agglomération spatiale des informations floristiques élémentaires recueillies au niveau de la placette sont :

(1) connaissance floristique du transect,
(2) connaissance floristique de l'interface dans l'écocomplexe,
(3) connaissance floristique de l'interface dans la zone d'étude,

(4) connaissance floristique du type physionomique dans l'écocomplexe,
(5) connaissance floristique du type physionomique dans la zone d'étude,

(6) connaissance floristique de l'écocomplexe,
(7) connaissance floristique de la zone d'étude.

Nous synthétiserons les informations floristiques à ces différents niveaux spatiaux grâce à des indices quantitatifs ou à des regroupements qualitatifs et fonctionnels.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

CHAPITRE 7

ANALYSE DE LA VEGETATION A L'ECHELLE DU PAYSAGE

I - CONSEQUENCES DES MODIFICATIONS DES PRATIQUES ET CHOIX D'ANALYSE POUR LA VEGETATION

La problématique de cette thèse concerne les modalités de colonisation ligneuse quand les pratiques agricoles diminuent.
Il aurait été souhaitable de pouvoir cartographier directement les pratiques et leur intensité pour intégrer le facteur d'occupation du sol dans ces modèles de colonisation. Une enquête (Cretin, 1994) auprès des exploitants agricoles de la commune, a montré qu'il n'était pas possible d'obtenir des données fiables sur les modifications des pratiques. Plusieurs difficultés ont marqué ce travail :

- refus total de réponse à l'enquête : de peur du fisc, par lassitude d'être encore soumis à un questionnaire (la commune d'Aussois a en effet, fait l'objet de beaucoup de travaux d'étudiants et en 1994, nous arrivions juste après un processus d'enquête par un étudiant et par la conseillère agricole à propos de la mise en place de l'article 19) ;
- impossibilité d'obtenir des réponses spatialisées ou datées avec une précision suffisante ;
- impossibilité de donner des réponses spatialisées à l'échelle de la parcelle. En effet, la pratique de parcours pastoral n'est pas surveillée : au printemps et à l'automne, les moutons pâturent librement dans de grandes zones sans clôture ni surveillance par un berger ;
- En outre, à Aussois, la liberté par rapport au territoire est forte, car non seulement beaucoup de pratiques ne sont pas spatialisées, mais en plus, elles ne tiennent pas compte de la structure foncière de la propriété[1].

Face à ces difficultés, nous avons plutôt choisi de réaliser une carte de la végétation qui est alors considérée comme un intégrateur et un révélateur des conditions de milieu et des pratiques.

II - CARTOGRAPHIE DE LA VEGETATION

L'analyse de la végétation, à l'échelle du paysage, passe par une cartographie de l'ensemble de la zone d'étude. Pour réaliser cela, plusieurs approches sont possibles :

- utilisation d'images satellite,
- utilisation de photographies aériennes,
- cartographie de terrain.

[1] y compris dans l'application d'aides telles les primes de l'article 19.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

1 - Principe de la photo-interprétation

Si l'analyse d'images satellite a déjà fait ses preuves dans la cartographie de la végétation des zones d'altitude (Cherpeau, 1996), son utilisation n'était pas souhaitable ici. En effet, bien que cette technique permette de déterminer avec finesse des faciès de végétation[2] au sein du tapis herbacé, elle n'est complètement justifée[3] que si l'on veut cartographier une grande zone, ce qui n'est pas le cas de notre zone d'étude (2000 ha).

L'utilisation de photographies aériennes par contre, correspond bien à notre échelle d'étude. Cette zone d'étude est entièrement couverte par une photographie aérienne à l'échelle moyenne de 1 : 20000. L'Institut Géographique National en 1990 a réalisé une couverture photographique couleur des Alpes ; les clichés n° 1522-1523 couvrent notre zone d'étude dans la commune d'Aussois. Ils ont été pris le 23 juillet 1990 alors que la fauche était déjà réalisée.
Des missions plus anciennes en noir et blanc permettent de suivre l'évolution du paysage d'Aussois : en 1953 (cliché n°143) et en 1967 (cliché n°135) (cf paragraphe 3-a).

L'utilisation d'un agrandissement[4] aux dimensions 88 cm x 88 cm, amène le cliché à l'échelle moyenne[5] de 1 : 4000.
D'autre part, la commune d'Aussois avait fait réaliser, outre cet agrandissement du cliché couleur de la commune, un tirage à l'échelle 1 : 5000 de la carte topographique au 1 : 25000 (IGN 1980). De plus, le plan cadastral assemblé de la commune est également disponible au 1 : 5000. La Direction Départementale de l'Equipement, subdivision de Modane, a mis à notre disposition un tirage papier superposant[6] ces deux plans au 1 : 5000. Sur un même document, nous disposions donc des éléments topographiques (courbes de niveau, points cotés, routes...) et des éléments cadastraux (délimitation et numéros de parcelles). Cette information topographique et cadastrale précise nous permet un excellent repérage, parcelle par parcelle.

Le travail conjoint réalisé sur l'agrandissement de la photographie aérienne couleur et sur l'assemblage du plan cadastral permet d'obtenir la photo-interprétation directement sur ce document au 1 : 5000 et non sur un calque placé sur la photographie comme cela se fait souvent. Cette manière de procéder permet d'éviter les distorsions d'échelle dues au relief[7].

Le document obtenu à l'issue de cette photo-interprétation est une carte de la physionomie de la végétation en 1990 à l'échelle 1 : 5000.

2 - Choix des types physionomiques et identification des écotones

Les parcelles agricoles sont les éléments surfaciques les plus appropriés pour aborder les conséquences sur le paysage et la végétation des modifications des pratiques agricoles (Delcros, 1993).

Il est possible de distinguer sur les photographies aériennes trois types physionomiques de végétation sur ces parcelles :

- les parcelles entretenues (entretenu ou E) : parcelles fauchées ou cultivées ;

[2] elle permet en particulier d'utiliser des longueurs d'onde (canaux d'images) apportant des informations supplémentaires aux photographies aériennes (par exemple canal TM 5 de Landsat).
[3] la télédétection satellitaire est non justifiée ici en raison de la surface étudiée et des traitements importants que cela demande.
[4] d'un recadrage des clichés n° 1522 et 1523.
[5] les déformations inhérentes au relief font que l'échelle est plus grande au niveau des sommets que dans le fond de la vallée.
[6] le passage de deux films plastiques superposés dans une tireuse de plan n'est pas parfait. Il existe des déformations sur la partie supérieure du document, il y a des écarts de quelques millimètres entre deux éléments identiques cartographiés sur les deux plans. Cet écart n'est pas trop gênant, car il est surtout important dans la zone d'alpage qui est hors de la zone d'étude.
[7] la démarche utilisée s'applique aux parcelles qui ont eu un usage anthropique et sont donc cadastrées ; il est souvent facile de retrouver, sur le plan cadastral, les parcelles visibles sur la photographie, grâce à leur forme caractéristique.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

- les parcelles en déprise (déprise ou D) : qui présentent une végétation herbacée plus haute, elles peuvent être soit l'objet d'un parcours ovin ou bovin au printemps ou à l'automne, soit ne plus être fauchées ni pâturées. La photographie aérienne ne permet pas d'y distinguer des arbustes ;

- les parcelles de friche (friche ou F) : parcelles pour lesquelles la photographie aérienne permet de distinguer des arbustes dépassant du couvert herbacé.

L'autre type physionomique intéressant à cartographier est la forêt (bois[8] ou B) car elle peut être source d'espèces herbacées et de graines d'arbres. Dès qu'il y a présence d'arbres, le type physionomique retenu est "bois", qu'il s'agisse d'un alignement d'arbres, d'un bosquet, d'une forêt ouverte ou d'une forêt fermée.

L'utilisation de ces quatre types physionomiques permettra de pouvoir rendre compte des différentes configurations de contacts entre espaces gérés et non gérés, ou entre espaces non gérés entre eux. Ils se placent dans l'ordre dynamique suivant :

- entretenu (milieu géré),
- déprise (non gestion récente ou gestion très atténuée et extensive),
- friche (non gestion depuis une dizaine d'années au moins),
- bois (absence totale de gestion agricole ou abandon ancien des pratiques).

Les contacts suivants seront définis comme "écotones contraints" ; dans ces situation, les pratiques exercées sur la parcelle entretenue (fauchée) ne permettent pas l'installation des espèces (hormis celles adaptées à la fauche) en provenance de la parcelle moins gérée :

- bois - entretenu (code B-E)
- friche - entretenu (code F-E)
- déprise - entretenu (code D-E)

Les autres contacts seront définis comme des "écotones décontraints", car les espèces provenant du milieu le moins géré peuvent s'installer et se développer dans la parcelle qui est à un stade de colonisation antérieur :

- bois - friche (code B-F)
- bois - déprise (code B-D)
- friche - déprise (code F-D)

3 - Réalisation et contrôle de la photo-interprétation selon les types physionomiques

La discrimination des types physionomiques "bois" et "friche" est aisée car le repérage des arbres et des arbustes est bien net sur l'agrandissement de la photographie aérienne.

La cartographie du type physionomique "entretenu" est également aisée. La photographie ayant été prise fin juillet, la fauche était effectuée et à la fois la végétation rase, les traces de ramassage du foin et la forme des parcelles permettent de bien identifier les parcelles de prairie de fauche. De la même manière, les quelque parcelles de culture (céréales ou luzernières du secteur de l'Esseillon) étaient également récoltées et repérables.

La distinction du type physionomique "déprise" se fait en fonction de la couleur et de la texture de la végétation et par déduction des types précédents. Cette classe de parcelles est la plus difficile à identifier et le contrôle sur le terrain sera nécessaire pour éviter des erreurs de classement entre "entretenu" et "déprise".

[8] la dénomination de ce type en "bois" plutôt qu'en "forêt" est choisie uniquement pour utiliser sans ambiguïté les initiales de ces types pour dénommer les transects

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Ce contrôle (étape de validation) a eu lieu en mai 1996 par un passage systématique dans tous les secteurs de la commune par un contrôle visuel de l'état de la végétation et de sa classification sur la carte de la physionomie de la végétation à l'échelle du 1: 5000.

4 - Réalisation de la carte sous Arc Info

Nous avons digitalisé la carte de la physionomie de la végétation à l'échelle du 1 : 5000 grâce au logiciel Arc Info (voir en annexe 1), où les différents types physionomiques sont affectés d'un code. Pour permettre une lecture plus facile de la carte, d'autres types d'occupation du sol, sans végétation, sont également saisis : les secteurs bâtis, les zones de sol nu (sous forme d'éléments surfaciques) et les ruisseaux, les routes (sous forme d'éléments linéaires).

L'utilisation d'Arc Info permet des calculs sur les surfaces occupées par chaque type physionomique et ainsi que sur les contacts entre deux types physionomiques (annexe 1, partie mode de calcul des longueurs de contact).

III - ANALYSE DES SOLS A L'ECHELLE DU PAYSAGE

1 - Intérêt de l'étude des sols

Pour mener une étude des modifications précoces de la végétation suite à la déprise agricole, nous avons posé comme hypothèse forte que la végétation était un intégrateur des pratiques agricoles. Mais la végétation est aussi un intégrateur des conditions de milieu au sens large, incluant les pratiques anthropiques, ainsi que le climat et les conditions de sol. Ces différents facteurs sont d'ailleurs intimement liés, par exemple :

- la nature du sol a en partie déterminé de l'usage agricole de la parcelle par l'homme ;
- en retour, les pratiques de fertilisation, d'irrigation et d'épierrage des sols ont homogénéisé le milieu.

Comme la végétation est intégrateur des conditions pédologiques, nous aurions pu nous passer d'informations sur la nature du sol.

Cependant, si la végétation est intégrateur des conditions pédologiques, elle est aussi acteur de la pédogenèse (à très long terme) et surtout des modifications des humus et de la faune du sol (Grossi, 1995). Grossi, dans le contexte des écosystèmes post-culturaux allant des stades herbacés aux formations forestières matures, avait souligné l'importance "*de la connaissance des changements rapides de la végétation et de leurs conséquences sur les interactions entre la végétation et le sol*" (Grossi, 1995). Il utilise l'humus comme indicateur "*des changements rapides consécutifs à l'abandon des terres agricoles*". Nous n'avions pas pour objectif d'étudier les modifications du sol et de l'humus au cours des colonisations végétales précoces d'espaces en déprise. Cependant, il paraissait intéressant de caractériser les sols de notre secteur d'étude et de tenter une approche prospective sur les caractéristiques pédologiques en présence d'une espèce végétale repérée comme espèce clé dans les modifications de végétation post-culturales.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

2 - Connaissance du sols des différents écocomplexes et des différents types physionomiques

La nature du substrat de toutes les parcelles qui ont eu une utilisation agricole dans le passé est identique[9], il s'agit de formations morainiques superficielles würmiennes. Cette homogénéité de la carte géologique n'apporte en fait que peu d'informations. En effet, cette formation géologique se caractérise par de fortes possibilités de variations locales des conditions de la pédogenèse liées à la nature des roches charriées par le glacier et abandonnées dans la moraine. Néanmoins, elle permet généralement le développement de sols assez profonds et évolués. Vues les possibilités de variation locale forte des conditions de sol liées au matériau morainique et aux différents niveaux de pratique qui ont pu être appliqués au sol, nous avons fait réaliser une approche limitée des caractéristiques des sols dans les différents écocomplexes de la commune et dans les différents types physionomiques.

Sur 5 secteurs de la zone d'étude (l'Esseillon a été d'emblée exclu en raison de sa grande différence au niveau nature géologique, sécheresse, ...), 29 fosses pédologiques ont été creusées (Richelot, 1997) avec pour chacune, la description du profil pédologique et de l'humus et la prise d'échantillons de sol de l'horizon A1 et B pour permettre des analyses physico-chimiques. Le détail des variables relevées, des analyses physico-chimiques et la répartition des fosses pédologiques figurent en annexe 4.

IV - APPROCHE MULTIDATE DE L'EVOLUTION DU COUVERT VEGETAL

1 - Intérêt et limite du cadastre sarde de 1728

De nombreux travaux (Desmaris, 1991 ; Delcros, 1993 ; Abecassis, 1996) ont montré l'intérêt d'apporter une dimension temporelle aux informations sur le couvert végétal. Cette dimension est associée à l'utilisation *"de cartes rendant compte à différentes périodes de l'état du couvert végétal"* (Delcros, 1993). Nous avons la chance en Savoie, de pouvoir utiliser un document de 1728, le cadastre sarde (Hors texte n°1) établi de manière extrêmement rigoureuse tant au point de vue cadastral (limite des parcelles) que de celui de leur occupation.

Ce cadastre sarde nous apporte donc une information sur *"une occupation du sol presque entièrement consacrée à l'agriculture que l'on peut considérer comme un état zéro"* (Delcros, 1993). Nous y voyons en particulier le regroupement des utilisations du sol en *"mas"* en fonction des potentialités du milieu. Ces *"mas"* datent environ des années 1300 (Guichonnet, 1942), ils regroupent plusieurs pièces (parcelles) et plusieurs propriétaires. Ils sont répertoriés dans la tabelle alphabétique[10] définitive du cadastre sarde. Les conditions d'exploitation des parcelles d'un même mas étaient plus homogènes qu'entre deux parcelles appartenant à des mas différents (Guichonnet, 1942). Il y avait harmonisation des types d'utilisation du sol et des dates de pratique. Les propriétaires possédaient généralement des parcelles dans différents mas de la commune (Guichonnet, 1942). Ces anciens mas ont une histoire commune et des conditions de milieu relativement homogènes.

[9] exception faite de certains secteurs de l'Esseillon.

[10] le cadastre sarde comprend : la mappe au 1 : 2732 (état parcellaire complet de la commune), les livres cadastraux préparatoires (livre de géométrie, livre d'estime, la tabelle préparatoire ou cadastre-minute, le cottet à griefs) et la tabelle alphabétique définitive (voir hors texte n°1).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

HORS TEXTE N°1 : Le Cadastre Sarde de 1728

Victor-Amédée II, roi de Sardaigne ordonne en 1728, dans un but fiscal, d'établir un cadastre de toutes les communes de Savoie. Il veut mieux connaître les structures foncières et les revenus des terres afin de contraindre le clergé et la noblesse à payer la taille. Ce travail sera réalisé en 10 ans de 1728 à 1738 par des relevés cartographiques établis sur le terrain par des géomètres militaires et validés ensuite en présence des propriétaires munis de leurs titres de propriétés, une estimation du niveau de rendement des parcelles est également validée.

Il comporte par commune, une carte et des livres :

- la mappe : carte à l'échelle du 1 : 2732 avec chaque parcelle délimitée et numérotée

- les livres cadastraux préparatoires :

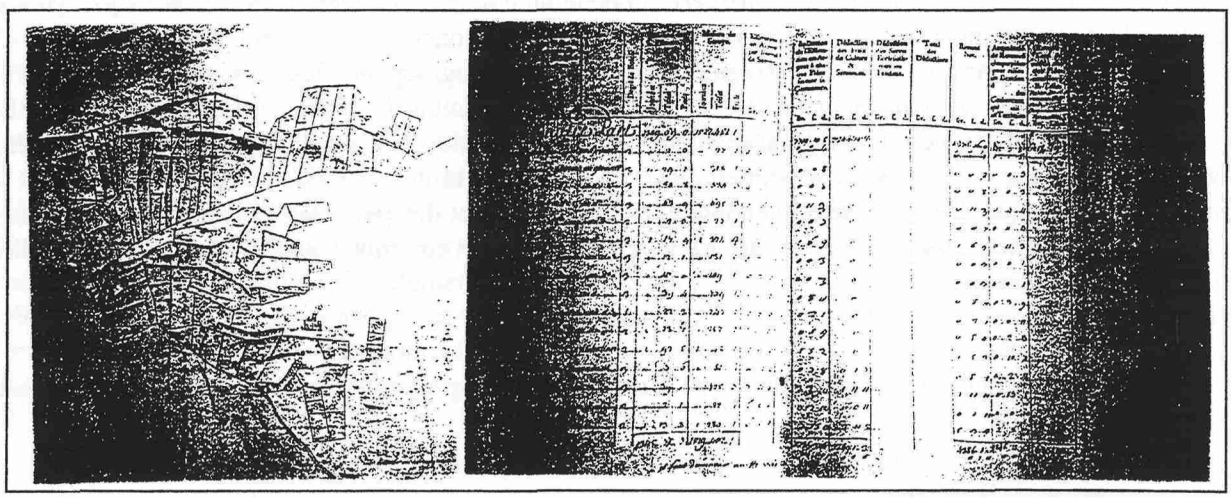
* le livre des numéros suivis : liste des parcelles dans l'ordre des numéros portés sur la mappe

* le livre d'estime : classé par ordre des numéros suivis, indique la valeur agricole (degré de bonté en 4 classes ; le numéro 3 indique les bonnes terres), la nature des cultures et le rendement annuel de chaque parcelle.

* la tabelle préparatoire ou cadastre minute : par propriétaire avec la nature de la culture

* le cottet à griefs : présente les réclamations des propriétaires.

- la tabelle définitive : établie par ordre alphabétique des propriétaires, elle indique le numéro de la mappe, les noms et qualités du propriétaire, la nature de la parcelle, le nom du mas (unité élémentaire d'exploitation), le degré de bonté, la superficie et différentes données sur le rendement de la parcelle.



Le cadastre sarde de 1728

la mappe — la tabelle définitive

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Malgré les informations apportées par le cadastre sarde, il est impossible de mener des comparaisons chiffrées entre les données issues du cadastre sarde et celles issues de photo-interprétation de photographies aériennes. En effet, nous rencontrons trop d'incertitudes sur de nombreux termes utilisés dans la légende de ce cadastre : teppes, murgers, broussailles.

2 - Cartographie multidate du couvert végétal

Nous nous servons, dans la présentation des secteurs d'étude, des résultats des travaux de Véronique Cretin (1994) et Katia Héritier[11] (1996) à partir des photographies aériennes de 1953, 1967 et 1990. Les deux premières photographies aériennes (1953 et 1967) sont en noir et blanc ce qui ne permettait pas une reconnaissance du type physionomique "déprise". Les types retenus sont donc : formation herbacée, friche arbustive, formation forestière ouverte, formation forestière fermée et village (Héritier, 1996). Ce travail permet de quantifier les évolutions du couvert végétal en utilisant les possibilités du logiciel Arc Info.

V - UNE DEMARCHE STRATIFIEE D'ECHANTILLONNAGE

A - Delimitation de la zone d'etude

La problématique de cette thèse étant centrée sur les phénomènes de modification de la végétation consécutifs aux variations des pressions anthropiques, nous avons choisi comme zone d'étude le versant adret de la commune d'Aussois. En effet, l'ubac (1350 m - 2000 m) est entièrement forestier (forêt du Nant).

En adret, entre 1100 m (l'Arc) et 1350 m, il n'y a pas d'utilisation agricole du sol, les gorges de l'Arc et les affleurements rocheux qui entourent la succession des bâtiments du fort Victor Emmanuel étant trop abrupts.

La zone de la commune utilisée par l'agriculture et le pastoralisme s'étend de 1350 m (le bas de l'Esseillon) aux alpages à environ 2400 m. Le seul alpage très utilisé est celui du Fond d'Aussois (2315 m) où les génisses du GAEC passent l'été. Le reste du domaine d'alpage est utilisé de manière extensive et non gérée, par les moutons rassemblés dans le Groupement Foncier Pastoral. A partir du mois de juillet et jusqu'au début octobre, les moutons sont lâchés dans l'alpage sans berger ni clôture et pâturent donc à leur gré. Jusqu'en 1989, un troupeau de moutons transhumant exploitait également l'alpage, sous contrôle d'un berger.

L'alpage est moins sensible que les autres secteurs de la commune à des modifications de paysage induites par la diminution des pressions agricoles. L'installation d'arbre y est plus difficile et plus lente qu'à l'étage montagnard et subalpin inférieur. L'impact paysager de l'alpage est plus faible que celui de la zone autour du village et des montagnettes du fait de son exposition et de l'absence de vues sur cet espace. Cette moindre sensibilité à la colonisation ligneuse des l'alpage nous a conduit à ne pas les inclure dans notre secteur d'étude. En outre, l'utilisation uniquement extensive de l'alpage et l'absence de repères parcellaires rendaient difficile la cartographie de cette zone

Notre zone d'étude est donc limitée à la tranche d'altitude 1350 m - 2000 m en adret de la commune (figure 40).

[11] pour l'Esseillon (Cretin, 1994), pour les autres secteurs (Héritier, 1996).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

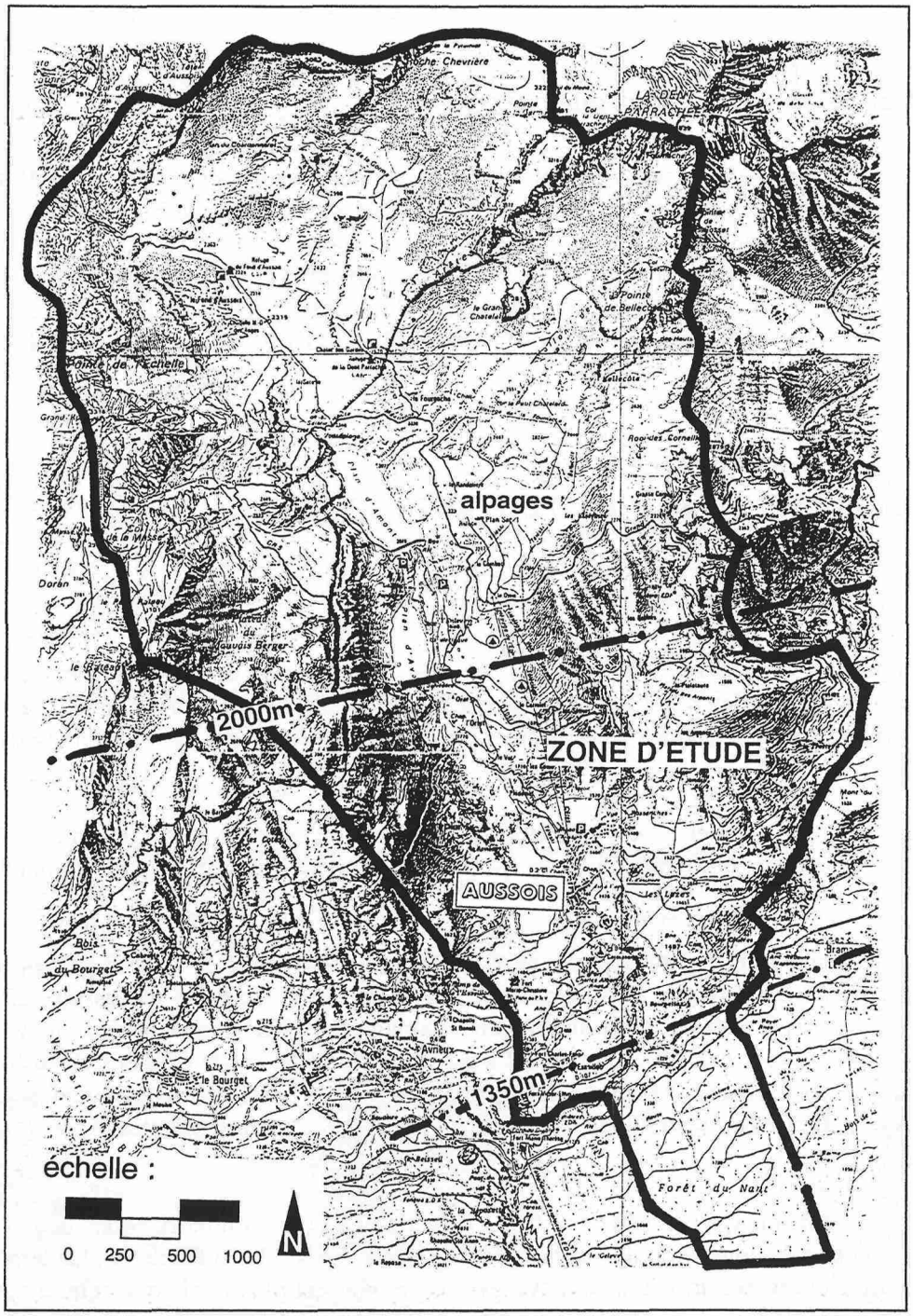


Figure 40 : Localisation de la zone d'étude sur la commune (d'après la TOP 25 3534 OT - les trois vallées - Modane - Parc National de la Vanoise ; IGN 1991©)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

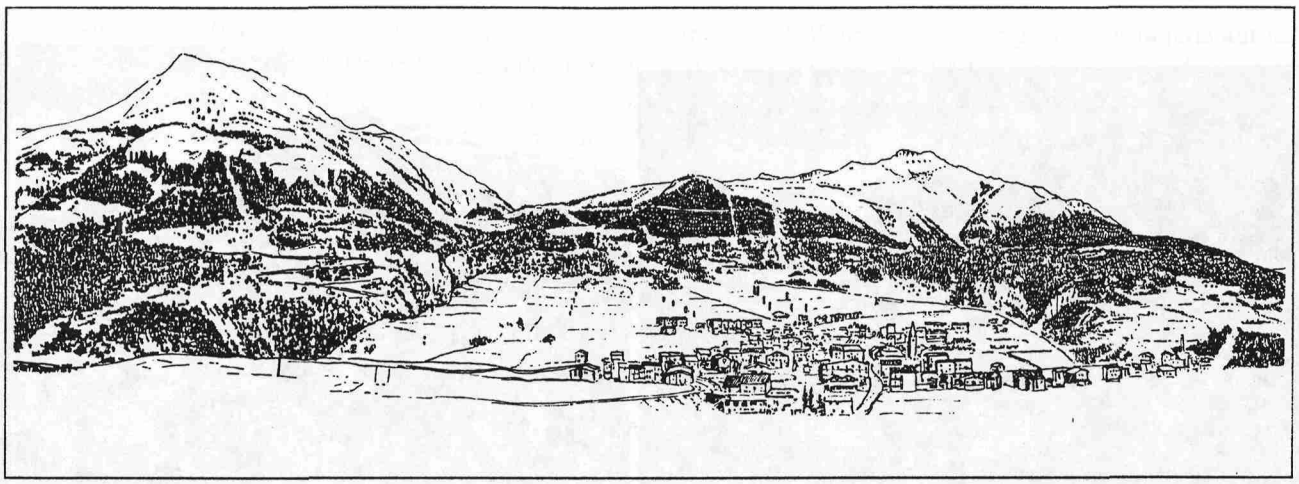


Figure 41 : Panorama de la zone d'étude (dessin N. Sardat d'après des photographies de K. Héritier)

B - LES ECOCOMPLEXES MONTAGNARDS A AUSSOIS : CARACTERISATION ET EVOLUTION

Nous retenons la définition de l'écocomplexe donnée par Blandin et Lamotte (1988) considérant que "*ce qui fonde la réalité d'un écocomplexe, c'est la combinaison d'une structure et d'un fonctionnement propre, issus d'une histoire particulière.* [...] *L'écocomplexe correspond à des ensembles d'écosystèmes interactifs et non pas seulement juxtaposés en des mosaïques plus ou moins hétérogènes. A ce niveau apparaissent des propriétés nouvelles, liées à la structure des mosaïques, à la diversité du "grain" des écosystèmes, au réseau d'interfaces qu'ils forment, aux flux d'énergie de matière et d'organismes que la structure favorise ou contrarie, à l'existence de populations qui ne se maintiennent que parce que coexistent les différents écosystèmes nécessaires à leur fonctionnement.*" (Blandin & Lamotte, 1988).

Dans les travaux précédents menés en Maurienne (Roy, 1990 ; Desmaris, 1991 ; Grossi, 1991 ; Delcros, 1993), la notion d'écocomplexe était associée à la notion de bassin versant. Les flux d'énergie et de matière étaient sous le contrôle principal de la gravité (en particulier liés à l'écoulement de l'eau dans le bassin versant et, de manière concomitante, à l'érosion) (Delcros, 1993).

Nous avons retenu une définition spatialement plus restreinte de l'écocomplexe que le bassin versant. Un écocomplexe défini sur le territoire de la commune est un espace qui présente des conditions de milieu et d'utilisation du sol plus homogènes entre parcelles au sein de l'écocomplexe qu'entre parcelles d'écocomplexes différents.

Au sein de la zone d'étude sur la commune d'Aussois, les conditions de milieu (sol, altitude, pente, possibilité d'alimentation en eau) ont orienté l'utilisation du sol par la communauté villageoise. Le territoire de la commune a donc été rapidement réparti en unités d'exploitation optimalisant les potentialités du milieu. Ces unités d'exploitations figurent au cadastre sarde de 1728 sous le nom de "mas" (paragraphe IV - 1). Sur la commune d'Aussois, les anciens "mas" correspondent généralement aux écocomplexes étudiés.

Nous avons choisi de sélectionner six écocomplexes (figure 42) correspondant à la quasi totalité du territoire communal encore utilisé par l'agriculture (Esseillon, Plateau, Moulin, Rossanche, Ortet et Arpont). Leur choix a été conditionné par l'étude comparée de photographies aériennes à différentes dates (1953, 1967 et 1990), afin de localiser des secteurs où une activité agricole existait encore, mais où un

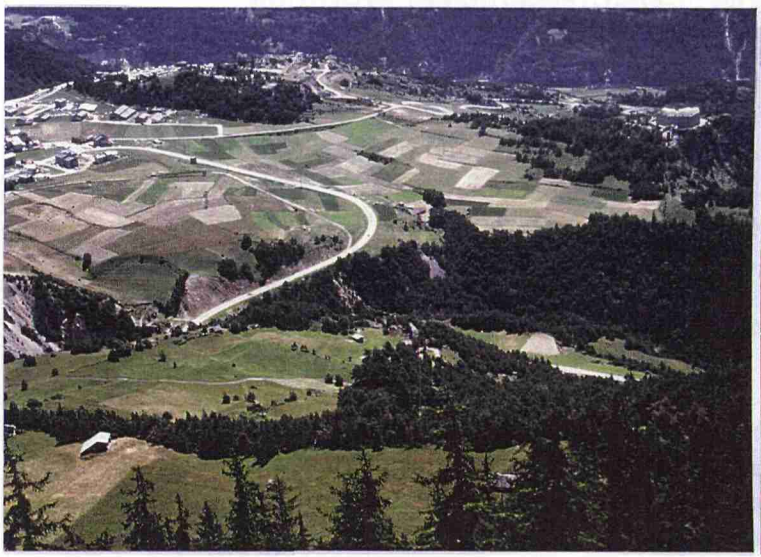
CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Présentation des six écocomplexes

(photo S. Vanpeene)

(photo S. Vanpeene)

L'Esseillon



(photo S. Vanpeene)

(photo K. Héritier)

Le Plateau

(photo K. Héritier)

(photo K. Héritier)

Le Moulin

CemOA: archive ouverte d'Irstea / Cemagref

phénomène d'enfrichement s'était déjà produit. Seul le secteur du Plateau (zone de prairie de fauche autour du village) n'a pas été, durant cette période, l'objet d'un enfrichement. C'est la zone où la prédiction de colonisation sera testée par analyse de la composition et de la structure spatiale des écotones. Rappelons que sur cette zone, toutes les parcelles sont encore fauchées (sauf les buttes et talus à forte pente).

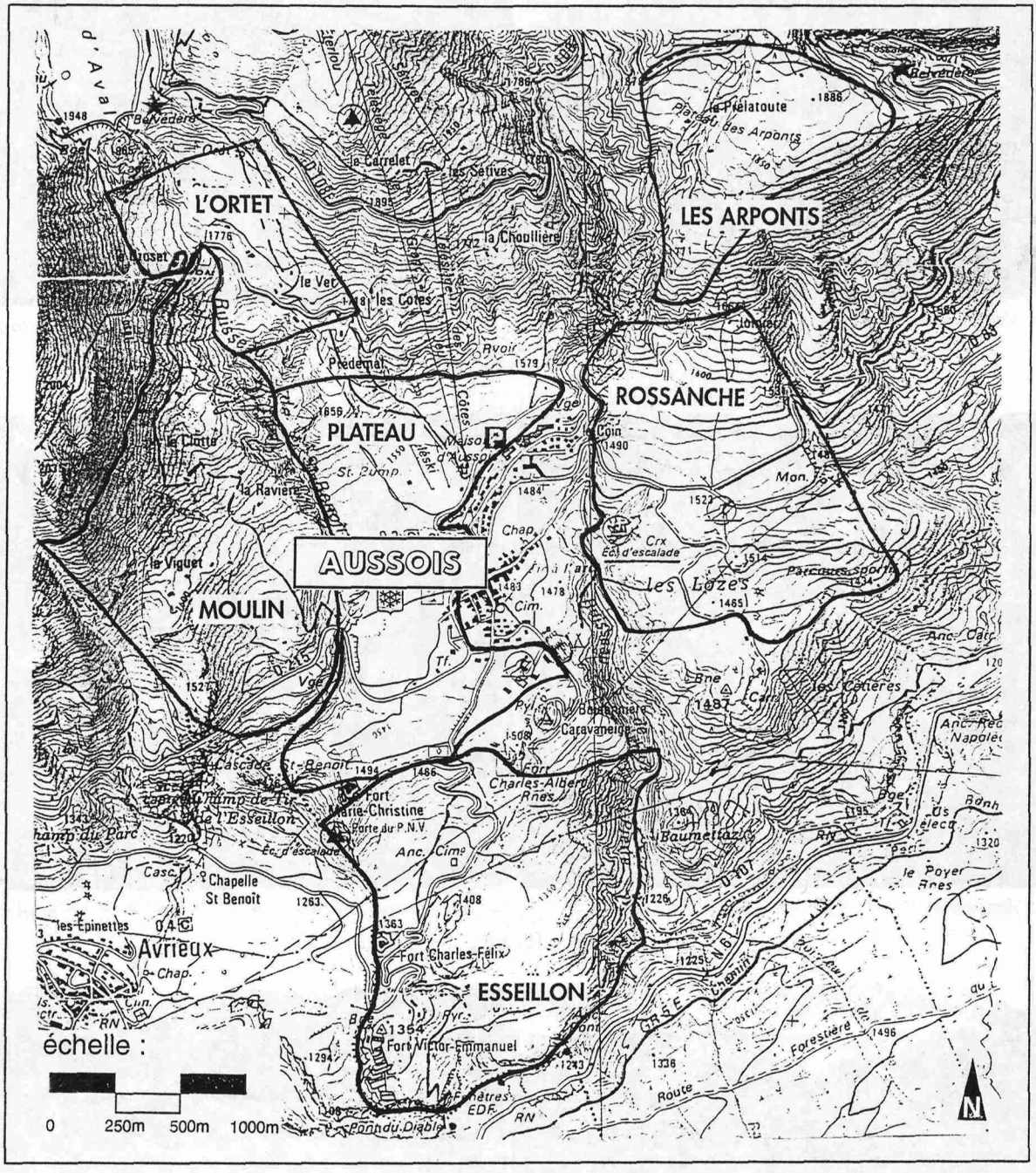


Figure 42 : Localisation des six écocomplexes (d'après la TOP 25 3534 OT - les trois vallées - Modane - Parc National de la Vanoise ; IGN 1991 ©)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

(photo S. Vanpeene)

(photo K. Héritier)

Rossanche

(photo S. Vanpeene)

(photo K. Héritier)

L'Ortet

(photo S. Vanpeene)

(photo S. Vanpeene)

L'Arpont

CemOA : archive ouverte d'irstea / Cemagref

1 - L'Esseillon[12]

Il s'agit du secteur le plus bas de la commune (figure 43), limité en bas (1350 m) par le sommet de la gorge de l'Arc et dans sa partie haute (1480 m) par la rupture de pente où se situe le Fort Marie-Christine.

Les pentes sont globalement fortes, de l'ordre de 35 %, avec cependant de larges plans moins inclinés qui ont été cultivés.

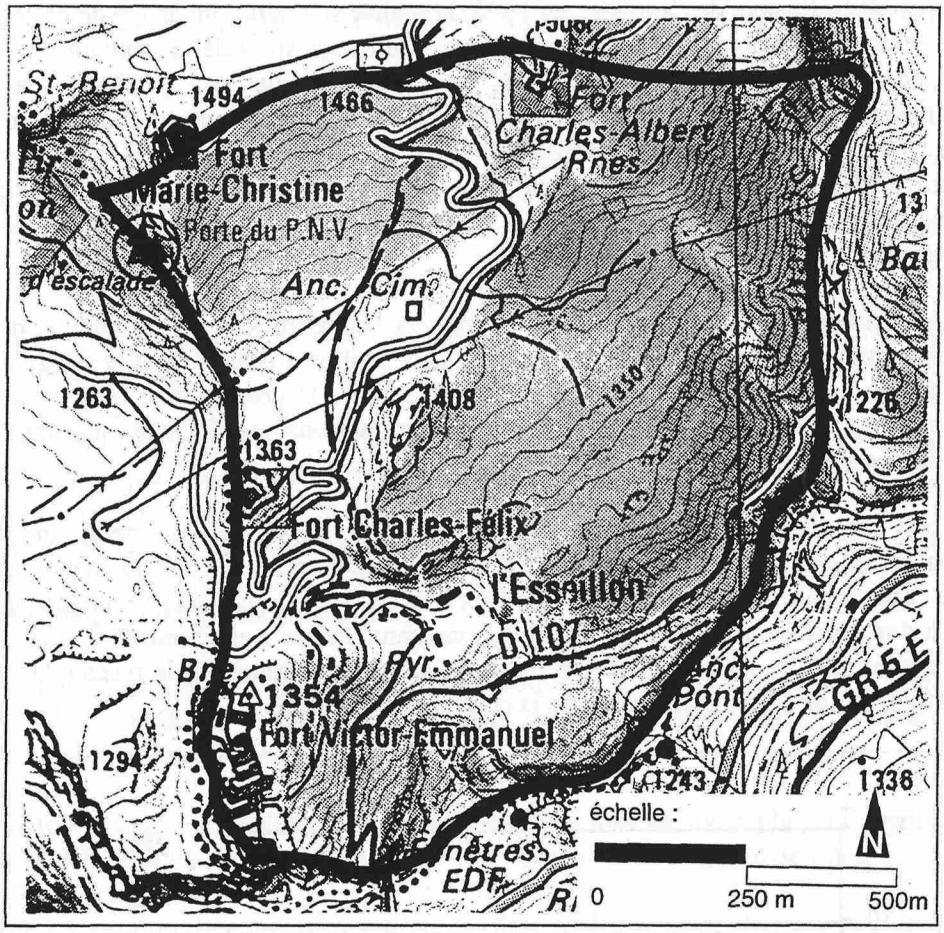


Figure 43 : Localisation du secteur de l'Esseillon (d'après la TOP 25 3534 OT - les trois vallées - Modane - Parc National de la Vanoise ; IGN 1991 ©)

Le secteur de l'Esseillon est un écocomplexe très particulier de la zone d'étude (sécheresse du milieu, faible altitude, certaine déconnexion du paysage du reste de la commune). Il représente un secteur sensible de la commune à plusieurs titres :

- les conditions de milieu : c'est le secteur le plus sec de la commune ; sa pluviométrie est celle de la station météo d'Avrieux[13], soit 550 mm d'eau en moyenne par an alors qu'au village d'Aussois, la pluviométrie annuelle moyenne est de 710 mm. Par ailleurs, les sols sont très minces à faible réserve en eau et développés sur des affleurements de dalles calcaires ;

[12] les noms choisis pour dénommer ces écocomplexes sont issus de la toponymie de la commune mais s'appliquent à une surface plus grande que leur dénomination cadastrale. Par exemple, ce que nous appelons l'Esseillon contient au cadastre, les sous-ensembles dénommés l'Esseillon, Cotteriat, Cote Blanche, Champ Bérou, ...

[13] Avrieux : station Météo France 73026001 altitude 1102 m.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

- la faune et la flore : ces conditions de milieu très sèches entraînent l'existence d'une végétation à caractère steppique et d'une faune particulière (très riche en insectes) possédant plusieurs espèces protégées ce qui a provoqué le classement de ce secteur en ZNIEFF[14] ;

- les modes de gestion de l'espace : après une utilisation agricole intense en 1728, ce secteur sec et non irrigué était en 1992 en forte déprise et soumis à des pratiques très extensives et non contrôlées (pâturage en liberté de moutons à l'automne) ;

- les conflits d'usage de l'espace : en 1993, la mairie souhaitait un arrêté de biotope pour protéger ce secteur sensible et souhaitait mettre en place une gestion de la zone en vue de maintenir les espèces protégées et de favoriser les espèces messicoles (en particulier le gibier, par des cultures mises en place spécifiquement). L'arrêté de biotope, qui aurait figé un certain nombre de pratiques et en aurait interdit d'autres (zonage des activités agricoles, pastorales et forestières, obligation d'autorisation pour mise en culture, limitation de la circulation et de la fréquentation aux chemins balisés, ...), s'est heurté à une forte opposition qui n'a pas permis sa mise en application.

Cette opposition passionnelle - plus basée sur des craintes imaginaires des agriculteurs, d'une diminution des libertés de gestion de l'espace, que sur des interdictions réelles d'usage[15] - est révélatrice d'un besoin de médiation autour de l'espace rural dès qu'un "encadrement" de la gestion de l'espace est prévu. Il serait intéressant que des sociologues se penchent sur ce secteur pour analyser la relation entre l'extensivité des pratiques et la notion de liberté par rapport au territoire.

Les sols sont très superficiels. Sur les zones non cultivées, il y a des affleurements importants de dalles calcaires (calcaires du trias parfois métamorphisés en marbre et polis par les glaciers quaternaires). Son microclimat se rapproche plus de la station d'Avrieux que de celui de la station météorologique du village d'Aussois et est donc très sec (558 mm de précipitations annuelles moyenne entre 1966 et 1995). Le déficit hydrique est d'autant plus important que ce secteur n'a jamais été irrigué par le réseau de canaux coursiers et qu'il ne bénéficie pas de l'apport hydrique de la couverture neigeuse.

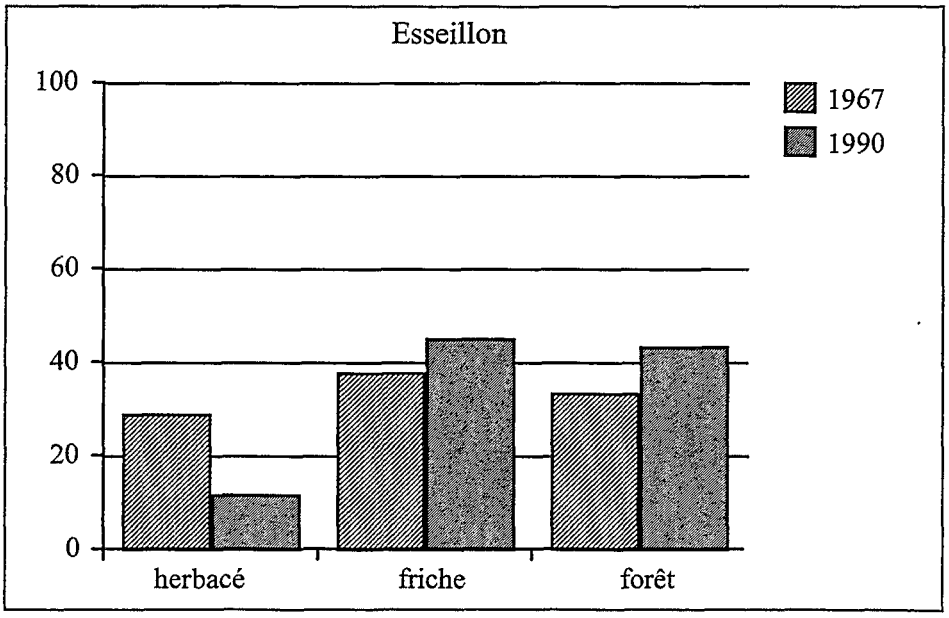


Figure 44 : Evolution de l'occupation du sol à l'Esseillon entre 1967 et 1990 (exprimé en pourcentage des superficies occupées par chaque type de végétation)

[14] zone naturelle d'intérêt écologique, floristique et faunistique de type 1 n° 7350-0016 (annexe 5).

[15] les interdictions réelles prévues s'adressaient beaucoup plus aux touristes qu'aux exploitants agricoles : interdiction de déposer des ordures, du camping, des activités cyclistes ou équestres en dehors des chemins balisés à cet effet, de circulation des véhicules à moteur autres que les engins nécessaires à l'exploitation agricole, pastorale ou forestière.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

D'après le cadastre sarde, cette zone était, en 1728, exploitée sous forme de champs (Cretin, 1994) qui permettaient d'assurer les récoltes vivrières des habitants. Cette zone sera abandonnée quand les cultures (céréales, pommes de terre) ne seront plus indispensables à la survie des habitants. En 1967, les parcelles isolées et celles bordant des blocs de parcelles sont occupées par de la friche ou de la forêt et les champs ont diminué au profit des prairies. Entre 1967 et 1990 (figure 44), la déprise agricole s'accentue encore, avec une augmentation des zones en friche (Cretin, 1994) et des forêts au détriment des zones herbacées. Ces friches sont constituées d'arbustes *de Juniperus communis, Rosa canina* et *Berberis vulgaris*. Leur extension est très lente, vues la faible disponibilité en eau et la faible fertilité des sols. Depuis 1990, il y a une reprise nette de l'activité au profit des cultures (céréales, luzernières et prairies artificielles en Dactyle).

L'application de l'article 19 a contribué à cette reprise avec deux modalités :

- soit le labourage de parcelles abandonnées depuis 15 ans et ensuite semis de Luzerne et Dactyle, afin de permettre le pâturage de printemps et la fauche ;
- soit le "nettoyage" par coupe des genévriers et des églantiers de parcelles pâturées malgré un enfrichement parfois ancien.

A l'automne et au printemps, des moutons pâturent en liberté et des génisses sont parquées autour du cimetière sarde (GAEC Detienne).

Comme nous l'avons indiqué plus haut, cette zone, dans sa partie la plus sèche et sur les sols les plus superficiels, est occupée par une pelouse steppique qui fait l'objet d'une inscription en ZNIEFF (annexe 5) à intérêts botanique, biogéographique, entomologique et ornithologique.
L'agriculture est encore active et est en reprise d'activité (article 19) depuis 2 à 3 ans. Certaines parcelles labourées contiennent des espèces messicoles (*Adonis annua, Adonis vernalis, Scandix pecten veneris, ...*) ce qui confère à cette zone un intérêt patrimonial.

En outre, le patrimoine bâti est important au plan touristique et il est emblématique pour la commune : la barrière des forts de l'Esseillon, visible depuis la vallée de l'Arc, le Fort Marie-Christine - porte du Parc National de la Vanoise, le Pont du Diable.

L'aménagement touristique est également très actif dans ce secteur avec plusieurs sentiers balisés, des circuits de VTT et depuis 2 ans, la mise en place de Via Ferrata[16] dans la gorge de l'Arc.

Cet écocomplexe est le point de convergence d'une multitude d'usages de l'espace et peut donc facilement être l'enjeu de conflits (comme l'arrêté de biotope l'a montré), nous en reparlerons dans la discussion générale de cette thèse (chapitre 11).

2 - Le Plateau

Il s'agit de la zone de prairies de fauche et de cultures entourant le village. Ce secteur est délimité (figure 45) :

- au sud, par le rebord occupé par le Fort Marie-Christine (1480 m),
- à l'ouest, par le ruisseau du St-Benoît,
- à l'est, par la bordure ouest et nord de l'enveloppe bâtie du village,
- au nord, par la route qui monte aux barrages (1600 m).

[16] circuit d'escalade balisé et équipé d'échelons et de câbles permettant une progression au flanc de la falaise même pour des non-grimpeurs (sous réserve d'équipement spécifique et d'absence de vertige !).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

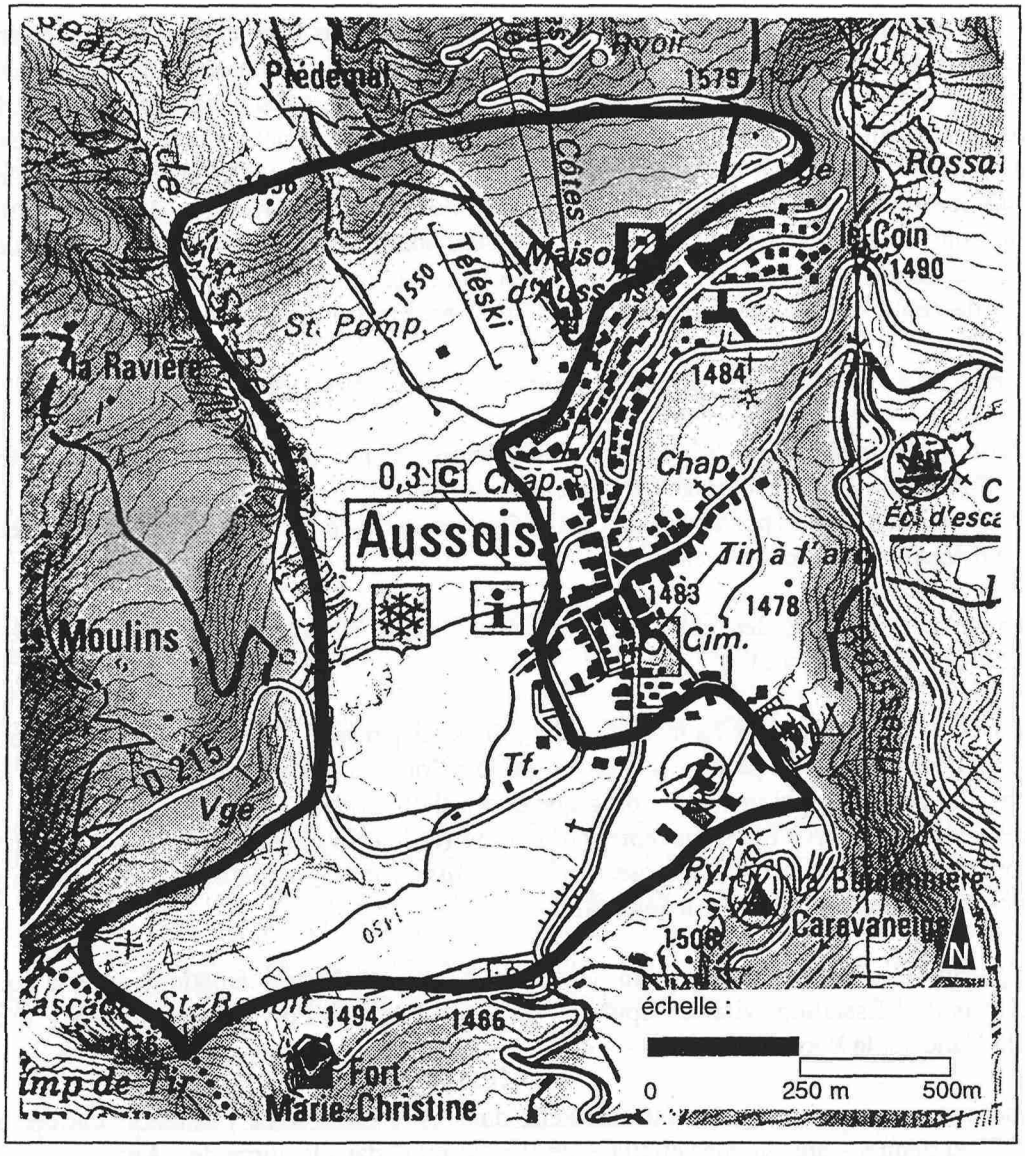


Figure 45 : Localisation du secteur du Plateau (d'après la TOP 25 3534 OT - les trois vallées - Modane - Parc National de la Vanoise ; IGN 1991 ©)

Ce secteur à faible pente est situé sur un dépôt morainique würmien qui a permis le développement de sols assez profonds, améliorés par la fumure et l'épierrage (Héritier, 1996).

	Moulin	Ortet	Plateau
P_2O_5	0,049 g/kg	0,071 g/kg	0,11 g/kg
N	4,09 g/kg	6,2 g/kg	5,08 g/kg
réserve en eau	106 mm	101 mm	82 mm

Figure 46 : Comparaison de quelques données[17] concernant les sols de la zone cultivée d'Aussois (d'après Richelot, 1997)

[17] P_2O_5 méthode Joret-Hébert ; réserve en eau estimée en fonction de la profondeur utile, le taux de cailloux, la texture et la structure (GIS Alpes du nord, 1992).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

En effet, la proximité des étables facilitait l'épandage de fumier sur ces prairies de fauche ce qui explique leur richesse en azote et en phosphore (figure 46).

L'irrigation était assurée par gravité grâce aux canaux coursiers. Leur entretien est arrêté depuis les années 1980, quand des bouches d'irrigation par aspersion ont été mises en place.

Les différents pourcentages d'occupation végétale du sol du Plateau (figure 47) ont peu changé entre 1953 et 1990 : la part de la forêt est restée globalement stable, les formations herbacées ont diminué de 2 % et les friches ont augmenté de 2 %. La totalité des parcelles est encore fauchée. Seuls les buttes et les talus trop pentus pour l'utilisation de motofaucheuses ou de tracteurs ne sont plus exploités (alors qu'auparavant ils étaient fauchés à la main), ainsi que les murgers[18].

Le principal facteur de modification du paysage du secteur du Plateau est l'augmentation de l'emprise du bâti dans la dernière période 1967 - 1990 (figure 56, page 121).

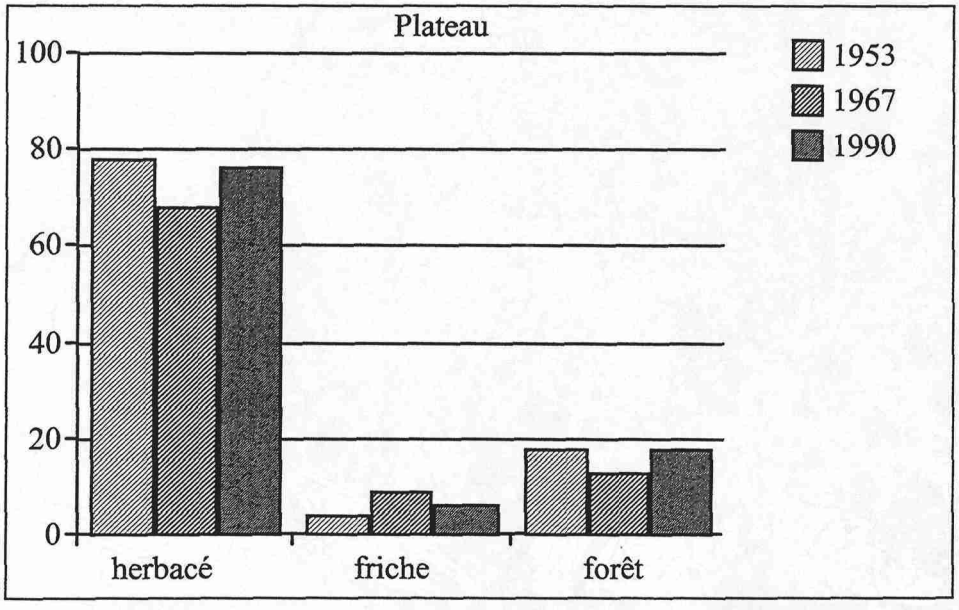


Figure 47 : Evolution de l'occupation du sol au Plateau entre 1953 et 1990 (exprimé en pourcentage des superficies occupées par chaque type de végétation) (d'après Héritier, 1996)

3 - Le Moulin

Seul secteur agricole du village situé à l'ouest du ruisseau du St-Benoît, la zone du Moulin est délimitée par (figure 48) :

- à l'est et au sud : par le canyon du St-Benoît, la partie la plus basse de ce secteur est à 1500 m ;
- à l'ouest : par la limite de la commune ;
- au nord : par la route sous la conduite forcée qui rejoint le ruisseau du St-Benoît ; l'altitude la plus haute est 1800 m.

[18] accumulation de pierres sèches issues de l'épierrage des parcelles.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

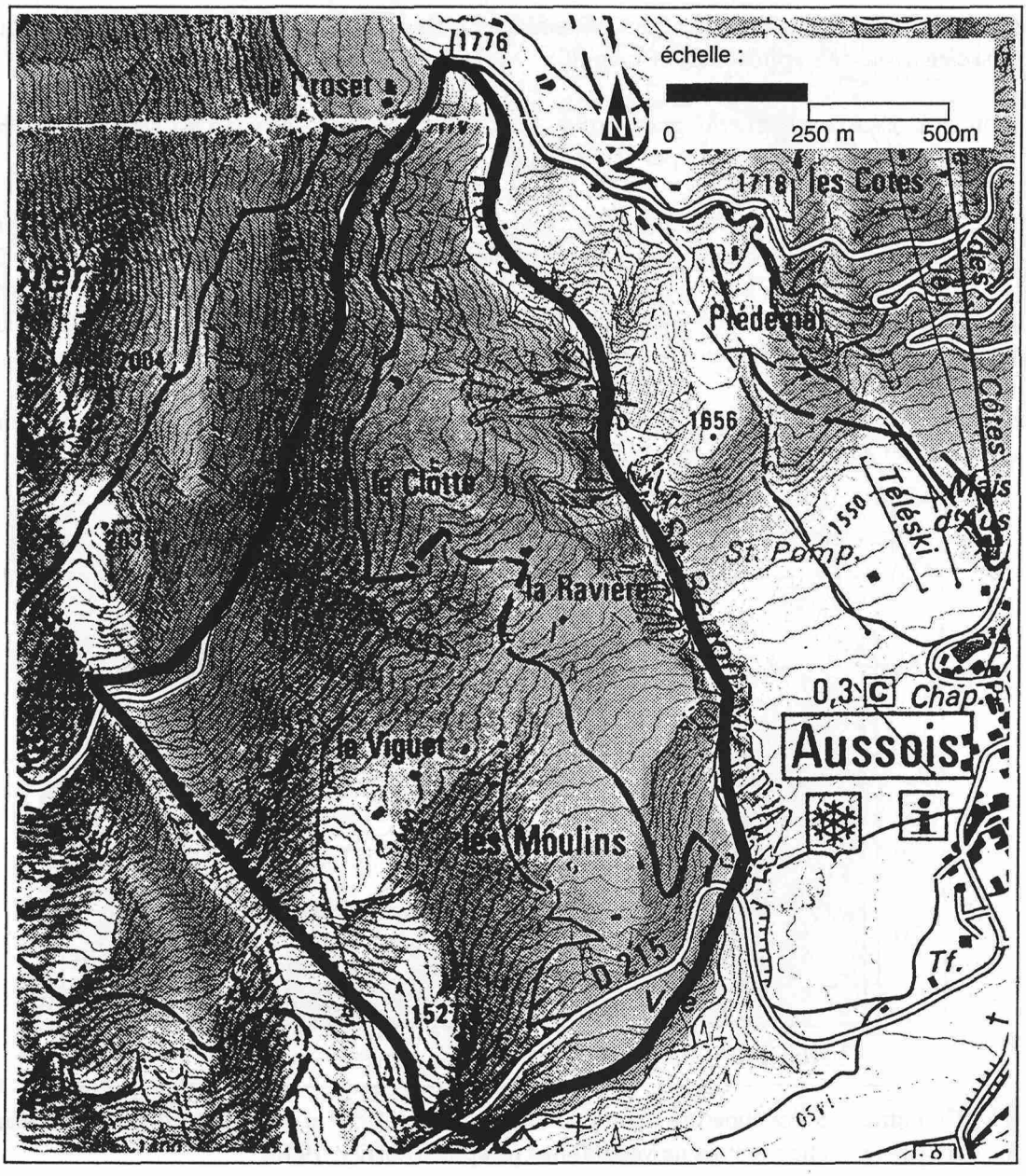


Figure 48 : Localisation du secteur du Moulin (d'après la TOP 25 3534 OT - les trois vallées - Modane - Parc National de la Vanoise ; IGN 1991 ©)

Les sols (figure 46) sont, comme au Plateau, développés sur un placage morainique ; ils sont plus profonds que sur le Plateau et présentent une réserve en eau plus importante (Richelot, 1997). Par contre, en raison de leur éloignement du centre du village et de l'abandon de la fauche et de la fertilisation, leur richesse en azote et phosphore est inférieure à celle des sols du Plateau.

Un canal d'irrigation est encore en activité dans cette zone, il n'est plus entretenu et ses débordements provoquent des engorgements d'eau dans certaines parcelles et le développement de petites hydromorphies dans certains sols.

Le Moulin est le secteur le plus transformé depuis 1953 (figure 49 et voir paragraphe C). L'abandon de la fauche a entraîné l'apparition directe, sans stade arbustif, (Héritier, 1996) de bosquets de feuillus (bouleaux et trembles) et de pins sylvestres dans la partie basse et d'épicéas dans sa partie haute. Cependant, les pourcentages des différentes formations (figure 49) ne reflètent guère cette analyse ; c'est au niveau de la variation du nombre de taches et des longueurs de lisière (voir paragraphe C) que ces modifications apparaissent le mieux.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Utilisation de l'eau

(photo G. Richelot)

Sol hydromorphe (secteur Ortet)

(photo G. Richelot)

Canal d'irrigation (secteur Arpont)

(photo G. Richelot)

"Farouire", pelle qui sert à faire déborder l'eau
du canal d'irrigation dans la parcelle à irriguer

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Dynamique de colonisation frontale

(photo K. Héritier)

à partir d'une lisière de forêt
(bouleaux et pins sylvestres)

(photo V. Cretin)

à partir d'une haie et d'une friche

(photo S. Vanpeene)

Deuxième front de colonisation de feuillus

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

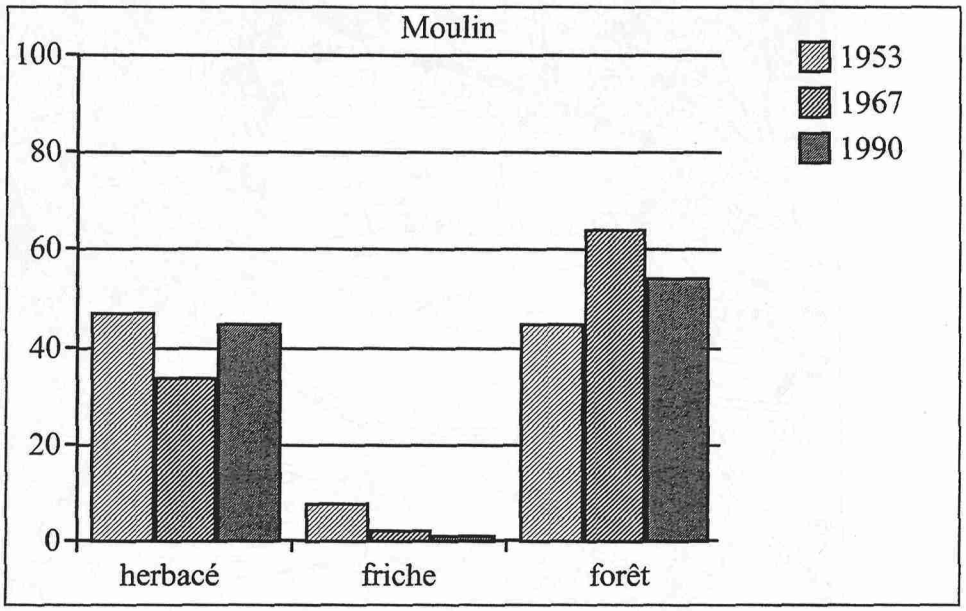


Figure 49 : Evolution de l'occupation du sol au Moulin entre 1953 et 1990 (exprimé en pourcentage des superficies occupées par chaque type de végétation) (d'après Héritier, 1996)

Quelques parcelles sont encore pâturées par des moutons (en parc au printemps), des chevaux ou des vaches, les autres ne sont plus entretenues. En 1996, une piste pastorale a été créée pour faciliter la desserte de chalets (cependant, peut-être plus pour une utilisation de loisirs que pour relancer l'activité agricole).

Actuellement la colonisation ligneuse est tellement développée dans ce secteur qu'un retour à un espace ouvert n'est guère envisageable. Ce secteur peut servir de point de comparaison pour prédire l'évolution du paysage du Plateau en cas d'abandon généralisé de la fauche.

4 - Rossanche

Ce secteur comportait le hameau dit "les Rossanches", habité jusqu'à sa destruction par le feu en 1819 (Paillard, 1983). Le secteur retenu sous ce nom englobe une zone beaucoup plus vaste que celle de l'ancien hameau ; nous y avons ajouté le lieu dit Les Lozes. Il est situé à l'est du ruisseau du St-Pierre.

Cette zone est délimitée par (figure 50) :

- à l'est : la limite de la commune avec la commune de Sardières,
- au sud : la piste passant sous la carrière des Lozes, l'altitude la plus basse est 1400 m,
- à l'ouest : par le ruisseau du St-Pierre,
- au nord : par la piste qui passe aux chalets de Jomier. L'altitude la plus haute est 1700 m.

Ce secteur est constitué dans sa partie haute (au-dessus de la route qui mène à Sardières) d'un vaste espace de pente moyenne autrefois occupé par le hameau des Rossanches ainsi que des cultures et prés de fauche. Au sud de la route, cette zone comporte une succession de replats séparés par des ruptures de pentes fortes.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

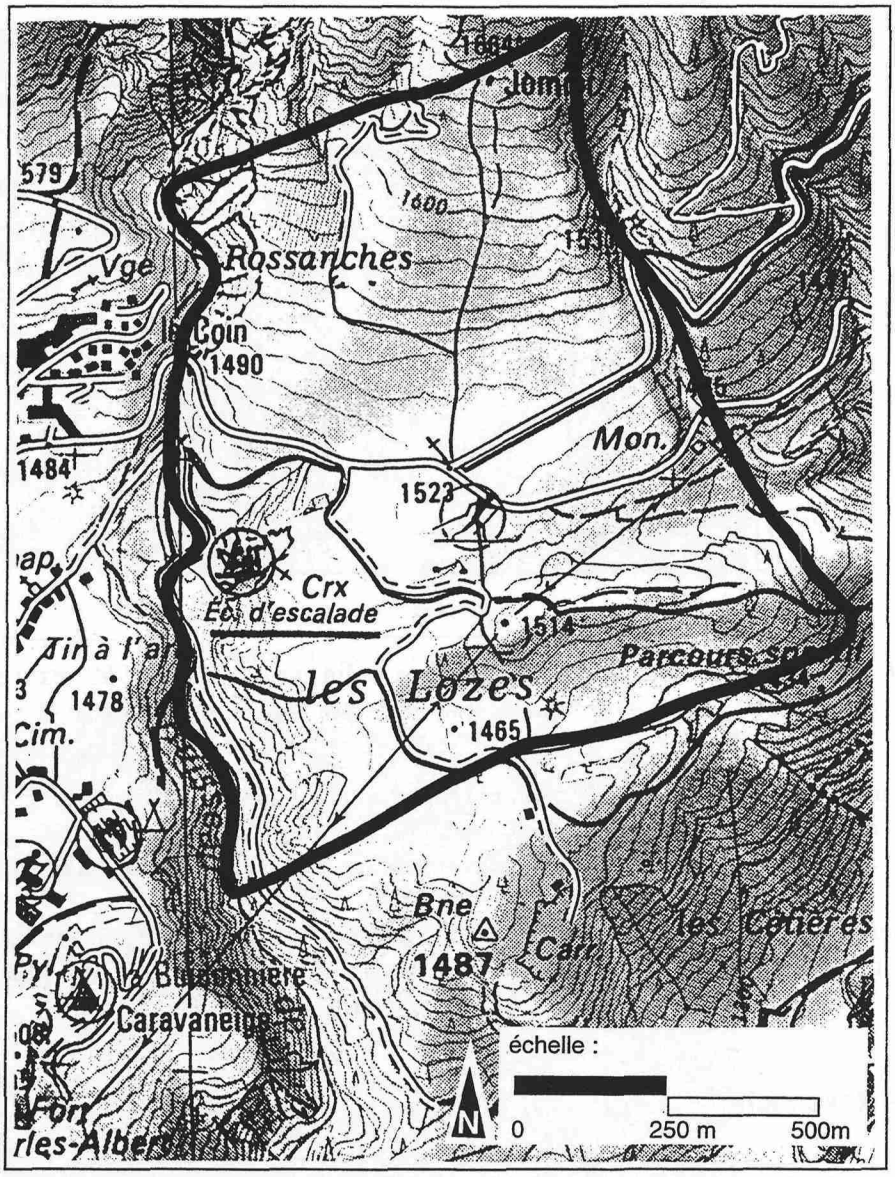


Figure 50 : Localisation du secteur de Rossanche (d'après la TOP 25 3534 OT - les trois vallées - Modane - Parc National de la Vanoise ; IGN 1991 ©)

Les sols sont pour la partie haute comparables à ceux du Plateau et pour la partie basse, plus proches de ceux de l'Esseillon. Il y a au niveau de la carrière un gros affleurement de calcaire marmorisé qui était exploité.

Cette zone était irriguée par gravité à partir de deux captages. Ils desservaient l'un le haut de la zone (Jomier), par le canal de Rossanches-dessus ; l'autre le bas des Rossanches, le Plan de la Croix et les Lozes par le canal des Rossanches-dessous. Actuellement, le canal des Rossanches-dessous est totalement abandonné et la partie basse n'est plus irriguée alors que la partie haute bénéficie toujours de l'eau dans le canal de Rossanches-dessus.

Entre 1953 et 1967, il y a eu une forte progression des surfaces en friche et en forêt ouverte (figure 51).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

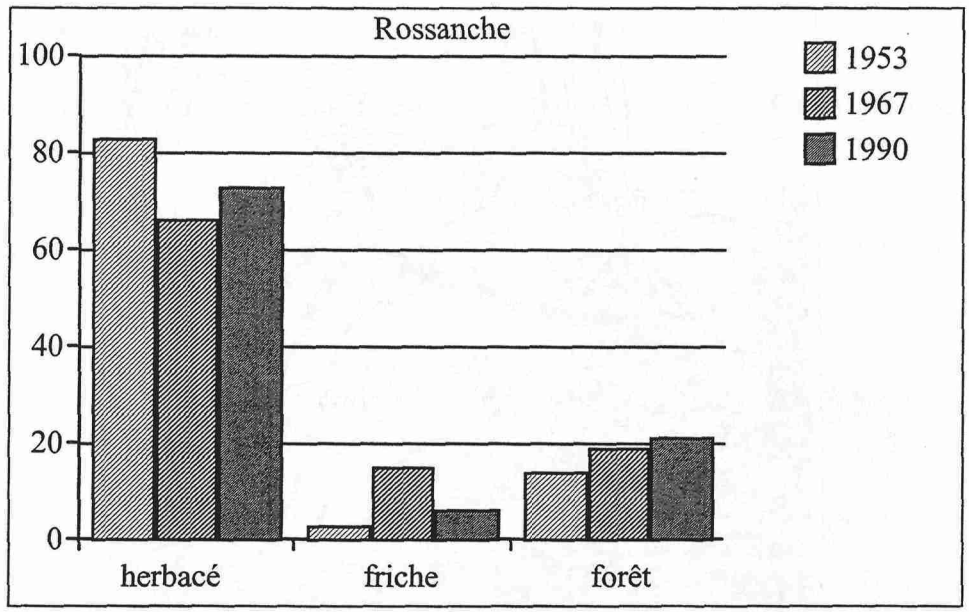


Figure 51 : Evolution de l'occupation du sol à Rossanche entre 1953 et 1990 (exprimé en pourcentage des superficies occupées par chaque type de végétation) (d'après Héritier, 1996)

Ce secteur est actuellement en partie envahi par la friche (arbustes de *Juniperus, Berberis* et *Rosa*) et par des formations de pins sylvestres. Certaines parcelles de la partie haute sont fauchées et d'autres, malgré l'enfrichement, sont pâturées de manière extensive par des moutons (bergerie dans les ruines du hameau). Des chevaux sont également parqués au niveau de Jomier. La partie basse de ce secteur est occupée par des cultures, des prairies de fauche ainsi que par des parcs à moutons au printemps et des pâtures de chevaux. Un parcours extensif des moutons en liberté (GAEC) a lieu sur cette zone à l'automne.

La déclaration de plusieurs parcelles au titre de l'article 19 a permis le défrichage de zones envahies par le genévrier.

5 - L'Ortet

Il s'agit d'une montagnette (alpage utilisé traditionnellement au mois de juin) située juste sous le barrage de plan d'Aval. Cette zone constitue une unité paysagère bien nette, elle est délimitée par (figure 52) :

- à l'ouest : le ruisseau du St-Benoît ;
- au sud : par une limite sans signification topographique forte placée à l'altitude de 1700 m ;
- à l'est par une ouverture linéaire dans la forêt (passage d'une ligne électrique) ;
- au nord : par la limite de l'escarpement sur lequel est situé la voûte du barrage de Plan d'Aval, à une altitude de 1900 m.

Le secteur appelé Ortet se compose de l'alpage de l'Ortet, de celui adjacent du Drozet et du Vet. L'alpage de l'Ortet est recouvert de placage morainique, les sols (figure 46) sont profonds et présentent une réserve en eau de 101 mm. Ils sont riches en azote (6,2 g/kg) et ont une teneur moyenne en phosphore (Richelot, 1996).

Un canal d'irrigation parcourt la bordure est de l'alpage. Un captage de source est situé dans la partie la plus haute. Certains sols présentent une hydromorphie à proximité du canal d'irrigation.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

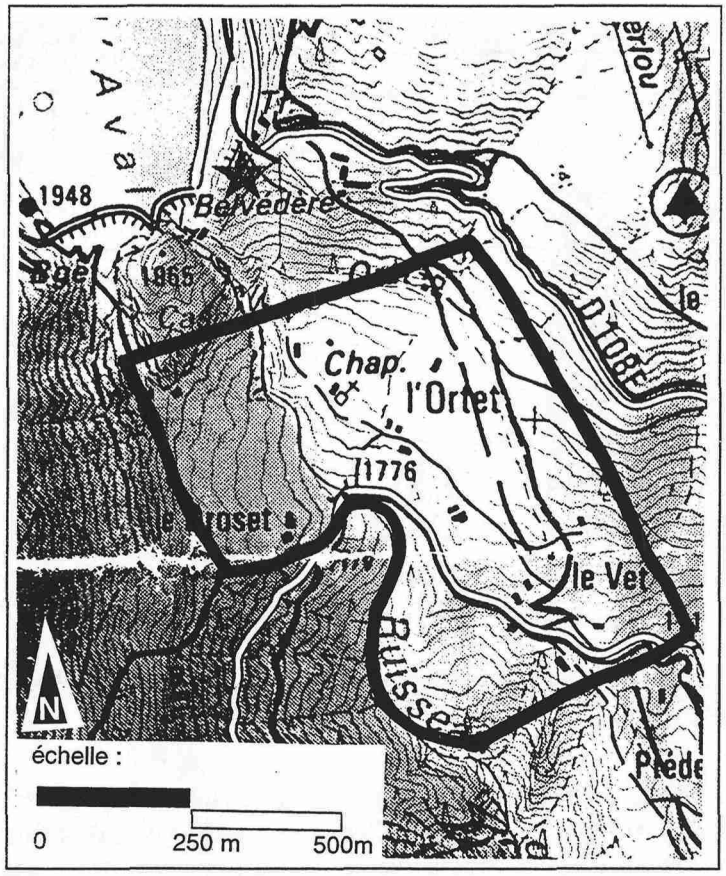


Figure 52 : Localisation du secteur de l'Ortet (d'après la TOP 25 3534 OT - les trois vallées - Modane - Parc National de la Vanoise ; IGN 1991 ©)

L'alpage de l'Ortet a peu évolué depuis 1953 (figure 53), il est resté très exploité : la quasi-totalité des parcelles est encore fauchée, sauf au niveau d'un talweg localisé sur sa bordure ouest. Le lieu dit Drozet, localisé au pied du barrage, est pâturé en fin de printemps par les génisses du GAEC, sa partie basse est passée, de 1953 à 1967, de la situation de friche à celle de formation forestière.

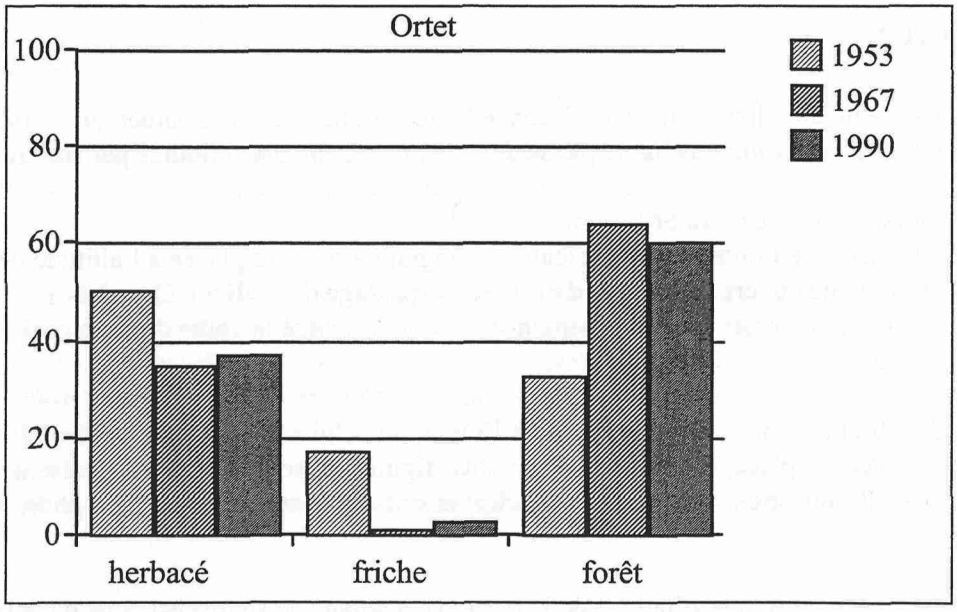


Figure 53 : Evolution de l'occupation du sol à L'Ortet entre 1953 et 1990 (exprimé en pourcentage des superficies occupées par chaque type de végétation) (d'après Héritier, 1996)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

6 - L'Arpont

Ce secteur se situe dans la partie la plus à l'ouest de la commune, il s'agit d'un grand replat ouvert au milieu de la forêt. Il est séparé en deux par une bande boisée dans un talweg : à l'est la montagnette des Arponts et à l'ouest, un petit alpage dénommé Prélatoute.

La limite de cet écocomplexe suit les contours des zones de prairie (figure 54). L'altitude inférieure est de 1750 m et la supérieure de 1900 m.

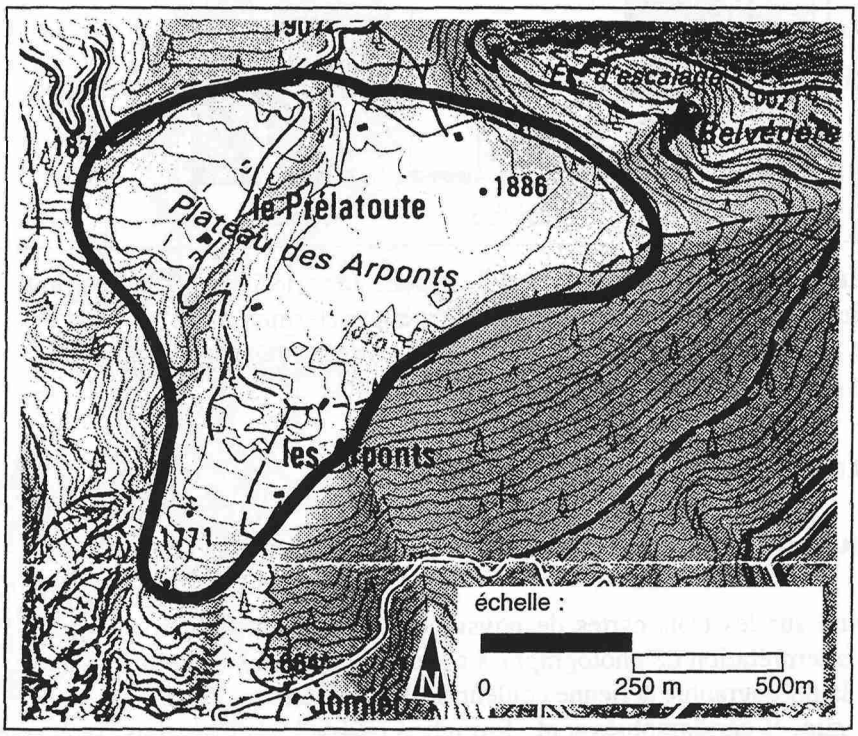


Figure 54 : Localisation du secteur de l'Arpont (d'après la TOP 25 3534 OT - les trois vallées - Modane - Parc National de la Vanoise ; IGN 1991 ©)

La zone basse de l'Arpont a été sujette, depuis 1953, à la déprise (figure 55) avec apparition de jeunes épicéas et de pins à crochet (identifiés en friche en 1967), puis évoluant en formation forestière en 1990. Le bas de la zone est pâturé par les vaches, et l'alpage de l'Arpont est dans sa moitié ouest, fauché (GAEC) tandis que sa moitié est ne l'est plus depuis 10 ans. L'alpage de Prélatoute, qui est clôturé, est occupé par une résidence secondaire.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

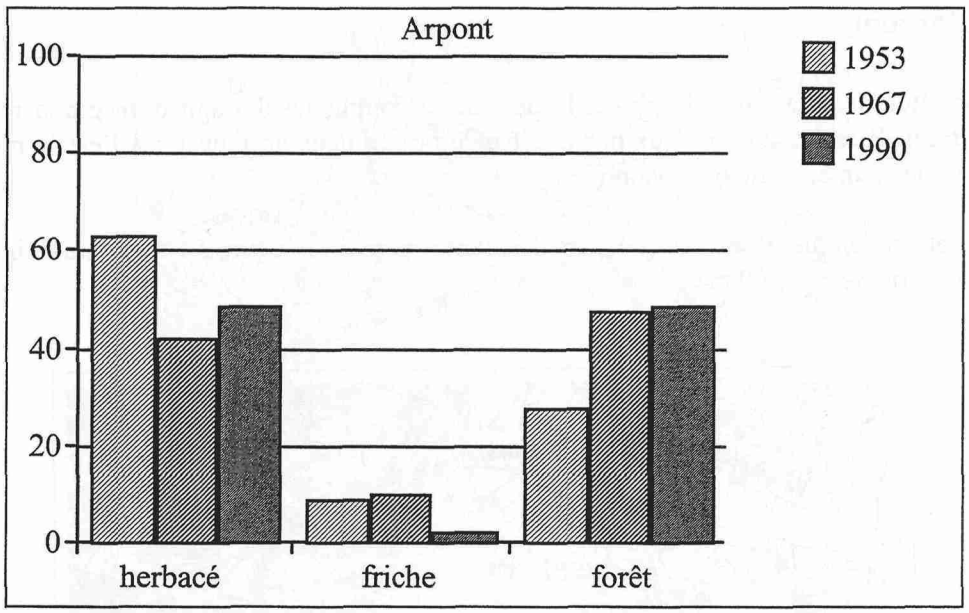


Figure 55 : Evolution de l'occupation du sol à L'Arpont entre 1953 et 1990 (exprimé en pourcentage des superficies occupées par chaque type de végétation) (d'après Héritier, 1996)

C - ANALYSE DU PAYSAGE

1 - L'évolution du paysage entre 1953 et 1990

Cette partie s'appuie sur les trois cartes de physionomie végétale d'Aussois (figure 57) établies par K. Héritier par photo-interprétation de photographies aériennes panchromatiques (c'est à dire noir et blanc) de 1953 et 1967 et de la photographie aérienne couleur de 1990 (Héritier, 1996).
Les types physionomiques cartographiés sont : formation herbacée, friche arbustive et forêt.

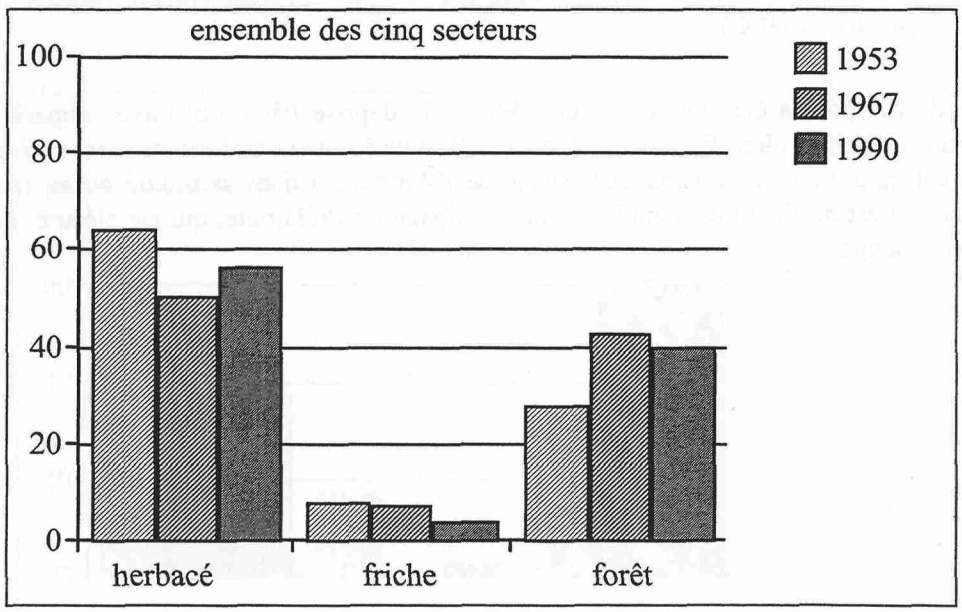


Figure 56 : Evolution de l'occupation du sol à Aussois[19] entre 1953 et 1990 (exprimé en pourcentage des superficies occupées par chaque type de végétation) (d'après Héritier, 1996)

[19] calcul fait sur la somme des 5 secteurs selon le découpage de K. Héritier.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

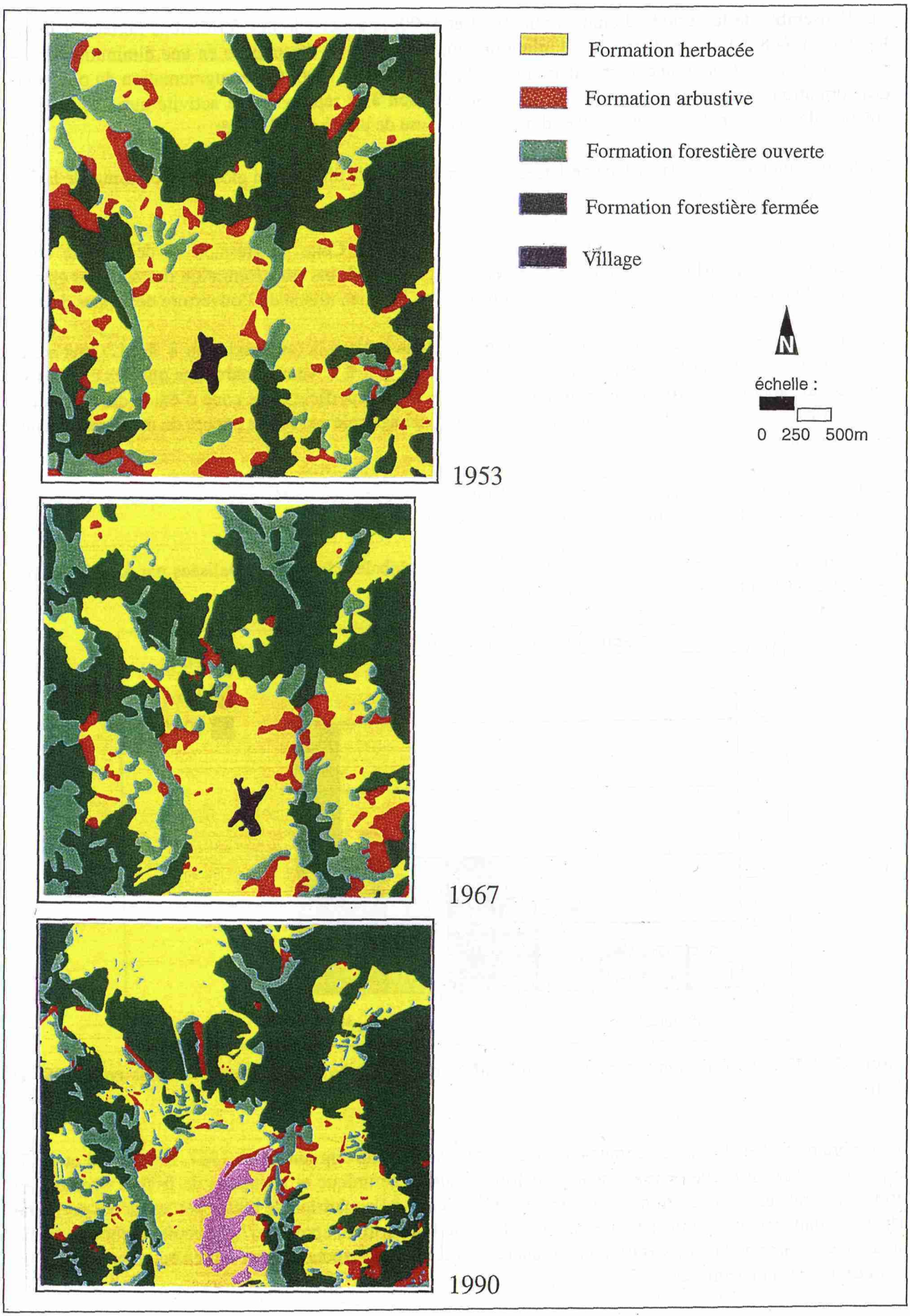


Figure 57 : Cartes de physionomie de la végétation en 1953, 1967 et 1990 (Héritier, 1996)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Sur l'ensemble de la période d'étude, entre 1953 et 1990, la superficie des formations herbacées diminue légèrement (- 8 %). Cependant, cette diminution globale de 8 % se décompose en une diminution de 14 % entre 1953 et 1967, et en une augmentation de 6 %, entre 1967 et 1990. Cette augmentation du pourcentage des formations herbacées entre 1967 et 1990 est due, non à la reprise d'une activité agricole, mais à la création de la station de ski (en 1969) et donc à l'ouverture de pistes dans la forêt.

La diminution globale de la surface herbacée s'accompagne de la diminution globale et continue de la friche (-4 %) entre 1953 et 1990.

Entre 1953 et 1990, la forêt progresse à Aussois (+ 12 %). Cette progression se décompose en une augmentation de la surface forestière de 15 % entre 1953 et 1967, par transformation des surfaces en friche en forêt, et en une légère diminution de 3 % entre 1967 et 1990, en raison de l'ouverture des pistes de ski.

A aucun moment la friche ne recouvre une forte superficie à Aussois (au maximum 8 %). L'Ortet a été le plus enfriché en 1953 (17 %), suivi par Rossanche en 1967 (15 %). Nous remarquons que ces chiffres sont très bas par rapport à St-Michel-de-Maurienne, où 38 % de la superficie de la zone d'étude du Thyl était en friche en 1988 (Delcros, 1993), ce qui traduit bien l'activité agricole qui existe encore de manière soutenue à Aussois pour l'instant.

En nous intéressant maintenant au nombre de taches de chacune des unités physionomiques à Aussois aux différentes dates, il est possible d'affiner l'analyse des modifications du paysage.

Les résultats qui suivent (figure 58) sont issus des cartes globales (figure 57) réalisées par K. Héritier pour 1953, 1967 et 1990 sur l'ensemble de la commune.

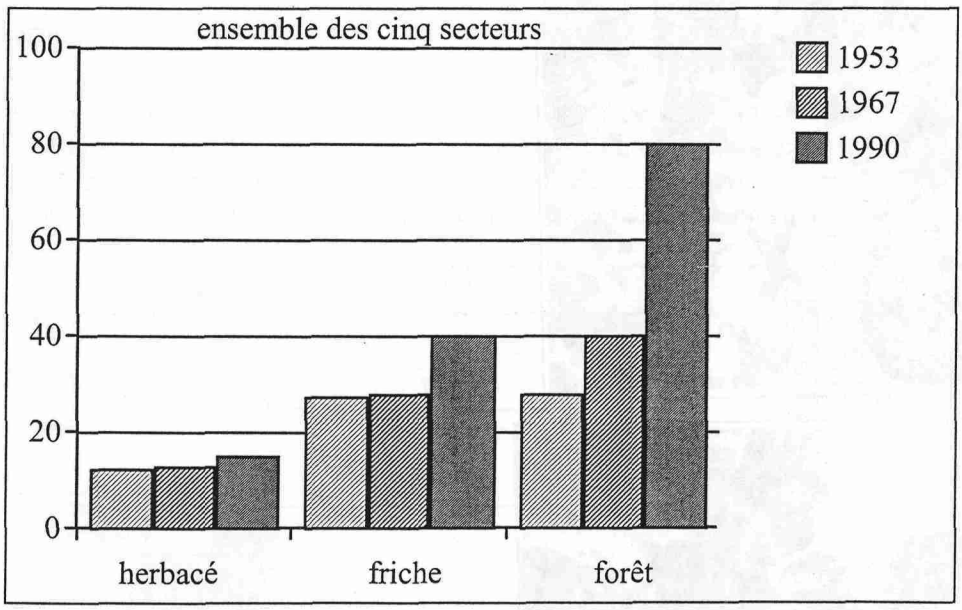


Figure 58 : Variation du nombre de taches des différents types physionomiques d'Aussois entre 1953 et 1990

Le nombre de taches de friche augmente de 1953 à 1990, avec une diminution en 1967. Entre 1953 et 1967, de petites taches de friche se rejoignent pour former une tache unique et beaucoup de friches évoluent en formation forestière. L'évolution, entre 1967 et 1990, est due à l'apparition de toutes petites taches de friche dispersées dans les formations herbacées. Sur le Plateau, l'apparition, après 1967, de petites taches de friche est la conséquence de la mécanisation de la fauche, ces taches correspondent aux buttes ou talus trop pentus pour être fauchés mécaniquement.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Entre 1953 et 1990, les formations forestières ont la plus forte évolution, par apparition de petites taches de formations forestières ouvertes à l'Arpont, l'Ortet mais surtout au Moulin et à Rossanche. Certaines de ces évolutions sont dues à la création de pistes de ski ou le tracé de remonte-pentes.

Le nombre de taches de formation herbacée ne varie pas beaucoup. Cependant, à l'intérieur des grandes taches, uniquement occupées par des formations herbacées en 1953, se développent de nombreuses taches de friche ou de forêt qui ne cloisonnent pas la tache initiale.

2 - Caractérisation de l'occupation du sol en 1990

Les résultats[20] présentés dans la suite de ce paragraphe concernent la photo-interprétation et la digitalisation que nous avons réalisées à partir de la photographie aérienne agrandie de 1990 (figure 59).

[20] les résultats sur les différents secteurs concernent les écocomplexes tels qu'ils sont définis par les limites tracées sur les figures 43, 45, 48, 50, 52 et 54.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

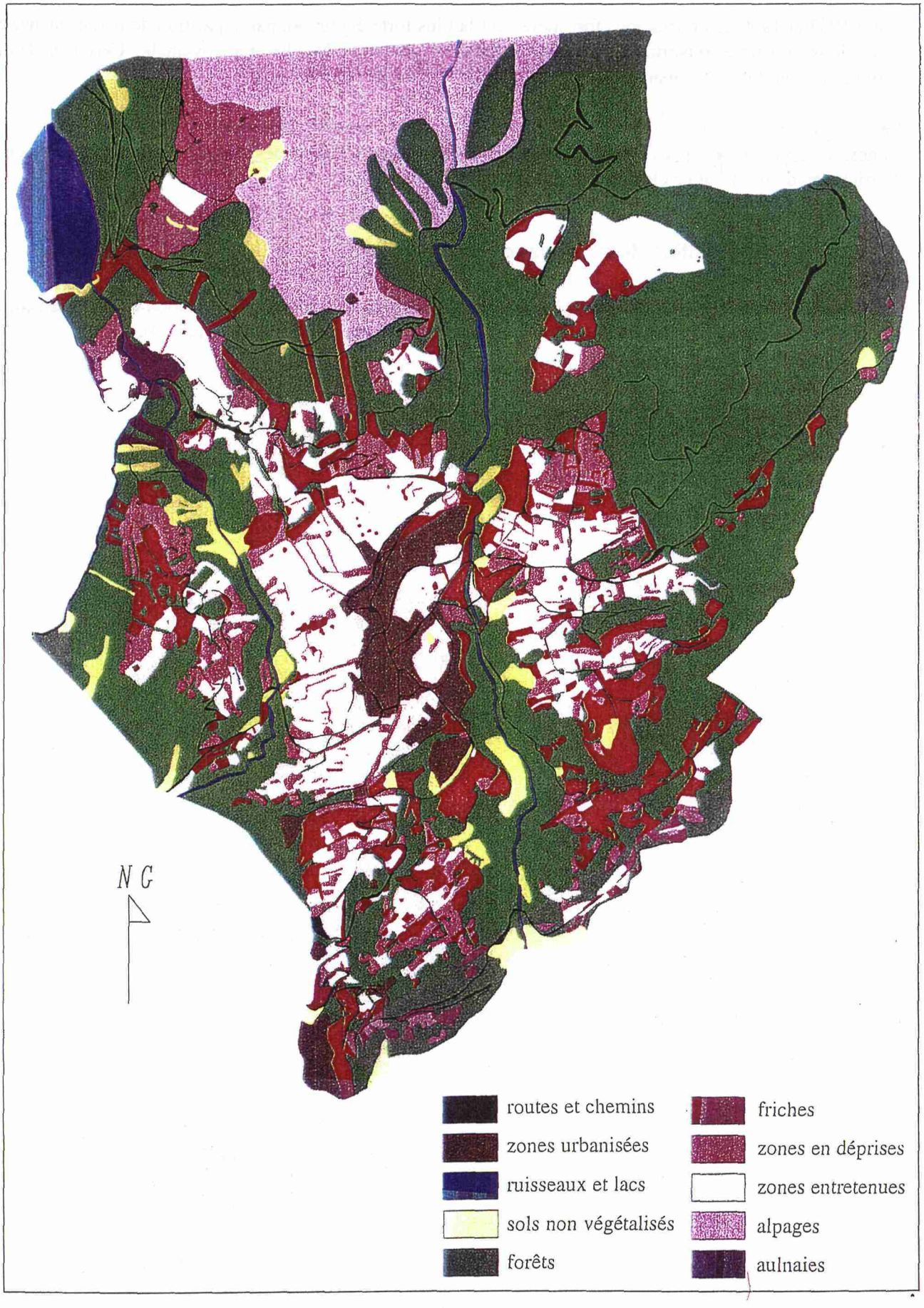


Figure 59 : Carte physionomique de la végétation en 1990 (échelle 1/25000)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Sur le territoire de la commune d'Aussois compris entre 1350 et 2200 m, la première occupation du sol est la forêt (35 %), suivie par les zones entretenues (23 %), les zones en déprise (13 %) et les friches (12 %). Les zones non végétalisées[21] (route, bâti, ruisseau et sol nu) occupent 12 %.

La matrice d'un paysage (Forman & Godron, 1986) consiste en l'élément le plus étendu et le plus connecté. La combinaison de trois facteurs (Delcros, 1993) permet son identification :

- la superficie occupée,
- la connectivité,
- le contrôle sur la dynamique paysagère.

En regardant le territoire communal sous l'angle de l'écologie du paysage, la matrice est agricole, bien qu'elle ne soit pas la plus représentée en surface, du fait de son importance au centre du village et de la problématique de cette étude.

Il y a peu de structures de type corridor, exceptées les tranchées ouvertes par l'homme, reliant l'alpage au plateau à travers la forêt pour faire passer les pistes de ski, les remontées mécaniques et une ligne électrique. Les autres structures linéaires (ruisseau et route) peuvent difficilement être considérées comme corridors :

- les ruisseaux, en grande partie enfoncés dans un canyon ne peuvent guère servir de réseau de communication entre taches ;
- les routes, parce qu'elles ne sont pas bordées par des haies ou des murs. Quand les routes sont bordées de manière visible à la photographie aérienne d'une zone en friche ou en déprise, cette étroite zone linéaire a été cartographiée ; c'est donc cette zone bordant la route qui peut être considérée comme un corridor.

L'examen de la répartition secteur par secteur des différents types physionomiques permet de nuancer cette appréciation générale (figure 60).
L'Arpont et le Moulin présentent un pourcentage de forêt beaucoup plus fort (supérieur à 50 %), alors que le Plateau est très peu boisé (15 %).
L'Esseillon est de loin le secteur le plus en friche (33 %), Rossanche et l'Arpont ont environ 15 % de friche, et les autres secteurs 8%.
Les zones en déprise représentent environ 10 % des secteurs sauf à l'Arpont (2 %) et à Rossanche (18 %).
Le Plateau présente bien évidemment la plus grande part de zones entretenues (52 %) sous forme de prairies de fauche. L'Ortet, l'Arpont et Rossanche ont environ 30 % de zones entretenues alors que l'Esseillon (11 %) et surtout le Moulin (8 %) ont très peu de parcelles encore entretenues.

	Arpont	Esseillon	Moulin	Ortet	Plateau	Rossanche
bois	51 %	30 %	55 %	24 %	15 %	26 %
friche	15 %	33 %	8 %	6 %	8 %	16 %
déprise	2 %	10 %	13 %	12 %	9 %	18 %
entretenu	32 %	11 %	8 %	36 %	52 %	29 %

Figure 60 : Répartition par secteur du pourcentage en surface des différents types physionomiques

[21] les zones non végétalisées sont, par la suite, exclues des calculs car elles n'entrent pas dans le cadre de notre problématique qui concerne les colonisations post-culturales (succession secondaire) et non l'ensemble des colonisations végétales potentielles (qui incluraient des successions primaires).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Si l'on veut classer les secteurs en fonction de l'utilisation agricole du sol, le Plateau est l'espace le mieux utilisé, suivi de l'Ortet, l'Arpont et Rossanche, loin derrière viennent l'Esseillon et le Moulin. Il faut noter cependant que depuis 1990, l'Esseillon présente plutôt une reprise d'utilisation agricole, du fait de l'application de l'article 19, alors que le Moulin présente un déclin de l'utilisation agricole.

3 - Taches - interface

A partir des cartes digitalisées, l'utilisation d'un module de calcul des interfaces (annexe 3) permet de prendre en compte, les physionomies de la végétation de part et d'autre d'une interface. Ce module classe les interfaces en fonction des couples de physionomies de la végétation rencontrés et calcule la longueur de l'interface. Le cumul est effectué pour chaque couple de physionomies de la végétation puis, pour chaque physionomie combinée à toutes les autres.

La figure 61 présente l'exemple, sur le secteur de l'Arpont, des interfaces comprenant tout d'abord un bois et ensuite une friche. Bien évidemment, les contacts entre Bois-Friche interviennent deux fois dans ce calcul. La longueur brute des interfaces est le double de la longueur réelle (chaque interface est comptée deux fois, une fois dans la catégorie de physionomie à droite de l'interface, une fois dans la catégorie de la physionomie à gauche de l'interface). Dans la figure 61, la valeur sur la ligne "total des interfaces" corrige ce double comptage.
A l'Arpont, la longueur des contacts concernant un bois est 6460 mètres (soit 36 % de la totalité des contacts de ce secteur). La longueur des contacts concernant la friche est 4771 mètres (soit 27 % de la totalité des contacts). La longueur des contacts Bois-Friche est 2617 m (soit 14 % de la totalité des contacts).

total des interfaces	8987 m
non végétal - Bois	812 m
Bois -Friche	2617 m
Bois - Déprise	341 m
Bois - Entretenu	2690 m
Bois - tout	**6460 m**
non végétal - Friche	25 m
Bois - Friche	2617 m
Friche - Déprise	0 m
Friche - Entretenu	2129 m
Friche - tout	**4771 m**

Figure 61 : Exemple partiel de calcul de longueur d'interfaces sur le secteur de l'Arpont (les longueurs sont indiquées en mètres)

Les longueurs d'interface donnent une bonne idée de la fragmentation du paysage, elles sont cependant sensibles à la forme des polygones. Ainsi une structure linéaire aura une très forte longueur d'interface pour une faible surface, alors que pour une tache ronde ce sera l'inverse.

La figure 62 présente la répartition des interfaces entre zones végétalisées de la commune.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

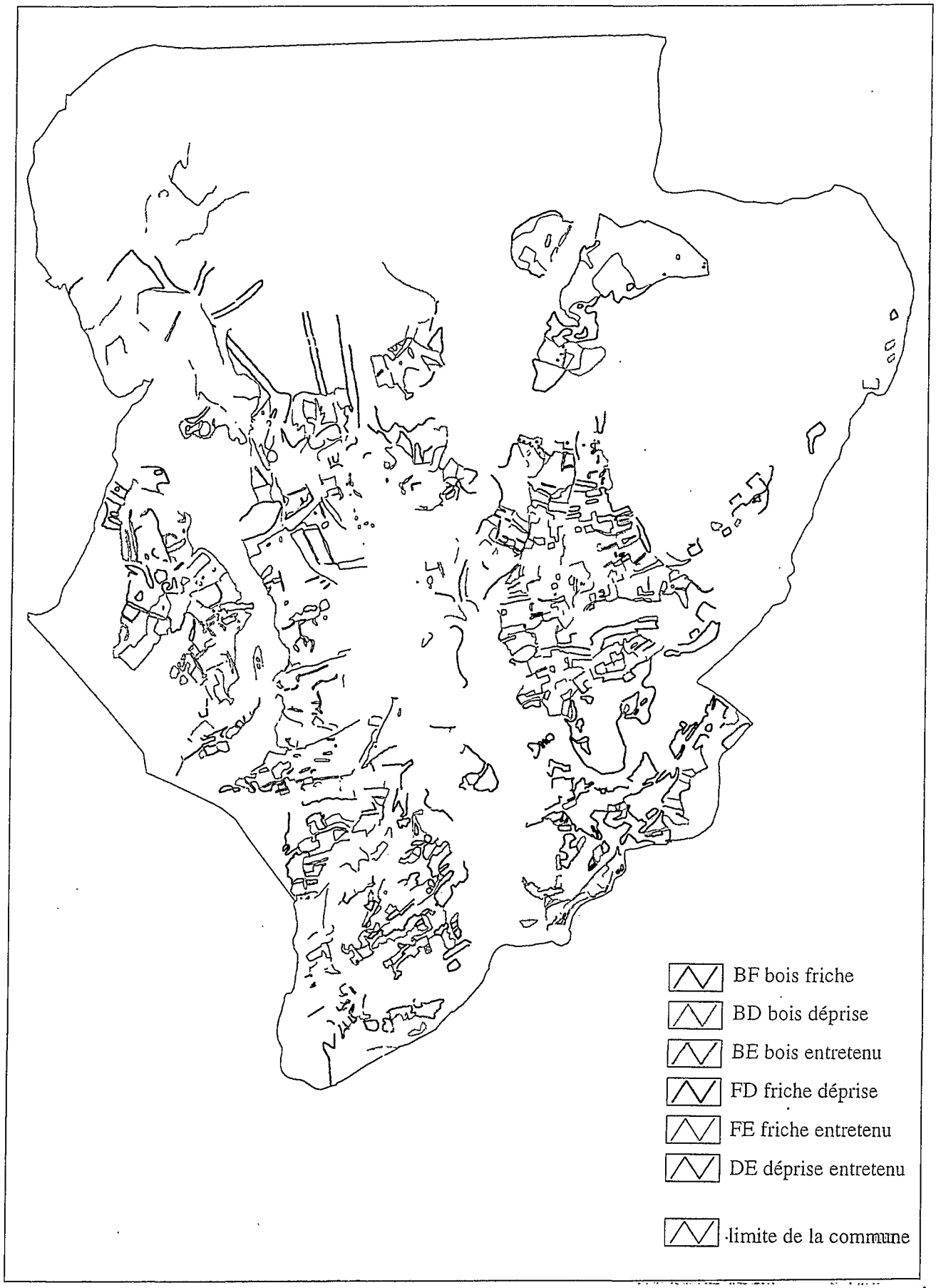


Figure 62 : Carte des interfaces entre types de végétation (échelle 1/25000)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Sur l'ensemble des six secteurs d'Aussois, la répartition des interfaces selon les différents types physionomiques est relativement équilibrée. La forêt représente 28 % de la longueur totale d'interfaces entre types végétalisés, la friche 24 %, les zones en déprise 22 % et les zones entretenues 25 % (figure 63).

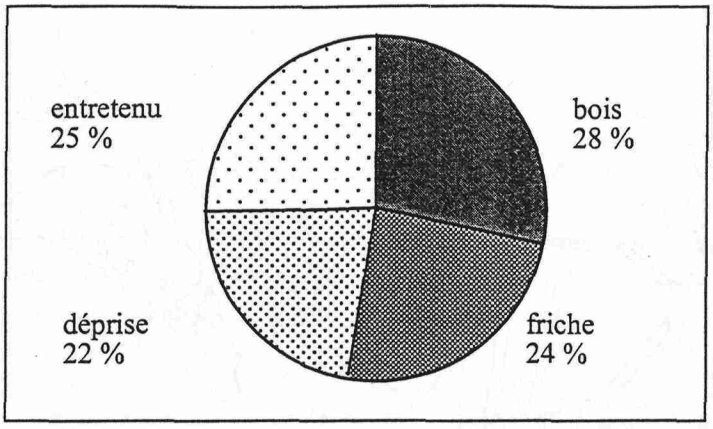


Figure 63 : Répartition en pourcentage des longueurs d'interface des différents types physionomiques[22] sur l'ensemble des six secteurs d'étude

La répartition des longueurs d'interface des différents types physionomiques varie beaucoup selon le secteur considéré (voir paragraphe VI).

Le rapport entre surface et longueur de lisière (figure 64) apporte des informations intéressantes permettant de dissocier les secteurs où il y a beaucoup de petites taches linéaires de ceux où les taches sont de plus grande taille. Ceci permet de mieux appréhender le type d'abandon des pratiques qui intervient sur la zone :

- abandon de parcelles entières : la tache de déprise sera alors de grande taille et de forme régulière, avec un rapport longueur d'interface sur surface faible ;
- abandon en bordure de parcelle ou sur des pentes plus fortes : la tache de déprise sera alors linéaire, avec un rapport longueur d'interface sur surface élevé.

	Arpont	Esseillon	Moulin	Ortet	Plateau	Rossanche
bois	2	5	4	6	5	5
friche	5	7	8	8	8	10
déprise	4	11	7	8	18	10
entretenu	3	7	8	4	4	7

Figure 64 : Rapport de la longueur d'interface sur la surface des différents types physionomiques des six secteurs d'étude

Pour un même type physionomique, selon le secteur étudié, le rapport longueur d'interface sur surface varie beaucoup. Ceci traduit de manière globale la forme que prend le type physionomique dans les différents secteurs. L'exemple le plus marquant étant les zones en déprise : le rapport varie de 4 à 18 (plus le chiffre est élevé, plus le type est présent sous forme de taches linéaires). A l'Arpont (valeur du rapport : 4), il y a une seule zone en déprise de grande taille ; au Moulin (valeur du rapport : 7), les taches en déprise sont nombreuses et globalement de grande taille. A Rossanche et plus encore au Plateau (valeur du rapport : 18) les zones en déprise sont au contraire presque uniquement de forme linéaire (talus, bordure de chemins, ...).

[22] calcul effectué sur les zones végétalisées.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

VI - CARACTERISATION DES SECTEURS ET DES TYPES PHYSIONOMIQUES

Pour caractériser la végétation présente dans les six secteurs étudiés, nous avons effectué des relevés phytosociologiques classiques[23], c'est-à-dire placés dans des zones homogènes. Pour chaque secteur, nous avons donc effectué en moyenne 7 répétitions de placettes dans chaque type physionomique bien représenté. Au total, 112 placettes de référence ont été échantillonnées (figure 65).

	Arpont	Esseillon	Moulin	Ortet	Plateau	Rossanche
bois	7		5			
friche	7	6	7			7
déprise		7	7	7	7	7
entretenu	7	3	7	7	7	7

Figure 65 : Répartition par secteur et type physionomique du nombre des placettes de référence

Les placettes[24] de 2 m x 2 m sont localisées au centre de zones de végétation homogène. La localisation des placettes est choisie dans un premier temps en fonction de la carte de la végétation pour aller se placer dans l'un des types physionomiques décrit. Une fois dans la parcelle, la placette est positionnée de manière à être dans une zone de végétation représentant la végétation de l'ensemble de la parcelle. Sur ces placettes, le relevé de toutes les espèces présentes est effectué en indiquant le coefficient d'abondance (de + à 5).

Ces placettes vont permettre de définir la végétation des types physionomiques dans chaque secteur et également sur l'ensemble de la commune (en terme d'espèces présentes et de richesse spécifique). Elles serviront à établir les listes d'espèces de chaque secteur et de chaque type physionomique. Elles seront comparées avec la végétation des transects.

VII - SELECTION DES TYPES D'INTERFACE

Nous avons vu que chaque secteur présente des caractéristiques différentes, tant du point de vue des caractéristiques du milieu, de son histoire et de son paysage (surfaces occupées par chaque type physionomique, longueur des interfaces, rapport longueur des interfaces sur surface, ...). Ces différences entre écocomplexes justifient que la sélection des types d'interface à échantillonner soit faite indépendamment pour chaque écocomplexe.

C'est pourquoi, pour chaque écocomplexe, puisque l'écotone est le cœur de cette recherche, nous procédons à une analyse des longueurs d'interfaces entre couples de types physionomiques (figure 66) afin de stratifier l'échantillonnage en fonction de la longueur des interfaces.

[23] les relevés effectués sur les transects ne sont pas des relevés classiques puisqu'ils se situent dans des zones hétérogènes par définition.

[24] pour la justification de cette taille de 4 m² voir le chapitre 8 – II - 2.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Arpont	Esseillon	Moulin	Ortet	Plateau	Rossanche	total
B-E 34 %	F-D 29 %	B-D 34 %	B-E 32 %	D-E 66 %	D-E 39 %	D-E 30 %
B-F 33 %	B-F 23 %	B-F 28 %	D-E 22 %	B-E 12 %	F-D 16 %	B-F 18 %
F-E 27 %	D-E 14 %	B-E 17 %	B-D 18 %	B-F 9 %	B-F 14 %	B-E 16 %
B-D 4 %	B-E 12 %	D-E 10 %	B-F 12 %	F-E 7 %	F-E 12 %	F-D 14 %
	F-E 12 %	F-E 6 %	F-E 8 %	B-D 6 %	B-E 12 %	B-D 13 %
	B-D 10 %	F-D 6 %	F-D 7 %		B-D 7 %	F-E 11 %

Figure 66 : Pourcentage des longueurs d'interface des couples de types physionomiques au sein des différents écocomplexes (B = bois, D = déprise, E = entretenu, F = friche)

Les trois interfaces les plus importantes en longueur de chaque écocomplexe sont sélectionnées. Au vu de la répartition des pourcentages d'interface des différents couples de types physionomiques (figure 66), nous avons choisi d'échantillonner les interfaces suivantes :

- **pour l'Arpont :**
  - Bois- Entretenu (B-E)
  - Bois-Friche (B-F)
  - Friche-Entretenu (F-E)

- **pour l'Esseillon :**
  - Friche-Déprise (F-D)
  - Bois-Friche (B-F)
  - Déprise-Entretenu (D-E)

- **pour le Moulin :**
  - Bois-Déprise (B-D)
  - Bois-Friche (B-F)
  - Bois-Entretenu (B-E)

- **pour l'Ortet :**
  - Bois-Entretenu (B-E)
  - Déprise-Entretenu (D-E)
  - Bois- Déprise (B-D)

- **pour le Plateau :**
  - Déprise-Entretenu (D-E)
  - Bois-Entretenu (B-E)
  - Bois-Friche (B-F)

- **pour Rossanche :**
  - Déprise-Entretenu (D-E)
  - Friche-Déprise (F-D)
  - Bois-Friche (B-F)

Après l'analyse de la végétation à l'échelle du paysage (partie II : étapes 1 à 4 de l'échantillonnage), voyons maintenant l'analyse de la végétation à l'échelle du transect (partie III : étapes 5 à 6 de l'échantillonnage).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Résumé du chapitre 7

L'analyse de la végétation à l'échelle du paysage est basée sur les principes de l'écologie du paysage. Nous définissons dans notre zone d'étude (adret d'Aussois de 1350 à 2000 m), six écocomplexes, l'Esseillon, le Plateau, le Moulin, Rossanche, l'Ortet et l'Arpont.

A partir d'une photo-interprétation de la zone d'étude en quatre types physionomiques reconnus pertinents pour notre étude, entretenu, déprise, friche et bois, nous caractérisons l'occupation du sol en 1990. Pour chaque écocomplexe, nous analysons le pourcentage de chaque type physionomique de végétation et le pourcentage des interfaces.

Cette analyse nous permet de mettre en place un plan d'échantillonnage des interfaces.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

CHAPITRE 8
ANALYSE DE LA VEGETATION
A L'ECHELLE DES TRANSECTS

I - JUSTIFICATION DU CHOIX DU TRANSECT

La problématique de cette thèse est l'étude de la colonisation dans une phase précoce au contact de deux milieux subissant des pressions différentes. Nous avons vu dans le premier chapitre que les écotones entre deux milieux gérés différemment étaient une source de semences capables de coloniser la parcelle adjacente si l'absence de pratiques le permet. Parmi les modes de colonisation végétale possibles, nous avons choisi de nous intéresser au modèle de colonisation frontale qui s'exprime spatialement de manière continue. En effet, dans ce modèle, en raison du mode de reproduction des espèces végétales et du mode de dissémination des semences, la proximité spatiale du semencier (ou du pied mère pour les espèces à multiplication végétative) avec l'espace à coloniser est fondamentale pour comprendre le processus d'installation d'espèces nouvelles. Il apparaît donc important de pouvoir disposer de relevés de la végétation :

- réalisés de manière continue,
- référencés spatialement par rapport à la source de colonisation,
- disposés sur un axe dynamique.

Le choix de se placer dans un écotone, zone de transition entre deux milieux gérés différemment implique que les relevés soient faits dans des milieux hétérogènes, zone de transition entre deux types de végétation. Cette hétérogénéité est donc une composante à part entière de nos relevés. Elle impose, aussi, la continuité des relevés et la nécessité de positionner les relevés perpendiculairement à l'écotone. Comme de nombreux travaux sur les écotones l'ont déjà fait, la méthode d'échantillonnage retenue est celle de transects. En effet, les analyses de gradient basées sur des placettes juxtaposées ordonnancées (transect) de manière à traverser un écotone, peuvent fournir des informations sur le gradient environnemental (Stohlgren & Bachand, 1997). Dans le cadre de cette thèse, nous appliquons cette méthode du transect traversant l'écotone pour étudier un gradient de colonisation.

Les transects seront disposés entre deux milieux gérés différemment. La longueur retenue est de 20 m mais, selon les secteurs échantillonnés et selon la largeur de l'écotone, il y aura réduction ou extension du transect de manière à atteindre une zone de végétation homogène dans le milieu le plus géré.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

II - TRANSECT DE PLACETTES

Les transects peuvent être réalisés de plusieurs manières :

- prise d'échantillons discontinus
- prise d'échantillons continus.

1 - Comparaison baguette - placette

Les transects constitués de relevés en point quadrat (en enfonçant une baguette dans la végétation et en comptant les contacts des espèces avec la baguette) sont des échantillons discontinus. Ils sont utilisés pour des études pastoralistes qui nécessitent de connaître la fréquence des espèces les plus représentées, par exemple pour apprécier la valeur pastorale d'un milieu (Brau Nogué, 1996).

Nous avions utilisé cette méthode pour étudier des écotones entre des taches de végétation repérées visuellement sur le terrain (Bruhier, 1993) où nous nous intéressions à la localisation de l'écotone.
Afin de comparer les résultats obtenus par cette méthode et par le relevé des espèces dans des placettes de 2 m x 2 m, échantillons continus, nous avons effectué sur les mêmes transects, les deux types de relevés. Les comparaisons sont faites en termes de richesse spécifique dénombrée et d'appréciation des fréquences des espèces.

La méthode de la baguette a été appliquée sur des transects de 20 m de long disposés perpendiculairement à un écotone, la baguette est piquée dans la végétation tous les 0,25 m soit 80 fois sur un transect de 20 m (Bruhier, 1993). Les espèces en contact avec la baguette sont notées.

La méthode des placettes, disposées bout à bout le long du même transect de 20 m, a été appliquée en comparaison avec des placettes de 2,5 x 2,5 m. Ceci permet de cumuler les résultats de dix impacts de baguette successifs (méthode précédente) et d'aboutir à couvrir la même distance sur le transect (2,5 m en 10 impacts de baguette espacés de 0,25 m et 2,5 m pour la largeur d'une placette).
Ces comparaisons ont été faites en quatre endroits différents de la commune d'Aussois.

La figure 67 montre pour le secteur de l'Arpont, la différence entre le nombre d'espèces obtenu sur chaque tronçon de 2,5 m du transect (soit 8 tronçons pour les 20 m du transect) :

- par la méthode de la baguette (cumul des espèces présentes sur 10 impacts successifs de la baguette) ;
- par la méthode des placettes (sur chacune des 8 placettes de 2,5 x 2,5 m) ;
- en cumulant les espèces différentes obtenues par les deux méthodes[1].

[1] en effet, bien que le relevé sur les placettes soit en théorie exhaustif, il est difficile de relever absolument toutes les espèces présentes sur 6,25 m2

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

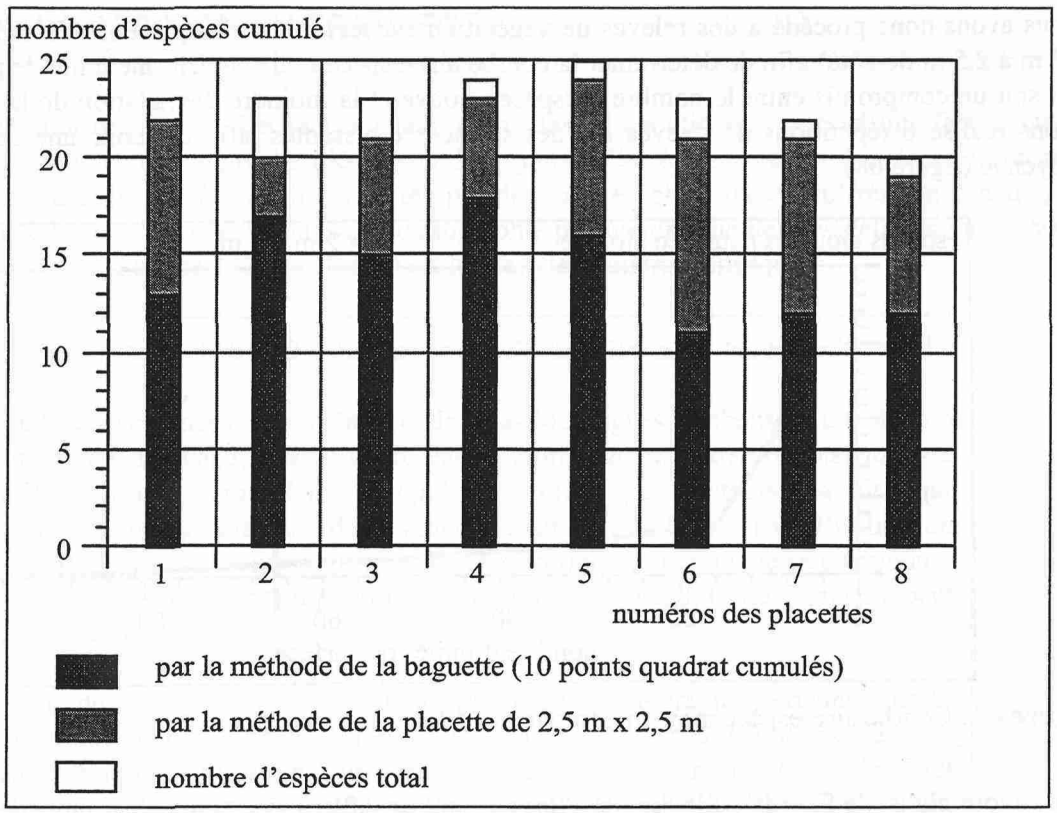


Figure 67 : Comparaison du nombre d'espèces détectées respectivement par la méthode de relevé par la baguette et par la placette (transect dans le secteur Arpont)

Cette figure montre que si l'on veut s'intéresser aux variations du nombre d'espèces végétales, la méthode de la baguette n'est pas suffisamment fiable. Dans cet exemple, cette méthode ne permet pas de détecter en moyenne 7 espèces parmi la vingtaine présente. La méthode du relevé phytosociologique sur une placette ne fait manquer que 1 à 2 espèces.

Sur les quatre comparaisons réalisées[2] entre ces méthodes, la méthode de la baguette ne permet de trouver en moyenne que 56 % des espèces présentes.

La méthode de la baguette n'est donc pas adaptée à notre problématique qui nécessite à la fois un suivi fin de la répartition des espèces végétales (ce qu'elle permet avec un relevé tous les 0,25 m) mais aussi une bonne appréciation de la richesse spécifique des relevés. Il est impossible de faire des comparaisons de richesse spécifique de deux relevés quand en moyenne plus de 40 % des espèces ne sont pas répertoriées.

La méthode de relevés choisie est donc un transect de placettes carrées juxtaposées, sur lesquelles est effectué le relevé de toutes les espèces de végétaux supérieurs[3] présentes.

2 - Le choix de la taille des placettes avec la courbe aire espèce

La taille des placettes choisie pour l'étude comparative avait été dictée par la facilité de pouvoir associer 10 relevés baguette à une placette. Cependant, il est difficile de procéder à ces relevés dans des prairies de fauche à végétation à fort développement végétatif. En effet, la taille trop grande de cette placette (2,5 m x 2,5 m) impose d'en faire le tour pour réaliser au mieux le relevé. Ceci présente l'inconvénient de prendre du temps, mais surtout de provoquer un piétinement important de la végétation, ce qui gêne la reconnaissance des plantes et surtout, détruit le travail des agriculteurs d'Aussois.

[2] soit 38 placettes de 2,5 x 2,5 m et 380 points d'impact de la baguette sur ces transects.
[3] la présence de mousses est notée quand il y en a en abondance mais elles ne sont pas déterminées.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Nous avons donc procédé à des relevés de végétation successifs sur des placettes de taille croissante (de 0,2 m à 2,5 m de côté) afin de déterminer la courbe aire-espèce et de choisir une taille de placette de relevé qui soit un compromis entre le nombre d'espèces trouvé et la moindre dégradation de la végétation. Nous avons réalisé 6 répétitions de relevés sur des surfaces croissantes[4] afin d'établir une courbe aire-espèce moyenne (figure 68).

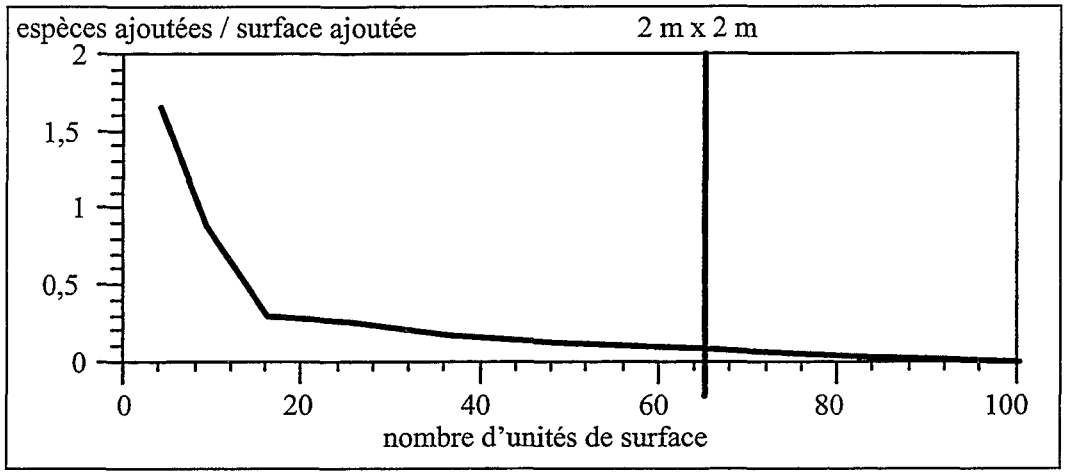


Figure 68 : Courbe aire-espèce moyenne (moyenne de six répétitions)

Nous avons choisi de fixer la taille des placettes au seuil de 0,01 espèce ajoutée par unité de surface ajoutée, ce seuil correspond à 64 unités de surface (surface élémentaire retenue ici de 0,25 m x 0,25 m), soit à des placettes de 2 m x 2 m.

3 - Notation des espèces présentes

Des travaux mettent en évidence l'intérêt d'étudier la dynamique des populations végétales au niveau infraspécifique, par exemple en fonction du niveau de polyploïdie des populations (Thompson & Lumaret, 1992). Ces auteurs notent en effet que les populations polyploïdes peuvent coloniser des habitats différents de ceux de leur géniteurs diploïdes ("*diploid progenitors*"). Ainsi, dans les Alpes françaises, *Lotus corniculatus* diploïde se trouve sur des sols nus dans des zones non protégées alors que les cytotypes polyploïdes sont dans des microsites plus protégés (Thompson & Lumaret, 1992). Malgré l'intérêt d'aborder ce niveau d'investigation, nous avons choisi de nous arrêter au niveau spécifique (parfois de la sous-espèce quand le type morphologique est bien distinct) et parfois au niveau du complexe d'espèces (*Hieracium bifidum*, *Festuca rubra*, ...).

Nous avons choisi de noter l'abondance-dominance des espèces, et non simplement leur présence. Ceci permet d'avoir une information plus importante, surtout dans le cas des espèces compétitives capables d'être très abondantes : leur impact ne sera pas du tout le même avec un coefficient d'abondance de 1 ou de 5.
Pour chaque placette, nous avons donc deux types de données :

- les listes des espèces présentes,
- les coefficients d'abondance-dominance de ces espèces.

Les listes d'espèces nous permettent d'obtenir la richesse spécifique de chaque placette.

[4] l'annexe 6 présente la méthode de réalisation de ces courbes et la totalité des résultats.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

III - CHOIX DE LA POSITION DU TRANSECT

La démarche de stratification de l'échantillonnage permettant d'aboutir aux types d'interface à étudier (chapitre 7) est basée sur une approche d'écologie du paysage. Ces étapes (étapes 1 à 4 de la démarche d'échantillonnage) aboutissent à des choix, dictés par des critères objectifs et chiffrés, en fonction des informations recueillies à l'échelle du paysage (cartographie physionomique de la végétation au 1 : 5000). Le choix de la position du transect (étapes 5 et 6) est lui, fait de manière empirique.

HORS TEXTE N°2 : Discussion sur l'échantillonnage "au hasard"

L'étude des écotones à Pinus contorta dans les Montagnes Rocheuses au Colorado (Stohlgren & Bachand, 1997) est présentée comme "*an unbiased manner using a stratified random sampling design*". En effet, ces auteurs basent leur échantillonnage sur une carte de la végétation au 1 / 15840ème et sur l'utilisation d'un système de positionnement global[1]. Ce matériel leur permet de se positionner sur le terrain, exactement au point issu d'un tirage au hasard. Cette démarche peut paraître idéale[2].

La carte de la végétation est établie à partir d'une photographie aérienne classée automatiquement en 7 types de forêt et la taille minimale d'une unité est de 2 ha. L'interprétation automatique ne définit pas d'écotone entre les types de forêt juxtaposés, elle définit des taches, attribuées à chacun des 7 types de forêt, séparées par un trait. Pour pouvoir sélectionner au hasard des points de départ de transects les auteurs mettent en place une procédure "*the potential starting locations for transects were selected random points that were in relative homogeneous vegetation types (i.e., surrounded by nine 30 x 30 m cells of similar vegetation, but within 100 - 200 m of another vegetation type.*"

Cependant cette démarche n'est pas aussi rigoureuse qu'il n'y paraît. En effet, une étape intermédiaire a été nécessaire pour définir les écotones et les auteurs ont créé une bande de 200 m de large autour de chaque type, définie comme l'écotone "*we when created a 200 m strip along all the areas where, for example, lodgepole pine was adjacent to another forest type. Thus, we had a layer in the databasefor the major lodgepole pine ecotones types.*" Les auteurs ne produisent aucune justification du choix de cette définition d'un écotone de 200 m de large autour de tous les types de forêt. Rien ne permet de supposer que cette bande est réellement la largeur de l'écotone.

Par ailleurs, les transects sont de longueur variable et certains font moins de 200 m. Et en outre, la carte de végétation permet seulement de définir des unités de taille supérieure à 2 ha (*"the vegetation map is based on a minimal mapping unit size of 2 ha*") ce qui peut laisser des taches de 100 m x 200 m classées dans un type de forêt qui n'est pas le bon. Et donc éventuellement de tirer au hasard le point de départ d'un transect de moins de 200 m dans un type de forêt qui n'est pas le bon.

[1]système GPS, du type balise Argos par exemple

[2]mais nécessite néanmoins des moyens dont peu d'équipes de recherche en écologie disposent

Même s'il peut apparaître intellectuellement plus satisfaisant de baser l'échantillonnage sur l'objectivité ou de le laisser dicter par le hasard (qui est réputé objectif ou, en tous les cas, non biaisé par l'observateur), peu d'études de la végétation peuvent se prévaloir d'une démarche totalement au hasard (voir hors texte n°2). Utiliser une procédure d'échantillonnage "au hasard" basée sur une carte de la végétation réalisée avec des incertitudes fortes ne me paraît pas plus satisfaisant que la méthode de choix subjectif sur le terrain à partir

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

de la perception de l'écologue. "Il est clair que toutes les connaissances a priori, même intuitives, des espèces, de la région d'étude ou de la littérature doivent être mobilisées dans la phase de planification de l'échantillonnage" (Prodon & Lebreton, 1994).

La plupart des études de la végétation utilisent les échantillonnages dits au hasard[5] en posant une grille sur une carte topographique ou de végétation et en se rendant sur le terrain se positionner aux intersections des quadrillages de la grille... mais avec quelle précision spatiale ? Sans système de positionnement global, et même en utilisant des repères, quand on en possède, tels les parcelles agricoles, il est bien difficile d'affirmer que l'on se positionne exactement à l'endroit déterminé a priori sur la carte.

Les autres études, phytosociologiques classiques ou basées sur des transects, définissent clairement l'intervention de l'expertise de l'écologue dans le positionnement des placettes (par exemple au sein d'une zone homogène) ou ne précisent pas la modalité de localisation des placettes.

Rappelons ici la démarche générale d'échantillonnage présentée dans le chapitre 6 :

- première étape : sélection de la tranche altitudinale à étudier ;
- deuxième étape : sélection des écocomplexes représentatifs de la majorité des espaces anthropisés de la commun ;
- troisième étape : sélection des placettes de référence dans les types physionomiques bien représentés de chaque écocomplexe ;
- quatrième étape : sélection des couples de types physionomiques bien représentés de chaque écocomplexe ;
- cinquième étape : pour chaque écocomplexe, sélection des parcelles où les différents couples de types physionomiques seront échantillonnés ;
- sixième étape : dans la parcelle ainsi définie, mise en place du transect et réalisation du relevé de végétation.

Dans une première partie de cette démarche, la stratégie d'échantillonnage porte sur des éléments objectifs calculés par les outils de l'écologie du paysage (étapes 1 à 4). Les étapes 5 et 6 font l'objet d'un échantillonnage raisonné par la connaissance du terrain et le souci d'avoir le maximum de chance de trouver tous les modèles dynamiques présents dans les différents secteurs.

Dans l'étape 5, c'est la parcelle qui est sélectionnée sur la carte de végétation. Nous avons sélectionné, pour chaque écocomplexe et chaque type d'interface retenu (couple de types physionomiques), des parcelles dont la parcelle voisine permettait de correspondre au type d'interface choisi. Par exemple, pour les répétitions des interfaces de Bois et Déprise du Moulin, nous avons sélectionné des parcelles parmi les parcelles cartographiées en déprise et bordées par une zone cartographiée en "bois". Afin que l'échantillon soit représentatif des différentes situations qui peuvent exister au sein de chaque écocomplexe, nous avons choisi des parcelles les plus distantes possible les unes des autres. De cette manière, en représentant tout l'espace de l'écocomplexe, nous avons le maximum de chance d'échantillonner différentes situations dynamiques.

L'étape 6 se passe sur le terrain. Nous nous rendons sur la parcelle sélectionnée sur la carte de végétation, nous parcourons l'interface à échantillonner afin d'en avoir une impression générale. Ce parcours préalable nous permet de positionner le transect à un emplacement qui semble visuellement représentatif de la majorité de l'interface. Ceci permet, en particulier, d'éviter les situations extrêmes qu'un échantillonnage

[5] dans notre cas, l'échantillonnage totalement au hasard n'est pas envisageable dans la mesure où le transect doit recouper un écotone.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

"au hasard" n'éviterait pas. Il est, par exemple, à notre sens, inutile de faire un relevé sur un secteur où le taux de recouvrement herbacé est très différent de celui du reste de l'interface.

IV - DESCRIPTION DE LA MÉTHODE

A – LE TRANSECT

1 - Positionnement du transect

Afin d'avoir des relevés plus faciles à interpréter, nous avons décidé d'orienter tous les transects de manière à avoir à gauche (en placette n°1) le milieu le moins géré et à droite le milieu le plus géré (en placette n°10). Nous rappelons que le bois (B) est le milieu le moins géré, suivi de la friche (F), des zones en déprise (D) et que le milieu le plus géré est le milieu entretenu (E).

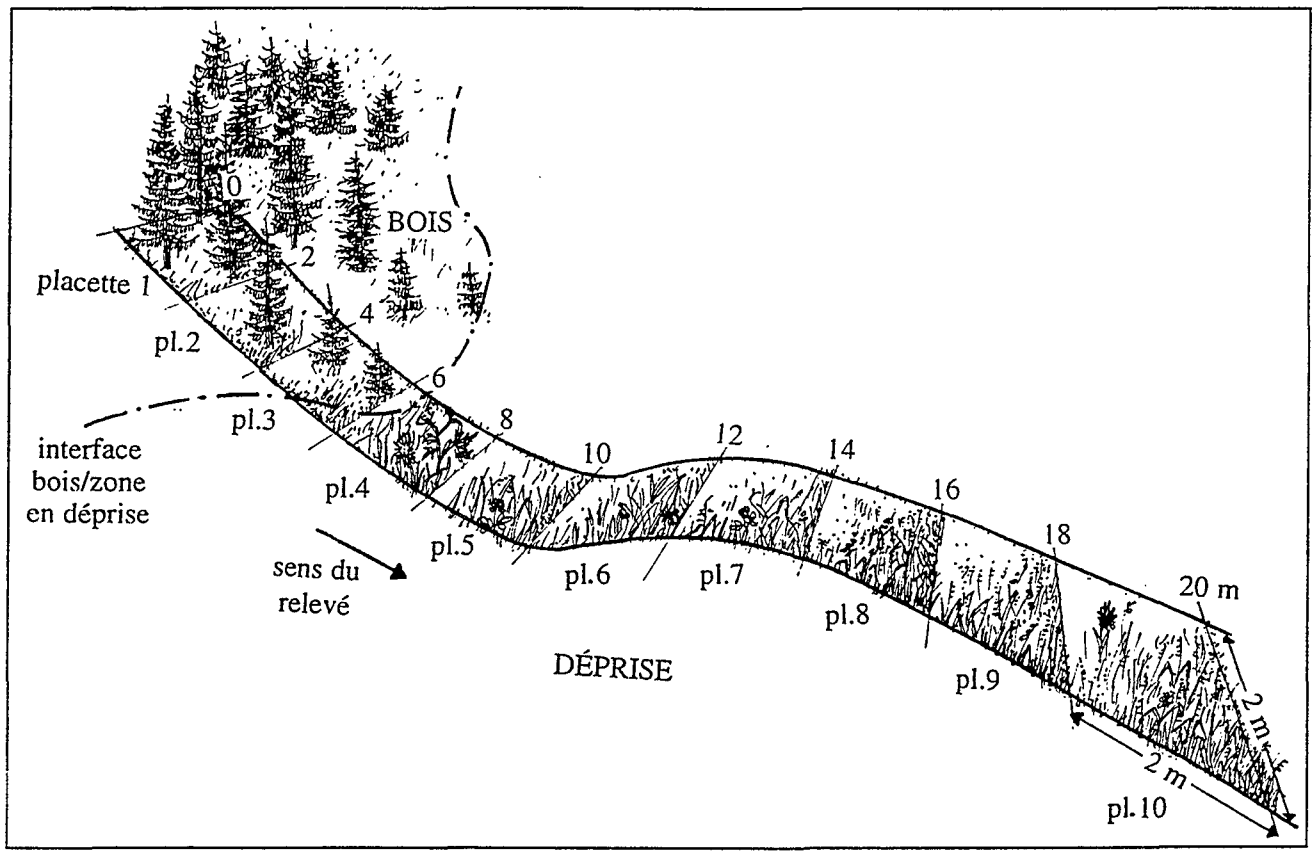


Figure 69 : positionnement d'un transect bois - déprise

Dans la mesure du possible[6], 2 à 3 placettes sont situées dans le milieu le moins géré. Le transect est placé perpendiculairement à l'interface[7] entre les deux milieux en contact. Le transect traverse donc l'écotone

[6] dans certains secteurs (Plateau, Ortet par exemple), le bois est situé sur les pentes du canyon du St-Benoît, il était impossible d'y accéder pour faire les relevés. Dans d'autres secteurs, le sous bois était nu, il ne nous a pas paru intéressant d'y positionner plusieurs placettes de relevés.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

situé entre les deux types de végétation engendrés par des pratiques différentes ou s'exerçant depuis une durée différente. Le début de l'écotone (c'est-à-dire l'interface) est situé à la limite de la parcelle la moins gérée, il est noté pour chaque transect. La fin de l'écotone n'est pas identifiée lors de la phase de relevé de végétation, c'est l'analyse de la composition floristique qui nous apportera cette information.

2 - Choix de la longueur du transect

La fin du transect est située dans la zone la plus gérée, et dans un secteur où la végétation est visuellement homogène. La longueur de 20 mètres est choisie si une zone homogène est atteinte (71 % des transects sont longs de 20 m).

Si l'aspect de la végétation est homogène avant 20 mètres, les transects sont de longueur réduite (de 10 à 18 mètres, dans 13 % des transects). A l'inverse, si au bout de 20 mètres nous n'avons pas encore atteint une végétation homogène, le transect est prolongé autant que nécessaire (16 % des transects font plus de 20 mètres, jusqu'à 26 et 34 mètres).

B – LE NIVEAU D'INFORMATIONS ELEMENTAIRES : LA PLACETTE

1 - Relevés de végétation

Les transects sont matérialisés sur le terrain par deux décamètres traçant une bande de 20 mètres[8] de long sur 2 mètres de large. Les relevés sont effectués sur des placettes de 2 m x 2 m visualisées par des baguettes de métal plantées aux 4 coins du carré. L'unité élémentaire d'information est la placette d'une superficie de 4 m^2.

L'échantillonnage floristique consiste à dresser la liste la plus complète possible des espèces ou sous-espèces quand la différenciation morphologique est nette. Les déterminations des espèces ont été faites à l'aide des flores de Coste (1901), Fournier (1977) et Rameau *et al.* (1993).

Les informations floristiques brutes recueillies sur le terrain sont les espèces trouvées sur la placette affectées d'un coefficient d'abondance dominance variant[9] de + à 5. " *L'indice d'abondance dominance est une estimation globale de la densité (nombre d'individus ou abondance) et du taux de recouvrement (projection verticale des parties aériennes des végétaux ou dominance)* " (Gallandat *et al.*, 1995).

Les classes du coefficient correspondent aux situations suivantes :

- \+ éléments peu ou très peu abondants, recouvrement inférieur à 5 %,
- 1 éléments assez abondants, recouvrement inférieur à 5 %,
- 2 éléments très abondants, recouvrement compris entre 5 et 25 %,
- 3 abondance quelconque, recouvrement compris entre 25 et 50 %,
- 4 abondance quelconque, recouvrement compris entre 50 et 75 %,
- 5 abondance quelconque, recouvrement supérieur à 75 %.

L'information floristique par placette se traduit donc par une liste d'espèces affectées d'un coefficient.

[7] rappelons ce que nous avons défini au chapitre 3 : l'interface est une ligne qui sépare, sur la carte, deux physionomies de la végétation différentes ; l'écotone est une surface plus ou moins large où la végétation du milieu le moins géré peut coloniser le milieu le plus géré.

[8] quand nous indiquons 20 mètres, il faut comprendre la "longueur du transect" ; nous ne précisons la longueur réelle des transects que si cette information a un intérêt précis.

[9] pour l'utilisation informatique des fichiers, ce coefficient, à la saisie des résultats, est converti de 1 (ancienne valeur +) à 6 (ancienne valeur 5), les espèces absentes de la placette sont codées 0.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

2 – Variables environnementales

Pour chaque transect, une codification permet de connaître le type d'interface échantillonné et le secteur. L'altitude est mesurée grâce à un altimètre. Un profil topographique indiquant les pentes (mesurées au clinomètre) et les particularités (talus, murger, canal d'irrigation, chemin, rupture de pente) est tracé pour chaque transect. Pour chaque placette, une série de variables est notée :

- présence de cailloux ou de blocs de rochers,
- présence de talus,
- présence de canal d'irrigation,
- présence de fourmilière,
- présence d'affouillement par des sangliers.

La localisation spatiale de chaque placette est caractérisée par :

- le codage de l'écocomplexe où elle se situe,
- son orientation et son exposition,
- son altitude (mesurée à l'altimètre).

Les informations concernant les données environnementales de la placette sont constituées :

- du type physionomique de végétation auquel elle appartient,
- du pourcentage de pente de la placette (mesuré au clinomètre),
- du pourcentage de recouvrement herbacé,
- de la présence / absence de cailloux,
- de la présence / absence de fourmilière,
- de la présence / absence de canal ou de rigole d'irrigation,
- de la présence / absence de traces d'affouillement par des sangliers.

V - PLAN D'ECHANTILLONNAGE

L'analyse de la carte des types physionomiques, grâce à l'écologie du paysage, nous a amené à sélectionner pour chaque écocomplexe les types d'interface prépondérant (chapitre 7 - VII). Cette sélection, reprise de manière synthétique (figure 70) a été faite sur la base des longueurs décroissantes des interfaces entre types physionomiques.

	Arpont	Esseillon	Moulin	Ortet	Plateau	Rossanche
Bois-Friche	*	*	*		*	*
Bois-Déprise			*	*		
Bois-Entretenu	*		*	*	*	
Friche-Déprise		*				*
Friche-Entretenu	*					
Déprise-Entretenu		*		*	*	*

Figure 70 : Répartition par secteur des types d'interface à échantillonner

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

En fonction des étapes de choix des parcelles et de la localisation des transects, 70 transects ont été réalisés (figure 71).

	Arpont	Esseillon	Moulin	Ortet	Plateau	Rossanche	total
Bois-Friche	❋	1	5		1	4	11
Bois-Déprise			5	1			6
Bois-Entretenu	5		4	4	5		18
Friche-Déprise		4				4	8
Friche-Entretenu	5			1			6
Déprise-Entretenu		4		4	8	5	21
total	10	9	14	10	14	13	70

❋ contact non échantillonné

Figure 71 : Répartition, par écocomplexe et par type d'interface, du nombre des transects réalisés

Le plan d'échantillonnage prévu a été suivi sauf pour l'interface Bois - Friche de l'Arpont où les conditions de végétation ne permettaient pas le relevé (végétation de la parcelle en friche totalement broutée par un troupeau de vaches).
La répartition des transects selon les différents écocomplexes est équilibrée (ligne "total par secteur" de la figure 71). La répartition des transects par type d'interface (colonne "total" de la figure 71) traduit la fréquence relative de ces contacts dans le paysage d'Aussois.
Ceci correspond à 45 écotones contraints (possédant un contact avec une parcelle entretenue) et à 25 écotones décontraints, tels que nous les avons définis dans le chapitre 3.

La localisation des 112 placettes de référence et des 70 transects figure en annexe 6.

VI - APPROCHES DES VARIATIONS DU SOL AU NIVEAU DE TRANSECTS

L'étude pédologique ayant eu lieu pendant l'été 1997, elle a pu tenir compte des résultats de l'analyse de la végétation. *Brachypodium pinnatum* est apparue comme une espèce clé dans la dynamique de colonisation des espaces qui ne sont plus fauchés (nous le montrerons au chapitre 10 - IV). C'est pourquoi nous avons axé une partie de l'étude pédologique sur des comparaisons au niveau de transects entre une partie du transect où *Brachypodium pinnatum* est très abondant et une partie où il est absent. Parmi les transects de végétation étudiés où *Brachypodium pinnatum* joue un rôle dynamique important (avec des coefficients d'abondance-dominance supérieurs ou égaux à 4), 10 transects ont été sélectionnés pour l'étude pédologique. Une fosse a été creusée dans la zone où *Brachypodium* domine et une autre à l'autre bout du transect.
Les différentes variables mesurées sont alors comparées par analyse par test t sur 2 groupes appariés (10 couples de données) afin de mettre en évidence des différences statistiquement valables entre le sol sous *Brachypodium* et le sol sous prairie non envahie par *Brachypodium.*

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Résumé du chapitre 8

L'analyse de la végétation à l'échelle des transects est menée par des relevés de végétation sur des placettes de 2 m x 2 m juxtaposées bout à bout perpendiculairement à l'interface physionomique entre les deux types de milieux en contact.

Les transects, en moyenne d'une longueur de 20 m, sont orientés du milieu le moins géré à gauche (placette n°1) vers le milieu le plus géré à droite (placette n°10).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

CHAPITRE 9

METHODOLOGIE D'ANALYSE DES RESULTATS

Nous avons décrit dans les chapitres précédents la méthodologie d'échantillonnage à l'échelle du paysage puis du transect. Nous abordons maintenant la méthodologie d'analyse des résultats issus de l'application du plan d'échantillonnage.

I - LES NIVEAUX D'AGGLOMERATION DES INFORMATIONS

La démarche de stratification de l'échantillonnage est établie en 6 étapes descendantes permettant de passer de l'ensemble de la commune à la placette de 2 m x 2 m. Pour pouvoir utiliser nos résultats aux différents niveaux hiérarchiques pertinents, nous procédons à des regroupements d'informations, donc à des étapes ascendantes.

A – L'ORGANISATION SPATIALE DES PLACETTES ELEMENTAIRES

L'unité élémentaire d'information est la placette de m^2.
Les placettes élémentaires sont issues de deux niveaux différents d'échantillonnage :

- les placettes de référence,
- les placettes de transect.

La nature des informations apportées est donc différente selon ces deux situations.

1 – Les placettes de référence

Notre objectif de caractériser les zones de transition n'a pas pour autant occulté l'intérêt de connaître les zones homogènes caractéristiques des types physionomiques étudiés. Les placettes de référence répondent à cette préoccupation.
Nous avons donc adopté, dans une première étape de l'échantillonnage, une démarche phytosociologique classique en choisissant de situer des placettes élémentaires au milieu d'une zone de végétation homogène caractéristique du type physionomique étudié dans un écocomplexe donné.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Pour cela, 7 répétitions par type et par écocomplexe sont effectuées[1] ; par exemple, nous avons relevé à l'Arpont :

- 7 placettes de référence pour caractériser le type entretenu,
- 7 placettes de référence pour caractériser le type friche,
- 7 placettes de référence pour caractériser le type bois.

Par rapport à la description des informations élémentaires, les données de localisation concernent uniquement l'écocomplexe et son altitude (la localisation exacte de la placette est répertoriée sur une carte, annexe 6, mais n'est pas utilisée dans le traitement de l'information).

2 - Les placettes de transects

Les transects sont, par choix méthodologique, positionnés à cheval sur une interface[2] entre deux milieux gérés différemment. Le début du transect (placette 1) est toujours situé dans le milieu le moins géré[3]. Par exemple, un transect entre un bois et une parcelle de déprise pourra avoir les 3 premières placettes dans le type physionomique bois, l'interface à 6 mètres du début du transect et les 7 autres placettes dans la zone en déprise au contact du bois (figure 72). L'interface est repérée sur le terrain par la fin de la parcelle la moins gérée (ici la limite du bois).

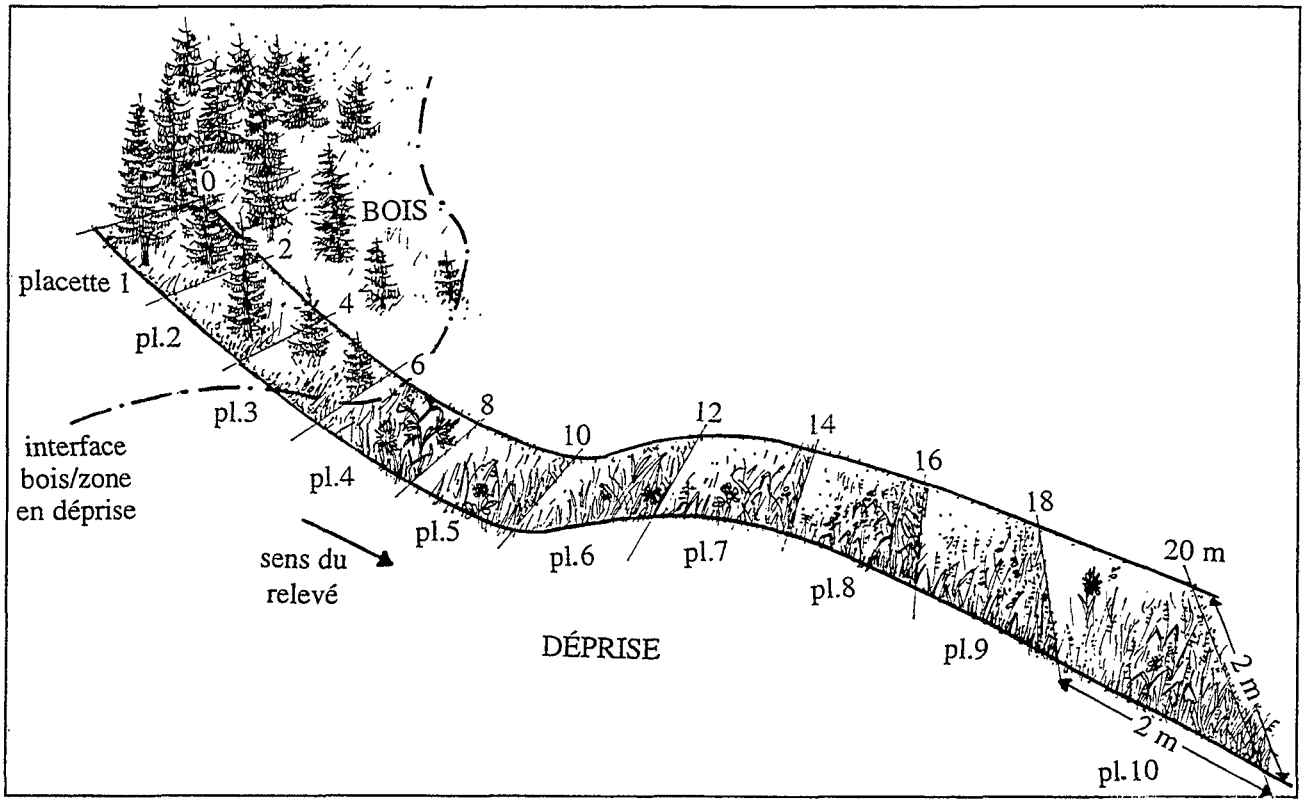


Figure 72 : Positionnement d'un transect bois - déprise

[1] voir figure 65, chapitre 7.

[2] limite spatiale entre deux types physionomiques de végétation cartographiés ; sur le terrain, nous notons (en mètres) la position de l'extrémité de la parcelle la moins gérée depuis le début du transect.

[3] rappelons que l'ordre des milieux en fonction de leur gestion (du moins géré au plus géré) a été défini de la manière suivante : bois, friche, déprise, entretenu.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Chaque placette de transect a donc sa localisation spatiale complétée par :

- son appartenance à un transect particulier ;
- sa position absolue sur ce transect, par rapport à l'origine du transect ;
- sa position relative sur ce transect, par rapport à l'interface ; il s'agit donc d'une donnée quantitative réelle (négative pour les placettes situées avant l'interface, positive pour celles situées après l'interface).

Par exemple (figure 73) le premier transect, entre Bois et Déprise, réalisé à l'Ortet sera codifié *O BD a.* Chacune des placettes sera repérée par son rang sur le transect (de 1 à 10) d'où découlera sa position absolue sur le transect (de 1 à 19 mètres)[4] et par sa position relative à l'interface (ici de - 7 m à + 13 m).

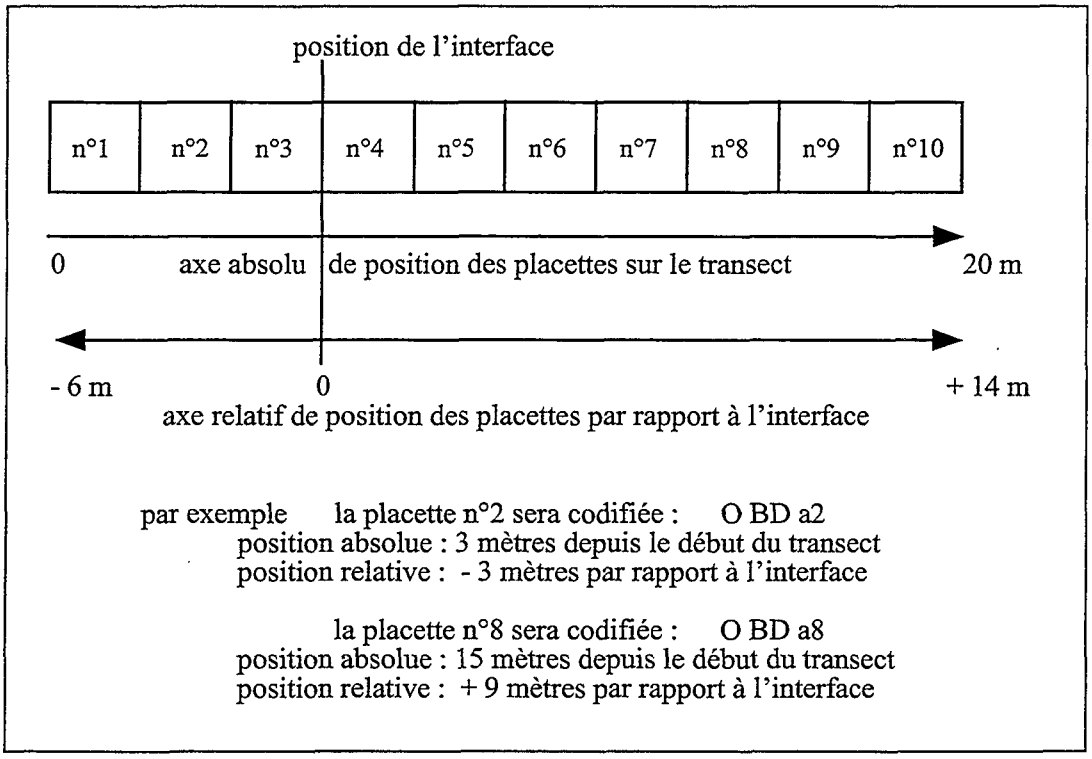


Figure 73 : Schéma montrant les positions absolues et relatives des placettes

Dans une première approche, l'affectation du type physionomique de la végétation est faite en fonction de la position de la placette par rapport à l'interface uniquement.
Dans le cas de l'exemple de la figure 72, les placettes 1 à 3 sont considérées comme "bois", la placette 4 comme "interface" et les placettes 7 à 10 comme "déprise".

Nous verrons, dans le paragraphe II-B-1, comment l'utilisation de la classification hiérarchique sur la base des relevés floristiques nous permet de définir les parcelles d'écotone, ce qui, comme nous l'avons annoncé dans le chapitre 3, permet de prendre en compte l'extension spatiale de l'écotone et la dynamique de la végétation.

Ces informations élémentaires issues des 939 placettes étudiées seront remaniées selon deux principes :

- l'agglomération spatiale des placettes,
- le regroupement de l'information floristique.

[4] par convention, nous localisons la placette par référence à son milieu (à 1 mètre du bord).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

La structuration spatiale des placettes permet :

- d'aborder les niveaux hiérarchiques dans le paysage ; du transect, de l'écocomplexe, à l'ensemble du territoire étudié ;

- d'étudier le type physionomique de végétation et toute autre caractéristique permettant de classifier les placettes (nous verrons, dans le chapitre 10, la classification établie en fonction de l'abondance de *Brachypodium pinnatum*).

Le regroupement de l'information floristique permet de diminuer la complexité des informations élémentaires en utilisant soit des indices synthétiques, soit des associations[5] d'espèces en groupes fonctionnels.

B - STRUCTURATION SPATIALE DES INFORMATIONS ELEMENTAIRES PAR AGGLOMERATION DE PLACETTES

Le premier niveau de structuration spatiale des données est bien évidemment le transect puisqu'il est la base de notre échantillonnage.

1 - A l'échelle des transects

Les placettes sont naturellement rassemblées dans les fiches de relevés établies au niveau du transect. Chaque transect (par exemple, *O BD a*) identifié par sa localisation dans un écocomplexe (*O* pour Ortet), son type (codage de l'interface considérée : ici *BD* pour Bois - Déprise) et son numéro d'ordre (puisqu'il y a répétition au sein d'un écocomplexe et par type de transect, ici *a* pour la première répétition), est une unité en tant que telle qui sera la base d'une partie de l'analyse des données. L'étude de la dynamique fine des espèces sera menée à ce niveau élémentaire.

a) Par type de transect

La répétition[6] du même type de transect au sein d'un écocomplexe permet deux niveaux de regroupement :

- par type de transect au sein d'un écocomplexe : les données issues des 5 répétitions sont rassemblées afin d'avoir une information sur l'ensemble du type de transect ;
- par type de transect sur l'ensemble des relevés, c'est-à-dire quel que soit l'écocomplexe.

Nous aborderons dans la partie résultats et discussion, la difficulté de structurer ces données en raison de l'hétérogénéité des milieux échantillonnés.

b) Selon la classification écotone contraint / écotone décontraint

Les types de transects ont été définis dans le chapitre 3 en fonction du niveau de gestion persistant sur la parcelle la plus gérée. Afin de pouvoir appliquer les observations faites sur les colonisations végétales dans les écotones qui ne sont plus soumis à une pression anthropique, aux écotones encore gérés, nous regrouperons les types de transects en fonction de la nature contrainte ou décontrainte de l'écotone. Ceci sera fait dans un premier temps au sein des écocomplexes, puis selon les résultats obtenus pour l'ensemble du secteur d'étude.

[5] nous ne considérons pas le terme "association" dans son sens phytosociologique mais comme un synonyme de "regroupement" d'espèces.

[6] de 4 à 8 répétitions selon le cas, mais en général 5 répétitions ont été faites (figure 71 du chapitre 8).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Après avoir étudié les transects comme des unités d'information, nous repassons au niveau élémentaire des placettes de façon à agglomérer celles-ci en fonction de leur type physionomique ou de critères environnementaux ou floristiques.

2 - Agglomération en fonction du type de végétation

Nous avons vu que le type physionomique est une des informations affectées à la placette (qu'elle soit issue de l'échantillonnage de référence ou de transect). Cette variable permet donc d'agglomérer les unités d'informations élémentaires que sont les placettes sans tenir compte de leur position sur un transect. Cette agglomération peut s'adresser, selon le cas, aux données issues d'un type d'échantillonnage (transect, ou placettes de référence) ou à la totalité des placettes. Nous pourrons ainsi améliorer la connaissance de la végétation[7] des différents types physionomiques aux différents niveaux spatiaux.

a) Dans un secteur donné

Dans un premier temps, l'agglomération des placettes de même type physionomique sera réalisée au sein de chaque écocomplexe pris individuellement. Ceci nous permettra de discuter de la flore de chaque écocomplexe en fonction du niveau d'utilisation anthropique des milieux, puis de comparer les écocomplexes entre eux par type de milieu.

b) Sur l'ensemble des six secteurs

Afin d'aborder le niveau hiérarchique de l'ensemble du secteur d'étude, nous agglomérerons les placettes selon leur type physionomique sur l'ensemble des relevés effectués, afin de pouvoir comparer globalement, à l'échelle de la commune, les compositions floristiques des types de végétation.

3 - Agglomération en fonction de l'écocomplexe

Après les rassemblements en fonction des transects et des types physionomiques de végétation, nous nous intéressons à l'agglomération des placettes en fonction de leur écocomplexe d'appartenance, sans tenir compte de leur type physionomique.

a) Par secteur

Une première agglomération aura lieu au sein de chaque écocomplexe quel que soit le type physionomique de la végétation. Ceci pourra selon le cas être fait sur l'un ou l'autre des groupes d'échantillonnage ou sur la totalité des placettes échantillonnées dans l'écocomplexe étudié. Ceci permettra de comparer globalement la richesse et la composition floristique de chaque écocomplexe.

b) Agglomération de toutes les placettes

La mise en commun des informations élémentaires des 939 placettes étudiées permet de synthétiser la totalité des informations dont nous disposons sur l'ensemble de la zone agricole d'Aussois. Nous aurons cependant une sous-estimation de la richesse floristique de la commune, puisque notre échantillonnage ne prend en compte que les milieux plus ou moins anthropisés et non la totalité des milieux de la commune.

[7] ces données (issues d'un très grand nombre de relevés) compléteront celles obtenues avec les placettes de référence.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

4 - Agglomération en fonction d'autres critères

Chacune des variables répertoriées, ainsi que chaque information calculée peuvent servir de base à un rassemblement de placettes. C'est en particulier le cas de la présence d'une espèce où, par exemple, des agglomérations de placette seront effectuées en fonction du coefficient d'abondance de l'espèce (le cas sera développé pour *Brachypodium pinnatum*).

C - LES INDICES ET LES REGROUPEMENTS D'INFORMATION FLORISTIQUE

Dans cette première partie, nous avons aggloméré les placettes sans modifier ni préjuger de l'information élémentaire qu'elles contenaient (la liste d'abondance des espèces).
Une autre voie de regroupement de l'information est de s'affranchir de la complexité des relevés et de leur hétérogénéité en synthétisant l'information floristique des placettes, soit par l'utilisation d'un indice, soit en regroupant les espèces en groupes fonctionnels.

1 - Les indices concernant la biodiversité

Une première approche de la composition floristique d'un milieu consiste en l'étude de sa biodiversité spécifique. En effet, même si des travaux sur les phénomènes de colonisation ont mis en évidence des aptitudes particulières de différents génotypes, écotypes ou sous-espèces (Handel *et al.*, 1994), nous avons fait le choix dans cette thèse de considérer les espèces - voire des groupes d'espèces comme celles associées à *Festuca rubra, Hieracium bifidum, Lotus corniculatus* - sans aller plus loin dans la détermination.

Dans une étape ultérieure, il sera éventuellement possible pour des espèces dont le rôle prépondérant aura été démontré, de pousser plus loin les investigations au niveau infraspécifique.

Même si sa nature est éminemment multivariée, la biodiversité spécifique est traditionnellement mesurée par deux indices : la richesse spécifique et la diversité spécifique. Nous aborderons de manière détaillée la richesse spécifique en proposant de l'examiner à différents niveaux afin de mieux pouvoir connaître, de manière plus efficace, la richesse à l'échelle de la commune.

a) La richesse spécifique

La richesse spécifique possède une définition apparemment simple et claire, il s'agit du nombre d'espèces. Une analyse de publications[8] mentionnant des richesses spécifiques nous a montré que dans bien des cas, il était très difficile de retrouver sur quelle surface ce nombre d'espèces avait été calculé et de quelle manière ce calcul avait été fait, ce qui rend les comparaisons entre études hasardeuses.

Cependant, nous considérons que la notion de richesse spécifique doit être calculée à plusieurs niveaux hiérarchiques. En effet, elle dépend de la surface sur laquelle elle est calculée (une placette, un type de milieu, un secteur, ...), mais aussi de l'identité des espèces que l'on répertorie. Nous proposons donc de considérer quatre niveaux de richesse : la richesse ponctuelle par placette, la richesse locale, la richesse globale et la richesse originale.

[8] quelques exemples sont donnés dans le chapitre 10, paragraphe I-A-1.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

- La richesse ponctuelle par placette

Nous appelons richesse ponctuelle par placette le nombre d'espèces trouvé sur une placette de 4 m^2.
Cette richesse est calculée de manière instantanée placette par placette et rend compte du nombre d'espèces physiquement présentes sur une surface élémentaire en un endroit donné (figure 74).

- La richesse locale

Nous appelons richesse locale la moyenne du nombre d'espèces par placettes de même catégorie selon l'une des agglomérations choisies (secteur, type de physionomie, abondance d'une espèce, ...). Elle traduit, pour une catégorie de placettes données, la moyenne de la richesse ponctuelle par placette et permet donc de prendre en compte l'hétérogénéité des placettes.

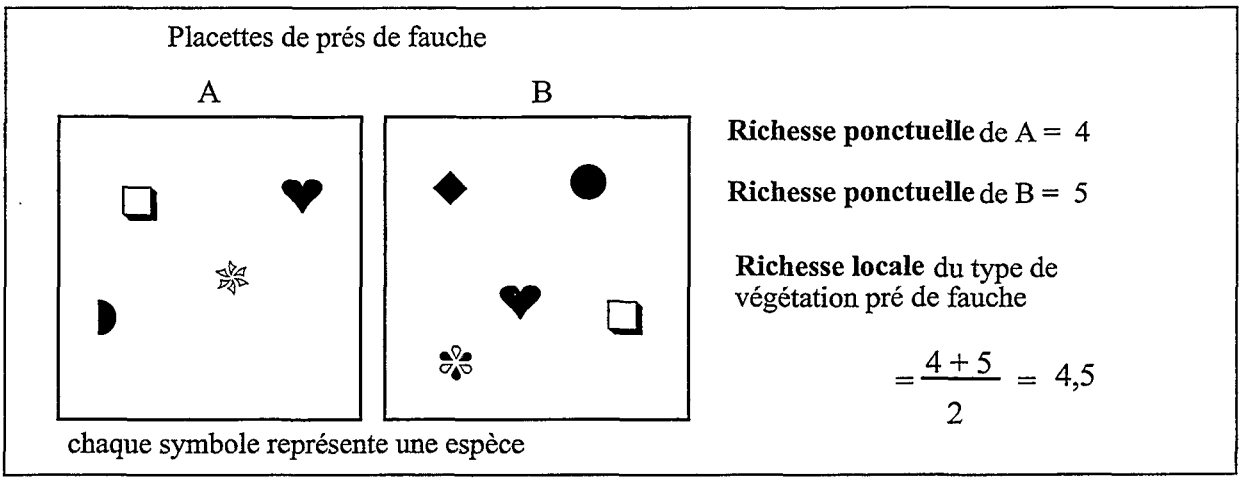


Figure 74 : Schéma théorique de calcul de la richesse ponctuelle par placette et de la richesse locale

La richesse locale rend compte en partie de l'appréciation visuelle[9] de la flore d'une prairie. Il est en effet impossible, sans relevés de végétation, d'estimer le nombre d'espèces totales contenues dans un hectare de prairie ; par contre, estimer le nombre d'espèces sur une petite surface est possible, bien que la taille des espèces, l'attrait de leur floraison, leur stade de développement perturbent l'appréciation.

Dans ces deux cas (richesse ponctuelle par placette et richesse locale), il s'agit d'un nombre d'espèces sur 4 m^2 qui ne prend pas en compte la nature des espèces. Il sera impossible de savoir si deux placettes successives, ayant respectivement des richesses spécifiques de 15 et 25 espèces, ont au total, 25, 40 ou tout nombre intermédiaire d'espèces.
Pour accéder à un autre niveau hiérarchique de richesse, il faut faire appel à l'information supplémentaire qu'est l'identification des espèces.

- La richesse globale

A partir des listes d'espèces trouvées sur chacune des placettes d'une catégorie, il est possible de construire une liste comprenant les espèces rencontrées au moins une fois. Nous avons appelé la somme de ces espèces, la richesse globale. Elle traduit le nombre total d'espèces qui existent dans une catégorie. Elle peut être calculée à tous les niveaux d'agrégation spatiale : transect, écocomplexe, commune, pour les types physionomiques de végétation et pour les autres catégories pertinentes.
La comparaison des différentes listes par catégorie similaire (les écocomplexes, les types physionomiques, les degrés d'abondance d'une espèce, ...) permet de rendre compte de l'hétérogénéité et du degré de

[9] l'indice qui rend le mieux compte de la perception visuelle est l'indice de diversité spécifique car il fait intervenir le pourcentage de recouvrement des différentes espèces.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

distinction des catégories. Nous ne nous intéressons plus seulement à l'identité de l'espèce mais aussi à sa répartition afin de repérer dans quelle catégorie elle est ou n'est pas présente.

- Le fonds commun d'espèces

Il s'agit de la liste des espèces présentes dans toutes les classes de la catégorie étudiée (par exemple, dans les six écocomplexes). Le fonds commun d'espèces représente donc le nombre d'espèces que l'on trouve partout dans la catégorie d'agrégation spatiale. Il traduit l'homogénéité de la végétation, les espèces les plus communément répandues ou n'ayant pas d'exigence écologique particulière.

- La richesse originale

A l'opposé de ces espèces présentes dans toutes les classes de la catégorie, il existe des espèces qui ne sont représentées que dans une seule classe (par exemple, dans l'agrégation selon les écocomplexes, nous regarderons les espèces qui ne sont trouvées qu'au Moulin). Nous appelons la somme de ces espèces la richesse originale (ici du Moulin). Elle sera calculée pour chaque catégorie, par exemple les espèces originales des friches ou les espèces originales du secteur de l'Esseillon.

Ces richesses originales traduisent l'hétérogénéité des milieux ou des secteurs, ainsi que leur part dans le patrimoine floristique communal. Un secteur contribuera plus ou moins à la richesse globale de la commune en fonction de sa part de richesse originale.

Hors texte n° 3
Récapitulatif des cinq niveaux de richesse floristique définis

En ne prenant pas en compte l'identité des espèces présentes, mais uniquement l'aspect quantitatif des relevés, on parlera :

- de **richesse ponctuelle** d'une placette pour le nombre d'espèces présentes,

- de **richesse locale** d'un type de végétation pour la moyenne des richesses ponctuelles par placette calculée sur l'ensemble des placettes de même type.

En prenant en compte l'identité des espèces, on définira :

- la **richesse globale** par type de végétation comme le nombre d'espèces différentes présentes au moins une fois dans 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.

Selon que l'on veut étudier la richesse du secteur ou du type de végétation, les agglomérations de placettes seront différentes mais le calcul des différents niveaux de richesse sera applicable de la même manière.

Ces différents niveaux de richesse spécifique permettent d'avoir un regard différent sur la notion de richesse floristique d'un secteur et de relativiser les résultats obtenus pour apporter une aide à la gestion d'un espace en déprise. Nous reviendrons sur ce point dans le chapitre discussion.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

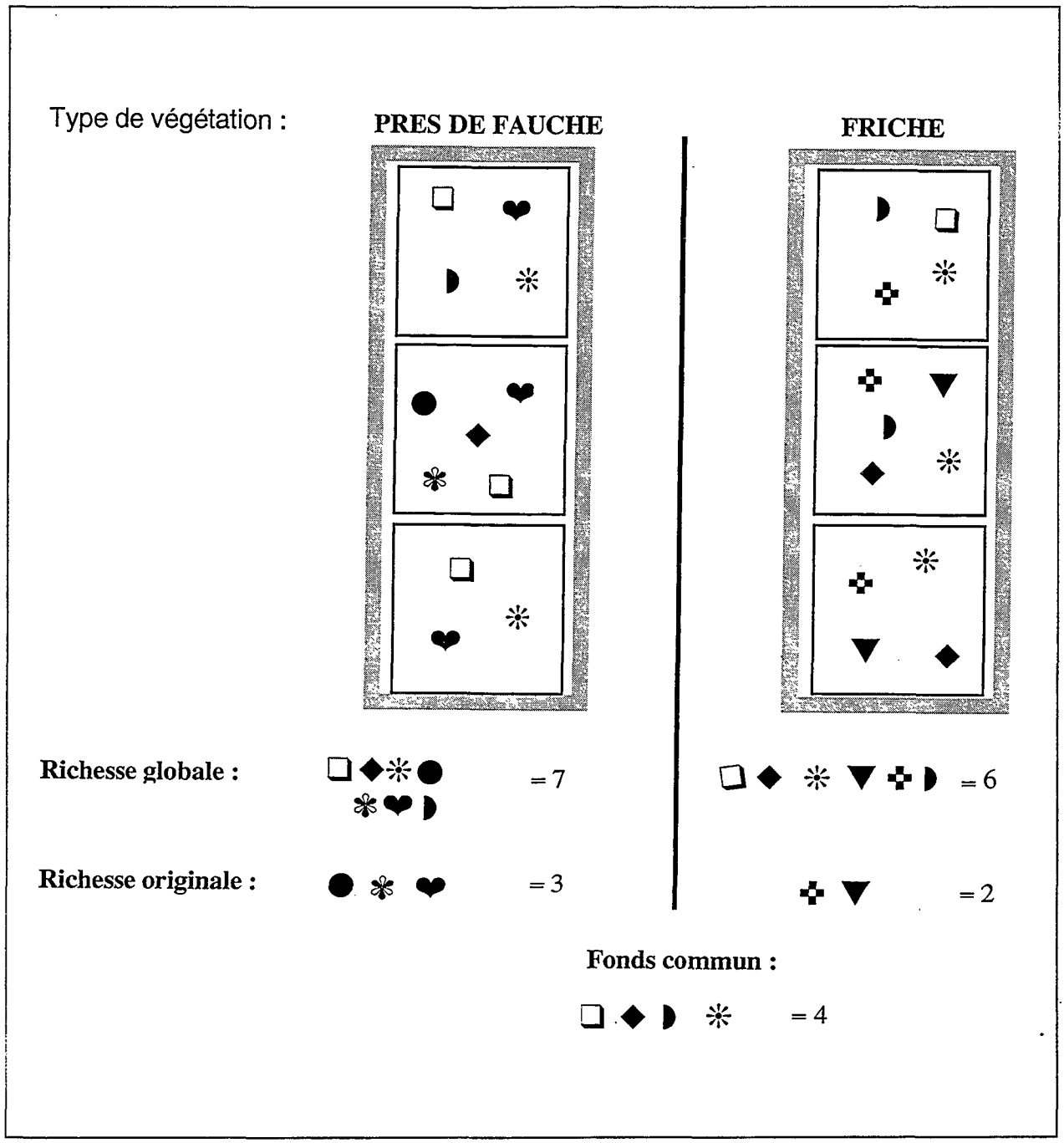


Figure 75 : Schéma théorique du calcul de la richesse globale, originale et du fonds commun d'espèces

La figure 76 présente sur des placettes théoriques le mode de calcul de ces niveaux de richesse floristique.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

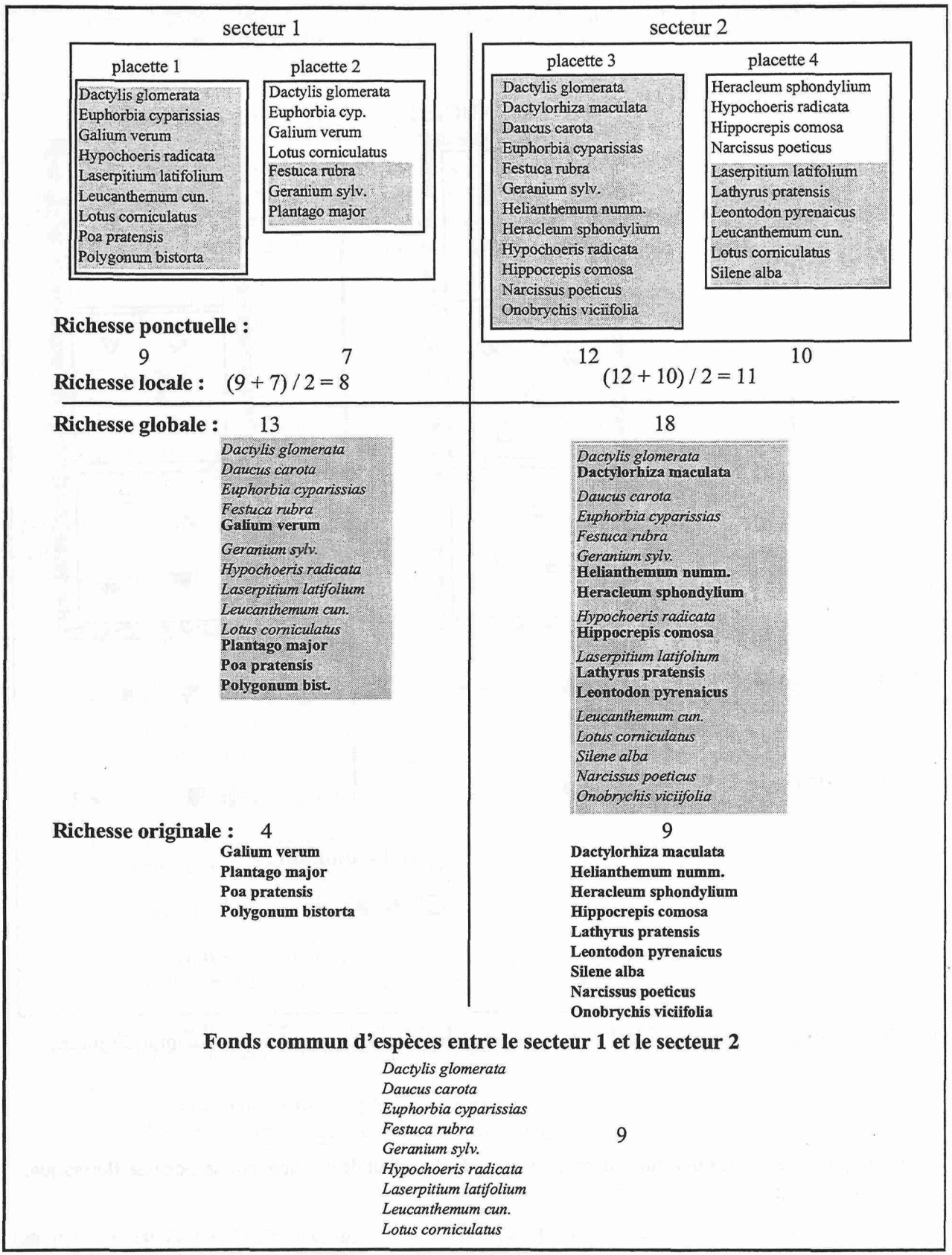


Figure 76 : Exemple de calcul des différents niveaux de richesse

Pour chaque secteur, les espèces figurant dans la partie grisée servent à constituer la liste qui permet le calcul de la richesse globale (les espèces déjà répertoriées dans la placette de gauche ne sont pas grisées dans la placette de droite).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Dans les deux listes globales du secteur 1 et du secteur 2, les espèces sont :

- en italique quand elles sont communes aux deux secteurs, elles appartiennent alors au fonds commun ;

- en gras, quand elles sont présentes uniquement dans un des secteurs, elles constituent alors la liste des espèces originales du secteur en question.

Pour l'analyse des transects, nous utiliserons :

- la richesse ponctuelle de chaque placette, afin de tracer des profils de richesse ponctuelle,
- la moyenne de cette richesse sur un transect (richesse locale),
- le nombre total d'espèces répertoriées le long d'un transect (richesse globale).

Pour l'analyse respectivement des écocomplexes et des types physionomiques de végétation, nous utiliserons :

- la richesse locale,
- la richesse globale,
- le fonds commun d'espèces,
- la richesse originale.

b) La diversité spécifique

Nous avons choisi d'utiliser l'indice de diversité spécifique de Shannon *Hi* (Shannon & Weaver, 1949). Adapté de la théorie de l'information, il tient compte du nombre d'espèces *ni* et du recouvrement relatif *Rij* des différentes espèces *j* dans le relevé *i* (Gallandat *et al.*, 1995).

$$Hi = -\sum_{j=1}^{ni}\left[\frac{Rij}{\sum_{j=1}^{ni} Rij} x \log 2\left(\frac{Rij}{\sum_{j=1}^{ni} Rij}\right)\right]$$

Indice d'abondance-dominance	Recouvrement moyen
+	0,1%
1	5,0%
2	17,5%
3	37,5%
4	62,5%
5	87,5%

Figure 77 : Estimation du recouvrement relatif moyen de la végétation à partir de l'indice d'abondance-dominance (d'après Van der Maarel, 1979)

Cet indice est basé sur le pourcentage de recouvrement des espèces *j* alors que nos relevés sont effectués en indice d'abondance-dominance. Nous transformons donc au préalable les coefficients d'abondance dominance en recouvrement par la conversion proposée par Van der Maarel (1979), (figure 77).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

L'indice de diversité spécifique *Hi* est d'autant plus petit (proche de 0) que le nombre d'espèces est faible et que une ou quelques espèces dominent. Il est d'autant plus grand[10] que le nombre d'espèces est élevé et qu'elles sont réparties équitablement.

Classiquement, richesse spécifique et diversité spécifique sont considérées comme des indices de diversité de type α qui évaluent la diversité inhérente à un site ou un milieu. Notre définition de quatre niveaux de richesse amène à reconsidérer ce point de vue. En effet, les notions de richesse originale et de fonds commun relèvent d'une diversité de type β puisqu'ils comparent la flore de deux milieux.

c) La similarité

Les indices de similarité se rapportent également à la diversité β. Ils permettent une comparaison entre deux sites, car ils évaluent la ressemblance entre deux relevés en faisant le rapport entre les espèces communes aux deux relevés et celles propres à chaque relevé.

Parmi les indices habituellement utilisés figurent :

- l'indice de Jaccard, *Sij*

$$Sij = \frac{a}{a + b + c}$$

où

a = nombre d'espèces communes au relevé *i* et au relevé *j*
b = nombre d'espèces présentes seulement dans le relevé *i*
c = nombre d'espèces présentes seulement dans le relevé *j*

- l'indice de Dice ou Czekanowski (Saporta, 1990)

$$Dij = \frac{2a}{2a + b + c}$$

avec les mêmes significations de a et b que pour l'indice de Jaccard.

Cet indice peut également s'écrire

$$Dij = \frac{a}{\frac{(a+b)+(a+c)}{2}}$$

ce qui traduit le rapport du nombre d'espèces communes à *i* et *j* sur la moyenne des espèces de *i* (a+b) et de *j* (a+c).

Ces deux indices sont compris entre 0 (aucune espèce commune aux deux relevés) et 1 (relevés identiques). Ils portent sur la présence ou l'absence des espèces et non sur leur coefficient d'abondance, deux relevés contenant les mêmes espèces avec des coefficients d'abondance différents auront un indice de similarité de 1.

Nous avons préféré utiliser l'indice de Dice, car il augmente plus vite que l'indice de Jaccard pour des coefficients faibles à moyens (inférieurs à 0,7) ce qui entraîne des différences d'indices plus fortes (Gégout, 1995) donc plus repérables. La figure 78 donne la correspondance entre des exemples de relevés et leur indice de Dice.

[10] si toutes les espèces ont le même recouvrement, *Hi* est maximal et est égal à $\log_2(ni)$.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

	Dij = 0	Dij = 0,3	Dij = 0,5	Dij = 0,67	Dij = 0,75	Dij = 1
nombre d'espèces du relevé *i*	20	16	12	26	17	17
nombre d'espèces du relevé *j*	10	4	24	22	23	17
nombre d'espèces communes à *i* et *j*	0	3	9	16	15	17
nombre d'espèces différentes dans *i* et *j*	30	14	18	16	10	0

Figure 78 : Exemples d'indices de similarité de Dice

Trois utilisations seront faites de cet indice :

- au sein d'un transect, pour étudier la variation de composition floristique d'une placette à sa voisine et pour voir ainsi la transition au travers de l'écotone entre les deux milieux joints par le transect ;

- entre répétitions des placettes de référence caractérisant un type de végétation : l'indice est alors calculé entre les placettes prises deux à deux[11] et l'indice retenu pour le type de végétation est la moyenne de ces indices ;

- entre les listes d'espèces issues de l'agglomération de placettes élémentaires, par exemple pour calculer la similarité des relevés de référence de friche et de bois à l'Arpont, nous calculons l'indice de Dice sur les listes globales du type friche et du type bois.

2 - Le choix des espèces étudiées

Face aux données des relevés de végétation, se pose le problème de l'élimination ou non d'espèces faiblement représentées dans les relevés. En effet, la rareté d'une espèce peut être due à 3 raisons :

- *"elle est caractéristique d'un autre milieu que celui étudié et y est donc par accident ;*
- *elle est "naturellement" rare, sa fréquence est très faible dans toutes les conditions écologiques ;*
- *elle a une écologie très étroite – espèce sténooecique : elle est fréquente dans un très faible éventail de milieux et absente ailleurs*" (Gégout, 1995).

Supprimer les espèces rares n'a pas le même impact sur l'information recueillie selon qu'elles appartiennent aux deux premiers groupes ou au troisième : dans les deux premiers, il n'y a que peu de perte d'information écologique ; dans le troisième, nous risquons au contraire, d'appauvrir l'information. Ceci est d'autant plus important dans l'étude des zones hétérogènes que sont les écotones et dans l'étude des colonisations qui impliquent des phénomènes à l'échelle de l'individu. Il est donc nécessaire de ne pas trop éliminer les espèces peu fréquentes. Nous avons donc choisi d'utiliser deux seuils :

- éliminer les espèces présentes 1 et 2 fois seulement,
- éliminer les espèces dont la somme des coefficients est inférieure à 10.

[11] pour évaluer l'homogénéité des placettes de référence du bois de l'Arpont qui comportent 7 répétitions, nous calculons 21 indices entre placettes prises deux à deux, puis la moyenne de ces 21 indices qui constitue l'indice de Dice du type bois (il figurera dans les tableaux à l'intersection de la colonne et de la case bois).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Ceci sera fait aux différents degrés d'agrégation des données pour les analyses multivariées et pour certaines réflexions sur la richesse floristique.

3 - Les regroupements d'espèces selon leur affinité écologique

Nous avons montré chapitre 1 l'intérêt de synthétiser la complexité de l'information floristique par l'utilisation de groupes fonctionnels ou d'indices synthétisant l'affinité de l'espèce avec des classes de variables environnementales. Nous utiliserons plusieurs types de rassemblements en groupes fonctionnels.

a) Les types biologiques de Raunkiaer

Le spectre biologique d'un type de végétation, qui traduit la répartition relative des différents types biologiques de Raunkiaer, donne des indications sur les stratégies adaptatives et sur la structure de la végétation (Gallandat *et al.*, 1995).
Ainsi, dans un mésoclimat particulier, le taux de thérophytes est lié au type de formation végétale et en particulier son degré d'ouverture, donc à la concurrence interspécifique (Daget, 1980 b).
Au niveau stationnel, le taux de thérophytes diminue quand l'humidité stationnelle augmente, c'est-à-dire quand l'exubérance de la végétation augmente (Raunkiaer, 1934). Les spectres biologiques sont donc caractéristiques des conditions de milieu (Daget, 1980 b).

Nous avons utilisé les types biologiques répertoriés dans la base de données PHANART (Lindacher, 1995) :

- phanérophyte : plante ligneuse qui peut atteindre plus de 5 m ;
- nanophanérophyte : plante ligneuse de 0,4 à 4 m de hauteur ;
- chaméphyte : arbrisseau nain ligneux ou herbacé dont les bourgeons hivernent au-dessus de la surface du sol ;
- hémicryptophyte : plante herbacée hivernant avec ses bourgeons au-dessus ou directement au-dessous de la surface du sol ;
- géophyte : plante herbacée hivernant avec ses bourgeons au-dessous de la surface du sol ;
- thérophyte : plante herbacée vivant au maximum une saison de végétation et hivernant sous forme de semences.

Nous regarderons les variations des spectres biologiques en fonction des types de milieux et des secteurs.

b) Les types pastoraux

Bien que notre étude n'ait pas d'objectif agronomique ni pastoral, pouvoir estimer l'évolution de la valeur pastorale des prairies abandonnées apporte une information sur les modes de gestion possibles des espaces en déprise. Si la qualité fourragère n'est pas trop altérée, une remise en pâture peut être envisagée ; alors que si la qualité est faible, un entretien sans but agricole devra être mis en place.

La plupart des études portant sur la végétation des prés de fauche à orientation agronomique ou pastorale utilisent les valeurs pastorales calculées à partir de pourcentages en volume de végétation et non en nombre d'espèces.
Les relevés phytosociologiques ne permettant pas de calculer les pourcentages en volume (donc les valeurs pastorales), nous avons choisi d'utiliser une forme simplifiée d'appréciation[12] de la valeur fourragère des types de végétation.

[12] de ce fait, nous faisons une erreur en associant "graminées" à "bonne qualité fourragère" alors que certaines espèces n'ont que peu d'intérêt. Dans l'autre sens, nous classons dans "sans valeur fourragère" certaines ombellifères, composées ou plantaginacées qui ont un indice pastoral comparable à celui de certaines graminées.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Nous distinguons de manière très simplifiée :

- les espèces à bonne qualité fourragère : graminées (1) et légumineuses (2) ;
- les espèces sans qualité fourragère : autres dicotylédones (3), autres monocotylédones (4), arbres et arbustes (5 : feuillus et 6 : conifères).

Nous comparerons les "spectres pastoraux", c'est-à-dire la répartition en pourcentage des espèces selon les cinq grandes classes définies ci-dessus, pour les différents types physionomiques de végétation.

c) Les groupes fonctionnels définis par expertise

Nous utiliserons deux types de groupes fonctionnels[13], ceux basés sur les types de Grime (Grime *et al.*, 1988) et ceux basés sur une expertise classant les espèces selon leur appartenance à des milieux particuliers (groupe sociologique).

Les stratégies adaptatives de Grime permettent le classement des espèces en sept classes :

- C compétitrice
- C-S compétitrice tolérante au stress
- C-R compétitrice tolérante à la perturbation
- C-S-R compétitrice tolérante au stress et à la perturbation
- S-R rudérale tolérante au stress
- S tolérante au stress
- R rudérale

Cependant, ces types sont souvent combinés ce qui rend l'interprétation un peu complexe. Nous utiliserons ces types stratégiques pour comparer les types de végétation en nous intéressant plus particulièrement à la répartition des espèces des écotones.
Les groupes sociologiques définis par l'expert (Rameau, com. pers.) sont au nombre de 16 (figure 79). Quand une espèce est classée dans deux ou trois groupes, elle intervient pour chacun des groupes. Nous calculons, pour les placettes, le nombre d'espèces de chaque groupe suffisamment représenté pour qu'une variation soit interprétable.

groupe sociologique	effectif
prairie montagnarde	76
pelouse à Brome mésophile	52
pelouse sèche	49
pelouse	30
lisière préforestière	21
forêt	18
pinède	12
lande	5
coupe forestière	3
rudérale	16
mégaphorbiaie	5
milieu humide	3
nitrophile	5
messicole	6
éboulis	2
dalles	3

Figure 79 : Liste et effectifs des groupes sociologiques (d'après Rameau)

[13] l'annexe 7 présente pour chaque espèce : la valeur indicatrice de Landolt pour chaque facteur, le type stratégique de Grime, le type biologique de Raunkiaer, le classement en groupe sociologique selon Rameau et le type pastoral.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

d) Les valeurs écologiques indicatrices de Landolt

La composition floristique d'un relevé peut apporter des informations écologiques. En effet, chaque espèce est considérée comme un bio-indicateur des conditions climatiques (continentalité, température, lumière) et édaphique (pH, richesse trophique, humidité, humus, texture) (Gallandat *et al.*, 1995). Les valeurs indicatrices de Landolt (figure 80) varient de 1 à 5. La valeur 0 signifie l'absence d'information (soit l'espèce n'est pas répertoriée dans la base de données PHANART, soit l'espèce a une trop grande plasticité et n'apporte donc pas d'information).
Pour chaque relevé, nous calculons la moyenne des valeurs indicatrices des espèces présentes dans le relevé, ce qui donne la valeur écologique moyenne du relevé.

Les moyennes des valeurs indicatrices calculées pour chaque placette seront considérées comme des variables supplémentaires dans les analyses multivariées. Elles aident à l'interprétation de la signification des axes factoriels et permettent la construction des graphes d'interprétation des axes factoriels.
Ces graphes sont en effet établis en reliant les barycentres des modalités d'une variable supplémentaire.

L'annexe 8 présente la signification des différentes classes des indices de Landolt.

	valeur indicatrice	
F	valeur d'humidité	traduit l'humidité moyenne relative du sol pendant la période de végétation
R	valeur de réaction	indique la teneur relative en ions H $3O^+$ du sol (1 : sol acide et pauvre, 5 : sol neutre à alcalin)
N	valeur de substances nutritives	indique surtout la teneur en azote du sol
H	valeur d'humus	indique la classe d'humus
D	valeur de dispersité	caractérise la texture, la structure, la porosité, l'aération du sol (1 : très aéré , 5 : texture très fine mal aérée)
L	valeur de lumière	indique les besoins relatifs en lumière pendant la période de végétation
T	valeur de température	indique la température moyenne relative à laquelle la plante est soumise pendant la période de végétation, liée à l'altitude
K	valeur de continentalité	caractérise les différences de températures annuelles et journalières et l'humidité de l'air (1 : écart de T minime et grande humidité de l'air, 5 : grands écarts de T et grande sécheresse atmosphérique

Figure 80 : Liste des valeurs écologiques indicatrices de Landolt

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

II - L'ANALYSE DE DONNEES

A - APPROCHE DESCRIPTIVE PAR TRANSECT

Dans un premier temps, nous examinons les transects un par un, afin d'étudier l'évolution des différents paramètres d'une placette à l'autre le long de ce transect.

1 - Les profils d'espèces

Nous représentons au long d'un transect les coefficients d'abondance des espèces par placette, ceci permet de repérer plusieurs types d'espèces en fonction de leur comportement spatial au travers de l'écotone. Nous présenterons quelques profils types.

2 - Les courbes de biodiversité

Pour chaque transect nous représentons graphiquement placette par placette :

- la richesse de chaque placette,
- l'indice de Shannon,
- la similarité selon l'indice de Dice.

Nous regrouperons les types de transects en fonction de la forme de ces courbes.

3 - Les spectres de groupes fonctionnels

Pour les groupes fonctionnels pertinents (types biologiques de Raunkiaer, groupes d'experts), nous représenterons graphiquement la répartition relative des groupes fonctionnels selon différents regroupements.

L'annexe 9 présente par transect la synthèse de toutes ces informations :

- la liste des espèces par placette ;
- le profil topographique du transect avec les éléments caractéristiques présents (chemin, rigole d'irrigation, muret, murger, ...) et la localisation de l'interface repérée sur le terrain ;
- la courbe de richesse ;
- la courbe d'indice de Shannon ;
- la courbe de similarité de Dice ;
- la localisation de l'écotone issue de la classification ascendante hiérarchique.

B - APPROCHE PAR ANALYSE FACTORIELLE

Pour toutes les analyses multivariées nous utilisons le logiciel ADE 4[14].

[14] et plus particulièrement les modules ADE Trans, Files Util, COA, Scatters, Scatter Class, Categvar, Clusters, Dendrogram, Ecotools.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

1 - Classification ascendante hiérarchique

Nous avons défini l'interface comme une limite repérée sur le terrain. Cependant, comme nous l'avons indiqué dans le chapitre 3, l'écotone qui traduit la dynamique de la végétation a une largeur qui n'a pas été relevée *a priori* sur le terrain, mais qui est inscrite dans la structure des relevés de végétation.

Afin de mettre en évidence les placettes qui appartiennent à l'écotone, nous disposons déjà des indices de similarité, mais nous compléterons cette information par une classification ascendante hiérarchique (distance euclidienne et hiérarchie de Ward) sur les relevés, pratiquée transect par transect.

En effet, cette méthode d'analyse multivariée dispose les points-relevés suivant un arbre hiérarchique (ou dendrogramme) en fonction des distances mesurées entre ces relevés dans un espace pluri-dimensionnel. Elle regroupe donc les relevés les plus proches du point de vue de leur composition floristique.

La classification idéale sera un dendrogramme ordonnant les placettes dans leur ordre d'apparition sur le transect et où, pour une analyse de la classification à un niveau donné de l'arborescence (pour nous, de niveau 2, donc séparant 3 groupes), le deuxième groupe hiérarchique commencera à la placette notée comme interface. La CAH permettra donc en théorie, d'identifier les placettes du milieu 1, celles de l'écotone et celles du milieu 2. Nous réaffecterons les types physionomiques des placettes en fonction de ce classement.

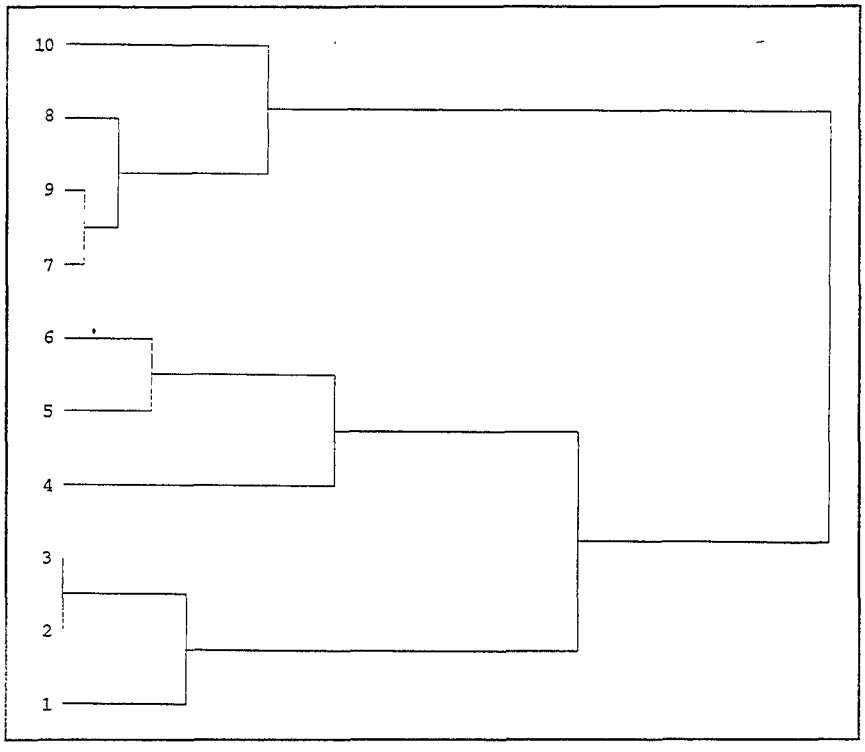


Figure 61 : Classification ascendante hiérarchique du transect *O BD a*

Dans le cas du transect *O BD a*, de la figure 73 où l'interface était à 6 mètres du début du transect, la CAH (figure 81) isole les trois groupes suivants :

- 1 – 2 – 3 : bois
- 4 – 5 – 6 : écotone
- 7 – 8 – 9 – 10 : déprise

Nous affecterons le type physionomique Bois aux trois premières placettes, Ecotone aux trois suivantes et Déprise pour les quatre dernières.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Pour chaque transect nous procédons à ce classement des placettes par CAH et nous comparons les résultats de la classification avec la position notée pour l'interface. Quand il y a une différence, nous créons une variable "physionomie modifiée" qui retranscrira la classification.

Nous éliminons les transects dont les placettes sont mal classées ou dont les groupes ne correspondent pas du tout au repérage de l'interface.

2 - Analyse factorielle des correspondances

La première approche multivariée pratiquée est l'analyse factorielle des correspondances sur nos fichiers "espèces / relevés" en utilisant les coefficients d'abondance. L'AFC est choisie car elle est moins sensible que l'ACP aux doubles zéros en raison de la distance du χ^2 utilisée (Prodon & Lebreton, 1994).
L'AFC permet de résumer et de hiérarchiser l'information contenue dans un tableau à n lignes et p colonnes, en le traduisant par une répartition de n points dans un nuage à p dimensions. Toute l'information du tableau de données est contenue dans le nuage, il s'agit de l'inertie du nuage. Les informations principales vont en être extraites en représentant le nuage à p dimensions dans un espace à deux dimensions, dans le plan factoriel qui est le meilleur "*globalement*" (Fénelon, 1981). Ce premier plan factoriel est celui où l'inertie projetée est la plus grande.
Chaque axe factoriel est ainsi une combinaison linéaire des p variables originelles qu'il conviendra d'interpréter. Rappelons que "*l'ordination réciproque des espèces et des relevés par l'AFC est telle, que sur un facteur donné, la répartition des relevés minimise les variances intra-espèces tout en maximisant la variance inter-espèces. Symétriquement, la répartition des espèces sur l'axe minimise la variance intra-relevé tout en maximisant les différences entre eux. L'AFC met en évidence des facteurs successifs non corrélés, facteurs qui résument la réponse commune de l'ensemble des espèces à des facteurs communs*" (Prodon & Lebreton, 1994).

Il faut noter que l'analyse factorielle des correspondances ne prend pas du tout en compte l'organisation des relevés sous forme de transect. Chaque relevé est considéré comme indépendant des autres. Seul le repérage manuel des placettes en fonction de leur position sur les transects permet de retrouver cette information spatiale. Nous le ferons sous forme de trajectoire de transect en reliant dans l'ordre les placettes des transects.

Après une première étude exploratoire des possibilités de différentes analyses multivariées (AFC, ACC), nous avons choisi de nous limiter à l'analyse factorielle des correspondances. En effet, nos variables de milieux essentiellement quantitatives n'ont qu'une très faible part d'explication des axes. Nous montrerons (chapitre 10) que dans la majorité des cas, l'interprétation des axes nous est fournie par l'intermédiaire de la composition floristique (spectre biologique, indice de Landolt ...). L'analyse canonique des correspondance (ou AFCVI) ne permettait pas d'améliorer notablement l'interprétation.

a) Sur l'ensemble des relevés

Le tableau complet pour les transects conservés à l'issue de la classification ascendante hiérarchique comporte 606 relevés en ligne et 398 espèces en colonne.
Les variables de milieu relevées et codées (altitude, situation, pente ...) ainsi que les différentes valeurs calculées et transformées en classes (richesse, indice de Shannon, moyenne des valeurs écologiques de Landolt par relevé, spectre biologique,...) sont des variables supplémentaires n'intervenant pas dans le calcul de l'analyse factorielle mais qui nous permettrons d'affiner notre interprétation des axes de l'AFC (figure 82).

Cette première analyse permet de mettre en évidence les grands facteurs qui organisent nos données. Elle sera affinée en éliminant les relevés qui sont trop excentrés et qui nuisent à la bonne organisation des informations.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Certaines analyses sont également pratiquées sur des tableaux où le nombre d'espèces est réduit (les fréquences trop faibles sont éliminées).

Nous pratiquerons aussi des AFC sur les tableaux complets des relevés de référence.

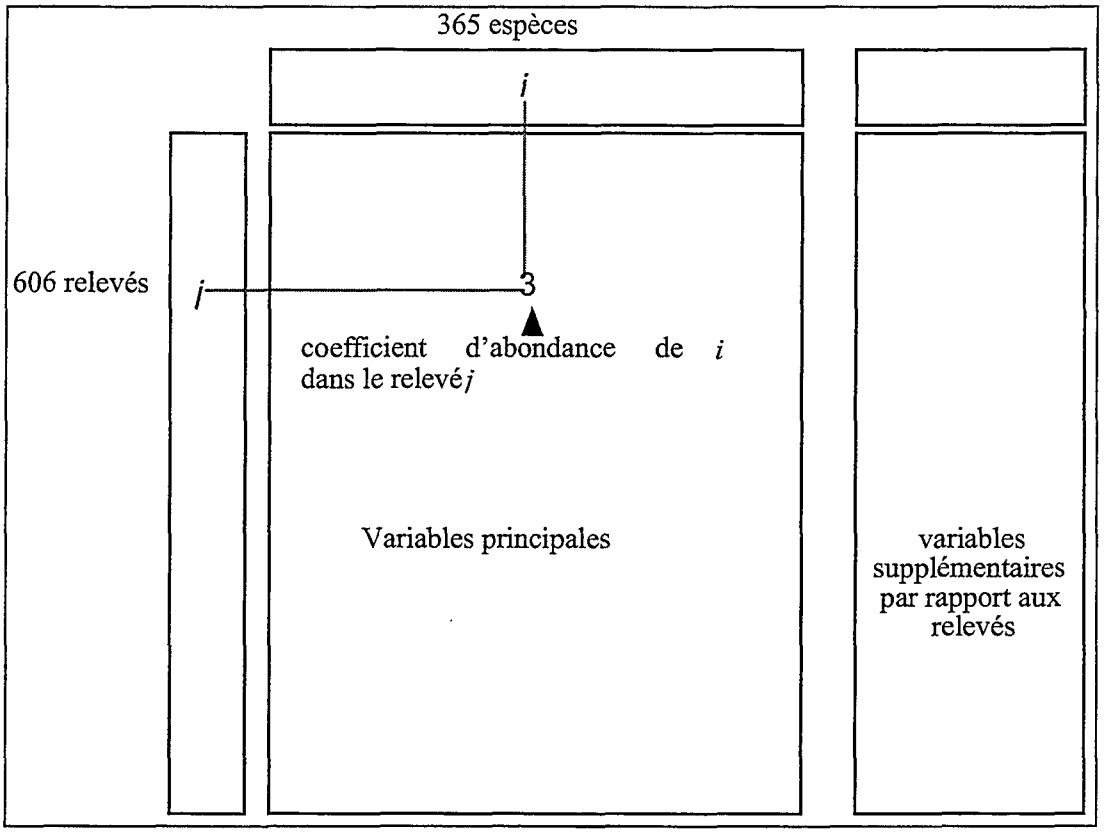


Figure 82 : Organisation du tableau de données pour l'AFC

b) Par catégorie

L'AFC de l'ensemble du tableau met en évidence les grands facteurs d'organisation de la végétation. Pour mettre en évidence des facteurs moins importants de l'organisation de la végétation, nous procéderons à une partition des relevés selon différents critères.

- Par secteur

Chaque secteur est individualisé et traité par AFC. Ceci permet, en effet, d'éliminer l'effet secteur (qui peut être corrélé à l'altitude, à l'humidité, ...) et de mettre en évidence une structuration plus fine de la végétation révélant le mode de fonctionnement de l'écocomplexe.

Il sera possible également sur les graphes issus de l'AFC de relier, dans l'ordre spatial, les placettes des différents transects. Nous interpréterons ces trajectoires de transect quand cela sera possible en fonction de leur orientation selon les axes et donc selon les facteurs qui orientent ces axes.

- Des placettes des écotones

De la même manière, nous pratiquerons une AFC du fichier contenant uniquement les placettes définies comme écotone sur l'ensemble des secteurs. Nous mettrons en évidence les différences apparaissant entre les écotones contraints et décontraints.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

C - APPROCHE STATISTIQUE

Nous cherchons à mettre en évidence des relations entre un descripteur et une variable - à savoir entre un descripteur de l'appartenance du transect ou de la placette à une classe définie (écotone contraint ou décontraint, type de transect, classe d'abondance d'une espèce ...) et une autre variable qualitative, quantitative, semi-quantitative (largeur de l'écotone, niveau de richesse, indice de Shannon ...).
Il s'agit d'analyses univariées pour lesquelles plusieurs approches sont possibles en fonction de la nature de la variable et des effectifs des différentes classes.

Les logiciels utilisés pour ces analyses sont selon les cas StatView (régression, ANOVA, Mann Whitney, test du χ^2) Excel (test t), Systat (test de Kruskal-Wallis).

1 - Régression simple

Il s'agit pour deux caractères quantitatifs :

- de résumer la relation entre les deux caractères au moyen de courbes de régression,
- d'en mesurer l'intensité par un coefficient de corrélation,
- de mesurer la significativité, au risque d'erreur fixé à 5 %, du coefficient de corrélation.

Les régressions utilisées seront uniquement linéaires (de la forme $Y = aX + b$).
Nous utiliserons, par exemple, les régressions simples pour trouver la relation entre la richesse ou l'indice de Shannon et les classes d'abondance d'une espèce monopoliste.

2 - Analyse de variance

L'analyse de variance[15] met en évidence une relation entre un caractère quantitatif Y et un caractère qualitatif X ; donc ceci revient à se demander si les valeurs de Y s'ordonnent selon les modalités de X.
Nous analyserons, par exemple, la richesse des placettes (ou l'indice de Shannon) en fonction des classes d'abondance de *Brachypodium pinnatum*, l'indice moyen de Landolt en fonction des différents écocomplexes.

3 - Comparaison de moyennes

Pour une variable quantitative, nous analyserons la différence de moyenne entre deux populations indépendantes par un test t de Student unilatéral. Ce type de test sera réalisé sur des groupes appariés pour tester les différences de paramètre physique des sols en différents points de transects.

4 - Test d'indépendance du χ^2

Ce test permet d'analyser des variables semi-quantitatives ou qualitatives en comparant les effectifs réels observés par rapport à des effectifs théoriques calculés suivant une règle d'équirépartition[16].
Pour comparer des groupes indépendants (par exemple la répartition dans différentes catégories) nous pourrions utiliser ce test. Cependant, il est soumis à des conditions de réalisation (règle de Cochran[17]) qui

[15] ANOVA par test F suivi d'un test PSLD de Fisher
[16] pour des répartitions marginales en ligne (l_i) et en colonne (c_j) la valeur théorique $th_{i,i} = l_i x c_j /$ (nombre total).
[17] pour appliquer un test du χ^2 il faut que plus de 80 % des effectifs théoriques soient supérieurs à 5, ce qui n'est pas souvent notre cas.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

en limitent pour nous l'utilisation car nos effectifs sont souvent faibles. Dans ces cas, nous utiliserons des tests non paramétriques.

5 - Tests non paramétriques

Ces tests non paramétriques[18] ne s'attachent pas à comparer les valeurs mais le rang pris par la valeur de chaque combinaison $n_{i,j.}$ parmi l'ensemble des observations. Selon le nombre d'échantillons (c'est-à-dire de catégories du descripteur à comparer) étudiés, nous utiliserons :

- le test de Wilcoxon Mann-Whitney (deux échantillons, par exemple contraint / décontraint),
- le test de Kruskal-Wallis (k échantillons, par exemple les six types de transect).

Quand le test de Kruskal-Wallis nous permet d'accepter l'hypothèse d'une différence de répartition nous appliquerons un test non paramétrique de comparaison multiple.

Résumé du chapitre 9

Le niveau d'information élémentaire est la placette caractérisée par une composition floristique et des éléments de caractérisation (type de placette, localisation, ...).

Nous regroupons ces informations élémentaires selon des critères d'agglomération (appartenance à un type de transect, à un écocomplexe, à une classe d'abondance d'espèce...)
Nous synthétisons ces informations élémentaires selon différents indices (richesse, diversité, similarité, affinité écologique). Nous définissons la richesse spécifique à plusieurs niveaux hiérarchiques : richesse locale, richesse globale, richesse originale.

Ces informations regroupées ou synthétisées sont analysées par différentes méthodes : analyse factorielle des correspondances, analyse de variance, tests non paramétriques ...

Nous utilisons la classification ascendante hiérarchique des placettes des transects pris un par un afin de définir les placettes composant l'écotone.

[18] pour le détail sur ces tests consulter Scherrer, 1984.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

QUATRIEME PARTIE

Résultats et discussion

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

CHAPITRE 10

LA VEGETATION DE LA COMMUNE

I – CARACTERISTIQUES GENERALES

1 - Richesse de la flore

Dans les six écocomplexes étudiés dans la commune, nous avons pratiqué des relevés phytosociologiques de 939 placettes de 2 m x 2 m. Ces placettes se situent dans l'ancien domaine agricole de l'adret du village, de 1300 à 2000 mètres d'altitude. Elles sont réparties dans 4 types physionomiques de végétation :

- prés de fauche (entretenu),
- zones en déprise (déprise),
- zone en friche (friche),
- forêt en bordure de zones agricoles (bois).

Sur l'ensemble des placettes, nous avons répertorié 403 espèces végétales vasculaires et 6 mousses et lichens. Bien que la bibliographie ne donne guère de points de comparaison, car peu d'études[1] se situent au niveau d'un ensemble d'écocomplexes, ou du territoire d'une commune, cette richesse est importante.
Cette valeur représente environ 10 % des espèces décrites en France[2] par Coste (Coste, 1905) et 2/3 des 681 espèces orophytes (étages subalpin et alpin) de Suisse (Favarger & Robert, 1994). Elle est pourtant 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 qui n'ont jamais été utilisées par l'homme (forêts fermées, pelouses très sèches, éboulis).
Ainsi, une autre étude ponctuelle menée à Aussois à 2100 m au contact d'une cembraie et d'un alpage envahi par une lande à rhododendron et myrtilles (Auffray, 1996), a mis en évidence 79 espèces supplémentaires.
D'autres types d'études ont concerné de manière spécifique les prairies de fauche ou les alpages à l'échelle d'une grande portion des Alpes (Alpes internes, Alpes externes, Tarentaise, ...). Ces relevés sont faits sur des surfaces plus grandes que les nôtres et selon des méthodes variables (point quadrat, coupe et détermination des espèces). Brau Nogué (1996) trouve 303 espèces dans les alpages des Alpes externes. Vertès (1983), pour une vallée de Tarentaise (Peisey Nancroix), répertorie 432 espèces, mais avec une amplitude altitudinale de 800 à 2250 m.

[1] des relevés botaniques réalisés en Moyenne Maurienne, à Hermillon, dans des milieux allant de culture, prairie, milieu en déprise, lande, friche, forêt ouverte à forêt dense, ont répertorié 236 espèces (Piedallu *et al.*, 1997).
[2] cette flore contient 4354 espèces réparties sur tout le territoire (y compris la Corse), des bords de mer aux montagnes.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Dans les prairies de fauche des Alpes internes (Haute Maurienne et Haute Tarentaise), Roumet & Fleury (1994) relèvent seulement 137 espèces.

2 - Répartition de la flore selon différents classements fonctionnels

Voyons maintenant comment les espèces répertoriées dans nos parcelles se répartissent en fonction de différentes classifications d'intérêt fonctionnel général (type biologique par exemple) ou adapté au pastoralisme (répartition en fonction de l'intérêt nutritif des espèces).

a) Selon les types biologiques de Raunkiaer

La répartition des espèces selon les types biologiques de Raunkiaer (figure 83) montre la part prépondérante des hémicryptophytes (55 %). Les chaméphytes[3], les thérophytes et les géophytes représentent chacun 10 % du total des espèces. La proportion relativement forte des thérophytes (espèces annuelles) s'explique par la présence de relevés dans le secteur de l'Esseillon faits dans des zones labourées une année tous les deux à trois ans, ce qui produit des conditions très favorables au développement de plantes annuelles.

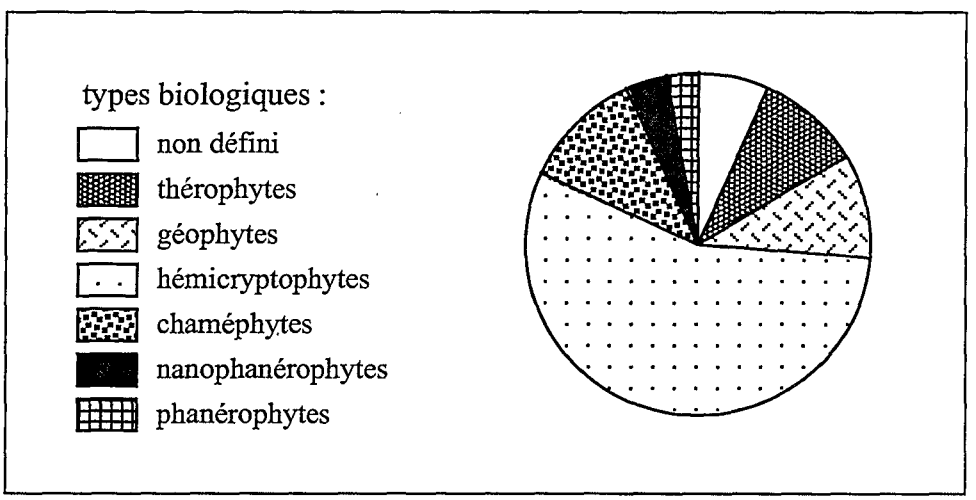


Figure 83 : Spectre biologique de l'ensemble des espèces répertoriées

b) Selon les types pastoraux

Du point de vue pastoral, il est intéressant de regarder la répartition entre espèces à bonne qualité fourragère[4] (graminées et légumineuses) et celles qui ne sont pas broutées (autres dicotylédones, autres monocotylédones, arbres et arbustes).

Ces 403 espèces vasculaires se répartissent en 44 graminées (11%), 30 légumineuses (7 %), 255 autres dicotylédones (63 %), 43 autres monocotylédones (11 %) et 31 arbustes et arbres (7 %) (figure 84).

[3] nous regroupons les types C et Z de Raunkiaer (modifié par Ellenberg et Landolt) au sein des chaméphytes au sens large.
[4] aux approximations près explicitées chapitre 9.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

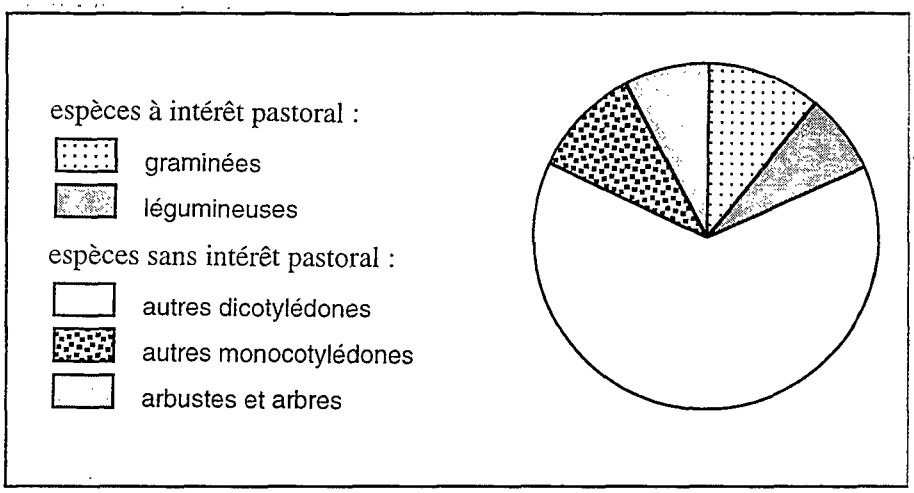


Figure 84 : Répartition des 403 espèces présentes selon les grands types à intérêt pastoral définis

La part des arbres et arbustes est relativement importante dans nos relevés, puisque nous avons des relevés en bordure de forêt et en friche.
Pour comparer nos chiffres à ceux des espèces des prairies de fauche des Alpes internes (Roumet & Fleury, 1994), le calcul des pourcentages est refait en enlevant les arbres et arbustes (figure 85).

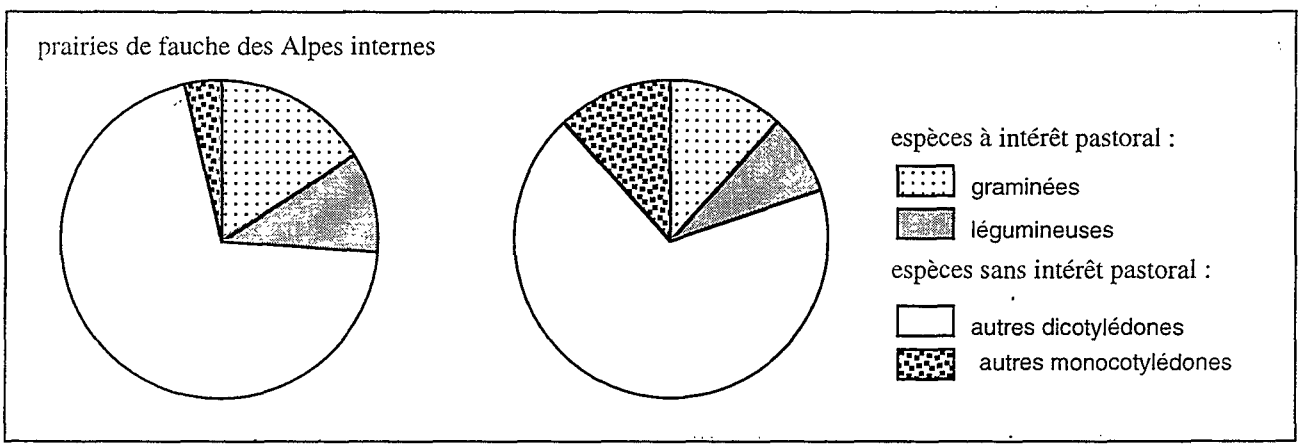


Figure 85 : Comparaison de la répartition des espèces herbacées selon les grands types à intérêt pastoral définis (données de Roumet & Fleury, 1994 pour les prairies de fauche des Alpes internes)

La comparaison de ces résultats montre qu'à Aussois, la part des graminées, légumineuses et autres dicotylédones est inférieure à celle des prairies de fauche échantillonnées par Roumet et Fleury, alors que la part des autres monocotylédones est beaucoup plus forte. Ceci s'explique par la variété des milieux échantillonnés, car les milieux autres que les prairies de fauche entretenues contiennent une plus grande quantité de monocotylédones (orchidées en particulier).

3 - Analyse de la fréquence des espèces trouvées

Cette analyse a été effectuée sur les 723 placettes des transects.

Le diagramme rang-fréquence des présences des espèces montre (figure 86) :

- 3 espèces (0,8 %) sont présentes dans au moins 50 % des placettes,
- 24 espèces (6 %) sont présentes dans au moins 25 % des placettes,
- 71 espèces (19 %) sont présentes dans au moins 10 % des placettes.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Un grand nombre d'espèces (166 espèces soit 45 %) ne sont présentes que dans moins de 1 % des relevés.

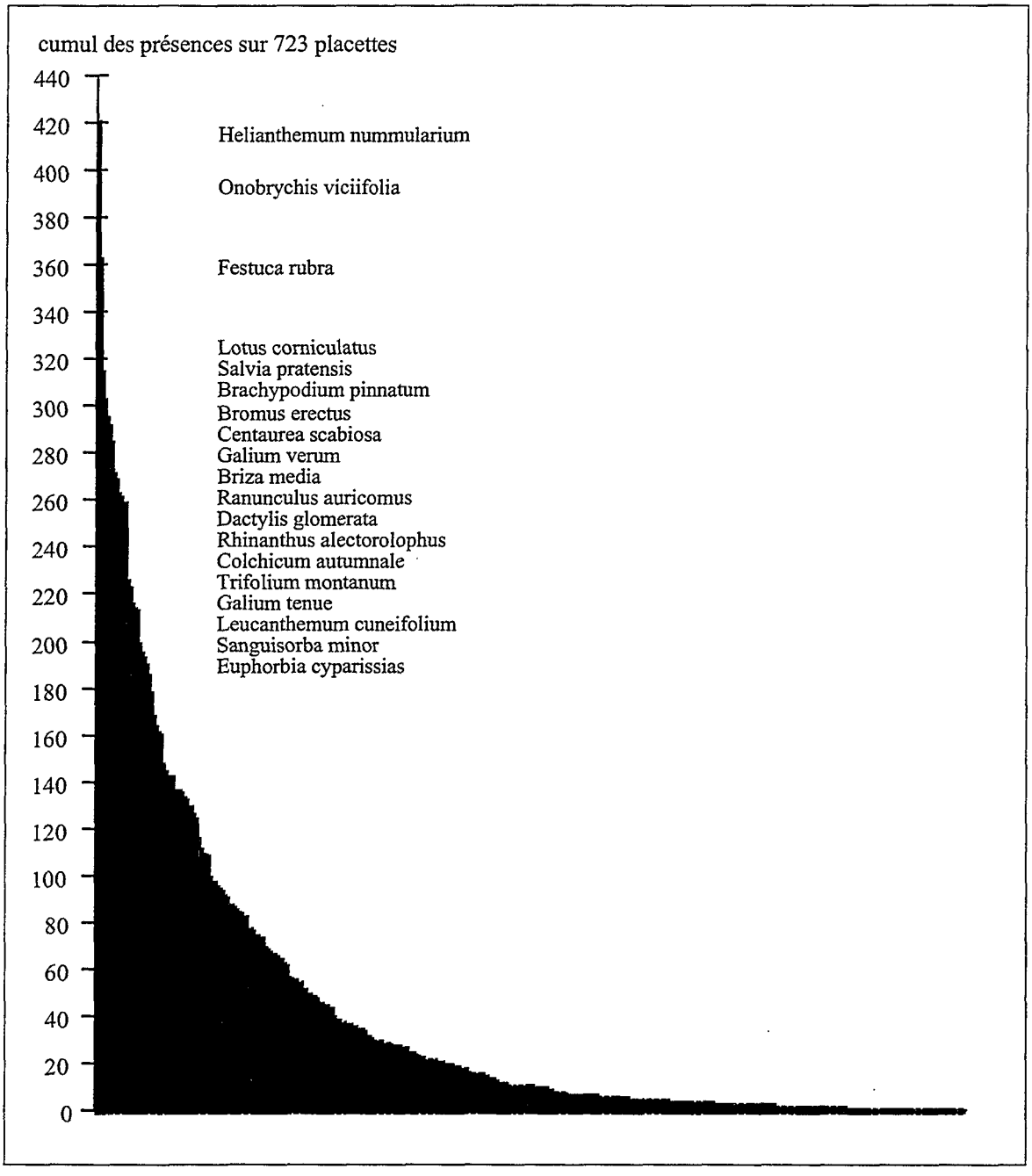


Figure 86 : Diagramme rang-fréquence de la présence des espèces

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

En parallèle de cette analyse de la répartition en fréquence des espèces, nous pouvons regarder aussi avec quel coefficient d'abondance les espèces ont été relevées (figure 87).

Pour cela, nous calculons la fréquence moyenne de chaque note d'abondance (Gégout, 1995) :

$$Fm = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} \frac{n_m}{n_t}$$

où

- N est le nombre d'espèces sur lequel est fait le calcul (ici nous avons retenu les espèces présentes au moins 10 fois soit 195 espèces) ;
- n_m correspond au nombre de relevés contenant l'espèce i avec la note m ;
- n_t correspond au nombre total de relevés contenant l'espèce i.

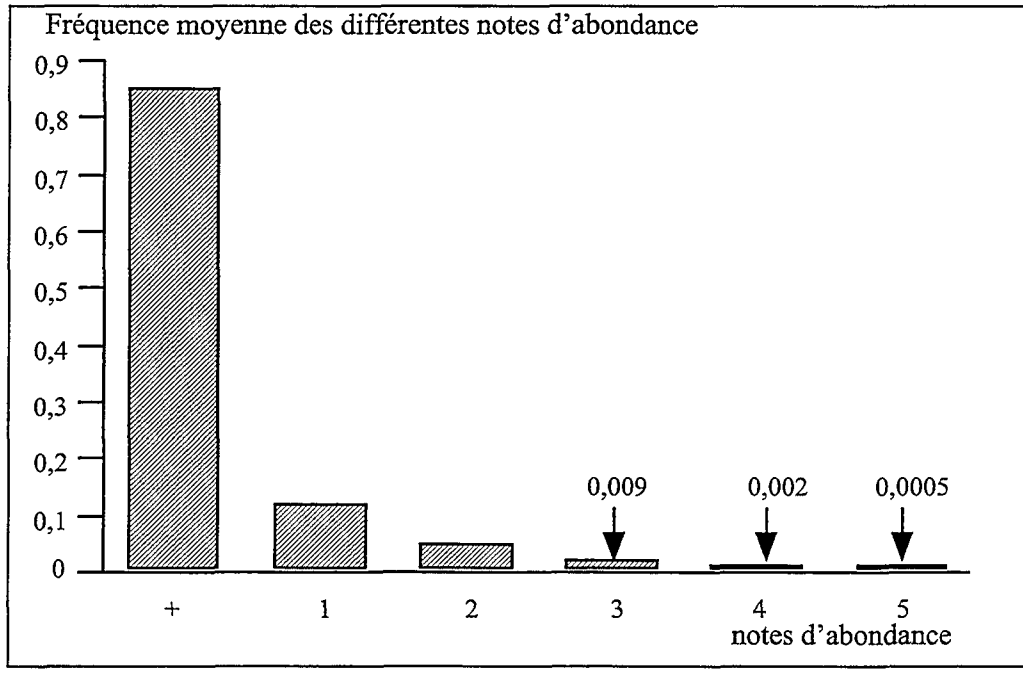


Figure 87 : Répartition de la fréquence moyenne des notes d'abondance

Nous voyons que, parmi les 195 espèces retenues ici, peu de couples espèces x relevés (1,15 %) ont un coefficient d'abondance-dominance supérieur à 2. En contre-partie, 84 % des espèces ont un coefficient d'abondance-dominance + (donc présence de quelques individus seulement dans les 4 m^2 de la placette). Cette part de la note + est très importante ; comme point de comparaison, dans l'étude de Gégout (1995) sur la végétation forestière des Vosges, la fréquence de la note + est 0,52 et 0,24 pour la note 1.

Ceci montre que les espèces ne sont pas constituées de grandes populations spatialement très répandues, mais au contraire, sont très éparpillées en petit nombre, sur le territoire de la commune. Une grande part de la diversité floristique d'Aussois apparaît donc relativement fragile, puisqu'elle est constituée pour une bonne part d'espèces peu fréquentes ne formant pas des populations bien installées.

Nous allons maintenant étudier la végétation des différents types physionomiques à l'échelle de l'ensemble de la zone étudiée.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

II – LES TYPES PHYSIONOMIQUES A L'ECHELLE DE LA COMMUNE

Pour chaque placette, nous avons une information sur la nature du type physionomique dans lequel elle se trouve. Nous pratiquons donc une agglomération des informations élémentaires selon cette codification des placettes.

1 - Mode d'étude des types physionomiques

a) Choix d'un échantillonnage de placettes pertinent pour l'étude de la richesse des types physionomiques

Nous avons réalisé personnellement tous les relevés de végétation de ce travail du 15 juin au 15 juillet 1996. Ceci nous permet de comparer nos différents relevés sans qu'un biais intervienne. En effet, chaque placette a été explorée de la même manière, nous pouvons donc estimer qu'il n'y a pas de variation forte dans la proportion d'espèces éventuellement non relevées.

Nous avons pratiqué un échantillonnage dans les milieux homogènes (placettes de référence) pour caractériser les types physionomiques : bois, déprise, entretenu et friche. Ces relevés (112 placettes) mettent en évidence 259 espèces (soit 60 % des espèces totales répertoriées).

En comparant les listes d'espèces de ces relevés de référence et des relevés issus des transects, nous trouvons :

- 35 espèces présentes dans les relevés de référence, mais non dans les transects (si on regarde les espèces dont la somme des coefficients est supérieure à 10, il n'y a plus qu'une espèce) ;

- 141 espèces présentes dans les placettes des transects mais non dans les relevés de référence (21 si on utilise le même seuil de fréquence cumulée de 10).

Il y a donc une bonne cohérence entre les deux types d'échantillonnage. Cependant, le nombre de relevés selon des transects est beaucoup plus fort que celui des relevés de référence (723 placettes pour les transects et 112 pour les relevés de référence).
Il est donc intéressant, afin d'étudier la biodiversité et les différents niveaux de richesse spécifique, de faire la synthèse de l'ensemble des relevés effectués. En outre, par le type d'échantillonnage pratiqué pour constituer une référence, nous avons évité les milieux hétérogènes, donc nous n'avons pas, dans ce cadre, de données sur les écotones.

Nous allons donc utiliser tous les relevés (référence, transect) pour lesquels nous pouvons attribuer un type physionomique à la placette. Pour réaliser cette attribution d'un type physionomique aux placettes de transect, nous nous sommes basés sur une sélection issue de la classification ascendante hiérarchique réalisée au niveau de chaque transect. Nous détaillerons cette méthode et ses résultats dans le chapitre 12.

Les résultats figurant dans ce paragraphe concernent donc l'analyse de 825 placettes réparties en cinq catégories : bois, déprise, entretenu, friche et écotone.

	bois	déprise	entretenu	friche	écotone
nombre de placettes	97	183	251	94	200

Figure 88 : Répartition des placettes dans les cinq types physionomiques

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

b) Validité des résultats concernant les types physionomiques

Afin de vérifier si notre échantillonnage des cinq types physionomiques est suffisant pour que les espèces répertoriées soient représentatives de la flore de ces différents types, nous en avons testé la robustesse. Ce test a été fait type physionomique par type physionomique, sur les relevés de transects, en utilisant le calcul de courbe de richesse cumulée du logiciel ADE 4[5]. Nous utilisons ces courbes pour vérifier que nous en avons atteint le plateau. Le fichier qui a permis leur construction sert à calculer le nombre de relevés nécessaires pour obtenir 95 % des espèces répertoriées. La figure 89 montre l'exemple de la courbe cumulée du type physionomique écotone.

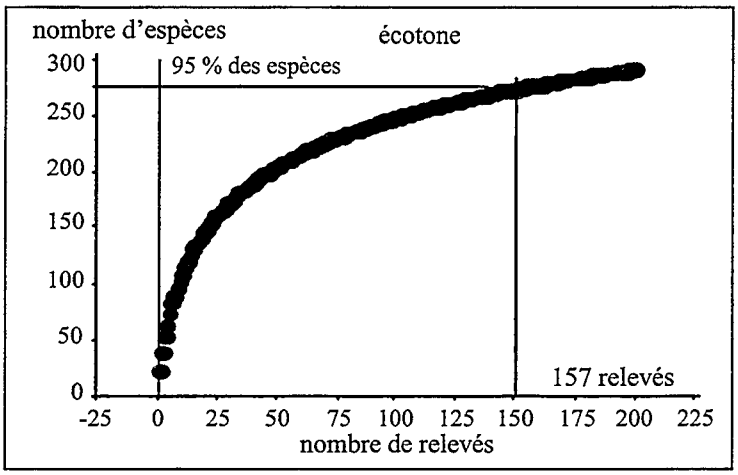


Figure 89 : Courbe de richesse cumulée du tirage Monte Carlo pour le type physionomique écotone

La figure 90 précise pour chacun des cinq types physionomiques, le nombre de placettes nécessaires pour obtenir 95 % des espèces présentes.

type physionomique	nombre total d'espèces	nombre de relevés 95 % des espèces	nombre de relevés effectués	pente asymptotique
bois	232	77	97	0,6
déprise	267	149	183	0,38
écotone	292	157	200	0,33
entretenu	219	180	251	0,15
friche	216	74	94	0,54

Figure 90 : Comparaison du nombre de relevés nécessaires à l'obtention de 95 % des espèces répertoriées et du nombre de relevés effectués selon les secteurs

Pour chacun des types, le nombre de relevés effectués est suffisant pour permettre de valider les résultats concernant la richesse spécifique des types physionomiques. En effet, par exemple pour le type écotone, il suffit de 157 relevés pour obtenir 95 % des espèces présentes, or nous avons effectué 200 relevés. La dernière colonne du tableau présente la pente asymptotique du plateau de la courbe

[5] la méthode est basée sur un échantillonnage aléatoire, dit de Monte Carlo, dans l'ensemble des relevés (Ferry & Frochot, 1970). Le programme calcule la courbe de richesse spécifique cumulée pour un tableau floristique (n lignes-relevés et p colonnes-espèces). Cette courbe montre 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 a effectué ici 1000 tirages aléatoires et on calcule la moyenne des richesses spécifiques trouvées pour ces 1000 tirages. Pour plus de détail et les courbes par secteur voir en annexe 10.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

entre 95 % et 100 % des relevés ; plus ce chiffre est faible, plus le plateau de la courbe est proche de l'horizontale et plus l'échantillonnage réalisé s'approche de la prise en compte de la totalité de la flore. Ainsi, pour le milieu entretenu quand j'ajoute 10 relevés entre 180 et 219 relevés, j'obtiens 1,5 espèce supplémentaire. Pour le bois quand j'ajoute 10 relevés entre 97 et 77 relevés, j'obtiens 6 espèces supplémentaires.

2 - Comparaison des richesses des cinq types physionomiques

Nous allons comparer les cinq types physionomiques en terme de richesse locale, globale et originale.

a) Richesse locale des cinq types physionomiques

Les placettes de milieu entretenu ont la plus forte richesse locale (24,3 espèces / 4 m^2) suivies par les placettes de friche et d'écotone (23,1 et 22,5 espèces / 4 m^2). Ces trois valeurs sont d'ailleurs statistiquement identiques (test de Student unilatéral au seuil de 5 %). Les placettes de bois et de déprise sont statistiquement moins riches (19,1 et 18,9 espèces / 4 m^2).

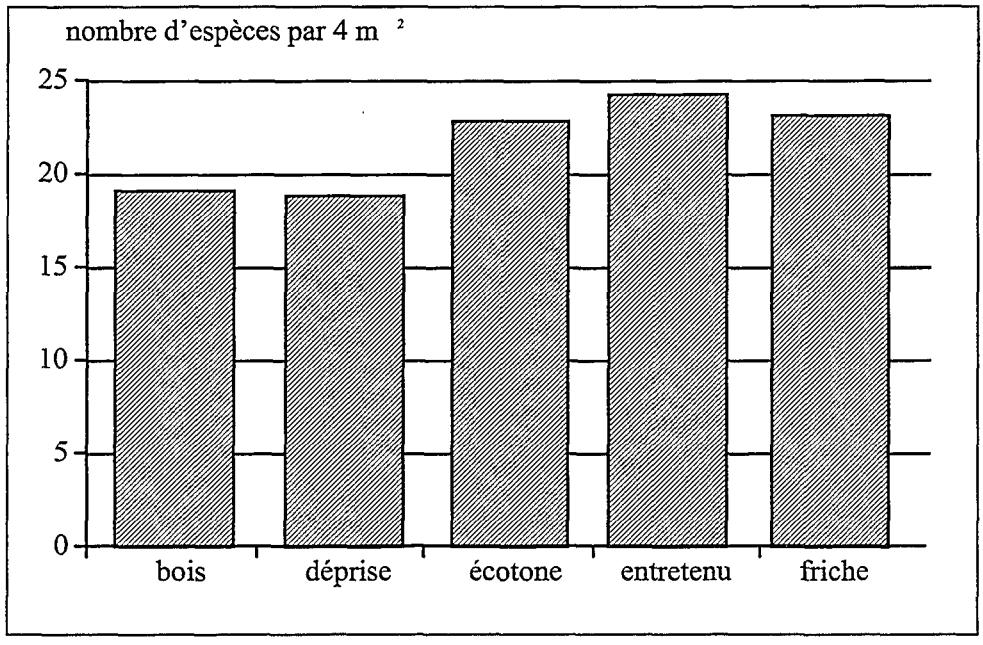


Figure 91 : Comparaison des richesses locales des cinq types physionomiques

b) Richesse globale des cinq types physionomiques

En regardant maintenant le nombre total d'espèces répertoriées par types physionomiques, donc la richesse globale (figure 92), le classement des types est différent. Les écotones sont les plus riches avec 292 espèces, suivis des placettes en déprise (267 espèces). Les placettes de bois (232 espèces) ont une richesse intermédiaire, et les types physionomiques les moins riches sont les zones entretenues et les friches (219 et 216 espèces).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

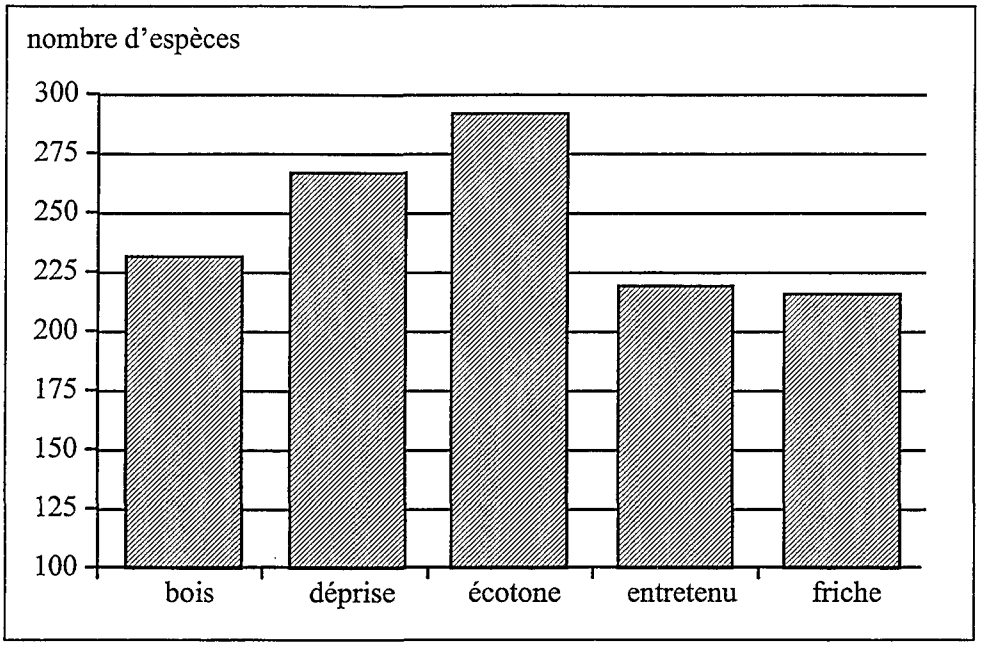


Figure 92 : Comparaison des richesses globales des cinq types physionomiques

Cependant, ces résultats sont à nuancer en fonction de la pression d'échantillonnage qui n'est pas la même selon les milieux : bois et friche font l'objet d'un peu moins de 100 relevés alors que les autres types de végétation ont entre 183 et 251 relevés, cet écart est peut-être la cause des différences de richesse globale observées.
Afin de vérifier cette hypothèse, nous utilisons les fichiers des courbes de richesse cumulée afin de calculer une richesse globale théorique pour 100 relevés. Pour les trois types physionomiques qui ont fait l'objet de plus de 100 relevés, il suffit de lire le fichier de la courbe de richesse cumulée à la ligne 100 pour trouver la richesse globale théorique. Pour le bois et la friche où nous avons fait moins de 100 relevés, il est nécessaire d'extrapoler en calculant la droite de régression du nombre d'espèces en fonction du logarithme du nombre de relevés (pour le détail, voir annexe 10).

Ces richesses théoriques pour 100 relevés (figure 93) présentent quelques différences avec les chiffres sur l'ensemble des relevés et modifient le classement des types en fonction de leur richesse.

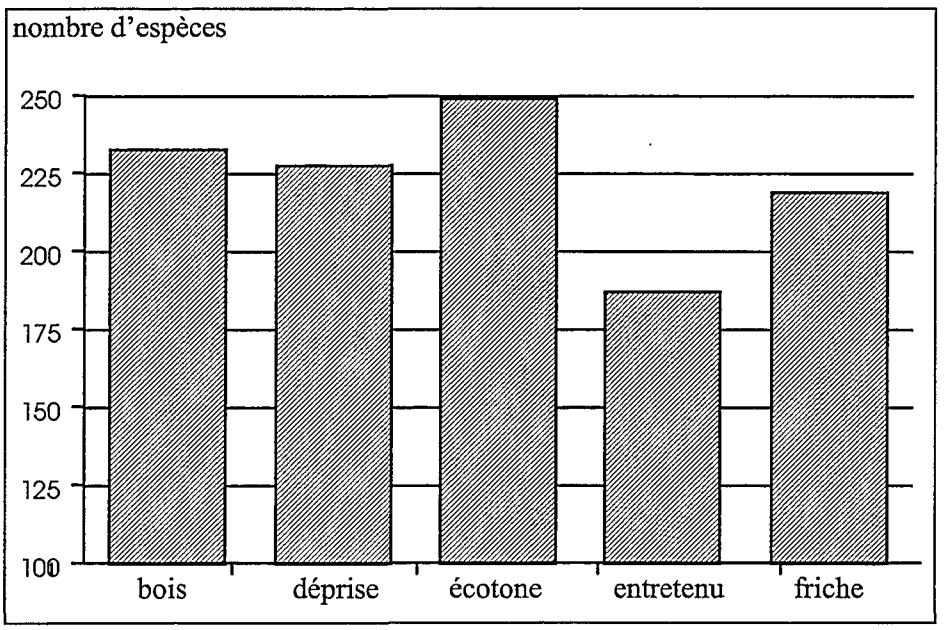


Figure 93 : Comparaison des richesses globales calculées sur 100 placettes des cinq types physionomiques

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Le classement des types varie un peu, les écotones restent le milieu le plus riche, suivi des bois puis des milieux en déprise et de la fauche. Le milieu entretenu a la richesse globale la plus faible.

c) Richesse originale des cinq types physionomiques

Le fonds commun de ces 5 types physionomiques est constitué de 120 espèces présentes dans chacun des types. 98 espèces ne sont présentes que dans un seul type et se répartissent de la manière suivante (figure 94).

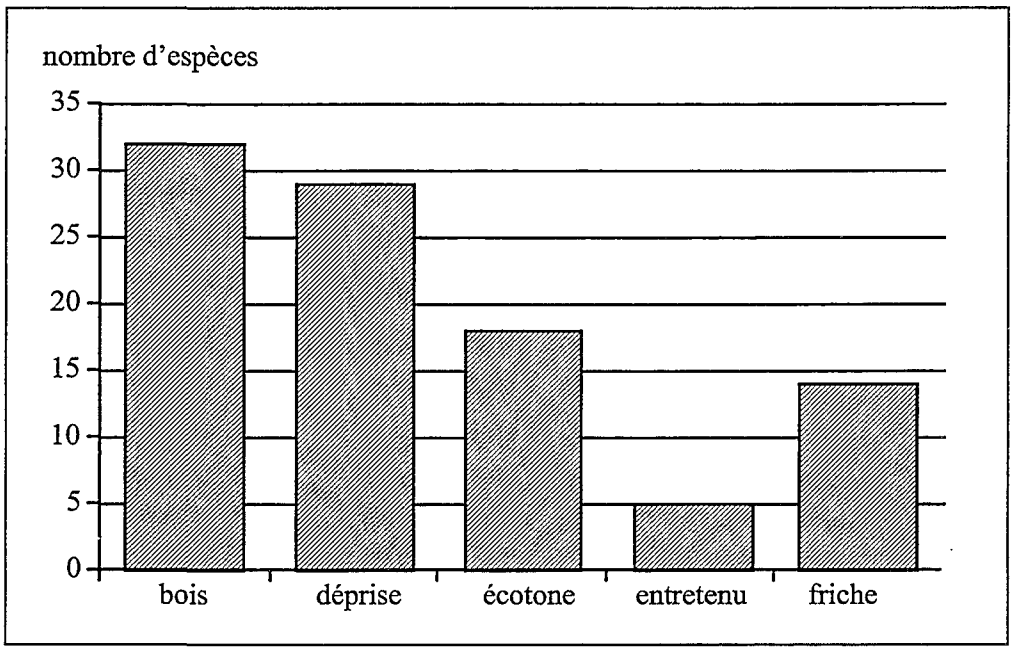


Figure 94 : Comparaison de la richesse originale des cinq types physionomiques

Les placettes de bois et les parcelles en déprise sont les plus riches en espèces originales, les écotones et les friches ont une richesse originale intermédiaire ; les milieux entretenus sont les plus pauvres. L'annexe 11 contient les listes des espèces originales par type de végétation.

Beaucoup d'espèces (120) sont présentes dans les cinq types de milieu, ce qui correspond à 30 % des espèces totales répertoriées et à 51 % des espèces présentes dans au moins 1 % des relevés.

La grande taille du fonds commun des types et la faible richesse originale en fonction des types de végétation (98 espèces originales) montrent que la diminution des pratiques anthropiques (qui est sous-jacente à la définition des types physionomiques de végétation) a une faible influence dans la structuration de la végétation. Nous reviendrons sur ce point après l'analyse de la végétation des écocomplexes.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

3 - Similarité des types de végétation

Nous avons calculé les indices de similarité de Dice entre les listes d'espèces des différents types de végétation comparés deux à deux (figure 95).

	bois	déprise	écotone	entretenu
déprise	0,63			
écotone	0,72	0,77		
entretenu	0,65	0,73	0,79	
friche	0,72	0,71	0,73	0,71

Figure 95 : Indices de similarité de Dice entre les types de végétation pris deux à deux

Les différents types de végétation se ressemblent énormément, les indices de similarité de Dice sont tous très élevés (entre 0,63 et 0,79). Ceci rejoint les observations déjà faites sur l'importance du fonds commun d'espèces et de la faible part d'espèces originales. Les types de végétation étudiés à l'échelle de la commune ne sont guère dissociables de leur point de vue floristique ; l'analyse factorielle des correspondances de l'ensemble des données va nous permettre de vérifier ce point.

III – ANALYSE FACTORIELLE DE L'ENSEMBLE DES DONNEES

1 - Des données issues des transects

L'analyse factorielle des correspondances de 606 relevés de transect (sur la base de leur composition floristique exprimée en coefficient d'abondance des 179 espèces principales[6]), met en évidence (figure 96) que les types physionomiques ne se regroupent absolument pas dans les plans factoriels comme c'est le cas généralement dans les études phytosociologiques classiques.

[6] dont la somme des coefficients d'abondance est supérieure ou égale à 10

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

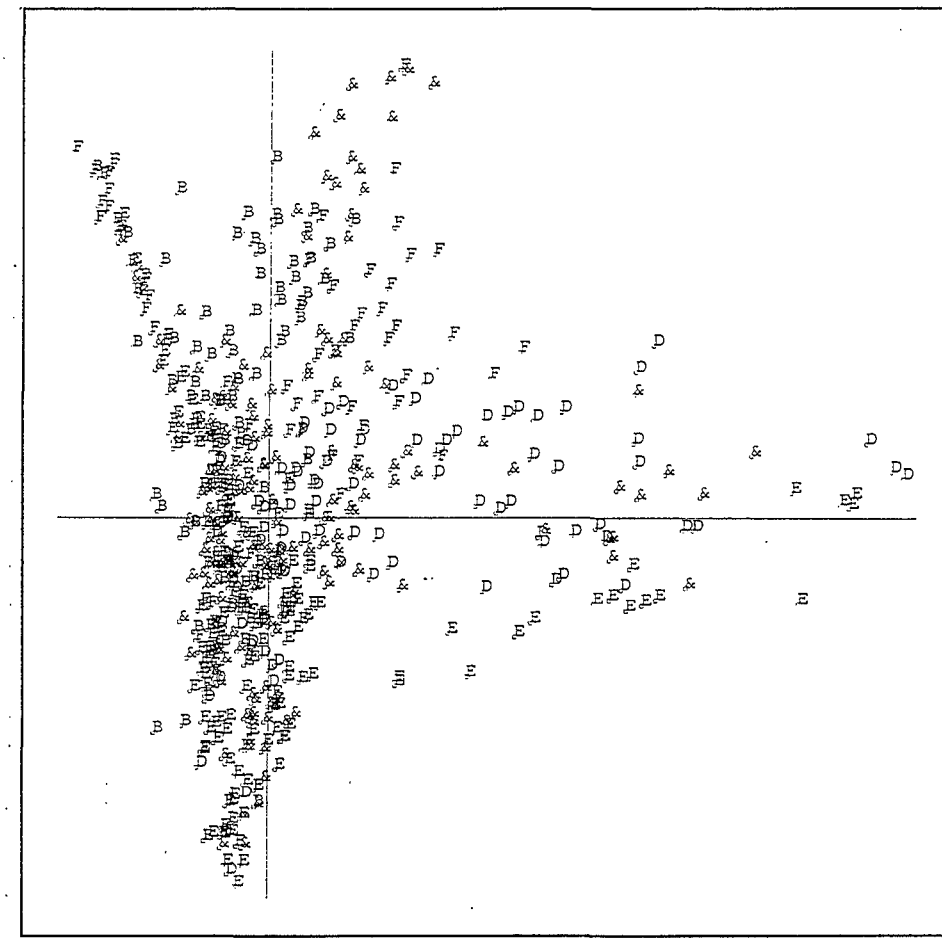


Figure 96 : AFC de 606 relevés axes 1 et 2, codage de relevés par leur type physionomique (B : bois, D : déprise, E : entretenu, F : friche, & : écotone) ; axe 1 : [-1,3 ; 4] - axe 2 [-1,7 ; 2]

Les cinq milieux ne sont pas du tout séparés sur les quatre premiers axes de l'AFC. La figure 97 montre la position de la variable supplémentaire Phanérophyte (pourcentage d'arbres des relevés) : elle n'est pas du tout orientée selon l'axe 1 et très légèrement selon l'axe 2.La flèche démarre au barycentre de la classe « sans arbre » et se termine au barycentre de la classe contenant le plus d'arbre.

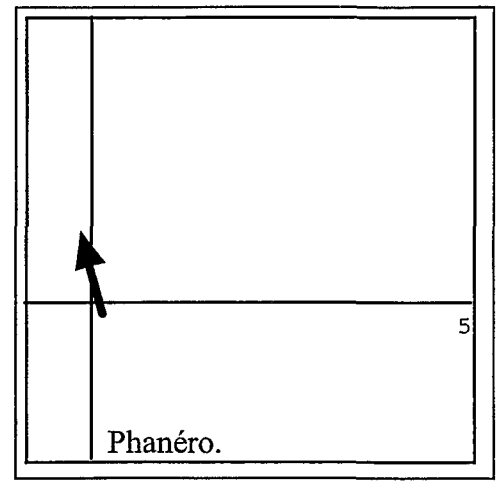


Figure 97 : Orientation du pourcentage croissant en arbre selon les axes 1 et 2 de l'AFC

Ces figures montrent que le stade dynamique ou le niveau de fermeture du milieu (traduit dans la figure 97 par le pourcentage d'arbres) ne sont pas du tout distingués par cette AFC. Il n'y a pas de regroupement par type physionomique, l'hétérogénéité individuelle de chaque transect est supérieure à

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

l'influence du stade dynamique. Ceci est inhabituel. En effet, la plupart des travaux menés sur la colonisation par le biais de placettes représentatives de différents stades dynamiques (Tatoni & Roche, 1994) mettent généralement en évidence que le premier axe de l'analyse factorielle des correspondances est un axe dynamique ou traduisant l'évolution de la fermeture du milieu (de la forêt à la friche en finissant par les milieux ouverts). Nous verrons comment s'explique cette différence.

En représentant maintenant les points de relevés selon leur écocomplexe d'appartenance, nous allons voir apparaître une structuration plus nette des données.

Les axes 1 et 2 de l'AFC (figure 98) permettent ainsi la séparation :

- des placettes de l'Esseillon dans la partie droite de l'axe 1,
- des placettes de l'Arpont en haut de l'axe 2 et à gauche de l'axe 1,
- des placettes de l'Ortet et à gauche de l'axe 1 et en bas et sur l'axe 2.

Ces deux axes[7] ne permettent pas de séparer les placettes appartenant aux secteurs Plateau, Moulin et Rossanche.

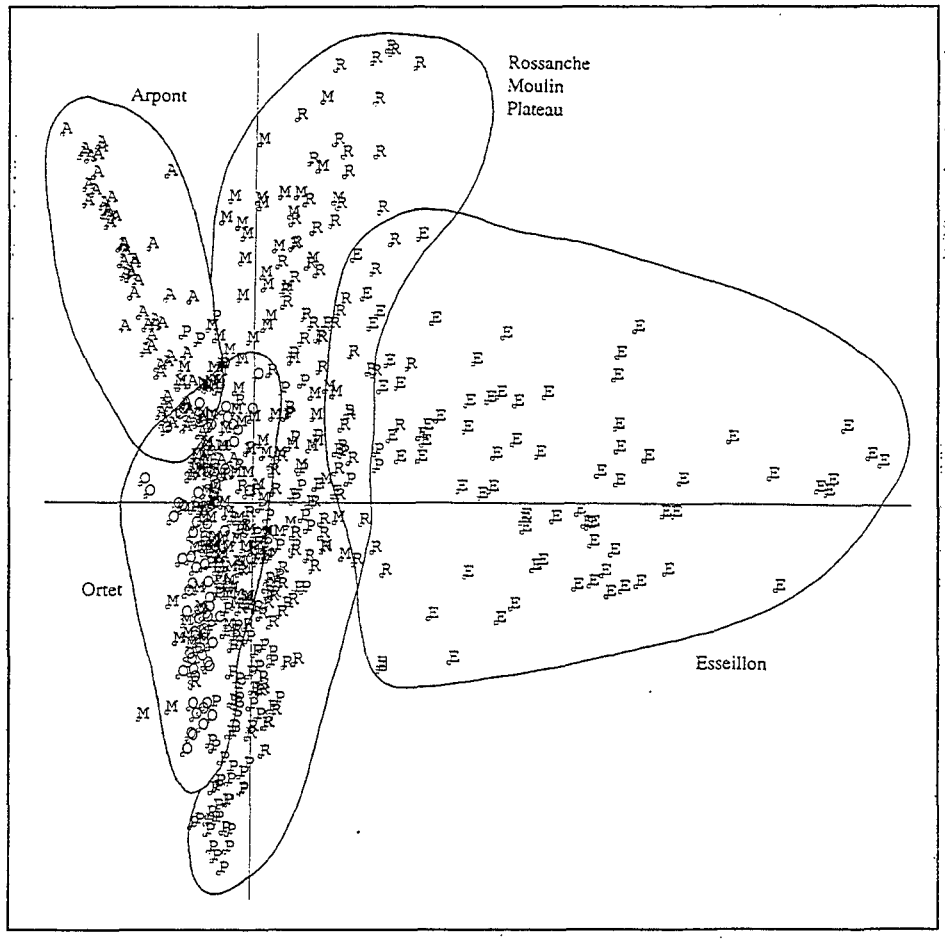


Figure 98 : AFC de 606 relevés (contenant 179 espèces), axes 1 et 2 (codage des écocomplexes par leur initiale) ; axe 1 : [-1,3 ; 4] - axe 2 [-1,7 ; 2]

La superposition sur l'AFC d'une flèche traduisant la trajectoire des barycentre des classes des variables supplémentaires (figure 99) permet d'interpréter les axes. La flèche débute toujours au barycentre de la classe la plus faible de la variable et se termine au barycentre de la classe la plus élevée de la variable.

[7] l'AFC selon les axes 1 et 3 présente un effet guttman, nous n'interpréterons pas ces axes.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

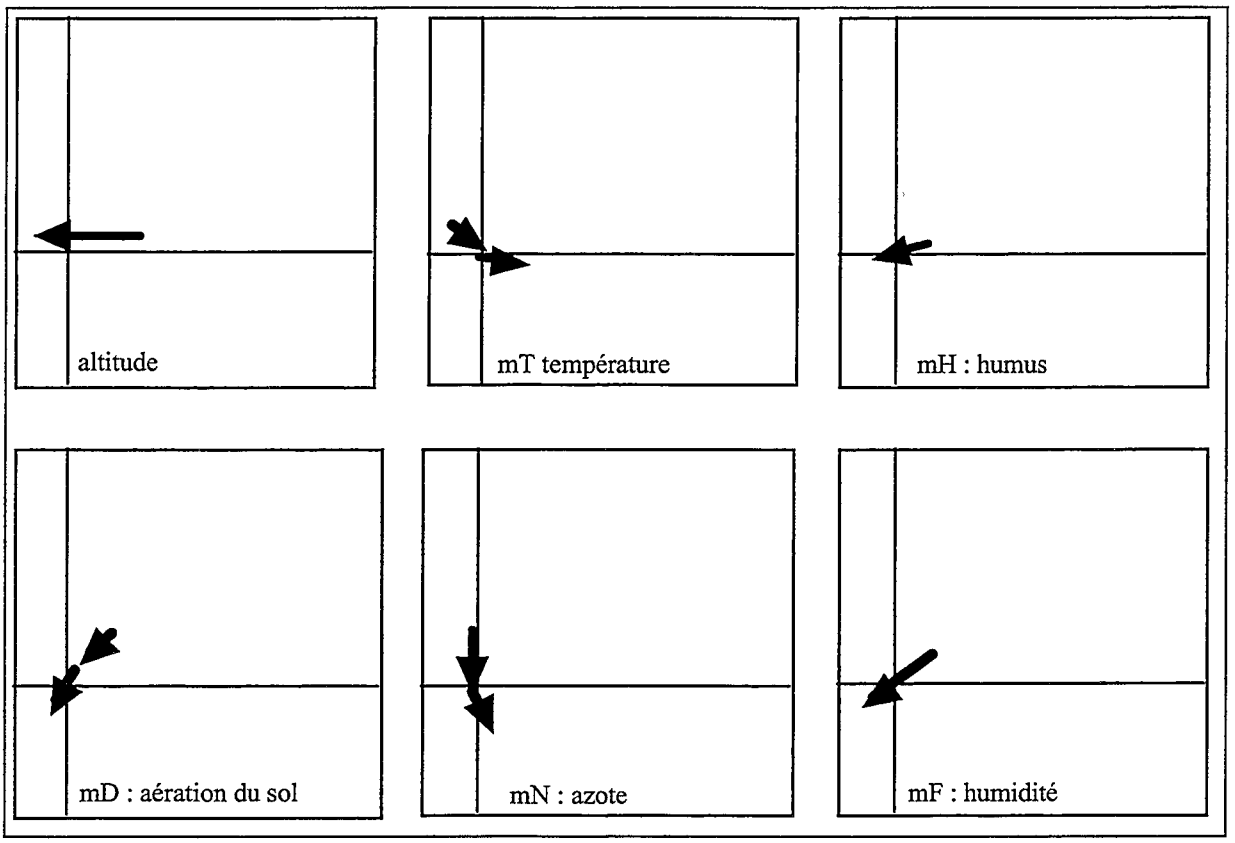


Figure 99 : Interprétation des axes 1 et 2 de l'AFC des placettes de transect

L'axe 1 présente donc, de gauche à droite, les placettes :

- d'altitude décroissante,
- d'humidité décroissante,
- de température moyenne croissante,
- de teneur en humus du sol décroissante.

L'axe 2 présente donc, de bas en haut, les placettes :

- à teneur en azote décroissante (les plus riches sont en bas : placettes du Plateau) ;
- d'humidité décroissante ;
- de texture du sol du moins aéré au plus aéré (mais dans une fourchette très étroite, valeurs 3 à 4 de Landolt).

L'axe 1 est ainsi[8] une combinaison des influences de l'altitude, de l'humidité, de la température et de conditions pédologiques (texture, teneur en matière organique du sol) d'après les indices de Landolt.
L'axe 2 est une combinaison d'influences dominée par la teneur en azote du sol mais prenant en compte également l'humidité et la texture du sol (qui ont aussi une part de variation selon l'axe 1).
L'appartenance à l'un des écocomplexes traduit logiquement cette combinaison d'influences, puisque nous avons montré que les écocomplexes présentaient une homogénéité écologique (altitude, humidité, température) ainsi qu'anthropique (texture, matière organique, azote).

Ces résultats de l'AFC des relevés des transects justifient l'étude séparée des écocomplexes afin d'éliminer ce facteur de hiérarchisation fort de la composition floristique et de pouvoir faire apparaître

[8] d'après les informations de milieu fournies par les indices de Landolt moyens par relevé.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

des influences plus fines. Nous allons également regarder comment se structurent les données issues de végétation homogène (les placettes de référence).

2 - Des données issues des placettes de référence

Nous avons montré que l'AFC des placettes de transect met en évidence l'appartenance des relevés aux écocomplexes sans permettre de dissocier les types de végétation et la fermeture du milieu. Afin de vérifier si cette particularité est liée au site d'étude ou à la nature hétérogène des relevés de transect, nous effectuons une AFC des placettes de référence, qui ont été échantillonnées dans de la végétation homogène.
L'AFC des 112 placettes de référence caractérisées par leur coefficient d'abondance-dominance, montre pour les deux premiers axes de l'AFC, que deux placettes de l'Esseillon sont excentrées par rapport à tous les autres relevés (Esseillon déprise sur l'axe 1 et Esseillon friche sur l'axe 2). Comme aucune information n'est fournie par cette AFC, nous allons éliminer après plusieurs étapes, les placettes qui sont trop excentrées par rapport aux axes afin de traiter un jeu de données réduites qui permet d'apporter une meilleure information.

Nous avons ainsi éliminé toutes les placettes de l'Esseillon et un relevé de bois au Moulin (M BD5). Nous utilisons donc comme variables principales 95 placettes et 227 espèces. Les trois premiers axes de l'AFC expliquent 16,5 % de l'inertie du nuage de points (figure 100).

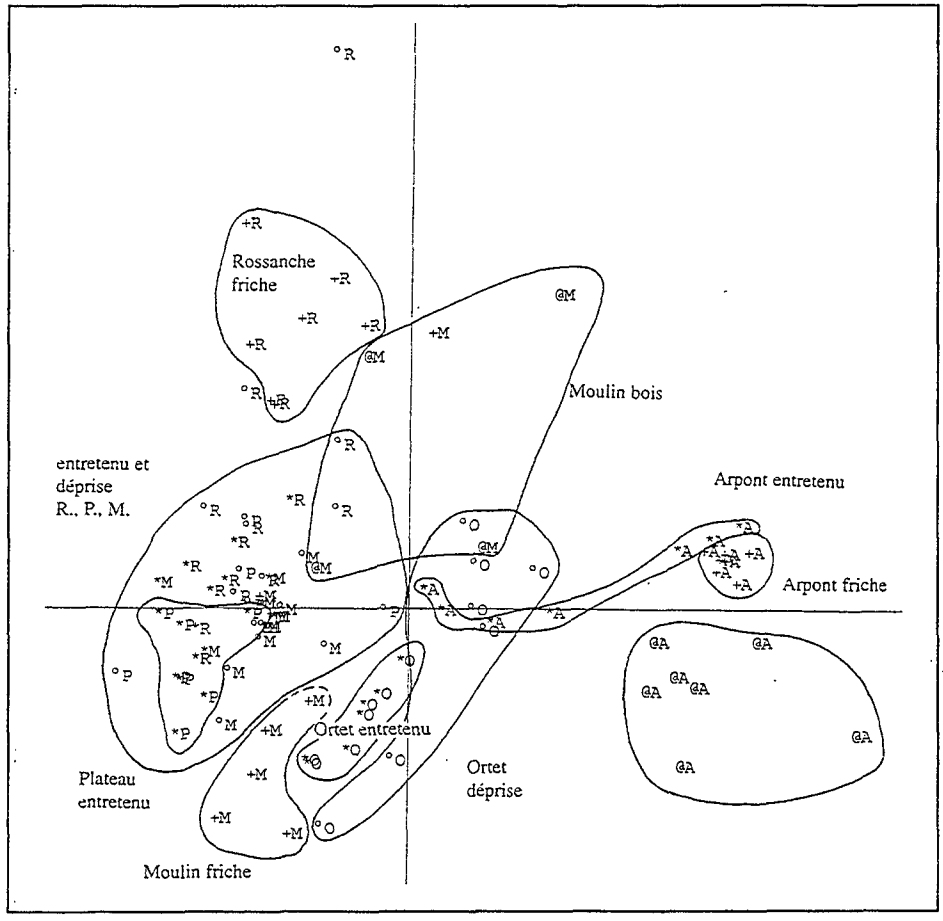


Figure 100 : AFC axes 1 - 2 des 95 placettes de référence retenues - les écocomplexes sont repérés par leur initiale, les milieux par le code : @ bois, ° déprise, * entretenu, + friche ; axe 1 : [-1,3 ; 1,8] - axe 2 [-1,4 ; 3,1]

Cette AFC permet, sur les axes 1 - 2, de distinguer les groupes bien individualisés suivants :

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

- Rossanche friche,
- Arpont friche,
- Arpont bois,
- Arpont entretenu,
- Moulin friche,
- Moulin bois,
- Ortet entretenu,
- Ortet déprise.

Les placettes des types entretenu et déprise des écocomplexes Rossanche, Plateau et Moulin ne se séparent pas et sont très proches.
Nous remarquons cependant aussi que les placettes de l'écocomplexe Arpont sont situées à droite de l'axe 1 (sauf en ce qui concerne le milieu entretenu).

Les autres axes ne permettent pas de mettre en évidence d'autres regroupements des relevés.

Les bois sont plutôt à droite de l'axe 1 et les milieux entretenu et friche à gauche de l'axe 1 qui se traduit en partie comme un axe de fermeture du milieu. Ceci est confirmé par la répartition de la variable supplémentaire pourcentage en phanérophytes (figure 101).

L'axe 1 est fortement influencé par la température et la fermeture du milieu.
L'axe 2 est une combinaison d'influences entre l'humidité et la continentalité (c'est-à-dire les écarts de température et d'humidité journalières ou annuelles).
L'azote est porté par une combinaison des deux premiers axes (mais pas du tout par l'axe 3).

Ainsi, l'axe 1 présente de gauche à droite, les placettes :

- de température moyenne croissante,
- contenant un pourcentage d'arbres croissant,
- contenant un pourcentage décroissant de géophytes (liés aux milieux ouverts).

L'axe 2 présente de bas en haut:

- les placettes d'humidité du sol décroissante ;
- des valeurs de continentalité croissantes, c'est-à-dire dont l'amplitude de température journalière ou annuelle augmente.

La première bissectrice des axes 1 et 2 présente des placettes :

- du bas à gauche vers le haut à droite, de teneur en azote décroissante (des sols riches en substances nutritives vers des sols pauvres).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

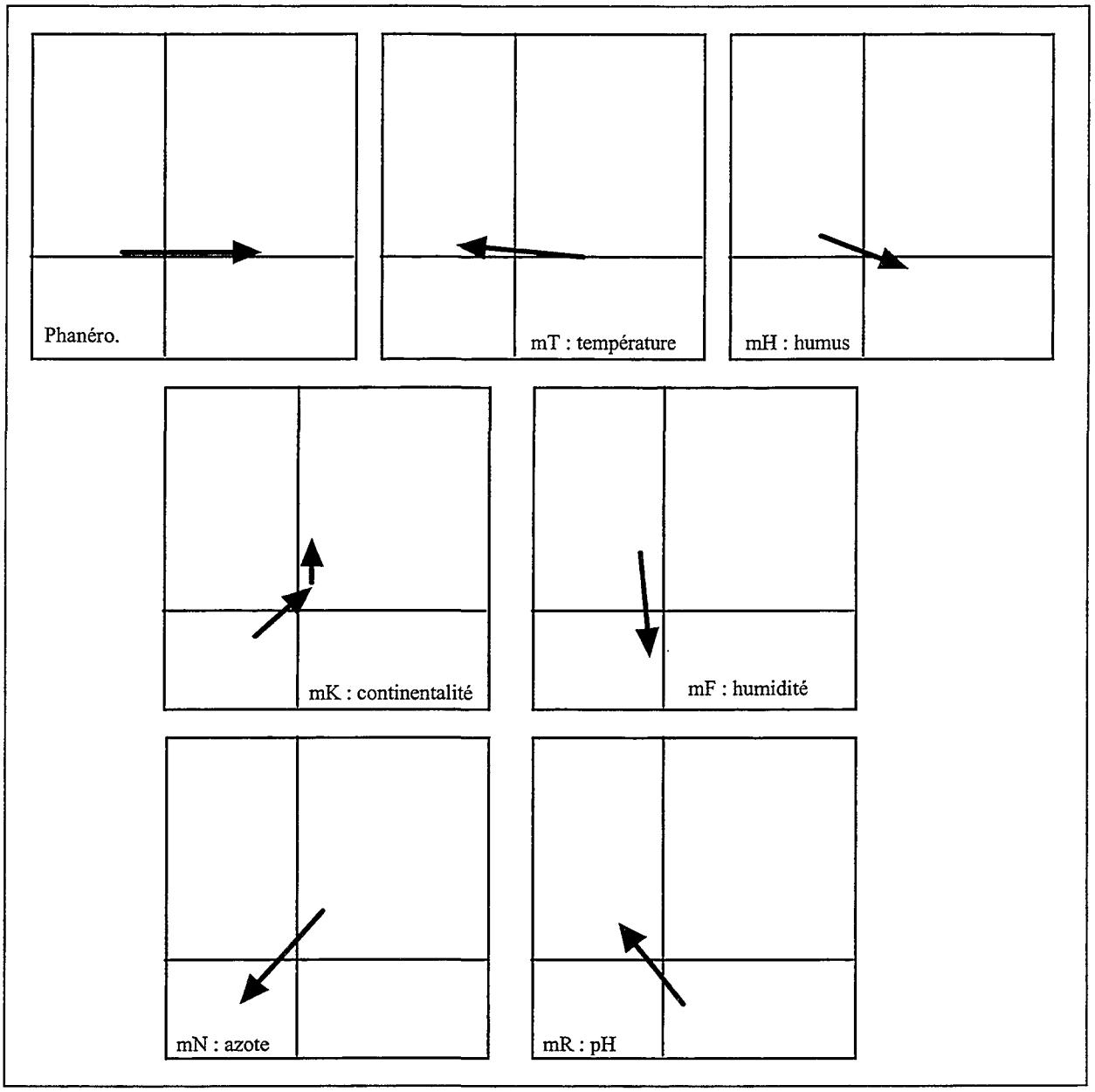


Figure 101 : Interprétation des axes 1 et 2 de l'AFC des placettes de référence

Nous avons donc mis en évidence la part prépondérante des écocomplexes (conditions écologiques du milieu) dans la structuration de la végétation des placettes de transect et la part prépondérante du type physionomique (issu en partie de l'utilisation anthropique) dans la structuration de la végétation des placettes de référence en milieu homogène.

Cette différence de regroupement des relevés entre l'AFC des placettes de transect (regroupement selon l'écocomplexe) et l'AFC des placettes de référence (regroupement selon le type de végétation) nous permet de répondre à la question posée au début de ce paragraphe. Les placettes de référence réalisées en milieu homogène - comme la plupart des travaux phytosociologiques - nous permettent de retrouver des résultats classiques d'un premier axe factoriel orienté par la fermeture du milieu. Nous pouvons en conclure que c'est la nature hétérogène des relevés pratiqués selon des transects qui "brouille" les axes dynamiques classiques en mettant plus en relation la proximité spatiale des relevés, donc leur écocomplexe d'appartenance.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Ceci justifie tout à fait d'avoir procédé à ces deux types d'échantillonnage complémentaire. Les placettes de référence situées dans de la végétation homogène représentent un stade de végétation localement stable du point de vue dynamique avec une bonne stabilisation du cortège floristique. A l'opposé, les placettes de transect sont situées en milieu hétérogène et ne caractérisent plus en premier lieu un type physionomique de végétation, mais un stade dynamique de succession déployé dans l'espace.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

CHAPITRE 11

LA VEGETATION A L'ECHELLE DES ECOCOMPLEXES

Nous avons montré que :

- les écocomplexes sont le premier facteur structurant les données floristiques ;
- l'hétérogénéité individuelle de chaque transect est supérieure à l'influence du stade dynamique (traduit par les types physionomiques).

Ceci nous conduit à étudier les données floristiques des transects et à pratiquer les analyses factorielles des correspondances, écocomplexe par écocomplexe afin de supprimer les facteurs macro-écologiques structurants et de préciser pour chaque secteur le mode de structuration de la végétation.

I – VALIDITE DES RESULTATS CONCERNANT LA RICHESSE SPECIFIQUE DES ECOCOMPLEXES

De la même manière que pour l'analyse des types de végétation, nous utilisons le calcul de courbe de richesse cumulée pour vérifier que nous en avons atteint le plateau. Le fichier qui a permis leur construction sert à calculer le nombre de relevés nécessaires pour obtenir 95 % des espèces répertoriées. La figure 102 montre l'exemple de la courbe cumulée du secteur de l'Arpont.

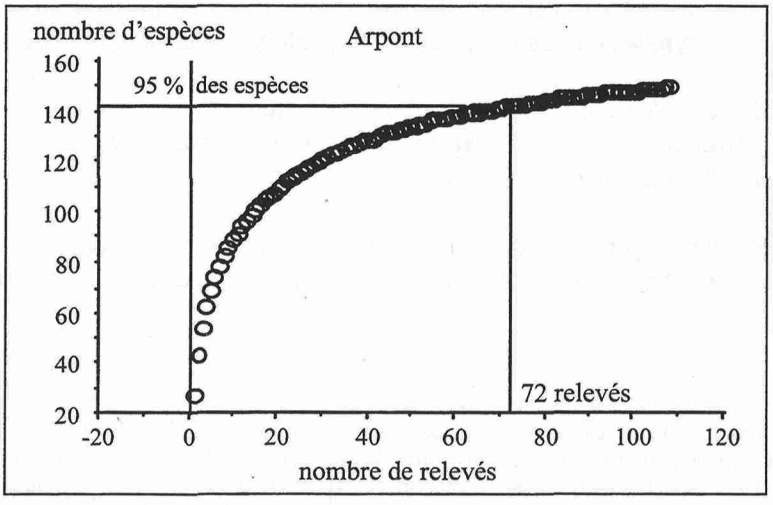


Figure 102 : Courbe de richesse cumulée du tirage Monte Carlo pour le secteur de l'Arpont

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

La figure 103 montre pour chacun des six secteurs, que le nombre de placettes étudiées est suffisant pour garantir que la majorité des espèces présentes[1] a été répertoriée. En effet, par exemple, à l'Arpont, il suffit de 72 relevés pour obtenir 95 % des espèces présentes.
Or, nous avons, dans ce secteur, effectué 108 relevés le long de transects, ce qui garantit la validité de nos résultats sur la richesse spécifique des milieux échantillonnés à l'Arpont.

secteur	nombre total d'espèces	nombre de relevés 95 % des espèces	nombre de relevés effectués	pente asymptotique
Arpont	150	72	108	0,2
Esseillon	152	69	90	0,36
Moulin	188	113	159	0,2
Ortet	149	68	103	0,13
Plateau	149	109	142	0,22
Rossanche	161	90	120	0,27

Figure 103 : Comparaison du nombre de relevés nécessaires à l'obtention de 95 % des espèces répertoriées et du nombre de relevés effectué selon les secteurs

Pour chacun des secteurs étudiés, le nombre de relevés effectués permet donc de valider les résultats concernant la richesse spécifique. En outre, ces calculs sont effectués sur les 723 relevés des transects auxquels s'ajoutent encore les relevés des placettes de référence qui augmentent l'échantillonnage[2] jusqu'à 939 placettes.

III - CARACTERISATION FLORISTIQUE DES SIX ECOCOMPLEXES

1 - L'écocomplexe de l'Arpont

L'Arpont est situé à 1900 mètres d'altitude ; il est constitué d'une ancienne montagnette bordée par la forêt et dont certains secteurs sont en friche.

L'Arpont est un secteur à forte richesse locale (chaque placette contient en moyenne 28 espèces), sa flore totale est dans la moyenne de l'ensemble des secteurs de la commune, mais il présente un fort pourcentage d'espèces originales en raison de son altitude élevée pour notre zone d'étude (figure 104).

Les espèces originales de l'Arpont représentées avec des fréquences élevées sont : *Galium boreale, Hypericum richeri, Dracocephalum ruyschiana, Pedicularis cristata, Luzula sylvatica, Juniperus nana, Potentilla grandiflora* et *Ranunculus montanus.*

Parmi les 32 espèces beaucoup plus fréquentes[3] à l'Arpont que dans les autres écocomplexes, 15 sont présentes uniquement à l'Arpont et à l'Ortet (les deux secteurs d'altitude et d'utilisation humaine comparables).

[1] dans le secteur et les types de milieux sélectionnés en raison de notre problématique
[2] c'est pourquoi la colonne richesse totale de ce tableau est inférieure à la richesse globale figurant dans la figure 104
[3] La fréquence relative d'une espèce à l'Arpont est le rapport de la somme des coefficients d'abondance de cette espèce i à l'Arpont sur la somme des coefficients d'abondance de cette espèce dans la totalité des six secteurs. Cette approche nous permettra de regrouper les écocomplexes qui sont les plus proches.
Les listes des espèces originales et celles des espèces à fréquence relative supérieure à 50 % figurent dans l'annexe 12.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

richesse locale	28
richesse globale	178
richesse globale sur 100 relevés	149
richesse originale (sur 406 espèces)	38
richesse originale (sur 217 espèces)	8
nombre d'espèces à fréquence relative > 50 % sur 217 espèces	32

Figure 104 : Les différents niveaux de richesse de l'Arpont

L'analyse des indices écologiques de Landolt permet d'affiner la connaissance du secteur par l'intermédiaire des informations fournies par la composition floristique de chacune des placettes. Pour chaque placette (chaque relevé) la liste des espèces permet de calculer pour chaque variable de Landolt, un indice moyen par relevé. Nous pouvons obtenir la moyenne de ces indices moyens par relevé, noter les bornes supérieure et inférieure et l'amplitude. La figure 105 présente ces données pour les huit valeurs de Landolt.

valeur de Landolt	mF	mR	mN	mH	mD	mL	mT	mK
valeur moyenne	2,49	2,93	2,19	3,23	3,79	3,76	2,78	3,15
borne inférieure	2,23	2,61	1,67	3	3,2	3	2,39	2,79
borne supérieure	2,84	3,2	2,8	3,42	4,21	4,04	3,27	3,4
amplitude	0,61	0,59	1,13	0,42	1,01	1,04	0,88	0,61

Figure 105 : Indices moyens de Landolt pour le secteur de l'Arpont

La moyenne des indices moyens de Landolt met en évidence les particularités de l'Arpont : secteur d'humidité moyenne, à pH acide et à faible teneur en azote des sols et températures basses.

L'AFC étudiée est celle des 75 placettes de l'Arpont et des 102 espèces présentes. Ce fichier ne contient pas de placettes en déprise.

Les deux premiers axes de l'AFC expliquent 24 % de la variance du nuage de points (figure 106).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

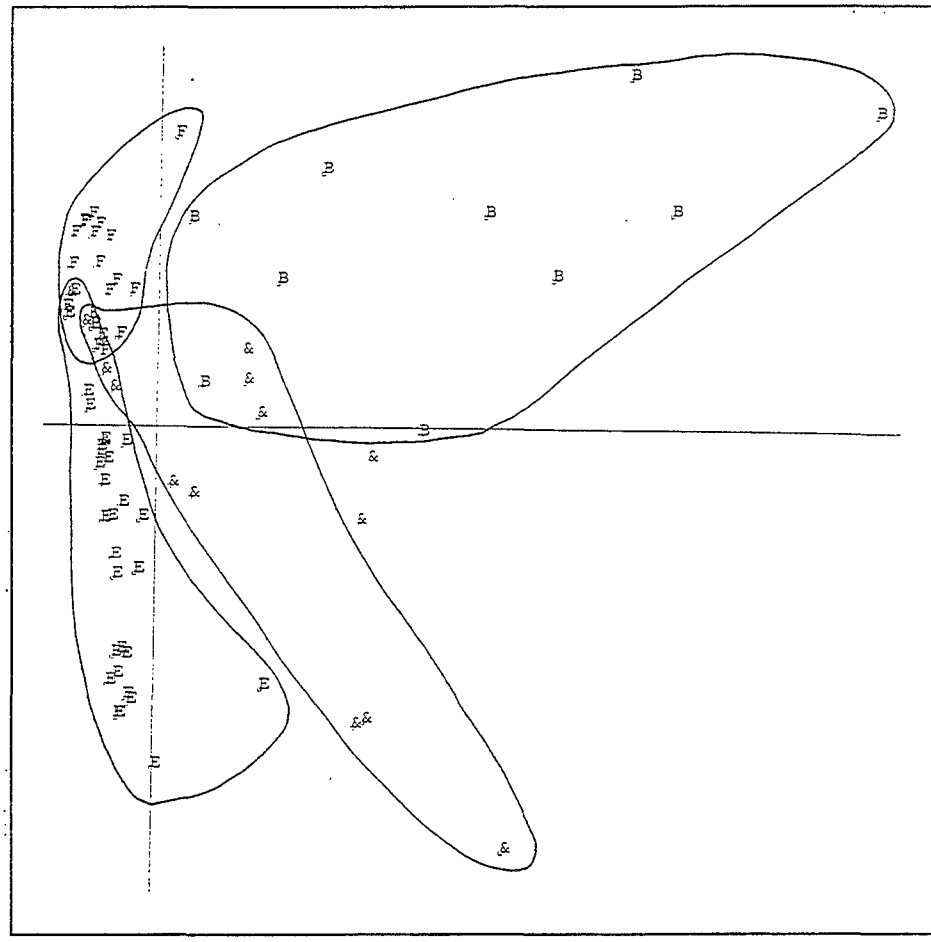


Figure 106 : AFC axes 1 - 2 des 75 placettes de l'Arpont codage des milieux : B bois, F friche, E entretenu et & écotone ; axe 1 : [-0,6 ; 3,7] - axe 2 [-1,7 ; 1,4]

L'axe 1 oppose à gauche les placettes de friche et de milieu entretenu et à droite, les placettes de bois. Les placettes d'écotone se situent entre les milieux entretenus et le bois. L'axe 2 oppose en bas les placettes entretenues et en haut les placettes de friche.

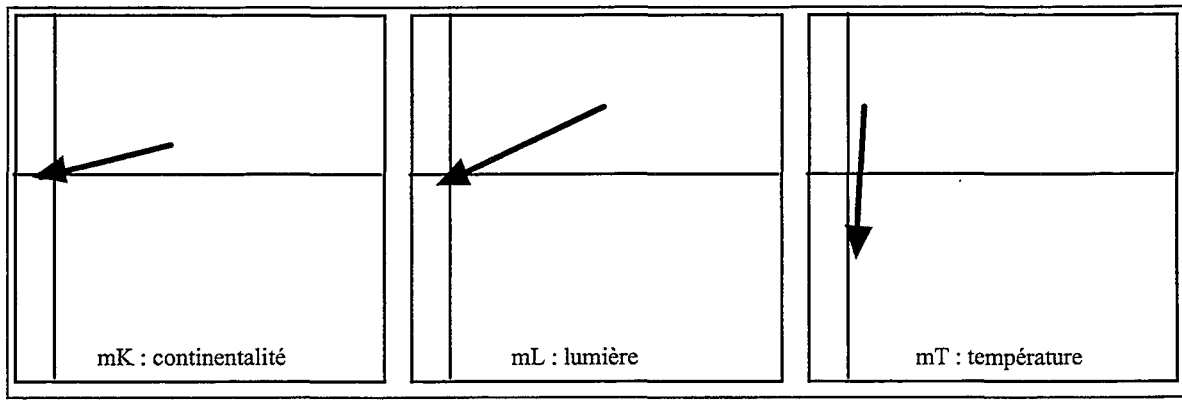


Figure 107 : Interprétation des axes 1 et 2 de l'AFC des placettes de l'Arpont

Les variables de Landolt qui orientent l'axe 1 sont la lumière et la continentalité :

- les espèces nécessitant le moins de lumière (plantes de pénombre, mL = 3) sont celles de bois (à droite) ;

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

- les espèces indicatrices de lumière (mL = 4) sont celles de friche et de milieu entretenu (à gauche),L'influence de la température sur l'axe 2 est surprenante car toutes les placettes sont situées à la même altitude, cependant l'amplitude de cet indice est faible (de 2,4 à 3,3) et présente pour ses valeurs les plus fortes des placettes entretenues donc plus exposées au soleil (globalement la partie entretenue de l'alpage est orientée au sud) que des placettes de bois qui bordent la montagnette.

2 - L'écocomplexe de l'Ortet

L'Ortet est situé à 1900 m d'altitude, c'est une montagnette encore bien entretenue par la fauche pour la grande majorité des parcelles. C'est un secteur à forte richesse locale (29 espèces en moyenne par placette), très fleuri avant la fauche et dont les autres niveaux de richesse (figure 108) sont dans la moyenne de l'ensemble des secteurs.

richesse locale	29
richesse globale	168
richesse globale sur 100 relevés	148
richesse originale (sur 406 espèces)	20
richesse originale (sur 217 espèces)	4
nombre d'espèces à fréquence relative > 50 % sur 217 espèces	17

Figure 108 : Les différents niveaux de richesse de l'Ortet

Les espèces originales de l'Ortet représentées avec des fréquences élevées sont *: Lathyrus laevigata, Vicia laevigata, Pedicularis rostratospicata* et *Orchis mascula.*

Campanula thyrsoides et *Traunsteinera globosa* sont présentes avec une fréquence relative forte à l'Ortet et présentes uniquement à l'Arpont.

Selon les moyennes des indices moyens de Landolt (figure 109), l'Ortet est le secteur le plus humide et l'un des plus riches en teneur en azote

valeur de Landolt	mF	mR	mN	mH	mD	mL	mT	mK
valeur moyenne	2,57	3,3	2,8	3,19	3,97	3,67	3,04	3,07
borne inférieure	2,14	3,04	2,39	2,93	3,68	3	2,53	2,82
borne supérieure	3,1	3,61	3,4	3,43	4,27	3,84	3,53	3,45
amplitude	0,96	0,57	1,01	0,5	0,59	0,84	1	0,63

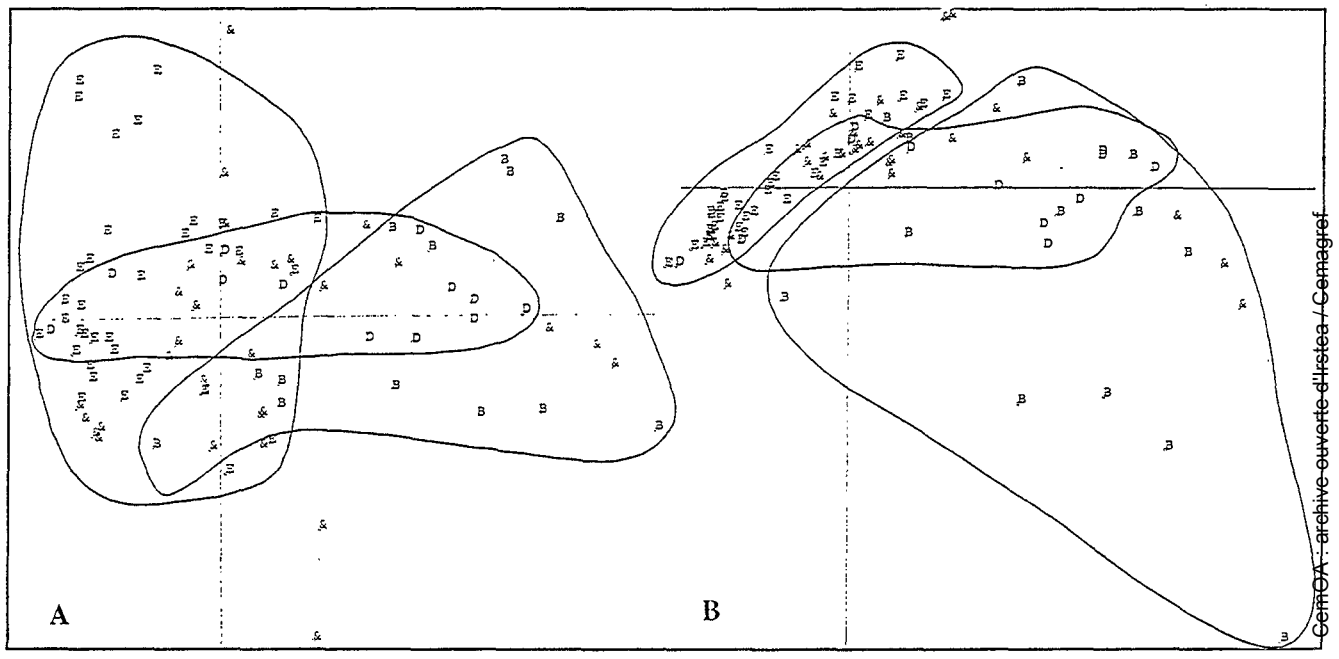
Figure 109 : Indices moyens de Landolt pour le secteur de l'Ortet

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

L'AFC étudiée est celle de 92 placettes de l'Ortet et de 121 espèces présentes (somme des coefficients d'abondance supérieure à 3). Les trois premiers axes de l'AFC expliquent 23 % de la variance du nuage de points. La friche n'est pas représentée dans cet écocomplexe.

Sur les deux premiers axes (figure 110 - A), les placettes entretenues se regroupent à gauche de l'axe 1 alors que les placettes de bois et déprise sont à droite de cet axe. Les placettes en déprise présentent un fort étalement sur l'axe 1 et très peu sur l'axe 2.

Sur les axes 1 - 3 (figure 110 - B), les placettes entretenues se regroupent assez bien alors que les parcelles de bois sont très étalées dans tout le quart en bas à droite du plan factoriel. Les milieux en déprise ne présentent pas de séparation sur l'axe 3.



CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Figure 110 : AFC axes 1 - 2 (A) et axes 1 -3 (B) de 92 placettes de l'Ortet, codage des milieux : B bois, D déprise, E entretenu, F friche et & écotone ; axe 1 : [-1 ; 2,1] - axe 2 [-1,6 ; 1,5] - axe 3 [-3; 1,2]

L'axe 1 est orienté par la valeur d'humidité, la continentalité et l'aération du sol. Les placettes les plus sèches, les plus aérées et les plus continentales se situent à droite de l'axe 1.

L'axe 2 est orienté par la valeur d'humus et en partie par l'aération du sol. Les placettes à sols minéraux et à forte aération sont en haut de l'axe 2.

L'axe 3 est orienté par la valeur de nutriment (azote) et la lumière. Les parcelles de pénombre sont en bas de l'axe 3 (elles correspondent au bloc des placettes de bois).

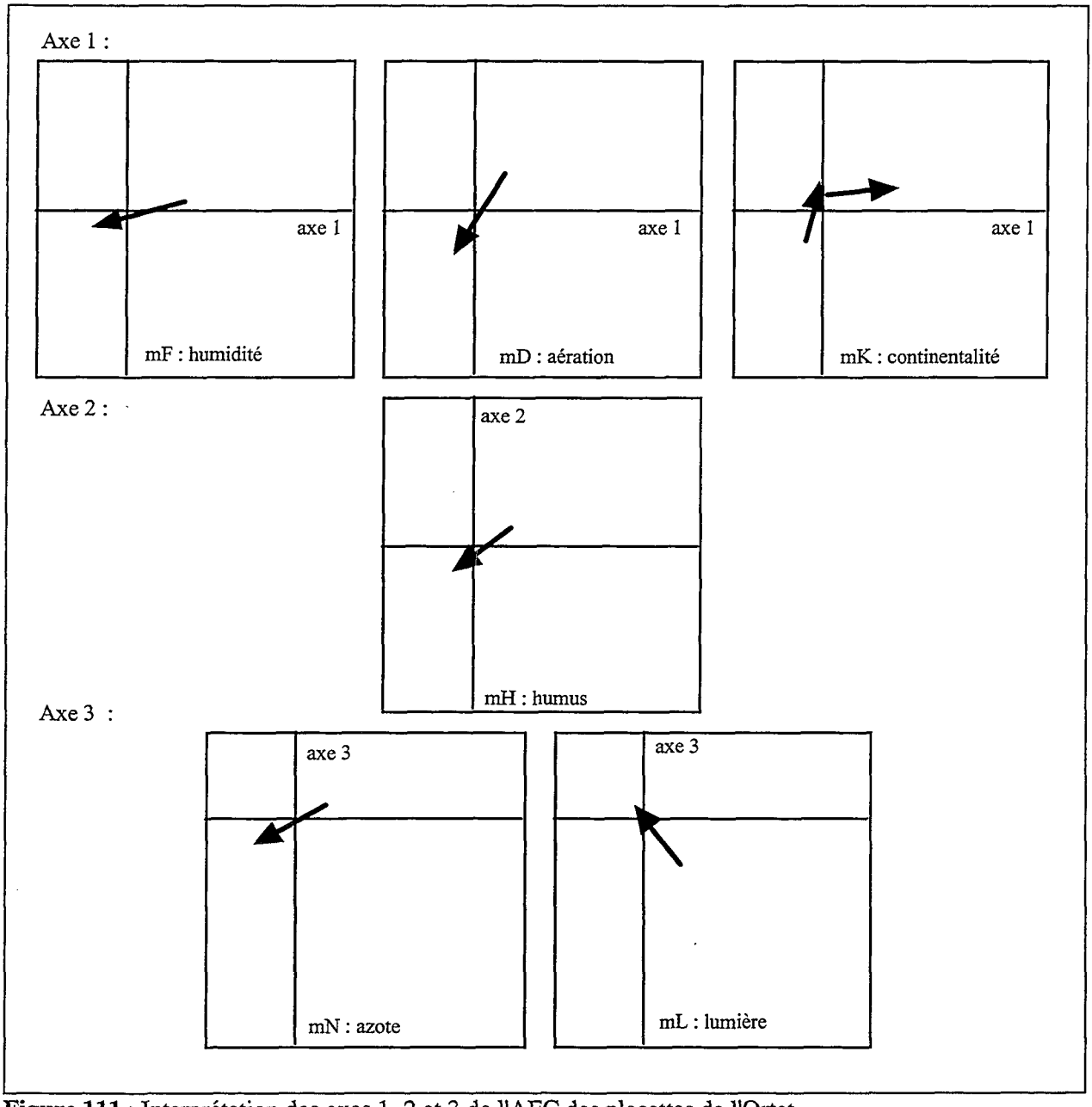


Figure 111 : Interprétation des axes 1, 2 et 3 de l'AFC des placettes de l'Ortet

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

3 - L'écocomplexe du Moulin

Le Moulin est un grand secteur s'étendant de 1400 à 1900 m d'altitude, c'est le secteur le plus humide de la commune[4] et où la disponibilité en eau y est la plus forte en raison de l'existence de canaux d'irrigation encore en eau. L'abandon général de la fauche y a occasionné un fort développement de feuillus (bouleau, tremble) et de pins sylvestres que l'on ne retrouve pas dans le reste de la zone d'étude.

richesse locale	21
richesse globale	209
richesse globale sur 100 relevés	176
richesse originale (sur 406 espèces)	29
richesse originale (sur 217 espèces)	4
nombre d'espèces à fréquence relative > 50 % sur 217 espèces	9

Figure 112 : Les différents niveaux de richesse du Moulin

La grande richesse globale du Moulin (figure 112) s'explique par l'amplitude altitudinale de cette zone d'étude, puisque l'on y trouve dans sa partie haute des espèces présentes aussi seulement à l'Arpont (*Dryas octopetala, Epipactis sp, Carex pallescens*) et à l'Ortet (*Veratrum album, Deschampsia coespitosa, Pulmonaria montana*). Dans la partie centrale, le Moulin partage de manière équilibrée avec le Plateau et Rossanche un grand nombre d'espèces.

L'espèce caractéristique du Moulin est *Asphodelus delphinensis*, très abondante et qui, de par sa floraison blanche de grande taille, marque très fortement l'aspect des zones en friche ou en déprise du Moulin. Les autres espèces originales sont des espèces de pelouse sèche ou de lisière préforestières sèches, situées dans la partie basse du secteur au contact d'une pineraie à Pin sylvestre (*Geranium sanguineum, Potentilla rupestris* et *Hieracium groupe bifidum*).

valeur de Landolt	mF	mR	mN	mH	mD	mL	mT	mK
valeur moyenne	2,28	3,4	2,53	3,11	3,82	3,73	3,25	3,23
borne inférieure	2	2,91	2,27	3	3,47	3,31	2,73	2,77
borne supérieure	3,15	3,78	3,46	3,42	4,22	4	4,75	3,43
amplitude	1,15	0,87	1,19	0,42	0,75	0,69	2,02	0,66

Figure 113 : Indices moyens de Landolt pour le secteur du Moulin

[4] bien que la valeur d'humidité mF y soit moyenne.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

La présence de ces espèces explique la grande fourchette de variation de la valeur de température mT. Les valeurs indicatrices de Landolt (figure 113) mettent en évidence le caractère peu acide des sols et des valeurs moyennes d'aération du sol et de richesse en substances nutritives.
L'AFC étudiée est celle de 139 placettes du Moulin et de 142 espèces présentes (somme des coefficients d'abondance supérieure à 3). Les deux premiers axes de l'AFC sur toutes les placettes expliquent 13 % de la variance du nuage de points, mais les placettes d'un transect (*BF d*) en bas à droite tirent beaucoup ces axes. Il s'agit d'un transect entre une ligne boisée et une prairie en friche, qui diffère des autres transects par une très forte proportion d'espèces de prairie montagnarde. Il s'agit d'un transect en situation écologique différente des autres de même type.

Nous allons donc éliminer les placettes de ce transect et refaire l'AFC sur 129 placettes (figure 114). Les deux premiers axes de cette AFC expliquent également 13 % de la variance du nuage de points.

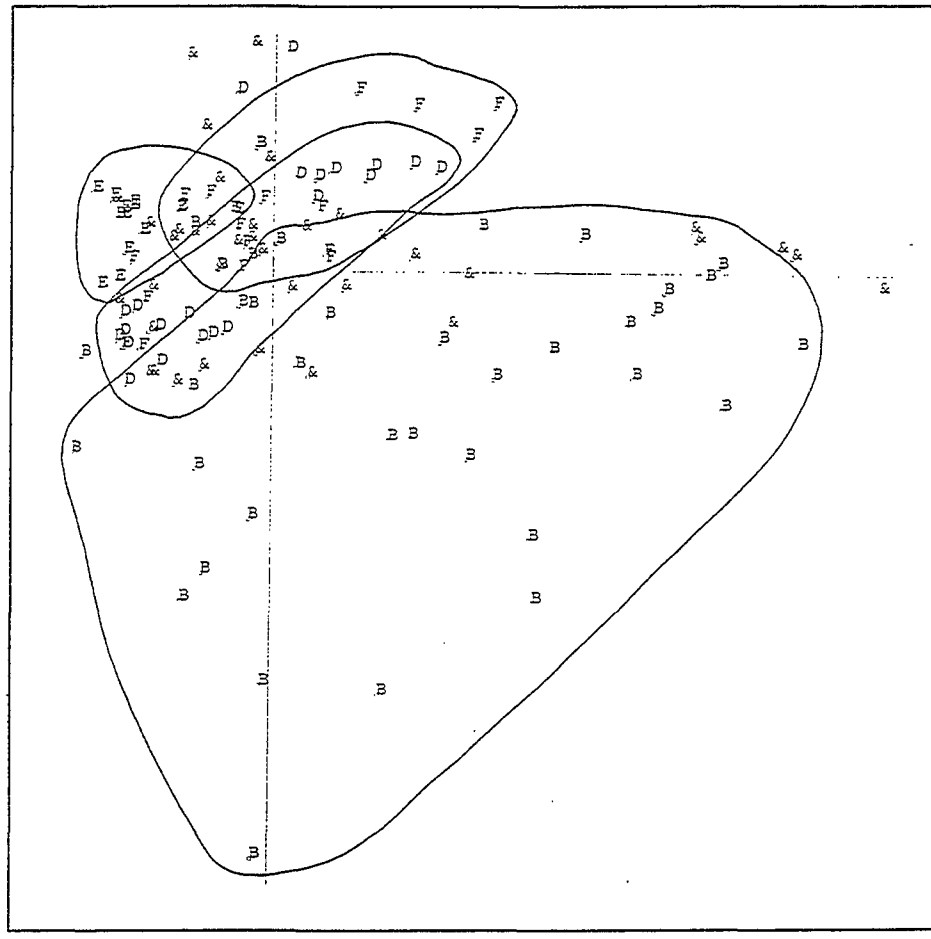


Figure 114 : AFC axes 1 - 2 de 129 placettes du Moulin codage des milieux : B bois, D déprise, E entretenu, F friche et & écotone ; axe 1 [-0,9 ; 2,5] - axe 2 [-3,4 ; 1,4]

Les deux premiers axes isolent en bas à droite les placettes de bois qui sont très dispersées, les parcelles entretenu présentent moins de variation intra-type que le bois[5] et se regroupent à gauche de l'axe 1.

L'axe 1 est influencé par l'aération du sol, l'humidité, la continentalité et l'azote. Les placettes les plus sèches, les moins riches, au sol le plus aéré et les moins continentales sont à droite de l'axe 1.
L'axe 2 est orienté par la lumière, les placettes contenant le plus de plantes de pénombre sont en bas de l'axe 2.

[5] nous retrouverons ce résultat dans l'analyse de l'indice de similarité inter et intra-type (paragraphe II - D - 1 - c)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

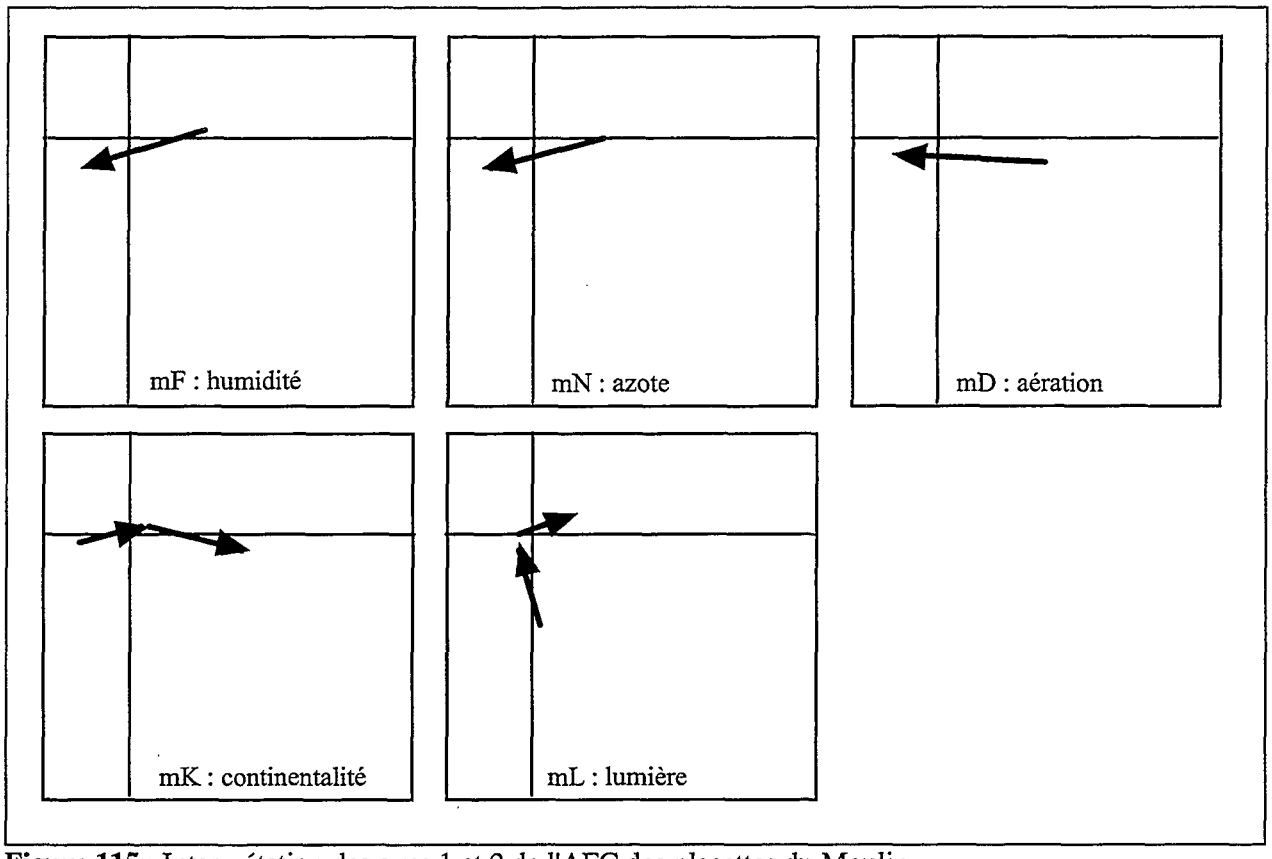


Figure 115 : Interprétation des axes 1 et 2 de l'AFC des placettes du Moulin

4 - L'écocomplexe du Plateau

Le Plateau est le secteur le plus agricole de la commune : la majorité des parcelles est fauchée. Les secteurs en déprise sont localisés aux buttes, aux bordures de chemin et de forêt. La forêt est localisée à l'extérieur de la zone agricole, en particulier, sur les pentes du canyon du St-Benoît.

richesse locale		19
richesse globale		167
richesse globale sur 100 relevés		139
richesse originale (sur 406 espèces)		20
richesse originale (sur 217 espèces)		2
nombre d'espèces à fréquence relative sur 217 espèces	> 50 %	16

Figure 116 : Les différents niveaux de richesse du Plateau

Vicia sepium est la seule espèce originale du Plateau à forte fréquence. Les autres espèces à forte fréquence relative sont partagées entre le Moulin et Rossanche (*Heracleum sphondylium, Narcissus poeticus, Tragopogon pratensis, Lathyrus pratensis, Cerinthe minor, Knautia arvensis*).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Toutes ces espèces sont caractéristiques des prairies de fauche et pour la plupart, en assurent l'attrait visuel.

valeur de Landolt	mF	mR	mN	mH	mD	mL	mT	mK
valeur moyenne	2,53	3,36	2,84	3,16	3,92	3,66	3,31	3,05
borne inférieure	2	2,91	2,27	3	3,47	3,31	2,73	2,77
borne supérieure	3,15	3,78	3,46	3,42	4,22	4	3,75	3,43
amplitude	1,15	0,87	1,19	0,42	0,75	0,69	1,02	0,66

Figure 117 : Indices moyens de Landolt pour le secteur du Plateau

Les valeurs de Landolt mettent en évidence la forte richesse nutritive des sols liée à une poursuite de la fertilisation par épandage de fumier, une aération moyenne des sols (sols limoneux). La moyenne de la valeur de lumière sur ce secteur est faible (mL = 3,66), ce qui indique une forte proportion d'espèces d'ombre ou de pénombre, ce qui paraît paradoxal vu la faible proportion de forêt dans nos relevés. Il faut alors supposer que la hauteur de la végétation des principales espèces prairiales et fourragères produit un ombrage suffisant pour héberger en dessous une sous-strate herbacée d'espèces d'ombre.

L'AFC étudiée est celle de 112 placettes du Plateau et de 137 espèces. Les deux premiers axes de l'AFC expliquent 17 % de la variance du nuage de points (figure 118).

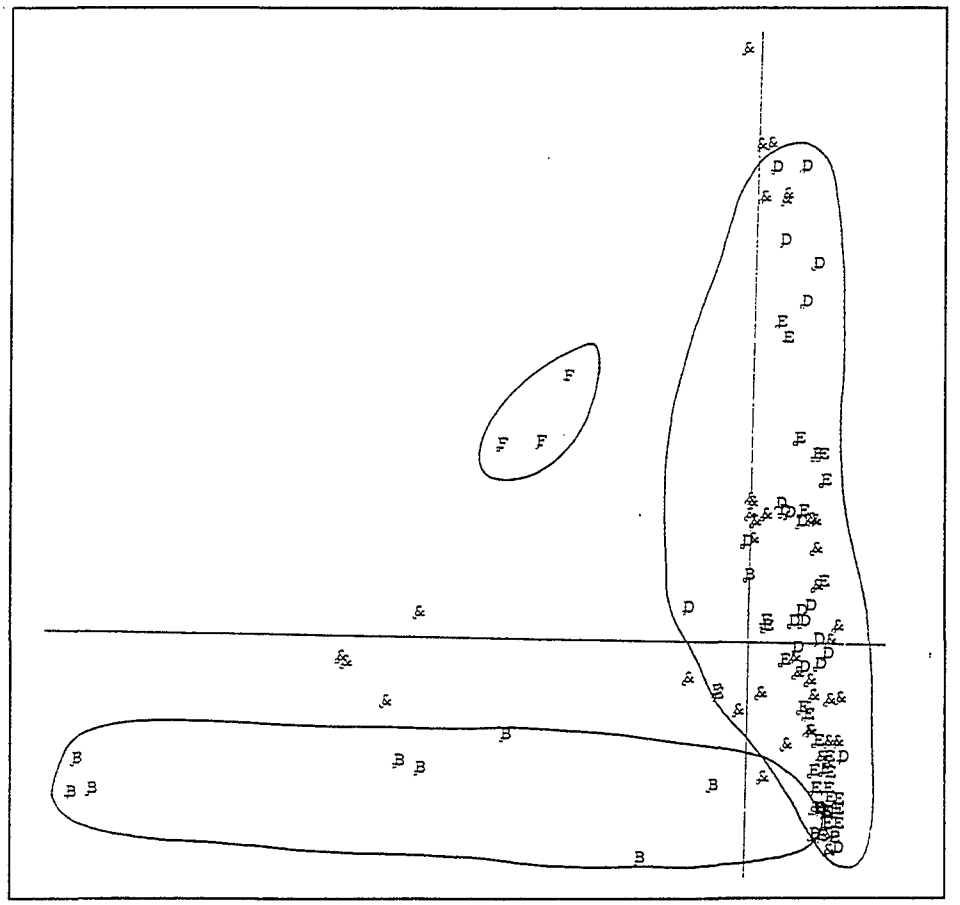


Figure 118 : AFC axes 1 - 2 de 112 placettes du Plateau, codage des milieux : B bois, D déprise, E entretenu, F friche et & écotone ; axe 1 [-3,7 ; 0,6] - axe 2 [-1 ; 2,4]

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

L'axe 1 différencie, dans sa partie droite, un bloc composé des placettes de milieu entretenu et déprise ainsi que la plupart des placettes d'écotone. Les placettes de bois sont totalement étalées selon l'axe 1. Les placettes de bois sont très regroupées sous l'axe 2 alors que les placettes de déprise, entretenu et écotone, s'étalent sur tout l'axe 2.

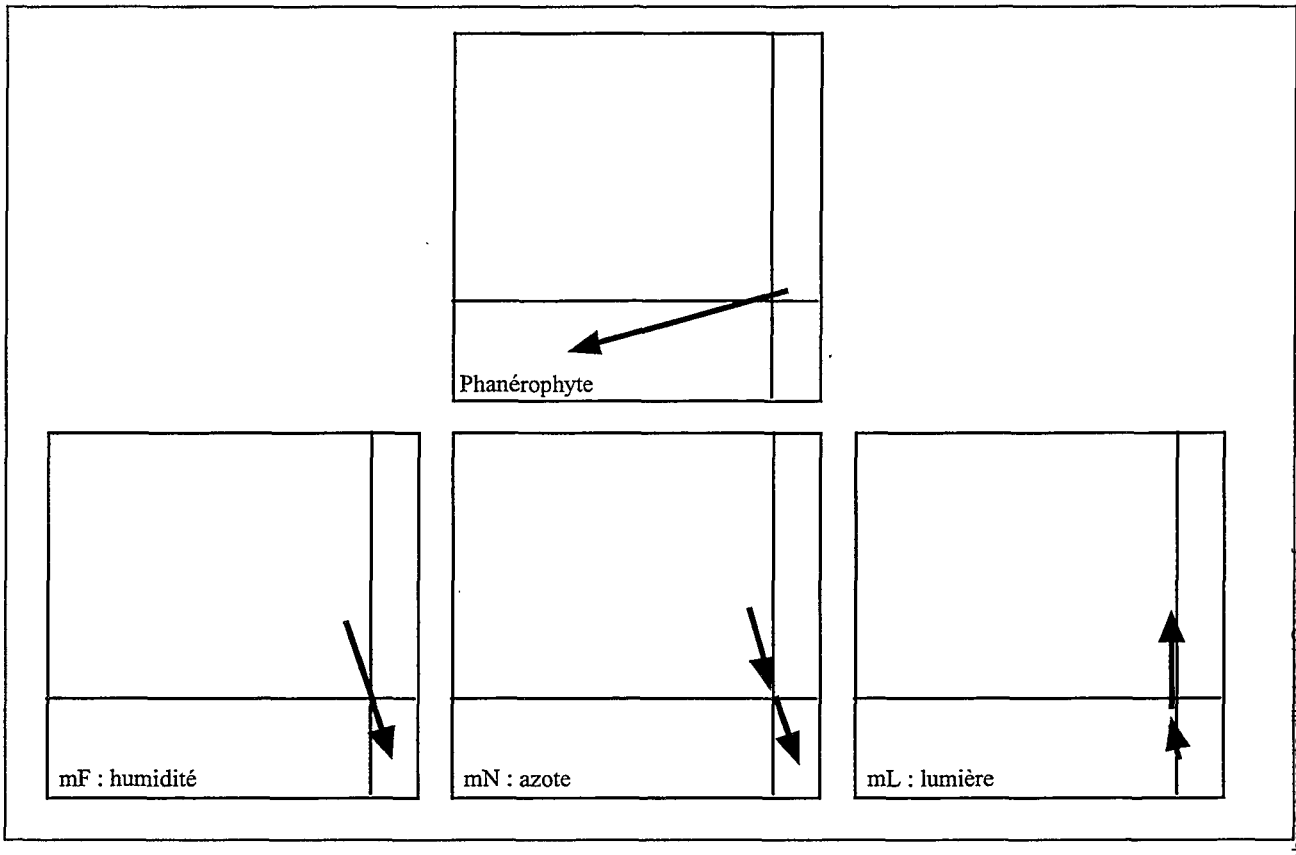


Figure 119 : Interprétation des axes 1 et 2 de l'AFC des placettes du Plateau

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

L'axe 1 est un axe dynamique orienté par la teneur en phanérohyte : à gauche se situe le milieu fermé (forêt), à droite, le milieu ouvert (entretenu et déprise).

L'axe 2 est plutôt une combinaison de l'humidité, de la teneur en azote et de la lumière.

5 - L'écocomplexe de Rossanche

Ce secteur est le plus à l'écart du centre du village. Il est, dans sa partie basse (vers les Lauzes), occupé en grande partie par des prés de fauche et, dans sa partie la plus haute (sous Jomier), par des pâturages extensifs de moutons ou de chevaux. L'application des mesures agri-environnementales de l'article 19 a concerné une partie des friches existant en 1990 sur ce secteur : un arrachage des genévriers et des églantiers a eu lieu sur plusieurs parcelles.

richesse locale	18
richesse globale	172
richesse globale sur 100 relevés	156
richesse originale (sur 406 espèces)	13
richesse originale (sur 217 espèces)	1
nombre d'espèces à fréquence relative > 50 % sur 217 espèces	9

Figure 120 : Les différents niveaux de richesse de Rossanche

Le secteur de Rossanche présente très peu d'espèces originales. Il se rapproche du Plateau et du Moulin pour la majorité de ses espèces, mais il s'apparente, dans sa partie basse, au secteur de l'Esseillon, tout en étant un peu moins sec et avec des sols plus épais. La richesse locale est faible (18 espèces en moyenne par placette).

valeur de Landolt	mF	mR	mN	mH	mD	mL	mT	mK
valeur moyenne	2,19	3,46	2,52	3,08	3,75	3,79	3,33	3,29
borne inférieure	1,57	3,11	1,91	2,77	3	3,29	2,67	2,89
borne supérieure	2,86	3,83	3,57	3,5	4,06	4,12	3,8	3,86
amplitude	1,29	0,72	1,66	0,73	1,06	0,83	1,13	0,97

Figure 121 : Indices moyens de Landolt pour le secteur de Rossanche

Les valeurs indicatrices de Landolt confirment ces données, Rossanche est relativement sec (mF = 2,19) et présente une fourchette de variation de la valeur d'humidité large (de 1,57 à 2,86), donc quelques placettes sont sèches, alors que d'autres sont de sécheresse modérée. Les sols de ce secteur sont peu acides. La teneur en azote présente également une fourchette large de variation.

L'AFC étudiée est celle de 108 placettes de Rossanche et de 113 espèces. Les deux premiers axes de l'AFC expliquent 16 % de la variance du nuage de points (figure 122).

Ce plan factoriel présente un effet Guttman (situation des points selon une arche et $\lambda_2 = \lambda_1 \times \lambda_1$) qui traduit que l'axe factoriel 2 est un artefact. Nous n'irons donc pas au-delà de l'interprétation des deux premiers axes[6] et nous interpréterons le deuxième axe par rapport au bord extérieur de l'arche.

[6] car que le deuxième facteur (qui est un artefact) sorte avant le troisième facteur montre que celui-ci n'a que peu d'importance

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

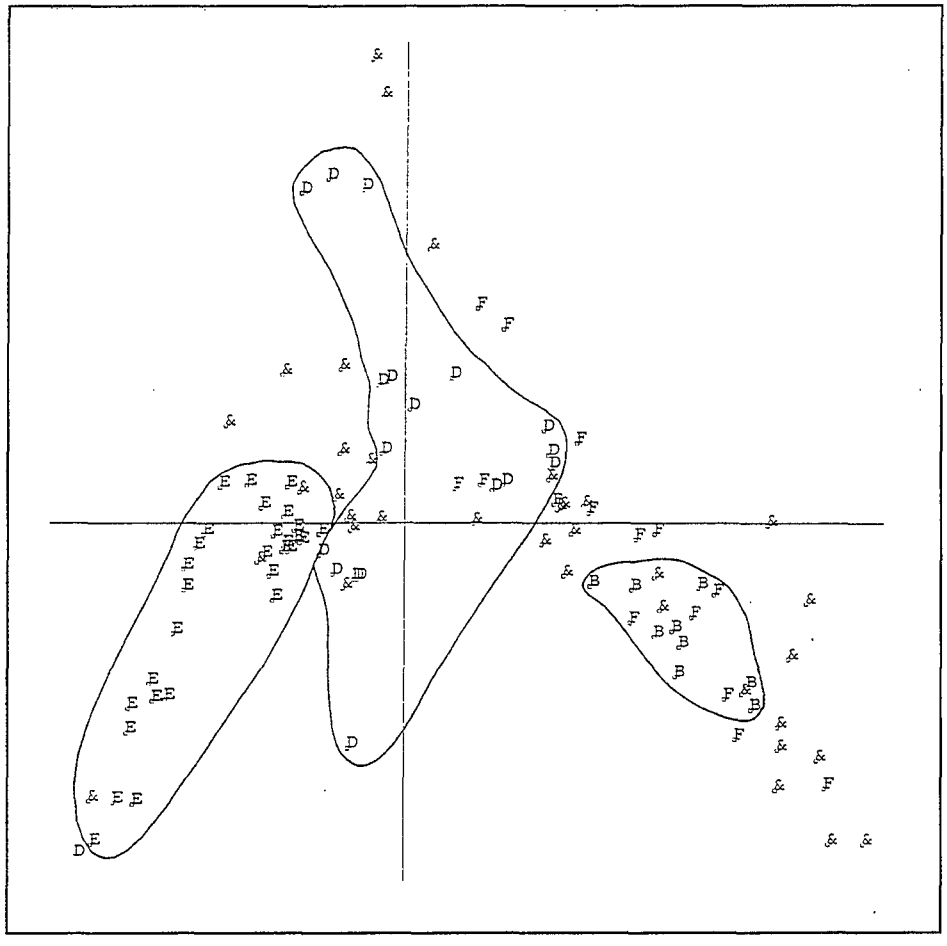


Figure 122 : AFC axes 1 - 2 de 108 placettes de Rossanche, codage des milieux : B bois, D déprise, E entretenu, F friche et & écotone ; axe 1 [-1,5 ; 2] - axe 2 [-1,4 ; 1,9]

L'axe 1 sépare à gauche les placettes entretenues, au centre les placettes de déprise et friche et à droite les placettes de bois. Cet axe est un axe dynamique, allant à gauche des milieux les plus gérés vers les milieux les moins gérés (de la prairie à la forêt). Les écotones sont répartis sur l'ensemble du plan factoriel 1 - 2.

L'axe 2 présente dans sa partie basse les placettes entretenues et bois. Les placettes déprise et friche s'étalent tout au long de cet axe mais se concentrent sur le bord externe de l'arche.

Un relevé a une position particulière au centre de l'arche (il influe donc fortement sur la répartition des points des deux branches de l'arche) et il n'est pas superposé à un point espèce. Il s'agit de la première placette d'un transect entre déprise et entretenu, située sur un murger sous un gros pin sylvestre. La composition floristique de cette placette est très différente de l'ensemble des 9 autres placettes du transect. Elle comprend en effet, des espèces situées en bas à gauche du plan *factoriel (Dactylis glomerata, Taraxacum officinale, Ribes uva ursi)* et par des espèces en bas à droite (*Pinus sylvestris, Berberis vulgaris*) et une espèce situé en haut sur l'axe 2 (*Brachypodium pinnatum*).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

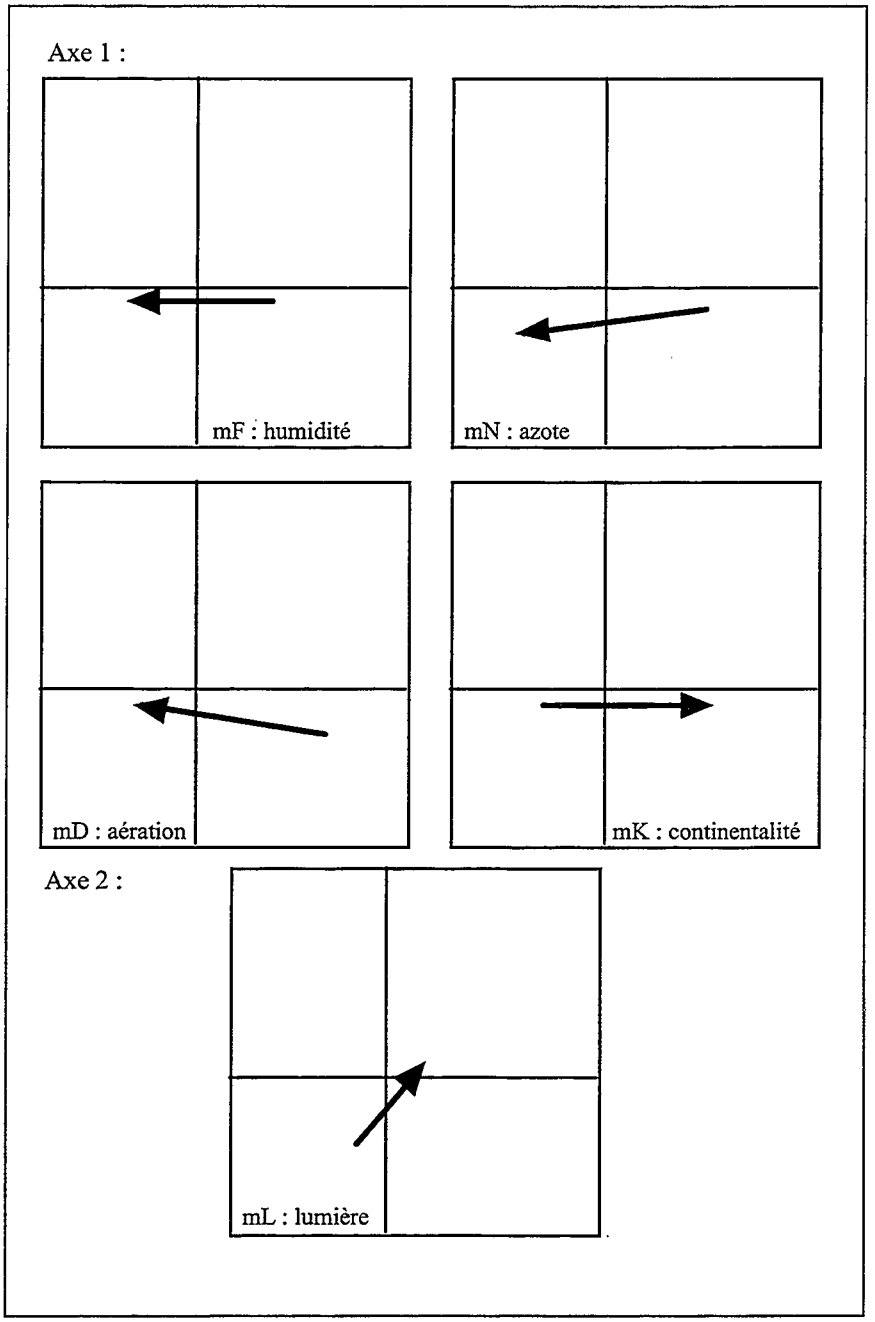


Figure 123 : Interprétation des axes 1 et 2 de l'AFC des placettes de Rossanche

L'axe 1 de l'AFC est orientée par la combinaison de plusieurs facteurs du milieu : l'humidité, la teneur en azote, l'aération et la continentalité. Les placettes les plus sèches (à la limite de la sécheresse), les moins riches en azote, les plus aérées et les moins continentales se situent à droite de l'axe 1. Elles correspondent aux placettes de bois et à certaines placettes d'écotone.

L'axe 2 est orienté par la lumière, il est paradoxal de constater que les placettes de pénombre sont situées en bas de l'axe 2, ce qui correspond plutôt aux placettes entretenues et dans une moindre mesure au bois.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

6 - L'écocomplexe de l'Esseillon

Nous avons déjà signalé les particularités du secteur de l'Esseillon tant au niveau du milieu physique que de l'histoire de son utilisation. Comme à Rossanche, des parcelles de cette zone ont fait l'objet de contrats article 19, soit pour la remise en culture de prairies, soit pour le défrichement de genévriers, d'épine vinette et d'églantiers.

richesse locale	16
richesse globale	184
richesse globale sur 100 relevés	179
richesse originale (sur 406 espèces)	53
richesse originale (sur 217 espèces)	6
nombre d'espèces à fréquence relative > 50 % sur 217 espèces	16

Figure 124 : Les différents niveaux de richesse de l'Esseillon

Le très grand nombre d'espèces trouvées uniquement à l'Esseillon (plus du double des autres secteurs) est constitué d'espèces peu fréquentes (trouvées de 1 à 5 fois dans ce secteur). Les espèces caractéristiques assez bien représentées sont *Plantago sempervirens, Bromus squarrosus, Senecio jacobaea, Prunus spinosa, Daucus carota* et *Ononis spinosa.* Les espèces présentes à plus de 50 % à l'Esseillon, sont pour partie présentes aussi à Rossanche (*Artemisia absinthium, Phleum nodosum, Artemisia alba, Festuca valesiaca*) et au Moulin (*Vicia sativa, Koeleria vallesiana, Stachys recta*).

Le secteur de l'Esseillon est caractérisé par des parcelles de culture (luzerne, dactyle) et par quelques parcelles labourées tous les 2 à 3 ans, ce qui explique en plus des caractéristiques du milieu, la forte part d'originalité de ce secteur. En particulier, la présence de plantes messicoles y trouve son origine : toutes les plantes du groupe fonctionnel messicole font partie soit des espèces originales de l'Esseillon, soit des espèces présentes à plus de 50 % à l'Esseillon (*Bromus squarrosus, Caucalis platycarpos, Muscari comosum, Adonis annua, Adonis vernalis, Scandis pecten-veneris, Phleum nodosum, Muscari neglectum*). De la même manière, plus de la moitié des plantes définies comme rudérales est présente préférentiellement à l'Esseillon (*Erigeron acer, Arctium lappa, Erodium cicutatium, Capsella bursa pastoris, Convolvulus arvensis, Echium vulgare, ...*).

valeur de Landolt	mF	mR	mN	mH	mD	mL	mT	mK
valeur moyenne	1,97	3,47	2,72	2,98	3,59	3,87	3,64	3,35
borne inférieure	1,43	2,92	2	2,67	3	3,5	3,19	3
borne supérieure	2,4	3,86	3,67	3,42	3,94	4,21	4,43	3,78
amplitude	0,97	0,94	1,67	0,75	0,94	0,71	1,24	0,78

Figure 125 : Indices moyens de Landolt pour le secteur de l'Esseillon

Selon les valeurs indicatrices de Landolt, l'Esseillon est le secteur le plus sec, le plus chaud, ses sols sont les plus acides et moins pourvus en humus que ceux des autres secteurs de la commune.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

L'AFC étudiée est celle des 80 placettes de l'Esseillon et des 150 espèces présentes. Le fichier ne contient pas de placettes de bois.

Les deux premiers axes de l'AFC expliquent 13 % de la variance du nuage de points (figure 126). Le plan factoriel 1-3 présente un effet Guttman ce qui traduit une corrélation entre les axes.

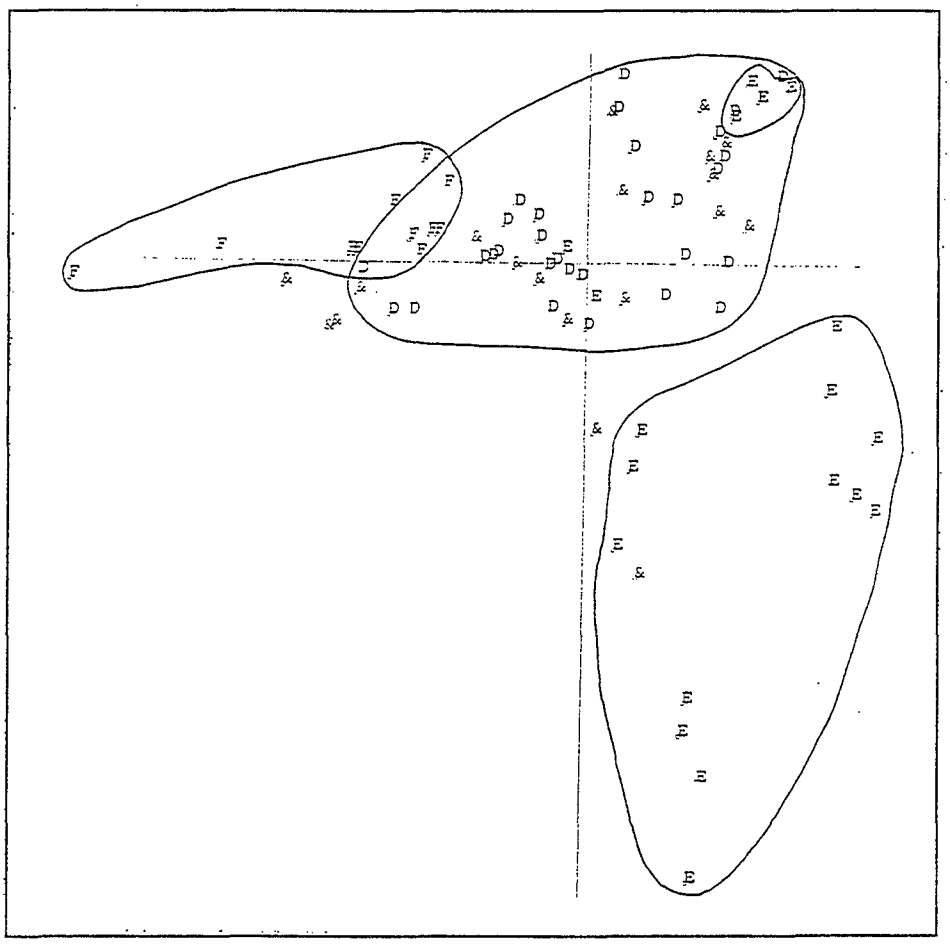


Figure 126 : AFC axes 1 - 2 des 80 placettes de l'Esseillon codage des milieux : D déprise, E entretenu, F friche et & écotone ; axe 1 [-2,8 ; 1,7] - axe 2 [-3,2 ; 1,1]

L'axe 1 oppose à gauche les placettes de friche puis de déprise et à droite, les placettes entretenues. Les placettes d'écotone se situent entre les milieux friche et entretenu (plus souvent mêlées aux placettes de friche).

L'axe 2 oppose en bas les placettes entretenues et en haut les placettes de déprise et de friche (ainsi que quatre placettes entretenues qui correspondent à des placettes de repousse de végétation pâturée par des vaches au début juin). Les placettes les plus basses sur l'axe 2 correspondent à des luzernières et à un regain de fauche (coupe faite début juin) ; donc à des conditions de pression anthropiques fortes (culture ou fauche réalisée). Les placettes entretenues en haut à droite correspondent à des placettes pâturées par des bovins avant le relevé et en cours de repousse ; elles sont très proches des placettes en déprise du même transect. L'axe 2 peut être interprété comme un axe de pression anthropique décroissante de bas en haut.

Seule la valeur de substance nutritive mN (azote) est différenciée le long de l'axe 1, les placettes à plus forte teneur en azote sont à droite de l'axe 1 (figure 127), elles correspondent donc au milieu entretenu ce qui est tout à fait logique.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

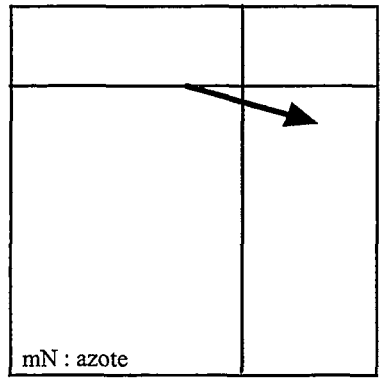


Figure 127 : Interprétation des axes 1 et 2 de l'AFC des placettes de l'Esseillon

Conclusion de la présentation des écocomplexes

Dans la majorité des écocomplexes étudiés, l'axe 1 est orienté par la pédologie, la combinaison des facteurs humidité, aération du sol et azote étant fortement reliée à la qualité des sols. L'axe 1 oppose donc les sols riches peu aérés et à bonne réserve en eau aux sols plus superficiels, moins riches, plus aérés et plus secs.

Seuls l'Esseillon et le Plateau, les secteurs les plus anthropisés, présentent d'autres déterminants de l'axe 1 :

- l'azote pour l'Esseillon où cet axe sépare les placettes cultivées et fertilisées des autres parcelles qui ne reçoivent pas d'apport de fumier ou d'engrais ;
- le pourcentage d'arbres pour le Plateau qui est très peu boisé et dont peu de relevés sont situés en zone boisée.

L'axe 2 présente des facteurs structurants plus variables :

- la température pour l'Arpont, le Plateau et Rossanche,
- la lumière pour le Moulin, le Plateau et Rossanche,
- la pression anthropique pour l'Esseillon,
- l'humus pour l'Ortet,
- l'humidité et l'azote pour le Plateau.

Il faut noter qu'au Plateau, l'axe 2 est orienté par les facteurs qui structurent l'axe 1 dans les autres écocomplexes (sauf l'Esseillon).

Globalement, on peut donc noter 3 grands types de structuration des axes du plan factoriel 1 - 2 :

- pour le groupe Arpont, Ortet, Moulin et Rossanche :
  - *axe 1 : conditions pédoécologiques,*
  - *axe 2 : température, azote, lumière.*

- pour le Plateau :
  - *axe 1 : pourcentage d'arbres,*
  - *axe 2 : conditions pédoécologiques.*

- pour l'Esseillon :
  - *axe 1 : l'azote,*
  - *axe 2 : pression anthropique.*

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Nous avons vu que les six écocomplexes se différenciaient selon leur cortège floristique. Nous allons reprendre en détail ces comparaisons et les conforter par l'examen d'autres indices permettant les regroupements ou les comparaisons entre écocomplexes, afin de voir les points communs et les différences. Les indicateurs utilisés seront les différents niveaux de richesse floristique, les groupes fonctionnels, les indices de similarité.

III – COMPARAISON DES ECOCOMPLEXES

1 - Les différents niveaux de richesse floristique

Nous allons comparer les six écocomplexes en termes de richesse locale, globale et originale. Ces calculs sont menés sur la totalité des 939 placettes étudiées.

a) Richesse locale

Les écocomplexes les plus riches en nombre moyen d'espèces par placettes de 4 m^2 sont l'Ortet et l'Arpont avec respectivement 29 et 28 espèces. Viennent ensuite le Moulin (21 espèces) puis le Plateau (19), Rossanche (18) et l'Esseillon (16). La richesse locale en fonction des secteurs (figure 128) décroît avec l'altitude[7].

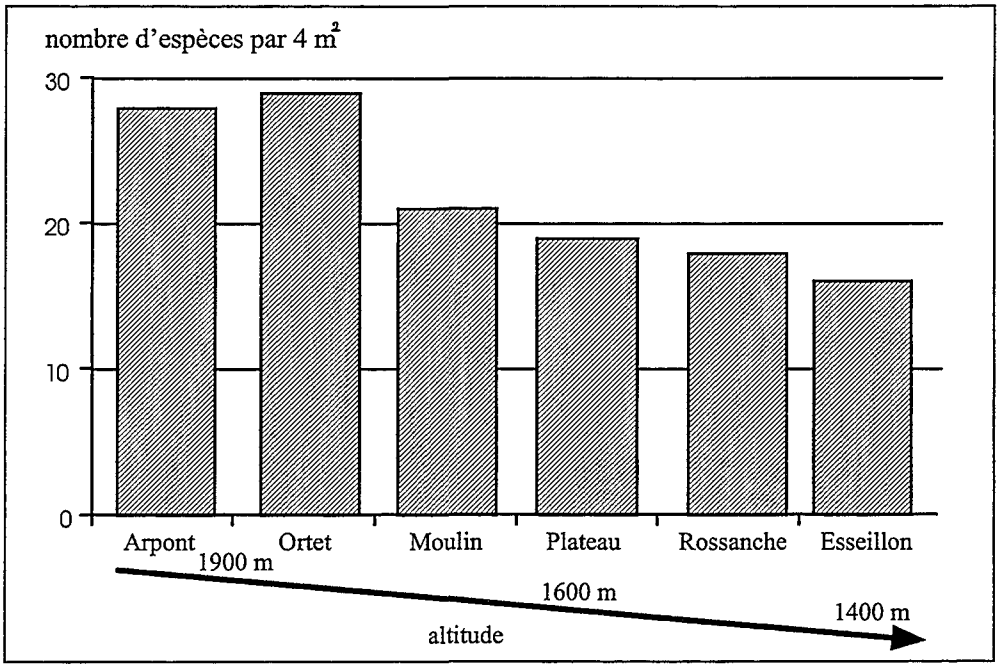


Figure 128 : Comparaison des richesses locales des six écocomplexes

[7] rappelons que l'Arpont et l'Ortet sont à 1900 m, le Moulin, le Plateau et Rossanche aux alentours de 1600 m et l'Esseillon à 1400 m.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

b) Richesse globale

Si nous regardons maintenant la totalité des espèces rencontrées dans chaque secteur, la richesse globale des écocomplexes (figure 129) se répartit entre 209 espèces (Moulin) et 167 (Plateau et Ortet).

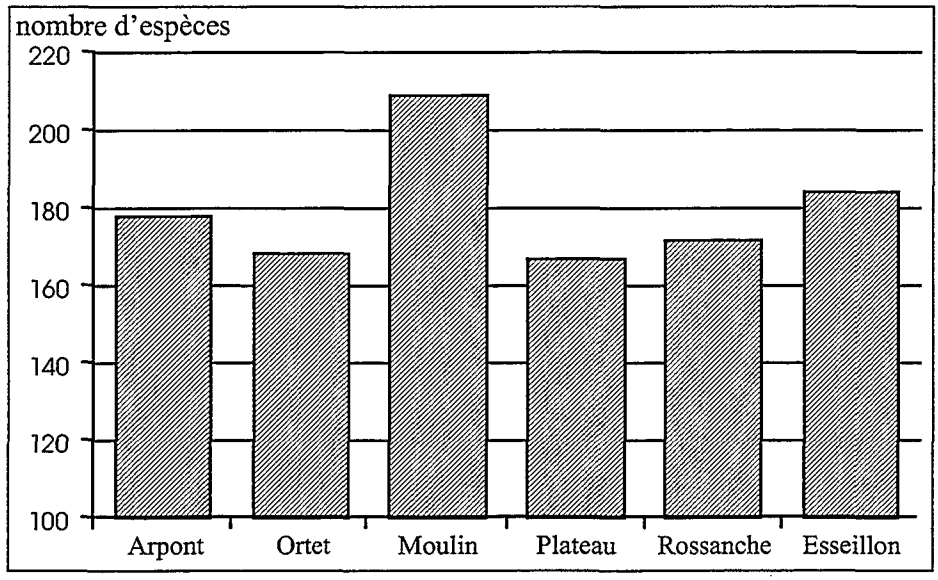


Figure 129 : Comparaison de la richesse globale des six écocomplexes

La plus forte richesse globale du secteur du Moulin peut s'expliquer par son amplitude altitudinale (de 1400 à 1900 m) plus importante que celle des autres secteurs, par sa richesse en eau et par sa mosaïque de milieux très complexe.

La richesse globale plus faible du Plateau peut s'expliquer par l'homogénéisation des prairies de fauche par les pratiques culturales (fumure, irrigation).

Cependant, la pression d'échantillonnage n'est pas la même pour chaque écocomplexe (de 90 relevés pour l'Esseillon à 159 relevés pour le Moulin), cet écart est peut-être la cause des différences de richesse globale observées.
Afin de vérifier cette hypothèse, nous nous ramenons à une richesse globale théorique pour 100 relevés[8].

Ces richesses théoriques pour 100 relevés (figure 130) présentent peu d'écart avec les chiffres sur l'ensemble des relevés, cependant l'Esseillon présente pour cette richesse globale théorique le niveau le plus élevé (179 espèces), suivi par le Moulin.

Une autre variation intervient dans l'ordre de richesse des écocomplexes, le Plateau est ici moins riche que l'Ortet.

[8] sur la base de l'échantillonnage des transects

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

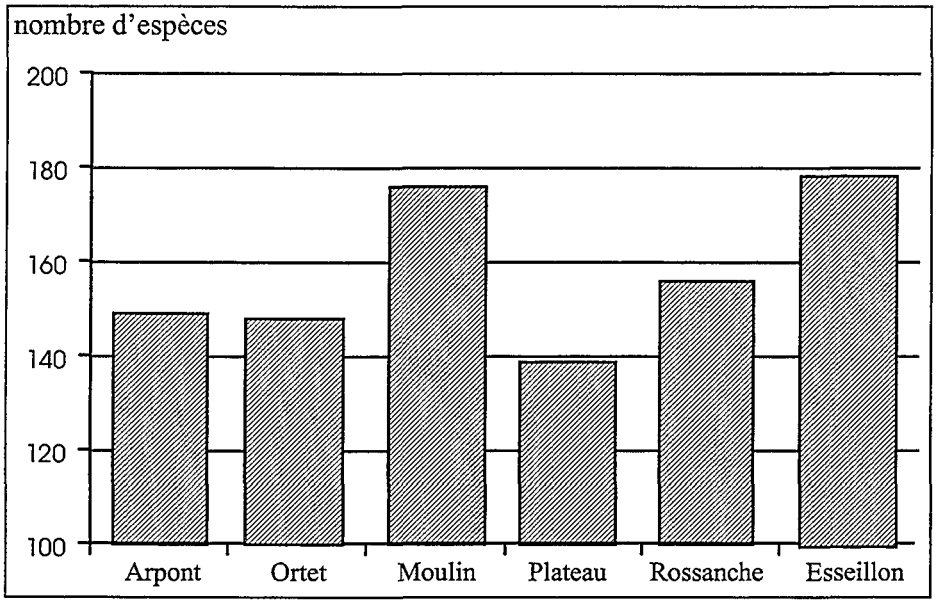


Figure 130 : Comparaison de la richesse globale sur la base de 100 relevés de transect par écocomplexe

Deux écocomplexes ont donc une forte richesse globale : l'Esseillon et le Moulin (179 espèces). Rossanche, l'Arpont et l'Ortet ont une richesse de l'ordre de 150 espèces, le Plateau est le moins riche avec moins de 140 espèces. Ces différences sont cependant faibles.

c) Richesse originale

Parmi les 409 espèces répertoriées, seules 50 sont communes aux six écocomplexes (soit 12 % des espèces). Par contre, 173 espèces ne sont notées que dans un seul des six secteurs.

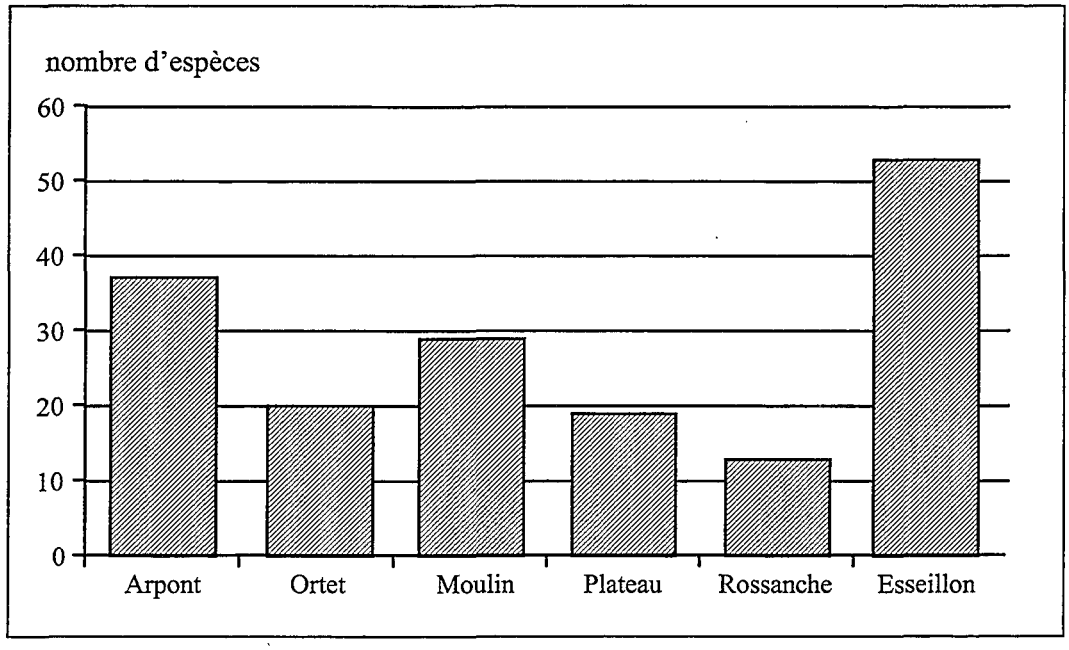


Figure 131 : Comparaison de la richesse originale par secteur

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Ces résultats sont l'inverse de ceux obtenus pour les types physionomiques[9] à l'échelle de la commune (paragraphe I- B - 2 - c).
Ceci nous montre que l'appartenance à un écocomplexe structure fortement la végétation étudiée puisque les écocomplexes ont peu d'espèces communes et sont fortement différenciés entre eux (42 % des espèces ne sont présentes que dans un seul écocomplexe).

La répartition de la richesse originale selon les secteurs (figure 131) montre que l'Esseillon est très différencié puisque 53 espèces ne sont trouvées que là (ceci représente 29 % de la flore de l'Esseillon). Rossanche est l'écocomplexe le moins riche en espèces originales, 13 espèces originales y sont présentes.

Ces résultats sont calculés sur l'ensemble des espèces relevées, or, nous avons vu que beaucoup d'espèces existent dans une ou quelques placettes seulement sur les 939 échantillonnées. Nous avons donc refait les calculs en retenant les 217 espèces plus fréquentes (qui ont la somme de leurs coefficients d'abondance supérieure à 10). Dans cette situation, la richesse originale décroît très fortement (figure 132).

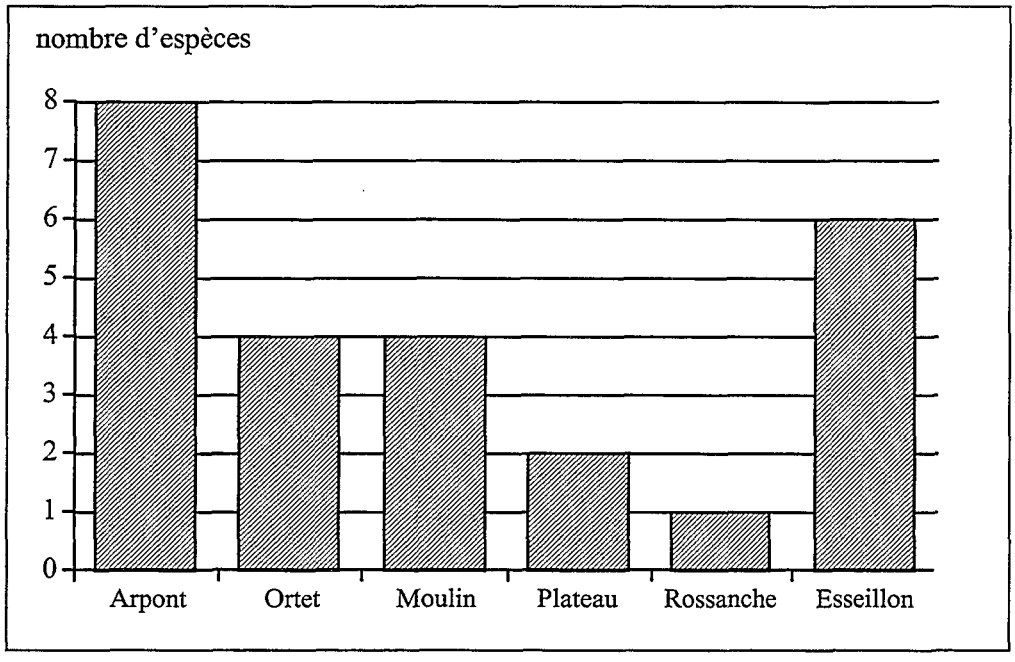


Figure 132 : Comparaison des richesses originales par secteur (sur les 217 espèces les plus fréquentes)

Cette forte chute des richesses originales quand nous supprimons les espèces rares, montre la fragilité de cette richesse principalement à l'Esseillon. En effet, parmi les 53 espèces présentes uniquement à l'Esseillon, seules 6 sont répertoriées au moins 10 fois (soit dans 11 % des relevés).

Seules quelques espèces fréquentes sont représentées dans un seul des secteurs de la commune. L'Arpont est dans ce cas le plus riche en espèces originales mais relativement abondantes, il s'agit d'espèces dont la présence est liée à l'altitude plus élevée de l'Arpont.

La richesse originale (sur la totalité des espèces ou sur les 217 espèces les plus présentes) est la plus élevée dans les secteurs extrêmes de la commune en ce qui concerne l'altitude.

[9] 120 espèces sont communes aux cinq types physionomiques, 98 espèces ne sont présentes que dans un seul type

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

La figure 133 présente la synthèse des niveaux de richesse pour les six écocomplexes.

	Arpont	Ortet	Moulin	Plateau	Rossanche	Esseillon
richesse locale	28	29	21	19	18	16
richesse globale	178	168	209	167	172	184
richesse globale sur 100 relevés	149	148	176	139	156	179
richesse originale (sur 406 espèces)	38	20	29	20	13	53
richesse originale (sur 217 espèces)	8	4	4	2	1	6
nombre d'espèces à fréquence relative > 50 % sur 217 espèces	32	17	9	16	9	16

Figure 133 : Les différents niveaux de richesse des six écocomplexes

2 - Comparaison des écocomplexes en fonction des groupes fonctionnels

a) les spectres biologiques

Nous avons étudié dans le chapitre 10, paragraphe I -2 - a, le spectre biologique de l'ensemble des espèces répertoriées dans le secteur d'étude. Nous calculons et représentons maintenant ces spectres pour la flore contenue dans chacun des écocomplexes (figure 134) afin de voir si des différences existent.

Les écocomplexes présentent des différences marquées en ce qui concerne les pourcentages des types biologiques :

- forte différence dans le pourcentage des thérophytes entre l'Esseillon (16,8 %) et les cinq autres secteurs (de 5,7 % à 8,8 %) ;
- trois groupes se dégagent en fonction du pourcentage d'hémicryptophytes : Arpont et Ortet (68 % et 69 %), Moulin, Rossanche et Plateau (60,1 %, 57,9 % et 56,7 %) puis l'Esseillon (52,2 %) ;
- le Moulin, l'Ortet et le Plateau présentent des taux de géophytes plus élevés (10,1 %, 11,3 % et 9,8 %) que les autres secteurs (de 6,9 % à 8,2 %).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

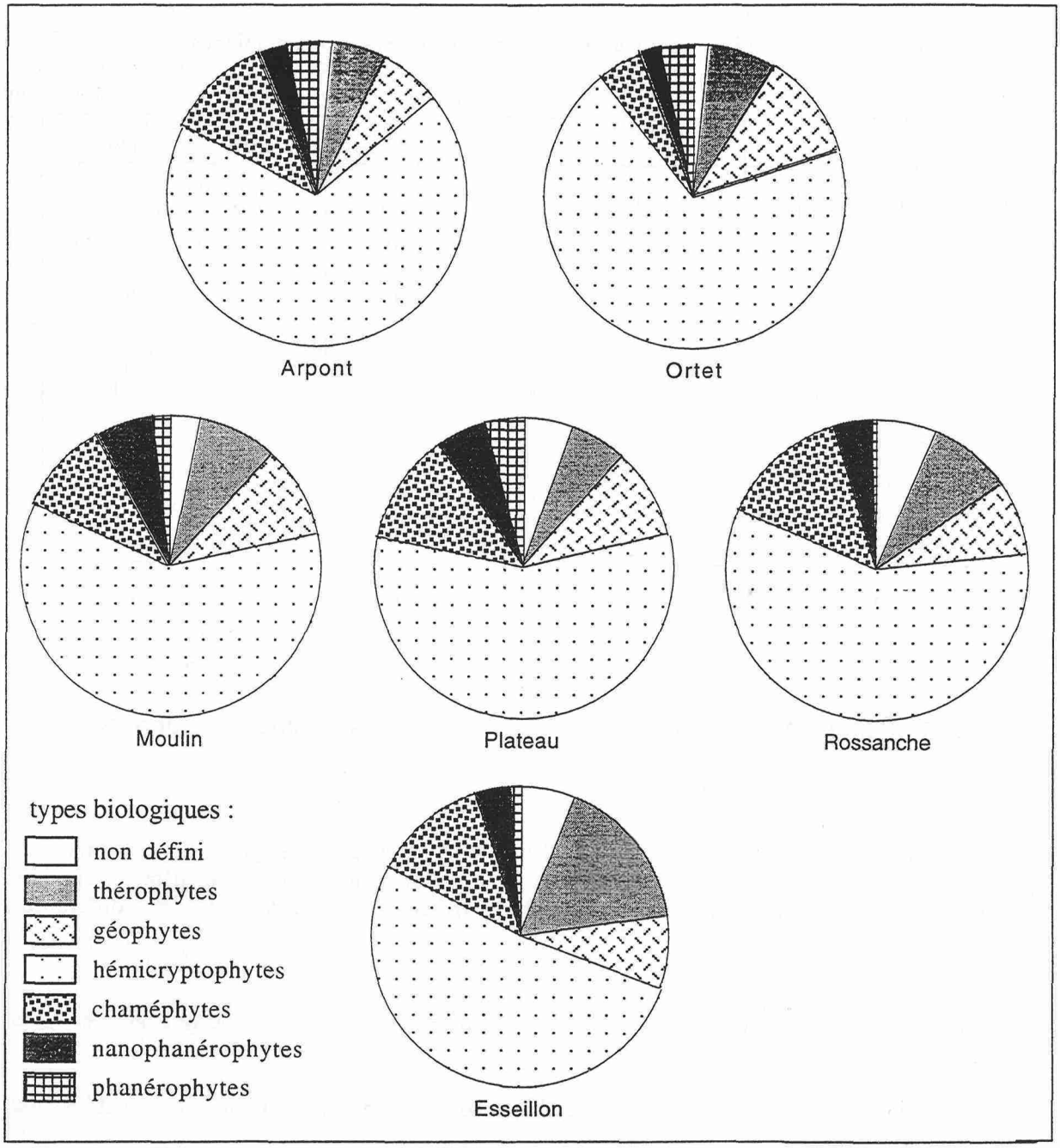


Figure 134 : Comparaison des spectres biologiques des écocomplexes

Cet indicateur nous permet de séparer les six écocomplexes en trois groupes :

- Arpont, Ortet ,
- Moulin, Plateau, Rossanche ,
- Esseillon.

b) les spectres de groupes fonctionnels

De la même manière que pour les types biologiques, nous établissons les spectres des groupes fonctionnels pour la flore de chaque écocomplexe (figure 135) afin de mettre en évidence des variations dans les pourcentages des différents groupes fonctionnels. Cette démarche permet

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

également de définir quels groupes d'espèces font l'originalité des écocomplexes les plus caractéristiques.

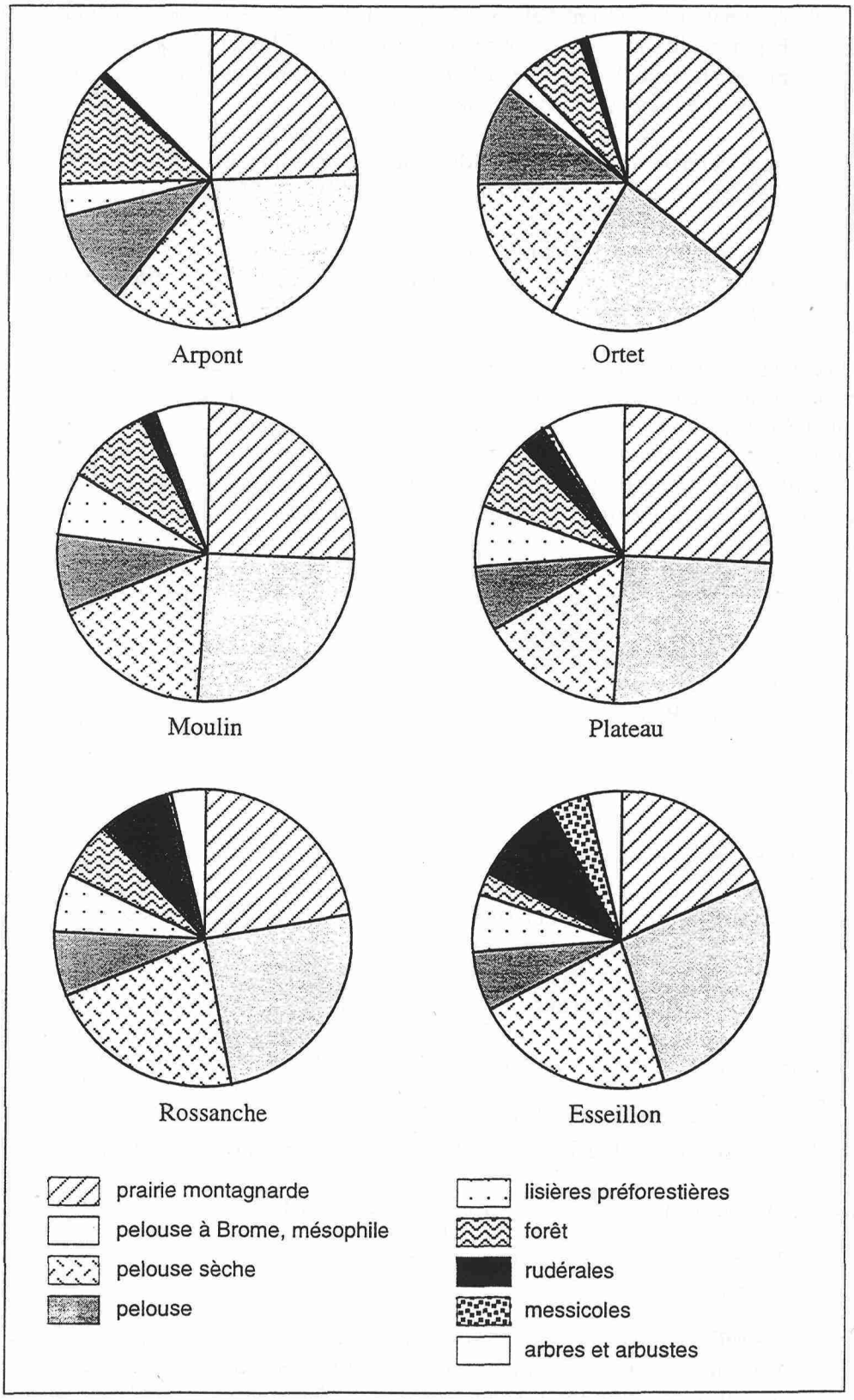


Figure 135 : Comparaison des spectres des groupes fonctionnels des six écocomplexes

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

En comparant les spectres établis à partir du rassemblement des espèces en groupes fonctionnels, nous remarquons que :

- l'Arpont et l'Ortet ont des spectres proches. L'Ortet est cependant moins riche en espèces herbacées de forêt et en arbres et arbustes (ceci est en partie lié à la composition de sa mosaïque spatiale qui nous a fait retenir des interfaces sans friche). Il est également plus riche en espèces de prairie montagnarde ;

- le Moulin et le Plateau ont des spectres très proches ; le Plateau a un pourcentage d'espèces rudérales légèrement supérieur à celui du Moulin ;

- Rossanche et l'Esseillon sont très proches également en raison, en partie, du fort pourcentage de rudérales (l'Esseillon possède en plus des espèces messicoles) et d'espèces de pelouses sèches.

Alors que dans les précédentes comparaisons, Rossanche se rapprochait du Plateau et du Moulin, nous voyons ici qu'en regardant la répartition en groupes fonctionnels, Rossanche est plus proche de l'Esseillon. Ceci rejoint les observations déjà faites à partir des espèces fréquentes des écocomplexes et des indices de Landolt (paragraphe II - B - 5 et 6). Nous avons en effet montré que Rossanche avait à la fois des placettes (et des espèces) semblables à celles de l'Esseillon et des placettes proches de celles du Plateau. L'analyse comparée des amplitudes et des moyennes des indices de Landolt va confirmer ce résultat.

Sur la base des spectres des groupes fonctionnels, nous pouvons créer trois groupes parmi nos secteurs :

- Arpont et Ortet ,
- Moulin et Plateau ,
- Esseillon et Rossanche.

c) les indices de Landolt

Les espèces présentes sur un secteur sont indicatrices, en particulier, des conditions écologiques du milieu. Le calcul, pour chaque relevé appartenant à un secteur, d'un indice moyen de Landolt pour chacune de huit valeurs considérées permet d'avoir des informations sur les qualités du milieu de chaque secteur et de les comparer. Nous avons dans le paragraphe précédent utilisé les valeurs indicatrices de Landolt pour décrire le milieu des écocomplexes. Nous allons ici présenter les résultats d'une analyse comparée des écocomplexes mettant en parallèle les amplitudes des indices moyens pour chaque valeur de Landolt et la moyenne de ces indices moyens (voir le détail des valeurs et analyses en annexe 8). La comparaison des moyennes des indices moyens est faite par une ANOVA au seuil de 95 % sur l'ensemble des relevés de chaque écocomplexe (annexe 8).

L'analyse de variance et la comparaison des valeurs d'indice mettent en évidence que :

- l'Arpont s'individualise souvent[10] et en particulier pour le pH, les substances nutritives et la température ;

- l'Esseillon se distingue aussi fréquemment, en étant toutefois souvent semblable à Rossanche pour le pH et proche d'une partie des placettes de Rossanche pour l'humidité, les substances nutritives, l'humus, l'aération du sol mais pas pour la température ;

[10] y compris de l'Ortet qui est pourtant à la même altitude que lui et de même utilisation pastorale

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

- le Moulin, l'Ortet et le Plateau sont très semblables et toujours dans les valeurs intermédiaires d'indice, sauf pour la température en ce qui concerne le Moulin.

Ceci rejoint les observations déjà faites quant à la ressemblance d'une partie de Rossanche avec l'Esseillon. Nous voyons par contre se distinguer de manière très nette l'Arpont, il se dissocie totalement de l'Ortet[11]. Nous retrouverons ce résultat dans l'analyse des similarités entre milieux des différents écocomplexes (chapitre 11, paragraphe IV - 2 –d, figure 154).

La grande amplitude de température du Moulin qui traduit des conditions écologiques variées, peut expliquer la forte richesse globale de ce secteur.

3 - Similarité entre écocomplexes

Afin d'affiner la comparaison entre écocomplexes sur la base de leur composition floristique, nous avons calculé les indices de similarité de Dice entre les listes d'espèces des différents écocomplexes comparés deux à deux (figure 136).

	Arpont	Esseillon	**Moulin**	Ortet	**Plateau**
Esseillon	0,331				
Moulin	0,568	0,629			
Ortet	0,694	0,381	0,626		
Plateau	0,539	0,507	**0,686**	0,597	
Rossanche	0,514	0,618	**0,698**	0,565	**0,690**

Figure 136 : Indices de similarité de Dice entre les écocomplexes pris deux à deux

Ceci nous permet de rapprocher deux groupes d'écocomplexes :

- d'une part, l'Arpont et l'Ortet (indice de similarité de Dice = 0,694 ; souligné dans le tableau) ;

- d'autre part, le Plateau, le Moulin et Rossanche (indices de similarité de Dice Plateau - Moulin = 0,686 ; Moulin - Rossanche = 0,698 et Plateau - Rossanche = 0,690 ; en gras dans le tableau).

A l'opposé, l'Esseillon se distingue totalement de l'Arpont (indice de Dice = 0,331) et de l'Ortet (indice de Dice = 0,381).

Ceci rejoint tout à fait notre découpage de l'espace agricole d'Aussois en trois tranches altitudinales (figure 27 chapitre 5) puisque se regroupent les deux montagnettes à 1900 m d'altitude et les trois secteurs de la zone centrale du village entre 1400 et 1600 m. L'Esseillon (1350 m) se distingue nettement du reste de la zone d'étude.

[11] il n'est jamais non différent de l'Ortet mais parfois non différent de Moulin (mD, mL), de Rossanche (mL) et du Plateau (mF)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

En conclusion de ce paragraphe, nous pouvons souligner que les différentes démarches utilisées pour analyser la composition floristique des écocomplexes (niveaux de richesse, indices de similarité de Dice entre liste floristique des différents écocomplexes, spectres biologiques et spectres de groupes fonctionnels, comparaison des répartitions des espèces peu fréquentes, analyse factorielle des correspondances) convergent vers les mêmes résultats.

Nous pouvons donc distinguer 4 groupes dans nos six écocomplexes :

- l'Arpont ;
- l'Ortet ;
- le Plateau, le Moulin et Rossanche (bien que pour certains aspects Rossanche soit relativement proche de l'Esseillon) ;
- l'Esseillon.

L'analyse de la végétation confirme donc le découpage des compartiments géomorphologiques et met en évidence la prédominance de la structuration par les écocomplexes, des données recueillies en milieu d'interface.

Les différents niveaux de richesse proposés permettent de mettre en évidence des classements fluctuants des écocomplexes en fonction de leur richesse, ce qui impliquera une réflexion sur les conséquences de ces différents niveaux de richesse pour gérer la biodiversité d'une commune. Nous reviendrons en détail sur ce point dans le chapitre discussion.

Nous allons maintenant aborder à l'échelle des écocomplexes, l'étude de chaque type physionomique dans chaque écocomplexe.

IV – LES TYPES PHYSIONOMIQUES PAR ECOCOMPLEXES

Pour caractériser les types physionomiques dans les différents écocomplexes, nous aborderons l'analyse des types physionomiques au sein de chaque écocomplexe uniquement sur la base des placettes de référence qui en caractérisent la végétation stable. Nous préciserons les différents niveaux de richesse floristique et de similarité des types physionomiques.
Dans une deuxième partie, nous aborderons les types physionomiques des écocomplexes dans leur dynamique actuelle, en utilisant les relevés faits dans 825 placettes.
Nous synthétiserons les informations concernant les niveaux de richesse et les indices de similarité de chaque combinaison d'un type physionomique dans chaque écocomplexe en le comparant à chacun des autres types échantillonné.

1 - Analyse de la végétation supposée en équilibre dynamique

Pour connaître la végétation homogène et stable des différents types physionomiques de la zone d'étude, nous allons dans un premier lieu utiliser les relevés pratiqués dans les 112 placettes de référence.
La figure 137 en indique la répartition par type physionomique et par écocomplexe.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

	Arpont	Esseillon	Moulin	Ortet	Plateau	Rossanche
bois	7		5			
friche	7	6	7			7
déprise		7	7	7	7	7
entretenu	7	3	7	7	7	7

Figure 137 : Répartition des 112 placettes de référence

Sur ces placettes, nous avons relevé 259 espèces qui représentent 60 % des espèces totales répertoriées dans l'ensemble de nos relevés, mais 90 % des espèces présentes avec une fréquence supérieure à 10 sur l'ensemble des relevés. Ceci nous montre que les relevés de référence donnent une bonne information sur les espèces fréquentes de différents milieux Nous comparerons les résultats de richesse à différents niveaux obtenus avec ces 112 placettes à ceux obtenus avec 825 placettes.

Le plan d'échantillonnage pratiqué permet de connaître la flore de 17 couples secteur/type de végétation et donc d'établir 17 listes de référence (Annexe 13). Une seule espèce (*Lotus corniculatus*) est commune à ces 17 listes. 94 espèces ne sont présentes que dans une seule liste de référence.

Pour chaque écocomplexe nous avons calculé :

- la richesse locale ;
- la richesse globale ;
- la richesse originale par rapport au secteur considéré (par exemple par rapport à l'Arpont pour la discussion sur l'écocomplexe de l'Arpont) : parmi les espèces présentes dans les relevés de référence de l'écocomplexe, nous extrayons la liste des espèces présentes uniquement dans le type de végétation considéré ;
- la richesse originale par rapport à l'ensemble des 17 combinaisons : parmi les espèces présentes dans l'ensemble des 17 listes de référence, nous extrayons la liste des espèces trouvées uniquement dans le type de végétation considéré.

Nous avons également mentionné pour chaque écocomplexe, la matrice des indices de similarité de Dice. Ces indices sont calculés pour chaque paire de types physionomiques (par exemple, bois - entretenu, bois - friche, friche - entretenu) et entre placettes au sein de chaque type (bois - bois, entretenu - entretenu, friche - friche). Ces matrices permettent de mettre en évidence la plus ou moins grande homogénéité des placettes d'un type de végétation (bonne homogénéité des 7 relevés pratiqués, quand l'indice friche - friche est élevé). Elles illustrent aussi la relative proximité des types de végétation entre eux.

a) Les types physionomiques de référence de l'Arpont

Les placettes de référence étudiées concernent les types bois, entretenu et friche pour lesquels la figure 138 indique les différentes richesses calculées.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Pour les types bois et friche de ce secteur, la taille des placettes a été portée de 2 m x 2 m à 7 m x 7 m pour que le relevé soit représentatif de la végétation arborée et arbustive. L'augmentation forte de la surface relevée (49 m^2 au lieu de 4 m^2) explique la forte richesse locale de ces types physionomiques à l'Arpont.

136 espèces sont recensées parmi lesquelles 34 sont présentes dans les trois types de végétation étudiés et 70 présentes uniquement dans un seul des types.

Nous voyons que la grande part de l'originalité de l'Arpont[12], est portée par le bois (51 espèces originales du bois au sein des relevés de référence bois, entretenu, friche de l'Arpont et 25 espèces originales par rapport à l'ensemble des relevés de référence étudiés).

	Arpont		
	bois	entretenu	friche
richesse locale	40,57	25,43	41,86
richesse globale	105	70	61
richesse originale par rapport à Arpont	51	13	6
richesse originale par rapport à l'ensemble des 17 combinaisons	25	6	1

Figure 138 : Les différents niveaux de richesse des placettes de référence de l'Arpont

Ceci s'explique à la fois par l'altitude supérieure de l'Arpont (et l'absence de relevés de bois à l'Ortet) et par la situation des relevés. En effet, ils ont été réalisés dans des secteurs de forêt éloignés de 100 mètres de la zone ouverte, alors que les autres relevés de bois (au Moulin) concernaient de petites surfaces de forêt donc très proches de zones ouvertes.

Arpont	bois	entretenu	friche
bois	0,57	0,23	0,31
entretenu		0,39	0,42
friche			0,83

Figure 139 : Matrice des indices de similarité de Dice pour les types de végétation de l'Arpont

Les placettes de friche sont très homogènes (indice de Dice de 0,83) par contre les placettes entretenues ont une similarité faible (0,39) : il y a plus de ressemblance entre les placettes de friche et entretenues (indice = 0,42) qu'entre les placettes entretenues. Ceci met en évidence une forte hétérogénéité du type de végétation entretenu de l'Arpont.

[12] tant par rapport à l'ensemble des 17 combinaisons type/secteur étudiées que par rapport aux deux autres types de l'Arpont

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

b) Les types physionomiques de référence de l'Esseillon

Les placettes de référence concernent les types déprise, entretenu et friche ; 91 espèces sont recensées parmi lesquelles seulement 11 espèces sont présentes dans les trois types de végétation étudiés et 59 espèces sont présentes uniquement dans un seul des types.

Les différents types de végétation de l'Esseillon sont très pauvres pour la richesse locale, mais aussi pour la richesse globale.

	Esseillon		
	déprise	entretenu	friche
richesse locale	10,71	13,33	14,5
richesse globale	54	30	50
richesse originale par rapport à Esseillon	31	7	21
richesse originale par rapport à l'ensemble des 17 combinaisons	14	1	14

Figure 140 : Les différents niveaux de richesse des placettes de référence de l'Esseillon

La faible pression d'échantillonnage pratiquée ici ne permet pas de mettre en évidence des espèces peu fréquentes, dont nous avons montré dans le chapitre 11, paragraphe II - 6 le fort pourcentage au niveau du secteur de l'Esseillon.

Esseillon	déprise	entretenu	friche
déprise	0,87	0,10	0,16
entretenu		0,35	0,28
friche			0,36

Figure 141 : Matrice des indices de similarité de Dice pour les types de végétation de l'Esseillon

Les milieux en déprise, en plus de présenter la richesse originale la plus forte (au niveau du secteur et de l'ensemble des 17 combinaisons), montrent une très forte homogénéité (indice de Dice = 0,87).

La grande hétérogénéité des placettes entretenues est due en grande partie à la présence de parcelles cultivées, donc très différentes entre elles, et ceci explique aussi la forte différence observée entre les milieux en déprise et entretenu.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

c) Les types physionomiques de référence du Moulin

Les quatre types de végétation ont été échantillonnés dans ce secteur, ils ont mis en évidence 134 espèces, un fonds commun de 15 espèces et 65 espèces présentes dans un seul type de végétation.

	Moulin			
	bois	déprise	entretenu	friche
richesse locale	18,2	26,15	22,43	18,57
richesse globale	66	62	63	66
richesse originale par rapport à Moulin	34	7	8	16
richesse originale par rapport à l'ensemble des 17 combinaisons	10	1	1	7

Figure 142 : Les différents niveaux de richesse des placettes de référence du Moulin

Les placettes de référence du type déprise ont la plus forte richesse locale et la richesse globale la plus faible alors que les parcelles de bois et de friche ont la configuration opposée (faible richesse locale mais richesse globale forte). Comme nous l'avons déjà vu pour l'Arpont, le type bois présente une richesse originale forte.

Moulin	bois	déprise	entretenu	friche
bois	0,23	0,21	0,18	0,08
déprise		0,59	0,48	0,31
entretenu			0,51	0,28
friche				0,24

Figure 143 : Matrice des indices de similarité de Dice pour les types de végétation du Moulin

Cette richesse originale forte correspond à une très forte hétérogénéité des placettes de bois entre elles (indice de Dice = 0,23). Les milieux en déprise et entretenu à richesse originale plus faible ont en parallèle des indices de similarité plus élevés. Il est surprenant de remarquer que la friche ressemble plus à déprise et à entretenu que les parcelles de friche entre elles.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

d) Les types physionomiques de référence de l'Ortet

Les types déprise et entretenu ont été échantillonnés dans ce secteur, ils ont mis en évidence 96 espèces, un fonds commun de 48 espèces et 48 espèces présentes dans un seul type de végétation.

	Ortet	
	déprise	entretenu
richesse locale	19,43	34,43
richesse globale	63	81
richesse originale par rapport à Ortet	15	33
richesse originale par rapport à l'ensemble des 17 combinaisons	1	6

Figure 144 : Les différents niveaux de richesse des placettes de l'Ortet

Les placettes entretenues ont une très forte richesse locale (la plus élevée de tous les couples type/secteur si l'on exclut les placettes de forêt et de friche de l'Arpont réalisées sur des surfaces plus grandes que 4 m^2). En comparaison, le type déprise montre une diminution de richesse locale de l'ordre de 40 %. Du point de vue de la richesse globale, le classement des deux types est le même, le milieu entretenu est plus riche que le milieu déprise. 33 espèces du type entretenu disparaissent dans les milieux en déprise, mais 15 espèces apparaissent.

Ortet	déprise	entretenu
déprise	0,39	0,27
entretenu		0,54

Figure 145 : Matrice des indices de similarité de Dice pour les types de végétation du Moulin

Les placettes en déprise sont assez distinctes, par contre les placettes du milieu entretenu ont une plus grande homogénéité due à la faible surface de la zone étudiée et à l'homogénéité des conditions de milieu et d'exploitation.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

e) Les types physionomiques de référence du Plateau

Comme à l'Ortet, les types de végétation déprise et entretenu sont étudiés. La richesse globale du secteur est faible avec 68 espèces répertoriées, parmi lesquelles nous notons un fonds commun de 32 espèces et 36 espèces présentes une seule fois.

	Plateau	
	déprise	entretenu
richesse locale	15,43	20,14
richesse globale	51	49
richesse originale par rapport à Plateau	19	17
richesse originale par rapport à l'ensemble des 17 combinaisons	1	0

Figure 146 : Les différents niveaux de richesse des placettes de référence du Plateau

Les placettes entretenues ont une richesse locale nettement plus faible (20 espèces au lieu de 34) qu'à l'Ortet et une richesse globale également faible (49 espèces au lieu de 81).

Le Plateau n'apporte aucune originalité à l'ensemble du secteur d'étude, puisque seule une espèce n'est présente que dans les placettes en déprise du plateau et non dans les 16 autres combinaisons.

Plateau	déprise	entretenu
déprise	0,36	0,34
entretenu		0,58

Figure 147 : Matrice des indices de similarité de Dice pour les types de végétation du Plateau

Les placettes entretenues ont une bonne similarité (0,58). Les prairies de fauche du Plateau ont une bonne homogénéité.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

f) Les types physionomiques de référence de Rossanche

Les placettes de référence de Rossanche sont réparties dans les milieux entretenu, déprise et friche. 87 espèces y sont relevées, avec un fonds commun de 24 espèces et 30 espèces présentes dans un seul des types.

	Rossanche		
	déprise	entretenu	friche
richesse locale	18,71	19,29	18,43
richesse globale	66	53	49
richesse originale par rapport à Rossanche	13	11	6
richesse originale par rapport à l'ensemble des 17 combinaisons	5	0	1

Figure 148 : Les différents niveaux de richesse des placettes de référence de Rossanche

Les richesses locales et globales des différents types sont moyennes.

Rossanche	déprise	entretenu	friche
déprise	0,29	0,31	0,34
entretenu		0,38	0,27
friche			0,46

Figure 149 : Matrice des indices de similarité de Dice pour les types de végétation de Rossanche

Les parcelles de milieu déprise et entretenu sont peu semblables, celles de friche ont un indice de similarité supérieur.

2 - Synthèse sur l'ensemble des placettes

Nous avons, écocomplexe par écocomplexe, étudié la richesse des types physionomiques stables traduite par la répartition des espèces les plus fréquentes d'Aussois.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Cependant, nous avons montré que les placettes de référence n'offrent pas une puissance d'échantillonnage suffisante pour appréhender toute la diversité des secteurs et en particulier les espèces peu fréquentes ou liées à des stades de transition. Nous utilisons donc dans l'analyse qui suit, le même échantillonnage que pour les résultats des types physionomiques au niveau de la commune (825 placettes, voir figure 88).
Nous présentons une synthèse des résultats obtenus pour les types physionomiques par écocomplexe selon les différents niveaux de richesse spécifique.

a) Richesse locale

Les richesses locales se répartissent (figure 150) entre 12 espèces par 4 m^2 et 33 espèces par 4 m^2. Les groupes les plus pauvres sont les zones les plus basses et les plus sèches de la zone d'étude et les milieux de bois et de friche (Esseillon et Rossanche). Les groupes les plus riches sont les zones les plus élevées en altitude et les milieux entretenu, écotone et friche (Arpont et Ortet). Ceci rejoint tout à fait nos résultats concernant les secteurs étudiés tous types confondus et ceux concernant les types physionomiques tous secteurs regroupés.

La plupart des secteurs ont une amplitude d'environ dix espèces entre le milieu le moins riche et le milieu le plus riche.

Les milieux entretenus sont souvent plus riches que les autres milieux d'un secteur, à l'exception de l'Esseillon et de Rossanche.
Les bois sont les milieux les moins riches des secteurs, ce qui s'explique par le faible recouvrement herbacé souvent constaté dans le sous bois dense des forêts d'épicéa où peu de lumière parvient au sol.

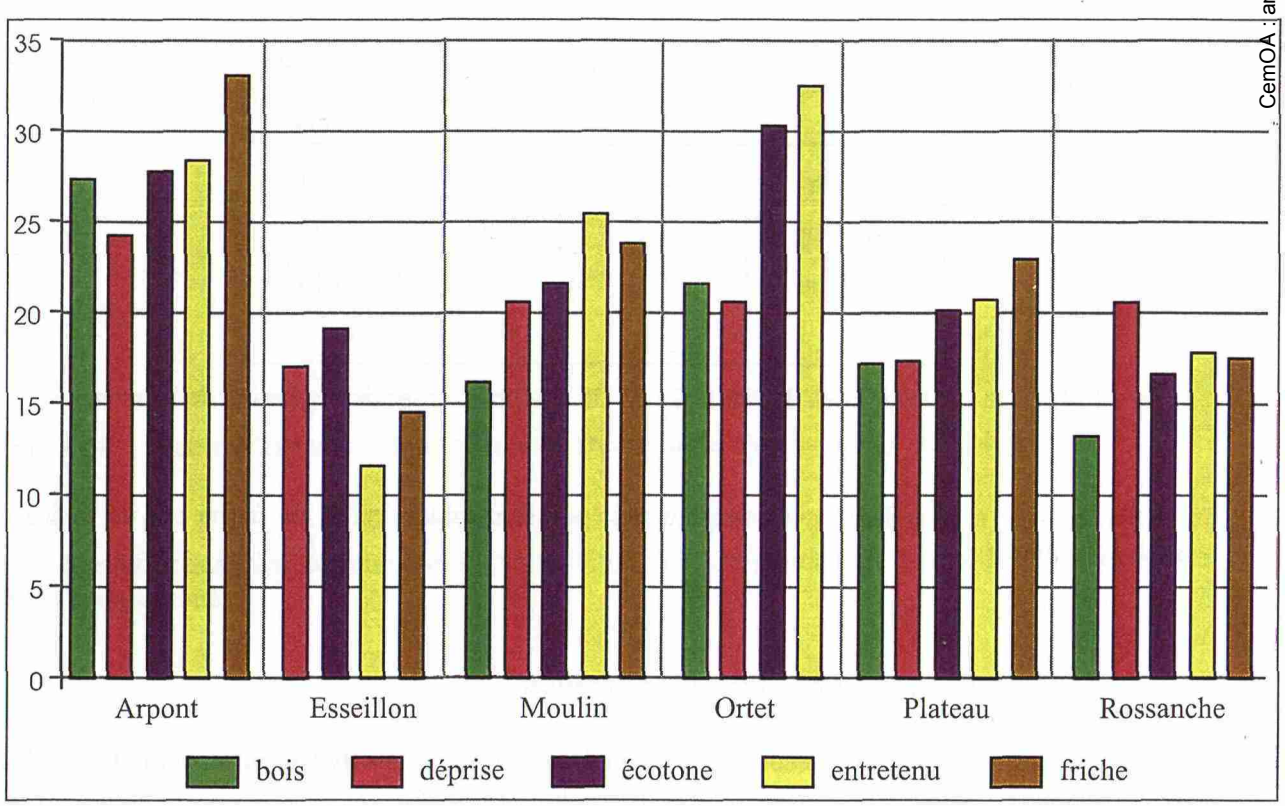


Figure 150 : Richesse locale par milieu et par secteur

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

b) Richesse globale

La richesse globale des différents milieux varie de 153 espèces pour les bois du Moulin à 32 espèces uniquement, pour les friches du Plateau.

Les friches du Plateau et les bois de Rossanche ont une richesse globale nettement plus faible que les autres milieux (32 et 44 espèces respectivement) puisque la richesse globale juste supérieure est 72 espèces.
Les écotones sont les milieux les plus riches (en première ou deuxième position) au sein de leur écocomplexe, les autres milieux les plus riches sont le type bois et le type déprise. Les milieux friche et entretenu sont fréquemment les moins riches de leur écocomplexe.

La plupart des secteurs ont une amplitude de 60 espèces entre le milieu le plus riche et le moins riche (le Plateau s'en écarte avec 101 espèces de différence entre la friche et l'écotone).

La moyenne de ces 28 richesses globales est de 103 espèces. Nous constatons que la totalité des écotones et la majorité des milieux en déprise sont de richesse supérieure à cette moyenne, à l'opposé, la quasi totalité des milieux friche et entretenu ont une richesse inférieure à cette moyenne.

Notre choix méthodologique nous a conduit à nous intéresser aux quelques mètres de bois au contact d'espaces ouverts ou enfrichés, de ce fait, nous avons donc une connaissance partielle de la flore de la forêt par absence d'échantillonnage au centre de la forêt.

Cette prise en compte partielle de la flore forestière, explique que les bois présentent les richesses globales les moins élevées (Plateau et Rossanche) cependant à l'Arpont[13] et surtout au Moulin, les bois présentent une richesse globale forte (133 et 153 espèces).

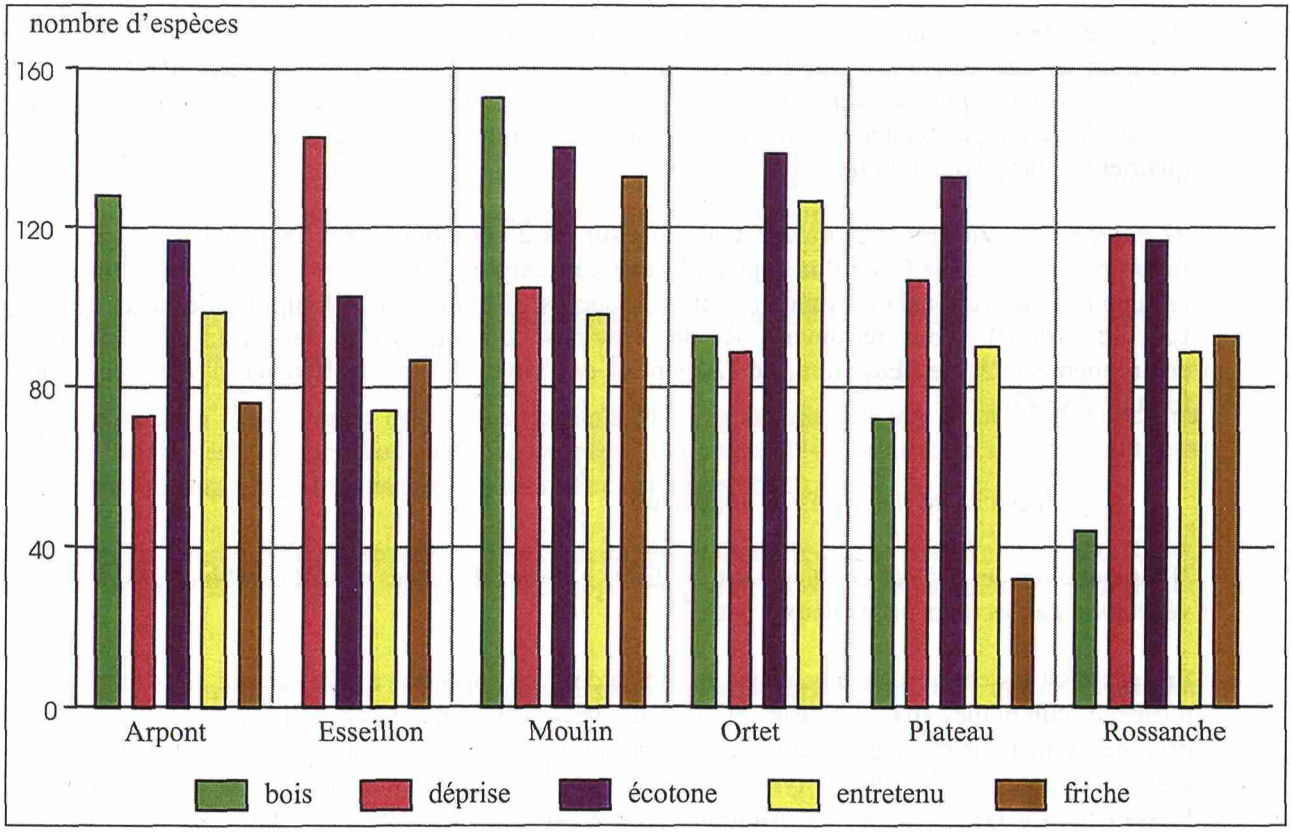


Figure 151 : Richesse globale par secteur et par type physionomique de végétation

[13] en raison des relevés de référence de grande taille effectués à 100 m de la lisière

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

c) Richesse originale

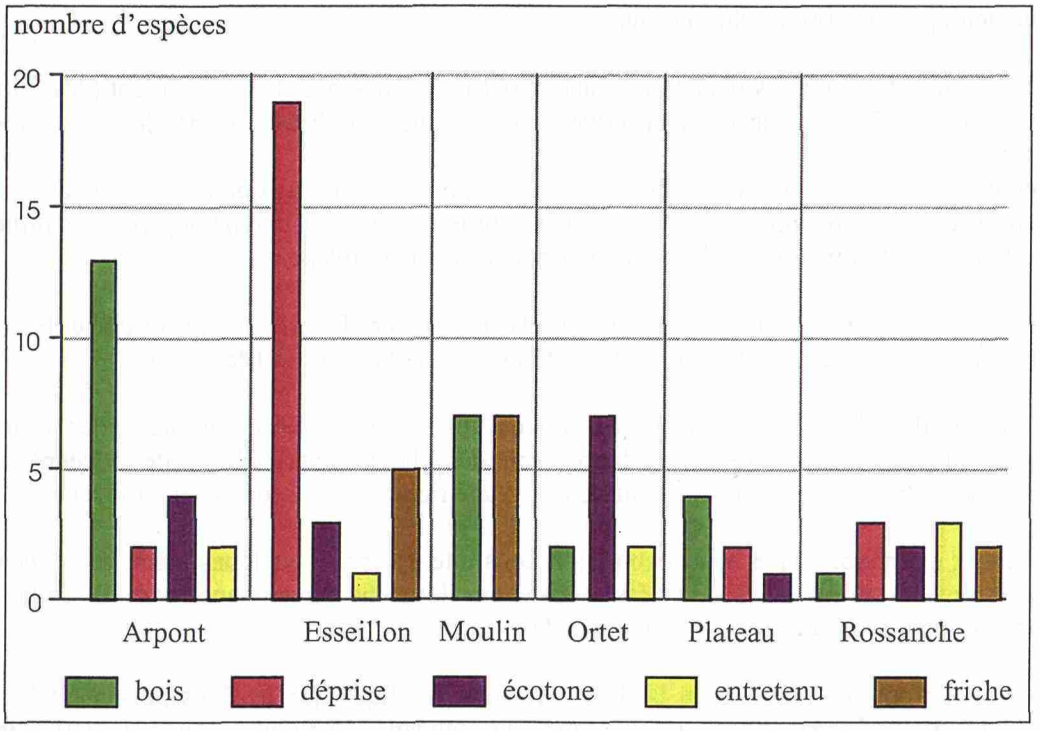


Figure 152 : Richesse originale par secteur et par type physionomique de végétation

Parmi les 28 combinaisons de type et de secteur étudiées, seules 3 espèces constituent le fonds commun de ces milieux. Il s'agit de *Helianthemum nummularium, Lotus corniculatus, Onobrychis viciifolia.* Il s'agit pour *Helianthemum* et *Onobrychis* des espèces qui présentent la plus forte somme des coefficients d'abondance (voir la figure 86, le diagramme rang fréquence), et *Lotus* est classée quatrième dans ce diagramme.

92 espèces ne sont présentes qu'une seule fois sur les 28 combinaisons. Seuls deux milieux ont une forte richesse originale (Esseillon déprise, 19 espèces ; Arpont bois, 13 espèces). Quatre autres milieux ont une richesse originale moyenne (environ 7 espèces) (Moulin bois, Moulin friche, Ortet écotone et Esseillon friche). Nous retrouvons ici des résultats déjà mis en évidence sur les particularités environnementales de l'Esseillon, de l'Arpont et de l'Ortet et sur la différence d'échantillonnage en forêt de l'Arpont.

d) Similarité des types de végétation

Nous calculons les indices de Dice entre les listes globales d'espèces des 28 combinaisons de types de végétation par secteurs prises deux à deux[14].

En regardant les couples qui possèdent un indice de Dice supérieur à 0,75 (ce qui correspond à 60 % d'espèces communes aux deux listes et 40 % d'espèces différentes) (figure 153), nous voyons que les écotones sont pour chaque secteur proche d'un autre milieu : très souvent le type entretenu (Ortet, Plateau, Arpont), au Moulin, le type écotone est proche à la fois du type bois et du type friche et à Rossanche, du type déprise. Au Moulin, il n'y a que peu de distinction entre les listes d'espèces globales des trois types bois, friche et écotone. Nous remarquons que les similarités les plus fortes se trouvent toujours entre deux milieux à l'intérieur d'un même écocomplexe.

[14] soit 378 calculs d'indice de Dice, tableau présenté en annexe 14

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Types très proches (indice de Dice >0,75)		indice de Dice
Ortet écotone	Ortet entretenu	0,83
Plateau écotone	Plateau entretenu	0,81
Arpont écotone	Arpont entretenu	0,79
Rossanche écotone	Rossanche déprise	0,79
Moulin écotone	Moulin bois	0,78
Plateau écotone	Plateau déprise	0,77
Ortet déprise	Ortet entretenu	0,77
Moulin écotone	Moulin friche	0,75
Moulin bois	Moulin friche	0,75

Figure 153 : Les types de milieu les plus proches

Pour un degré de similarité moins fort - indice de Dice compris entre 0,75 et 0,67 (ce qui veut dire que les deux listes présentent au moins autant d'espèces communes que d'espèces différentes) nous trouvons toujours une majorité des similarités pour des types du même écocomplexe mais aussi entre deux écocomplexes différents.

Ces calculs sont faits sur l'ensemble des espèces répertoriées, dont nous rappelons que 45 % sont présentes dans moins de 1 % des relevés. Ces seuils de similarité de 0,75 et même de 0,67 sont donc assez puissants et traduisent une bonne homogénéité des relevés.

Les écotones sont les milieux les plus fréquemment proches d'autres milieux (27 correspondances sur 45, soit 60 %, concernent un écotone). Ceci n'est pas étonnant puisque les écotones sont, par définition, situés spatialement et fonctionnellement entre deux milieux. La majorité (19) de ces correspondances mettant en jeu un écotone, se passe à l'intérieur des secteurs.

Il y a quelques rapprochements entre écotones de deux écocomplexes différents : écotone Rossanche = écotone Moulin et écotone Plateau, écotone Ortet = écotone Esseillon. Si le rapprochement des écotones de Rossanche, du Moulin et du Plateau rejoint les regroupements que nous avons déjà faits pour ces trois écocomplexes, celui des écotones de l'Ortet et de l'Esseillon est beaucoup plus surprenant en raison de l'éloignement environnemental de ces écocomplexes.

La représentation graphique de ces similarités permet de mieux mettre en évidence les rapprochements entre milieux et secteurs (figure 154 a).

Nous voyons ainsi que l'Arpont est totalement isolé, il n'y a aucune relation de similarité entre un milieu de l'Arpont et un milieu d'un autre écocomplexe. Par contre, les ressemblances entre les milieux de l'Arpont sont importantes : presque tous les milieux se ressemblent.

L'Esseillon est aussi à part ; la seule liaison extérieure est celle de l'écotone avec l'écotone de l'Ortet. Les milieux de l'Esseillon ont une grande hétérogénéité, seul l'écotone est similaire au milieu en déprise.

Comme nous l'avons déjà montré, le Moulin est relativement proche de l'Ortet, ainsi que de Rossanche et du Plateau. Tous les milieux du Moulin sont également très proches entre eux.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

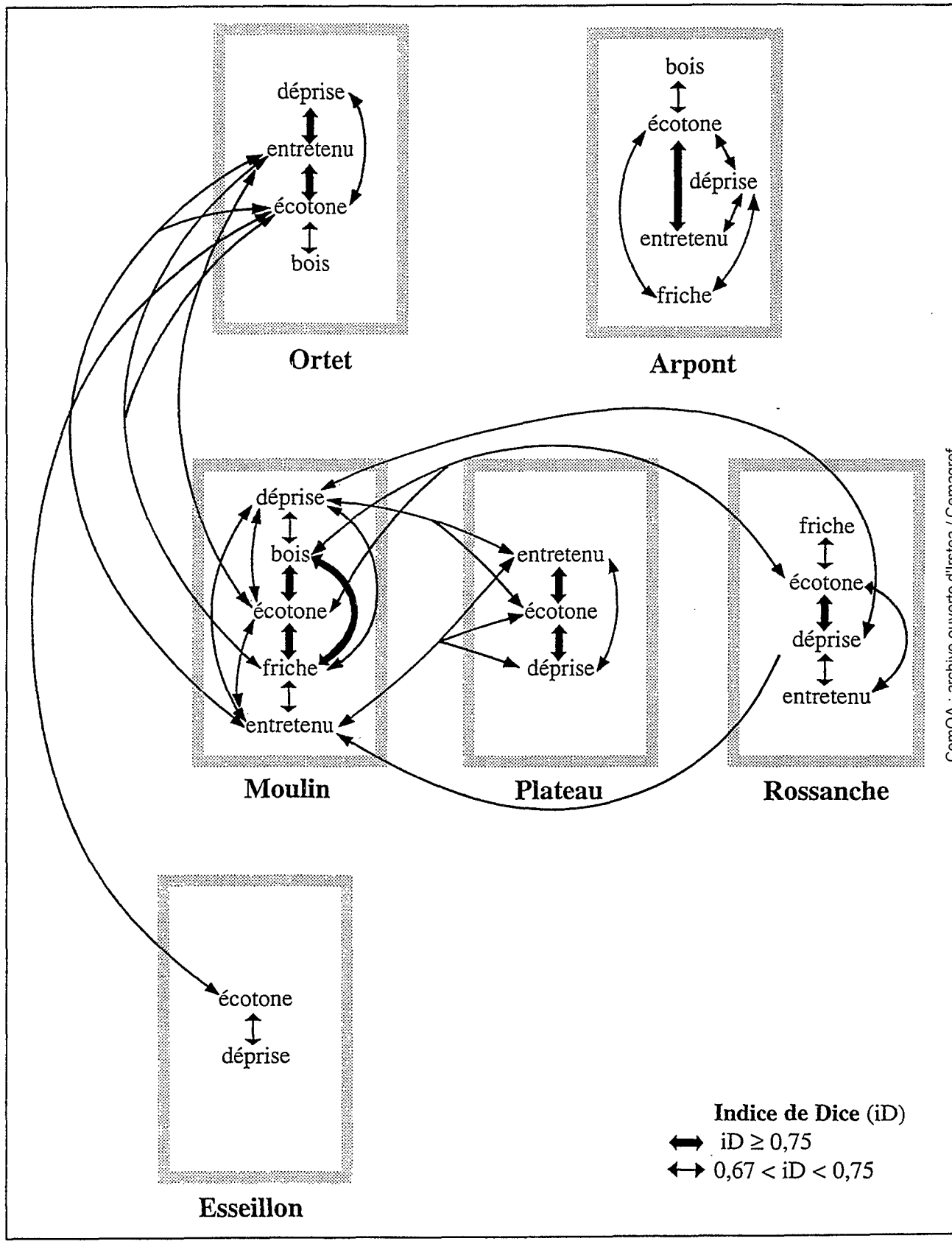


Figure 154 a : Représentation des liens de ressemblance entre milieux (sur la base des indice de Dice)

Ces résultats confirment donc les regroupements déjà proposés entre écocomplexes :

- Arpont : bien isolé et identifié par sa végétation et ses conditions pédoécologiques, mais dont le fonctionnement (facteurs de structuration de la végétation) est proche de celui de l'Ortet, du Moulin et de Rossanche ;

- Ortet : identifié par ses conditions pédoécologiques et son utilisation anthropique forte (qui réduit sa mosaïque paysagère) mais cependant proche par sa végétation du Moulin et par son fonctionnement du Moulin et de Rossanche ;

- Moulin, Plateau et Rossanche : très proches par leur végétation, leur fonctionnement[15] et leurs conditions de milieu moyennes (cependant la partie haute du Moulin s'apparente plus à l'Ortet et la partie basse de Rossanche s'apparente plus à l'Esseillon) ;

- l'Esseillon qui s'isole par ses conditions de milieu, sa végétation et son fonctionnement.

Nous utiliserons ces rapprochements pour pouvoir généraliser les résultats obtenus en ce qui concerne les écotones.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

[15] les AFC ont montré que le Plateau avait pour facteur structurant de l'axe 1, le pourcentage d'arbres et en axe 2, les facteurs structurant l'axe 1 des autres écocomplexes de ce groupe, nous pensons que c'est la faiblesse de l'échantillonnage de placettes de bois qui induit cette différence.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

CHAPITRE 12

CARACTERISATION DES ECOTONES

I - TYPOLOGIE DES ECOTONES

Notre approche par cartographie de la physionomie de la végétation nous a permis d'établir et d'utiliser la notion d'interface pour en sélectionner les types prédominants dans chaque écocomplexe. Lors des relevés de végétation, nous avons repéré les interfaces visibles dans la végétation pour positionner nos transects :

- soit entre végétation arborée et végétation herbacée ;
- soit entre deux types de végétation herbacée repérables par une différence visuelle (synthétisant la hauteur de la végétation, sa composition floristique...).

A l'issue de la campagne de relevés de végétation réalisée suivant les transects, nous disposons d'une information sur la position de l'interface, limite de la végétation la moins gérée qui a été notée sur le terrain. Cependant, à cette étape de la démarche, nous n'avons pas encore mis en évidence l'écotone.

A – PRINCIPE ET INTERPRETATION DE LA TYPOLOGIE

Nous avons défini l'écotone[1] comme une structure écologique intégrant à la fois la dimension spatiale (position entre deux types physionomiques de végétation) et la dimension temporelle (dynamique de colonisation de la végétation). La transition entre les deux types physionomiques de végétation s'établit selon un gradient de végétation. C'est donc l'analyse de la variation de la composition floristique des placettes le long du transect qui nous permettra de définir spatialement l'écotone.
Pour cela, nous avons choisi de mettre en place une démarche de classification des placettes des transects. L'écotone correspondra à un groupe de placettes (donc d'une zone de végétation) assemblées sur la base de leur composition floristique par rapport à la végétation du milieu de départ et à celle du milieu d'arrivée du transect.

Notre question à cette étape est donc de caractériser, à partir de leur composition floristique, les placettes d'écotones ainsi que celles des deux milieux extrêmes du transect. Nous avons pour cela utilisé transect par transect, une classification ascendante hiérarchique (CAH, distance du χ^2 et hiérarchie selon la méthode de Ward par le logiciel ADE 4).

[1] chapitre 3 paragraphe III - 3.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

1 - Principe de la classification ascendante hiérarchique

Nous avons précisé dans le chapitre 9 II - B -1 le mode de classification des placettes, transect par transect, basé sur l'analyse conjointe du dendrogramme issu de la classification ascendante hiérarchique et de la position de l'interface notée lors du relevé de végétation. Pour chacun des 70 transects échantillonnés, nous obtenons un dendrogramme où les relevés sont classés en fonction de leur ressemblance floristique. Cette classification ne prend pas du tout en compte la position du relevé sur le transect, les seules variables servant aux calculs de la distance et du classement hiérarchique sont les coefficients d'abondance des espèces présentes dans chaque relevé.

Notre hypothèse principale porte sur l'existence d'un gradient de végétation, s'il existe entre les milieux. Les placettes s'ordonneront selon leur position spatiale sur le terrain (codifiée par le numéro d'ordre sur le transect).
Une deuxième hypothèse découlant de notre définition de l'écotone est que l'écotone s'il existe, va s'individualiser des deux milieux adjacents sur la base de sa composition floristique.

Pour cela, après avoir vérifié le bon ordonnancement des placettes selon leur position sur le transect, nous posons comme règle a priori de séparer nos 10 relevés caractérisant un transect, en trois groupes :

- premier groupe : le milieu du début du transect,
- deuxième groupe : l'écotone,
- troisième groupe : le milieu de fin du transect.

Nous nous arrêtons donc au niveau deux de l'arbre hiérachique et nous vérifions la cohérence des groupes avec la position de l'interface notée sur le terrain.

De manière concrète, nous étudions l'ordre de classement des relevés numérotés de 1 (première placette du transect) à 10 (dernière placette du transect).

- si les numéros des placettes ne sont pas ordonnés, nous éliminons le transect, car nous considérons alors que ce transect ne permet pas de traduire la modification de la végétation qui se produit au cours du transect. Le gradient de végétation ne s'établit pas clairement ;

- si les numéros sont ordonnés[2], nous comparons alors la décomposition en trois groupes avec la position notée pour l'interface et nous affectons au groupe du milieu la catégorie "écotone" si l'interface en est proche.

2 - Interprétation de cette typologie

Parmi les 70 transects étudiés, une très grande majorité (87 %) présentent des placettes bien ordonnées et les groupes sont cohérents avec nos observations de terrain. Seuls 9 transects sont éliminés suite à cette étape. Ceci nous permet de confirmer l'hypothèse de l'existence d'un gradient de végétation d'un milieu à l'autre. La seule analyse de la composition floristique des placettes permet de mettre en évidence l'écotone comme une zone de végétation qui s'identifie de manière nette[3] par rapport aux milieux qu'il relie.

Afin d'affiner notre classification, nous établissons une typologie basée sur la qualité de la correspondance entre la position de l'interface notée sur le terrain et la position des placettes classées dans le groupe "écotone" par la CAH. Nous définissons trois types de transect (figure 154 b).

[2] il peut y avoir cependant quelques inversions de numéros au sein d'un groupe.
[3] Van der Maarel (1990) la nommerait écocline.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

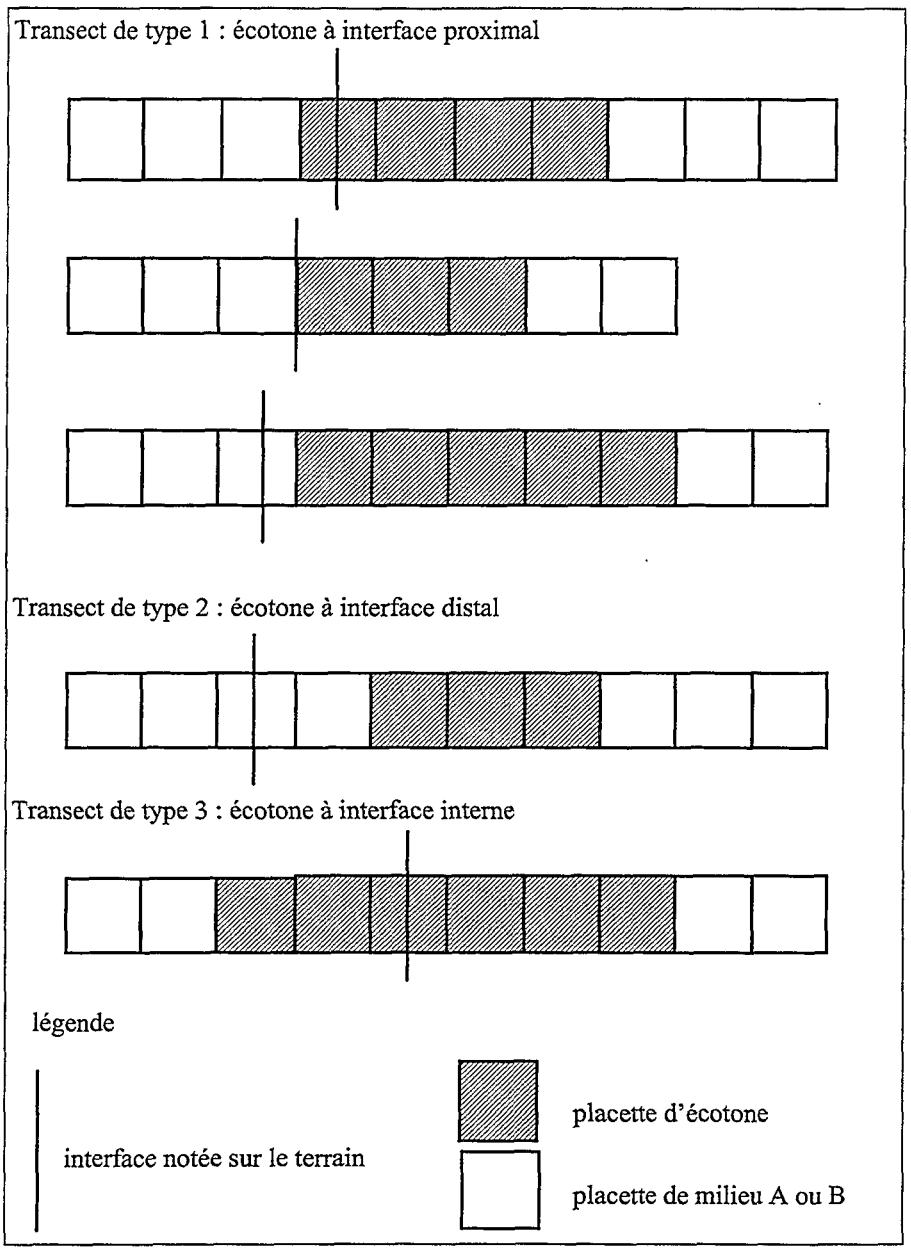


Figure 154 b : Typologie des transects selon la position respective de l'interface et de l'écotone

- type 1 ou écotone à interface proximal : l'interface notée sur le terrain est située dans la première placette définie comme écotone ou dans la placette juste avant la première placette définie comme écotone : 37 transects sur 61 sont bien classés selon ce critère ;

- type 2 ou écotone à interface distal : l'écotone apparaît après l'interface qui a été notée, l'écotone est donc situé dans la parcelle la plus gérée : 6 transects sur 61 appartiennent à cette catégorie. Au sens dynamique, nous pouvons considérer que les espèces caractérisant l'écotone sont déjà installées dans la placette la plus gérée, au delà de l'interface ;

- type 3 ou écotone à interface interne : l'écotone apparaît avant l'interface qui a été notée, l'écotone est donc situé dans la parcelle la moins gérée : 18 transects sur 61 appartiennent à cette catégorie.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Au sens dynamique, les espèces caractérisant l'écotone sont déjà présentes dans les dernières placettes de la zone la moins gérée.
Nous avons émis l'hypothèse que les écotones contraints et décontraints fonctionnaient différemment en raison des pressions anthropiques exercées ou non sur le milieu d'arrivée, et que les écotones décontraints étaient le lieu d'une dynamique de colonisation qui pouvait s'exprimer, alors que les écotones contraints étaient un réservoir d'espèces à potentialité non exprimable de colonisation.

Pour tester ces hypothèses, nous allons analyser la répartition des transects dans notre typologie selon la nature contrainte ou décontrainte de l'écotone (figure 155).

type de l'écotone	type 1 %	type 2 %	type 3 %
décontraint	74	4	22
contraint	52	13	34

Figure 155 : Classement des transects à écotones contraints et décontraints selon la position de l'interface et de l'écotone

Statistiquement, il n'y a pas de différence de répartition entre les écotones contraints et décontraints (test du χ^2 à 1 degré de liberté, $p = 0,78$). Cependant, nous pouvons regarder les tendances générales.

Les écotones décontraints sont plutôt situés juste au niveau de l'interface physionomique (type 1).
Ceci est peut-être lié à la netteté de l'interface entre les placettes de bois et la friche et la déprise ou entre la friche et la déprise vu la différence de physionomie de végétation.
L'interface des écotones contraints est plutôt moins bien positionnée par rapport à l'écotone, ces transects se répartissent plutôt dans les types 2 et 3 où l'interface est décalée par rapport à l'écotone.

Les tendances observées dans l'analyse de la répartition entre écotones contraints et décontraints nous incitent à regarder si la différence de physionomie joue un rôle dans le classement selon cette typologie

Si nous regardons comment se répartissent les différents types de transects dans les trois catégories (figure 156), nous mettons en évidence, pour les écotones contraints, une répartition déséquilibrée pour les types de transects FE (friche - entretenu) et DE (déprise - entretenu).

type du transect	type 1 %	type 2 %	type 3 %
Bois - Friche	70	10	20
Bois - Déprise	83		17
Friche - Déprise	71		29
Bois - Entretenu	47	33	20
Friche - Entretenu	100		
Déprise - Entretenu	44		56

Figure 156 : Classement des transects selon la position de l'interface et de l'écotone

Les 15 transects bois - entretenu présentent 5 transects classés dans le type 2 où l'écotone apparaît après l'interface, un seul autre transect (de type bois - friche) est classé dans cette catégorie. Seuls des

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

transects démarrant dans des parcelles de bois appartiennent à ce type, ceci peut indiquer que l'interface notée sur le terrain - ici la limite des arbres - n'est pas le début de l'écotone.
Les conditions d'ensoleillement peuvent empêcher l'installation des espèces de l'écotone juste à la fin de la végétation arborée (l'interface).

Les 18 transects déprise - entretenu présentent 10 transects classés dans le type 3 où l'interface est interne à l'écotone. Pour ces transects, nous pouvons considérer que l'interface entre le milieu en déprise et la parcelle entretenue n'était pas très nette et que la délimitation n'a pas été correctement repérée.
L'autre explication, qui rejoint l'hypothèse de base de cette thèse, est que les espèces de l'écotone ne peuvent pas s'installer dans la parcelle gérée, parce que les pratiques anthropiques empêchent leur croissance.

Pour ces écotones contraints entre le milieu en déprise et le milieu entretenu, nous pouvons considérer que les placettes situées avant l'interface sont vraiment le réservoir d'espèces qui permettra la colonisation des parcelles gérées.

Par ailleurs, le stade dynamique des deux milieux en contact est proche (ce qui peut expliquer une moins bonne caractérisation des groupes de placettes par la CAH), car dans les deux milieux, nous avons affaire à une végétation herbacée qui :

- dans les parcelles entretenues est adaptée et subit encore les pressions anthropiques ;
- dans les parcelles en déprise est constituée d'espèces encore en partie adaptées aux anciennes pratiques anthropiques.

De plus, la différence entre les compositions floristiques de ces deux milieux est faible ce qui peut expliquer les différences entre le classement par CAH des parcelles et le repérage de l'interface. Les indices de Dice (figure 95) sont en effet élevés :

- entretenu - déprise : 0,73
- entretenu - écotone : 0,79
- déprise - écotone : 0,77.

B – ANALYSE DES RESULTATS

1 - Analyse de la largeur des écotones

Les transects étudiés présentent des écotones variant de une placette (largeur 2 m) à six placettes (largeur 12 m) (figure 157), cette répartition n'est pas homogène (test de Kruskal-Wallis, kw = 60, 4 degrés de liberté, p = 0,001). Les largeurs moyennes (4 et 6 m) sont plus fréquentes.

largeur	2 m	4 m	6 m	8 m	>10 m
effectif	9	14	20	9	9

Figure 157 : Répartition des transects en fonction de leur largeur

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Notre hypothèse de différence de fonctionnement[4] des écotones contraints et décontraints a pour corollaire une hypothèse secondaire sur la largeur[5] des écotones : les écotones décontraints sont plus larges que les écotones contraints puisque les écotones décontraints sont dans une "*dynamique de substitution*" (Baudière et Gauquelin, 1990).

Dans les paragraphes suivants nous analyserons les relations entre la largeur des écotones et différents critères : nature contrainte ou décontrainte de l'écotone, la nature du milieu d'arrivée, la nature du milieu de départ et le type de transect.

a) En fonction de la nature contrainte ou décontrainte de l'écotone

Les effectifs des groupes contraint (37 transects) et décontraint (24 transects) sont déséquilibrés car ils résultent de la stratification de l'échantillonnage basée sur les pourcentages de longueur des différentes interfaces dans les écocomplexes. Nous avons d'une certaine manière fixé ce déséquilibre par le choix raisonné de ce type d'échantillonnage. Nous allons donc considérer la répartition des transects des deux échantillons dans cinq classes de largeur, en effectif brut et en pourcentage (ce qui corrige le biais du poids respectif des effectifs).

largeur	contraints %	décontraints %	total %
2 m	16	13	15
4 m	24	22	23
6 m	34	30	33
8 m	16	13	15
>10 m	10	22	15

Figure 158 : Répartition selon la largeur des écotones contraints et décontraints

Pour les groupes contraint et décontraint, la répartition n'est pas égale dans les différentes classes de largeur (test non paramétrique de Kruskal-Wallis, contraint : kw = 36, 4 degrés de liberté, p = 0,001 ; décontraint : kw = 23, 4 degrés de liberté, p = 0,001)

Seule la classe de largeur supérieure à 10 mètres présente un pourcentage plus fort pour les écotones décontraints que pour les écotones contraints. Les écotones les plus larges sont ainsi plus fréquemment des écotones décontraints.
A l'inverse, les écotones contraints sont moins fréquemment de grande largeur.

Ceci rejoint notre hypothèse de départ nous ayant amené à formaliser ces notions d'écotones contraints et décontraints.

La distinction entre écotone contraint et décontraint se fait sur le mode de gestion du milieu d'aboutissement du transect, il paraît intéressant d'affiner cette analyse en regardant si la nature du

[4] le potentiel de colonisation des espèces de l'écotone s'exprime dans l'écotone décontraint et ne s'exprime pas dans l'écotone contraint.
[5] la largeur de l'écotone correspond à la longueur des placettes définies comme écotone.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

milieu d'arrivée du transect (celui qui permet ou non l'installation des semences) influe sur la largeur de l'écotone.

b) En fonction de la nature du milieu d'arrivée du transect

Bien évidemment, les pourcentages du type entretenu sont identiques à ceux du paragraphe précédent concernant la nature contrainte, puisque les écotones contraints ont été définis comme ceux finissant dans un milieu encore géré, donc entretenu.

largeur	entretenu %	déprise %	friche %	total %
2 m	16	23	0	15
4 m	24	15	30	23
6 m	34	46	10	33
8 m	16	8	20	15
>10 m	10	8	40	15

Figure 159 : Répartition des largeurs d'écotone selon la nature de la fin du transect

Les répartitions ne sont pas homogènes dans ces trois groupes de transects (test non paramétrique de Kruskal-Wallis, entretenu : kw = 36, 4 degrés de liberté, p = 0,001 ; déprise : kw = 13, 4 degrés de liberté, p = 0,01 ; friche : kw = 9, 4 degrés de liberté, p = 0,02).

Quand la fin du transect est en milieu entretenu, il est moins fréquemment supérieur à 10 mètres.
Quand la fin du transect est en milieu en déprise, la répartition montre que la largeur 6 mètres est beaucoup plus fréquente. En contre-partie, il y en a moins pour les largeurs supérieures à 8 mètres.
Quand la fin du transect est dans la friche, il n'y a pas d'écotones de faible largeur (2 m) ; à l'inverse, il y en a plus pour les largeurs supérieures à 10 mètres.

Nous pouvons interpréter ces résultats en terme de réceptivité du milieu. La friche, et dans une moindre mesure le milieu en déprise, sont réceptifs aux espèces de l'écotone, ils peuvent permettre leur développement à une plus ou moins grande distance du début de celui-ci. La friche est donc un milieu à forte réceptivité, jusqu'à 12 mètres du début de l'écotone.

Nous avons vu l'influence du milieu en fin de transect, voyons maintenant le rôle du début du transect.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

c) En fonction de la nature du milieu de départ du transect

largeur	bois %	friche %	déprise %	total %
2 m	6	33	17	15
4 m	22	25	22	23
6 m	39	17	33	33
8 m	13	17	17	15
>10 m	19	8	11	15

Figure 160 : Répartition des largeurs d'écotones selon le début du transect

Nous procédons de la même manière que dans les paragraphes précédents pour évaluer l'influence du milieu en début de transect sur la largeur de l'écotone.

Les répartitions ne sont pas homogènes dans ces trois groupes de transects (test non paramétrique de Kruskal-Wallis, bois : kw = 30, 4 degrés de liberté, p = 0,001 ; friche : kw = 11, 4 degrés de liberté, p = 0,02 ; déprise : kw = 17, 4 degrés de liberté, p = 0,002).

Les écotones en bordure de bois sont par rapport à la répartition totale :

- moins souvent de largeur de 2 m,
- plus souvent de largeur de 6 m et plus de 10 mètres.

Les écotones démarrant par un milieu en friche sont :

- plus souvent de largeur de 2 m,
- moins souvent de largeur de 6 m et 10 m.

Les écotones démarrant dans un milieu en déprise ne présentent pas de différence par rapport à la répartition totale.

Nous pouvons interpréter ces résultats en terme de capacité d'émission d'espèces colonisatrices du milieu. Le bois est un milieu qui permet la colonisation à forte distance par des espèces d'écotone, il est dit bon émetteur. Sa capacité de colonisation s'exprime plus fortement sur des largeurs de 6 à 10 mètres. A l'inverse, la friche est un faible émetteur d'espèces, la faible largeur des écotones exprime ses faibles capacités de colonisation ou ses capacités de ne coloniser qu'à courte distance (2 m).

Nous avons vu l'influence du milieu d'arrivée de l'écotone en terme de réceptivité, celle du milieu d'origine en terme de capacité d'émission, voyons maintenant la combinaison de ces deux influences en étudiant la répartition de la largeur des écotones en fonction du type de transect (caractérisé par ses milieux de début et de fin).

d) En fonction du type du transect

Pour les six types de transects étudiés, la figure 161 présente les effectifs et pourcentages dans les différentes classes de largeur.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

largeur	B F %	B D %	F D %	B E %	F E %	D E %	total %
2 m	0	17	29	7	40	17	15
4 m	30	17	14	20	40	22	23
6 m	10	66	29	47	0	33	33
8 m	20	0	14	13	10	17	15
>10 m	40	0	14	13	0	11	15

Figure 161 : Répartition des largeurs d'écotones selon le type du transect

La répartition n'est pas égale dans chacune des classes de largeur pour les types de transect BF, BD, BE et DE (test non paramétrique de Kruskal-Wallis, BF : kw = 9, 3 degrés de liberté, p = 0,02 ; BD : kw = 6, 2 degrés de liberté, p = 0,03 ; BE : kw = 13, 4 degrés de liberté, p = 0,01 ; DE : kw = 17, 4 degrés de liberté, p = 0,002)

Par contre, pour les types de transect FD et FE, la répartition est égale dans chacune des classes (test non paramétrique de Kruskal-Wallis, FD : kw = 6, 4 degrés de liberté, p = 0,2 ; FE : kw = 4, 2 degrés de liberté, p = 0,1).

Pour le type FE, ceci est sans doute lié aux faibles effectifs et aux deux classes de largeur qui ne sont pas représentées.

Afin de voir si certains types sont liés à une largeur particulière d'écotone, nous avons réalisé une analyse factorielle des correspondances avec en ligne les cinq classes de largeur et en colonne les six types de transect. La figure 162 présente la superposition de l'AFC des lignes et des colonnes.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

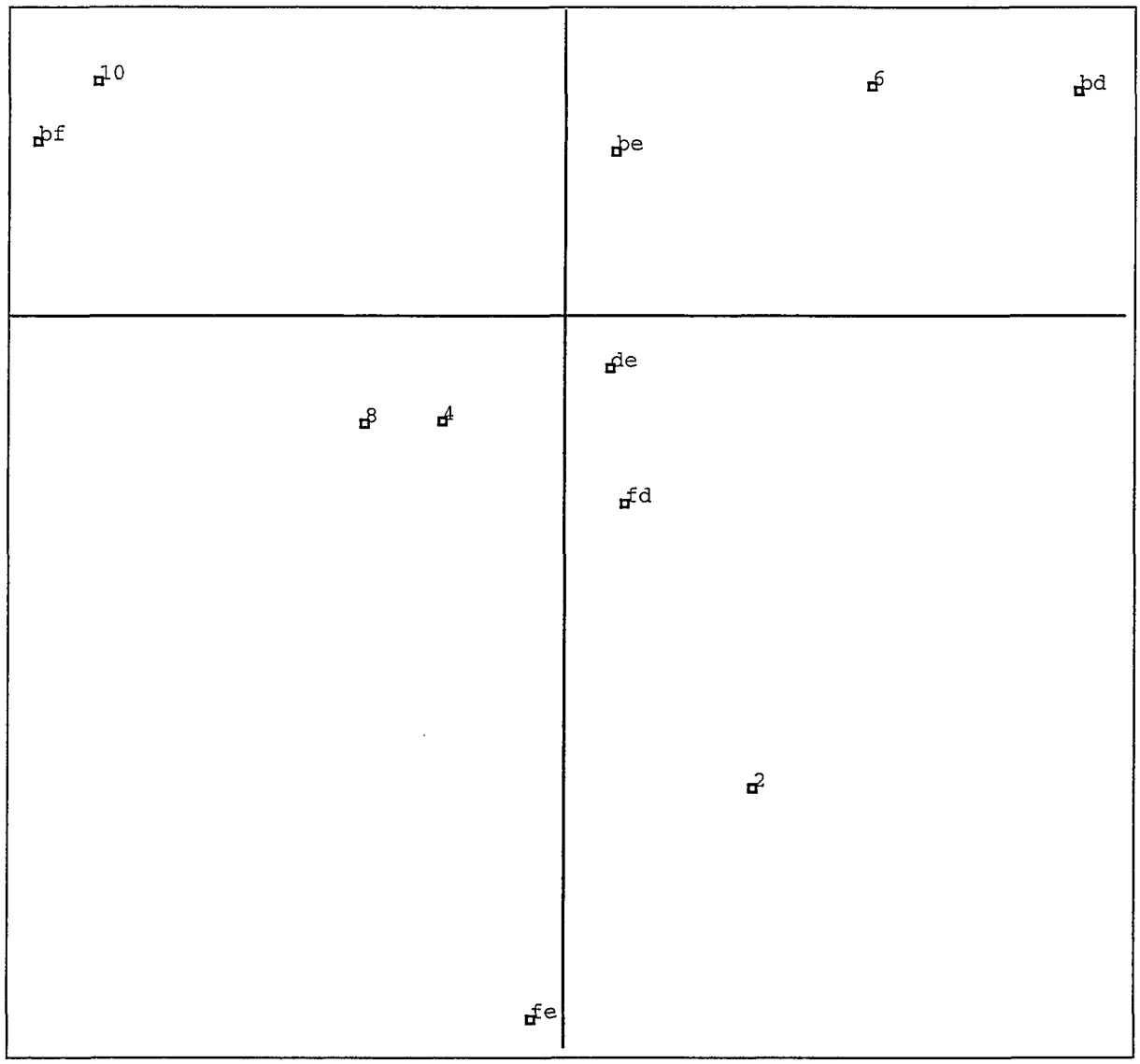


Figure 162 : AFC du tableau des effectifs en fonction de la largeur et du type de l'écotone, superposition des AFC colonne et ligne (axe 1 [-1 ; 1] - axe 2 [-1,3 ; 0,5])

L'axe 1 de l'AFC isole de part et d'autre de l'axe 2 à gauche le type de transect BF et à droite, le type BD alors que les types correspondant aux écotones contraints (BE, FE et DE) sont presque à l'origine de l'axe 1.

L'axe 2 de l'AFC oppose en haut les placettes débutant dans le milieu bois et les autres transects sous l'axe 1. Cet axe oriente aussi les différentes largeurs d'écotone, les largeurs les plus faibles sont en bas de l'axe 2 et les plus larges en haut de cet axe ; seule la largeur 8 mètres a une position non concordante, elle est plus proche de la largeur 4 m que de 6 et 10 mètres.

En comparant la position des points largeur et des points type de transect, nous pouvons mettre en évidence la proximité de :

- BF avec la largeur 10 m ;
- BD et BE avec la largeur 6 m ;
- FE avec la largeur 2 m ; malgré sa classification par le test de Kruskal-Wallis comme répartition égale, sa position sur l'AFC loin de l'origine des axes nous permet d'accepter ce rapprochement avec la largeur 2 m ;

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

- DE et FD proches des largeurs 4 et 8 m, mais très proches aussi de l'origine des axes, nous considérerons donc que ce rapprochement n'est pas interprétable.

Nous pouvons aussi interpréter les éloignements :

- BF et BE sont très éloignés de la largeur 2 m,
- FE est très éloigné des largeurs 6 m à 10 m.

Nous pouvons donc préciser les tendances de répartition des différents types d'écotone

- B F (bois - friche) :
  . il y a peu d'écotones de largeur de 2 m
  . il y a plus d'écotones de largeur supérieure à 10 m que dans les autres types

- B D (bois - déprise) :
  . il y a plus d'écotones de largeur de 6 m que dans les autres types

- B E (bois - entretenu) :
  . il y a peu d'écotones de largeur de 2 m
  . il y a plus d'écotones de largeur de 6 m que dans les autres types

- F E (friche - entretenu) :
  . il y a plus d'écotones de largeur de 2 m que dans les autres types
  . il y a moins d'écotones de largeur de 6 m à 10 m que dans les autres types

Pour F D (friche - déprise) et D E (déprise - entretenu) il ne semble pas y avoir d'effet entre la nature de l'écotone et sa largeur.

Nous pouvons donc classer les types de transect en fonction de la tendance dégagée plus haut vis-à-vis de leur largeur. Les types de transect ordonnés du plus au moins large sont les suivants :

- bois - friche :
  . préférentiellement supérieur à 10 m, jamais égal à 2 m selon l'interprétation en émetteur / récepteur définie dans les paragraphes précédents, il s'agit du couple bon émetteur - bon récepteur. Il est donc logique qu'il soit le plus large des écotones.

- bois - déprise :
  . préférentiellement égal à 6 m et jamais d'une longueur supérieure.

- bois - entretenu :
  . préférentiellement égal à 6 m, rarement égal à 2 m ; il s'agit pour bois - déprise d'un couple bon émetteur - moyen récepteur et pour bois - entretenu d'un couple bon émetteur - faible récepteur, nous ne voyons pas de différence ici entre les largeurs d'écotone de ces deux types.

- friche - entretenu :
  . préférentiellement égal à 2 m, moins fréquemment égal à 6 m
  il s'agit pour friche - entretenu d'un couple moyen émetteur - faible récepteur qui présente logiquement une surreprésentation des faibles largeurs d'écotone.

Les deux autres types suivent quasiment la répartition équiprobable.

Afin de visualiser comment se répartissent les écotones des différents types, nous représentons par une courbe (figure 163) la répartition (en pourcentage des 61 transects étudiés), de chaque type de transect.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Nous voyons ainsi que la largeur 6 m est la plus représentée (environ 30 % des transects) et qu'elle est la largeur dominante pour les types B E, D E et B D (ce dernier type ne présente pas de transect au-delà de cette largeur de 6 m).

- B F présente deux répartitions dominantes (mais en pourcentage de l'ordre de 5 %) pour les largeurs 4 m et 10 m.
- F D a une répartition équilibrée entre les différentes largeurs de 2 à 10 m.
- F E ne présente des transects que dans les plus petites largeurs de 2 et 4 m (et juste un autre à 8 m).
- D E est réparti dans toutes les largeurs avec cependant une représentation beaucoup plus forte pour les largeurs de 4 et 6 m.

Nous allons voir si la répartition varie en fonction de l'écocomplexe où se situent ces différents types d'écotones.

Pour les transects F D, friche - déprise, la répartition régulière de 2 à 10 m n'est pas indépendante de l'écocomplexe d'appartenance, ainsi :

- les écotones de faible largeur (de 2 à 6 m) sont majoritairement situés à Rossanche,
- les écotones de grande largeur (de 6 à 10 m) sont majoritairement situés à l'Esseillon.

Pour les transects B E, bois - entretenu :

- les écotones de faible largeur (de 2 à 6 m) sont plutôt situés à l'Arpont, au Moulin et au Plateau ;
- les écotones de grande largeur (de 6 à 10 m) sont plutôt situés à l'Ortet.

Pour les transects D E, déprise - entretenu :

- les écotones de faible largeur (de 2 à 4 m) sont plutôt situés à l'Esseillon, l'Ortet et Rossanche,
- les écotones de grande largeur (de 8 à 12 m) sont tous situés au Plateau.

Les largeurs faibles s'expliquent très bien par la nature des transects contraints, par exemple à l'Esseillon, les transects de largeur de 2 et 4 m sont au contact de parcelles cultivées (culture de Dactyle ou de Luzerne) ou de pâturage par des vaches ce qui conduit à des transitions très brusques entre le milieu en déprise et la parcelle soumise à une forte pression anthropique.
Il est par contre paradoxal que les très grandes longueurs d'écotones contraints soient obtenues entre des milieux en déprise et entretenus au Plateau qui est le secteur le plus fauché de toute notre zone d'étude. Nous reviendrons sur ce point lors de l'analyse des transects un par un.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

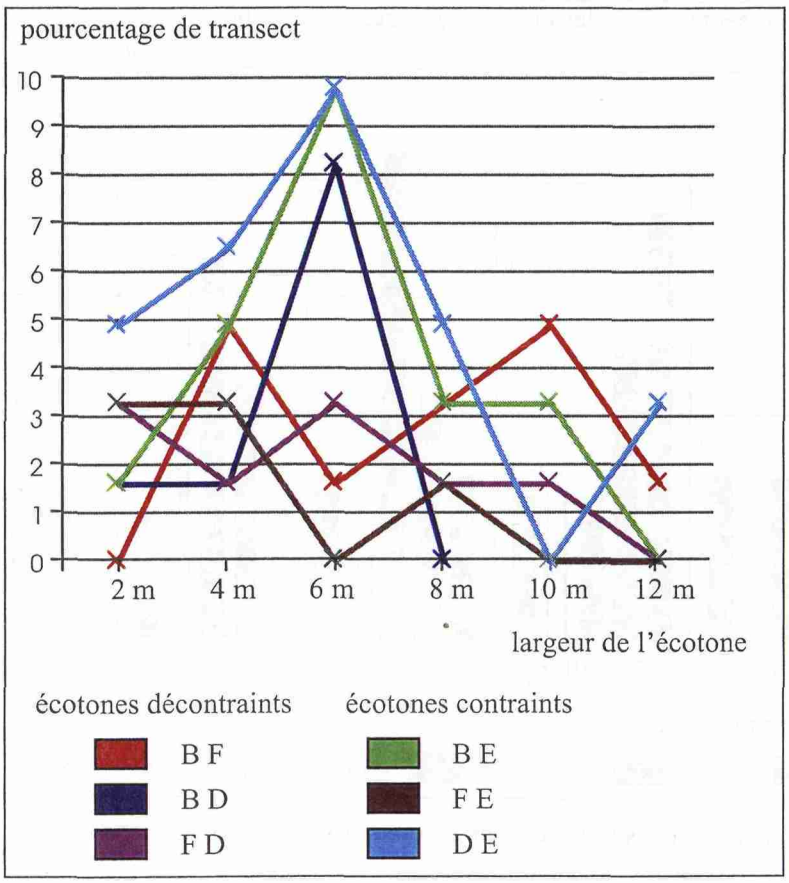


Figure 163 : Répartition des pourcentages de chaque type de transect selon la largeur de l'écotone

La figure 164 présente la répartition au sein de chaque écocomplexe des cinq classes de largeur d'écotone.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

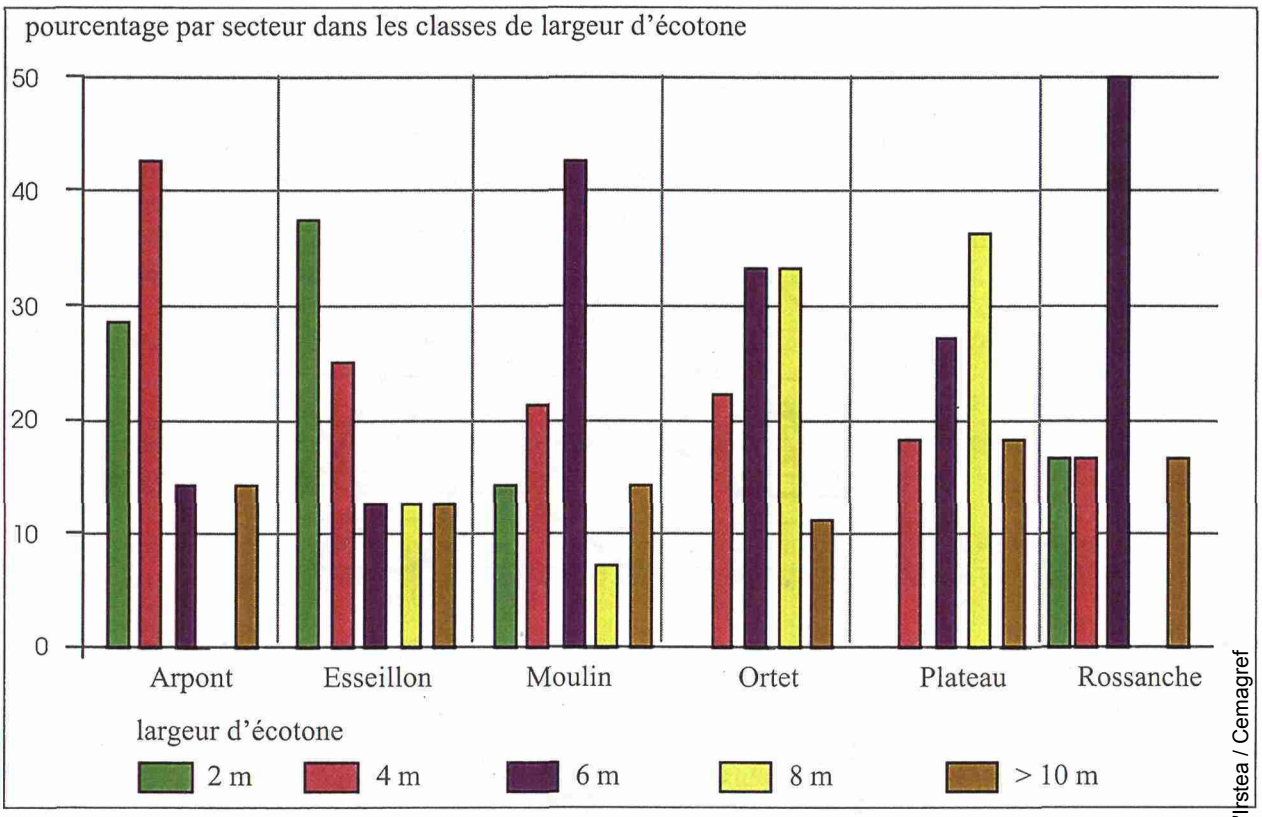


Figure 164 : Répartition des transects par écocomplexe selon la largeur d'écotone

A l'Arpont et à l'Esseillon, les écotones sont plutôt moins larges que dans les autres secteurs (largeur dominante 4 m pour l'Arpont et 2 m pour l'Esseillon).

Au Moulin et à Rossanche, les écotones sont plutôt de largeur moyenne (6 m).

A l'Ortet et au Plateau, il n'y a pas d'écotone brusque (largeur 2 m) mais une plus forte proportion d'écotones de grande largeur (8 et plus de 10 m).

Ces résultats dépendent bien évidemment des types de transect échantillonnés dans chaque écocomplexe. Or, notre échantillonnage a été stratifié en fonction du pourcentage des différentes interfaces dans les milieux, ce qui garantit qu'il n'y a pas de biais introduit au niveau des résultats exprimés par écocomplexe, par les types de transect échantillonnés.

2 - Analyse de la richesse locale relative des écotones

Nous analysons ici la richesse locale relative des placettes d'écotones comparées aux autres placettes du transect car cette approche est très importante en terme d'impact visuel puisque c'est ce niveau de richesse qui traduit le mieux la perception visuelle.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

En étudiant un par un les profils de richesse des transects (annexe 9), nous les classons en fonction de la richesse locale des placettes d'écotone par rapport à la richesse locale des placettes du milieu le moins géré et du milieu le plus géré. Nous définissons ainsi cinq catégories de richesse relative de l'écotone parmi lesquelles nous classons les 61 transects étudiés.

Ceci ne préjuge pas du niveau de richesse locale absolue de l'écotone, mais est relatif au contexte individuel de chaque transect (figure 165). Ces résultats donnent une information locale sur la richesse des écotones par rapport aux milieux qu'ils relient. Ainsi, un écotone dont les placettes contiennent 15 espèces sera jugé plus riche que les deux milieux si ceux-ci ont respectivement 10 et 5 espèces mais sera classé moins riche que les milieux adjacents si ceux-ci ont 20 et 25 espèces.

L'analyse des profils de richesse des 61 transects met en évidence que :

- 29 % des écotones sont plus riches que les milieux qu'ils séparent (type 1),
- 28 % des écotones ont une richesse intermédiaire à celle des deux milieux (type 2),
- 21 % des écotones ont une richesse équivalente à celle des deux milieux (type 3),
- 13 % des écotones ont la même richesse que l'un des deux milieux (type 4),
- 8 % des écotones sont moins riches que les deux milieux (type 5).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

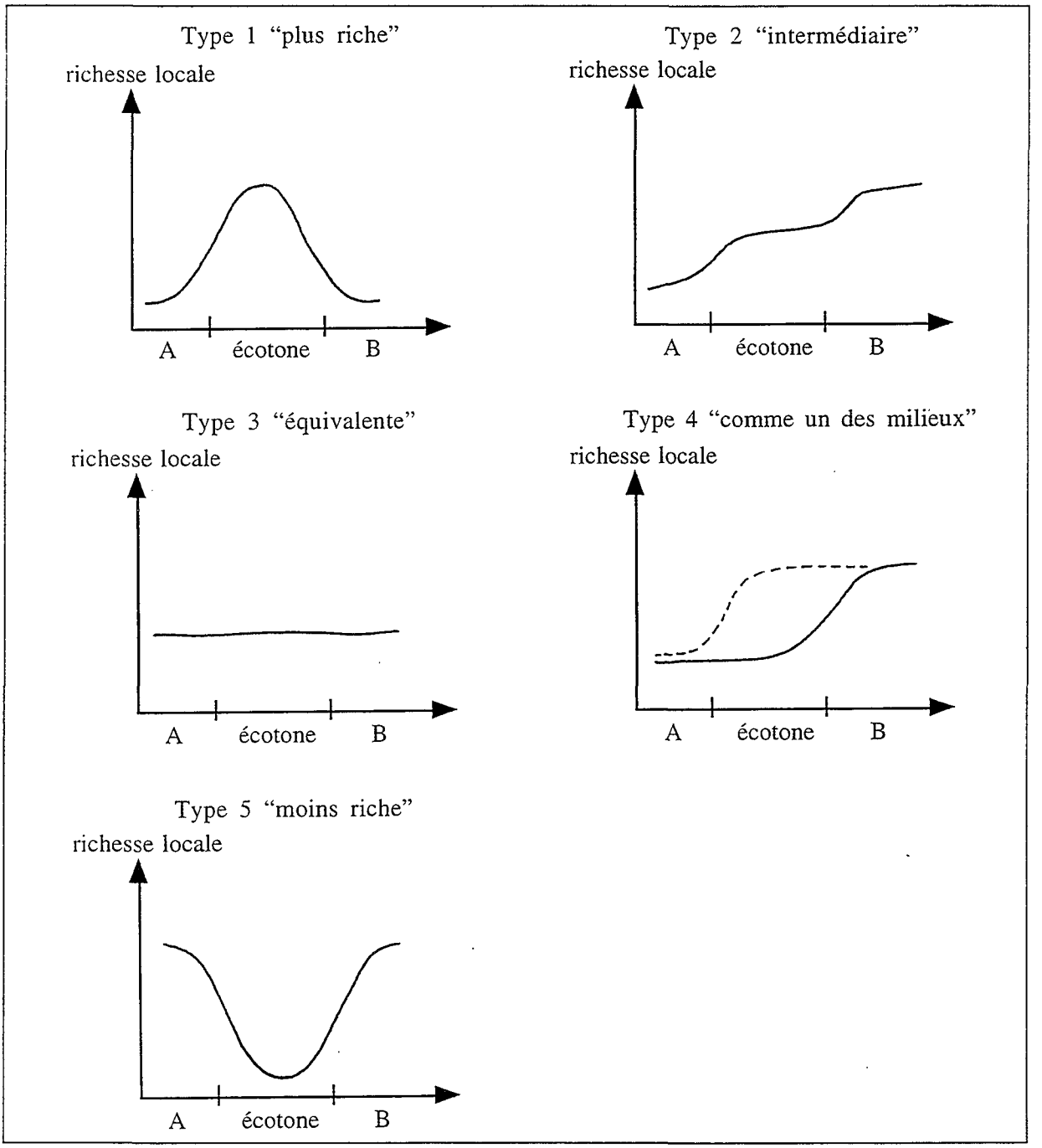


Figure 165 : Schéma des cinq types de richesse locale relative

Globalement donc, 92 % des écotones ont une richesse locale supérieure à celle du milieu le plus pauvre qu'ils bordent. Ces résultats rejoignent l'idée répandue de plus grande richesse des écotones. L'intérêt des écotones dans la gestion de la biodiversité est donc très important, puisque ces milieux sont soit aussi riches, soit plus riches que les milieux adjacents.

Cependant, cette richesse locale des écotones doit être étudiée selon les différents types de transect afin d'orienter nos propositions en matière de gestion. En effet, il est très important de savoir si la richesse locale est plus forte dans les écotones contraints ou décontraints et dans quel type de transect.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

a) En fonction de la nature contrainte ou décontrainte de l'écotone

La figure 166 présente la répartition des écotones selon les cinq niveaux de richesse relative définis plus haut.

richesse relative	contraints %	décontraints %	total %
type 1	26	35	29
type 2	24	35	28
type 3	24	17	21
type 4	16	9	13
type 5	10	4	8

Figure 166 : Répartition des richesses locales relatives d'écotones contraints et décontraints

Pour les deux groupes, la répartition n'est pas identique dans toutes les classes de richesse locale (test non paramétrique de Kruskal-Wallis, contraint : kw = 36, 4 degrés de liberté, p = 0,001 ; décontraint : kw = 23, 4 degrés de liberté, p = 0,001)

Les écotones décontraints sont plus souvent plus riches (type 1) ou de niveau intermédiaire (type 2) que par rapport au total des transects.

Les écotones contraints présentent plus souvent que la moyenne une richesse équivalente (type 3), la même richesse que l'un des deux milieux (type 4) ainsi qu'une richesse moins élevée (type 5).

Puisque les écotones contraints sont plutôt moins riches et les écotones décontraints plutôt plus riches que les milieux qu'ils séparent, nous pouvons confirmer comme en Maurienne (Delcros, 1993) qu'il y a un enrichissement local de l'écotone quand les pressions anthropiques diminuent. Ces premiers résultats correspondent cependant uniquement à la richesse locale (nombre d'espèces par placette sans regarder le nom des espèces), nous vérifierons donc cette hypothèse en regardant les richesses globales des placettes d'écotone contraint et décontraint pour voir quelles espèces s'ajoutent dans les écotones décontraints.

Nous allons poursuivre cette analyse en regardant la répartition des transects de différents types dans ces classes de richesse.

b) En fonction du type du transect

La figure 167 présente la comparaison entre les effectifs et les pourcentages des cinq types de richesse relative en fonction du type de transect.

La plupart de types de transect ont une répartition qui n'est pas identique dans toutes les classes (test non paramétrique de Kruskal-Wallis, BF : kw = 9, 3 degrés de liberté, p = 0,02 ; BE : kw = 14, 4 degrés de liberté, p = 0,007 ; BD : kw = 8, 1 degré de liberté, p = 0,02 ; DE : kw = 17, 4 degrés de liberté, p = 0,002).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Par contre, les types de transects FD et FE ont une répartition identique dans toutes les classes (test non paramétrique de Kruskal-Wallis, FD : kw = 6, 3 degrés de liberté, p = 0,1 ; FE : kw = 4, 3 degrés de liberté, p =0,2).

richesse relative	B F %	B D %	F D %	B E %	F E %	D E %	total %
type 1	10	67	43	33	40	17	29
type 2	50	33	14	27	20	22	28
type 3	30	0	14	13	20	33	21
type 4	0	0	28	13	0	22	13
type 5	10	0	0	13	20	5	8

Figure 167 : Répartition des richesses relatives d'écotones selon le type du transect

La figure 168 complète cette approche en représentant pour chaque type de transect le pourcentage classé dans le type 1 "plus riche".

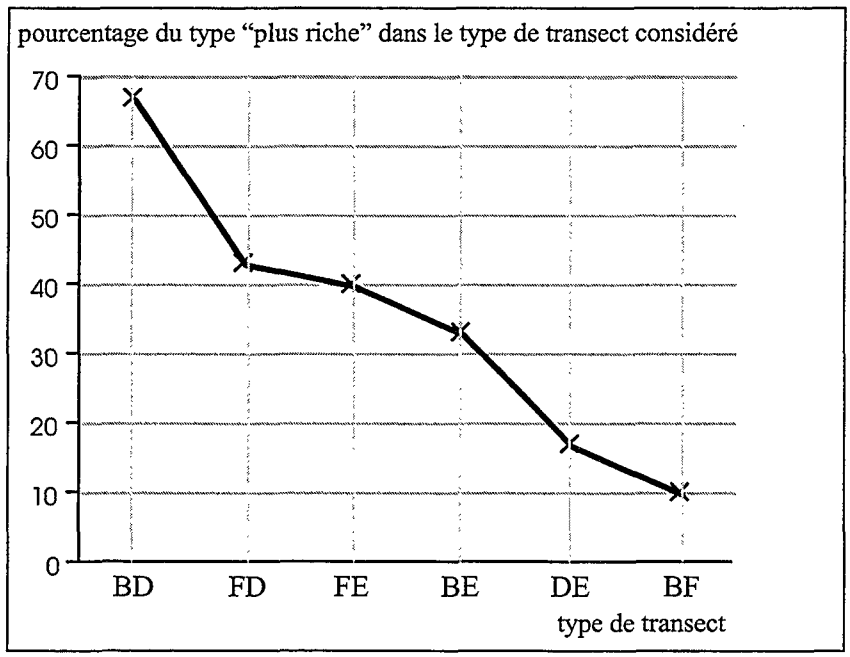


Figure 168 : Répartition du pourcentage "plus riche" dans les types de transect

Nous avons vu que globalement les écotones décontraints sont plutôt plus riches que les écotones décontraints, cependant l'analyse par type de transect permet de nuancer cela.

En effet, les écotones décontraints entre bois et friche, c'est-à-dire ceux qui ont la plus longue durée d'évolution[6], sont très rarement (10 %) plus riches que les bois et les friches adjacentes. Ces écotones

[6] puisque la friche nécessite plus de temps sans pratique anthropique pour s'installer à partir d'un milieu entretenu que pour arriver au stade déprise.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

sont soit de richessse intermédiaire - donc dans ce cas plus riches que le bois et moins riches que la friche, soit de richesse équivalente au bois et à la friche.

Les écotones entre bois et déprise sont très majoritairement (67 %) plus riches que les deux milieux adjacents ou de richesse intermédiaire, c'est-à-dire plus riches que le bois et moins riches que le milieu en déprise. Nous remarquons donc ici que cette première phase d'évolution d'un milieu où les pratiques agricoles ont cessé, au contact d'un milieu bon émetteur de semences qu'est le bois, produit globalement une augmentation de la richesse locale.

Les écotones entre friche et déprise ont une répartition identique selon les types, mais par rapport à l'ensemble des transects, ils présentent une forte proportion d'écotones plus riches (43 %) et d'écotones à richesse semblable à l'un des milieux, et dans ce cas, proches de la richesse des placettes en déprise.

Les écotones contraints sont globablement plutôt moins riches ; voyons pour chaque type de transect comment ils se répartissent.

Les écotones entre bois et entretenu présentent une répartition selon les classes de richesse très proche de l'ensemble des transects. Le type "plus riche" est prépondérant (33 %) dans ce type de transect. Cependant ils présentent une proportion assez importante dans la classe "moins riche".

Les écotones entre friche et entretenu ont une répartition identique selon les types mais par rapport à la répartition de l'ensemble des transects, ils sont majoritairement (40 %) plus riches que les milieux adjacents, mais aussi dans 20 % des cas moins riches.

Les écotones entre déprise et entretenu sont très rarement plus riches que les milieux adjacents (17 %, ce qui est plus faible que pour l'ensemble des transects). Ils sont de manière fréquente de même richesse que les deux milieux (type 3 : 33 %) ou que l'un des deux milieux (type 4 : 22 %).

Ce classement de la richesse locale relative des écotones dépend bien évidemment :

- de l'écotone lui-même,
- de la nature et de la richesse locale des deux milieux adjacents.

Rappelons en particulier que la richesse locale des cinq types physionomiques varie de 19 à 24 espèces par placette (figure 169).

type physionomique	déprise	bois	écotone	friche	entretenu
richesse locale	18,9	19,1	22,5	23,1	24,3

Figure 169 : Richesse locale des cinq types physionomiques

Ceci peut expliquer pourquoi les écotones entre bois et déprise (les deux milieux à la plus faible richesse locale) sont très majoritairement plus riches que ces deux milieux. Un milieu est en effet plus facilement plus riche que deux milieux pauvres . Ceci explique aussi pourquoi les écotones entre déprise et entretenu sont moins riches mais beaucoup plus souvent de richesse intermédiaire aux deux milieux, puisqu'ils se situent entre un milieu à faible richesse locale (déprise) et un milieu à forte richesse (entretenu).

En observant la répartition des répétitions effectuées pour un type de transect par écocomplexe (annexe 15), nous remarquons que l'hétérogénéité individuelle de chaque transect est plus forte que

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

l'homogénéité résultant de la nature de l'écotone. En effet, pour un même échantillon de transect (c'est-à-dire un écocomplexe et un type de transect) les cinq répétitions ne sont pas classées dans le même type de richesse.
Seuls les transects bois - déprise et bois - friche du Moulin et déprise - entretenu du Plateau présentent 3 des 5 répétitions classées dans le même niveau de richesse.

3 - Analyse de la richesse globale des écotones

Nous avons montré que la nature du transect influe sur la richesse locale relative de l'écotone, cette information est intéressante pour ce qui concerne l'aspect visuel de la végétation, mais il est très important de connaître la variation de la richesse globale de ces trois milieux, car c'est cette richesse qui aura un impact en terme de potentiel de colonisation et en terme de gestion de la biodiversité à l'échelle du paysage.

a) Sur l'ensemble des transects

Pour chaque transect, nous calculons la richesse globale des 3 groupes de placettes : le milieu de départ (milieu A), les placettes d'écotone et le milieu d'arrivée (milieu B).
La richesse globale est le nombre d'espèces différentes contenues dans ces placettes. Nous utilisons ces valeurs de manière absolue sans regarder comment elles s'ordonnent relativement entre les trois milieux d'un même transect.

Nous analysons dans un premier temps l'ensemble des transects[7] pour calculer la moyenne de ces 3 milieux et nous pratiquons un test t unilatéral sur deux groupes appariés en prenant les colonnes deux à deux.

La moyenne des 57 richesses globales par milieu donne les résultats suivants :

- milieu A : 28,8 espèces,
- écotone : 32,9 espèces,
- milieu B : 34,1 espèces.

Nous comparons pour les milieux pris deux à deux, les 57 richesses globales par un test t sur couple apparié. Le choix du test unilatéral nous permet de répondre à la question "est-ce que la moyenne des richesses globales du milieu A est inférieure à la moyenne des richesses globales de l'écotone ?"

La figure 170 présente les résultats de ces tests pour les trois comparaisons faites.

variable X	variable Y	moy X	moy Y	moy(X- Y)	p du test t unilatéral
milieu A	écotone	28,8	32,9	- 4,1	p = 0,01
écotone	milieu B	32,9	34,0	-1,1	p = 0,18
milieu A	milieu B	28,8	34,0	- 5,2	p = 0,002

Figure 170 : Comparaison des richesses globales des trois milieux des transects

Au seuil de signification de 5 % :

- le milieu A est moins riche que le milieu B du même transect,

[7] soit 57 transects; en effet, 4 transects ne présentent pas de milieu A car la première placette de l'écotone est au début du transect.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

- le milieu A est moins riche que l'écotone adjacent.

La différence de moyenne entre écotone et milieu B est due au hasard et est supposée nulle.

Dans les transects étudiés, les écotones sont plus riches que les milieux les moins gérés qu'ils bordent, et ce, quel que soit le type de milieu de départ de l'écotone. Par contre, leur richesse globale n'est pas distincte de celle des milieux les plus gérés. Les milieux les plus gérés sont plus riches que les milieux les moins gérés adjacents.

La diminution des pratiques anthropiques sur les milieux actuellement gérés (milieu B) provoquerait tout d'abord l'extension de l'écotone (augmentation de sa largeur puisque nous avons montré que les écotones décontraints sont plus larges) dont les espèces s'installeraient dans la parcelle abandonnée. Cette phase transitoire ne s'accompagnerait pas d'une perte de richesse globale puisque les écotones ont la même richesse globale que le milieu A. Par contre, la lente transformation floristique de la parcelle colonisée par l'écotone pour atteindre celle du stade moins géré (milieu A) provoquerait à terme, une diminution de la richesse globale.

Afin de voir l'influence de la nature contrainte ou décontrainte de l'écotone, nous réalisons de nouveau ces tests sur les fichiers réduits aux transects à écotones contraints puis à écotones décontraints.

b) Selon la nature des écotones

Les valeurs des richesses globales pour les 37 transects à écotones contraints mettent en évidence (figure 171) que les écotones ne présentent pas de différence par rapport aux deux milieux adjacents.

variable X	variable Y	moy X	moy Y	moy(X- Y)	p du test t unilatéral
milieu A	écotone	32,0	34,6	- 2,6	p = 0,14
écotone	milieu B	34,6	34,9	-0,3	p = 0,41
milieu A	milieu B	32,0	34,9	- 2,9	p = 0,12

Figure 171 : Comparaison des richesses globales des trois milieux des transects à écotones contraints

Les transects à écotone contraint présentent une richesse stable d'un bout à l'autre du transect.

Les transects à écotone décontraint présentent (figure 172) une différence statistiquement établie au seuil de signification de 5 % entre :

- le milieu A et l'écotone : l'écotone est plus riche que le milieu A,
- le milieu A et le milieu B : le milieu B est plus riche que le milieu A

variable X	variable Y	moy X	moy Y	moy(X- Y)	p du test t unilatéral
milieu A	écotone	23,8	30,4	- 6,5	p = 0,007
écotone	milieu B	30,4	32,7	-2,3	p = 0,14
milieu A	milieu B	23,8	32,7	- 8,9	p = 0,0002

Figure 172 : Comparaison des richesses globales des trois milieux des transects à écotones décontraints

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Les moyennes des richesses globales de ces différents milieux sont présentées dans la figure 173.

moyenne des richesses globales	contraint	décontraint
milieu A	32,0	23,8 (1) (2)
écotone	34,6	30,4 (1)
milieu B	34,9	32,7 (2)

(1), (2) différence entre ces valeurs au seuil de signification de 5 %

Figure 173 : Valeurs des moyennes des richesses globales (test t au seuil de 5 %)

Tous les milieux des transects à écotones contraints paraissent plus riches que ceux des transects à écotones décontraints ; cependant une analyse de variance[8] de chacun de ces six groupes par rapport à la valeur théorique (la moyenne du milieu calculée pour l'ensemble des 57 transects étudiés) permet de nuancer ce résultat.

Les deux groupes des placettes de milieu A (groupe contraint et groupe décontraint) diffèrent de la moyenne de l'ensemble des transects. Nous pouvons donc dire que les placettes de milieu A des transects contraints (bois, friche et déprise) sont plus riches que les placettes de milieu A des transects décontraints (bois et friche). Ceci est vraisemblablement dû à la forte richesse globale des placettes en déprise (qui est au niveau de la commune de 267 espèces).
Les placettes d'écotone des transects à écotones décontraints sont moins riches que la moyenne établie sur l'ensemble des 57 transects.

Nous pouvons donc en conclure que les transects traversant des écotones contraints ne présentent aucune différence de richesse globale entre les trois milieux et que tous ces milieux ont une richesse globale de l'ordre de 33 espèces. Les transects traversant des écotones décontraints présentent des placettes d'écotone de même richesse que le milieu le plus géré (de l'ordre de 31 espèces) et plus riches que le milieu le moins géré (24 espèces).
En termes de gestion de l'espace, la diminution de la pression anthropique, qui relâche la pression exercée par l'homme sur les écotones, contribue donc à diminuer légèrement la richesse globale des écotones.
La perte de richesse globale à long terme est donc encore plus nette au vu des différences de richesse des écotones et des milieux A des écotones décontraints.

La seule différence bien marquée entre le groupe des transects à écotones contraints et celui des écotones décontraints porte sur le milieu A. Nous allons donc regarder la richesse globale en fonction de la nature des milieux A et B.

De l'analyse des richesses globales en fonction du type de transect (selon la nature du milieu A et B), il ressort que seuls les transects entre le bois et un autre milieu présentent des différences statistiquement valables :

- pour les transects bois - friche, bois - déprise et bois - entretenu, les écotones sont plus riches que les placettes de bois ;
- les placettes en friche et en déprise sont plus riches que celles de bois.

La figure 174 montre les richesses globales moyennes qui sont statistiquement différentes (deux valeurs en gras sur la même ligne et éventuellement deux valeurs en italique sur la même ligne). Nous

[8] test t unilatéral sur un groupe, comparé à la moyenne de l'ensemble des transects, avec un seuil de signification de 10 %

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

voyons que le milieu le moins géré (milieu A) est toujours soit moins riche, soit de richesse équivalente par rapport à l'écotone et au milieu le plus géré (milieu B). Les écotones les plus riches sont ceux des transects contraints entre milieux les plus éloignés quant à leur degré de gestion (bois - entretenu et friche - entretenu).

type de transect	milieu A	écotone	écotone	milieu B	milieu A	milieu B
contraint						
Bois Entretenu	**33,3**	**38,8**	38,8	37,4	33,3	37,4
Friche Entretenu	37	36,5	**36,5**	**44,7**	37	44,7
Déprise Entretenu	29,6	30,2	30,2	30,1	29,6	30,1
décontraint						
Bois Friche	**22,9**	**31,3**	31,3	34,2	**22,9**	**34,2**
Bois Déprise	**22,5**	**30**	30	32	**22,5**	**32**
Friche Déprise	26,7	29,2	29,2	30,8	26,7	30,8

en gras : les valeurs statistiquement différentes deux à deux
en standard : les valeurs statistiquement non différentes

Figure 174 : Richesses globales moyennes selon la nature du transect (test t au seuil de 5 %)

Ces résultats concernent les niveaux de richesse globale de toutes les placettes d'un même milieu et selon différentes classifications des transects. Nous allons maintenant regarder ce qui se passe transect par transect en reprenant la classification en cinq types de richesse relative utilisée précédemment (figure 165), qui nous permet de comparer pour un même transect la richesse globale de ses placettes de milieu A, d'écotone et de milieu B.

4 - Analyse de la richesse globale relative des écotones

Pour chaque milieu de chaque transect nous avons calculé le nombre total d'espèces rencontrées, nous regardons maintenant transect par transect comment s'ordonnent ces trois valeurs de richesse globale. Nous utilisons pour cela les mêmes types que dans le paragraphe 4.
Cette approche permet de voir localement comment la biodiversité évolue en fonction de la nature de l'écotone.
Le classement des transects[9] sera analysé selon la nature des écotones ou des transects.

[9] nous utilisons ici 57 transects au lieu de 61 car 4 transects ne présentent pas de milieu A (l'interface est à 0 m et la première placette est une placette d'écotone)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

richesse globale relative	contraints %	décontraints %	total %
type 1	17	41	26
type 2	31	27	30
type 3	6	4	5
type 4	26	6	19
type 5	20	18	19

Figure 175 : Répartition des richesses globales relatives d'écotones contraints et décontraints

La répartition n'est pas identique dans tous les types (test non paramétrique de Kruskal-Wallis, contraint : kw = 34, 4 degrés de liberté, p = 0,001 ; décontraint : kw = 22, 4 degrés de liberté, p = 0,001).

Nous pouvons observer les différences suivantes entre les écotones contraints et décontraints :

- les écotones décontraints sont plus souvent de type 1 (plus riches) et moins souvent de type 4 (de même richesse que A ou B) que la moyenne ;
- les écotones contraints sont plus souvent de type 4 (de même richesse que A ou B) et moins souvent de type 1 (plus riches) que la moyenne.

La figure 176 présente la répartition en fonction du type des transects.

richesse globale relative	B F %	B D %	F D %	B E %	F E %	D E %	total %
type 1	40	33	50	28	0	12	26
type 2	40	17	17	36	0	35	30
type 3	10	0	0	7	0	6	5
type 4	0	33	0	14	25	35	19
type 5	10	17	33	14	75	12	19

Figure 176 : Répartition des richesses globales relatives d'écotones selon le type du transect

La répartition n'est pas identique dans toutes les classes au seuil d'erreur α de 0,05 pour les types de transects BF, BE, DE (test non paramétrique de Kruskal-Wallis, BF : kw = 9, 3 degrés de liberté, p = 0,02 ; BE : kw = 13, 4 degrés de liberté, p = 0,01 ; DE : kw = 16, 4 degrés de liberté, p = 0,003) et au seuil d'erreur α de 0,1 pour les types FD et FE (test non paramétrique de Kruskal-Wallis, FD : kw = 5, 2 degrés de liberté, p = 0,08 ; FE : Mann Whitney = 3, 1 degré de liberté, p = 0,08).
Il n'y a pas de variation pour le type BD (test non paramétrique de Kruskal-Wallis, BD : kw = 5, 3 degrés de liberté, p = 0,2).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Les transect entre :

- bois - friche, friche - déprise sont plus souvent de type 1 (plus riche) que la moyenne ;
- déprise - entretenu sont moins souvent de type 1 (plus riche) et plus souvent de type 4 (de même richesse que A ou B) que la moyenne ;
- friche - entretenu sont plus souvent de type 5 (moins riche) que la moyenne ;
- bois - friche sont plus souvent de type 1 et 2 (plus riche et richesse intermédiaire) que la moyenne et moins souvent de type 4 (même richesse que A ou B).

Nous pouvons également calculer pour chaque type de transect, la richesse globale de ses écotones, c'est-à-dire, le nombre d'espèces totales trouvées dans l'une ou l'autre des placettes d'écotones de ce type.

type de transect	BE	FE	DE	BF	BD	FD
Arpont	96 (8)	64 (6)				
Esseillon			67 (6)			71 (12)
Moulin	88 (11)			101 (17)	78 (12)	
Ortet	97 (16)	60 (4)	82 (7)		41 (3)	
Plateau	59 (10)		80 (27)	30 (4)		
Rossanche			75 (13)	59 (17)		79 (6)
tous secteurs	171 (45)	95 (10)	173 (53)	131 (38)	92 (15)	118 (18)

Figure 177 : Richesse globale par type de transect et par écocomplexe et puissance de l'échantillonnage (nombre de placettes entre parenthèse)

Ces résultats sont à interpréter avec prudence, car la richesse globale tient compte à la fois de la richesse du milieu, de son hétérogénéité, mais aussi du nombre de placettes considérées. Ainsi, ces données correspondent à 3 puissances d'échantillonnage :

- 3 et 4 placettes : Ortet BD, Ortet FE et Plateau BF : il s'agit des richesses les plus faibles liées à la faible puissance de l'échantillonnage ;
- entre 6 et 13 placettes l ;
- au-delà de 16 placettes : Moulin BF (17), Ortet BE (16), Plateau DE (27), Rossanche (17).

Au sein de la fourchette de 6 à 13 placettes, les richesses globales s'étagent de 59 espèces (Plateau BE) à 96 (Arpont BE). Hormis la faible valeur de Plateau[10] BE, le type de transect bois - entretenu présente les plus fortes richesses globales, il correspond à la transition la plus éloignée du point de vue dynamique entre milieux. Les transects du type friche - entretenu et bois - déprise sont de richesse plus faible.

[10] la faible richesse de ce type de transect est en partie due à la faible richesse des placettes de bois en bordure du canyon du St-Benoît.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Si nous rassemblons ces résultats pour calculer la richesse globale des transects contraints et des transects décontraints, nous obtenons alors une grande différence entre les deux types d'écotones :

- 298 espèces pour la richesse globale des écotones contraints (pour 108 placettes),
- 172 espèces pour la richesse globale des écotones décontraints (pour 71 placettes).

Ces diverses approches de la typologie et du fonctionnement des écotones ont mis en évidence des différences entre les écotones contraints et les écotones décontraints en terme de largeur d'écotone, de richesse locale et richesse globale. Il convient maintenant de préciser ces différences et de voir si ces deux types d'écotones (que nous avons définis en relation avec la persistance des pratiques anthropiques) ont une réalité floristique.

5 - Analyse factorielle des correspondances des placettes d'écotone

Afin de voir comment se structurent les relevés correspondant uniquement aux placettes d'écotone et sur la base de leur composition floristique, nous pratiquons une analyse factorielle des correspondances des 163 placettes d'écotone[11].
Les placettes sont identifiées sur les axes factoriels (figure 178) avec le codage de leur écocomplexe d'appartenance et de leur type (contraint et décontraint).

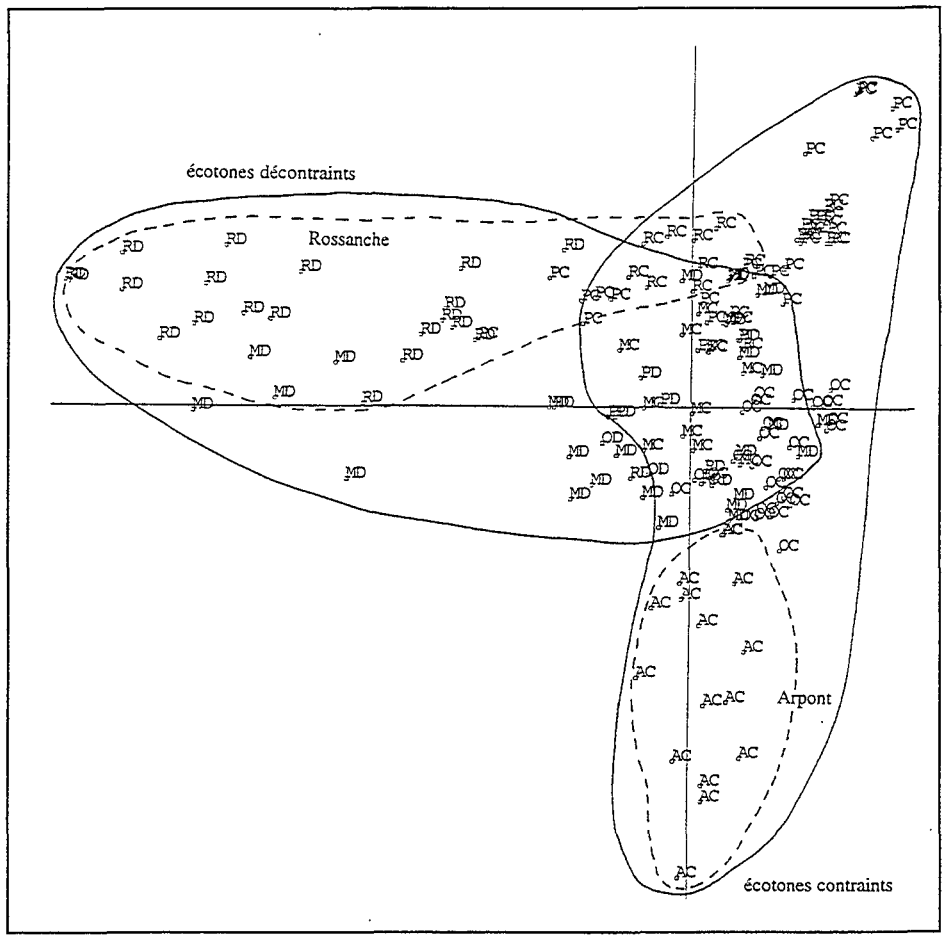


Figure 178 : AFC axes 1 - 2 des 163 placettes d'écotone retenues - les écocomplexes sont repérés par leur initiale, la nature de l'écotone par le code : D = décontraint, C = contraint

[11] après une première AFC de l'ensemble des placettes d'écotone, nous avons choisi de supprimer les 19 placettes de l'Esseillon qui tiraient trop les axes de l'AFC

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Nous observons une bonne ségrégation entre les placettes d'écotone décontraint et celles d'écotone contraint.
Les placettes décontraintes sont situées à gauche de l'axe 1 et très peu étalées sur l'axe 2 alors que les placettes contraintes sont très étalées sur l'axe 2 et à droite de l'axe 1. Se superpose à cette ségrégation des placettes selon leur nature, une séparation des relevés selon les écocomplexes suivant l'axe 2, avec de bas en haut :

- l'Arpont,
- l'Ortet et le Moulin,
- Rossanche et le Plateau.

La superposition sur l'AFC du barycentre des variables supplémentaires (figure 179) et l'analyse de l'AFC espèces permettent d'interpréter les axes.

L'axe 1 est ainsi une combinaison des influences de l'humidité, de la teneur en azote du sol et de l'aération du sol d'après les indices de Landolt. Les milieux les plus secs, les moins riches et les plus aérés sont à gauche de l'axe 1. Ceci est confirmé par la répartition des groupes fonctionnels. A gauche de l'axe 1 se situent majoritairement les espèces des pelouses sèches (*Stipa pennata, Koeleria valesiana, Globularia cordifolia*, ...) et à droite de l'axe 1, les espèces des prairies montagnardes (*Chaerophyllum hirsutum, Heracleum sphondyllium, Cerinthe minor, Gentiana lutea*, ...) et des pelouses à Brome mésophiles.
L'axe 2 est plutôt orienté par l'altitude et par la température : en bas de l'axe 2, se trouvent les milieux à l'altitude la plus élevée et à la température la plus faible (écocomplexe de l'Arpont).

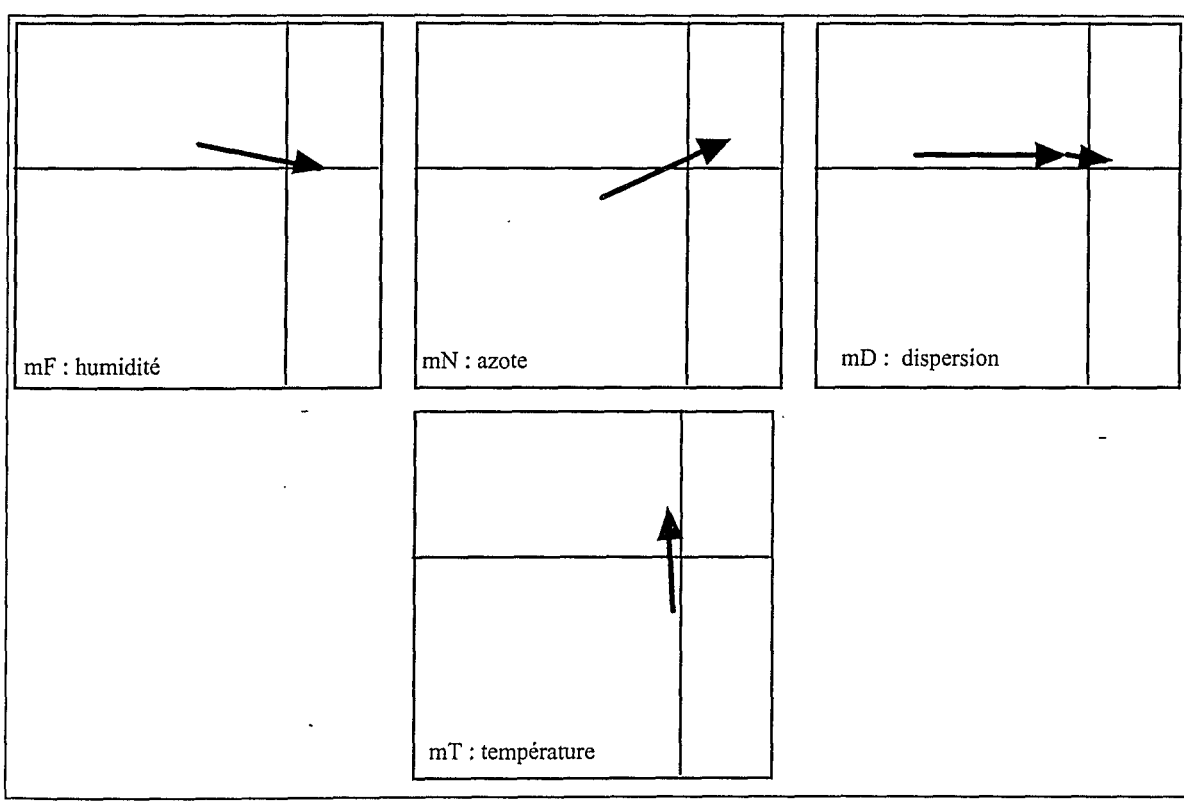


Figure 179 : Interprétation des axes 1 et 2 de l'AFC des placettes d'écotone

L'hypothèse de dynamique différente des écotones contraints et décontraints doit se traduire au niveau des groupes fonctionnels des espèces qu'ils contiennent. Nous utilisons pour vérifier cette hypothèse

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

l'AFC des espèces, nous la représentons avec pour identifiant des espèces leur code de groupe fonctionnel (Raunkiaer, Grime, groupes fonctionnels définis par Rameau).
Les types biologiques de Raunkiaer ne semblent pas reliés à un type d'écotone.

Par contre, les types de stratégie adaptative de Grime mettent en évidence que (figure 180) :

- les espèces à stratégie liée à la résistance au stress (S, SC, SR) sont superposées aux écotones décontraints ;
- les espèces à stratégie compétitrice sont plutôt liées aux écotones contraints ;
- les espèces à stratégie rudérale sont également plutôt liées aux écotones contraints.

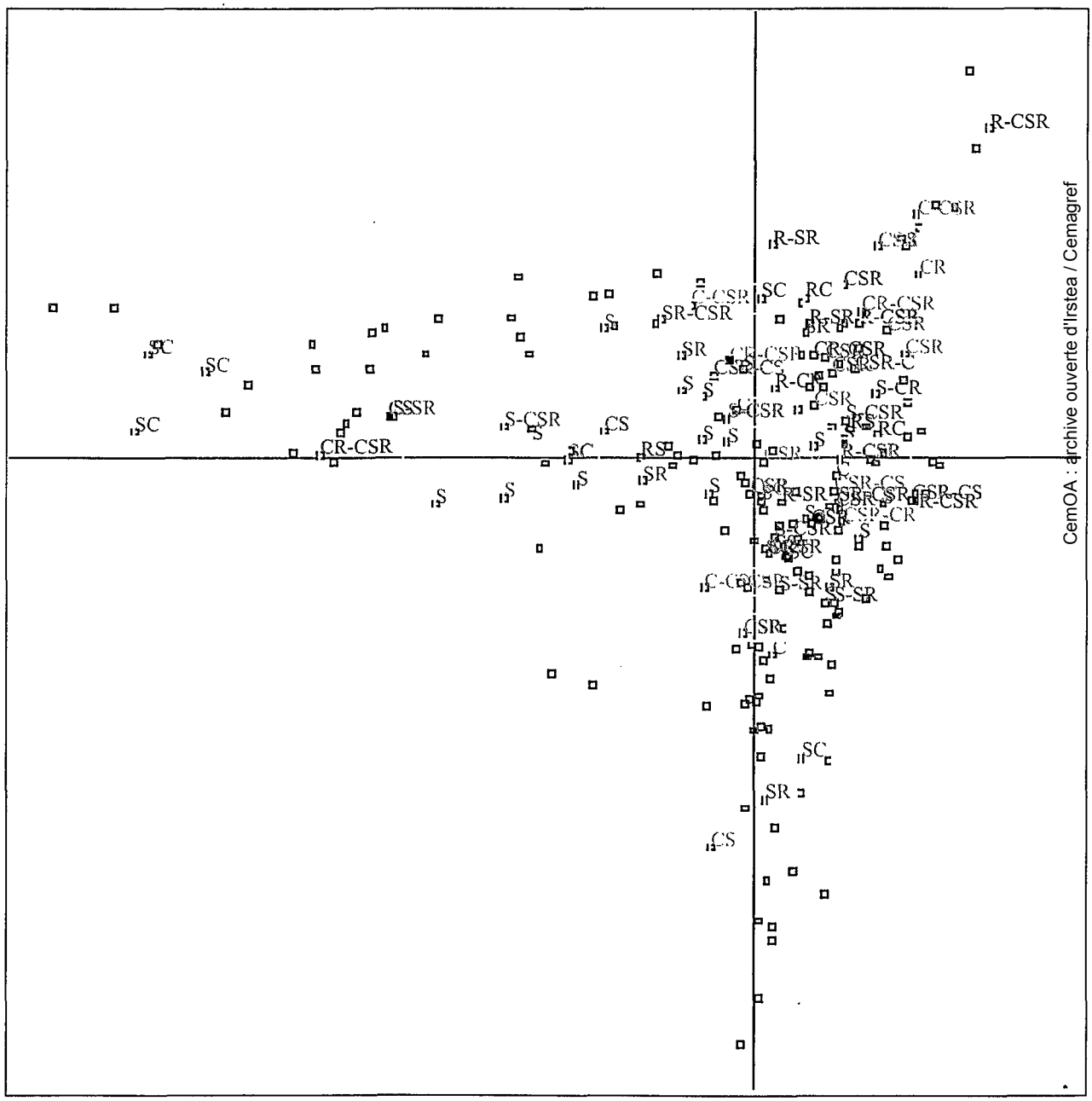


Figure 180 : Position des stratégies de Grime sur l'AFC espèces (S stratégies à dominance "tolérante au stress" ; C stratégies à dominance "compétitrice" ; R stratégies à dominance "rudérale")

La répartition des espèces en groupes fonctionnels (Rameau) permet de mettre en évidence (figure 181) :

- la plus forte proportion d'espèces de pelouses sèches dans les écotones décontraints (de Rossanche) ;
- la plus forte proportion d'espèces de pelouses à Brome mésophile et de prairie montagnarde dans les écotones contraints ;
- les espèces de lisière forestière se situent vers l'intersection des axes et n'apportent pas d'information sur leur appartenance aux écotones contraints ou décontraints.

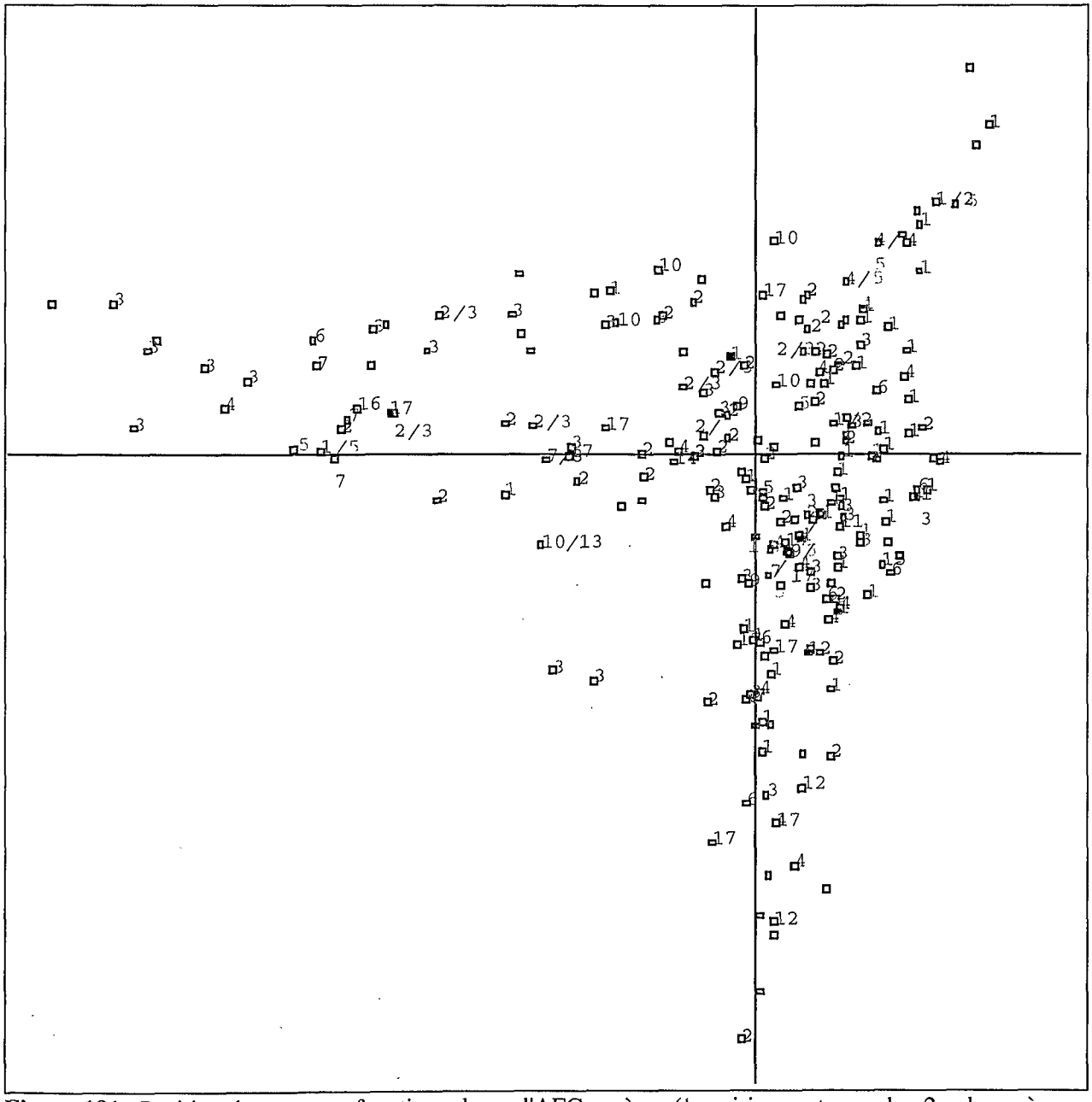


Figure 181 : Position des groupes fonctionnels sur l'AFC espèces (1 prairie montagnarde ; 2 pelouse à Brome mésophile ; 3 pelouses sèches, 5 lisières préforestières)

Le postulat que nous avions posé en préambule à cette thèse - à savoir que l'interface entre deux milieux gérés différemment est un écotone structurel - est vérifié ici par les résultats des classifications

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

ascendantes hiérarchiques qui mettent en évidence un classement ordonné des placettes selon leur position spatiale. Ces écotones structurels, révélés par leur composition floristique, sont aussi des écotones fonctionnels, puisque nous avons montré que leur nature contrainte ou décontrainte ainsi que leur type, caractérisé par les deux milieux reliés, influe sur plusieurs paramètres : largeur, richesse locale, richesse globale...

La position et la largeur de ces écotones structurels varient en effet avec la nature du transect :

- les écotones les plus larges sont plus fréquemment des écotones décontraints (largeur de 6 à 10 m) ;

- les écotones contraints sont plus fréquemment de largeur moyenne (6 m) ou faible (2 m).

La richesse locale des écotones est :

- dans 30 % des cas plus élevée que celle des milieux adjacents,
- dans 60 % des cas identique à l'un au moins des milieux adjacents,
- dans 8 % des cas plus faible que celle des milieux adjacents.

Les écotones décontraints sont généralement plus riches que les milieux qu'ils séparent et les écotones contraints, de même richesse ou moins riches.

Sur l'ensemble des transects étudiés, la richesse globale des écotones contraints est identique à celle des deux milieux adjacents, mais celle des écotones décontraints est plus forte que le milieu le moins géré.

Les écotones bois - entretenu et friche - entretenu ont la plus forte richesse globale avec environ 37 espèces, les autres types d'écotones ont environ 30 espèces.

Le nombre total d'espèces trouvé dans toutes les placettes d'écotone contraint (298 espèces) est largement supérieur à celui des placettes d'écotone décontraint (172 espèces). Les types de transect les plus riches de ce point de vue sont déprise - entretenu, bois - entretenu et bois - friche.

Malgré leur largeur plus faible, les écotones contraints, au contact d'une parcelle encore fauchée, présentent à l'échelle de la commune une diversité spécifique beaucoup plus forte que les écotones décontraints. Leur rôle dans la gestion de la biodiversité floristique à l'échelle du territoire agricole de la commune est donc important. En effet, nous avons déjà souligné que l'abandon des pratiques provoquerait le remplacement local des cortèges floristiques des prairies de fauche et de leur écotone par celui de milieux moins gérés moins riches ; ceci est encore renforcé par la diminution de la richesse globale qui interviendrait au niveau des écotones.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

II – TRAJECTOIRES SUR LES AFC

Nous avons montré que :

- les écocomplexes sont le premier facteur structurant les données floristiques ;
- l'hétérogénéité individuelle de chaque transect est supérieure à l'influence de la nature de l'écotone.

Ceci nous conduit à étudier par analyse factorielle des correspondances les relevés issus des transects écocomplexe par écocomplexe afin de supprimer le facteur structurant majeur et à analyser les transects un par un en fonction de l'emplacement de leurs relevés sur les axes de l'AFC.

Nous réalisons donc écocomplexe par écocomplexe, une analyse factorielle des correspondances des relevés des transects. Nous relions sur le plan des premiers axes de l'AFC, la position des 10 relevés d'un transect selon leur ordre, de la première placette dans le milieu le moins géré, à la dixième placette dans le milieu le plus géré. Nous appelons ce tracé ordonné ; trajectoire du transect.

1 - Etude des trajectoires de transect de l'Arpont

Nous avons vu (chapitre 11, paragraphe II - 1) que l'axe 1 est orienté par la lumière et la continentalité, l'axe 2 par la température.

Les transects de l'Arpont correspondent à deux types de trajectoire :

- étalée selon l'axe 1 et/ou 2,
- groupée.

Les trajectoires étalées traduisent une grande distance entre les différentes placettes du transect et l'orientation permet de connaître les facteurs qui l'influencent. Une trajectoire groupée traduit une très grande proximité des différents points correspondant aux relevés.

Les trajectoires étalées sont celles des transects bois - entretenu qui présentent la plus grande distance dynamique entre le milieu le moins géré et le plus géré. Les placettes de bois sont en haut à droite, les placettes entretenues en bas à droite et les transects s'orientent selon la première bissectrice du plan factoriel (lumière croissante et température croissante de la placette 1 à la placette 10). Les transects *BE b* et *BE e* se rejoignent au niveau des placettes entretenues et leurs placettes d'écotone sont proches dans le plan factoriel 1-2 ce qui indique une ressemblance entre ces transects. Les placettes entretenues du transect *BE e* sont très groupées, ce qui traduit leur grande homogénéité.
Par contre, le transect *BE d* est dans une orientation différente, presque uniquement selon l'axe 2 (température) : il s'agit d'un transect entre une forêt peu dense où l'interface noté sur le terrain commence à 12 mètres (la limite des arbres) alors que l'écotone débute avant l'interface (à 6 mètres). Cet écotone est une tache de *Brachypodium pinnatum.*

Les transects friche - entretenu sont très groupés (et par ailleurs, les indices de Dice de placette à placette sont très élevés) dans la partie gauche du plan factoriel. Il y a donc peu de différence entre les placettes du transect et peu de variation de la composition floristique. Il s'agit d'écotones courts (de 2 à 4 m) et dont la richesse globale est toujours inférieure à celle des milieux de part et d'autre. *FE e* est le seul transect de ce type à présenter un étalement, selon l'axe 2 : la placette de friche est très éloignée de la suivante (l'écotone) puis toutes les autres placettes sont groupées. Il s'agit d'une placette de friche très pauvre (5 espèces seulement) dominée par de jeunes épicéas et à très faible strate herbacée

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

(*Brachypodium pinnatum*, *Gentiana lutea*, *Cirsium* et *Prunella vulgaris*). L'écotone correspond à l'interface et est de faible largeur (2 m), il présente une très forte richesse spécifique (50 espèces), sa composition floristique est proche[12] des parcelles entretenues.

L'étude des trajectoires nous permet pour ce secteur, d'observer une meilleure homogénéité des répétitions de transect que ce que l'évaluation des richesses locales ou globales des écotones transect par transect nous avait montrée. Les transitions bois - entretenu correspondent à des variations importantes des conditions de lumière et de température ce qui donne lieu à une zone d'écotone d'environ 6 mètres alors que les transitions friche - entretenu sont plus rapides (2 à 4 mètres) et ne mettent pas en jeu une modification forte de la flore.

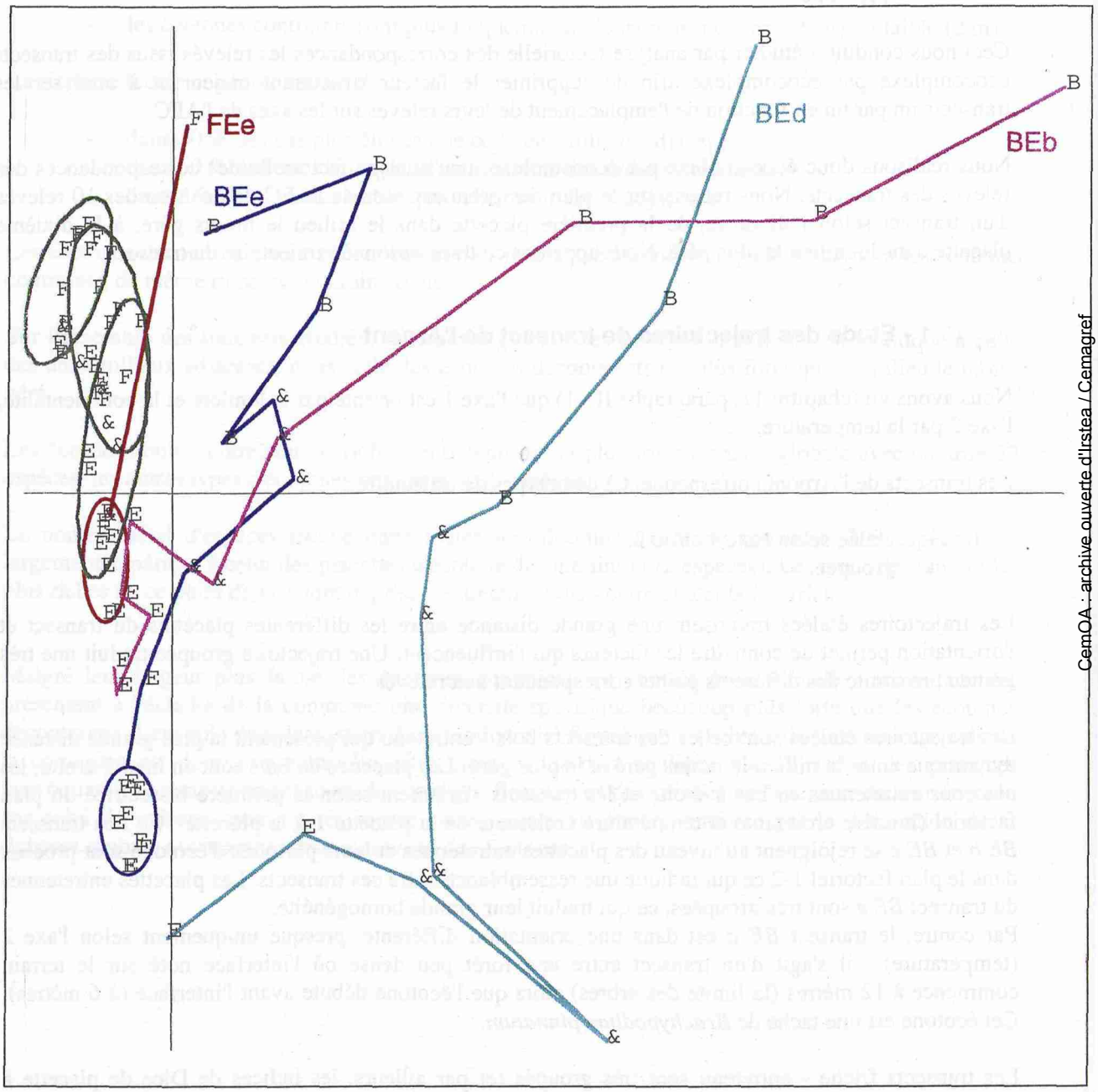


Figure 182 : Trajectoire des transects de l'Arpont dans le plan factoriel 1-2

[12] aux coefficients d'abondance près pour *Brachypodium pinnatum*, *Festuca sp*, *Trifolium pratense* et *Laserpitium latifolium*

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

2 - Etude des trajectoires de transect de l'Ortet

L'axe 1 est orienté par la valeur d'humidité, la continentalité et l'aération du sol ; l'axe 2 par la teneur en humus et également l'aération du sol.

Les trajectoires des transects sont :

- étalées selon l'axe 1,
- étalées selon l'axe 2.

La majorité des trajectoires des transects bois - entretenu de l'Ortet s'oriente selon l'axe 1, des placettes de bois étant toujours à droite de la trajectoire (c'est-à-dire, les plus humides, les moins riches et les plus aérées) vers les placettes entretenues à gauche de l'axe 1. Seul le transect *BE a* est orienté selon l'axe 2 mais avec une faible amplitude de variation.

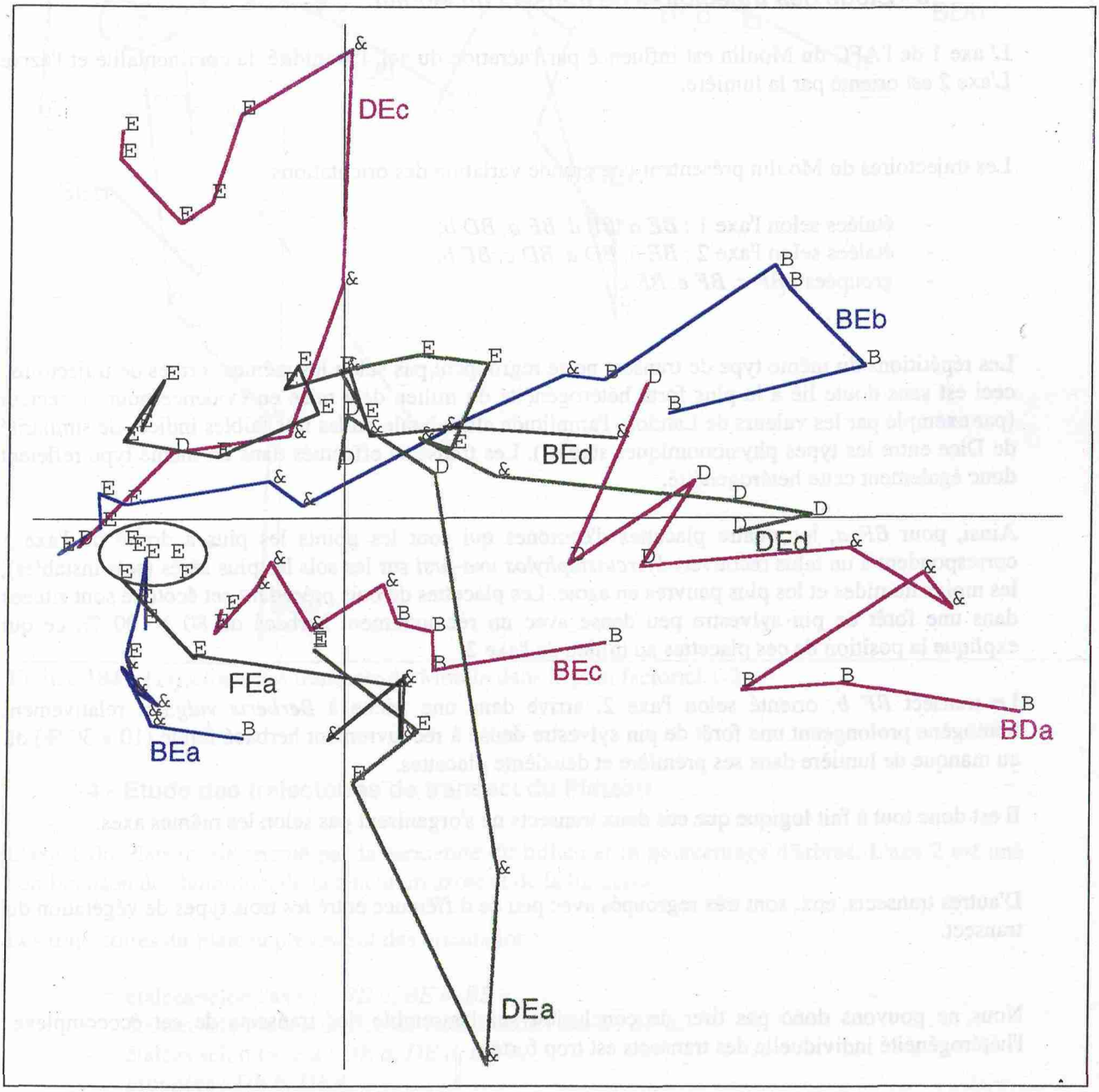


Figure 183 : Trajectoire des transects de l'Ortet dans le plan factoriel 1-2

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Les transects déprise - entretenu sont plutôt orientés selon l'axe 2 (sauf *DE d* qui est selon l'axe 1), mais il ne semble pas y avoir d'organisation privilégiée des trajectoires : les placettes entretenues sont tantôt en haut du transect par rapport aux placettes en déprise (*DE c*) tantôt plus basses (*DE a*). Le transect *DE a* présente d'ailleurs les placettes d'écotone au plus bas de l'axe 2. Il s'agit de placettes en bord d'un canal d'irrigation, ce qui correspond à une faible aération des sols et à une faible teneur en humus décrites par le bas de l'axe 2.

Il paraît paradoxal que les transects bois - entretenu ne s'orientent pas selon l'axe de diminution de la lumière, seul *BE a* est en partie orienté selon l'axe 2. Cependant, *BE a* correspond à des placettes de bois à très faible recouvrement herbacé en raison du manque de lumière du sous-bois, alors que les autres parcelles de bois des autres transects BE sont à recouvrement herbacé important. Ceci justifie que les transects BE ne s'orientent pas selon l'axe 2.

3 - Etude des trajectoires de transect du Moulin

L' axe 1 de l'AFC du Moulin est influencé par l'aération du sol, l'humidité, la continentalité et l'azote. L'axe 2 est orienté par la lumière.

Les trajectoires du Moulin présentent une grande variation des orientations :

- étalées selon l'axe 1 : *BE a, BE d, BF a, BD b,*
- étalées selon l'axe 2 : *BE b, BD a, BD c, BF b,*
- groupées : *BF c, BF e, BE c.*

Les répétitions du même type de transect ne se regroupent pas selon les mêmes formes de trajectoire : ceci est sans doute lié à la plus forte hétérogénéité du milieu déjà mise en évidence pour ce secteur (par exemple par les valeurs de Landolt, l'amplitude altitudinale ou les très faibles indices de similarité de Dice entre les types physionomiques stables). Les transects effectués dans un même type reflètent donc également cette hétérogénéité.

Ainsi, pour *BF a*, les quatre placettes d'écotones qui sont les points les plus à droite de l'axe 1 correspondent à un talus recouvert d'*Arctostaphylos uva-ursi* sur les sols les plus aérés (sols instables), les moins humides et les plus pauvres en azote. Les placettes de bois précédant cet écotone sont situées dans une forêt de pin sylvestre peu dense avec un recouvrement herbacé de 80 à 100 %, ce qui explique la position de ces placettes au milieu de l'axe 2.

Le transect *BF b*, orienté selon l'axe 2, arrive dans une friche à *Berberis vulgaris* relativement homogène prolongeant une forêt de pin sylvestre dense à recouvrement herbacé faible (10 à 30 %) dû au manque de lumière dans ses première et deuxième placettes.

Il est donc tout à fait logique que ces deux transects ne s'organisent pas selon les mêmes axes.

D'autres transects, eux, sont très regroupés avec peu de différence entre les trois types de végétation du transect.

Nous ne pouvons donc pas tirer de conclusion sur l'ensemble des transects de cet écocomplexe, l'hétérogénéité individuelle des transects est trop forte.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

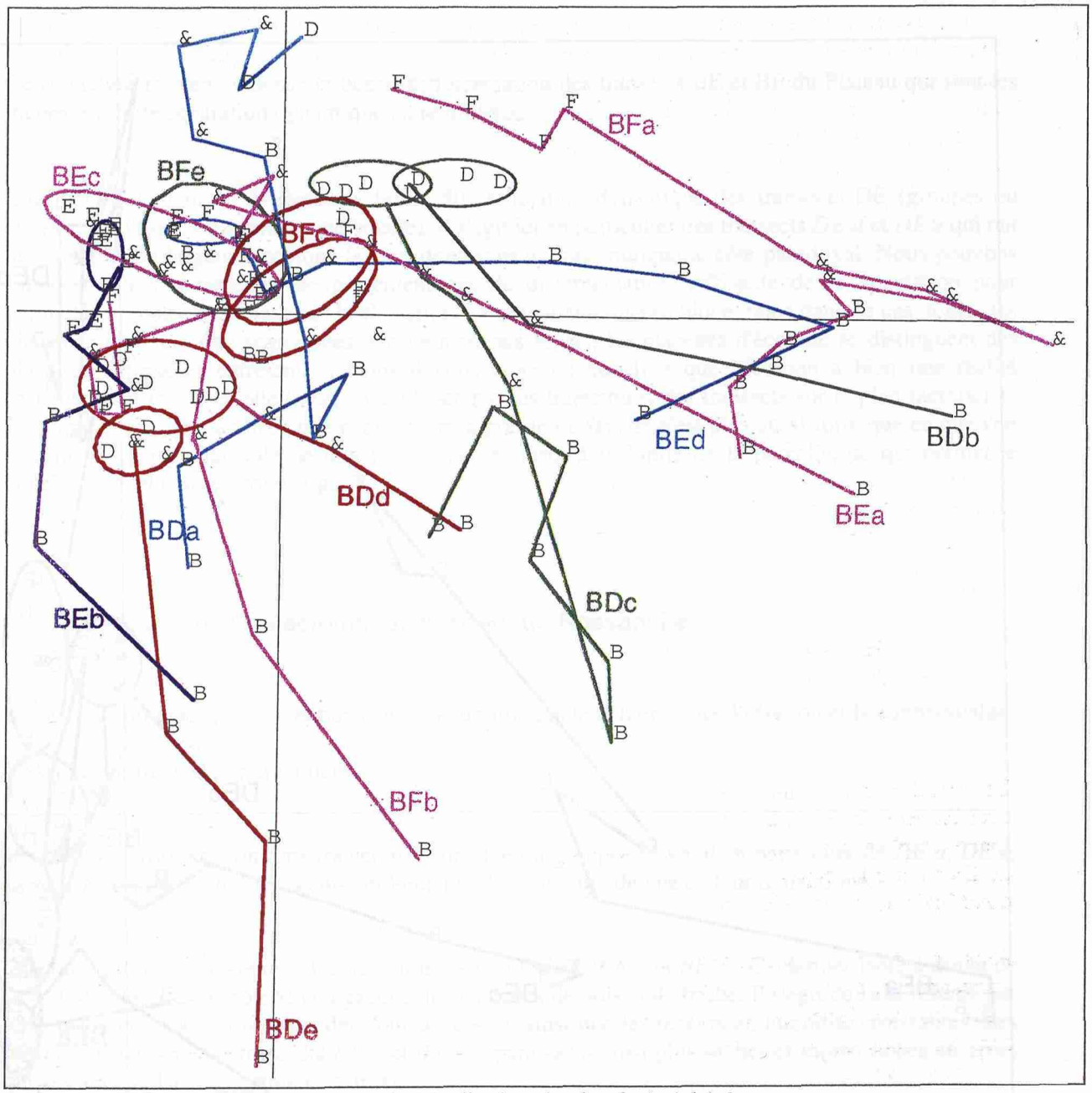


Figure 184 : Trajectoire des transects du Moulin dans le plan factoriel 1-2

4 - Etude des trajectoires de transect du Plateau

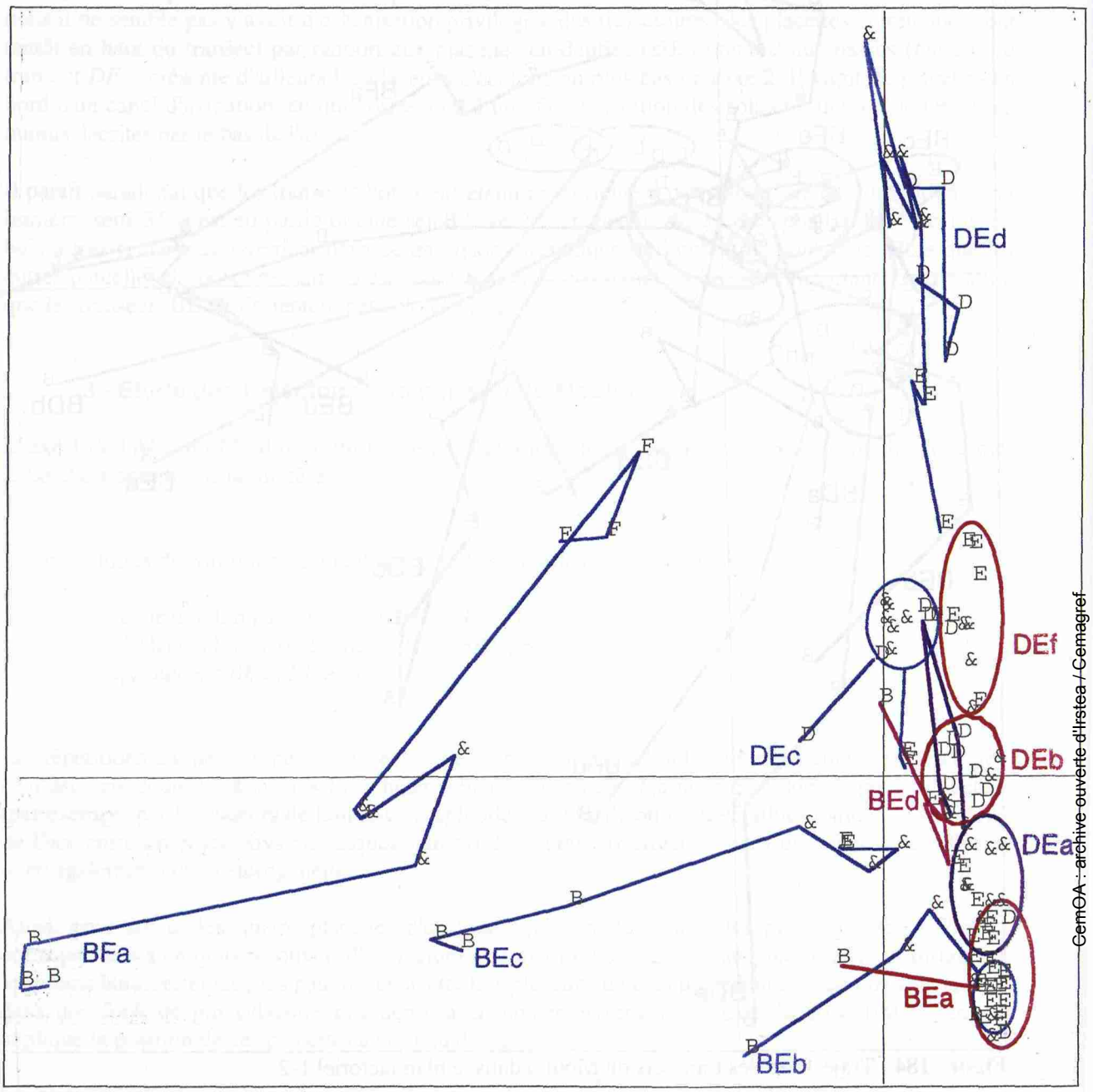
L'axe 1 du Plateau est orienté par la fermeture du milieu et le pourcentage d'arbres. L'axe 2 est une combinaison de l'humidité, de la teneur en azote et de la lumière.

Les trajectoires du Plateau présentent des orientations :

- étalées selon l'axe 1 : *BE a, BE b, BE c,*
- étalées selon la bissectrice de l'axe 1 et de l'axe 2 : *BF a,*
- étalées selon l'axe 2 : *DE a, DE d, DE e,*
- groupées : *DE b, DE f.*

Les trajectoires sont de manière plus nette orientées selon l'axe 1 qui à sa gauche, présente les placettes de bois et à sa droite, les milieux les moins fermés.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Figure 185 : Trajectoire des transects du Plateau dans le plan factoriel 1-2

BE a, *BE b* et *BE c* présentent ainsi des trajectoires selon l'axe 1 avec parfois un regroupement fort des placettes d'écotone et entretenues. Il y a, par contre, une grande différence entre les placettes de bois et les placettes d'écotone.

Le transect *BF a* a sa trajectoire orientée selon la première bissectrice du plan factoriel avec trois groupes de placettes proches et bien différenciées du groupe suivant : bois, écotone, friche.

Quelques trajectoires sont orientées selon l'axe 2, dans certains cas, les écotones sont placés au-dessus des placettes des deux milieux qu'ils bordent (*DE d, DE e*). Dans ce cas, les écotones sont plus différents du milieu en déprise et du milieu entretenu que ces milieux ne le sont entre eux.
D'autres transects (*BE d* et *DE a*) ont, eux, une grande différence entre les placettes de déprise et un fort regroupement des placettes écotone et entretenues.
Deux transects (*DE b* et *DE f*) sont très groupés.

Cette analyse met en évidence la bonne différenciation des transects BE et BF du Plateau qui sont les transects à forte séparation dynamique entre milieux.

Elle met également en évidence la faible différenciation dynamique des transects DE (groupés ou étalés selon l'axe 2 en formant une boucle). Il s'agit ici en particulier des transects *DE d* et *DE e* qui ont une très grande largeur d'écotone (12 m) dont nous avions souligné le côté paradoxal. Nous pouvons supposer que ces transects ne présentent pas de différenciation suffisante de la végétation pour permettre un bon classement par la classification ascendante hiérarchique, mais dans ce cas, toutes les placettes devraient être regroupées. Or, ce n'est pas le cas, les placettes d'écotone se distinguent des placettes déprise et entretenues. Nous devons alors en conclure que l'écotone a bien une réalité structurelle et fonctionnelle (mise en évidence par les trajectoires des transects sur le plan factoriel 1-2) et que la pression anthropique exercée sur la prairie de fauche n'est plus aussi forte que ce que l'on pensait. En particulier, elle ne doit plus s'exercer jusqu'à la limite de la parcelle, ce qui permet le développement d'un écotone large.

5 - Etude des trajectoires de transect de Rossanche

L'axe 1 est influencé par la combinaison de l'humidité, la teneur en azote, l'aération et la continentalité.

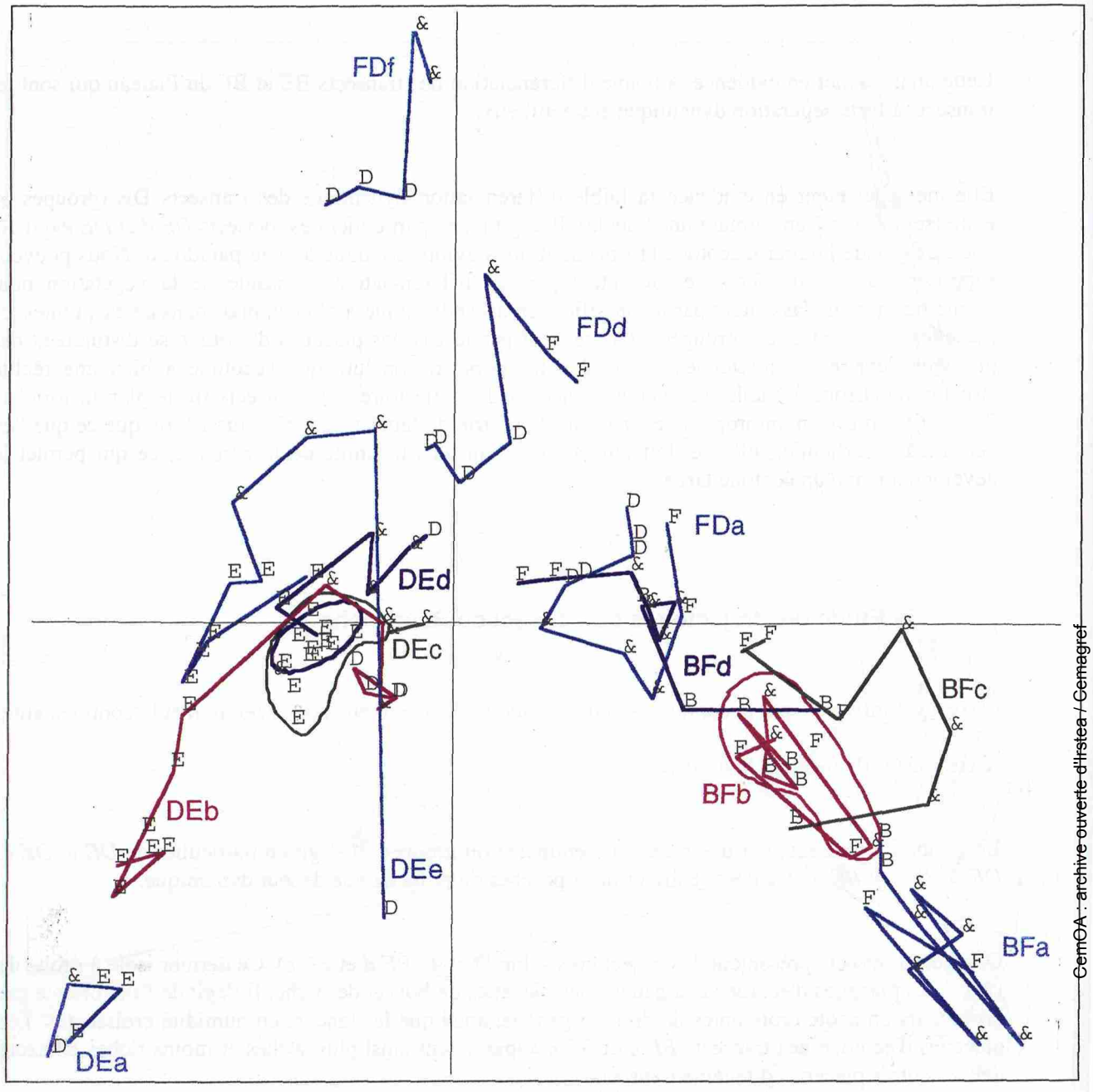
L'axe 2 est influencé par la lumière.

Beaucoup de transects ont une trajectoire emmêlée ou groupée, il s'agit en particulier de *DE a, DE c, DE d, BF a* et *BF b* - transects entre milieux proches du point de vue de leur dynamique.

Quelques transects présentent des trajectoires selon l'axe 1 (*BF d* et *BF c*). Ce dernier isole à droite de l'axe 1 les placettes d'écotone et à gauche, les placettes de bois et de friche. Il s'agit de l'axe orienté par les teneurs en azote croissantes de droite à gauche, ainsi que les teneurs en humidité croissantes. Les placettes d'écotone des transects *BF a* et *BF c* apparaissent ainsi plus sèches et moins riches en azote que les autres placettes du même transect.

Les transects orientés selon l'axe 2 présentent aussi une forme d'arche où l'écotone se trouve opposé aux placettes de déprise et entretenues ou de friche (*DE b, DE e, FD a* et *FD b*). L'axe 2 est principalement orienté par la lumière ; les placettes d'écotone sont souvent situées au dessus des autres placettes du transect. On peut supposer qu'il y a au niveau de l'écotone de meilleures conditions de lumière que dans la friche mais aussi que dans le milieu entretenu.

CèmOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Figure 186 : Trajectoire des transects de Rossanche dans le plan factoriel 1-2

6 - Etude des trajectoires de transect de l'Esseillon

L'axe 1 est orienté par la teneur en azote ; l'axe 2 par la pression anthropique.

Les trajectoires des transects se placent soit :

- selon l'axe 1 (axe d'augmentation de la teneur en azote),
- selon l'axe 2 (axe de diminution de la pression anthropique).

Selon l'axe 1, nous trouvons la plupart des transects friche - déprise (*FD a, FD b* et *FD c*). Seul *FD d* est très groupé. Nous observons par ailleurs que les placettes déprise de ces transects sont généralement bien groupées et toujours beaucoup plus groupées que les placettes friche des mêmes

transects. Ces transects débutent par des friches installées sur des murgers aux conditions de milieux très particulières et très différentes de celles de la base du tas de blocs ce qui peut expliquer la variabilité des placettes de friche d'un transect.

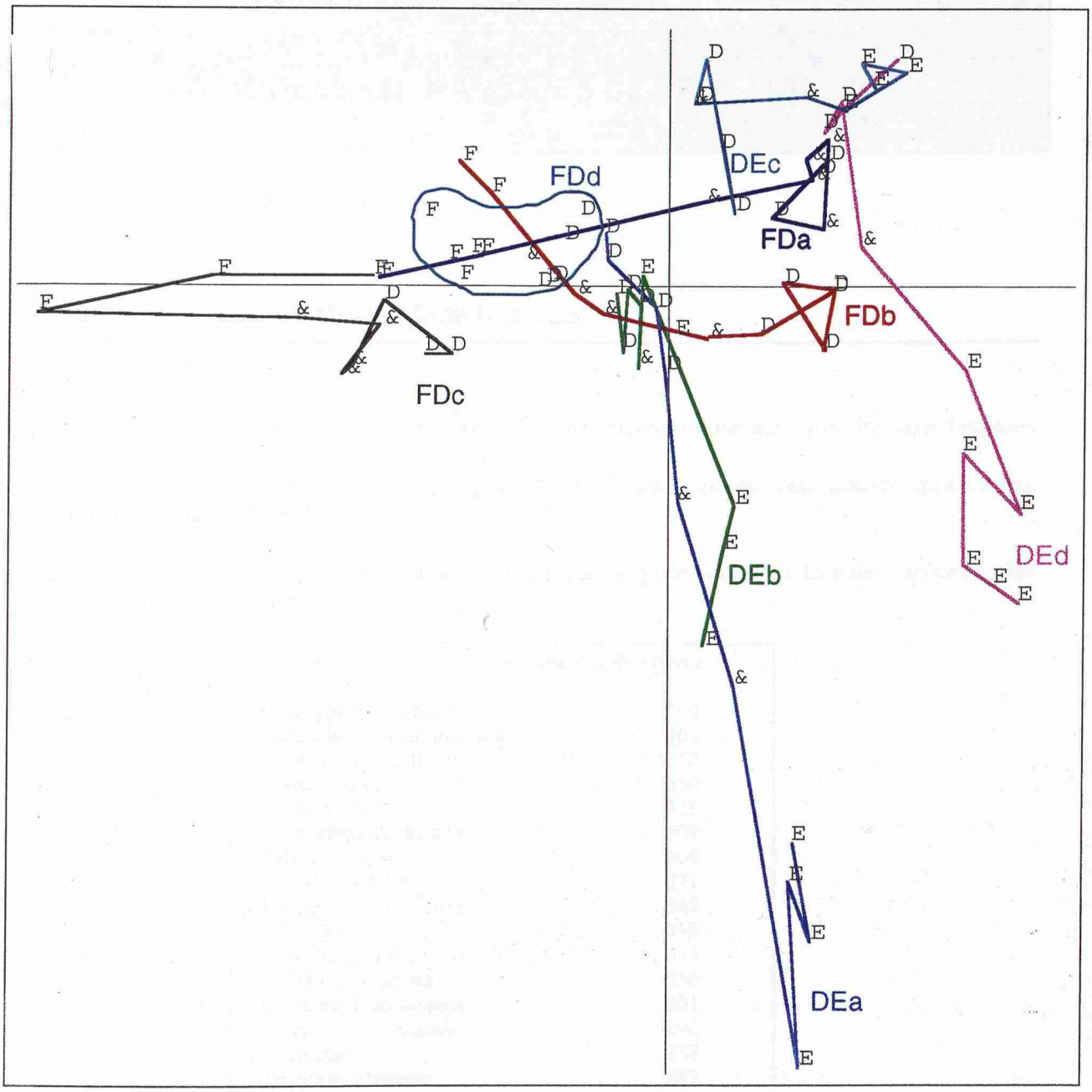


Figure 187 : Trajectoire des transects de l'Esseillon dans le plan factoriel 1-2

Selon l'axe 2, nous trouvons les trajectoires des transects déprise - entretenu (*DE a, DE b* et *DE d*) qui sont placés entre des parcelles en déprise et des zones très anthropisées (luzernières pour *DE a* et *DE b* ; regain de fauche pour *DE d.*

Il y a donc dans ce secteur une bonne reproductibilité des trajectoires des transects de même type.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

CHAPITRE 13

LES MODELES DYNAMIQUES DE VEGETATION

I – LES ESPECES PRESENTANT DES DOMINANCES

Nous avons vu que parmi les 409 espèces répertoriées, très peu étaient fréquentes. Une vingtaine d'espèces seulement est relevée dans 30 % des placettes.
Par ailleurs, nous avons mis en évidence que plus de 90 % des espèces n'est trouvée qu'avec des coefficients d'abondance de + ou 1.

La répartition des espèces par somme des coefficients d'abondance nous donne la liste des espèces à plus fort poids sur la zone d'étude (figure 188).

espèce	somme des abondances
Brachypodium pinnatum	750
Helianthemum nummularium	564
Onobrychis viciifolia	552
Festuca rubra	540
Bromus erectus	411
Rhinanthus alectorolophus	409
Salvia pratensis	408
Lotus corniculatus	371
Laserpitium latifolium	362
Galium verum	359
Dactylis glomerata	345
Centaurea scabiosa	336
Ranunculus auricomus	301
Colchicum autumnale	292
Briza media	288
Trifolium pratense	287
Trifolium montanum	259
Achillea millefolium	245
Galium tenue	241
Euphorbia cyparissias	240

Figure 188 : Liste des 20 espèces les plus abondantes

Par ailleurs, les espèces qui présentent des faciès de domination sur la végétation (coefficients d'abondance d'Ellenberg de 4 et 5), sont :

- avec un coefficient de 5 :
  Medicago sativa (4 placettes : il s'agit d'un transect dans une luzernière à l'Esseillon),

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Brachypodium pinnatum (3 placettes),
Arctostaphylos uva ursi (1 placette),
Laserpitium halleri (1 placette).

- avec un coefficient de 4 :
Brachypodium pinnatum (26 placettes),
Dactylis glomerata (6 placettes, il s'agit d'un transect dans une culture de Dactyle à l'Esseillon),
Medicago sativa (3 placettes : il s'agit d'un transect dans une luzernière à l'Esseillon),
Arctostaphylos uva ursi (2 placettes),
Festuca paniculata (2 placettes),
Bromus erectus (1 placette),
Picea abies (1 placette)

Nous voyons donc qu'en dehors des fortes abondances liées à l'action humaine (luzerne et dactyle semés), la seule espèce qui présente un nombre important de placettes où elle domine les autres espèces est *Brachypodium pinnatum.*

La forte fréquence de *Brachypodium pinnatum*, sa capacité à se développer en nappes de grande taille et les données bibliographiques sur cette espèce nous ont amenés à étudier particulièrement la répartition de cette espèce dans nos relevés et ses relations avec les différents indicateurs de la végétation.

Arctostaphylos uva ursi présente une abondance forte dans certaines conditions stationnelles bien particulières : talus ensoleillés à proximité de forêt de pins sylvestres ou à crochet. Il ne peut pas s'étendre à d'autres milieux et a donc une répartition et un potentiel tout à fait limité dans le paysage.

Le fort développement de *Festuca paniculata* est décrit dans les Alpes du Sud (Bornard & Cozic, 1986) et dans certains secteurs des Cévennes (Rameau, com. pers.) dans les secteurs de pâturage dégradé. A Aussois, cette espèce est très présente dans la partie de l'alpage au delà de 2000 mètres où elle a colonisé de grandes surfaces des pistes de ski[1]. Notre zone d'étude est cependant en limite basse de sa zone d'extension, elle est donc peu représentée mais néanmoins a un développement qui pourrait être préoccupant à l'Ortet et dans la partie haute du Moulin.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

II – ANALYSE DU MODELE PREDOMINANT : *BRACHYPODIUM PINNATUM*

1 - Connaissances sur l'espèce

Pour cette partie, nous utiliserons les informations de plusieurs travaux importants sur la répartition de cette espèce :

- une étude menée dans les Pyrénées sur le rôle socio-écologique du brachypode comme indicateur de l'enfrichement (Perez-Chacon & Vabre, 1985) ;
- les travaux menés aux Pays-Bas par Bobbink et Willems (Bobbink, 1991 ; Bobbink & Willems 1987, 1991, 1993) ;

et d'une manière plus large :

[1] ce qui peut augmenter les risques de départ d'avalanches sur les feuilles mortes qui se plaquent au sol pendant l'hiver et persistent jusqu'à la sortie des nouvelles feuilles en avril, la mairie consciente de ce risque, demande aux agriculteurs de faucher cette zone.

- la flore forestière française (Rameau *et al.*, 1993) ;
- la synthèse bibliographique sur les pelouses calcicoles (Dutoit, 1996), car *Brachypodium pinnatum* est une des graminées sociales qui intervient lors de l'abandon des pratiques de pâturage.

a) Physionomie de la plante

Brachypodium pinnatum est une graminée sociale de 30 à 90 cm à feuilles larges de 3 mm (figure 189), hémicryptophyte à rhizome important. Les feuilles de l'année précédente persistent à la base du pied au moins jusqu'au début de l'été (Rameau *et al.*, 1993).

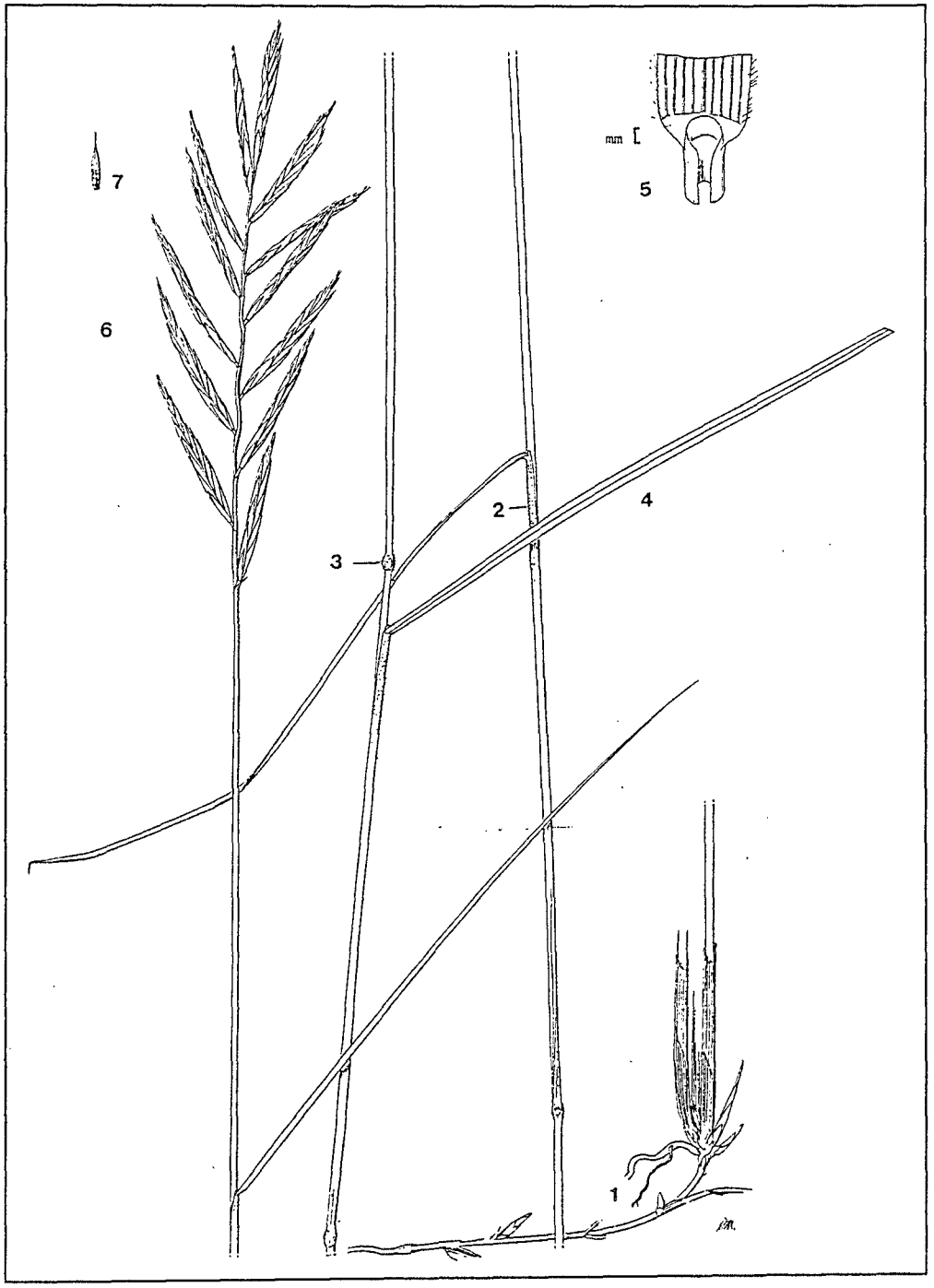


Figure 189 : *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv. (Rameau *et al.*, 1993 : dessin D. Mansion)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Brachypodium pinnatum

(photo S. Vanpeene)

Inflorescence

(photo S. Vanpeene)

Brachypode avec coefficient d'abondance 6

(photo S. Vanpeene)

Tache de brachypode en sous-bois

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Elle se trouve de l'étage collinéen à l'étage subalpin (jusqu'à 2000 m) sur l'ensemble de la France et dans une grande partie de l'Europe (Angleterre, Pays-Bas, ...)
Elle est capable de dominer la végétation sous forme de nappe en raison de son grand pouvoir de multiplication végétative par rhizome traçant et par sa reproduction[2] (Perez-Chacon & Vabre, 1985). C'est une plante pyrophyte (favorisée par le feu) en raison de son rhizome souterrain (figure 190) à l'abri des flammes qui lui permet de recoloniser rapidement un espace dénudé par le feu. Elle est adaptée également à d'autres perturbations ou stress (froid, sécheresse, ...).
Elle produit une litière importante due au fort développement foliaire (la biomasse de matière sèche produite est 4000 kg/ha/an) qui se décompose lentement.

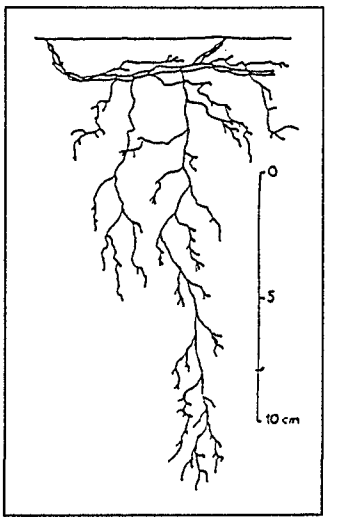


Figure 190 : Système rhizomateux de *Brachypodium pinnatum* (d'après Negre *In* Perez-Chacon & Vabre, 1985)

Il s'agit d'une espèce peu pâturée[3], bien qu'en début de printemps sa repousse précoce par rapport aux autres fourragères puisse permettre une utilisation par les moutons.

b) Autécologie

Les données autécologiques de l'espèce présentent de grandes amplitudes (Rameau *et al.*, 1993).

Elle est héliophile avec son optimum en station ouverte ou semi-ombragée, elle se trouve en forêt dans des clairières intrasylvatiques, dans les accrus forestiers, les plantations et les phases pionnières, soit dans toutes les conditions forestières de bonne luminosité du sous-bois.

Son optimum édaphique correspond aux substrats calcaires ; elle est une des espèces importantes des pelouses calcaires qu'elle colonise rapidement après l'arrêt du pâturage (Dutoit, 1996). Cependant, elle se trouve :

- sur des sols variés : des argiles de décarbonatation, aux loess, limons, marnes, argiles dont la texture est à dominante argilolimoneuse ;

- sur des pH basique à légèrement acide[4] et avec des humus du type mull carbonaté à mull mésotrophe ;

[2] cependant, dans les pelouses calcicoles abandonnées de Normandie où *Brachypodium pinnatum* a une fréquence de 28 % dans des relevés en point quadrat, il n'est jamais trouvé dans la banque du sol (Dutoit, 1996).
[3] les vaches la délaissent, les chevaux peuvent s'en contenter (Perez-Chacon & Vabre, 1985).
[4] cependant, Perez-Chacon & Vabre (1985) la signalent sous forme de pelouse dense même sur pH acide à très acide.

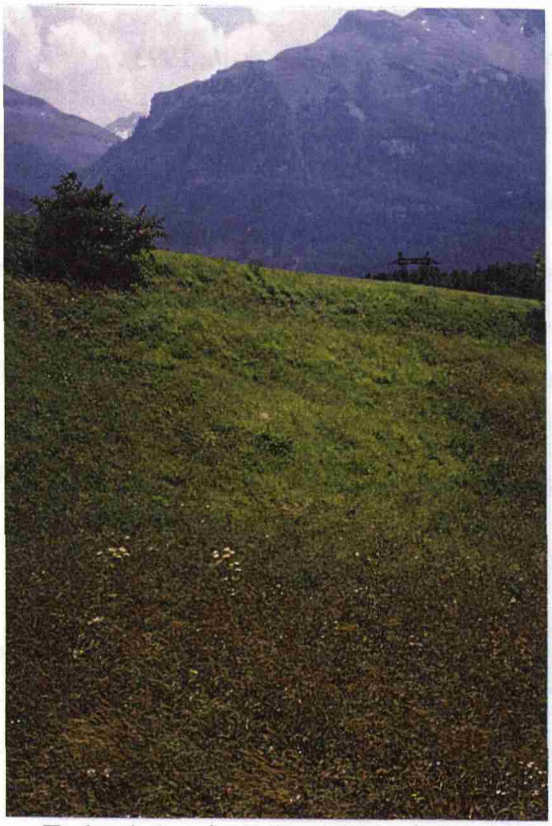
CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Le brachypode, espèce monopoliste

(photo S. Vanpeene)

(photo S. Vanpeene)

Taches de brachypode
en bordure de prairie de fauche



(photo S. Vanpeene)

Tache de brachypode au flanc d'un talus

(photo G. Richelot)

Profil de sol sous une tache de brachypode

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

- quand le pourcentage en éléments grossiers (> 2 mm) est supérieur à 20 %.

Elle est présente sur des sols secs à frais et elle évite les situations mal drainées, par exemple suite à l'arrêt d'entretien des canaux d'irrigation dans un versant (Perez-Chacon & Vabre, 1985). Sur les substrats acides, elle n'est présente qu'en situation chaude, il s'agit ici d'un phénomène de compensation de facteur, la chaleur lui permettant de s'installer dans une situation édaphiquement peu favorable.

Dans les Pyrénées (Perez-Chacon & Vabre, 1985), l'espèce apparaît dans des conditions très variables : en adret (soulane) et en ubac (ombrée) ; sur du granite ou du calcaire. Cependant, ces auteurs insistent sur la notion de la densité, si l'espèce est présente partout, elle n'y a pas partout le même recouvrement, ni la même vigueur. Ainsi, le brachypode est présent quelle que soit l'exposition mais il n'est sous forme de pelouse dense qu'en exposition sud et est.

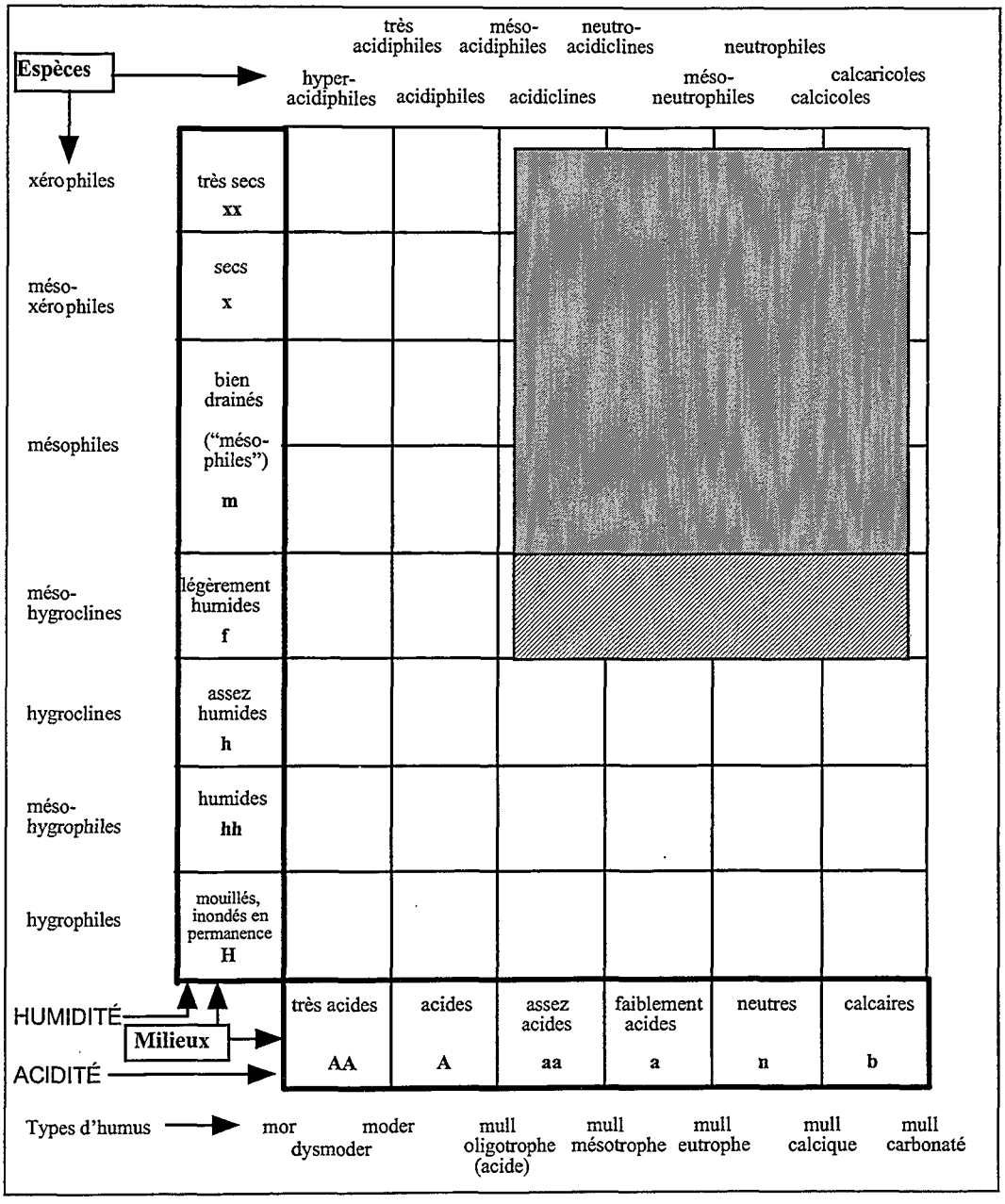


Figure 191 : Diagramme des gradients trophique et hydrique de *Brachypodium pinnatum* (Rameau *et al.*, 1993)

En conclusion de ces données autécologiques (figure 191), il s'agit d'une espèce mésoxérophile à mésophile, neutrocline à large amplitude et héliophile.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Bobbink *et al.* (1988) mettent en relation l'extension forte du brachypode durant les dernières décades dans les pelouses calcaires gérées en réserves naturelles, avec une augmentation des retombées d'azote atmosphériques dues à la pollution. Ils montrent que les apports azotés atmosphériques sur des sols pauvres en nutriments favorisent la dominance du brachypode.

c) Synécologie

Il s'agit d'une espèce très concurrentielle (CS au sens de Grime) qui apparaît dans les premiers stades de dégradation du pâturage (pacages faiblement ou inégalement entretenus, Perez-Chacon & Vabre, 1985) et dans les zones où la fauche s'arrête (Perez-Chacon & Vabre, 1985 ; Vanpeene-Bruhier *et al.*, 1997).
Ainsi, Perez-Chacon et Vabre (1985) indiquent que "*Brachypodium pinnatum apparaît sporadiquement dans les prés de fauche, en marge de la parcelle et des secteurs où la lame de fauche ne passe pas - petits monticules, talus*".
A Aussois, nous montrons que dans notre zone d'étude autour des prés de fauche, la présence du brachypode est loin d'être sporadique, puisque cette espèce est à la fois la plus fréquente (en somme des coefficients d'abondance) et présente les coefficients les plus élevés.

Perez-Chacon et Vabre la considèrent comme un "*indicateur socio-écologique de l'enfrichement de la moyenne montagne* [...] *dont la capacité colonisatrice résulte de facteurs écologiques et zooanthropiques*".
Si beaucoup d'études montrent que l'extension du brachypode est liée aux diminutions des pratiques de fauche ou de pâturage intensif (Dutoit, 1996), des travaux menés aux Pays-Bas (Bobbink & Willems, 1988) mettent en évidence le rôle des retombées croissantes d'azote atmosphérique dans l'augmentation du brachypode dans les pelouses calcaires.

La capacité concurrencielle du brachypode conduit à la constitution de nappes très denses (où plus de 95 % de la surface est occupée par cette espèce) et à l'élimination des autres espèces. Des expérimentations de laboratoire ont montré qu'il ne s'agissait pas d'un phénomène de télétoxie mais plutôt d'un étouffement mécanique, d'une compétition pour l'espace et la lumière.
Ainsi, Bobbink et Willems (1987) estiment que l'accumulation de litière empêche la germination et l'établissement d'autres espèces du fait du changement des conditions de lumière et du microclimat édaphique. En conditions contrôlées, seules les espèces prairiales à plus forte capacité de production annuelle de matière sèche (figure 192) résistent à la concurrence du brachypode (Covarelli, 1973 cité par Perez-Chacon & Vabre, 1985).

espèces résistantes	biomasse en matière sèche
Onobrychis viciifolia	9400 kg/ha/an
Lotus corniculatus	8000 kg/ha/an
Arrhenaterum elatius	5000 kg/ha/an
Brachypodium pinnatum	4000 kg/ha/an

Figure 192 : Comparaison de production de matière sèche (en culture pure contrôlée) (d'après Covarelli, 1973 cité par Perez-Chacon & Vabre, 1985)

Nous développerons dans le paragraphe 2 les informations contenues dans la bibliographie sur la diminution des espèces que nous comparerons avec nos données.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

2 - Influence sur la richesse spécifique

a) apports de la bibliographie

Ces résultats sont issus de Perez-Chacon et Vabre (1985), ils ont été obtenus dans la moyenne montagne ariégeoise (soulanes du Haut Couserans) en repérant "*les espèces dominantes dans les différents stades d'une pelouse dégradée*". Les auteurs qualifient d'espèces dominantes les espèces qui occupent de 60 à 80 % de la surface. Il ne s'agit donc pas d'une étude exhaustive de la végétation, les espèces rares ne sont pas prises en compte. Nous ne pourrons donc pas comparer leurs résultats chiffrés avec ceux obtenus par le relevé exhaustif effectué sur nos placettes, nous utiliserons simplement les tendances pour voir si elles sont semblables. L'étude porte sur des parcelles à différent niveau d'enfrichement, de la pâture entretenue à la forêt qui n'ont pas de proximité spatiale.

Brachypodium est peu présent dans les prés de fauche.
Les premiers stades de dégradation du pâturage correspondent à l'apparition du brachypode qui modifie peu la flore (pas de disparition d'espèces, quelques variations d'abondance d'espèces).

Le stade pâturage dégradé qui correspond assez souvent à une pelouse dense à brachypode présente une forte diminution des légumineuses (seul *Lotus corniculatus* persiste), disparition de *Daucus carota, Rumex acetosa, Plantago lanceolata, Centaurea pratensis, Rhinanthus minor*,... ainsi qu'à une disparition ou réduction des effectifs de graminées.

Des stades friche à fourrés boisés, l'abondance du brachypode diminue progressivement.

Pour leur part, Bobbink et Willems (1987) montrent qu'en cinq ans, le pourcentage de recouvrement du brachypode dans une pelouse calcaire est passé de 35 % à 94 % provoquant une baisse de la richesse spécifique de 32 à 18 espèces dans 10 m^2 et une diminution de l'indice de Shannon de 2,28 à 1,12

b) résultats à Aussois

Parmi les transects étudiés, nous en avons sélectionné 17 qui présentent une abondance élevée du brachypode sur quelques placettes (coefficient d'abondance supérieur à 3). Nous avons donc un échantillon de 198 placettes qui se répartissent dans les différentes classes d'abondance du brachypode selon la figure 193.

classe d'abondance de *Brachypodium p.*	absent	présent	abondant	très abondant	dominant
coefficient d'abondance	0	+ et 1	2 et 3	4	5
nombre de placettes	34	60	77	23	5

Figure 193 : Répartition des 198 placettes étudiées selon l'abondance du brachypode

La richesse locale des placettes regroupées selon les différentes classes d'abondance du brachypode est étudiée par une analyse de variance au seuil de 95 %.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

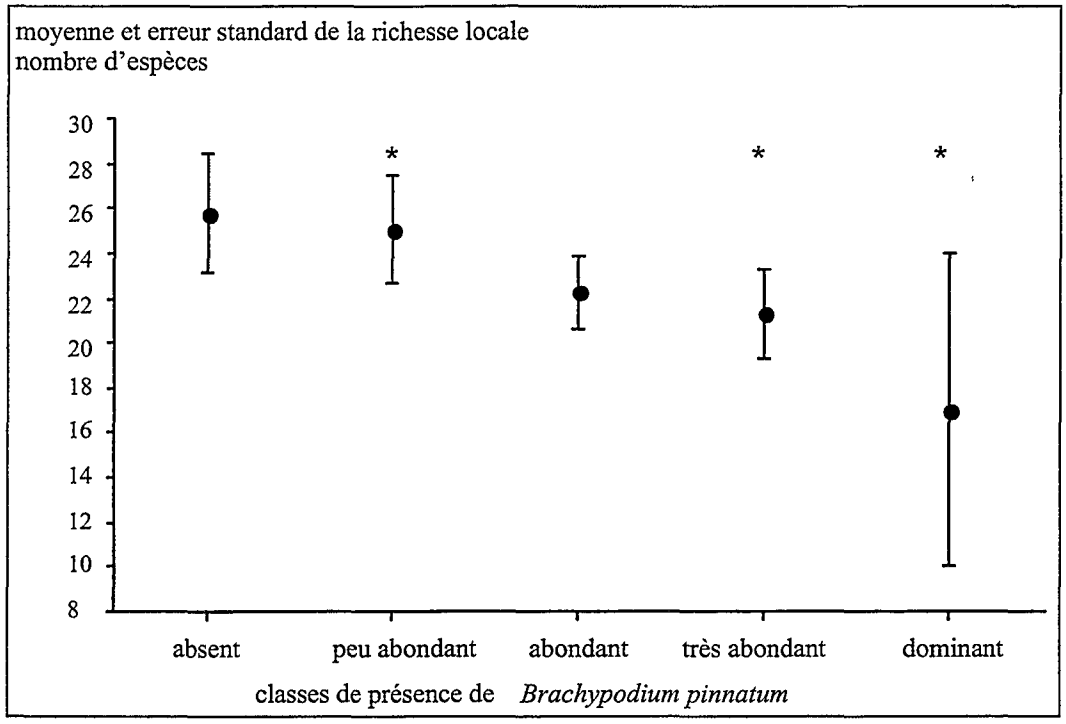


Figure 194 : Relation richesse locale / abondance de *Brachypodium pinnatum*

* différence significative au seuil de 95 % entre le groupe "peu abondant" et les groupes "très abondant" et "dominant"

La richesse locale des placettes où le brachypode est absent et peu abondant est 25 espèces, celle des placettes où il est très abondant est statistiquement différente (21 espèces) et celle où il est très abondant est également statistiquement différente (17 espèces).

Nous constatons donc une diminution de la richesse locale de 8 espèces quand le brachypode devient dominant, ce qui correspond à une perte d'espèces de 32 % pour chaque placette de 4 m^2. L'abandon de la fauche sur les prairies actuellement fauchées de la zone d'étude, favorisant l'extension de la dominance du brachypode, provoquerait donc une chute de la richesse spécifique locale.

Une analyse par régression linéaire (figure 195) montre que la richesse locale est significativement corrélée avec l'abondance de *Brachypodium pinnatum* ($p = 0,001$) mais avec une faible part de la variance expliquée ($r^2 = 0,054$) par cette variable.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

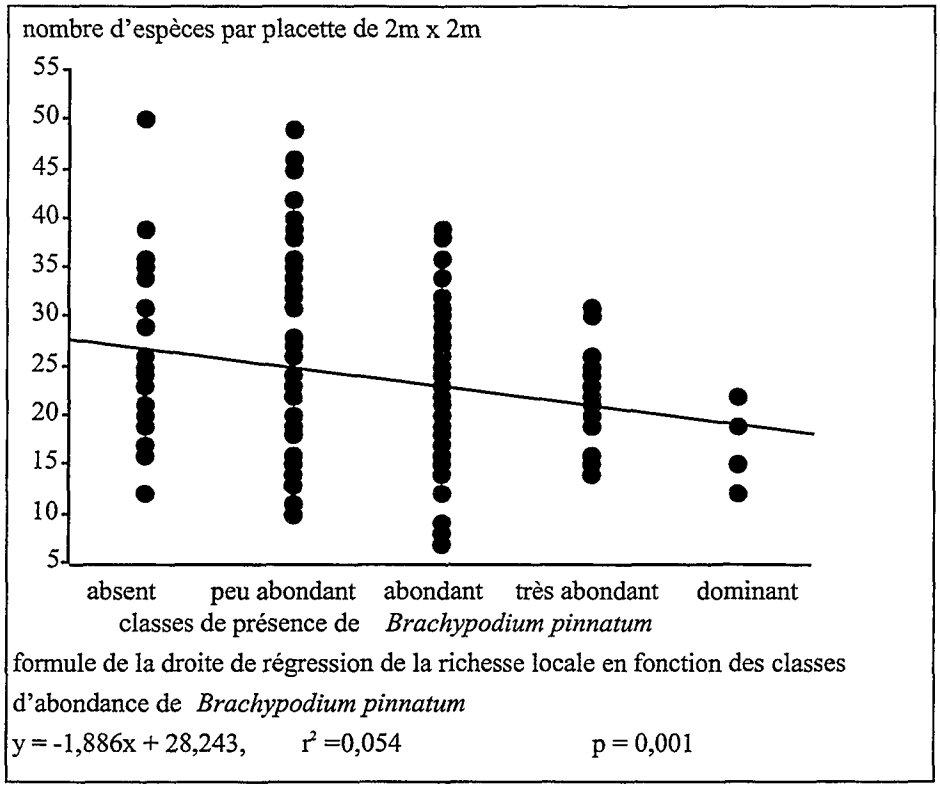


Figure 195 : Régression de la richesse locale par l'abondance du brachypode

Après avoir montré l'influence des abondances importantes de *Brachypodium pinnatum* sur la diminution de richesse locale, nous allons analyser son influence sur la diversité floristique mesurée par l'indice de Shannon.

3 - Influence sur la perception de la biodiversité floristique

La diversité spécifique (indice de Shannon *Hi*) des placettes regroupées selon les différentes classes d'abondance du brachypode est étudiée par une analyse de variance au seuil de 95 %.

Cette figure met en évidence la forte diminution de diversité spécifique qu'induit la concurrence exercée par le brachypode. Les valeurs passent d'un indice de Shannon de 2,2 quand le brachypode est peu abondant à 1,2 puis 0,5 quand il est très abondant et dominant, soit une diminution de 1,7 point de l'indice de Shannon (de 77 %).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

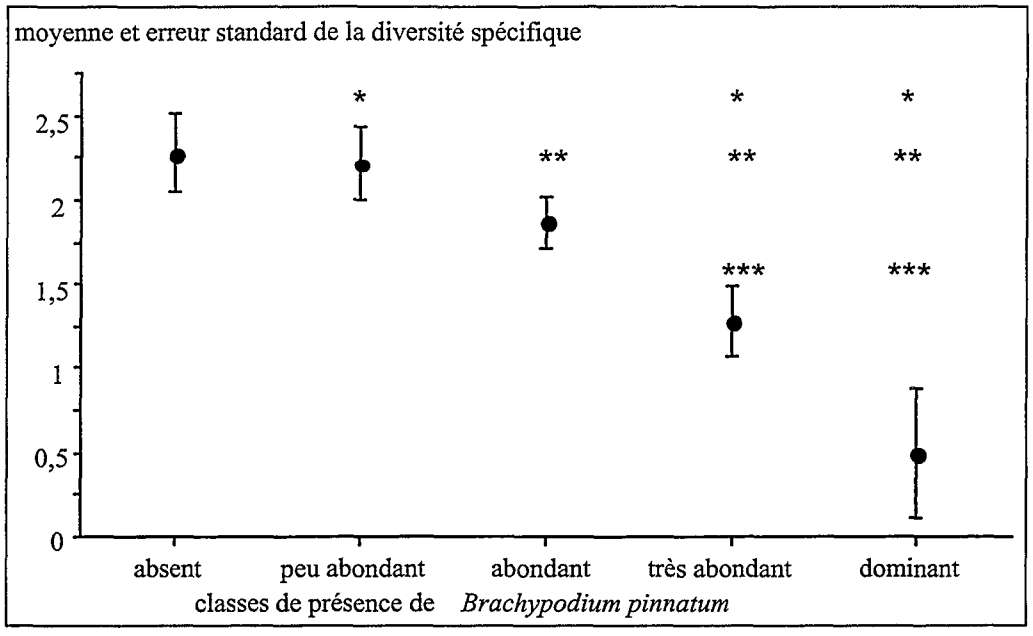


Figure 196 : Relation diversité spécifique / abondance de *Brachypodium pinnatum*

Différence significative au seuil de 95 % entre le groupe :

* "peu abondant" et les groupes "très abondant" et "dominant"
** "abondant" et les groupes "très abondant" et "dominant"
*** "très abondant" et le groupe "dominant"

Une analyse par régression linéaire (figure 197) montre que l'indice de Shannon est très significativement corrélé avec l'abondance de *Brachypodium pinnatum* (p = 0,0001) avec une part modérée de la variance expliquée (r^2 = 0,193) par cette variable.

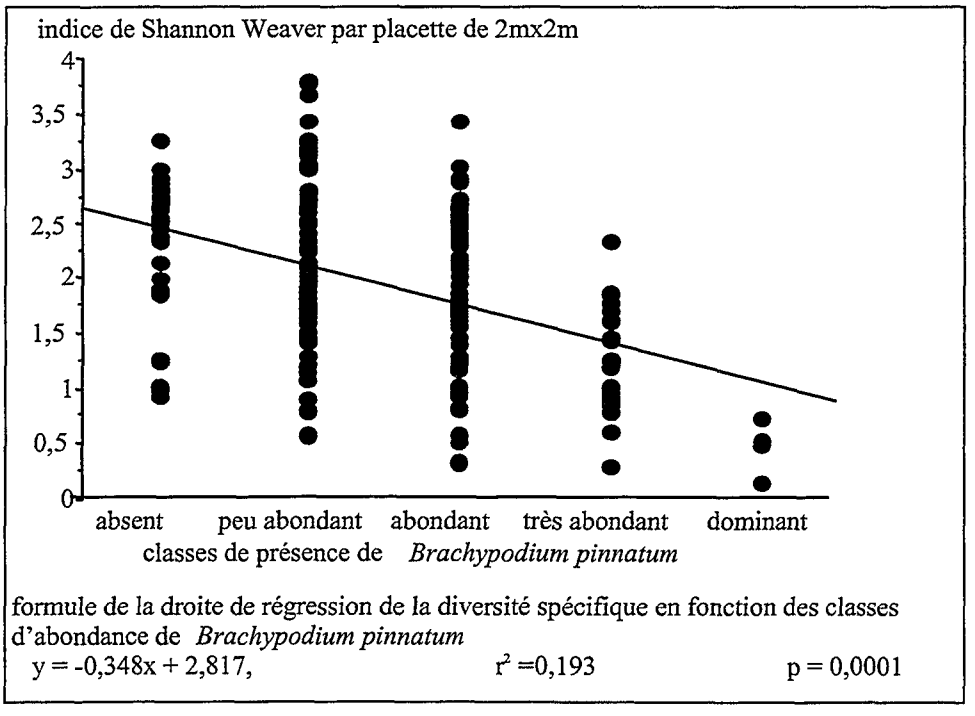


Figure 197 : Régression de la diversité spécifique par l'abondance du brachypode

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Cette corrélation plus forte entre l'abondance du brachypode et de la diversité spécifique comparée avec celle de la richesse locale, est reliée à l'impact visuel fort des taches de brachypode dans le paysage (photos). En effet, les zones où le brachypode est très abondant (coefficient de Braun Blanquet supérieur à 3) se présentent sous la forme de taches de végétation herbacée vert jaunâtre très peu fleuries. Ceci est bien traduit par l'indice de Shannon qui est fortement influencé par le pourcentage de recouvrement des espèces. Nous allons donc voir de quelle manière *Brachypodium pinnatum* diminue la richesse et la diversité spécifique des prairies de fauche.

4 - Influence sur la présence des espèces herbacées

Nous avons vu que le nombre d'espèces présentes sur 4 m^2 diminue de 32 % quand *Brachypodium* devient abondant et que l'indice de Shannon est réduit de 77 %. Nous allons préciser ces résultats en regardant comment l'ensemble des coefficients de Braun Blanquet se répartit en fonction des classes d'abondance du brachypode.

Nous voyons donc ici que pour la classe "dominant", le pourcentage d'espèces avec un coefficient "1" est supérieur à la moyenne (89,3 % comparé à 81,6 %) et par contre que le pourcentage d'espèces avec un coefficient "2" est très largement inférieur à la moyenne (2,5 % comparé à 12,6 %).

Il y a donc une diminution du recouvrement des espèces autres que le brachypode quand celui-ci est dominant. Les espèces peuvent toujours être présentes mais avec un nombre d'individus (donc un recouvrement) beaucoup plus faible ce qui influe beaucoup plus sur l'impact visuel que sur le nombre d'espèces.

classe de présence	absent	peu abondant	abondant	très abondant	dominant
nombre de "+"	80,5	82,4	81,1	81,3	89,3 *
nombre de "1"	13,9	13,6	12,2	11,1	2,4 **
nombre de "2"	4,4 *	2,5 **	4,9 *	2,6	2,1
nombre de "3"	0,9	1,2 *	1,8	0	0
nombre de "4"	0,2	0,2	0	0	0
nombre de "5"	0	0	0	0	6 *

Figure 198 : Pourcentage des coefficients de Braun Blanquet en fonction de l'abondance de *Brachypodium pinnatum*

* significativement supérieur à la moyenne
** significativement inférieur à la moyenne

Ces résultats rejoignent ceux obtenus aux Pays-Bas sur des pelouses calcaires (Bobbink & Willems, 1987) où ces auteurs insistent sur le caractère plus prédictif de l'indice de Shannon que de la richesse spécifique, car l'effet premier du brachypode est une diminution du nombre d'individus des autres espèces[5].
La comparaison des listes des espèces originales des différentes classes d'abondance du brachypode dans les 17 transects permet de constituer la liste des espèces (figure 199) qui disparaissent généralement de la végétation quand le brachypode domine. Il s'agit d'espèces communes des prairies de fauche, qui sont généralement de grande taille et à floraison visible.

[5] *"the diversity index is negatively influenced by diminishing numbers of individuals of the constituent species and, of course, by the increasing dominance of Brachypodium itself. This happens before any plant species disappears completely from a given area. For nature preservation this means that species lists without further detail will provide a far too optimistic impression of a given situation."* (Bobbink & Willems, 1987)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

espèces qui disparaissent quand *Brachypodium* devient très abondant	espèces non influencées par l'abondance de *Brachypodium*
Anthoxanthum odoratum	*Bromus erectus*
Astragalus purpureus	*Bunium bulbocastaneum*
Arabis hirsuta	*Dactylis glomerata*
Campanula rhomboidalis	*Festuca rubra*
Colchicum autumnale	*Galium tenue*
Crepis blattarioides	*Helianthemum vulgare*
Euphrasia hirtella	*Laserpitium latifolium*
Geranium sylvaticum	*Onobrychis viciifolia*
Heracleum montanum	*Salvia pratensis*
Leucanthemum cuneifolium	
Myosotis sylvatica	
Narcissus poeticus	
Plantago lanceolata	
Polygonum bistorta	
Poterium dictyocarpum	
Rumex acetosa	
Silene vulgaris	
Thymus serpyllum	
Trifolium pratense	
Trisetum flavescens	
Trollius europaeus	

Figure 199 : Liste des espèces selon l'abondance du brachypode

Parmi les espèces non influencées[6] par l'abondance du brachypode, nous retrouvons les espèces citées dans la bibliographie comme résistant à sa concurrence ainsi que d'autres espèces au développement assez exubérant (*Bunium bulbocastaneum, Laserpitium latifolium*).

La littérature nous présente le brachypode comme une espèce précédant la colonisation ligneuse mais pouvant aussi parfois la bloquer, voyons ce qu'il en est pour notre zone d'étude.

5 - Influence sur la colonisation ligneuse

Le pourcentage de ligneux est plus élevé quand *Brachypodium pinnatum* est plus abondant.

En effet, si nous regardons les listes globales, nous voyons (figure 200) que le pourcentage d'espèces ligneuses est plus élevé quand le brachypode devient très abondant (coefficient 4 et 5) que quand il est très faiblement présent (coefficients 0 + et 1) ou abondant (coefficients 2 et 3).

coefficient du Brachypode	0 et 1	2 et 3	4 et 5
nombre d'espèces	165	167	112
% de ligneux	7,3 %	7,7 %	9,8 %

Figure 200 : Comparaison du pourcentage de ligneux en fonction de l'abondance du brachypode

[6] il s'agit des espèces qui constituent le fonds commun des différentes classes d'abondance d'un transect

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Une approche complémentaire sur les espèces originales confirme ce plus fort pourcentage d'espèces ligneuses. En effet, pour les classes d'abondance de brachypode "très abondant" et "dominant", nous trouvons[7] 28 espèces originales parmi lesquelles 8 espèces ligneuses. Une très forte part (28 %) des espèces originales des classes d'abondance de brachypode les plus fortes, sont des ligneux.

Les travaux menés dans les Pyrénées ont mis en évidence deux modes d'extension du brachypode (figure 201) :

- frontal à partir des lisières dans le cas d'une extensification de la pression pastorale,
- par taches de refus de pâture dans des pâturages régulièrement brûlés.

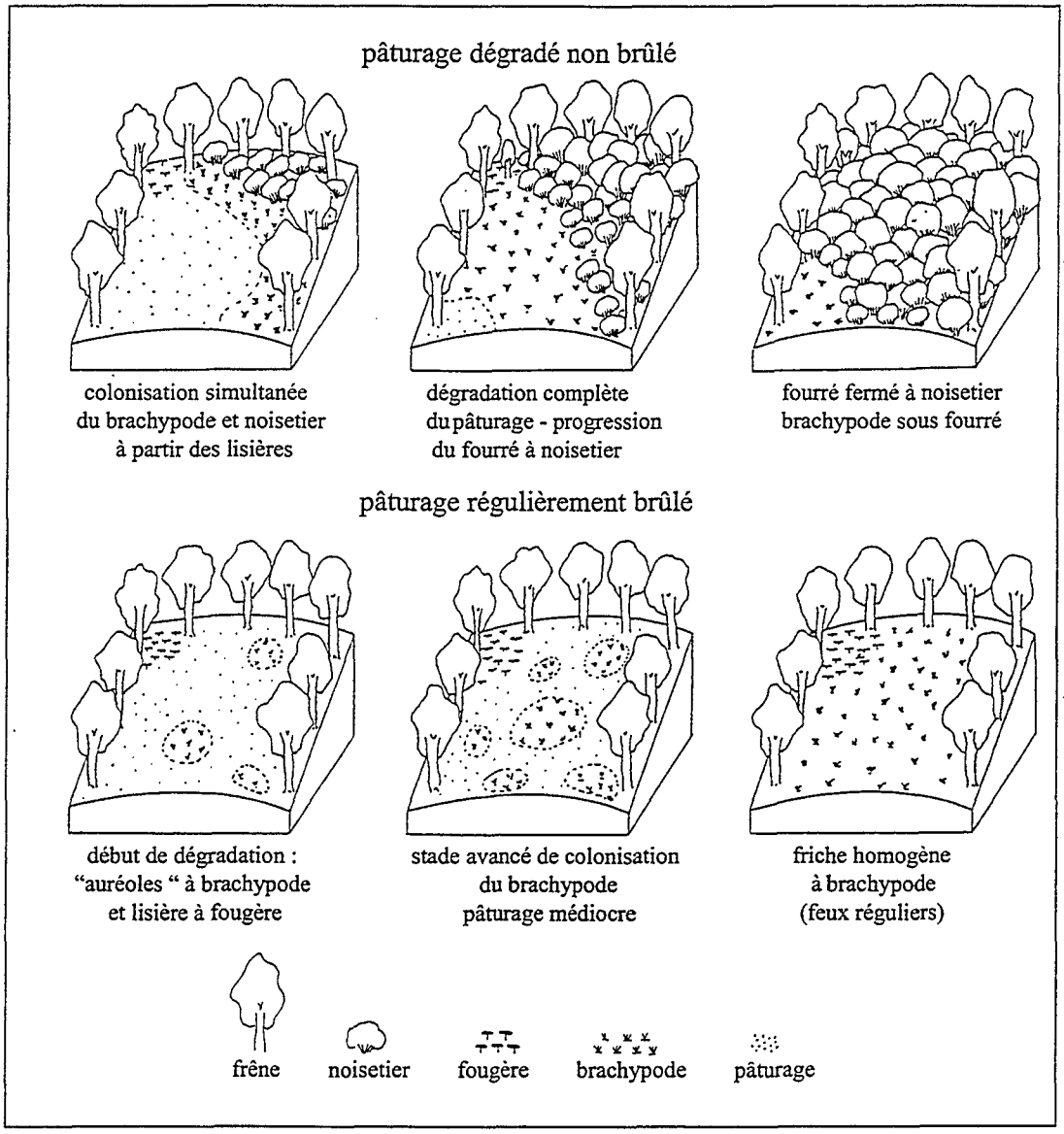


Figure 201 : Exemples d'évolution de pâturages dégradés colonisés par le brachypode (moyenne soulane inférieure) d'après Perez-Chacon & Vabre, 1985

Ces deux modes d'extension spatiale du brachypode précèdent la colonisation ligneuse. Notre approche par transects entre deux milieux gérés différemment, dans le contexte de l'abandon de la fauche des parcelles, nous place dans le premier schéma de colonisation frontale. En effet, de la même manière que les lisières

[7] pour les 9 transects qui présentent des placettes dans ces deux classes d'abondance

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

sont de moins en moins pâturées quand le brachypode s'installe, les prairies sont moins bien fauchées en limite parcellaire marquée par des murets, des talus ou des pentes plus fortes. Cependant, des observations visuelles pratiquées sur le terrain lors de tournées générales nous ont permis de constater qu'à Aussois, le schéma de colonisation par taches avec installation de ligneux (*Arctostaphylos uva ursi* et *Pinus unicinata*) existe également dans des zones de pâture extensive (photo) dans le secteur de la Choullière.

6 - Extension du brachypode et évolution du sol

Ce paragraphe reprend les résultats obtenus par Richelot, 1997.

Des transects présentant une forte dominance de brachypode (11 transects, dont la localisation figure dans l'annexe 4) ont fait l'objet de fosses pédologiques[8] l'une dans la zone d'abondance du brachypode (photo), l'autre dans la partie du transect où il est absent. Les notations visuelles sur certaines variables du profil de sol (épaisseur de litière, présence et diamètre des racines dans le profil) et les résultats d'analyses physico-chimiques de l'horizon A sont analysées par test t apparié unilatéral entre les profils sous brachypode et hors brachypode.

Globalement, il y a plus de différence entre le profil à brachypode et sans brachypode du même transect qu'entre deux profils à brachypode de transects différents.

Les résultats statistiquement significatifs au seuil de 95 % concernent :

- l'épaisseur de litière : elle est plus épaisse sous *Brachypodium pinnatum* qu'en son absence ;
- la présence de racines est plus importante sous *Brachypodium pinnatum* qu'en son absence ; de manière plus détaillée, les profils sous brachypode sont souvent en lisière de forêt, contiennent de grosses racines et présentent une zone de racines plus denses à - 10 - 20 cm qui correspond au système racinaire rhizomateux du brachypode ;
- le pH est plus élevé sous le brachypode (+ 0,31) ;
- le rapport C/N est supérieur sous le brachypode[9] (+ 1,67) ; ce qui traduit que sous le brachypode, l'humification est un peu plus forte (bien que l'humification reste globalement très faible avec une minéralisation qui est intense car les C/N sont très faibles).

Au seuil de signification de 90 %, la densité apparente est plus faible sous le brachypode, l'horizon A est donc plus poreux sous le brachypode que sous la prairie de fauche entretenue.

Il n'y a pas de différence globale des teneurs en phosphore, azote, et carbone de l'horizon A selon les profils sous et hors brachypode.

Ces quelques données nous montrent des variations physiques du profil liées à la forte production de biomasse du brachypode, ces modifications peuvent être rapides dès que brachypode devient très abondant. Pour ce qui concerne les variations au niveau du fonctionnement et de la composition chimique du sol, les phénomènes sont beaucoup plus lents et peuvent difficilement être mis en évidence après quelques années d'extension de cette espèce. Cependant, les premiers résultats concernant la variation du pH et du C/N nous

[8] réalisées par Guillaume Richelot en 1997

[9] C/N sous brachypode = 11,47 ; C/N hors brachypode = 9,8

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

amènent à penser que le fonctionnement du sol est peut-être modifié à moyen terme par le recyclage de la forte quantité de matière organique qu'apporte le brachypode. En effet, des basculements de fonctionnement du sol (au niveau de la faune lombricienne par exemple et des humus) ont été mis en évidence entre les stades de prairies, de friches arbustives et de forêts (Grossi, 1995) et ils sont en grande partie liés à la modification des restitutions organiques sur le sol.

Brachypodium pinnatum est donc une espèce clé de la modification des paysages et de la biodiversité de la zone agricole d'Aussois :

- sa progression monopoliste provoque une diminution de l'attrait floristique des prairies de fauche et une perte d'espèces ;

- elle induit des modifications des caractéristiques physiques des sols et amorce probablement un basculement du fonctionnement de l'écosystème sol vers un fonctionnement pré-forestier ;

- sa détection précoce permet de prendre en compte un risque de dégradation important de la biodiversité du milieu à un moment où une reprise de la fauche ou la mise en place d'un pâturage de printemps peut sans doute enrayer son extension.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Résumé de la quatrième partie

La flore des zones agricoles d'Aussois est riche, elle présente cependant peu d'espèces patrimoniales (hormis les espèces messicoles et steppiques de l'Esseillon). Elle est constituée d'un très grand nombre d'espèces peu représentées en nombre d'individus et peu dispersées dans les différents écocomplexes.

La végétation étudiée par les transects est structurée principalement par l'appartenance à un écocomplexe (qui intègre les conditions écologiques et pédologiques).

Les différentes approches pratiquées nous permettent de regrouper les écocomplexes selon leur ressemblance :

- *l'Arpont, isolé par sa végétation et ses conditions pédoécologiques, mais au fonctionnement proche de l'Ortet, du Moulin et de Rossanche ;*
- *l'Ortet, identifié par ses conditions pédoécologiques et sa forte utilisation anthropique, mais proche par sa végétation du Moulin et par son fonctionnement du Moulin et de Rossanche ;*
- *le Moulin, le Plateau et Rossanche très proches par leur végétation et leur fonctionnement ;*
- *l'Esseillon, isolé par ses conditions de milieu, sa végétation et son fonctionnement.*

L'écocomplexe le plus riche est différent suivant les niveaux de richesse que nous avons définis :

- *l'Arpont pour la richesse locale,*
- *le Moulin pour la richesse globale,*
- *l'Esseillon pour la richesse originale.*

De la même manière, pour les types physionomiques, le milieu entretenu est le plus riche en ce qui concerne la richesse locale, l'écotone pour la richesse globale et le bois pour la richesse originale.

L'écotone, mis en évidence par une classification hiérarchique de sa composition floristique, existe et présente des caractéristiques variables suivant sa nature contrainte et décontrainte.

La position et la largeur des écotones varient en effet avec la nature du transect :

- *les écotones les plus larges sont plus fréquemment des écotones décontraints (largeur de 6 à 10 m),*
- *les écotones contraints sont plus fréquemment de largeur moyenne (6 m) ou faible (2 m).*

Ces résultats nous permettent de proposer une interprétation des milieux en terme de capacité émettrice et réceptrice d'espèces colonisatrices :

- *le bois est bon émetteur d'espèces, sa capacité de colonisation s'exprime fortement sur des largeurs de 6 à 10 mètre ;*
- *la friche est un faible émetteur d'espèces à capacités de colonisation à courte distance (2 m) ;*
- *la friche et le milieu en déprise sont bons récepteurs d'espèces.*

C'est avec ces éléments que l'on peut proposer une véritable gestion de la biodiversité orientée écotone au niveau du paysage de la commune d'Aussois. Il sera en effet plus urgent de gérer les interfaces des unités bonnes émettrices, c'est-à-dire les contacts entre le bois et un autre milieu, que de gérer celles des interfaces des unités moins émettrices, telles que friche et déprise.

La richesse locale des écotones est :

- *dans 30 % des cas plus élevée que celle des milieux adjacents,*
- *dans 60 % des cas identique à l'un au moins des milieux adjacents,*
- *dans 8 % des cas plus faible que celle des milieux adjacents.*

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Les écotones décontraints sont généralement plus riches que les milieux qu'ils séparent et les écotones contraints, de même richesse ou moins riches.

Sur l'ensemble des transects étudiés, la richesse globale des écotones contraints est identique à celle des deux milieux adjacents mais celle des écotones décontraints est plus forte que le milieu le moins géré.

Les écotones bois - entretenu et friche - entretenu ont la plus forte richesse globale avec environ 37 espèces, les autres types d'écotones ont environ 30 espèces.

Le nombre total d'espèces trouvé dans toutes les placettes d'écotone contraint (298 espèces) est largement supérieur à celui des placettes d'écotone décontraint (172 espèces). Les types de transect les plus riches de ce point de vue sont déprise - entretenu, bois - entretenu et bois - friche.

Malgré leur largeur plus faible, les écotones contraints, au contact d'un parcelle encore fauchée, présentent à l'échelle de la commune une diversité spécifique beaucoup plus forte que les écotones décontraints. Leur rôle dans la gestion de la biodiversité floristique à l'échelle du territoire agricole de la commune est donc important.

L'étude d'un modèle prédominant de colonisation des milieux par une espèce monopoliste Brachypodium pinnatum met en évidence la diminution de la richesse locale spécifique et de l'indice de Shannon (donc de la qualité visuelle des prairies de fauche). Cette baisse de la richesse locale se produit par la disparition totale d'espèces mais surtout, par la forte baisse du nombre d'individus des espèces herbacées autres que le brachypode alors que les espèces arborées sont plus abondantes.

Brachypodium pinnatum est donc une espèce clé de la modification des paysages et de la biodiversité de la zone agricole d'Aussois dont la détection précoce permettra de pouvoir anticiper un risque de dégradation important de la biodiversité.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

CHAPITRE 14

SYNTHESE

Comment est-il possible d'appréhender la dynamique de la biodiversité végétale à l'échelle d'un paysage de montagne et plus particulièrement, au niveau de l'unité de gestion qu'est la commune ? Dans un contexte de déprise agricole, est-il possible de mettre en place une détection précoce des colonisations ligneuses ?

Ces interrogations émanent à la fois des scientifiques (programme de recherche du ministère de l'environnement comité EGPN : dynamique de la biodiversité et gestion de l'espace), mais aussi des gestionnaires (parcs naturels, conservatoire du patrimoine naturel et des élus des communes confrontés à la déprise agricole). Pour répondre à cette préoccupation, nous avons travaillé à l'échelle spatiale de la commune[1] et à l'échelle temporelle de la dizaine d'années, alors que la plupart des travaux sur la biodiversité végétale en montagne se font sur de grands pas de temps et de grands espaces. Dans ce cadre spatio-temporel contraignant - rappelons que la commune d'Aussois est dans une situation de déprise de faible intensité et diffuse sur le territoire communal - nous avons choisi d'étudier les stades juvéniles des successions végétales post-culturales (ceux sur lesquels des actions de gestion seront les plus efficaces), en nous focalisant sur les zones de la commune susceptibles d'induire rapidement une modification du paysage et de la biodiversité. Il s'agit des zones de transition entre les grandes unités de végétation qui composent ce paysage en montagne : les écotones.

L'écotone dans cette recherche a été étudié selon diverses configurations : interface cartographique, interface physionomique sur le terrain et écotone structurel et fonctionnel.

I - LES INTERFACES : DES ZONES SENSIBLES POUR LA TRANSFORMATION DES PAYSAGES

Nous avons fait le choix d'aborder l'analyse d'un paysage agricole en déprise par l'intermédiaire des physionomies de la végétation (quatre types physionomiques : bois, friche, déprise, entretenu, ont été dégagés) en considérant que la végétation était un bon intégrateur à la fois des conditions de milieu et des conditions d'utilisation humaine.
La cartographie de la végétation qui a été réalisée sur Aussois peut être extrapolée à d'autres communes grâce à l'utilisation des photographies aériennes. Cette carte digitalisée grâce au système d'information géographique Arc Info a permis un traitement quantitatif des différents éléments mesurés (surface des différentes unités, longueurs de contact entre types physionomiques différents). C'est un élément important de notre démarche, car elle permet d'apporter un éclairage quantitatif sur la structure du paysage.

L'outil principal de cette quantification est l'interface - contact sous forme d'un trait sur la carte[2] entre deux types physionomiques différents. En effet, la première étape de notre travail est entièrement basée sur la notion d'**interface cartographique** entre types de végétation, qui nous permet de mettre en place un échantillonnage stratifié en fonction des longueurs prédominantes des différentes interfaces. Nous considérons que le contact entre deux milieux gérés différemment est un écotone et que sa traduction cartographique est un trait séparant deux zones cartographiées de manière différente.

[1] d'étendue de l'ordre du millier d'hectares et de résolution le 1 : 5000.
[2] et d'un arc sous le logiciel Arc Info.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

La comparaison de trois photographies aériennes[3] a permis de quantifier les évolutions du paysage de la commune depuis 1953 tant au niveau de l'évolution des surfaces de chaque unité que de leur périmètre (Héritier, 1996). Cette approche diachronique s'est avérée particulièrement pertinente pour comprendre comment ces interfaces se modifient dans le temps et comment elles sont perçues par les utilisateurs. Ainsi, à Aussois, la friche est peu présente (au maximum 8 % de la surface totale de la zone d'étude) et sa surface a même régressé[4] entre 1967 et 1990, mais le morcellement des unités paysagères a augmenté. Ainsi, la friche qui était concentrée en 1953 et 1967 dans des secteurs éloignés du village est désormais sous forme de petites taches de colonisation par des ligneux bas[5] des anciennes prairies de fauche tout autour du village. Ceci se traduit par une augmentation de la diversité induite[6] par la friche dans le paysage depuis 1953.

Cette diffusion des petits îlots de friche dans le paysage permet de comprendre l'importance socio-perceptive que lui accordent les habitants et les acteurs locaux d'Aussois. En effet, une enquête sur l'évolution du paysage menée à Aussois (Héritier, 1996), a mis en évidence, l'importance accordée aux friches dans la perception des modifications du paysage. La friche est perçue comme l'élément qui contribue le plus à modifier le paysage de par son augmentation. L'analyse spatiale pratiquée a infirmé cette impression, mais nous pouvons relier cette distortion de perception à l'augmentation de la diversité induite par la friche. La friche a de plus une connotation très négative reliée à la diminution des pratiques agricoles et à la perte du "paysage de l'enfance" des enquêtés (Héritier, 1996). Les taches de friche dans les parcelles entretenues sont ainsi perçues très nettement comme un signe de déprise et comme le signe d'une dynamique post-culturale.

Notre approche par la longueur des interfaces des types physionomiques de la végétation a montré une répartition équilibrée des longueurs des interfaces des quatre types physionomiques sur l'ensemble de la zone d'étude, mais un très fort déséquilibre selon les écocomplexes considérés. Si à l'Esseillon et à l'Arpont environ 30 % des longueurs d'interfaces correspondent à un contact avec une parcelle en friche, en revanche, à l'Ortet et au Plateau, seules 14 % et 8 % des interfaces sont délimitées par de la friche. Ainsi, dans la plupart des écocomplexes, la friche n'est pas l'élément linéaire dominant la dynamique de la colonisation frontale. En outre, notre travail au niveau de la largeur des écotones a mis en évidence que la friche était un faible émetteur d'espèces et que leur capacité de colonisation frontale ne s'exerçait qu'à courte distance. Ces résultats ont montré que les friches n'ont pas un fort impact dans la dynamique de colonisation frontale, par contre, et ceci mérite d'autres recherches, elles sont plutôt le lieu de mécanismes de colonisation par nucléation ou par dissémination[7]. Cependant, elles sont de bonnes réceptrices d'espèces et peuvent donc être colonisées par des espèces venant de végétation à forte capacité de dissémination. Nous avons montré à ce propos que les interfaces les plus efficaces du point de vue de la colonisation frontale, sont celles en contact avec une parcelle de bois.

La confrontation menée entre les résultats de l'analyse spatiale du paysage et l'analyse socio-perceptive nous a révélé que les risques de modification du paysage par les jeux des mécanismes de colonisation frontale ne sont pas correctement évalués. Les friches sont perçues comme le milieu le plus dangereux, alors que nous avons montré qu'elles n'étaient que de faibles sources d'espèces colonisatrices. Le bois est considéré comme une entité stable et dont l'avancée induirait peu d'inconvénients[8] (Héritier, 1996) alors que nous avons montré qu'il était un bon émetteur de semences dont il serait urgent de gérer les interfaces (en particulier avec la friche et le milieu en déprise qui sont de bons récepteurs d'espèces).

Les résultats que nous avons obtenus, resitués dans le paragraphe précédent au niveau des interfaces physionomiques, sont issus d'une approche duale de l'interface (trait sur la carte ou limite sur le terrain) et de l'écotone (structure fonctionnelle de transition entre deux types physionomiques de végétation) qui est une structure clé pour étudier les phénomènes de colonisation frontale.

[3] 1953, 1967 et 1990.
[4] des secteurs en friche en 1967 sont en 1990 des formations forestières.
[5] genévriers, églantiers, épines-vinettes.
[6] la diversité induite par une unité paysagère par hectare est fonction de l'importance des lisières, du nombre moyen d'îlots, de la taille moyenne des îlots et de la superficie totale de l'unité physionomique (pour plus de détails, voir Delcros, 1993).
[7] en raison en particulier de la présence d'arbustes à fruits charnus disséminés par des oiseaux et par leur importance dans la structure verticale comme perchoir.
[8] en effet, les interlocuteurs considèrent la friche comme une zone non mise en valeur, alors que la forêt est source de richesse économique (bois).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

II - LES ECOTONES : DES STRUCTURES CLE POUR ANALYSER LES VEGETATIONS POST-CULTURALES

Le concept d'écotone a été principalement étudié par la communauté scientifique, dans le cadre des changements globaux et souvent au niveau de transitions bien nettes (entre biomes, entre eau et terre, entre forêt et prairie). L'analyse bibliographique a mis en évidence que peu d'études[9] portent sur des transitions en quelques mètres entre deux milieux herbacés.
Nous avons proposé une nouvelle approche de ce concept qui permet d'évaluer l'influence des changements locaux (diminution des pratiques agricoles) sur des milieux en transition encore marqués par l'utilisation agricole qui en a été faite depuis des siècles.

Nous avions fait le pari dans cette thèse d'étudier des phénomènes précoces, donc juste marqués par des modifications légères de milieu, qui se situent dans des milieux hétérogènes à grande variabilité de composition floristique. Nous avions choisi de mener notre étude à l'échelle d'une commune dans le but d'apporter des réponses adaptées à la gestion des espaces agricoles en déprise. Comme certaines zones de la commune se caractérisent par une utilisation pastorale extensive et diffuse (pâturage libre par des moutons), ces contraintes et difficultés nous ont conduit à aborder l'étude de la mosaïque paysagère de la zone agricole de la commune par photointerprétation de photographie aérienne couleur en considérant que la végétation est un bon intégrateur des conditions de milieu et des pratiques anthropiques.

L'analyse des relevés de végétation selon différents regroupements et différentes méthodes d'analyse des données nous ont permis d'atteindre ces objectifs et d'apporter les éléments de connaissance suivants :

- l'écotone entre milieux gérés différemment existe ;
- le concept d'écotone contraint et d'écotone décontraint a une réalité structurelle (en terme de largeur et de richesse) et fonctionnelle (en terme de stratégie et de groupe fonctionnel des espèces) ;
- la diminution des pressions anthropiques induit des modifications de la structure des écotones et de leur fonctionnement, provoque une diminution de la biodiversité et des modifications du paysage.

Les écotones étudiés dans notre thèse sont bien des zones de transition entre systèmes écologiques adjacents (définition de Holland). Les contacts entre parcelles gérées différemment constituent des zones de tension (en raison de différences de micro-climat, de niveau de fertilisation, de niveau de contrainte et de stress sur la végétation, de flux d'espèces...) qui engendrent une structuration originale de la végétation repérable sur le terrain par l'analyse fine de la composition floristique.

L'une des avancées conceptuelles de ce travail est d'avoir démontré que la composition et la structure de la végétation herbacée relevées sur des placettes juxtaposées le long d'un transect permettent d'aboutir à une définition spatiale de l'écotone (en termes de largeur ou d'affectation de placettes). Par rapport à l'interface cartographique qui avait permis la stratification de l'échantillonnage, nous accédons donc à un niveau d'information supérieur, celui de la dimension spatio-temporelle de l'écotone.

L'autre avancée conceptuelle, est de proposer une dichotomie des écotones subissant des perturbations anthropiques en :

- écotone contraint, quand une des parcelles subit encore une pression anthropique intensive (fauche ou pâturage intensif) ;
- écotone décontraint, quand les deux parcelles ne sont plus gérées de manière intensive.

Ces définitions ont été validées par l'analyse factorielle des correspondances réalisée sur les placettes d'écotone, qui nous a prouvé que ces deux types d'écotones se comportaient différemment. De la même manière, des preuves supplémentaires du fonctionnement différent des écotones contraints et des écotones

[9] Les travaux qui existent portent sur des milieux très anthropisés : bordures de champ cultivé "*field boundaries*", gestion par les écotones de la colonisation d'adventices dans des cultures (Kleijn *et al.*, 1996 ; Kleijn, 1997).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

décontraints nous ont été fournies par les différentes analyses en termes de largeur, richesse locale relative et richesse globale relative de ces deux types d'écotones. Notre modèle biologique sous-jacent, de l'installation possible des espèces et de l'élargissement de l'écotone quand il passe du statut contraint à décontraint, est donc validé. Une première approche du mode de fonctionnement de ces deux types d'écotones a été proposée par l'analyse de la répartition des stratégies de Grime et des groupes fonctionnels. L'analyse factorielle des correspondances des placettes d'écotone a montré que les écotones décontraints étaient reliés aux espèces à stratégie de résistance au stress, alors que celles à stratégie compétitrice et rudérale sont plutôt reliées aux écotones contraints. Cependant, ces résultats sont à nuancer par le poids de l'écocomplexe Rossanche dans l'interprétation des axes de l'AFC.

Cette approche mériterait d'être poursuivie écocomplexe par écocomplexe afin d'identifier éventuellement des fonctionnements différents des écotones selon leur écocomplexe d'appartenance. Néanmoins, au niveau de l'écotone, des conditions particulières de micro-climat (lumière, humidité, vent), de bilan d'énergie et de conditions édaphiques existent par rapport aux milieux adjacents. Si ces variations écologiques sont plus nettes au niveau des interfaces entre bois et végétation herbacée (déprise ou milieu entretenu), elles existent aussi entre végétations herbacées. Nous avons en effet, mis en évidence par l'analyse de la typologie des transects que les transects bois - entretenu mais aussi déprise - entretenu présentaient des décalages entre la position de l'écotone et celle de l'interface physionomique. Pour les espèces colonisatrices, les mécanismes de compensation de facteurs entre colonisation et nutrition, colonisation et lumière ou entre nutriment et lumière (Tilman, 1997) sont peut-être modifiés au niveau de l'écotone par rapport à ceux existant en milieu stable. De la même manière, les équilibres entre relation de facilitation et relation de compétition (Callaway & Walker, 1997) interviennent probablement au niveau de ces structures particulières que sont les écotones. Ces hypothèses mériteraient d'être approfondies par des expérimentations écophysiologiques (sur les affectations de ressource et l'influence des apports en nutriments) et d'analyse de concurrence entre espèces, mettant par exemple, en jeu, la principale espèce monopoliste, le brachypode. Nous pouvons supposer que les espèces qui arrivent à coloniser les milieux qui ne sont plus soumis aux pratiques, sont celles qui sont capables de fonctionner avec deux types de stratégies, une stratégie de tolérance lui permettant de se maintenir dans des milieux d'écotone et quand les conditions s'y prêtent d'utiliser au maximum ses capacités compétitrices. L'écotone peut ainsi être considéré comme un lieu de redistribution à la fois des flux d'énergie et d'espèces mais aussi à une redistribution des stratégies des espèces.

Cette méthode d'analyse de la dynamique de la végétation par l'intermédiaire de l'écotone nous a permis également d'évaluer la variation de la biodiversité dans ces types d'écotone et donc de pouvoir proposer des scénarios simplifiés de dynamique de la biodiversité végétale en cas de diminution généralisée des pressions anthropiques. En effet, nous avons démontré que les écotones sont globalement plus riches qu'un des milieux qu'ils relient, mais les écotones décontraints sont moins riches que les écotones contraints.

Ainsi, nous pouvons simuler de manière abrupte les conséquences pour la biodiversité de la chute de l'activité agricole à Aussois, sur la base des moyennes de richesse établies pour chaque type de végétation. Un arrêt total de la fauche à Aussois, entraînerait la transformation des écotones contraints en écotones décontraints et donc une perte de richesse au sein des écotones de 7 espèces en moyenne pour la richesse locale et de 126 espèces au total. En considérant la transformation du milieu entretenu en milieu en déprise, nous assisterions à une diminution de la richesse locale de 5 espèces mais à une augmentation de la richesse globale (+ 46 espèces) ainsi qu'à la perte pour la flore de la commune de 5 espèces[10]. La transformation suivante, du milieu en déprise en friche permettrait de ré-augmenter la richesse locale (+ 4 espèces) et de maintenir le même niveau de richesse globale avec toutefois, la perte pour la flore de la commune de 29 espèces. L'étape ultime de la transformation du milieu autrefois entretenu, en bois, provoquerait la perte de plus de la moitié de la flore de la commune, qui serait réduite à 230 espèces au lieu de 403 actuellement. Cependant, cette schématisation de l'évolution de la pression agricole à Aussois et de ses conséquences n'est pas réaliste et ne tient par ailleurs pas compte de l'importance de la structuration de la végétation par les écocomplexes.

[10] des cinq espèces originales des milieux entretenus.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

III - LES ECOCOMPLEXES : DES SYSTEMES STRUCTURANTS POUR L'ORGANISATION DE LA BIODIVERSITE VEGETALE EN MONTAGNE

Les différentes approches d'analyse du paysage et de la végétation mises en œuvre ont souligné l'importance du niveau de l'écocomplexe dans la structuration de la mosaïque paysagère de la commune et de sa végétation au niveau des interfaces. L'écocomplexe est en effet un intégrateur des conditions écologiques, pédologiques et des pratiques agricoles qui ont valorisé les potentialités du milieu.

Ceci a confirmé l'intérêt de la démarche de relevés sous forme de transects dans des milieux hétérogènes et dynamiques (les écotones) afin de mieux comprendre les déterminants de la dynamique végétale. En effet, les écocomplexes sont le premier facteur structurant de la végétation tant au niveau des facteurs permettant d'interpréter les axes de l'AFC que des différents niveaux de richesse et de similarité de la végétation de la zone d'étude. Nous avons ainsi montré que la part principale d'individualisation de la flore est liée à l'appartenance à un écocomplexe beaucoup plus qu'à un type physionomique de végétation : le fonds commun d'espèces entre écocomplexes est faible (50 espèces) et les richesses originales de la végétation des différents écocomplexes élevées (173 espèces ne sont trouvées que dans un seul secteur). Cette importance de l'écocomplexe n'est cependant jamais à dissocier, à l'étage montagnard, de l'intervention humaine qui a sélectionné les écocomplexes pour leurs potentialités et qui les a profondément modifiés ; ainsi les analyses de sol ont montré sur toute notre zone d'étude le très fort niveau de fertilisation minérale des sols à utilisation agricole. De nombreux phénomènes de compensation de facteurs sont sans doute en jeu ce qui rend difficile l'interprétation des phénomènes dynamiques en termes de stratégies de Grime et augmente l'importance de la résistance aux stress par rapport aux stratégies compétitrices.

Les résultats obtenus ont confirmé l'intérêt et la pertinence de la stratification de l'échantillonnage et ont permis de mettre en avant les écocomplexes les plus originaux, qui ont le plus d'importance dans la gestion de la biodiversité à l'échelle communale. Cette démarche est ainsi tout à fait extrapolable à d'autres communes ou secteurs de montagne. A Aussois, nous avons distingué les écocomplexes de l'Arpont et de l'Esseillon comme étant porteurs d'une forte originalité stationnelle et floristique par rapport à la zone d'étude. Ainsi, si un aménagement de grande ampleur (extension de pistes de ski, urbanisation, ...) supprimait totalement un écocomplexe, l'impact sur la flore totale de la commune serait très variable suivant l'écocomplexe considéré : de 38 espèces pour l'Arpont, de 53 espèces pour l'Esseillon et de 13 espèces pour Rossanche.

Cependant, ces données chiffrées sont à nuancer car si l'importance, pour le patrimoine écologique de la commune d'Aussois, de la zone de l'Esseillon ne fait aucun doute, celle mise en évidence de l'Arpont n'est vraisemblablement qu'un artefact lié à la délimitation altitudinale de notre zone d'étude. Les espèces et les caractéristiques écologiques[11] qui isolent l'Arpont des autres écocomplexes étudiés se retrouvent au niveau du territoire communal dans la zone d'alpage à partir de 2000 m que nous n'avons pas étudiée. L'Arpont est donc original pour notre zone d'étude, mais il ne l'est pas au niveau de la commune. Par contre, l'Esseillon est original pour notre zone d'étude, mais également pour la commune, voire pour l'ensemble de la vallée de la Maurienne.

L'Esseillon[12], de par ses particularités géologiques (dalles calcaires affleurantes) et de sécheresse est une zone à protéger, car les espèces qui s'y trouvent n'ont pas d'autre implantation au niveau de la vallée de la Maurienne. Il faut souligner que bien que notre étude de la végétation n'ait porté que sur les parcelles qui avaient eu une utilisation agricole, donc les plus riches de cet écocomplexe, nous avons mis en évidence quelques espèces d'intérêt patrimonial, en particulier des espèces messicoles dont la protection sur le site nécessite des mesures de gestion spécifiques (par exemple la poursuite du labour, tous les deux ou trois ans, de la parcelle). Toute destruction de milieux ou de sites d'espèces dans cette zone de la commune conduirait à la perte définitive de ces espèces, car aucun potentiel de colonisation ne serait susceptible de réintroduire l'espèce. Cette zone fait l'objet d'un classement en ZNIEFF, mais n'a pas pu être l'objet d'un arrêté de biotope qui avait pourtant été préparé. Une gestion spécifique est à envisager rapidement, quel que soit son statut juridique, afin de préserver cette richesse patrimoniale importante.

[11] sur la base des valeurs écologiques de Landolt.
[12] et le site adjacent inscrit dans la ZNIEFF au niveau de la commune d'Avrieux.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Les définitions des différents niveaux de richesse spécifique que nous avons proposées se sont avérées un outil très efficace pour mieux comprendre l'importance respective des différents écocomplexes (mais aussi types de végétation ou type d'écotones) dans la flore de la commune. Nous souhaitons que cette approche de la richesse locale, globale et originale puisse être étendue à d'autres études, en particulier à celles menées dans des buts d'aménagement et de gestion de l'espace. Nous considérons en effet que cette avancée conceptuelle est fondamentale pour aborder de manière scientifique et rigoureuse toute approche de la biodiversité.

Il ne faut cependant pas perdre de vue que la biodiversité que nous connaissons actuellement est issue de la modification depuis des siècles du milieu par l'homme. Le point fondamental de l'épisode de modification que nous vivons tient cependant à son ampleur spatiale (dans le cas de la déprise) et à sa puissance de perturbation grave du milieu (principalement dans les actions d'aménagement que l'homme mène en haute altitude, pour les pistes de ski par exemple).

Ces résultats nous amènent à formuler des conseils de gestion de l'espace anthropisé afin de conserver le meilleur niveau de diversité et la meilleure qualité paysagère possible.

IV – TRANSFORMATION DES PAYSAGES ET DYNAMIQUES DE LA BIODIVERSITE VEGETALE : INTERET D'UNE EVALUATION ECOLOGIQUE ET SOCIO-PERCEPTIVE DES CHANGEMENTS

Nous avons montré que les interfaces les plus dynamiques du point de vue de l'émission d'espèces colonisatrices étaient les bois et que l'interface bois - entretenu était celle qui présentait le plus de risques potentiels de colonisation rapide de la prairie en raison de sa forte réceptivité et de son fort niveau de fertilisation et de réserve en eau.

Nous avons par ailleurs montré que l'arrêt des pratiques de fauche ou de pâturage extensif provoquerait des diminutions de la richesse locale des milieux, mais plutôt une augmentation transitoire de la richesse globale des secteurs abandonnés. Ceci rejoint la plupart des travaux sur la dynamique de colonisation démontrant l'existence d'un profil de richesse en cloche après abandon des pratiques culturales.

Notre objectif était cependant de mettre en évidence des colonisations précoces et rapides, donc intervenant par des remplacements d'espèces herbacées au sein de la flore. L'importante répartition spatiale du brachypode nous a permis de bien étudier ce modèle de colonisation des prairies de fauche par une espèce monopoliste capable de profiter rapidement des conditions favorables créées par l'arrêt de la fauche. Nous avons montré que le brachypode dégradait profondément la biodiversité des milieux qu'il colonisait et qu'il avait une action tout aussi radicale sur le paysage, mais aussi sur la valeur pastorale des prairies. Une autre espèce (*Festuca paniculata*) amène également ces risques, mais elle se trouve, dans notre zone d'étude, en limite altitudinale basse de son extension (elle est néanmoins présente au Moulin et à l'Ortet), une étude approfondie devrait avoir lieu au niveau des alpages de l'étage subalpin qu'elle a déjà fortement colonisé et transformé.

La gestion du risque de transformation du paysage d'Aussois par le brachypode ne peut pas être basée uniquement sur une approche écologique et scientifique. Il faut au préalable lever les ambiguïtés que nous avons mises en évidence au niveau de la perception du risque (en l'occurrence de la friche). Actuellement, les conséquences négatives d'un remplacement d'espèces au niveau herbacé ne sont pas connues par les acteurs locaux[13].

Ce modèle dynamique nous permettra de mener des actions de sensibilisation à ce risque de banalisation de la flore et de perte de qualité visuelle des prairies de fauche autour du village. Cependant, une phase préalable de sensibilisation des acteurs locaux sera nécessaire pour leur faire prendre en compte la richesse patrimoniale de leurs prairies, non en termes d'espèces rares, mais en terme d'assemblage de végétation hérité des pratiques anthropiques. Il serait intéressant de mener des enquêtes sur ce sujet en interrogeant à la

[13] puisque l'enquête socioperceptive a montré que les acteurs locaux n'étaient sensibles qu'à l'évolution des ligneux (friche et forêt).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

fois des acteurs locaux, mais aussi des touristes (ce qui n'avait pas été fait dans l'enquête Héritier, 1996) dont la venue et la fidélisation sont des conditions fondamentales à la survie de la station village qu'est Aussois.

Il est indispensable dans les propositions de gestion de la biodiversité et du paysage de mettre en avant la nécessité de trouver des compromis ; compromis entre les objectifs et les moyens qu'il est possible de mettre en œuvre, entre les secteurs de la commune où des actions s'exerceront, entre les besoins et désirs des différents acteurs mais également compromis entre protection des animaux, des oiseaux, des arthropodes et des végétaux.

Notre analyse objective de l'évolution des paysages par une cartographie diachronique issue de photographies aérienne suivie d'une approche au niveau des interfaces de la mosaïque paysagère et au niveau de la végétation sur des transects de 20 m, répond à nos objectifs de connaissance de la dimension temporelle et dynamique des écotones, de mise en évidence de modèle dynamique induisant des changements de végétation, d'évaluation des risques de colonisation et de proposition de scénarios de variation de la biodiversité au niveau du paysage. Cependant, vu la variabilité et l'hétérogénéité des milieux, elle ne peut mettre en évidence que des modèles à la fois fortement répandus et produisant une variation forte de la végétation. Seuls le brachypode et la fétuque paniculée, espèces monopolistes sont ainsi mis en exergue par notre approche de la colonisation frontale. Les espèces arbustives des friches ne relèvent ni de cette expansion monopoliste, ni de la colonisation frontale et mériteraient une étude spécifique orientée vers la dissémination à longue distance.
Les définitions des concepts d'écotone contraint et décontraints se sont révélés opérationnelles pour l'analyse du fonctionnement des écotones ; les niveaux de richesse spécifique proposés sont, eux, opérationnels pour aborder des problèmes de gestion de l'espace en terme de connaissance et de conservation de la biodiversité.
Notre travail apporte ainsi quelques éléments conceptuels et opérationnels pour une évaluation des changements, éléments indispensables pour une gestion durable des espaces montagnards.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

BIBLIOGRAPHIE

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

BIBLIOGRAPHIE

ABECASSIS A.C., 1994 - Etude spatio-temporelle d'une déprise pastorale en limite supérieure de forêt (exemple de la commune d'Orelle, dans les Gorges Houillères de Moyenne Maurienne), mémoire de MST, université de Savoie, Cemagref, Grenoble, 89 p.

ABECASSIS A.C., 1996 - Transformation des paysages et évolution de la diversité floristique en Oisans, mémoire de DEA, institut de géographie alpine, université Joseph Fourier, Grenoble, Cemagref, 127 p.

ALLEN T.F.H., STARR T.B., 1982 - *Hierarchy perspectives for ecological complexity*, University of Chicago Press, Chicago.

ALLEN T.F.H., WYLETO E.P., 1983 - A hierarchical model for the complexity of plant communities, *J. Theor. Biol.* **101** : 529-540

ARLOT C., 1984 - *Contribution à l'étude des groupements pré-forestiers du Centre-Sud du Bassin Parisien, essai de synthèse sur les Prunetalia spinosae Tx 32 des domaines atlantiques et médio-européens*, thèse d'université, Paris Sud, 206 p.

BAKKER J.P., POSCHLOD P., STRYKSTRA R.J., BEKKER R.M., THOMPSON K., 1996 - Seed banks and seed dispersal : important topics in restauration ecology, *Acta Bot. Neerl.* **45** (4) : 461-490

BALENT G., DURU M., MAGDA D., 1993 - Pratiques de gestion et dynamique de la végétation des prairies permanentes, *Etudes et Recherches sur les Systèmes agraires et le Développement* **27** : 283-301

BALENT G., COURTIADE B., 1992 - Modelling bird communities/landscape patterns relationships in a rural area of South-Western France, *Landscape Ecology* **6** (3) : 195-211

BALLET F., RAFFAELI P., 1990 - *Rupestres : roches en Savoie gravures, peintures, cupules*, Musée Savoisien, Chambéry, 147 p.

BAUDIERE A., GAUQUELIN T., 1990 - Successions, substitutions, écotones et systèmes phytomorphogénétiques pyrénéens d'altitude, *Botanica pirenaico-cantabrica Jaca y Huesca* : 353-366

BAUDRY J., 1985 - *Utilisation des concepts de Landscape Ecology pour l'analyse de l'espace rural. Utilisation du sol et bocages*, thèse d'université, Rennes I, 497 p.

BEGON M., HARPER J.L., TOWNSEND C.R., 1986 - *Ecology : Individuals, Populations and Communities - second edition*, Blackwell Scientific Publications, Oxford : 613-647

BERTNESS M.D., CALLAWAY R.M., 1994 - Interactions among plants : a post-cold war perspective, *Trends in Ecology and Evolution* **9** : 191-193

BLANCHARD R., 1943 - *Les Alpes occidentales, T.III : les grandes Alpes françaises du Nord, 1 : massifs centraux, zone intra-alpine*, Arthaud, Grenoble, 348 p.

BLANDIN P., LAMOTTE M., 1988 - Recherche d'une entité écologique correspondant à l'étude des paysages : la notion d'écocomplexe, *Bulletin d'Ecologie* **19** (4) : 547-555

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

BOBBINK R., WILLEMS J.H., 1987 - Increasing dominance of *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv. in chalk grasslands : a threat to a species-rich ecosystem, *Biological Conservation* **40** : 301-314

BOBBINK R., BIK L., WILLEMS J.H., 1988 - Effects of nitrogen fertilization on vegetation structure and dominance of *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv. in chalk grassland, *Acta Bot. Neerl.* **37** (2) : 231-242

BOBBINK R., WILLEMS J.H., 1988 - Effects on management and nutrient availability on vegetation structure of chalk grassland, *In* DURING H.J., WERGER R., WILLEMS J.H. (eds), *Diversity pattern in plant communities,* SPB Academic Publishing, The Hague : 183-193

BORNARD A., DUBOST M., 1992 - Diagnostic agro-écologique de la végétation des alpages laitiers des Alpes du Nord humides, établissement et utilisation d'une typologie simplifiée, *Agronomie* **12** (8) : 581-599

BORNARD A., COZIC Ph., 1986 - Valorisation par des bovins ou des ovins de pelouses et de landes subalpines des Alpes françaises, *Fourrages* **108** : 129-161

BOTKIN D.B., 1975 - Functional groups of organisms in model ecosystems, *In* LEVIN S.A. (ed) *Ecosystem analysis and prediction*, Phil. Soc. Ind. Appl. Math. Philadelphia, 98-102

BOZON N., 1989 - Etude écologique des friches agricoles en Moyenne Maurienne. Description et quantification des processus de recolonisation par les ligneux sur le bassin versant de Saint-Martin-la-Porte, mémoire de DEA, Grenoble I, Cemagref Grenoble, 58 p.

BOZON N., 1995 - *Répartition et dynamique des boisements feuillus post-agricoles. Analyse structurale de formations à frênes, érable et merisier dans les Alpes,* thèse d'université, Grenoble I, Cemagref Grenoble, 180 p.

BOZON P., 1968 - Estivage, affouragement et habitat rural dans les hautes vallées de Maurienne, *Revue de Géographie Alpine* **LVI** (2) : 359-365

BRAU-NOGUE C., 1996 - *Dynamique des pelouses d'alpages laitiers des Alpes du Nord externes,* thèse d'université, Grenoble I, Cemagref Grenoble, 187 p.

Brochure Aussois, 1996

Brochure Aussois station, été 1997

Brochure Aussois, - 1500-2750 m

BRUCCI, 1993 - Adéquation de la formation à l'emploi des jeunes dans le développement local d'une station-village, le cas d'Aussois, mémoire de maîtrise, institut de géographie alpine, Grenoble I, 165 p.

BRUHIER S., 1993 - Contribution pour l'étude des écotones d'altitude-éléments conceptuels et méthodologiques - application au bassin versant du Bonrieu (Moyenne Maurienne), mémoire de DEA, Paris XI, INA-PG, Cemagref Grenoble, 29 p.

CABAUD, 1989 - *Aussois*, villages et visages de Savoie, Curandera

CADEL G., PAUTOU G., 1984 - Les groupements forestiers des Alpes intermédiaires dauphinoises : particularités biogéographiques, phytosociologiques et écologiques, *In Actes du colloque international "écologie et biogéographie des milieux montagnards et de haute altitude" Documents d'écologie pyrénéenne* **III-IV** : 21-27

CALLAWAY R.M., WALKER L.R., 1997 - Competition and facilitation : a synthetic approach to interactions in plant communities, *Ecology* **78** : 1958-1965

CARCAILLET C., 1993 - Approche pédoanthracologique de l'évolution des lisières forestières de haute altitude sur l'adret de Saint-Michel-de-Maurienne (Savoie), mémoire de DEA, Aix-Marseille III, Institut Méditerranéen d'Ecologie et de Paléoécologie, 25 p.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

CARCAILLET C., 1996 - *Evolution de l'organisation spatiale des communautés végétales d'altitude depuis 7000 ans BP dans la vallée de la Maurienne (Alpes de Savoie, France) : une analyse pédoanthracologique,* thèse d'université, Aix-Marseille III, 95 p.

CARCAILLET C., 1997 - Evolution de la végétation pendant l'Holocène dans la haute vallée de la Maurienne (Alpes du Nord-Ouest) : un programme multidisciplinaire de paléoécologie du paysage, *Ecologia Mediterranea* **23** (1/2) : 131 - 144

CERREP, 1982 - Notice d'impact paysager pour le programme pluri-annuel de développement touristique d'Aussois, Centre d'Etudes de Recherche et de Réalisations Ecologiques et Paysagères, Grenoble

CHAMBRE D'AGRICULTURE DE SAVOIE, GROUPEMENT DE VULGARISATION AGRICOLE DE HAUTE MAURIENNE, LYCEE AGRICOLE DE SAVOIE LA MOTTE SERVOLEX, CENTRE DEPARTEMENTAL METEOROLOGIQUE DE CHAMBERY, UNIVERSITE DE GRENOBLE, 1985 - Action spécifique départementale n°2, problèmes posés par l'irrigation en altitude, application aux secteurs de Haute Maurienne, Chambre d'Agriculture de Savoie, Chambéry

CHAMBRE D'AGRICULTURE DE SAVOIE, GROUPEMENT DE VULGARISATION AGRICOLE DE HAUTE MAURIENNE, GROUPEMENT DE VULGARISATION AGRICOLE DE HAUTE TARENTAISE, 1987 - Problèmes posés par l'irrigation en altitude, application aux secteurs de Haute Maurienne et de Haute Tarentaise, Chambre d'Agriculture de Savoie, Chambéry

CHAMBRE D'AGRICULTURE DE SAVOIE, GROUPEMENT DE VULGARISATION AGRICOLE DE HAUTE MAURIENNE, GROUPEMENT DE VULGARISATION AGRICOLE DE HAUTE TARENTAISE, 1989 - Problèmes posés par l'irrigation en altitude, application aux secteurs de Haute Maurienne et de Haute Tarentaise, Chambre d'Agriculture de Savoie, Chambéry

CHAPIN F.S. III, BLOOM A.J., FIELD C.B., WARING R.H., 1987 - Plant responses to multiple environmental factors : physiological ecology provides tools for studying how interacting environmental resources control plant growth, *BioScience* **37** (1) : 49-57

CHAPIN F.S. III, KORNER C., 1994 - Arctic and alpine biodiversity : patterns, causes and ecosystem consequences, *TREE* **9** (2 : 92) : 45-47

CHAPIN F.S. III, SCHULZE E.D., MOONEY H.A., 1992 - Biodiversity and ecosystem processes, *TREE* **7** (4) : 107 - 108

CHAPIN F.S. III, VITOUSEK P.M., VAN CLEVE K., 1986 - The nature of nutrient limitation in plant communities, *The American Naturalist* **127** (1) : 48-58

CHARDONNET E., 1991 - L'agriculture de montagne contribution d'un maire de Maurienne (Savoie), *C. R. Acad. Agric. Fr.* **77** (4) : 3-19

CHARDONNET I., 1983 - Analyse du développement touristique : historique, situation actuelle, perspectives étude complémentaire au programme pluri-annuel de développement touristique présenté par la commune d'Aussois, mémoire de maîtrise, Paris I Centre d'Etudes supérieures du Tourisme, 150 p.

CHERPEAU A., 1996 - *Télédétection et agroécologie, un essai de cartographie destinée à la gestion des milieux herbacés de haute montagne : application au Parc national des Ecrins,* thèse d'université, Grenoble I, Cemagref Grenoble, 230 p.

CHESSEL D., LEBRETON J.D., PRODON R., 1982 - Mesures symétriques d'amplitude d'habitat et de diversité intra-échantillon dans un tableau espèces-relevés : cas d'un gradient simple, *C.R. Académie Sc. Paris série III* **295** : 83-88

CLEMENTS F.E., 1897 - Pelicular zonal formations of the Great Plains, *Am. Nat.* **31** : 968

CLEMENTS F.E., 1905 - *Research methods in ecology,* University Publishing Company, Lincoln

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

CLEMENTS F.E., 1916 - *Plant succession : an analysis of the development of vegetation,* Carnegie Institute Publication, Washington, 242 : 1-512

CLEMENTS F.E., 1936 - Nature and structure of the climax, *Journal of Ecology* **24** : 252-284

CLEMENTS F.E., SHELFORD V.E., 1939 - *Bio-ecology,* John Wiley and Sons, New York, 425 p.

CONNELL J.H., SLATYER R.O., 1977 - Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization, *American Naturalist* **111** (982) : 1169-1194

CORNELIUS J.M., REYNOLDS J.F., 1991 - On determining the statistical significance of discontinuities within ordered ecological data, *Ecology* **6** (72) : 2057-2070

COSTE H. 1901 (réd 1990) - *Flore descriptive et illustrée de France, de la Corse et des contrées limitrophes,* Albert Blanchard, Paris, 3 tomes : 416, 627 et 807 p.

CRETIN V., 1994 - Agriculture et biodiversité, approche sur la commune d'Aussois (Savoie), rapport de BTS, LEGTA Edgar Faure, Cemagref Grenoble, 38 p. + annexes

DAGET P., 1980 a - Le nombre de diversité de Hill, un concept unificateur dans la théorie de la diversité écologique, *Acta Œcologica Œcologia Gener*alis **1** (1) : 51-70

DAGET P., 1980 b - Sur les types biologiques en tant que stratégie adaptative (cas des Thérophytes) *In* BARBAULT R, BLANDIN P., MEYER J.A. (eds), *Recherches d'écologie théorique - les stratégies adaptatives,* actes du colloque d'écologie théorique organisé à l'Ecole Normale Supérieure les 18, 19, 20 mai 1978, Maloine, Paris : 89 - 114

DAGET P., GODRON P. 1982 - *Analyse de l'écologie des espèces dans les communautés,* Masson, Collection d'écologie n°18, Paris : 12-21

DANAIS M., 1982 - La diversité en écologie : analyse bibliographique, *Botanica Rhedonica, série A* **17** : 77-104

DASNIAS P., 1987 - *Successions végétales : synthèse bibliographique et dynamisme à l'ubac montagnard de la Moyenne Tarentaise (Savoie),* thèse d'université, Grenoble, 252 p.

DEBELMAS J., DESMONS J., ELLENBERGER F., GOFFE B., FABRE J., JAILLARD E., PACHOUD A., 1989 - Notice explicative de la feuille Modane à 1 : 50000, éditions du BRGM, Orléans, 53 p.

DEBUSSCHE M., ESCARRÉ J., LEPART J., HOUSSARD C., LAVOREL S., 1996 - Changes in mediterranean plant succession : old-fields revisited, *Journal of Vegetation Science* **7** : 519-526

DECAENS T., DUTOIT T., ALARD D., 1997 - Earthworm community characteristics during afforestation of abandoned chalk grasslands (Upper Normandy, France), *Eur. Journal of Soil Biology* **33** (1) : 1-11

DECAMPS H., NAIMAN J., 1992 - Towards an ecotone perspective *In* NAIMAN R.J., DECAMPS H. (eds), *The ecology and management of aquatic-terrestrial ecotones,* Man and the Biosphere Series, Volume 4 : 1-5

DECONCHAT M., BALENT G., 1996 - Biodiversité et forêt dans un paysage agricole, étude bibliographique, *Etudes et Recherches sur les Systèmes agraires et le Développement* **29** : 15-36

DECONCHAT M., BALENT G., CASTE D., 1994 - Les boisements des terres agricoles comme outil d'aménagement écologique du paysage tome 1 synthèse et catalogue bibliographique des effets des bois sur la biodiversité, Conseil Régional de Midi-Pyrénées, 91 p.

DEDIEU J.P., 1983 - *Recherche cartographique sur les interrelations humaines et naturelles en Maurienne. Méthodes et modèles de réalisations cartographiques,* thèse d'université, Grenoble I, Institut de Géographie Alpine, Grenoble, 480 p.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

DELCOURT, DELCOURT, 1992 - Ecotone dynamics in space and time *In* HANSEN A.J., DI CASTRI F. (eds), *Landscapes boundaries consequences for biotic diversity and ecological flows*, Springer, Ecological Studies 92, New York : 19-54

DELCROS P., 1993 - *Ecologie du paysage et dynamique végétale post-culturale,* Cemagref Collection Etudes Gestion des Territoires n°13, 334 p.

DELEAGE J.P., 1991 - *Une histoire de l'écologie*, La Découverte, collection Points Sciences, Paris, 330 p.

DELPECH R., 1982 - La végétation prairiale, reflet du milieu et des pratiques, *Bulletin Technique d'Information* **370 - 372** : 363-373

DELPECH R. 1984 - Etude expérimentale de la dynamique de phytocénoses de pelouses subalpines soumises à l'action de facteurs anthropozoogènes, *In Actes du colloque international "écologie et biogéographie des milieux montagnards et de haute altitude" Documents d'écologie pyrénéenne* **III-IV** : 463-470

DESMARIS C., 1991 - Analyse historique et spatiale des mutations socio-économiques d'un adret de Moyenne Maurienne, éléments pour une approche spatio-temporelle des processus d'abandon en montagne, mémoire de maîtrise, institut de géographie alpine, Grenoble I, Cemagref Grenoble, 79 p.

DESMARIS C., 1992 - Patrimoine naturel et développement local, éléments de réflexion sur l'intégration économie/écologie dans la gestion de l'espace montagnard, mémoire de DEA, Grenoble I, Cemagref Grenoble, 54 p.

DIAZ S., CABIDO M., 1997 - Plant functional types and ecosystem function in relation to global change, *Journal of Vegetation Science* **8** : 463-474

DI CASTRI F., HANSEN A., HOLLAND M. M. (eds), 1988 - A new look at ecotones : emerging international projects on landscape boundaries, *Biology International IUBS* **special issue 17**, 163 p.

DIDIER L., BRUN J.J., 1997 - Reboisements de protection et sous-utilisation des alpages : impacts écologiques et paysagers. Exemple de la série R.T.M. de la Crollaz, Moyenne Maurienne, Alpes françaises du Nord, *Ecologia Mediterranea* **23** (1/2) : 107-119

DUTOIT T. 1996 - *Dynamique et gestion des pelouses calcaires de Haute-Normandie*, Publications de l'université de Rouen, 220 p.

EGLER F.E. 1954 - Vegetation science concepts I initial floristic composition, a factor in old-field vegetation development, *Vegetatio* **4** : 412-417

ENGREF 1991 - Approche patrimoniale de la gestion des espaces et des ressources naturels, *Revue des Elèves de l'ENGREF*, Paris, 50 p.

ENGREF - AOME 1993 - La biodiversité : notions et réalités, *Revue des Elèves de l'ENGREF*, Paris, 84 p.

ESCARRE J., HOUSSARD C., DEBUSSCHE M., LEPART J. 1983 - Evolution de la végétation et du sol après abandon cultural en région méditerranéenne : étude de succession dans les Garrigues du Montpelliérais (France), *Acta Œcologica Œcologia Plantarum* **4** (18) : 221-239

FAVARGER Cl., ROBERT P.A., 1995 - *Flore et végétation des Alpes, tome II, l'étage subalpin*, 3ème édition, Delachaux & Niestlé, Paris, 239 p.

FENELON J.P., 1981 - *Qu'est-ce que l'Analyse des Données ?*, Lefonen, 311 p.

FELTGEN DIDIER L., 1998 - *La limite supraforestière dans les Alpes : un nouveau regard sur sa structure et sa dynamique, à la lumière des successions post-pastorales et grâce à la théorie de la hiérarchie (l'exemple des Gorges Houillères en Moyenne Maurienne, dans les Alpes françaises du Nord),* thèse d'université, Grenoble I, Cemagref Grenoble, 364 p.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

FILY M., BALENT G., 1991 - Les interactions entre la végétation herbacée et les grands vertébrés herbivores : le pâturage considéré comme un facteur évolutif pour les plantes, *Etudes et Recherches sur les Systèmes agraires et le Développement* **24** : 1-42

FINEGAN B., 1984 - Forest succession, *Nature* **312** : 109-114

FISCHESSER B., DUPUIS M.F., 1996 - L'identité du paysage, l'expérience du Cemagref, *C.R. Acad. Agric. Fr.* **82** (4) : 123-132

FLEURY Ph., DORIOZ J.M., JEANNIN B., 1985 - Influence du milieu physique et des pratiques agricoles sur la végétation des prairies de fauche des hautes vallées des Alpes du Nord, une recherche en Beaufortain et sa portée régionale, INRA, 50 p.

FLORET C., GALAN M.J., LE FLOCH E., ORSHAN G., ROMANE F., 1990 - Growth forms and phenomorphology traits along an environmental gradient : tools for studying vegetation ?, *Journal of Vegetation Science* **1** : 71-80

FORMAN R., GODRON M., 1986 - *Landscape ecology*, John Wiley and Sons, New York, 619 p.

FOURNIER J., 1985 - *Contribution à l'étude des Alpes intermédiaires françaises : la Moyenne Maurienne, bioclimatologie, groupements végétaux et impacts humains*, thèse d'université, Grenoble, 88 p.

FOURNIER P. 1977 - *Les quatre flores de la France, Corse comprise (générale, alpine, méditerranéenne, littorale) 2ème édition*, Lechevallier, Paris, 2 tomes : 1106 et 308 p.

FULLER R. J., WARREN M. S., 1991 - Conservation in ancient and modern woodlands responses of fauna to edges and rotations *In* SPELLERBERG I.F., GOLDSMITH F.B., MORRIS M.G. (eds), *Scientific management of temperate communities for conservation*, Blackwell Scientific Publications, Oxford : 445-471

GALLANDAT J.D., GILLET F., HAVLICEK E., PERRENOUD A., 1995 - Patubois, typologie et systémique phyto-écologique des pâturages boisés du Jura Suisse, université de Neuchâtel

GEGOUT J.C., 1995 - *Etude des relations entre les ressources minérales du sol et la végétation forestière dans les Vosges*, thèse d'université, Nancy I, ENGREF, 215 p.

GENSAC P., 1974 - Principes pour une cartographie de l'impact des activités humaines sur le milieu : application à la carte de Moûtiers - Parc National de la Vanoise au 1/100 000, *Documents de Cartographie Ecologique Grenoble* **XIV** : 1-15

GENSAC P., 1979 - Les pelouses supraforestières du massif de la Vanoise, contribution à l'inventaire et à l'étude écologique des groupements végétaux du Parc National de la Vanoise, *Travaux Scientifiques du Parc National de la Vanoise* **X** : 111-243

GENSAC P., 1984 - Relations sol/végétation au niveau de l'étage alpin dans le massif de la Vanoise, *In Actes du colloque international "écologie et biogéographie des milieux montagnards et de haute altitude", Documents d'écologie pyrénéenne* **III-IV** : 431-435

GENSAC P., 1986 - Caractères des horizons de surface pour les sols de formations herbacées en montagne, *Travaux Scientifiques du Parc National de la Vanoise* **XV** : 69-82

GIS ALPES DU NORD, 1992 - Couverture pédologique et surfaces fourragées de montagne, INRA Sciences du Sol, 53 p.

GLEASON H.A., 1917 - The structure and development of the plant association, *Bulletin of the Torrey Botanical Club* **44** : 463-481

GLEASON H.A., 1926 - The individualistic concept of the plant association, *Bulletin of the Torrey Botanical Club* **53** : 7-26

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

GODRON M., 1965 - Application de la théorie de l'information à l'étude de l'homogénéité et de la structure de la végétation, *Œcologica Plantarum* **I** : 187-197

GODRON M., 1968 - Quelques applications de la notion de fréquence en écologie végétale (recouvrement, information mutuelle entre espèces et facteurs écologiques, échantillonnage), *Œcologia Plantarum* **III** : 185-212

GOSZ J.R., 1991 - Fundamental ecological characteristics of landscape boundaries, *In* HOLLAND M.M., RISSER P.G., NAIMAN R.J. (eds), *ecotones : the role of landscape boundaries in the management and restauration of changing environments*, Chapman and Hall, New York : 8-30

GOSZ J.R., 1992 - Ecological functions in a biome transition zone : translating local responses to broad scale dynamics *In* HANSEN A.J., DI CASTRI F. (eds), *Landscapes boundaries consequences for biotic diversity and ecological flows*, Springer, Ecological Studies 92, New York : 55-75

GOSZ J.R., 1993 - Ecotone hierarchies, *Ecological Applications* **3** (3) : 369-376

GRIME J.P., 1977 - Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionnary theory, *American Naturalist* **111** (982) : 1169-1194

GRIME J.P., 1979 - *Plant strategies and vegetation processes*, John Wiley and Sons, New York, 222 p.

GRIME J.P., 1992 - Vegetation functional classification systems as approaches to predicting and quantifying global vegetation change *In* SOLOMON A.M., SHUGART H.H. (eds), *Vegetation dynamics and global change*, Chapman and Hall, New York : 293-305

GRIME J.P., HODGSON J.G., HUNT R., 1988 - *Comparative plant ecology. A functional approach to common British species*, Unwin Hyman, 742 p.

GROSSI J.L., 1991 - Biodynamique des humus et successions végétales post-culturales en zone de montagne : étude synthétique du fonctionnement et du caractère bioindicateur de l'humus, mémoire de DEA, Grenoble I, Cemagref Grenoble, 126 p.

GROSSI J.L., 1995 - *Caractérisation écologique et statut dynamique des écosystèmes post-culturaux dans différentes situations bioclimatiques alpines - intérêt des descripteurs liés à l'humus*, thèse d'université, Grenoble I, Cemagref Grenoble, 173 p.

GROSSI J.L., BRUN J.J., 1997 - Effects o the climate and plant succession on lumbricid populations in the French Alps, *Soil Biology and Biochemistry* **29** (3/4) : 329-333

GUICHONNET P., 1942 - Le cadastre savoyard de 1738 et son utilisation pour les recherches d'histoire et de géographie sociales, *Revue de Géographie Alpine* : 255-298

GUYOT A.L., 1957 - Les microassociations végétales au sein du *Brometum erecti*, *Vegetatio* **8** : 239-248

GUYOT G., SEGUIN B., 1976 - Influence du bocage sur le climat d'une petite région, *Actes du colloque "les Bocages, histoire, écologie, économie"*, CNRS, INRA, ENSA, université de Rennes, les 5, 6 et 7 juillet 1976 : 121-130

GUYOT G., VERBRUGGHE M., 1976 - Variabilité spatiale du microclimat à l'échelle parcellaire en zone bocagère, *Actes du colloque "les Bocages, histoire, écologie, économie"*, CNRS, INRA, ENSA, université de Rennes, les 5, 6 et 7 juillet 1976 : 131-136

HANDEL S.N., ROBINSON G.R., BEATTIE A.J., 1994 - Biodiversity resources for restoration ecology, *Restoration Ecology* **2** (4) : 230-241

HANSEN A.J., DI CASTRI F., (eds) 1992 - *Landscapes boundaries consequences for biotic diversity and ecological flows*, Springer, Ecological Studies 92, New York, 452 p.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

HANSEN A.J., DI CASTRI F., NAIMAN R.J., 1988 - Ecotones : what and why ?, *In* DI CASTRI F., HANSEN A.J., HOLLAND M.M. (eds), *A new look at ecotones*, Biology International, IUBS, Unesco MAB, SCOPE, **special issue 17** : 9-46

HERBEN T., PRACH K., RUSEK J., 1992 - Actual topics in the ecotone research : data and concepts, *Ekologia (CSSR)* **11** (3) : 325 - 327

HERITIER K., 1996 - Approche écologique et perceptive de la biodiversité dans un paysage de montagne en mutation l'exemple de la commune d'Aussois (Savoie), mémoire de DEA, Grenoble I, Cemagref Grenoble, 130 p.

HOLLAND M.M., 1988 - SCOPE/MAB technical consultations on landscape boundaries. Report of a SCOPE/MAB workshop on ecotones, *In* DI CASTRI F., HANSEN A.J., HOLLAND M.M. (eds), *A new look at ecotones*, Biology International, IUBS, Unesco MAB, SCOPE, **special issue 17** : 47-106

HOLLAND M.M., RISSER P.G, 1991 - The role of landscape boundaries in the management and restoration of changing environments *in* HOLLAND M.M., RISSER P.G., NAIMAN R.J., (eds) 1991 - *Ecotones : the role of landscape boundaries in the management and restoration of changing environments*, Chapman and Hall, New York, 1 - 7

HOLLAND M.M., RISSER P.G., NAIMAN R.J., (eds) 1991 - *Ecotones : the role of landscape boundaries in the management and restoration of changing environments*, Chapman and Hall, New York, 135 p.

HOLTMEIER F.K., 1989 - Ökologie und Geographie der oberen Waldgrenze, Rintelner Symposium I, *Berichte der Reinhold Tüxen-Gesellshaft*, Göttingen, **1** : 15-45

HOLTMEIER F.K., BROLL G., 1992 - The influence of tree islands and microtopography on pedoecological conditions in the forest-alpine tundra ecotone on Niwot Ridge, Colorado Front Range, U.S.A., *Arctic and Alpine Research* **24** (3) : 216 - 228

HOOPER D.U., VITOUSEK P.M., 1997 - The effects of plant composition and diversity on ecosystem processes, *Science* **277** : 1302-1305

HUSTON M., SMITH T., 1987 - Plant succession : life history and competition, *American Naturalist* **130** (2) : 168-198

JACKSON J.I., Mc COLLIN, 1997 - Hedgerow diversity : dynamics of dispersal, colonization and establishment of woody plant species, *In* COOPER A. and 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 sept 1997 : 309-312

JENIK J., 1992 - Ecotone and ecocline : two questionable concepts in ecology, *Ekologia (CSSR)* **11** (3) : 243-250

JOHNSTON C.A., 1993 - Material fluxes across wetland ecotones in northern landscapes, *Ecological Applications* **3** (3) : 424-440

KLEIJN D., 1996 - The use of nutrient resources from arable fields by plants in field boundaries, *Journal of Applied Ecology* **33** : 1433-1440

KLEIJN D., JOENJE W., KROPFF M.J., 1997 - Patterns in species composition of arable field boundary vegetation, *Acta Bot. Neerl.* **46** (2) : 175-192

KNIGHT C.B., 1965 - *Basic concepts of ecology*, the Macmillan company, New York, 468 p.

KOLASA J., ZALEWSKI M., 1995 - Notes on ecotone attributes and functions, *Hydrobiologia* **303** : 1-7

LANDHAUSER S.M., WEIN R.W., 1994 - Postfire vegetation recovery and trees establishment at the Arctic treeline : climate-change-vegetation-response hypotheses, *Journal of Ecology* **81** : 665-672

LANDOLT E., 1994 - Vegetation mapping and nature conservation in Switzerland, *Vegetatio* **110** : 19-23

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

LAROUSSE, 1984 - Grand Larousse édition en 10 volumes

LAVOREL S., DEBUSSCHE M., LEBRETON J.D., LEPART J., 1993 - Seasonal patterns in the seed bank of Mediterranean old-fields, *Oikos* **67** : 114-128

LEBRETON J.D., CHESSEL D., PRODON R, YOCCOZ N., 1988 - L'analyse des relations espèces-milieu par l'analyse canonique des correspondances, I : variables de milieu quantitatives, *Acta Œcologica Œcologia Generalis* **9** (1) : 53-67

LEBRETON J.D., CHESSEL D., RICHARDOT-COULET M., YOCCOZ N., 1988 - L'analyse des relations espèces-milieu par l'analyse canonique des correspondances, II : variables de milieu qualitatives, *Acta Œcologica Œcologia Generalis* **9** (2) : 137-151

LEMOUZY C., 1993 - Relations entre biodiversité et morcellement de la forêt paysanne : l'exemple des coteaux de Gascogne, Mémoire de l'ENSA, Rennes, INRA-URSAD Toulouse, 63 p.

LEOPOLD A., 1933 - *Game management*, Schribner, New York

LE PENSEC L., 1998 - Présentation de la loi d'orientation agricole à l'Assemblée Nationale le 5 octobre 1998, http://www.agriculture.gouv.fr

LINDACHER R., 1995 - PHANART Datenbank der Gefässpflanzen Mitteleuropas Erklärung der Kennzahlen, Aufbau und Inhalt, *Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der ETH, Stiftung Rübel, Zürich*, 125 Heft, 436 p.

LIVINGSTON B.E., 1903 - The distribution of the upland societies of Kent country, *Michigan Bot. Gaz.* **35** : 36-55

LUDWIG J.A., CORNELIUS J.M., 1987 - Locating discontinuities along ecological gradients, *Ecology* **68** (2) : 448 - 450

MAC ARTHUR R.H., WILSON E.D., 1967 - *The theory of island biogeography*, Princeton University Press, Princeton, 203 p.

MAC COOK L.J., 1994 - Understanding ecological community succession : causal models and theories, a review, *Vegetatio* **110** : 115-147

MAC COY E.D., BELL S.S., WALTERS K., 1986 - Identifying biotic boundaries along environmental gradients, *Ecology* **67** (3) : 749-759

MAGURRAN A.E., 1987 - *Ecological diversity and its measurement*, Princeton University Press, Princeton, 125 p.

MALANSON G.P., 1997 - Effects of feedbacks and seed rain on ecotone patterns, *Landscape Ecology* **12** (1) : 27-38

MARNEZY A., 1984 - La population d'Aussois, un record d'augmentation en Savoie, *Bulletin municipal d'Aussois* **1** (repris dans "Aussois sa vie son histoire", Maison d'Aussois, 30 p.)

MARTIN T.E., 1992 - Landscape considerations for viable populations and biological diversity, *Trans. North Amer. Wildl. & Nat. Res. Conf.* **57** : 283-291

MOLINIER R., MULLER P., 1936 - La dissémination des espèces végétales, *Revue Générale de Botanique* **50** : 53-72 ; 152-169 ; 202-221 ; 541-546.

NAIMAN R.J., DECAMPS H., 1991 - Landscape boundaries in the management and restauration of changing environments : a summary, *In* HOLLAND M.M., RISSER P.G., NAIMAN R.J. (eds), *The role of landscape boundaries in the management and restauration of changing environments*, Chapman and Hall, New York : 130-135

NAIMAN R.J., DECAMPS H., (eds) 1992 - *The ecology and management of aquatic-terrestrial ecotones*, Man and the Biosphere Series, Volume 4, 303 p.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

NAIMAN R.J., DECAMPS H., POLLOCK M., 1993 - The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity, *Ecological Applications* **3** (2) : 209-212

NAIMAN R.J., HOLLAND M.M., DECAMPS H., RISSER P.G., 1988 - A new UNESCO programme : research and management of land/inland water ecotones, *In* DI CASTRI F., HANSEN A.J., HOLLAND M.M. (eds), *A new look at ecotones*, Biology International, IUBS, Unesco MAB, SCOPE, **special issue 17** : 107-136

NOBLE I.R., GITAY H., 1996 - A functional classification for predicting the dynamics of landscapes, *Journal of Vegetation Science* **7** : 329-336

O'NEILL R.V., DE ANGELIS D.L., WAIDE J.B., ALLEN T.H.F., 1986 - *A hierarchical concept of ecosystem,* Princeton University Press, Princeton, 254 p.

ODUM E.P., 1971 - *Fundamentals of ecology, third edition*, W.B. Saunders Company, Philadelphia

ODUM E.P., 1992 - Internal processes influencing the maintenance of ecotones : do they exist ? *In* NAIMAN R.J., DECAMPS H. (eds) *The ecology and management of aquatic-terrestrial ecotones*, Man and the Biosphere Series, Volume 4 : 91-102

PAILLARD P., (ed.) 1983 - *Histoire des communes savoyardes, tome III La Maurienne - Chamoux - La Rochette*, Horvath, Roanne, 551 p.

PAUTOU G., MANNEVILLE O., 1997 - Les écocomplexes : structure, fonctionnement, dynamique et gestion ; l'exemple de la plaine alluviale du Rhône entre Genève et Lyon, Centre de télé-enseignement universitaire de l'université Joseph Fourier, tome 61, maîtrise de sciences naturelles, unité de valeur 18, Grenoble : 1-233

PEREZ-CHACON M.E., VABRE J., 1985 - *Friches et enfrichements de la moyenne montagne ariégeoise (Pyrénées Françaises) une dynamique socio-écologique : l'exemple du Brachypode*, thèse d'université, Toulouse, 321 p.

PERRET J., MESSAD S., JUGE A., 1995 - La pluriactivité dans la région Rhône-Alpes selon les déclarations sur le revenu de 1990, étude du Cemagref pour la Région Rhône-Alpes, Grenoble, 118 p.

PICKETT S.T.A., COLLINS S.L., ARMESTO J.J., 1987 - A hierarchical consideration of causes and mechanisms of succession, *Vegetatio* **69** : 109-114

PICKETT S.T.A., KOLASA J., ARMESTA J.J., COLLINS S.L., 1989 - The ecological concept of disturbance and its expression at various hierarchical levels, *Oikos* **54** : 129-136

PICKETT S.T.A., PARKER V.T., 1994 - Avoiding the old pitfalls : opportunities in a new discipline, *Restauration Ecology* **2** (2) : 75-79

PLANTY-TABACCHI A.M., 1993 - *Invasions des corridors riverains fluviaux par des espèces végétales d'origine étrangère,* thèse d'université, Toulouse III, CNRS

PRODON R., LEBRETON J.D., 1994 - Analyses multivariées des relations espèces-milieu : structure et interprétation écologique, *Vie Milieu* **44** (1) : 69-91

RAMEAU J.C., 1991a - Phytodynamique forestière : l'approche du phytoécologue forestier. Objectifs, concepts, méthodes, problèmes rencontrés, *Colloques Phytosociologiques XX Phytodynamique et historique des forêts*, Bailleul 1991 : 29-71

RAMEAU J.C., 1991b - Les grands modèles de dynamique linéaire forestière observables en France. Liens avec les phénomènes cycliques, *Colloques Phytosociologiques XX Phytodynamique et historique des forêts*, Bailleul 1991 : 241-272

RAMEAU J.C., 1992 - Dynamique de la végétation à l'étage montagnard des Alpes du Sud. Première approche d'une typologie des hêtraies et hêtraies-sapinières. Les applications possibles au niveau de la gestion, *Revue Forestière Française* **XLIV** : 393-414

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

RAMEAU J.C., 1992 - Dynamique de la végétation au niveau des paysages, au niveau des milieux forestiers, document de cours ENGREF Nancy, 100 p.

RAMEAU J.C., nd - Recolonisation des lisières, friches et espaces agricoles, document du laboratoire de recherches en sciences forestières ENGREF Nancy, 15 p.

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 (DERF, ENGREF), 2421 p.

RAMEAU J.C., ROYER J.M., 1979 - Nouvelles données sur les ourlets thermoxérophiles des hêtraies sèches et des chênaies pubescentes de Bourgogne et de Haute-Marne, *Colloques Phytosociologiques VIII les lisières forestières*, Lille 1979 : 151-170

RAMEAU J.C., SCHMITT A., 1979 - Quelques groupements d'ourlets forestiers des *Trifolio-Geranietea* au niveau du Jura Central, *Colloques Phytosociologiques VIII les lisières forestières*, Lille 1979 : 175-200

RAUNKIAER C., 1905 - Types biologiques pour la géographie botanique, *Kgl. Danske Vidensrabernes Selskabs Forhandlinger* **5** : 347-437

RAUNKIAER C., 1934 - *The life-form of plants and plant geography*, Collected papers, Clarendon Press, Oxford, 632 p.

RICHELOT G., 1997 - Transformations des paysages végétaux de montagne et modifications des sols au niveau des écotones herbacés, l'exemple de la commune d'Aussois, mémoire de MST, université de Savoie, Cemagref Grenoble, 56 p. + annexes

RISSER P.G., 1993 - Ecotones at local to regional scales from around the world, *Ecological Applications* **3** (3) : 367-368

RISSER P.G., 1995 - The status of science examining ecotone, *BioScience* **45** (5) : 318-325

ROUMET J.P., FLEURY Ph., 1994 - Typologie de la valeur d'usage des prairies de fauche des vallées internes des Alpes du Nord, INRA SAD Versailles - INRA Sciences du Sol Thonon-GIDA Haute Maurienne, SUACI Montagne Alpes du Nord, 31 p.

ROY L., 1990 - Analyse spatiale du milieu naturel, concepts, outils, application à l'étude des conséquences écologiques de la déprise agricole sur un adret de Moyenne Maurienne (Savoie), mémoire ENGREF, Cemagref Grenoble, 113 p.

ROYER J.M., RAMEAU J.C., 1981 - Réflexions sur la typologie, la phytosociologie et la structure floristique des ourlets forestiers de Bourgogne en position xérophile et mésophile, *Bull. Soc. bot. Fr.* **128**, *Actual. bot.* (3/4) : 65-71

RUSEK J. ,1992 - Distribution and dynamics of soil organisms across ecotones, *In* HANSEN A.J., DI CASTRI F. (eds), *Landscape boundaries consequences for biotic diversity and ecological flows*, Springer, Ecological Studies 92, New York :196- 214

RUSEK J., 1993 - Air-pollution-mediated changes in alpine ecosystems and ecotones, *Ecological Applications* **3** (3) : 409-416

RYZKOWSKI L., KEDZIORA A., 1993 - Energy control of matter fluxes through land-water ecotones in an agricultural landscape, *Hydrobiologia* **251** : 239-248

SAPORTA G., 1990 - *Probabilités, analyses des données et statistiques*, Technip, Paris, 493 p.

SCHERRER B., 1984 - *Biostatistiques*, Gaëtan Morin éditeur, Québec, 850 p.

SCOTT P.A., HANSELL R.I.C., FAYLE D.F.C., 1987 - Establishment of white spruce populations and responses to climate change at the treeline, Churchill, Manitoba, Canada, *Artic and Alpine Research* **19** (1) : 45-51

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

SHANNON C., WEAVER W., 1949 - *The mathematical theory of communication,* University of Illinois Press, Urbana

SMIT R., 1996 - The colonization of woody species in old fields, old field succession in the Netherlands, Agricultural University Wageningen department of terrestrial ecology and nature, 46 p.

STOHLGREN T.J., BACHAND R.R., 1997 - Lodgepole pine (*Pinus contorta*) ecotones in Rocky Mountain National Park, Colorado, USA, *Ecology* **78** (2) : 632-641

TATONI T., ROCHE P., 1994 - Comparison of old-field and forest revegetation dynamics in Provence, *Journal of Vegetation Science* **5** : 295-302

THINON M., 1992 - *L'analyse pédoanthracologique, aspects méthodologiques et applications*, thèse d'université, Aix Marseille III, 297 p.

THOMPSON K., BAND S.R., HODGSON J.G., 1993 - Seed size and shape predict persistence in soil, *Functional Ecology* **7** : 236-241

THOMPSON J.D., LUMARET R., 1992 - The evolutionnary dynamics of polyploid plants : origins, establishment and persistence, *TREE* **7** (9) : 302-307

TILMAN D., 1982 - *Resource competition and community structure*, Princeton University Press, Princeton

TILMAN D., 1985 - The resource ratio hypothesis of succession, *Amer. Nat.* **125** : 827-852

TILMAN D., 1988 - *Plant strategies and the dynamics and structure of plant communities,* Princeton University Press, Princeton

TILMAN D., 1990 - Constraints and tradeoffs : toward a predictive theory of competition and succession, *Oikos* **58** : 3 -15

TILMAN D., 1997 - Community invasability, recruitment limitation and grassland biodiversity, *Ecology* **78** (1) : 81-92

TILMAN D., KNOPS J., WEDIN D., REICH P., RITCHIE M., SIEMANN E., 1997 - The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes, *Science* **277** (29-8-97) : 1300-1302

TURNER M.G., GARDNER R.H., O'NEILL R.V., 1991 - Potential responses of landascape boundaries to global environmental change *In* HOLLAND M.M., RISSER P.G., NAIMAN R.J. (eds), *Ecotones : the role of landscape boundaries in the management and restoration of changing environments*, Chapman and Hall, New York : 52-75

TURNER M.G., O'NEILL R.V., CONLEY W., CONLEY M.R., HUMPHRIES H.C., 1990 - Pattern and scale : statistics for landscape ecology *In* TURNER M.G., GARDNER R.H. (eds), *Quantitative methods in landscape ecology the analysis and interpretation of landscape heterogeneity,* Springer, Ecological Studies 82, New York, 536 p.

TURNER M.G., ROMME W.H., GARDNER R.H., O'NEILL R.V., KRATZ T.K., 1993 - A revised concept of landscape equilibrium : disturbance and stability on scaled landscapes, *Landscape Ecology* **8** (3) : 213-227

TUXEN R., 1952 - Hecken und Gebüsche, *Mitt. geogr. Ges. Hamburg* **50** : 85-117

VALLAURI D., 1997 - *Dynamique de la restauration forestière des substrats marneux avec* Pinus nigra *J.F. Arnold* ssp. nigra *dans le secteur Haut-Provençal,* thèse d'université, Marseille III, Cemagref Grenoble, 300 p. + annexes

VAN ALTHUIS M., VAN GILS H., KEYSERS E., 1979 - Groupements de lisière et de stades évolutifs du *Brachypodio-Geranion* dans la série septentrionale du chêne pubescent des Alpes nord-occidentales et du Jura méridional (France), *Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique* **112** (1) : 96-127

VAN ANDEL J., BAKKER J.P., GROOTJANS A.P., 1993 - Mechanisms of vegetation succession : a review of concepts and perspectives, *Acta Bot. Neerl.* **42** (4) : 413-433

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

VAN DER MAAREL E., 1976 - On the establishment of plant community boundaries, *Bericht der Deutschen botanischen Gesellschaft* **5** (89) : 473-498

VAN DER MAAREL E., 1979 - Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity, *Vegetatio* **39** : 97-144

VAN DER MAAREL E., 1988 - Vegetation dynamics : patterns in time and space, *Vegetatio* **77** : 7-19

VAN DER MAAREL E., 1990 - Ecotones and ecoclines are differents, *Journal of Vegetation Science* **1** : 135-138

VAN DER MAAREL E., 1996 - Vegetation dynamics and dynamic vegetation, *Acta Bot. Neerl.* **45** (4) : 421-442

VAN LEEUWEN C.G., 1966 - A relation theoretical approach to pattern and process in vegetation, *Wentia* **15** : 25-46

VANPEENE-BRUHIER S., DELCROS P., BRUN J.J., 1997 - Modelling plant species 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 land uses processes. Proceedings of the sixth annual IALE (UK) Conference,* Held at the University of Ulster, Coleraine, 9-11 sept 1997 : 203-210

VANPEENE-BRUHIER S, BRUN J.J., 1998 - Species richness : a multilevel concept, *In* BUNCE B., DOVER J. (eds) *Key concepts in landscape ecology. Proceedings of the european IALE Conference,* Held at Myerscough College, Lancashire, UK, 3-5 sept 1998 : 5 p.

VANPEENE-BRUHIER S, MOYNE M.L., BRUN J.J., 1998 - 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 EAT*, **15** : 47-59

VERTES F., 1984 - Etude phytosociologique et agronomique des prairies et alpages en moyenne Tarentaise (Savoie), *In Actes du colloque international "écologie et biogéographie des milieux montagnards et de haute altitude" Documents d'écologie pyrénéenne* **III-IV** : 137-146

VEYRET P., 1954 - A la recherche d'un équilibre montagnard, *Revue Forestière Française* **12** : 725-735

WALKER L.R., CHAPIN F.S.III, 1987 - Interactions among processes controling successional change, *Oikos* **50** : 131 - 135

WALSH S.J., BUTLER D.R., ALLEN T.R., MALANSON G.P., 1994 - Influence of snow patterns and snow avalanches on the alpine treeline ecotone, *Journal of Vegetation Science* **5** : 657-672

WATT A.S., 1947 - Pattern and process in the plant community, *Journal of Ecology* **35** : 1-22

WHITTAKER R.H., 1953 - A consideration of climax theory : the climax as a population and pattern, *Ecological Monographs* **23** (1) : 41-78

WHITTAKER R.H., 1967 - Gradient analysis of vegetation, *Biol. Rev.* **42** (misnumeroted 49) : 207-265

WHITTAKER R.H., 1970 - The population structure of vegetation In TÜXEN R. (ed) *Gesellschaftsmorphologie*, Ber. Symp. int. Ver. Vegetationkunde, Rinteln 1966, Junk, The Hague : 39-59

WHITTAKER R.H., (ed) 1973 - *Handbook of vegetation science : ordination and classification of communities*, Dr W. JUNK b.v. Publishers, The Hague, 737 p.

WHITTAKER R.H., 1975 - *Communities and ecosystems 2nd edition*, MacMillan Publishing, New York : 64-73, 87-105, 111-135 , 161-191

WIENS J.A., CRAWFORD C.S., GOSZ J.R., 1985 - Boundary dynamics : a conceptual framework for studying landscape ecosystems, *Oikos* **45** : 421-427

WILLEMS J.H., 1983 - The seed bank as a part of the vegetation, *Acta Botanica Neer.* **32** : 243

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

LISTE DES FIGURES

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

LISTE DES FIGURES

PREMIERE PARTIE
De la théorie de la succession au concept d'écotone

- **Figure 1** : Une carte conceptuelle 18
- **Figure 2** : Une hiérarchie des causes de la succession 19
- **Figure 3** : Relation entre l'environnement et l'existence de trois stratégies 23
- **Figure 4** : Triangle de Grime 24
- **Figure 5** : Simulation de l'impact de la suppression d'une espèce colonisatrice précoce 26
- **Figure 6** : Modèle conceptuel de l'équilibre variable de la compétition et de la facilitation 28
- **Figure 7** : Changements dans les formes de croissance le long d'un gradient dynamique 29
- **Figure 8** : Classification en 8 groupes fonctionnels généralisables mondialement 30
- **Figure 9** : Schémas de la colonisation frontale, par nucléation et par dispersion 33
- **Figure 10** : Les interactions de l'écotone avec les deux habitats qu'il sépare 38
- **Figure 11** : Variation de l'interprétation d'une transition de végétation 43
- **Figure 12** : Hiérarchie de zonation sur un transect de 2700 m dans un désert 44
- **Figure 13** : Complexité de la nature de l'écotone en fonction de l'échelle d'étude 45
- **Figure 14** : Hiérarchie d'écotones dans une zone de transition entre biomes 46
- **Figure 15** : La lisière : ourlet et manteau 47
- **Figure 16** : Mécanismes externes ou internes créant et maintenant des écotones 49

DEUXIEME PARTIE
Etude des écotones dans les paysages montagnards en évolution

- **Figure 17** : Schéma montrant l'orientation de la dynamique de succession 57
- **Figure 18** : Schémas des trois types d'écotones contraints 58
- **Figure 19** : Schémas des trois types d'écotones décontraints 60
- **Figure 20** : Les éléments de la mosaïque du paysage 62
- **Figure 21** : Différence de fonctionnement d'une ripisyle vis-à-vis de flux 63

TROISIEME PARTIE
Site d'étude et méthodologie

- **Figure 22** : Situation d'Aussois 77
- **Figure 23** : Carte de la commune d'Aussois 78
- **Figure 24** : Transect altitudinal et des précipitations moyennes annuelles le long de la vallée de la Maurienne 79
- **Figure 25** : Extrait de la carte géologique Modane (BRGM) 81
- **Figure 26** : Coupe transversale de la commune d'Aussois 82
- **Figure 27** : Les compartiments géomorphologiques de l'adret d'Aussois 83
- **Figure 28** : Evolution de la démographie à Aussois entre 1800 et 1992 86

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

- **Figure 29** : Origine des revenus fiscaux 1990 des agriculteurs de Rhône-Alpes 89
- **Figure 30** : Répartition des exploitations à Aussois en fonction de leur SAU 90
- **Figure 31** : Surfaces et cheptel déclarés pour les 12 agriculteurs d'Aussois 90
- **Figure 32** : Hiérarchisation en quatre niveaux d'observation 95
- **Figure 33** : Mise en relation des niveaux d'observation et des étapes de l'échantillonnage 96
- **Figure 34** : Sélection des placettes de référence dans les types physionomiques 97
- **Figure 35** : Sélection des couples de types physionomiques (interfaces) 97
- **Figure 36** : Sélection des parcelles séparées par une interface à échantillonner 98
- **Figure 37** : Mise en place du transect et du relevé de végétation 98
- **Figure 38** : Les trois voies d'agglomération spatiale des placettes élémentaires 99
- **Figure 39** : Tableau schématique des différentes voies d'exploitation des données des placettes élémentaires 100
- **Figure 40** : Localisation de la zone d'étude sur la commune 110
- **Figure 41** : Panorama de la zone d'étude 111
- **Figure 42** : Localisation des six écocomplexes 112
- **Figure 43** : Localisation du secteur de l'Esseillon 113
- **Figure 44** : Evolution de l'occupation du sol à l'Esseillon entre 1967 et 1990 114
- **Figure 45** : Localisation du secteur du Plateau 116
- **Figure 46** : Comparaison de quelques données concernant les sols de la zone cultivée d'Aussois 116
- **Figure 47** : Evolution de l'occupation du sol au Plateau entre 1953 et 1990 117
- **Figure 48** : Localisation du secteur du Moulin 118
- **Figure 49** : Evolution de l'occupation du sol au Moulin entre 1953 et 1990 119
- **Figure 50** : Localisation du secteur de Rossanche 120
- **Figure 51** : Evolution de l'occupation du sol à Rossanche entre 1953 et 1990 121
- **Figure 52** : Localisation du secteur de l'Ortet 122
- **Figure 53** : Evolution de l'occupation du sol à l'Ortet entre 1953 et 1990 122
- **Figure 54** : Localisation du secteur de l'Arpont 123
- **Figure 55** : Evolution de l'occupation du sol à l'Arpont entre 1953 et 1990 124
- **Figure 56** : Evolution de l'occupation du sol à Aussois entre 1953 et 1990 124
- **Figure 57** : Cartes de physionomie de la végétation en 1953, 1967 et 1990 125
- **Figure 58** : Variation du nombre de taches des différents types physionomiques d'Aussois 126
- **Figure 59** : Carte physionomique de la végétation en 1990 128
- **Figure 60** : Répartition par secteur du pourcentage en surface des différents types physionomiques 129
- **Figure 61** : Exemple partiel de calcul de longueur d'interfaces sur le secteur de l'Arpont 130
- **Figure 62** : Carte des interfaces entre types de végétation 131
- **Figure 63** : Répartition en pourcentage des longueurs d'interface sur l'ensemble des 6 secteurs d'étude 132
- **Figure 64** : Rapport de la longueur d'interface des différents types physionomiques des 6 secteurs d'étude 132
- **Figure 65** : Répartition par secteur et type physionomique du nombre des placettes de référence 133
- **Figure 66** : Pourcentage des longueurs d'interface des couples de types physionomiques 134
- **Figure 67** : Comparaison de méthodes de relevé 138
- **Figure 68** : Courbe aire-espèce moyenne 139
- **Figure 69** : Positionnement d'un transect bois – déprise 142
- **Figure 70** : Répartition par secteur des types d'interface à échantillonner 144
- **Figure 71** : Répartition par écocomplexe et par type d'interface du nombre des transects réalisés 145
- **Figure 72** : Positionnement d'un transect bois – déprise 148
- **Figure 73** : Schéma montrant les positions absolues et relatives des placettes 149
- **Figure 74** : Schéma théorique de calcul de la richesse ponctuelle par placette et de la richesse locale 153
- **Figure 75** : Schéma théorique du calcul de la richesse globale, originale et du fonds commun d'espèces 155
- **Figure 76** : Exemple de calcul des différents niveaux de richesse 156
- **Figure 77** : Estimation du recouvrement relatif moyen de la végétation 157
- **Figure 78** : Exemples d'indices de similarité de Dice 159
- **Figure 79** : Liste et effectifs des groupes fonctionnels 161
- **Figure 80** : Liste des valeurs écologiques indicatrices de Landolt 162
- **Figure 81** : Classification ascendante hiérarchique du transect *O BD a* 164
- **Figure 82** : Organisation du tableau de données pour l'AFC 166

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

QUATRIEME PARTIE
Résultats

- **Figure 83** : Spectre biologique de l'ensemble des espèces répertoriées 170
- **Figure 84** : Répartition des 403 espèces présentes selon les grands types à intérêt pastoral définis 171
- **Figure 85** : Comparaison de la répartition des espèces herbacées 171
- **Figure 86** : Diagramme rang-fréquence de la présence des espèces 172
- **Figure 87** : Répartition de la fréquence moyenne des notes d'abondance 173
- **Figure 88** : Répartition des placettes dans les cinq types physionomiques 174
- **Figure 89** : Courbe de richesse cumulée du tirage Monte Carlo 175
- **Figure 90** : Comparaison du nombre de relevés nécessaires à l'obtention de 95 % des espèces répertoriées 175
- **Figure 91** : Comparaison des richesses locales des cinq types physionomiques 176
- **Figure 92** : Comparaison des richesses globales des cinq types physionomiques 177
- **Figure 93** : Comparaison des richesses globales calculées sur 100 placettes des cinq types physionomiques 177
- **Figure 94** : Comparaison de la richesse originale des cinq types physionomiques 178
- **Figure 95** : Indices de similarité de Dice entre les types de végétation pris deux à deux 179
- **Figure 96** : AFC de 606 relevés axes 1 et 2, codage de relevés par leur type physionomique 180
- **Figure 97** : Orientation du pourcentage croissant en arbre selon les axes 1 et 2 de l'AFC 180
- **Figure 98** : AFC de 606 relevés, axes 1 et 2 ; axe 1 : (-1,3 ; 4) – axe 2 (-1,7 ; 2) 181
- **Figure 99** : Interprétation des axes 1 et 2 de l'AFC des placettes de transect 182
- **Figure 100** : AFC axes 1 – 2 des 95 placettes de référence retenues 183
- **Figure 101** : Interprétation des axes 1 et 2 de l'AFC des placettes de référence 185
- **Figure 102** : Courbe de richesse cumule du tirage Monte Carlo pour le secteur de l'Arpont 187
- **Figure 103** : Comparaison du nombre de relevés nécessaires à l'obtention de 95 % des espèces répertoriées 188
- **Figure 104** : Les différents niveaux de richesse de l'Arpont 189
- **Figure 105** : Indices moyens de Landolt pour le secteur de l'Arpont 189
- **Figure 106** : AFC axes 1 – 2 des 75 placettes de l'Arpont codage des milieux 190
- **Figure 107** : Interprétation des axes 1 et 2 de l'AFC des placettes de l'Arpont 190
- **Figure 108** : Les différents niveaux de richesse de l'Ortet 191
- **Figure 109** : Indices moyens de Landolt pour le secteur de l'Ortet 191
- **Figure 110** : AFC axes 1 – 2 et axes 1 – 3 des 92 placettes de l'Ortet 192
- **Figure 111** : Interprétation des axes 1, 2 et 3 de l'AFC des placettes de l'Ortet 193
- **Figure 112** : Les différents niveaux de richesse du Moulin 194
- **Figure 113** : Indices moyens de Landolt pour le secteur du Moulin 194
- **Figure 114** : AFC axes 1 – 2 de 129 placettes du Moulin codage des milieux 195
- **Figure 115** : Interprétation des axes 1 et 2 de l'AFC des placettes du Moulin 196
- **Figure 116** : Les différents niveaux de richesse du Plateau 196
- **Figure 117** : Indices moyens de Landolt pour le secteur du Plateau 197
- **Figure 118** : AFC axes 1 – 2 de 112 placettes du Plateau 197
- **Figure 119** : Interprétation des axes 1 et 2 de l'AFC des placettes du Plateau 198
- **Figure 120** : Les différents niveaux de richesse de Rossanche 199
- **Figure 121** : Indices moyens de Landolt pour le secteur de Rossanche 199
- **Figure 122** : AFC axes 1 – 2 de 108 placettes de Rossanche 200
- **Figure 123** : Interprétation des axes 1 et 2 de l'AFC des placettes de la Rossanche 201
- **Figure 124** : Les différents niveaux de richesse de l'Esseillon 202
- **Figure 125** : Indices moyens de Landolt pour le secteur de l'Esseillon 202
- **Figure 126** : AFC axes 1 – 2 des 80 placettes de l'Esseillon codage des milieux 203
- **Figure 127** : Interprétation des axes 1 et 2 de l'AFC des placettes de l'Esseillon 204
- **Figure 128** : Comparaison des richesses locales des six écocomplexes 205
- **Figure 129** : Comparaison de la richesse globale des six écocomplexes 206
- **Figure 130** : Comparaison de la richesse globale sur la base de 100 relevés de transect par écocomplexe 207
- **Figure 131** : Comparaison de la richesse originale par secteur 207
- **Figure 132** : Comparaison des richesses originales par secteur 208
- **Figure 133** : Les différents niveaux de richesse des six écocomplexes 209
- **Figure 134** : Comparaison des spectres biologiques des écocomplexes 210
- **Figure 135** : Comparaison des spectres des groupes fonctionnels des six écocomplexes 211
- **Figure 136** : Indices de similarité de Dice entre les écocomplexes pris deux à deux 213
- **Figure 137** : Répartition des 112 placettes de référence 215
- **Figure 138** : Les différents niveaux de richesse des placettes de référence de l'Arpont 216
- **Figure 139** : Matrice des indices de similarité de Dice pour les types de végétation de l'Arpont 216

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

- **Figure 140** : Les différents niveaux de richesse des placettes de référence de l'Esseillon 217
- **Figure 141** : Matrice des indices de similarité de Dice pour les types de végétation de l'Esseillon 217
- **Figure 142** : Les différents niveaux de richesse des placettes de référence du Moulin 218
- **Figure 143** : Matrice des indices de similarité de Dice pour les types de végétation du Moulin 218
- **Figure 144** : Les différents niveaux de richesse des placettes de l'Ortet 219
- **Figure 145** : Matrice des indices de similarité de Dice pour les types de végétation du Moulin 219
- **Figure 146** : Les différents niveaux de richesse des placettes de référence du Plateau 220
- **Figure 147** : Matrice des indices de similarité de Dice pour les types de végétation du Plateau 220
- **Figure 148** : Les différents niveaux de richesse des placettes de référence de Rossanche 221
- **Figure 149** : Matrice des indices de similarité de Dice pour les types de végétation de Rossanche 221
- **Figure 150** : Richesse locale par milieu et par secteur 222
- **Figure 151** : Richesse globale par secteur et par type physionomique de végétation 223
- **Figure 152** : Richesse originale par secteur et par type physionomique de végétation 224
- **Figure 153** : Les types de milieu les plus proches 225
- **Figure 154 a** : Représentation des liens de ressemblance entre milieux 226
- **Figure 154 b** : Typologie des transects selon la position respective de l'interface et de l'écotone 233
- **Figure 155** : Classement des transects à écotones contraints et décontraints 234
- **Figure 156** : Classement des transects selon la position de l'interface et de l'écotone 234
- **Figure 157** : Répartition des transects en fonction de leur largeur 235
- **Figure 158** : Répartition selon la largeur des écotones contraints et décontraints 236
- **Figure 159** : Répartition des largeurs d'écotone selon la nature de la fin du transect 237
- **Figure 160** : Répartition des largeurs d'écotones selon le début du transect 238
- **Figure 161** : Répartition des largeurs d'écotones selon le type du transect 239
- **Figure 162** : AFC du tableau des effectifs en fonction de la largeur et du type de l'écotone 240
- **Figure 163** : Répartition des pourcentages de chaque type de transect selon la largeur de l'écotone 243
- **Figure 164** : Répartition des transects par écocomplexe selon la largeur d'écotone 244
- **Figure 165** : Schéma des cinq types de richesse locale relative 246
- **Figure 166** : Répartition des richesses locales relatives d'écotones contraints et décontraints 247
- **Figure 167** : Répartition des richesses relatives d'écotones selon le type du transect 248
- **Figure 168** : Répartition du pourcentage « plus riche » dans les types de transect 248
- **Figure 169** : Richesse locale des cinq types physionomiques 249
- **Figure 170** : Comparaison des richesses globales des trois milieux des transects 250
- **Figure 171** : Comparaison des richesses globales des trois milieux des transects à écotones contraints 251
- **Figure 172** : Comparaison des richesses globales des trois milieux des transects à écotones décontraints 251
- **Figure 173** : Valeurs des moyennes des richesses globales 252
- **Figure 174** : Richesses globales moyennes selon la nature du transect 253
- **Figure 175** : Répartition des richesses globales relatives d'écotones contraints et décontraints 254
- **Figure 176** : Répartition des richesses globales relatives d'écotones selon le type du transect 254
- **Figure 177** : Richesse globale par type de transect et par écocomplexe et puissance de l'échantillonnage 255
- **Figure 178** : AFC axes 1 – 2 des 163 placettes d'écotone retenues 256
- **Figure 179** : Interprétation des axes 1 et 2 de l'AFC des placettes d'écotone 257
- **Figure 180** : Position des stratégies de Grime sur l'AFC espèces 258
- **Figure 181** : Position des groupes fonctionnels sur l'AFC espèces 259
- **Figure 182** : Trajectoire des transects de l'Arpont dans le plan factoriel 1-2 262
- **Figure 183** : Trajectoire des transects de l'Ortet dans le plan factoriel 1-2 263
- **Figure 184** : Trajectoire des transects du Moulin dans le plan factoriel 1-2 265
- **Figure 185** : Trajectoire des transects du Plateau dans le plan factoriel 1-2 266
- **Figure 186** : Trajectoire des transects de Rossanche dans le plan factoriel 1-2 268
- **Figure 187** : Trajectoire des transects de l'Esseillon dans le plan factoriel 1-2 269
- **Figure 188** : Liste des 20 espèces les plus abondantes 271
- **Figure 189** : *Brachypodium pinnatum* 273
- **Figure 190** : Système rhizomateux de *Brachypodium pinnatum* 274
- **Figure 191** : Diagramme des gradients trophique et hydrique de *Brachypodium pinnatum* 275
- **Figure 192** : Comparaison de production de matière sèche (en culture pure contrôlée) 276
- **Figure 193** : Répartition des 198 placettes étudiées selon l'abondance du brachypode 277
- **Figure 194** : Relation richesse locale / abondance de *Brachypodium pinnatum* 278
- **Figure 195** : Régression de la richesse locale par l'abondance du brachypode 279
- **Figure 196** : Relation diversité spécifique / abondance de *Brachypodium pinnatum* 280
- **Figure 197** : Régression de la diversité spécifique par l'abondance du brachypode 280
- **Figure 198** : Pourcentage des coefficients de Braun Blanquet 281
- **Figure 199** : Liste des espèces selon l'abondance du brachypode 282
- **Figure 200** : Comparaison du pourcentage de ligneux en fonction de l'abondance du brachypode 282
- **Figure 201** : Exemples d'évolution de pâturages dégradés colonisés par le brachypode 285

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

LISTE DES ANNEXES

- **Annexe 1 :** Utilisation d'Arc-Info pour l'analyse du paysage

- **Annexe 2 :** Données météorologiques et d'évapotranspiration (Aussois et Avrieux)

- **Annexe 3 :** Notice historique sur Aussois

- **Annexe 4 :** Etude pédologique (G. Richelot) par des transects au travers de taches à Brachypode

- **Annexe 5 :** La ZNIEFF du secteur de l'Esseillon

- **Annexe 6 :** Localisation des relevés (placettes de référence et transects) et justification de la taille des placettes

- **Annexe 7 :** Liste des espèces relevées avec leurs indices et groupes fonctionnels

- **Annexe 8 :** Les variables indicatrices de Landolt :
  . explications détaillées des variables indicatrices,
  . comparaison et analyse de variance des indices moyens de Landolt par écocomplexe

- **Annexe 9 :** Fiches récapitulatrices de chaque transect

- **Annexe 10 :** Estimation de la puissance de l'échantillonnage (simulation de Monte Carlo)

- **Annexe 11 :** Liste des espèces originales par type de végétation

- **Annexe 12 :** Liste des espèces originales par écocomplexe

- **Annexe 13 :** Liste des espèces des types des placettes de référence

- **Annexe 14 :** Tableau des comparaisons deux à deux des indices de similarité de Dice des couples type physionomique-écomplexe

- **Annexe 15 :** Classement des transects selon la richesse des écotones par rapport aux milieux adjacents

- **Annexe 16 :** Liste des publications et articles publiés

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Résumé

Transformation des paysages et dynamiques de la biodiversité végétale : les écotones un concept clé pour l'étude des végétations post-culturales, l'exemple de la commune d'Aussois (Savoie)

La notion d'écotone est devenue un concept clé en écologie, principalement étudié comme indicateur des changements globaux. Nous proposons ici d'étendre son utilisation à l'étude des milieux gérés par l'homme (prairies de fauche de montagne à divers degrés d'abandon) comme indicateur précoce des colonisations frontales des milieux en déprise.
L'interface cartographique, définie comme la limite entre deux unités de végétation cartographiées, permet la stratification de l'échantillonnage selon une approche d'écologie du paysage. L'interface physionomique, repérée au niveau de la végétation, permet le positionnement à sa perpendiculaire de transects de placettes élémentaires de 4 m^2 juxtaposées.
L'écotone introduit des dimensions supplémentaires : spatiales, temporelles et fonctionnelles, qui sont mises en évidence par une classification ascendante hiérarchique de la composition floristique des placettes élémentaires. Nous définissons deux statuts dynamiques de l'écotone :

- **l'écotone contraint** : dont un des milieux en contact est encore géré (fauché) et où la dynamique de la végétation ne peut pas s'exprimer ;
- **l'écotone décontraint** : dont les deux milieux ne sont plus gérés à des degrés variables et où les phénomènes de colonisation orientée du milieu le moins géré vers le plus géré ont pu se produire.

Cette approche originale nous permet de proposer des logiques d'évolution des différents écotones étudiés par l'analyse de différents descripteurs fonctionnels des écotones (largeur, distance à l'interface, richesse spécifique, stratégie des espèces ...) et des suggestions de modes de gestion de l'espace appropriés.
La biodiversité est un concept devenu très médiatique. Par l'exemple de la flore des prairies de fauche d'Aussois, nous montrons l'intérêt, pour une meilleure connaissance et une gestion durable de la richesse végétale d'une commune, de raisonner à quatre niveaux de définition de la richesse spécifique (ponctuelle, locale, globale et originale). L'extension d'une population herbacée monopoliste (*Brachypodium pinnatum*) est utilisée comme modèle et comme outil de sensibilisation au danger d'érosion de la biodiversité végétale de ces prairies de fauche et de modification du paysage au niveau de la commune.

Mots clés : écotone, biodiversité, écologie du paysage, dynamique de la végétation, colonisation frontale, déprise agricole, prairie de fauche, *Brachypodium pinnatum*, Aussois (Savoie).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Abstract

Landscapes transformation and vegetal biodiversity dynamics : ecotones a key concept for for studying the post-farming vegetations, the example of the "commune" of Aussois (Savoie)

Ecotone became a key concept in ecology, mainly studied as global changes indicator. We propose to extend its use to studying human-managed areas (mountain mowed meadows to various degrees of abandonment) as early indicator of frontal colonizations in abandoned parcels. The cartographic interface, as boundary between two charted units of vegetation, allows the sampling stratification based on landscape ecology. The physiognomical interface, identified at a vegetation level, allows positioning of perpendicular transects of 4 m^2 juxtaposed plots.
Ecotone introduces new levels : space, temporal and functional, which is highlighted by an ascending hierarchical clustering of plots' flora. Ecotone is defined under two states :

- **constrained ecotone**: one of the parcels in contact is still managed (mown) and the vegetation dynamics cannot be realized ;
- **discontraint ecotone** : both parcels are no more managed at various degrees and colonization occured from less managed towards more managed parcels.

This original approach enables us to propose different ecotones evolution perspective by the analysis from various functional descriptors (width, interface distance, specific richness, species strategy...) and to propose suitable space management suggestions.
The biodiversity is now a mediatic concept. On a purpose of a better knowledge and a durable management of "commune" species floristic richness, the example of Aussois mowed meadows flora shows the interest of a four specific richness levels (specific, local, total and original). Monopolistic herbaceous population extension (*Brachypodium pinnatum*) is used as a model and a tool of increasing awereness for erosion risk of mowed meadows flora biodiversity and landscape modifications at a "commune" level.

Key words : ecotone, biodiversity, landscape ecology, vegetation dynamics, frontal colonization, agricultural abandonment, mowed meadow, *Brachypodium pinnatum*, Aussois (Savoie).

98/0921

Cemagref
Groupement de Grenoble
Division Ecosystèmes et Paysages Montagnards

ENGREF

THÈSE

présentée par
Sylvie VANPEENE BRUHIER
pour obtenir le grade de

Docteur de l'ENGREF

Spécialité : Sciences de l'environnement

TRANSFORMATION DES PAYSAGES ET DYNAMIQUES DE LA BIODIVERSITÉ VÉGÉTALE

Les écotones, un concept clé pour l'étude des végétations post-culturales

L'exemple de la commune d'Aussois (Savoie)

Tome II - Annexes

Soutenue publiquement le 27 novembre 1998

au Cemagref de Grenoble

devant le jury suivant :

M. BARBERO Marcel	Rapporteur
M. PAUTOU Guy	Rapporteur
M. BRUN Jean-Jacques	Directeur de thèse
M. GILLET François	
M. MILLIER Claude	
M. RAMEAU Jean-Claude	

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Cemagref
Groupement de Grenoble
Division Ecosystèmes et Paysages Montagnards

ENGREF

THÈSE

présentée par
Sylvie VANPEENE BRUHIER
pour obtenir le grade de

Docteur de l'ENGREF

Spécialité : Sciences de l'environnement

TRANSFORMATION DES PAYSAGES ET DYNAMIQUES DE LA BIODIVERSITÉ VÉGÉTALE

Les écotones, un concept clé pour l'étude des végétations post-culturales

L'exemple de la commune d'Aussois (Savoie)

Tome II - Annexes

Soutenue publiquement le 27 novembre 1998

au Cemagref de Grenoble

devant le jury suivant :

M. BARBERO Marcel	Rapporteur
M. PAUTOU Guy	Rapporteur
M. BRUN Jean-Jacques	Directeur de thèse
M. GILLET François	
M. MILLIER Claude	
M. RAMEAU Jean-Claude	

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

LISTE DES ANNEXES

- **Annexe 1** : Utilisation d'Arc-Info pour l'analyse du paysage

- **Annexe 2** : Données météorologiques et d'évapotranspiration (Aussois et Avrieux)

- **Annexe 3** : Notice historique sur Aussois

- **Annexe 4** : Etude pédologique (G. Richelot) par des transects au travers de taches à Brachypode

- **Annexe 5** : La ZNIEFF du secteur de l'Esseillon

- **Annexe 6** : Localisation des relevés (placettes de référence et transects) et justification de la taille des placettes

- **Annexe 7** : Liste des espèces relevées avec leurs indices et groupes fonctionnels

- **Annexe 8** : Les variables indicatrices de Landolt :
  . explications détaillées des variables indicatrices,
  . comparaison et analyse de variance des indices moyens de Landolt par écocomplexe

- **Annexe 9** : Fiches récapitulatrices de chaque transect

- **Annexe 10** : Estimation de la puissance de l'échantillonnage (simulation de Monte Carlo)

- **Annexe 11** : Liste des espèces originales par type de végétation

- **Annexe 12** : Liste des espèces originales par écocomplexe

- **Annexe 13** : Liste des espèces des types des placettes de référence

- **Annexe 14** : Tableau des comparaisons deux à deux des indices de similarité de Dice des couples type physionomique-écomplexe

- **Annexe 15** : Classement des transects selon la richesse des écotones par rapport aux milieux adjacents

- **Annexe 16** : Liste des publications et articles publiés

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

ANNEXE 1

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

L'utilisation d'Arc Info
pour l'analyse du paysage d'Aussois et de ses évolutions
pour l'analyse des interfaces entre types physionomiques

Arc-Info est un Système d'Information Géographique qui permet le traitement de l'information référencée spatialement. Cette information est de deux ordres (Delcros, 1993) :

- les données graphiques qui traduisent la localisation et la forme des entités géographiques telles que les routes, les rivières, les unités de type physionomique de la végétation, les bâtiments ...
- les données descriptives qui caractérisent les données graphiques (par exemple, type physionomique de végétation).

Ces deux types de données sont en permanente interaction pour tenir à jour la base de données.

Arc Info utilise le mode vecteur qui traduit l'information géographique sous forme de :

- points ;
- d'arcs ;
- de polygones, constitués par un arc ou une succession d'arcs se refermant.

L'information descriptive est saisie sous forme de labels, ce qui revient à affecter à chaque polygone représentant un type physionomique de végétation un codage particulier.

La première étape d'utilisation est de saisir la carte à numériser (ici, issue de la photointerprétation d'une photographie aérienne réalisée sur un fond topographique et cadastral au 1 : 5000ème). Une étape de correction des arcs intervient ensuite pour vérifier que chaque polygone est fermé (sinon il ne sera pas reconnu comme une unité) et supprimer les arcs qui ne sont pas reliés des deux côtés à un autre arc (nœuds pendants).

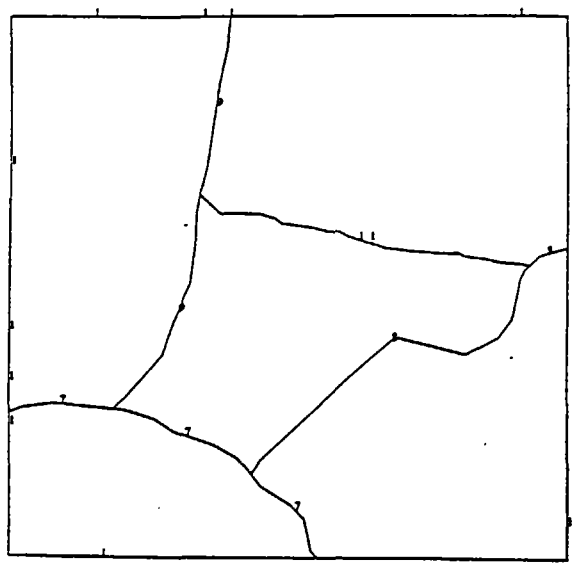


Figure 1 : carte schématique mentionnant les identifiants internes des arcs

Vient ensuite l'étape d'affectation des labels à chaque polygone, ici les classes de type physionomique : route, ruisseau, bâti, sol nu, entretenu, déprise, friche, forêt.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

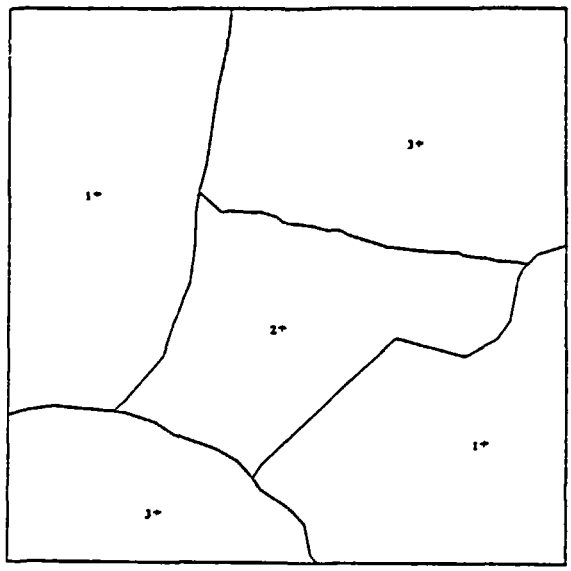


Figure 2 : carte schématique mentionnant les labels

Arc Info crée ensuite une base de données appelée table attributaire des polygones (fichier PAT) qui dénombre les polygones présents sur la carte (plus le polygone universel, numéroté 1 qui correspond à l'enveloppe extérieure de la carte). Pour chaque polygone, cette table attributaire contient son numéro d'ordre (*record*), sa surface (*area*), son périmètre (*perimeter*), son identifiant interne (*exemple#*) et le label saisi (*exemple-id*).

record	area	perimeter	exemple#	exemple-id
1	-1,697	5,221	1	0
3	0,407	2,726	3	1
5	0,338	2,619	5	1
4	0,306	2,670	4	2
2	0,442	2,682	2	3
6	0,205	1,956	6	3

Figure 3 : Table PAT des polygones de la carte schématique

Nous utiliserons la table PAT pour connaître les surfaces et nombres de taches des différents types physionomiques.

	area	perimeter
label 1	0,745	5,345
label 2	0,306	2,67
label 3	0,647	4,638

Figure 4 : Calcul des surfaces et périmètres des polygones selon leur label

Arc Info crée aussi une base de données des arcs appelée table attributaire des arcs (fichier AAT) qui dénombre les arcs de la carte et qui contient pour chaque arc : son numéro d'ordre (*record*), le numéro du nœud de début de l'arc (*Fnode#*), le numéro du nœud de fin (*Tnode#*), l'identifiant interne du polygone de gauche (*Lpoly#*) - l'orientation est donnée par le sens de numérisation - l'identifiant interne du polygone de droite (*Rpoly#*), sa longueur (*length*), son identifiant interne (*exemple #*), la valeur de l'identifiant de l'arc (*exemple-id*).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

record	Fnode#	Tnode#	Lpoly#	Rpoly#	length	exemple#	exemple-id
1	2	1	1	3	0,011	1	1
2	3	2	1	3	0,114	2	1
3	4	3	1	3	0,394	3	1
4	5	1	3	2	0,435	4	9
5	1	6	1	2	1,337	5	1
6	7	6	2	5	0,101	6	8
7	5	7	2	4	0,809	7	11
8	8	4	1	3	0,707	8	1
9	9	8	1	3	0,089	9	1
10	10	5	3	4	0,574	10	9
11	11	10	3	6	0,248	11	7
12	11	9	1	3	0,154	12	1
13	12	11	1	6	0,059	13	1
14	13	7	4	5	0,918	14	8
15	10	13	4	6	0,37	15	7
16	13	14	5	6	0,267	16	7
17	14	12	1	6	1,012	17	1
18	6	14	1	5	1,334	18	1

Figure 5 : Table AAT des arcs de la carte schématique

Nous utiliserons la table AAT pour les calculs d'interface entre deux types physionomiques puisque, grâce à la base de données, les identifiants internes des polygones de part et d'autre de l'arc nous permettent d'accéder à leur label (donc au type physionomique).

Module de calcul des lisières :

A partir du fichier AAT, un module de conversion (développé par C. Piedallu) permet d'obtenir un fichier contenant non plus les numéros des polygones de part et d'autre de l'arc, mais leur label.

record	Lpoly#	label G	Rpoly#	label D	length
1	1	0	3	1	0,011
2	1	0	3	1	0,114
3	1	0	3	1	0,394
4	3	1	2	3	0,435
5	1	0	2	3	1,337
6	2	3	5	1	0,101
7	2	3	4	2	0,809
8	1	0	3	1	0,707
9	1	0	3	1	0,089
10	3	1	4	2	0,574
11	3	1	6	3	0,248
12	1	0	3	1	0,154
13	1	0	6	3	0,059
14	4	2	5	1	0,918
15	4	2	6	3	0,37
16	5	1	6	3	0,267
17	1	0	6	3	1,012
18	1	0	5	1	1,334

label G	label D	length
0	3	0,011
0	3	0,114
0	3	0,394
1	2	0,435
0	2	1,337
3	5	0,101
3	4	0,809
0	3	0,707
0	3	0,089
1	4	0,574
1	6	0,248
0	3	0,154
0	6	0,059
2	5	0,918
2	6	0,37
1	6	0,267
0	6	1,012
0	5	1,334

Figure 6 : Mise en correspondance des identifiants des polygones et de leur label pour préparer le calcul de la longueur des interfaces

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

A partir de ce fichier, des tris successifs (tri croissant avec pour premier critère le label de gauche et deuxième critère le label de droite), permettent d'obtenir un fichier classé par numéros de label de gauche.

label G	label D	length
1	2	0,574
1	3	0,435
1	3	0,248
1	3	0,267
2	1	0,918
2	3	0,37
3	1	0,101
3	2	0,809

Figure 7 : Tableau des longueurs des arcs en fonctions des labels des polygones de gauche et de droite

A partir de ce tableau nous constituons un nouveau fichier qui permettra de sommer les longueurs de lisière par couple de label identique (par exemple pour le couple de label "1-2", à la fois label de gauche = 1 et label de droite = 2 mais aussi label de gauche = 2 et label de droite = 1).

longueur	label gauche	label droite	couple 1-2	couple 1-3	couple 2-3
0,574	1	2	0,574	0	0
0,435	1	3	0	0,435	0
0,248	1	3	0	0,248	0
0,267	1	3	0	0,267	0
0,918	2	1	0,918	0	0
0,37	2	3	0	0	0,37
0,101	3	1	0	0,101	0
0,809	3	2	0	0	0,809
total			**1,492**	**1,015**	**1,179**

Figure 8 : Tableau de calcul des longueurs d'interface

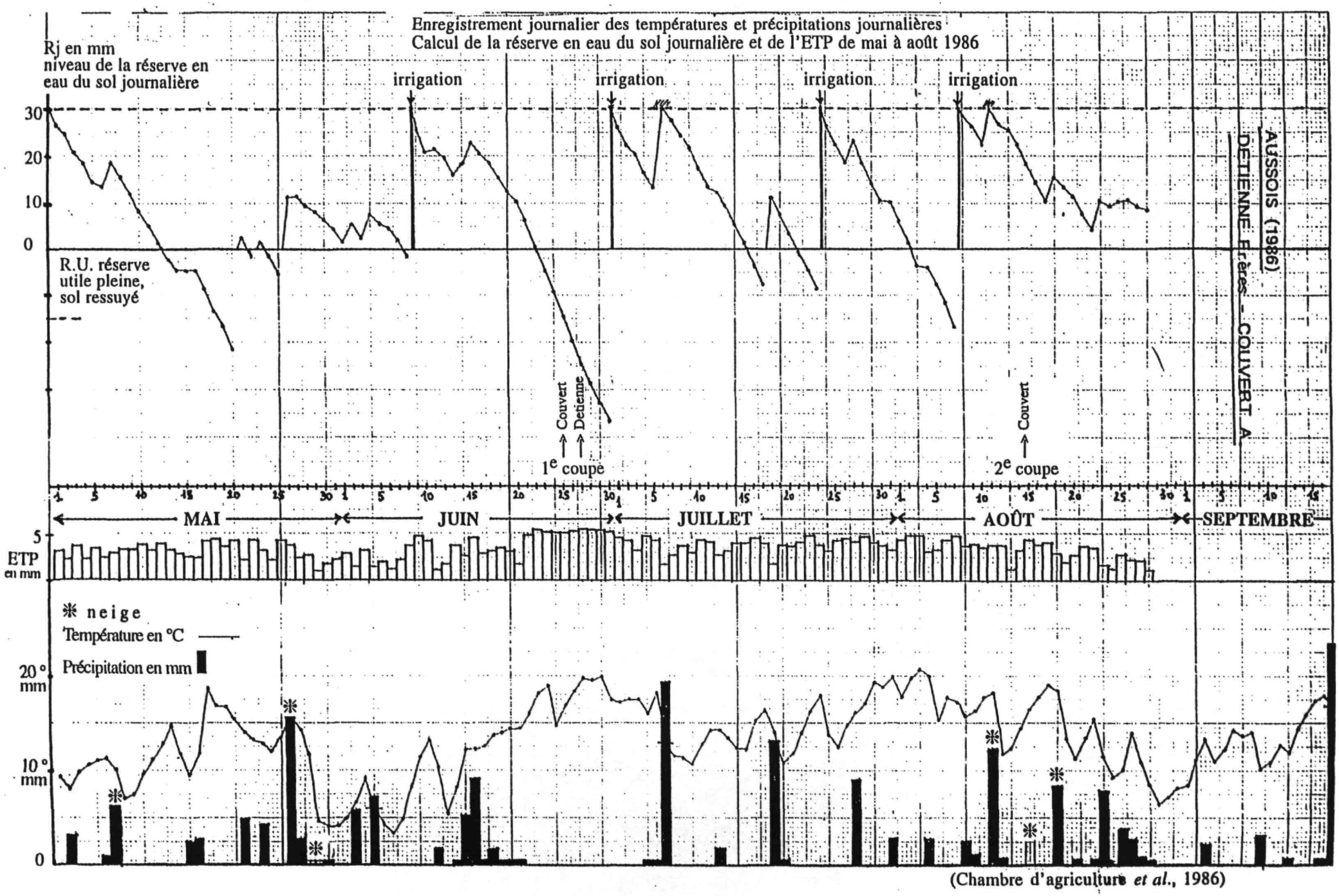
Arc Info permet aussi d'éditer la carte créée en attribuant des couleurs ou des figurés à chaque label.

Nous n'avons pas utilisé les possibilités d'Arc Info de croiser deux cartes pour créer une nouvelle carte ce qui permet par exemple de visualiser et de quantifier les modifications intervenues dans le paysage entre deux dates et d'élaborer des matrices de transition du couvert végétal (Delcros, 1993).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

ANNEXE 2

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

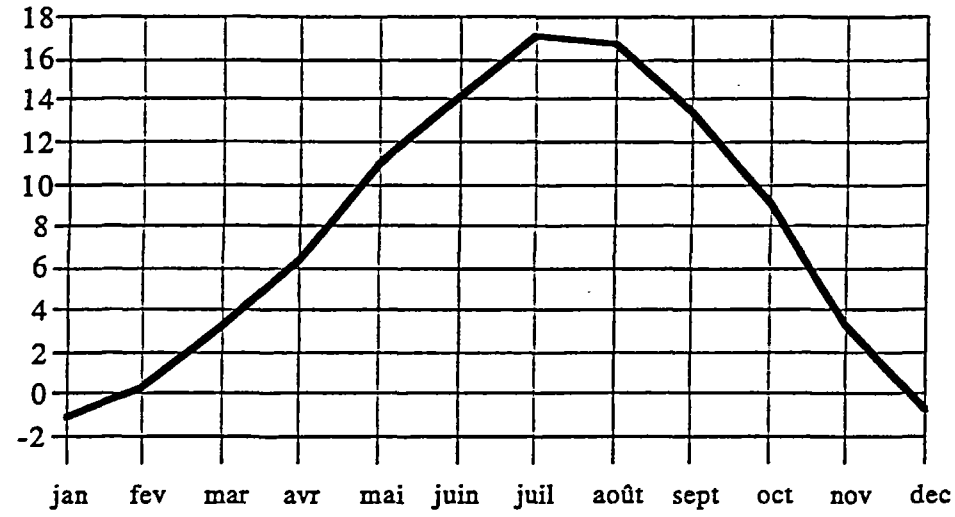


(Chambre d'agriculture *et al.*, 1986)

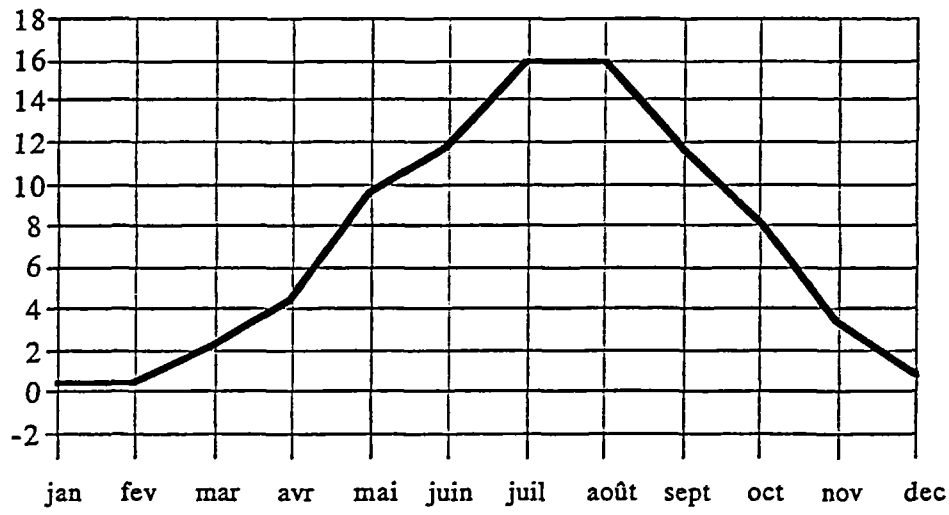
CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Températures moyennes mensuelles à Avrieux et Aussois

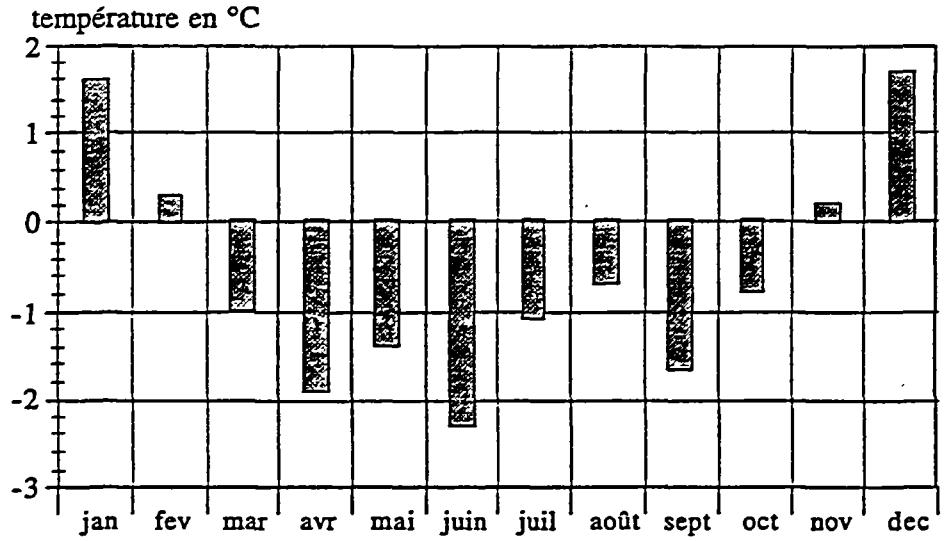
températures moyennes mensuelles à Avrieux 1102 m (1968 - 1995)



températures moyennes mensuelles à Aussois 1490 m (1987 - 1995)



différence de température moyenne entre Aussois et Avrieux

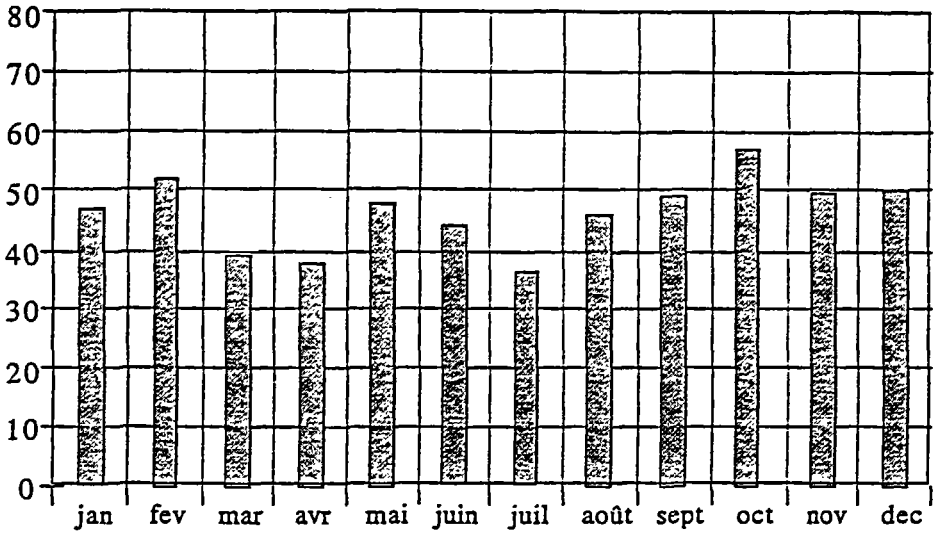


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Précipitations mensuelles moyennes à Avrieux et Aussois

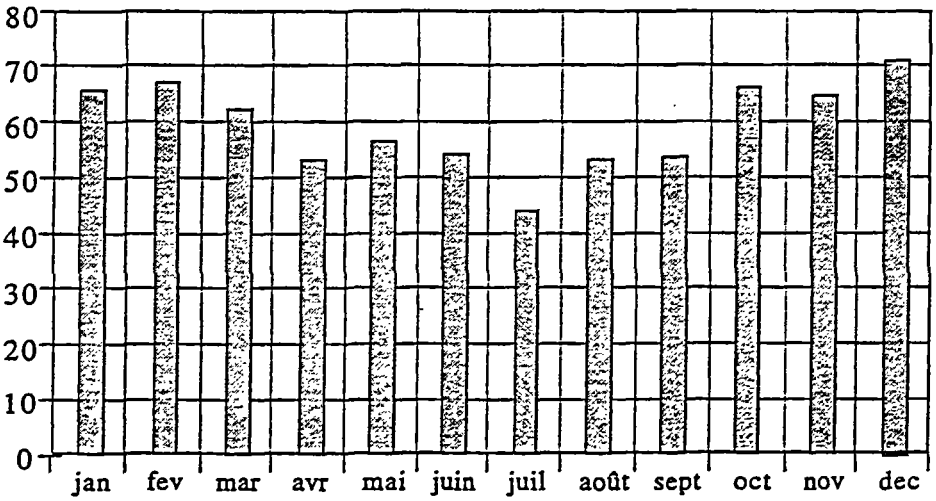
moyenne des précipitations mensuelles à Avrieux 1102 m (1966-1995)

précipitations en mm



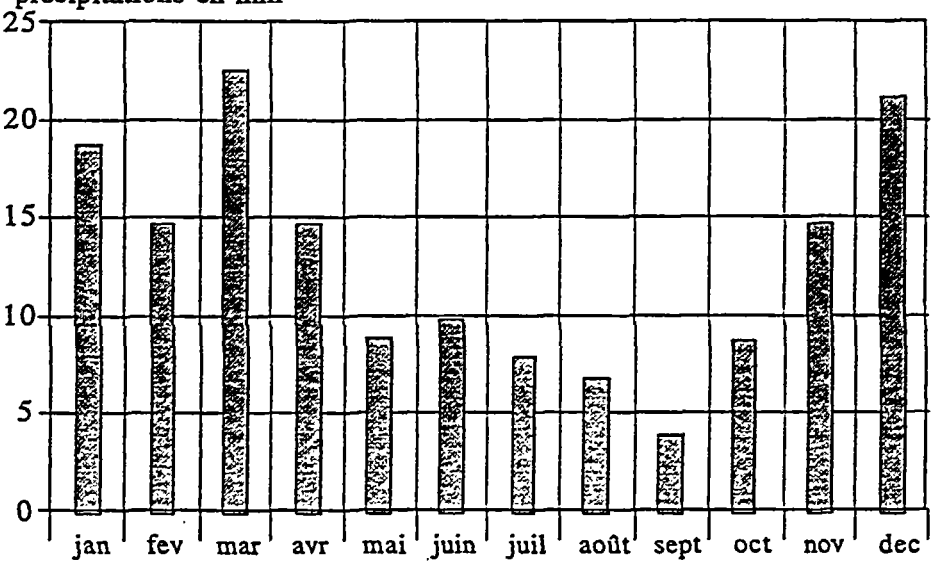
moyenne des précipitations mensuelles à Aussois 1490 m (1987-1995)

précipitations en mm



supplément de précipitations mensuelles à Aussois par rapport à Avrieux

précipitations en mm



CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

METEO FRANCE

Station : AUSSOIS	Latitude : 45°14' N	RECAPITULATIF	
Commune : AUSSOIS	Longitude : 006°44' E		
Lieu dit : COIN DESSUS(LE)	Altitude : 1490 m	1966 à 1995	
Département : SAVOIE	Indicatif : 73023001		

		Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	ANNEE
	Maximum absolu de la température (degrés Celsius) et date													
986 à 1995		15,5	16,0	18,2	19,5	24,2	27,0	28,7	29,5	26,7	25,0	20,0	15,5	29,5
		09-1989	24-1991	11-1990	20-1993	25-1993	28-1986	22-1995	07-1991	16-1987	02-1986	06-1992	12-1994	1991
	Moyenne des températures maximales (degrés Celsius)													
987 à 1995		4,4	4,5	6,5	8,6	14,4	16,7	21,2	21,2	16,3	12,3	7,2	4,7	11,5
	Température moyenne (Tn+Tx)/2 (degrés Celsius)													
987 à 1995		0,4	0,5	2,2	4,4	9,5	11,8	16,0	16,0	11,7	8,2	3,4	0,9	7,1
	Moyenne des températures minimales (degrés Celsius)													
987 à 1995		-3,6	-3,6	-2,0	0,1	4,7	6,9	10,8	10,8	7,2	4,0	-0,5	-2,9	2,7
	Minimum absolu de la température (degrés Celsius) et date													
986 à 1995		-22,5	-17,0	-12,8	-9,4	-5,6	-1,0	2,4	1,6	-1,1	-5,5	-14,8	-16,0	-22,5
		12-1987	24-1993	09-1988	01-1987	05-1991	01-1986	13-1993	31-1995	30-1995	19-1992	23-1988	25-1986	1987
	Nombre moyen de jours où													
987 à 1995	Tx ≥ 30°C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
987 à 1995	Tx ≥ 25°C	.	.	.	.	.	0,4	5,7	6,2	0,8	.	.	.	13,1
987 à 1995	Tx ≤ 0°C	5,7	6,8	4,4	1,8	0,3	.	.	.	.	0,2	2,9	6,1	28,2
987 à 1995	Tn ≤ 0°C	26,8	22,9	20,7	14,1	3,2	.	.	.	0,8	5,0	15,8	24,0	133,2
987 à 1995	Tn ≤ -5°C	9,8	9,3	8,4	3,0	0,1	.	.	.	.	0,2	4,3	9,4	44,7
987 à 1995	Tn ≤ -10°C	2,0	3,0	1,0	.	.	.	.	.	.	.	0,4	1,2	7,7
	Maximum quotidien absolu de précipitations (millimètres) et date													
		48,9	42,9	92,7	36,7	49,5	52,7	30,0	47,6	40,7	48,9	63,3	45,0	92,7
		23-1986	24-1995	31-1981	08-1986	10-1981	26-1994	30-1977	05-1985	22-1992	29-1990	05-1994	21-1991	1981
	Hauteur moyenne de précipitations (millimètres)													
Σ=710,4 mm		65,5	67,1	62,0	52,8	56,6	53,9	44,2	53,0	53,5	66,0	64,6	71,2	/
	Nombre moyen de jours où													
	Pr ≥ 0,1mm	9,7	9,5	10,1	10,6	12,0	11,4	9,2	10,2	8,8	9,1	9,2	10,1	/
	Pr ≥ 1 mm	8,4	8,0	7,8	8,0	9,4	9,1	7,4	8,2	6,7	7,0	7,6	8,5	/
	Pr ≥ 10 mm	2,3	2,3	1,9	1,8	1,7	1,4	1,2	1,4	1,9	2,3	2,3	2,4	/
	Rayonnement global moyen (Joules par centimètre-carré)													
	Durée moyenne d'insolation (heures et dixièmes)													
	Vitesse maximale instantanée du vent (mètres par seconde) et direction et date													
	Vitesse moyenne du vent (8 valeurs quotidiennes) (mètres par seconde)													
	Nombre moyen de jours où													
	Raf ≥ 16m/s													
	Raf ≥ 28m/s													
	Nombre moyen de jours de													
86 à 1995	Brouillard	2,4	2,1	2,3	2,8	2,1	1,9	0,5	0,9	2,6	2,1	1,9	2,3	23,9
86 à 1995	Orage	.	.	.	0,1	0,6	1,9	2,8	3,9	0,9	.	.	.	10,2
86 à 1995	Grêle	.	.	.	.	.	0,1	0,1	0,1	.	.	.	.	0,3
	Gelée blanche													
	Neige	9,8	9,5	8,4	6,2	1,9	0,1	.	.	0,5	1,9	6,6	9,3	/
	Neige au sol													

"." : zéro jour.
Case vide : pas de données.
"/" : données lacunaires.

Tx : température maximale.
Tn : température minimale.
Pr : précipitations.
Raf : rafale(s).

Direction du vent en degrés (090° = Est, 180° = Sud, 270° = Ouest, 360° = Nord).
1 m/s = 3,6 km/h.

Brouillard : moins de 1 km.
Neige : chute(s) de neige.
Neige au sol : sol plus qu'à demi-couvert.

TATu49549v294) le Vendredi 15 Mars 1996

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

METEO FRANCE

Station : AVRIEUX	Latitude : 45°13' N	RECAPITULATIF
Commune : AVRIEUX	Longitude : 006°42' E	
Lieu dit : USINE ONERA	Altitude : 1102 m	1966 à 1995
Département : SAVOIE	Indicatif : 73026001	

		Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	ANNEE
		Maximum absolu de la température (degrés Celsius) et date												
1967 à 1995		13,2	16,3	22,7	25,2	27,1	31,0	33,2	33,2	30,3	26,0	18,2	15,8	33,2
		21-1974	22-1990	25-1981	21-1968	25-1993	30-1968	10-1968	07-1991	14-1987	04-1985	01-1989	11-1978	1991
		Moyenne des températures maximales (degrés Celsius)												
1968 à 1995		2,4	4,4	7,9	11,2	16,2	19,6	23,1	22,5	18,9	14,1	7,2	2,3	12,5
		Température moyenne (Tn+Tx)/2 (degrés Celsius)												
1968 à 1995		-1,2	0,2	3,2	6,3	10,9	14,1	17,1	16,7	13,4	9,0	3,2	-0,8	7,7
		Moyenne des températures minimales (degrés Celsius)												
1968 à 1995		-4,8	-4,1	-1,5	1,4	5,6	8,6	11,1	10,8	7,8	3,9	-0,8	-3,8	2,9
		Minimum absolu de la température (degrés Celsius) et date												
1967 à 1995		-21,6	-20,3	-18,4	-9,3	-4,1	0,5	2,7	1,3	-1,3	-7,8	-15,6	-18,4	-21,6
		09-1985	11-1986	07-1971	07-1975	04-1979	06-1994	02-1975	31-1995	27-1974	31-1974	23-1988	07-1969	1985
		Nombre moyen de jours où												
1968 à 1995	Tx ≥ 30°C	.	.	.	.	.	0,1	1,3	1,0	0,1	.	.	.	2,5
1968 à 1995	Tx ≥ 25°C	.	.	.	.	0,5	3,8	11,8	10,6	1,8	0,1	.	.	28,6
1968 à 1995	Tx ≤ 0°C	7,3	4,6	1,4	0,4	.	.	.	.	.	.	2,1	8,2	24,0
1968 à 1995	Tn ≤ 0°C	27,8	23,4	20,6	10,8	1,3	.	.	.	0,2	4,0	17,1	26,1	131,4
1968 à 1995	Tn ≤ -5°C	13,6	10,1	4,8	0,8	.	.	.	.	.	0,1	4,6	10,5	44,5
1968 à 1995	Tn ≤ -10°C	3,7	3,3	0,9	.	.	.	.	.	.	.	0,8	2,2	10,8
		Maximum quotidien absolu de précipitations (millimètres) et date												
		55,0	69,2	116,0	34,7	45,3	44,0	30,0	42,6	45,1	42,0	60,0	34,3	116,0
		14-1978	13-1990	31-1981	08-1986	10-1981	26-1994	30-1977	05-1985	22-1992	19-1974	05-1994	10-1979	1981
		Hauteur moyenne de précipitations (millimètres)												
	552 mm	46,7	52,3	39,4	38,1	47,8	44,2	36,3	46,2	49,6	57,4	49,9	50,1	/
		Nombre moyen de jours où												
	Pr ≥ 0,1mm	9,6	9,0	8,6	9,0	10,6	10,2	7,8	9,6	8,3	8,8	8,5	9,2	/
	Pr ≥ 1 mm	7,3	7,1	6,5	6,5	8,5	8,3	6,2	7,3	6,3	6,9	6,4	7,6	/
	Pr ≥ 10 mm	1,5	1,7	1,0	1,2	1,2	1,2	1,0	1,2	1,7	1,9	1,6	1,6	/
		Rayonnement global moyen (Joules par centimètre-carré)												
		Durée moyenne d'insolation (heures et dixièmes)												
		Vitesse maximale instantanée du vent (mètres par seconde) et direction et date												
		Vitesse moyenne du vent (8 valeurs quotidiennes) (mètres par seconde)												
		Nombre moyen de jours où												
	Raf ≥ 16m/s													
	Raf ≥ 28m/s													
		Nombre moyen de jours de												
	Brouillard													
	Orage													
	Grêle													
	Gelée blanche													
	Neige	7,9	6,2	5,2	3,0	0,4	0,1	.	.	0,1	0,7	3,8	5,7	33,3
	Neige au sol													

"." : zéro jour.
Case vide : pas de données.
"/" : données lacunaires.

Tx : température maximale.
Tn : température minimale.
Pr : précipitations.
Raf : rafale(s).

Direction du vent en degrés (090° = Est, 180° = Sud, 270° = Ouest, 360° = Nord).
1 m/s = 3,6 km/h.

Brouillard : moins de 1 km.
Neige : chute(s) de neige.
Neige au sol : sol plus qu'à demi-couvert.

(STATu31980v256) le Jeudi 15 Février 1996

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

ANNEXE 3

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

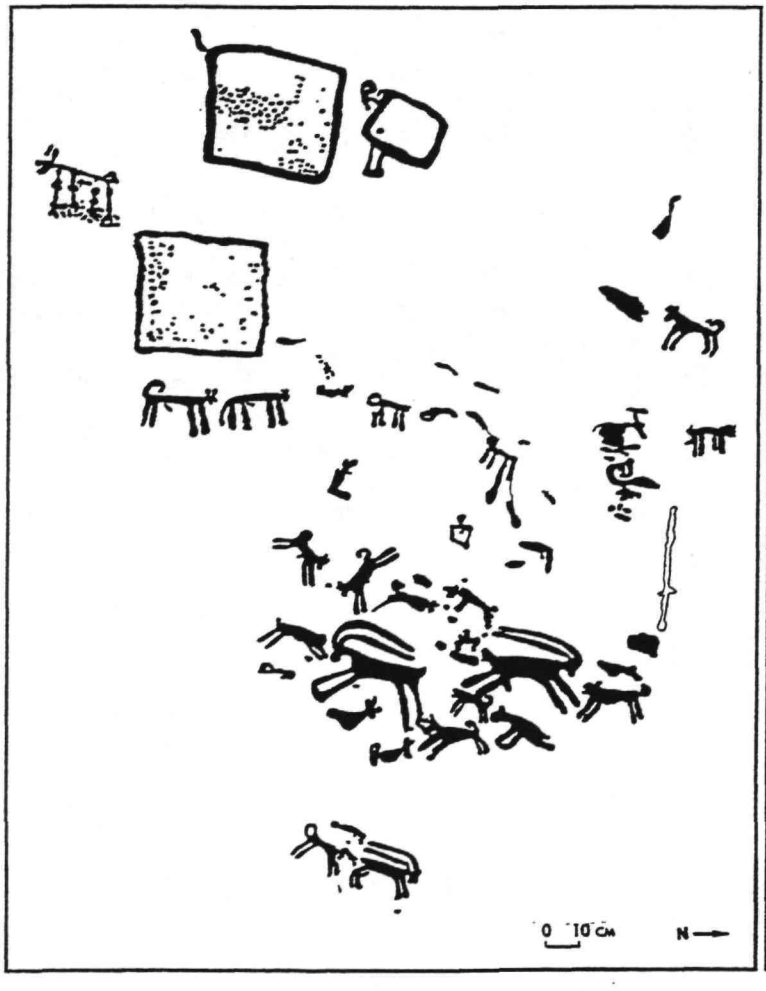
Notice historique sur Aussois

Une première occupation humaine au néolithique (5000 à 2500 av JC)

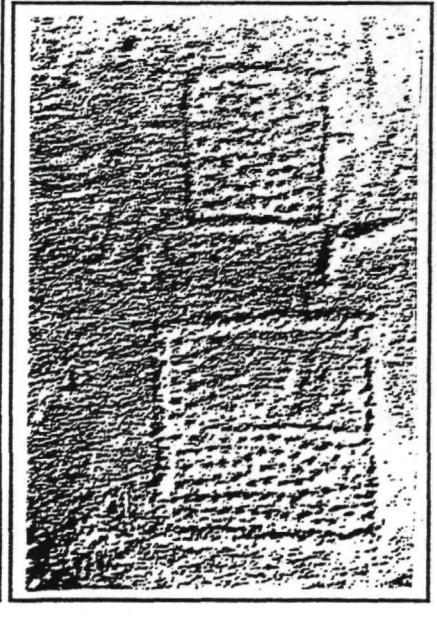
Les VIe et Ve millénaires av. J.C. voient la fin du développement des civilisations de chasseurs nomades qui fréquentaient la Maurienne pendant la belle saison.

Le réchauffement climatique du néolithique permet l'installation des hommes dans la vallée de la Maurienne et la fréquentation saisonnière de la montagne liée à la transhumance des troupeaux : occupation attestée à Aussois par la découverte d'une hachette en quartzite de cette période et de pierres gravées de cupules (Ballet & Raffaeli, 1990).

A la fin de l'âge du bronze (1000 av. J.C.) la Maurienne connaît un développement spectaculaire de l'art rupestre avec la multiplication des représentations figuratives, symboliques et abstraites. Ces gravures rupestres se situent au niveau des villages (1000 à 1500 m) ou des alpages (1800-2800 m). Outre ces gravures rupestres présentes en grand nombre à Aussois, une faucille de bronze a également été découverte.



Gravures rupestres de l'âge du bronze (1000 ans av JC)
Aussois, les Lozes, zone 11



Aussois, les Lozes, zone 9

L'utilisation de l'espace depuis le néolithique révélé par la pédoanthracologie (Carcaillet, 1996)

"Depuis le néolithique, les paysages de Maurienne ont été transformés par étapes. La première correspond à une phase de déforestation-emprise-déprise pastorale sur des surfaces de faible étendue pendant 2000 à 4000 ans. La seconde correspond au maintien et à l'entretien durable d'une structure paysagère sous contrainte agricole forte et chronique : à Saint-Michel-de-Maurienne, la totalité de

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

l'espace au dessus de 1700 mètres d'altitude était dévolue à l'agriculture, alors qu'à Aussois, la moyenne altitude était consacrée à la forêt et les hauteurs au pâturage. Depuis moins de 2000 BP, la forêt d'Aussois entre 1700 et 2000 mètres d'altitude est en cours de mutation par mise en place et élargissement de taches agricoles au sein de la matrice forestière."
"Le diachronisme important des phases d'incendie sur le site d'Aussois entre la moyenne et la haute altitude met en évidence la perception précoce de la structure spatiale d'un terroir, notamment du gradient altitudinal, dans la conscience des populations humaines. Cette perception hiérarchisée de l'espace date du néolithique et de l'âge du bronze. L'absence de datation de charbons de bois avant 2000 BP entre 1700 et 1900 mètres d'altitude suggère qu'aucune phase de déforestation par le feu n'a eu lieu avant la période correspondant à l'époque de l'empire romain (2000 - 1500 BP). Des boisements occupaient cette tranche altitudinale avant 2000 BP alors que les altitudes plus élevées étaient probablement dévolues aux pâturages depuis 4700 BP. Cette organisation de l'espace rappelle la structure de l'économie de subsistance, dite de la petite montagne, qui a persisté dans la vallée jusqu'au XIXème siècle."
"Les déboisements par le feu ne se sont pas déroulés en une seule fois, mais ont plutôt nécessité une succession stationnelle de phases d'incendies de long du gradient altitudinal pendant une période minimale de 2300 années et maximale de 4400 années qui s'est termonée vers 2500 BP." (Carcaillet, 1996).

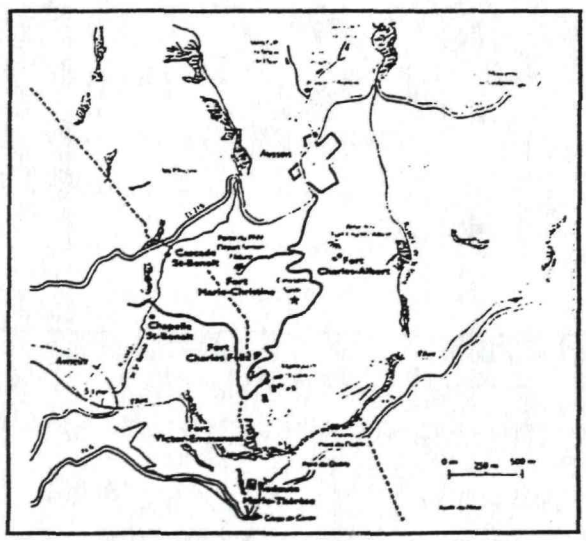
La poussée démographique du Moyen Âge

Le nom d'Aussois est connu par un testament de 739 sous la forme d'Alsede (Paillard, 1983).
Du XIe au XIIIe siècle, la forte poussée démographique se traduit par le défrichement des terres boisées d'altitude et en particulier des espaces plats modelés par les glaciers qui deviendront les alpages.

Les forts de l'Esseillon

En 1792, la République Française annexe les états de la Savoie,. En 1815 le Congrès de Vienne, traduisant la chute de l'Empire napoléonien, rend la Savoie à la monarchie de Sardaigne en imposant à la France une indemnité de guerre. Louis XVIII paye donc 8 millions à Victor-Emmanuel I qui va les utiliser, à la demande de l'Autriche, pour construire les forts de l'Esseillon chargés de protéger le Piémont contre une éventuelle invasion française.

Les forts Victor-Emmanuel, Charles-Félix, les citadelles Charles-Albert et Marie-Christine et la redoute Marie Thèrèse sont donc construits de 1823 à 1833 selon les théories de fortification perpendiculaire du marquis Marc-René de Montalembert (1714-1800) - souvent opposées aux théories de Vauban émises quelques dizaines d'années plus tôt.



Les forts de l'Esseillon

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Le rattachement définitif de la Savoie à la France

Le soutien apporté par Napoléon III à Victor-Emmanuel II pour réaliser l'unité italienne est récompensé par l'organisation d'un vote en Savoie afin que les populations décident elles-mêmes de leur patrie. En 1860 la Savoie vote donc son rattachement à la France. En contrepartie les forts de l'Esseillon (devenus une menace pour l'Italie) doivent être détruits ; seul le fort Charles-Félix sera détruit en 1861 par l'artillerie française.

L'exode de juin 1941

Suivant les bombardements qui avaient détruits Modane, Lanslebourg et Bessans, la menace s'étend à Aussois et le 10 juin 1941, l'ordre est donné d'évacuer le village. La majorité de la population fut déplacée pour quelques mois à Grazac près du Puy-en-Velay. Aucun bombardement n'eut lieu à Aussois, mais la frontière installée par les Italiens coupait le village au niveau du pont sur le ruisseau de St-Pierre sur la route de Sardières.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

ANNEXE 4

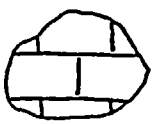
CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

LEGENDE DES SOLS DANS LES TRANSECTS

: litière plus ou moins abondante

: horizon humifié (A_1) chargé en matière organique

: racines

 : éléments grossiers

= : réaction positive à l'acide

: taches d'hydromorphie

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

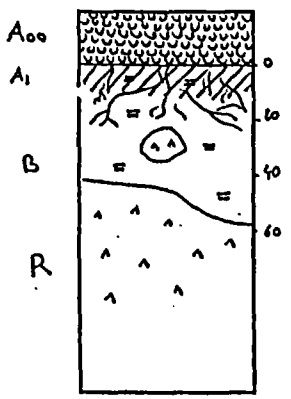
RELEVE No. 1 LIEU : Rossanche

ALTITUDE : 1510 m

TOPOGRAPHIE : nombreuses microdolines

ROCHE MERE : gypse bien altéré

FORMATION ETUDIEE : Forêt de pins sylvestres et myrtilles



humus: 11cm . mor :
- couche L : 3cm . brindilles et racines de mousses.
- couche F : 3-4cm . bien fibreux . mycorhizes.
- couche H : 3cm . brun-noir.

A1:20cm Brun foncé . Limono-sableux . Structure grenue
Cailloux peu nombreux(10%) . Beaucoup de racines, toutes tailles, plutôt horizontales. Poreux . Peu compact . Réaction à l'HCL très forte.
Densité apparente:0,24
Matière organique:179,4g/kg
pH eau: 6,0 pH kcl: 5,4
C(orga): 104,3 g/kg Azote: 3,74 g/kg C/N: 27,89
P_2O_5: 0,019 g/kg

B :Brun blanchâtre. Limono-sableux . Structure grenue . Quelques taches d'altération . Une pierre . Racines fines, peu nombreuses . Poreux. Peu compact . Réaction HCL très forte.
pH eau: 8,0 pH kcl: 7,5
CaCO3: 20% C(minéral): 2.4%
Granulométrie: SG:19,8%
SF: 13,3%
LG: 3,0%
LF: 18,0%
A: 2,8%

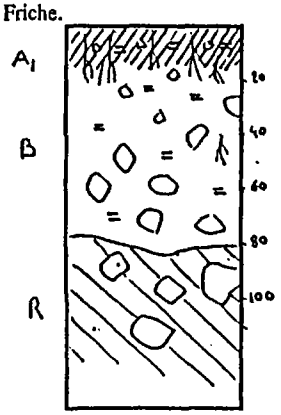
Réserve en eau du sol: 68mm

RELEVE No. 2 LIEU : Rossanche

ALTITUDE :1560 m

TOPOGRAPHIE :Fosse sur talus. pente de 20% orientée SSW
ROCHE MERE : moraine.

FORMATION ETUDIEE : Friche.



humus:litière < 0.5cm .matière organique immédiatement incorporée.
Mull carbonaté.

A1:Brun foncé . Limono-sableux . Structure grumeleuse
Absence de taches . 20% de cailloux . Racines (diamètre <1mm et >1cm) très nombreuses . Poreux . Assez compact . Réaction à l'HCL très forte.
Densité apparente: 0,90
Matière organique: 78,8 g/kg
pH eau: 7,7 pH kcl: 7,1
C(orga): 45,8 g/kg Azote: 3,90 g/kg C/N: 11,74
P_2O_5: 0,145 g/kg

B :Brun . Limono-sableux . Structure grumeleuse .
20-30% de cailloux . Peu de racines . Poreux . Assez compact.
Très forte réaction à l'HCL.
pH eau: 8,2 pH kcl: 7,8
CaCO3: 29,8% C(minéral): 3,6%
Granulométrie: SG: 17,0%
SF: 18,0%
LG: 5,2%
LF: 11,4%
A: 4,8%

Réserve en eau du sol: 83mm

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

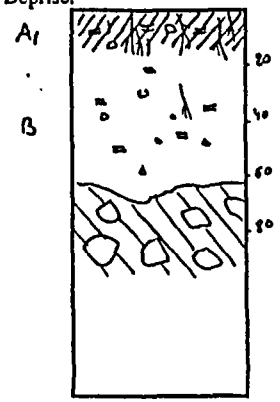
RELEVE No. 3 LIEU : Rossanche

ALTITUDE : 1620 m

TOPOGRAPHIE : succession de petits talus . Pente de 30% orientée SSW

ROCHE MERE : moraine

FORMATION ETUDIEE : Déprise.



humus:litière quasi inexistante . Mull carbonaté.

A1:Brun foncé . Limoneux . Structure grenue . 5% d'éléments grossiers.
Très nombreuses racines (diamètre <1mm et 30mm) . Assez poreux.
Compact . Réaction à l'HCL très forte.
Densité apparente:0,84
Matière organique:100,1 g/kg
pH eau: 7,6 pH kcl: 7,3
C(orga): 58,2 g/kg Azote: 3,92 g/kg C/N: 14,85
P_2O_5: 0.079 g/kg

B :Brun blanchâtre. Limoneux . Structure grumeleuse .
5% de cailloux . Racines fines et peu nombreuses Peu poreux .
Très compact . Réaction HCL très forte.
pH eau: 8,6 pH kcl: 8,1
CaCO3: 30% C(minéral): 3,6%
Granulométrie: SG: 17,3%
SF: 23,7%
LG: 11,3%
LF: 35,0%
A: 12,6%

Réserve en eau du sol: 61mm

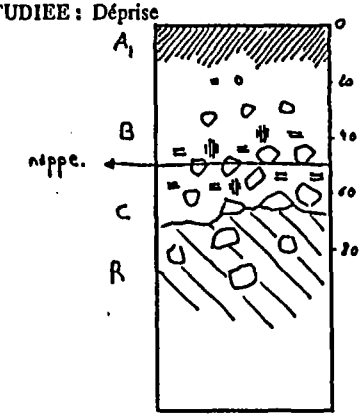
RELEVE No. 4 LIEU : Moulin

ALTITUDE : 1490 m

TOPOGRAPHIE : Pente uniforme de 30% orientée SE

ROCHE MERE : moraine

FORMATION ETUDIEE : Déprise



humus:litière 0,5cm. Très humide . Hydromull.
A1:Brun noir . Limono-sableux . Structure grumeleuse.
Absence de cailloux .Racines très peu nombreuses. Très poreux.
Peu compact . Réaction à l'HCL moyennement forte.
Densité apparente:0,68
Matière organique:102,2 g/kg
pH eau: 7,5 pH kcl: 6,8
C(orga): 59,5 g/kg Azote: 6,32 g/kg C/N: 9,41
P_2O_5: 0.050 g/kg

B :Brun foncé + taches rouille et verdâtres d'oxydoréduction.
Limono-sableux . Structure grumeleuse . 20-30% de cailloux .
Absence de racines . Poreux . Assez compact .
Réaction HCL très forte.
pH eau: 8,2 pH kcl: 7,6
CaCO3: 12,2% C(minéral): 1,5%
Granulométrie: SG: 26,3%
SF: 34,9%
LG: 9,1%
LF: 20,9%
A: 8,8%

Réserve en eau du sol: Sol gorgé d'eau . Présence d'une nappe à 50cm

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

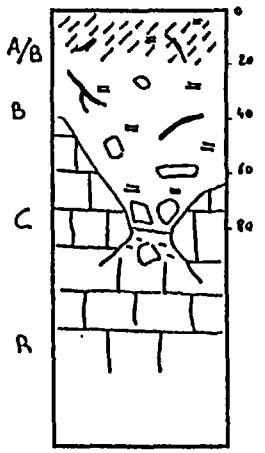
RELEVE No. 5 LIEU : Moulin

ALTITUDE : 1450 m

TOPOGRAPHIE : Pente raide (70%) orientée SE

ROCHE MERE : moraine

FORMATION ETUDIEE : Forêt de pins sylvestres



humus:inéxistant du fait de la forte pente

A/B:Brun clair . Limoneux . Structure grumeleuse
Cailloux peu nombreux (5%) . Nombreuses racines, de toutes tailles
Poreux . Peu compact . Réaction à l'HCL très forte.
Densité apparente:1,11
Matière organique:56,9 g/kg
pH eau: 5,4 pH kcl: 5,0
C(orga): 33,1 g/kg Azote: 2,1 g/kg C/N: 15,76
P_2O_5: 0.042 g/kg

B :Brun clair . Limoneux . Structure grumeleuse . Pierres à partir de 50cm.
2 grosses racines . Poreux . Peu compact . Nombreux mycelliums.
Réaction HCL très forte.
pH eau: 8,2 pH kcl: 7,7
CaCO3: 20,2% C(minéral): 2,4%
Granulométrie: SG: 24,7%
SF: 26,2%
LG: 9,4%
LF: 25,3%
A: 14,4%

Réserve en eau du sol: 84mm

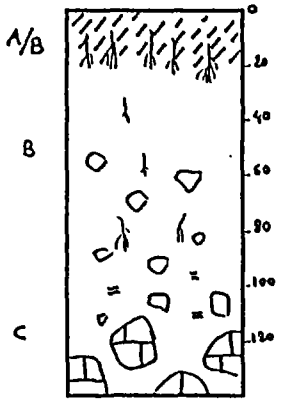
RELEVE No. 6 LIEU : Ortet

ALTITUDE : 1820 m

TOPOGRAPHIE : Petit talweg orienté SW.

ROCHE MERE : moraine

FORMATION ETUDIEE : Prairie de fauche à Brome dréssé



humus:litière <0,5cm .très bien incorporée . Mull eutrophe

A/B:Brun . Limono-sableux . Structure grenue . Pas de cailloux.
Très nombreuses racines (diamètre <1mm) . Poreux .Peu compact
Réaction à l'HCL très faible.
Densité apparente:0,75
Matière organique:91,3 g/kg
pH eau: 5,5 pH kcl: 5
C(orga): 53,1 g/kg Azote: 5,5 g/kg C/N: 9,65
P_2O_5: 0.054 g/kg

B :Brun . Limono-sableux . Structure grumeleuse .
10-15% de cailloux . Quelques petites racines . Poreux .
Peu compact . Réaction HCL assez faible.
pH eau: 7,3 pH kcl: 6,3
CaCO3: 0% C(minéral): 0%
Granulométrie: SG: 21,7%
SF: 36,3%
LG: 9,3%
LF: 24,2%
A: 8,4%

Réserve en eau du sol: 166mm

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

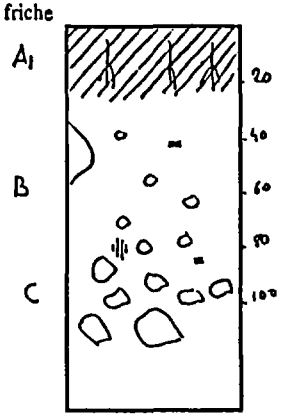
RELEVE No. 7 LIEU : Arpont

ALTITUDE : 1870 m

TOPOGRAPHIE : pente régulière de 15% orientée SSW

ROCHE MERE : moraine

FORMATION ETUDIEE : friche



humus:litière 1cm . Mull calcique très compact, d'une épaisseur de 3cm

A1:Brun . Limono-sableux . Structure grumeleuse.
Absence de cailloux . Racines (diamètre <1mm) nombreuses
Poreux . Assez compact . Réaction à l'HCL très faible.
Densité apparente:0,46
Matière organique:169,2 g/kg
pH eau: 7,3 pH kcl: 6,9
C(orga): 98,4 g/kg Azote: 6,72 g/kg C/N: 14,64
P_2O_5: 0.059 g/kg

B :Brun à brun gris. Limono-sableux . Structure grumeleuse .
Quelques taches de réduction. 5% de cailloux . Très peu de racines
Poreux . Assez compact . Réaction HCL assez faible.
pH eau: 8,0 pH kcl: 6,9
CaCO3: 7% C(minéral): 0,8%
Granulométrie: SG: 17,5%
SF: 26,4%
LG: 9,7%
LF: 34,8%
A: 11,6%

Réserve en eau du sol: 52mm

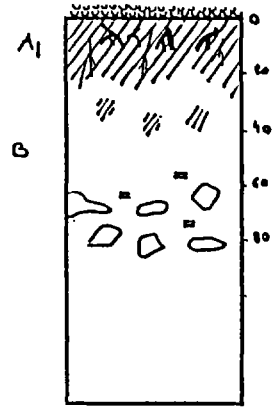
RELEVE No. 8 LIEU : Arpont

ALTITUDE : 1850 m

TOPOGRAPHIE : Pente régulière de 30% orientée S

ROCHE MERE : moraine

FORMATION ETUDIEE : Forêt de pin à crochets et mélampyre



humus: Mull-moder :
- couche L : 1cm . brindilles et aiguilles de pin.
- couche F : 1cm . nombreux filaments blancs et jaunes.
- couche H : 1cm . très peu visible.

A1:Brun foncé . Limoneux . Structure grumeleuse. 5% de cailloux.
Racines nombreuses, fines et grosses (diamètre 2cm) à 5cm.
Poreux . Assez compact . Réaction à l'HCL faible.
Densité apparente:0,57
Matière organique:126,1 g/kg
pH eau: 7,2 pH kcl: 6,8
C(orga): 73,3 g/kg Azote: 4,49 g/kg C/N: 16,33
P_2O_5: 0.047 g/kg

B :Brun . Limoneux . Structure grumeleuse .Quelques taches de l'horizon A1.
20% de cailloux . Racines peu nombreuses Poreux . Assez compact.
Nombreux myceliums . Réaction HCL assez forte.
pH eau: 8,3 pH kcl: 7,7
CaCO3: 29,4% C(minéral): 3,5%
Granulométrie: SG: 24,8%
SF: 28,2%
LG: 10,8%
LF: 28,7%
A: 19,5%

Réserve en eau du sol: 105mm

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

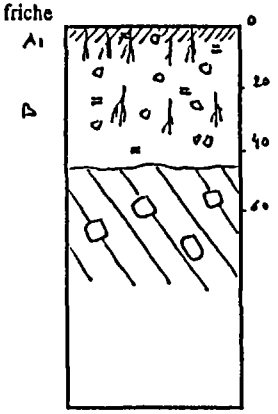
RELEVE No. 9 LIEU : Esseillon

ALTITUDE : 1470 m

TOPOGRAPHIE : Pente régulière de 45% orientée SSE

ROCHE MERE : moraine

FORMATION ETUDIEE : friche



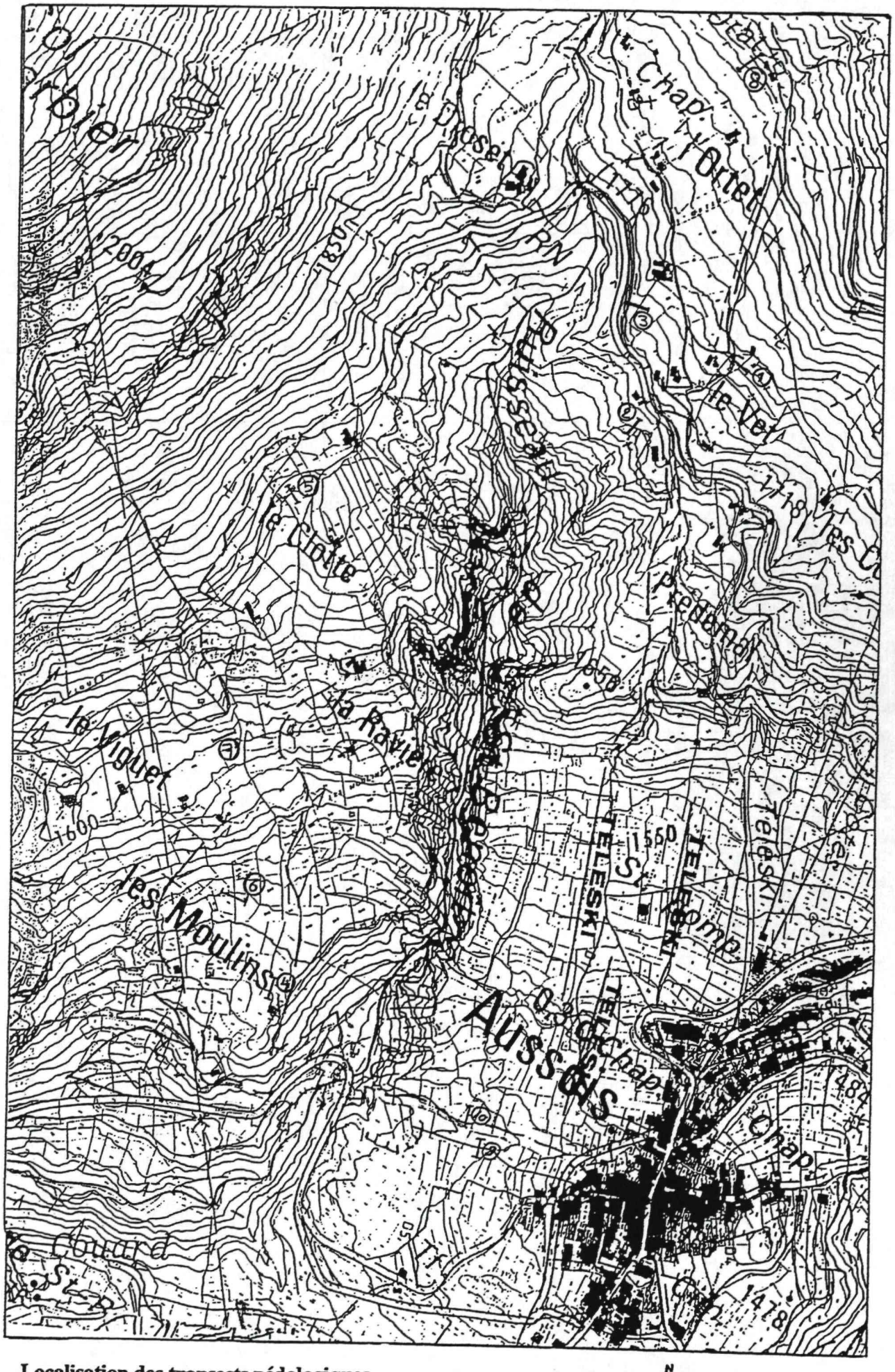
humus:litière 1cm .Mull carbonaté.

A1:Brun clair . Limono-sableux . Structure grumeleuse.
Cailloux peu nombreux(10%) . Nombreuses racines (diamètre 1-2mm).
Poreux . Assez peu compact . Réaction à l'HCL très forte.
Densité apparente:1,14
Matière organique:56,5 g/kg
pH eau: 7,7 pH kcl: 7,5
C(orga): 32,9 g/kg Azote: 2,97 g/kg C/N: 11,08
P_2O_5: 0.113 g/kg

B :Brun clair. Limono-sableux . Structure grumeleuse .
10% de cailloux . Nombreuses racines(diamétre 1-2mm)
Poreux . Assez compact . Réaction HCL très forte.
pH eau: 8,2 pH kcl: 7,8
CaCO3: 15,8% C(minéral): 2,4%
Granulométrie: SG: 24,8%
SF: 28,2%
LG: 10,8%
LF: 28,7%
A: 7,5%

Réserve en eau du sol: 53mm

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



Localisation des transects pédologiques

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

TRANSECT N°1

ORTET (o7-9/4) - Contact déprise/prairie .

alt: 1800m - transect sur un devers de 30%

orientation: sud.

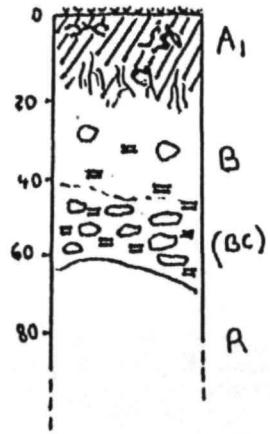
espèces dominantes	coef
Brachypodium pinnatum	5
Hellanthemum nummularium	1
Plantago major	+
Lathyrus pratensis	+
Polygala vulgaris	+
Vicia incana	+
Lotus corniculatus	+
Briza media	+
Trifolium montanum	+
Plantago lanceolata	+
total:19 sp	

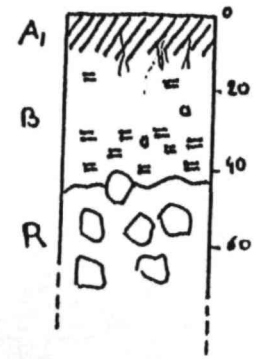
espèces dominantes	coef
Centaurea scablosa	2
Salvia pratensis	1
Trifolium montanum	1
Rhinanthus alectorolophus	1
Campanula carnica	1
Onobrychis vivilfolia	+
Hellanthemum nummularium	+
Bromus erectus	+
Hypochoeris maculata	+
Tragopogon pratensis	+
total: 29 sp	

humus:litière 3cm .assez fibreux . mull calcique.
A1:Brun noir . Limono-sableux . Structure grumeleuse
Cailloux peu nombreux(10%) . Beaucoup de racines (diamètre <1mm) . Poreux . Moyennement compact
Pas de réaction à l'HCL.
Densité apparente:0,54
Matière organique:189 g/kg
pH eau: 6,8 pH kcl: 6,5
C(orga): 109.9 g/kg Azote: 8.31 g/kg C/N: 13.23
P_2O_5: 0.078 g/kg

B :Brun . Limono-sableux . Structure grumeleuse .
20-30% de cailloux . Nombreuses racines(diamètre <1mm)
Poreux . Assez compact . Réaction HCL assez faible.
pH eau: 8,1 pH kcl: 7,6
CaCO3: 4,2% C(minéral): 0,5%
Granulométrie: SG: 26,5%
SF: 30,3%
LG: 8,4%
LF: 27,5%
A: 7,3%

Réserve en eau du sol: 53mm





humus:litière 1,5cm . fibreux . mull eutrophe.
A1:Brun foncé . Limono-sableux . Structure grumeleuse
Absence de cailloux . Racines moyennement abondantes (diamètre <1mm) . Poreux . Peu compact
Réaction à l'HCL faible .
Densité apparente:0,68
Matière organique:185.8 g/kg
pH eau: 6,8 pH kcl: 6,2
C(orga): 108 g/kg Azote: 10.14 g/kg C/N:10.65
P_2O_5: 0.11 g/kg

B :Brun . Limono-sableux . Structure grumeleuse .
20% de cailloux . Très nombreuses racines(diamètre <1mm)
Poreux . Assez compact . Forte réaction HCL.
pH eau: 8,0 pH kcl: 7,4
CaCO3: 12,8% C(minéral): 1,5%
Granulométrie: SG: 23,7%
SF: 35,2%
LG: 9,8%
LF: 24,3%
A: 6,9%

Réserve en eau du sol: 50mm

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

TRANSECT N°2

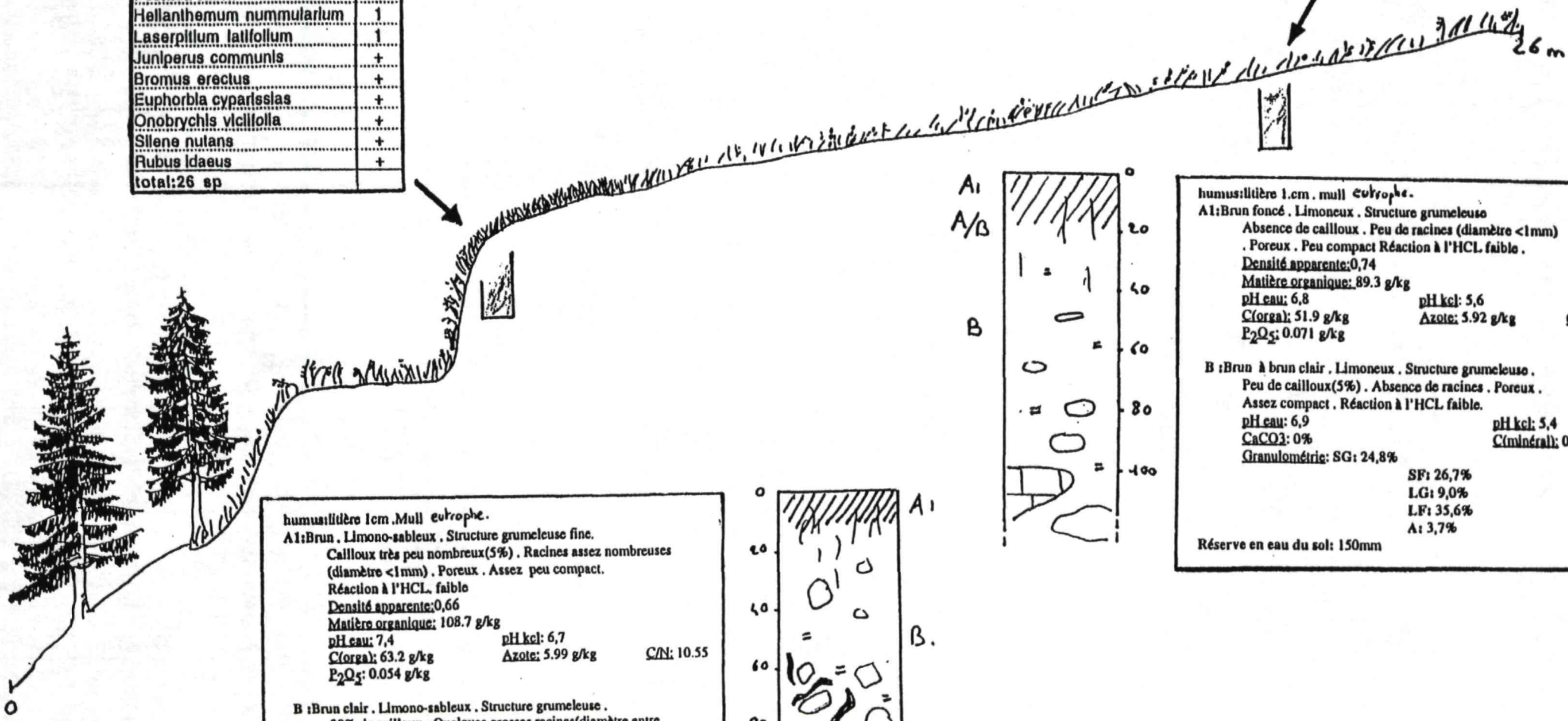
ORTET (o5-9/2) - Contact forêt/prairie.

Alt: 1790m - pente: 15 à 20%

orientation: sud.

espèces dominantes	coef
Brachypodium pinnatum	2
Festuca rubra	2
Hellanthemum nummularium	1
Laserpitium latifolium	1
Juniperus communis	+
Bromus erectus	+
Euphorbia cyparissias	+
Onobrychis viciifolia	+
Silene nutans	+
Rubus idaeus	+
total:26 sp	

espèces dominantes	coef
Trisetum flavescens	2
Geranium sylvestrum	2
Trollius europaeus	2
Trifolium pratense	2
Laserpitium latifolium	1
Salvia pratensis	1
Festuca rubra	+
Alchemilla xanthochlora	+
Silene vulgaris	+
Ranunculus auricomus	+
total: 35 sp	



humusilitière 1cm . mull eutrophe.

A1:Brun foncé . Limoneux . Structure grumeleuse
Absence de cailloux . Peu de racines (diamètre <1mm)
. Poreux . Peu compact Réaction à l'HCL faible .
Densité apparente:0,74
Matière organique: 89.3 g/kg
pH eau: 6,8 pH kcl: 5,6
C(orga): 51.9 g/kg Azote: 5.92 g/kg C/N: 8.77
P_2O_5: 0.071 g/kg

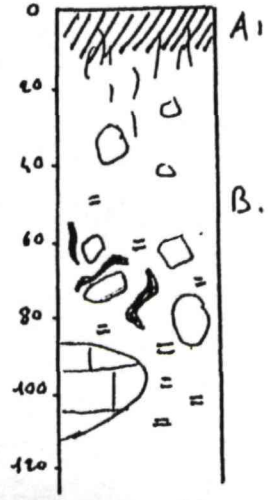
B :Brun à brun clair . Limoneux . Structure grumeleuse .
Peu de cailloux(5%) . Absence de racines . Poreux .
Assez compact . Réaction à l'HCL faible.
pH eau: 6,9 pH kcl: 5,4
CaCO3: 0% C(minéral): 0%
Granulométrie: SG: 24,8%
SF: 26,7%
LG: 9,0%
LF: 35,6%
A: 3,7%

Réserve en eau du sol: 150mm

humusilitière 1cm .Mull eutrophe.

A1:Brun . Limono-sableux . Structure grumeleuse fine.
Cailloux très peu nombreux(5%) . Racines assez nombreuses
(diamètre <1mm) . Poreux . Assez peu compact.
Réaction à l'HCL. faible
Densité apparente:0,66
Matière organique: 108.7 g/kg
pH eau: 7,4 pH kcl: 6,7
C(orga): 63.2 g/kg Azote: 5.99 g/kg C/N: 10.55
P_2O_5: 0.054 g/kg

B :Brun clair . Limono-sableux . Structure grumeleuse .
30% de cailloux . Quelques grosses racines(diamètre entre
0.5cm et2cm) . Poreux . Assez compact . Très forte réaction
à l'HCL.
pH eau: 8,0 pH kcl: 7,5
CaCO3: 19,8% C(minéral): 2,4%
Granulométrie: SG: 31,5%
SF: 31,4%
LG: 8,7%
LF: 21,7%
A: 6,6%



CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

TRANSECT N°3

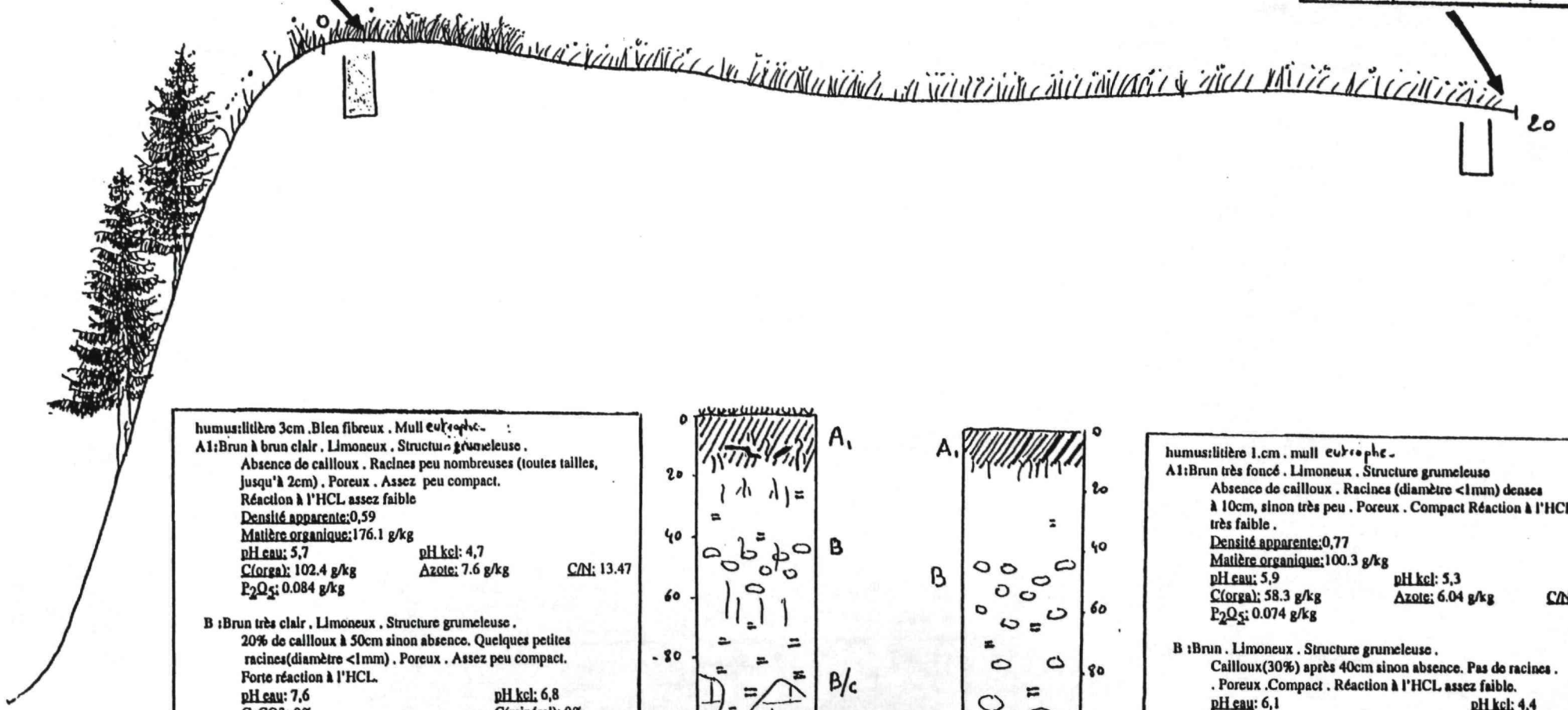
ORTET (o5-9/4) - Contact forêt/prairie.

alt: 1780m - pente: 10%

orientation: sud sud est.

espèces dominantes	coef
Brachypodium pinnatum	4
Gallum tenue	1
Laserpitium latifolium	1
Veronica chamaedrys	1
Trifolium montanum	+
Silene vulgaris	+
Hypochoeris radicata	+
Polygonum viviparum	+
Onobrychis vivilfolia	+
Plantago major	+
total:24 sp	

espèces dominantes	coef
Trifolium pratense	2
Heracleum montanum	2
Centaurea scablosa	1
Festuca paniculata	1
Hypochoeris radicata	1
Agrostis sp	1
Anthoxanthum odoratum	1
Campanula rhomboidalis	1
Euphrasia hirtella	1
Acinos arvensis	+
total: 31 sp	

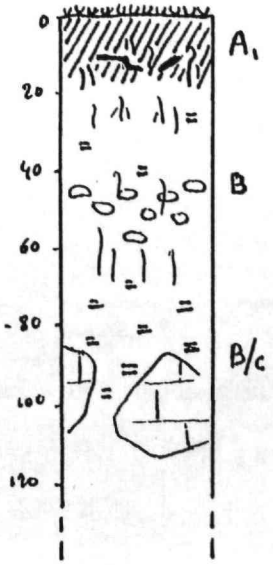


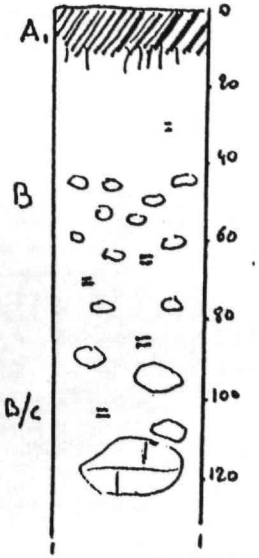
humus:litière 3cm .Bien fibreux . Mull eutrophe.

A1:Brun à brun clair . Limoneux . Structure grumeleuse .
Absence de cailloux . Racines peu nombreuses (toutes tailles, jusqu'à 2cm) . Poreux . Assez peu compact.
Réaction à l'HCL assez faible
Densité apparente:0,59
Matière organique:176.1 g/kg
pH eau: 5,7 pH kcl: 4,7
C(orga): 102.4 g/kg Azote: 7.6 g/kg C/N: 13.47
P_2O_5: 0.084 g/kg

B :Brun très clair . Limoneux . Structure grumeleuse .
20% de cailloux à 50cm sinon absence. Quelques petites racines(diamètre <1mm) . Poreux . Assez peu compact.
Forte réaction à l'HCL.
pH eau: 7,6 pH kcl: 6,8
CaCO3: 0% C(minéral): 0%
Granulométrie: SG: 25,1%
SF: 28,3%
LG: 7,5%
LF: 31,8%
A: 7,2%

Réserve en eau du sol: 117mm





humus:litière 1.cm . mull eutrophe.

A1:Brun très foncé . Limoneux . Structure grumeleuse
Absence de cailloux . Racines (diamètre <1mm) denses à 10cm, sinon très peu . Poreux . Compact Réaction à l'HCL très faible .
Densité apparente:0,77
Matière organique:100.3 g/kg
pH eau: 5,9 pH kcl: 5,3
C(orga): 58.3 g/kg Azote: 6.04 g/kg C/N: 9.65
P_2O_5: 0.074 g/kg

B :Brun . Limoneux . Structure grumeleuse .
Cailloux(30%) après 40cm sinon absence. Pas de racines . . Poreux .Compact . Réaction à l'HCL assez faible.
pH eau: 6,1 pH kcl: 4,4
CaCO3: 0% C(minéral): 0%
Granulométrie: SG: 20,1%
SF: 32,5%
LG: 9,3%
LF: 35,9%
A: 2,2%

Réserve en eau du sol: 98mm

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

TRANSECT N°4

MOULIN (m5-9/2) - Contact forêt/prairie.

alt: 1490m - transect sur devers de 40%

orientation: sud sud est.

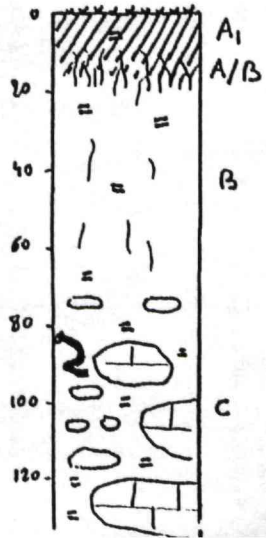
espèces dominantes	coef
Brachypodium pinnatum	4
Vicia incana	1
Geranium sanguineum	1
Dactylis glomerata	1
Geranium sylvaticum	1
Lathyrus pratensis	+
Alchemilla xanthochlora	+
Poa pratensis	+
Hypericum perforatum	+
Astrantia minor	+
total:25 sp	

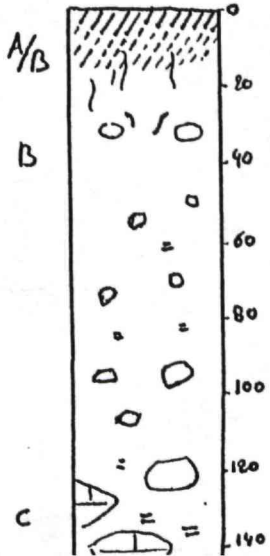
espèces dominantes	coef
Trifolium pratense	2
Rhinanthus alectorolophus	2
Bromus erectus	1
Onobrychis viciifolia	1
Geranium sylvaticum	1
Heracleum spondylium	1
Arrhenatherum elatius	+
Ranunculus auricomus	+
Campanula carnica	+
Gallum tenue	+
total: 21 sp	

humus:litière 2cm . Mull carbonaté.
A1:Brun foncé . Limono-sableux . Structure grumeleuse .
Absence de cailloux . Racines nombreuses à 10cm;
(diamètre <2mm) . Poreux . Assez peu compact.
Très forte réaction à l'HCL.
Densité apparente:0,63
Matière organique: 94.4 g/kg
pH eau: 7,9 pH kcl: 7,3
C(orga): 54.9 g/kg Azote: 4.04 g/kg C/N: 13.59
P_2O_5: 0.072 g/kg

B :Brun assez foncé . Limono-sableux . Structure grumeleuse .
30% de cailloux à 80cm sinon 5%. Une grosse racines.
Poreux . Assez compact .Très forte réaction à l'HCL.
pH eau: 8,2 pH kcl: 7,5
CaCO3: 9,8% C(minéral): 1,2%
Granulométrie: SG: 24,3%
SF: 32,3%
LG: 12,9%
LF: 25,1%
A: 5,4%

Réserve en eau du sol: 117mm





humus:litière moins de 5mm . Mull calcique.
A1:Brun foncé . Limono-sableux . Structure grumeleuse .
Absence de cailloux . Peu de racines (diamètre <1mm + 2
de diamètre 5mm). Poreux . Peu compact.
Pas de réaction à l'HCL.
Densité apparente:0,61
Matière organique: 112.1 g/kg
pH eau: 7,0 pH kcl: 6,0
C(orga): 65.2 g/kg Azote: 6.63 g/kg C/N: 9.83
P_2O_5: 0.044 g/kg

B :Brun assez foncé . Limono-sableux . Structure grumeleuse .
Peu de cailloux (5%). Très peu de racines Poreux.
Assez compact . Réaction à l'HCL moyenne.
pH eau: 8,3 pH kcl: 7,5
CaCO3: 6,6% C(minéral): 0,8%
Granulométrie: SG: 21,7%
SF: 34,5%
LG: 12,3%
LF: 25,4%
A: 6,0%

Réserve en eau du sol: 135mm

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

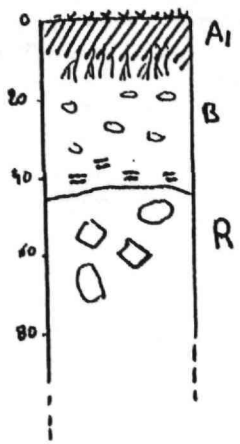
TRANSECT N°5

MOULIN (m5-6/3) - Contact forêt/friche.

alt: 1730 m - pente: 60%

orientation: est sud est.

Brachypodium pinnatum	4
Laserpitium latifolium	2
Cotoneaster integerrimus	1
Prunella vulgaris	1
Rhinanthus alectorolophus	1
Pulmonaria montana	1
Thesium alpinum	+
Silene nutans	+
Astragalus purpureus	+
Gallum sylvaticum	+
total:22 sp	

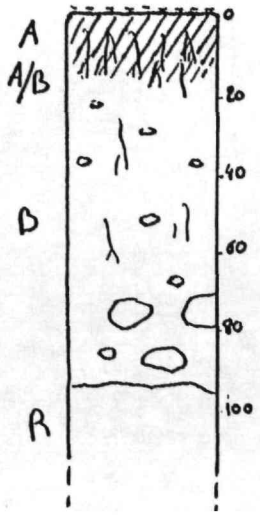


humus:litière 2.cm . très noire mull eutrophe.
:Brun très foncé . Limono-sableux . Structure grumeleuse
10% de cailloux . Racines (diamètre <1mm) très nombreuses à 10cm, sinon assez peu . Poreux . Assez peu compact
Réaction à l'HCL très faible .
Densité apparente:0,66
Matière organique: 74.1 g/kg
pH eau: 6,5 pH kcl: 5,5
C(orga): 43.1 g/kg Azote: 3.65 g/kg C/N: 11.81
P_2O_5: 0.033 g/kg

:Brun . Limono-sableux . Structure grumeleuse .
5% de cailloux;. Peu de racines . . Poreux .Assez compact .
Réaction à l'HCL très forte.
pH eau: 7,6 pH kcl: 6,7
CaCO3: 0% C(minéral): 0%
Granulométrie: SG: 28,1%
SF: 26,0%
LG: 12,9%
LF: 28,2%
A: 4,9%

éserve en eau du sol: 50mm

espèces dominantes	coef
Agrostis alpina	3
Rhinanthus alectorolophus	1
Prunella vulgaris	1
Salvia pratensis	+
Plantago major	+
Carex pallescens	+
Onobrychis viciifolia	+
Lotus corniculatus	+
Briza media	+
Plantago lanceolata	+
total: 19 sp	



humus:litière .1,5 cm . brindilles. mull eutrophe.
A1:Brun foncé . Limono-sableux . Structure grumeleuse
Pas de cailloux . Racines (diamètre <1mm) nombreuses.
Poreux . Assez peu compact Réaction à l'HCL faible .
Densité apparente:0,72
Matière organique: 79.3 g/kg
pH eau: 6,0 pH kcl:4,8
C(orga): 46.1 g/kg Azote: 3.96 g/kg C/N: 11.64
P_2O_5: 0.035 g/kg

B :Brun . Limono-sableux . Structure grumeleuse .
10% de cailloux;. Pierres à 70cm . Peu de racines.
Poreux .Assez peu compact . Réaction à l'HCL faible.
pH eau: 6,2 pH kcl: 4,9
CaCO3: 0% C(minéral): 0%
Granulométrie: SG: 27,2%
SF: 27,2%
LG: 13,5%
LF: 25,9%
A: 6,3%

Réserve en eau du sol: 107mm

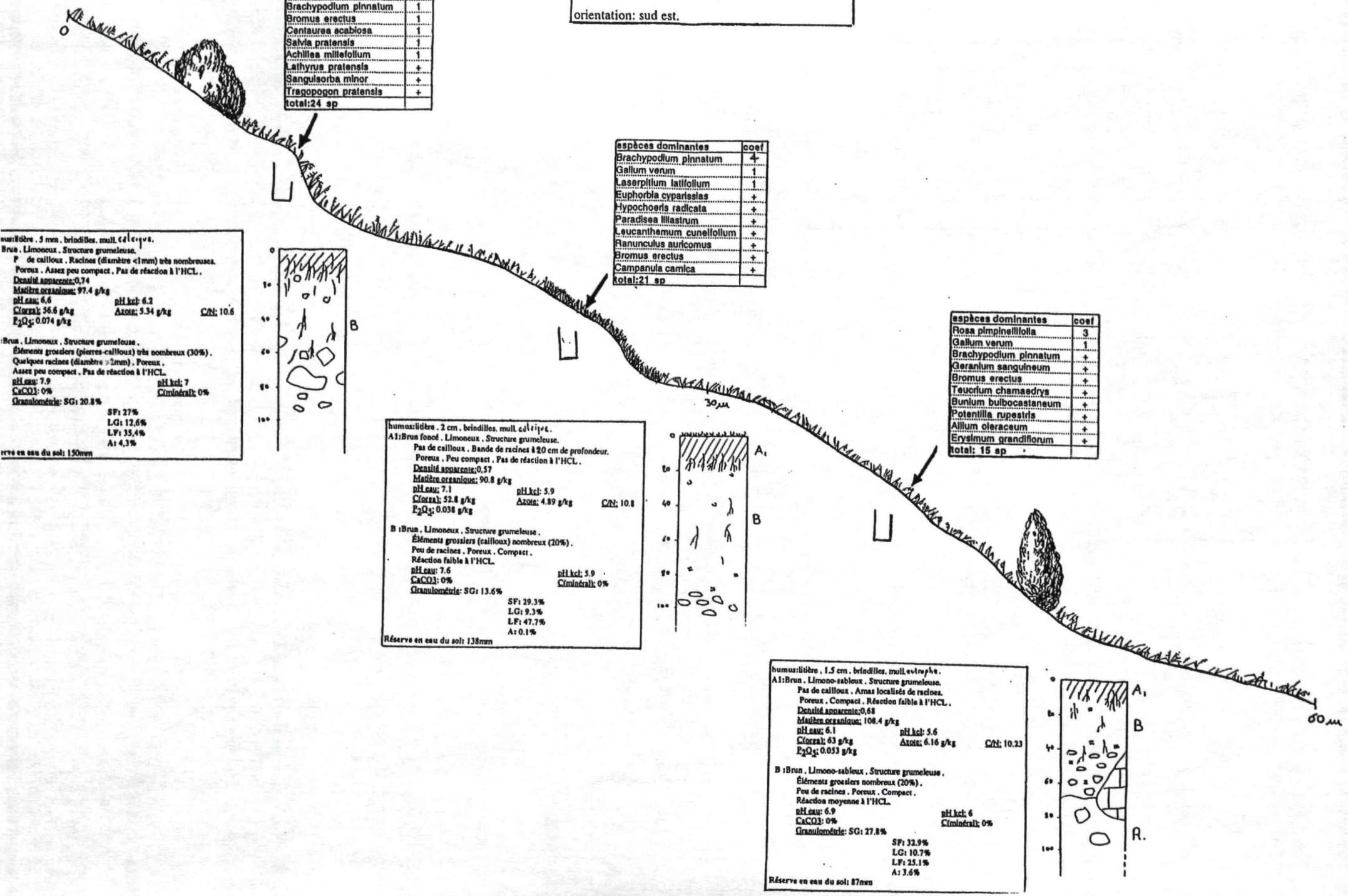
CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

TRANSECT N°6

MOULIN (m5-6/2) - Contact forêt/friche/déprise.

alt: 1520 m - pente:30 puis 40%

orientation: sud est.



espèces dominantes	coef
Geranium sanguineum	2
Laserpitium latifolium	1
Brachypodium pinnatum	1
Bromus erectus	1
Centaurea scabiosa	1
Salvia pratensis	1
Achillea millefolium	1
Lathyrus pratensis	+
Sanguisorba minor	+
Tragopogon pratensis	+
total:24 sp	

espèces dominantes	coef
Brachypodium pinnatum	4
Galium verum	1
Laserpitium latifolium	1
Euphorbia cyparissias	+
Hypochoeris radicata	+
Paradisea liliastrum	+
Leucanthemum cuneifolium	+
Ranunculus auricomus	+
Bromus erectus	+
Campanula carnica	+
total:21 sp	

espèces dominantes	coef
Rosa pimpinellifolia	3
Galium verum	1
Brachypodium pinnatum	+
Geranium sanguineum	+
Bromus erectus	+
Teucrium chamaedrys	+
Bunium bulbocastaneum	+
Potentilla rupestris	+
Allium oleraceum	+
Erysimum grandiflorum	+
total: 15 sp	

...us:litière . 5 mm . brindilles. mull. calcique.
Brun . Limoneux . Structure grumeleuse.
P de cailloux . Racines (diamètre <1mm) très nombreuses.
Poreux . Assez peu compact . Pas de réaction à l'HCL .
Densité apparente:0,74
Matière organique: 97.4 g/kg
pH eau: 6,6 pH kcl: 6.2
C(orga): 56.6 g/kg Azote: 5.34 g/kg C/N: 10.6
P_2O_5: 0.074 g/kg

...:Brun . Limoneux . Structure grumeleuse .
Éléments grossiers (pierres-cailloux) très nombreux (30%) .
Quelques racines (diamètre >2mm) . Poreux .
Assez peu compact . Pas de réaction à l'HCL.
pH eau: 7.9 pH kcl: 7
CaCO3: 0% C(minéral): 0%
Granulométrie: SG: 20.8%
SF: 27%
LG: 12,6%
LF: 35,4%
A: 4,3%
...erve en eau du sol: 150mm

humus:litière . 2 cm . brindilles. mull. calcique.
A1:Brun foncé . Limoneux . Structure grumeleuse.
Pas de cailloux . Bande de racines à 20 cm de profondeur.
Poreux . Peu compact . Pas de réaction à l'HCL .
Densité apparente:0,57
Matière organique: 90.8 g/kg
pH eau: 7.1 pH kcl: 5.9
C(orga): 52.8 g/kg Azote: 4.89 g/kg C/N: 10.8
P_2O_5: 0.038 g/kg

B :Brun . Limoneux . Structure grumeleuse .
Éléments grossiers (cailloux) nombreux (20%) .
Peu de racines . Poreux . Compact .
Réaction faible à l'HCL.
pH eau: 7.6 pH kcl: 5.9
CaCO3: 0% C(minéral): 0%
Granulométrie: SG: 13.6%
SF: 29.3%
LG: 9.3%
LF: 47.7%
A: 0.1%
Réserve en eau du sol: 138mm

humus:litière . 1.5 cm . brindilles. mull. eutrophe.
A1:Brun . Limono-sableux . Structure grumeleuse.
Pas de cailloux . Amas localisés de racines.
Poreux . Compact . Réaction faible à l'HCL .
Densité apparente:0,68
Matière organique: 108.4 g/kg
pH eau: 6.1 pH kcl: 5.6
C(orga): 63 g/kg Azote: 6.16 g/kg C/N: 10.23
P_2O_5: 0.053 g/kg

B :Brun . Limono-sableux . Structure grumeleuse .
Éléments grossiers nombreux (20%) .
Peu de racines . Poreux . Compact .
Réaction moyenne à l'HCL.
pH eau: 6.9 pH kcl: 6
CaCO3: 0% C(minéral): 0%
Granulométrie: SG: 27.8%
SF: 32.9%
LG: 10.7%
LF: 25.1%
A: 3.6%
Réserve en eau du sol: 87mm

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

TRANSECT N°7

MOULIN (m5-9/4) - Contact déprise/prairie.

alt: 1600 m - petit talweg et pente de 10%

orientation: sud sud est.

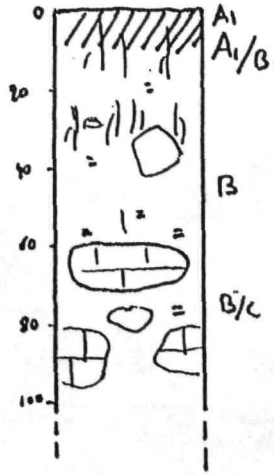
espèces dominantes	coef
Brachypodium pinnatum	3
Gallum verum	2
Lotus corniculatus	1
Hypochoeris maculata	1
Hellanthemum nummularium	1
Trifollum montanum	1
Salvia pratensis	1
Sangulsorba minor	1
Rosa pimpinellifolia	+
Centaurea scabiosa	+
total:23 sp	

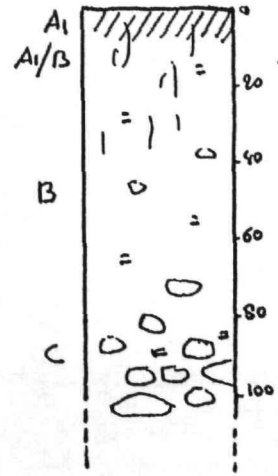
espèces dominantes	coef
Laserpitium latifolium	3
Gallum tenue	2
Gallum verum	1
Brachypodium pinnatum	1
Trifollum montanum	+
Silene vulgaris	+
Bromus erectus	+
Myosotis sylvatica	+
Narcissus poeticus	+
Plantago major	+
total: 31 sp	

humus:litière . 0.8 cm . brindilles. mull. eutrophe.
A1:Brun . Limono-sableux . Structure grumeleuse fine.
Peu de cailloux . Bande de racines à 30 cm.
Assez poreux . Compact . Réaction faible à l'HCL .
Densité apparente:1.04
Matière organique: 51.3 g/kg
pH eau: 6.4 pH kcl: 5.7
C(orga): 29.8 g/kg Azote: 2.99 g/kg C/N: 9.97
P_2O_5: 0.027 g/kg

B :Brun . Limono-sableux . Structure grumeleuse .
Éléments grossiers (10-15%) .
Peu de racines . Assez poreux . Moyennement compact .
Réaction moyenne à l'HCL.
pH eau: 7.5 pH kcl: 6.5
CaCO3: 0% C(minéral): 0%
Granulométrie: SG: 35.7%
SF: 30.1%
LG: 2.2%
LF: 30%
A: 2%

Réserve en eau du sol: 86mm





humus:litière 0.2 cm . quelques brindilles. mull. eutrophe.
A1:Brun . Limono-sableux . Structure grumeleuse.
Aucun élément grossier . Peu de racines (diamètre < 1mm)
mais présentent dans tout le profil .Assez poreux . Compact .
Faible réaction à l'HCL .
Densité apparente:0.87
Matière organique: 77.9 g/kg
pH eau: 6.1 pH kcl: 5.3
C(orga): 45.3 g/kg Azote: 4.28 g/kg C/N: 10.58
P_2O_5: 0.035 g/kg

B :Brun . Limono-sableux . Structure grumeleuse.
Cailloux peu abondants (10-20%) . Peu de racines (diamètre 0.5 mm) .
Assez poreux . Compact . Réaction assez faible à l'HCL.
pH eau: 6.6 pH kcl: 5.1
CaCO3: 0% C(minéral): 0%
Granulométrie: SG: 31.3%
SF: 44.7%
LG: 11%
LF: 12.9%
A: 0.1%

Réserve en eau du sol: 108mm

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

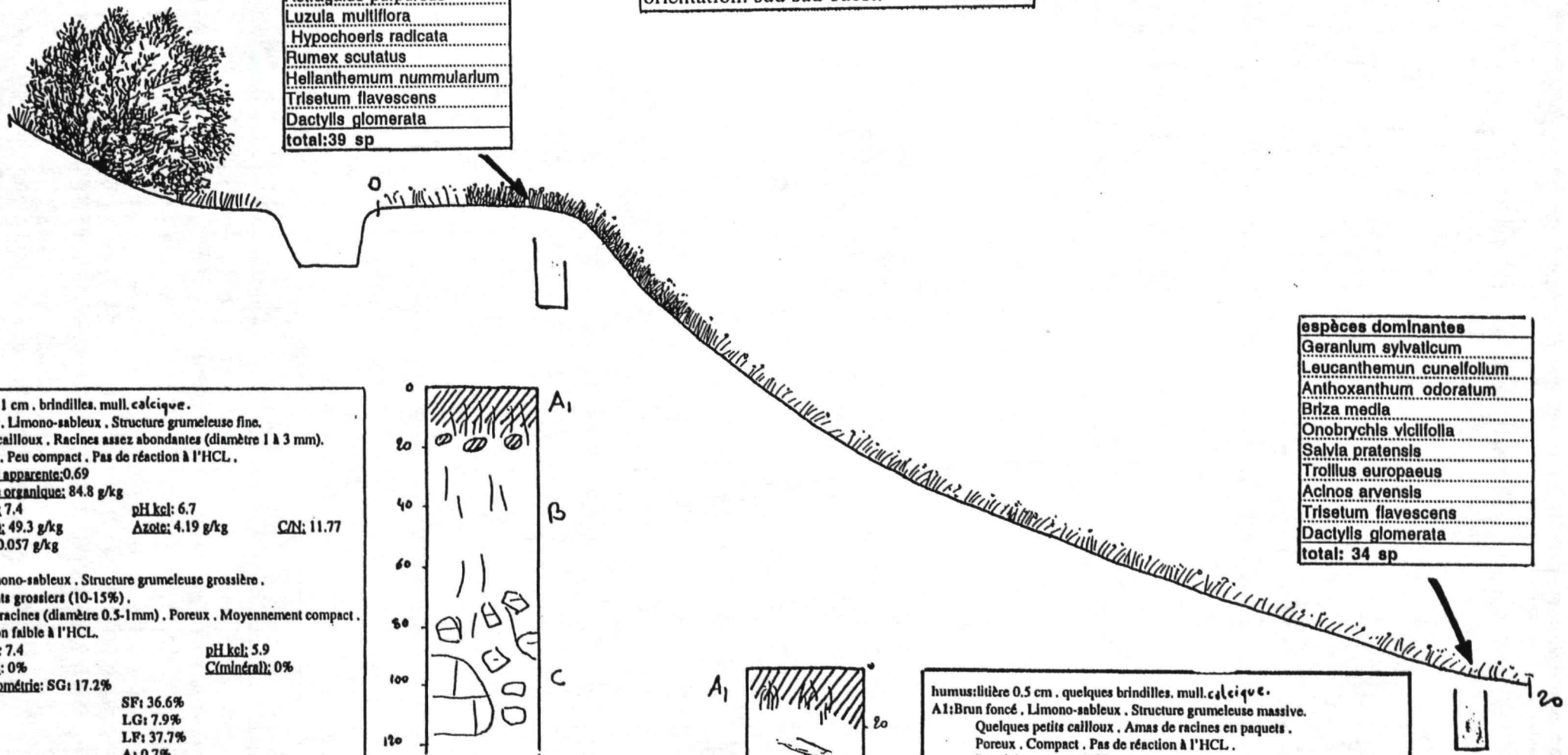
TRANSECT N°8

ORTET (o6-9/1) - Contact friche/prairie.

alt: 1880m - pente: 40%

orientation: sud sud ouest.

espèces dominantes
Brachypodium pinnatum
Plantago major
Anthoxanthum odoratum
Astragalus purpureus
Luzula multiflora
Hypochoeris radicata
Rumex scutatus
Hellanthemum nummularium
Trisetum flavescens
Dactylis glomerata
total:39 sp

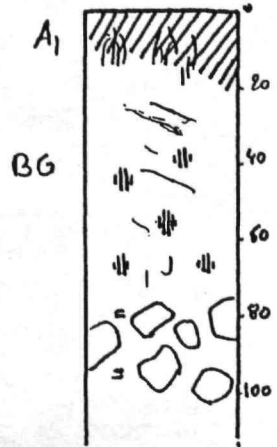


espèces dominantes
Geranium sylvaticum
Leucanthemun cunelfolium
Anthoxanthum odoratum
Briza media
Onobrychis viciifolia
Salvia pratensis
Trollius europaeus
Acinos arvensis
Trisetum flavescens
Dactylis glomerata
total: 34 sp

humus:litière . 1 cm . brindilles. mull. calcique.
A1:Brun foncé . Limono-sableux . Structure grumeleuse fine.
Pas de cailloux . Racines assez abondantes (diamètre 1 à 3 mm).
Poreux . Peu compact . Pas de réaction à l'HCL .
Densité apparente:0.69
Matière organique: 84.8 g/kg
pH eau: 7.4 pH kcl: 6.7
C(orga): 49.3 g/kg Azote: 4.19 g/kg C/N: 11.77
P_2O_5: 0.057 g/kg

B :Brun . Limono-sableux . Structure grumeleuse grossière .
Éléments grossiers (10-15%) .
Peu de racines (diamètre 0.5-1mm) . Poreux . Moyennement compact .
Réaction faible à l'HCL.
pH eau: 7.4 pH kcl: 5.9
CaCO3: 0% C(minéral): 0%
Granulométrie: SG: 17.2%
SF: 36.6%
LG: 7.9%
LF: 37.7%
A: 0.7%

Réserve en eau du sol: 110mm



humus:litière 0.5 cm . quelques brindilles. mull. calcique.
A1:Brun foncé . Limono-sableux . Structure grumeleuse massive.
Quelques petits cailloux . Amas de racines en paquets .
Poreux . Compact . Pas de réaction à l'HCL .
Densité apparente:0.67
Matière organique: 40.2 g/kg
pH eau: 7.4 pH kcl: 6.6
C(orga): 23.4 g/kg Azote: 2.31 g/kg C/N: 10.13
P_2O_5: 0.038 g/kg

B :Rouille-noir puis gris-bleu . Limono-sableux . Structure grumeleuse massive .
Éléments grossiers (30%) . Pas de racines .
Poreux . Compact . Réaction faible à l'HCL.
pH eau: 7.7 pH kcl: 7
CaCO3: 0% C(minéral): 0%
Granulométrie: SG: 20.2%
SF: 40.4%
LG: 9.8%

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Brachypodium pinnatum	2
Lathyrus pratensis	1
Vicia sepium	1
Knautia arvensis	+
Taraxacum officinale	+
Pimpinella major	+
Ranunculus auricomus	+
Heracleum sphondylium	+
Onobrychis viciifolia	+
Veronica chamaedrys	+
total:15 sp	

TRANSECT N°9

PLATEAU (p7-9/7) - Contact tache brachy/prairie.

alt: 1480m - versant de talus pente: 45%

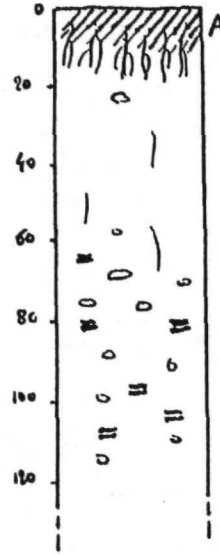
orientation: nord ouest.

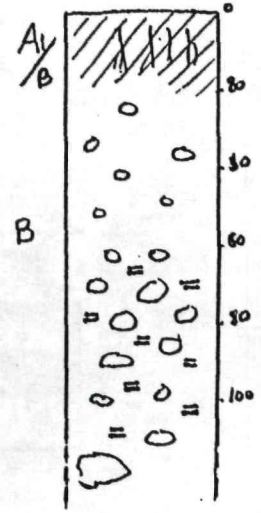
espèces dominantes	coef
Onobrychis viciifolia	1
Anthoxanthum odoratum	1
Salvia pratensis	1
Knautia arvensis	+
Taraxacum officinale	+
Lathyrus pratensis	+
Trifolium pratense	+
Leucanthemum cunelfolium	+
Dactylis glomerata	+
Trisetum flavescens	+
total: 26 sp	

humus:litière 0.5 cm . quelques brindilles. mull. calcique .
A1:Brun foncé . Limono-sableux . Structure grumeleuse très fine.
Très peu d'éléments grossiers (cailloux-graviers) . Racines relativement présentes (diamètre 1-2 mm) . Poreux . Peu compact .
Pas de réaction à l'HCL .
Densité apparente:0.7
Matière organique: 104.1 g/kg
pH eau: 7.7 pH kcl: 7.1
C(orga): 60.5 g/kg Azote: 6.53 g/kg C/N: 9.26
P_2O_5: 0.094 g/kg

B :Brun . Limono-sableux . Structure grumeleuse.
Cailloux et graviers peu abondants (10%) . Très peu de racines .
Poreux . Compact . Réaction relativement forte à l'HCL.
pH eau: 8.1 pH kcl: 7.8
CaCO3: 8.6% C(minéral): 1%
Granulométrie: SG: 23.4%
SF: 26.9%
LG: 9.1%
LF: 36.9%
A: 3.8%

Réserve en eau du sol: 117mm





humus:litière inexistante . quelques brindilles. mull. calcique .
A1:Brun . Limoneux . Structure grumeleuse.
Très peu d'éléments grossiers (cailloux-graviers) . Racines présentes dans les 10 cm supérieurs Assez poreux . Compact .
Pas de réaction à l'HCL .
Densité apparente:0.83
Matière organique: 91.5 g/kg
pH eau: 7.5 pH kcl: 7
C(orga): 53.2 g/kg Azote: 5.71 g/kg C/N: 9.32
P_2O_5: 0.089 g/kg

B :Brun . Limoneux . Structure grumeleuse.
Cailloux et graviers abondants (20-30%) . Très peu de racines .
Assez poreux . Bien compact . Réaction forte à l'HCL.
pH eau: 8.2 pH kcl: 7.3
CaCO3: 5.2% C(minéral): 0.6%
Granulométrie: SG: 26.8%
SF: 24%
LG: 9.6%
LF: 36.2%
A: 3.4%

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

TRANSECT N°10

PLATEAU (p7-9/7) - Contact déprise/prairie.

alt:1480m - pente: 10%

orientation: sud

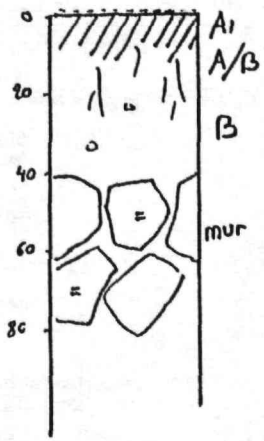
espèces dominantes	coef
Brachypodium pinnatum	4
Gallum verum	+
Salvia pratensis	+
Trisetum flavescens	+
Achillea millefolium	+
Dactylis glomerata	+
Lotus corniculatus	+
Bromus erectus	+
Trifolium montanum	+
Plantago lanceolata	+
total:19 sp	

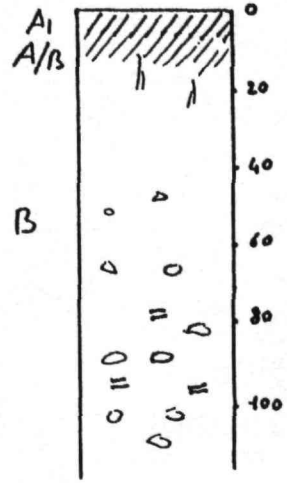
espèces dominantes	coef
Bromus erectus	2
Colchicum autumnale	1
Hellanthemum nummularium	1
Brachypodium pinnatum	1
Lathyrus pratensis	1
Salvia pratensis	+
Onobrychis vivilfolia	+
Festuca ruba	+
Myosotis sylvtica	+
Ranunculus auricomus	+
total: 15 sp	

humus:litière 1.5 cm . beaucoup de brindilles. mull. calcique .
A1:Brun foncé . Limoneux . Structure grumeleuse très fine.
Très peu d'éléments grossiers . Racines abondantes . Poreux .
Peu compact . Très faible réaction à l'HCL .
Densité apparente:0.7
Matière organique: 108 g/kg
pH eau: 7.4 pH kcl: 7.1
C(orga): 62.8 g/kg Azote: 6.12 g/kg C/N: 10.26
P_2O_5: 0.135 g/kg

B :Brun . Limoneux . Structure grumeleuse.
Cailloux très peu abondants . Racines abondantes .
Poreux . Compact . Réaction très faible à l'HCL.
pH eau: 8 pH kcl: 7.4
CaCO3: 3% C(minéral): 0.4%
Granulométrie: SG: 28%
SF: 30.8%
LG: 7.8%
LF: 30.6%
A: 2.7%

Réserve en eau du sol: 50mm





humus:litière 0.5 cm . brindilles. mull. calcique.
A1:Brun relativement foncé . Limoneux . Structure floconneuse.
Pas d'éléments grossiers . Peu de racines . Poreux .
Peu compact . Pas de réaction à l'HCL .
Densité apparente:0.76
Matière organique: 106.6 g/kg
pH eau: 7.6 pH kcl: 7.1
C(orga): 62 g/kg Azote: 7.74 g/kg C/N: 8.01
P_2O_5: 0.116 g/kg

B :Brun clair . Limoneux . Structure grumeleuse.
Cailloux relativement peu abondants . Racines très peu abondantes .
Poreux . Compact . Réaction faible à l'HCL.
pH eau: 8.1 pH kcl: 7.5
CaCO3: 6.4% C(minéral): 0.8%
Granulométrie: SG: 36.8%
SF: 30.5%
LG: 6.6%
LF: 23.4%
A: 2.6%

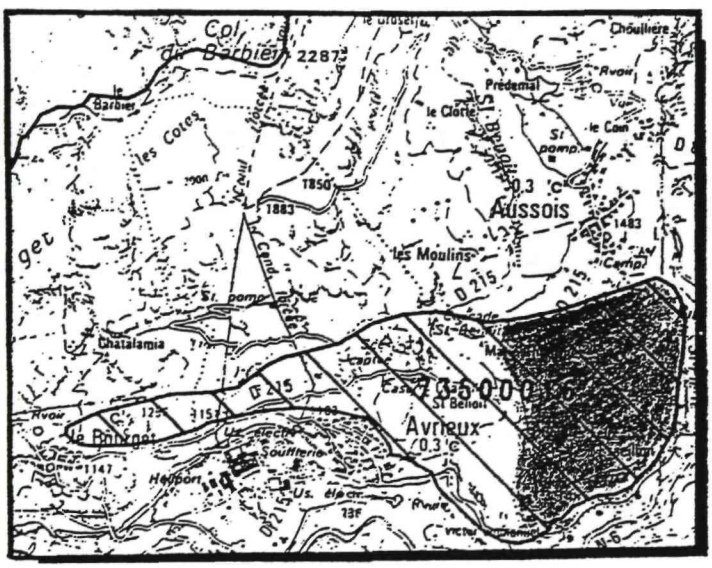
Réserve en eau du sol: 107mm

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

ANNEXE 5

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

LA Z.N.I.E.F.F



Légende:

Limites de la Z.N.I.E.F.F

l'Esseillon

Echelle: 1/50 000

N

Source: DIREN Service de la protection et de la gestion des espaces

ZONI PERIPHERIQUE DU PARC NATIONAL DE LA VANOISE

Comité Régional de l'inventaire - 1989

DU SECTEUR DE L'ESSEILLON

- Zone n°: 7350-0016
- Type : 1
- District : Maurienne
- Communes : AUSSOIS, AVRIEUX, VILLARODIN-BOURGET
- Typologie : forêt, bois
- Superficie (en ha) : 296
- Altitude inférieure : 1350
- Altitude supérieure : 1500
- Départements : Savoie
- Intérêt : botanique, biogéographique, entomologique, ornithologique. Très intéressant.
- Le secteur le moins arrosé de la Savoie.
- Pelouses steppiques à Stipe et Pâturin de Carniole et très riche flore d'origine sarmatique.
- Stations de plantes rares : *Matthiola tristis*, *Campanula bononiensis*.
- Intérêt entomologique (lépidoptères).
- Avifaune fortement marquée par des tendances méridionales : bruant zizi, engoulevent.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

FICHE JURIDIQUE N° 26

ZNIEFF

TEXTES APPLICABLES (origine du programme) :

- Volonté des pouvoirs publics de se doter d'un outil de connaissance du milieu naturel français leur permettant une meilleure prévision des incidences des aménagements et des nécessités de protection de certains espaces fragiles.
- Les Z.N.I.E.F.F. (zones naturelles d'intérêt ecologique floristique et faunistique) sont répertoriées sur l'ensemble du territoire national dans le cadre d'un programme initié par le ministère de l'Environnement en 1982.
- Aucune réglementation opposable aux tiers.
- Circulaire n° 91-71 du 14 mai 1991 du ministre de l'Environnement.

CHAMP D'APPLICATION :

- L'ensemble du territoire national, métropole et départements d'outre-mer.

OBJECTIFS :

- Recensement et inventaire aussi exhaustif que possible des espaces naturels dont l'intérêt repose soit sur l'équilibre et la richesse de l'écosystème soit sur la présence d'espèces de plantes ou d'animaux rares et menacés.
- 2 types de zones sont définis :
    * Zones de type I : secteurs délimités caractérisés par leur intérêt biologique remarquable.
    * Zones de type II : grands ensembles naturels riches et peu modifiés, ou qui offrent des potentialités biologiques importantes.
- Etablir une base de connaissance, accessible à tous et consultable avant tout projet, afin d'améliorer la prise en compte de l'espace naturel et d'éviter autant que possible que certains enjeux d'environnement ne soient révélés trop tardivement.

PROCEDURE D'ELABORATION DU FICHIER :

- Le choix des zones référencées dans l'inventaire Z.N.I.E.F.F. est réalisé à l'échelle régionale. Une équipe technique réalise une liste soumise au comité scientifique régional (nommé par le préfet de région) qui la valide et la transmet au Secrétariat faune-flore du Muséum national d'histoire naturelle pour l'intégration au fichier national informatisé.
- Cet inventaire est permanent : une actualisation régulière du fichier est programmée à la fois pour inclure de nouvelles zones décrites, pour exclure des secteurs qui ne présenteraient plus d'intérêt et pour affiner les délimitations de certaines zones.
- Dans chaque région le fichier régional est disponible à la D.R.A.E. ou dans la structure technique chargée de gérer ce fichier pour le compte de la D.R.A.E..

EFFET DE LA PRISE EN COMPTE :

- La prise en compte d'une zone dans le fichier Z.N.I.E.F.F. ne lui confère aucune protection réglementaire. Par contre, la nécessité de consulter cet inventaire lors de l'élaboration de tout projet est rappelée dans la circulaire du ministre aux préfets.
- Les zones de type I doivent faire l'objet d'une attention toute particulière lors de l'élaboration de tout projet d'aménagement ou de gestion.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

- La circulaire du 10 octobre 1989 concernant la préservation de certains espaces et milieux littoraux recommande la prise en compte des Z.N.I.E.F.F. de type I pour la définition des milieux qui doivent être protégés (voir fiche loi littoral).
- Les zones de type II doivent faire l'objet d'une prise en compte systématique dans les programmes de développement afin de respecter la dynamique d'ensemble du milieu.
- Dans l'avenir, en application de la jurisprudence inaugurée par le tribunal administratif d'Orléans (T.A. Orléans, 29 mars 1988, Rommel et autres), il est probable que le juge considère que le zonage dans le cadre d'un plan d'occupation des sols doive respecter le haut intérêt écologique de certaines Z.N.I.E.F.F.. Plus généralement, tout aménagement soumis à étude d'impact pourrait, un jour, faire l'objet d'un tel contrôle.

COMMENTAIRES :

- Les Z.N.I.E.F.F. couvrent des surfaces importantes du territoire français et se superposent à des activités économiques diverses. Leur prise en compte correcte passe donc par l'intégration des enjeux liés à l'espace naturel dans la politique globale d'aménagement ou de développement
- Dans le cadre de l'élaboration de documents d'urbanisme (P.OS., S.D.A.U.), l'inventaire Z.N.I.E.F.F. fournit une base essentielle pour localiser les espaces naturels (zones ND, ...).
- Les Z.N.I.E.F.F. servent aussi de base d'information pour choisir les priorités de protection (quels que soient la procédure choisie et les promoteurs du projet).
- Si chaque Z.N.I.E.F.F. révèle un intérêt biologique particulier, il reste difficile de comparer entre elles les zones prises en compte et d'analyser leur intérêt relatif. Un programme est actuellement lancé par le ministère de l'Environnement pour répondre à ces questions.
- Ce zonage ne doit laisser croire ni qu'on ne peut rien faire dans une Z.N.I.E.F.F., ni qu'on peut tout faire hors d'une Z.N.I.E.F.F..

Intérêts :

- Par une meilleure information mutuelle des partenaires en amont d'un projet, l' inventaire Z.N.I.E.F.F. permet une concertation constructive. Cette standardisation de l'information sur l'ensemble du territoire national habitue les différentes parties concernées à une prise en compte plus sérieuse du patrimoine naturel.
- Diverses applications peuvent être envisagées : connaissance et valorisation du patrimoine naturel au moyen de documents à destination du grand public, de stages, ...

Limites :

- L'un des dangers de l'inventaire Z.N.I.E.F.F. est lié aux risques que fait courir son utilisation alibi dans certaines mauvaises études d'impact. Le fait de lister les Z.N.I.E.F.F. concernées. de recopier les fiches correspondantes et éventuellement la liste des espèces mentionnées ne peut constituer un but en soi : la bonne utilisation du fichier Z.N.I.E.F.F. nécessite au contraire une vigilance particulière sur la zone en question.
- Malgré l'effort d'exhaustivité lors du premier inventaire et des mises à jour successives, il ne faut pas négliger l'intérêt du patrimoine naturel sur le reste du territoire.

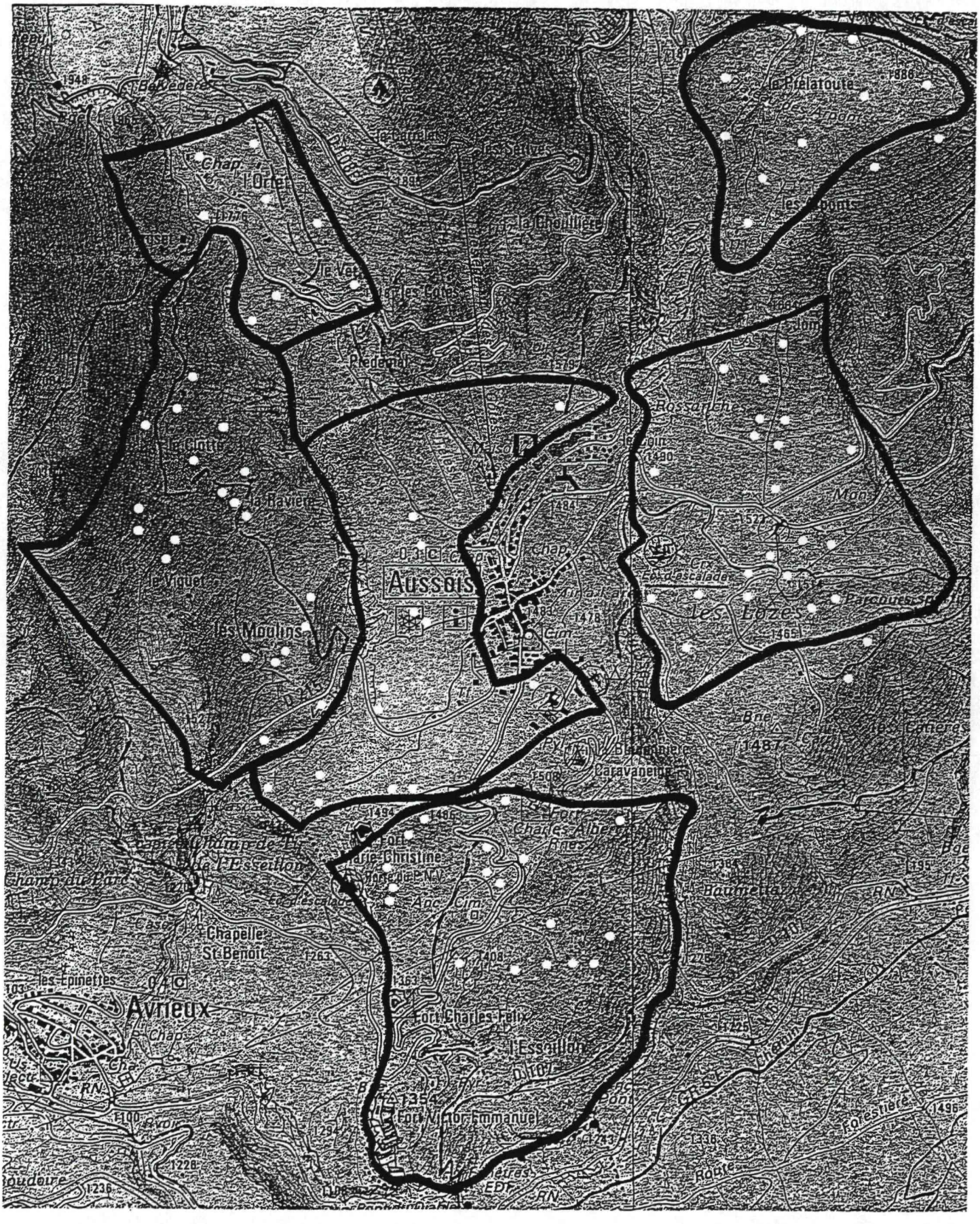
EXEMPLES :

- Le fichier national comporte, au 1er octobre 1991, 13666 Z.N.I.E.F.F. (11404 de type I et 2262 de type II). Elles couvrent une superficie de 150 461 km^2 (43431 km^2 de type I et 107030 km^2 de type II).
- Il regroupe à la fois des grandes zones naturelles d'intérêt international connues de tous tels que la Camargue et des petits bosquets ou des petits marais relictuels qui recèlent des richesses biologiques méconnues.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

ANNEXE 6

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



Localisation des placettes de référence

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Liste des transects

Esseillon :

1 • EFDa
2 • EFDb
3 • EFDc
4 • EFDd
5 • EDEa
6 • EDEc
7 • EDEd

Moulin :

8 • MBFa
9 • MBFb
10 • MBFc
11 • MBFd
12 • MBFe
13 • MBDa
14 • MBDb
15 • MBDc
16 • MBDd
17 • MBDe
18 • MBEa
19 • MBEb
20 • MBEd

Plateau :

21 • PBFa
22 • PBEa
23 • PBEb
24 • PBEc
25 • PBEd
26 • PDEa
27 • PDEb
28 • PDEc
29 • PDEd
30 • PDEe
31 • PDEf

Rossanche :

32 • RBFa
33 • RBFb
34 • RBFc
35 • RBFd
36 • RFDa
37 • RFDc
38 • RFDd
39 • RDEa
40 • RDEc
41 • RDEd
42 • RDEe

Ortet :

43 • OBDa
44 • OBEa
45 • OBEb
46 • OBEc
47 • OBEd
48 • OFEa
49 • ODEa
50 • ODEc
51 • ODEd

Arpont :

52 • ABEb
53 • ABEd
54 • ABEe
55 • AFEa
56 • AFEb
57 • AFEd
58 • AFEe

(58 • AFEe) écotones contraints
(21 • PBFa) écotones décontraints

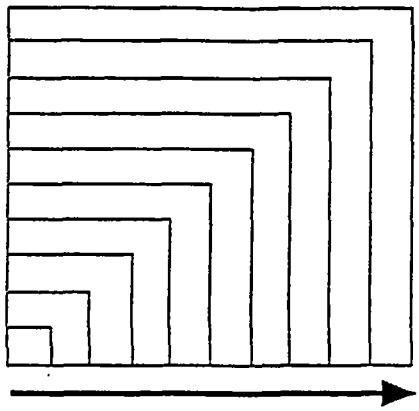
CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Localisation des transects

échelle : 0 250 m 500m N

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Réalisation des relevés pour établir les courbes aire espèce



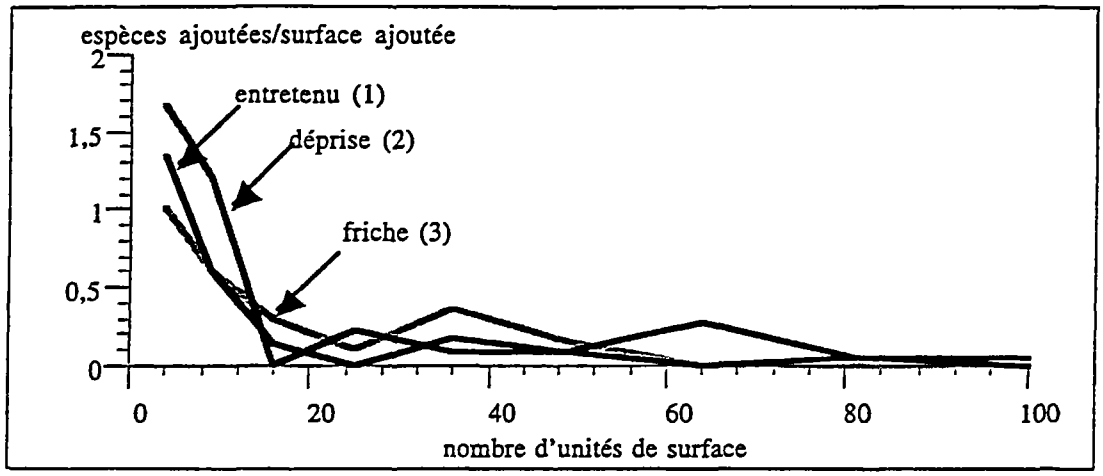
emboîtement des placettes de 0,25 en 0,25 m

Résultat des 6 répétitions de la détermination de la courbe aire espèce

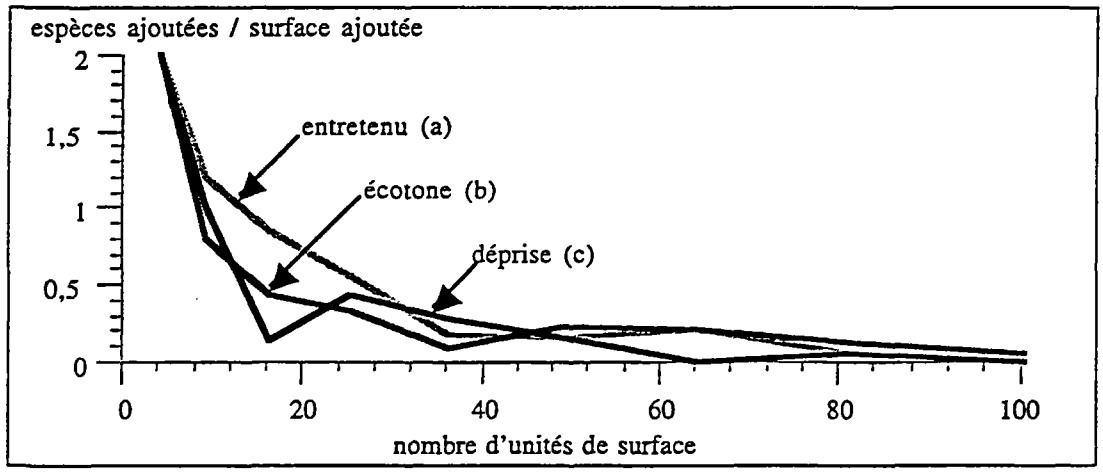
longueur du côté (m)	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5
nbre d'unité de surface	1	4	9	16	25	36	49	64	81	100
unité de surface ajoutée		3	5	7	9	11	13	15	17	19
esp/surf ajouté (1)		1,33	0,6	0,14	0	0,18	0,08	0	0,06	0
esp/surf ajouté (2)		1,67	1,2	0	0,22	0,09	0,08	0,27	0,06	0,05
esp/surf ajouté (3)		1	0,6	0,29	0,11	0,36	0,15	0	0	0
esp/surf ajouté (4-a)		2	1	0,14	0,44	0,27	0,15	0	0,06	0
esp/surf ajouté (4-b)		2	0,8	0,43	0,33	0,09	0,23	0,2	0,12	0,05
esp/surf ajouté (4-c)		2	1,2	0,86	0,55	0,18	0,15	0,2	0,06	0
moyenne de 6 répétitions		1,67	0,9	0,31	0,27	0,19	0,14	0,11	0,06	0,02

les répétitions réalisées concernent :
(1) plateau : zone entretenue (prairie de fauche)
(2) moulin : zone en déprise
(3) esseillon : zone en friche
(4) plateau : un transect zone en déprise - zone entretenue
(4-a) : placette dans la zone en déprise
(4-b) : placette dans l'écotone
(4-c) : placette dans la zone entretenue

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



Courbes aire espèce pour les types entretenu (1), déprise (2) et friche (3)



Courbes aire espèce au sein d'un transect (secteur Plateau)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

ANNEXE 7

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

	F	R	N	H	D	L	T	Grime	Rnk	TFr	T Past
Abies alba	4	3	3	4	5	1	3	C	P	17	6
Acer pseudoplatanus	3	3	3	3	4	2	3	C-CS	P	17	5
Achillea millefolium	2	3	3	3	4	4	3	CR-CSR	H	1	3
Acinos alpinus	2	3	2	2	3	4	2		H	2	3
Acinos arvensis	1	3	1	2	3	4	4		C	5	3
Adenostyles sp									H		3
Adonis annua	2	4	2	3	4	3	5		T	14	3
Adonis vernalis	1	4	2	3	3	4	5		H		3
Aegopodium podagraria	3	3	4	4	4	2	3	CR-CSR	G	'1/5	3
Agropyron sp									H		1
Agrostis alpina	2	4	2	3	4	5	1	C-SR	T		1
Agrostis sp									H		1
Ajuga genevensis	2	3	3	3	4	3	4		H	1	3
Ajuga pyramidalis	3	1	2	4	4	4	2		H	'1/2	3
Alchemilla hoppeana									H	4	3
Alchemilla xantochlora	4	3	4	4	4	3	2		H	1	3
Allium oleraceum	3	3	3	3	4	3	3		G	1	4
Alsine verna									H		3
Alyssum alpestre	1	3	1	3	1	4	2		C		3
Alyssum cuneifolium									C		3
Amelanchier ovalis	2	4	2	2	0	4	3		N		5
Anacamptis pyramidalis									G	2	4
Anthoxanthum odoratum	3	2	3	3	4	4	3	SR-CSR	T	1	1
Anthyllis vulneraria	1	3	2	3	3	4	4		H	2	2
Aquilegia atrata	3	4	2	3	4	3	3		H		3
Arabidopsis thaliana	2	3	3	3	4	4	3		T		3
Arabis arcuata	2	4	2	3	3	4	2		H		3
Arabis cuneifolium									H		3
Arabis hirsuta	2	4	2	3	4	4	4	S-SR	H	'2/3	3
Arabis serpillifolia	3	4	2	2	2	4	2		H		3
Arctium lappa									H	10	3
Arctostaphylos uva ursi	2	3	2	3	3	3	2		Z	7	5
Arnica montana	3	2	2	4	4	4	2		H	4	3
Arrhenatherum elatius	3	3	4	3	4	3	4	C	H	1	1
Artemisia absinthium	2	4	4	3	4	4	4	CR	C	3	3
Artemisia alba	1	4	2	4	3	4	5		C	3	3
Artemisia atrata	2	4	2	3	3	4	2		H		3
Asperugo procumbens	2	4	5	3	4	4	3		T	10	3
Asperula cynanchica	1	4	2	3	4	5	3		H	2	3
Asphodelus delphinensis	2	3	3	3	5	4	3		G	4	4
Aster alpinus	2	3	2	4	3	5	2		H	3	3
Aster bellidiastrum	3	4	2	3	5	3	2		H	6	3
Astragalus monspessulanus	1	4	2	3	3	3	4	SC	C	3	2
Astragalus purpureus	2	4	2	3	2	4	4		H	3	2
Astrantia minor	3	2	2	4	4	3	2		H	1	3
Avenula versicolor	2	2	2	4	4	4	1		H	4	1
Bartsia alpina	4	3	3	4	4	4	2		G	12	3
Berberis vulgaris	2	4	2	3	3	3	3		N		5
Betula pendula	0	0	2	0	0	4	3	C-CS	P		5
Biscutella laevigata	2	4	2	3	3	4	2		H	3	3
Brachypodium pinnatum	2	4	3	3	4	3	3	CS	G	'4/5	1
Briza media	2	3	2	3	4	4	3	S	H	2	1
Bromus erectus	2	4	2	3	4	4	4	CSR-CS	H	'2/3	1

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

	F	R	N	H	D	L	T	Grime	Rnk	T F r	T Past
Bromus squarrosus	2	3	4	3	3	4	4		T	10/14	1
Buglossoides arvensis	2	3	4	3	3	3	4	SR	T	10	3
Bunium bulbocastaneum	2	4	2	3	3	4	4	SR	G	2	3
Bupleurum ranunculus	2	4	2	3	3	4	2		H	3	3
Calamagrostis sp									H		1
Calamagrostis villosa	3	2	2	4	4	3	2		H	11	1
Campanula barbata	3	2	2	4	4	4	2		H		3
Campanula carnica	2	4	2	2	1	4	3		H		3
Campanula rhomboidalis	3	3	4	3	4	4	3	S	H	1	3
Campanula sp									H		3
Campanula thyrsoides	2	4	3	3	4	4	2		H	1	3
Capsella bursa pastoris	2	3	4	3	4	4	3	R	T	10	3
Carduus defloratus	2	4	3	2	0	4	2		H	3	3
Carex digitata	2	3	2	3	4	2	3		H	6	4
Carex flacca	3	4	2	2	5	3	3	S	G	4	4
Carex flava	4	3	2	4	5	4	3		H		4
Carex hallerana	1	4	2	3	3	3	4		H	3	4
Carex mucronata	2	4	1	3	3	5	2		H		4
Carex pallescens	3	2	3	4	5	3	3	S	H		4
Carex pauciflora	4	1	1	5	5	4	2		G		4
Carex sempervirens	2	3	2	3	3	4	1		H	4	4
Carex sp									H		4
Carlina acaulis	2	2	2	3	4	4	3	SR	H	3	3
Carum carvi	3	3	3	3	4	4	3		H	1	3
Caucalis platycarpos	2	4	2	3	3	3	5		T	14	3
Centaurea columbaria									H		3
Centaurea cyanus	2	3	3	3	4	4	4		T		3
Centaurea jacea	3	3	3	4	4	4	3		H	2	3
Centaurea montana	3	4	3	3	4	3	2		H	'1/6	3
Centaurea nigra	3	2	3	4	4	4	4	CSR-S	H		3
Centaurea scabiosa	2	4	2	3	3	4	4	CSR-S	H	2	3
Centaurea uniflora	2	3	3	3	4	4	2		H	4	3
Cerastium arvense	2	3	3	3	4	4	4		C		3
Cerinthe minor	2	4	4	3	4	4	5		H	'1/11	3
Chaerophyllum hirsutum	4	3	4	3	4	3	3	R-CSR	H	'1/11	3
Chenopodium album	2	3	4	3	4	4	3	R-CR	T	10	3
Cirsium arvense	3	3	4	3	4	3	4		G		3
Coeloglossum viride	3	2	2	4	4	4	2		G	2	4
Colchicum autumnale	3	3	3	4	5	3	3		G	1	4
Convolvulus arvensis	2	4	3	3	4	4	4		G	10	3
Conyza canadensis									T		3
Cotoneaster integerrimus	1	4	2	2	2	4	3		N		5
Crepis albida	2	4	2	2	1	5	4		H	3	3
Crepis aurea	3	3	4	4	4	4	2		H	4	3
Crepis bocconi									H		3
Crepis mollis	3	3	3	4	4	3	3		H		3
Crepis pyrenaica	4	4	4	4	4	3	2		H		3
Crepis sp									H		3
Crepis vesicaria	2	3	4	3	4	4	5		H		3
Crupina vulgaris	1	3	2	2	3	4	5		T		3
Cuscuta epithymum	2	3	2	3	4	4	3		T	'2/3	3
Cynoglossum germanicum	3	4	4	3	4	4	4		H	10	3
Dactylis glomerata	3	3	4	3	4	3	4	CSR-C	H	1	1

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

	F	R	N	H	D	L	T	Grime	Rnk	T Fr	T Past
Dactylorhiza maculata	4	2	2	4	5	4	3	S	G	6	4
Daphne laureola	2	4	2	3	3	2	4		N	6	5
Daucus carota	2	3	2	3	3	4	4	SR-CS-R	H	1	
Deschampsia coespitosa	4	3	4	3	5	3	3	CSR-CS	H	1	3
Deschampsia flexuosa								S-CS	H	'5/6	1
Descurainia sophia	2	3	4	3	4	4	3		T	10	1
Dianthus caryophyllus									H	'2/3	3
Dianthus seguieri	1	3	2	3	3	4	3		C		3
Dianthus sp									C		3
Draba aizoides	2	4	2	3	2	4	2		C	4	3
Dracocephalum ruyschiana	2	3	2	3	4	4	2		C	1	3
Dryas octopetala	2	4	2	3	2	5	2		Z		3
Echium vulgare	1	3	4	2	3	5	4		H	10	3
Elymus repens								C-CR	X	4	1
Epilobium angustifolium	3	2	4	3	3	4	3	C	H	9	3
Epipactis helleborine	3	4	2	4	5	3	3	S	G	'2/3/7	4
Epipactis purpurata	3	4	2	4	4	2	4		G		4
Epipactis sp									G		4
Equisetum arvense	3	3	3	2	5	4	3		G		4
Equisetum sp									G		4
Erica herbacea	2	4	2	4	3	3	3		Z	7	5
Erigeron acer	2	3	2	2	3	5	4		T	10	3
Erigeron atticus	3	2	2	4	3	4	2		H		3
Erodium cicutarium	2	3	3	3	3	4	4		H	10	3
Erysimum grandiflorum									H		3
Erysimum orientale									T		3
Euphorbia brittingeri	2	4	2	3	3	4	4		H	2	3
Euphorbia cyparissias	2	3	2	3	4	4	3	RS	H	2	3
Euphorbia seguieriana	1	4	2	3	2	4	4		H	3	3
Euphrasia hirtella	2	3	2	4	3	4	2	SR	T		3
Euphrasia salisburgensis	2	4	2	3	3	4	2		T	3	3
Festuca glauca									H	3	1
Festuca ovina	2	3	2	3	3	4	3	S	H	2	1
Festuca paniculata	2	2	3	3	3	4	3		T	4	1
Festuca rubra	3	3	3	3	4	4	0	CSR	H	1	1
Festuca valesiaca	1	3	2	2	3	4	4		H	3	1
Festuca vivipara									H		1
Fragaria vesca	3	3	3	3	4	3	3	CSR	H	9	3
Fraxinus excelsior	0	0	0	3	0	3	4	C	P	17	5
Galium aparine	3	3	5	3	4	3	4	CR	T	5	3
Galium boreale	3	4	2	4	5	3	3		H		3
Galium sylvaticum	2	3	3	4	4	2	4		G		3
Galium tenue								CSR-CS	C		3
Galium verum	2	4	2	3	5	4	4		H	3	3
Gentiana acaulis	3	2	2	3	4	4	2		H		3
Gentiana cruciata	2	4	2	3	4	3	3		H		3
Gentiana lutea	3	4	3	3	4	4	2		H	1	3
Gentiana verna	3	4	2	3	4	4	2		C	1	3
Gentianella campestris	3	3	2	3	4	4	2		H	2	3
Geranium dissectum	3	3	3	3	4	4	4		T		3
Geranium molle	2	3	4	3	3	4	4	R-SR	T	10	3
Geranium sanguineum	2	4	2	3	3	3	4		H	5	3
Geranium sylvaticum	3	3	4	3	4	3	2		H	4	3

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

	F	R	N	H	D	L	T	Grime	Rnk	TFr	TPast
Geum montanum	3	2	2	3	4	4	2	S-CSR	H	4	3
Globularia cordifolia	1	5	2	2	1	5	2		C	3	1
Gymnadenia conopsea	3	4	2	4	5	4	3	S-SR	G	2	4
Gypsophyla repens	3	5	2	1	3	5	2		C		3
Helianthemum nummularium	1	4	2	3	3	5	4	S	Z	2	3
Helianthemum oelandicum									Z	4	3
Hepatica nobilis									H	6	3
Heracleum montanum									H	1	3
Heracleum sphondylium	3	3	4	4	4	3	3	CR	H	1	3
Hieracium gpe bifidum	2	4	2	3	3	4	2		H	'3/7	3
Hieracium pilosella	2	3	2	3	4	4	3	S-CSR	H	2	3
Hippocrepis comosa	2	4	2	3	3	4	3	S	H	2	2
Homogyne alpina	3	3	2	4	4	3	2		H	4	3
Hypericum maculatum	4	3	4	4	5	3	2		H	'2/12	3
Hypericum perforatum	2	3	3	3	5	3	4	CR-CSR	H	2	3
Hypericum richeri	3	4	3	3	2	3	2		Z		3
Hypochoeris maculata	2	3	2	4	5	3	4		H	1	3
Hypochoeris radicata	3	2	3	4	4	4	3	CSR	H	1	3
Juniperus communis ssp communis	2	3	2	4	0	4	4	CS	N	17	6
Juniperus communis ssp nana	2	2	2	3	3	4	2	CS	Z	17	6
Knautia arvensis	2	3	3	3	4	4	4	CSR	H	2	3
Knautia pratensis									H	1	3
Koeleria macrantha	1	3	2	3	3	4	3		H	3	1
Koeleria vallesiana	1	4	2	2	3	5	5	SC	H	3	1
Labiée violette									H		3
Lactuca muralis									H	6	3
Lactuca saligna	1	3	4	3	4	4	5		T	10	3
Lactuca sp									H		3
Lamium amplexicaule	2	3	4	3	4	4	3		T		3
Lappula squarrosa	2	3	4	3	3	4	3		H		3
Larix decidua	3	2	2	2	4	4	2		P		6
Laserpitium halleri	2	2	2	3	4	4	2		H	6	3
Laserpitium latifolium	2	4	3	2	5	3	3		H	'3/5	3
Laserpitium siler	2	4	2	2	2	5	3		H	3/15	3
Lathyrus laevigatus									G		2
Lathyrus lutea									H	6	2
Lathyrus pratensis	3	3	3	3	4	3	4	CSR	H	'4/5	2
Leontodon pyrenaicus									H	4	3
Leucanthemum cuneifolium								CSR-CR	H	3	3
Linaria repens	2	3	4	3	3	3	4		H	10	3
Linum catharticum	3	3	1	3	5	3	3	SR	T	2	3
Linum perenne	2	4	2	3	3	4	2		H	4	3
Linum perenne sp alpinum									H		3
Listera ovata	3	3	3	4	5	3	3	S	G	1	4
Lolium perenne	3	3	4	3	5	4	3	CR-CSR	H	1	1
Lotus corniculatus	2	4	3	3	4	4	3	S-CSR	H	2	2
Luzula alpinopilosa	3	2	2	3	2	5	1		H	4	4
Luzula luzulina	3	2	1	4	4	1	2		H		4
Luzula multiflora	3	2	2	4	5	3	3	S	H	6	4
Luzula nivea	2	2	2	4	4	2	3		H		4
Luzula sylvatica	3	2	2	4	4	2	4	SC	H		4
Malus sylvestris	3	4	3	3	4	3	4	SC	P	17	5
Medicago lupulina	2	4	3	3	4	3	4	R-SR	T	2	2

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

	F	R	N	H	D	L	T	Grime	Rnk	T F r	T Past
Medicago minima	1	3	2	3	3	4	4	S	T	3	2
Medicago sativa	2	4	3	3	3	4	4	C-CSR	H	2	2
Melampyrum sylvaticum	3	1	2	5	4	2	2		T	6	3
Melilotus officinalis	2	4	3	3	3	4	4		H	13	2
Melittis melissophyllum	2	4	2	3	3	3	4		H		3
Moneses uniflora	3	2	2	5	4	2	2		C	7	3
Muscari comosum	2	3	3	3	4	4	4	SR	G	14	4
Muscari neglectum	2	4	3	3	4	4	4		G	14	4
Myosotis sylvatica	3	3	4	4	4	3	2		H	1	3
Narcissus poeticus	3	3	3	3	4	4	3		G	1	4
Nardus stricta	3	2	2	3	4	4	2	S	H	4	1
Nepeta nepetella	1	3	2	2	2	4	4		H	3	3
Nigritella nigra	3	3	2	4	4	4	2		G	1	4
Ombellifère									X		3
Onobrychis viciifolia	2	4	2	3	4	4	4		H	2	2
Ononis cristata	2	4	2	3	3	4	3	S	C	3	2
Ononis fruticosa	1	4	2	3	2	3	4		N	7	2
Ononis minutissima								SR	C	3	2
Ononis natrix	2	4	2	3	3	4	3	S	Z	'2/3/5	2
Ononis rotundifolia	1	4	2	3	2	3	4		Z	7	2
Ononis sp									X		2
Ononis spinosa									Z	'1/2	2
Orchis mascula	3	4	3	4	4	3	3		G		4
Orchis pallens	3	4	3	4	4	3	4		G	2	4
Orchis ustulata	3	3	2	4	4	4	3		G	'1/2	4
Orlaya grandiflora	1	4	3	2	3	4	5		T		3
Ornithogalum umbellatum	3	4	3	3	4	4	4	RC	G	1	4
Orobanche caryophyllacea	2	4	2	3	3	4	4		G	'2/3	4
Orobanche purpurea	2	3	2	3	4	4	4		G	3	4
Orthilia secunda	3	3	2	4	4	2	3		C	7	3
Papaver rhoeas	2	4	3	3	4	3	4		T		3
Paradisea liliastrum	3	3	3	4	4	4	2		G	3	4
Parnassia palustris	4	4	2	3	5	4	2		H	12	3
Pedicularis comosa	3	3	3	3	4	3	2		H		3
Pedicularis cristata									H		3
Pedicularis gyroflexa	2	5	2	3	2	5	2		H	1	3
Pedicularis rostratospicata	3	4	3	4	3	4	1		H	1	3
Peucedanum oreoselinum	1	3	2	3	3	3	4		H	4	3
Phleum alpinum	3	3	4	3	4	4	2		H	1	1
Phleum nodosum									H		1
Phleum pratense	3	3	4	3	4	4	3	CSR-CR	H	1	1
Phyteuma orbiculare	3	4	2	4	5	4	2		H	2	3
Picea abies	3	0	3	4	0	1	2		P	17	6
Piloselle laineuse									X		3
Pimpinella major	3	3	3	3	4	3	3		H	2	3
Pimpinella saxifraga	2	3	2	3	4	4	3	S	H	2	3
Pinus cembra	3	2	2	4	4	3	2		P	17	6
Pinus sylvestris	0	0	2	0	0	4	3	CS	P	17	6
Pinus uncinata									P	17	6
Plantago alpina	3	2	2	4	4	4	2		H	1	3
Plantago lanceolata	2	3	3	3	4	3	3	CSR	H	2	3
Plantago major	3	3	4	3	5	4	3	R-CSR	H	1	3
Plantago montana									H		3

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

	F	R	N	H	D	L	T	Grime	Rnk	T F r	T Past
Plantago sempervirens	1	4	3	3	2	4	5		C	3	3
Poa alpina	3	3	4	3	4	4	2		H	1	1
Poa chaixii	3	2	2	4	4	2	2		H	1	1
Poa nemoralis	3	3	2	4	3	2	3		H	5	1
Poa pratensis	3	3	3	4	4	4	3	CSR	H	'4/5	1
Poa sp									H		1
Poa trivialis	3	3	4	3	4	3	3	CSR-CR	H		1
Poa viviparum									X	1	1
Polygala chamaebuxus	2	4	2	3	3	3	2		Z	'7/8	3
Polygala vulgaris	2	3	2	3	3	4	4	S	H	2	3
Polygonum aviculare	3	3	4	3	5	4	3		T		3
Polygonum bistorta	4	3	4	4	4	3	3		G	1	3
Polygonum viviparum	3	3	2	4	4	4	2		H	4	3
Potentilla argentea	1	2	2	2	3	4	3		H		3
Potentilla erecta	3	0	2	4	5	4	3	S-CSR	H		3
Potentilla grandiflora	2	2	3	3	3	4	2		H	2	3
Potentilla reptens	3	3	4	3	5	4	3	S	H	1	3
Potentilla rupestris	2	2	3	4	3	4	4		H	2	3
Potentilla sterilis	3	3	3	4	3	3	4	S	H	6	3
Prenanthes purpureus	3	3	3	4	4	2	3		H		3
Primula sp								S	H		3
Primula veris	2	4	2	4	5	4	3	S	H		3
Prunella vulgaris	3	3	3	3	4	4	3	CSR	H	1	3
Prunus spinosa	2	4	3	3	3	4	4	SC	N	17	5
Pulmonaria angustifolia	2	4	3	4	4	3	2		H	1	3
Pulmonaria montana	3	4	3	4	4	2	3		H	1	3
Pulsatilla alpina	3	4	3	3	3	4	2		H	4	3
Pyrola chlorantha	2	4	2	4	4	3	3		H		3
Pyrola media	3	3	2	5	4	2	2		H		3
Pyrola minor	3	2	2	5	4	3	2		H	7	3
Ranunculus auricomus	4	3	3	3	5	3	4	S-CR	H	6	3
Ranunculus bulbosus	2	4	2	3	4	4	3	SR-CSR	G	2	3
Ranunculus montanus	3	4	4	3	4	3	2		H		3
Rhamnus alpinus	2	4	2	3	2	3	3		N		5
Rhinanthus alectorolophus	3	4	3	4	4	4	3	R-SR	T	1	3
Ribes uva crispa	3	3	4	3	4	2	3	SC	N		5
Rosa pimpinellifolia	2	4	2	3	2	4	3	SC	N	5/17	5
Rosa rubiginosa	2	3	3	3	4	4	3	SC	N	17	5
Rosa sp								SC	N	17	5
Rubus idaeus	3	3	4	3	2	3	3	SC	N	9/17	5
Rubus sp								SC	N	17	5
Rumex acetosa	3	3	3	4	4	4	3	CSR	H	1	3
Rumex obtusifolius	3	3	4	4	4	4	3	CR	H	1	3
Rumex scutatus	2	3	2	1	2	4	2		H	15	3
Salix hastata	4	3	3	3	3	3	2		N		5
Salix sp									N		5
Salvia pratensis	2	4	2	3	4	4	4		H	2	3
Sanguisorba minor	2	4	2	3	4	4	3		H		3
Saponaria ocymoides	2	4	2	2	3	4	3		H	3	3
Scabiosa columbaria	2	4	2	3	4	4	4	S-SR	H		3
Scandis pecten veneris	1	4	3	3	3	4	4		T	14	3
Sedum ochroleucum	1	4	1	3	1	4	5		C		3
Sempervivum montanum	2	2	1	3	3	5	2		C	16	3

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

	F	R	N	H	D	L	T	Grime	Rnk	TFr	TPast
Sempervivum tectorum									C	16	3
Senecio doronicum	3	4	2	3	4	4	2		H	4	3
Senecio jacobaea	3	3	3	3	4	4	4	R-CR	H	'4/5	3
Senecio sp									H		3
Senecio sylvaticus	3	2	4	4	4	3	4	R-CSR	T		3
Serratula tinctoria	3	4	2	4	5	4	4		G	1	3
Seseli annuum	1	4	2	3	3	4	4		H		3
Sesleria albicans									H	3	1
Silene alba	2	3	4	3	3	4	4		H	10/13	3
Silene nutans	2	3	2	3	4	3	3		H	3	3
Silene vulgaris	2	3	2	3	3	3	3		H	3	3
Sisymbrium austriacum	2	4	4	3	4	4	4		H	3	3
Sorbus aucuparia	3	2	2	3	4	3	3	CS	P		5
Sorbus mougeotii	2	4	2	3	3	3	4		N	17	5
Stachys monieri	2	3	2	4	3	3	2		H	1	3
Stachys recta	1	4	2	3	3	4	4	RC	H	2	3
Stipa pennata								SC	H	3	1
Taraxacum officinale	3	3	4	3	4	4	3	R-CSR	H	1	3
Tetragonolobus siliquosus									H	1	2
Teucrium aureum									H		3
Teucrium chamaedrys	1	4	2	3	3	3	4	S	Z	'2/3	3
Teucrium montanum	1	4	2	2	0	4	3		Z	'2/3	3
Teucrium scorodonia	2	2	2	4	3	2	4	CSR	H	5	3
Thalictrum aquilegifolium	4	3	3	4	5	3	2		H	11	3
Thalictrum foetidum	2	4	3	3	3	3	2		H	5	3
Thesium alpinum	3	3	2	4	4	4	2		H	3	3
Thlapsi alpestre	3	4	3	3	4	4	2		H		3
Thlapsi silvestre									H		3
Thymus serpyllum								S	Z	'2/3	3
Tofielda calyculata	4	4	2	3	5	4	3		H		4
Tragopogon dubius	1	3	4	2	4	4	5	RS	H	3	3
Tragopogon fles fines									H	1	3
Tragopogon pratensis	2	3	3	3	4	4	5	CR-CSR	H	1	3
Traunsteinera globosa	3	4	3	4	4	4	2		G	'1/2	4
Trifolium badium	3	4	3	3	4	4	2		H		2
Trifolium montanum	2	3	2	3	4	4	3		H		2
Trifolium pratense	3	3	3	3	4	3	3	CSR	H	2	2
Trifolium repens	3	3	4	3	5	4	3		C		2
Trisetum flavescens	3	3	4	3	4	4	3	CSR	H	1	1
Trollius europaeus	4	3	3	4	5	4	2		H	1	3
Urtica dioica	3	3	5	4	4	3	3	C	H	13	3
Urtica urens	2	3	5	3	4	4	3	R-CR	T	13	3
Vaccinium myrtillus	3	1	2	5	4	2	3	CS	Z		3
Vaccinium vitis idaea	3	2	2	4	4	3	2	S-CS	Z		3
Valeriana sp								CSR	H		3
Valeriana tuberosa	2	4	2	3	3	4	5		H	6	3
Veratrum album	4	3	3	4	5	4	2	R-CSR	H	13	2
Verbascum thapsus	2	3	4	3	3	5	4		H	10	3
Veronica allionii	2	2	2	4	3	3	2		C	4	3
Veronica arvensis	3	3	4	3	4	3	4	SR	T		3
Veronica chamaedrys	3	3	4	3	4	3	3	S-CSR	C		3
Veronica hederifolia	3	3	4	3	4	3	4	S-CSR	T	1	3
Veronica officinalis	2	2	2	4	4	3	3		C	6	3

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

	F	R	N	H	D	L	T	Grime	Rnk	T F r	T Past
Veronica prostrata	2	3	3	3	3	4	4		C		3
Veronica serpyllifolia	3	3	4	3	4	4	4		T		3
Veronica spicata	1	3	2	3	3	4	4		T		3
Veronica urticifolia	3	3	3	4	4	2	3		C	6	3
Vicia incana	1	4	3	3	4	3	4		H		2
Vicia laevigata									X		2
Vicia sativa	3	4	3	3	4	3	5	R-CSR	T	1	2
Vicia sepium	3	3	3	3	4	3	3	C-CSR	H		2
Vincetoxicum hirundinaria	2	4	2	2	0	3	3		H	'4/5	3
Viola biflora	4	3	4	4	5	2	2		H		3
Viola tricolor	3	3	3	3	4	3	3	R-SR	T		3

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

ANNEXE 8

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

LES VARIABLES INDICATRICES DE LANDOLT ET TYPES BIOLOGIQUES DE RAUNKIAER

I – EXPLICATIONS DETAILLEES DES VALEURS INDICATRICES

1 – Valeur d'humidité F

La valeur d'humidité indique l'humidité moyenne du sol pendant la période de végétation. Les valeurs basses indiquent une humidité minime, les valeurs hautes une humidité élevée.

1. Les plantes fréquentes sur les sols très secs, absentes des sols mouillés, incapables de concurrencer sur les sols humides. Indicatrices nettes de sécheresse.

2. Les plantes fréquentes sur les sols secs ; évitant le plus souvent les sols très secs et très mouillés ; en général incapables de concurrencer sur les sols humides. Indicatrices de sécheresse modérée.

3. Les plantes sur les sols modérément secs à humides ; en général à amplitude écologique large ; évitant le plus souvent les sols très secs et mouillés. Indicatrices d'humidité moyenne (« pas extrêmes, ± fraîches »).

4. Les plantes à répartition principale sur les sols humides à très humides ; occasionnellement aussi sur les sols mouillés ; absentes des sols secs. Indicatrices d'humidité.

5. Les plantes sur les sols mouillés et détrempés ; évitant les sols moyennement humides et secs. Indicatrices de sols mouillés.

2 – Valeur de réaction R

La valeur de réaction est caractéristique de la teneur en ions H libres du sol. Les valeurs basses indiquent des sols acides et pauvres en bases, les valeurs élevées correspondent à une grande teneur en bases (sols neutres à alcalins).

1. Les plantes à répartition principale sur les sols très acides (pH 3 – 4,5) ; absentes des sols neutres à alcalins. Indicatrices très nettes d'acidité.

2. Les plantes à répartition principale sur les sols acides (pH 3,5 – 5,5) ; rarement sur les sols neutres à alcalins. Indicatrices d'acidité.

3. Les plantes à répartition principale sur les sols peu acides (pH 4,5 – 7,5) ne passant jamais sur les sols très acides, mais occasionnellement sur les sols neutres ou peu alcalins.

4. Les plantes à répartition principale sur les sols riches en bases (pH 5,5 – 8) ; évitant les sols acides. Indicatrices d'alcalinité.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

5. Les plantes quasi exclusivement sur sols riches en bases (pH au-dessus de 6,5) ; évitant les sols acides. Indicatrices nettes de sols riches en bases (en général calcaires).

X : Les plantes sur sols très acides à alcalins ; évitant souvent des conditions moyennes, car elles sont faibles concurrentes.

3 – Valeur de substances nutritives **N**

La valeur de substances nutritives caractérise la teneur en substances nutritives (surtout l'azote) du sol. Les valeurs basses indiquent peu de substances nutritives, tandis que les valeurs élevées en indiquent beaucoup.

1. Les plantes à répartition principale sur les sols très pauvres en substances nutritives ; absentes des sols riches en substances nutritives. Indicatrices prononcées de sols maigres.

2. Les plantes à répartition principale sur les sols pauvres en substances nutritives ; évitant généralement les sols bien ou très bien pourvus de substances nutritives où elles sont incapables de concurrencer. Indicatrices de sols maigres.

3. Les plantes à répartition principale sur les sols modérément pauvres ou riches en substances nutritives ; absentes des sols trop fertilisés.

4. Les plantes à répartition principale sur les sols riches en substances nutritives ; assez rares sur les sols pauvres en substances nutritives. Indicatrices de substances nutritives.

5. Les plantes à répartition principale sur les sols à teneur excessive en substances nutritives (surtout en azote) ; absentes des sols pauvres en substances nutritives. Indicatrices de sols fertilisés.

x : Les plantes croissant aussi bien sur les sols riches que pauvres en substances nutritives.

4 – Valeur d'humus **H**

La valeur d'humus est caractéristique de la teneur du sol de la station en humus. Les valeurs d'humus élevées indiquent une grande teneur en humus dans l'horizon des racines, les valeurs basses indiquent une teneur minime ou nulle en humus.

1. Les plantes à répartition principale sur les sols bruts (sans couche d'humus) ; évitant les sols à couche d'humus épaisse. Indicatrices de sols bruts.

2. Les plantes à répartition principale sur les sols à couche minime d'humus ; absentes des sols tourbeux et à moder. Indicatrices de sols minéraux.

3. Les plantes à répartition principale sur les sols à teneur moyenne d'humus (surtout sous forme de mull) ; rarement sur les sols bruts et tourbeux.

4. Les plantes à répartition principale sur les sols riches en humus (mull ou moder et sur humus brut), mais dont une partie des racines atteint le sol minéral. Indicatrices d'humus.

5. Les plantes enracinées quasi seulement dans les horizons riches en humus ; évitant les sols minéraux. Indicatrices de sols d'humus brut et tourbeux.

x : Les plantes qui croissent aussi bien sur les sols bruts que sur les sols humeux.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

5 – Valeur de dispersité (et de manque d'aération) D

La valeur de dispersité caractérise la grandeur des particules et l'aération (surtout en oxygène) du sol de la station de la plante. Les valeurs basses caractérisent les substrats à granulosité grossière, les valeurs élevées caractérisent ceux à particules très fines et / ou à approvisionnement minime en oxygène.

1. Les plantes à répartition principale sur les rochers, les rocailles et les murs. Plantes rupestres.

2. Les plantes à répartition principale sur les éboulis, pierriers et graviers moyens à grossiers (diamètre de la plupart des pierres dans l'horizon des racines supérieur à 2 mm). Plantes d'éboulis, de pierrier et de gravier.

3. Les plantes à répartition principale sur les sols perméables, riches en squelette, sableux, très bien aérés (diamètre moyen des particules à l'horizon des racines souvent 0,05 – 2 mm).

4. Les plantes à répartition principale sur les sols pauvres en squelette, à sable fin jusqu'à poussiéreux, ± bien aérés (diamètre moyen des fines particules presque toujours 0,002 – 0,05 mm) ; absentes des éboulis rocheux et des rochers.

5. Les plantes à répartition principale sur les sols à granulosité fine, argileux ou tourbeux, le plus souvent imperméables ou de moins mal aérés (pauvres en oxygène ; diamètre des particules fines presque toujours inférieur à 0,002 mm) ; évitant les sols sableux, graveleux ou rocheux. Souvent indicatrices de sol argileux (quand la valeur d'humus est inférieure à 5) ou tourbeux (quand la valeur d'humus est 5) ou simplement indicatrices de sols pauvres en oxygène.

x : Les plantes qui se trouvent aussi bien sur les sols rocheux que tourbeux ou argileux.

La valeur de dispersité indique le degré de la perméabilité et de l'aération du sol. Les sols à pierres grossières ne retiennent en général que peu d'eau, mais sont par contre bien aérés. Par conséquent, les plantes peuvent s'enraciner profondément. Les sols à particules très fines sont imperméables, mal aérés et secs pendant les périodes à faibles précipitations.

6 – Valeur de lumière L

La valeur de lumière est caractéristique de l'intensité moyenne de lumière qui assure encore une bonne croissance à l'espèce pendant sa période de végétation. Les valeurs basses indiquent un besoin minime en lumière, les valeurs élevées indiquent un grand besoin en lumière.

1. Les plantes qui croissent dans les stations très ombragées (jusqu'au-dessous de 3 % de l'intensité de lumière relative) ; à la pénombre et au soleil seulement aux stations à faible concurrence. Indicatrices nettes d'ombre.

2. Les plantes à répartition principale dans les stations ombragées (très rarement au-dessous de 3 %, mais souvent au-dessous de 10 % d'intensité relative de lumière) ; au soleil seulement aux endroits à faible concurrence. Indicatrices d'ombre.

3. Les plantes qui croissent souvent dans la pénombre (mais rarement au-dessous de 10 % d'intensité relative de lumière) ; en pleine lumière elles sont assez rares.

4. Les plantes à répartition principale en pleine lumière, mais qui supportent temporairement l'ombre. Indicatrices de lumière.

5. Les plantes qui ne peuvent prospérer qu'en pleine lumière et qui ne supportent pas l'ombre. Indicatrices nettes de lumière.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

7 – Valeur de température T

La valeur de température est caractéristique de la température moyenne à laquelle la plante est soumise pendant sa période de végétation. Elle dépend largement de l'altitude de la répartition de la plante. Les valeurs basses correspondent aux régions plus hautes, les valeurs élevées aux régions basses.

1. Les plantes à répartition principale dans la zone alpine ; on les trouve même dans les stations fraîches ou à faible concurrence des zones basses. Plantes typiques des régions alpines et arctiques. Indicatrices de froid dans les régions basses.

2. Les plantes à répartition principale dans la zone subalpine ; montant même jusqu'à la zone alpine dans les stations ensoleillées et descendant parfois jusqu'aux régions basses dans les stations plus fraîches à faible concurrence. Plantes oréophiles et boréales.

3. Plantes à répartition principale dans la zone montagnarde ; souvent aussi dans la zone colline et subalpine. Plantes à répartition très large.

4. Plantes à répartition principale dans la zone colline ; montant même plus haut dans les stations ensoleillées. Plantes répandues dans les régions basses de l'Europe centrale.

5. Plantes exclusives des stations les plus chaudes. Répartition principale au sud de l'Europe.

La chaleur dont jouit une plante ne dépend pas seulement de la température moyenne, mais aussi du rayonnement solaire direct. Pour cette raison, les plantes sur les pentes sud et dans les stations à l'abri du vent montent beaucoup plus haut que l'indique leur valeur de température ; sur les pentes nord et dans les stations localement fraîches (par exemple dans les stations longuement couvertes de neige, dans les ravins et les dépressions froides) on les trouve même dans les zones encore plus basses.

La valeur de température a des relations étroites avec la valeur de continentalité. Les plantes à valeur de continentalité élevée ont en général une plus grande amplitude quant à leur répartition d'altitude que celles à la valeur de continentalité plus basse (voir aussi le chapitre de la continentalité).

8 – Valeur de continentalité K

La valeur de continentalité caractérise les différences de températures annuelles et journalières et l'humidité de l'air. Les valeurs basses indiquent des écarts de température minimes et une grande humidité de l'air, les valeurs élevées, par contre, indiquent de grands écarts de température et souvent une grande sécheresse atmosphérique.

1. Les plantes à répartition principale dans les régions à climat océanique ; hivers doux, grande humidité d'air indispensable ; les plantes à valeur de température élevée sont sensibles au gel, elles exigent d'être longuement couvertes de neige.

2. Les plantes à répartition principale dans les régions à climat sub-océanique ; ne supportant ni les gels tardifs ni les températures trop extrêmes. Dans les régions à climat continental (p. ex. étage inférieur des Alpes centrales) on ne les trouve pas, à l'exception de stations localement favorables.

3. Les plantes à répartition principale en dehors des régions très continentales. Répandues presque partout dans la région considérée.

4. Les plantes à répartition principale dans les régions à climat relativement continental ; supportant de grands écarts de température, des températures basses en hiver et une humidité de l'air minime ; évitant les endroits longuement couverts de neige. Répandues surtout dans les régions continentales à faibles précipitations ou dans les stations exposées.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

5. Les plantes avec répartition exclusive dans les régions à climat continental ; surtout dans les endroits exposés au vent et au soleil. Plantes exclusives des stations les plus continentales de la région traitée.

La valeur de continentalité indique des relations avec la température, l'humidité du sol, la durée de la période de végétation et la réaction du sol. Il y a des relations très étroites avec la température.

- Les plantes à valeurs de continentalité élevées diffèrent en général de celles à valeurs de continentalité basses, mais à valeur de température analogue, par le fait qu'elles montent plus haut à l'intérieur des Alpes. Les plantes à valeurs de continentalité basses montent presque aussi haut dans les chaînes extérieures et intérieures des Alpes. Le Pin sylvestre continental (*Pinus silvestris*) avec les valeurs T3, K4, ne monte dans le Jura que jusqu'à une altitude de 1000 m, dans le Valais et dans les Alpes intérieures jusqu'à environ 2000 m. Par contre on trouve encore l'Erable faux Platane (*Acer Pseudoplatanus*) avec les valeurs T3, K2, à 1500 m d'altitude dans le Jura et à 1850 m au centre du Valais. Ces différences sont dues au fait que, dans les régions océaniques, le rayonnement solaire est trop minime pour permettre aux espèces continentales de monter plus haut. A l'intérieur des Alpes, par contre, les espèces plus océaniques ne peuvent croître que sur les pentes nord et aux endroits avec une humidité de l'air localement élevée, c'est pourquoi elles ne peuvent profiter d'un rayonnement solaire plus intense.

- Les plantes à valeurs de continentalité élevées ont en général des valeurs d'humidité moyennes ou plus élevées, tandis que les plantes à valeurs de continentalité minimes ont souvent des valeurs d'humidité plus élevées (moins exposées au soleil et au vent, couvertes plus longtemps de neige, jouissant d'une grande humidité de l'air).

- Les plantes à valeurs de continentalité basses ont souvent des valeurs de réaction basses, tandis que celles à valeurs de continentalité élevées ont souvent des valeurs de réaction élevées (lessivage des bases dans les climats humides, enrichissement des bases à la surface du sol dans les climats arides).

II – DEFINITION DES TYPES BIOLOGIQUES DE RAUNKIAER

n : nanophanérophyte : plante ligneuse qui atteint une hauteur de 0,4 à 4 m, buissonnante.

c : chaméphyte : arbrisseau nain, hivernant avec ses bourgeons au-dessus de la surface du sol, mais dont les parties ligneuses ont moins de 0,4 m de hauteur ou plante herbacée sans partie ligneuse, hivernant avec ses bourgeons au-dessus de la surface du sol.

h : hémicryptophytes : plante hivernant avec ses bourgeons au-dessus ou directement au-dessous de la surface du sol

g : géophyte : plante hivernant avec ses bourgeons au-dessous de la surface du sol (p. ex. sur les rhizomes, les tubercules, les bulbes, les stolons souterrains ; les pousses sous les éboulis).

t : thérophyte : plante qui vit au maximum pendant une période de végétation et qui hiverne sous forme de semence.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Comparaison des indices moyens de Landolt par écocomplexe

Pour chaque valeur indicatrice de Landolt nous présentons l'amplitude et les bornes minimales et maximales des valeurs établies par relevé au sein de chaque écocomplexe (figure 1).

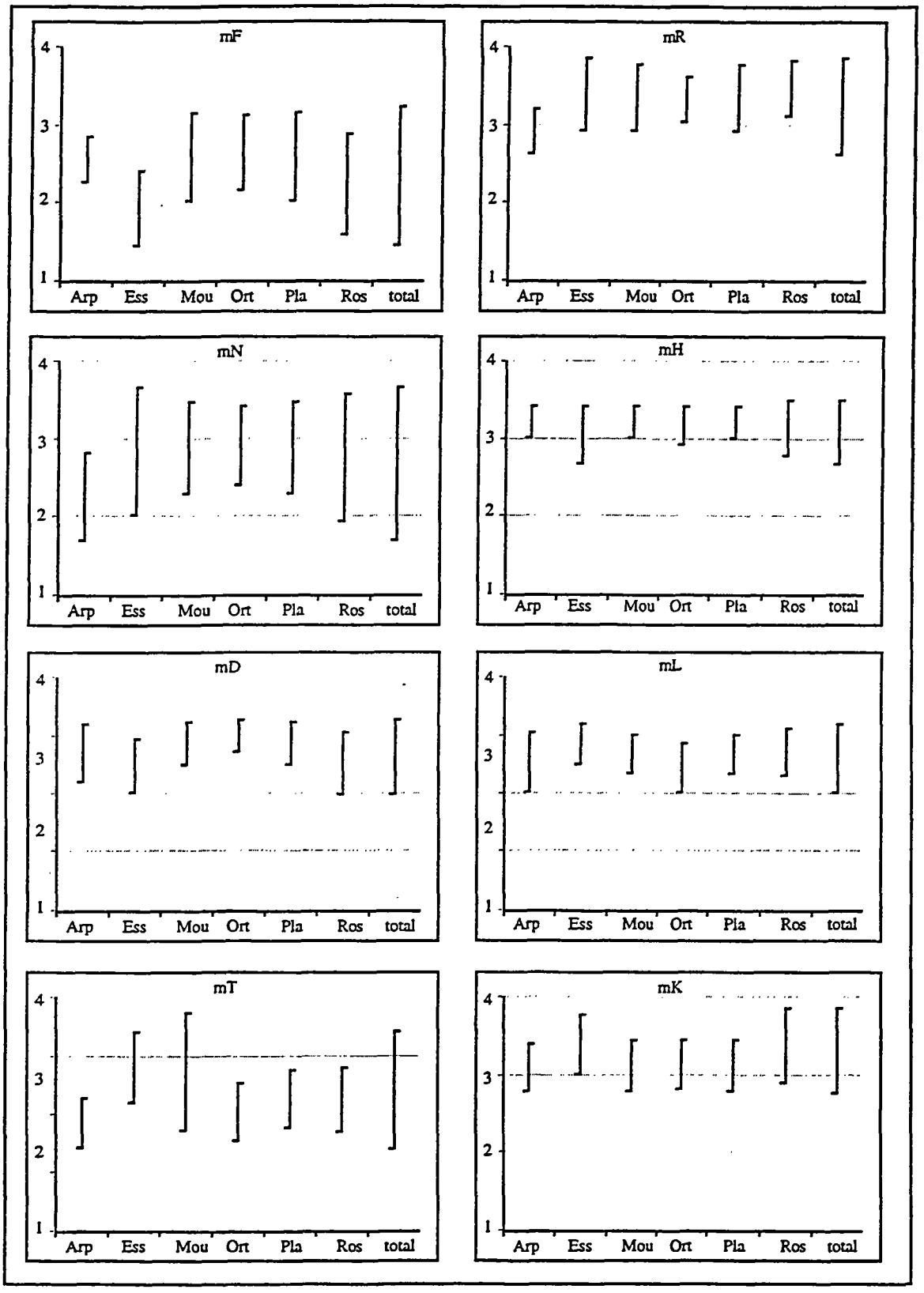


Figure 1 : Fourchette des indices moyens de Landolt par écocomplexe

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Ceci nous permet de mieux prendre en compte les ressemblances qui peuvent exister entre quelques relevés de différents écocomplexes et de mieux mettre en évidence l'hétérogénéité du milieu intra-écocomplexes.

Par ailleurs, nous avons calculé la moyenne de chacun des indices moyens au sein de chaque écocomplexe (figure 2) et nous analysons pour chaque indice et pour chaque couple d'écocomplexes, la variance de ces moyennes au seuil de 95 %.

moyenne par secteur	Arpont	Esseillon	Moulin	Ortet	Plateau	Rossanche
mF	2,49	1,97	2,28	2,57	2,53	2,19
mR	2,93	3,47	3,4	3,3	3,36	3,46
mN	2,19	2,72	2,53	2,8	2,84	2,52
mH	3,23	2,98	3,11	3,19	3,16	3,08
mD	3,79	3,59	3,82	3,97	3,92	3,75
mL	3,76	3,87	3,73	3,67	3,66	3,79
mT	2,78	3,64	3,25	3,04	3,31	3,33
mK	3,15	3,35	3,23	3,07	3,05	3,29

Figure 2 : Moyenne par écocomplexe des indices de Landolt

Les fiches 1 à 8 présentent les résultats de l'analyse de variance de chacun des indices de Landolt. Les variances intergroupes sont toutes très largement significatives au seuil de 95 % : la probabilité p du test F est égale pour tous les indices à 0,0001 (seule la valeur de continentalité mK a une probabilité légèrement supérieure p = 0,0041, mais toujours significative). La comparaison groupe à groupe (écocomplexe par écocomplexe) montre qu'une grande part des couples est statistiquement différent au seuil de 95 %.

Selon la valeur d'humidité, la majorité des écocomplexes sont significativement différents, seuls Arpont est non différent du Plateau et Ortet non différent du Plateau.
La valeur d'humidité mF confirme la plus grande sécheresse de l'Esseillon (mF de 1,4 à 2,4 soit de nette sécheresse à sécheresse modérée) et dans une moindre mesure, celle d'une partie de Rossanche qui présente aussi des placettes plus humide (mF de 1,6 à 2,9). L'Arpont se différencie de l'ensemble des secteurs (sauf du Plateau) par la très faible amplitude de cet indice situé dans le niveau de sécheresse modérée (de 2,2 à 2,8) alors que sa moyenne (mF = 2,49) s'approche de celle des milieux les plus humides (Ortet et Plateau).

Selon la valeur de réaction, la majorité des écocomplexes sont significativement différents, seuls Esseillon et Moulin sont non différents de Rossanche et Moulin et Plateau non différents de Ortet.
La valeur de réaction mR (traduisant le pH), confirme la particularité de l'Arpont qui présente une moyenne nettement plus basse (mR = 2,93) que l'ensemble des autres secteurs. Le milieu y est plus acide (mR de 2,6 à 3,2 : sols acides à peu acides) alors que les autres écocomplexes se situent sur des sols peu acides (mR de l'ordre de 3,4)

Selon la valeur de substance nutritive, la quasi totalité des écocomplexes sont significativement différents, seul Moulin est non différent de Rossanche.
La valeur de substance nutritive mN est plus faible pour l'Arpont (mN = 2,19, sols maigres à modérement riches). Les secteurs du Moulin, de l'Ortet et du Plateau se situent avec une amplitude moyenne dans les sols modérement riches (respectivement, mN = 2,53 ; 2,8 et 2,84). Rossanche et l'Esseillon présentent une amplitude forte (1,6) des sols maigres jusqu'à des sols riches et une moyenne les classant aussi dans les sols modérément riches (respectivement, mN = 2,52 et 2,72).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Selon la valeur d'humus, la majorité des écocomplexes sont significativement différents, seul Moulin est non différent de Rossanche et Ortet non différent de Plateau.
La valeur d'humus mH montre que tous les sols sont dans des amplitudes étroites correspondant à des sols à teneur moyenne en humus (mH entre 2,98 et 3,23). L'Esseillon présente les sols les moins riches en humus et l'Arpont, les plus riches.

Selon la valeur de dispersion, la majorité des écocomplexes sont significativement différents, seul Arpont est non différent de Moulin et Ortet non différent de Plateau.
La valeur de dispersion et de manque d'aération, mD, montre que l'Esseillon et Rossanche ont des sols plus aérés (sols perméables riches en squelette, très bien aérés, respectivement mD = 3,59 et 3,75) que les sols de l'Ortet et du Plateau (sols plus ou moins bien aérés, respectivement mD = 3,97 et 3,92).

Selon la valeur de lumière, la majorité des écocomplexes sont significativement différents, seul Arpont est non différent de Moulin et de Rossanche et Ortet est non différent de Plateau.
La valeur de lumière, mL, ne présente que très peu de variation et une amplitude très faible (entre 3 et 4,2), ce qui correspond à des plantes de pénombre et à des plantes indicatrices de lumière (mL. de l'ordre de 3,7)

Selon la valeur de température, la majorité des écocomplexes sont significativement différents, seul Moulin est non différent de Plateau et Plateau non différent de Rossanche.
La valeur de température mT varie des températures les plus basses pour les indices faibles aux températures les plus hautes pour les indices élevés. Ainsi l'Arpont (mT = 2,78) et l'Ortet (mT = 3,04) se distinguent nettement de l'ensemble des autres secteurs par des indices mT plus bas (de 2,4 à 3,2) correspondant aux plantes de la zone subalpine à montagnarde. Le secteur du Moulin présente une très forte amplitude de variation d'indice entre 2,7 et 4,7. Il est assez paradoxal de voir que ce secteur qui est pourtant d'altitude de 1400 à 1800 m présente des valeurs traduisant l'existence de stations chaudes. Il s'agit sans doute de placettes sur des talus orientés au sud qui permettent la croissance de plantes exigeantes en chaleur. En effet, la valeur moyenne du Moulin correspond elle beaucoup mieux à son altitude (mT = 3,25, qui correspond à des plantes de l'étage montagnard). L'Esseillon est bien évidemment le secteur le plus chaud (mT = 3,64) alors que Rossanche est très proche du Plateau pour cet indice (respectivement, mT = 3,33 et 3,31).

La valeur de continentalité mK varie peu, les espèces traduisent un climat moyennement continental (mK de l'ordre de 3,2). Peu de couples d'écocomplexes sont différents : Arpont, Moulin, Esseillon et Rossanche sont différents de Plateau ; Ortet est différent de Esseillon et de Rossanche.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Fiche 1
Analyse de variance de la valeur d'humidité mF en fonction des six écocomplexes

ANOVA à un facteur X = écocomplexe, Y = humidité

Analyse de la variance

source	ddl	SCE	test F
inter groupes	5	32,608	122,037
intra groupes	716	38,263	p = 0,0001
total	721	70,87	

Estimation de la valeur entre composants (Model II) = 0,54

ANOVA à un facteur X = écocomplexe, Y = humidité

groupe	n	m	dev. std.
Arpont	108	2,503	0,121
Esseillon	90	1,95	0,192
Moulin	160	2,268	0,243
Ortet	103	2,577	0,221
Plateau	142	2,556	0,275
Rossanche	119	2,185	0,267

ANOVA à un facteur X = écocomplexe, Y = humidité

comparaison	diff. des moy.	PLSD de Fisher
Arpont vs Esseillon	0,553	0,065*
Arpont vs Moulin	0,235	0,057*
Arpont vs Ortet	-0,074	0,063*
Arpont vs Plateau	-0,053	0,058
Arpont vs Rossanche	0,318	0,06*
Esseillon vs Moulin	-0,318	0,06*
Esseillont vs Ortet	-0,627	0,065*
Esseillon vs Plateau	-0,607	0,061*
Esseillon vs Rossanche	-0,236	0,063*
Moulin vs Ortet	-0,309	0,057*
Moulin vs Plateau	-0,288	0,052*
Moulin vs Rossanche	0,083	0,055*
Ortet vs Plateau	0,021	0,059
Ortet vs Rossanche	0,392	0,061*
Plateau vs Rossanche	0,371	0,056*

* Significatif à 95%

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Fiche 2

Analyse de variance de la valeur de réaction (pH) mR en fonction des six écocomplexes

ANOVA à un facteur X = écocomplexe, Y = pH

Analyse de la variance

source	ddl	SCE	test F
inter groupes	5	23,13	204,035
intra groupes	716	16,234	p = 0,0001
total	721	39,364	

Estimation de la valeur entre composants (Model II) = 0,039

ANOVA à un facteur X = écocomplexe, Y = pH

groupe	n	m	dev. std.
Arpont	108	2,294	0,114
Esseillon	90	3,484	0,181
Moulin	160	3,419	0,153
Ortet	103	3,29	0,133
Plateau	142	3,32	0,165
Rossanche	119	3,452	0,147

ANOVA à un facteur X = écocomplexe, Y = pH

comparaison	diff. des moy.	PLSD de Fisher
Arpont vs Esseillon	-0,56	0,042*
Arpont vs Moulin	-0,495	0,037*
Arpont vs Ortet	-0,366	0,041*
Arpont vs Plateau	-0,397	0,038*
Arpont vs Rossanche	-0,529	0,039*
Esseillon vs Moulin	0,065	0,039*
Esseillont vs Ortet	0,194	0,043*
Esseillon vs Plateau	0,164	0,04*
Esseillon vs Rossanche	0,032	0,041
Moulin vs Ortet	0,129	0,037
Moulin vs Plateau	0,099	0,034*
Moulin vs Rossanche	-0,033	0,036
Ortet vs Plateau	-0,03	0,038
Ortet vs Rossanche	-0,162	0,04*
Plateau vs Rossanche	-0,132	0,037*

* Significatif à 95%

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Fiche 3

Analyse de variance de la valeur de substance nutritive mN en fonction des six écocomplexes

ANOVA à un facteur X = écocomplexe, Y = azote

Analyse de la variance

source	ddl	SCE	test F
inter groupes	5	33,176	93,37
intra groupes	716	50,881	p = 0,0001
total	721	84,057	

Estimation de la valeur entre composants (Model II) = 0,055

ANOVA à un facteur X = écocomplexe, Y = azote

groupe	n	m	dev. std.
Arpont	108	2,214	0,192
Esseillon	90	2,678	0,349
Moulin	160	2,523	0,232
Ortet	103	2,795	0,191
Plateau	142	2,874	0,281
Rossanche	119	2,511	0,328

ANOVA à un facteur X = écocomplexe, Y = azote

comparaison	diff. des moy.	PLSD de Fisher
Arpont vs Esseillon	-0,465	0,075*
Arpont vs Moulin	-0,309	0,065*
Arpont vs Ortet	-0,582	0,072*
Arpont vs Plateau	-0,661	0,067*
Arpont vs Rossanche	-0,298	0,07*
Esseillon vs Moulin	0,156	0,069*
Esseillont vs Ortet	-0,117	0,076*
Esseillon vs Plateau	-0,196	0,071*
Esseillon vs Rossanche	0,167	0,073*
Moulin vs Ortet	-0,273	0,066*
Moulin vs Plateau	-0,351	0,06*
Moulin vs Rossanche	0,011	0,063
Ortet vs Plateau	-0,079	0,068*
Ortet vs Rossanche	0,284	0,07*
Plateau vs Rossanche	0,363	0,065*

* Significatif à 95%

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Fiche 4

Analyse de variance de la valeur d'humus mH en fonction des six écocomplexes

ANOVA à un facteur X = écocomplexe, Y = humus

Analyse de la variance

source	ddl	SCE	test F
inter groupes	5	4,804	75,382
intra groupes	716	901,26	p = 0,0001
total	721	13,93	

Estimation de la valeur entre composants (Model II) = 0,008

ANOVA à un facteur X = écocomplexe, Y = humus

groupe	n	m	dev. std.
Arpont	108	3,247	0,088
Esseillon	90	2,972	0,128
Moulin	160	3,103	0,128
Ortet	103	3,187	0,093
Plateau	142	3,178	0,103
Rossanche	119	3,08	0,125

ANOVA à un facteur X = écocomplexe, Y = humus

comparaison	diff. des moy.	PLSD de Fisher
Arpont vs Esseillon	0,275	0,032*
Arpont vs Moulin	0,145	0,028*
Arpont vs Ortet	0,06	0,031*
Arpont vs Plateau	0,07	0,028*
Arpont vs Rossanche	0,168	0,029*
Esseillon vs Moulin	-0,131	0,029*
Esseillont vs Ortet	-0,215	0,032*
Esseillon vs Plateau	-0,205	0,03*
Esseillon vs Rossanche	-0,108	0,031*
Moulin vs Ortet	-0,085	0,028*
Moulin vs Plateau	-0,075	0,026*
Moulin vs Rossanche	0,023	0,027
Ortet vs Plateau	0,01	0,029
Ortet vs Rossanche	0,108	0,03*
Plateau vs Rossanche	0,098	0,028*

* Significatif à 95%

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Fiche 5

Analyse de variance de la valeur d'aération mD en fonction des six écocomplexes

ANOVA à un facteur X = écocomplexe, Y = aération du sol

Analyse de la variance

source	ddl	SCE	test F
inter groupes	5	9,881	60,413
intra groupes	716	23,421	p = 0,0001
total	721	33,302	

Estimation de la valeur entre composants (Model II) = 0,016

ANOVA à un facteur X = écocomplexe, Y = aération du sol

groupe	n	m	dev. std.
Arpont	108	3,814	0,148
Esseillon	90	3,572	0,195
Moulin	160	3,833	0,21
Ortet	103	3,955	0,127
Plateau	142	3,929	0,156
Rossanche	119	3,742	0,218

ANOVA à un facteur X = écocomplexe, Y = aération du sol

comparaison	diff. des moy.	PLSD de Fisher
Arpont vs Esseillon	0,242	0,051*
Arpont vs Moulin	-0,019	0,044
Arpont vs Ortet	-0,142	0,049*
Arpont vs Plateau	-0,116	0,045*
Arpont vs Rossanche	0,071	0,047*
Esseillon vs Moulin	-0,261	0,047*
Esseillont vs Ortet	-0,384	0,051*
Esseillon vs Plateau	-0,358	0,048*
Esseillon vs Rossanche	-0,17	0,05*
Moulin vs Ortet	-0,123	0,045*
Moulin vs Plateau	-0,097	0,041*
Moulin vs Rossanche	0,09	0,043*
Ortet vs Plateau	0,026	0,046
Ortet vs Rossanche	0,213	0,048*
Plateau vs Rossanche	0,187	0,044*

* Significatif à 95%

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Fiche 6

Analyse de variance de la valeur de lumière mL en fonction des six écocomplexes

ANOVA à un facteur X = écocomplexe, Y = lumière

Analyse de la variance

source	ddl	SCE	test F
inter groupes	5	3,493	25,427
intra groupes	716	19,671	p = 0,0001
total	721	23,164	

Estimation de la valeur entre composants (Model II) = 0,006

ANOVA à un facteur X = écocomplexe, Y = lumière

groupe	n	m	dev. std.
Arpont	108	3,764	0,203
Esseillon	90	3,87	0,147
Moulin	160	3,742	0,182
Ortet	103	3,676	0,123
Plateau	142	3,652	0,161
Rossanche	119	3,798	0,156

ANOVA à un facteur X = écocomplexe, Y = lumière

comparaison	diff. des moy.	PLSD de Fisher
Arpont vs Esseillon	-0,107	0,046*
Arpont vs Moulin	0,022	0,041
Arpont vs Ortet	0,087	0,045*
Arpont vs Plateau	0,111	0,042*
Arpont vs Rossanche	-0,034	0,043
Esseillon vs Moulin	0,129	0,043*
Esseillont vs Ortet	0,194	0,047*
Esseillon vs Plateau	0,218	0,044*
Esseillon vs Rossanche	0,073	0,045*
Moulin vs Ortet	0,066	0,041*
Moulin vs Plateau	0,09	0,038*
Moulin vs Rossanche	-0,056	0,039*
Ortet vs Plateau	0,024	0,042
Ortet vs Rossanche	-0,122	0,044*
Plateau vs Rossanche	-0,146	0,04*

* Significatif à 95%

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Fiche 7

Analyse de variance de la valeur de température mT en fonction des six écocomplexes

ANOVA à un facteur X = écocomplexe, Y = température

Analyse de la variance

source	ddl	SCE	test F
inter groupes	5	44,26	228,447
intra groupes	716	27,744	p = 0,0001
total	721	72,004	

Estimation de la valeur entre composants (Model II) = 0,074

ANOVA à un facteur X = écocomplexe, Y = température

groupe	n	m	dev. std.
Arpont	108	2,766	0,177
Esseillon	90	3,64	0,228
Moulin	160	3,26	0,196
Ortet	103	3,025	0,183
Plateau	142	3,298	0,183
Rossanche	119	3,318	0,215

ANOVA à un facteur X = écocomplexe, Y = température

comparaison	diff. des moy.	PLSD de Fisher
Arpont vs Esseillon	-0,873	0,055*
Arpont vs Moulin	-0,494	0,048*
Arpont vs Ortet	-0,259	0,053*
Arpont vs Plateau	-0,532	0,049*
Arpont vs Rossanche	-0,552	0,051*
Esseillon vs Moulin	0,379	0,051*
Esseillont vs Ortet	0,614	0,056*
Esseillon vs Plateau	0,341	0,052*
Esseillon vs Rossanche	0,321	0,054*
Moulin vs Ortet	0,235	0,049*
Moulin vs Plateau	-0,038	0,045
Moulin vs Rossanche	-0,058	0,047*
Ortet vs Plateau	-0,273	0,05*
Ortet vs Rossanche	-0,293	0,052*
Plateau vs Rossanche	-0,02	0,048

* Significatif à 95%

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Fiche 8

Analyse de variance de la valeur de continentalité mK en fonction des six écocomplexes

ANOVA à un facteur X = écocomplexe, Y = continentalité

Analyse de la variance

source	ddl	SCE	test F
inter groupes	5	9,447	3,478
intra groupes	716	388,952	p = 0,0041
total	721	398,399	

Estimation de la valeur entre composants (Model II) = 0,011

ANOVA à un facteur X = écocomplexe, Y = continentalité

groupe	n	m	dev. std.
Arpont	108	3,243	1,862
Esseillon	90	3,375	0,178
Moulin	160	3,228	0,177
Ortet	103	3,063	0,122
Plateau	142	3,044	0,154
Rossanche	119	3,291	0,211

ANOVA à un facteur X = écocomplexe, Y = continentalité

comparaison	diff. des moy.	PLSD de Fisher
Arpont vs Esseillon	-0,132	0,207
Arpont vs Moulin	0,015	0,18
Arpont vs Ortet	0,18	0,199
Arpont vs Plateau	0,199	0,185*
Arpont vs Rossanche	-0,048	0,192
Esseillon vs Moulin	0,147	0,191
Esseillont vs Ortet	0,312	0,209*
Esseillon vs Plateau	0,331	0,195*
Esseillon vs Rossanche	0,084	0,202
Moulin vs Ortet	0,165	0,183
Moulin vs Plateau	0,184	0,167*
Moulin vs Rossanche	-0,063	0,175
Ortet vs Plateau	0,019	0,187
Ortet vs Rossanche	-0,228	0,195*
Plateau vs Rossanche	-0,247	0,18*

* Significatif à 95%

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

ANNEXE 9

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

5

Arpont 5-9 (2) : transect de forêt à zone entretenue

placette 1

Lonicera xylosteum	3
Melampyrum sylvat.	3
Helianthemum nummul.	1
Aster bellidiastrum	1
Carex digitata	1
Carduus acanth.	1
Centaurea scabiosa	1
Carex sempervirens	1
Festuca ovina	1
Geranium lucid.	1
Hepatica nobilis	1
Mercurialis perenn.	1
Orthilia secunda	1
Pinus sylvestris	1
Poa alpina	1
Sesleria albicans	1
Vaccinium vitis-idaea	1

placette 2

Melampyrum sylvat.	3
Mercurialis perenn.	2
Helianthemum nummul.	1
Aster bellidiastrum	1
Brachypodium pinn.	1
Campanula cochlea.	1
Carex digitata	1
Carex sempervirens	1
Carduus acanthoides	1
Centaurea scabiosa	1
Centaurea uniflora	1
Lonicera xylosteum	1
Festuca ovina	1
Galium verum	1
Geranium lucid.	1
Hepatica nobilis	1
Lonicera nigra	1
Orthilia secunda	1
Poa alpina	1
Polygala chamaebux.	1
Prunella vulgaris	1
Ranunculus aurantiacus	1
Sesleria albicans	1

placette 3

Brachypodium pinn.	2
Centaurea uniflora	2
Geranium lucid.	2
Juniperus communis subsp nana	2
Melampyrum sylvat.	2
Atropa pyramidalis	1
Helianthella hoppeana	1
Aster bellidiastrum	1
Carex sempervirens	1
Carlina acaulis	1
Centaurea scabiosa	1
Erica herbacea	1
Festuca ovina	1
Fragaria vesca	1
Galium verum	1
Hepatica nobilis	1
Lonicera xylosteum	1
Orthilia secunda	1
Pedicularis gyroflexa	1
Plantago alpina	1
Poa alpina	1
Polygala chamaebux.	1
Potentilla rupestris	1
Prunella vulgaris	1
Pulsatilla alpina	1
Ranunculus aurantiacus	1
Rhamnus alaternus	1
Sesleria albicans	1

placette 4

Brachypodium pinn.	4
Festuca ovina	2
Plantago alpina	2
Aster alpinus	1
Euphrasia rostkoviana	1
Carex digitata	1
Carex sempervirens	1
Carlina acaulis	1
Centaurea uniflora	1
Galium verum	1
Gentiana acaulis	1
Geranium lucid.	1
Helianthemum nummul.	1
Hieracium pilosella	1
Hypochoeris maculata	1
Hypochoeris radicata	1
Juniperus communis subsp nana	1
Leontodon cast.	1
Lotus corniculatus	1
Melampyrum sylvat.	1
Phyteuma orbiculare	1
Polygala chamaebux.	1
Polygala vulgaris	1
Polygonum viviparum	1
Potentilla rupestris	1
Prunella vulgaris	1
Pulsatilla alpina	2
Ranunculus aurantiacus	1
Rhamnus alaternus	1
Stachys monnieri	1

placette 5

Brachypodium pinn.	3
Anthoxanthum odor.	2
Festuca rubra	2
Lotus corniculatus	2
Plantago alpina	2
Potentilla rupestris	2
Rhamnus alaternus	2
Brica media	1
Euphrasia rostkoviana	1
Carex sempervirens	1
Carlina acaulis	1
Centaurea uniflora	1
Festuca ovina	1
Galium lucid.	1
Geranium acaulis	1
Hieracium pilosella	1
Hypochoeris maculata	1
Hypochoeris radicata	1
Leontodon cast.	1
Melampyrum sylvat.	1
Orobrychis vicifolia	1
Polygala vulgaris	1
Polygonum viviparum	1
Potentilla grandiflora	1
Senecio doronicum	1
Trifolium montanum	1
Trifolium pratense	1

placette 6

Festuca rubra	3
Lotus corniculatus	2
Orobrychis vicifolia	2
Prunella vulgaris	2
Rhamnus alaternus	2
Trifolium montanum	2
Agrop pyramidalis	1
Anthoxanthum odor.	1
Anthyllis vulneraria	1
Brachypodium pinn.	1
Brica media	1
Buplevrum commut.	1
Carex sempervirens	1
Carlina acaulis	1
Centaurea uniflora	1
Festuca ovina	1
Galium lucid.	1
Gentiana acaulis	1
Gentianella campest.	1
Hippocrepis comosa	1
Hypericum richeri	1
Hypochoeris maculata	1
Hypochoeris radicata	1
Leontodon cast.	1
Linum catharticum	1
Plantago alpina	1
Potentilla rupestris	1
Pulsatilla alpina	1
Stachys monnieri	1
Trifolium flavescens	1

placette 7

Festuca rubra	3
Rhamnus alaternus	3
Galium lucid.	2
Lotus corniculatus	2
Orobrychis vicifolia	2
Prunella vulgaris	2
Trifolium montanum	2
Anthoxanthum odor.	1
Brachypodium pinn.	1
Brica media	1
Campanula rotund.	1
Carex sempervirens	1
Centaurea scabiosa	1
Festuca ovina	1
Gentianella campest.	1
Geranium acaulis	1
Gymnadenia conops.	1
Helianthemum nummul.	1
Hippocrepis comosa	1
Hypericum richeri	1
Hypochoeris maculata	1
Linum catharticum	1
Plantago alpina	1
Polygala vulgaris	1
Polygonum viviparum	1
Potentilla grandiflora	1
Potentilla rupestris	1
Pulsatilla alpina	1
Pulmonaria angustif.	1
Senecio doronicum	1
Trifolium pratense	1
Tussilago farfara	1

placette 8

Festuca rubra	3
Galium verum	2
Helianthemum nummul.	2
Orobrychis vicifolia	2
Rhamnus alaternus	2
Trifolium montanum	2
Trifolium pratense	2
Brica media	1
Carex sempervirens	1
Centaurea scabiosa	1
Festuca ovina	1
Gentianella campest.	1
Geranium	1
Hippocrepis comosa	1
Hypochoeris maculata	1
Hypochoeris radicata	1
Lotus corniculatus	1
Phyteuma orbiculare	1
Plantago alpina	1
Plantago atrata	1
Poa alpina	1
Polygonum viviparum	1
Prunella vulgaris	1
Trifolium flavescens	1
Veronica arvensis	1

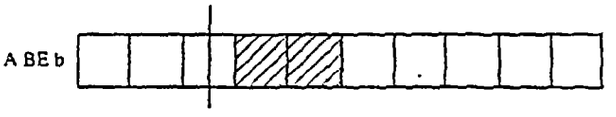
placette 9

Festuca rubra	2
Rhamnus alaternus	2
Helianthemum nummul.	2
Leucanthemum vulgare	2
Trifolium pratense	2
Brica media	1
Bromus erectus	1
Carex sempervirens	1
Festuca ovina	1
Galium lucid.	1
Gentianella campest.	1
Geranium	1
Gymnadenia conops.	1
Hypochoeris maculata	1
Orobrychis vicifolia	1
Plantago alpina	1
Plantago atrata	1
Polygonum viviparum	1
Potentilla grandiflora	1
Ranunculus aurantiacus	1
Trifolium flavescens	1

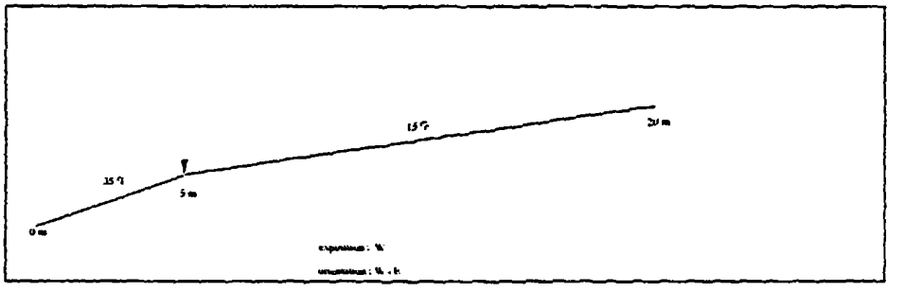
placette 10

Rhamnus alaternus	4
Trifolium pratense	4
Centaurea scabiosa	2
Festuca rubra	2
Brica media	1
Bromus erectus	1
Festuca ovina	1
Galium lucid.	1
Gentianella campest.	1
Geranium	1
Helianthemum nummul.	1
Hypochoeris maculata	1
Linum perenne sp alp.	1
Plantago atrata	1
Polygonum viviparum	1
Potentilla grandiflora	1
Pulsatilla alpina	1
Ranunculus aurantiacus	1
Trifolium flavescens	1
Veronica arvensis	1

6

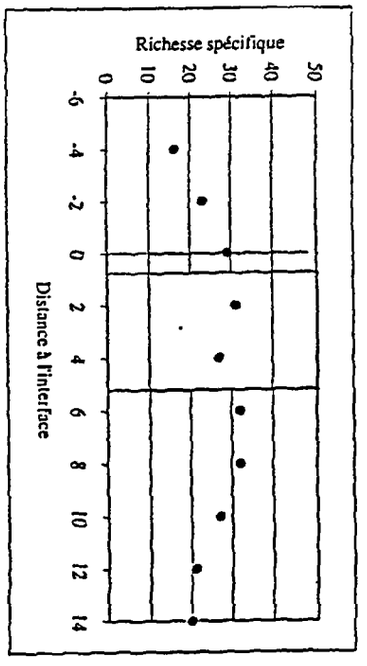


7

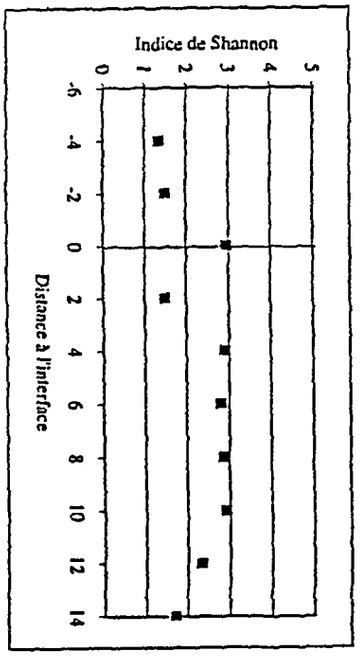


1 A BE b

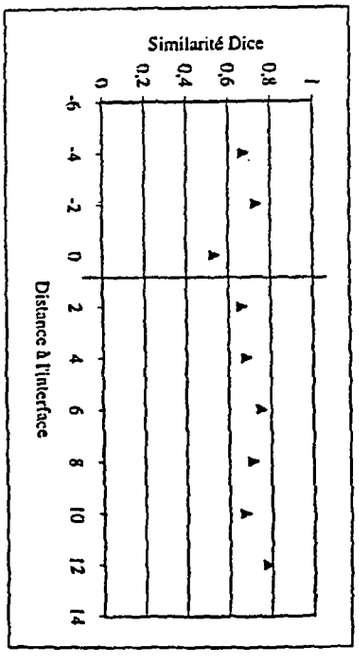
2



3



4



CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Notice de lecture des fiches récapitulatives par transect

1 : nom du transect

2 : profil de richesse ponctuelle (réalisation du graphe Bernard Juvy)

la barre verticale correspond à l'interface physionomique
la zone en grisé correspond à l'écotone

ceci est valable pour les trois graphes mais ne figure que sur le premier graphe

3 : profil d'indice de Shannon (réalisation du graphe Bernard Juvy)

4 : profil de similarité de Dice (réalisation du graphe Bernard Juvy)

5 : liste des espèces avec leur coefficient d'abondance, placette par placette le long du transect

6 : schéma des placettes du transect avec la position de l'interface notée sur le terrain (barre verticale) et avec en hachuré, les placettes d'écotone (établies par la classification ascendante hiérarchique)

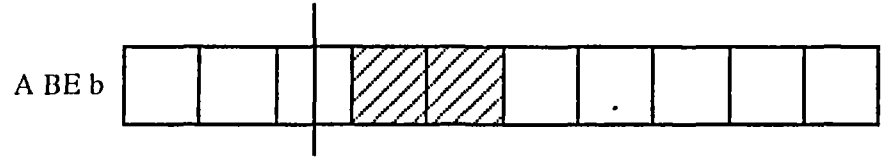
7 : profil topographique du transect (réalisation du graphe Alain Vanpeene)

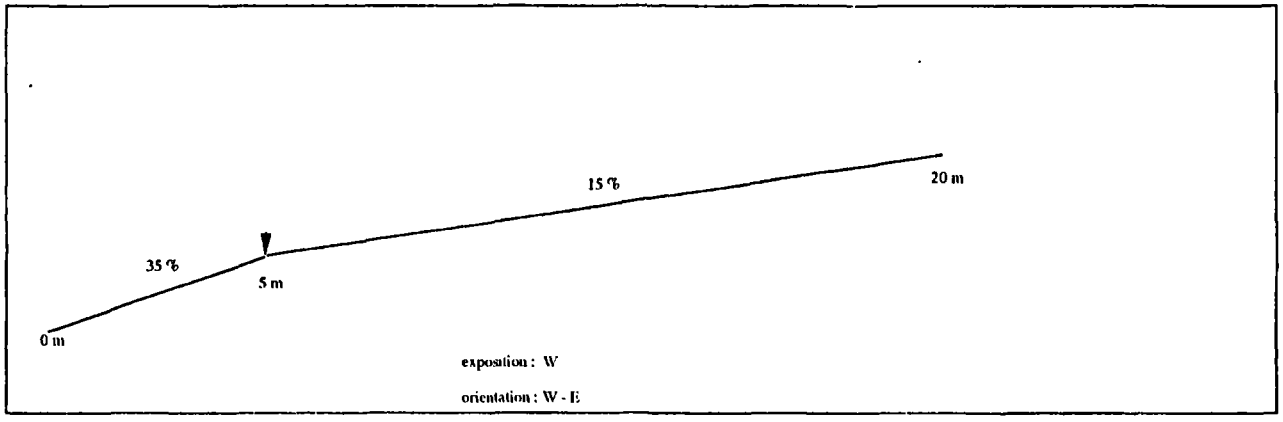
la position de l'interface est indiquée par la flèche noire

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

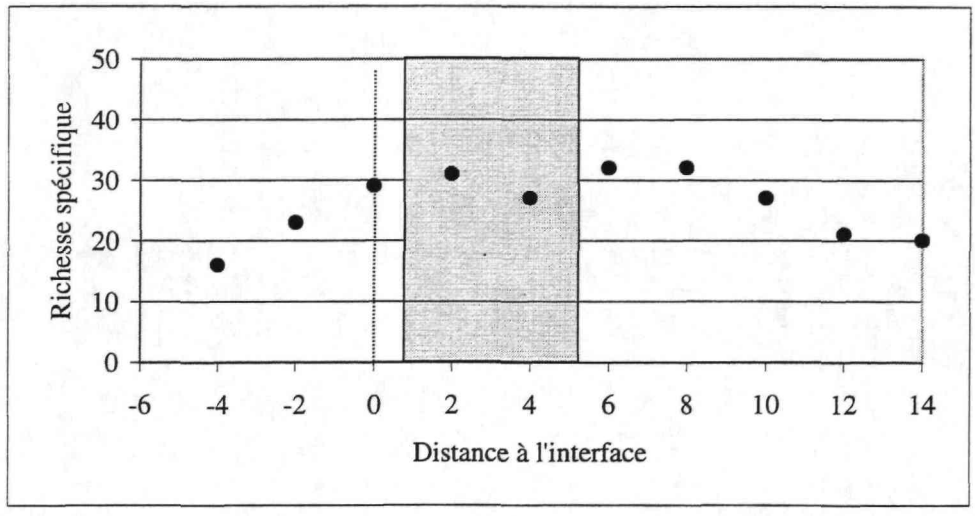
Arpont 5-9 (2) : transect de forêt à zone entretenue

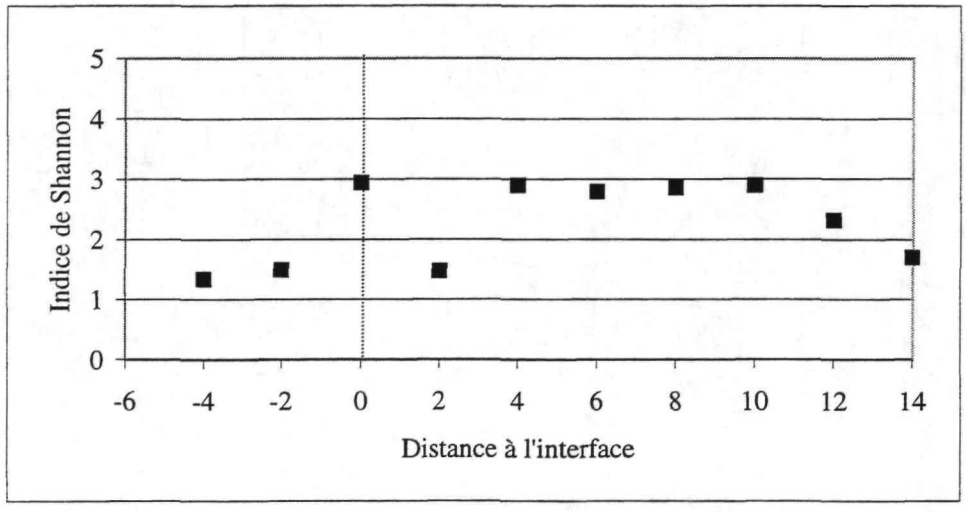
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Luzula sylvatica	3	Melampyrum sylvat.	3	Brachypodium pinn.	2	Brachypodium pinn.	4	Brachypodium pinn.	3	Festuca rubra	3	Festuca rubra	3	Festuca rubra	3	Festuca rubra	3	Rhinanthus alectorol.	4
Melampyrum sylvat.	3	Mousse	2	Cotoneaster integer.	2	Festuca ovina	2	Anthoxanthum odor.	2	Lotus corniculatus	2	Rhinanthus alectorol.	3	Galium tenue.	2	Rhinanthus alectorol.	3	Trifolium pratense	4
Alchemilla hoppeana	1	Alchemilla hoppeana	1	Gentiana lutea	2	Plantago alpina	2	Festuca rubra	2	Onobrychis viciifolia	2	Galium tenue.	2	Helianthemum numm.	2	Helianthemum numm.	2	Centaurea scabiosa	2
Aster bellidiastrum	1	Aster bellidiastrum	1	Juniperus communis		Aster alpinus	1	Lotus corniculatus	2	Prunella vulgaris	2	Lotus corniculatus	2	Onobrychis viciifolia	2	Teucrium scorodonia	2	Festuca rubra	2
Carex digitata	1	Brachypodium pinn.	1	subsp nana	2	Bupleurum ranuncul.	1	Plantago alpina	2	Rhinanthus alectorol.	2	Onobrychis viciifolia	2	Rhinanthus alectorol.	2	Trifolium pratense	2	Briza media	1
Carlina acaulis	1	Campanula carnica	1	Melampyrum sylvat.	2	Carex digitata	1	Potentilla reptens	2	Trifolium montanum	2	Prunella vulgaris	2	Trifolium montanum	2	Briza media	1	Bromus erectus	1
Cotoneaster integer.	1	Carex digitata	1	Ajuga pyramidalis	1	Carex sempervirens	1	Rhinanthus alectorol.	2	Ajuga pyramidalis	1	Trifolium montanum	2	Trifolium pratense	2	Bromus erectus	1	Festuca ovina	1
Festuca ovina	1	Carex sempervirens	1	Alchemilla hoppeana	1	Carlina acaulis	1	Briza media	1	Anthoxanthum odor.	1	Anthoxanthum odor.	1	Brachypodium pinn.	1	Centaurea scabiosa	1	Galium tenue.	1
Gentiana lutea	1	Carlina acaulis	1	Aster bellidiastrum	1	Centaurea scabiosa	1	Bupleurum ranuncul.	1	Anthyllis vulneraria	1	Brachypodium pinn.	1	Briza media	1	Festuca ovina	1	Gentianella campest.	1
Hepatica nobilis	1	Centaurea scabiosa	1	Carex sempervirens	1	Centaurea uniflora	1	Carex sempervirens	1	Brachypodium pinn.	1	Briza media	1	Carex sempervirens	1	Galium tenue.	1	Graminée	1
Homogyne alpina	1	Cotoneaster integer.	1	Carlina acaulis	1	Galium tenue.	1	Carlina acaulis	1	Briza media	1	Campanula carnica	1	Centaurea scabiosa	1	Gentianella campest.	1	Helianthemum numm.	1
Orthilia secunda	1	Erica herbacea	1	Centaurea scabiosa	1	Gentiana acaulis	1	Centaurea uniflora	1	Bupleurum ranuncul.	1	Carex sempervirens	1	Centaurea uniflora	1	Graminée	1	Hypochoeris maculata	1
Pinus uncinata	1	Festuca ovina	1	Erica herbacea	1	Gentiana lutea	1	Festuca ovina	1	Carex sempervirens	1	Centaurea scabiosa	1	Festuca ovina	1	Gymnadenia conops.	1	Linum perenne sp alp.	1
Poa alpina	1	Galium verum	1	Festuca ovina	1	Helianthemum numm.	1	Galium tenue.	1	Carlina acaulis	1	Festuca ovina	1	Gentianella campest.	1	Hypochoeris maculata	1	Plantago major	1
Sesleria albicans	1	Gentiana lutea	1	Fragaria vesca	1	Hieracium pilosella	1	Gentiana acaulis	1	Centaurea uniflora	1	Gentiana acaulis	1	Graminée	1	Onobrychis viciifolia	1	Polygonum viviparum	1
Vaccinium vitis-Idaea	1	Hepatica nobilis	1	Galium verum	1	Hieracium pilosella	1	Hypochoeris maculata	1	Festuca ovina	1	Gentianella campest.	1	Hippocrepis comosa	1	Plantago alpina	1	Potentilla grandiflora	1
		Luzula sylvatica	1	Hepatica nobilis	1	Hypochoeris maculata	1	Hypochoeris radicata	1	Galium tenue.	1	Graminée	1	Hypochoeris maculata	1	Plantago major	1	Pulsatilla alpina	1
		Orthilia secunda	1	Leucanthemum cun.	1	Hypochoeris radicata	1	Juniperus communis		Gentiana acaulis	1	Gymnadenia conops.	1	Hypochoeris radicata	1	Polygonum viviparum	1	Ranunculus auricomus	1
		Poa alpina	1	Lotus corniculatus	1	Leucanthemum cun.	1	subsp nana	1	Gentianella campest.	1	Helianthemum numm.	1	Lotus corniculatus	1	Potentilla grandiflora	1	Trisetum flavescens	1
		Polygala chamaebux.	1	Orthilia secunda	1	Leucanthemum cun.	1	Melampyrum sylvat.	1	Graminée	1	Hippocrepis comosa	1	Phyteuma orbiculare	1	Ranunculus auricomus	1	Veronica arvensis	1
		Prunella vulgaris	1	Pedicularis gyroflexa	1	Lotus corniculatus	1	Onobrychis viciifolia	1	Gymnadenia conops.	1	Hypericum richeri	1	Plantago alpina	1	Trifolium montanum	1		
		Ranunculus auricomus	1	Plantago alpina	1	Melampyrum sylvat.	1	Polygala vulgaris	1	Hippocrepis comosa	1	Hypochoeris maculata	1	Plantago major	1				
		Sesleria albicans	1	Poa alpina	1	Phyteuma orbiculare	1	Polygonum viviparum	1	Hypericum richeri	1	Linum catharticum	1	Poa alpina	1				
				Polygala chamaebux.	1	Polygala chamaebux.	1	Potentilla grandiflora	1	Hypochoeris maculata	1	Plantago alpina	1	Polygonum viviparum	1				
				Potentilla reptens	1	Polygala vulgaris	1	Senecio doronicum	1	Hypochoeris radicata	1	Polygonum viviparum	1	Prunella vulgaris	1				
				Prunella vulgaris	1	Polygonum viviparum	1	Trifolium montanum	1	Leucanthemum cun.	1	Potentilla grandiflora	1	Trisetum flavescens	1				
				Pulsatilla alpina	1	Potentilla reptens	1	Trifolium pratense	1	Linum catharticum	1	Potentilla reptens	1	Veronica arvensis	1				
				Ranunculus auricomus	1	Prunella vulgaris	1			Plantago alpina	1	Pulmonaria angustif.	1						
				Rhinanthus alectorol.	1	Pulmonaria angustif.	1			Potentilla reptens	1	Pulsatilla alpina	1						
				Sesleria albicans	1	Ranunculus auricomus	1			Pulsatilla alpina	1	Senecio doronicum	1						
						Rhinanthus alectorol.	1			Stachys monieri	1	Trifolium pratense	1						
						Stachys monieri	1			Trisetum flavescens	1	Trisetum flavescens	1						

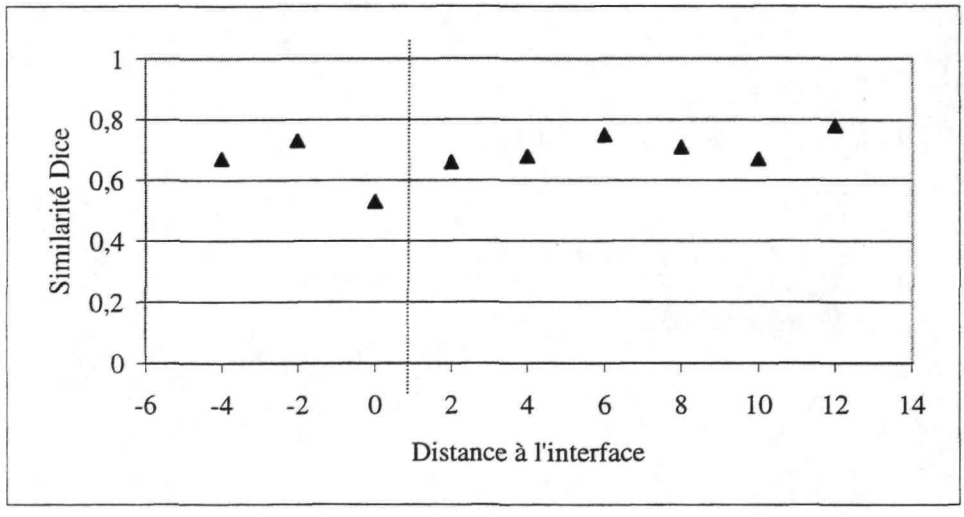




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



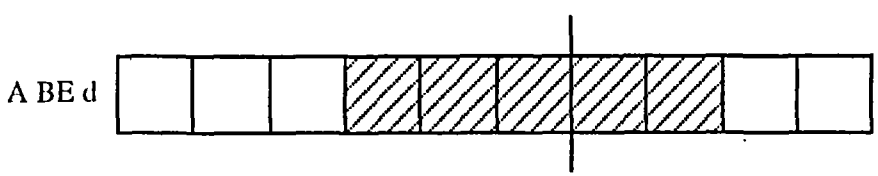


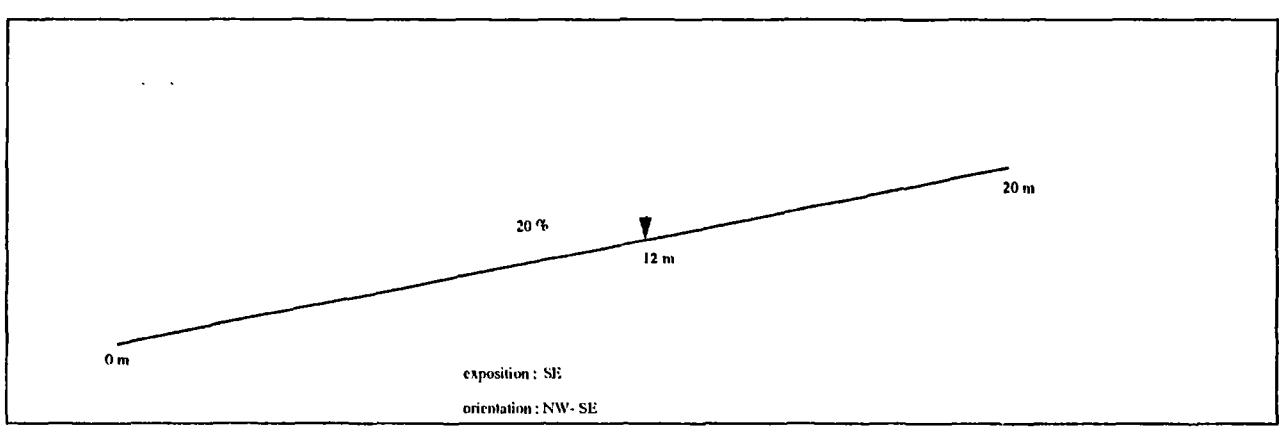


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

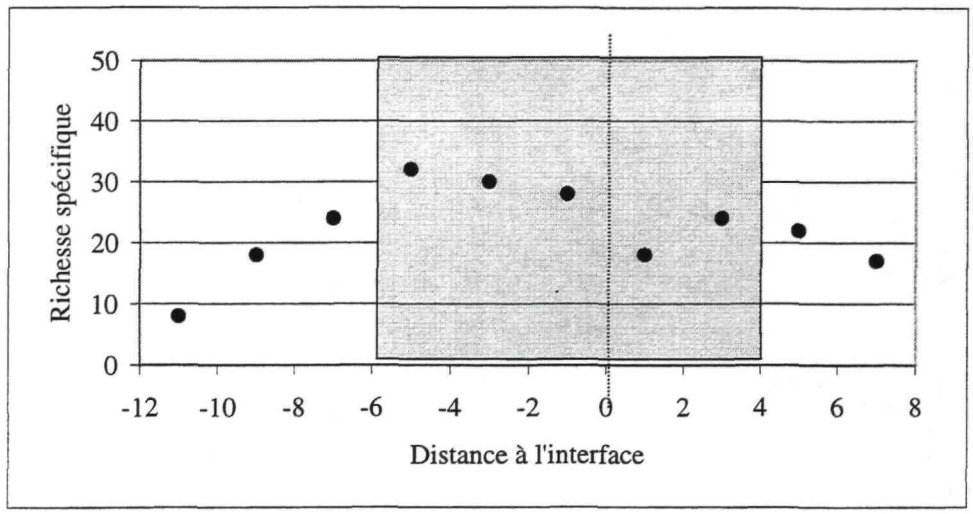
Arpont 5-9 (4) : transect de forêt à zone entretenue

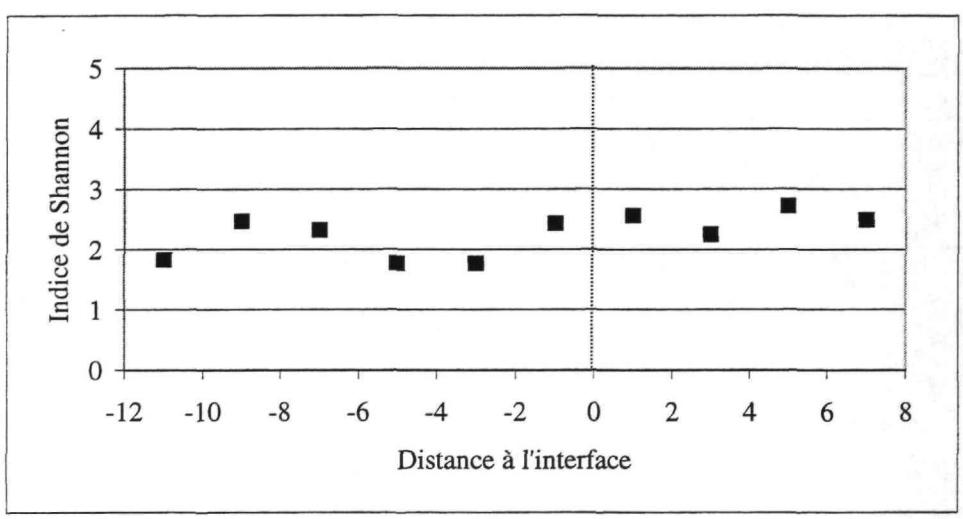
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Cotoneaster integer.	3	Cotoneaster integer.	2	Festuca rubra	2	Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	5	Brachypodium pinn.	3	Luzula multiflora	3	Anthoxanthum odor.	3	Bromus erectus	3	Bromus erectus	3
Brachypodium pinn.	2	Gentiana lutea	2	Abies alba	1	Laserpitium latifolium	2	Laserpitium latifolium	3	Luzula multiflora	3	Anthoxanthum odor.	2	Brachypodium pinn.	3	Festuca rubra	3	Festuca rubra	3
Gentiana lutea	2	Poa alpina	2	Anthoxanthum odor.	1	Abies alba	1	Centaurea scabiosa	2	Poa alpina	3	Brachypodium pinn.	2	Luzula multiflora	3	Trifolium montanum	3	Trifolium montanum	3
Rosa pimpinellifolia	2	Rosa pimpinellifolia	2	Brachypodium pinn.	1	Achillea millefolium	1	Primula veris sp veris	2	Anthoxanthum odor.	2	Hieracium pilosella	2	Poa alpina	3	Brachypodium pinn.	2	Laserpitium latifolium	2
Galium tenue.	1	Abies alba	1	Carlina acaulis	1	Anthoxanthum odor.	1	Salvia pratensis	2	Laserpitium latifolium	2	Leucanthemum cun.	2	Anthyllis vulneraria	1	Dactylis glomerata	2	Myosotis sylvatica	2
Melampyrum sylvat.	1	Anthyllis vulneraria	1	Dactylis glomerata	1	Carlina acaulis	1	Abies alba	1	Biscutella laevigata	1	Poa alpina	2	Biscutella laevigata	1	Poa alpina	2	Rhinanthus alectorol.	2
Picea abies	1	Brachypodium pinn.	1	Euphorbia cyparissias	1	Centaurea scabiosa	1	Anthoxanthum odor.	1	Briza media	1	Biscutella laevigata	1	Briza media	1	Rhinanthus alectorol.	2	Astragalus purpureus	1
Pinus uncinata	1	Carex sempervirens	1	Galium tenue.	1	Dactylis glomerata	1	Campanula rhomb.	1	Carex sempervirens	1	Bromus erectus	1	Bromus erectus	1	Biscutella laevigata	1	Biscutella laevigata	1
		Dactylis glomerata	1	Gentiana lutea	1	Euphorbia cyparissias	1	Carex sempervirens	1	Carlina acaulis	1	Dactylis glomerata	1	Campanula carnica	1	Briza media	1	Briza media	1
		Festuca rubra	1	Hepatica nobilis	1	Festuca rubra	1	Carlina acaulis	1	Centaurea scabiosa	1	Galium tenue.	1	Carlina acaulis	1	Galium tenue.	1	Centaurea scabiosa	1
		Fragaria vesca	1	Hypochoeris radicata	1	Fragaria vesca	1	Dactylis glomerata	1	Dactylis glomerata	1	Hepatica nobilis	1	Centaurea uniflora	1	Gentiana lutea	1	Dactylis glomerata	1
		Galium tenue.	1	Laserpitium siler	1	Gentiana lutea	1	Euphorbia cyparissias	1	Festuca rubra	1	Lichen 1	1	Festuca rubra	1	Graminée	1	Dracocephalum ruys.	1
		Hepatica nobilis	1	Luzula sylvatica	1	Helianthemum numm.	1	Festuca rubra	1	Hepatica nobilis	1	Lichen 2	1	Hepatica nobilis	1	Hypochoeris maculata	1	Galium tenue.	1
		Hypochoeris radicata	1	Melampyrum sylvat.	1	Hepatica nobilis	1	Galium tenue.	1	Hieracium pilosella	1	Luzula luzulina	1	Hippocrepis comosa	1	Laserpitium latifolium	1	Hypochoeris maculata	1
		Melampyrum sylvat.	1	Myosotis sylvatica	1	Laserpitium siler	1	Helianthemum numm.	1	Hippocrepis comosa	1	Melampyrum sylvat.	1	Laserpitium latifolium	1	Leucanthemum cun.	1	Onobrychis viciifolia	1
		Picea abies	1	Picea abies	1	Lotus corniculatus	1	Hepatica nobilis	1	Leucanthemum cun.	1	Rhinanthus alectorol.	1	Leucanthemum cun.	1	Luzula multiflora	1	Plantago major	1
		Pinus uncinata	1	Pinus uncinata	1	Luzula luzulina	1	Knautia arvensis	1	Lichen 1	1	Senecio doronicum	1	Melampyrum sylvat.	1	Melampyrum sylvat.	1		
		Potentilla reptens	1	Plantago major	1	Luzula sylvatica	1	Laserpitium siler	1	Lichen 2	1	Thymus serpyllum	1	Myosotis sylvatica	1	Myosotis sylvatica	1		
				Poa alpina	1	Melampyrum sylvat.	1	Leucanthemum cun.	1	Melampyrum sylvat.	1			Onobrychis viciifolia	1	Onobrychis viciifolia	1		
				Poa sp	1	Phyteuma orbiculare	1	Luzula luzulina	1	Myosotis sylvatica	1			Plantago major	1	Plantago major	1		
				Prunella vulgaris	1	Picea abies	1	Luzula sylvatica	1	Onobrychis viciifolia	1			Ranunculus auricomus	1	Ranunculus auricomus	1		
				Ranunculus auricomus	1	Plantago major	1	Melampyrum sylvat.	1	Plantago alpina	1			Rhinanthus alectorol.	1	Trifolium pratense	1		
				Rosa pimpinellifolia	1	Poa alpina	1	Myosotis sylvatica	1	Poa sp	1			Silene nutans	1				
				Sesleria albicans	1	Polygala vulgaris	1	Onobrychis viciifolia	1	Prunella vulgaris	1			Trifolium montanum	1				
						Potentilla reptens	1	Phyteuma orbiculare	1	Pulmonaria angustif.	1								
						Primula veris sp veris	1	Poa alpina	1	Rhinanthus alectorol.	1								
						Prunella vulgaris	1	Prunella vulgaris	1	Senecio doronicum	1								
						Rosa pimpinellifolia	1	Ranunculus auricomus	1	Silene nutans	1								
						Salvia pratensis	1	Rhinanthus alectorol.	1										
						Senecio doronicum	1	Rosa pimpinellifolia	1										
						Trifolium montanum	1												

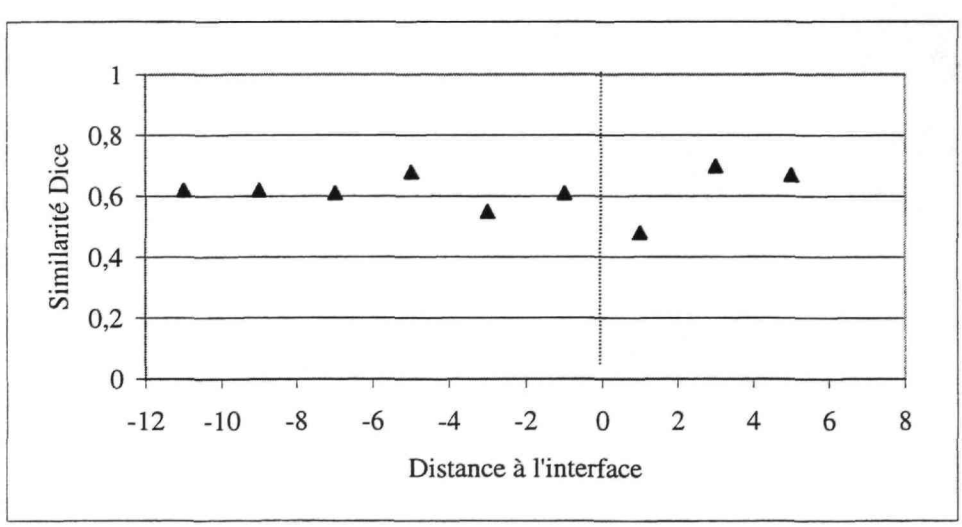




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref







CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Arpont 5-9 (5) : transect de forêt à zone entretenue

placette 1
- Galium boreale 2
- Sesleria albicans 2
- Arctostaphylos uv. 1
- Daphne laureola 1
- Festuca rubra 1
- Gentiana lutea 1
- Laserpitium latifolium 1
- Leucanthemum cun. 1
- Pinus uncinata 1
- Pulsatilla alpina 1
- Vicia incana 1

placette 2
- Pinus uncinata 2
- Pulsatilla alpina 2
- Sesleria albicans 2
- Cotoneaster integer. 1
- Crepis mollis 1
- Euphorbia cyparissias 1
- Festuca rubra 1
- Galium boreale 1
- Leucanthemum cun. 1

placette 3
- Brachypodium pinn. 4
- Galium boreale 3
- Euphorbia cyparissias 2
- Pulsatilla alpina 2
- Sesleria albicans 2
- Cotoneaster integer. 1
- Crepis mollis 1
- Festuca rubra 1
- Fragaria vesca 1
- Galium tenue. 1
- Gentiana lutea 1
- Leucanthemum cun. 1
- Pinus uncinata 1
- Senecio doronicum 1

placette 4
- Brachypodium pinn. 4
- Pulsatilla alpina 3
- Galium boreale 2
- Gentiana lutea 2
- Sesleria albicans 2
- Agrostis sp 1
- Arrhenatherum elat. 1
- Crepis mollis 1
- Dracocephalum ruys. 1
- Euphorbia cyparissias 1
- Festuca rubra 1
- Galium tenue. 1
- Leucanthemum cun. 1
- Myosotis sylvatica 1
- Phyteuma orbiculare 1
- Pinus uncinata 1
- Polygonum viviparum 1
- Ranunculus auricomus 1
- Scabiosa columbaria 1
- Senecio doronicum 1
- Sorbus aucuparia 1
- Stachys monieri 1
- Thesium alpinum 1

placette 5
- Brachypodium pinn. 4
- Pulsatilla alpina 3
- Prunella vulgaris 2
- Sesleria albicans 2
- Agrostis sp 1
- Carex sempervirens 1
- Centaurea jacea 1
- Centaurea scabiosa 1
- Crepis mollis 1
- Euphorbia cyparissias 1
- Festuca rubra 1
- Fragaria vesca 1
- Galium tenue. 1
- Gentiana lutea 1
- Leucanthemum cun. 1
- Luzula sylvatica 1
- Phyteuma orbiculare 1
- Polygonum viviparum 1
- Ranunculus auricomus 1
- Scabiosa columbaria 1

placette 6
- Brachypodium pinn. 4
- Gentiana lutea 2
- Pulsatilla alpina 2
- Ranunculus auricomus 2
- Sesleria albicans 2
- Carex digitata 1
- Carex sempervirens 1
- Carlina acaulis 1
- Centaurea jacea 1
- Centaurea scabiosa 1
- Euphorbia cyparissias 1
- Festuca rubra 1
- Galium tenue. 1
- Hypochoeris maculata 1
- Leucanthemum cun. 1
- Luzula sylvatica 1
- Phyteuma orbiculare 1
- Poa alpina 1
- Polygonum viviparum 1
- Potentilla reptans 1
- Prunella vulgaris 1
- Rhinanthus alectorol. 1
- Rubus idaeus 1
- Scabiosa columbaria 1
- Senecio doronicum 1
- Taraxacum officinale 1

placette 7
- Brachypodium pinn. 3
- Centaurea jacea 2
- Polygonum viviparum 2
- Rhinanthus alectorol. 2
- Agrostis sp 1
- Arrhenatherum elat. 1
- Carex sempervirens 1
- Carlina acaulis 1
- Coeloglossum viride 1
- Euphrasia hirtella 1
- Festuca rubra 1
- Galium tenue. 1
- Gentiana lutea 1
- Gentianella compest. 1
- Helianthemum numm. 1
- Hypochoeris maculata 1
- Leucanthemum cun. 1
- Lotus corniculatus 1
- Luzula sylvatica 1
- Myosotis sylvatica 1
- Pedicularis gyroflexa 1
- Phyteuma orbiculare 1
- Polygala vulgaris 1
- Potentilla reptans 1
- Prunella vulgaris 1
- Pulsatilla alpina 1
- Ranunculus auricomus 1
- Rubus idaeus 1
- Scabiosa columbaria 1
- Sesleria albicans 1
- Taraxacum officinale 1
- Trifolium montanum 1
- Vicia incana 1

placette 8
- Helianthemum numm 4
- Rhinanthus alectorol 3
- Brachypodium pinn. 2
- Graminée 2
- Arrhenatherum elat. 1
- Aster alpinus 1
- Briza media 1
- Carlina acaulis 1
- Euphorbia cyparissias 1
- Festuca rubra 1
- Gentianella compest. 1
- Hippocrepis comosa 1
- Leucanthemum cun. 1
- Linum catharticum 1
- Lotus corniculatus 1
- Myosotis sylvatica 1
- Onobrychis viciifolia 1
- Plantago alpina 1
- Plantago major 1
- Poa alpina 1
- Polygala vulgaris 1
- Polygonum viviparum 1
- Potentilla reptans 1
- Prunella vulgaris 1
- Ranunculus auricomus 1
- Silene nutans 1
- Stachys monieri 1
- Taraxacum officinale 1
- Trifolium montanum 1

placette 9
- Helianthemum numm. 3
- Arrhenatherum elat. 2
- Dracocephalum ruys. 2
- Plantago alpina 2
- Prunella vulgaris 2
- Rhinanthus alectorol. 2
- Arabis hirsuta 1
- Astragalus purpureus 1
- Biscutella laevigata 1
- Brachypodium pinn. 1
- Briza media 1
- Bupleurum ranuncul. 1
- Centaurea jacea 1
- Euphorbia cyparissias 1
- Euphrasia hirtella 1
- Festuca rubra 1
- Galium tenue. 1
- Gentianella compest. 1
- Graminée 1
- Hippocrepis comosa 1
- Leucanthemum cun. 1
- Lotus corniculatus 1
- Myosotis sylvatica 1
- Onobrychis viciifolia 1
- Polygala vulgaris 1
- Potentilla reptans 1
- Ranunculus auricomus 1
- Silene nutans 1

placette 10
- Helianthemum numm 3
- Myosotis sylvatica 3
- Festuca rubra 2
- Graminée 2
- Onobrychis viciifolia 2
- Plantago alpina 2
- Rhinanthus alectorol. 2
- Arabis hirsuta 1
- Arrhenatherum elat. 1
- Asperula cynanchica 1
- Astragalus purpureus 1
- Biscutella laevigata 1
- Brachypodium pinn. 1
- Briza media 1
- Bupleurum ranuncul. 1
- Centaurea jacea 1
- Euphorbia cyparissias 1
- Euphrasia hirtella 1
- Galium tenue. 1
- Gymnadenia conops. 1
- Hippocrepis comosa 1
- Laserpitium latifolium 1
- Leucanthemum cun. 1
- Lotus corniculatus 1
- Prunella vulgaris 1
- Ranunculus auricomus 1
- Senecio doronicum 1
- Silene nutans 1
- Trifolium montanum 1

placette 11
- Graminée 3
- Helianthemum numm. 3
- Arrhenatherum elat. 2
- Euphorbia cyparissias 2
- Galium tenue. 2
- Myosotis sylvatica 2
- Plantago alpina 2
- Senecio doronicum 2
- Anthyllis vulneraria 1
- Arabis hirsuta 1
- Aster alpinus 1
- Astragalus purpureus 1
- Brachypodium pinn. 1
- Briza media 1
- Bromus erectus 1
- Bupleurum ranuncul. 1
- Campanula cornica 1
- Carex sempervirens 1
- Centaurea jacea 1
- Dracocephalum ruys. 1
- Euphrasia hirtella 1
- Festuca rubra 1
- Gymnadenia conops. 1
- Hippocrepis comosa 1
- Laserpitium latifolium 1
- Leucanthemum cun. 1
- Lotus corniculatus 1
- Onobrychis viciifolia 1
- Polygala vulgaris 1
- Polygonum viviparum 1
- Prunella vulgaris 1
- Rhinanthus alectorol. 1
- Silene nutans 1
- Trifolium montanum 1

placette 12
- Helianthemum numm. 4
- Arrhenatherum elat. 3
- Bromus erectus 3
- Onobrychis viciifolia 3
- Astragalus purpureus 2
- Myosotis sylvatica 2
- Trifolium montanum 2
- Asperula cynanchica 1
- Brachypodium pinn. 1
- Briza media 1
- Bupleurum ranuncul. 1
- Carex sempervirens 1
- Carlina acaulis 1
- Centaurea jacea 1
- Centaurea scabiosa 1
- Dracocephalum ruys. 1
- Euphorbia cyparissias 1
- Euphrasia hirtella 1
- Festuca rubra 1
- Galium tenue. 1
- Graminée 1
- Hippocrepis comosa 1
- Hypochoeris maculata 1
- Leucanthemum cun. 1
- Lotus corniculatus 1
- Plantago alpina 1
- Polygala vulgaris 1
- Polygonum viviparum 1
- Prunella vulgaris 1
- Pulmonaria angustif. 1
- Rhinanthus alectorol. 1
- Senecio doronicum 1
- Silene nutans 1

placette 13
- Bromus erectus 3
- Helianthemum numm. 3
- Onobrychis viciifolia 3
- Rhinanthus alectorol. 3
- Brachypodium pinn. 2
- Festuca rubra 2
- Arrhenatherum elat. 1
- Astragalus purpureus 1
- Briza media 1
- Bupleurum ranuncul. 1
- Campanula cornica 1
- Carex sempervirens 1
- Centaurea jacea 1
- Euphorbia cyparissias 1
- Galium tenue. 1
- Graminée 1
- Gymnadenia conops. 1
- Hippocrepis comosa 1
- Leucanthemum cun. 1
- Lotus corniculatus 1
- Myosotis sylvatica 1
- Plantago alpina 1
- Prunella vulgaris 1
- Pulmonaria angustif. 1
- Senecio doronicum 1
- Sesleria albicans 1
- Silene nutans 1
- Trifolium montanum 1

placette 14
- Bromus erectus 5
- Rhinanthus alectorol. 3
- Festuca rubra 2
- Briza media 1
- Bunium bulbocastan. 1
- Campanula cornica 1
- Capsella bursa pasto. 1
- Centaurea jacea 1
- Gymnadenia conops. 1
- Helianthemum numm. 1
- Laserpitium siler 1
- Lotus corniculatus 1
- Myosotis sylvatica 1
- Onobrychis viciifolia 1
- Paradisea liliastrum 1
- Plantago alpina 1
- Senecio doronicum 1
- Sesleria albicans 1
- Silene nutans 1
- Taraxacum officinale 1
- Trifolium montanum 1

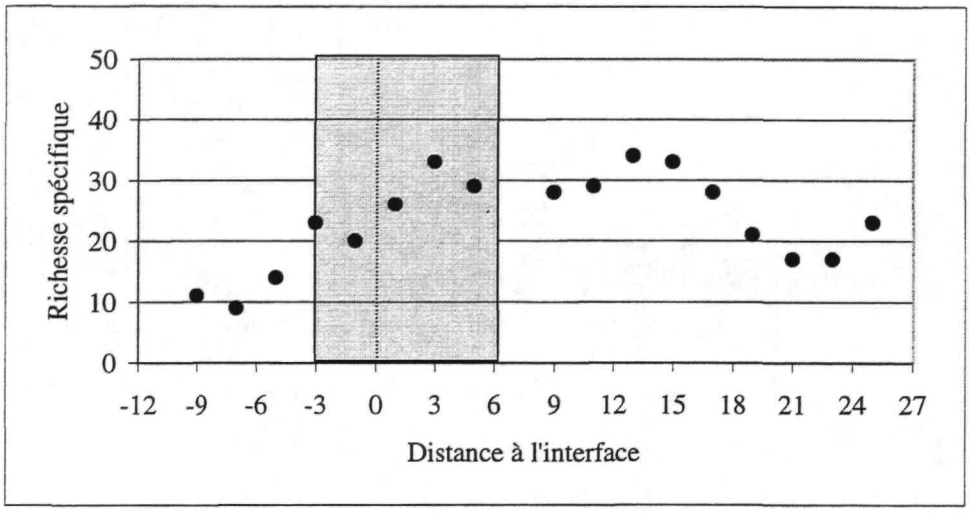
placette 15
- Bromus erectus 4
- Capsella bursa pasto. 3
- Arrhenatherum elat. 2
- Brachypodium pinn. 2
- Festuca rubra 2
- Onobrychis viciifolia 2
- Rhinanthus alectorol. 2
- Aster alpinus 1
- Astragalus purpureus 1
- Briza media 1
- Centaurea jacea 1
- Euphorbia cyparissias 1
- Helianthemum numm. 1
- Leucanthemum cun. 1
- Prunella vulgaris 1
- Senecio doronicum 1
- Trifolium montanum 1

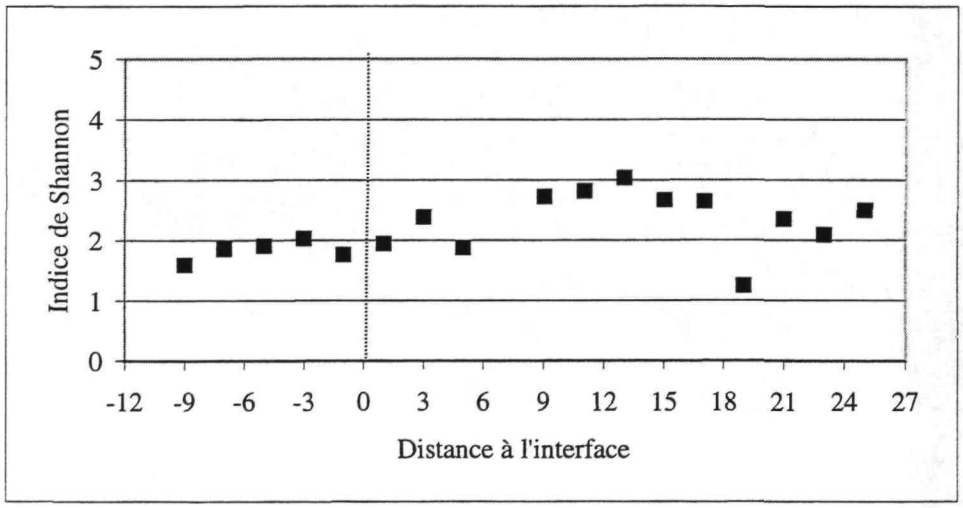
placette 16
- Bromus erectus 4
- Brachypodium pinn. 3
- Rhinanthus alectorol. 3
- Festuca rubra 2
- Helianthemum numm 2
- Arrhenatherum elat. 1
- Aster alpinus 1
- Briza media 1
- Centaurea jacea 1
- Euphorbia cyparissias 1
- Leucanthemum cun. 1
- Myosotis sylvatica 1
- Onobrychis viciifolia 1
- Plantago alpina 1
- Prunella vulgaris 1
- Senecio doronicum 1
- Silene nutans 1

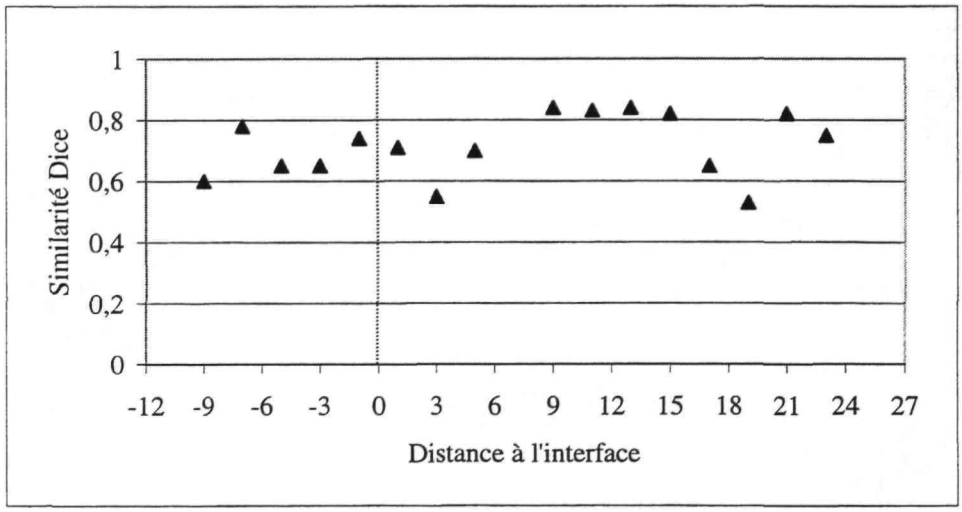
placette 17
- Bromus erectus 4
- Brachypodium pinn. 3
- Rhinanthus alectorol. 3
- Briza media 2
- Dracocephalum ruys. 2
- Festuca rubra 2
- Helianthemum numm. 2
- Carex sempervirens 1
- Centaurea jacea 1
- Centaurea scabiosa 1
- Euphorbia cyparissias 1
- Euphrasia hirtella 1
- Galium boreale 1
- Hypochoeris maculata 1
- Laserpitium latifolium 1
- Leucanthemum cun. 1
- Myosotis sylvatica 1
- Onobrychis viciifolia 1
- Plantago alpina 1
- Prunella vulgaris 1
- Senecio doronicum 1
- Silene nutans 1
- Trifolium montanum 1

A BE e

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



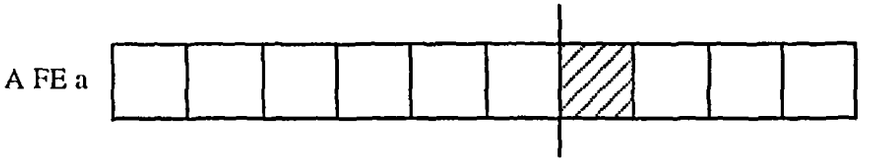


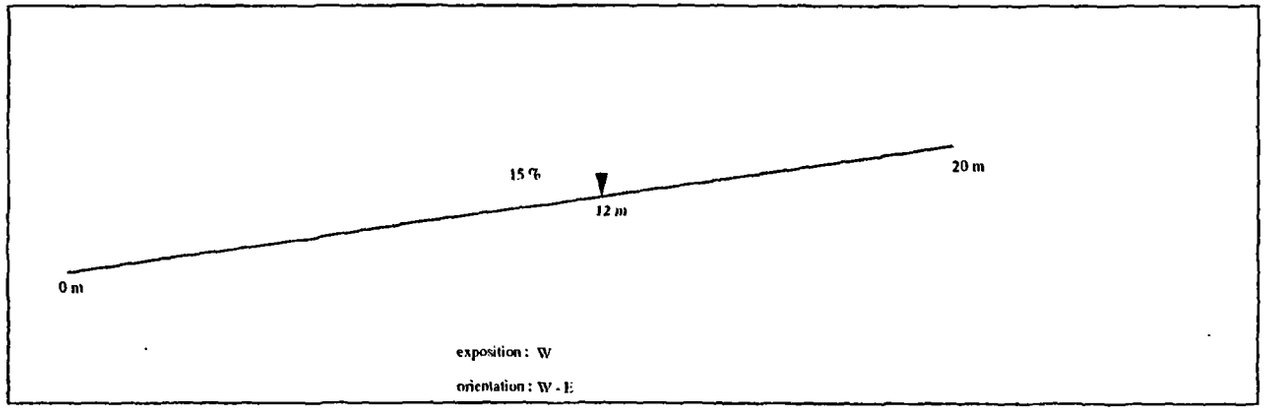


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Arpont 6-9 (1) : transect de friche à zone entretenue

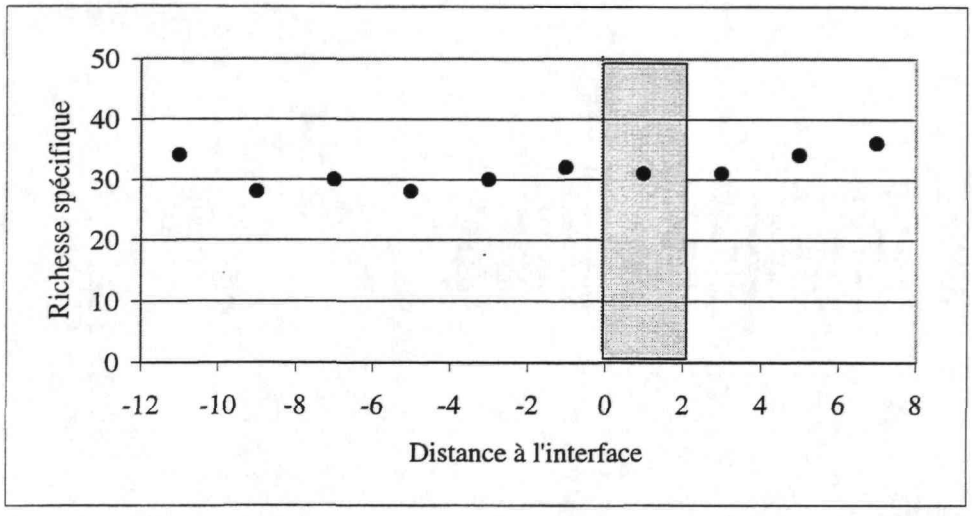
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	3	Dryas octopetala	4	Dryas octopetala	4	Dryas octopetala	3	Dryas octopetala	3	Dryas octopetala	3	Dryas octopetala	3	Dryas octopetala	3	Dryas octopetala	3
Picea abies	3	Dryas octopetala	3	Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	3	Festuca rubra	3	Festuca rubra	3	Festuca rubra	3	Festuca rubra	3	Festuca rubra	3	Festuca rubra	3
Hypericum richeri	2	Picea abies	3	Laserpitium siler	3	Laserpitium siler	3	Laserpitium siler	3	Laserpitium siler	3	Laserpitium siler	2	Plantago alpina	2	Plantago alpina	2	Pulsatilla alpina	2
Laserpitium siler	2	Carex sempervirens	2	Anthyllis vulneraria	1	Picea abies	2	Astrantia minor	1	Pulsatilla alpina	2	Pulsatilla alpina	2	Anthyllis vulneraria	1	Anthyllis vulneraria	1	Anthyllis vulneraria	1
Pulsatilla alpina	2	*Hypericum richeri*	2	Aster alpinus	1	Pulsatilla alpina	2	*Bartsia alpina*	1	Anthyllis vulneraria	1	Anthyllis vulneraria	1	Bartsia alpina	1	Aster alpinus	1	Aster alpinus	1
Arctostaphylos uv.	1	Laserpitium siler	2	Bartsia alpina	1	Anthyllis vulneraria	1	Brachypodium pinn.	1	Aster alpinus	1	Astrantia minor	1	Briza media	1	Bartsia alpina	1	Astrantia minor	1
Aster alpinus	1	Pulsatilla alpina	2	Briza media	1	Aster alpinus	1	Briza media	1	Astrantia minor	1	Bartsia alpina	1	Brachypodium pinn.	1	Briza media	1	Bartsia alpina	1
Bartsia alpina	1	Anthyllis vulneraria	1	Bupleurum ranuncul.	1	Bartsia alpina	1	Bupleurum ranuncul.	1	Bartsia alpina	1	Brachypodium pinn.	1	Bupleurum ranuncul.	1	Bupleurum ranuncul.	1	Briza media	1
Briza media	1	Aster alpinus	1	Carex sempervirens	1	Briza media	1	Carex sempervirens	1	Brachypodium pinn.	1	Briza media	1	Carex sempervirens	1	Carex sempervirens	1	Bupleurum ranuncul.	1
Bupleurum ranuncul.	1	Bartsia alpina	1	Carlina acaulis	1	Bupleurum ranuncul.	1	Carex sempervirens	1	Briza media	1	Bupleurum ranuncul.	1	Carlina acaulis	1	Carlina acaulis	1	Carex sempervirens	1
Carex sempervirens	1	Briza media	1	Centaurea uniflora	1	*Carex sempervirens*	1	Carlina acaulis	1	Bupleurum ranuncul.	1	Carex sempervirens	1	Centaurea uniflora	1	Centaurea uniflora	1	Carlina acaulis	1
Carlina acaulis	1	Bupleurum ranuncul.	1	Dianthus sp	1	Carlina acaulis	1	Centaurea uniflora	1	Carex sempervirens	1	Carlina acaulis	1	Euphrasia hirtella	1	Euphrasia hirtella	1	Centaurea uniflora	1
Centaurea uniflora	1	Carlina acaulis	1	Festuca rubra	1	Centaurea uniflora	1	*Composée laineuse*	1	Carlina acaulis	1	Centaurea uniflora	1	Gentiana lutea	1	Gentiana acaulis	1	Euphrasia hirtella	1
Dianthus sp	1	Dianthus sp	1	Gentiana acaulis	1	Festuca rubra	1	Festuca rubra	1	Centaurea uniflora	1	Composée laineuse	1	Graminée	1	Gentiana lutea	1	Gentiana lutea	1
Dryas octopetala	1	*Festuca rubra*	1	*Gentiana lutea*	1	Gentiana acaulis	1	Gentiana lutea	1	Composée laineuse	1	Euphrasia hirtella	1	Helianthemum numm.	1	Graminée	1	Graminée	1
Festuca rubra	1	Gentiana lutea	1	Gentianella campest.	1	Gentiana lutea	1	Hypericum richeri	1	Gentiana lutea	1	Gentiana lutea	1	Hypericum richeri	1	Helianthemum numm.	1	Helianthemum numm.	1
Galium boreale	1	Gentianella campest.	1	Hypericum richeri	1	Gentianella campest.	1	Juniperus communis subsp nana	1	Helianthemum numm.	1	Gentianella campest.	1	Laserpitium siler	1	*Hippocrepis comosa*	1	Hippocrepis comosa	1
Gentiana acaulis	1	*Juniperus communis subsp nana*	1	*Juniperus communis subsp nana*	1	Graminée	1	Leucanthemum cun.	1	Hippocrepis comosa	1	Graminée	1	*Leucanthemum cun.*	1	Hypericum richeri	1	Hypericum richeri	1
Gentiana lutea	1	Leucanthemum cun.	1	Leucanthemum cun.	1	Hypericum richeri	1	Linum catharticum	1	Composée laineuse	1	Hippocrepis comosa	1	Linum catharticum	1	Juniperus communis subsp nana	1	Laserpitium latifolium	1
Gentianella campest.	1	Lotus corniculatus	1	*Linum catharticum*	1	Leucanthemum cun.	1	Onobrychis viciifolia	1	Gentiana lutea	1	Hypericum richeri	1	Onobrychis viciifolia	1	Laserpitium siler	1	Laserpitium siler	1
Juniperus communis subsp nana	1	Onobrychis viciifolia	1	Onobrychis viciifolia	1	*Pedicularis cristata*	1	Parnassia palustris	1	Helianthemum numm.	1	Leucanthemum cun.	1	Orchis pallens	1	Leucanthemum cun.	1	Leucanthemum cun.	1
Leucanthemum cun.	1	Pedicularis cristata	1	Pedicularis cristata	1	Plantago alpina	1	*Pedicularis cristata*	1	Hypericum richeri	1	*Linum catharticum*	1	Pedicularis cristata	1	*Linum catharticum*	1	Linum catharticum	1
Lotus corniculatus	1	Polygala vulgaris	1	Picea abies	1	Polygala vulgaris	1	Picea abies	1	Leucanthemum cun.	1	Onobrychis viciifolia	1	Polygala vulgaris	1	Linum catharticum	1	*Nigritella nigra*	1
Onobrychis viciifolia	1	Potentilla reptens	1	Plantago alpina	1	Polygala vulgaris	1	Plantago alpina	1	*Linum catharticum*	1	Pedicularis cristata	1	Polygonum viviparum	1	Pedicularis cristata	1	Onobrychis viciifolia	1
Orchis pallens	1	Prunella vulgaris	1	Polygala vulgaris	1	Polygonum viviparum	1	Polygala vulgaris	1	Onobrychis viciifolia	1	*Picea abies*	1	Potentilla reptens	1	Picea abies	1	Orchis pallens	1
Pedicularis cristata	1	Pulmonaria angustif.	1	Potentilla reptens	1	Potentilla reptens	1	Polygonum viviparum	1	Pedicularis cristata	1	Plantago alpina	1	Prunella vulgaris	1	Polygala vulgaris	1	Pedicularis cristata	1
Phyteuma orbiculare	1	*Sesleria albicans*	1	Prunella vulgaris	1	Prunella vulgaris	1	Potentilla reptens	1	*Picea abies*	1	Polygala vulgaris	1	Pulsatilla alpina	1	Polygonum viviparum	1	Plantago alpina	1
Plantago alpina	1	Trollius europaeus	1	Pulsatilla alpina	1	Sesleria albicans	1	Prunella vulgaris	1	Plantago alpina	1	Polygonum viviparum	1	Rhinanthus alectorol.	1	Potentilla reptens	1	Polygala vulgaris	1
Polygala vulgaris	1			Sesleria albicans	1	Trollius europaeus	1	Pulsatilla alpina	1	Polygala vulgaris	1	Potentilla reptens	1	Sesleria albicans	1	Prunella vulgaris	1	Polygonum viviparum	1
Polygonum viviparum	1			*Trifolium montanum*	1			Sesleria albicans	1	Polygonum viviparum	1	Rhinanthus alectorol.	1	Traunsteinera glob.	1	Pulsatilla alpina	1	Potentilla reptens	1
Potentilla reptens	1							*Trifolium montanum*	1	Prunella vulgaris	1	Sesleria albicans	1	Trifolium montanum	1	Rhinanthus alectorol.	1	Prunella vulgaris	1
Prunella vulgaris	1							*Trifolium pratense*	1	Sesleria albicans	1	Thesium alpinum	1	Trollius europaeus	1	Sesleria albicans	1	*Rhinanthus alectorol.*	1
Pulmonaria angustif.	1									Thesium alpinum	1	Trifolium montanum	1			Thesium alpinum	1	Sesleria albicans	1
Sesleria albicans	1									Trifolium montanum	1					Traunsteinera glob.	1	Thesium alpinum	1
										Trollius europaeus	1					Trifolium montanum	1	Traunsteinera glob.	1
																		Trifolium montanum	1

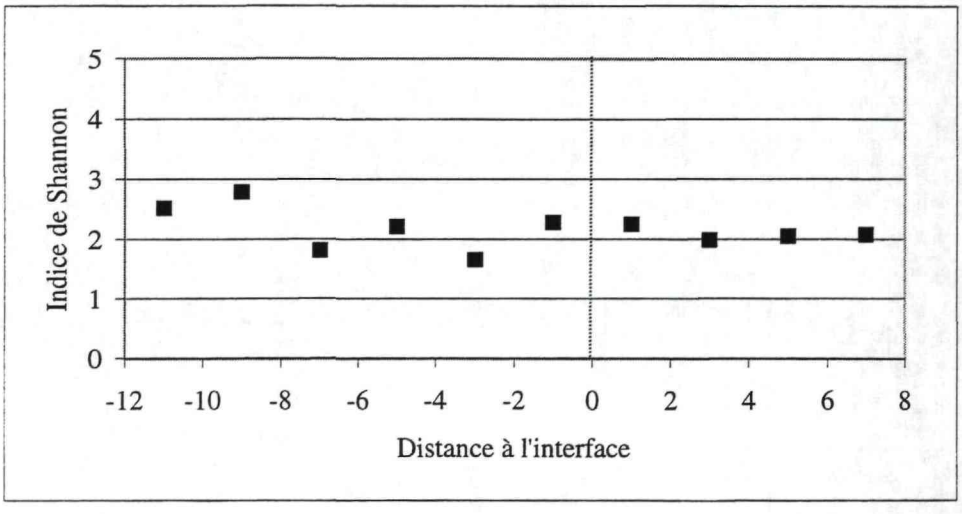


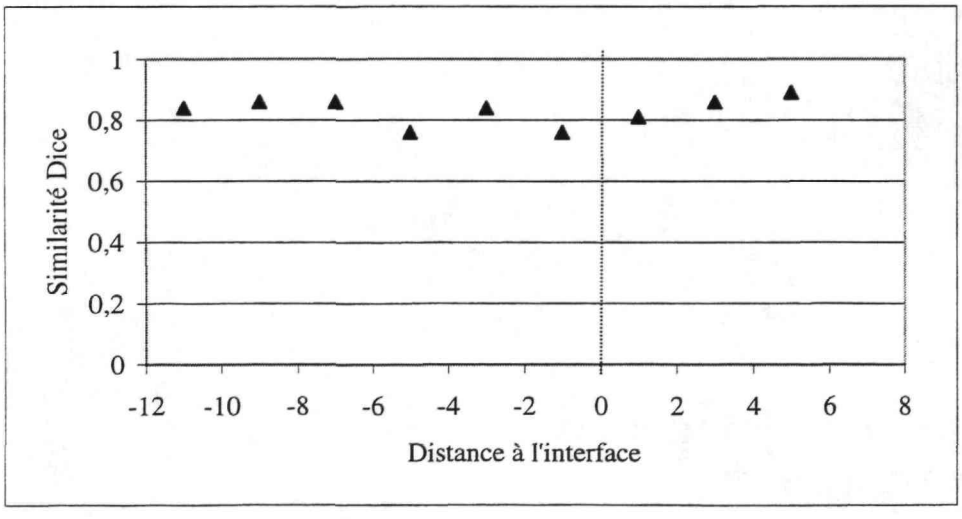


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

A FE a



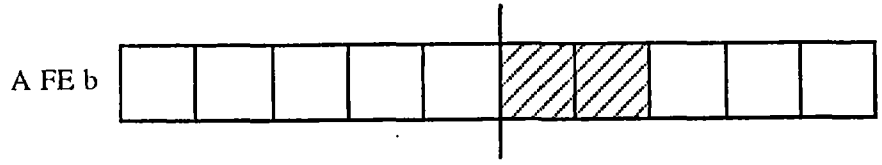


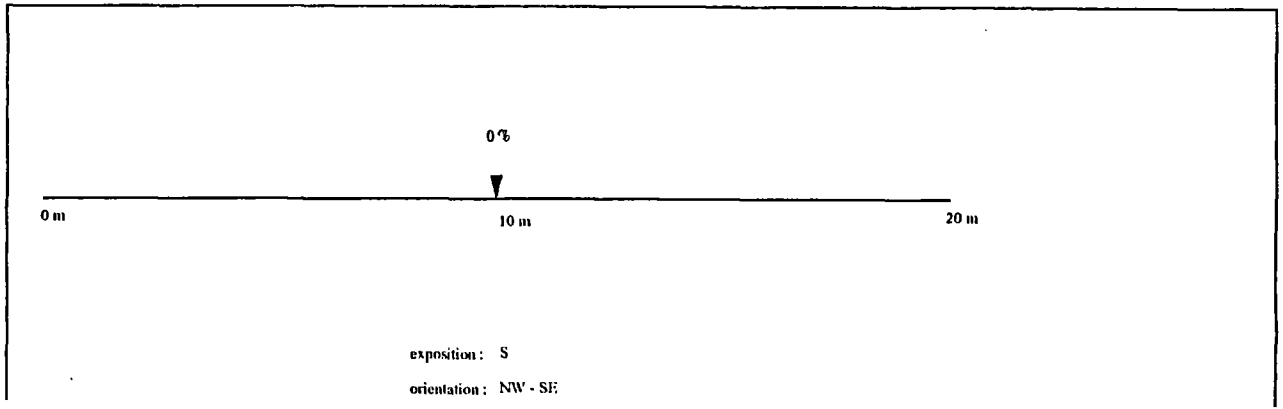


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

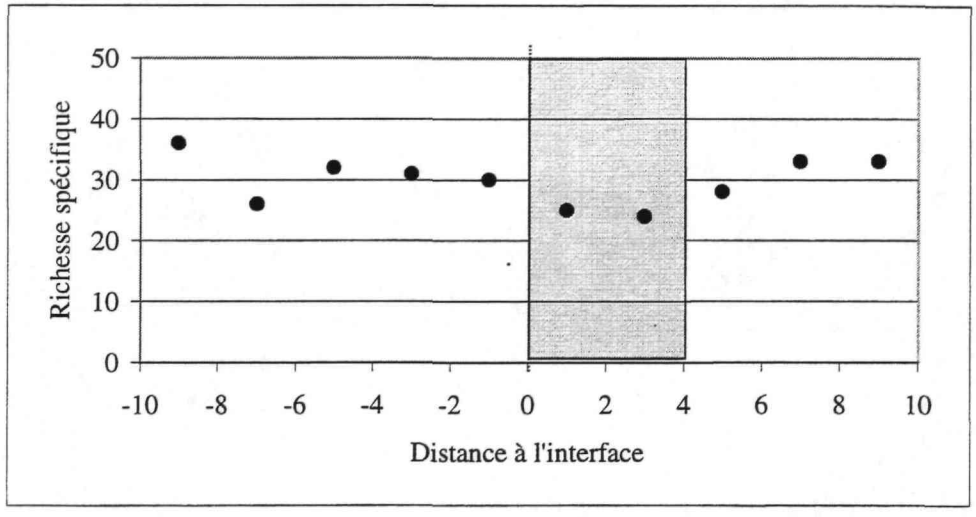
Arpont 6-9 (2) : transect de friche à zone entretenue

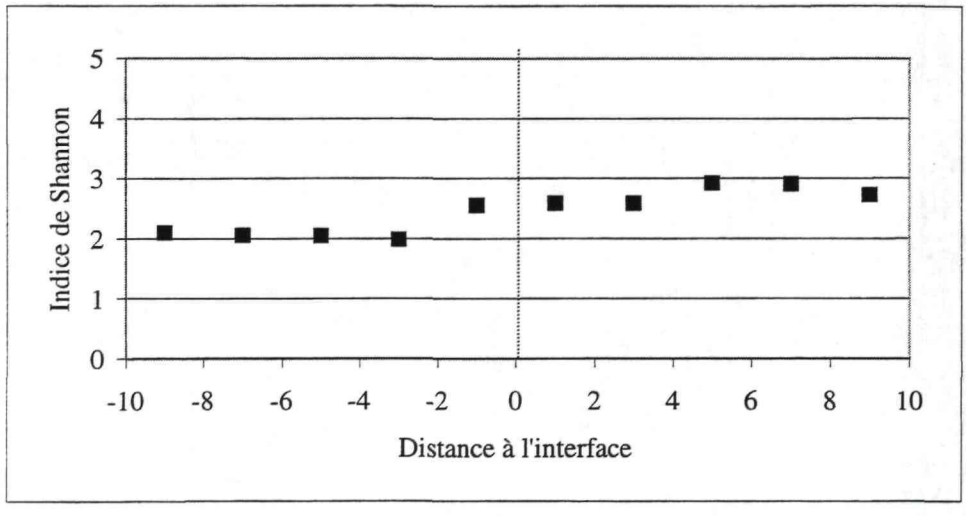
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Picea abies	4	Picea abies	4	Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	3	Festuca rubra	3	Galium boreale	4	Brachypodium pinn.	2	Bartsia alpina	2	Centaurea scabiosa	2
Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	3	Laserpitium siler	3	Laserpitium siler	3	Galium boreale	2	Galium boreale	3	Festuca rubra	3	Galium boreale	2	Graminée	2	Pulsatilla alpina	2
Dryas octopetala	3	Galium boreale	2	Picea abies	3	Pulsatilla alpina	2	Helianthemum numm.	2	Brachypodium pinn.	2	Brachypodium pinn.	2	Graminée	2	Helianthemum numm.	2	Bartsia alpina	1
Laserpitium siler	2	Laserpitium siler	2	Agrostis sp	1	Anthyllis vulneraria	1	Laserpitium siler	2	Carex sempervirens	2	Carex sempervirens	2	Pulsatilla alpina	2	Laserpitium siler	2	Brachypodium pinn.	1
Agrostis sp	1	Pulsatilla alpina	2	Anthyllis vulneraria	1	Bartsia alpina	1	Pulsatilla alpina	2	Graminée	2	Graminée	2	Sesleria albicans	2	Brachypodium pinn.	1	Briza media	1
Anthyllis vulneraria	1	Anthyllis vulneraria	1	Bartsia alpina	1	Briza media	1	Bartsia alpina	1	Sesleria albicans	2	Gymnadenia conops.	2	Aster alpinus	1	Briza media	1	Bupleurum ranuncul.	1
Astrantia minor	1	Aster alpinus	1	Bupleurum ranuncul.	1	Carex sempervirens	1	Briza media	1	Anthyllis vulneraria	1	Onobrychis viciifolia	2	Bartsia alpina	1	Bupleurum ranuncul.	1	Carex sempervirens	1
Bartsia alpina	1	Bartsia alpina	1	Carex sempervirens	1	Carlina acaulis	1	Bupleurum ranuncul.	1	Astragalus purpureus	1	Sesleria albicans	2	Briza media	1	Carex sempervirens	1	Carlina acaulis	1
Briza media	1	Bupleurum ranuncul.	1	Carlina acaulis	1	Centaurea uniflora	1	Carex sempervirens	1	Bartsia alpina	1	Anthyllis vulneraria	1	Carex sempervirens	1	Carlina acaulis	1	Centaurea uniflora	1
Bupleurum ranuncul.	1	Carlina acaulis	1	Centaurea scabiosa	1	Composée laineuse	1	Carlina acaulis	1	Briza media	1	Bartsia alpina	1	Carlina acaulis	1	Centaurea scabiosa	1	Composée laineuse	1
Carlina acaulis	1	Dryas octopetala	1	Dryas octopetala	1	Dryas octopetala	1	Dryas octopetala	1	Bupleurum ranuncul.	1	Briza media	1	Centaurea scabiosa	1	Dracocephalum ruys.	1	Dryas octopetala	1
Centaurea uniflora	1	Gentiana lutea	1	Galium tenue.	1	Galium boreale	1	Festuca rubra	1	Carlina acaulis	1	Carlina acaulis	1	Centaurea uniflora	1	Festuca rubra	1	Festuca rubra	1
Galium boreale	1	Gentianella compest.	1	Gentiana lutea	1	Gentiana acaulis	1	Gentiana lutea	1	Dryas octopetala	1	Gentiana lutea	1	Festuca rubra	1	Galium boreale	1	Gymnadenia conops.	1
Gentiana acaulis	1	Helianthemum numm.	1	Gentianella compest.	1	Gentiana lutea	1	Gymnadenia conops.	1	Gentiana lutea	1	Gentianella compest.	1	Gymnadenia conops.	1	Gentiana lutea	1	Helianthemum numm.	1
Gentiana lutea	1	Hippocrepis comosa	1	Gymnadenia conops.	1	Gymnadenia conops.	1	Hippocrepis comosa	1	Gymnadenia conops.	1	Helianthemum numm.	1	Helianthemum numm	1	Gymnadenia conops.	1	Hippocrepis comosa	1
Gentianella compest.	1	Juniperus communis		Helianthemum numm.	1	Helianthemum numm.	1	Hypericum richeri	1	Helianthemum numm.	1	Hypericum richeri	1	Hypochoeris maculata	1	Hypochoeris maculata	1	Hypochoeris maculata	1
Gymnadenia conops.	1	subsp nana	1	*Hippocrepis comosa*	1	*Hypericum richeri*	1	*Juniperus communis*		*Leucanthemum cun.*	1	*Hypochoeris maculata*	1	*Hypochoeris radicata*	1	*Hypochoeris radicata*	1	*Laserpitium siler*	1
Helianthemum numm.	1	Laserpitium latifolium	1	Hypochoeris maculata	1	Hypochoeris maculata	1	subsp nana	1	Onobrychis viciifolia	1	Pedicularis cristata	1	Laserpitium siler	1	Leucanthemum cun.	1	Linum perenne sp alp.	1
Hypericum richeri	1	Lotus corniculatus	1	Juniperus communis		Juniperus communis		Leucanthemum cun.	1	Parnassia palustris	1	Plantago alpina	1	Linum catharticum	1	Linum perenne sp alp.	1	Lotus corniculatus	1
Hypochoeris radicata	1	Pedicularis erkstata	1	subsp nana	1	subsp nana	1	Pedicularis cristata	1	Plantago alpina	1	Polygala vulgaris	1	Onobrychis viciifolia	1	Onobrychis viciifolia	1	Onobrychis viciifolia	1
Juniperus communis		Plantago alpina	1	Lotus corniculatus	1	Laserpitium latifolium	1	Picea abies	1	Polygonum viviparum	1	Polygonum viviparum	1	Pedicularis cristata	1	Parnassia palustris	1	Parnassia palustris	1
subsp nana	1	Plantago major	1	Onobrychis viciifolia	1	Leucanthemum cun.	1	Pinus uncinata	1	Potentilla reptens	1	*Potentilla reptens*	1	Plantago alpina	1	Pedicularis cristata	1	Pedicularis cristata	1
Laserpitium latifolium	1	Potentilla reptens	1	Pedicularis cristata	1	Pedicularis cristata	1	Polygonum viviparum	1	Prunella vulgaris	1	Prunella vulgaris	1	Polygonum viviparum	1	Pinus uncinata	1	Pinus uncinata	1
Leucanthemum cun.	1	*Prunella vulgaris*	1	*Plantago alpina*	1	*Picea abies*	1	*Potentilla reptens*	1	*Rhinanthus alectorol.*	1	*Trifolium montanum*	1	*Potentilla reptens*	1	*Plantago alpina*	1	*Plantago alpina*	1
Linum catharticum	1	Sesleria albicans	1	Polygonum viviparum	1	Plantago alpina	1	Prunella vulgaris	1	Trifolium montanum	1			Prunella vulgaris	1	Polygala vulgaris	1	Polygala vulgaris	1
Linum perenne sp alp.	1	Trifolium montanum	1	Potentilla reptens	1	Polygonum viviparum	1	Rhinanthus alectorol.	1					Thesium alpinum	1	Polygonum viviparum	1	Polygonum viviparum	1
Pedicularis cristata	1	Trollius europaeus	1	Prunella vulgaris	1	Potentilla reptens	1	Senecio doronicum	1					Trifolium montanum	1	Potentilla reptens	1	Potentilla reptens	1
Plantago alpina	1			Pulmonaria angustif.	1	Prunella vulgaris	1	Sesleria albicans	1					Trifolium pratense	1	Prunella vulgaris	1	Prunella vulgaris	1
Polygala vulgaris	1			Pulsatilla alpina	1	Senecio doronicum	1	Thesium alpinum	1					Trollius europaeus	1	Rhinanthus alectorol.	1	Rhinanthus alectorol.	1
Polygonum viviparum				Senecio doronicum	1	Sesleria albicans	1	Trifolium montanum	1							Sesleria albicans	1	Sesleria albicans	1
?				*Sesleria albicans*	1	*Trifolium montanum*	1	*Trollius europaeus*	1							Thesium alpinum	1	Thesium alpinum	1
Potentilla reptens	1			Trifolium montanum	1	Trollius europaeus	1									Trifolium montanum	1	Trifolium montanum	1
Prunella vulgaris	1			Trollius europaeus	1											Trollius europaeus	1	Trollius europaeus	1
Pulmonaria angustif.	1																		
Pulsatilla alpina	1																		
Sesleria albicans	1																		
Trifolium montanum	1																		
Trollius europaeus	1																		

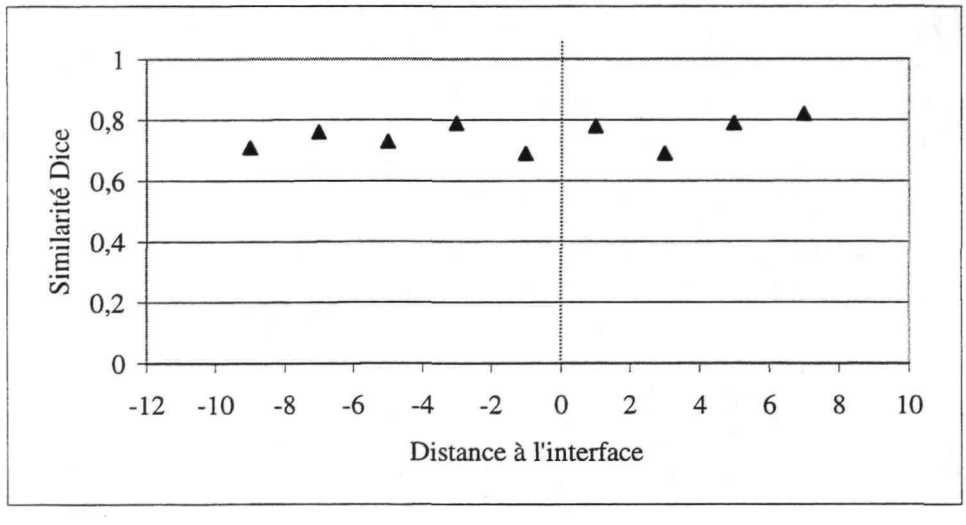




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



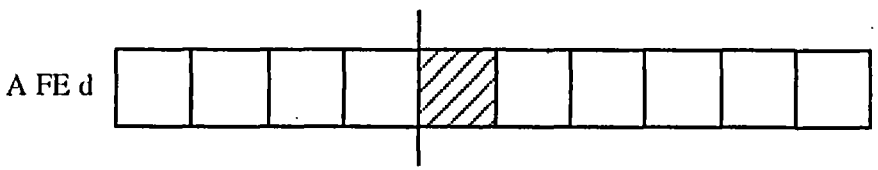


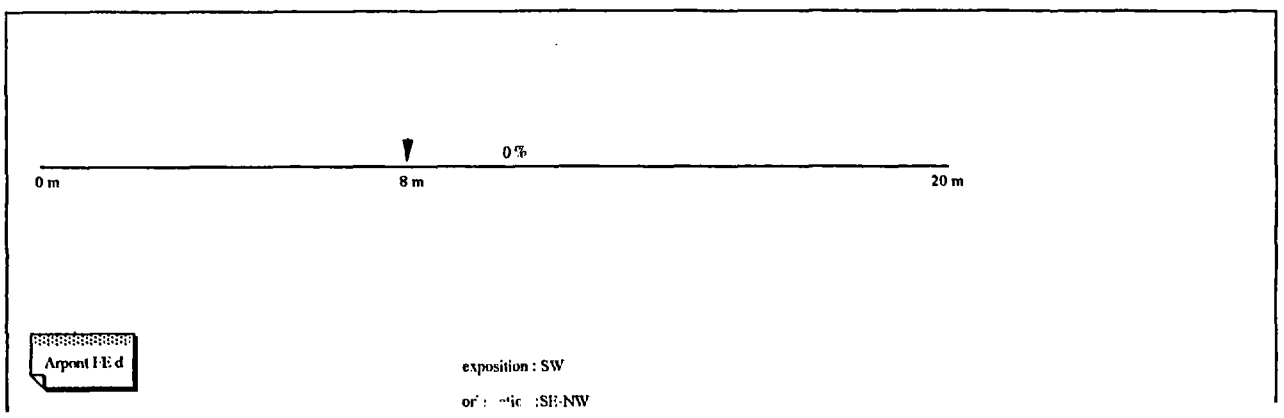


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

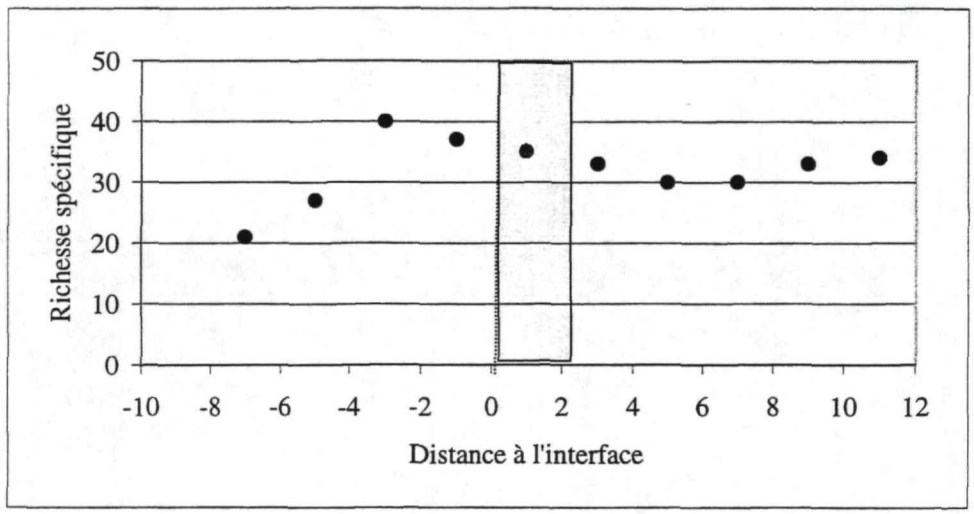
Arpont 6-9 (4) : transect de forêt à zone entretenue

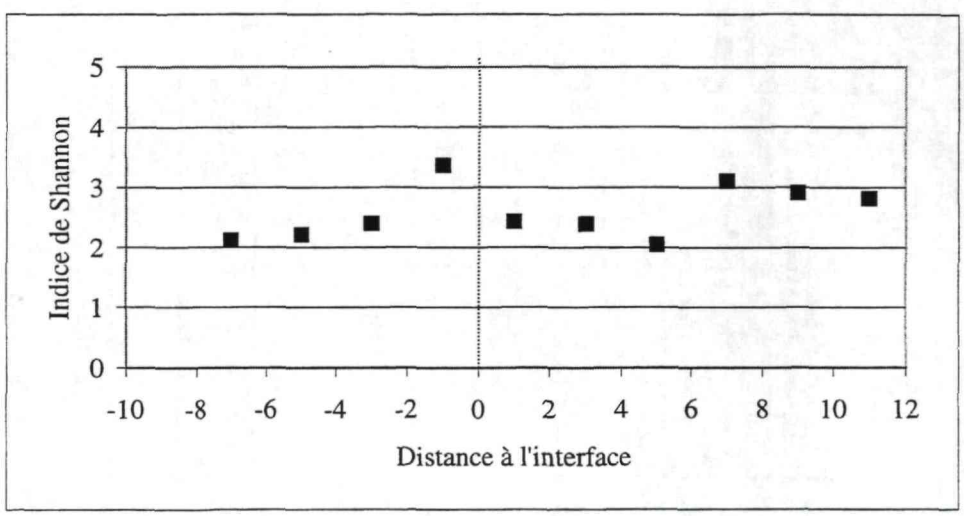
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	2	Laserpitium siler	3	Laserpitium siler	3	Laserpitium siler	3	Gentiana lutea	2	Helianthemum numm.	2	Helianthemum numm.	2
Laserpitium siler	3	Laserpitium siler	3	Picea abies	3	Dryas octopetala	2	Brachypodium pinn.	2	Helianthemum numm.	2	Helianthemum numm.	2	Helianthemum numm.	2	Lotus corniculatus	2	Laserpitium siler	2
Trisetum flavescens	3	Trisetum flavescens	3	Laserpitium siler	2	Erica herbacea	2	Dryas octopetala	2	Lotus corniculatus	2	Onobrychis viciifolia	2	Laserpitium siler	2	Onobrychis viciifolia	2	Rhinanthus alectorol.	2
Rhinanthus alectorol.	2	Rhinanthus alectorol.	2	Trisetum flavescens	2	Laserpitium siler	2	Rhinanthus alectorol.	2	Rhinanthus alectorol.	2	Brachypodium pinn.	1	Lotus corniculatus	2	Rhinanthus alectorol.	2	Anthoxanthum odor.	1
Arctostophylos uv.	1	Arctostophylos uv.	1	Anthyllis vulneraria	1	Pulsatilla alpina	2	Anthyllis vulneraria	1	Aster alpinus	1	Briza media	1	Pulsatilla alpina	2	Anthoxanthum odor.	1	Anthyllis vulneraria	1
Briza media	1	Briza media	1	Arctostophylos uv.	1	Rhinanthus alectorol.	2	Astrantia minor	1	Astrantia minor	1	Bupleurum ranuncul.	1	Rhinanthus alectorol.	2	Anthyllis vulneraria	1	Astrantia minor	1
Bupleurum ranuncul.	1	Bromus erectus	1	Bartsia alpina	1	Trisetum flavescens	2	Bartsia alpina	1	Brachypodium pinn.	1	Carex sempervirens	1	Brachypodium pinn.	1	Astrantia minor	1	Brachypodium pinn.	1
Carlina acaulis	1	Bupleurum ranuncul.	1	Briza media	1	Bartsia alpina	1	Briza media	1	Briza media	1	Centaurea scabiosa	1	Briza media	1	Brachypodium pinn.	1	Briza media	1
Centaurea uniflora	1	Centaurea scabiosa	1	Bupleurum ranuncul.	1	Briza media	1	Bupleurum ranuncul.	1	Bupleurum ranuncul.	1	Centaurea uniflora	1	Bupleurum ranuncul.	1	Briza media	1	Bupleurum ranuncul.	1
Festuca rubra	1	Centaurea uniflora	1	Carlina acaulis	1	Bromus erectus	1	Carlina acaulis	1	Carlina acaulis	1	Festuca paniculata	1	Centaurea scabiosa	1	Bromus erectus	1	Carlina acaulis	1
Gentiana lutea	1	Dryas octopetala	1	Centaurea scabiosa	1	Bupleurum ranuncul.	1	Centaurea scabiosa	1	Centaurea scabiosa	1	Festuca rubra	1	Centaurea uniflora	1	Bupleurum ranuncul.	1	Centaurea scabiosa	1
Helianthemum numm.	1	Festuca rubra	1	Centaurea uniflora	1	Carlina acaulis	1	Centaurea uniflora	1	Centaurea uniflora	1	Gentiana lutea	1	Dactocephalum tuys.	1	Carex sempervirens	1	Dactocephalum tuys.	1
Hypochoeris maculata	1	Gentiana lutea	1	Dryas octopetala	1	Centaurea scabiosa	1	Festuca rubra	1	Festuca paniculata	1	Gentiana verna	1	Festuca rubra	1	Centaurea scabiosa	1	Euphrasia hirtella	1
Onobrychis viciifolia	1	Gentianella compest.	1	Erica herbacea	1	Centaurea uniflora	1	Gentiana lutea	1	Festuca rubra	1	Gentianella compest.	1	Golium tenue.	1	Centaurea uniflora	1	Festuca paniculata	1
Picea abies	1	Gymnadenia conops.	1	Festuca rubra	1	Festuca paniculata	1	Gentianella compest.	1	Gentiana lutea	1	Graminée	1	Gentianella compest.	1	Dactocephalum tuys.	1	Festuca rubra	1
Plantago alpina	1	Helianthemum numm.	1	Gentiana lutea	1	Festuca rubra	1	Graminée	1	Graminée	1	Hypericum richeri	1	Hippocrepis comosa	1	Festuca rubra	1	Golium tenue.	1
Polygonum viviparum	1	Hypochoeris maculata	1	Gentianella compest.	1	Golium tenue.	1	Helianthemum numm.	1	Hypericum richeri	1	Hypochoeris maculata	1	Hypochoeris maculata	1	Golium tenue.	1	Gentiana lutea	1
Potentilla reptens	1	Juniperus communis subsp nana	1	Gymnadenia conops.	1	Gentiana lutea	1	Hypericum richeri	1	Hypochoeris maculata	1	Leucanthemum cun.	1	Loserpitium latifolium	1	Gentiana lutea	1	Gentianella compest	1
Pulsatilla alpina	1	Leucanthemum cun.	1	Helianthemum numm.	1	Gentianella compest.	1	Hypochoeris maculata	1	Leucanthemum cun.	1	Linum catharticum	1	Leucanthemum cun.	1	Hypericum richeri	1	Graminée	1
Trifolium montanum	1	Pedicularis gyroflexa	1	Hippocrepis comosa	1	Gymnadenia conops.	1	Juniperus communis subsp nana	1	Linum catharticum	1	Onobrychis viciifolia	1	Linum perenne sp alp.	1	Hypochoeris maculata	1	Hypericum richeri	1
		Picea abies	1	Hypericum richeri	1	Helianthemum numm.	1	Leucanthemum cun.	1	Onobrychis viciifolia	1	Pedicularis gyroflexa	1	Onobrychis viciifolia	1	Loserpitium siler	1	Hypochoeris maculata	1
		Plantago alpina	1	Hypochoeris maculata	1	Hypericum richeri	1	Linum catharticum	1	Pedicularis gyroflexa	1	Polygala vulgaris	1	Pedicularis gyroflexa	1	Leucanthemum cun.	1	Loserpitium latifolium	1
		Polygonum viviparum	1	Juniperus communis subsp nana	1	Hypochoeris maculata	1	Linum perenne sp alp.	1	Polygala vulgaris	1	Polygonum viviparum	1	Plantago alpina	1	Linum catharticum	1	Lotus corniculatus	1
		Potentilla reptens	1	Leucanthemum cun.	1	Leucanthemum cun.	1	Onobrychis viciifolia	1	Polygonum viviparum	1	Potentilla reptens	1	Polygala vulgaris	1	Pedicularis gyroflexa	1	Onobrychis viciifolia	1
		Prunella vulgaris	1	Linum catharticum	1	Onobrychis viciifolia	1	Pedicularis gyroflexa	1	Potentilla reptens	1	Prunella vulgaris	1	Polygonum viviparum	1	Plantago alpina	1	Pedicularis gyroflexa	1
		Pulsatilla alpina	1	Onobrychis viciifolia	1	Pedicularis gyroflexa	1	Plantago alpina	1	Prunella vulgaris	1	Pulsatilla alpina	1	Potentilla reptens	1	Polygala vulgaris	1	Plantago alpina	1
		Trifolium montanum	1	Pedicularis gyroflexa	1	Picea abies	1	Polygala vulgaris	1	Senecio doronicum	1	Rhinanthus alectorol.	1	Prunella vulgaris	1	Polygonum viviparum	1	Polygala vulgaris	1
				Pinus uncinata	1	Plantago alpina	1	Polygonum viviparum	1	Sesleria albicans	1	Trifolium montanum	1	Senecio doronicum	1	Potentilla reptens	1	Polygonum viviparum	1
				Plantago major	1	Polygala chamaebux.	1	Potentilla reptens	1	Thesium alpinum	1	Trifolium protense	1	Trifolium montanum	1	Prunella vulgaris	1	Potentilla reptens	1
				Polygala chamaebux.	1	Polygonum viviparum	1	Prunella vulgaris	1	Trifolium montanum	1	Trisetum flavescens	1	Trisetum flavescens	1	Pulsatilla alpina	1	Prunella vulgaris	1
				Polygonum viviparum	1	Potentilla reptens	1	Pulsatilla alpina	1	Trifolium protense	1					Senecio doronicum	1	Pulsatilla alpina	1
				Potentilla reptens	1	Prunella vulgaris	1	Sesleria albicans	1	Trisetum flavescens	1					Trifolium montanum	1	Trifolium montanum	1
				Prunella vulgaris	1	Sesleria albicans	1	Trifolium montanum	1							Trollius europaeus	1	Trifolium protense	1
				Pulsatilla alpina	1	Thesium alpinum	1	Trisetum flavescens	1										
				Rhinanthus alectorol.	1	Thymus serpyllum	1												
				Scabiosa columbaria	1	Trifolium montanum	1												
				Sesleria albicans	1														
				Trifolium montanum	1														
				Trifolium protense	1														

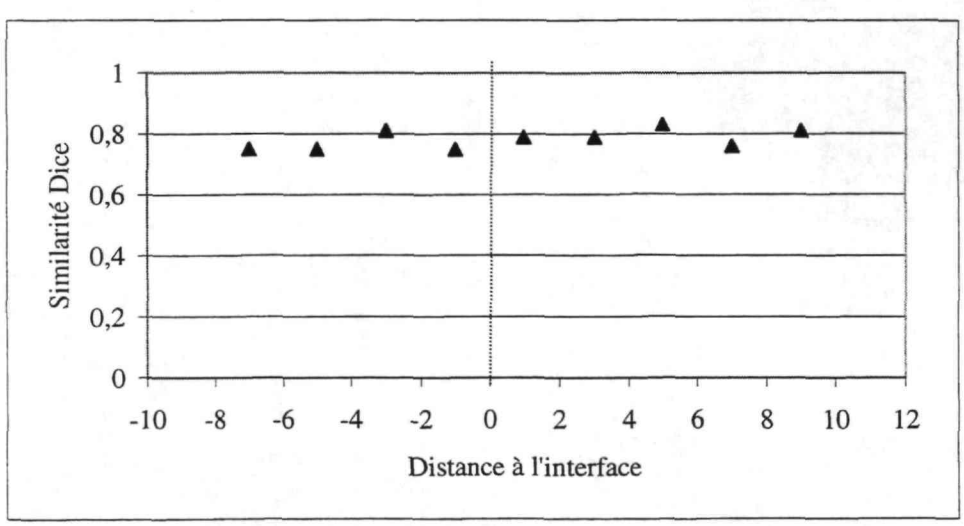




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



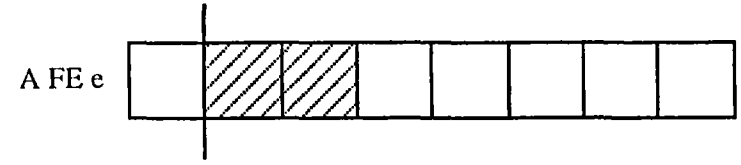


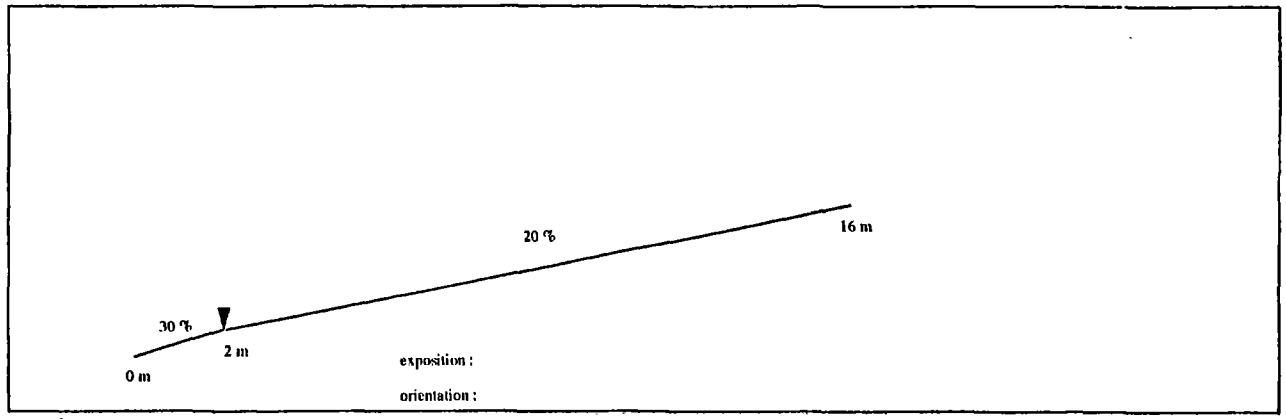


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

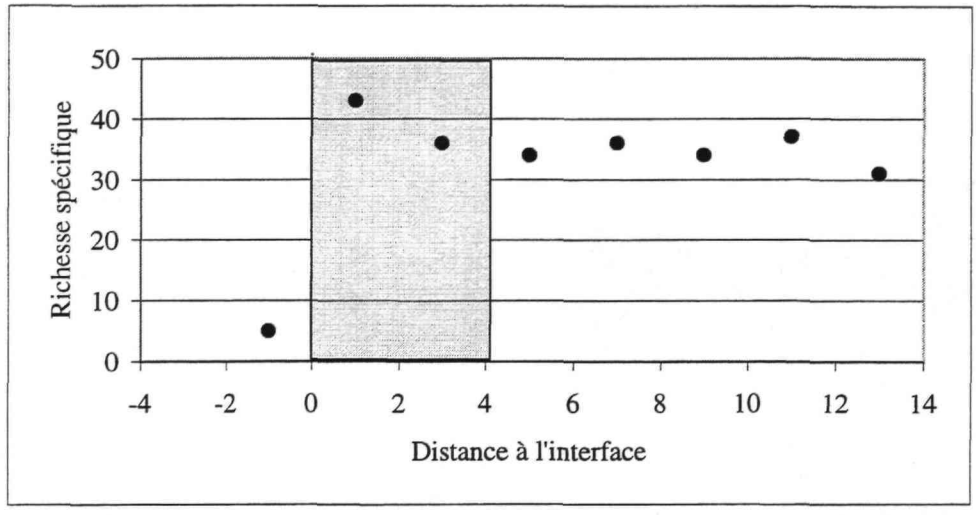
Arpont 6-9 (5) : transect de friche à zone entretenue

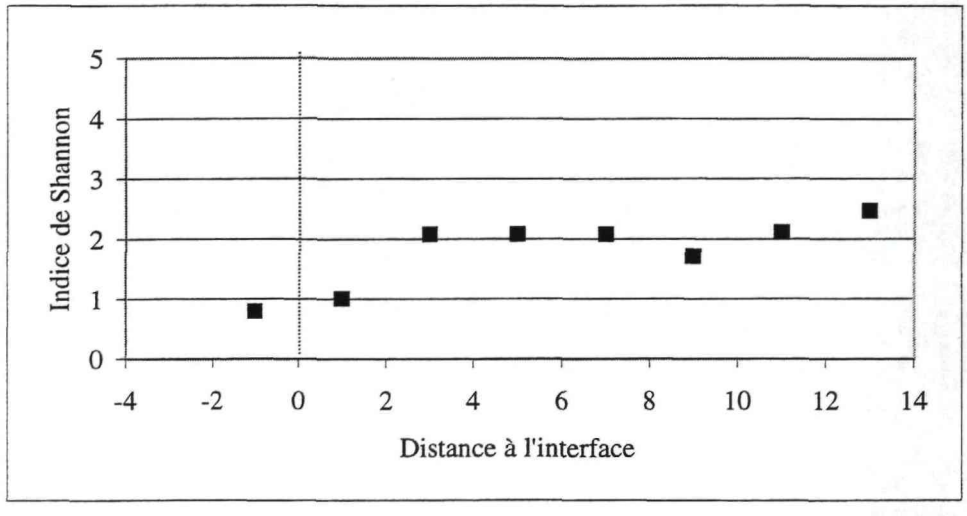
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8	
Picea abies	5	Brachypodium pinn.	4	Brachypodium pinn.	3	Festuca rubra	4	Festuca rubra	3	Festuca rubra	4	Festuca rubra	4	Festuca rubra	3
Brachypodium pinn.	3	Anthyllis vulneraria	1	Trifolium pratense	3	Laserpitium latifolium	3	Trifolium pratense	3	Trifolium pratense	3	Laserpitium latifolium	3	Laserpitium latifolium	3
Carlina acaulis	1	Astrantia minor	1	Laserpitium latifolium	2	Trifolium pratense	3	Bromus erectus	2	Bromus erectus	2	Trifolium pratense	3	Trifolium pratense	3
Gentiana lutea	1	Avenula versicolor	1	Anthyllis vulneraria	1	Rhinanthus alectorol.	2	Anthyllis vulneraria	1	Anthyllis vulneraria	1	Bromus erectus	2	Bromus erectus	2
Prunella vulgaris	1	Briza media	1	Briza media	1	Anthyllis vulneraria	1	Astrantia minor	1	Astrantia minor	1	Anthyllis vulneraria	1	Festuca paniculata	2
		Bromus erectus	1	Campanula cornica	1	Astrantia minor	1	Briza media	1	Briza media	1	Briza media	1	Agrostis sp	1
		Bupleurum ranuncul.	1	Campanula thyrsoides	1	Briza media	1	Bupleurum ranuncul.	1	Campanula cornica	1	Bunium bulbocast.	1	Briza media	1
		Carex sempervirens	1	Centaurea scabiosa	1	Carlina acaulis	1	Carlina acaulis	1	Carlina acaulis	1	Campanula cornica	1	Carex sempervirens	1
		Carlina acaulis	1	Composée	1	Centaurea scabiosa	1	Centaurea scabiosa	1	Centaurea scabiosa	1	Carex sempervirens	1	Carlina acaulis	1
		Centaurea scabiosa	1	Crepis sp	1	Crepis sp	1	Centaurea uniflora	1	Centaurea uniflora	1	Carlina acaulis	1	Centaurea scabiosa	1
		Centaurea uniflora	1	Dryas octopetala	1	Festuca paniculata	1	Crepis sp	1	Crepis sp	1	Centaurea scabiosa	1	Dracocephalum ruys.	1
		Dryas octopetala	1	Festuca rubra	1	Galium boreale	1	Galium tenue.	1	Festuca paniculata	1	Crepis sp	1	Galium boreale	1
		Erica herbacea	1	Gentiana lutea	1	Gentiana lutea	1	Gentiana lutea	1	Galium tenue.	1	Dracocephalum ruys.	1	Galium tenue.	1
		Festuca rubra	1	Gentianella campest.	1	Gentianella campest.	1	Gentiana verna	1	Gentiana lutea	1	Festuca paniculata	1	Gentianella campest.	1
		Galium tenue.	1	Graminée	1	Graminée	1	Gentianella campest.	1	Graminée	1	Galium tenue.	1	Helianthemum numm.	1
		Gentiana acaulis	1	Gymnadenia conops.	1	Gymnadenia conops.	1	Graminée	1	Helianthemum numm.	1	Gentianella campest.	1	Hypericum richeri	1
		Gentiana lutea	1	Helianthemum numm.	1	Helianthemum numm.	1	Gymnadenia conops.	1	Hypericum richeri	1	Helianthemum numm.	1	Hypochoeris maculata	1
		Gentianella compest.	1	Hypericum richeri	1	Hypochoeris maculata	1	Helianthemum numm.	1	Hypochoeris maculata	1	Hypericum richeri	1	Leucanthemum cun.	1
		Graminée	1	Hypochoeris maculata	1	Leucanthemum cun.	1	Hypericum richeri	1	Laserpitium latifolium	1	Hypochoeris maculata	1	Linum catharticum	1
		Gymnadenia conops.	1	Leucanthemum cun.	1	Linum catharticum	1	Hypochoeris maculata	1	Leucanthemum cun.	1	Laserpitium siler	1	Lotus corniculatus	1
		Helianthemum numm.	1	Linum catharticum	1	Pedicularis gyroflexa	1	Laserpitium latifolium	1	Linum perenne sp alp.	1	Leucanthemum cun.	1	Plantago alpina	1
		Hypericum richeri	1	Lotus corniculatus	1	Plantago alpina	1	Leucanthemum cun.	1	Lotus corniculatus	1	Linum perenne sp alp.	1	Plantago major	1
		Hypochoeris maculata	1	Onobrychis viciifolia	1	Plantago major	1	Onobrychis viciifolia	1	Onobrychis viciifolia	1	Lotus corniculatus	1	Polygonum viviparum	1
		Laserpitium latifolium	1	Plantago alpina	1	Polygonum viviparum	1	Plantago alpina	1	Plantago alpina	1	Onobrychis viciifolia	1	Potentilla reptens	1
		Leucanthemum cun.	1	Plantago major	1	Potentilla reptens	1	Plantago major	1	Polygonum viviparum	1	Plantago alpina	1	Prunella vulgaris	1
		Linum catharticum	1	Polygala vulgaris	1	Prunella vulgaris	1	Polygonum viviparum	1	Potentilla reptens	1	Plantago major	1	Pulmonaria angustif.	1
		Linum perenne sp alp.	1	Polygonum viviparum	1	Pulmonaria angustif.	1	Potentilla reptens	1	Prunella vulgaris	1	Polygonum viviparum	1	Pulsatilla alpina	1
		Lotus corniculatus	1	Potentilla reptens	1	Pulsatilla alpina	1	Prunella vulgaris	1	Pulmonaria angustif.	1	Potentilla reptens	1	Ranunculus auricomus	1
		Onobrychis viciifolia	1	Prunella vulgaris	1	Ranunculus auricomus	1	Pulmonaria angustif.	1	Pulsatilla alpina	1	Prunella vulgaris	1	Rhinanthus alectorol.	1
		Picea abies	1	Pulmonaria angustif.	1	Sesleria albicans	1	Pulsatilla alpina	1	Ranunculus auricomus	1	Pulmonaria angustif.	1	Senecio doronicum	1
		Pinus cembra	1	Pulsatilla alpina	1	Thesium alpinum	1	Ranunculus auricomus	1	Rhinanthus alectorol.	1	Pulsatilla alpina	1	Trifolium montanum	1
		Plantago alpina	1	Ranunculus auricomus	1	Trifolium montanum	1	Rhinanthus alectorol.	1	Sesleria albicans	1	Ranunculus auricomus	1		
		Plantago major	1	Rhinanthus alectorol.	1	Trollius europaeus	1	Sesleria albicans	1	Trifolium montanum	1	Rhinanthus alectorol.	1		
		Polygala vulgaris	1	Thesium alpinum	1	Veronica arvensis	1	Thesium alpinum	1	Trollius europaeus	1	Thesium alpinum	1		
		Polygonum viviparum	1	Trifolium montanum	1			Trifolium montanum	1			Tragopogon dubius	1		
		Potentilla reptens	1	Trollius europaeus	1			Trollius europaeus	1			Trifolium montanum	1		
		Prunella vulgaris	1									Veronica arvensis	1		
		Pulmonaria angustif.	1												
		Pulsatilla alpina	1												
		Rhinanthus alectorol.	1												
		Sesleria albicans	1												
		Trifolium montanum	1												
		Trifolium pratense	1												

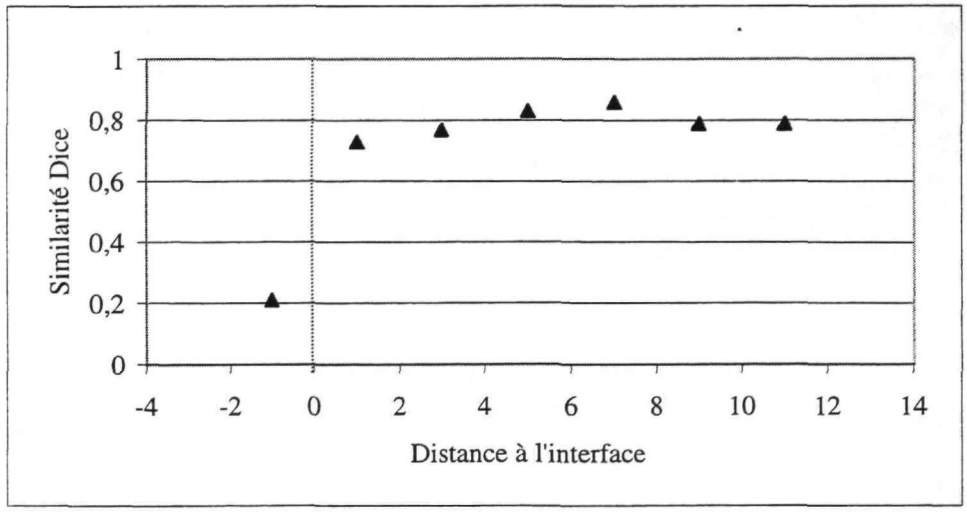




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



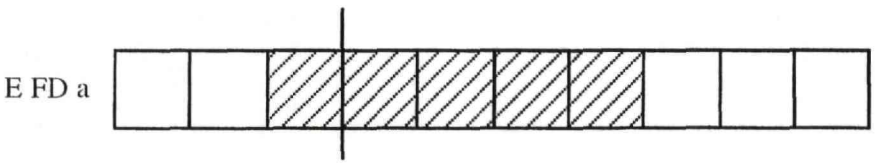


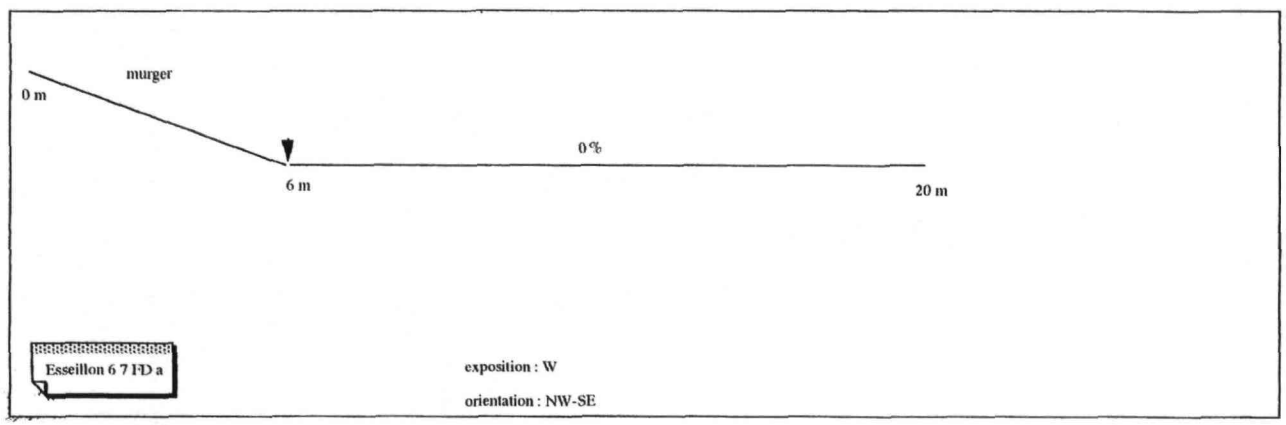


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

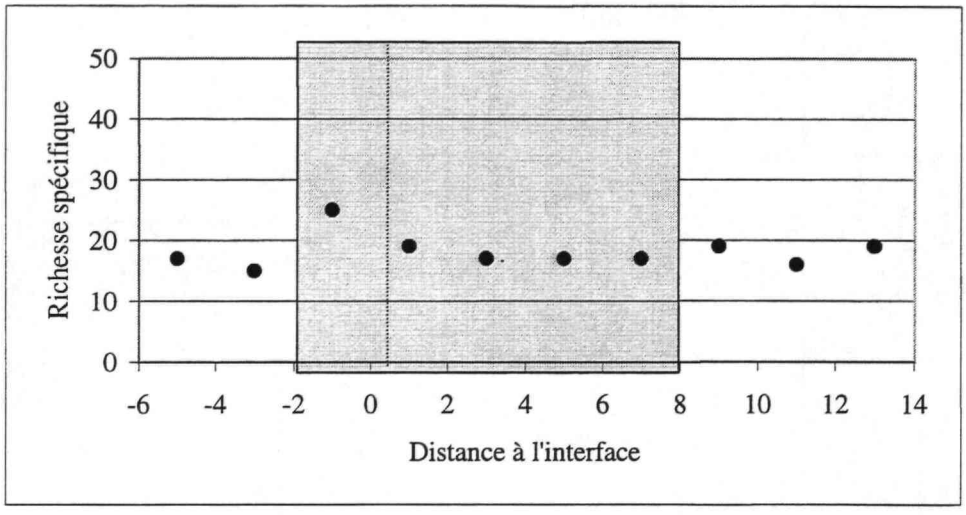
Esseillon 6-7 (1) : transect de forêt à zone en déprise

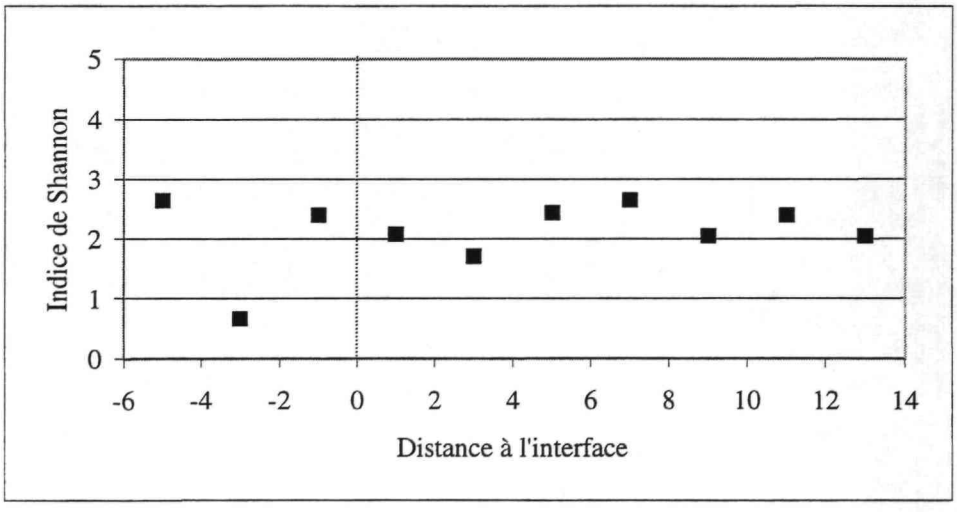
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Festuca valesiaca	2	Lotus corniculatus	3	Phleum nodosum	2	Trifolium montanum	3	Trifolium montanum	3	Bromus squarrosus	2	Bromus squarrosus	2	Medicago minima	2	Bromus squarrosus	2	Bromus squarrosus	2
Galium verum	2	Artemisia alba	1	Achillea millefolium	1	Bromus squarrosus	2	Bromus squarrosus	2	Phleum nodosum	2	Phleum nodosum	2	Phleum nodosum	2	Phleum nodosum	2	Phleum nodosum	2
Lotus corniculatus	2	Bromus erectus	1	Artemisia absinth.	1	Phleum nodosum	2	Phleum nodosum	2	Trifolium montanum	2	Plantago lanceolata	2	Achillea millefolium	1	Silene vulgaris	2	Artemisia absinth.	1
Prunus spinosa	2	Colchicum autumnale	1	Artemisia alba	1	Plantago lanceolata	2	Artemisia absinth.	1	Trifolium pratense	2	Trifolium montanum	2	Bardane	1	Trifolium montanum	2	Carduus defloratus	1
Teucrium chamaedrys	2	Festuca valesiaca	1	Bromus erectus	1	Achillea millefolium	1	Carduus defloratus	1	Artemisia absinth.	1	Trifolium pratense	2	Bromus erectus	1	Bromus erectus	1	Dactylis glomerata	1
Artemisia absinth.	1	Helianthemum numm.	1	Bromus squarrosus	1	Artemisia absinth.	1	Daucus carota	1	Bardane	1	Achillea millefolium	1	Bromus squarrosus	1	Carduus defloratus	1	Daucus carota	1
Briza media	1	Hieracium pilosella	1	Carduus defloratus	1	Bromus erectus	1	Echium vulgare	1	Bromus erectus	1	Artemisia absinth.	1	Carduus defloratus	1	Echium vulgare	1	Echium vulgare	1
Centaurea scabiosa	1	Hippocrepis comosa	1	Daucus carota	1	Carduus defloratus	1	Festuca ovina	1	Carduus defloratus	1	Bardane	1	Echium vulgare	1	Erigeron atticus	1	Festuca valesiaca	1
Colchicum autumnale	1	Hypericum perforat.	1	Hieracium pilosella	1	Centaurea scabiosa	1	Hieracium pilosella	1	Daucus carota	1	Carduus defloratus	1	Medicago sativa	1	Medicago minima	1	Lactuca épineuse ?	1
Helianthemum numm.	1	Plantago lanceolata	1	Hypericum perforat.	1	Convolvulus arvensis	1	Lactuca épineuse ?	1	Galium aparine	1	Dactylis glomerata	1	Plantago lanceolata	1	Plantago lanceolata	1	Plantago lanceolata	1
Hippocrepis comosa	1	Prunus spinosa	1	Lactuca épineuse ?	1	Daucus carota	1	Plantago lanceolata	1	Plantago lanceolata	1	Medicago sativa	1	Poa alpina	1	Poa alpina	1	Plantago sempervir.	1
Muscari neglectum	1	Ranunculus bulbosus	1	Lotus corniculatus	1	Hieracium pilosella	1	plante petite feuilles	1	plante petite feuilles	1	Plantago sempervir.	1	Sanguisorba minor	1	Sanguisorba minor	1	Poa alpina	1
Pimpinella saxifraga	1	Sanguisorba minor	1	Medicago minima	1	Plantago sempervir.	1	Poa alpina	1	Poa alpina	1	Poa alpina	1	Scabiosa columbaria	1	Scabiosa columbaria	1	Sanguisorba minor	1
Poa alpina	1	Trifolium pratense	1	Muscari neglectum	1	plante petite feuilles	1	Sanguisorba minor	1	Sanguisorba minor	1	Sanguisorba minor	1	Scandis pecten vener.	1	Senecio sp	1	Senecio sp	1
Ranunculus bulbosus	1	Vicia sativa	1	Plantago lanceolata	1	Poa alpina	1	Senecio sp	1	Silene vulgaris	1	Senecio sp	1	Senecio sp	1	Seseli annuum	1	Silene vulgaris	1
Rhamnus alpinus	1			plante petite feuilles	1	Sanguisorba minor	1	Tragopogon dubius	1	Tragopogon dubius	1	Silene vulgaris	1	Silene vulgaris	1	Vicia sativa	1	Tragopogon dubius	1
Sanguisorba minor	1			Poa alpina	1	Senecio sp	1	Vicia sativa	1	Vicia sativa	1	Vicia sativa	1	Tragopogon dubius	1			Trifolium montanum	1
				Prunus spinosa	1	Tragopogon dubius	1							Trifolium pratense	1			Trifolium pratense	1
				Ranunculus bulbosus	1	Vicia sativa	1							Vicia sativa	1			Vicia sativa	1
				Sanguisorba minor	1														
				Senecio sp	1														
				Trifolium montanum	1														
				Trifolium pratense	1														
				Vicia sativa	1														
				Viola tricolor	1														

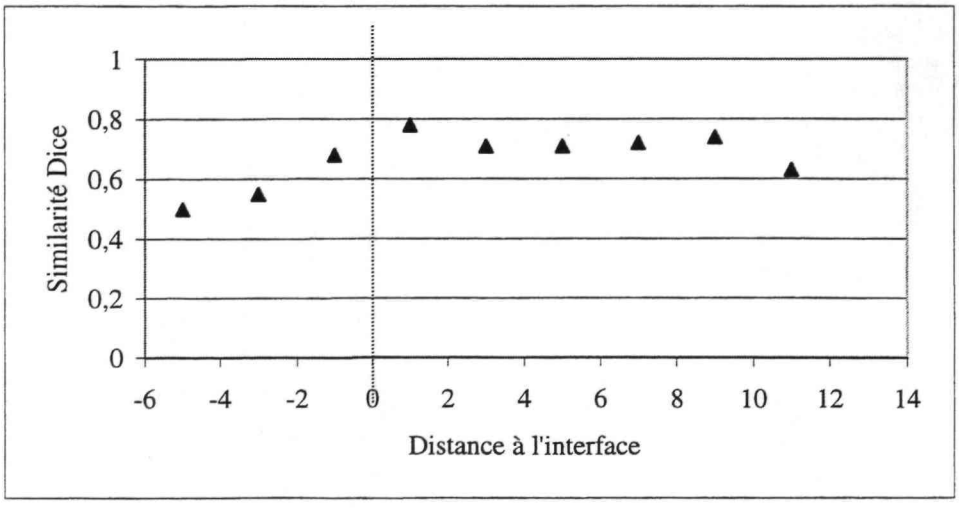




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



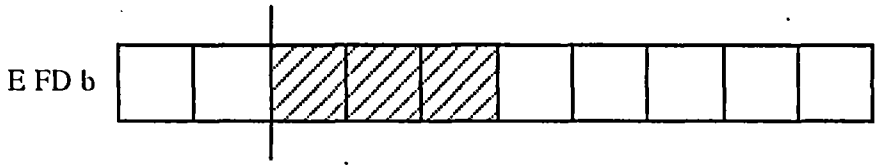


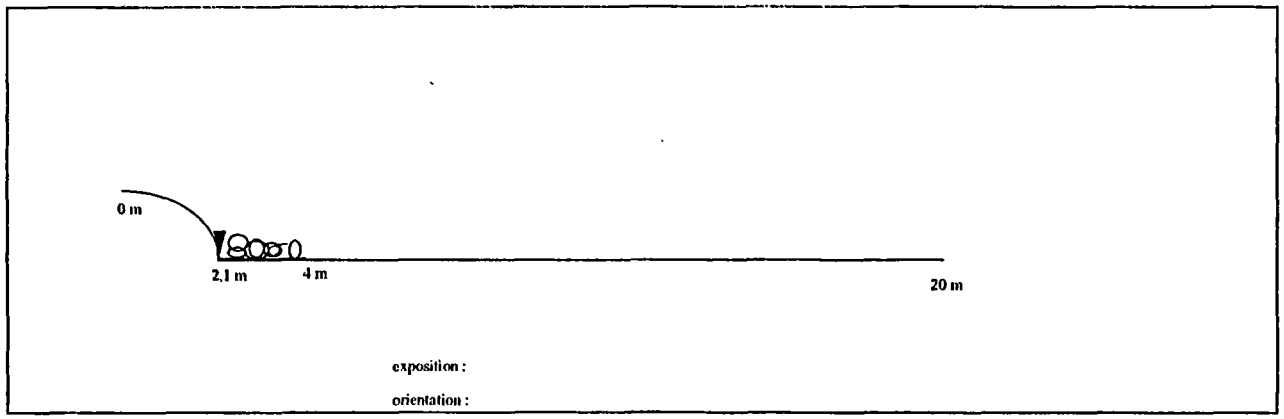


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

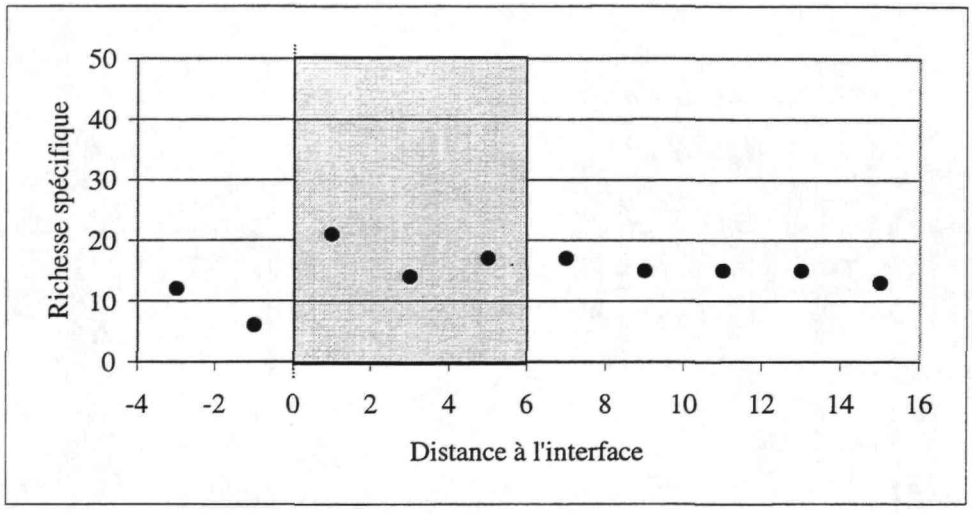
Esseillon 6-7 (2) : transect de forêt à zone en déprise

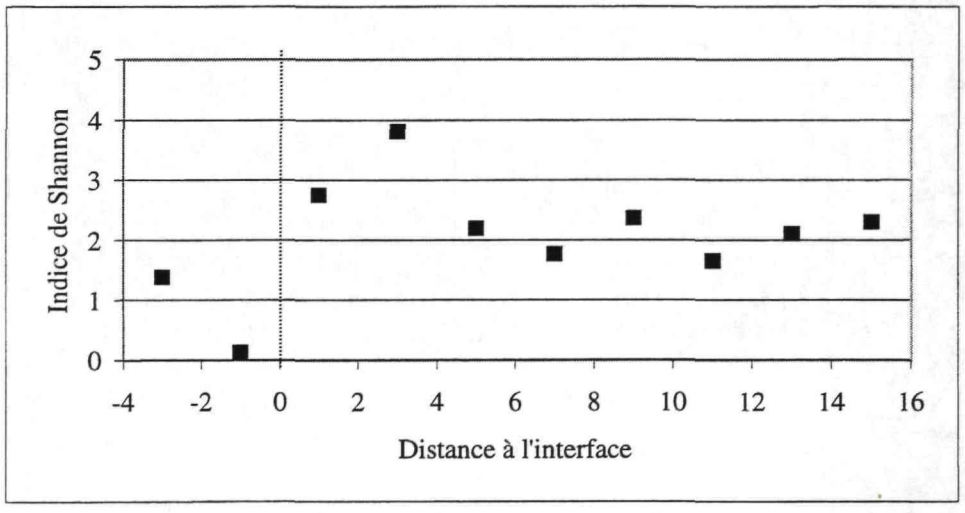
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Berberis vulgaris	4	Berberis vulgaris	4	Berberis vulgaris	2	Achillea millefolium	1	Artemisia alba	2	Dactylis glomerata	2	Artemisia absinth.	2	Senecio sylvaticus	3	Artemisia absinth.	2	Artemisia absinth.	2
Teucrium chamaedrys	3	Achillea millefolium	1	Helianthemum numm.	2	Artemisia alba	1	Onobrychis viciifolia	2	Artemisia absinth.	1	Graminée argentée	2	Artemisia absinth.	2	Dactylis glomerata	2	Dactylis glomerata	2
Graminée	2	Centaurea scabiosa	1	Onobrychis viciifolia	2	Bunium bulbocastan.	1	Phleum nodosum	2	Artemisia alba	1	Phleum nodosum	2	Dactylis glomerata	2	Plantago lanceolata	2	Plantago lanceolata	2
Achillea millefolium	1	Graminée	1	Rosa sp	2	Helianthemum numm.	1	Achillea millefolium	1	Astragalus purpureus	1	Plantago lanceolata	2	Achillea millefolium	1	Achillea millefolium	1	Trifolium pratense	2
Artemisia absinth.	1	Stachys recta	1	Salvia pratensis	2	Koeleria macrantha	1	Asperula cynanchica	1	Bunium bulbocastan.	1	Artemisia alba	1	Artemisia alba	1	Bunium bulbocastan.	1	Achillea millefolium	1
Bunium bulbocastan.	1	Teucrium chamaedrys	1	Achillea millefolium	1	Linum catharticum	1	Astragalus purpureus	1	Centaurea scabiosa	1	Dactylis glomerata	1	Medicago sativa	1	Echium vulgare	1	Artemisia alba	1
Echium vulgare	1			Arabidopsis thaliana	1	Medicago minima	1	Bromus erectus	1	Graminée argentée	1	Erigeron atticus	1	Muscari neglectum	1	Helianthemum numm.	1	Convolvulus arvensis	1
Festuca ovina	1			Artemisia absinth.	1	Onobrychis viciifolia	1	Bunium bulbocastan.	1	Helianthemum numm.	1	Hypericum perforat.	1	petite plante argentée	1	Melampyrum sylvat.	1	Melampyrum sylvat.	1
Rhamnus alpinus	1			Artemisia alba	1	Phleum nodosum	1	Dactylis glomerata	1	Hypericum perforat.	1	Melampyrum sylvat.	1	Phleum nodosum	1	Phleum nodosum	1	Phleum nodosum	1
Stachys recta	1			Asperula cynanchica	1	Plantago lanceolata	1	Graminée argentée	1	Medicago minima	1	petite plante argentée	1	Plantago lanceolata	1	Poa pratensis	1	Poa pratensis	1
Verbascum thapsus	1			Bunium bulbocastan.	1	Potentilla reptens	1	Helianthemum numm.	1	Onobrychis viciifolia	1	Plantago sempervir.	1	Poa pratensis	1	Senecio sylvaticus	1	Rumex obtusifolius	1
Vicia sativa	1			Carex sempervirens	1	Salvia pratensis	1	Koeleria macrantha	1	Phleum nodosum	1	Poa pratensis	1	Tragopogon dubius	1	Silene vulgaris	1	Tragopogon dubius	1
				Centaurea scabiosa	1	Stipa pennata	1	Linum catharticum	1	Plantago lanceolata	1	Senecio sylvaticus	1	Trifolium montanum	1	Tragopogon dubius	1	Trifolium montanum	1
				Dactylis glomerata	1	Teucrium chamaedrys	1	Medicago minima	1	Poa pratensis	1	Silene alba	1	Trifolium pratense	1	Trifolium pratense	1		
				Koeleria macrantha	1			Poa pratensis	1	Senecio sylvaticus	1	Tragopogon dubius	1	Verbascum thapsus	1	Vicia sativa	1		
				Lotus corniculatus	1			Potentilla reptens	1	Teucrium montanum	1								
				Plantago lanceolata	1			Senecio sylvaticus	1	Trifolium pratense	1								
				Poa pratensis	1														
				Senecio sylvaticus	1														
				Silene nutans	1														
				Teucrium chamaedrys	1														

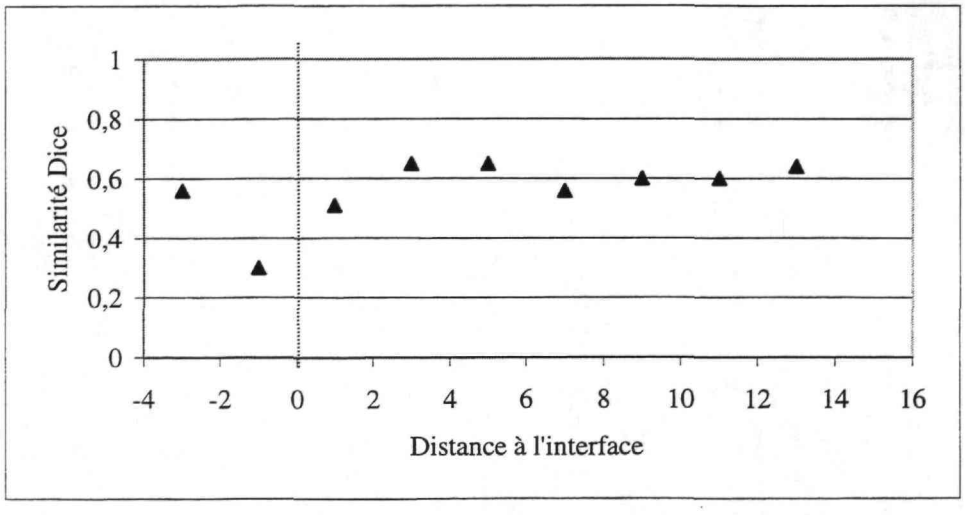




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



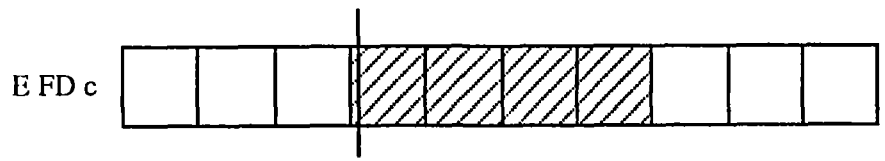


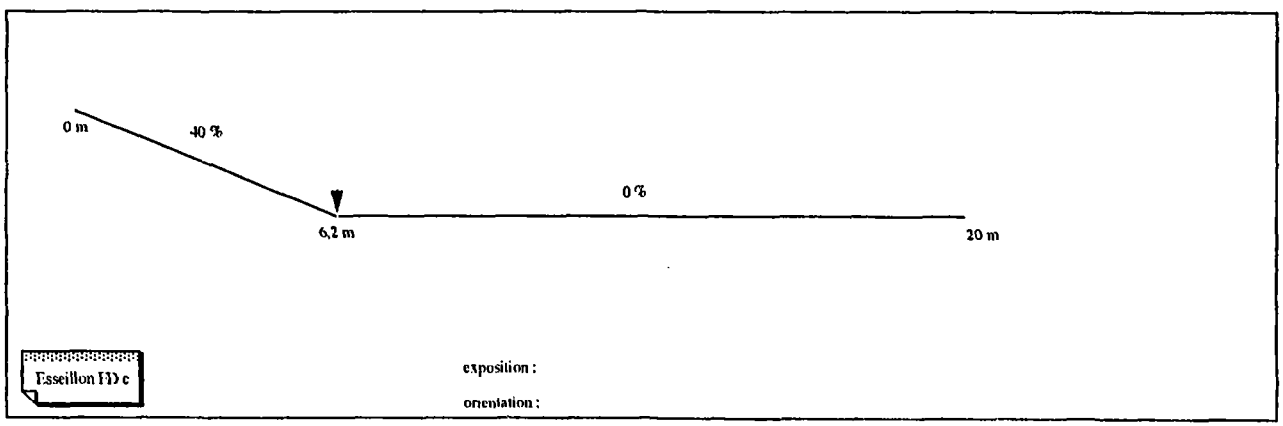


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

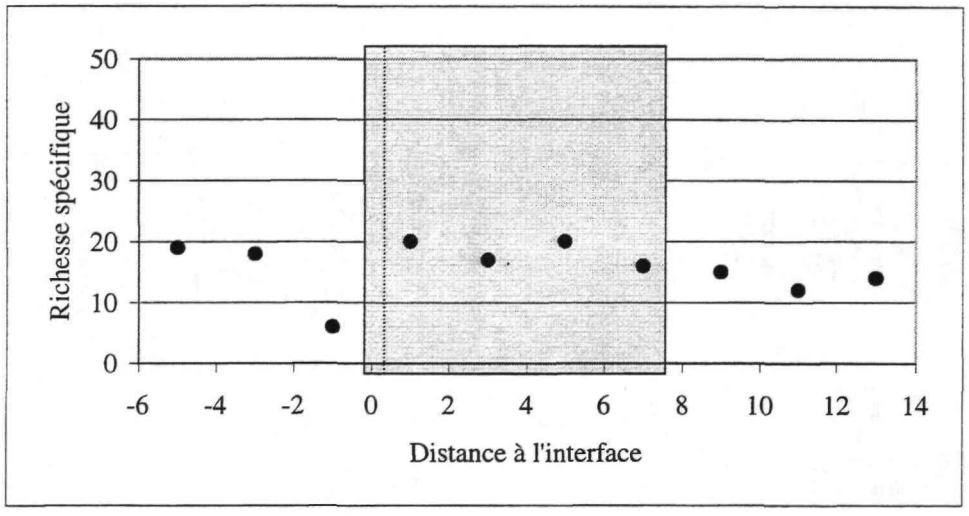
Esseillon 6-7 (3) : transect de forêt à zone en déprise

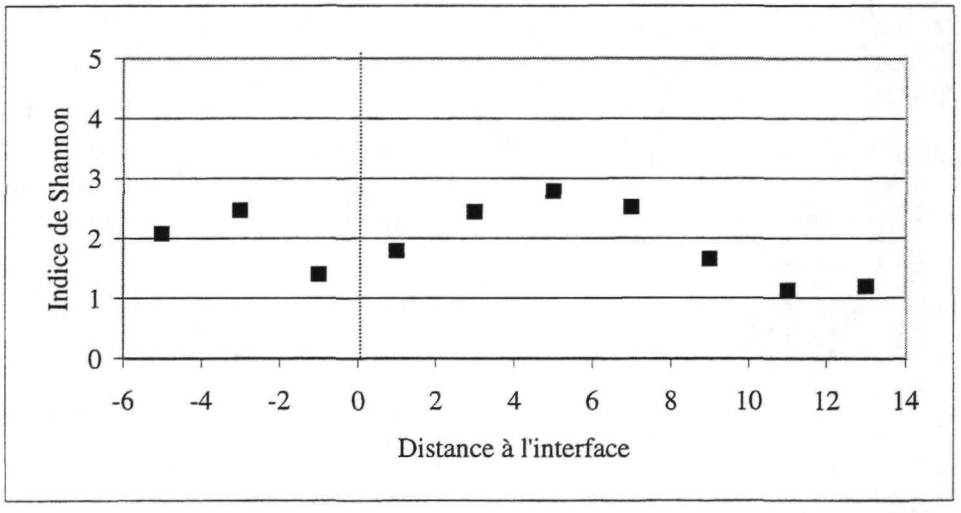
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Globularia cordifolia	3	Cuscuta epithymum	2	Prunus spinosa	3	Festuca ovina	3	Colchicum autumnale	2	Galium verum	3	Galium verum	3	Festuca valesiaca	3	Festuca valesiaca	3	Festuca valesiaca	3
Festuca ovina	2	plante inconnue	2	plante inconnue	2	Colchicum autumnale	2	Festuca ovina	2	Colchicum autumnale	2	Colchicum autumnale	2	Festuca ovina	2	Lotus corniculatus	2	Galium verum	2
Festuca valesiaca	2	Prunus spinosa	2	Teucrium chamaedrys	2	Prunus spinosa	2	Lotus corniculatus	2	Festuca ovina	2	Festuca ovina	2	Lotus corniculatus	2	Anthyllis vulneraria	1	Achillea millefolium	1
Teucrium chamaedrys	2	Teucrium chamaedrys	2	Chaerophyllum hirs.	1	Achillea millefolium	1	Prunus spinosa	2	Helianthemum numm.	2	Festuca valesiaca	2	Artemisia alba	1	Bunium bulbocastan.	1	Anthyllis vulneraria	1
Achillea millefolium	1	Achillea millefolium	1	Festuca ovina	1	Arabidopsis thaliana	1	Achillea millefolium	1	Lotus corniculatus	2	Lotus corniculatus	2	Bunium bulbocastan.	1	Colchicum autumnale	1	Artemisia alba	1
Allium oleraceum	1	Centaurea scabiosa	1	Phyteuma orbiculare	1	Briza media	1	Briza media	1	Potentilla argentea	2	Trifolium pratense	2	Colchicum autumnale	1	Festuca ovina	1	Bunium bulbocastan.	1
Asperula cynanchica	1	Euphorbia cyparissias	1			Bunium bulbocastan.	1	Bunium bulbocastan.	1	Prunus spinosa	2	Briza media	1	Galium verum	1	Koeleria vallesiana	1	Colchicum autumnale	1
Dianthus sp	1	Festuca ovina	1			Festuca valesiaca	1	Centaurea montana	1	Achillea millefolium	1	Bunium bulbocastan.	1	Globularia cordifolia	1	Medicago sativa	1	Festuca ovina	1
Helianthemum numm.	1	Festuca valesiaca	1			Galium tenue.	1	Festuca valesiaca	1	Briza media	1	Helianthemum numm.	1	Hippocrepis comosa	1	Potentilla reptens	1	Globularia cordifolia	1
Helianthemum oelan.	1	Galium tenue.	1			Galium verum	1	Galium verum	1	Bromus erectus	1	Hypericum perforat.	1	Koeleria vallesiana	1	Sanguisorba minor	1	Lotus corniculatus	1
Hieracium pilosella	1	Globularia cordifolia	1			Hypericum perforat.	1	Helianthemum numm.	1	Bunium bulbocastan.	1	Medicago sativa	1	Potentilla argentea	1	Senecio sp	1	Medicago minima	1
Hypericum perforat.	1	Helianthemum numm.	1			Lotus corniculatus	1	Potentilla reptens	1	Festuca valesiaca	1	Polygala vulgaris	1	Potentilla reptens	1	Taraxacum officinale	1	Medicago sativa	1
Lotus corniculatus	1	*Hieracium pilosella*	1			*Phyteuma orbiculare*	1	*Salvia pratensis*	1	*Festuca vivipara*	1	*Potentilla argentea*	1	*Sanguisorba minor*	1			*Ranunculus auricomus*	1
Medicago sativa	1	Hippocrepis comosa	1			Pimpinella saxifraga	1	Sanguisorba minor	1	Hypericum perforat.	1	Prunus spinosa	1	Taraxacum officinale	1			Taraxacum officinale	1
Melampyrum sylvat.	1	Melampyrum sylvat.	1			Rosa sp	1	Taraxacum officinale	1	Polygala vulgaris	1	Sanguisorba minor	1	Trifolium pratense	1				
Orobanche purpurea	1	Muscari neglectum	1			Salvia pratensis	1	Trifolium montanum	1	Ranunculus auricomus	1	Taraxacum officinale	1						
Potentilla reptens	1	Phyteuma orbiculare	1			Taraxacum officinale	1	Trifolium pratense	1	Salvia pratensis	1								
Prunus spinosa	1	Pimpinella saxifraga	1			Teucrium chamaedrys	1			Sanguisorba minor	1								
Thymus serpyllum	1					Thymus serpyllum	1			Taraxacum officinale	1								
						Trifolium pratense	1			Trifolium pratense	1								

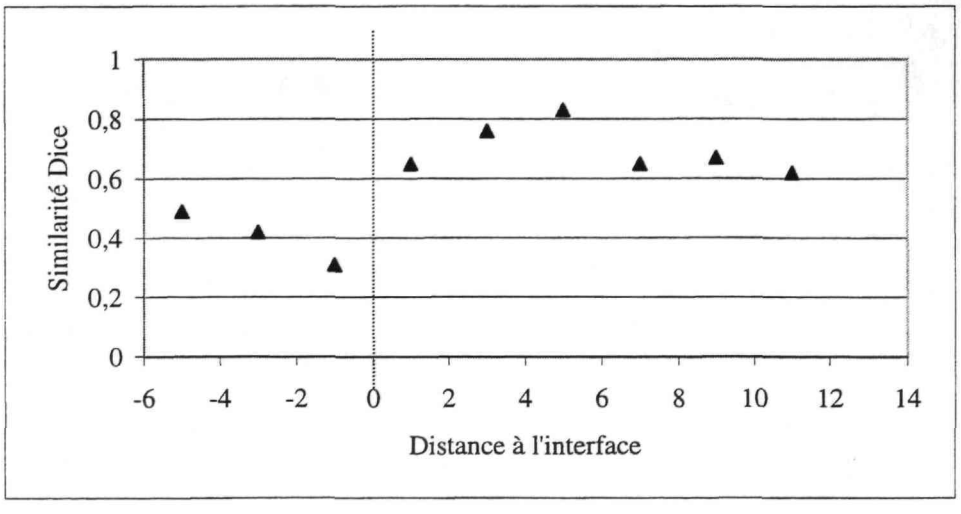




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



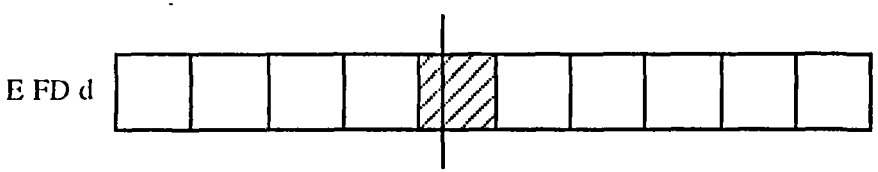


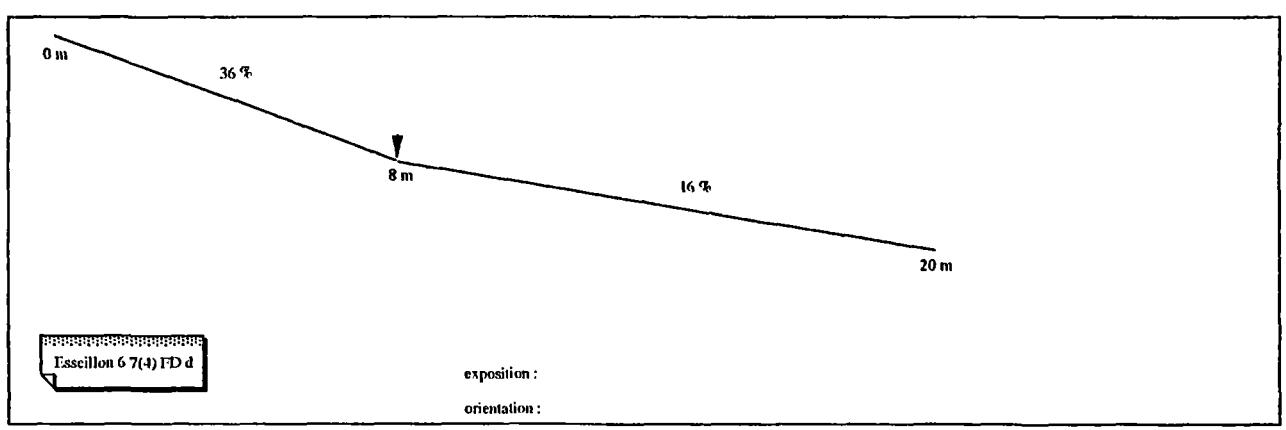


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

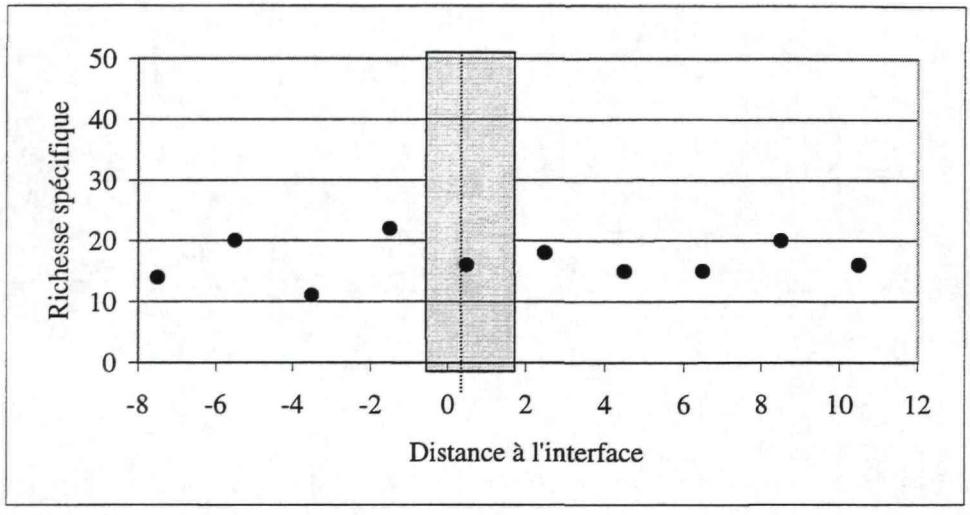
Essellon 6-7 (4) : transect de forêt à zone en déprise

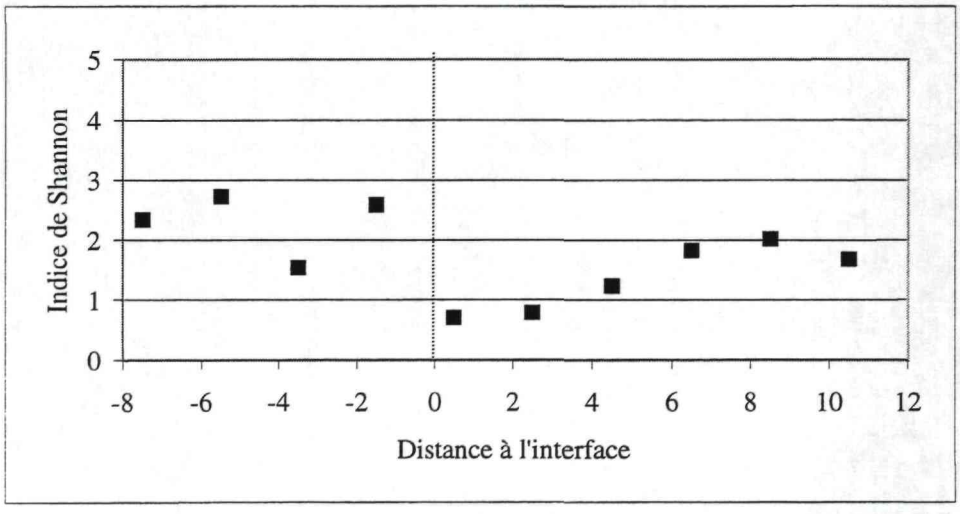
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Berberis vulgaris	2	Carex sempervirens	2	Thymus serpyllum	3	Bromus erectus	2	Bromus erectus	3	Bromus erectus	3	Bromus erectus	3	Bromus erectus	2	Bromus erectus	2	Bromus erectus	2
Bromus erectus	2	Festuca valesiaca	2	Carex sempervirens	2	Carex sempervirens	2	Achillea millefolium	1	Achillea millefolium	1	Plantago sempervir.	2	Plantago sempervir.	2	Achillea millefolium	1	Achillea millefolium	1
Festuca valesiaca	2	Medicago minima	2	Festuca valesiaca	2	Festuca valesiaca	2	Bunium bulbocastan.	1	Anthyllis vulneraria	1	Achillea millefolium	1	Achillea millefolium	1	Anthyllis vulneraria	1	Anthyllis vulneraria	1
Ribes uva crispa	2	Teucrium chamaedrys	2	Bromus erectus	1	Helianthemum oelan.	2	Carex sempervirens	1	Artemisia alba	1	Anthyllis vulneraria	1	Anthyllis vulneraria	1	Bunium bulbocastan.	1	Arabidopsis thaliana	1
Achillea millefolium	1	Thymus serpyllum	2	Globularia cordifolia	1	Achillea millefolium	1	Festuca valesiaca	1	Centaurea scabiosa	1	Centaurea scabiosa	1	Artemisia alba	1	Centaurea scabiosa	1	Echium vulgare	1
Artemisia alba	1	Artemisia alba	1	Helianthemum numm.	1	Asperula cynanchica	1	Galium verum	1	Festuca valesiaca	1	Festuca valesiaca	1	Centaurea scabiosa	1	Festuca valesiaca	1	Festuca valesiaca	1
Bunium bulbocastan.	1	Asperula cynanchica	1	Helianthemum oelan.	1	Berberis vulgaris	1	Hieracium pilosella	1	Galium verum	1	Globularia cordifolia	1	Echium vulgare	1	Galium verum	1	Galium verum	1
Euphorbia cyparissias	1	Bromus erectus	1	Hippocrepis comosa	1	Bunium bulbocastan.	1	Lotus corniculatus	1	Globularia cordifolia	1	Hieracium pilosella	1	Festuca valesiaca	1	Globularia cordifolia	1	Helianthemum numm.	1
Galium verum	1	Bunium bulbocastan.	1	Medicago minima	1	Centaurea scabiosa	1	Medicago minima	1	Helianthemum numm.	1	Lotus corniculatus	1	Globularia cordifolia	1	Helianthemum numm.	1	Hieracium pilosella	1
Koeleria vallesiana	1	Centaurea scabiosa	1	Onobrychis viciifolia	1	Crepis albida	1	Onobrychis viciifolia	1	Hieracium pilosella	1	Medicago minima	1	Helianthemum numm.	1	Lotus corniculatus	1	Juniperus communis subsp communis	1
Linum catharticum	1	Euphorbia cyparissias	1	Onobrychis viciifolia	1	Euphorbia seguier.	1	Ononis cristata	1	Lotus corniculatus	1	Onobrychis viciifolia	1	Lotus corniculatus	1	Koeleria vallesiana	1	Lotus corniculatus	1
Teucrium chamaedrys	1	Globularia cordifolia	1	Vincetoxicum hirund.	1	Galium verum	1	Plantago lanceolata	1	Medicago sativa	1	Ononis cristata	1	Medicago minima	1	Lotus corniculatus	1	*Medicago minima*	1
Thlaspi sylvestre	1	Helianthemum numm.	1			*Helianthemum numm.*	1	Salvia pratensis	1	Onobrychis viciifolia	1	*Plantago lanceolata*	1	Ononis cristata	1	Medicago sativa	1	Medicago sativa	1
Vicia sativa	1	Koeleria vallesiana	1			Hieracium pilosella	1	Thymus serpyllum	1	Onobrychis viciifolia	1	Ranunculus bulbosus	1	Phleum nodosum	1	Ononis cristata	1	Onobrychis viciifolia	1
		Linum catharticum	1			Melampyrum sylvat.	1	Veronica allionii	1	Ononis cristata	1	Salvia pratensis	1	Ranunculus bulbosus	1	Phleum nodosum	1	Phleum nodosum	1
		Orobanche purpurea	1			Onobrychis viciifolia	1	Vicia sativa	1	Plantago sempervir.	1					Plantago sempervir.	1	Plantago sempervir.	1
		Potentilla reptens	1			Potentilla reptens	1			Ranunculus bulbosus	1					Ranunculus bulbosus	1		
		Ranunculus bulbosus	1			Prunus spinosa	1			Salvia pratensis	1					Rosa sp	1		
		Sedum ochroleucum	1			Ranunculus bulbosus	1			Sanguisorba minor	1					Scabiosa columbaria	1		
		Vicia sativa	1			Rosa sp	1												
						Thymus serpyllum	1												
						Verbascum thapsus	1												

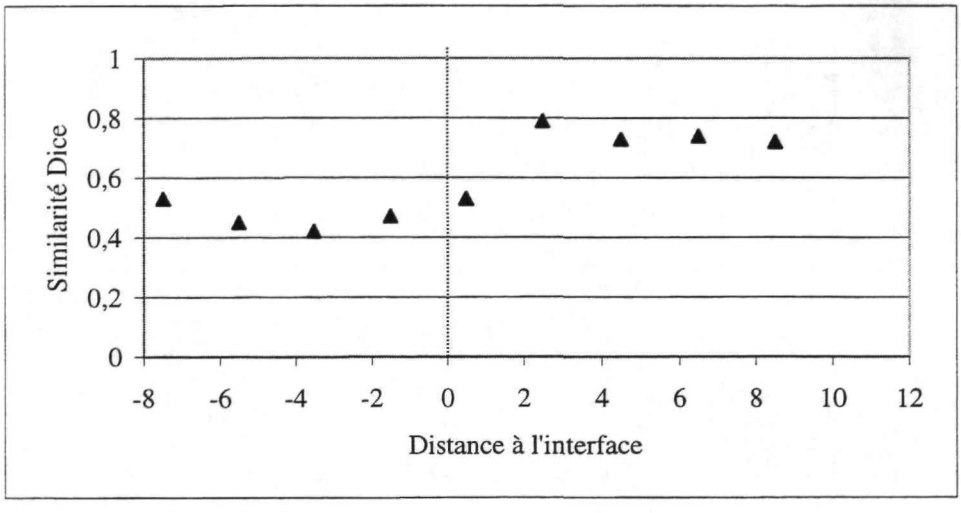




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



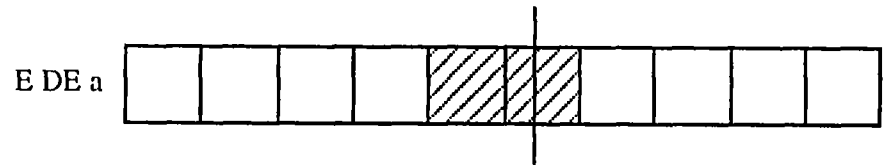


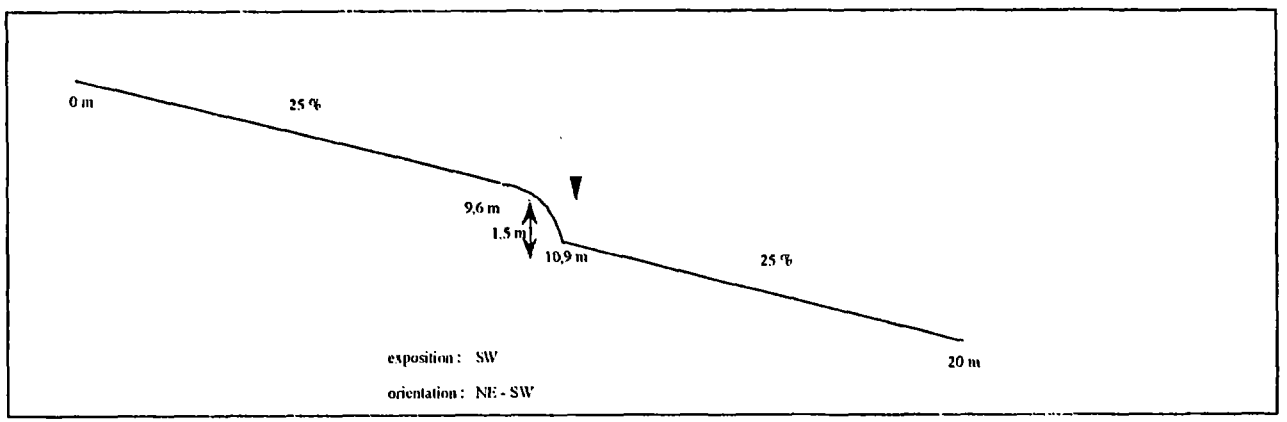


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

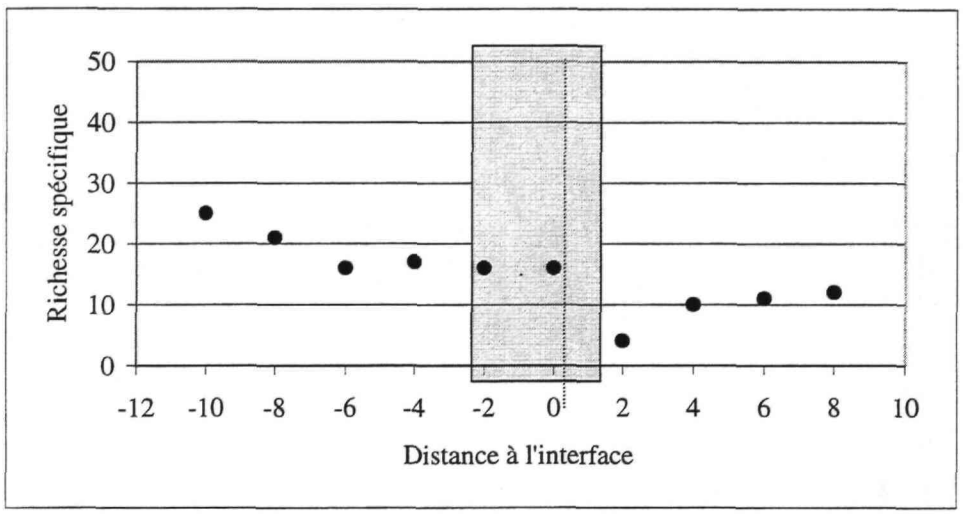
Esseillon 7-9 (1) : transect de zone en déprise à zone entretenue

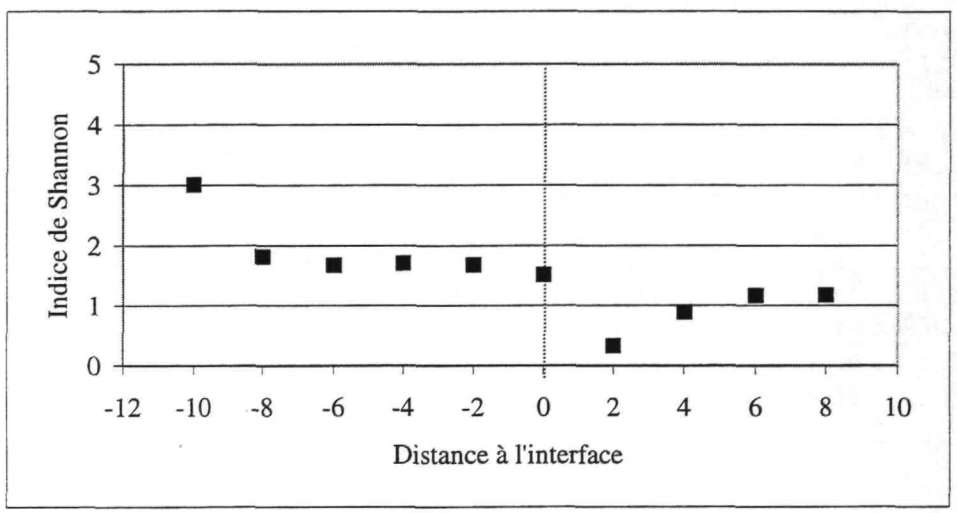
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Artemisia absinth.	2	Lotus corniculatus	3	Achillea millefolium	3	Achillea millefolium	3	Medicago sativa	3	Medicago sativa	4	Medicago sativa	6	Medicago sativa	6	Medicago sativa	6	Medicago sativa	6
Bromus erectus	2	Achillea millefolium	2	Lotus corniculatus	2	Agropyron sp	2	Achillea millefolium	2	Agropyron sp	2	Capsella bursa past.	2	Capsella bursa past.	2	Capsella bursa past.	3	Capsella bursa past.	3
Hieracium pilosella	2	Bromus erectus	2	Onobrychis viciifolia	2	Onobrychis viciifolia	2	Agropyron sp	2	Bunium bulbocastan.	2	Descurainia sophia	1	Festuca vivipara	2	Festuca vivipara	2	Festuca vivipara	2
Lotus corniculatus	2	Artemisia absinth.	1	Bromus erectus	1	Artemisia alba	1	Bunium bulbocastan.	1	Capsella bursa past.	2	Festuca vivipara	1	Linum catharticum	2	Linum catharticum	2	Linum catharticum	2
Plantago lanceolata	2	Asperula cynanchica	1	Bunium bulbocastan.	1	Bunium bulbocastan.	1	Centaurea scabiosa	1	Achillea millefolium	1			Achillea millefolium	1	Buglossoides arvensis	1	Buglossoides arvensis	1
Sanguisorba minor	2	Centaurea scabiosa	1	Centaurea scabiosa	1	Centaurea scabiosa	1	Convolvulus arvensis	1	Artemisia absinth.	1			Bunium bulbocastan.	1	Erodium cicutarium	1	Bunium bulbocastan.	1
Achillea millefolium	1	Dianthus sp	1	Erysimum grandifl.	1	Erysimum grandifl.	1	Crucifère 1	1	Artemisia alba	1			Dactylis glomerata	1	Muscari neglectum	1	Phleum nodosum	1
Artemisia alba	1	Erysimum grandifl.	1	Festuca rubra	1	Hieracium pilosella	1	Euphorbia cyparissias	1	Crucifère	1			Descurainia sophia	1	Poa pratensis	1	Plantago lanceolata	1
Asperula cynanchica	1	Euphorbia cyparissias	1	Hieracium pilosella	1	Knautia pratensis	1	Knautia pratensis	1	Crucifère 1	1			Poa pratensis	1	Taraxacum officinale	1	Poa pratensis	1
Bunium bulbocastan.	1	Globularia cordifolia	1	Koeleria vallesiana	1	Lotus corniculatus	1	Lotus corniculatus	1	Descurainia sophia	1			Tragopogon dubius	1	Tragopogon dubius	1	Senecio sp	1
Centaurea scabiosa	1	Hieracium pilosella	1	Medicago minima	1	Medicago minima	1	Muscari comosum	1	Galium verum	1					Veronica arvensis	1	Silene alba	1
Dianthus sp	1	Koeleria vallesiana	1	Medicago sativa	1	Medicago sativa	1	Onobrychis viciifolia	1	Muscari comosum	1							Taraxacum officinale	1
Erysimum grandifl.	1	Medicago minima	1	Plantago lanceolata	1	Plantago lanceolata	1	Ranunculus bulbosus	1	Phleum nodosum	1								
Galium verum	1	Medicago sativa	1	Poa pratensis	1	Poa pratensis	1	Sanguisorba minor	1	Plantago lanceolata	1								
Globularia cordifolia	1	Onobrychis viciifolia	1	Senecio sp	1	Ranunculus bulbosus	1	Senecio sp	1	Poa pratensis	1								
Koeleria vallesiana	1	Phleum nodosum	1	Vicia sativa	1	Sanguisorba minor	1	Vicia sativa	1	Senecio sp	1								
Medicago minima	1	Plantago lanceolata	1			Vicia sativa	1												
Onobrychis viciifolia	1	Plantago sempervir.	1																
Phleum nodosum	1	Ranunculus bulbosus	1																
Plantago sempervir.	1	Rosa sp	1																
Ranunculus bulbosus	1	Sanguisorba minor	1																
Rhamnus alpinus	1																		
Rosa sp	1																		
Teucrium chamaedrys	1																		
Vicia sativa	1																		

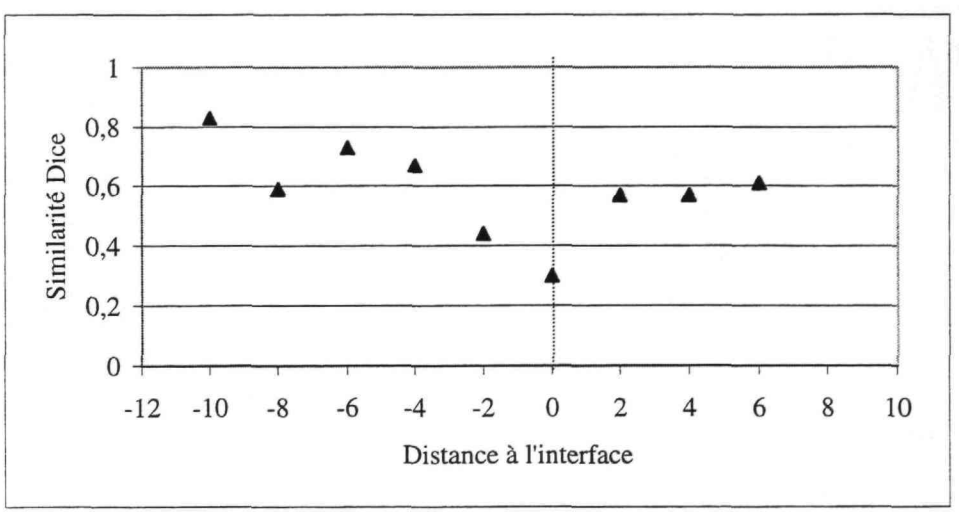




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



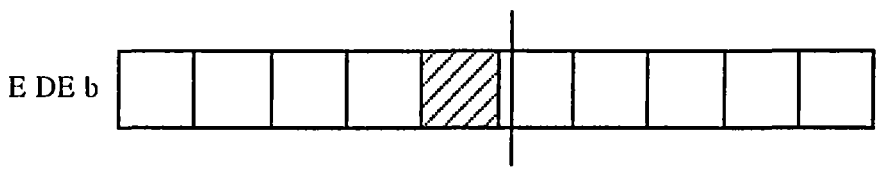


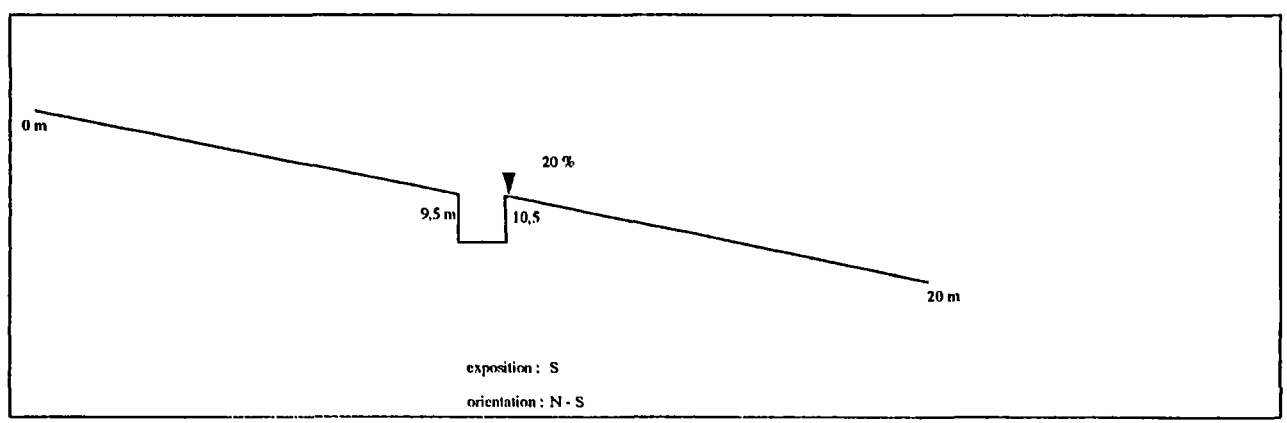


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

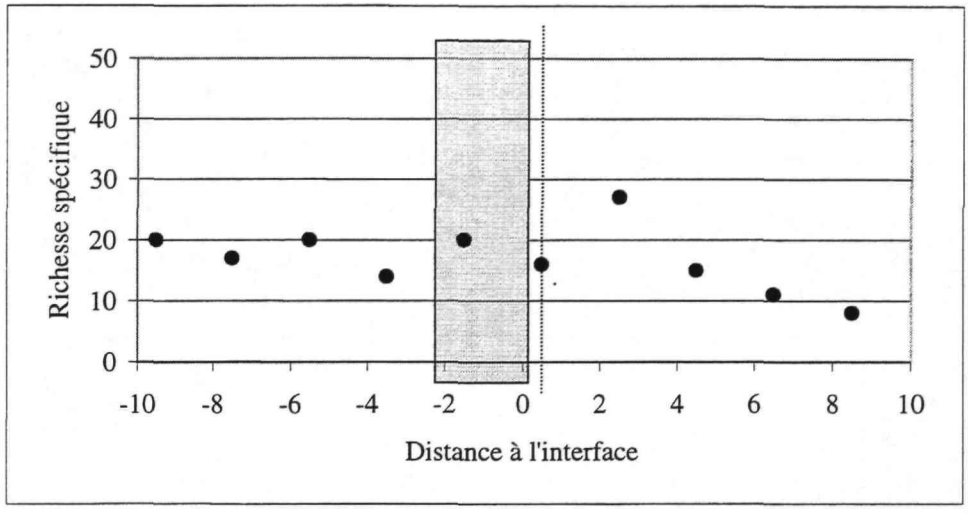
Essellon 7-9 (2) : transect de zone en déprise à zone entretenue

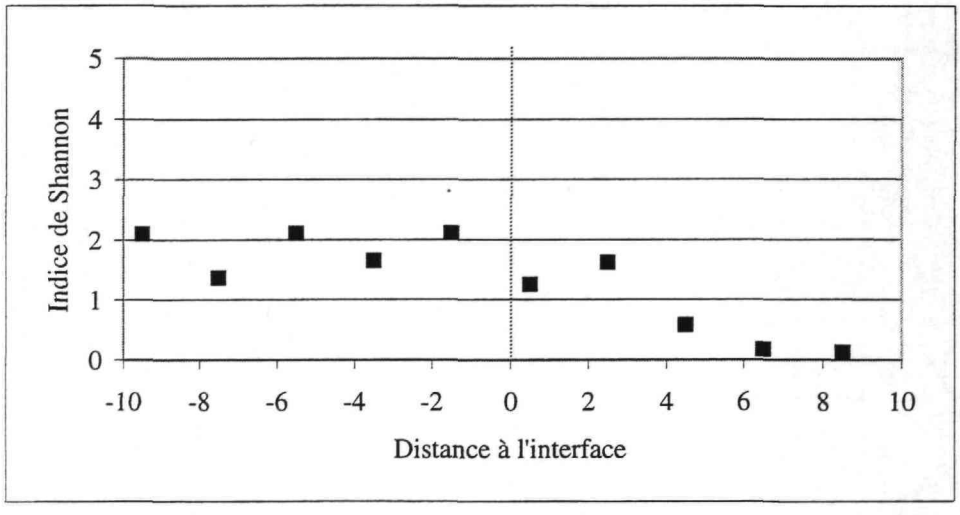
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Achillea millefolium	2	Achillea millefolium	3	Achillea millefolium	3	Achillea millefolium	3	Medicago sativa	3	Achillea millefolium	3	Achillea millefolium	3	Medicago sativa	5	Medicago sativa	5	Medicago sativa	5
Plantago sempervir.	2	Medicago sativa	3	Centaurea montana	2	Medicago minima	3	Achillea millefolium	2	Centaurea montana	2	Poa pratensis	2	Tragopogon fles fines	2	Achillea millefolium	1	Achillea millefolium	1
Asperula cynanchica	1	Arabidopsis thaliana	1	Lotus corniculatus	2	Centaurea montana	2	Artemisia alba	2	Carum carvi	1	Acinos alpinus	1	Achillea millefolium	1	Bunium bulbocastan.	1	Bunium bulbocastan.	1
Carum carvi	1	Artemisia alba	1	Medicago minima	2	Artemisia alba	1	Centaurea montana	2	Centaurea scabiosa	1	Alyssum cuneifol.	1	Bunium bulbocastan.	1	Centaurea scabiosa	1	Festuca vivipara	1
Centaurea montana	1	Centaurea montana	1	Asperula cynanchica	1	Galium verum	1	Adonis annua	1	Echium vulgare	1	Asperula cynanchica	1	Chaerophyllum hirs.	1	Convolvulus arvensis	1	Hieracium pilosella	1
Hieracium pilosella	1	Crepis albida	1	Carum carvi	1	Hypericum perforat.	1	Arabidopsis thaliana	1	Galium verum	1	Bunium bulbocastan.	1	Convolvulus arvensis	1	Poa pratensis	1	Taraxacum officinale	1
Koeleria macrantha	1	Hieracium pilosella	1	Hieracium pilosella	1	Lotus corniculatus	1	Bunium bulbocastan.	1	Hypericum perforat.	1	Chaerophyllum hirs.	1	Echium vulgare	1	Sanguisorba minor	1	Tragopogon dubius	1
Lotus corniculatus	1	Koeleria macrantha	1	Hypericum perforat.	1	Medicago sativa	1	Centaurea scabiosa	1	Knautia pratensis	1	Convolvulus arvensis	1	Muscari neglectum	1	Taraxacum officinale	1	Verbascum thapsus	1
Medicago sativa	1	Lotus corniculatus	1	Koeleria macrantha	1	Phleum nodosum	1	Echium vulgare	1	Koeleria macrantha	1	Echium vulgare	1	petite plante argentée	1	Tragopogon dubius	1		
Melampyrum sylvat.	1	Medicago minima	1	Medicago sativa	1	Plantago lanceolata	1	Erysimum grandifl.	1	Lotus corniculatus	1	Hieracium pilosella	1	Phleum nodosum	1	Tragopogon fles fines	1		
Melilotus officinalis	1	Melampyrum sylvat.	1	Ononis cristata	1	Poa pratensis	1	Galium verum	1	Phleum nodosum	1	Hypericum perforat.	1	Poa pratensis	1	Verbascum thapsus	1		
Ononis cristata	1	Ononis cristata	1	Orobanche purpurea	1	Sanguisorba minor	1	Hypericum perforat/	1	Plantago sempervir.	1	Knautia pratensis	1	Sanguisorba minor	1				
Plantago lanceolata	1	Plantago lanceolata	1	Plantago lanceolata	1	Verbascum thapsus	1	Knautia pratensis	1	Poa pratensis	1	Koeleria macrantha	1	Scabiosa columbaria	1				
Poa pratensis	1	Plantago sempervir.	1	Plantago sempervir.	1	Vicia sativa	1	Phleum nodosum	1	Sanguisorba minor	1	Lotus corniculatus	1	Senecio sp	1				
Potentilla ceptens	1	Sanguisorba minor	1	Poa pratensis	1			Poa pratensis	1	Vicia sativa	1	Medicago minima	1	Tragopogon dubius	1				
Rosa sp	1	Stachys recta	1	Rhinanthus alectorol.	1			Ranunculus bulbosus	1	Viola tricolor	1	Medicago sativa	1						
Senecio sp	1	Trifolium pratense	1	Sanguisorba minor	1			Sanguisorba minor	1			Muscari neglectum	1						
Stachys recta	1			Senecio sp	1			Stachys recta	1			Plantago lanceolata	1						
Trifolium pratense	1			Serratula tinctoria	1			Verbascum thapsus	1			Plantago sempervir.	1						
Vicia sativa	1			Vicia sativa	1			Viola tricolor	1			Ranunculus bulbosus	1						
												Sanguisorba minor	1						
												Scabiosa columbaria	1						
												Senecio sp	1						
												Tragopogon fles fines	1						
												Trifolium pratense	1						
												Verbascum thapsus	1						
												Vicia sativa	1						

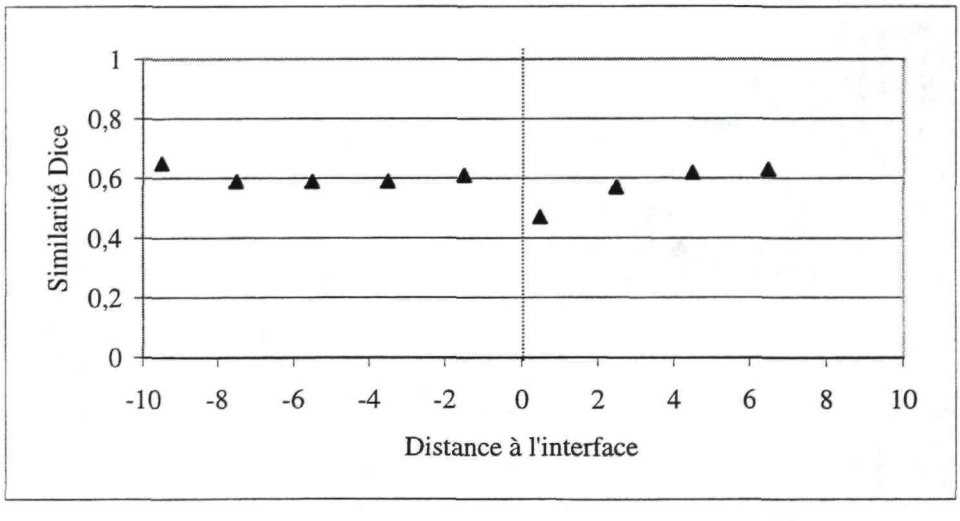




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



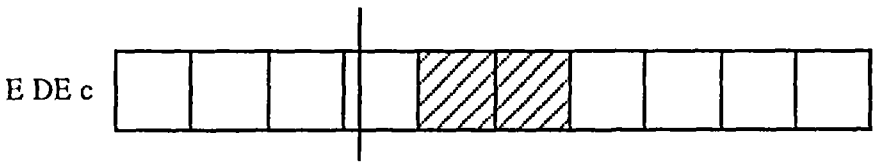


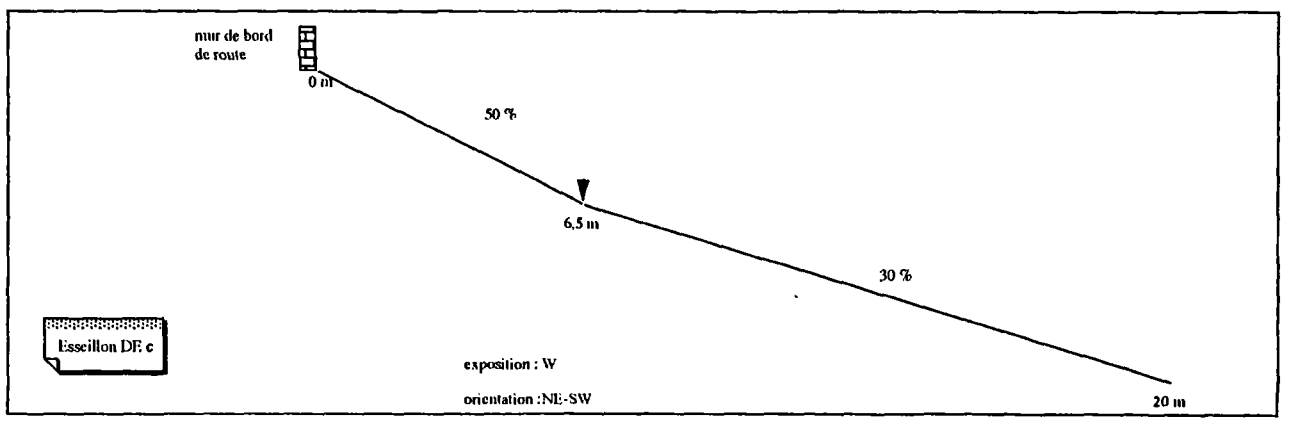


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

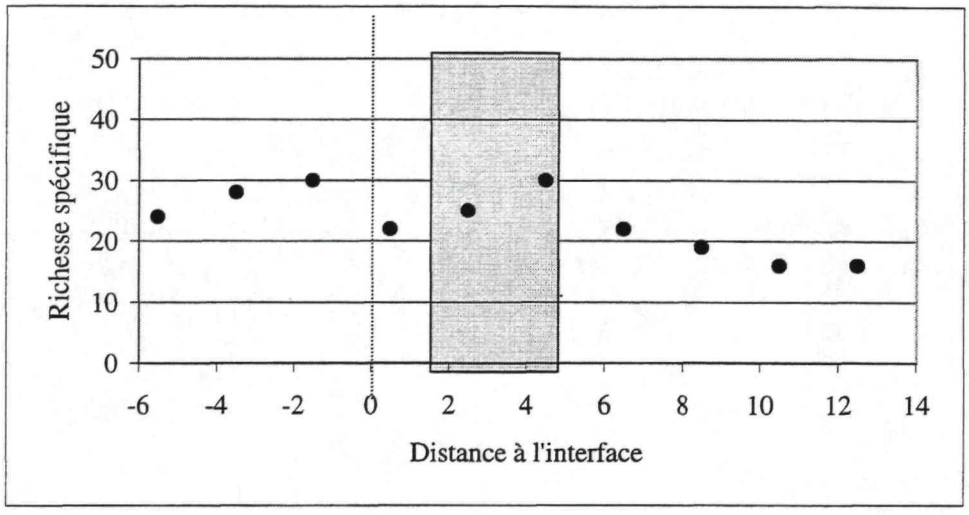
Esseillon 7-9 (3) : transect de zone en déprise à zone entretenue

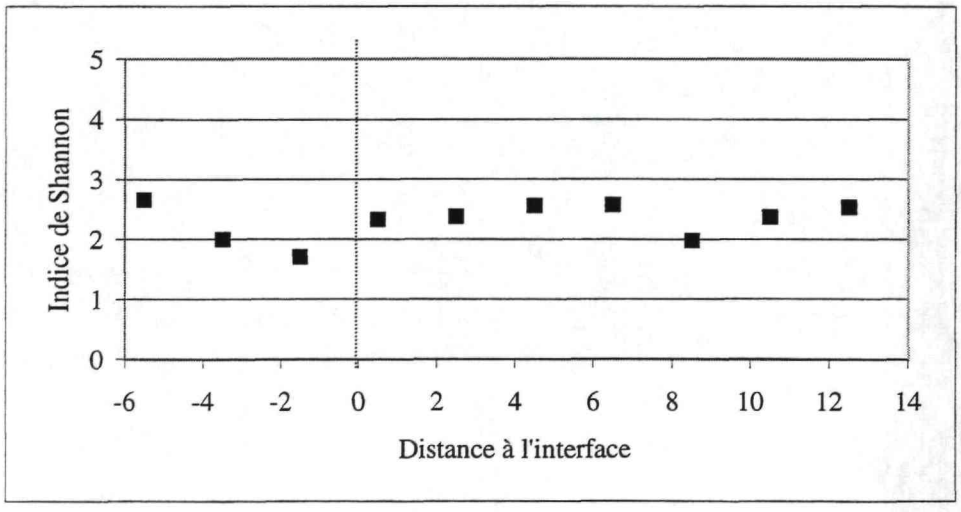
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Festuca valesiaca	2	Lotus corniculatus	3	Phleum nodosum	2	Trifolium montanum	3	Trifolium montanum	3	Bromus squarrosus	2	Bromus squarrosus	2	Medicago minima	2	Bromus squarrosus	2	Senecio jacobaea	4
Galium verum	2	Artemisia alba	1	Achillea millefolium	1	Bromus squarrosus	2	Phleum nodosum	2	Phleum nodosum	2	Phleum nodosum	2	Phleum nodosum	2	Phleum nodosum	2	Bromus squarrosus	3
Lotus corniculatus	2	Bromus erectus	1	Artemisia absinth.	1	Phleum nodosum	2	Phleum nodosum	2	Trifolium montanum	2	Plantago lanceolata	2	Achillea millefolium	1	Silene vulgaris	2	Medicago lupulina	3
Prunus spinosa	2	Colchicum autumnale	1	Artemisia alba	1	Plantago lanceolata	2	Artemisia absinth.	1	Trifolium pratense	2	Trifolium montanum	2	Bardane	1	Trifolium montanum	2	Plantago lanceolata	3
Teucrium chamaedrys	2	Festuca valesiaca	1	Bromus erectus	1	Achillea millefolium	1	Artemisia absinth.	1	Artemisia absinth.	1	Trifolium pratense	2	Bromus erectus	1	Bromus erectus	1	Echium vulgare	2
Artemisia absinth.	1	Helianthemum numm.	1	Bromus squarrosus	1	Artemisia absinth.	1	Daucus carota	1	Bardane	1	Achillea millefolium	1	Bromus squarrosus	1	Cirduus defloratus	1	Erigeron acer	2
Briza media	1	Hieracium pilosella	1	Cirduus defloratus	1	Bromus erectus	1	Echium vulgare	1	Bromus erectus	1	Artemisia absinth.	1	Cirduus defloratus	1	Echium vulgare	1	Tragopogon dubius	2
Centaurea scabiosa	1	Hippocrepis comosa	1	Daucus carota	1	Cirduus defloratus	1	Festuca ovina	1	Cirduus defloratus	1	Bardane	1	Echium vulgare	1	Erigeron atticus	1	Achillea millefolium	1
Colchicum autumnale	1	Hypericum perforat.	1	Hieracium pilosella	1	Centaurea scabiosa	1	Hieracium pilosella	1	Daucus carota	1	Cirduus defloratus	1	Medicago sativa	1	Medicago minima	1	Artemisia alba	1
Helianthemum numm.	1	Plantago lanceolata	1	Hypericum perforat.	1	Convolvulus arvensis	1	Lactuca épineuse ?	1	Galium aparine	1	Dactylis glomerata	1	Plantago lanceolata	1	Plantago lanceolata	1	Centaurea scabiosa	1
Hippocrepis comosa	1	Prunus spinosa	1	Lactuca épineuse ?	1	Daucus carota	1	Plantago lanceolata	1	Plantago lanceolata	1	Medicago sativa	1	Poa alpina	1	Poa alpina	1	Convolvulus arvensis	1
Muscari neglectum	1	Ranunculus bulbosus	1	Lotus corniculatus	1	Hieracium pilosella	1	plante petite feuilles	1	plante petite feuilles	1	Plantago sempervir.	1	Sanguisorba minor	1	Sanguisorba minor	1	Daucus carota	1
Pimpinella saxifraga	1	Sanguisorba minor	1	Medicago minima	1	Plantago sempervir.	1	Poa alpina	1	Poa alpina	1	Poa alpina	1	Scabiosa columbaria	1	Scabiosa columbaria	1	Lolium perenne	1
Poa alpina	1	Trifolium pratense	1	Muscari neglectum	1	plante petite feuilles	1	Sanguisorba minor	1	Sanguisorba minor	1	Sanguisorba minor	1	Scandis pecten vener.	1	Senecio sp	1	Taraxacum officinale	1
Ranunculus bulbosus	1	Vicia sativa	1	Plantago lanceolata	1	Poa alpina	1	Senecio sp	1	Silene vulgaris	1	Senecio sp	1	Senecio sp	1	Seseli annuum	1	Verbascum thapsus	1
Rhamnus alpinus	1			plante petite feuilles	1	Sanguisorba minor	1	Tragopogon dubius	1	Tragopogon dubius	1	Silene vulgaris	1	Silene vulgaris	1	Vicia sativa	1	Vincetoxicum hirund.	1
Sanguisorba minor	1			Poa alpina	1	Senecio sp	1	Vicia sativa	1	Vicia sativa	1	Vicia sativa	1	Tragopogon dubius	1				
				Prunus spinosa	1	Tragopogon dubius	1							Trifolium pratense	1				
				Ranunculus bulbosus	1	Vicia sativa	1							Vicia sativa	1				
				Sanguisorba minor	1														
				Senecio sp	1														
				Trifolium montanum	1														
				Trifolium pratense	1														
				Vicia sativa	1														
				Viola tricolor	1														

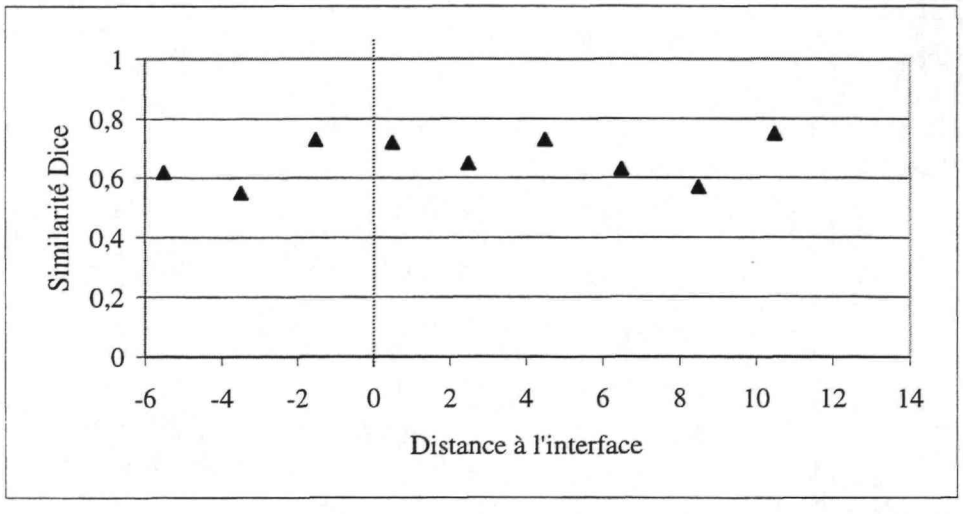




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



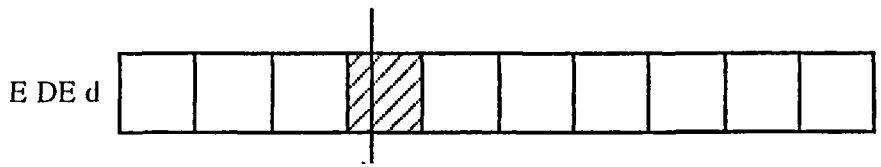


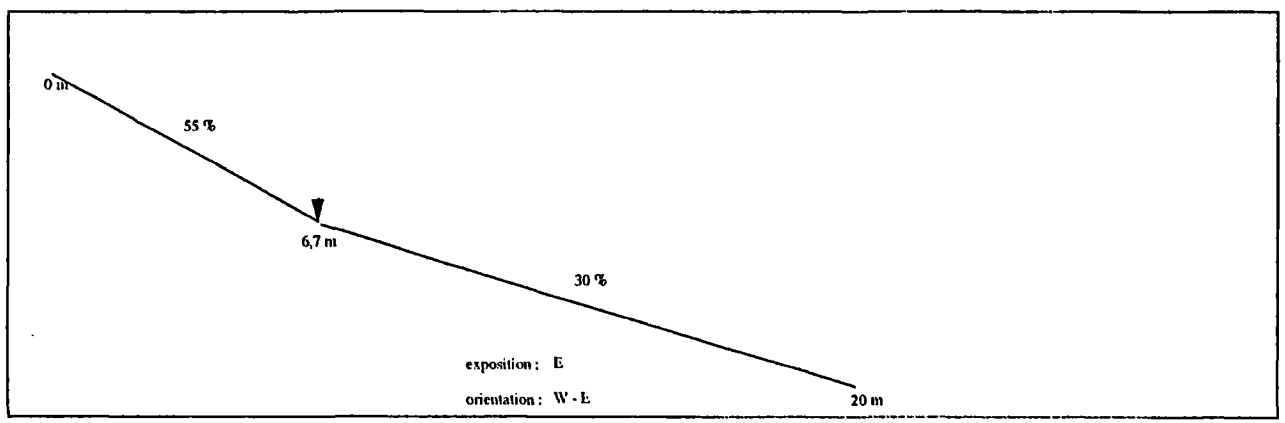


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

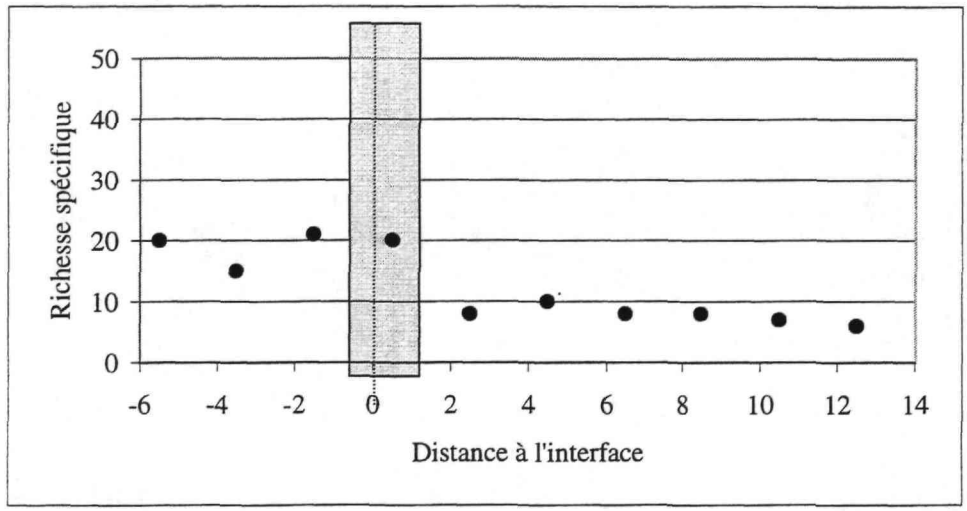
Esseillon 7-9 (4) : transect de zone en déprise à zone entretenue

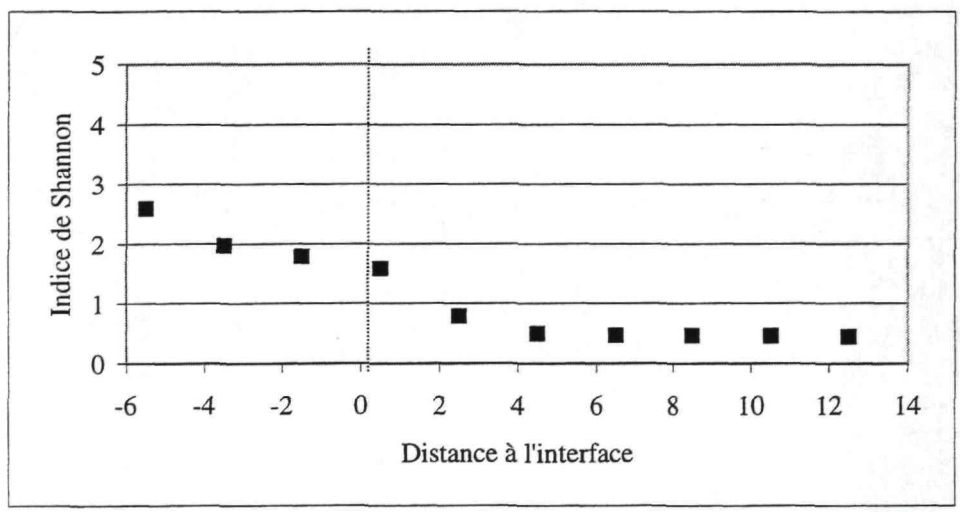
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Phleum nodosum	3	Artemisia alba	3	Artemisia alba	3	Dactylis glomerata	4	Dactylis glomerata	5	Dactylis glomerata	5	Dactylis glomerata	5	Dactylis glomerata	5	Dactylis glomerata	5	Dactylis glomerata	5
Artemisia alba	2	Phleum nodosum	3	Phleum nodosum	3	Hieracium pilosella	2	Onobrychis viciifolia	2	Onobrychis viciifolia	2	Onobrychis viciifolia	2	Onobrychis viciifolia	2	Onobrychis viciifolia	2	Onobrychis viciifolia	2
Calamagrostis sp	2	Linaria repens	2	Linaria repens	2	Phleum nodosum	2	Plantago sempervir.	2	Capsella bursa past.	1	Artemisia absinth.	1	Capsella bursa past.	1	Artemisia absinth.	1	Capsella bursa past.	1
Echium vulgare	2	Ononis spinosa	2	Alyssum cuneifol.	1	Plantago sempervir.	2	Alyssum cuneifol.	1	Caucalis platycarpos	1	Centaurea scabiosa	1	Convolvulus arvensis	1	Convolvulus arvensis	1	Convolvulus arvensis	1
Elymus repens	2	Artemisia absinth.	1	Artemisia absinth.	1	Alyssum cuneifol.	1	Artemisia absinth.	1	Chenopodium album	1	Convolvulus arvensis	1	Erodium cicutarium	1	Erodium cicutarium	1	Erodium cicutarium	1
Nepeta nepetella	2	Bromus squarrosus	1	Bromus squarrosus	1	Artemisia absinth.	1	Caucalis platycarpos	1	Convolvulus arvensis	1	Erodium cicutarium	1	Plantago lanceolata	1	Medicago sativa	1	Trifolium montanum	1
Alyssum cuneifol.	1	Centaurea scabiosa	1	Caucalis platycarpos	1	Artemisia alba	1	Convolvulus arvensis	1	Erodium cicutarium	1	Plantago sempervir.	1	Taraxacum officinale	1	Silene alba	1		
Artemisia absinth.	1	Echium vulgare	1	Centaurea scabiosa	1	Bromus squarrosus	1	Tragopogon dubius	1	Plantago sempervir.	1	Trifolium montanum	1	Trifolium montanum	1				
Bromus squarrosus	1	Medicago minima	1	Daucus carota	1	Caucalis platycarpos	1			Senecio jacobaea	1								
Caucalis platycarpos	1	Plantago lanceolata	1	Echium vulgare	1	Daucus carota	1			Trifolium montanum	1								
Lactuca saligna	1	Poa pratensis	1	Erigeron acer	1	Erigeron acer	1												
Linaria repens	1	Senecio jacobaea	1	Hieracium pilosella	1	Linaria repens	1												
Medicago minima	1	Tragopogon dubius	1	Medicago minima	1	Linum catharticum	1												
Ononis spinosa	1	Verbascum thapsus	1	Nepeta nepetella	1	Medicago minima	1												
Plantago sempervir.	1	Vicia sativa	1	Ononis spinosa	1	Onobrychis viciifolia	1												
Plante gluante	1			Plantago sempervir.	1	petite plante argentée	1												
Poa pratensis	1			Plante gluante	1	Rosa sp	1												
Senecio jacobaea	1			Sanguisorba minor	1	Senecio jacobaea	1												
Tragopogon dubius	1			Senecio jacobaea	1	Vicia sativa	1												
Viola tricolor	1			Tragopogon dubius	1	Viola tricolor	1												
				Verbascum thapsus	1														

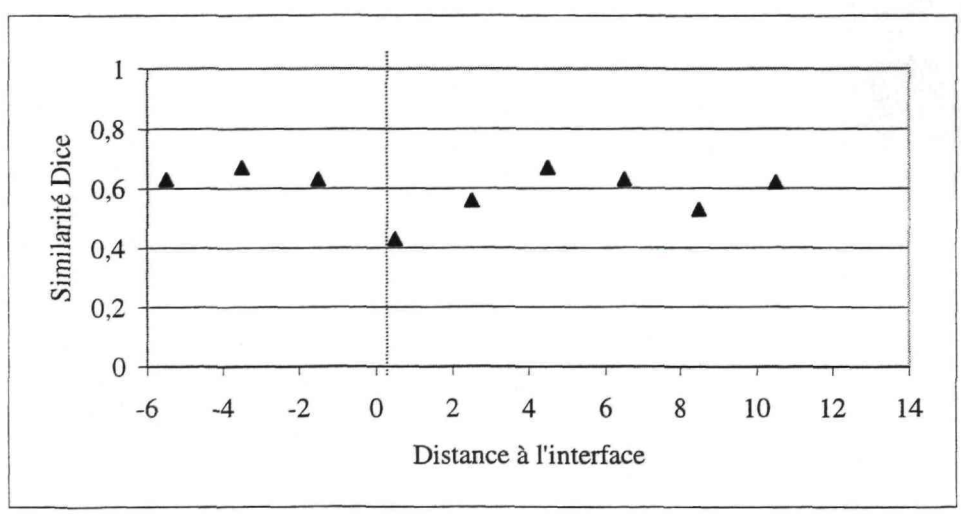




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



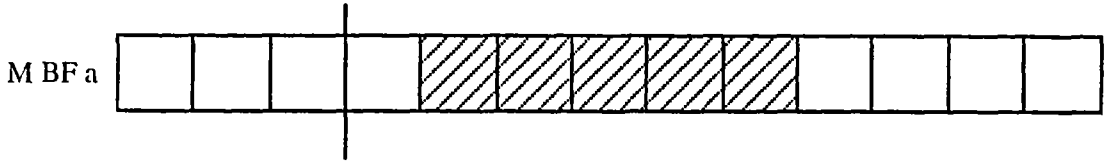


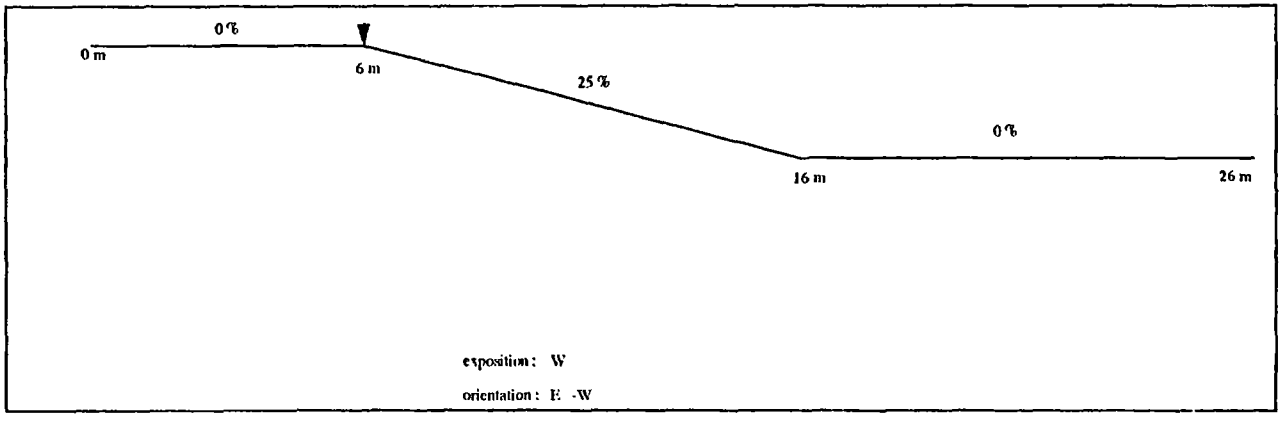


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

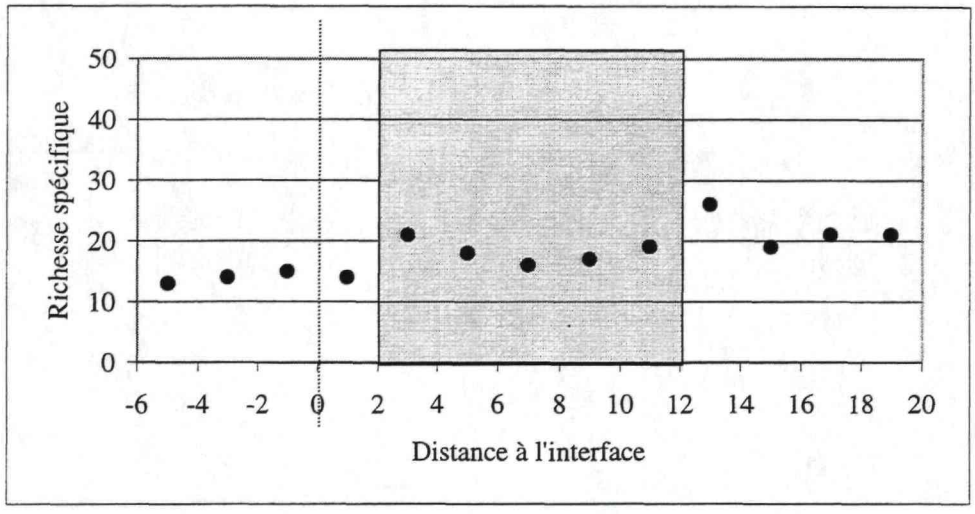
Moulin 5-6 (1) : transect de forêt à friche

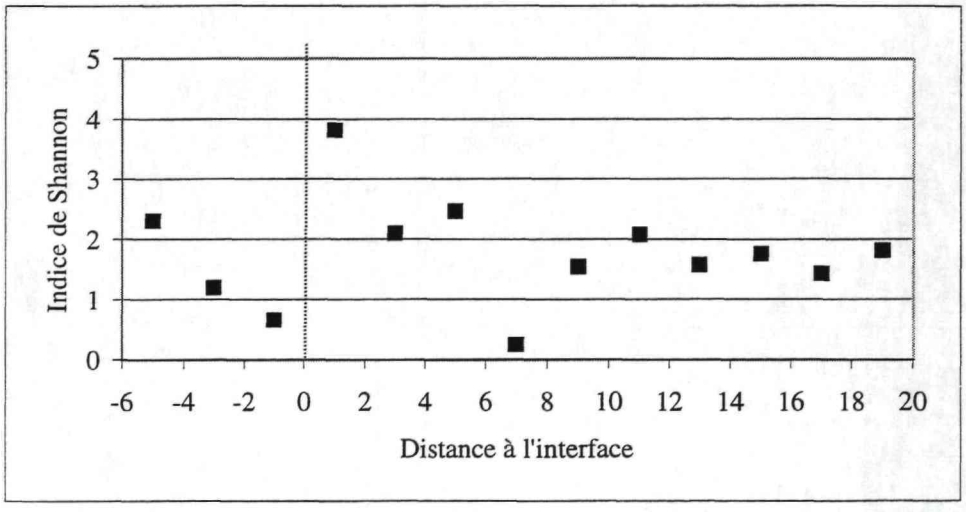
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10		placette 11		placette 12		placette 13	
Arctostaphylos uv.	2	Arctostaphylos uv.	3	Arctostaphylos uv.	3	Arctostaphylos uv.	1	Festuca ovina	2	Arctostaphylos uv.	2	Arctostaphylos uv.	5	Arctostaphylos uv.	4	Festuca ovina	3	Rhinanthus alectorol.	3	Achillea millefolium	2	Rhinanthus alectorol.	3	Rhinanthus alectorol.	3
Brachypodium pinn.	2	Prunella vulgaris	2	Anthyllis vulneraria	1	Brachypodium pinn.	1	Arabis hirsuta	1	Festuca ovina	2	Astragalus monspess.	1	Astragalus monspess.	2	Rhinanthus alectorol.	3	Festuca ovina	2	Festuca valesiaca	2	Festuca ovina	2	Centaurea scabiosa	2
Polygala chamaebux.	2	Anthyllis vulneraria	1	Brachypodium pinn.	1	Bromus erectus	1	Brachypodium pinn.	1	Globularia cordifolia	2	Brachypodium pinn.	1	Festuca ovina	2	Achillea millefolium	1	Ononis cristata	2	Plantago sempervir.	2	Achillea millefolium	1	Onobrychis viciifolia	2
Prunella vulgaris	2	Brachypodium pinn.	1	Centaurea scabiosa	1	Festuca ovina	1	Bupleurum rannuncul.	1	Helianthemum oelan.	2	Bupleurum rannuncul.	1	Hippocrepis comosa	2	Arinos alpinus	1	Acinos alpinus	1	Ranunculus bulbosus	2	Arinos alpinus	1	Achillea millefolium	1
Centaurea scabiosa	1	Centaurea scabiosa	1	Festuca ovina	1	Hypochoeris maculata	1	Euphorbia cyparissias	1	Brachypodium pian.	1	Euphorbia cyparissias	1	Centaurea scabiosa	1	Arctostaphylos uv.	1	Bromus erectus	1	Bunium bulbocastan.	1	Arinos alpinus	1	Acinos alpinus	1
Festuca ovina	1	Festuca ovina	1	Helianthemum numm.	1	Hippocrepis comosa	1	Galium verum	1	Brize media	1	Festuca ovina	1	Euphorbia cyparissias	1	Bromus erectus	1	Bunium bulbocastan.	1	Centaurea scabiosa	1	Bromus erectus	1	Bromus erectus	1
Galium verum	1	Galium verum	1	Hippocrepis comosa	1	Hypochoeris maculata	1	Globularia cordifolia	1	Bromus erectus	1	Helianthemum oelan.	1	Helianthemum numm.	1	Bunium bulbocastan.	1	Centaurea scabiosa	1	Euphorbia cyparissias	1	Bunium bulbocastan.	1	Bunium bulbocastan.	1
Hippocrepis comosa	1	Hypochoeris maculata	1	Hypochoeris maculata	1	Laserpitium siler	1	Graminée	1	Dianthus sp	1	Hieracium pilosella	1	Hieracium gpe bifid.	1	Centaurea scabiosa	1	Euphorbia cyparissias	1	Galium verum	1	Centaurea scabiosa	1	Centaurea scabiosa	1
Juniperus communis subsp communis	1	Juniperus communis subsp communis	1	Onobrychis viciifolia	1	Onobrychis viciifolia	1	Helianthemum numm.	1	Euphorbia cyparissias	1	Koeleria vallesiana	1	Hypochoeris radicata	1	Echium vulgare	1	Galium tenue.	1	Hieracium pilosella	1	Euphorbia cyparissias	1	Euphorbia cyparissias	1
Laserpitium siler	1	Laserpitium siler	1	Ononis fruticosa	1	Ononis fruticosa	1	Helianthemum oelan.	1	Galium verum	1	Onobrychis viciifolia	1	Juniperus communis subsp communis	1	Euphorbia cyparissias	1	Hieracium gpe bifid.	1	Medicago sativa	1	Galium verum	1	Festuca ovina	1
Pimpinella saxifraga	1	Onobrychis viciifolia	1	Polygala chamaebux.	1	Polygala chamaebux.	1	Hieracium pilosella	1	Graminée	1	Ononis cristata	1	Koeleria vallesiana	1	Galium tenue.	1	Hippocrepis comosa	1	Melampyrum sylvat.	1	Hieracium pilosella	1	Galium verum	1
Pinus sylvestris	1	Pinus sylvestris	1	Prunella vulgaris	1	Prunella vulgaris	1	Hippocrepis comosa	1	Hieracium pilosella	1	Pinus sylvestris	1	Laserpitium siler	1	Hieracium gpe bifid.	1	Hypochoeris radicata	1	petite plante argentée	1	Lotus corniculatus	1	Hieracium pilosella	1
Rhinanthus alectorol.	1	Polygala chamaebux.	1	Silene nutans	1	Sempervivum tector.	1	Laserpitium siler	1	Hippocrepis comosa	1	Potentilla reptens	1	Medicago minima	1	Galium tenue.	1	Melampyrum sylvat.	1	Phleum nodosum	1	Onobrychis viciifolia	1	Lotus corniculatus	1
		Rhinanthus alectorol.	1	Thymus serpyllum	1	Silene nutans	1	Melampyrum sylvat.	1	Laserpitium siler	1	Thymus serpyllum	1	Rhinanthus alectorol.	1	Globularia cordifolia	1	Onobrychis viciifolia	1	Senecio sp	1	Ononis cristata	1	Ononis cristata	1
						Thymus serpyllum	1	Polygala chamaebux.	1	Potentilla reptens	1					Graminée	1	Polygala vulgaris	1	Stachys recta	1	Poa alpina	1	Plantago major	1
						Vincetoxicum hirund.	1	Potentilla reptens	1	Prunella vulgaris	1					Hieracium pilosella	1	Sanguisorba minor	1			Plantago major	1	Poa alpina	1
								Prunella vulgaris	1	Sempervivum tector.	1					Hippocrepis comosa	1	Scabiosa columbaria	1			Poa alpina	1	Polygala vulgaris	1
								Sempervivum tector.	1	Silene nutans	1					Lotus corniculatus	1	Silene nutans	1			Polygala vulgaris	1	Ranunculus bulbosus	1
								Silene nutans	1	Thymus serpyllum	1					Ononis cristata	1	Thymus serpyllum	1			Ranunculus bulbosus	1	Sanguisorba minor	1
								Thymus serpyllum	1	Vincetoxicum hirund.	1					Plantago major	1					Sanguisorba minor	1	Silene nutans	1
								Vincetoxicum hirund.	1							Poa alpina	1					Silene nutans	1	Viola tricolor	1
																Polygala vulgaris	1					Thymus serpyllum	1		
																Ranunculus bulbosus	1					Viola tricolor	1		
																Sanguisorba minor	1								
																Scabiosa columbaria	1								
																Silene nutans	1								
																Thymus serpyllum	1								
																Viola tricolor	1								

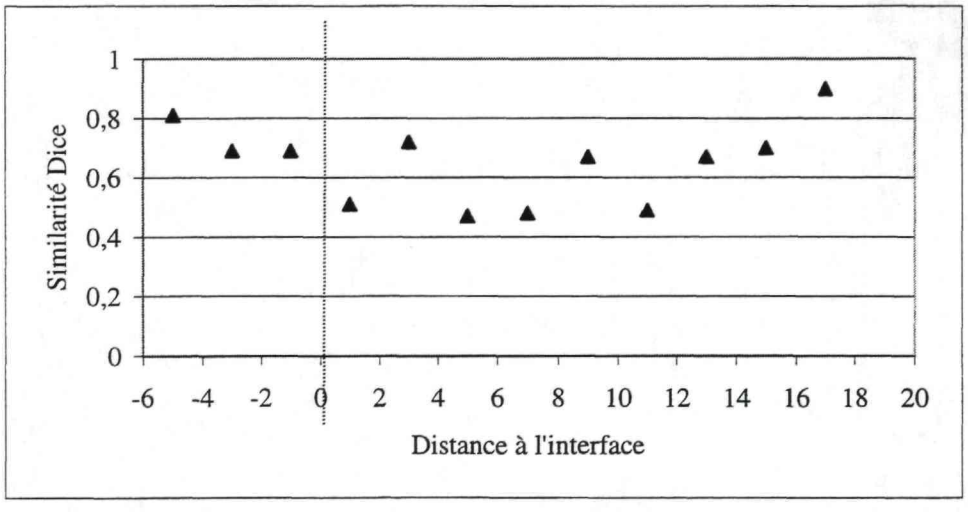




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



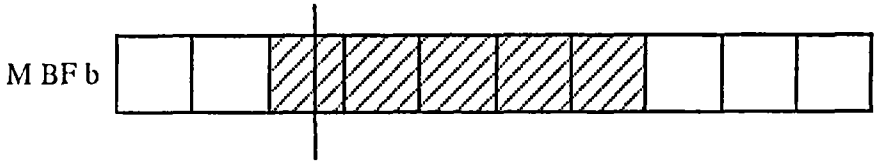


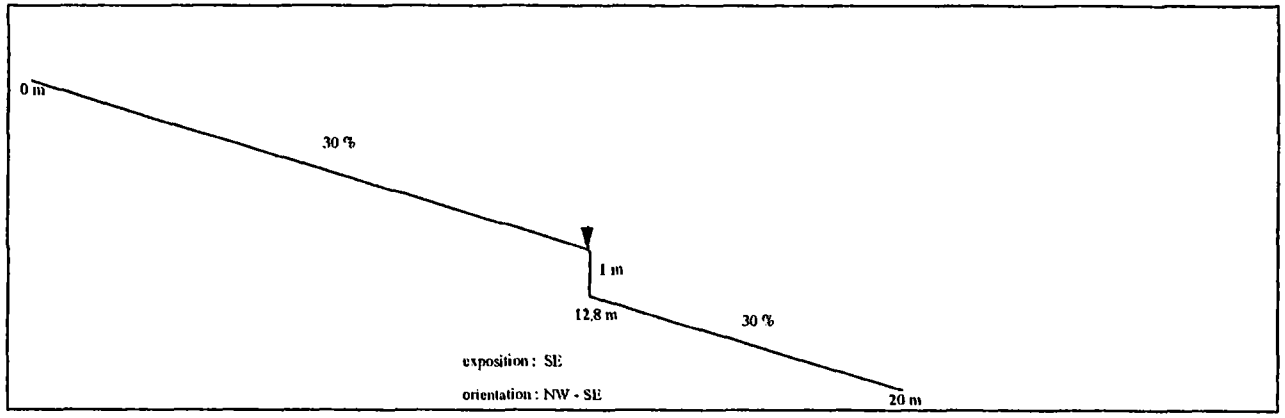


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

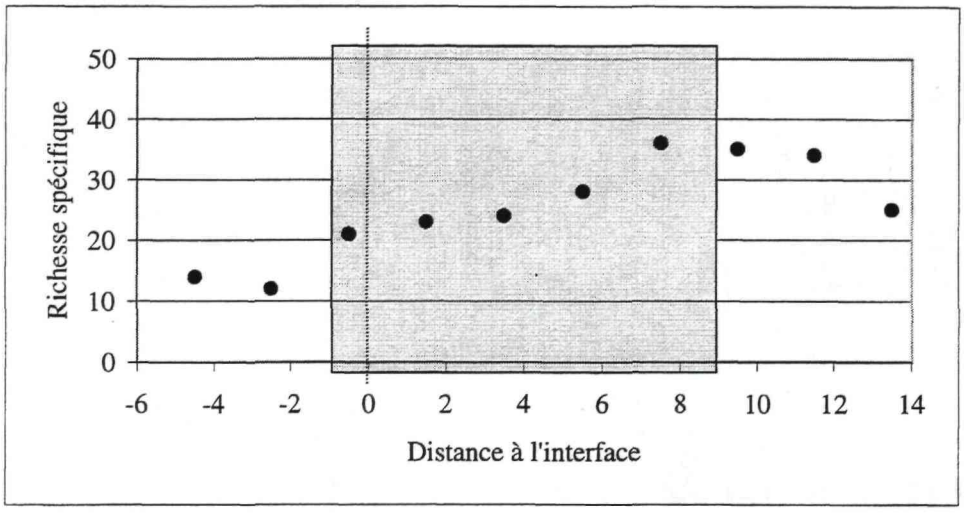
Moulin 5-6 (2) : transect de forêt à friche

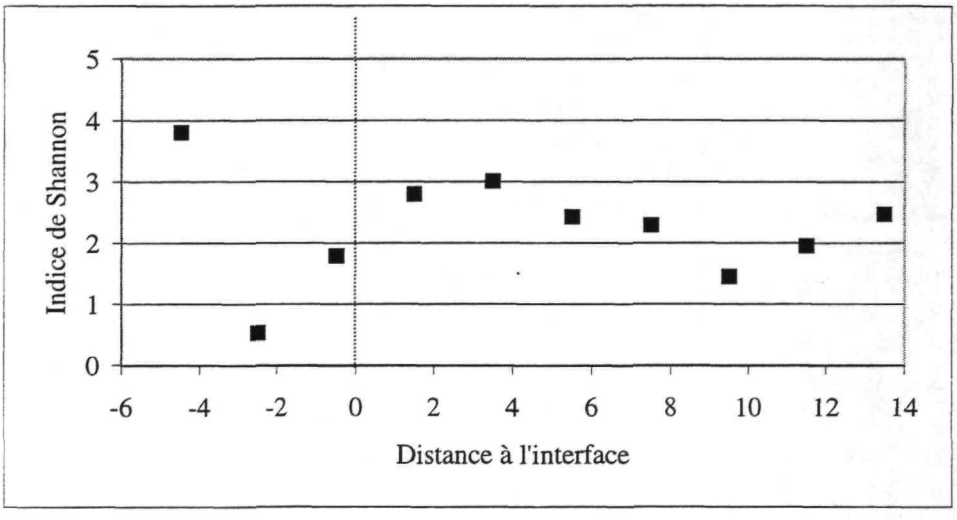
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Amelanchier ovalis	1	Brachypodium pina.	3	Brachypodium pinn.	3	Achillea millefolium	2	Geranium sanguin.	3	Geranium sanguin.	3	Berberis vulgaris	4	Geranium sanguin.	4	Geranium sanguin	4	Laserpitium latifolium	3
Brachypodium pinn.	1	Amelanchier ovalis	1	Geranium sanguin.	3	Bromus erectus	2	Achillea millefolium	2	Laserpitium latifolium	3	Geranium sanguin.	3	Laserpitium latifolium	3	Laserpitium latifolium	3	Asphodelus delphin.	2
Geranium sanguin.	1	Bromus erectus	1	Centaurea scabiosa	2	Centaurea scabiosa	2	Brachypodium pina.	2	Achillea millefolium	2	Laserpitium latifolium	3	Achillea millefolium	1	Rhinanthus alectorol.	2	Geranium sanguin.	2
Juniperus communis subsp communis	1	Campanula rhomboid.	1	Briza media	1	Geranium sanguin.	2	Centaurea scabiosa	2	Bromus erectus	2	Bromus erectus	2	Asphodelus delphin.	1	Trisetum flavescens	2	Rhinanthus alectorol	2
Laserpitium latifolium	1	Euphorbia cyparissias	1	Bromus erectus	1	Salvia pratensis	2	Colchicum autumnale	2	Salvia pratensis	2	Rosa sp	2	Berberis vulgaris	1	Achillea millefolium	1	Trisetum flavescens	2
Listera ovata	1	Geranium sanguin.	1	Bunium bulbocastan.	1	Brachypodium pina.	1	Laserpitium latifolium	2	Brachypodium pina.	1	Achillea millefolium	1	Brachypodium pina.	1	Asphodelus delphin.	1	Achillea millefolium	1
Melampyrum sylvat.	1	Lathyrus pratensis	1	Campanula rhomboid	1	Briza media	1	Salvia pratensis	2	Briza media	1	Astrantia minor	1	Briza media	1	Astragalus purpureus	1	Anthoxanthum odor.	1
Mousse	1	Listera ovata	1	Centaurea montana	1	Bunium bulbocastan.	1	Briza media	1	Bunium bulbocastan.	1	Brachypodium pina.	1	Bromus erectus	1	Brachypodium pinn.	1	Briza media	1
Peucedanum oreosel	1	Peucedanum oreosel.	1	Epipactis sp	1	Campanula cornica	1	Briza media	1	Campanula cornica	1	Briza media	1	Campanula cornica	1	Brachypodium pinn.	1	Campanula cornica	1
Pinus sylvestris	1	Pinus sylvestris	1	Galium tenue.	1	Cardous deflorotus	1	Bunium bulbocastan.	1	Centaurea scabiosa	1	Bunium bulbocastan.	1	Centaurea scabiosa	1	Briza media	1	Cardous deflorotus	1
Polygala chamaebux.	1	Poa alpina	1	Galium verum	1	Centaurea montana	1	Campanula cornica	1	Colchicum autumnale	1	Campanula cornica	1	Carex flacca	1	Bromus erectus	1	Centaurea scabiosa	1
Rhamnus alpinus	1	Taraxacum officinale	1	Hekanthemum nummu	1	Cuscuta epithymum	1	Dactylis glomerata	1	Dactylis glomerata	1	Carex flacca	1	Centaurea scabiosa	1	Campanula cornica	1	Euphorbia cyparissias	1
Rosa sp	1			Lathyrus pratensis	1	Dactylis glomerata	1	Festuca rubra	1	Euphorbia seguier.	1	Centaurea scabiosa	1	Colchicum autumnale	1	Centaurea scabiosa	1	Euphorbia seguier.	1
Sorbus mougeotii	1			Peucedanum oreosel.	1	Euphorbia cyparissias	1	Galium tenue.	1	Festuca rubra	1	Colchicum autumnale	1	Euphorbia seguier.	1	Colchicum autumnale	1	Festuca rubra	1
				Pinus sylvestris	1	Galium tenue.	1	Galium verum	1	Galium tenue.	1	Euphorbia seguier.	1	Festuca rubra	1	Euphorbia seguier.	1	Galium tenue.	1
				Poa alpina	1	Galium verum	1	Helianthemum numm	1	Galium verum	1	Festuca rubra	1	Galium tenue.	1	Festuca rubra	1	Galium verum	1
				Salvia pratensis	1	Helianthemum numm	1	Hypericum perforat.	1	Helianthemum numm.	1	Galium verum	1	Galium verum	1	Galium tenue.	1	Gentiana lutea	1
				Sanguisorba minor	1	Knautia arvensis	1	Lathyrus pratensis	1	Hypericum perforat.	1	Helianthemum numm	1	Gentiana lutea	1	Graminée	1	Geranium sylvaticum	1
				Taraxacum officinale	1	Lathyrus pratensis	1	Onobrychis viciifolia	1	Knautia arvensis	1	Heracleum sphondyl.	1	Gymnadenia conops.	1	Helianthemum nummu	1	Gymnadenia conops.	1
				Teutrium chamaedrys	1	Ranunculus auricomus	1	Rumex acetosa	1	Lathyrus pratensis	1	Hypericum perforat.	1	Helianthemum numm.	1	Hypericum perforat.	1	Helianthemum numm.	1
				Tragopogon pratensis	1	Rumex acetosa	1	Sanguisorba minor	1	Leucanthemum cun.	1	Knautia arvensis	1	Hypericum perforat.	1	Knautia arvensis	1	Hypericum perforat.	1
						Sanguisorba minor	1	Silene vulgaris	1	Plantago major	1	Lathyrus pratensis	1	Juniperus communis subsp communis	1	Leucanthemum cun.	1	Leucanthemum cun.	1
						Silene vulgaris	1	Tragopogon pratensis	1	Ranunculus auricomus	1	Leucanthemum cun.	1	Listera ovata	1	Narcissus poeticus	1	Plantago lanceolata	1
						Taraxacum officinale	1			Rumex acetosa	1	Narcissus poeticus	1	Narcissus poeticus	1	Peucedanum oreosel.	1	Plantago major	1
						Tragopogon pratensis	1			Sanguisorba minor	1	Polygala vulgaris	1	Potentilla sterilis	1	Pinus sylvestris	1	Polygala vulgaris	1
										Silene vulgaris	1	Polygonum bistorta	1	Ranunculus auricomus	1	Plantago lanceolata	1	Ranunculus auricomus	1
										Taraxacum officinale	1	Ranunculus auricomus	1	Rhinanthus alectorol.	1	Plantago major	1	Salvia pratensis	1
										Tragopogon pratensis	1	Rhinanthus alectorol.	1	Rosa sp	1	Ranunculus auricomus	1	Sanguisorba minor	1
												Salvia pratensis	1	Salvia pratensis	1	Salvia pratensis	1	Scabiosa columbaria	1
												Sanguisorba minor	1	Sanguisorba minor	1	Sanguisorba minor	1	Theskum alpinum	1
												Silene vulgaris	1	Stachys recta	1	Scabiosa columbaria	1	Tragopogon pratensis	1
												Stachys recta	1	Taraxacum officinale	1	Theskum alpinum	1	Trifolium montanum	1
												Taraxacum officinale	1	Tragopogon pratensis	1	Tragopogon pratensis	1		
												Tragopogon pratensis	1	Trifolium montanum	1	Trifolium montanum	1		
												Trisetum flavescens	1	Trisetum flavescens	1				

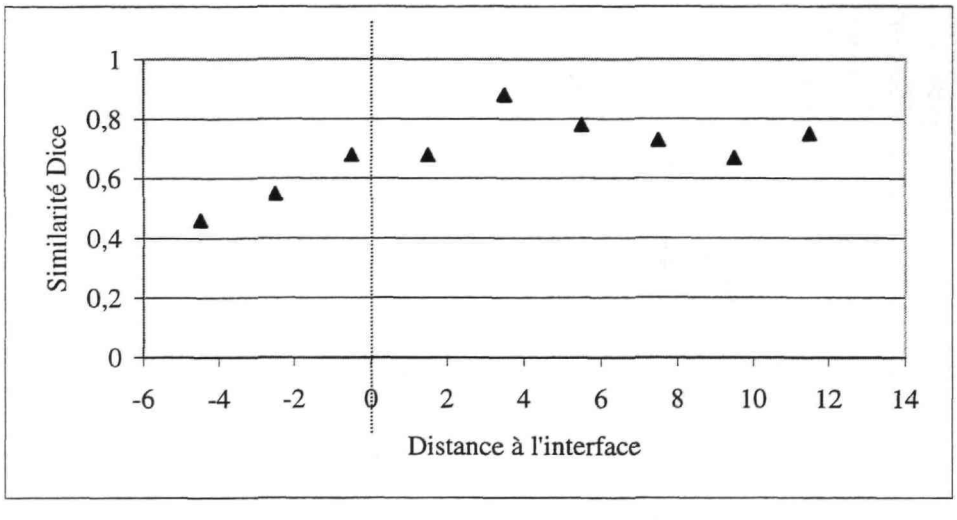




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



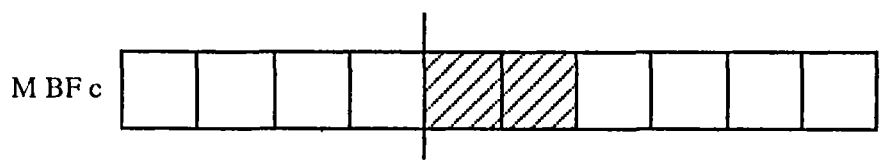


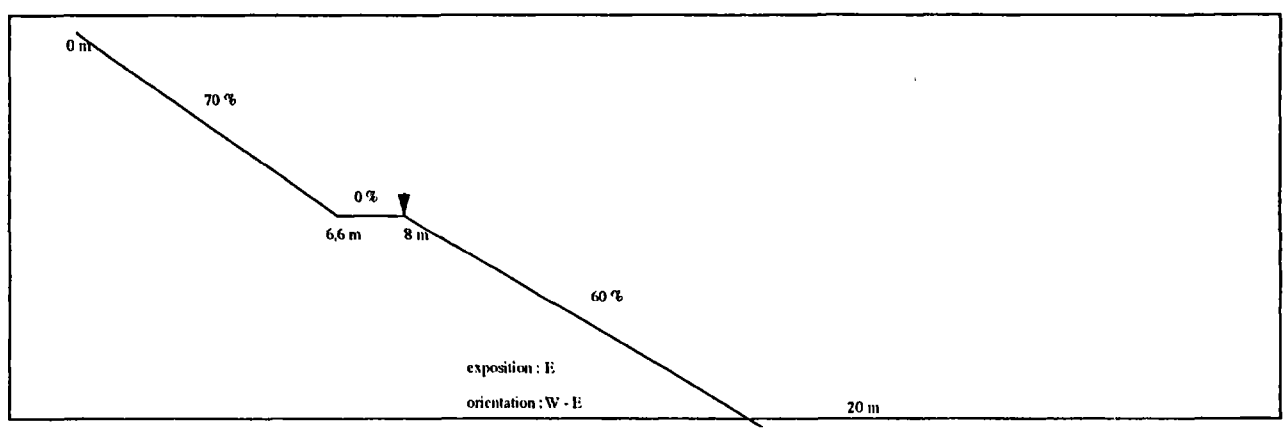


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

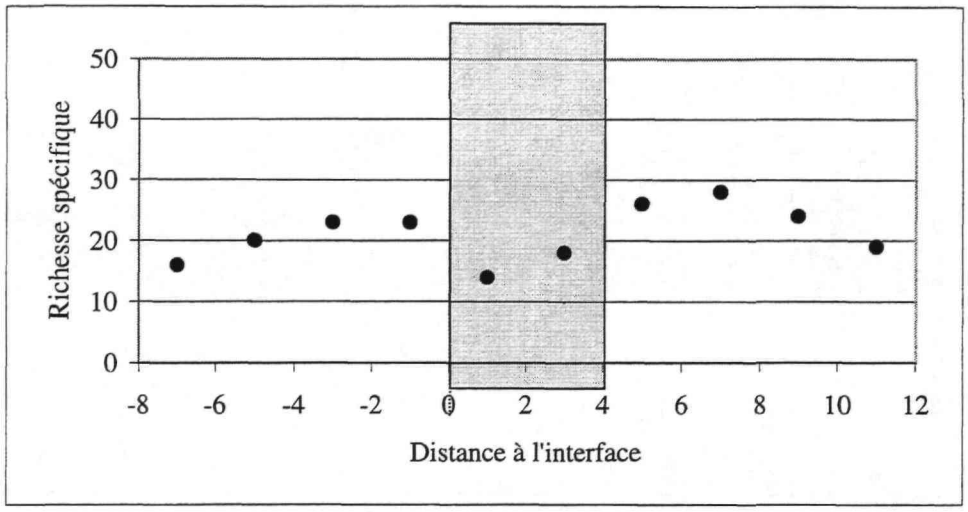
Moulin 5-6 (3) : transect de forêt à friche

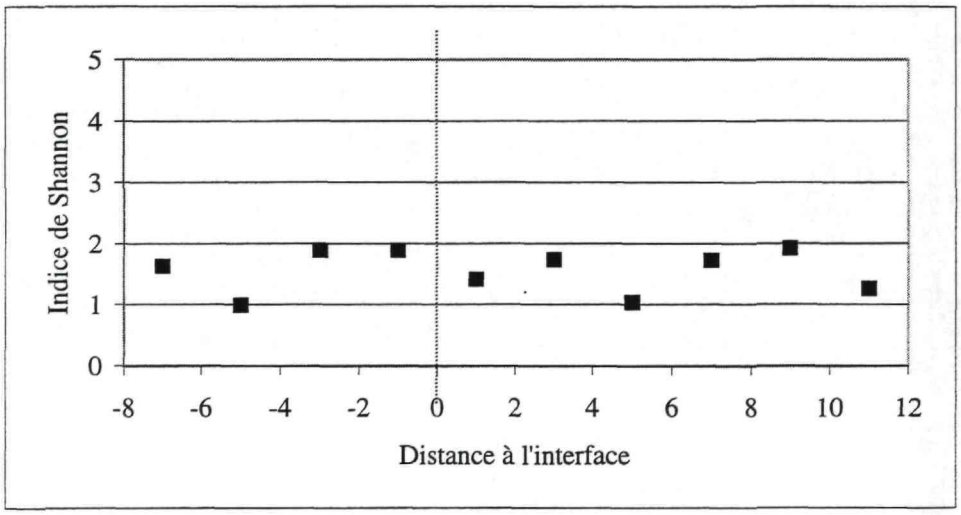
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Brachypodium pinn.	5	Brachypodium pinn.	5	Brachypodium pinn.	5	Brachypodium pinn.	5	Juniperus communis subsp communis	4	Juniperus communis subsp communis	4	Brachypodium pinn.	5	Brachypodium pinn.	4	Agrostis alpina	4	Agrostis alpina	4
Cotoneaster integer.	3	Laserpitium latifolium	3	Cotoneaster integer.	2	Laserpitium latifolium	3	Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	3	Laserpitium latifolium	2	Melampyrum sylvat.	2	Melampyrum sylvat.	2	Prunella vulgaris	2
Laserpitium latifolium	3	Astragalus purpureus	1	Laserpitium latifolium	3	Helianthemum numm.	2	Laserpitium latifolium	2	Laserpitium latifolium	2	Rhinanthus alectorol.	2	Prunella vulgaris	2	Onobrychis viciifolia	2	Rhinanthus alectorol.	2
Lathyrus pratensis	2	Berberis vulgaris	1	Prunella vulgaris	2	Melampyrum sylvat.	2	Rhinanthus alectorol.	2	Rhinanthus alectorol.	2	Achillea millefolium	1	Rhinanthus alectorol.	2	Prunella vulgaris	2	Briza media	1
Acinos alpinus	1	Briza media	1	Pulmonaria montana	2	Prunella vulgaris	2	Briza media	1	Anthyllis vulneraria	1	Anthyllis vulneraria	1	Asperula cynanchica	1	Rhinanthus alectorol.	2	Carex pallescens	1
Galium sylvaticum	1	Cotoneaster integer.	1	Rhinanthus alectorol.	2	Rhinanthus alectorol.	2	Carex pallescens	1	Briza media	1	Astragalus purpureus	1	Briza media	1	Asperula cynanchica	1	Euphorbia cyparissias	1
Helianthemum numm.	1	Euphorbia cyparissias	1	Astragalus purpureus	1	Anthyllis vulneraria	1	Euphorbia cyparissias	1	Euphorbia cyparissias	1	Briza media	1	Bromus erectus	1	Briza media	1	Festuca rubra	1
Juniperus communis subsp communis	1	Festuca rubra	1	Briza media	1	Astragalus purpureus	1	Festuca rubra	1	Festuca rubra	1	Bupleurum ranuncul.	1	Bupleurum ranuncul.	1	Bromus erectus	1	Graminée	1
Lotus corniculatus	1	Galium sylvaticum	1	Carex mucronata	1	Briza media	1	Galium verum	1	Graminée	1	Carex pallescens	1	Carduus defloratus	1	Carex pallescens	1	Helianthemum numm.	1
Melampyrum sylvat.	1	Helianthemum numm.	1	Centaurea uniflora	1	Carex mucronata	1	Helianthemum numm.	1	Helianthemum numm.	1	Euphorbia cyparissias	1	Carex pallescens	1	Euphorbia cyparissias	1	Laserpitium latifolium	1
Picea abies	1	Juniperus communis subsp communis	1	Carex pallescens	1	Carex pallescens	1	Knautia arvensis	1	Lotus corniculatus	1	Festuca rubra	1	Centaurea uniflora	1	Festuca rubra	1	Lotus corniculatus	1
Poa alpina	1	Lathyrus pratensis	1	Centaurea uniflora	1	Centaurea uniflora	1	Melampyrum sylvat.	1	Melampyrum sylvat.	1	Galium sylvaticum	1	Euphorbia cyparissias	1	Galium verum	1	Melampyrum sylvat.	1
Prunella vulgaris	1	Lotus corniculatus	1	Cerastium arvense	1	Euphorbia cyparissias	1	Poa alpina	1	Onobrychis viciifolia	1	Graminée	1	Festuca rubra	1	Graminée 1		Onobrychis viciifolia	1
Sanguisorba minor	1	Melampyrum sylvat.	1	Euphorbia cyparissias	1	Juniperus communis subsp communis	1	Pulmonaria montana	1	Plantago alpina	1	Helianthemum numm.	1	Galium verum	1	Helianthemum numm.	1	Plantago lanceolata	1
Silene nutans	1	Primula veris sp veris	1	Festuca rubra	1	Lotus corniculatus	1	Rhinanthus alectorol.	1	Polygala chamaebux.	1	Hieracium pilosella	1	Graminée	1	Hippocrepis comosa	1	Plantago major	1
Thesium alpinum	1	Prunella vulgaris	1	Galium sylvaticum	1	Onobrychis viciifolia	1			Polygala vulgaris	1	Hippocrepis comosa	1	Helianthemum numm.	1	Hypochoeris radicata	1	Primula veris sp veris	1
		Pulmonaria montana	1	Gymnadenia conops.	1	Phyteuma orbiculare	1			Prunella vulgaris	1	Juniperus communis subsp communis	1	Hippocrepis comosa	1	Laserpitium latifolium	1	Pulmonaria montana	1
		Sanguisorba minor	1	Helianthemum numm.	1	Plantago lanceolata	1			Pulmonaria montana	1	Lotus corniculatus	1	Laserpitium latifolium	1	Lotus corniculatus	1	Salvia pratensis	1
		Silene nutans	1	Lotus corniculatus	1	Polygala chamaebux.	1					Melampyrum sylvat.	1	Lotus corniculatus	1	Plantago alpina	1	Trifolium montanum	1
		Thesium alpinum	1	Melampyrum sylvat.	1	Pulmonaria montana	1					Onobrychis viciifolia	1	Onobrychis viciifolia	1	Plantago lanceolata	1		
				Onobrychis viciifolia	1	Silene nutans	1					Plantago major	1	Picea abies	1	Plantago major	1		
				Polygala vulgaris	1	Thesium alpinum	1					Polygala chamaebux.	1	Plantago lanceolata	1	Pulmonaria montana	1		
				Primula veris sp veris	1	Trifolium montanum	1					Polygala vulgaris	1	Plantago major	1	Salvia pratensis	1		
				Silene nutans	1							Prunella vulgaris	1	Polygala chamaebux.	1	Silene nutans	1		
				Thesium alpinum	1							Pulmonaria montana	1	Polygala vulgaris	1				
												Thesium alpinum	1	Pulmonaria montana	1				
														Salvia pratensis	1				
														Sanguisorba minor	1				

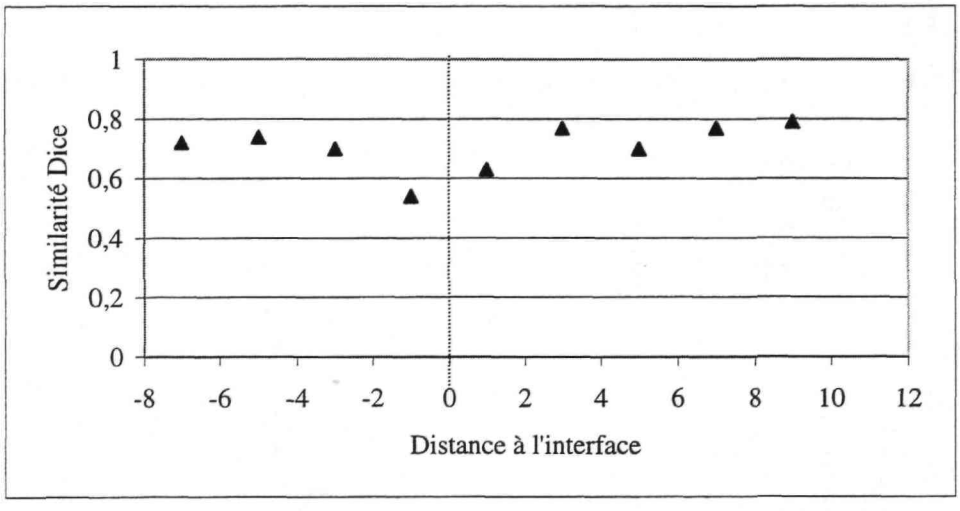




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



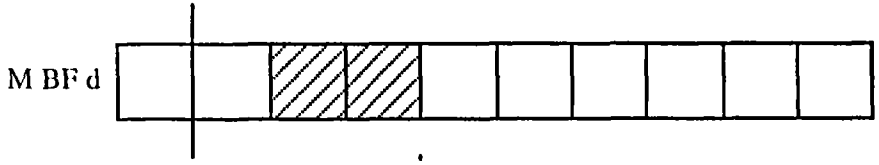


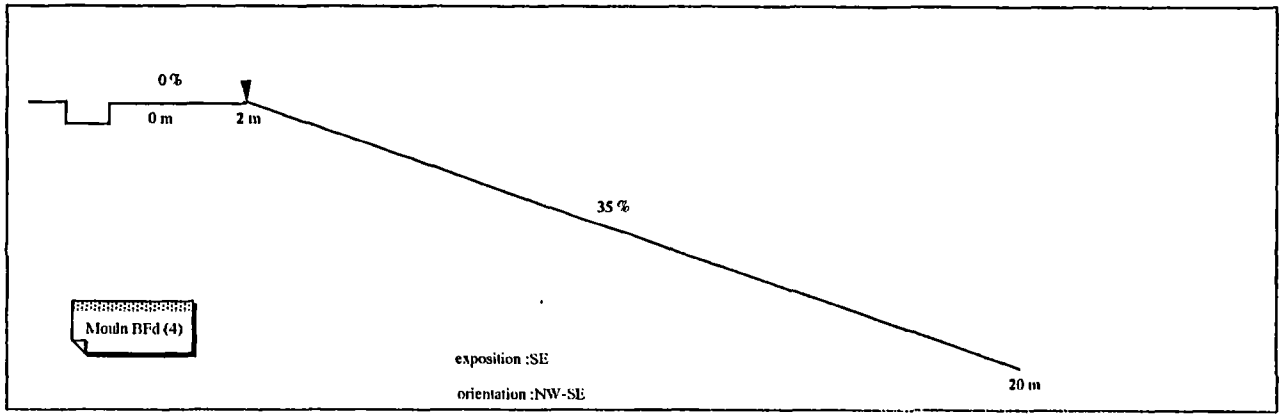


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

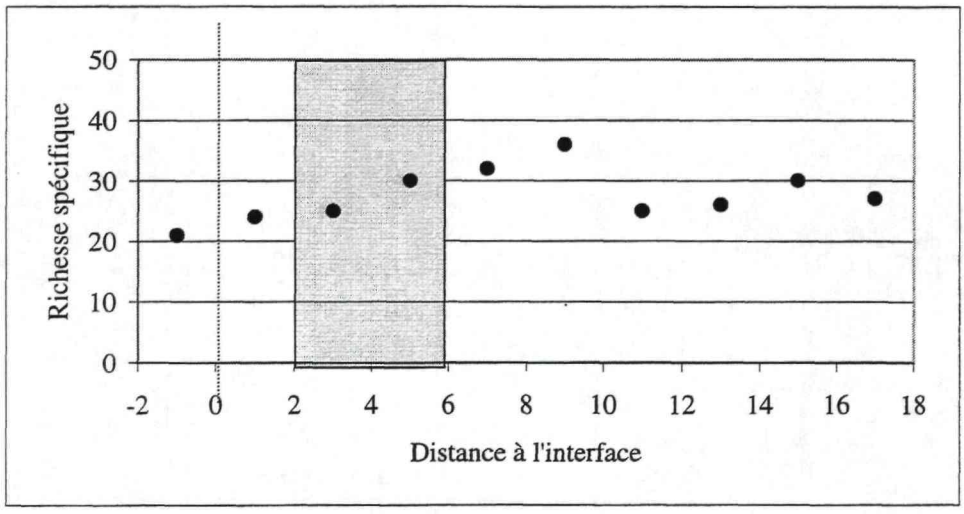
Moulin 5-6 (4) : transect de forêt à friche

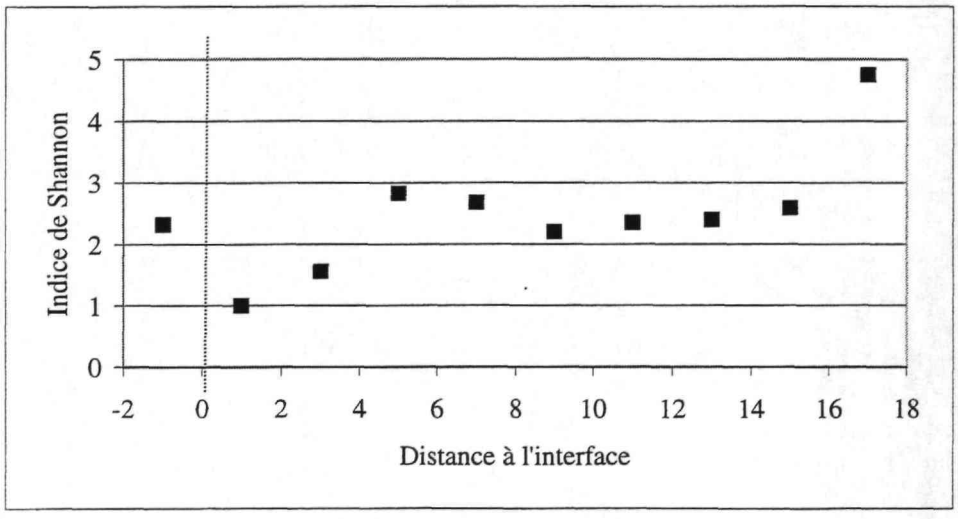
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Heracleum sphondyl.	3	Heracleum sphondyl.	4	Helianthemum numm.	3	Heracleum sphondyl.	2	Salvia pratensis	2	Centaurea scabiosa	2	Centaurea scabiosa	2	Centaurea scabiosa	2	Centaurea scabiosa	2	Acinos alpinus	1
Veratrum album	3	Veratrum album	2	Polygonum bistorta	2	Salvia pratensis	2	Trollius europaeus	2	Helianthemum numm.	2	Salvia pratensis	2	Salvia pratensis	2	Salvia pratensis	2	Alchemilla xantochl.	1
Deschampsia coespit.	2	Alchemilla xantochl.	1	Alchemilla xantochl.	1	Trollius europaeus	2	Alchemilla xantochl.	1	Acinos alpinus	1	Alchemilla xantochl.	1	Acinos alpinus	1	Alchemilla xantochl.	1	Anthyllis vulneraria	1
Gentiana lutea	2	Astrantia minor	1	Astrantia minor	1	Veronica officinalis	2	Anthoxanthum odor.	1	Alchemilla xantochl.	1	Anthoxanthum odor.	1	Alchemilla xantochl.	1	Anthyllis vulneraria	1	Astrantia minor	1
Pimpinella major	2	Betula pendula	1	Briza media	1	Alchemilla xantochl.	1	Anthyllis vulneraria	1	Anthyllis vulneraria	1	Astrantia minor	1	Anthyllis vulneraria	1	Astrantia minor	1	Briza media	1
Alchemilla xantochl.	1	Carex pallescens	1	Carex sempervirens	1	Campanula carnica	1	Astrantia minor	1	Astrantia minor	1	Briza media	1	Astrantia minor	1	Briza media	1	Bunium bulbocastane.	1
Astrantia minor	1	Dactylis glomerata	1	Centaurea scabiosa	1	Carex pallescens	1	Briza media	1	Briza media	1	Chaerophyllum hirs.	1	Briza media	1	Bunium bulbocastan.	1	Carex sempervirens	1
Carex pallescens	1	Deschampsia coespit.	1	Dactylis glomerata	1	Carex sempervirens	1	Bunium bulbocastan.	1	Bunium bulbocastan.	1	Dactylis glomerata	1	Chaerophyllum hirs.	1	Chaerophyllum hirs.	1	Centaurea scabiosa	1
Chaerophyllum hirs.	1	Festuca rubra	1	Deschampsia coespit.	1	Centaurea scabiosa	1	Carex pallescens	1	Carex pallescens	1	Deschampsia coespit.	1	Deschampsia coespit.	1	Dactylis glomerata	1	Chaerophyllum hirs.	1
Dactylis glomerata	1	Galium tenue.	1	Festuca rubra	1	Dactylis glomerata	1	Centaurea scabiosa	1	Chaerophyllum hirs.	1	Galium tenue.	1	Galium tenue.	1	Deschampsia coespit.	1	Deschampsia coespit.	1
Festuca rubra	1	Gentiana lutea	1	Galium tenue.	1	Deschampsia coespit.	1	Chaerophyllum hirs.	1	Colchicum autumnale	1	Geranium sylvaticum	1	Gentianella compest.	1	Galium tenue.	1	Galium tenue.	1
Geranium sylvaticum	1	Helianthemum numm.	1	Gentiana lutea	1	Festuca rubra	1	Dactylis glomerata	1	Deschampsia coespit.	1	Helianthemum numm.	1	Geranium sylvaticum	1	Gentianella compest.	1	Gentiana lutea	1
Hieracium gpe bifid.	1	Hieracium gpe bifid.	1	Heracleum sphondyl.	1	Gentiana lutea	1	Deschampsia coespit.	1	Galium tenue.	1	Hieracium gpe bifid.	1	Helianthemum numm.	1	Geranium sylvaticum	1	Gentianella compest.	1
Hypericum maculat.	1	Leucanthemum cun.	1	Hieracium gpe bifid.	1	Gentianella compest.	1	Festuca rubra	1	Galium verum	1	Hypochoeris radicata	1	Heracleum sphondyl.	1	Helianthemum numm.	1	Geranium sylvaticum	1
Picea abies	1	Onobrychis viciifolia	1	Leucanthemum cun.	1	Helianthemum numm.	1	Galium tenue.	1	Gentiana lutea	1	Lotus corniculatus	1	Hypericum maculat.	1	Heracleum sphondyl.	1	Helianthemum numm.	1
Polygonum bistorta	1	Pimpinella major	1	Lotus corniculatus	1	Hieracium gpe bifid.	1	Gentiana lutea	1	Gentianella compest.	1	Onobrychis viciifolia	1	Hypochoeris radicata	1	Hieracium gpe bifid.	1	Heracleum sphondyl.	1
Polygonum viviparum	1	Plantago major	1	Pimpinella major	1	Hypochoeris radicata	1	Gentianella compest.	1	Geranium sylvaticum	1	Pimpinella major	1	Laserpitium latifolium	1	Hypochoeris radicata	1	Hypochoeris radicata	1
Potentilla erecta	1	Polygonum bistorta	1	Plantago major	1	Leucanthemum cun.	1	Geranium sylvaticum	1	Heracleum sphondyl.	1	Plantago lanceolata	1	Onobrychis viciifolia	1	Knautia arvensis	1	Onobrychis viciifolia	1
Ranunculus auricomus	1	Pulmonaria montana	1	Polygonum viviparum	1	Luzula multiflora	1	Heracleum sphondyl.	1	Hieracium gpe bifid.	1	Plantago major	1	Pimpinella major	1	Linum catharticum	1	Pimpinella major	1
Trollius europaeus	1	Ranunculus auricomus	1	Prunella vulgaris	1	Onobrychis viciifolia	1	Hieracium gpe bifid.	1	Hypochoeris radicata	1	Polygonum bistorta	1	Plantago lanceolata	1	Onobrychis viciifolia	1	Plantago lanceolata	1
Vicia incana	1	Salvia pratensis	1	Pulmonaria montana	1	Pimpinella major	1	Hypochoeris radicata	1	Leucanthemum cun.	1	Prunella vulgaris	1	Plantago major	1	Phyteuma orbiculare	1	Plantago major	1
		Taraxacum officinale	1	Ranunculus auricomus	1	Plantago lanceolata	1	Leucanthemum cun.	1	Linum catharticum	1	Pulmonaria montana	1	Polygonum bistorta	1	Plantago major	1	Polygonum bistorta	1
		Trollius europaeus	1	Trollius europaeus	1	Plantago major	1	Linum catharticum	1	Lotus corniculatus	1	Ranunculus auricomus	1	Polygonum viviparum	1	Poa alpina	1	Polygonum viviparum	1
		Vicia incana	1	Veratrum album	1	Polygonum bistorta	1	Picea abies	1	Picea abies	1	Trollius europaeus	1	Prunella vulgaris	1	Polygonum bistorta	1	Prunella vulgaris	1
				Veronica officinalis	1	Polygonum viviparum	1	Pimpinella major	1	Pimpinella major	1			Taraxacum officinale	1	Polygonum viviparum	1	Salvia pratensis	1
						Prunella vulgaris	1	Plantago lanceolata	1	Plantago lanceolata	1			Trollius europaeus	1	Potentilla reptens	1	Trifolium pratense	1
						Pulmonaria montana	1	Plantago major	1	Plantago major	1					Prunella vulgaris	1	Trollius europaeus	1
						Ranunculus auricomus	1	Polygonum bistorta	1	Potentilla reptens	1					Ranunculus auricomus	1		
						Rumex acetosa	1	Ranunculus auricomus	1	Prunella vulgaris	1					Trifolium montanum	1		
						Veratrum album	1	Rumex acetosa	1	Pulmonaria montana	1					Trollius europaeus	1		
								Sanguisorba minor	1	Ranunculus auricomus	1								
										Rumex acetosa	1								
										Silene nutans	1								
										Silene vulgaris	1								
										Trollius europaeus	1								

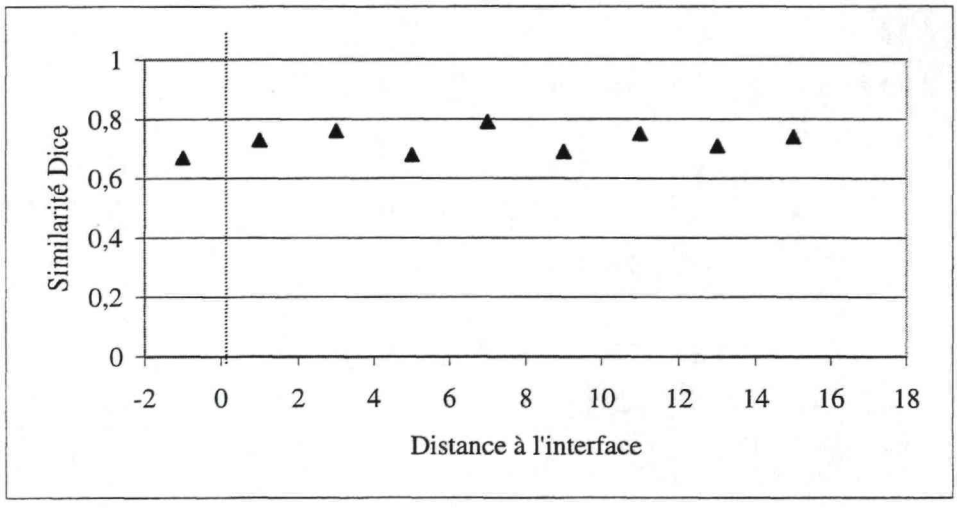




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



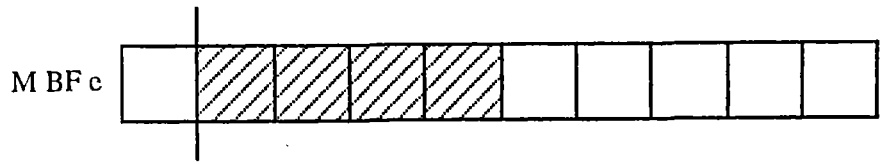


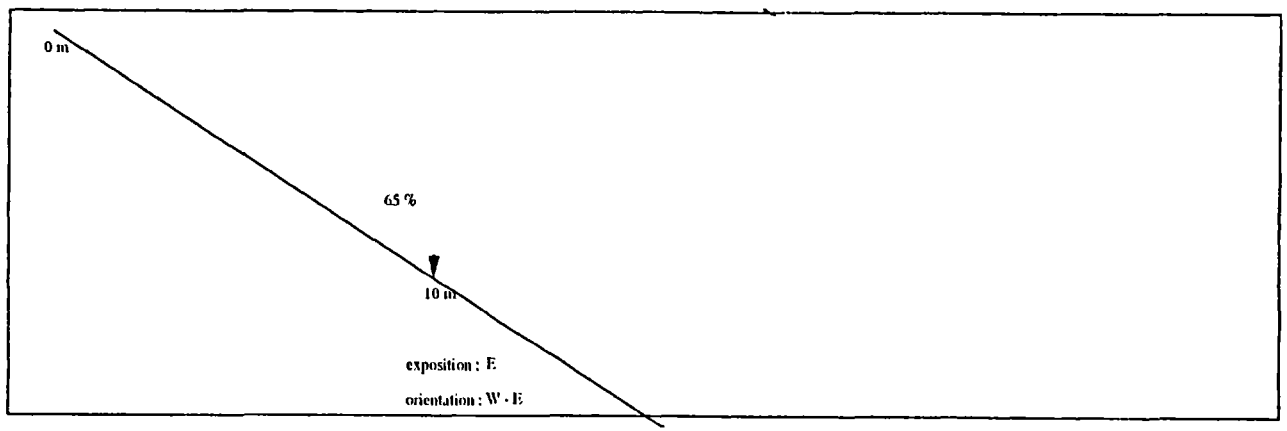


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

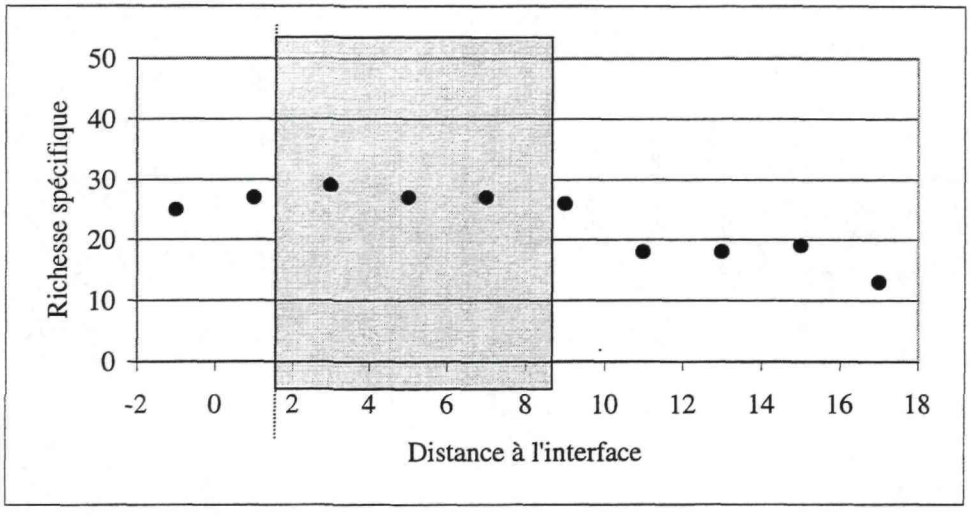
Moulin 5-6 (5) : transect de forêt à friche

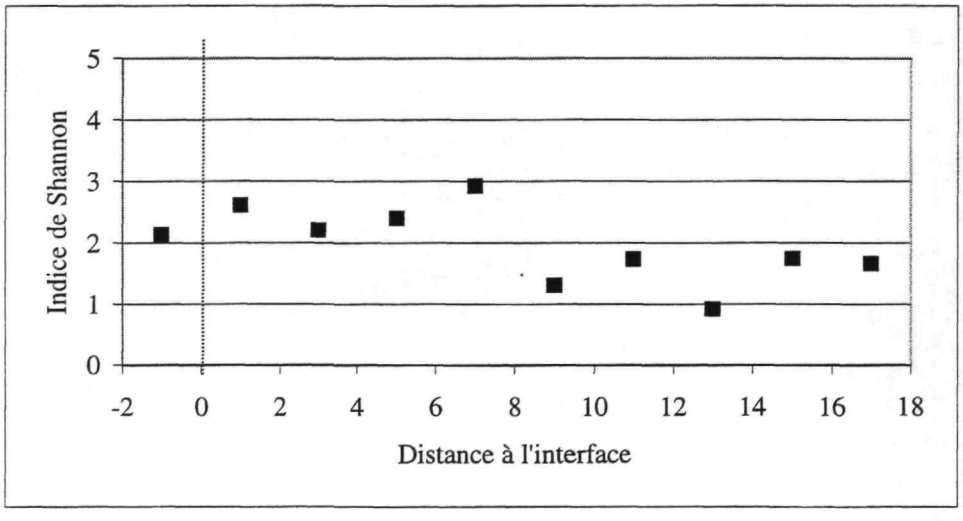
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	3	Festuca pnniculata	4	Festuca paniculata	3	Festuca paniculata	5	Festuca paniculata	4	Festuca paniculata	4
Laserpitium latifolium	3	Galium tenue.	3	Laserpitium latifolium	3	Laserpitium latifolium	3	Laserpitium latifolium	3	Laserpitium latifolium	3	Juniperus communis subsp communis	3	Brachypodium pinn.	2	Juniperus communis subsp communis	3	Juniperus communis subsp communis	3
Euphorbia cyparissias	2	Laserpitium latifolium	3	Rhinanthus alectorol.	2	Carex sempervirens	2	Prunella vulgaris	3	Achillea millefolium	1	Laserpitium latifolium	2	Laserpitium latifolium	2	Brachypodium pinn.	2	Brachypodium pinn.	2
Juniperus communis subsp communis	2	Galium verum	2	Trifolium montanum	2	Festuca rubra	2	Carex sempervirens	2	Acinos alpinus	1	Biscutella laevigata	1	Anthoxanthum odor.	1	Biscutella laevigata	1	Laserpitium latifolium	2
Achillea millefolium	1	Helianthemum numm.	2	Anthoxanthum odor.	1	Helianthemum numm.	2	Festuca paniculata	2	Astragalus purpureus	1	Brachypodium pinn.	1	Biscutella laevigata	1	Briza media	1	Bromus erectus	1
Anthoxanthum odor.	1	Rhinanthus alectorol.	2	Anthyllis vulneraria	1	Astragalus purpureus	1	Festuca rubra	2	Biscutella laevigata	1	Briza media	1	Bromus erectus	1	Bromus erectus	1	Centaurea scabiosa	1
Astragalus purpureus	1	Anthoxanthum odor.	1	Arrhenatherum elat.	1	Briza media	1	Galium tenue.	2	Brachypodium pinn.	1	Bromus erectus	1	Bunium bulbocastan.	1	Bunium bulbocastan.	1	Galium tenue.	1
Biscutella laevigata	1	Astragalus purpureus	1	Bromus erectus	1	Bromus erectus	1	Trifolium montanum	2	Briza media	1	Bunium bulbocastan.	1	Centaurea scabiosa	1	Centaurea scabiosa	1	Galium verum	1
Bromus erectus	1	Biscutella laevigata	1	Carex sempervirens	1	Carduus defloratus	1	Achillea millefolium	1	Bromus erectus	1	Centaurea scabiosa	1	Cerastium arvense	1	Centaurea scabiosa	1	Geranium sanguin.	1
Centaurea scabiosa	1	Bunium bulbocastan.	1	Centaurea scabiosa	1	Centaurea uniflora	1	Astragalus purpureus	1	Centaurea scabiosa	1	Centaurea uniflora	1	Erysimum orientale	1	Euphorbia cyparissias	1	Helianthemum numm.	1
Centaurea uniflora	1	Centaurea scabiosa	1	Euphorbia cyparissias	1	Euphorbia cyparissias	1	Biscutella laevigata	1	Centaurea uniflora	1	Euphorbia cyparissias	1	Euphorbia cyparissias	1	Festuca rubra	1	Polygonum bistorta	1
Dactylis glomerata	1	Composée jaune	1	Festuca rubra	1	Galium tenue.	1	Briza media	1	Dactylis glomerata	1	Festuca rubra	1	Festuca rubra	1	Galium tenue.	1	Prunella vulgaris	1
Galium verum	1	Dactylis glomerata	1	Galium tenue.	1	Geranium sanguin.	1	Centaurea scabiosa	1	Euphorbia cyparissias	1	Galium tenue.	1	Galium tenue.	1	Graminée	1	Trifolium montanum	1
Geranium sylvaticum	1	Festuca rubra	1	Galium verum	1	Graminée	1	Centaurea uniflora	1	Galium tenue.	1	Galium verum	1	Helianthemum numm.	1	Helianthemum numm.	1		
Graminée	1	Geranium sanguine.	1	Geranium sanguin.	1	Hypochoeris radicata	1	Euphorbia cyparissias	1	Galium verum	1	Helianthemum numm.	1	Luzula alpinopilosa	1	Hypochoeris radicata	1		
Helianthemum numm.	1	Graminée	1	Graminée	1	Leucanthemum cun.	1	Geranium sanguin.	1	Graminée	1	Myosotis sylvatica	1	Prunella vulgaris	1	Plantago major	1		
Onobrychis viciifolia	1	Hypochoeris radicata	1	Gymnadenia conops.	1	Lotus corniculatus	1	Graminée	1	Helianthemum numm.	1	Phleum pratense	1	Sanguisorba minor	1	Potentilla erecta	1		
Ornithogalum umbell.	1	Melampyrum sylvatic.	1	Helianthemum numm.	1	Luzula multiflora	1	Helianthemum numm.	1	Leucanthemum cun.	1	Sanguisorba minor	1	Trifolium montanum	1	Prunella vulgaris	1		
Picea abies	1	Onobrychis viciifolia	1	Luzula multiflora	1	Melampyrum sylvatic.	1	Hippocrepis comosa	1	Melampyrum sylvatic.	1	Trifolium montanum	1			Sanguisorba minor	1		
Plantago alpina	1	Ornithogalum umbell.	1	Melampyrum sylvatic.	1	Plantago major	1	Hypochoeris radicata	1	Plantago major	1					Trifolium montanum	1		
Plantago major	1	Phyteuma orbiculare	1	Onobrychis viciifolia	1	Polygonum bistorta	1	Onobrychis viciifolia	1	Polygonum bistorta	1								
Primula veris sp veris	1	Plantago major	1	Ornithogalum umbell.	1	Primula veris sp veris	1	Ornithogalum umbell.	1	Prunella vulgaris	1								
Salvia pratensis	1	Polygonum bistorta	1	Phyteuma orbiculare	1	Prunella vulgaris	1	Plantago major	1	Rhinanthus alectorol.	1								
Trifolium montanum	1	Prunella vulgaris	1	Polygonum viviparum	1	Rhinanthus alectorol.	1	Rhinanthus alectorol.	1	Salvia pratensis	1								
Veronica chamaedrys	1	Trifolium montanum	1	Prunella vulgaris	1	Salvia pratensis	1	Salvia pratensis	1	Sanguisorba minor	1								
		Salvia pratensis	1	Pulmonaria montana	1	Silene vulgaris	1	Sanguisorba minor	1	Trifolium montanum	1								
		Bromus erectus	1	Ranunculus auricomus	1	Trifolium montanum	1	Silene vulgaris	1										
				Silene nutans	1														
				Trollius europaeus	1														

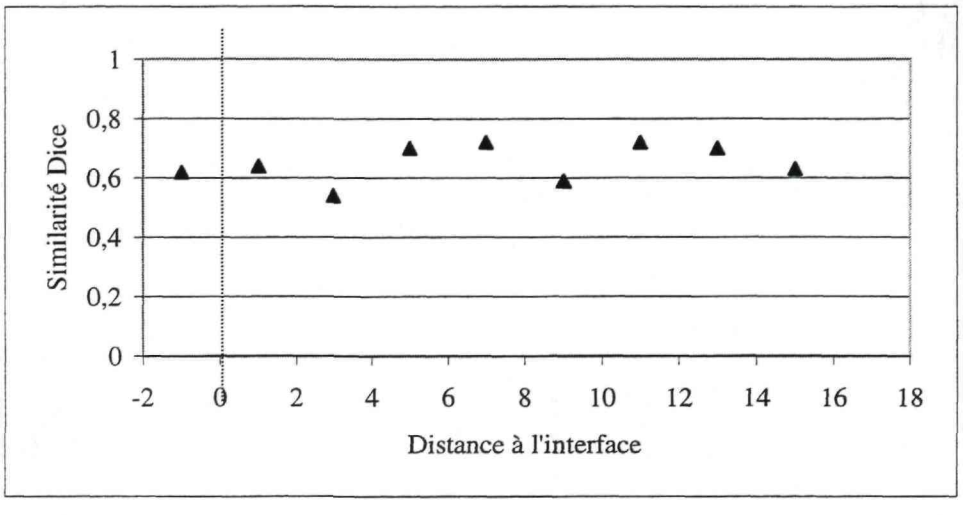




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



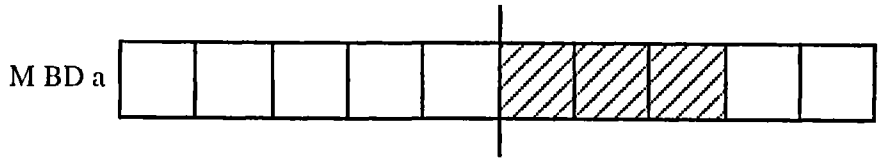


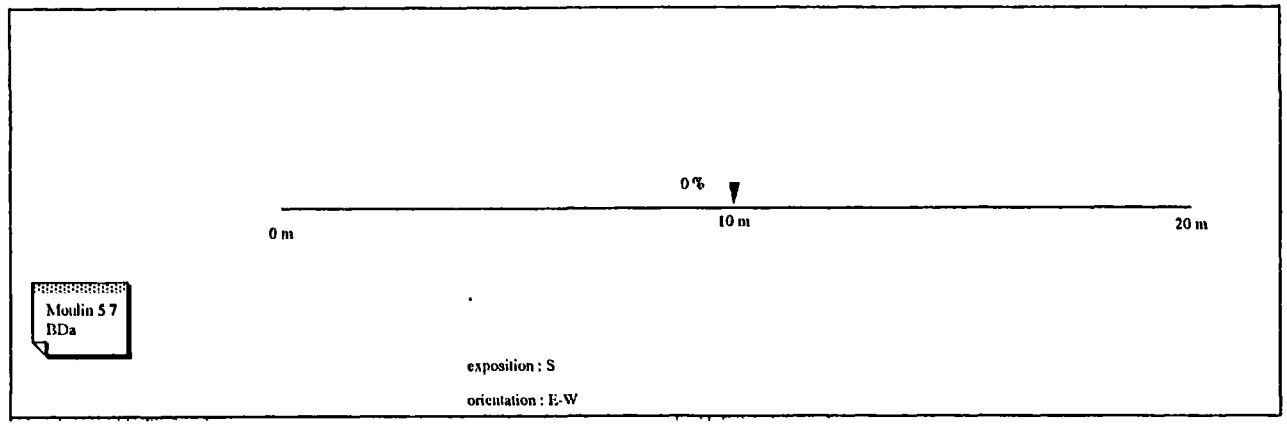


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

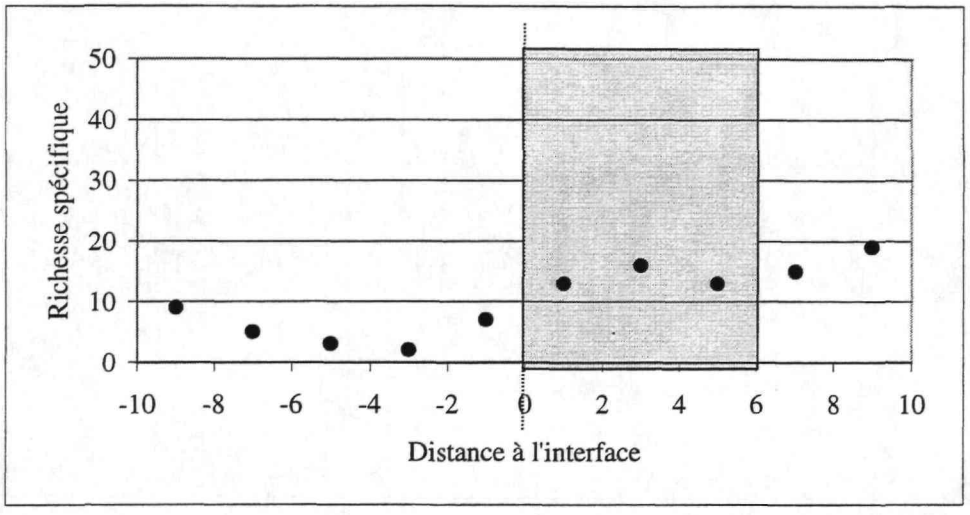
Moulin 5-7 (1) : transect de forêt à zone en déprise

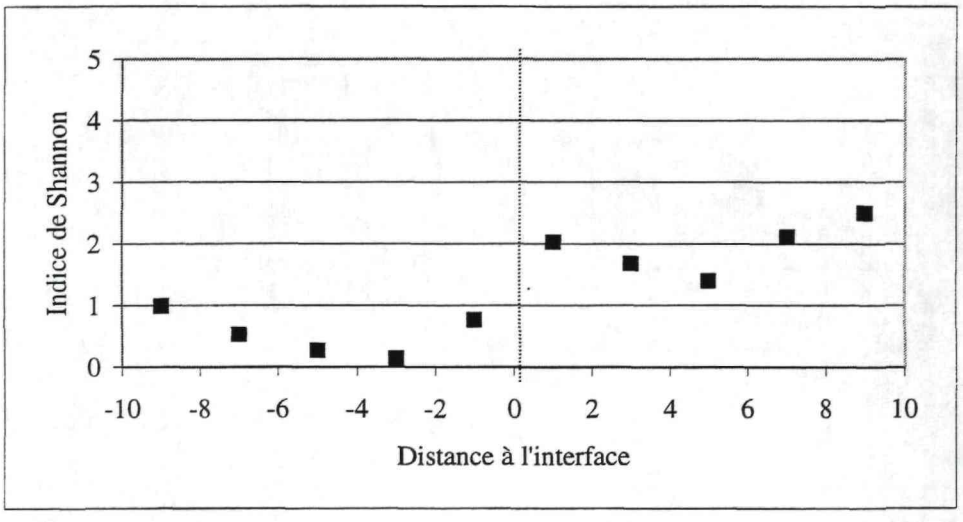
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Festuca rubra	2	Festuca rubra	2	Festuca rubra	2	Festuca rubra	2	Festuca rubra	2	Festuca rubra	2	Trifolium pratense	2	Trifolium pratense	2	Acinos alpinus	2	Poa alpina	2
Dactylis glomerata	1	Dactylis glomerata	1	Dactylis glomerata	1	Pinus sylvestris	1	Anthyllis vulneraria	1	Helianthemum numm.	2	Achillea millefolium	1	Acinos alpinus	1	Trifolium montanum	2	Salvia pratensis	2
Hypochoeris maculata	1	Galium aparine	1	Galium aparine	1			Lotus corniculatus	1	Trifolium pratense	2	Anthyllis vulneraria	1	Arabis cuneifolium	1	Trifolium pratense	2	Trifolium montanum	2
Pinus sylvestris	1	Pinus sylvestris	1	Pinus sylvestris	1			Medicago sativa	1	Achillea millefolium	1	Arabis cuneifolium	1	Festuca rubra	1	Arabis hirsuta	1	Trifolium pratense	2
Silene vulgaris	1	Taraxacum officinale	1	Taraxacum officinale	1			Pinus sylvestris	1	Anthyllis vulneraria	1	Erigeron atticus	1	Hieracium pilosella	1	Centaurea scabiosa	1	Acinos alpinus	1
Sorbus mougeotii	1							Thesium alpinum	1	Arabis cuneifolium	1	Festuca rubra	1	Lotus corniculatus	1	Festuca rubra	1	Anthyllis vulneraria	1
Taraxacum officinale	1							Trifolium pratense	1	Dactylis glomerata	1	Lotus corniculatus	1	Medicago minima	1	Hieracium pilosella	1	Arabis hirsuta	1
Trifolium pratense	1									Euphorbia cyparissias	1	Medicago sativa	1	Medicago sativa	1	Leucanthemum cun.	1	Bunium bulbocastan.	1
Vicia incana	1									Onobrychis viciifolia	1	Plantago lanceolata	1	Onobrychis viciifolia	1	Lotus corniculatus	1	Centaurea scabiosa	1
										Plantago major	1	Plantago major	1	Plantago major	1	Medicago minima	1	Echium vulgare	1
										Salvia pratensis	1	Poa alpina	1	Poa alpina	1	Plantago major	1	Hieracium pilosella	1
										Silene vulgaris	1	Rhinanthus alectorol.	1	Primula veris sp veris	1	Poa alpina	1	Lotus corniculatus	1
										Trifolium montanum	1	Salvia pratensis	1	Salvia pratensis	1	Ranunculus auricomus	1	Medicago sativa	1
												Silene vulgaris	1			Salvia pratensis	1	Myosotis sylvatica	1
												Trifolium montanum	1			Silene vulgaris	1	Pimpinella saxifraga	1
												Verbascum thapsus	1					Plantago lanceolata	1
																		Scabiosa columbaria	1
																		Silene vulgaris	1
																		Thesium alpinum	1

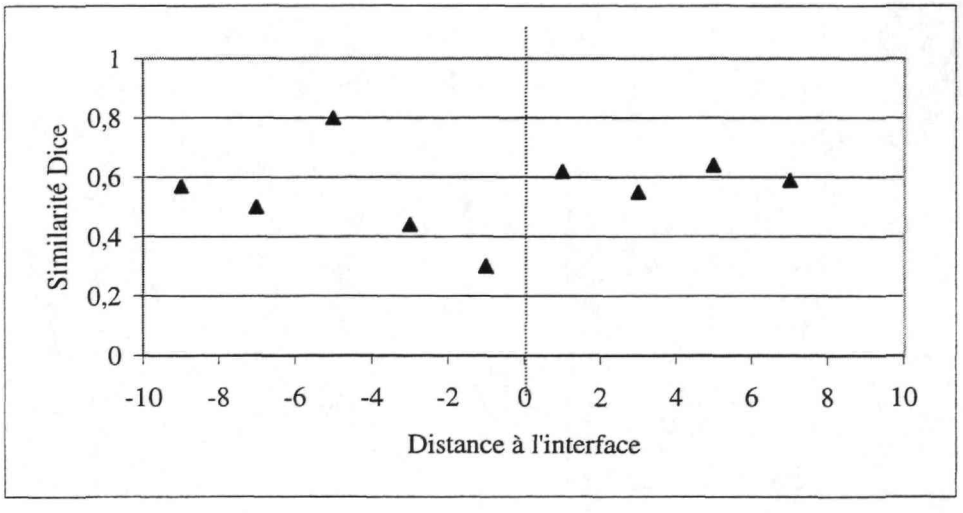




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



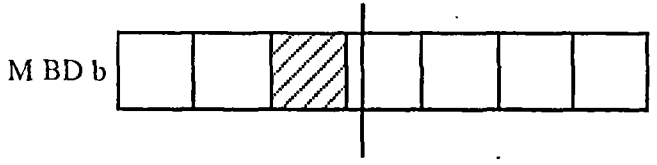


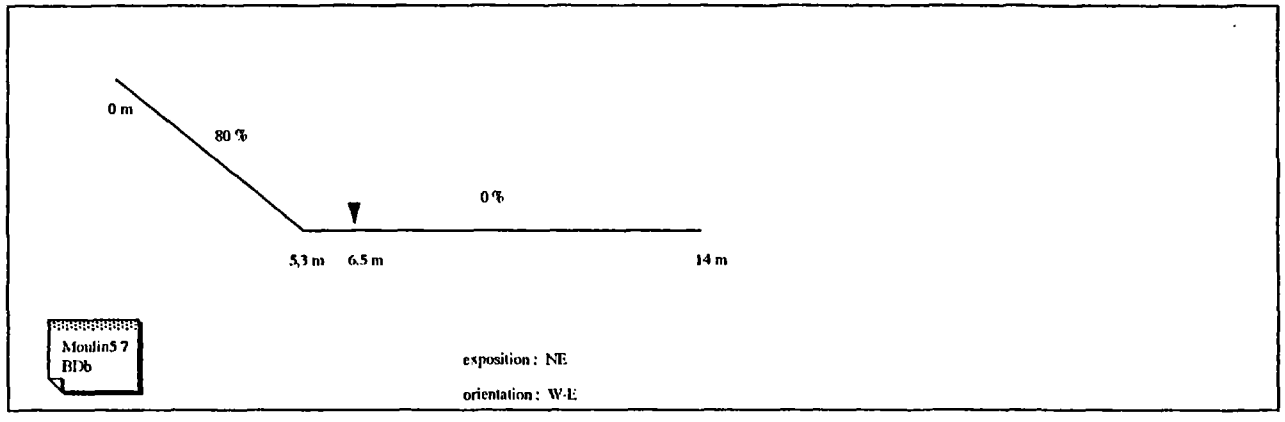


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

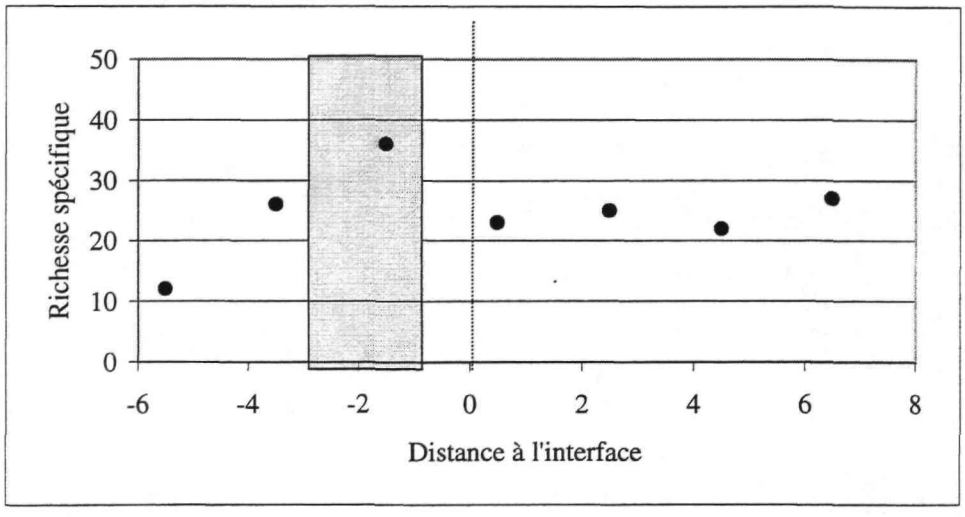
Moulin 5-7 (2) : transect de forêt à zone en déprise

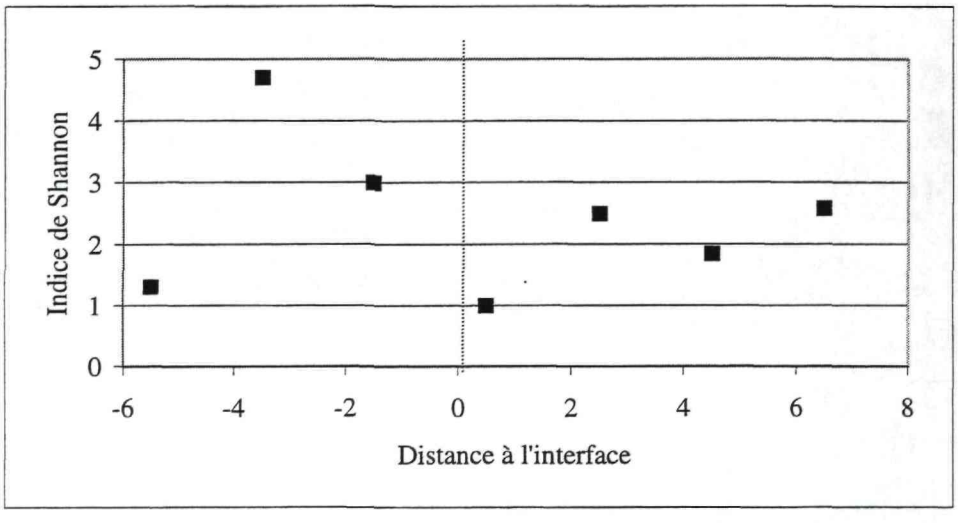
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7	
Globularia cordifolia	2	Achillea millefolium	1	Euphorbia cyparissias	2	Ononis cristata	3	Euphorbia cyparissias	2	Hieracium pilosella	3	Euphorbia cyparissias	2
Aster alpinus	1	Amelanchier ovalis	1	Helianthemum numm.	2	Anthyllis vulneraria	1	Hieracium pilosella	2	Euphorbia cyparissias	2	Polygala vulgaris	2
Crepis sp	1	Anthyllis vulneraria	1	Teucrium chamaedrys	2	Arabis hirsuta	1	Ononis cristata	2	Ononis cristata	2	Salvia pratensis	2
Epipactis purpurata	1	Aster alpinus	1	Thymus serpyllum	2	Asperula cynanchica	1	Achillea millefolium	1	Achillea millefolium	1	Achillea millefolium	1
Euphorbia cyparissias	1	Bupleurum ranuncul.	1	Achillea millefolium	1	Brachypodium pinn.	1	Anthyllis vulneraria	1	Anthyllis vulneraria	1	Anthyllis vulneraria	1
Gentiana verna	1	Crepis sp	1	Anthyllis vulneraria	1	Centaurea scabiosa	1	Arabis hirsuta	1	Centaurea scabiosa	1	Asperula cynanchica	1
Helianthemum oelan.	1	Epipactis purpurata	1	Berberis vulgaris	1	Festuca rubra	1	Brachypodium pinn.	1	Festuca rubra	1	Carex sp	1
Hieracium pilosella	1	Euphorbia cyparissias	1	Brachypodium pinn.	1	Graminée	1	Centaurea scabiosa	1	Galium verum	1	Centaurea scabiosa	1
Hippocrepis comosa	1	Festuca rubra	1	Bupleurum ranuncul.	1	Helianthemum numm.	1	Festuca rubra	1	Linum catharticum	1	Colchicum autumnale	1
Hypochoeris maculata	1	Galium verum	1	Carduus defloratus	1	Hieracium pilosella	1	Galium verum	1	Lotus corniculatus	1	Festuca rubra	1
Juniperus communis subsp communis	1	Globularia cordifolia	1	Centaurea scabiosa	1	Linum catharticum	1	Helianthemum numm	1	Medicago minima	1	Galium verum	1
Pinus sylvestris	1	Helianthemum oelan.	1	Crepis sp	1	Lotus corniculatus	1	Lotus corniculatus	1	Melampyrum sylvat.	1	Helianthemum numm.	1
		Hieracium pilosella	1	Festuca rubra	1	Medicago minima	1	Medicago minima	1	Ononis fruticosa	1	Hieracium pilosella	1
		Hippocrepis comosa	1	Galium verum	1	Paradisea liliastrum	1	Ononis fruticosa	1	Polygala vulgaris	1	Linum catharticum	1
		Hypochoeris maculata	1	Graminée	1	Plantago lanceolata	1	Plantago lanceolata	1	Potentilla reptens	1	Lotus corniculatus	1
		Ononis fruticosa	1	Hieracium pilosella	1	Polygala vulgaris	1	Polygala vulgaris	1	Ranunculus auricomus	1	Medicago minima	1
		Piloselle laineuse	1	Hypochoeris maculata	1	Potentilla reptens	1	Potentilla reptens	1	Rosa rubiginosa	1	Ononis cristata	1
		Plantago alpina	1	Laserpitium latifolium	1	Ranunculus auricomus	1	Ranunculus auricomus	1	Salvia pratensis	1	Ononis fruticosa	1
		Polygala chamaebux.	1	Lotus corniculatus	1	Rhinanthus alectorol.	1	Rhinanthus alectorol.	1	Sanguisorba minor	1	Plantago lanceolata	1
		Potentilla reptens	1	Medicago minima	1	Salvia pratensis	1	Rosa rubiginosa	1	Silene vulgaris	1	Poa alpina	1
		Primula veris sp veris	1	Ononis cristata	1	Sanguisorba minor	1	Salvia pratensis	1	Thymus serpyllum	1	Potentilla reptens	1
		Rhinanthus alectorol.	1	Ononis fruticosa	1	Teucrium chamaedrys	1	Sanguisorba minor	1	Trifolium montanum	1	Ranunculus auricomus	1
		Rosa rubiginosa	1	Orchis ustulata	1	Trifolium montanum	1	Silene vulgaris	1			Rosa rubiginosa	1
		Teucrium chamaedrys	1	Pinus sylvestris	1			Thymus serpyllum	1			Sanguisorba minor	1
		Thymus serpyllum	1	Plantago alpina	1			Trifolium montanum	1			Silene vulgaris	1
		Vincetoxicum hirund.	1	Polygala chamaebux.	1							Thymus serpyllum	1
				Polygala vulgaris	1							Trifolium montanum	1
				Potentilla reptens	1								
				Primula veris sp veris	1								
				Rhamnus alpinus	1								
				Rhinanthus alectorol.	1								
				Rosa rubiginosa	1								
				Salvia pratensis	1								
				Sanguisorba minor	1								
				Tragopogon dubius	1								
				Vincetoxicum hirund.	1								

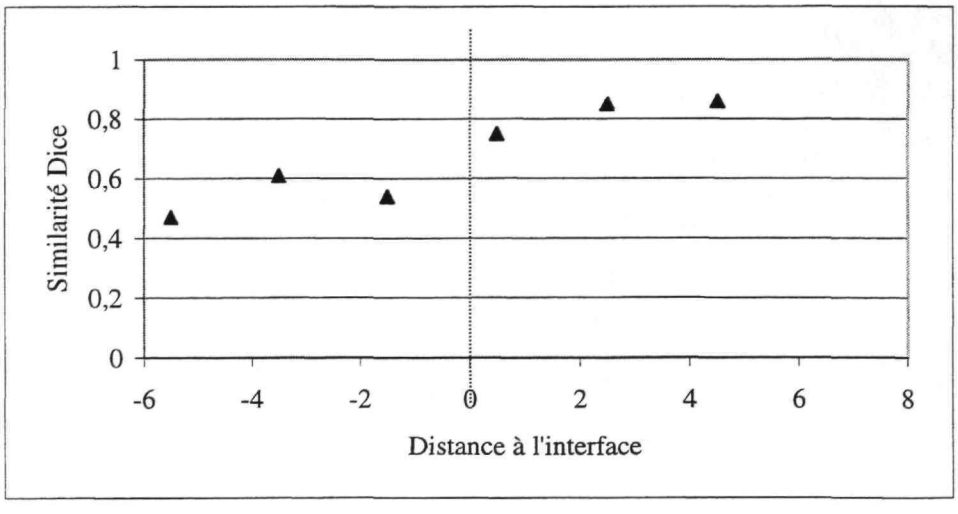




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



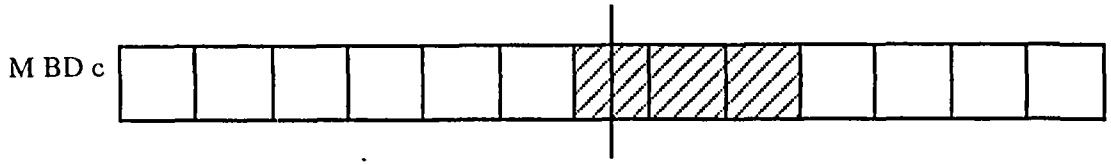


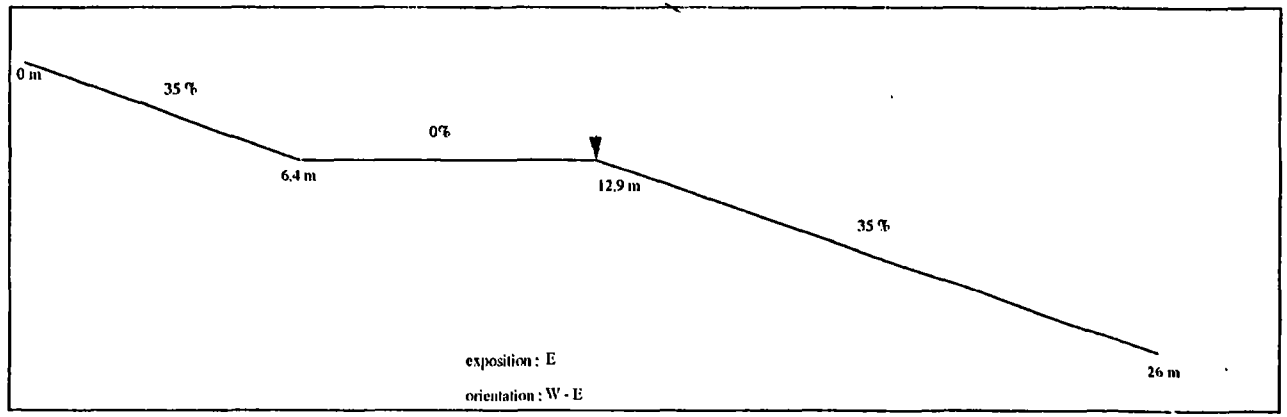


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

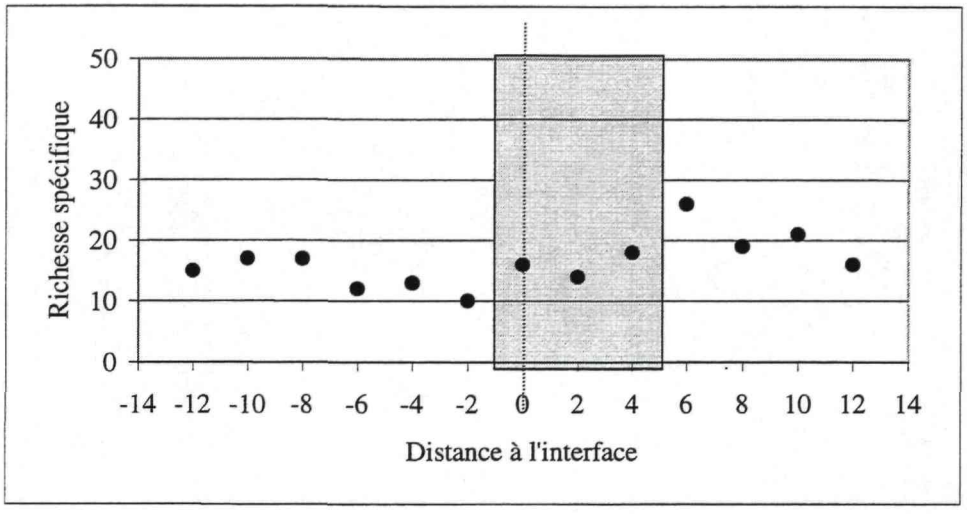
Moulin 5-7 (3) : transect de forêt à zone en déprise

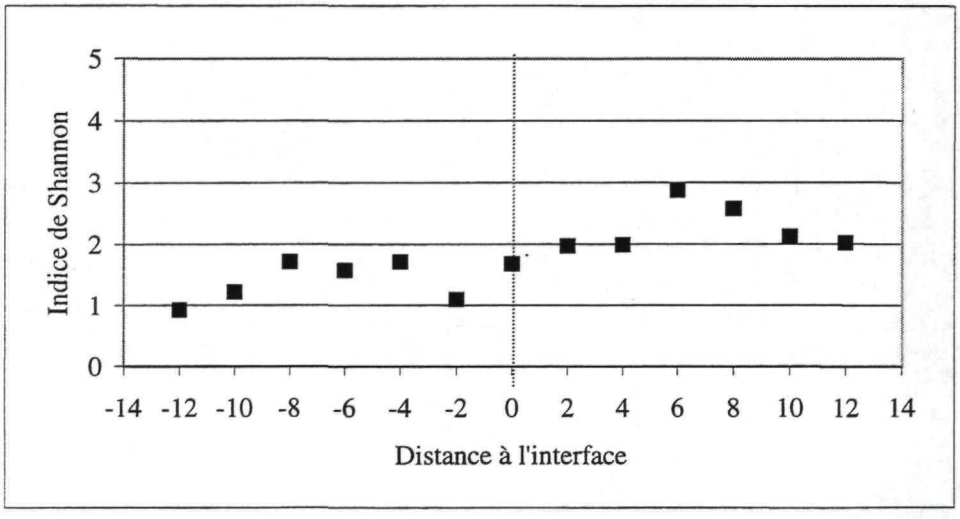
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10		placette 11		placette 12		placette 13	
Brachypodium pinn.	5	Brachypodium pinn.	4	Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	2	Brachypodium pinn.	2	Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	3	Euphorbia cyparissias	2	Polygala vulgaris	3	Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	3	Onobrychis viciifolia	3
Geranium sanguin.	3	Geranium sanguin.	2	Geranium sanguin.	2	Geranium sanguin.	2	Polygala chamaebux.	2	Amelanchier ovalis	1	Arctostaphylos uv.	2	Helianthemum numm.	2	Polygala vulgaris	2	Bromus erectus	2	Bromus erectus	2	Bromus erectus	2	Bromus erectus	2
Centaurea scabiosa	1	Polygala chamaebux.	2	Polygala chamaebux.	2	Polygala chamaebux.	2	Amelanchier ovalis	1	Arctostaphylos uv.	1	Helianthemum numm.	2	Hippocrepis comosa	2	Anthyllis vulneraria	1	Euphorbia cyparissias	2	Helianthemum numm.	2	Helianthemum numm.	2	Festuca ovina	2
Euphorbia cyparissias	1	Astragalus monspess.	1	Bromus erectus	1	Amelanchier ovalis	1	Crepis sp	1	Geranium sanguin.	1	Bromus erectus	1	Prunella vulgaris	2	Brachypodium pinn.	1	Graminée	2	Onobrychis viciifolia	2	Onobrychis viciifolia	2	Salvia pratensis	2
Hippocrepis comosa	1	Bromus erectus	1	Dactylorhiza macul.	1	Bromus erectus	1	Dactylorhiza macul.	1	Juniperus communis subsp communis	1	Colchicum autumnale	1	Bromus erectus	1	Bromus erectus	1	Helianthemum numm.	2	Polygala vulgaris	2	Arabis cuneifolium	1	Achillea millefolium	1
Medicago minima	1	Centaurea scabiosa	1	Euphorbia cyparissias	1	Euphorbia cyparissias	1	Festuca ovina	1	Pimpinella saxifraga	1	Festuca ovina	1	Euphorbia cyparissias	1	Centaurea scabiosa	1	Onobrychis viciifolia	2	Salvia pratensis	2	Arabis hirsuta	1	Arabis cuneifolium	1
Onobrychis viciifolia	1	Euphorbia cyparissias	1	Festuca ovina	1	Hieracium pilosella	1	Geranium sanguin.	1	Pinus sylvestris	1	Galium verum	1	Festuca ovina	1	Festuca ovina	1	Salvia pratensis	2	Arabis hirsuta	1	Centaurea scabiosa	1	Bunium bulbocasten.	1
Ononis sp	1	Festuca ovina	1	Galium verum	1	Hippocrepis comosa	1	Juniperus communis subsp communis	1	Prunella vulgaris	1	Geranium sanguin.	1	Galium verum	1	Geranium sanguin.	1	Achillea millefolium	1	Briza media	1	Euphorbia cyparissias	1	Centaurea scabiosa	1
Pinus sylvestris	1	Galium verum	1	Globularia cordifolia	1	Pimpinella saxifraga	1	Pinus sylvestris	1	Sorbus mougeotii	1	Hippocrepis comosa	1	Graminée	1	Graminée	1	Arabis cuneifolium	1	Bunium bulbocastan.	1	Festuca ovina	1	Dactylis glomerata	1
Polygala chamaebux.	1	Graminée	1	Graminée	1	Pinus sylvestris	1	Pimpinella saxifraga	1	Teucrium chamaedrys	1	Ononis sp	1	Onobrychis viciifolia	1	Helianthemum numm.	1	Arabis hirsuta	1	Centaurea scabiosa	1	Galium verum	1	Geranium sanguin.	1
Potentilla reptans	1	Hippocrepis comosa	1	Hieracium pilosella	1	Teucrium chamaedrys	1	Pinus sylvestris	1			Pinus sylvestris	1	Ononis sp	1	Hippocrepis comosa	1	Briza media	1	Euphorbia cyparissias	1	Graminée	1	Graminée	1
Prunella vulgaris	1	Medicago minima	1	Hippocrepis comosa	1			Salvia pratensis	1			Prunella vulgaris	1	Polygala vulgaris	1	Knautia arvensis	1	Bunium bulbocastan.	1	Graminée	1	Knautia arvensis	1	Helianthemum numm.	1
Rosa sp	1	Pimpinella saxifraga	1	Onobrychis viciifolia	1			Teucrium chamaedrys	1			Sanguisorba minor	1	Sanguisorba minor	1	Onobrychis viciifolia	1	Centaurea scabiosa	1	Lotus corniculatus	1	Lotus corniculatus	1	Ranunculus auricomus	1
Salvia pratensis	1	Prunella vulgaris	1	Pimpinella saxifraga	1							Silene nutans	1	Silene nutans	1	Ononis sp	1	Dactylis glomerata	1	Medicago minima	1	Myosotis sylvatica	1	Silene nutans	1
Sorbus mougeotii	1	Pyrola media	1	Potentilla reptans	1							Teucrium chamaedrys	1			Prunella vulgaris	1	Festuca ovina	1	Myosotis sylvatica	1	Ononis cristata	1	Tragopogon dubius	1
		Salvia pratensis	1	Prunella vulgaris	1											Sanguisorba minor	1	Globularia cordifolia	1	Ononis sp	1	Ononis sp	1		
		Trifolium montanum	1	Pyrola media	1											Silene nutans	1	Hippocrepis comosa	1	Plantago lanceolata	1	Plantago lanceolata	1		
																Thesium alpinum	1	Knautia arvensis	1	Potentilla reptans	1	Polygala vulgaris	1		
																		Lotus corniculatus	1	Silene nutans	1	Salvia pratensis	1		
																		Medicago minima	1			Silene nutans	1		
																		Myosotis sylvatica	1			Tragopogon dubius	1		
																		Ononis cristata	1						
																		Plantago lanceolata	1						
																		Ranunculus auricomus	1						
																		Sanguisorba minor	1						
																		Tragopogon dubius	1						

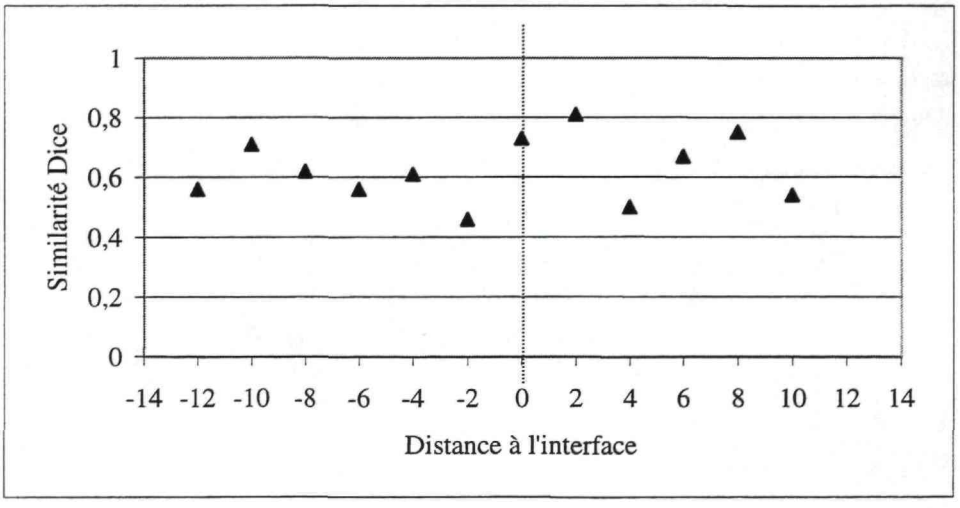




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



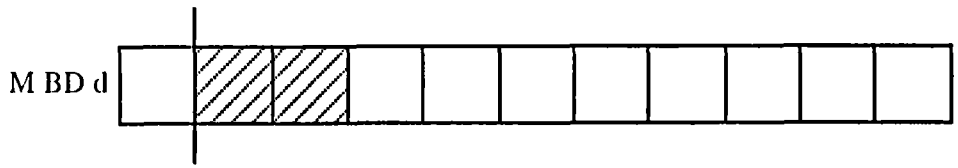


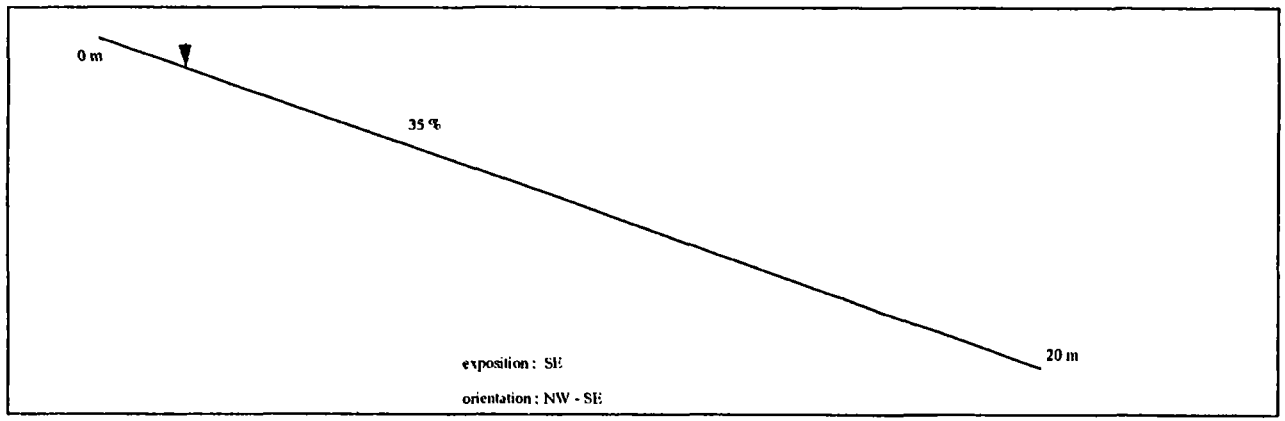


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

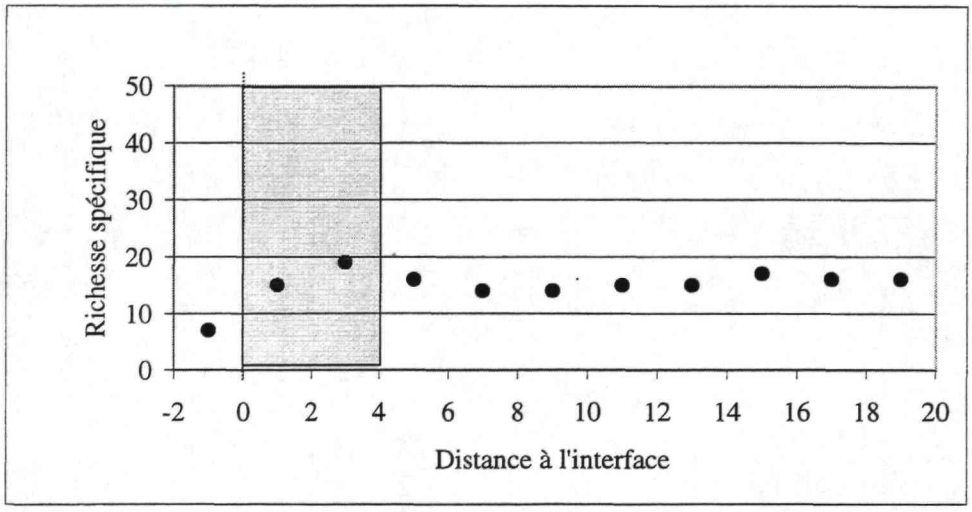
Moulin 5-7 (4) : transect de forêt à zone en déprise

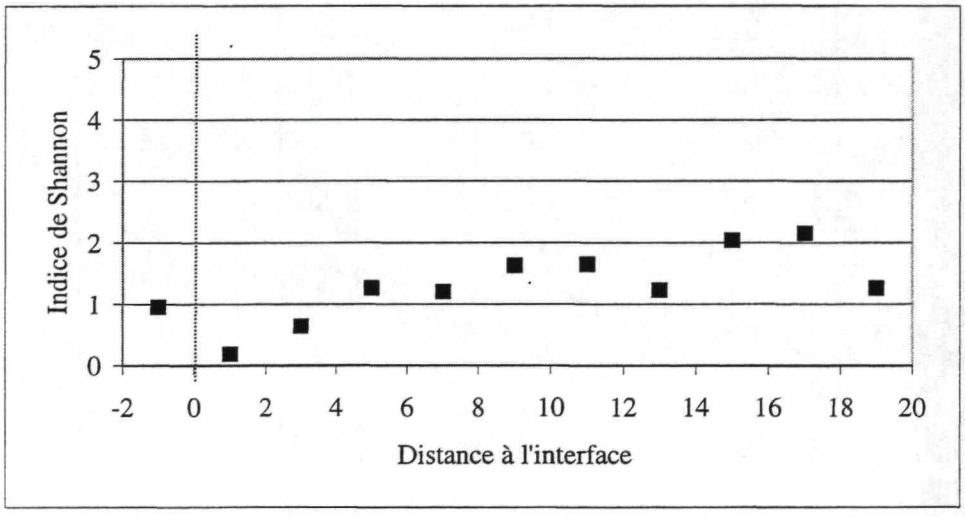
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10		placette 11	
Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	6	Brachypodium pinn.	5	Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn	3	Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	3	Astragalus purpureus	2	Brachypodium pinn.	3
Arctostaphylos uv.	2	Aster alpinus	1	Hypochoeris radicata	2	Hypochoeris radicata	2	Hypochoeris radicata	2	Hypochoeris radicata	2	Hypochoeris radicata	2	Hypochoeris radicata	2	Astragalus purpureus	2	Brachypodium pinn.	2	Thalictrum foetidum	2
Betula pendula	1	Betula pendula	1	Anthyllis vulneraria	1	Anthyllis vulneraria	1	Betula pendula	1	Polygala vulgaris	2	Polygala vulgaris	2	Arrhenotherum elat.	1	Galium verum	2	Ranunculus auricomus	2	Arrhenatherum elat.	1
Campanula carnica	1	Bromus erectus	1	Aster alpinus	1	Betula pendula	1	Briza media	1	Festuca rubra	1	Achillea millefolium	1	Briza media	1	Ranunculus auricomus	2	Arrhenatherum elat.	1	Astragalus purpureus	1
Festuca rubra	1	Galium verum	1	Betula pendula	1	Briza media	1	Festuca rubra	1	Galium verum	1	Aster alpinus	1	Bromus erectus	1	Colchicum autumnale	1	Bromus erectus	1	Colchicum autumnale	1
Knautia arvensis	1	Helianthemum numm.	1	Briza media	1	Bromus erectus	1	Galium verum	1	Graminée	1	Colchicum autumnale	1	Colchicum autumnale	1	Graminée	1	Colchicum autumnale	1	Dactylis glomerata	1
Pinus sylvestris	1	Hypochoeris radicata	1	Bromus erectus	1	Festuca rubra	1	Graminée	1	Gymnadenia conops.	1	Festuca rubra	1	Galium verum	1	Gymnadenia conops.	1	Galium verum	1	Galium verum	1
		Knautia arvensis	1	Festuca rubra	1	Galium verum	1	Helianthemum numm.	1	Helianthemum numm.	1	Galium verum	1	Graminée	1	Helianthemum numm.	1	Helianthemum numm.	1	Geranium sanguin.	1
		Linum catharticum	1	Festuca rubra	1	Graminée	1	Knautia arvensis	1	Knautia arvensis	1	Graminée	1	Helianthemum numm.	1	Hypochoeris radicata	1	Hypochoeris radicata	1	Graminée	1
		Pinus sylvestris	1	Graminée	1	Gymnadenia conop.	1	Lotus corniculatus	1	Leucanthemum cun.	1	Helianthemum numm.	1	Knautia arvensis	1	Knautia arvensis	1	Lathyrus pratensis	1	Helianthemum numm.	1
		Plantago alpina	1	Gymnadenia conops.	1	Helianthemum numm.	1	Pinus sylvestris	1	Lotus corniculatus	1	Leucanthemum cun.	1	Polygala vulgaris	1	Lathyrus pratensis	1	Lotus corniculatus	1	Knautia arvensis	1
		Polygala vulgaris	1	Helianthemum numm.	1	Linum catharticum	1	Polygala vulgaris	1	Pinus sylvestris	1	Pinus sylvestris	1	Ranunculus auricomus	1	Leucanthemum cun.	1	Plantago lanceolata	1	Laserpitium siler	1
		Potentilla reptens	1	Juniperus communis subsp communis	1	Pinus sylvestris	1	Ranunculus auricomus	1	Ranunculus auricomus	1	Ranunculus auricomus	1	Sanguisorba minor	1	Lotus corniculatus	1	Polygala vulgaris	1	Lathyrus pratensis	1
		Ranunculus auricomus	1	Linum catharticum	1	Polygala vulgaris	1	Trifolium montanum	1	Trifolium montanum	1	Sesleria albicans	1	Sesleria albicans	1	Polygala vulgaris	1	Thalictrum foetidum	1	Lotus corniculatus	1
		Thymus serpyllum	1	Pinus sylvestris	1	Ranunculus auricomus	1					Trifolium montanum	1	Thalictrum foetidum	1	Sanguisorba minor	1	Trifolium montanum	1	Ranunculus auricomus	1
				Plantago alpina	1	Trifolium montanum	1									Thalictrum foetidum	1			Sanguisorba minor	1
				Polygala vulgaris	1											Trifolium montanum	1				
				Sanguisorba minor	1																
				Trifolium montanum	1																

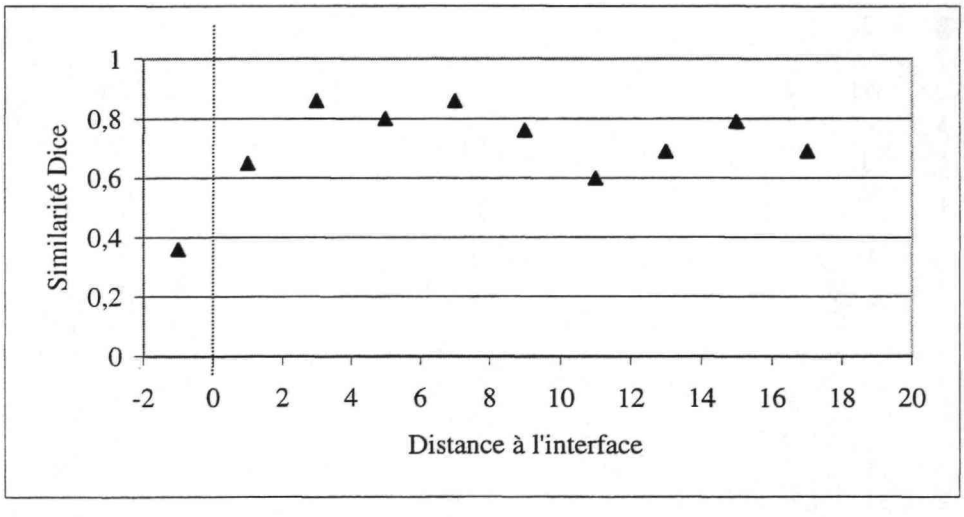




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



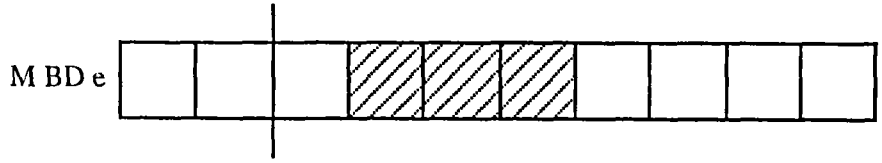


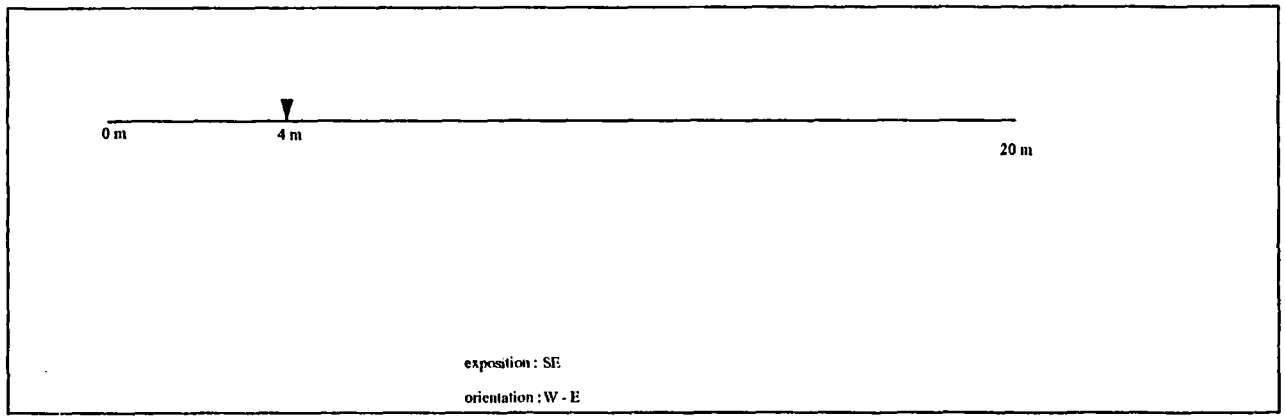


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

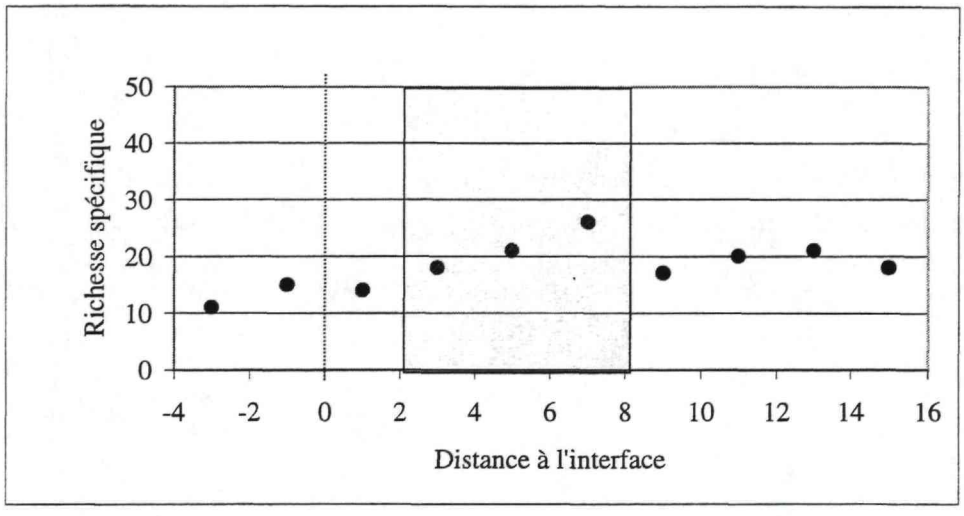
Moulin 5-7 (5) : transect de forêt à zone en déprise

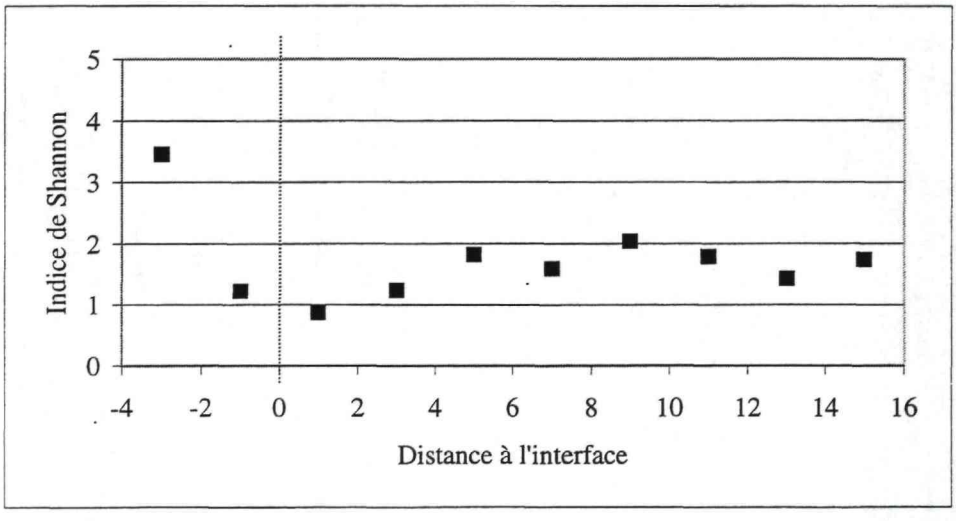
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Brachypodium pinn.	1	Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	5	Brachypodium pinn.	4	Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	3
Dactylorhiza macul.	1	Lathyrus pratensis	2	Geranium sanguin.	2	Astragalus purpureus	2	Hypochoeris radicata	2	Hypochoeris radicata	2	Astragalus purpureus	2	Astragalus purpureus	2	Astragalus purpureus	2	Colchicum autumnale	2
Geranium sanguin.	1	Dactylorhiza macul.	1	Lathyrus pratensis	2	Hypochoeris radicata	2	Polygala chamaebux.	2	Anthyllis vulneraria	1	Galium verum	2	Thalictrum foetidum	2	Briza media	1	Galium verum	2
Heracleum sphondyl.	1	Euphorbia cyparissias	1	Amelanchier ovalis	1	Anthyllis vulneraria	1	Aster alpinus	1	Astragalus purpureus	1	Thalictrum foetidum	2	Bromus erectus	1	Bromus erectus	1	Bromus erectus	1
Lactuca muralis	1	Festuca rubra	1	Betula pendula	1	Dactylorhiza macul.	1	Campanula carnica	1	Bromus erectus	1	Colchicum autumnale	1	Colchicum autumnale	1	Campanula carnica	1	Graminée	1
Medicago minima	1	Geranium sanguin.	1	Briza media	1	Galium tenue.	1	Colchicum autumnale	1	Campanula carnica	1	Dactylis glomerata	1	Euphorbia cyparissias	1	Colchicum autumnale	1	Gymnadenia conops.	1
Moneses uniflora	1	Geranium sylvaticum	1	Galium tenue.	1	Galium verum	1	Galium tenue.	1	Colchicum autumnale	1	Euphorbia cyparissias	1	Galium tenue.	1	Dactylis glomerata	1	Helianthemum numm.	1
Pinus sylvestris	1	Juniperus communis subsp communis	1	Geranium sylvaticum	1	Geranium sanguin.	1	Galium verum	1	Dactylorhiza macul..	1	Galium tenue.	1	Galium verum	1	Galium verum	1	Hypochoeris radicata	1
Rubus idaeus	1	Lactuca muralis	1	Heracleum sphondyl.	1	Geranium sylvaticum	1	Geranium sylvaticum	1	Euphorbia cyparissias	1	Graminée	1	Graminée	1	Geranium sanguin.	1	Knautia arvensis	1
Sorbus mougeotii	1	Pinus sylvestris	1	Hypochoeris radicata	1	Graminée	1	Graminée	1	Galium tenue.	1	Helianthemum numm.	1	Helianthemum numm.	1	Graminée	1	Lathyrus pratensis	1
Vicia incana	1	Rhamnus alpinus	1	Pinus sylvestris	1	Helianthemum numm.	1	Helianthemum numm.	1	Galium verum	1	Hypochoeris radicata	1	Hypochoeris radicata	1	Helianthemum numm.	1	Leucanthemum cun.	1
		Ribes uva crispa	1	Ranunculus auricomus	1	Knautia arvensis	1	Heracleum sphondyl.	1	Geranium sylvaticum	1	Primula veris sp veris	1	Knautia arvensis	1	Hypochoeris radicata	1	Lotus corniculatus	1
		Rubus idaeus	1	Rubus idaeus	1	Lathyrus pratensis	1	Hypericum perforat.	1	Graminée	1	Ranunculus auricomus	1	Leucanthemum cun.	1	Lathyrus pratensis	1	Polygala vulgaris	1
		Sorbus mougeotii	1	Taraxacum officinale	1	Ranunculus auricomus	1	Lotus corniculatus	1	Gymnadenia conops	1	Sanguisorba minor	1	Lotus corniculatus	1	Leucanthemum cun.	1	Ranunculus auricomus	1
		Taraxacum officinale	1			Salvia pratensis	1	Onobrychis viciifolia	1	Helianthemum numm.	1	Taraxacum officinale	1	Plantago major	1	Pinus sylvestris	1	Sanguisorba minor	1
						Sanguisorba minor	1	Primula veris sp veris	1	Heracleum sphondyl.	1	Tragopogon pratensis	1	Polygala vulgaris	1	Polygala vulgaris	1	Taraxacum officinale	1
						Trifolium montanum	1	Ranunculus auricomus	1	Knautia arvensis	1	Trifolium montanum	1	Ranunculus auricomus	1	Ranunculus auricomus	1	Thalictrum foetidum	1
								Sanguisorba minor	1	Lotus corniculatus	1			Sanguisorba minor	1	Sanguisorba minor	1		
								Taraxacum officinale	1	Plantago lanceolata	1			Taraxacum officinale	1	Taraxacum officinale	1		
								Thalictrum foetidum	1	Polygala chamaebux.	1			Trifolium montanum	1	Thalictrum foetidum	1		
								Trifolium montanum	1	Primula veris sp veris	1					Tragopogon pratensis	1		
										Ranunculus auricomus	1								
										Sanguisorba minor	1								
										Taraxacum officinale	1								
										Thalictrum foetidum	1								
										Trifolium montanum	1								

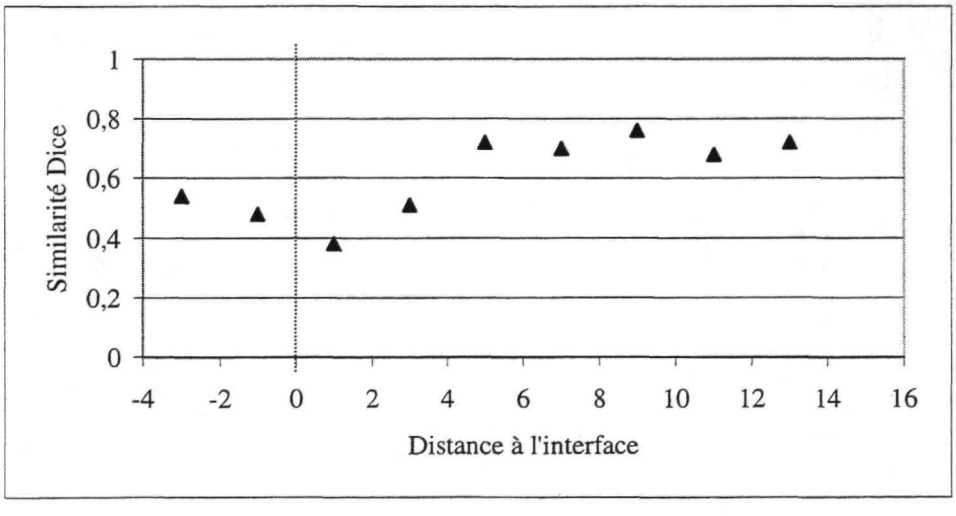




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



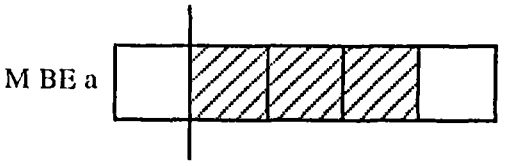


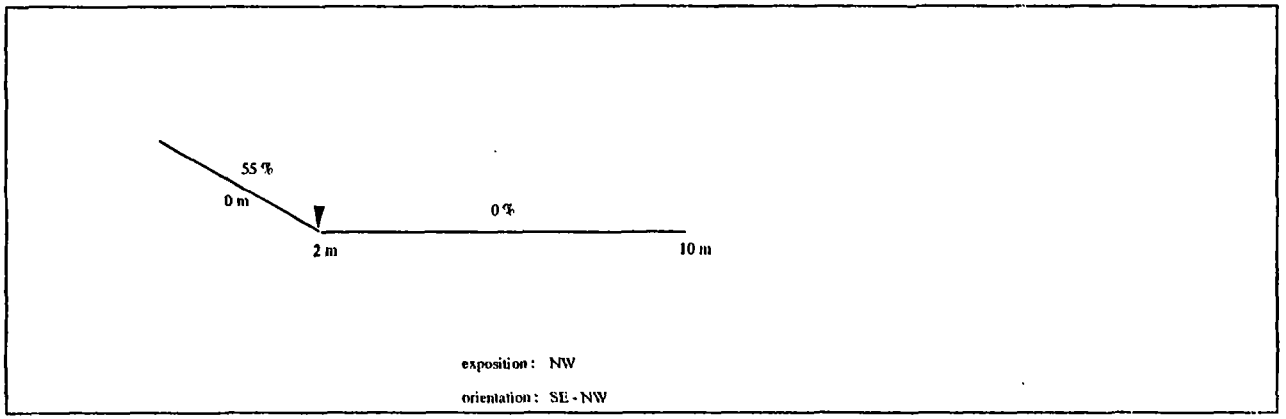


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

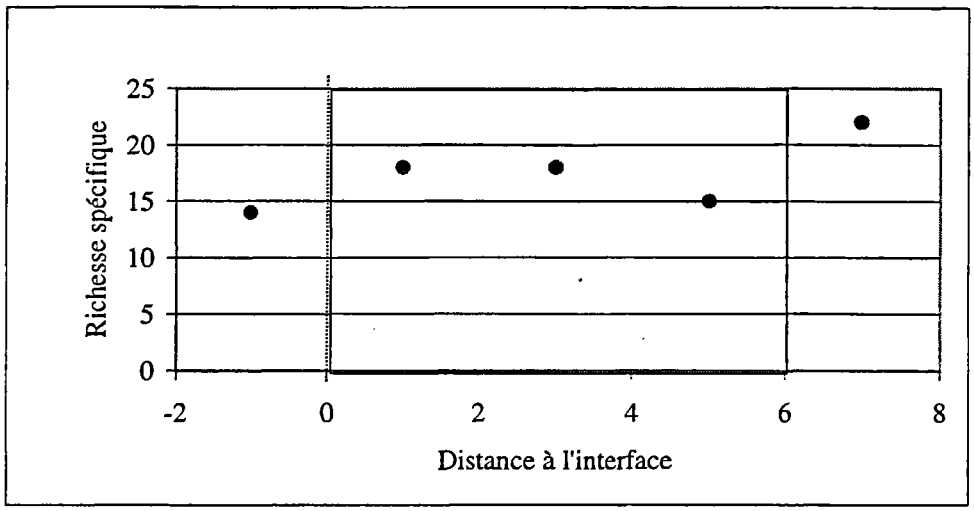
Moulin 5-9 (1) : transect de forêt à zone entretenue

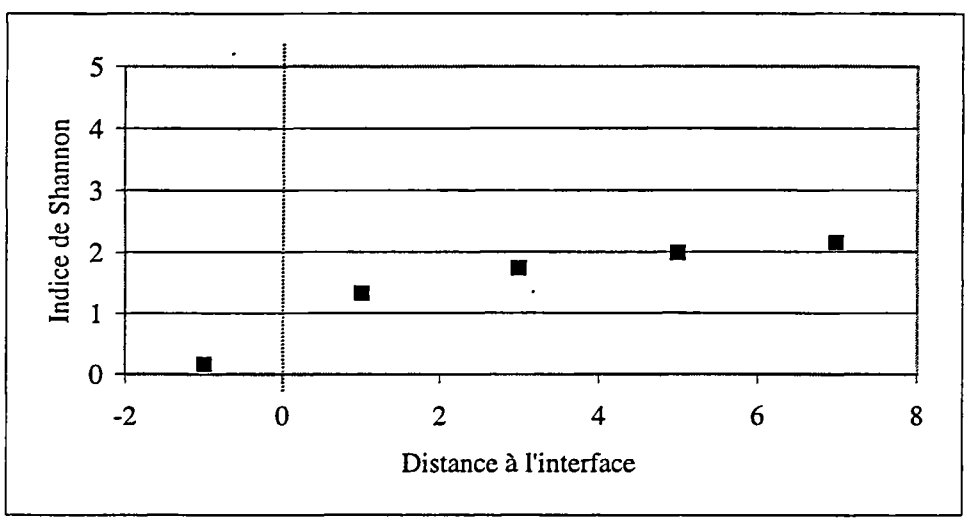
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5	
Arctostaphylos uv.	6	Helianthemum numm.	3	Helianthemum numm	3	Helianthemum numm	3	Helianthemum numm	3
Amelanchier ovalis	1	Onobrychis viciifolia	2	Festuca rubra	2	Festuca rubra	2	Brachypodium pinn.	2
Carduus defloratus	1	Arctostaphylos uv.	1	Onobrychis viciifolia	2	Onobrychis viciifolia	2	Festuca rubra	2
Centaurea nigra	1	Astragalus monspess.	1	Bromus erectus	1	Trifolium pratense	2	Onobrychis viciifolia	2
Euphorbia cyparissias	1	Carduus defloratus	1	Cerastium arvense	1	Bromus erectus	1	Astragalus purpureus	1
Festuca rubra	1	Cerastium arvense	1	Euphorbia cyparissias	1	Hippocrepis comosa	1	Briza media	1
Hippocrepis comosa	1	Festuca rubra	1	Galium verum	1	Lotus corniculatus	1	Bromus erectus	1
Juniperus communis subsp communis	1	Lotus corniculatus	1	Lotus corniculatus	1	Myosotis sylvatica	1	Centaurea scabiosa	1
Laserpitium siler	1	Myosotis sylvatica	1	Medicago minima	1	Pimpinella saxifraga	1	Dactylis glomerata	1
Lotus corniculatus	1	Pinus sylvestris	1	Pediculoris comosa	1	Plantago major	1	Hippocrepis comosa	1
Pinus sylvestris	1	Polygala vulgaris	1	Plantago lanceolata	1	Polygala vulgaris	1	Lotus corniculatus	1
Rhinanthus alectorol.	1	Ranunculus bulbosus	1	Plantago major	1	Ranunculus bulbosus	1	Medicago minima	1
Rosa sp	1	Rhinanthus alectorol.	1	Rhinanthus alectorol.	1	Rhinanthus alectorol.	1	Plantago lanceolata	1
Sesleria albicans	1	Sesleria albicans	1	Silene vulgaris	1	Trifolium montanum	1	Plantago major	1
		Taraxacum officinale	1	Taraxacum officinale	1	Trisetum flavescens	1	Polygala vulgaris	1
		Trifolium montanum	1	Thesium alpinum	1			Ranunculus bulbosus	1
		Trifolium pratense	1	Trifolium pratense	1			Rhinanthus alectorol.	1
		Trisetum flavescens	1	Trisetum flavescens	1			Sanguisorba minor	1
								Taraxacum officinale	1
								Trifolium montanum	1
								Trifolium pratense	1
								Trisetum flavescens	1

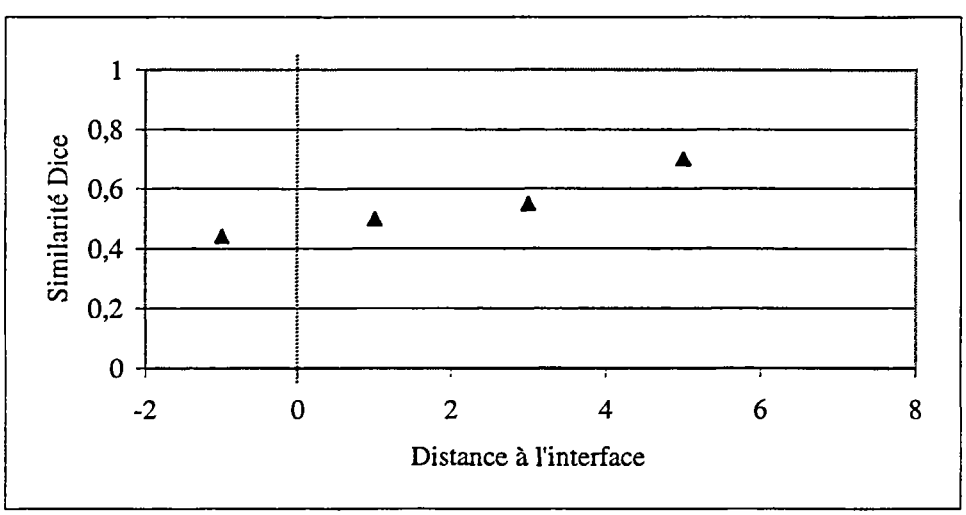




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



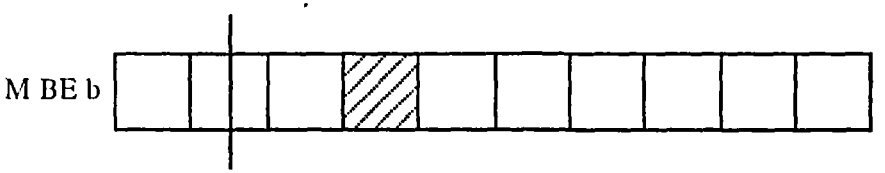


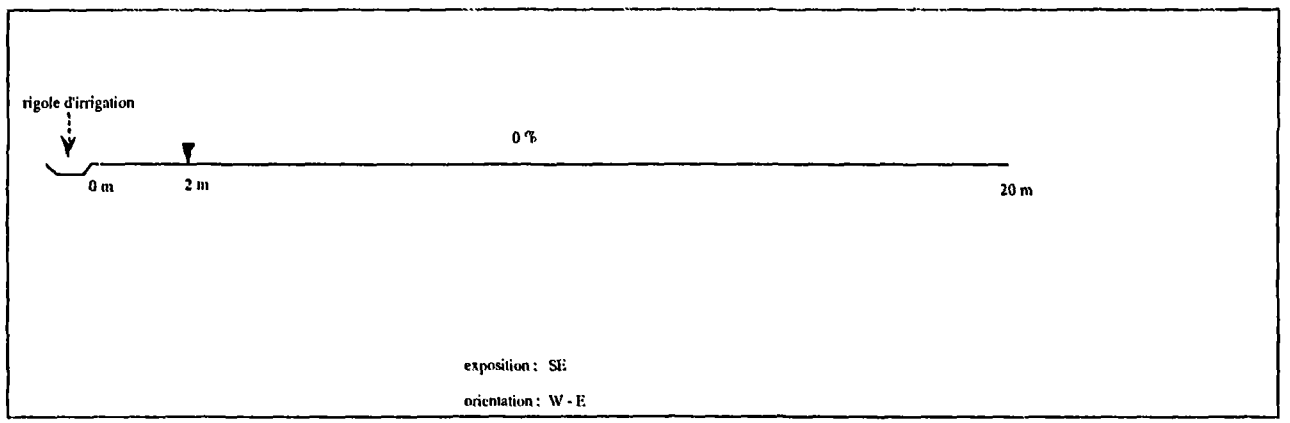


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

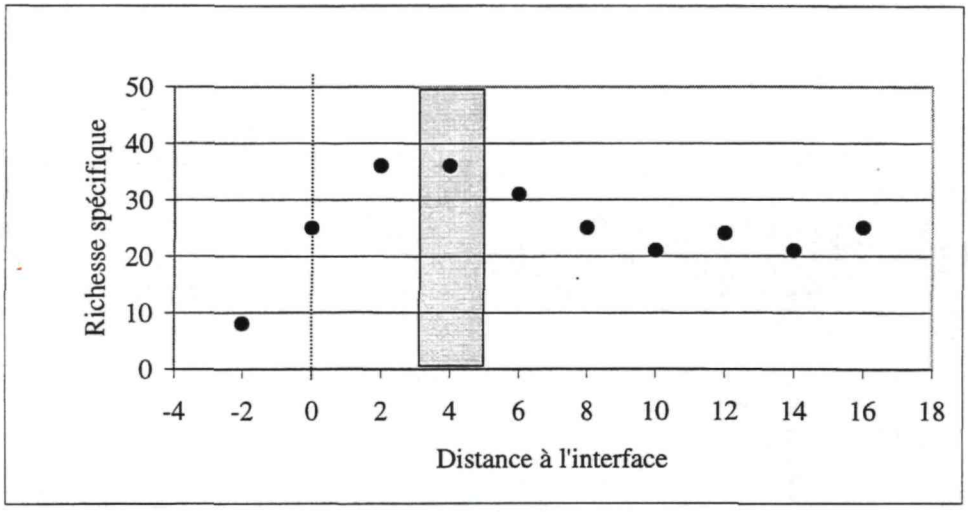
Moulin 5-9 (2) : transect de forêt à zone entretenue

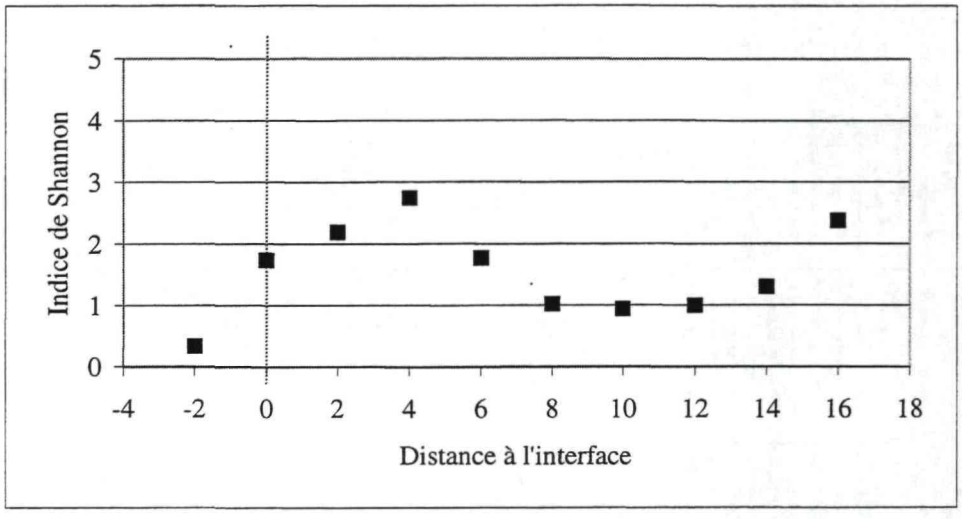
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	5	Brachypodium pinn.	4	Brachypodium pinn.	3	Rhinanthus alectorol.	4	Rhinanthus alectorol.	4	Rhinanthus alectorol.	4	Rhinanthus alectorol.	4	Rhinanthus alectorol.	4	Rhinanthus alectorol.	3
Campanula sp	1	Colchicum autumnale	2	Colchicum autumnale	3	Colchicum autumnale	3	Briza media	2	Briza media	2	Helianthemum numm.	2	Galium verum	2	Onobrychis viciifolia	2	Trifolium pratense	3
Galium verum	1	Dactylis glomerata	2	Dactylis glomerata	2	Briza media	2	Colchicum autumnale	2	Arrhenatherum elat.	1	Arrhenatherum elat.	1	Arrhenatherum elat.	1	Trifolium pratense	2	Bromus erectus	2
Geranium sanguin.	1	Geranium sanguin.	2	Geranium sylvaticum	2	Galium verum	2	Hypochoeris radicata	2	Bromus erectus	1	Briza media	1	Briza media	1	Arrhenatherum elat.	1	Heracleum sphondyl.	2
Lathyrus pratensis	1	Geranium sylvaticum	2	Plantago major	2	Hypochoeris radicata	2	Briza media	2	Colchicum autumnale	1	Bromus erectus	1	Bromus erectus	1	Briza media	1	Onobrychis viciifolia	2
Pinus sylvestris	1	Vicia incana	2	Achemilla xantochl.	1	Hypochoeris radicata	2	Bromus erectus	1	Dactylis glomerata	1	Colchicum autumnale	1	Componula cornica	1	Bromus erectus	1	Anthyllis vulneraria	1
Ribes uva crispa	1	Alchemilla xantochl.	1	Briza media	1	Rhinanthus alectorol.	2	Componula cornica	1	Euphorbia seguieria.	1	Dactylis glomerata	1	Colchicum autumnale	1	Componula cornica	1	Arrhenatherum elat.	1
Vicia incana	1	Astrantia minor	1	Bromus erectus	1	Bromus erectus	1	Dactylis glomerata	1	Euphrasia hirtella	1	Euphrasia hirtella	1	Dactylis glomerata	1	Centaurea scabiosa	1	Briza media	1
		Briza media	1	Componula cornica	1	Componula cornica	1	Euphorbia seguieria.	1	Festuca rubra	1	Festuca rubra	1	Euphrasia hirtella	1	Colchicum autumnale	1	Componula cornica	1
		Bromus erectus	1	Euphorbia seguieria.	1	Dactylis glomerata	1	Euphrasia hirtella	1	Galium verum	1	Galium verum	1	Festuca rubra	1	Dactylis glomerata	1	Centaurea scabiosa	1
		Euphorbia seguieria.	1	Festuca rubra	1	Dactylothiza mocul.	1	Festuca rubra	1	Geranium sanguin.	1	Hypochoeris radicata	1	Helianthemum numm	1	Euphrasia hirtella	1	Colchicum autumnale	1
		Galium verum	1	Euphorbia seguieria.	1	Euphorbia seguieria.	1	Galium verum	1	Geranium sylvaticum	1	Knautia arvensis	1	Hypothoeris radicata	1	Festuca rubra	1	Dactylis glomerata	1
		Graminée	1	Galium verum	1	Festuca rubra	1	Geranium sanguin.	1	Helianthemum numm.	1	Loserpitium latifolium	1	Knautia arvensis	1	Galium tenue.	1	Euphrasia hirtella	1
		Heracleum sphondyl.	1	Graminée	1	Galium tenue.	1	Geranium sylvaticum	1	Hypericum perforat.	1	Lotus corniculatus	1	Loserpitium latifolium	1	Galium verum	1	Festuca rubra	1
		Hypericum perforat.	1	Hyperkum perforat.	1	Geranium sanguin.	1	Graminée	1	Hypochoeris radicata	1	Medicago minima	1	Lotus corniculatus	1	Helianthemum numm.	1	Galium tenue.	1
		Hypochoeris radicata	1	Hypochoeris radicata	1	Geranium sylvaticum	1	Helianthemum numm.	1	Knautia arvensis	1	Ranunculus auricomus	1	Narcissus poeticus	1	Hypochoeris radicata	1	Galium verum	1
		Loserpitium latifolium	1	Knautia arvensis	1	Graminée	1	Hypericum perforat.	1	Leucanthemum cun.	1	Rumex acetosa	1	Onobrychis viciifolia	1	Loserpitium latifolium	1	Geranium sylvaticum	1
		Lathyrus pratensis	1	Loserpitium latifolium	1	Knautia arvensis	1	Knautia arvensis	1	Linum catharticum	1	Salvia pratensis	1	Plantago lanceolata	1	Leucanthemum cun.	1	Graminée	1
		Linum catharticum	1	Leucanthemum cun.	1	Loserpitium latifolium	1	Loserpitium latifolium	1	Lotus corniculatus	1	Sanguisorba minor	1	Primula veris sp veris	1	Narcissus poeticus	1	Helianthemum numm.	1
		Listera ovata	1	Linum catharticum	1	Leucanthemum cun.	1	Leucanthemum cun.	1	Onobrychis viciifolia	1	Taraxacum officinale	1	Rumex acetosa	1	Sanguisorba minor	1	Hypochoeris radicata	1
		Plantago lanceolata	1	Listera ovata	1	Linum catharticum	1	Linum catharticum	1	Primula veris sp veris	1	Tragopogon dubius	1	Salvia pratensis	1	Tragopogon dubius	1	Leucanthemum cun.	1
		Poa pratensis	1	Lotus corniculatus	1	Narcissus poeticus	1	Phyteuma orbiculare	1	Salvia pratensis	1			Sanguisorba minor	1			Narcissus poeticus	1
		Polygonum viviparum	1	Onobrychis viciifolia	1	Plantago lanceolata	1	Plantago major	1	Sanguisorba minor	1			Tragopogon dubius	1			Ranunculus auricomus	1
		Potentilla reptens	1	Plantago lanceolata	1	Plantago major	1	Primula veris sp veris	1	Taraxacum officinale	1			Trifolium pratense	1			Sanguisorba minor	1
		Primula veris sp veris	1	Plantago major	1	Poa pratensis	1	Salvia pratensis	1	Tragopogon dubius	1							Tragopogon dubius	1
		Ranunculus auricomus	1	Poa pratensis	1	Polygala vulgaris	1	Sanguisorba minor	1										
		Salvia pratensis	1	Polygonum viviparum	1	Potentilla reptens	1	Taraxacum officinale	1										
		Sanguisorba minor	1	Potentilla reptens	1	Primula veris sp veris	1	Trifolium montanum	1										
		Taraxacum officinale	1	Primula veris sp veris	1	Ranunculus auricomus	1	Trisetum flavescens	1										
		Tragopogon dubius	1	Ranunculus auricomus	1	Salvia pratensis	1												
		Trifolium pratense	1	Salvia pratensis	1	Sanguisorba minor	1												
		Trisetum flavescens	1	Sanguisorba minor	1	Taraxacum officinale	1												
		Veratrum album	1	Taraxacum officinale	1	Trifolium montanum	1												
		Vicia incana	1	Trifolium montanum	1	Trisetum flavescens	1												

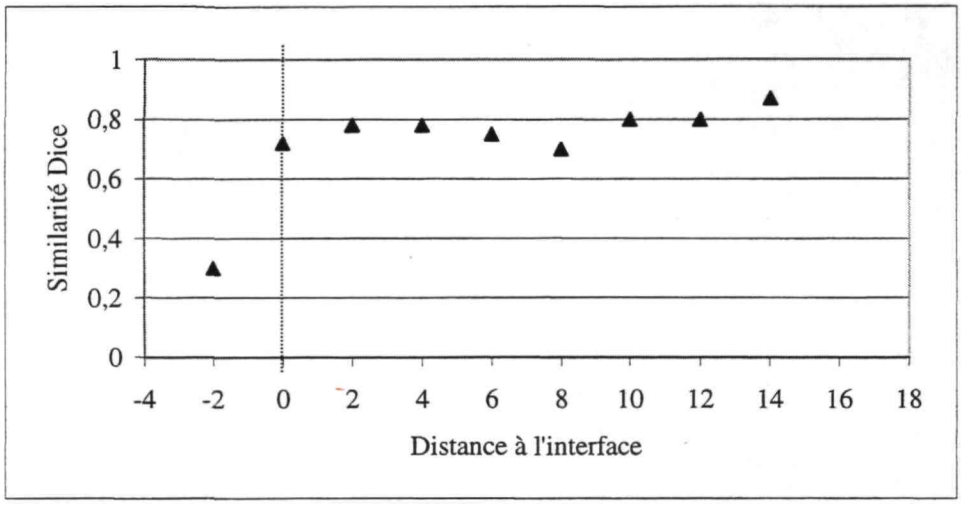




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



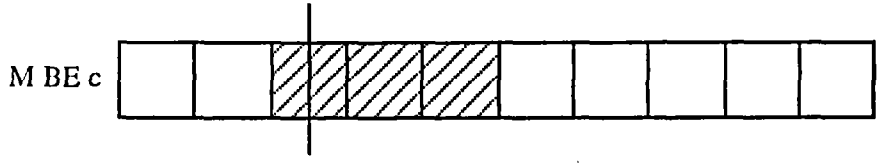




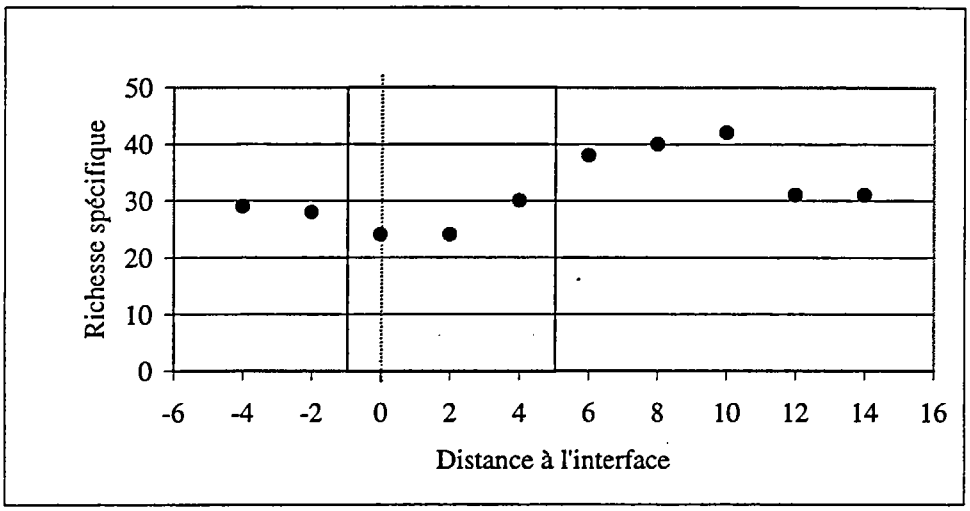
CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

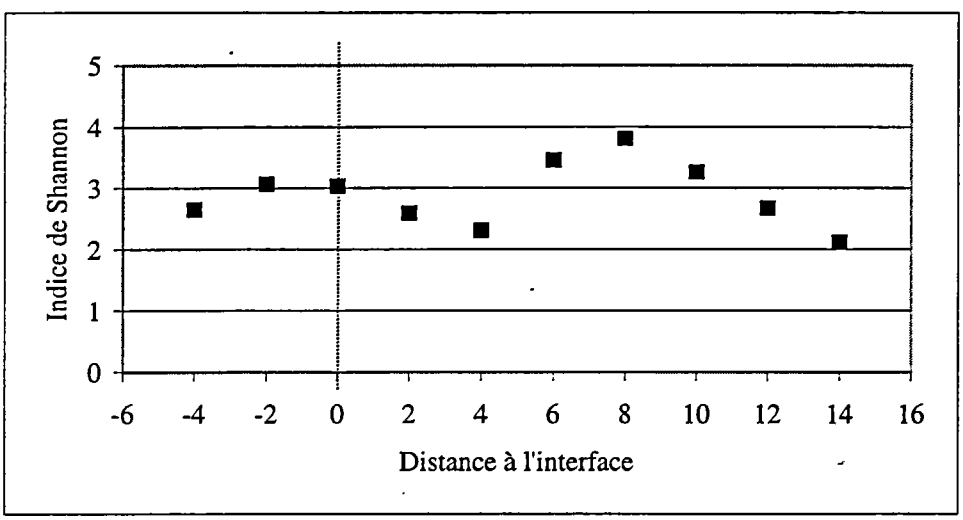
Moulin 5-9 (3) : transect de forêt à zone entretenue

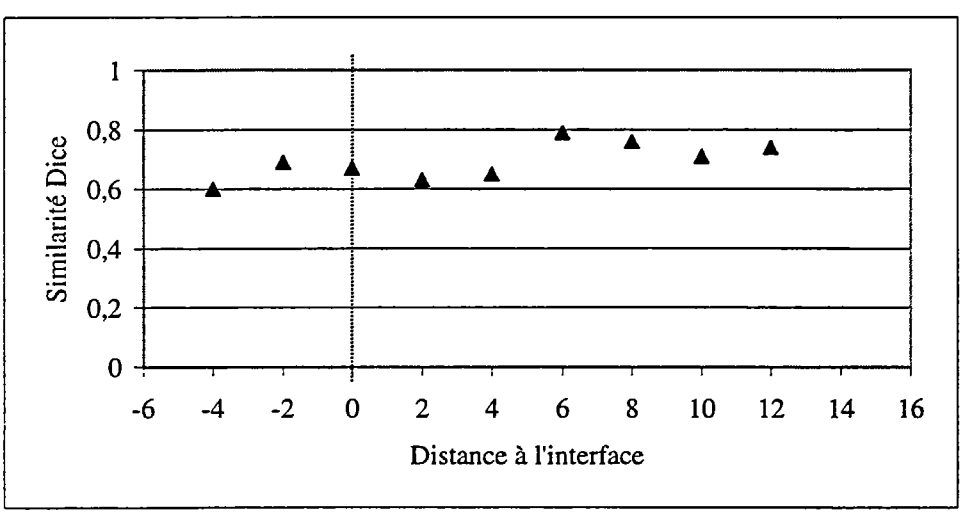
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Dactylis glomerata	2	Helianthemum numm.	3	Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	4	Brachypodium pinn.	4	Brachypodium pinn.	3	Agrostis sp	2	Loserpitium latifolium	3	Loserpitium latifolium	3	Loserpitium latifolium	4
Festuca rubra	2	Brachypodium pinn.	2	Galium verum	3	Galium verum	3	Galium verum	3	Colchicum autumnale	2	Colchicum autumnale	2	Brachypodium pinn.	2	Sanguisorba minor	3	Galium tenue.	3
Gentiana lutea	2	*Festuca rubra*	2	*Rosa pimpinellifolia*	3	Graminée	2	Graminée	2	Euphorbia brittingeri	2	Festuca rubra	2	Colchicum autumnale	2	Colchicum autumnale	2	Brachypodium pinn.	2
Achillea millefolium	1	Gentiana lutea	2	Berberis vulgaris	2	Helianthemum numm.	2	Helianthemum numm	2	Galium tenue.	2	Galium tenue.	2	Festuca rubra	2	Festuca rubra	2	Galium verum	2
Allium oleraceum	1	Graminée	2	Bromus erectus	2	Hypochoeris maculata	2	Silene vulgaris	2	Galium verum	2	Galium verum	2	Galium tenue.	2	Galium tenue.	2	Trifolium montanum	2
Briza media	1	Potentilla rupestris	2	Centaurea uniflora	2	Lotus corniculatus	2	Trifolium montanum	2	Graminée	2	Graminée	2	Galium verum	2	Graminée	2	*Anthyllis vulneraria*	1
Bromus erectus	1	Rosa pimpinellifolia	2	Linum catharticum	2	Solvia pratensis	2	Achillea millefolium	1	Helianthemum numm.	2	Helianthemum numm	2	Graminée	2	*Trifolium montanum*	2	Alchemilla xantochl.	1
Bunium bulbocoston.	1	Salvia pratensis	2	Salvia pratensis	2	Sanguisorba minor	2	Astragalus purpureus	1	Loserpitium latifolium	2	Knautia arvensis	2	Loserpitium latifolium	2	Alchemilla xantochl.	1	Arrhenatherum elat.	1
Centaurea uniflora	1	Achillea millefolium	1	Trifolium montanum	2	Trifolium montanum	2	Ashantia minor	1	Silene vulgaris	2	Loserpitium latifolium	2	Sanguisorba minor	2	Anthoxanthum odor.	1	Briza media	1
Galium tenue.	1	*Alyssum cuneifol.*	1	*Bunium bulbocoston.*	1	Alyssum cuneifol.	1	*Briza media*	1	*Trifolium montanum*	2	Sanguisorba minor	2	Trifolium montanum	2	Astrontia minor	1	Bromus erectus	1
Galium verum	1	Berberis vulgaris	1	*Astragalus purpureus*	1	*Astragalus purpureus*	1	Carex sempervirens	1	Agrostis sp	1	Trifolium montanum	2	Alchemilla xantochl.	1	Briza media	1	Componula rhomboid.	1
Geranium sylvaticum	1	Bromus erectus	1	Euphorbia cyparissias	1	Bromus erectus	1	Centaurea montana	1	Alchemilla xantochl.	1	Alchemilla xantochl.	1	Anthoxanthum odor.	1	Bromus erectus	1	Carex sempervirens	1
Graminée	1	Bunium bulbocoston.	1	Festuca rubra	1	Bunium bulbocoston.	1	Centaurea uniflora	1	Anthoxanthum odor.	1	Anthoxanthum odor.	1	Astrontia minor	1	Componula rhomboid.	1	Centaurea uniflora	1
Helianthemum numm.	1	Centaurea uniflora	1	Geranium sanguin.	1	Centaurea uniflora	1	Dactylis glomerata	1	Briza media	1	Brachypodium pinn.	1	Briza media	1	*Centaurea uniflora*	1	Euphorbia brittingeri	1
Loserpitium latifolium	1	Dactylis glomerata	1	Helianthemum numm.	1	Dactylis glomerata	1	Festuca rubra	1	Componula rhomboid.	1	Componula rhomboid.	1	Bromus erectus	1	Euphorbia brittingeri	1	Festuca rubra	1
Myosotis sylvatica	1	Euphorbia cyparissias	1	Hieracium pilosella	1	Festuca rubra	1	Galium tenue.	1	Carex sempervirens	1	*Centaurea montana*	1	Componula rhomboid.	1	Gentianella compest.	1	Gentiana lutea	1
Narcissus poeticus	1	Galium tenue.	1	Hypochoeris maculata	1	Galium tenue.	1	Gentianella *compest.*	1	*Centaurea montana*	1	Centaurea uniflora	1	*Centaurea uniflora*	1	Gymnadenia conops.	1	Helianthemum numm.	1
Ornithogalum umbell.	1	Galium verum	1	Knautia arvensis	1	Geranium sanguin.	1	Hypochoeris maculata	1	Centaurea uniflora	1	Crepis pyrenaica	1	Euphorbia brittingeri	1	Helianthemum numm.	1	*Hypochoeris maculata*	1
Pinus sylvestris	1	Geranium sanguin.	1	Loserpitium latifolium	1	Graminée	1	Knautia arvensis	1	Crepis pyrenaica	1	Dactylis glomerata	1	Gentianella compest.	1	Hypochoeris maculata	1	Hypochoeris radicata	1
Plantago lanceolata	1	Hieracium pilosella	1	Myosotis sylvatica	1	Hieracium pilosella	1	Loserpitium latifolium	1	Dactylis glomerata	1	Euphorbia brittingeri	1	Gymnadenia conops.	1	Knautia arvensis	1	Knautia arvensis	1
Polygonum bistorta	1	*Loserpitium latifolium*	1	Onobrychis viciifolia	1	Knautia arvensis	1	Onobrychis viciifolia	1	Festuca rubra	1	Gentianella compest.	1	Helianthemum numm.	1	Leucanthemum cun.	1	Leucanthemum cun.	1
Primula veris sp veris	1	Linum catharticum	1	*Potentilla rupestris*	1	*Loserpitium latifolium*	1	Ornithogalum umbell.	1	Hypochoeris maculata	1	Hypochoeris maculata	1	Hypochoeris maculata	1	Lotus corniculatus	1	Lotus corniculatus	1
Ranunculus auricomus	1	Myosotis sylvatica	1	Silene nutans	1	Potentilla reptens	1	Paradisea liliostrum	1	Knautia arvensis	1	Knautia arvensis	1	Lotus corniculatus	1	Myosotis sylvatica	1	Myosotis sylvatica	1
Rumex acetosa	1	Ornithogalum umbell.	1	Teucrium chamaedrys	1	Rosa pimpinellifolia	1	Plantago lanceolata	1	Luzula multiflora	1	Lotus corniculatus	1	Myosotis sylvatica	1	Plantago lanceolata	1	Narcissus poeticus	1
Salvia pratensis	1	Polygonum bistorta	1	Thymus serpyllum	1	Thymus serpyllum	1	Polygonum viviparum	1	Paradisea liliostrum	1	Narcissus poeticus	1	Narcissus poeticus	1	Plantago major	1	Onobrychis viciifolia	1
Sanguisorba minor	1	Primula veris sp veris	1					Ranunculus auricomus	1	Plantago lanceolata	1	Onobrychis viciifolia	1	Ornithogalum umbell.	1	Ranunculus auricomus	1	Plantago lanceolata	1
Silene vulgaris	1	Teucrium chamaedrys	1					Rosa pimpinellifolia	1	Poa alpina	1	*Plantago lanceolata*	1	*Paradisea liliostrum*	1	Rhinanthus alectorol.	1	Plantago major	1
Trifolium montanum	1	Veronica arvensis	1					Salvia pratensis	1	*Polygonum bistorta*	1	Plantago major	1	Phyteuma orbiculare	1	Salvia pratensis	1	Salvia pratensis	1
Trifolium pratense	1							Sanguisorba minor	1	Polygonum viviparum	1	Poa alpina	1	Plantago lanceolata	1	*Silene vulgaris*	1	Sanguisorba minor	1
								Thymus serpyllum	1	Primula veris sp veris	1	Polygonum viviparum	1	Plantago major	1	Thymus serpyllum	1	Silene nutans	1
										Salvia pratensis	1	Ranunculus auricomus	1	Poa alpina	1	Trifolium pratense	1	Stachys monieri	1
										Sanguisorba minor	1	Salvia pratensis	1	Primula veris sp veris	1	Veratrum album	1	Veratrum album	1
										Silene nutans	1	Silene nutans	1	Ranunculus auricomus	1				
										Stachys monieri	1	Silene vulgaris	1	Salvia pratensis	1				
										Thymus serpyllum	1	Thesium alpinum	1	Sanguisorba minor	1				
										Tragopogon dubius	1	Tragopogon dubius	1	Silene nutans	1				
										Trifolium pratense	1	Trifolium pratense	1	Thymus serpyllum	1				
										Trisetum flavescens	1	*Trisetum flavescens*	1	Tragopogon dubius	1				
												Veratrum album	1	Trifolium montanum	1				
														Trollius europaeus	1				
														Veratrum album	1				



CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



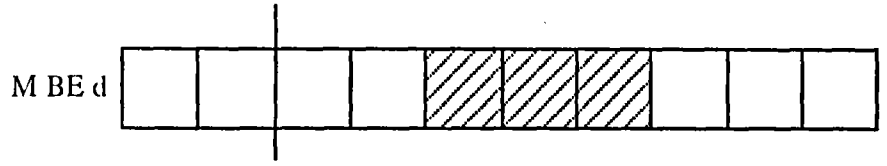


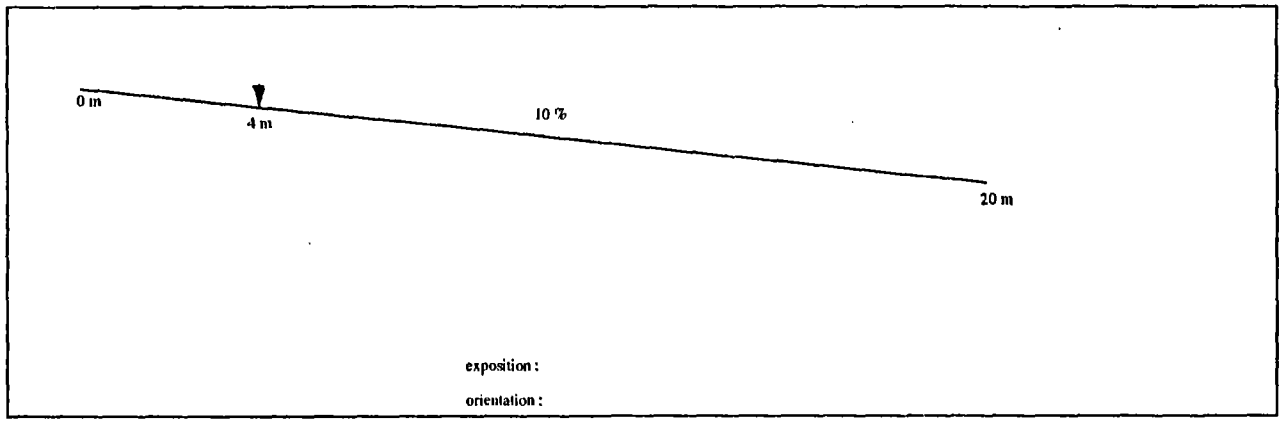


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

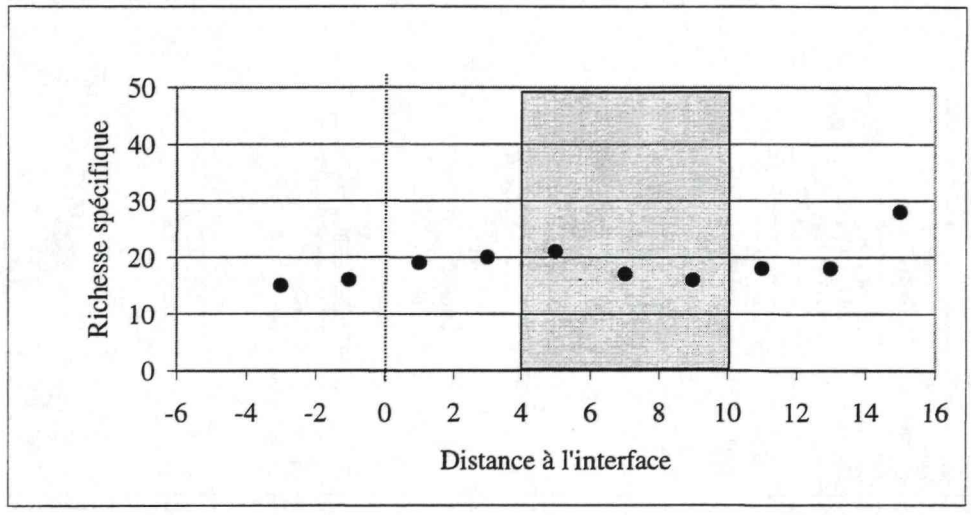
Moulin 5-9 (4) : transect de forêt à zone entretenue

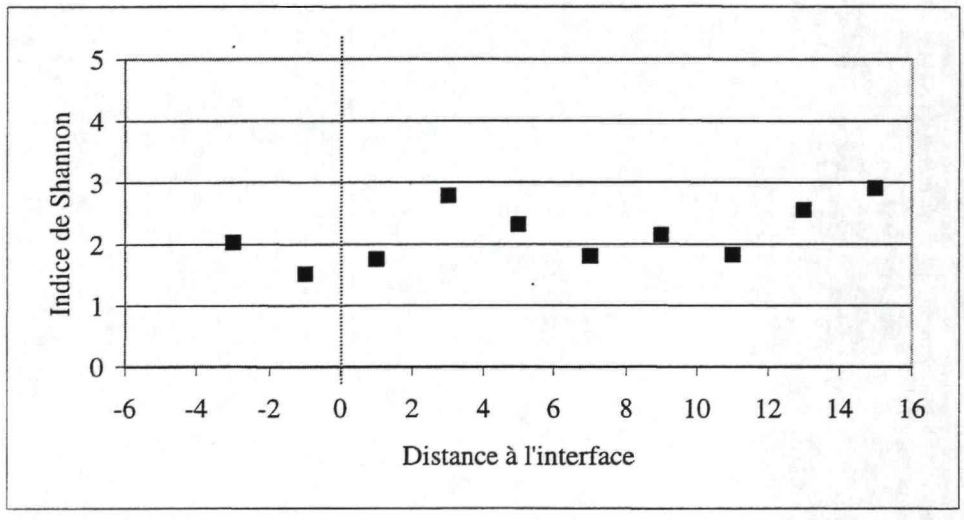
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Prunella vulgaris	4	Arctostaphylos uv.	4	Arctostaphylos uv.	3	Prunella vulgaris	3	Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	4	Brachypodium pinn.	4	Brachypodium pinn.	4	Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	3
Arctostaphylos uv.	2	Euphorbia cyparisstas	2	Bromus erectus	2	Asperula cynanchica	2	Helianthemum numm.	3	Centaurea scabiosa	2	Salvia pratensis	3	Anthoxanthum odor.	2	Anthoxanthum odor.	2	Anthoxanthum odor.	2
Brachypodium pinn.	2	Prunella vulgaris	2	Prunella vulgaris	2	Brachypodium pinn.	2	Festuca rubra	2	Graminée	2	Euphorbia cyparissias	2	Festuca rubra	2	Festuca poniculata	2	Festuca poniculata	2
Galium verum	2	Thymus serpyllum	2	Asperula cynanchica	1	Festuca rubra	2	Graminée	2	Helianthemum numm.	2	Galium verum	2	Graminée	2	Festuca rubra	2	Festuca rubra	2
Juniperus communis subsp communis	2	Asperula cynanchica	1	Brachypodium pinn.	1	Graminée	2	Lotus corniculatus	2	Salvia pratensis	2	Graminée	2	Salvia pratensis	2	Graminée	2	Galium verum	2
Thymus serpyllum	2	Brachypodium pinn.	1	Briza media	1	Helianthemum numm.	2	Asperula cynanchica	1	Briza media	1	Helianthemum numm.	2	Bromus erectus	1	Lotus corniculatus	2	Lotus corniculatus	2
Berberis vulgaris	1	Bromus erectus	1	Bunium bulbocastan.	1	Thymus serpyllum	2	Briza media	1	Bromus erectus	1	Anthoxanthum odor.	1	Centaurea scabiosa	1	Graminée	2	Galium verum	2
Bromus erectus	1	Bunium bulbocastan.	1	Centaurea scabiosa	1	Briza media	1	Bromus erectus	1	Euphorbia cyparissias	1	Briza media	1	Cuscuta epithymum	1	Bromus erectus	1	Lotus corniculatus	2
Centaurea scabiosa	1	Centaurea scabiosa	1	Dianthus caryophyllus	1	Bromus erectus	1	Bunium bulbocastan.	1	Festuca rubra	1	Bromus erectus	1	Festuca paniculata	1	Centaurea scabiosa	1	Serapias lingua	1
Euphorbia cyparissias	1	Dactylis glomerata	1	Erysimum grandifl.	1	Bunium bulbocastan.	1	Centaurea scabiosa	1	Galium verum	1	Bunium bulbocastan.	1	Galium tenue.	1	Galium tenue.	1	Centaurea jacea	1
Loserpitium latifolium	1	Dianthus caryophyllus	1	Euphorbia cyparissias	1	Centaurea scabiosa	1	Dactylis glomerata	1	Geranium sanguin.	1	Centaurea scabiosa	1	Helianthemum numm.	1	Galium verum	1	Centaurea scabiosa	1
Loserpitium siler	1	Erysimum grandifl.	1	Festuca rubra	1	Dianthus caryophyllus	1	Euphorbia cyparissias	1	Loserpitium latifolium	1	Festuca rubra	1	Loserpitium latifolium	1	Helianthemum numm.	1	Euphorbia cyparissias	1
Polygala chamaebux.	1	Globularia cordifolia	1	Globularia cordifolia	1	Euphorbia cyparissias	1	Galium verum	1	Lotus corniculatus	1	Lotus corniculatus	1	Lotus corniculatus	1	Lotus corniculatus	1	Galium tenue.	1
Potentilla reptens	1	Juniperus communis subsp communis	1	Graminée	1	Hieracium pilosella	1	Hieracium pilosella	1	Onobrychis viciifolia	1	Onobrychis viciifolia	1	Onobrychis viciifolia	1	Onobrychis viciifolia	1	Graminée	1
Rhamnus alpinus	1	Loserpitium siler	1	Helianthemum numm.	1	Loserpitium siler	1	Loserpitium siler	1	Prunella vulgaris	1	Silene nutans	1	Plantago major	1	Plantago lanceolata	1	Helianthemum numm.	1
		Potentilla reptens	1	Lotus corniculatus	1	Lotus corniculatus	1	Lotus corniculatus	1	Silene nutans	1	Trifolium montanum	1	Sempervivum tector.	1	Plantago major	1	Hypochoeris radicata	1
				Sempervivum tector.	1	Sempervivum tector.	1	Onobrychis viciifolia	1	Trifolium montanum	1			Silene nutans	1	Salvia pratensis	1	Lotus corniculatus	1
				Silene nutans	1	Silene nutans	1	Prunella vulgaris	1					Trifolium montanum	1	Trifolium montanum	1	Myosotis sylvatica	1
				Thymus serpyllum	1	Stipa pennata	1	Salvia pratensis	1									Onobrychis viciifolia	1
						Teucrium chamaedrys	1	Silene nutans	1									Plantago lanceolata	1
								Trifolium montanum	1									Plantago major	1
																		Ranunculus auricomus	1
																		Sanguisorba minor	1
																		Tragopogon dubius	1
																		Trifolium montanum	1

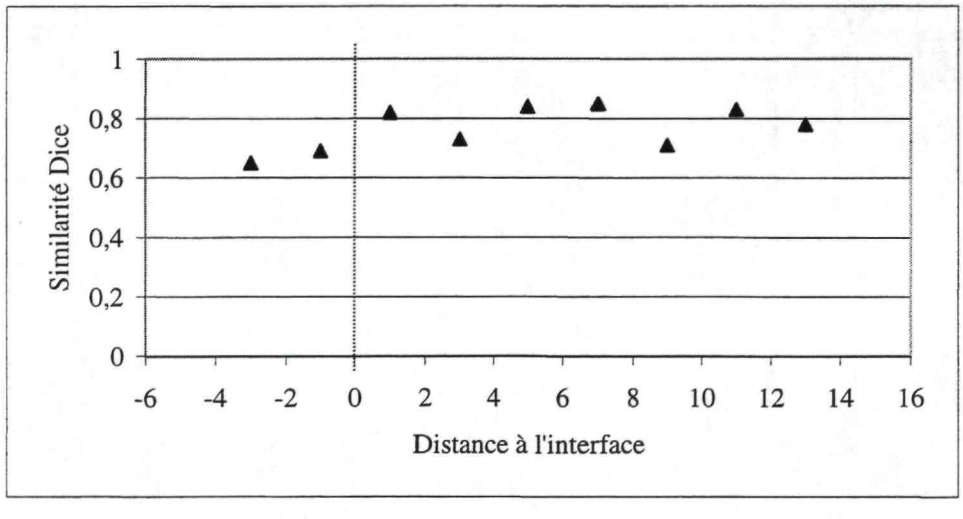




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



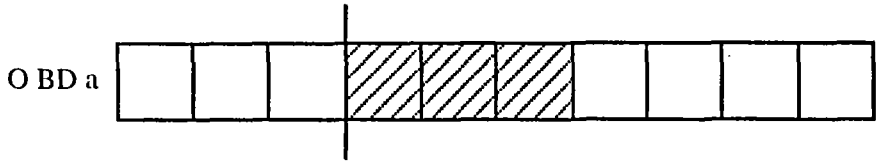


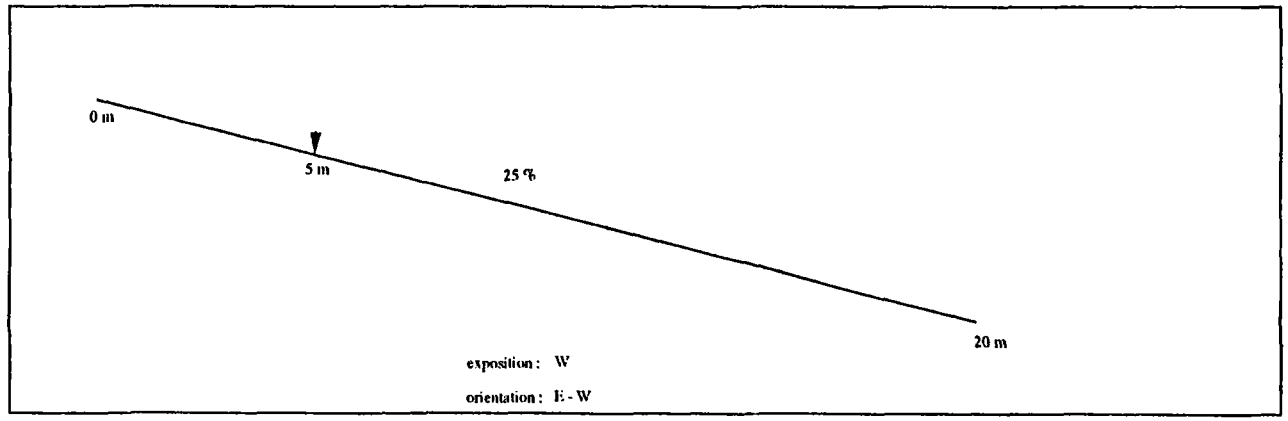


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Ortet 5-7 (1) : transect de forêt à zone en déprise

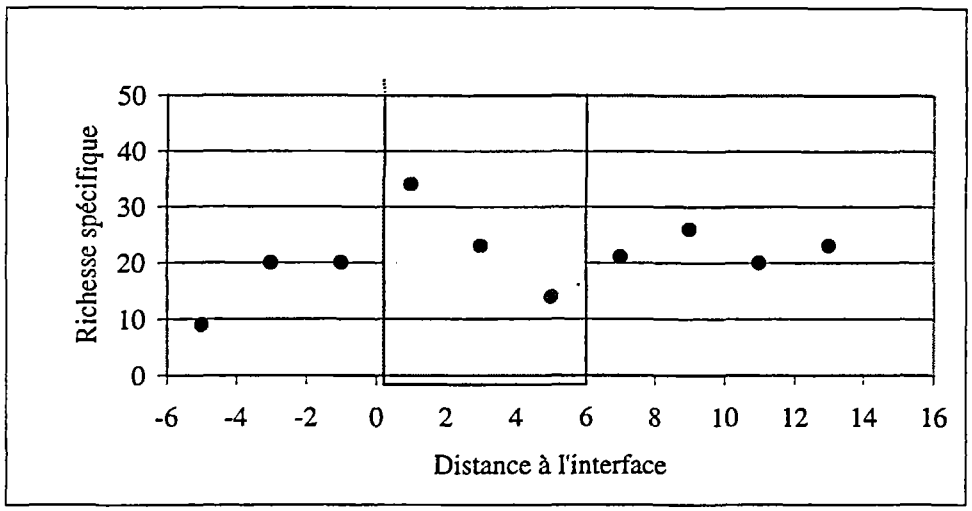
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	5	Brachypodium pinn.	5	Brachypodium pinn.	4	Brachypodium pinn.	5	Brachypodium pinn.	5	Brachypodium pinn.	5	Brachypodium pinn.	5	Brachypodium pinn.	5	Brachypodium pinn.	5
Hepatica nobilis	2	Hepatica nobilis	2	Festuca rubra	2	Arctostaphylos uv.	3	Arctostaphylos uv.	2	Galium verum	3	Anthoxanthum odor.	2	Anthoxanthum odor.	2	Bupleurum ranuncul.	2	Festuca paniculata	3
Rubus idaeus	2	Leontodon pyrenaicus Gouan	2	Plantago major	2	Achillea millefolium	2	Helianthemum numm.	2	Poa alpina	3	Festuca rubra	2	Bupleurum ranuncul.	2	Galium verum	2	Galium verum	3
Festuca rubra	1	Prunella vulgaris	2	Alchemilla hoppeana	1	Euphorbia cyparissias	2	Poa alpina	2	Festuca rubra	2	Galium verum	2	Juniperus communis subsp communis	2	Anthoxanthum odor.	1	Anthoxanthum odor.	2
Galium verum	1	Campanula cornica	1	Anthoxanthum odor.	1	Festuca rubra	2	Achillea millefolium	1	Prunella vulgaris	2	Onobrychis viciifolia	2	Achillea millefolium	1	Briza media	1	Bupleurum ranuncul.	2
Picea abies	1	Carduus defloratus	1	Briza media	1	Hieracium pilosella	2	Alchemilla hoppeana	1	Achillea millefolium	1	Achillea millefolium	1	Acinos alpinus	1	Carex sempervirens	1	Campanula cornica	2
Poa chaixii	1	Dactylis glomerata	1	Carex sp	1	Alchemilla hoppeana	1	Anthoxanthum odor.	1	Acinos alpinus	1	Astragalus purpureus	1	Alchemilla xantochl.	1	Centaurea uniflora	1	Centaurea uniflora	2
Ranunculus auricomus	1	Euphorbia cyparissias	1	Dactylis glomerata	1	Alchemilla xantochl.	1	Carduus defloratus	1	Carduus defloratus	1	Briza media	1	Arrhenatherum elat.	1	Dactylis glomerata	1	Onobrychis viciifolia	2
Taraxacum officinale	1	Festuca rubra	1	Euphorbia cyparissias	1	Anthoxanthum odor.	1	Carex flacca	1	Carex flacca	1	Bupleurum ranuncul.	1	Briza media	1	Helianthemum numm.	1	Achillea millefolium	1
		Galium verum	1	Galium verum	1	Anthyllis vulneraria	1	Dactylis glomerata	1	Dactylis glomerata	1	Dactylis glomerata	1	Carduus defloratus	1	Loserpitium latifolium	1	Alchemilla xantochl.	1
		Hepatica nobilis	1	Hepatica nobilis	1	Briza media	1	Epilobium angustif.	1	Euphorbia cyparissias	1	Galium tenue.	1	Carex flacca	1	Lotus corniculatus	1	Briza media	1
		Hypericum maculat.	1	Hypericum maculat.	1	Bromus erectus	1	Festuca rubra	1	Helianthemum numm.	1	Helianthemum numm.	1	Carex sempervirens	1	Luzula multiflora	1	Carduus defloratus	1
		Leontodon pyrenaicus Gouan	1	Leontodon pyrenaicus Gouan	1	Carduus defloratus	1	Fragaria vesca	1	Pulmonaria montana	1	Hepatica nobilis	1	Centaurea uniflora	1	Onobrychis viciifolia	1	Festuca rubra	1
		Lotus corniculatus	1	Picea abies	1	Carex flacca	1	Galium verum	1	Rhinanthus alectorol.	1	Loserpitium latifolium	1	Euphorbia cyparissias	1	Phyteuma orbiculare	1	Helianthemum numm.	1
		Picea abies	1	Polygala chamaebux.	1	Carex sempervirens	1	Hepatica nobilis	1			Linum cathorticum	1	Festuca rubra	1	Plantago major	1	Hepatica nobilis	1
		Plantago major	1	Polygonum bistorta	1	Carex sp	1	Hieracium pilosella	1			Lotus corniculatus	1	Galium tenue.	1	Rhinanthus alectorol.	1	Juniperus communis subsp communis	1
		Poa chaixii	1	Polygonum viviparum	1	Epilobium angustif.	1	Hypochoeris maculata	1			Luzula multiflora	1	Galium verum	1	Scabiosa columbaria	1	Loserpitium latifolium	1
		Polygala chamaebux.	1	Prunella vulgaris	1	Festuca rubra	1	Lotus corniculatus	1			Plantago major	1	Helianthemum numm.	1	Tragopogon dubius	1	Luzula multiflora	1
		Pulmonaria montana	1	Stachys monieri	1	Galium verum	1	Plantago lanceolata	1			Poa alpina	1	Loserpitium latifolium	1	Trifolium montanum	1	Plantago alpina	1
		Ranunculus auricomus	1			Juniperus communis subsp communis	1	Pulmonaria montana	1			Rhinanthus alectorol.	1	Lotus corniculatus	1	Vicia laevigata	1	Ranunculus auricomus	1
		Stachys monieri	1			Leucanthemum cun.	1	Rhinanthus alectorol.	1			Silene nutans	1	Luzula multiflora	1			Rhinanthus alectorol.	1
		Taraxacum officinale	1			Lotus corniculatus	1	Rubus idaeus	1					Onobrychis viciifolia	1			Tragopogon dubius	1
						Melampyrum sylvatic.	1	Sanguisorba minor	1					Poa alpina	1			Vicia laevigata	1
						Plantago lanceolata	1							Pulmonaria montana	1				
						Plantago major	1							Rhinanthus alectorol.	1				
						Poa alpina	1							Scabiosa columbaria	1				
						Polygala chamaebux.	1												
						Polygala vulgaris	1												
						Primula veris sp veris	1												
						Prunella vulgaris	1												
						Pulmonaria montana	1												
						Rhinanthus alectorol.	1												
						Rubus idaeus	1												
						Thymus serpyllum	1												
						Trisetum flavescens	1												

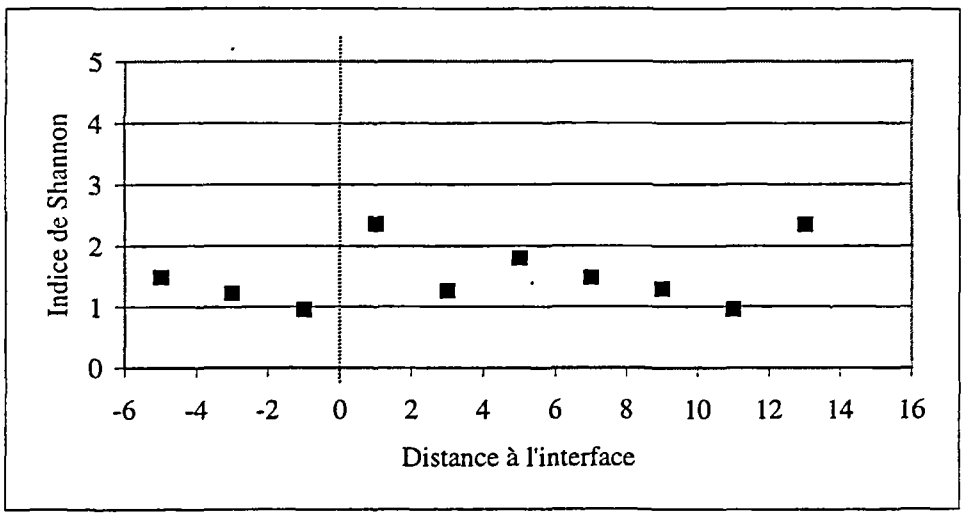


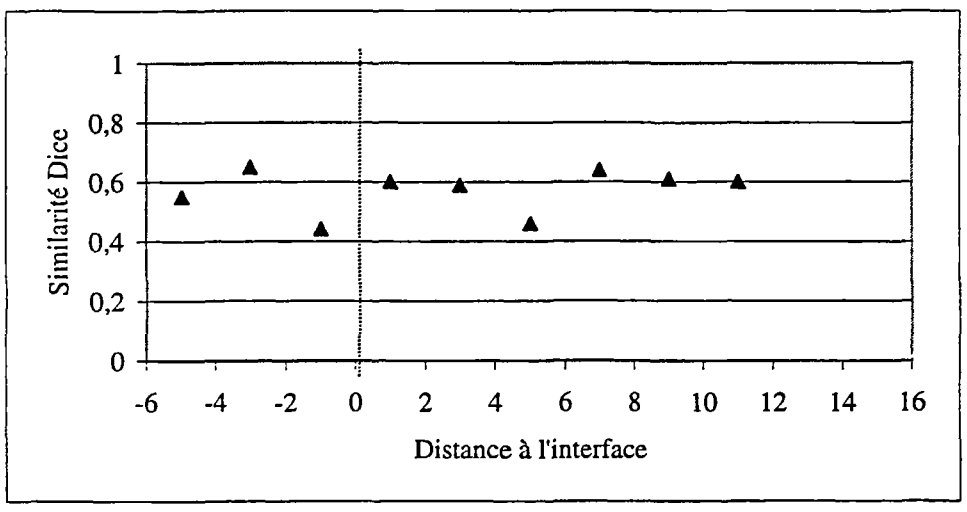


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

O BD a



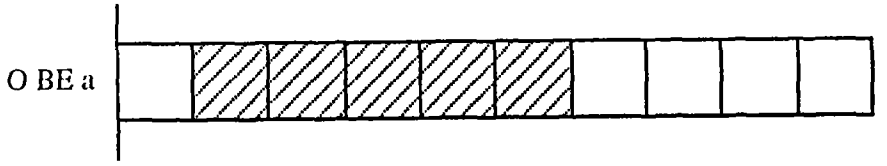


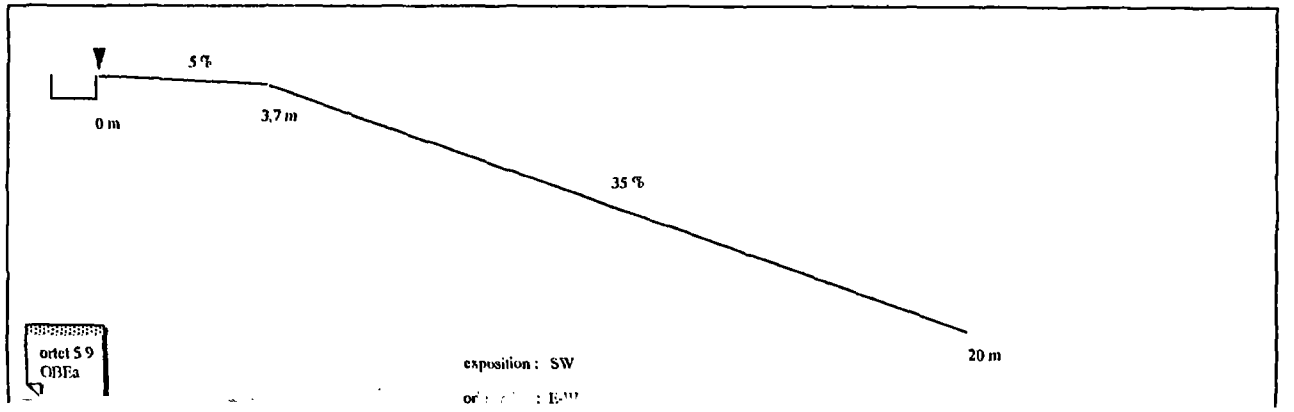


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

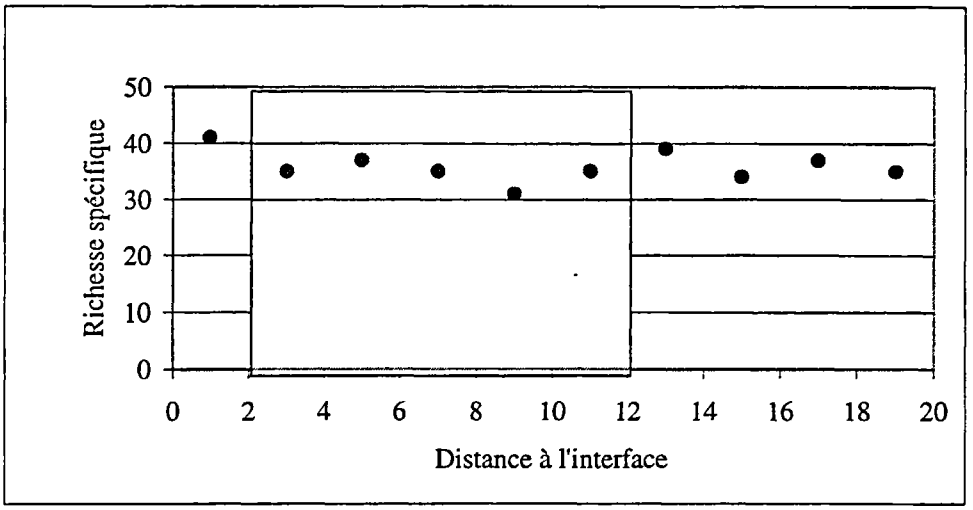
Ortet 5-9 (1) : transect de forêt à zone entretenue

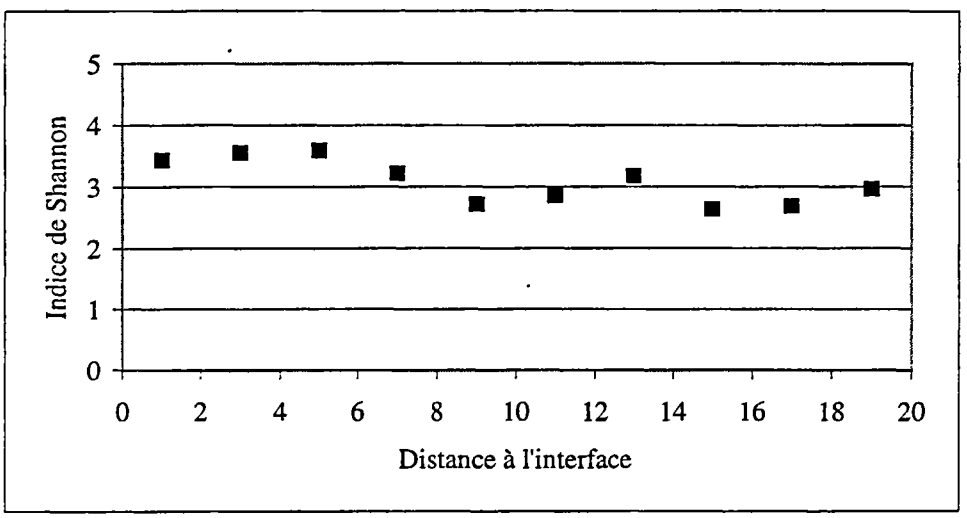
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Hypochoeris radicata	2	Agrostis sp	2	Anthoxanthum odor.	2	Hypochoeris radicata	2	Hypochoeris radicata	2	Geranium sylvaticum	2	Centaurea scabiosa	2	Centaurea scabiosa	3	Centaurea scabiosa	3	Centaurea scabiosa	2
Onobrychis viciifolia	2	Anthoxanthum odor.	2	Briza media	2	Leucanthemum cun.	2	Onobrychis viciifolia	2	Hypochoeris radicata	2	Heracleum montanum	2	Hypochoeris radicata	2	Hypochoeris radicata	2	Hypochoeris radicata	2
Plantago major	2	*Centaurea montana*	2	*Centaurea montana*	2	*Plantago major*	2	*Plantago major*	2	Onobrychis viciifolia	2	Hypochoeris radicata	2	Leucanthemum cun.	2	Leucanthemum cun.	2	Leucanthemum cun.	2
Taraxacum officinale	2	Hypochoeris radicata	2	Hypochoeris radicata	2	Polygonum bistorta	2	Anthoxanthum odor.	1	Agrostis sp	1	Leucanthemum cun.	2	Onobrychis viciifolia	2	Onobrychis viciifolia	2	Onobrychis viciifolia	2
Trifolium badium	2	Leucanthemum cun.	2	Leucanthemum cun.	2	Ranunculus auricomus	2	Anthyllis vulneraria	1	Anthoxanthum odor.	1	Onobrychis viciifolia	2	Trifolium pratense	2	Trifolium pratense	2	Acinos alpinus	1
Trikelum flavescens	2	Onobrychis viciifolia	2	Lotus cornikulatus	2	Sanguisorba minor	2	*Arrhenatherum elat.*	1	Briza media	1	Acinos alpinus	1	Acinos alpinus	1	Alchemilla xantochl.	1	Agrostis sp	1
Trollius europaeus	2	Plantago major	2	Plantago major	2	Acinos alpinus	1	Briza media	1	Componula rhomboid.	1	Anthoxanthum odor.	1	Anthyllis vulneraria	1	Anthoxanthum odor.	1	Anthoxanthum odor.	1
Adenostyles sp	1	*Taraxacum officinale*	2	Sanguisorba minor	2	Anthoxanthum odor.	1	Componula rhomboid.	1	Centaurea montana	1	Anthyllis vulneraria	1	Briza media	1	Anthyllis vulneraria	1	Anthyllis vulneraria	1
Agrostis sp	1	Veratrum album	2	Trollius europaeus	2	Briza media	1	Centaurea montana	1	Centaurea scabiosa	1	Briza media	1	Componula rhomboid.	1	Bunium bulbocoston.	1	Astrantia minor	1
Alchemilla hoppeana	1	Acinos alpinus	1	Acinos alpinus	1	Componula rhomboid.	1	Centaurea scabiosa	1	Colchicum autumnale	1	Componula rhomboid.	1	Carum carvi	1	Componula rhomboid.	1	Briza media	1
Alchemilla xantochl.	1	*Arrhenatherum elat.*	1	Agrostis sp	1	Carum carvi	1	Colchicum autumnale	1	Crepis pyrenaica	1	Carex hallerana	1	Colchicum autumnale	1	Carum carvi	1	Bunium bulbocoston.	1
Anthoxanthum odor.	1	Briza media	1	*Arrhenatherum elat.*	1	Centaurea montana	1	Crepis pyrenaica	1	Dactylis glomerata	1	Carum carvi	1	Crepis pyrenaica	1	Colchicum autumnale	1	Componula rhomboid.	1
Arrhenatherum elat.	1	*Componula rhomboid.*	1	Componula rhomboid.	1	Centaurea scabiosa	1	Dactylis glomerata	1	Festuca rubra	1	Colchicum autumnale	1	Dactylis glomerata	1	Crepis pyrenaica	1	Carex hallerana	1
Briza media	1	Carduus defloratus	1	Carex sempervirens	1	Colchicum autumnale	1	Festuca rubra	1	Galium tenue.	1	Crepis pyrenaica	1	Festuca rubra	1	Dactylis glomerata	1	Colchicum autumnale	1
Bromus erectus	1	Carex sempervirens	1	Carum carvi	1	Crepis aurea	1	Gentiana lutea	1	Gentiana lutea	1	Dactylis glomerata	1	Galium tenue.	1	Euphrasia hirtella	1	Crepis pyrenaica	1
Bunium bulbocoston.	1	Carum carvi	1	Colchicum autumnale	1	*Crepis pyrenaica*	1	Gymnadenia conops.	1	*Gymnadenia conops.*	1	*Festuca rubra*	1	*Gentiana lutea*	1	*Festuca rubra*	1	*Dactylis glomerata*	1
Componula rhomboid.	1	Crepis aurea	1	Crepis aurea	1	Dactylis glomerata	1	Helianthemum numm.	1	Helianthemum numm.	1	Galium tenue.	1	Gentianella compest.	1	Galium tenue.	1	Festuca rubra	1
Carex sempervirens	1	Dactylis glomerata	1	Crepis pyrenaica	1	Festuca rubra	1	Heracleum montanum	1	Heracleum montanum	1	Gentianella compest.	1	Geranium sylvaticum	1	Gentiana lutea	1	Galium tenue.	1
Crepis aurea	1	Festuca rubra	1	Dactylis glomerata	1	Galium tenue.	1	Leucanthemum cun.	1	Leucanthemum cun.	1	Geranium sylvaticum	1	Helianthemum numm	1	Gentianella compest.	1	Geranium sylvaticum	1
Dactylis glomerata	1	Galium tenue.	1	Festuca rubra	1	Gentiana lutea	1	Lotus cornikulatus	1	Lotus cornikulatus	1	Linum catharticum	1	Heracleum montanum	1	Geranium sylvaticum	1	Helianthemum numm.	1
Deschampsia coespit.	1	*Geranium sylvaticum*	1	*Gentiana lutea*	1	*Geranium sylvatic.*	1	*Pimpinella major*	1	*Ornithogalum umbel.*	1	*Ornithogalum umbel.*	1	Lotus cornikulatus	1	*Helianthemum numm.*	1	Heracleum montanum	1
Festuca rubra	1	Helianthemum numm.	1	Geranium sylvaticum	1	Helianthemum numm.	1	Polygonum bistorta	1	Phyteuma orbiculare	1	Phyteuma orbiculare	1	Paradisea liliostrum	1	Heracleum montanum	1	Myosotis sylvatica	1
Gentiana lutea	1	Lotus corniculatus	1	Gymnadenia conops.	1	Heracleum montanum	1	Polygonum viviparum	1	Pimpinella major	1	Pimpinella major	1	Pimpinella major	1	Lotus cornikulatus	1	Phyteuma orbiculare	1
Geranium sylvaticum	1	Myosotis sylvatica	1	Helianthemum numm.	1	Lotus corniculatus	1	Ranunculus auricomus	1	Plantago major	1	Plantago major	1	Plantago major	1	Ornithogalum umbel.	1	Pimpinella major	1
Helianthemum numm.	1	Ornithogalum umbel.	1	Luzula multiflora	1	Myosotis sylvatica	1	Rumex acetosa	1	Polygonum bistorta	1	Polygonum bistorta	1	Polygonum bistorta	1	Phyteuma orbiculare	1	Plantago major	1
Heracleum montanum	1	Phyteuma orbiculare	1	Onobrychis viciifolia	1	Onobrychis viciifolia	1	Sanguisorba minor	1	Polygonum viviparum	1	Polygonum viviparum	1	Polygonum viviparum	1	Pimpinella major	1	Polygonum bistorta	1
Leontodon hispidus	1	Polygonum bistorta	1	Ornithogalum umbel.	1	Ornithogalum umbel.	1	Taraxacum officinale	1	Ranunculus auricomus	1	Pulsatilla alpina	1	Polygonum viviparum	1	Plantago major	1	Polygonum viviparum	1
Leucanthemum cun.	1	Polygonum viviparum	1	Pimpinella major	1	Pimpinella major	1	Trifolium pratense	1	Sanguisorba minor	1	Ranunculus auricomus	1	Ranunculus auricomus	1	Polygonum bistorta	1	Pulsatilla alpina	1
Linum catharticum	1	Ranunculus auricomus	1	Polygonum bistorta	1	Polygonum viviparum	1	Trisetum flavescens	1	Taraxacum officinale	1	Rhinanthus alectorol.	1	Rhinanthus alectorol.	1	Polygonum viviparum	1	Salvia pratensis	1
Lotus cornkulatus	1	Sanguisorba minor	1	Rumex acetosa	1	Taraxacum officinale	1	Trollius europaeus	1	Trifolium pratense	1	Rumex acetosa	1	Salvia pratensis	1	Ranunculus auricomus	1	Sanguisorba minor	1
Phyteuma orbiculare	1	Tragopogon dubius	1	Taraxacum officinale	1	Tragopogon dubius	1	Vicia laevigata	1	Trisetum flavescens	1	Salvia pratensis	1	Rhinanthus alectorol.	1	Salvia pratensis	1	Silene vulgaris	1
Picea abies	1	Trifolium badium	1	Thesium alpinum	1	Trifolium pratense	1			Trollius europaeus	1	Sanguisorba minor	1	Salvia pratensis	1	Sanguisorba minor	1	Tragopogon dubius	1
Poa sp	1	Trifolium pratense	1	Tragopogon dubius	1	Trisetum flavescens	1			Veratrum album	1	Silene vulgaris	1	Trisetum flavescens	1	Silene vulgaris	1	Trisetum flavescens	1
Polygonum bistorta	1	Trollius europaeus	1	Trifolium pratense	1	Trollius europaeus	1			Vicia laevigata	1	Taraxacum officinale	1	Veratrum album	1	*Thesium alpinum*	1	*Veratrum album*	1
Polygonum viviparum	1	Vicia laevigata	1	Vicia laevigata	1	Vicia laevigata	1					*Tragopogon dubius*	1	Vicia laevigata	1	Traunsteinera glob.	1	Vicia laevigata	1
Ranunculus auricomus	1											Traunsteinera glob.	1			Trisetum flavescens	1		
Rumex acetosa	1											Trifolium pratense	1			Vicia laevigata	1		
Rumex obtusifolius	1											Trisetum flavescens	1						
Sanguisorba minor	1											Veratrum album	1						
Sesleria albicans	1											Vicia laevigata	1						
Veratrum album	1																		

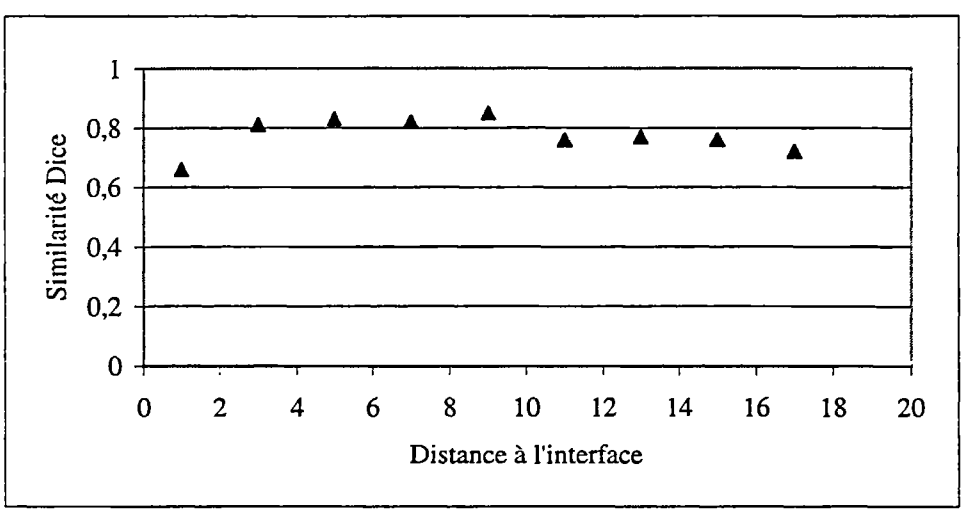




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref





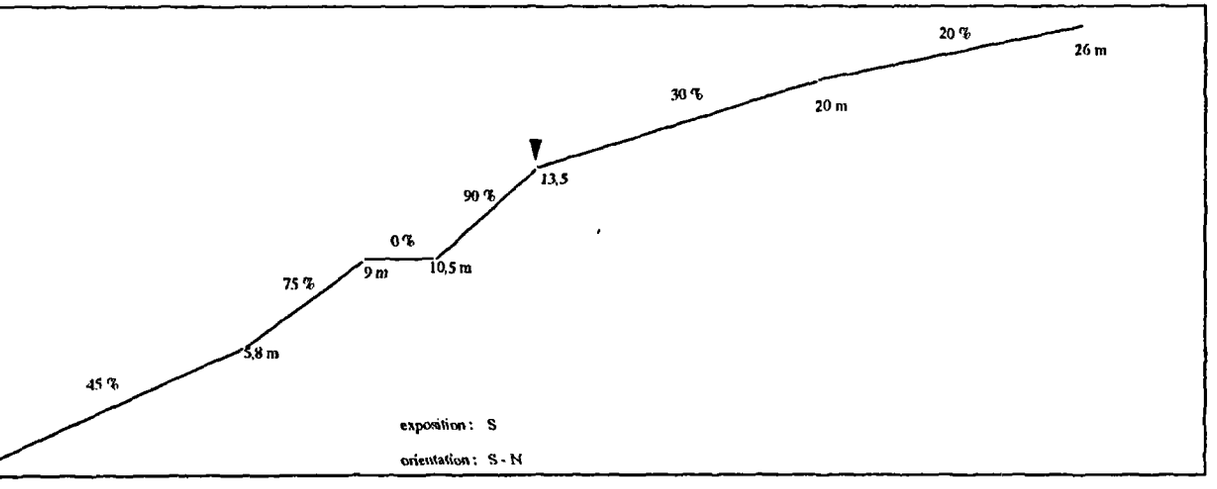


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

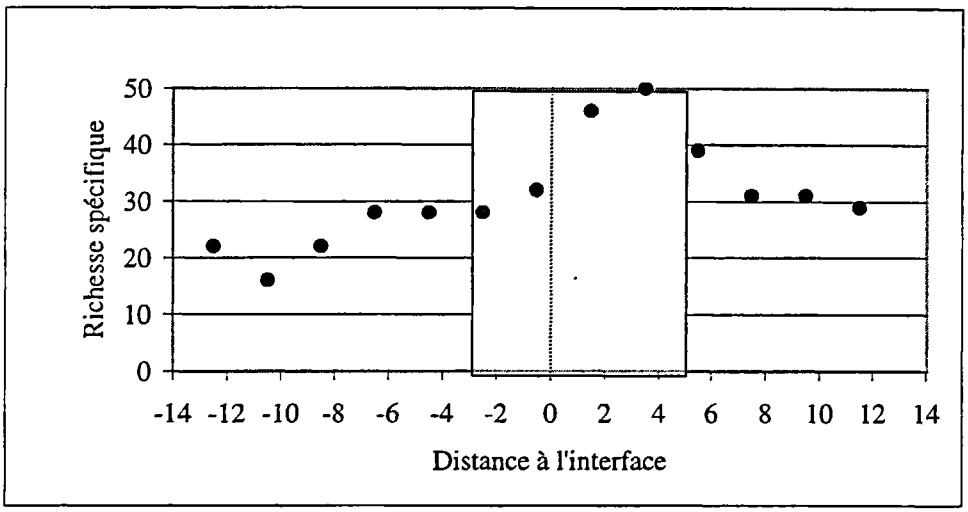
Ortet 5-9 (2) : transect de forêt à zone entretenue

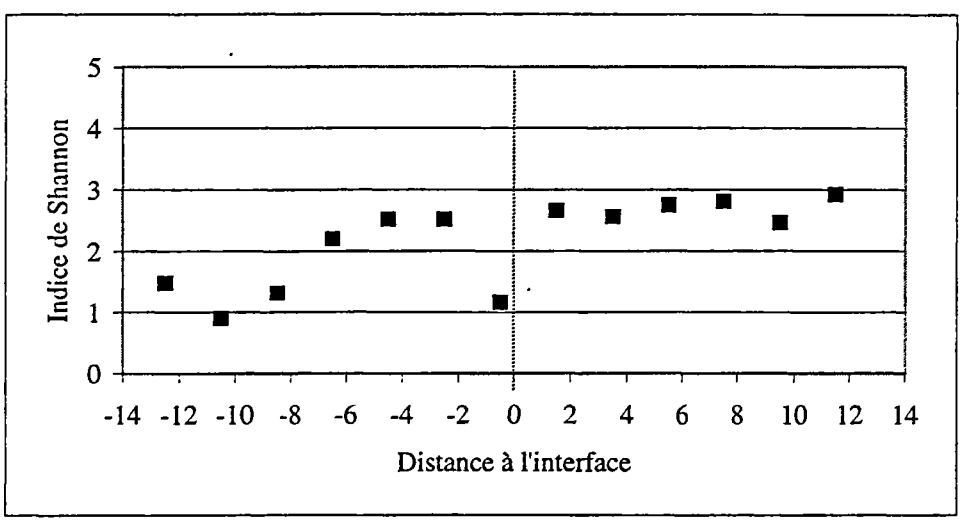
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10		placette 11		placette 12		placette 13	
Brachypodium pine.	5	*Brachypodium pine.*	5	*Brachypodium pinn.*	4	*Brachypodium pinn.*	3	*Brachypodium pinn.*	3	*Laserpitium latifolium*	3	*Laserpitium latifolium*	4	*Rhinanthus alectorol.*	3	*Rhinanthus alectorol.*	3	*Dactylis glomerata*	3	*Trifolium pratense*	3	*Trifolium pratense*	3	*Trifolium pratense*	3
Laserpitium latifolium	3	*Euphorbia cyparissias*	2	*Helianthemum numm.*	2	*Festuca rubra*	3	*Graminée*	2	*Euphorbia cyparissias*	2	*Geranium sylvaticum*	2	*Carex sempervirens*	2	*Salvia pratensis*	3	*Geranium sylvaticum*	3	*Trisatum flavescens*	3	*Trisatum flavescens*	3	*Crepis pyrenaica*	2
Euphorbia cyparissias	2	*Rubus idaeus*	2	*Helianthemum numm.*	2	*Helianthemum numm.*	2	*Helianthemum numm.*	2	*Helianthemum numm.*	2	*Acinos alpinus*	1	*Geranium sylvaticum*	2	*Centaurea montana*	2	*Trifolium pratense*	3	*Trollius europaeus*	3	*Crepis pyrenaica*	2	*Dactylis glomerata*	2
Helianthemum numm.	2	*Bromus erectus*	1	*Rubus idaeus*	2	*Sesleria albicans*	2	*Sesleria albicans*	2	*Polygala chamaebux.*	2	*Akchemilla xantochl.*	1	*Ornithogalum umbel.*	2	*Silene vulgaris*	2	*Trollius europaeus*	3	*Festuca rubra*	2	*Horacleum montanum*	2	*Horacleum montanum*	2
Brize media	1	*Bunium bulbocastan.*	1	*Acinos alpinus*	1	*Thymus serpyllum*	2	*Thymus serpyllum*	2	*Sesleria albicans*	2	*Astragalus purpureus*	1	*Acinos alpinus*	1	*Acinos alpinus*	1	*Laserpitium latifolium*	2	*Geranium sylvaticum*	2	*Polygonum bistorta*	2	*Leucanthemum cun.*	2
Bromus erectus	1	*Festuca rubra*	1	*Arabis hirsuta*	1	*Achillea millefolium*	1	*Acinos alpinus*	1	*Acinos alpinus*	1	*Brachypodium pinn.*	1	*Agrostis sp*	1	*Agrostis sp*	1	*Salvia pratensis*	2	*Heracleum montanum*	2	*Acinos alpinus*	1	*Polygonum bistorta*	2
Bunium bulbocastan.	1	*Helianthemum numm.*	1	*Arctostaphylos uv.*	1	*Acinos alpinus*	1	*Akchemilla xantochl.*	1	*Akchemilla xantochl.*	1	*Brize media*	1	*Akchemilla xantochl.*	1	*Akchemilla xantochl.*	1	*Acinos alpinus*	1	*Polygonum bistorta*	2	*Agrostis sp*	1	*Trisetum flavescens*	2
Carduus defloratus	1	*Hieracium pilosella*	1	*Bromus erectus*	1	*Akchemilla xantochl.*	1	*Brize media*	1	*Brachypodium pinn.*	1	*Dactylis glomerata*	1	*Anthoxanthum odor.*	1	*Anthoxanthum odor.*	1	*Agrostis sp*	1	*Acinos alpinus*	1	*Akchemilla xantochl.*	1	*Acinos alpinus*	1
Centaurea scabiosa	1	*Juniperus communis subsp communis*	1	*Bunium bulbocastan.*	1	*Brize media*	1	*Carex sempervirens*	1	*Bunium bulbocastan.*	1	*Euphrasia hirtella*	1	*Arrhenatherum elat.*	1	*Arrhenatherum elat.*	1	*Akchemilla xantochl.*	1	*Agrostis sp*	1	*Anthoxanthum odor.*	1	*Agrostis sp*	1
Festuca rubra	1	*Laserpitium latifolium*	1	*Centaurea scabiosa*	1	*Carex sempervirens*	1	*Centaurea scabiosa*	1	*Carex sempervirens*	1	*Festuca rubra*	1	*Astragalus purpureus*	1	*Astragalus purpureus*	1	*Anthoxanthum odor.*	1	*Akchemilla xantochl.*	1	*Arrhenatherum elat.*	1	*Akchemilla xantochl.*	1
Galium tenue.	1	*Lotus corniculatus*	1	*Erysimum grandifl.*	1	*Centaurea scabiosa*	1	*Euphorbia cyparissias*	1	*Euphrasia hirtella*	1	*Galium tenue.*	1	*Astrantia minor*	1	*Astrantia minor*	1	*Arrhenatherum elat.*	1	*Anthoxanthum odor.*	1	*Bunium bulbocastan.*	1	*Anthoxanthum odor.*	1
Graminée	1	*Poa alpina*	1	*Euphorbia cyparissias*	1	*Euphorbia cyparissias*	1	*Festuca rubra*	1	*Festuca rubra*	1	*Graminée*	1	*Brachypodium pine.*	1	*Brize media*	1	*Astrantia minor*	1	*Arrhenatherum elat.*	1	*Componula rhomboid.*	1	*Arrhenatherum elat.*	1
Hypochoeris radicata	1	*Prunella vulgaris*	1	*Festuca rubra*	1	*Galium tenue.*	1	*Galium tenue.*	1	*Galium tenue.*	1	*Galium verum*	1	*Brize media*	1	*Bromus erectus*	1	*Brize media*	1	*Bunium bulbocastan.*	1	*Carum carvi*	1	*Astrantia minor*	1
Juniperus communis subsp communis	1	*Salvia pratensis*	1	*Galium tenue.*	1	*Graminée*	1	*Graminée*	1	*Graminée*	1	*Graminée*	1	*Bunium bulbocastan.*	1	*Bunium bulbocastan.*	1	*Bunium bulbocastan.*	1	*Componula rhomboid.*	1	*Cokhicum autumnale*	1	*Componula rhomboid.*	1
Lotus corniculatus	1	*Silene nutans*	1	*Juniperus communis subsp communis*	1	*Hippocrepis comosa*	1	*Hippocrepis comosa*	1	*Hippocrepis comosa*	1	*Hippocrepis comosa*	1	*Centaurea montana*	1	*Componula rhomboid.*	1	*Carum carvi*	1	*Cokhicum autumnale*	1	*Crepis pyrenaica*	1	*Carum carvi*	1
Onobrychis viciifolia	1	*Trogopogon pratensis*	1	*Laserpitium latifolium*	1	*Juniperus communis subsp communis*	1	*Juniperus communis subsp communis*	1	*Juniperus communis subsp communis*	1	*Ornithogalum umbel.*	1	*Centaurea scabiosa*	1	*Carex sempervirens*	1	*Centaurea scabiosa*	1	*Crepis pyrenaica*	1	*Dactylis glomerata*	1	*Centaurea montana*	1
Picea abies	1			*Linum catharticum*	1	*Onobrychis viciifolia*	1	*Onobrychis viciifolia*	1	*Gentianella compest.*	1	*Paradisea liliastrum*	1	*Centaurea scabiosa*	1	*Centaurea scabiosa*	1	*Dactylis glomerata*	1	*Dactylis glomerata*	1	*Euphrasia hirtella*	1	*Cokhicum autumnale*	1
Prunella vulgaris	1			*Poa alpina*	1	*Pinus sylvestris*	1	*Pinus sylvestris*	1	*Graminée*	1	*Pinus sylvestris*	1	*Dactylis glomerata*	1	*Dactylis glomerata*	1	*Cokhicum autumnale*	1	*Euphrasia hirtella*	1	*Festuca rubra*	1	*Dactylis glomerata*	1
Rhinanthus alectorol.	1			*Primula veris sp veris*	1	*Pinus uncinata*	1	*Pinus uncinata*	1	*Hippocrepis comosa*	1	*Pinus uncinata*	1	*Euphrasia hirtella*	1	*Euphrasia hirtella*	1	*Crepis pyrenaica*	1	*Festuca rubra*	1	*Galium tenue.*	1	*Euphrasia hirtella*	1
Rubus idaeus	1			*Prunella vulgaris*	1	*Plantago lanceolata*	1	*Plantago lanceolata*	1	*Pedicularis gyroflexa*	1	*Plantago lanceolata*	1	*Festuca rubra*	1	*Festuca rubra*	1	*Euphrasia hirtella*	1	*Galium tenue.*	1	*Galium verum*	1	*Festuca rubra*	1
Salvia pratensis	1			*Rubus idaeus*	1	*Plantago major*	1	*Plantago major*	1	*Pinus sylvestris*	1	*Plantago major*	1	*Galium tenue.*	1	*Galium tenue.*	1	*Festuca rubra*	1	*Heracleum montanum*	1	*Geranium sylvaticum*	1	*Galium tenue.*	1
Silene nutans	1			*Senecio doronicum*	1	*Poa alpina*	1	*Polygala vulgaris*	1	*Pinus uncinata*	1	*Polygala vulgaris*	1	*Geranium sylvaticum*	1	*Geranium sylvaticum*	1	*Galium tenue.*	1	*Hypericum perforat.*	1	*Hypochoeris radicata*	1	*Galium verum*	1
				Sesleria albicans	1	*Rhinanthus alectorol.*	1	*Rhinanthus alectorol.*	1	*Potentilla reptans*	1	*Polygonum viviparum*	1	*Graminée*	1	*Graminée*	1	*Heracleum montanum*	1	*Hypochoeris radicata*	1	*Leucanthemum cun.*	1	*Geranium sylvaticum*	1
				Silene nutans	1	*Salvia pratensis*	1	*Salvia pratensis*	1	*Ranunculus auricomus*	1	*Potentilla reptans*	1	*Helianthemum numm.*	1	*Helianthemum numm.*	1	*Hypericum perforat.*	1	*Leucanthemum cun.*	1	*Luzula multiflora*	1	*Hypochoeris radicata*	1
				Steymbrium austriac.	1	*Sanguisorba minor*	1	*Sanguisorba minor*	1	*Rhinanthus alectorol.*	1	*Primula veris sp veris*	1	*Hypochoeris radicata*	1	*Hypochoeris radicata*	1	*Hypochoeris radicata*	1	*Luzula multiflora*	1	*Myosotis sylvatica*	1	*Leucanthemum cun.*	1
				Thymus serpyllum	1	*Silene vulgaris*	1	*Silene vulgaris*	1	*Salvia pratensis*	1	*Prunella vulgaris*	1	*Knautia arvensis*	1	*Leucanthemum cun.*	1	*Leucanthemum cun.*	1	*Myosotis sylvatica*	1	*Narcissus poeticus*	1	*Ornithogalum umbel.*	1
						Thesium alpinum	1	*Thesium alpinum*	1	*Ranunculus auricomus*	1	*Ranunculus auricomus*	1	*Laserpitium latifolium*	1	*Luzula multiflora*	1	*Narcissus poeticus*	1	*Onobrychis viciifolia*	1	*Ornithogalum umbel.*	1	*Phyteuma orbiculare*	1
						Thymus serpyllum	1	*Thymus serpyllum*	1	*Rumex acetosa*	1	*Sanguisorba minor*	1	*Luzula multiflora*	1	*Myosotis sylvatica*	1	*Ornithogalum umbel.*	1	*Phyteuma orbiculare*	1	*Plantago lanceolata*	1	*Plantago major*	1
										Sesleria albicans	1	*Silene vulgaris*	1	*Narcissus poeticus*	1	*Onobrychis viciifolia*	1	*Phyteuma orbiculare*	1	*Plantago major*	1	*Plantago major*	1	*Polygonum bistorta*	1
										Silene vulgaris	1	*Thalictrum aquilegif.*	1	*Ornithogalum umbel.*	1	*Phyteuma orbiculare*	1	*Plantago major*	1	*Poa alpina*	1	*Polygonum bistorta*	1	*Ranunculus auricomus*	1
										Thalictrum aquilegif.	1			*Phyteuma orbiculare*	1	*Plantago lanceolata*	1	*Polygonum bistorta*	1	*Rhinanthus alectorol.*	1	*Polygonum viviparum*	1	*Rhinanthus alectorol.*	1
														Plantago lanceolata	1	*Plantago major*	1	*Ranunculus auricomus*	1	*Rumex acetosa*	1	*Primula veris sp veris*	1	*Rumex acetosa*	1
														Plantago major	1	*Poa alpina*	1	*Rhinanthus alectorol.*	1	*Silene vulgaris*	1	*Pulmonaria montana*	1	*Salvia pratensis*	1
														Poa alpina	1	*Polygonum viviparum*	1	*Rumex acetosa*	1	*Stachys monieri*	1	*Ranunculus auricomus*	1	*Silene vulgaris*	1
														Polygonum viviparum	1	*Primula veris sp veris*	1	*Salvia pratensis*	1	*Trisatum flavescens*	1	*Rumex acetosa*	1	*Trogopogon pratensis*	1
														Prunella vulgaris	1	*Pulmonaria montana*	1	*Silene vulgaris*	1	*Viola tricolor*	1	*Salvia pratensis*	1	*Trollius europaeus*	1
														Pulmonaria montana	1	*Ranunculus auricomus*	1	*Stachys monieri*	1			*Silene vulgaris*	1	*Viola tricolor*	1
														Ranunculus auricomus	1	*Rumex acetosa*	1	*Trisatum flavescens*	1			*Stachys monieri*	1		
														Rumex acetosa	1	*Sanguisorba minor*	1	*Viola tricolor*	1			*Trisatum flavescens*	1		
														Sanguisorba minor	1	*Scabiosa columbaria*	1					*Viola tricolor*	1		
														Scabiosa columbaria	1	*Thymus serpyllum*	1								
														Silene vulgaris	1	*Trogopogon pratensis*	1								
														Trogopogon pratensis	1	*Trifolium montanum*	1								
														Trifolium montanum	1	*Trifolium pratense*	1								
														Trifolium pratense	1	*Trisetum flavescens*	1								
														Trisetum flavescens	1	*Trollius europaeus*	1								

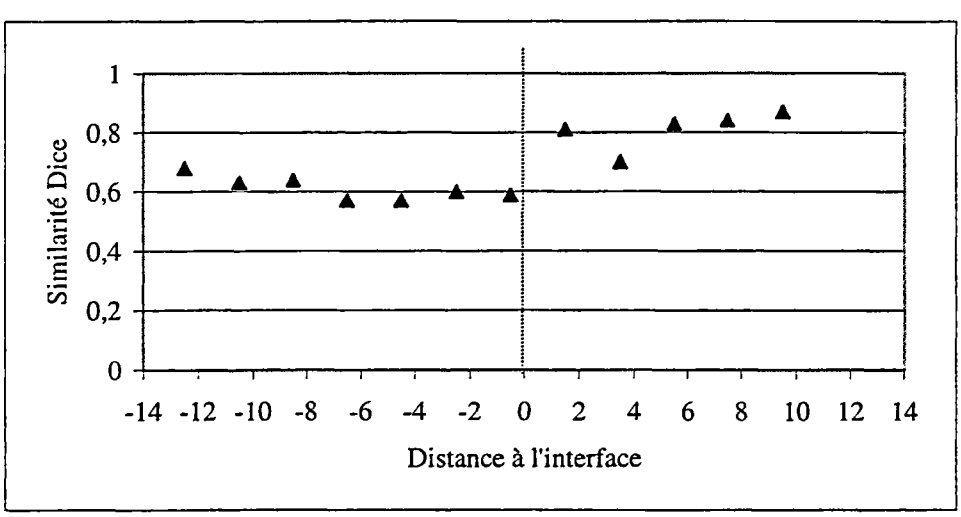
O BE b



CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



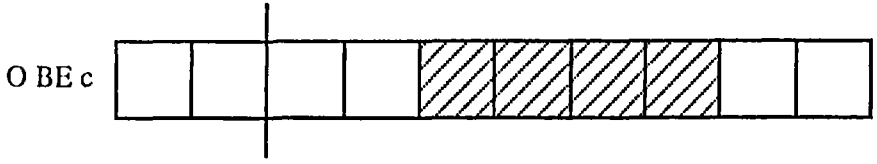


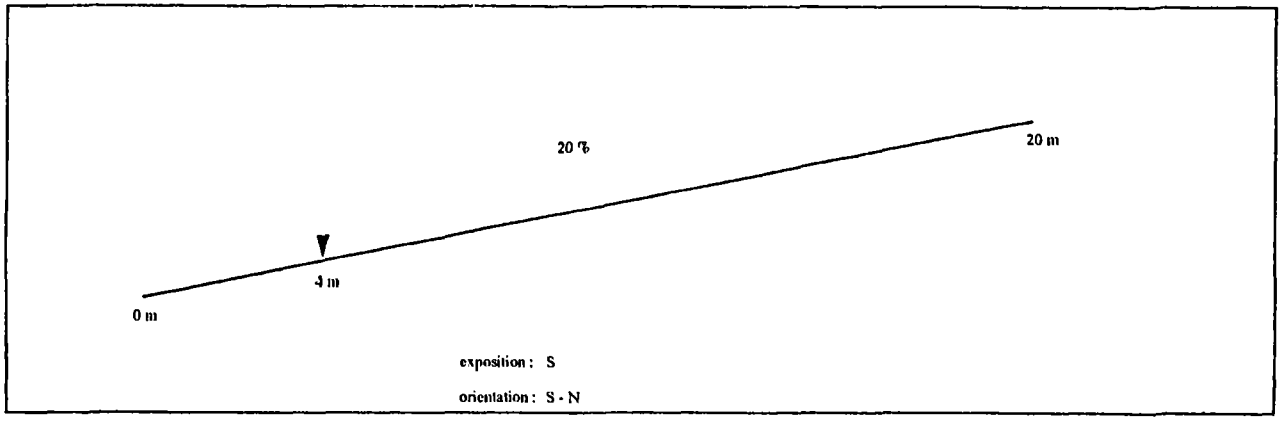


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

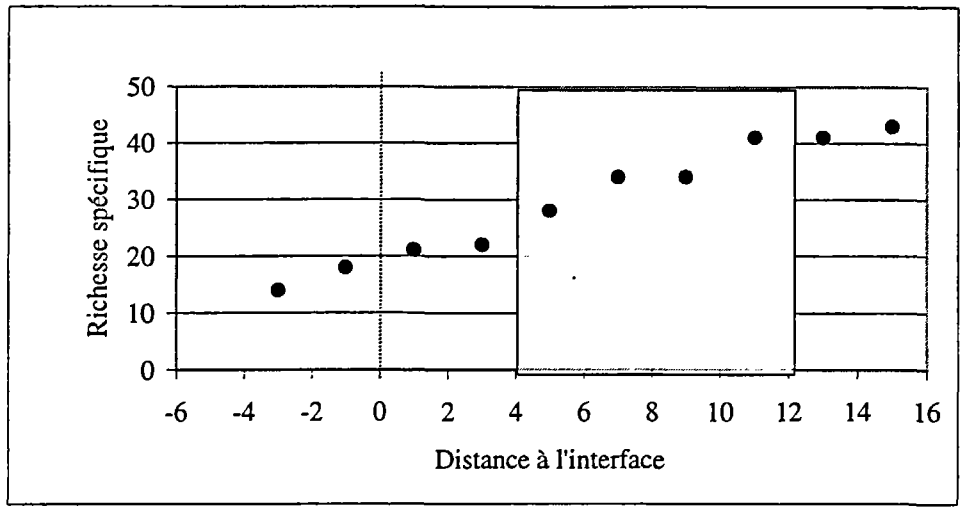
Ortet 5-9 (3) : transect de forêt à zone entretenue

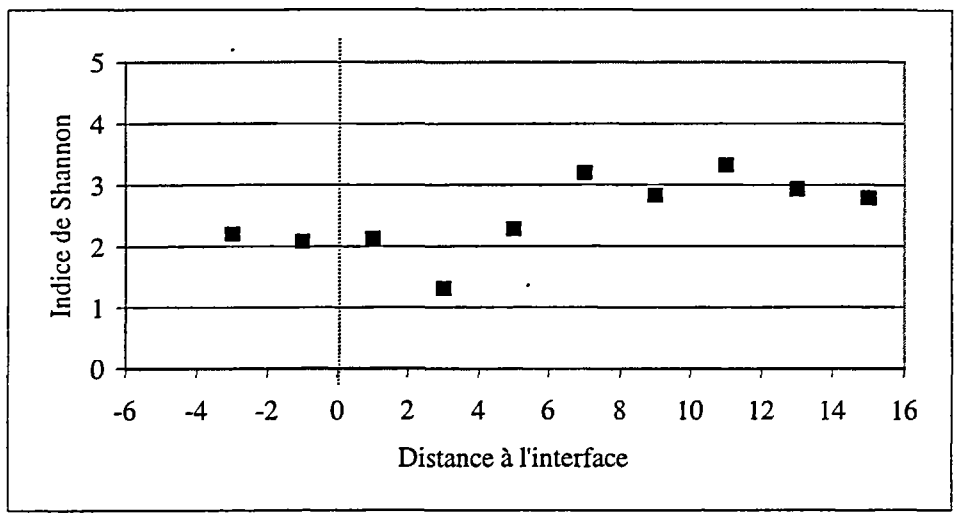
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Festuca rubra	3	Festuca rubra	3	Laserpitium latifolium	3	Laserpitium latifolium	4	Laserpitium latifolium	3	Carex sempervirens	2	Laserpitium latifolium	3	Anthyllis vulneraria	2	Heracleum montanum	3	Heracleum montanum	3
Laserpitium latifolium	3	Laserpitium latifolium	3	Brachypodium pinn.	2	Festuca rubra	2	Carex sempervirens	2	Gentianella compest.	2	Anthyllis vulneraria	2	Carex sempervirens	2	Agrostis sp	2	Polygonum bistorta	3
Brachypodium pinn.	2	Trollius europaeus	3	Festuca rubra	2	Ornithogalum umbel.	2	Gentianella compest.	2	Gymnadenia conops.	2	Carex sempervirens	2	Heracleum montanum	2	Carex sempervirens	2	Salvia pratensis	3
Hepatica nobilis	2	Brachypodium pinn.	2	Trollius europaeus	2	Ajuga genevensis	1	Sanguisorba minor	2	Laserpitium latifolium	2	Hypochoeris radicata	2	Laserpitium latifolium	2	Centaurea scabiosa	2	Componula rhomboid.	2
Trollius europaeus	2	Anthoxanthum odor.	1	Anthoxanthum odor.	1	Anthoxanthum odor.	1	Anthyllis vulneraria	1	Salvia pratensis	2	Salvia pratensis	2	Salvia pratensis	2	Laserpitium latifolium	2	Carex sempervirens	2
Astrantia minor	1	Briza media	1	Briza media	1	Brachypodium pinn.	1	Biscutella laevigata	1	Sanguisorba minor	2	Sanguisorba minor	2	Trifolium pratense	2	Salvia pratensis	2	Crepis pyrenaica	2
Dactylis glomerata	1	Carex sempervirens	1	Componula rhomboid.	1	Briza media	1	Brachypodium pinn.	1	Alchemilla xantochl.	1	Acinos alpinus	1	Anthoxanthum odor.	1	Acinos alpinus	1	Acinos alpinus	1
Gentiana lutea	1	Galium verum	1	Carex sempervirens	1	Componula rhomboid.	1	Briza media	1	Anthoxanthum odor.	1	Anthoxanthum odor.	1	Brachypodium pinn.	1	Anthoxanthum odor.	1	Agrostis sp	1
Geranium sylvaticum	1	Gentiana lutea	1	Dactylis glomerata	1	Carex sempervirens	1	Dactylis glomerata	1	Anthyllis vulneraria	1	Brachypodium pinn.	1	Briza media	1	Anthyllis vulneraria	1	Alchemilla xantochl.	1
Heracleum montanum	1	Geranium sylvaticum	1	Galium verum	1	Galium tenue.	1	Festuca rubra	1	Brachypodium pinn.	1	Briza media	1	Componula rhomboid.	1	Briza media	1	Anthoxanthum odor.	1
Picea abies	1	Heracleum montanum	1	Gymnadenia conops.	1	Galium verum	1	Galium tenue.	1	Briza media	1	Componula rhomboid.	1	Centaurea scabiosa	1	Componula rhomboid.	1	Astrantia minor	1
Rubus idaeus	1	Listera ovata	1	Knautia arvensis	1	Gentianella compest.	1	Galium verum	1	Componula rhomboid.	1	Euphrasia hirtella	1	Crepis pyrenaica	1	Cokhicum autumnale	1	Briza media	1
Sesleria albicans	1	Phyteuma orbiculare	1	Listera ovata	1	Gymnadenia conops.	1	Geranium sylvaticum	1	Euphrasia hirtella	1	Festuca rubra	1	Euphrasia hirtella	1	Crepis pyrenaica	1	Bunium bulbocostan.	1
Sorbus aucuparia	1	Picea abies	1	Ornithogalum umbel.	1	Linum catharticum	1	Graminée	1	Festuca rubra	1	Galium tenue.	1	Festuca rubra	1	Dactylis glomerata	1	Carduus defloratus	1
		Poa trivialis	1	Pedicularis gyroflexa	1	Listera ovata	1	Gymnadenia conops.	1	Galium tenue.	1	Galium verum	1	Galium tenue.	1	Euphrasia hirtella	1	Centaurea scabiosa	1
		Polygonum viviparum	1	Pimpinella major	1	Lotus corniculatus	1	Helianthemum numm.	1	Galium verum	1	Gentianella compest.	1	Galium verum	1	Festuca rubra	1	Cokhicum autumnale	1
		Sesleria albicans	1	Poa alpina	1	Pedicularis gyroflexa	1	Linum catharticum	1	Geranium sylvaticum	1	Geranium sylvaticum	1	Gentianella compest.	1	Galium tenue.	1	Dactylis glomerata	1
		Sorbus aucuparia	1	Polygala vulgaris	1	Plantago major	1	Ornithogalum umbel.	1	Graminée	1	Graminée	1	Geranium sylvaticum	1	Gentianella compest.	1	Euphrasia hirtella	1
				Polygonum viviparum	1	Polygala vulgaris	1	Paradisea liliastrum	1	Helianthemum numm.	1	Gymnadenia conops.	1	Graminée	1	Galium tenue.	1	Festuca rubra	1
				Sesleria albicans	1	Rhinanthus alectorol.	1	Phyteuma orbiculare	1	Hypochoeris radicata	1	Helianthemum numm.	1	Helianthemum numm.	1	Graminée	1	Galium tenue.	1
				Trifolium montanum	1	Sanguisorba minor	1	Plantago lanceolata	1	Leucanthemum cun.	1	Heracleum montanum	1	Hypochoeris radicata	1	Gymnadenia conops.	1	Galium verum	1
						Trollius europaeus	1	Polygala vulgaris	1	Linum catharticum	1	Leucanthemum cun.	1	Leucanthemum cun.	1	Helianthemum numm.	1	Geranium sylvaticum	1
								Primula veris sp veris	1	Listera ovata	1	Linum catharticum	1	Linum catharticum	1	Hypochoeris radicata	1	Graminée	1
								Rhinanthus alectorol.	1	Lotus corniculatus	1	Ornithogalum umbel.	1	Orchis ustulata	1	Leucanthemum cun.	1	Helianthemum numm.	1
								Salvia pratensis	1	Ornithogalum umbel.	1	Paradisea liliastrum	1	Ornithogalum umbel.	1	Linum catharticum	1	Hypochoeris radicata	1
								Sesleria albicans	1	Paradisea liliastrum	1	Phyteuma orbiculare	1	Paradisea liliastrum	1	Onobrychis viciifolia	1	Laserpitium latifolium	1
								Thesium alpinum	1	Pimpinella major	1	Plantago major	1	Phyteuma orbiculare	1	Ornithogalum umbel.	1	Leucanthemum cun.	1
								Trollius europaeus	1	Plantago lanceolata	1	Polygala vulgaris	1	Pimpinella major	1	Pimpinella major	1	Linum catharticum	1
										Plantago major	1	Ranunculus auricomus	1	Plantago lanceolata	1	Plantago lanceolata	1	Linum perenne sp alp.	1
										Polygala vulgaris	1	Rhinanthus alectorol.	1	Plantago major	1	Plantago major	1	Onobrychis viciifolia	1
										Rhinanthus alectorol.	1	Trifolium montanum	1	Polygala vulgaris	1	Polygala vulgaris	1	Pimpinella major	1
										Thesium alpinum	1	Trifolium pratense	1	Polygonum viviparum	1	Polygonum bistorta	1	Plantago lanceolata	1
										Trifolium montanum	1	Trisetum flavescens	1	Ranunculus auricomus	1	Ranunculus auricomus	1	Plantago major	1
										Trollius europaeus	1	Trollius europaeus	1	Rhinanthus alectorol.	1	Rumex acetosa	1	Polygala vulgaris	1
														Sanguisorba minor	1	Sanguisorba minor	1	Ranunculus auricomus	1
														Scabiosa columbaria	1	Stachys monieri	1	Rhinanthus alectorol.	1
														Stachys monieri	1	Thesium alpinum	1	Sanguisorba minor	1
														Thesium alpinum	1	Tragopogon dubius	1	Stachys monieri	1
														Trifolium montanum	1	Trifolium pratense	1	Thesium alpinum	1
														Trisetum flavescens	1	Trisetum flavescens	1	Tragopogon dubius	1
														Trollius europaeus	1	Vicia incana	1	Trifolium pratense	1
																		Trisetum flavescens	1
																		Vicia incana	1

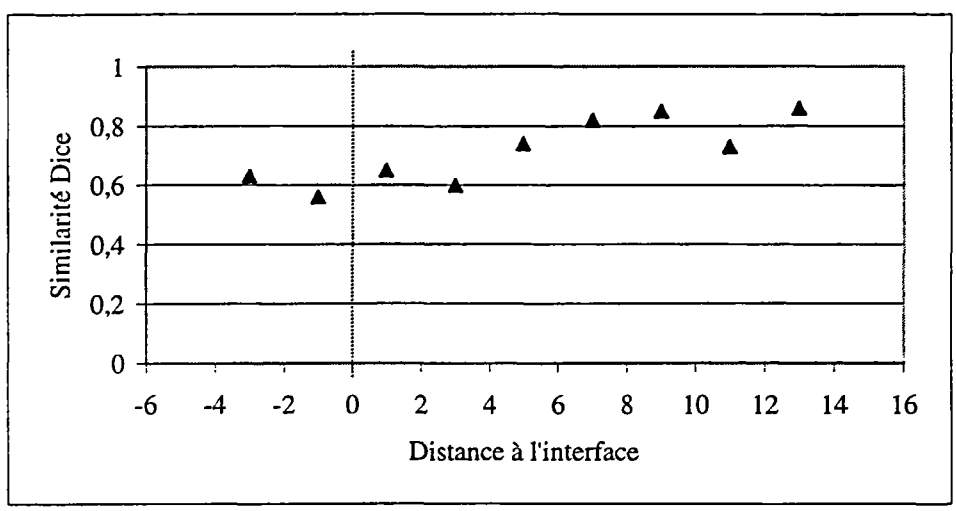




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



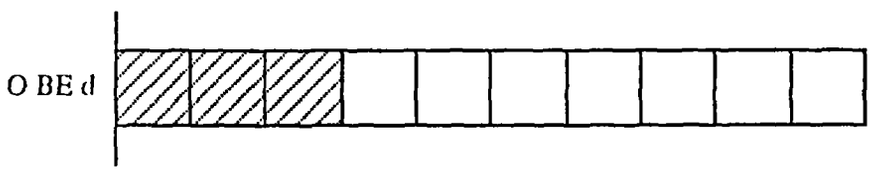


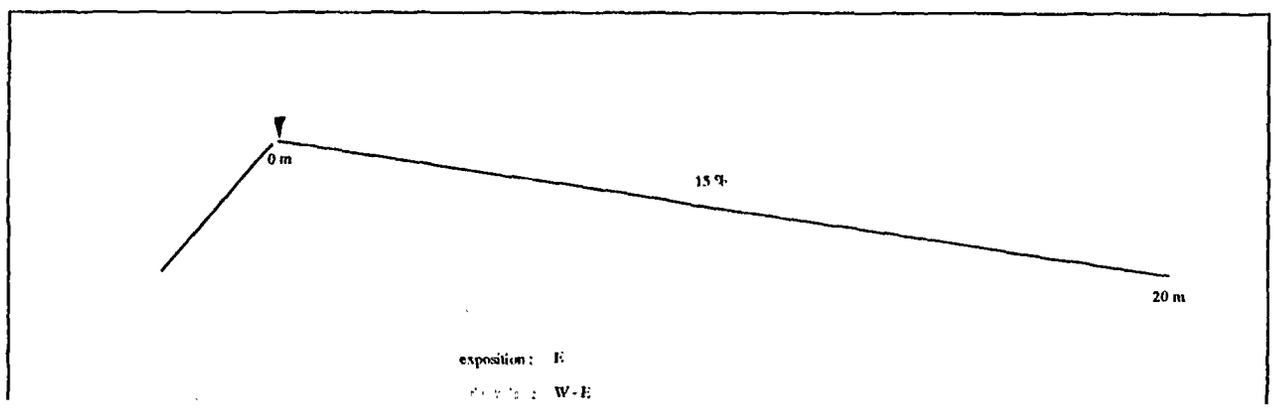


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

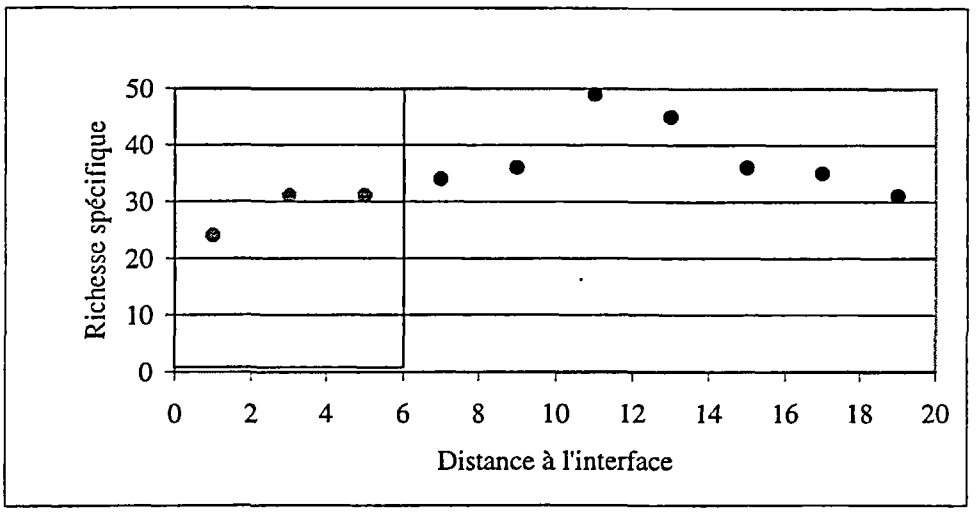
Ortet 5-9 (4) : transect de forêt à zone entretenue

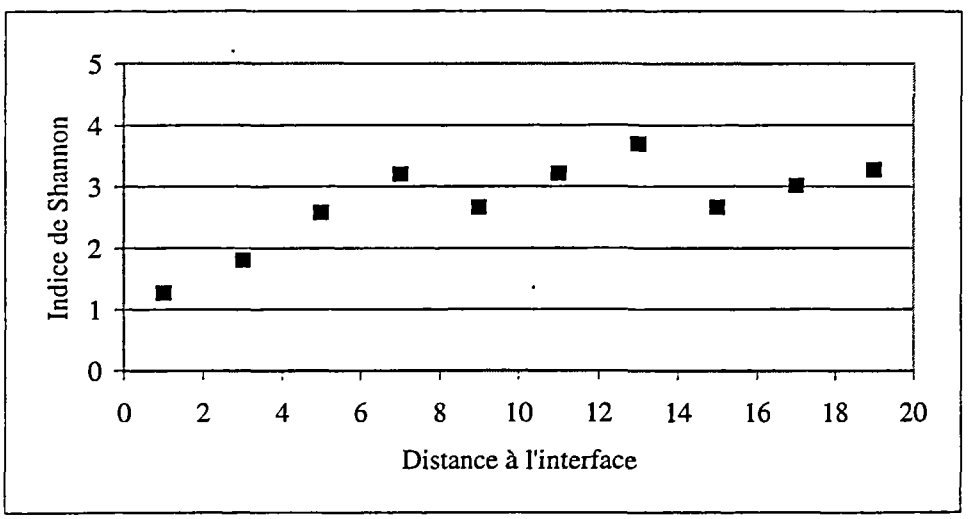
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Brachypodium pinn.	5	Brachypodium pinn.	5	Brachypodium pinn.	3	Centaurea scabiosa	2	Centaurea scabiosa	3	Campanula rhomboid.	3	Anthoxanthum odor.	2	Hypochoeris radicata	3	Trifolium pratense	3	Heracleum montanum	3
Galium tenue.	2	Centaurea scabiosa	2	Galium tenue.	2	Galium tenue.	2	Campanula rhomboid.	2	Acinos alpinus	2	Campanula rhomboid.	2	Anthoxanthum odor.	2	Anthoxanthum odor.	2	Trifolium pratense	3
Laserpitium latifolium	2	Galium tenue.	2	Hypochoeris radicata	2	Helianthemum numm.	2	Galium tenue.	2	Brachypodium pinn.	2	Euphrasia hirtella	2	Campanula rhomboid.	2	Campanula rhomboid.	2	Agrostis sp	2
Veronica chamaedrys	2	Helianthemum numm.	2	Onobrychis viciifolia	2	Hypochoeris radicata	2	Plantago major	2	Centaurea scabiosa	2	Helianthemum numm.	2	Euphrasia hirtella	2	Euphrasia hirtella	2	Anthoxanthum odor.	2
Achillea millefolium	1	Laserpitium latifolium	2	Salvia pratensis	2	Onobrychis viciifolia	2	Salvia pratensis	2	Helianthemum numm.	2	Leucanthemum cun.	2	Lathyrus laevigatus	2	Helianthemum numm.	2	Campanula rhomboid.	2
Bromus erectus	1	Onobrychis viciifolia	2	Agrostis sp	1	Trifolium montanum	2	Acinos alpinus	1	Salvia pratensis	2	Polygonum bistorta	2	Acinos alpinus	1	Hypochoeris radicata	2	Centaurea scabiosa	2
Bunium bulbocastan.	1	Agrostis sp	1	Akhemilla xantochl.	1	Acinos alpinus	1	Agrostis sp	1	Silene vulgaris	2	Salvia pratensis	2	Agrostis sp	1	Lathyrus laevigatus	2	Euphrasia hirtella	2
Dactylis glomerata	1	Alchemilla xantochl.	1	Anthoxanthum odor.	1	Agrostis sp	1	Alchemilla xantochl.	1	Agrostis sp	1	Sanguisorba minor	2	Arrhenatherum elat.	1	Acinos alpinus	1	Festuca rubra	2
Epilobium angustif.	1	Arrhenatherum elat.	1	Arrhenatherum elat.	1	Alchemilla xantochl.	1	Anthoxanthum odor.	1	Alchemilla xantochl.	1	Silene vulgaris	2	Astrantia minor	1	Arrhenatherum elat.	1	Hypochoeris radicata	2
Festuca rubra	1	Bromus erectus	1	Bunium bulbocastan.	1	Anthoxanthum odor.	1	Arabis hirsuta	1	Agrostis sp	1	Acinos alpinus	1	Biscutella laevigata	1	Bunium bulbocastan.	1	Lathyrus laevigatus	2
Galium verum	1	Bunium bulbocastan.	1	Campanula rhomboid.	1	Arrhenatherum elat.	1	Arrhenatherum elat.	1	Alchemilla xantochl.	1	Agrostis sp	1	Centaurea scabiosa	1	Centaurea scabiosa	1	Acinos alpinus	1
Graminée	1	Campanula rhomboid.	1	Centaurea scabiosa	1	Brachypodium pinn.	1	Brachypodium pinn.	1	Anthoxanthum odor.	1	Alchemilla xantochl.	1	Cerastium arvense	1	Cerastium arvense	1	Arrhenatherum elat.	1
Helianthemum numm.	1	*Carex sempervirens*	1	Centaurea uniflora	1	Campanula rhomboid.	1	Euphorbia cyparissias	1	Anthyllis vulneraria	1	Arabis hirsuta	1	Crepis pyrenaica	1	Crepis pyrenaica	1	Cerastium arvense	1
Hypochoeris radicata	1	Cerastium arvense	1	Cerastium arvense	1	Cerastium arvense	1	Euphrasia hirtella	1	Arrhenatherum elat.	1	Arrhenotherum elat.	1	Dactylis glomerata	1	Dactylis glomerata	1	Dactylis glomerata	1
Lathyrus pratensis	1	Dactylis glomerata	1	*Dactylis glomerata*	1	*Dactylis glomerata*	1	*Festuca rubra*	1	Biscutella laevigata	1	*Astrantia minor*	1	Festuca rubra	1	Festuca rubra	1	Geranium sylvaticum	1
Onobrychis viciifolia	1	Festuca rubra	1	Euphorbia cyparissias	1	Euphorbia cyparissias	1	Helianthemum numm.	1	*Bromus erectus*	1	Brachypodium pinn.	1	Galium tenue.	1	Galium tenue.	1	Geranium sylvaticum	1
Ornithogalum umbel.	1	Graminée	1	Festuca rubra	1	*Euphrasia hirtella*	1	*Hypochoeris maculata*	1	Bunium bulbocastan.	1	*Bunium bulbocastan.*	1	*Gentianella compest.*	1	Gentianella compest.	1	*Heracleum montanum*	1
Pinus sylvestris	1	Hypochoeris maculata	1	Graminée	1	Festuca rubra	1	Laserpitium latifolium	1	*Centaurea uniflora*	1	Centaurea scabiosa	1	Geranium sylvaticum	1	Geranium sylvaticum	1	Lathyrus pratensis	1
Plantago major	1	Hypochoeris radicata	1	Helianthemum numm.	1	Laserpitium latifolium	1	Lathyrus pratensis	1	Colchicum autumnale	1	*Centaurea uniflora*	1	*Helianthemum numm.*	1	*Heracleum montanum*	1	Leucanthemum cun.	1
Polygonum viviparum	1	Knautia arvensis	1	Hypochoeris maculata	1	Lathyrus pratensis	1	Luzula multiflora	1	Dactylis glomerata	1	Colchicum autumnale	1	Heracleum montanum	1	Lathyrus pratensis	1	Luzula multiflora	1
Rubus idaeus	1	Ornithogalum umbel.	1	Knautia arvensis	1	Luzula multiflora	1	Myosotis sylvatica	1	Euphorbia cyparissias	1	Crepis pyrenaica	1	Leucanthemum cun.	1	Leucanthemum cun.	1	Myosotis sylvatica	1
Salvia pratensis	1	Phyteuma orbiculare	1	Laserpitium latifolium	1	Myosotis sylvatica	1	Onobrychis viciifolia	1	Euphrasia hirtella	1	Dactylis glomerata	1	Luzula multiflora	1	Luzula multiflora	1	Plantago major	1
Silene vulgaris	1	Plantago major	1	Lathyrus pratensis	1	Narcissus poeticus	1	Orchis ustulata	1	Festuca rubra	1	Festuca rubra	1	Myosotis sylvatica	1	Myosotis sylvatica	1	Poa alpina	1
Trifolium montanum	1	Polygonum viviparum	1	Orchis ustulata	1	Plantago major	1	Ornithogalum umbel.	1	Gallum tenue.	1	Gentianella compest.	1	Onobrychis viciifolia	1	Onobrychis viciifolia	1	Polygonum bistorta	1
		Ranunculus auricomus	1	Plantago major	1	Poa alpina	1	Poa alpina	1	Gentiana lutea	1	Geranium sylvaticum	1	Ornithogalum umbel.	1	Plantago major	1	Polygonum viviparum	1
		Salvia pratensis	1	Polygonum bistorta	1	Polygonum bistorta	1	Ranunculus auricomus	1	Graminée	1	Graminée	1	Polygonum bistorta	1	Poa alpina	1	Ranunculus auricomus	1
		Sanguisorba minor	1	Ranunculus auricomus	1	Rumex acetosa	1	Rumex acetosa	1	Hypochoeris maculata	1	Heracleum montanum	1	Polygonum viviparum	1	Polygonum bistorta	1	Rumex acetosa	1
		Silene nutans	1	*Sanguisorba minor*	1	Salvia pratensis	1	Sanguisorba minor	1	Hypochoeris radicata	1	Hypochoeris maculata	1	Ranunculus auricomus	1	Polygonum viviparum	1	Salvia pratensis	1
		Silene vulgaris	1	Silene nutans	1	*Sanguisorba minor*	1	*Silene nutans*	1	Knautia arvensis	1	Hypochoeris radicata	1	Rumex acetosa	1	Ranunculus auricomus	1	Sanguisorba minor	1
		Tragopogon pratensis	1	Silene vulgaris	1	Silene nutans	1	Silene vulgaris	1	Loserpitium latifolium	1	*Knautia arvensis*	1	Silene nutans	1	Rumex acetosa	1	Silene nutans	1
		Trifolium montanum	1	Silene nutans	1	Silene vulgaris	1	Stachys monieri	1	*Lathyrus pratensis*	1	Lathyrus pratensis	1	Silene vulgaris	1	Salvia pratensis	1	Silene vulgaris	1
				Silene vulgaris	1	Stachys monieri	1	Trifolium montanum	1	Leucanthemum cun.	1	*Luzula multiflora*	1	Tragopogon pratensis	1	*Sanguisorba minor*	1	Trisetum flavescens	1
				Stachys monieri	1	Trisetum flavescens	1	Trifolium pratense	1	Luzula multiflora	1	Myosotis sylvatica	1	Trifolium pratense	1	Silene nutans	1		
								Trisetum flavescens	1	Myosotis sylvatica	1	Onobrychis viciifolia	1	Trisetum flavescens	1	Silene vulgaris	1		
								Veronica chamaedrys	1	Onobrychis viciifolia	1	Phleum alpinum	1	Veratrum album	1	Trisetum flavescens	1		
										Ornithogalum umbel.	1	Plantago major	1						
										Plantago major	1	Poa alpina	1						
										Poa alpina	1	Polygonum viviparum	1						
										Polygonum bistorta	1	Ranunculus auricomus	1						
										Polygonum viviparum	1	Rumex acetosa	1						
										Rumex acetosa	1	Tragopogon pratensis	1						
										Sanguisorba minor	1	Trifolium pratense	1						
										Silene nutans	1	Trisetum flavescens	1						
										Thymus serpyllum	1	Veratrum album	1						
										Tragopogon pratensis	1	Veronica chamaedrys	1						
										Trifolium montanum	1								
										Trisetum flavescens	1								
										Trollius europaeus	1								
										Veronica arvensis	1								
										Veronica chamaedrys	1								

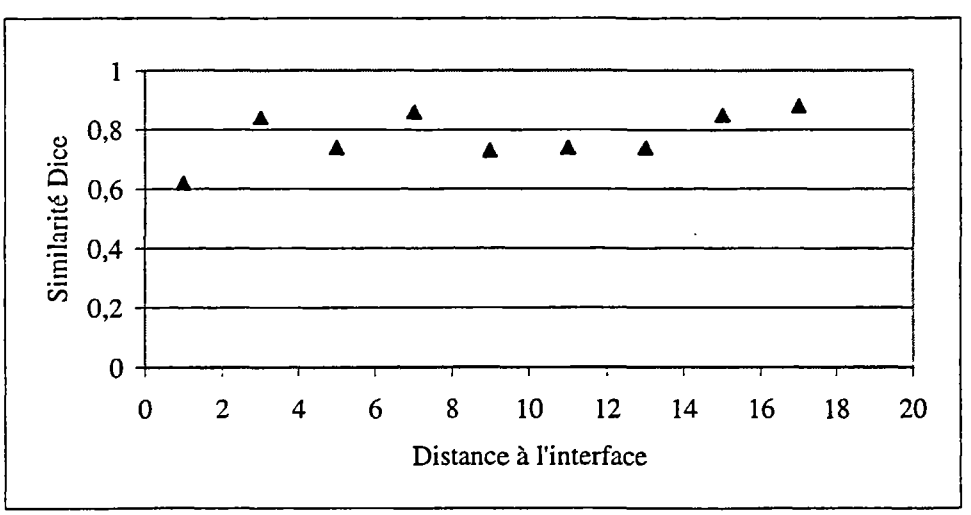




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref





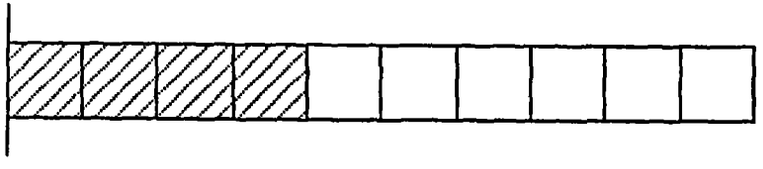


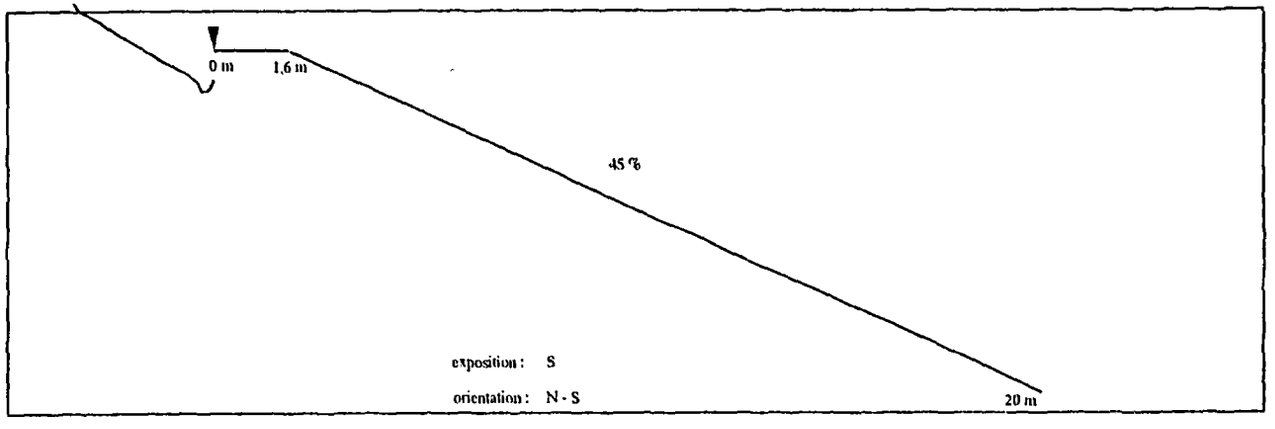
CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Ortet 6-9 (1) : transect de friche à zone entretenue

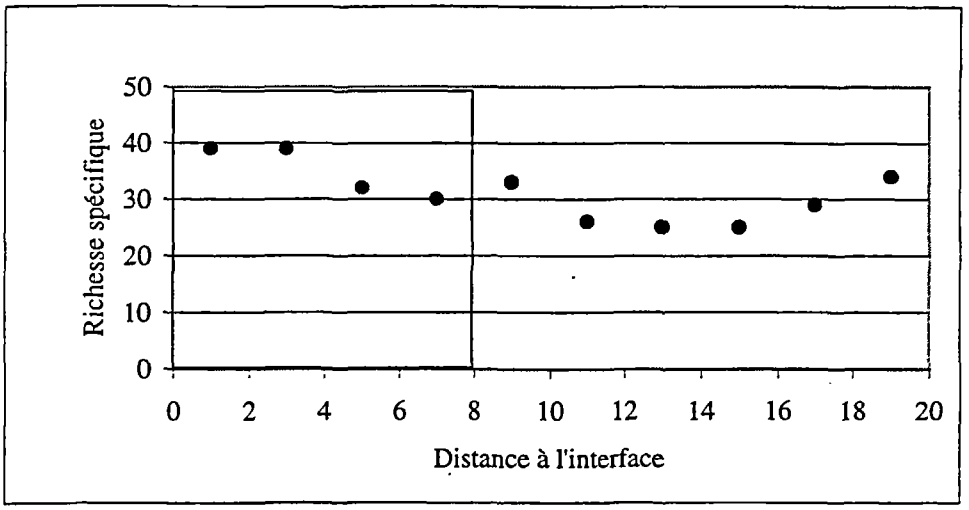
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Anthoxanthum odor.	2	Brachypodium pinn.	4	Brachypodium pinn.	4	Brachypodium pinn.	4	Trisetum flavescens	3	Trisetum flavescens	3	Geranium sylvaticum	3	Geranium sylvaticum	3	Geranium sylvaticum	4	Geranium sylvaticum	2
Astragalus purpureus	2	Anthoxanthum odor.	2	Anthoxanthum odor.	2	Anthoxanthum odor.	2	Anthoxanthum odor.	2	Dactylis glomerata	2	Trisetum flavescens	3	Trisetum flavescens	3	Trisetum flavescens	3	Leucanthemum cun.	2
Brachypodium pinn.	2	Astragalus purpureus	2	Carex sempervirens	2	Carex sempervirens	2	Brachypodium pinn.	2	Geranium sylvaticum	2	Dactylis glomerata	2	Laserpitium latifolium	2	Onobrychis viciifolia	2	Arinos alpinus	1
Hypochoeris radicata	2	Helianthemum numm.	2	Helianthemum numm.	2	Helianthemum numm.	2	Carex sempervirens	2	Onobrychis viciifolia	2	Onobrychis viciifolia	2	Onobrychis viciifolia	2	Polygonum bistorta	2	Alchemilla xantochl.	1
Polygonum bistorta	2	Luzula multiflora	2	Achemilla xantochl.	1	Laserpitium latifolium	2	Geranium sylvaticum	2	Polygonum bistorta	2	Polygonum bistorta	2	Polygonum bistorta	2	Arinos alpinus	1	Anthoxanthum odor.	1
Akhemilla xantochl.	1	Plantago major	2	Anthyllis vulneraria	1	Onobrychis viciifolia	2	Heracleum montanum	2	Trifolium pratense	2	Acinos alpinus	1	Salvia pratensis	2	Alchemilla xantochl.	1	Arrhenatherum elat.	1
Arrhenatherum elat.	1	Rumex scutatus	2	Astragalus purpureus	1	Plantago major	2	Onobrychis viciifolia	2	Alchemilla xantochl.	1	Alchemilla xantochl.	1	Acinos alpinus	1	Anthoxanthum odor.	1	Astrantia minor	1
Bartsia alpina	1	Achillea millefolium	1	Bartsia alpina	1	Akhemilla xantochl.	1	Polygonum bistorta	2	Anthoxanthum odor.	1	Anthoxanthum odor.	1	Akhemilla xantochl.	1	Arrhenatherum elat.	1	Briza media	1
Briza media	1	Alchemilla xantochl.	1	Biscutella laevigata	1	Anthyllis vulneraria	1	Alchemilla xantochl.	1	Campanula rhomboid.	1	Arrhenatherum elat.	1	Anthoxanthum odor.	1	Astrantia minor	1	Campanula rhomboid.	1
Campanula rhomboid.	1	Arrhenatherum elat.	1	Briza media	1	Astragalus purpureus	1	Anthyllis vulneraria	1	Carum carvi	1	Astrantia minor	1	Arrhenatherum elat.	1	Campanula rhomboid.	1	Carex sempervirens	1
Carex flacca	1	Astrantia minor	1	Campanula rhomboid.	1	Biscutella laevigata	1	Arrhenatherum elat.	1	Centaurea scabiosa	1	Campanula rhomboid.	1	Astrantia minor	1	Carduus defloratus	1	Cokhicum autumnale	1
Carex sempervirens	1	Biscutella laevigata	1	Carduus defloratus	1	Campanula rhomboid.	1	Biscutella laevigata	1	Colchicum autumnale	1	Centaurea scabiosa	1	Campanula rhomboid.	1	Cokhicum autumnale	1	Crepis pyrenaica	1
Carum carvi	1	Campanula rhomboid.	1	Dactylis glomerata	1	Carduus defloratus	1	Briza media	1	Festuca rubra	1	Colchicum autumnale	1	Carum carvi	1	Dactylis glomerata	1	Dactylis glomerata	1
Centaurea uniflora	1	Carduus defloratus	1	Festuca rubra	1	Festuca rubra	1	Campanula rhomboid.	1	Galium tenue.	1	Festuca rubra	1	Colchicum autumnale	1	Galium tenue.	1	Galium tenue.	1
Crepis pyrenaica	1	Carex sempervirens	1	Galium tenue.	1	Gentiana acaulis	1	Carum carvi	1	Helianthemum numm.	1	Galium tenue.	1	Dactylis glomerata	1	Helianthemum numm.	1	Gymnadenia conops.	1
Dactylis glomerata	1	Centaurea uniflora	1	Gentiana lutea	1	Geranium sylvaticum	1	Centaurea scabiosa	1	Heracleum montanum	1	Heracleum montanum	1	Heracleum montanum	1	Heracleum montanum	1	Helianthemum numm.	1
Gentianella compest.	1	Dactylis glomerata	1	Gentianella compest.	1	Gymnadenia conops.	1	Cokhicum autumnale	1	Hypochoeris radicata	1	Hypochoeris radicata	1	Hypochoeris radicata	1	Hypochoeris radicata	1	Heracleum montanum	1
Gymnadenia conops.	1	Festuca rubra	1	Geranium sylvaticum	1	Hypochoeris radicata	1	Crepis pyrenaica	1	Leucanthemum cun.	1	Leucanthemum cun.	1	Leucanthemum cun.	1	Laserpitium latifolium	1	Hypericum maculat.	1
Helianthemum numm.	1	Galium tenue.	1	Gymnadenia conops.	1	Leucanthemum cun.	1	Dactylis glomerata	1	Lotus corniculatus	1	Lotus corniculatus	1	Lotus corniculatus	1	Leucanthemum cun.	1	Hypochoeris radicata	1
Heracleum montanum	1	Gymnadenia conops.	1	Hypochoeris radicata	1	Linum catharticum	1	Helianthemum numm.	1	Myosotis sylvatica	1	Myosotis sylvatica	1	Lotus corniculatus	1	Lotus corniculatus	1	Laserpitium latifolium	1
Laserpitium latifolium	1	Heracleum montanum	1	Knautia arvensis	1	Luzula multiflora	1	Hypochoeris radicata	1	Phyteuma orbiculare	1	Plantago lanceolata	1	Myosotis sylvatica	1	Luzula multiflora	1	Lotus corniculatus	1
Leucanthemum cun.	1	Hypochoeris radicata	1	Leucanthemum cun.	1	Pediculoris rostratosp.	1	Leucanthemum cun.	1	Ranunculus auricomus	1	Ranunculus auricomus	1	Plantago lanceolata	1	Myosotis sylvatica	1	Myosotis sylvatica	1
Linum catharticum	1	Laserpitium latifolium	1	Luzula multiflora	1	Plantago alpina	1	Lotus corniculatus	1	Rhinanthus alectorol.	1	Rhinanthus alectorol.	1	Ranunculus auricomus	1	Phyteuma orbiculare	1	Onobrychis viciifolia	1
Lotus corniculatus	1	Leucanthemum cun.	1	Pediculoris rostratosp.	1	Polygonum bistorta	1	Ornithogalum umbel.	1	Rumex acetosa	1	Rumex acetosa	1	Rhinanthus alectorol.	1	Plantago major	1	Plantago lanceolata	1
Luzula multiflora	1	Listera ovata	1	Plantago major	1	Pulmonaria montana	1	Pediculoris rostratosp.	1	Trollius europaeus	1	Salvia pratensis	1	Rumex acetosa	1	Ranunculus auricomus	1	Plantago major	1
Myosotis sylvatica	1	Lotus corniculatus	1	Polygonum bistorta	1	Ranunculus auricomus	1	Plantago lanceolata	1	Veratrum album	1	Trollius europaeus	1	Trollius europaeus	1	Rhinanthus alectorol.	1	Polygonum bistorta	1
Plantago alpina	1	Myosotis sylvatica	1	Pulmonaria montana	1	Thesium alpinum	1	Plantago major	1							Salvia pratensis	1	Pulsatilla alpina	1
Plantago lanceolata	1	Pediculoris rostratosp.	1	Ranunculus auricomus	1	Thymus serpyllum	1	Polygonum viviparum	1							Trogopogon pratensis	1	Ranunculus auricomus	1
Plantago major	1	Phyteuma orbiculare	1	Scabiosa columboria	1	Trifolium pratense	1	Ranunculus auricomus	1							Trollius europaeus	1	Salvia pratensis	1
Poa alpina	1	Plantago lanceolata	1	Thesium alpinum	1	Trisetum flavescens	1	Rumex acetosa	1									Silene vulgaris	1
Polygonum viviparum	1	Polygala vulgaris	1	Thymus serpyllum	1			Silene vulgaris	1									Trogopogon pratensis	1
Potentilla reptens	1	Polygonum bistorta	1	Trifolium badium	1			Trogopogon pratensis	1									Trifolium pratense	1
Pulmonaria montana	1	Pulmonaria montana	1					Trollius europaeus	1									Trisetum flavescens	1
Ranunculus auricomus	1	Ranunculus auricomus	1															Trollius europaeus	1
Rumex acetosa	1	Thesium alpinum	1																
Thesium alpinum	1	Thymus serpyllum	1																
Trogopogon pratensis	1	Trogopogon pratensis	1																
Trisetum flavescens	1	Trifolium badium	1																
Valeriana tuberosa	1	Trisetum flavescens	1																

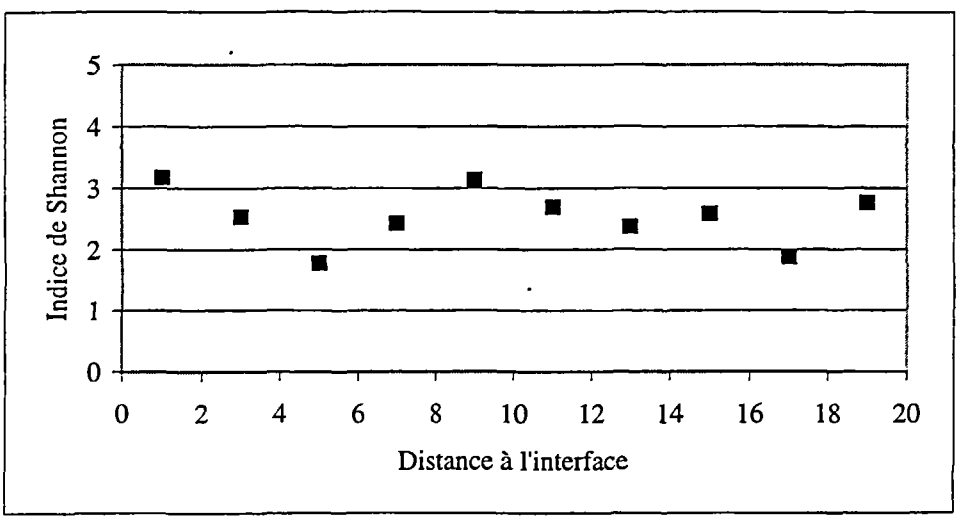
O FE a

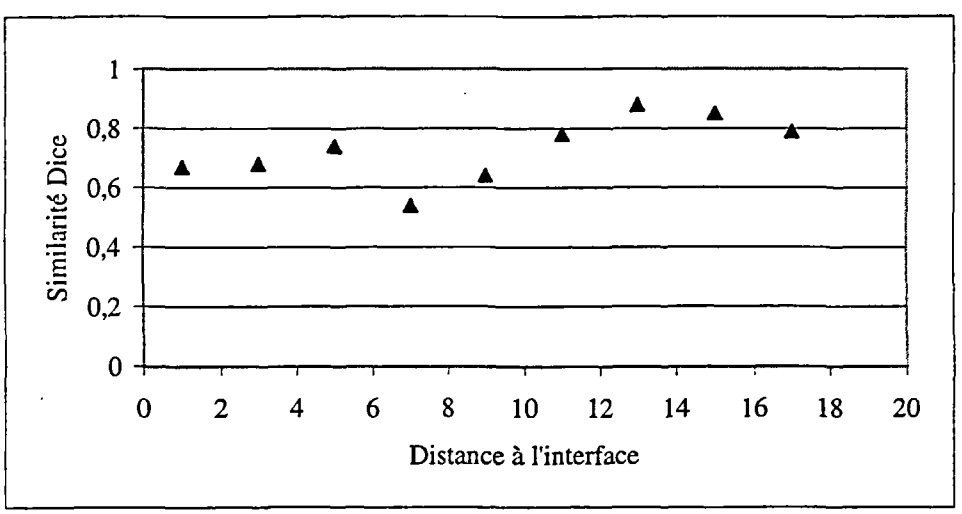




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



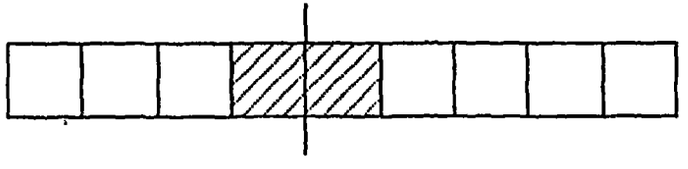


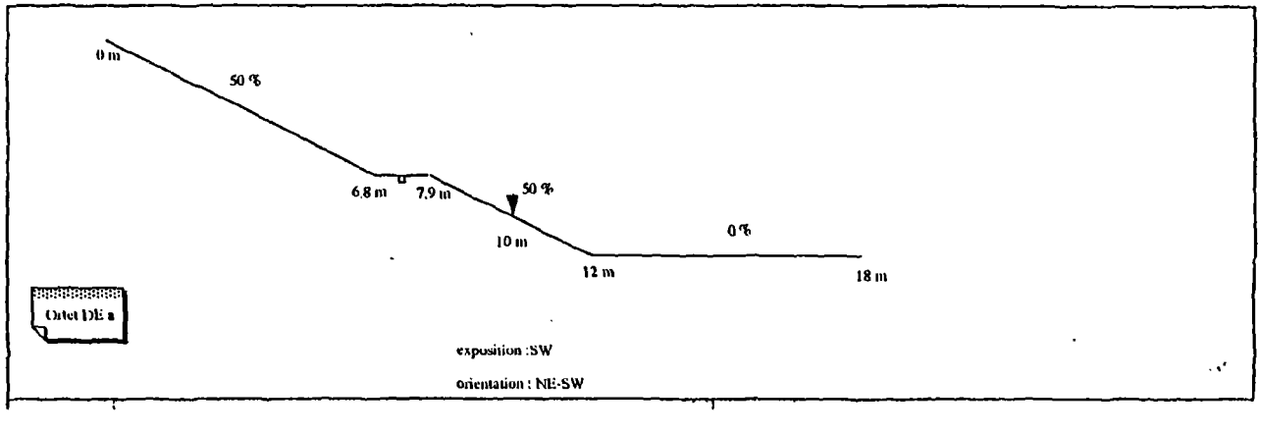


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

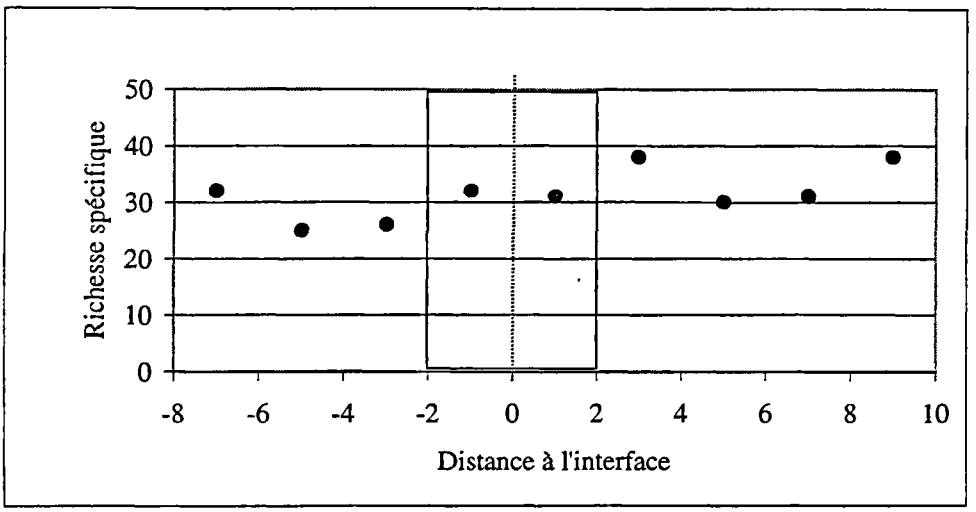
Ortet 7-9 (1) : transect de zone en déprise à zone entretenue

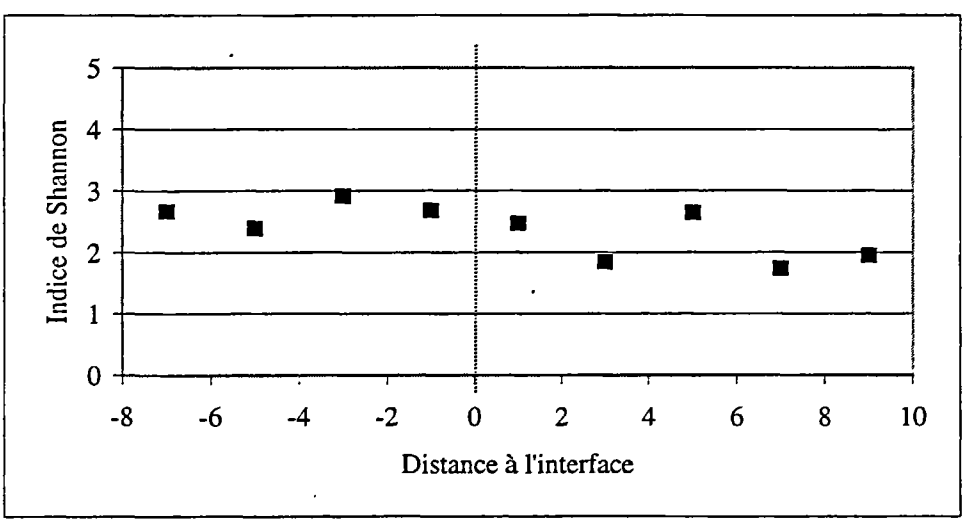
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9	
Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	3	Laserpitium latifolium	3	Laserpitium latifolium	3
Crepis pyrenaica	3	Laserpitium latifolium	3	Prunella vulgaris	3	Potentilla reptens	3	Tetragonolobus siliq.	3	Colchicum autumnale	3	Laserpitium latifolium	3	Centaurea scabiosa	2	Centaurea scabiosa	2
Festuca rubra	3	Salvia pratensis	3	Salvia pratensis	3	Bunium bulbocastan.	2	Carex flacca	2	Anthoxanthum odor.	1	Brize media	2	Anthoxanthum odor.	1	Alchemilla xantochl.	1
Centaurea scabiosa	2	Centaurea scabiosa	2	Bunium bulbocastan.	2	Carex flacca	2	Carex sempervirens	2	Anthyllis vulneraria	1	Centaurea scabiosa	2	Anthyllis vulneraria	1	Anthoxanthum odor.	1
Laserpitium latifolium	2	Helianthemum numm.	2	Gentiana lutea	2	Graminée	2	Colchicum autumnale	2	Brize media	1	Colchicum autumnale	2	Astrantia minor	1	Anthyllis vulneraria	1
Narcissus poeticus	2	Anthoxanthum odor.	1	Graminée	2	Vicia lacana	2	Asttantia minor	1	Bromus erectus	1	Helianthemum numm.	2	Brachypodium pinn.	1	Brachypodium pinn.	1
Anthoxanthum odor.	1	Bromus erectus	1	Helianthemum numm.	2	Astrantia minor	1	Brize media	1	Campanula rhomboid.	1	Anthoxanthum odor.	1	Brize media	1	Brize media	1
Brize media	1	Bunium bulbocastan.	1	Laserpitium latifolium	2	Bottsia alpina	1	Bromus erectus	1	Carex sempervirens	1	Anthyllis vulneraria	1	Bromus erectus	1	Bromus erectus	1
Bromus erectus	1	Campanula rhomboid.	1	Anthoxanthum odor.	1	Brize media	1	Corduus defloratus	1	Centaurea jacea	1	Astrantia minor	1	Campanula rhomboid.	1	Campanula rhomboid.	1
Bunium bulbocastan.	1	Colchicum autumnale	1	Biscutella laevigata	1	Bromus erectus	1	Carex hallerana	1	Centaurea scabiosa	1	Bromus erectus	1	Centaurea jacea	1	Carex sempervirens	1
Campanula rhomboid.	1	Dactylis glomerata	1	Brize media	1	Carex hallerana	1	Centaurea jacea	1	Crepis pyrenaica	1	Campanula rhomboid.	1	Colchicum autumnale	1	Centaurea jacea	1
Dactylis glomerata	1	Euphrasia hirtella	1	Bromus erectus	1	Centaurea jacea	1	Dactylis glomerata	1	Dactylis glomerata	1	Carex sempervirens	1	Festuca rubra	1	Colchicum autumnale	1
Galium tenue.	1	Galium tenue.	1	Centaurea scabiosa	1	Colchicum autumnale	1	Festuca rubra	1	Festuca rubra	1	Centaurea jacea	1	Galium tenue.	1	Euphrasia hirtella	1
Graminée	1	Graminée	1	Festuca rubra	1	Dactylis glomerata	1	Gentiana lutea	1	Galium tenue.	1	Festuca rubra	1	Gentiana lutea	1	Festuca rubra	1
Helianthemum numm.	1	Hypochoeris radicata	1	Hypochoeris radicata	1	Festuca rubra	1	Graminée	1	Gentianella compest.	1	Galium tenue.	1	Geranium sylvaticum	1	Galium tenue.	1
Hypochoeris radicata	1	Leucanthemum cun.	1	Leucanthemum cun.	1	Galium verum	1	Helianthemum numm.	1	Graminée	1	Galium verum	1	Graminée	1	Gentiana lutea	1
Knautia arvensis	1	Myosotis sylvatica	1	Lotus corniculatus	1	Gentiana lutea	1	Heracleum montanum	1	Helianthemum numm.	1	Gentiana lutea	1	Helianthemum numm.	1	Geranium sylvaticum	1
Leucanthemum cun.	1	Narcissus poeticus	1	Myosotis sylvatica	1	Geranium sylvaticum	1	Leucanthemum cun.	1	Heracleum montanum	1	Graminée	1	Heracleum montanum	1	Graminée	1
Lotus corniculatus	1	Primula veris sp veris	1	Onobrychis viciifolia	1	Helianthemum numm.	1	Listera ovata	1	Hypochoeris radicata	1	Knautia arvensis	1	Hypochoeris radicata	1	Gymnadenia conops.	1
Myosotis sylvatica	1	Ranunculus auricomus	1	Poa alpina	1	Heracleum montanum	1	Luzula multiflora	1	Laserpitium latifolium	1	Linum catharticum	1	Knautia arvensis	1	Helianthemum numm.	1
Onobrychis viciifolia	1	Rhinanthus alectorol.	1	Ranunculus auricomus	1	Laserpitium latifolium	1	Nardus stricta	1	Leucanthemum cun.	1	Onobrychis viciifolia	1	Leucanthemum cun.	1	Heracleum montanum	1
Orchis ustulata	1	Rumex acetosa	1	Sanguisorba minor	1	Luzula multiflora	1	Plantago alpina	1	Linum catharticum	1	Plantago lanceolata	1	Linum catharticum	1	Hypochoeris radicata	1
Phyteuma orbiculare	1	Silene vulgaris	1	Silene vulgaris	1	Nardus stricta	1	Plantago lanceolata	1	Listera ovata	1	Plantago major	1	Listera ovata	1	Knautia arvensis	1
Plantago lanceolata	1	Trifolium montanum	1	Trifolium montanum	1	Poa alpina	1	Plantago major	1	Lotus corniculatus	1	Polygonum viviparum	1	Lotus corniculatus	1	Leucanthemum cun.	1
Primula veris sp veris	1	Trisetum flavescens	1	Trifolium pratense	1	Rumex acetosa	1	Potentilla reptens	1	Onobrychis viciifolia	1	Potentilla reptens	1	Phyteuma orbiculare	1	Linum catharticum	1
Ranunculus auricomus	1			Trisetum flavescens	1	Salvia pratensis	1	Prunella vulgaris	1	Orchis ustulata	1	Salvia pratensis	1	Plantago lanceolata	1	Listera ovata	1
Rhinanthus alectorol.	1					Silene vulgaris	1	Salvia pratensis	1	Plantago alpina	1	Sanguisorba minor	1	Plantago major	1	Lotus corniculatus	1
Salvia pratensis	1					Tetragonolobus siliq.	1	Tragopogon dubius	1	Plantago lanceolata	1	Tetragonolobus siliq.	1	Polygonum viviparum	1	Narcissus poeticus	1
Sanguisorba minor	1					Trisetum flavescens	1	Trisetum flavescens	1	Plantago major	1	Tragopogon dubius	1	Salvia pratensis	1	Onobrychis viciifolia	1
Silene vulgaris	1					Valeriana sp	1	Veratrum album	1	Polygonum viviparum	1	Vicia lacana	1	Sanguisorba minor	1	Plantago lanceolata	1
Tragopogon dubius	1					Veronica arvensis	1	Vicia lacana	1	Potentilla reptens	1			Trifolium montanum	1	Plantago major	1
Trifolium montanum	1					Veronica chamaedrys	1			Salvia pratensis	1					Polygonum viviparum	1
										Tetragonolobus siliq.	1					Salvia pratensis	1
										Tragopogon dubius	1					Sanguisorba minor	1
										Trifolium montanum	1					Stachys monieri	1
										Trifolium pratense	1					Tragopogon dubius	1
										Veratrum album	1					Trifolium montanum	1
										Vicia lacana	1					Vicia lacana	1

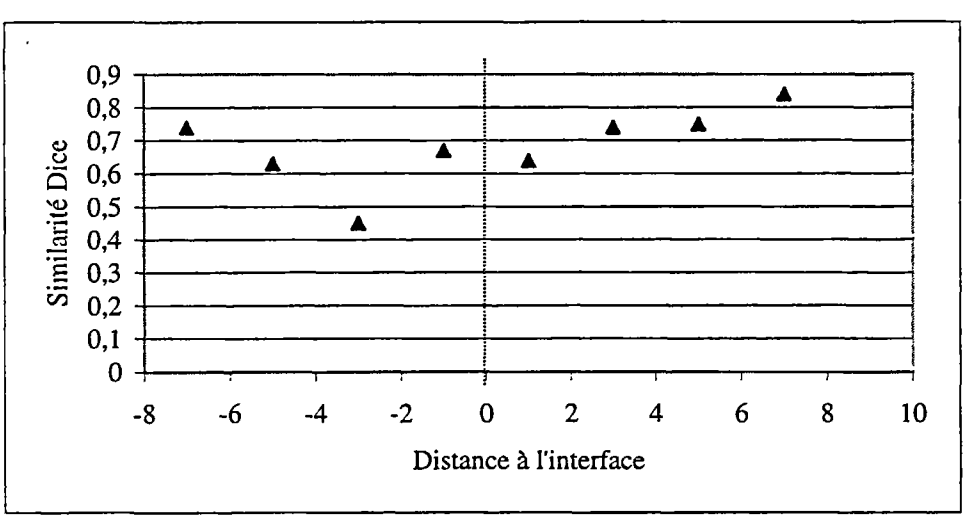




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



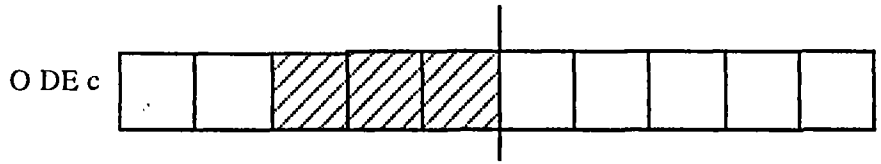


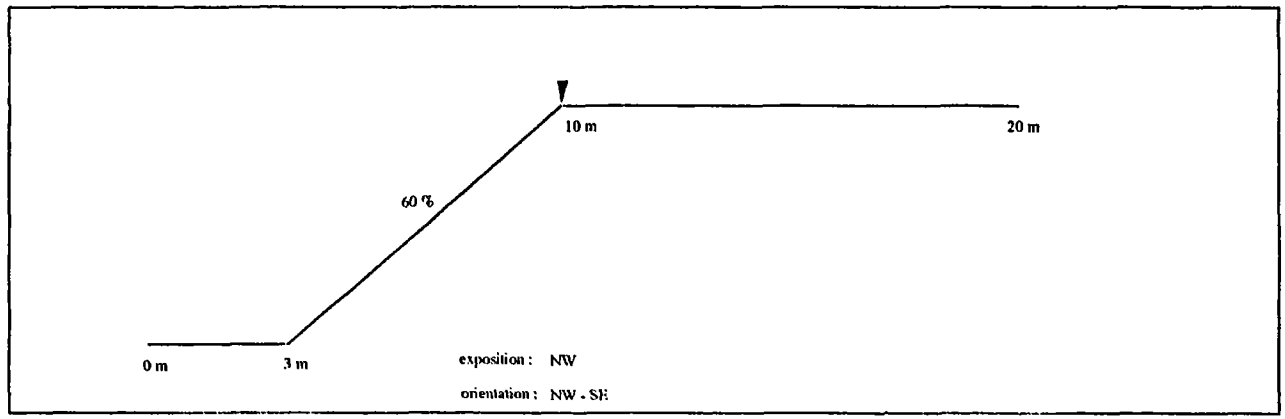


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

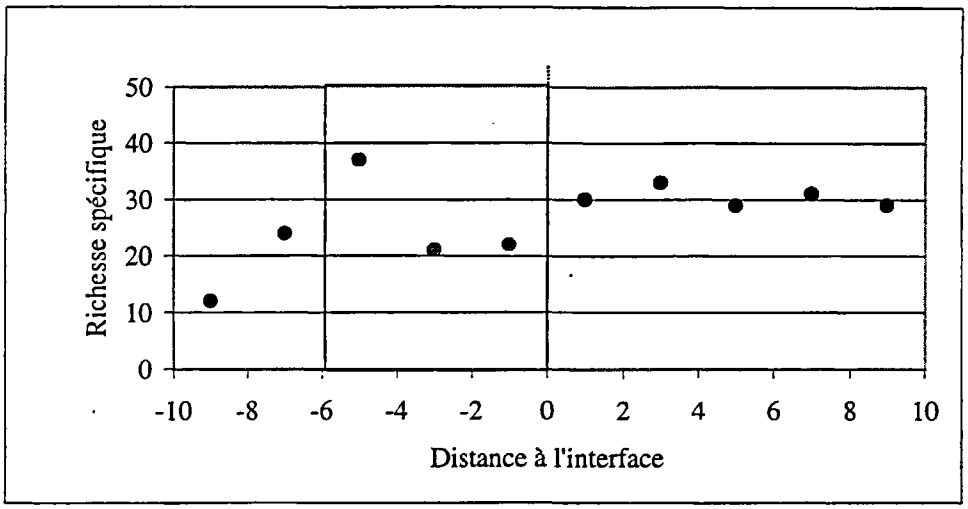
Ortet 7-9 (3) : transect de zone en déprise à zone entretenue

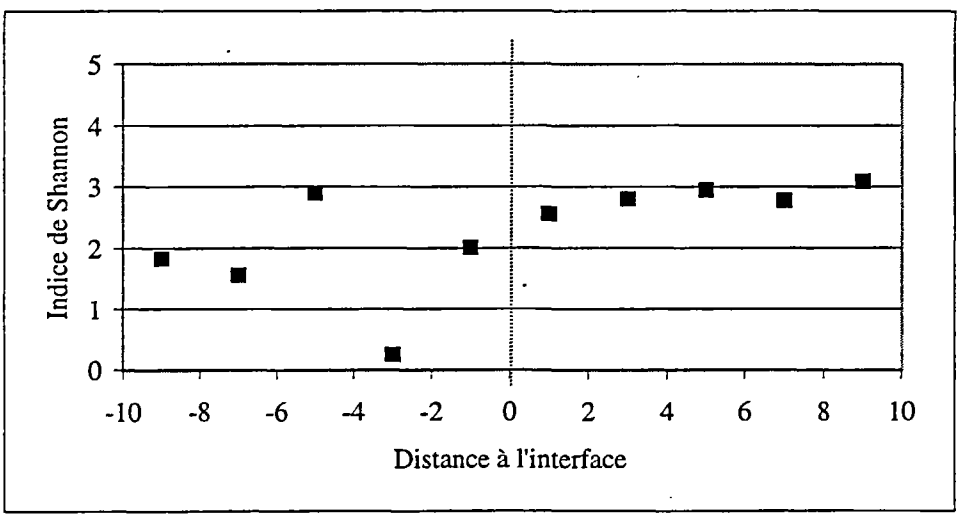
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Geranium sylvaticum	4	Geranium sylvaticum	4	Festuca rubra	2	Laserpitium latifolium	6	Laserpitium latifolium	4	Festuca paniculata	3	Festuca paniculata	3	Acinos alpinus	2	Geranium sylvaticum	3	Acinos alpinus	2
Graminée	3	Graminée	3	Laserpitium latifolium	2	Anthoxanthum odor.	1	Festuca paniculata	3	Acinos alpinus	2	Acinos alpinus	2	Componula rhomboid.	2	Acinos alpinus	2	Componula rhomboid.	2
Heracleum montanum	3	Trollius europaeus	2	Alchemilla xantochl.	1	Biscutella laevigata	1	Acinos alpinus	2	Laserpitium latifolium	2	Componula rhomboid.	2	Festuca paniculata	2	Componula rhomboid.	2	Chaerophyllum hirs.	2
Trollius europaeus	2	Alchemilla xantochl.	1	Anthyllis vulneraria	1	Briza media	1	Graminée	2	Rhinanthus alectorol.	2	Laserpitium latifolium	2	Geranium sylvaticum	2	Chaerophyllum hirs.	2	Geranium sylvaticum	2
Componula rhomboid.	1	Arrhenatherum elat.	1	Briza media	1	Centaurea scabiosa	1	Rhinanthus alectorol.	2	Silene vulgaris	2	Rhinanthus alectorol.	2	Trifolium pratense	2	Pulsatilla alpina	2	Lathyrus laevigatus	2
Centaurea montana	1	Bunium bulbocastan.	1	Componula rhomboid.	1	Centaurea uniflora	1	Astragalus monspess.	1	Alchemilla xantochl.	1	Trifolium pratense	2	Alchemilla xantochl.	1	Trifolium pratense	2	Trifolium pratense	2
Dactylis glomerata	1	Componula rhomboid.	1	Componula thyrsoides	1	Euphorbia cyparissias	1	Bunium bulbocastan.	1	Anthoxanthum odor.	1	Alchemilla xantochl.	1	Anthoxanthum odor.	1	Alchemilla xantochl.	1	Alchemilla xantochl.	1
Laserpitium latifolium	1	Centaurea scabiosa	1	Centaurea scabiosa	1	Euphrasia hirtella	1	Centaurea scabiosa	1	Arrhenatherum elat.	1	Anthyllis vulneraria	1	Arrhenatherum elat.	1	Arrhenatherum elat.	1	Anthoxanthum odor.	1
Polygonum bistorta	1	Crepis pyrenaica	1	Centaurea uniflora	1	Festuca paniculata	1	Centaurea uniflora	1	Bunium bulbocastan.	1	Arrhenatherum elat.	1	Briza media	1	Centaurea scabiosa	1	Arrhenatherum elat.	1
Ranunculus auricomus	1	Dactylis glomerata	1	Crepis pyrenaica	1	Festuca rubra	1	Dactylis glomerata	1	Componula rhomboid.	1	Centaurea scabiosa	1	Bunium bulbocastan.	1	Centaurea uniflora	1	Centaurea scabiosa	1
Rumex obtusifolius	1	Euphrasia hirtella	1	Dactylis glomerata	1	Graminée	1	Euphorbia cyparissias	1	Centaurea uniflora	1	Centaurea uniflora	1	Centaurea scabiosa	1	Crepis pyrenaica	1	Crepis pyrenaica	1
Silene vulgaris	1	Galium verum	1	Euphorbia cyparissias	1	Leucanthemum cun.	1	Euphrasia hirtella	1	Chaerophyllum hirs.	1	Crepis pyrenaica	1	Centaurea uniflora	1	Euphorbia cyparissias	1	Euphorbia cyparissias	1
		Gentiana lutea	1	Euphrasia hirtella	1	Myosotis sylvatica	1	Festuca rubra	1	Crepis pyrenaica	1	Euphorbia cyparissias	1	Crepis pyrenaica	1	Euphrasia hirtella	1	Euphrasia hirtella	1
		Laserpitium latifolium	1	Galium tenue.	1	Onobrychis viciifolia	1	Galium tenue.	1	Euphorbia cyparissias	1	Euphrasia hirtella	1	Euphorbia cyparissias	1	Festuca paniculata	1	Festuca paniculata	1
		Myosotis sylvatica	1	Gentiana lutea	1	Phyteuma orbiculare	1	Geranium sylvaticum	1	Euphrasia hirtella	1	Festuca rubra	1	Euphrasia hirtella	1	Festuca rubra	1	Festuca rubra	1
		Onobrychis viciifolia	1	Geranium sylvaticum	1	Polygonum bistorta	1	Helianthemum numm.	1	Festuca rubra	1	Galium tenue.	1	Festuca rubra	1	Galium tenue.	1	Galium tenue.	1
		Polygonum bistorta	1	Graminée	1	Rhinanthus alectorol.	1	Myosotis sylvatica	1	Gentiana lutea	1	Gentianella compest.	1	Galium tenue.	1	Graminée	1	Graminée	1
		Ranunculus auricomus	1	Helianthemum numm.	1	Sanguisorba minor	1	Onobrychis viciifolia	1	Geranium sylvaticum	1	Geranium sylvaticum	1	Graminée	1	Helianthemum numm.	1	Helianthemum numm.	1
		Rhinanthus alectorol.	1	Leucanthemum cun.	1	Scabiosa columbaria	1	Sanguisorba minor	1	Graminée	1	Graminée	1	Helianthemum numm.	1	Lathyrus laevigatus	1	Lathyrus laevigatus	1
		Rumex obtusifolius	1	Lotus cornikulatus	1	Silene nutans	1	Senecio doronikum	1	Helianthemum numm.	1	Helianthemum numm.	1	Laserpitium latifolium	1	Leucanthemum cun.	1	Leucanthemum cun.	1
		Sanguisorba minor	1	Myosotis sylvatica	1	Trifolium montanum	1	Silene nutans	1	Myosotis sylvatica	1	Lathyrus laevigatus	1	Lathyrus laevigatus	1	Onobrychis viciifolia	1	Onobrychis viciifolia	1
		Scabiosa columbaria	1	Onobrychis viciifolia	1			Trifolium montanum	1	Onobrychis viciifolia	1	Lotus cornikulatus	1	Polygonum bistorta	1	Paradisea liliastrum	1	Paradisea liliastrum	1
		Taraxacum officinale	1	Pedicularis gyroflexa	1					Polygonum bistorta	1	Myosotis sylvatica	1	Pulsatilla alpina	1	Polygonum bistorta	1	Polygonum bistorta	1
		Trifolium pratense	1	Phyteuma orbiculare	1					Polygonum viviparum	1	Onobrychis viciifolia	1	Ranunculus auricomus	1	Ranunculus auricomus	1	Ranunculus auricomus	1
				Plantago major	1					Ranunculus auricomus	1	Paradisea liliastrum	1	Rhinanthus alectorol.	1	Rhinanthus alectorol.	1	Rhinanthus alectorol.	1
				Polygonum bistorta	1					Sanguisorba minor	1	Polygonum bistorta	1	Sanguisorba minor	1	Rumex acetosa	1	Rumex acetosa	1
				Polygonum viviparum	1					Senecio doronikum	1	Polygonum viviparum	1	Silene vulgaris	1	Sanguisorba minor	1	Salvia pratensis	1
				Prunella vulgaris	1					Trifolium montanum	1	Ranunculus auricomus	1	Tragopogon dubius	1	Silene nutans	1	Sanguisorba minor	1
				Ranunculus auricomus	1					Trifolium pratense	1	Salvia pratensis	1	Trollius europaeus	1	Silene vulgaris	1	Silene nutans	1
				Rhinanthus alectorol.	1					Trollius europaeus	1	Sanguisorba minor	1			Tragopogon dubius	1	Silene vulgaris	1
				Sanguisorba minor	1							Silene nutans	1			Trollius europaeus	1	Trollius europaeus	1
				Scabiosa columbaria	1							Silene vulgaris	1						
				Silene nutans	1							Trollius europaeus	1						
				Tragopogon dubius	1														
				Trifolium montanum	1														
				Trifolium pratense	1														
				Trollius europaeus	1														

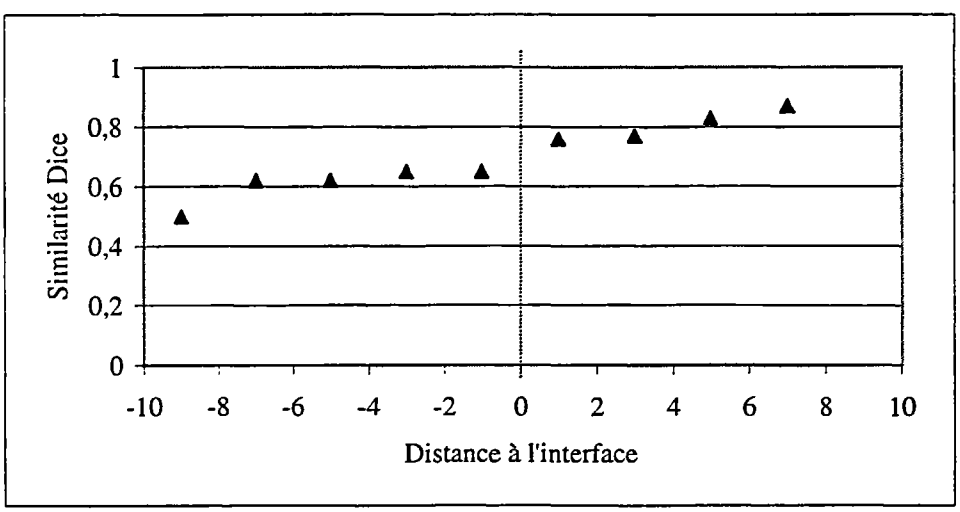




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



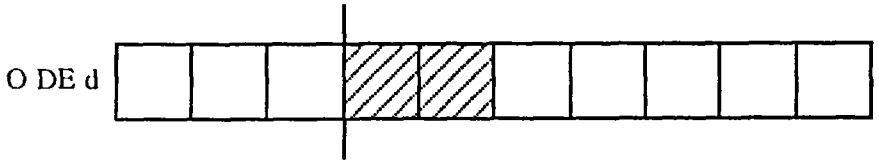


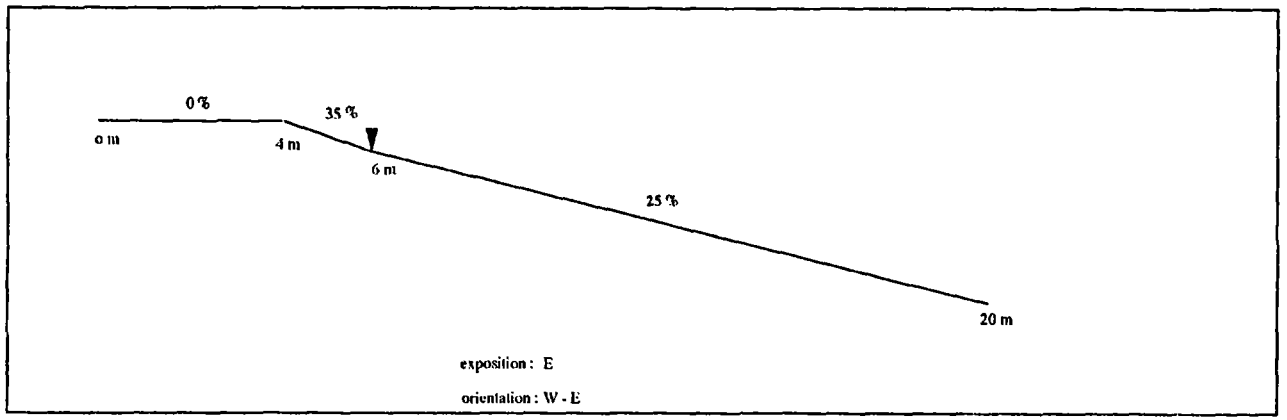


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Ortet 7-9 (4) : transect de zone en déprise à zone entretenue

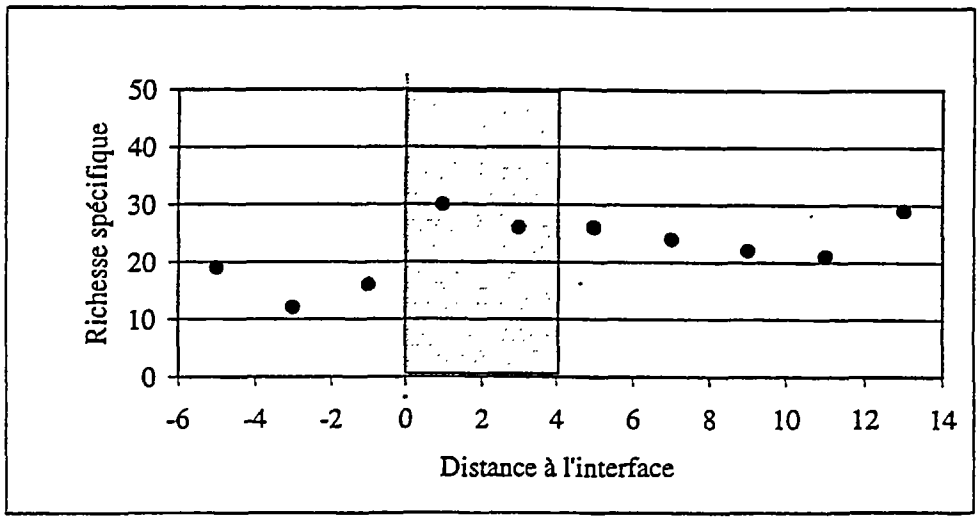
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Brachypodium pinn.	6	Brachypodium pinn.	6	Brachypodium pinn.	4	Brachypodium pinn.	5	Brachypodium pinn.	4	Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	2	Rhinanthus alectorol.	3	Bromus erectus	2	Centaurea scabiosa	3
Helianthemum numm.	2	Helianthemum numm.	3	Festuca rubra	2	Rhinanthus alectorol.	2	Cokhicum autumnale	2	Helianthemum numm.	2	Centaurea scabiosa	2	Bromus erectus	2	Centaurea scabiosa	2	Campanula cornica	2
Achillea millefolium	1	Achillea millefolium	1	Achillea millefolium	1	Achillea millefolium	1	Helianthemum numm.	2	Onobrychis viciifolia	2	Helianthemum numm.	2	Centaurea scabiosa	2	Onobrychis viciifolia	2	Rhinanthus alectorol.	2
Briza media	1	Dactylis glomerata	1	Berberis vulgaris	1	Acinos alpinus	1	Rhinanthus alectorol.	2	Rhinanthus alectorol.	2	Laserpitium latifolium	2	Helianthemum numm.	2	Rhinanthus alectorol.	2	Salvia pratensis	2
Euphorbia cyparissias	1	Euphorbia cyparissias	1	Bromus erectus	1	Alchemilla xantochl.	1	Acinos alpinus	1	Salvia pratensis	2	Onobrychis viciifolia	2	Onobrychis viciifolia	2	Salvia pratensis	2	Trifolium montanum	2
Festuca rubra	1	Festuca rubra	1	Dactylis glomerata	1	Anthoxanthum odor.	1	Anthoxanthum odor.	1	Anthoxanthum odor.	1	Rhinanthus alectorol.	2	Salvia pratensis	2	Trifolium montanum	2	Acinos alpinus	1
Graminée	1	Galium verum	1	Euphorbia cyparissias	1	Astragalus purpureus	1	Arrhenatherum elat.	1	Arrhenatherum elat.	1	Salvia pratensis	2	Trifolium montanum	2	Arrhenatherum elat.	1	Anthoxanthum odor.	1
Hieracium pilosella	1	Lathyrus pratensis	1	Galium verum	1	Biscutella laevigata	1	Briza media	1	Astragalus purpureus	1	Trifolium montanum	2	Arrhenatherum elat.	1	Bunium bulbocastan.	1	Briza media	1
Lathyrus pratensis	1	Poa alpina	1	Geranium molle	1	Bromus erectus	1	Centaurea scabiosa	1	Briza media	1	Arrhenatherum elat.	1	Biscutella laevigata	1	Campanula cornica	1	Bromus erectus	1
Lotus cornkulatus	1	Primula veris sp veris	1	Helianthemum numm.	1	Centaurea scabiosa	1	Cerastium arvense	1	Bromus erectus	1	Bromus erectus	1	Brachypodium pinn.	1	Cokhicum autumnale	1	Bunium bulbocastan.	1
Plantago lanceolata	1	Pulmonaria montana	1	Lathyrus pratensis	1	Cerastium arvense	1	Dactylis glomerata	1	Carduus defloratus	1	Bunium bulbocastan.	1	Bunium bulbocastan.	1	Festuca rubra	1	Cokhicum autumnale	1
Plantago major	1	Vicia incana	1	Onobrychis viciifolia	1	Colchicum autumnale	1	Euphorbia cyparissias	1	Centaurea scabiosa	1	Campanula cornica	1	Campanula cornica	1	Graminée	1	Dactylis glomerata	1
Polygala vulgaris	1			Ornithogalum umbel.	1	Dactylis glomerata	1	Euphrasia hirtella	1	Colchicum autumnale	1	Colchicum autumnale	1	Cerastium arvense	1	Helianthemum numm.	1	Festuca rubra	1
Prunella vulgaris	1			Poa alpina	1	Euphorbia cyparissias	1	Festuca rubra	1	Festuca rubra	1	Festuca rubra	1	Colchicum autumnale	1	Hypochoeris maculata	1	Galium tenue.	1
Pulmonaria montana	1			Primula veris sp veris	1	Festuca rubra	1	Gymnadenia conops.	1	Gentianella campest.	1	Gentianella campest.	1	Festuca rubra	1	Lotus corniculatus	1	Galium verum	1
Rhinanthus alectorol.	1			Vicia incana	1	Geranium sylvaticum	1	Lathyrus pratensis	1	Graminée	1	Graminée	1	Graminée	1	Myosotis sylvatica	1	Gentianella campest.	1
Sanguisorba minor	1					Helianthemum numm.	1	Lotus corniculatus	1	Hippocrepis comosa	1	Hippocrepis comosa	1	Hypochoeris maculata	1	Ornithogalum umbel.	1	Graminée	1
Trifolium montanum	1					Lotus corniculatus	1	Myosotis sylvatica	1	Hypochoeris maculata	1	Hypochoeris maculata	1	Lotus cornkulatus	1	Plantago major	1	Helianthemum numm.	1
Vicia incana	1					Myosotis sylvatica	1	Onobrychis viciifolia	1	Laserpitium latifolium	1	Lotus corniculatus	1	Myosotis sylvatica	1	Sanguisorba minor	1	Hypochoeris maculata	1
						Onobrychis viciifolia	1	Orchis ustulata	1	Linum cathartikum	1	Myosotis sylvatica	1	Ornithogalum umbel.	1	Tragopogon dubius	1	Knautia arvensis	1
						Orchis ustulata	1	Plantago major	1	Lotus corniculatus	1	Plantago major	1	Plantago major	1	Trifolium pratense	1	Myosotis sylvatica	1
						Ornithogalum umbel.	1	Ranunculus auricomus	1	Myosotis sylvatica	1	Primula veris sp veris	1	Prunella vulgaris	1			Onobrychis viciifolia	1
						Phyteuma orbiculare	1	Salvia pratensis	1	Phyteuma orbiculare	1	Prunella vulgaris	1					Ornithogalum umbel.	1
						Plantago major	1	Silene nutans	1	Plantago major	1	Pulmonaria montana	1					Phyteuma orbiculare	1
						Poa alpina	1	Trifolium montanum	1	Silene nutans	1							Plantago major	1
						Primula veris sp veris	1	Vicia incana	1	Trifolium montanum	1							Pulmonaria montana	1
						Ranunculus auricomus	1											Ranunculus auricomus	1
						Salvia pratensis	1											Rumex acetosa	1
						Veronica chamaedrys	1											Tragopogon dubius	1
						Vicia incana	1												

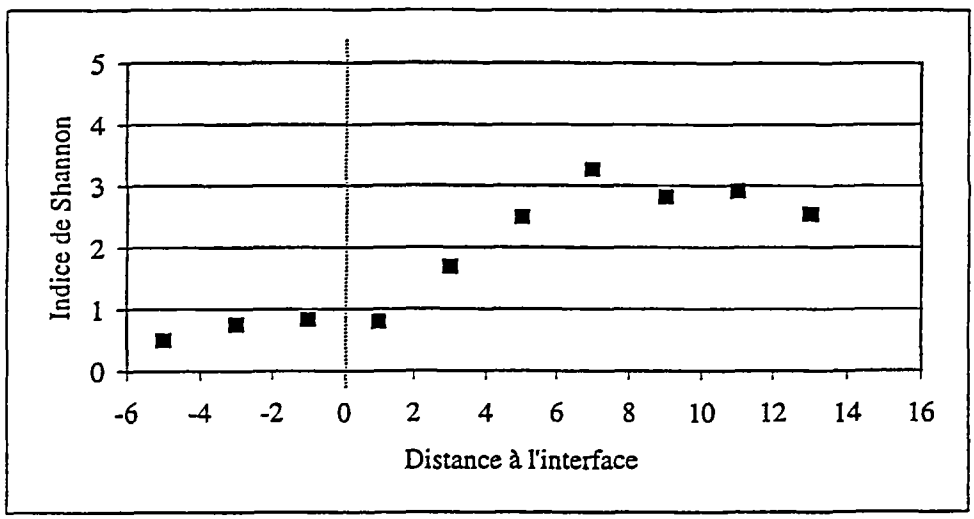


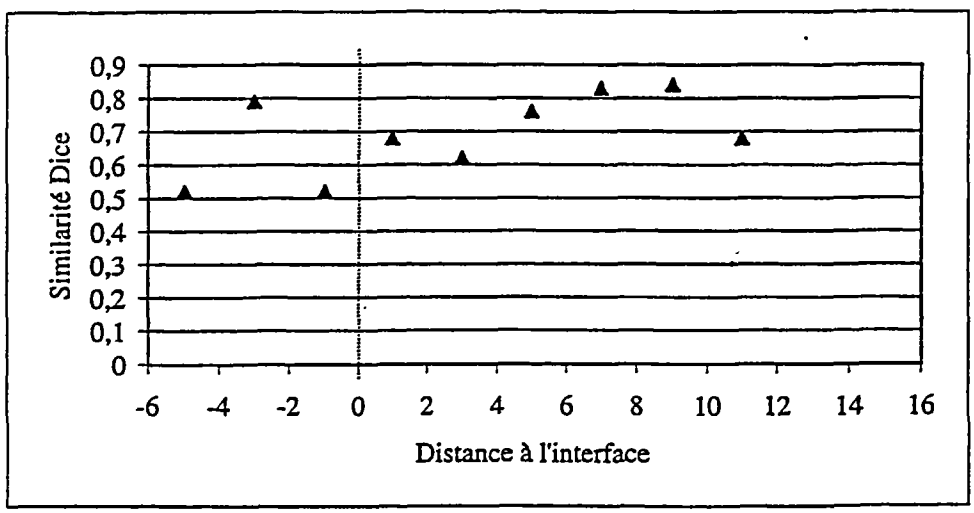


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

O DE d



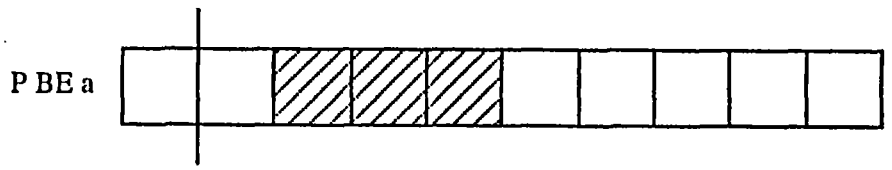


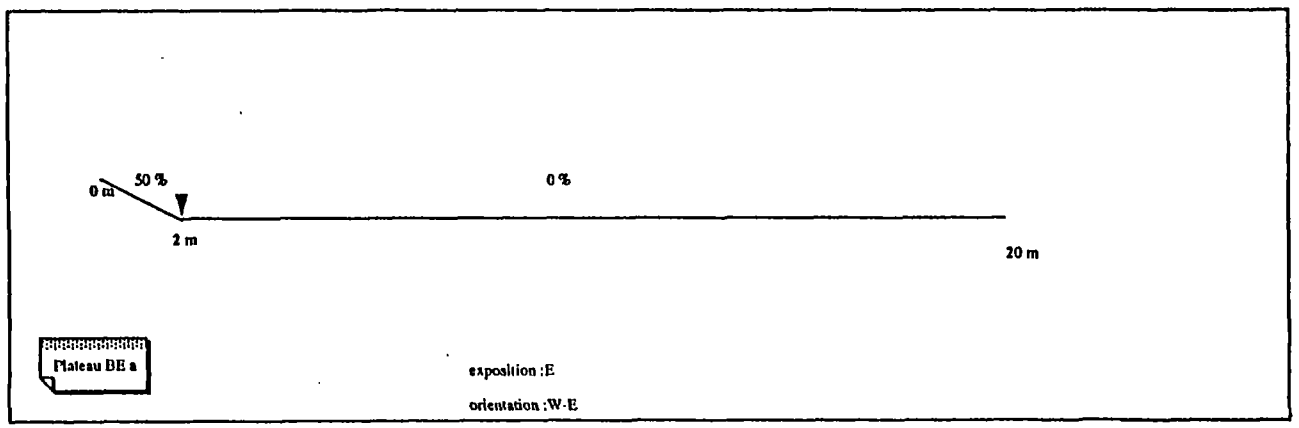


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

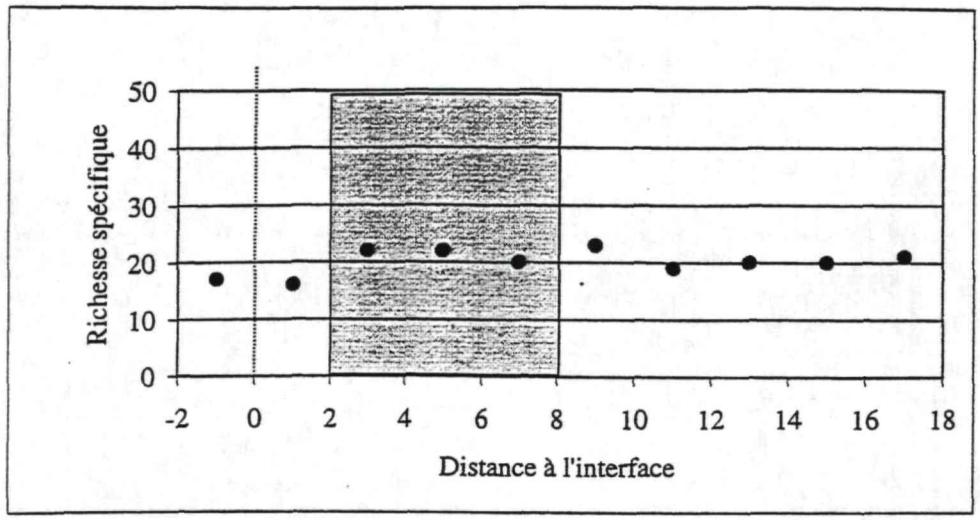
Plateau 5-9 (1) : transect de forêt à zone entretenue

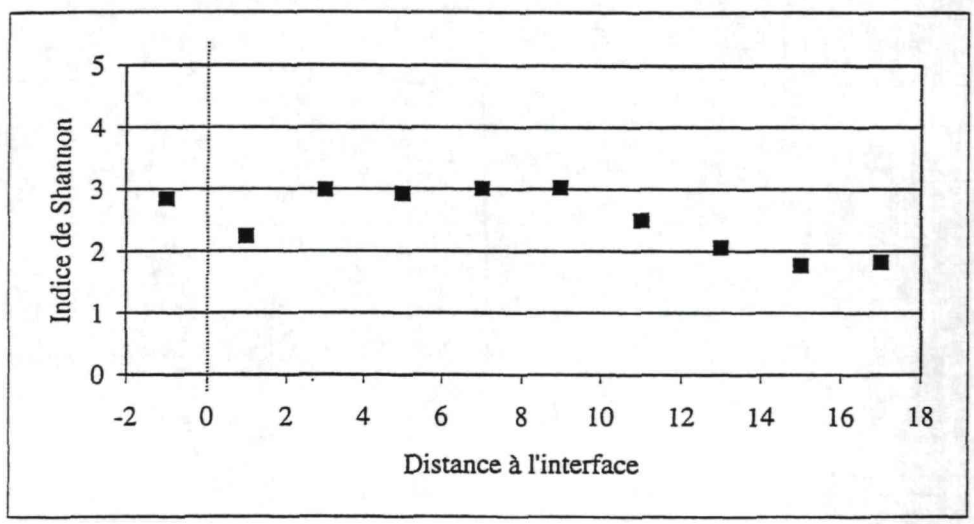
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Alchemilla xantochl.	3	Lathyrus pratensis	3	Ranunculus aurkomus	3	Chaerophyllum hirs.	3	Chaerophyllum hirs.	3	Geranium sylvaticum	3	Onobrychis viciifolia	3	Onobrychis viciifolia	3	Onobrychis viciifolia	3	Onobrychis viciifolia	3
Brachypodium pin.	3	Veronika chamaedrys	3	Akhemilla xantochl.	2	Geranium sylvaticum	3	Ranunculus auricomus	3	Onobrychis viciifolia	3	Taraxacum officinale	3	Taraxacum officinale	3	Salvia pratensis	3	Ranunculus aurkomus	2
Lathyrus pratensis	3	Akhemilla xantochl.	2	Chaerophyllum hirs.	2	Ranunculus aurkomus	3	Taraxacum officinale	3	Taraxacum officinale	3	Chaerophyllum hirs.	2	Dactylis glomerata	2	Trifolium pratense	2	Taraxacum officinale	2
Pinus sylvestris	3	Geranium sylvaticum	2	Dactylis glomerata	2	Taraxacum officinale	3	Vicia sepium	3	Chaerophyllum hirs.	2	Dactylis glomerata	2	Salvia pratensis	2	Bromus erectus	1	Alchemilla xantochl.	1
Anthoxanthum odor.	2	Trisetum flavescens	2	Geranium sylvaticum	2	Vicia sepium	3	Dactylis glomerata	2	Dactylis glomerata	2	Ranunculus aurkomus	2	Akhemilla xantochl.	1	Campanula cornka	1	Campanula cornka	1
Geranium sylvaticum	2	Ajuga pyramidalis	1	Poa pratensis	2	Dactylis glomerata	2	Geranium sylvaticum	2	Heracleum sphondyl.	2	Trifolium pratense	2	Campanula cornka	1	Chaerophyllum hirs.	1	Chaerophyllum hirs.	1
Veronika chamaedrys	2	Campanula cornka	1	Trisetum flavescens	2	Heracleum sphondyl.	2	Heracleum sphondyl.	2	Ranunculus aurkomus	2	Bromus erectus	1	Chaerophyllum hirs.	1	Cokhicum autumnale	1	Cokhicum autumnale	1
Vicia sepium	2	Cokhicum autumnale	1	Vicia sepium	2	Trifolium pratense	2	Thalictrum foetidum	2	Salvia pratensis	2	Colchicum autumnale	1	Cokhicum autumnale	1	Dactylis glomerata	1	Dactylis glomerata	1
Berberis vulgaris	1	Dactylis glomerata	1	Bromus erectus	1	Campanula cornka	1	Trifolium pratense	2	Trifolium pratense	2	Geranium sylvaticum	1	Geranium sylvaticum	1	Geranium sylvaticum	1	Heracleum sphondyl.	1
Chaerophyllum hirs.	1	Myosotis sylvatica	1	Campanula cornka	1	Cokhicum autumnale	1	Cokhicum autumnale	1	Alchemilla xantochl.	1	Heracleum sphondyl.	1	Heracleum sphondyl.	1	Heracleum sphondyl.	1	Knautia arvensis	1
Cotoneaster integer.	1	Narcissus poeticus	1	Cokhicum autumnale	1	Knautia arvensis	1	Knautia arvensis	1	Campanula cornka	1	Knautia arvensis	1	Knautia arvensis	1	Knautia arvensis	1	Leucanthemum cun.	1
Epilobium angustif.	1	Poa pratensis	1	Heracleum sphondyl.	1	Lathyrus pratensis	1	Leucanthemum cun.	1	Colchicum autumnale	1	Narcissus poeticus	1	Narcissus poeticus	1	Narcissus poeticus	1	Narcissus poeticus	1
Euphorbia cyparissias	1	Ranunculus aurkomus	1	Knautia arvensis	1	Leucanthemum cun.	1	Onobrychis viciifolia	1	Knautia arvensis	1	Leucanthemum cun.	1	Polygonum bistorta	1	Ornithogalum umbel.	1	Ornithogalum umbel.	1
Juniperus communis subsp communis	1	Salvia pratensis	1	Lathyrus pratensis	1	Onobrychis viciifolia	1	Ornithogalum umbel.	1	Narcissus poeticus	1	Pimpinella major	1	Ranunculus aurkomus	1	Ranunculus aurkomus	1	Poa pratensis	1
Narcissus poeticus	1	Senecio sp	1	Leucanthemum cun.	1	Polygonum bistorta	1	Pimpinella major	1	Ornithogalum umbel.	1	Rhinanthus alectorol.	1	Rumex acetosa	1	Rhinanthus alectorol.	1	Polygonum bistorta	1
Poa pratensis	1	Veronika arvensis	1	Onobrychis viciifolia	1	Rhinanthus alectorol.	1	Polygonum bistorta	1	Pimpinella major	1	Salvia pratensis	1	Silene vulgaris	1	Taraxacum officinale	1	Rumex acetosa	1
Ribes uva-crispa	1			Plantago major	1	Salvia pratensis	1	Rhinanthus alectorol.	1	Polygonum bistorta	1	Thalictrum foetidum	1	Tragopogon pratensis	1	Tragopogon pratensis	1	Salvia pratensis	1
				Salvia pratensis	1	Senecio sp	1	Salvia pratensis	1	Rumex acetosa	1	Tragopogon pratensis	1	Trifolium pratense	1	Trisetum flavescens	1	Senecio sp	1
				Taraxacum officinale	1	Silene vulgaris	1	Trisetum flavescens	1	Tragopogon pratensis	1	Trifolium montanum	1	Trisetum flavescens	1	Trollius europaeus	1	Tragopogon pratensis	1
				Thalictrum foetidum	1	Thalictrum foetidum	1	Trollius europaeus	1	Trisetum flavescens	1	Vicia sepium	1	Vicia sepium	1	Vicia sepium	1	Trisetum flavescens	1
				Tragopogon pratensis	1	Trisetum flavescens	1			Trollius europaeus	1							Trollius europaeus	1
				Trifolium pratense	1					Vicia sepium	1								

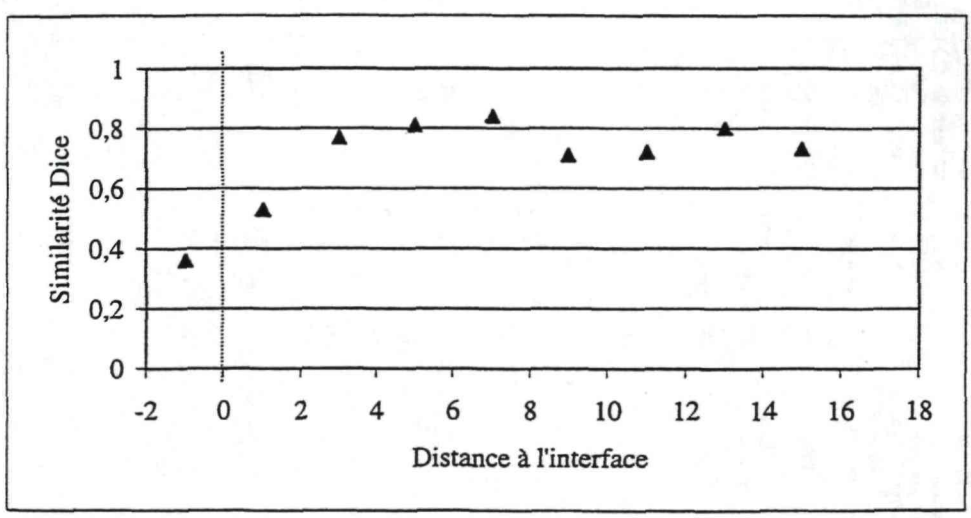




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



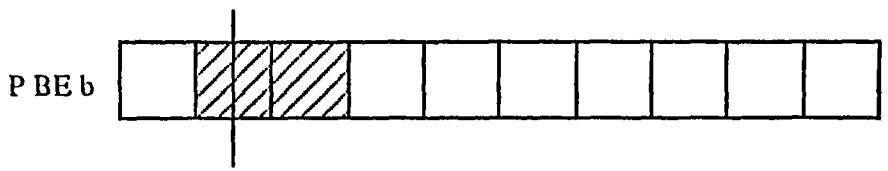


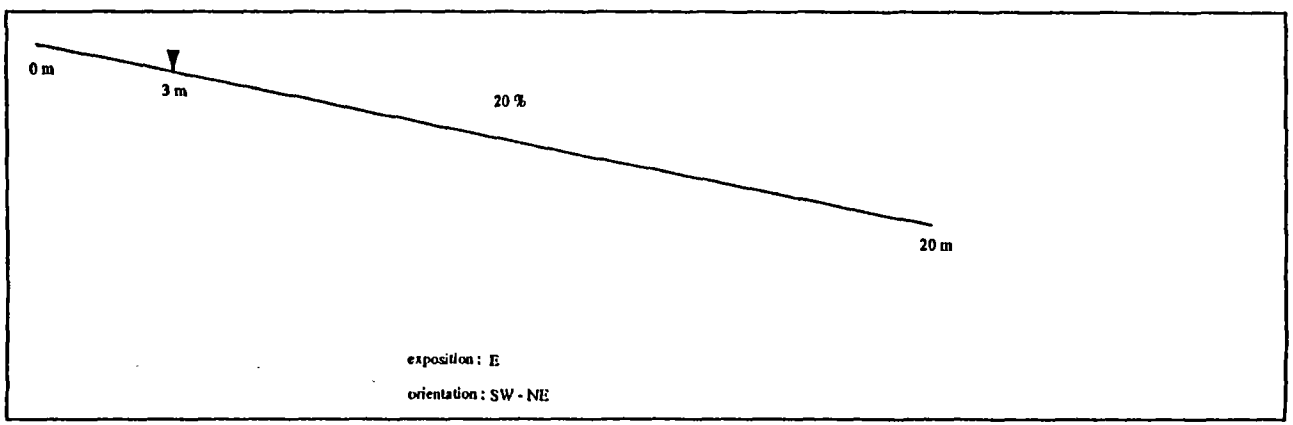


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

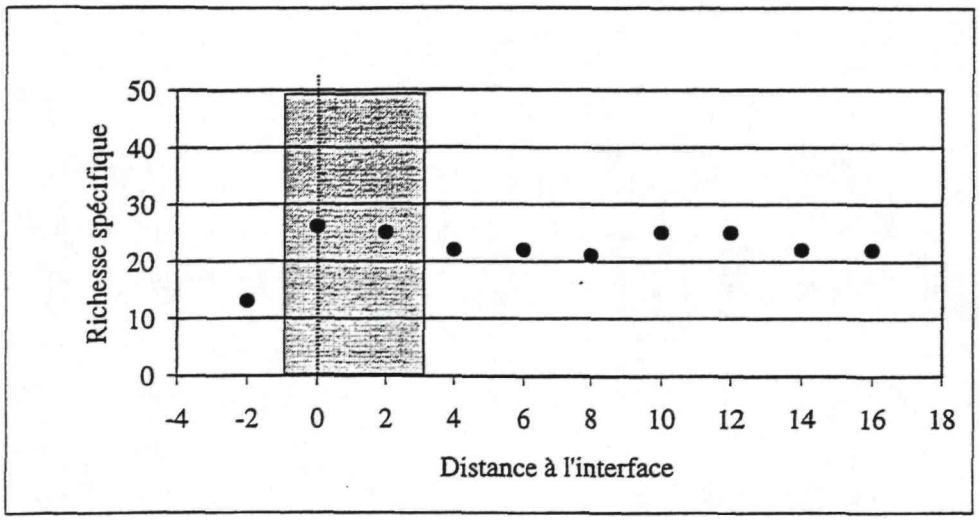
Plateau 5-9 (2) : transect de forêt à zone entretenue

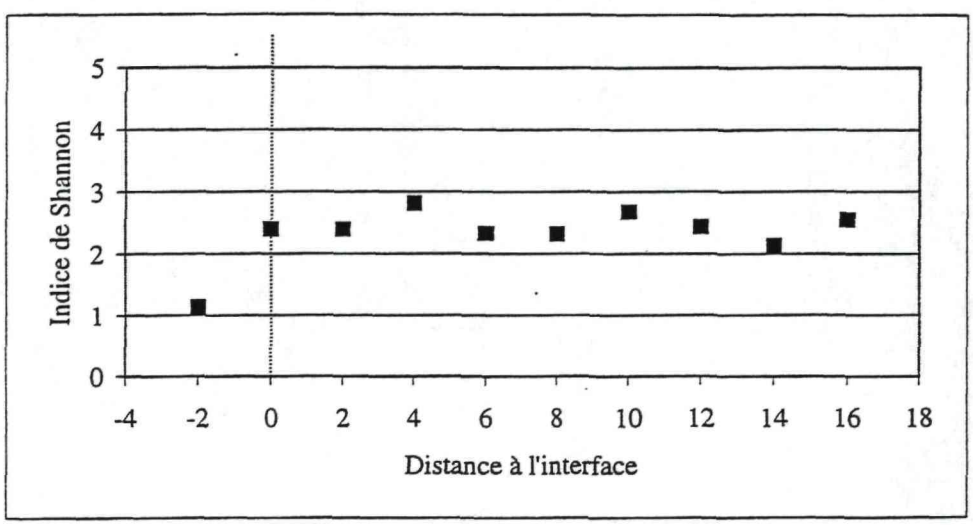
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Anthoxanthum odor.	4	Geranium sylvaticum	2	Cokhkum autumnale	2	Geranium sylvatkum	3	Geranium sylvatkum	3	Geranium sylvaticum	3	Geranium sylvaticum	3	Geranium sylvaticum	4	Geranium sylvaticum	4	Geranium sylvaticum	3
Pinus sylvestris	4	Pinus sylvestris	2	Achillea millefolium	1	Cokhkum autumnale	2	Ranunculus aurkomus	3	Ranunculus aurkomus	3	Colchicum autumnale	2	Vicia septum	3	Heracleum sphondyl.	3	Heracleum sphondyl.	3
Ajuga pyramidalis	1	Ajuga pyramidalis	1	Anthoxanthum odor.	1	Ranunculus aurkomus	2	Cokhkum autumnale	2	Cokhkum autumnale	2	Leucanthemum cun.	2	Achillea millefolium	2	Ranunculus aurkomus	3	Ranunculus aurkomus	3
Alchemilla xantochl.	1	Alchemilla xantochl.	1	Campanula carnka	1	Salvia pratensis	2	Taraxacum officinale	2	Salvia pratensis	2	Ranunculus aurkomus	2	Chaerophyllum hirs.	2	Cokhkum autumnale	2	Cokhkum autumnale	2
Berberis vulgaris	1	Anthoxanthum odor.	1	Crepis pyrenaka	1	Taraxacum officinale	2	Vicia septum	2	Vicia septum	2	Salvia pratensis	2	Colchicum autumnale	2	Vicia septum	2	Vicia septum	2
Galium sparine	1	Campanula carnka	1	Dactylis glomerata	1	Trollius europaeus	2	Campanula carnka	1	Achillea millefolium	1	Vicia septum	2	Heracleum sphondyl.	2	Achillea millefolium	1	Achillea millefolium	1
Geranium sylvaticum	1	Carinthe minor	1	Galium verum	1	Vicia septum	2	Chaerophyllum hirs.	1	Campanula carnka	1	Achillea millefolium	1	Ranunculus aurkomus	2	Campanula carnka	1	Campanula carnka	1
Lathyrus pratensis	1	Cokhkum autumnale	1	Geranium sylvaticum	1	Achillea millefolium	1	Dactylis glomerata	1	Chaerophyllum hirs.	1	Campanula carnka	1	Campanula carnka	1	Chaerophyllum hirs.	1	Chaerophyllum hirs.	1
Primula veris sp veris	1	Dactylis glomerata	1	Heracleum sphondyl.	1	Campanula carnka	1	Hypochoeris radicata	1	Dactylis glomerata	1	Centaurea scablosa	1	Centaurea scablosa	1	Dactylis glomerata	1	Dactylis glomerata	1
Rosa sp	1	Knautia arvensis	1	Knautia arvensis	1	Centaurea scablosa	1	Lathyrus pratensis	1	Knautia arvensis	1	Chaerophyllum hirs.	1	Dactylis glomerata	1	Galium verum	1	Galium verum	1
Trollius europaeus	1	Lathyrus pratensis	1	Lathyrus pratensis	1	Carinthe minor	1	Narcissus poeticus	1	Lathyrus pratensis	1	Dactylis glomerata	1	Knautia arvensis	1	Lathyrus pratensis	1	Lathyrus pratensis	1
Veronka chamaedrys	1	Narcissus poeticus	1	Lotus cornkulatus	1	Chaerophyllum hirs.	1	Onobrychis vkiifolia	1	Narcissus poeticus	1	Galium verum	1	Lathyrus pratensis	1	Narcissus poeticus	1	Leucanthemum cun.	1
Vicia septum	1	Onobrychis vkiifolia	1	Narcissus poeticus	1	Dactylis glomerata	1	Ornithogalum umbel.	1	Onobrychis viciifolia	1	Heracleum sphondyl.	1	Myosotis sylvatica	1	Ornithogalum umbel.	1	Myosotis sylvatica	1
		Ornithogalum umbel.	1	Ornithogalum umbel.	1	Knautia arvensis	1	Polygonum bistorta	1	Ornithogalum umbel.	1	Knautia arvensis	1	Narcissus poeticus	1	Polygonum bistorta	1	Narcissus poeticus	1
		Phyteuma orbkulare	1	Plantago lanceolata	1	Narcissus poeticus	1	Rhinanthus alectorol.	1	Polygonum bistorta	1	Lathyrus pratensis	1	Onobrychis vkiifolia	1	Rumex acetosa	1	Ornithogalum umbel.	1
		Plantago lanceolata	1	Plantago major	1	Ornithogalum umbel.	1	Rumex acetosa	1	Rhinanthus alectorol.	1	Narcissus poeticus	1	Ornithogalum umbel.	1	Solvia pratensis	1	Polygonum bistorta	1
		Plantago major	1	Primula veris sp veris	1	Polygonum bistorta	1	Silene vulgaris	1	Taraxacum officinale	1	Onobrychis vkiifolia	1	Polygonum bistorta	1	Silene vulgaris	1	Rumex acetosa	1
		Ranunculus aurkomus	1	Ranunculus aurkomus	1	Rumex acetosa	1	Tragopogon pratensis	1	Tragopogon pratensis	1	Ornithogalum umbel.	1	Rumex acetosa	1	Taraxacum officinale	1	Salvia pratensis	1
		Salvia pratensis	1	Salvia pratensis	1	Silene vulgaris	1	Trifolium pratense	1	Trifolium pratense	1	Polygonum bistorta	1	Salvia pratensis	1	Tragopogon pratensis	1	Silene vulgaris	1
		Taraxacum officinale	1	Tragopogon pratensis	1	Tragopogon pratensis	1	Trisetum flavescens	1	Trisetum flavescens	1	Silene vulgaris	1	Silene vulgaris	1	Trifolium pratense	1	Tragopogon pratensis	1
		Tragopogon pratensis	1	Trifolium pratense	1	Trifolium pratense	1	Trollius europaeus	1	Trollius europaeus	1	Taraxacum officinale	1	Taraxacum officinale	1	Trisetum flavescens	1	Trifolium pratense	1
		Trifolium pratense	1	Trisetum flavescens	1	Trisetum flavescens	1					Tragopogon pratensis	1	Tragopogon pratensis	1	Trollius europaeus	1	Trisetum flavescens	1
		Trisetum flavescens	1	Trollius europaeus	1	Trollius europaeus	1					Trifolium pratense	1	Trifolium pratense	1			Trollius europaeus	1
		Trollius europaeus	1									Trisetum flavescens	1	Trisetum flavescens	1				
		Veronka chamaedrys	1									Trollius europaeus	1	Trollius europaeus	1				
		Vicia septum	1																

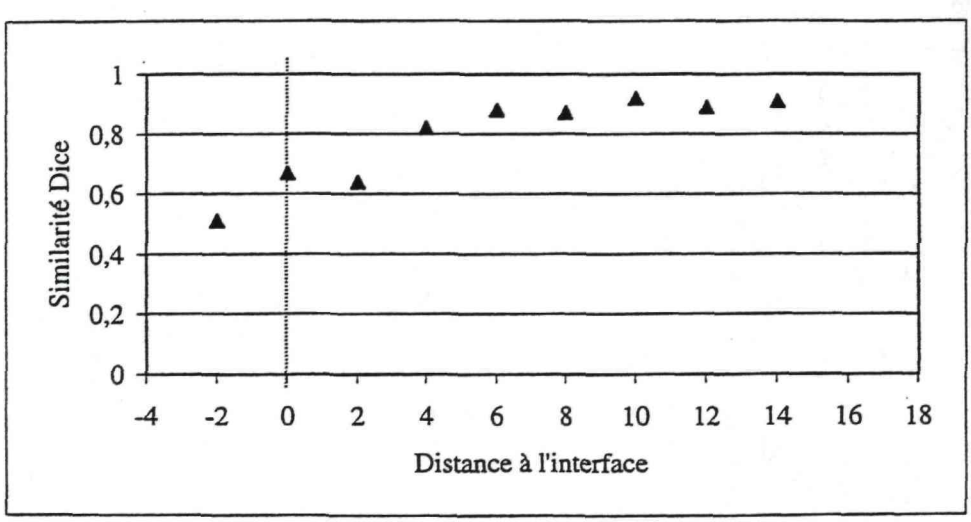




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



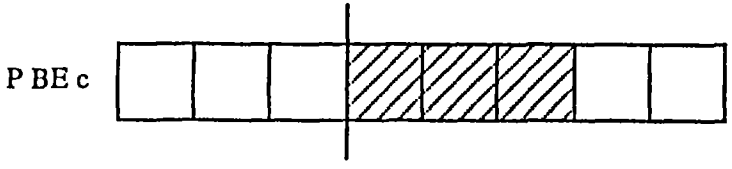


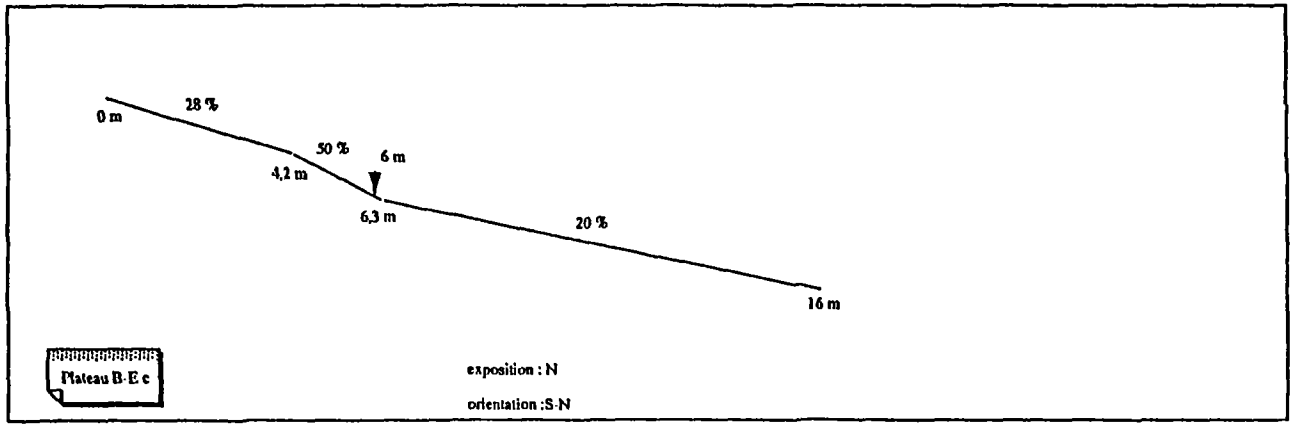


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

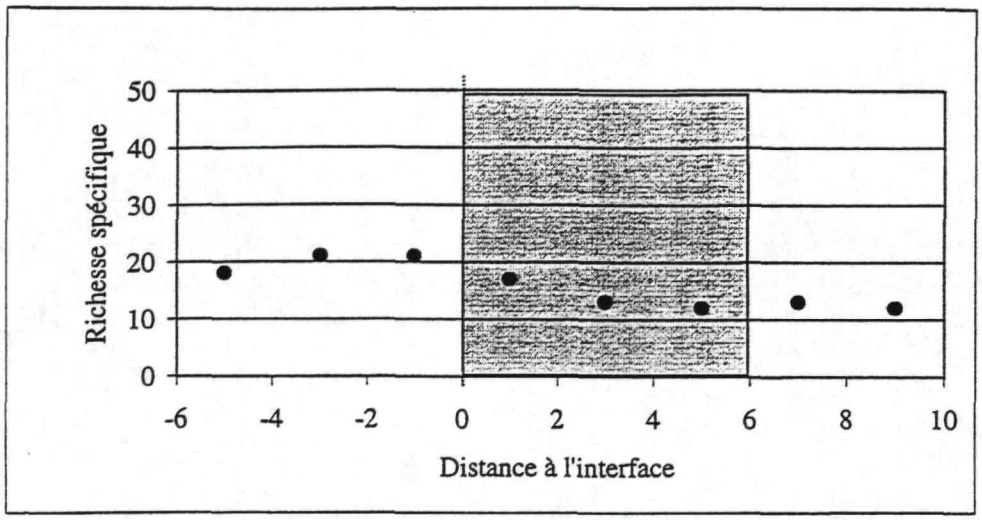
Plateau 5-9 (3) : transect de forêt à zone entretenue

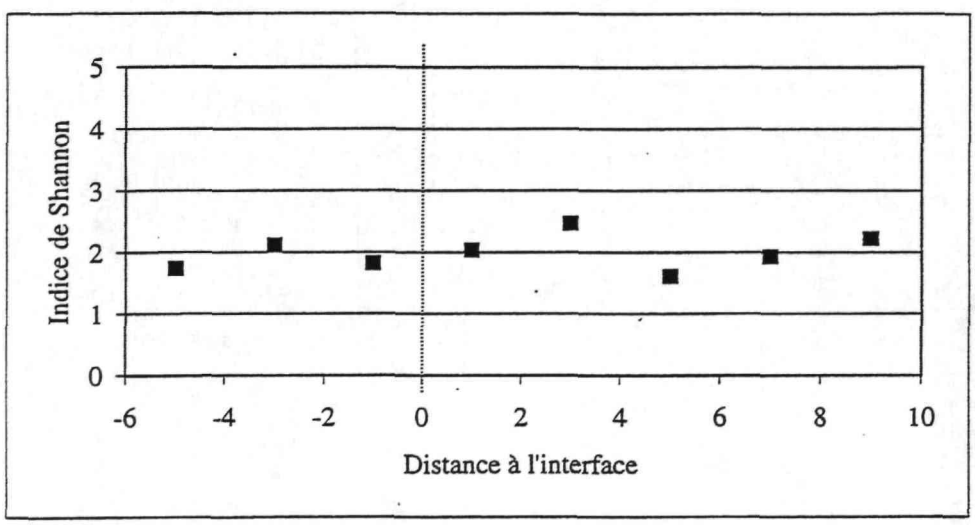
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8	
Pinus sylvestris	4	mousse 2	3	Sesleria albicans	3	Trifolium pratense	3	Trifolium pratense	3	Dactylis glomerata	3	Dactylis glomerata	3	Dactylis glomerata	3
Sesleria albicans	3	Sesleria albicans	3	Heracleum sphondyl.	2	Dactylis glomerata	2	Dactylis glomerata	2	Trifolium pratense	3	Vicia incana	3	Taraxacum officinale	3
Heracleum sphondyl.	2	Vicia incana	3	Vicia incana	2	Salvia pratensis	2	Myosotis sylvatica	2	Poa pratensis	2	Galium verum	2	Vicia incana	3
Vicia incana	2	Heracleum sphondyl.	2	autre graminée	1	Taraxacum officinale	2	Salvia pratensis	2	Anthyllis vulneraria	1	Trifolium pratense	2	Onobrychis viciifolia	2
Dactylis glomerata	1	Anthyllis vulneraria	1	Berberis vulgaris	1	Carduus defloratus	1	Taraxacum officinale	2	Centaurea montana	1	Myosotis sylvatica	1	Trifolium pratense	2
Graminée	1	Centaurea montana	1	Dactylis glomerata	1	Graminée	1	Trisetum flavescens	2	Cokhkum autumnale	1	Onobrychis viciifolia	1	Galium verum	1
Juniperus communis subsp communis	1	Cokhkum autumnale	1	Galium verum	1	Helianthemum numm.	1	Carduus defloratus	1	Galium verum	1	Poa pratensis	1	Myosotis sylvatica	1
Leontodon pyrenaeus.	1	Dactylis glomerata	1	Helianthemum numm.	1	Myosotis sylvatica	1	Centaurea scabiosa	1	Myosotis sylvatica	1	Salvia pratensis	1	Poa pratensis	1
Leucanthemum cua.	1	Galium verum	1	Leontodon pyrenaeus.	1	Pedicularis comosa	1	Plantago major	1	Plantago major	1	Silene vulgaris	1	Salvia pratensis	1
Linum perenne sp alp.	1	Graminée	1	Leucanthemum cua.	1	Plantago major	1	Poa pratensis	1	Salvia pratensis	1	Taraxacum officinale	1	Silene vulgaris	1
mousse 1	1	Leontodon pyrenaeus.	1	Myosotis sylvatica	1	Poa pratensis	1	Trifolium montanum	1	Taraxacum officinale	1	Trifolium montanum	1	Trisetum flavescens	1
Myosotis sylvatica	1	Myosotis sylvatica	1	Ombellifère	1	Primula veris sp veris	1	Vicia incana	1	Trisetum flavescens	1	Trisetum flavescens	1	Vicia sepium	1
Ombellifère	1	Ombellifère	1	Phyteuma orbiculare	1	Rosa pimpinellifolia	1	Vicia sepium	1			Vicia sepium	1		
Phyteuma orbiculare	1	Phyteuma orbiculare	1	Pinus sylvestris	1	Silene vulgaris	1								
Plantago major	1	Pinus sylvestris	1	Primula veris sp veris	1	Trisetum flavescens	1								
Taraxacum officinale	1	Plantago major	1	Rosa pimpinellifolia	1	Vicia incana	1								
Trifolium pratense	1	Rosa pimpinellifolia	1	Salvia pratensis	1	Vicia sepium	1								
Vicia sepium	1	Sanguisorba minor	1	Sanguisorba minor	1										
		Taraxacum officinale	1	Taraxacum officinale	1										
		Trifolium pratense	1	Trisetum flavescens	1										
		Vicia sepium	1	Vicia sepium	1										

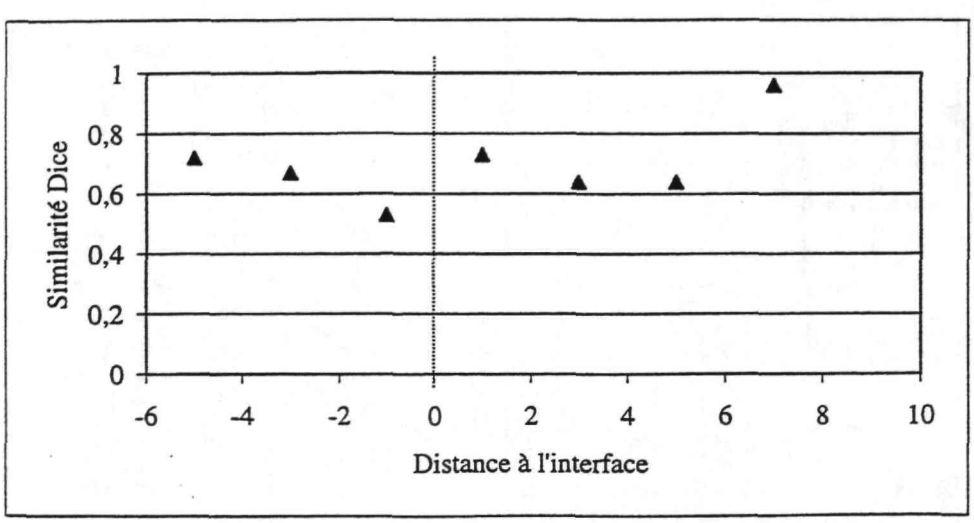




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



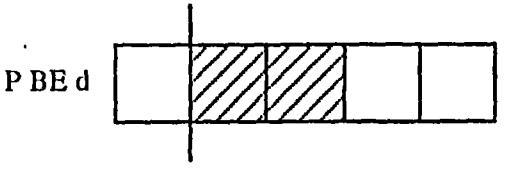


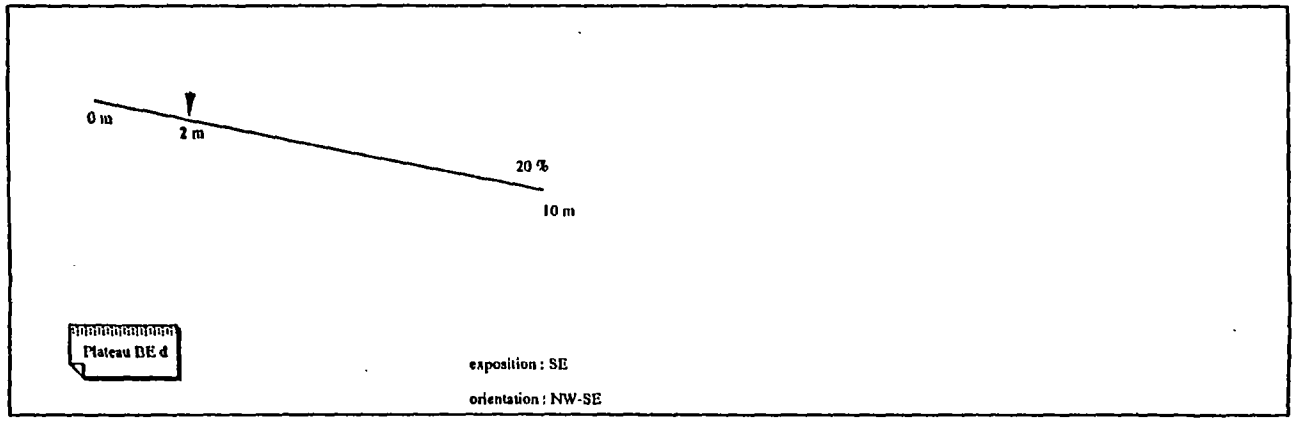


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

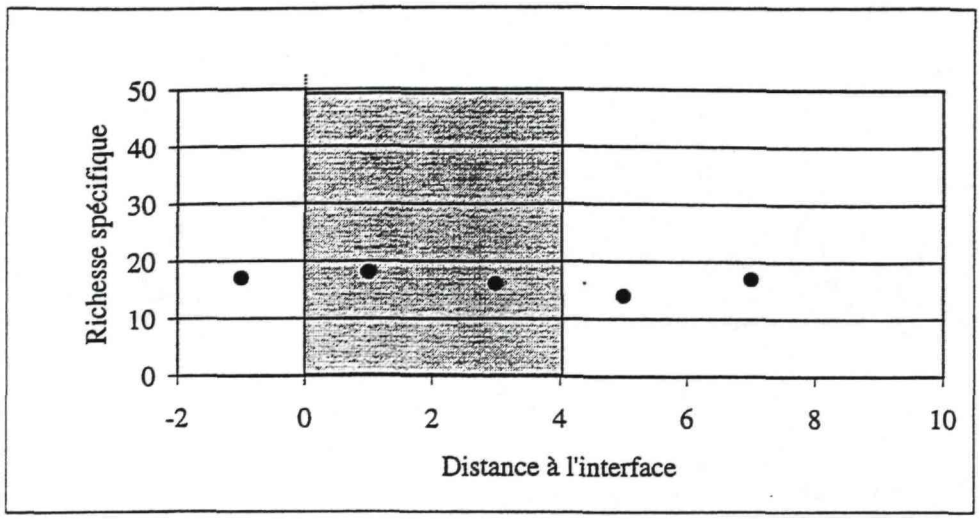
Plateau 5-9 (4) : transect de forêt à zone entretenue

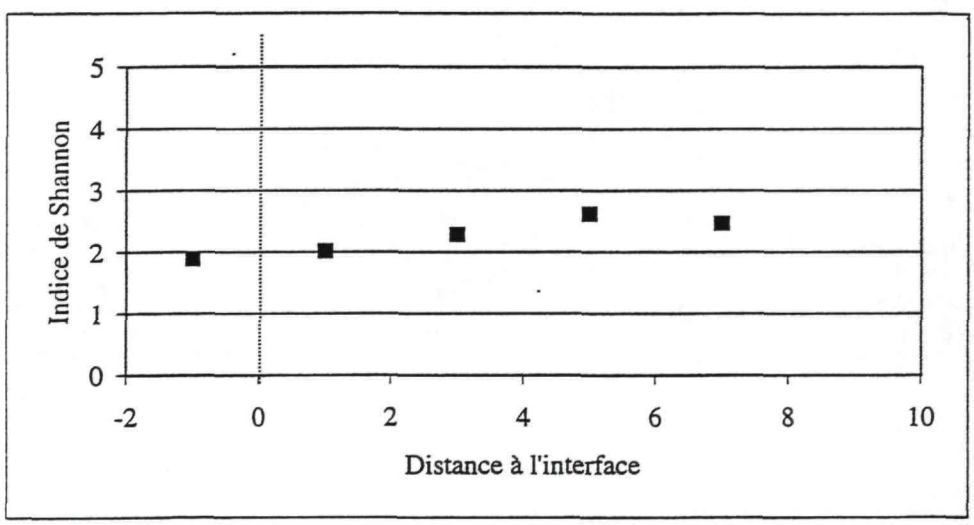
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5	
Astragalus purpureus	4	Onobrychis viciifolia	3	Onobrychis viciifolia	3	Dactylis glomerata	3	Dactylis glomerata	3
Brachypodium pinn.	3	Vicia sepium	3	Dactylis glomerata	2	Rhinanthus alectorol.	3	Trifolium pratense	3
Helianthemum numm.	3	Dactylis glomerata	2	Myosotis sylvatica	2	Onobrychis viciifolia	2	Astragalus purpureus	2
Galium verum	2	Rhinanthus alectorol.	2	Rhinanthus alectorol.	2	Ranunculus aurikomus	2	Onobrychis viciifolia	2
Acinos alpinus	1	Acinos alpinus	1	Vicia sepium	2	Taraxacum officinale	2	Ranunculus aurikomus	2
Anthyllis vulneraria	1	Astragalus purpureus	1	Acinos alpinus	1	Trifolium pratense	2	Taraxacum officinale	2
Dactylis glomerata	1	Galium verum	1	Astragalus purpureus	1	Vicia sepium	2	Galium verum	1
Lathyrus pratensis	1	Helianthemum numm.	1	Carintha minor	1	Astragalus purpureus	1	Helianthemum numm.	1
Onobrychis viciifolia	1	Lathyrus pratensis	1	Helianthemum numm.	1	Helianthemum numm.	1	Lathyrus pratensis	1
Pinus sylvestris	1	Linum perenne sp alp.	1	Lathyrus pratensis	1	Lathyrus pratensis	1	Myosotis sylvatica	1
Plantago lanceolata	1	Myosotis sylvatica	1	Linum perenne sp alp.	1	Myosotis sylvatica	1	Plantago lanceolata	1
Plantago major	1	Orchis ustulata	1	Poa pratensis	1	Salvia pratensis	1	Plantago major	1
Poa pratensis	1	Poa pratensis	1	Ranunculus aurikomus	1	Silene vulgaris	1	Poa pratensis	1
Ranunculus aurikomus	1	Ranunculus aurikomus	1	Salvia pratensis	1	Tragopogon pratensis	1	Rhinanthus alectorol.	1
Rhinanthus alectorol.	1	Salvia pratensis	1	Silene vulgaris	1			Salvia pratensis	1
Taraxacum officinale	1	Silene vulgaris	1	Taraxacum officinale	1			Silene vulgaris	1
Vicia sepium	1	Taraxacum officinale	1					Tragopogon pratensis	1
		Tragopogon pratensis	1						

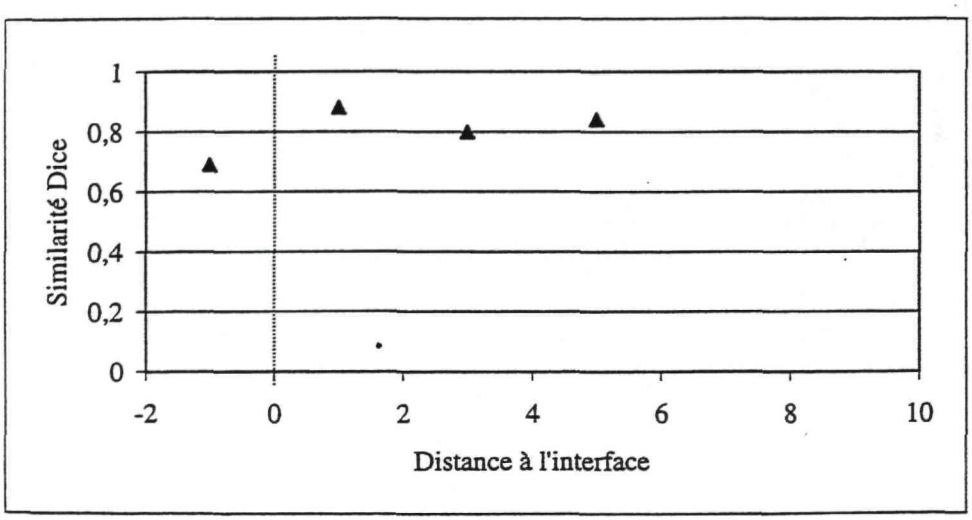




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



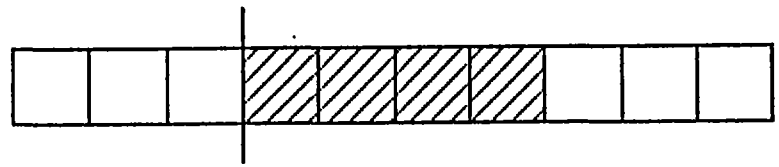


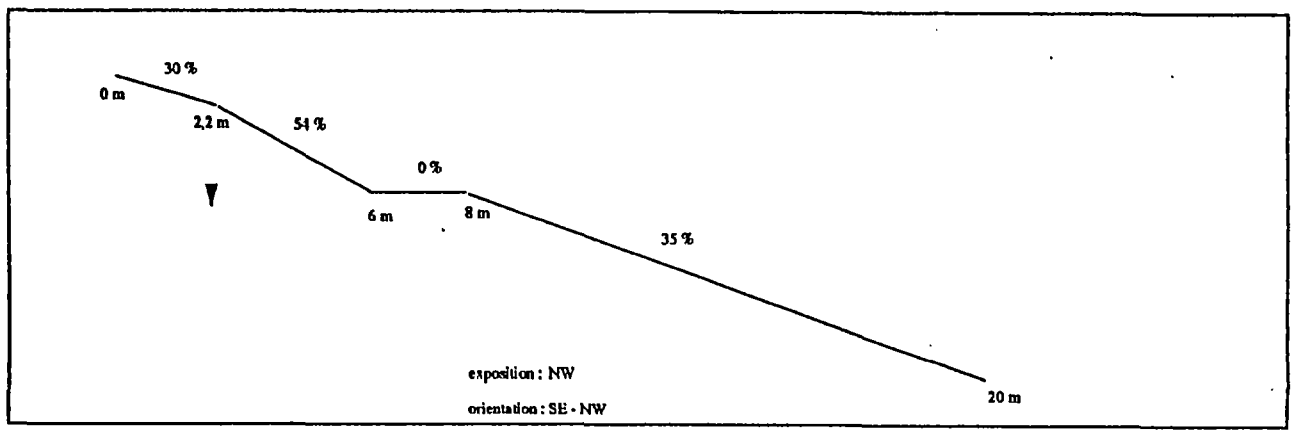


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

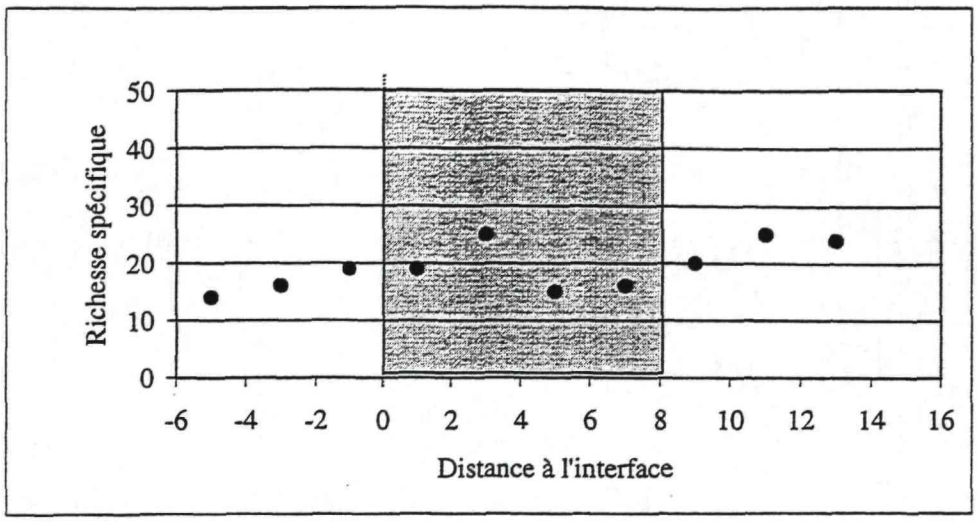
Plateau 5-6 (1) : transect de forêt à friche

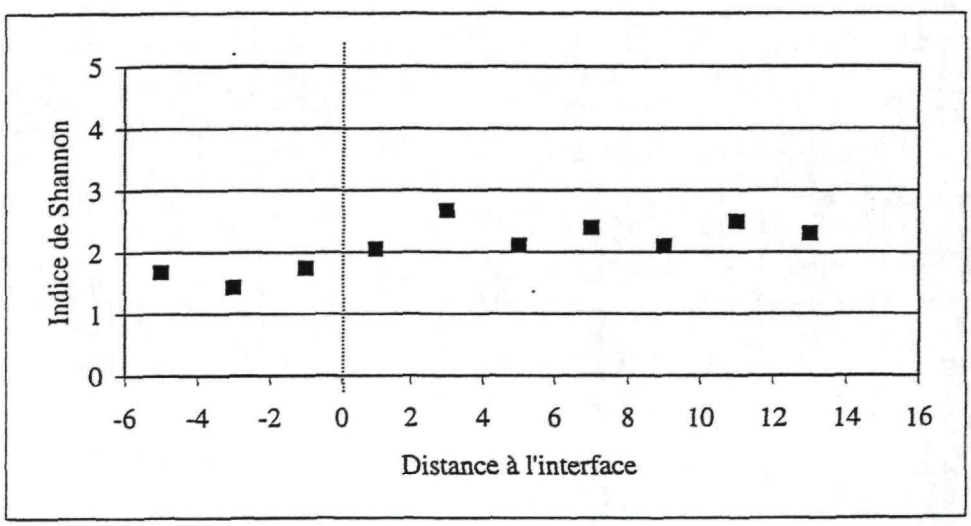
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Sesleria albicans	4	Sesleria albicans	4	Polygala chamaebux.	3	Crepis pyrenaica	2	Helianthemum numm.	2	Pinus sylvestris	2 -	Helianthemum numm.	2	Helianthemum numm.	2	Astragalus purpureus	2	Helianthemum numm.	2
mousse 2	3	Polygala chamaebux.	3	Sesleria albicans	3	Vicia lucana	2	Pinus sylvestris	2	Sesleria albicans	2	Pinus sylvestris	2	Lotus corniculatus	2	Helianthemum numm.	2	Lotus corniculatus	2
Leontodon pyrenaicus.	2	mousse 2	2	Crepis pyrenaica	2	Epipactis helleborine	1	Plantago major	2	Vicia lucana	2	Sesleria albicans	2	Akhemilla xantochl.	1	Lotus corniculatus	2	Arctostaphylos uv.	1
Polygala chamaebux.	2	Betula pendula	1	Arctostaphylos uv.	1	*Helianthemum numm.*	1	Vicia lucana	2	*Helianthemum numm.*	1	Vicia lucana	2	Arctostaphylos uv.	1	Achillea millefolium	1	Astragalus purpureus	1
Aegopodium podag.	1	Corduus defloratus	1	Betula pendula	1	Hypochoeris radicata	1	Amelanchier ovalis	1	Hypochoeris radicata	1	Amelanchier ovalis	1	Astragalus purpureus	1	Arctostaphylos uv.	1	Berberis vulgaris	1
Graminée	1	Crepis pyrenaica	1	Corduus defloratus	1	Juniperus communis		Graminée	1	Juniperus communis		Graminée	1	Berberis vulgaris	1	Berberis vulgaris	1	Campanula rhomboid.	1
Lotus corniculatus	1	Leontodon pyrenaicus.	1	Epipactis helleborine	1	subsp communis	1	Epipactis helleborine	1	subsp communis	1	Juniperus communis		Euphorbia cyparissias	1	Corduus defloratus	1	Festuca rubra	1
Pinus sylvestris	1	Linum perenne	1	Gentiana verna	1	Leontodon pyrenaicus.	1	Fragaria vesca	1	Leontodon pyrenaicus.	1	subsp communis	1	Festuca rubra	1	Euphorbia cyparissias	1	Juniperus communis	
Plantago major	1	Lotus corniculatus	1	Helianthemum numm.	1	Leucanthemum cun.	1	Hypochoeris radicata	1	Lotus corniculatus	1	Leontodon pyrenaicus.	1	Hieracium pilosella	1	Festuca rubra	1	subsp communis	1
Pyrola minor	1	mousse 1	1	Lotus corniculatus	1	Lotus corniculatus	1	Juniperus communis		mousse 1	1	Lotus corniculatus	1	Koeleria macrantha	1	Hypochoeris radicata	1	Koeleria macrantha	1
Ranunculus aurikomus	1	mousse 3	1	Moneses uniflora	1	mousse 1	1	subsp communis	1	Onobrychis viciifolia	1	mousse 1	1	Leontodon pyrenaicus.	1	Juniperus communis		Leontodon pyrenaicus.	1
Rosa pimpinellifolia	1	Pinus sylvestris	1	mousse 1	1	Ombellifère	1	Koeleria macrantha	1	Plantago major	1	Onobrychis viciifolia	1	Medicago sativa	1	subsp communis	1	Medicago minima	1
Sanguisorba minor	1	Plantago major	1	mousse 3	1	Phyteuma orbiculare	1	Leontodon pyrenaicus.	1	Polygala chamaebux.	1	Plantago major	1	Onobrychis viciifolia	1	Koeleria macrantha	1	Medicago sativa	1
Vicia lucana	1	Sanguisorba minor	1	Picea abies	1	Pinus sylvestris	1	Leucanthemum cun.	1	Polygala vulgaris	1	Polygala chamaebux.	1	Phyteuma orbiculare	1	Medicago sativa	1	mousse 1	1
		Trifolium pratense	1	Pinus sylvestris	1	Plantago major	1	Lotus corniculatus	1	Sanguisorba minor	1	Polygala vulgaris	1	Pinus sylvestris	1	mousse 1	1	Onobrychis viciifolia	1
		Vicia lucana	1	Sanguisorba minor	1	Polygala chamaebux.	1	Medicago sativa	1	Vicia sepium	1	Sanguisorba minor	1	Poa pratensis	1	Onobrychis viciifolia	1	Phyteuma orbiculare	1
				Taxacum officinale	1	Polygala vulgaris	1	Onobrychis viciifolia	1			Vicia sepium	1	Polygala vulgaris	1	Phyteuma orbiculare	1	Pinus sylvestris	1
				Ranunculus aurikomus	1	Sanguisorba minor	1	Phyteuma orbiculare	1					Potentilla reptens	1	Pinus sylvestris	1	Polygala vulgaris	1
				Sanguisorba minor	1	Sesleria albicans	1	Picea abies	1					Sanguisorba minor	1	Polygala vulgaris	1	Potentilla reptens	1
				Sesleria albicans	1	Trifolium pratense	1	Poa pratensis	1					Sesleria albicans	1	Potentilla reptens	1	Rosa pimpinellifolia	1
						Vicia sepium	1	Polygala chamaebux.	1							Rosa pimpinellifolia	1	Sanguisorba minor	1
								Polygala vulgaris	1							Sanguisorba minor	1	Sesleria albicans	1
								Sanguisorba minor	1							Sesleria albicans	1	Silene vulgaris	1
								Sesleria albicans	1							Silene vulgaris	1	Thesium alpinum	1
								Trifolium pratense	1							Tragopogon pratensis	1	Vicia lucana	1
								Vicia sepium	1							Vicia lucana	1		

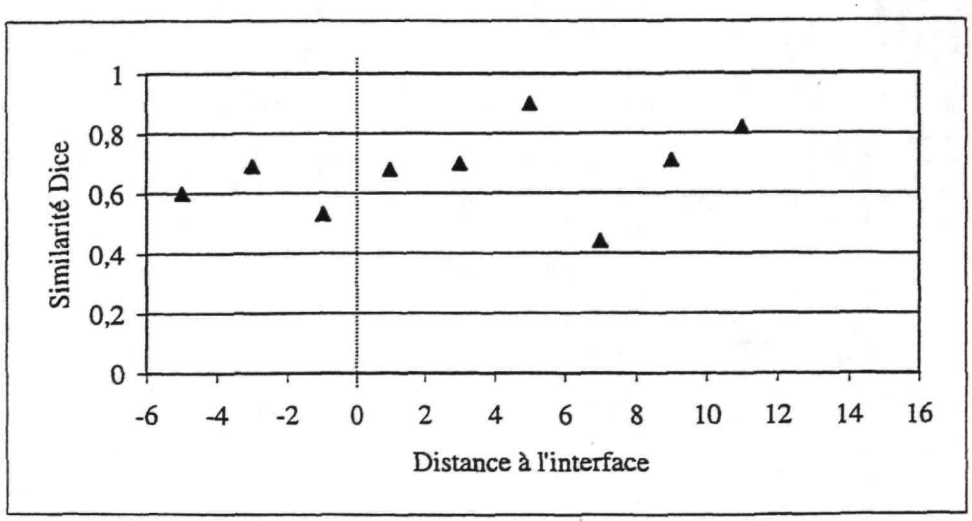




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref







CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Plateau 7-9 (1) : transect de zone en déprise à zone entretenue

placette 1
- Achillea millefolium 3
- Poa pratensis 3
- Rosa pimpinellifolia 3
- Galium laeve. 2
- Galium verum 2
- Helianthemum numm. 2
- Laserpitium latifolium 2
- Allium oleraceum 1
- Astragalus purpureus 1
- Bunium bulbocastan. 1
- Centaurea scabiosa 1
- Cerastium arvense 1
- Colchicum autumnale 1
- Euphorbia cyparissias 1
- Labiée violette 1
- Lathyrus pratensis 1
- Leucanthemum vul. 1
- Onobrychis viciifolia 1
- Polygonum viviparum 1
- Rhinanthus alectorol. 1
- Salvia pratensis 1
- Thymus serpyllum 1
- Trisetum flavescens 1

placette 2
- Achillea millefolium 2
- Colchicum autumnale 2
- Laserpitium latifolium 2
- Lotus corniculatus 2
- Narcissus poeticus 2
- Onobrychis viciifolia 2
- Trisetum flavescens 2
- Anthoxanthum odor. 1
- Campanula coraka 1
- Centaurea scabiosa 1
- Galium laeve. 1
- Galium verum 1
- Helianthemum numm. 1
- Heracleum sphondyl. 1
- Knautia arvensis 1
- Lathyrus pratensis 1
- Leucanthemum vul. 1
- Medicago minima 1
- Plantago lanceolata 1
- Plantago major 1
- Polygonum viviparum 1
- Primula veris sp veris 1
- Salvia pratensis 1
- Trifolium montanum 1
- Vicia sepium 1

placette 3
- Colchicum autumnale 2
- Helianthemum numm. 2
- Knautia arvensis 2
- Laserpitium latifolium 2
- Lathyrus pratensis 2
- Lotus corniculatus 2
- Salvia pratensis 2
- Anthoxanthum odor. 1
- Anthyllis vulneraria 1
- Astragalus purpureus 1
- Bunium bulbocastan. 1
- Campanula coraka 1
- Centaurea scabiosa 1
- Dactylis glomerata 1
- Galium laeve. 1
- Leucanthemum vul. 1
- Narcissus poeticus 1
- Onobrychis viciifolia 1
- Plantago lanceolata 1
- Poa pratensis 1
- Polygonum viviparum 1
- Ranunculus auricomus 1
- Rosa pimpinellifolia 1
- Silene nutans 1
- Vicia sepium 1

placette 4
- Rosa pimpinellifolia 3
- Bunium bulbocastan. 2
- Colchicum autumnale 2
- Salvia pratensis 2
- Achillea millefolium 1
- Briza media 1
- Bromus erectus 1
- Centaurea scabiosa 1
- Crepis sp 1
- Erysimum grandifl. 1
- Euphorbia cyparissias 1
- Festuca rubra 1
- Galium laeve. 1
- Galium verum 1
- Gentiana lutea 1
- Helianthemum numm. 1
- Hieracium pilosella 1
- Laserpitium latifolium 1
- Narcissus poeticus 1
- Plantago lanceolata 1
- Plantago major 1
- Poa pratensis 1
- Poa viviparum 1
- Rhinanthus alectorol. 1
- Trisetum flavescens 1
- Veronica arvensis 1

placette 5
- Helianthemum numm. 3
- Galium laeve. 2
- Poa pratensis 2
- Salvia pratensis 2
- Achillea millefolium 1
- Anthoxanthum odor. 1
- Brachypodium pinn. 1
- Briza media 1
- Bromus erectus 1
- Bunium bulbocastan. 1
- Campanula coraka 1
- Centaurea scabiosa 1
- Colchicum autumnale 1
- Dactylis glomerata 1
- Euphorbia cyparissias 1
- Festuca rubra 1
- Galium verum 1
- Heracleum sphondyl. 1
- Knautia arvensis 1
- Laserpitium latifolium 1
- Lathyrus pratensis 1
- Medicago minima 1
- Myosotis sylvatica 1
- Narcissus poeticus 1
- Ornithogalum umbel. 1
- Plantago major 1
- Polygonum viviparum 1
- Rhinanthus alectorol. 1
- Trifolium montanum 1

placette 6
- Narcissus poeticus 3
- Bromus erectus 2
- Campanula coraka 2
- Colchicum autumnale 2
- Helianthemum numm. 2
- Salvia pratensis 2
- Anthoxanthum odor. 1
- Anthyllis vulneraria 1
- Brachypodium pinn. 1
- Briza media 1
- Centaurea scabiosa 1
- Cerastium arvense 1
- Chaerophyllum hirs. 1
- Crepis sp 1
- Dactylis glomerata 1
- Galium verum 1
- Geranium sylvaticum 1
- Knautia arvensis 1
- Laserpitium latifolium 1
- Lathyrus pratensis 1
- Leucanthemum vul. 1
- Lotus corniculatus 1
- Medicago minima 1
- Plantago lanceolata 1
- Polygonum viviparum 1
- Ranunculus auricomus 1
- Rhinanthus alectorol. 1
- Sanguisorba minor 1
- Trifolium montanum 1
- Trisetum flavescens 1

placette 7
- Helianthemum numm. 3
- Anthoxanthum odor. 2
- Galium laeve. 2
- Laserpitium latifolium 2
- Medicago minima 2
- Narcissus poeticus 2
- Rhinanthus alectorol. 2
- Trifolium pratense 2
- Trisetum flavescens 2
- Brachypodium pinn. 1
- Briza media 1
- Bromus erectus 1
- Campanula coraka 1
- Centaurea scabiosa 1
- Colchicum autumnale 1
- Crepis sp 1
- Dactylis glomerata 1
- Geranium sylvaticum 1
- Gymnadenia conops. 1
- Heracleum sphondyl. 1
- Knautia arvensis 1
- Lathyrus pratensis 1
- Lotus corniculatus 1
- Orchis ustulata 1
- Plantago lanceolata 1
- Plantago major 1
- Polygonum viviparum 1
- Ranunculus auricomus 1
- Salvia pratensis 1
- Tragopogon pratensis 1

placette 8
- Crepis sp 3
- Narcissus poeticus 3
- Campanula coraka 2
- Medicago minima 2
- Trifolium pratense 2
- Achillea millefolium 1
- Anthoxanthum odor. 1
- Brachypodium pinn. 1
- Briza media 1
- Bromus erectus 1
- Colchicum autumnale 1
- Crepis vesicaria 1
- Galium laeve. 1
- Galium verum 1
- Geranium sylvaticum 1
- Helianthemum numm. 1
- Knautia arvensis 1
- Laserpitium latifolium 1
- Lathyrus pratensis 1
- Leucanthemum vul. 1
- Lotus corniculatus 1
- Ornithogalum umbel. 1
- Pimpinella major 1
- Plantago lanceolata 1
- Polygonum bistorta 1
- Ranunculus auricomus 1
- Rhinanthus alectorol. 1
- Rumex acetosa 1
- Salvia pratensis 1
- Trisetum flavescens 1
- Vicia sepium 1

placette 9
- Narcissus poeticus 3
- Salvia pratensis 2
- Trifolium pratense 2
- Anthoxanthum odor. 1
- Bromus erectus 1
- Bunium bulbocastan. 1
- Campanula coraka 1
- Colchicum autumnale 1
- Crepis sp 1
- Galium laeve. 1
- Galium verum 1
- Geranium sylvaticum 1
- Helianthemum numm. 1
- Heracleum sphondyl. 1
- Knautia arvensis 1
- Laserpitium latifolium 1
- Lathyrus pratensis 1
- Leucanthemum vul. 1
- Lotus corniculatus 1
- Medicago minima 1
- Orchis ustulata 1
- Ornithogalum umbel. 1
- Plantago lanceolata 1
- Polygonum bistorta 1
- Ranunculus auricomus 1
- Rhinanthus alectorol. 1
- Rumex acetosa 1
- Sanguisorba minor 1
- Silene nutans 1
- Silene vulgaris 1
- Trisetum flavescens 1
- Vicia sepium 1

placette 10
- Crepis pyrenaica 2
- Medicago minima 2
- Narcissus poeticus 2
- Salvia pratensis 2
- Trifolium pratense 2
- Achillea millefolium 1
- Anthoxanthum odor. 1
- Arrhenatherum elat. 1
- Bromus erectus 1
- Campanula coraka 1
- Centaurea scabiosa 1
- Colchicum autumnale 1
- Crepis sp 1
- Crepis vesicaria 1
- Galium verum 1
- Geranium sylvaticum 1
- Heracleum sphondyl. 1
- Lathyrus luteus 1
- Listera ovata 1
- Myosotis sylvatica 1
- Pimpinella major 1
- Polygonum bistorta 1
- Ranunculus auricomus 1
- Rhinanthus alectorol. 1
- Rumex acetosa 1
- Tragopogon pratensis 1
- Trisetum flavescens 1
- Trollius europaeus 1
- Vicia sepium 1

placette 11
- Narcissus poeticus 3
- Polygonum bistorta 2
- Trifolium pratense 2
- Trisetum flavescens 2
- Achillea millefolium 1
- Anthoxanthum odor. 1
- Campanula coraka 1
- Colchicum autumnale 1
- Crepis pyrenaica 1
- Crepis sp 1
- Dactylis glomerata 1
- Geranium sylvaticum 1
- Heracleum sphondyl. 1
- Leucanthemum vul. 1
- Medicago minima 1
- Myosotis sylvatica 1
- Ranunculus auricomus 1
- Rhinanthus alectorol. 1
- Rumex acetosa 1
- Salvia pratensis 1
- Silene vulgaris 1
- Tragopogon pratensis 1
- Trollius europaeus 1
- Vicia sepium 1

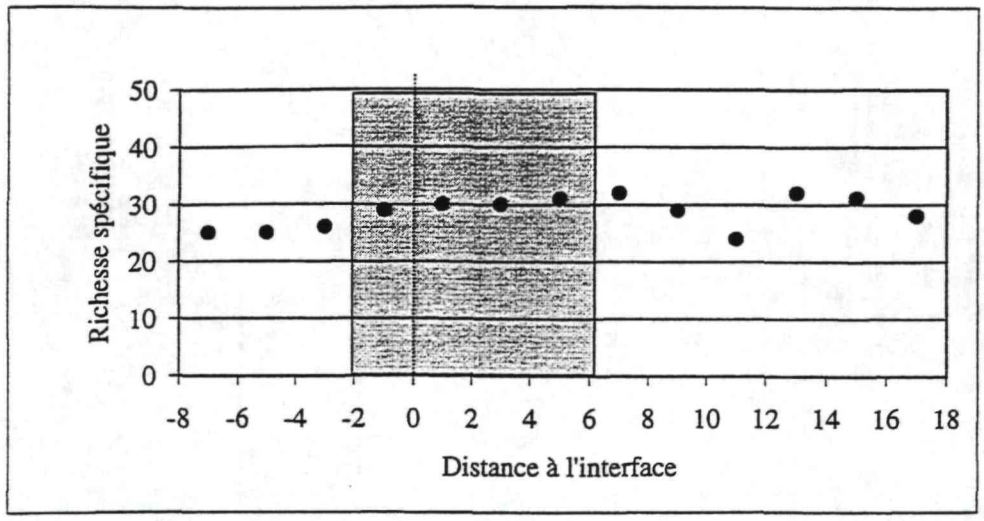
placette 12
- Narcissus poeticus 3
- Anthoxanthum odor. 2
- Crepis sp 2
- Lathyrus luteus 2
- Rhinanthus alectorol. 2
- Achillea millefolium 1
- Arrhenatherum elat. 1
- Briza media 1
- Campanula coraka 1
- Cerastium arvense 1
- Colchicum autumnale 1
- Crepis pyrenaica 1
- Dactylis glomerata 1
- Galium verum 1
- Geranium sylvaticum 1
- Helianthemum numm. 1
- Heracleum sphondyl. 1
- Leucanthemum vul. 1
- Listera ovata 1
- Lotus corniculatus 1
- Myosotis sylvatica 1
- Ornithogalum umbel. 1
- Plantago lanceolata 1
- Polygonum bistorta 1
- Polygonum viviparum 1
- Ranunculus auricomus 1
- Rumex acetosa 1
- Salvia pratensis 1
- Silene vulgaris 1
- Tragopogon pratensis 1
- Trifolium pratense 1
- Trisetum flavescens 1

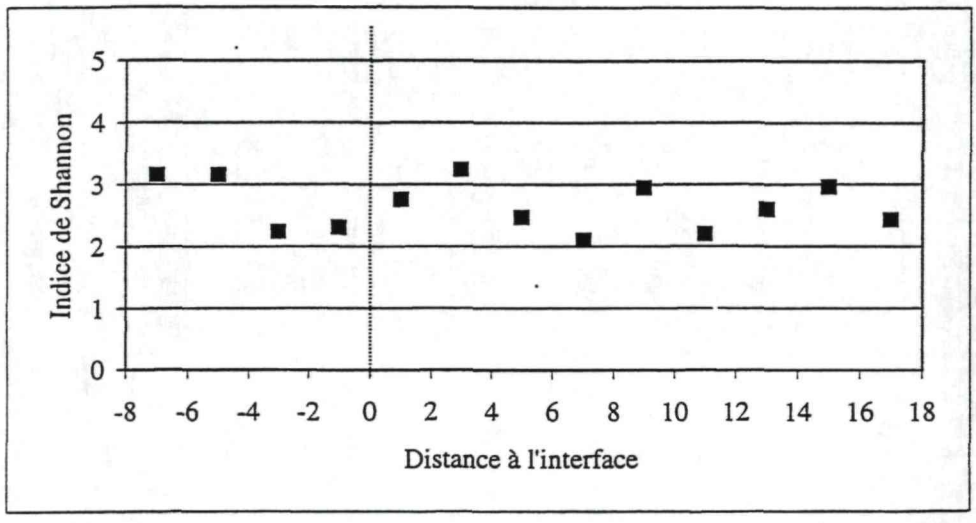
placette 13
- Narcissus poeticus 3
- Anthoxanthum odor. 2
- Anthyllis vulneraria 2
- Crepis sp 2
- Lotus corniculatus 2
- Rhinanthus alectorol. 2
- Trifolium pratense 2
- Achillea millefolium 1
- Arrhenatherum elat. 1
- Briza media 1
- Campanula coraka 1
- Colchicum autumnale 1
- Crepis pyrenaica 1
- Galium verum 1
- Helianthemum numm. 1
- Knautia arvensis 1
- Lathyrus pratensis 1
- Leucanthemum vul. 1
- Listera ovata 1
- Medicago minima 1
- Onobrychis viciifolia 1
- Plantago lanceolata 1
- Polygonum bistorta 1
- Ranunculus auricomus 1
- Rumex acetosa 1
- Salvia pratensis 1
- Silene vulgaris 1
- Tragopogon pratensis 1
- Trisetum flavescens 1
- Trollius europaeus 1
- Vicia sepium 1

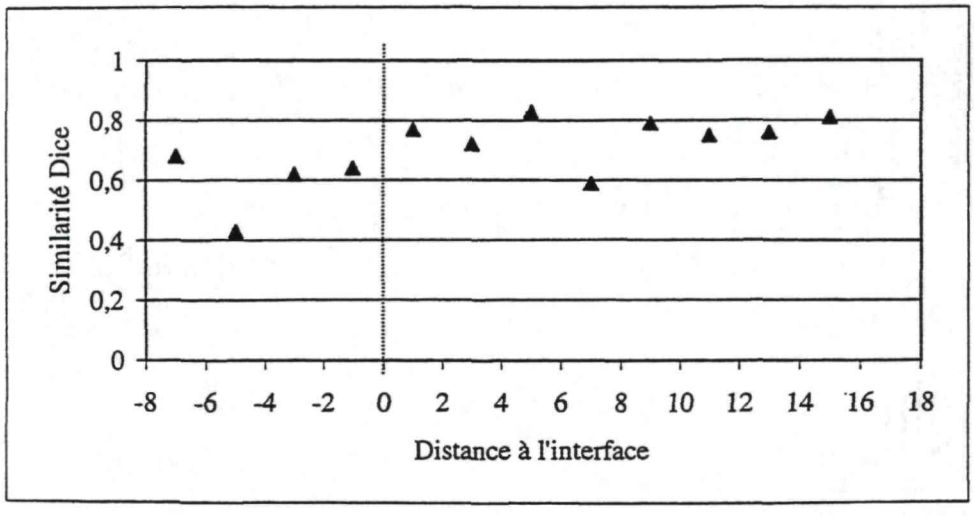
placette 14
- Heracleum sphondyl. 3
- Polygonum bistorta 3
- Anthoxanthum odor. 2
- Trifolium pratense 2
- Trisetum flavescens 2
- Achillea millefolium 1
- Arrhenatherum elat. 1
- Briza media 1
- Campanula coraka 1
- Colchicum autumnale 1
- Crepis pyrenaica 1
- Crepis sp 1
- Dactylis glomerata 1
- Galium verum 1
- Geranium sylvaticum 1
- Helianthemum numm. 1
- Knautia arvensis 1
- Lathyrus pratensis 1
- Leucanthemum vul. 1
- Lotus corniculatus 1
- Narcissus poeticus 1
- Ornithogalum umbel. 1
- Plantago lanceolata 1
- Ranunculus auricomus 1
- Rhinanthus alectorol. 1
- Rumex acetosa 1
- Salvia pratensis 1
- Tragopogon pratensis 1

P DE a

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



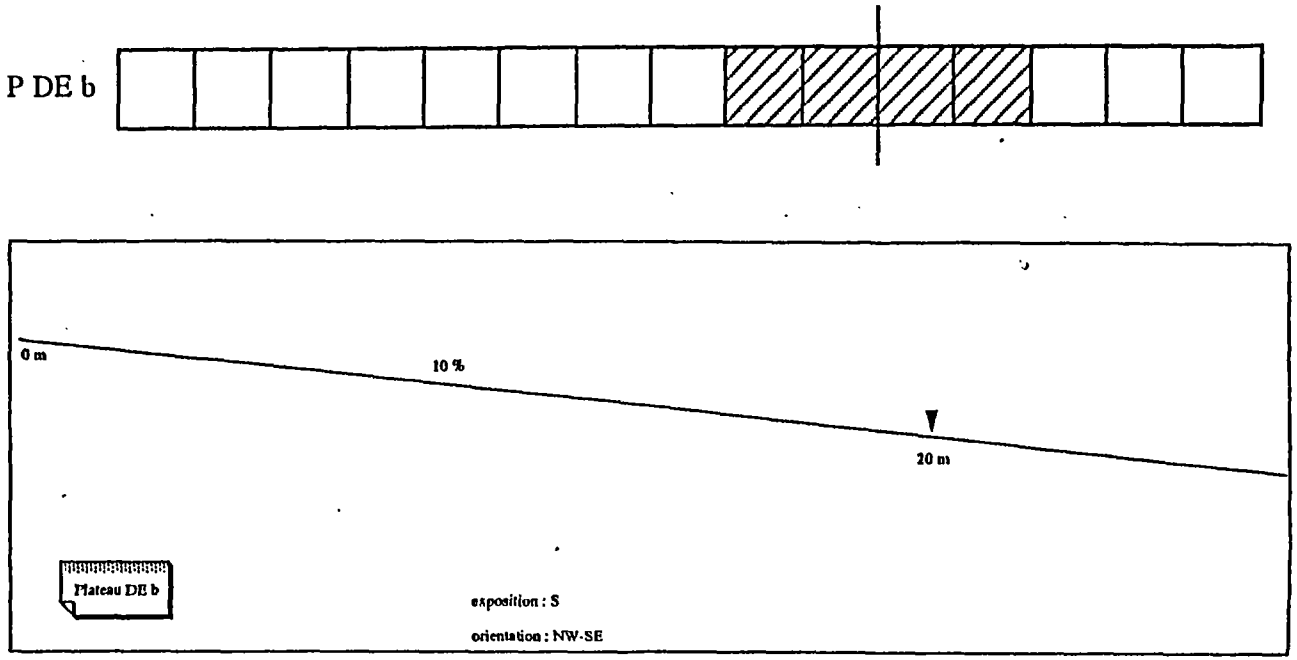




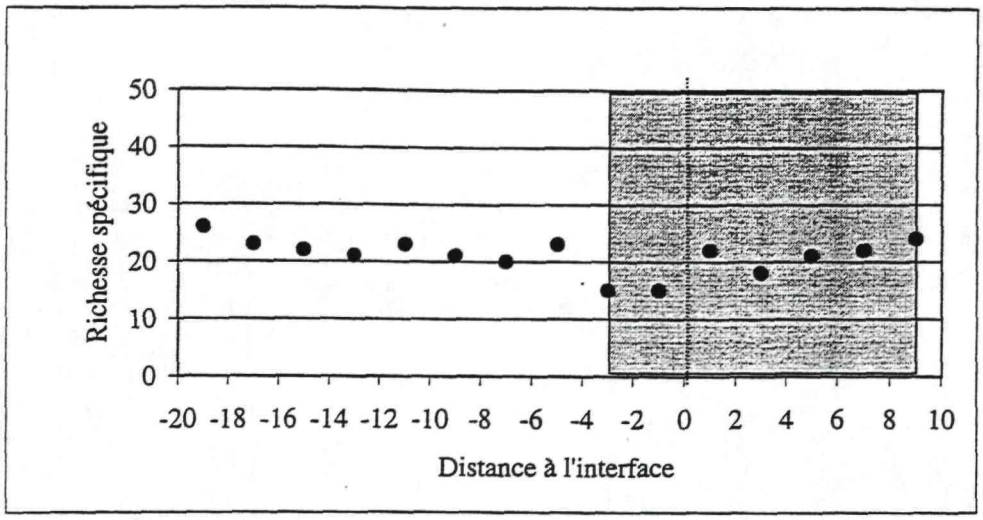
CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

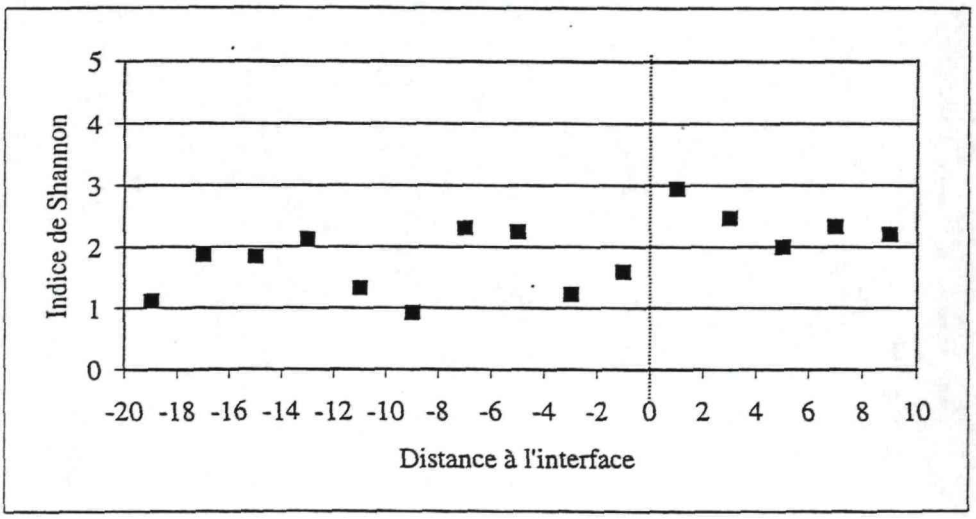
Plateau 7-9 (2) : transect de zone en déprise à zone entretenue

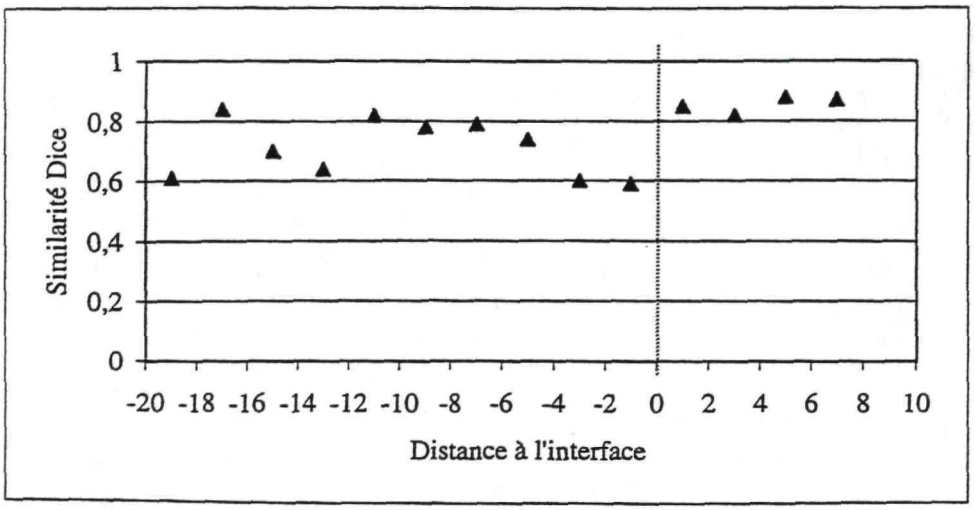
placette 1	placette 2	placette 3	placette 4	placette 5	placette 6	placette 7	placette 8	placette 9	placette 10	placette 11	placette 12	placette 13	placette 14	placette 15
Lonicera etrusca 1	Festuca rubra 3	Centaurea scabiosa 3	Centaurea scabiosa 3	Lonicera etrusca 4	Onobrychis viciifolia 3	Centaurea scabiosa 2	Lonicera etrusca 2	Trisetum flavescens 3	Brachypodium pinnatum 2	Myosotis sylvatica 2	Myosotis sylvatica 1	Heracleum sphondyl. 1	Geranium sylvaticum 3	Geranium sylvaticum 1
Arisarum vulgare 1	Centaurea scabiosa 2	Myosotis sylvatica 3	Lonicera etrusca 3	Centaurea scabiosa 2	Arrhenatherum elat. 3	Dactylis glomerata 2	Dactylis glomerata 2	Brachypodium pinnatum 2	Cirsium acaule 1	Brachypodium pinnatum 2	Onobrychis viciifolia 2	Geranium sylvaticum 3	Heracleum sphondyl. 3	Heracleum sphondyl. 2
Campanula erinus 1	Trisetum flavescens 2	Onobrychis viciifolia 3	Onobrychis viciifolia 2	Onobrychis viciifolia 2	Brachypodium pinnatum 1	Achillea millefolium 1	Centaurea scabiosa 1	Centaurea scabiosa 1	Erysimum grandifl. 1	Onobrychis viciifolia 2	Polygonum bistorta 2	Myosotis sylvatica 2	Polygonum bistorta 3	Polygonum bistorta 1
Centaurea scabiosa 1	Achillea millefolium 1	Achillea millefolium 1	Arrhenatherum elat. 1	Arrhenatherum elat. 1	Centaurea scabiosa 1	Onobrychis viciifolia 2	Arrhenatherum elat. 1	Dactylis glomerata 1	Festuca rubra 1	Ranunculus auricomus 2	Ranunculus auricomus 1	Polygonum bistorta 2	Ranunculus auricomus 1	Ranunculus auricomus 1
Cirsium acaule 1	Brachypodium pinnatum 1	Brachypodium pinnatum 1	Brachypodium pinnatum 1	Brachypodium pinnatum 1	Cirsium acaule 1	Trifolium scabiosa 2	Brachypodium pinnatum 1	Lathyrus pratensis 1	Lathyrus pratensis 1	Achillea millefolium 1	Centaurea scabiosa 1	Ranunculus auricomus 2	Rumex acetosa 1	Rumex acetosa 1
Dactylis glomerata 1	Cirsium acaule 1	Cirsium acaule 1	Erysimum grandifl. 1	Cirsium acaule 1	Cirsium acaule 1	Arrhenatherum elat. 1	Centaurea scabiosa 1	Myosotis sylvatica 1	Myosotis sylvatica 1	Centaurea scabiosa 1	Cirsium acaule 1	Centaurea scabiosa 1	Cirsium acaule 1	Cirsium acaule 1
Galium laevo. 1	Dactylis glomerata 1	Erysimum grandifl. 1	Festuca rubra 1	Dactylis glomerata 1	Dactylis glomerata 1	Cirsium acaule 1	Dactylis glomerata 1	Onobrychis viciifolia 1	Onobrychis viciifolia 1	Cirsium acaule 1	Crepis pyrenaica 1	Cirsium acaule 1	Crepis pyrenaica 1	Crepis pyrenaica 1
Galium verum 1	Galium laevo. 1	Galium laevo. 1	Galium laevo. 1	Festuca rubra 1	Galium laevo. 1	Dactylis glomerata 1	Galium laevo. 1	Plantago lanceolata 1	Plantago lanceolata 1	Crepis pyrenaica 1	Dactylis glomerata 1	Crepis pyrenaica 1	Dactylis glomerata 1	Dactylis glomerata 1
Lathyrus pratensis 1	Galium verum 1	Galium verum 1	Galium verum 1	Galium laevo. 1	Galium verum 1	Festuca rubra 1	Galium verum 1	Polygonum bistorta 1	Polygonum bistorta 1	Dactylis glomerata 1	Galium laevo. 1	Dactylis glomerata 1	Galium laevo. 1	Galium laevo. 1
Leucanthemum vul. 1	Helictotrichon pubes. 1	Helictotrichon pubes. 1	Helictotrichon pubes. 1	Helictotrichon pubes. 1	Helictotrichon pubes. 1	Galium verum 1	Helictotrichon pubes. 1	Ranunculus auricomus 1	Ranunculus auricomus 1	Galium laevo. 1	Galium verum 1	Galium laevo. 1	Galium verum 1	Galium verum 1
Medicago lupulina 1	Lonicera etrusca 1	Lonicera etrusca 1	Lonicera etrusca 1	Lonicera etrusca 1	Lonicera etrusca 1	Lotus corniculatus 1	Lathyrus pratensis 1	Salvia pratensis 1	Salvia pratensis 1	Lathyrus pratensis 1	Lathyrus pratensis 1	Lathyrus pratensis 1	Lathyrus pratensis 1	Lathyrus pratensis 1
Myosotis sylvatica 1	Lotus corniculatus 1	Lotus corniculatus 1	Myosotis sylvatica 1	Myosotis sylvatica 1	Myosotis sylvatica 1	Myosotis sylvatica 1	Myosotis sylvatica 1	Silene vulgaris 1	Silene vulgaris 1	Leucanthemum vul. 1	Leucanthemum vul. 1	Myosotis sylvatica 1	Myosotis sylvatica 1	Myosotis sylvatica 1
Onobrychis viciifolia 1	Myosotis sylvatica 1	Ornithogalum umbel. 1	Onobrychis viciifolia 1	Ornithogalum umbel. 1	Phyteuma orbiculare 1	Nardurus poaeformis 1	Nardurus poaeformis 1	Trisetum flavescens 1	Trollius europaeus 1	Nardurus poaeformis 1	Rumex acetosa 1	Nardurus poaeformis 1	Onobrychis viciifolia 1	Nardurus poaeformis 1
Pedicularis comosa 1	Onobrychis viciifolia 1	Phyteuma orbiculare 1	Phyteuma orbiculare 1	Phyteuma orbiculare 1	Poa alpina 1	Ornithogalum umbel. 1	Ornithogalum umbel. 1	Trollius europaeus 1		Ornithogalum umbel. 1	Salvia pratensis 1	Rumex acetosa 1	Rhinanthus alectorol. 1	Onobrychis viciifolia 1
Plantago lanceolata 1	Ornithogalum umbel. 1	Plantago lanceolata 1	Poa alpina 1	Poa pratensis 1	Poa pratensis 1	Rhinanthus alectorol. 1	Rhinanthus alectorol. 1			Poa pratensis 1	Silene vulgaris 1	Salvia pratensis 1	Salvia pratensis 1	Poa pratensis 1
Plantago major 1	Phyteuma orbiculare 1	Potentilla reptans 1	Rhinanthus alectorol. 1	Rhinanthus alectorol. 1	Salvia pratensis 1	Rumex acetosa 1	Rumex acetosa 1			Rhinanthus alectorol. 1	Trisetum flavescens 1	Silene vulgaris 1	Ranunculus auricomus 1	Ranunculus auricomus 1
Poa pratensis 1	Plantago lanceolata 1	Rhinanthus alectorol. 1	Rumex acetosa 1	Rumex acetosa 1	Silene vulgaris 1	Salvia pratensis 1	Salvia pratensis 1			Rumex acetosa 1	Trollius europaeus 1	Trisetum flavescens 1	Rhinanthus alectorol. 1	Rhinanthus alectorol. 1
Polygonum bistorta 1	Poa pratensis 1	Rumex acetosa 1	Salvia pratensis 1	Salvia pratensis 1	Trifolium montanum 1	Silene vulgaris 1	Silene vulgaris 1			Salvia pratensis 1		Trollius europaeus 1	Salvia pratensis 1	Salvia pratensis 1
Ranunculus auricomus 1	Rhinanthus alectorol. 1	Salvia pratensis 1	Silene vulgaris 1	Silene vulgaris 1	Trisetum flavescens 1	Trifolium montanum 1	Trifolium montanum 1			Silene vulgaris 1		Vicia sepium 1	Silene vulgaris 1	Silene vulgaris 1
Rhinanthus alectorol. 1	Rumex acetosa 1	Sanguisorba minor 1	Trisetum flavescens 1	Trisetum flavescens 1	Trollius europaeus 1	Trisetum flavescens 1	Trisetum flavescens 1			Trisetum flavescens 1			Trollius europaeus 1	Trollius europaeus 1
Rumex acetosa 1	Salvia pratensis 1	Silene vulgaris 1	Trollius europaeus 1	Vicia sepium 1		Veronica arvensis 1	Trollius europaeus 1			Trollius europaeus 1			Vicia sepium 1	Tragopogon pratensis 1
Salvia pratensis 1	Silene vulgaris 1						Vicia sepium 1							Trisetum flavescens 1
Silene vulgaris 1														Trollius europaeus 1
Tragopogon pratensis 1														
Trisetum flavescens 1														



CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



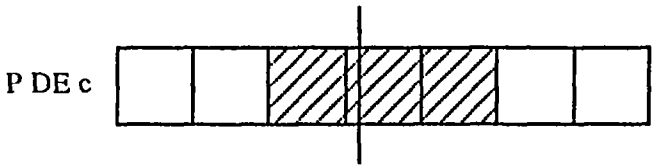


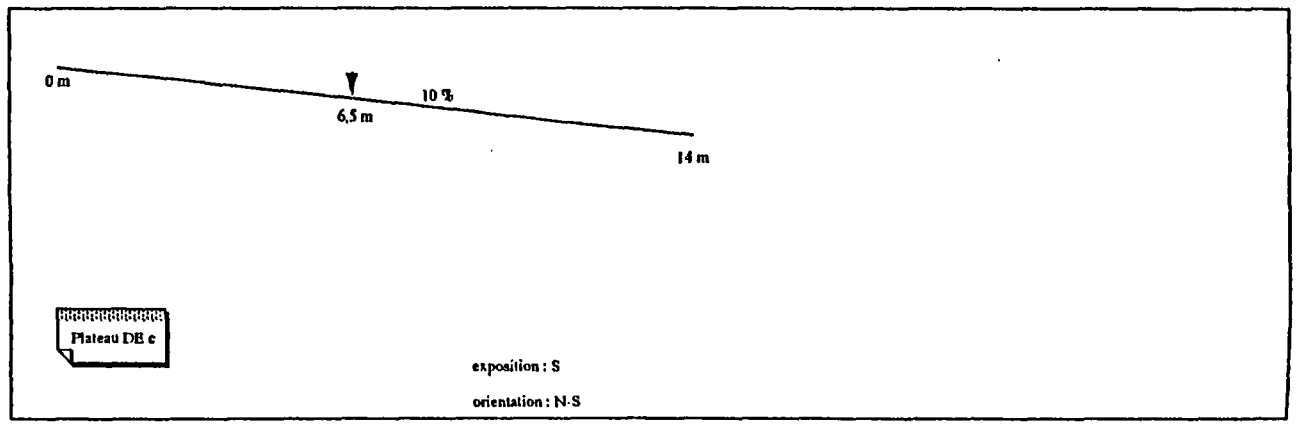


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

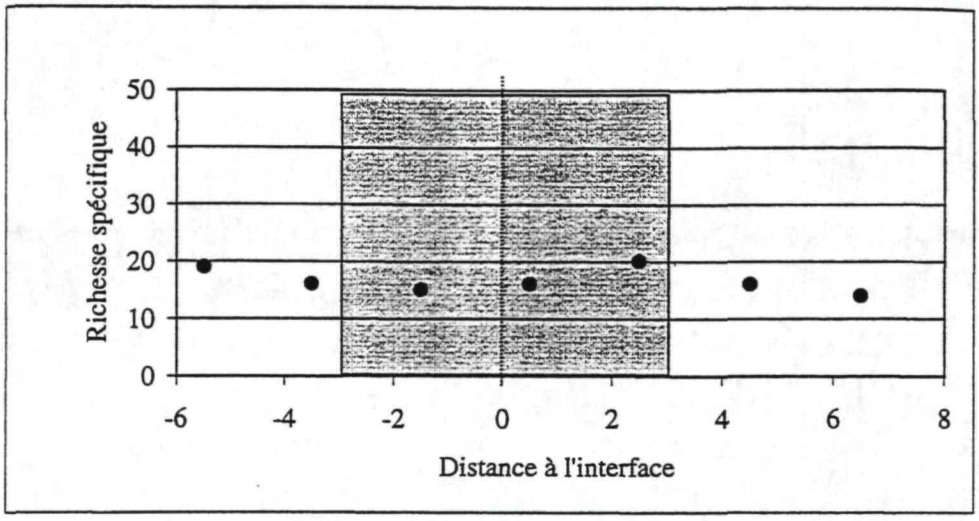
Plateau 7-9 (3) : transect de zone en déprise à zone entretenue

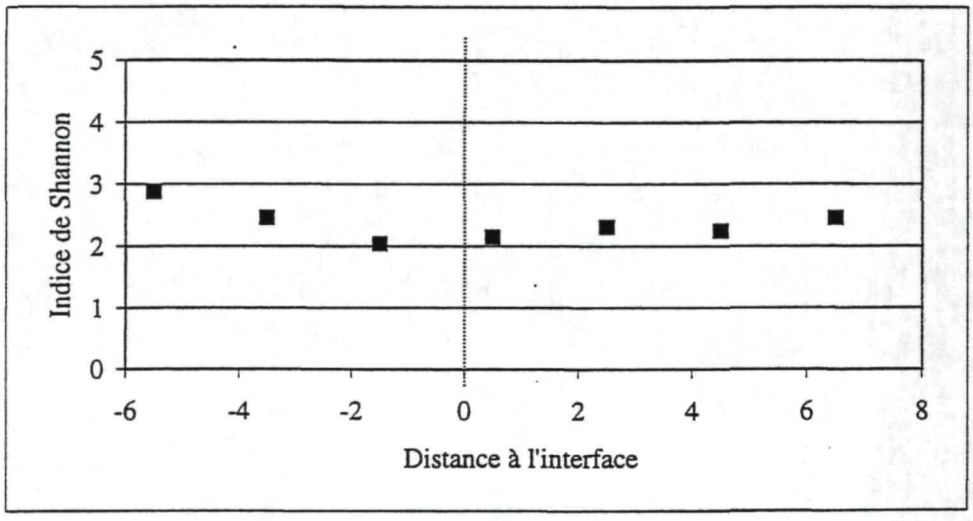
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7	
Festuca rubra	2	Heracleum sphondyl.	3	Colchicum autumnale	3	Bunium bulbocastan.	2	Colchicum autumnale	2	Geranium sylvaticum	3	Ranunculus aurkomus	3
Heracleum sphondyl.	2	Polygonum bistorta	3	Lathyrus pratensis	3	Colchicum autumnale	2	Onobrychis viciifolia	2	Taraxacum officinale	3	Taraxacum officinale	3
Lathyrus pratensis	2	Dactylis glomerata	2	Salvia pratensis	3	Salvia pratensis	2	Salvia pratensis	2	Polygonum bistorta	2	Vicia sepium	3
Polygonum bistorta	2	Lathyrus pratensis	2	Bunium bulbocastan.	2	Campanula cornica	1	Bromus erectus	1	Ranunculus aurkomus	2	Campanula cornica	2
Rubus Idaeus	2	Ranunculus aurkomus	2	Bromus erectus	1	Chaerophyllum hirs.	1	Bunium bulbocastan.	1	Trisetum flavescens	2	Chaerophyllum hirs.	2
Vicia sepium	2	Vicia sepium	2	Dactylis glomerata	1	Dactylis glomerata	1	Campanula cornica	1	Achillea millefolium	1	Trisetum flavescens	2
Achillea millefolium	1	Bromus erectus	1	Festuca rubra	1	Festuca rubra	1	Chaerophyllum hirs.	1	Campanula cornica	1	Colchicum autumnale	1
Bromus erectus	1	Campanula cornica	1	Lotus corakulatus	1	grande composée	1	Dactylis glomerata	1	Chaerophyllum hirs.	1	Dactylis glomerata	1
Chaerophyllum hirs.	1	Chaerophyllum hirs.	1	Narcissus poeticus	1	Heracleum sphondyl.	1	grande composée	1	Colchicum autumnale	1	Geranium sylvaticum	1
Colchicum autumnale	1	Colchicum autumnale	1	Onobrychis viciifolia	1	Narcissus poeticus	1	Heracleum sphondyl.	1	Dactylis glomerata	1	grande composée	1
Cynoglossum germ.	1	Geranium sylvaticum	1	Plantago lanceolata	1	Onobrychis viciifolia	1	Narcissus poeticus	1	Heracleum sphondyl.	1	Heracleum sphondyl.	1
Dactylis glomerata	1	Knautia arvensis	1	Poa pratensis	1	Poa pratensis	1	Poa pratensis	1	Ornithogalum umbel.	1	Ornithogalum umbel.	1
Galium verum	1	Pimpinella major	1	Silene vulgaris	1	Ranunculus aurkomus	1	Polygonum bistorta	1	Poa pratensis	1	Poa pratensis	1
Geranium sylvaticum	1	Poa pratensis	1	Trogopogon pratensis	1	Silene vulgaris	1	Ranunculus aurkomus	1	Rumex acetosa	1	Polygonum bistorta	1
Narcissus poeticus	1	Salvia pratensis	1	Trisetum flavescens	1	Trogopogon pratensis	1	Rumex acetosa	1	Salvia pratensis	1		
Poa pratensis	1	Trisetum flavescens	1			Trisetum flavescens	1	Silene vulgaris	1	Vicia sepium	1		
Ranunculus aurkomus	1							Taraxacum officinale	1				
Trogopogon pratensis	1							Trogopogon pratensis	1				
Urtica urens	1							Trisetum flavescens	1				
								Vicia sepium	1				

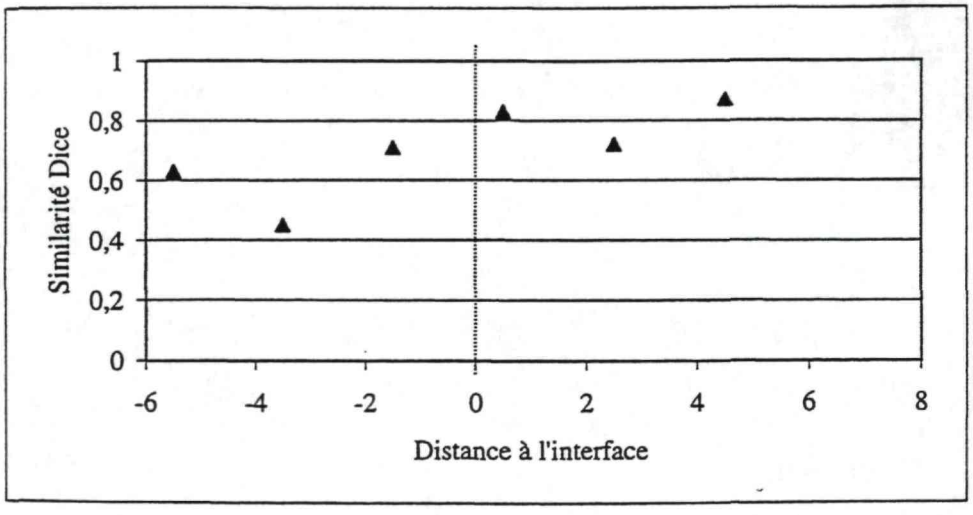




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



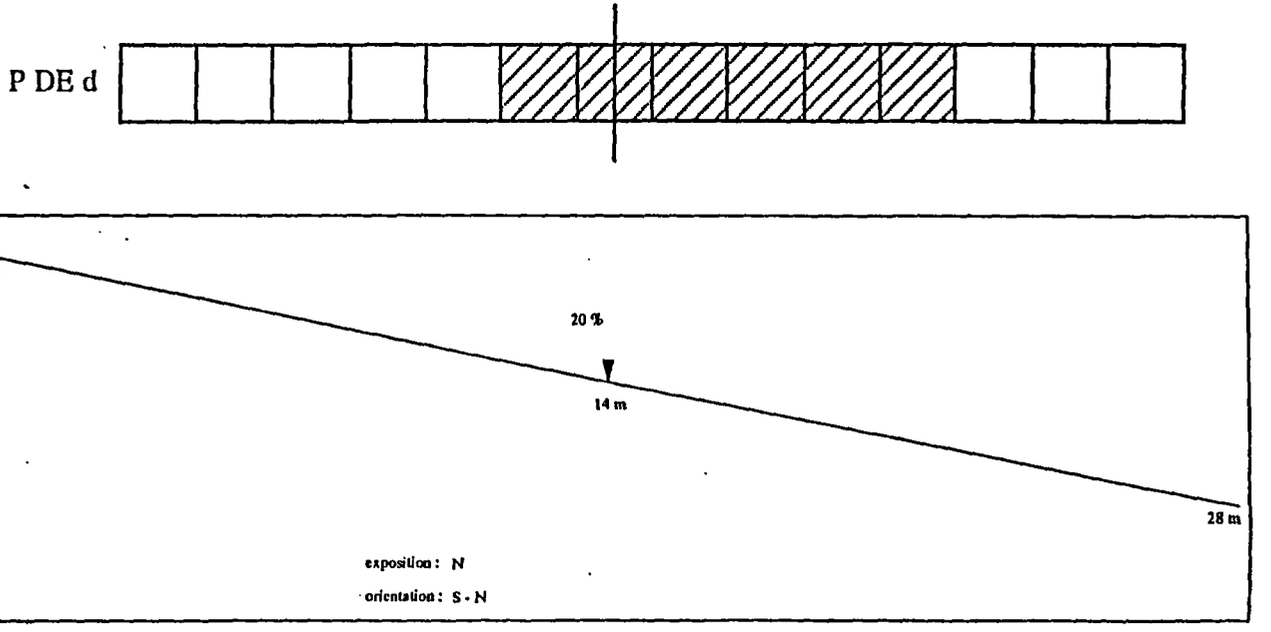




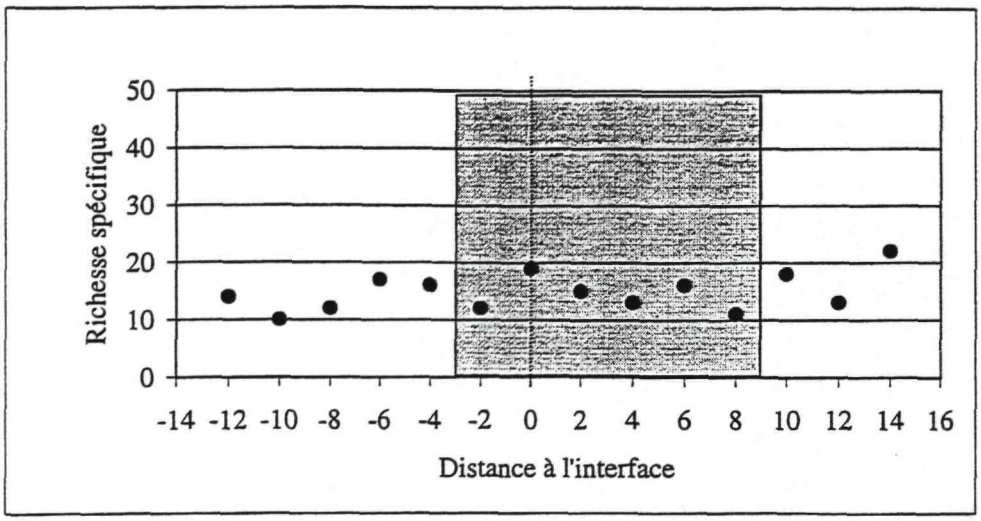
CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

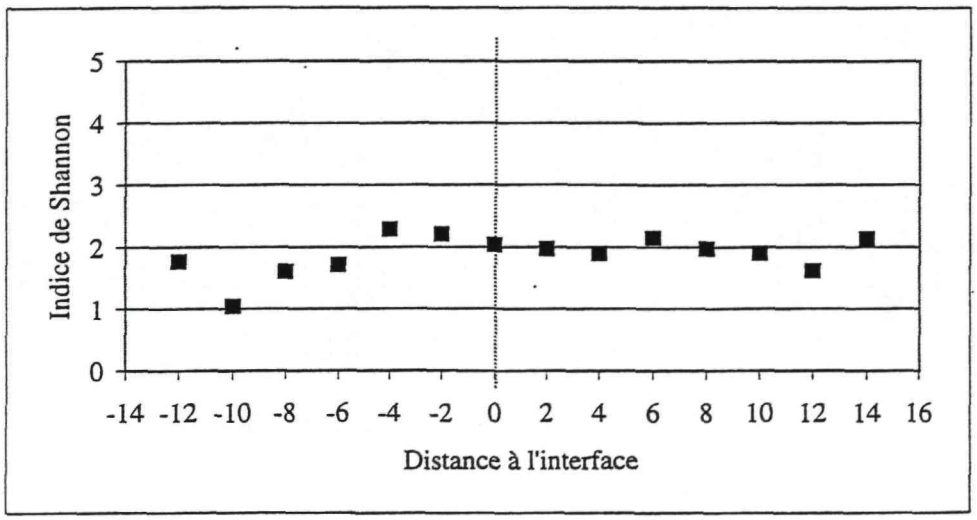
Plateau 7-9 (4) : transect de zone en déprise à zone entretenue

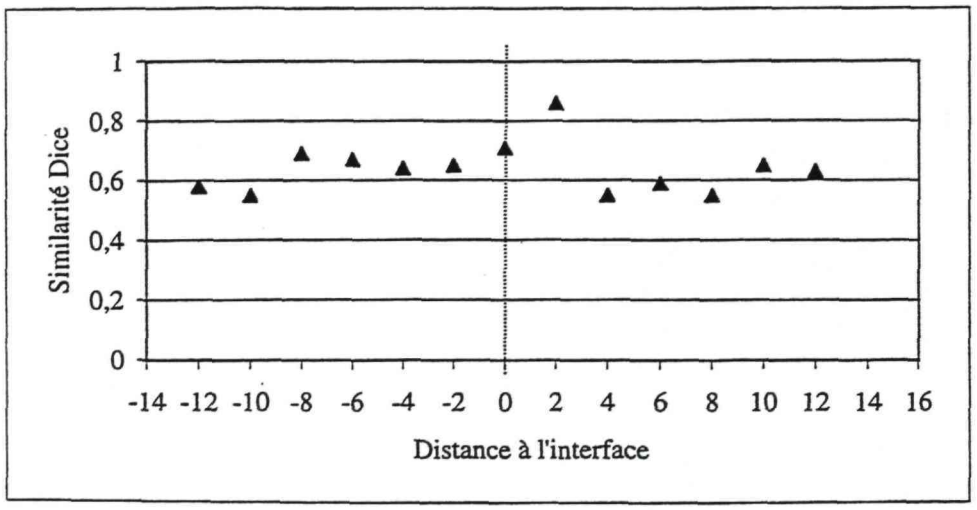
placette 1	placette 2	placette 3	placette 4	placette 5	placette 6	placette 7	placette 8	placette 9	placette 10	placette 11	placette 12	placette 13	placette 14
Euphorbia cyparissias 2	Festuca rubra 4	Festuca rubra 3	Festuca rubra 3	Festuca rubra 3	Festuca rubra 3	Helianthemum annum 3	Festuca rubra 3	Festuca rubra 4	Festuca rubra 4	Festuca rubra 4	Festuca rubra 4	Festuca rubra 4	Festuca rubra 3
Festuca rubra 2	Euphorbia cyparissias 3	Onobrychis viciifolia 3	Onobrychis viciifolia 3	Achillea millefolium 2	Helianthemum annum. 2	Onobrychis viciifolia 3	Lotus corniculatus 3	Onobrychis viciifolia 3	Medicago sativa 3	Achillea millefolium 2	Helianthemum annum. 3	Onobrychis viciifolia 4	Helianthemum annum. 3
Astragalus purpureus 1	Carex caryophyllea 1	Euphorbia cyparissias 2	Euphorbia cyparissias 2	Euphorbia cyparissias 2	Lotus corniculatus 2	Festuca rubra 2	Convolvulus arvensis 2	Euphorbia cyparissias 2	Euphorbia cyparissias 3	Euphorbia cyparissias 1	Onobrychis viciifolia 3	Helianthemum annum. 2	Onobrychis viciifolia 3
Carex caryophyllea 1	Colchicum autumnale 1	Achillea millefolium 1	Arrhenatherum elatius 1	Onobrychis viciifolia 2	Onobrychis viciifolia 2	Lotus corniculatus 2	Medicago sativa 2	Lotus corniculatus 2	Helianthemum annum. 2	Convolvulus arvensis 1	Achillea millefolium 2	Lotus corniculatus 2	Lotus corniculatus 2
Centaurea scabiosa 1	Dianthus sp 1	Centaurea scabiosa 1	Briza media 1	Onobrychis viciifolia 2	Potentilla reptans 2	Achillea millefolium 1	Bromus erectus 1	Hieracium pilosella 2	Hieracium pilosella 2	Dactylis glomerata 1	Anthyllis vulneraria 1	Bromus erectus 1	Achillea millefolium 1
Dianthus sp 1	Erysimum grandifl. 1	Carex flacca 1	Centaurea scabiosa 1	Colchicum autumnale 1	Alyssum alyssoides 1	Alyssum alyssoides 1	Galium verum 1	Lotus corniculatus 2	Onobrychis viciifolia 2	Achillea millefolium 1	Centaurea nigra 1	Centaurea nigra 1	Trifolium pratense 1
Erysimum grandifl. 1	Galium verum 1	Colchicum autumnale 1	Carex flacca 1	Dianthus sp 1	Bromus erectus 1	Bromus erectus 1	Helianthemum annum. 1	Galium verum 1	Anthyllis vulneraria 1	Bromus erectus 1	Euphorbia cyparissias 1	Dianthus sp 1	Briza media 1
Hieracium pilosella 1	Onobrychis viciifolia 1	Galium verum 1	Carex flacca 1	Erysimum grandifl. 1	Euphorbia cyparissias 1	Convolvulus arvensis 1	Hieracium pilosella 1	Helianthemum annum. 1	Convolvulus arvensis 1	Galium verum 1	Hieracium pilosella 1	Euphorbia cyparissias 1	Bromus erectus 1
Lotus corniculatus 1	Senecio sp 1	Linum catharticum 1	Euphorbia cyparissias 1	Euphorbia cyparissias 1	Koeleria macrantha 1	Dactylis glomerata 1	Onobrychis viciifolia 1	Hieracium pilosella 1	Dactylis glomerata 1	Convolvulus arvensis 1	Linum catharticum 1	Hieracium pilosella 1	Centaurea nigra 1
Onobrychis viciifolia 1	Taraxacum officinale 1	Myosotis sylvatica 1	Galium verum 1	Linum catharticum 1	Linum catharticum 1	Dianthus sp 1	Koeleria macrantha 1	Linum catharticum 1	Muscari neglectum 1	Medicago sativa 1	Lotus corniculatus 1	Linum catharticum 1	Colchicum autumnale 1
Ononis cristata 1		Podalyria romosa 1	Linum catharticum 1	Ononis cristata 1	Ononis cristata 1	Euphorbia cyparissias 1	Linum catharticum 1	Onobrychis viciifolia 1	Plantago lanceolata 1	Taraxacum officinale 1	Medicago sativa 1	Medicago lupulina 1	Linum catharticum 1
Polygala vulgaris 1		Taraxacum officinale 1	Ononis cristata 1	Podalyria romosa 1	Podalyria romosa 1	Galium verum 1	Medicago sativa 1	Potentilla reptans 1	Potentilla reptans 1	Thymus serpyllum 1	Onobrychis viciifolia 1	Onobrychis viciifolia 1	Orchis provincialis 1
Taraxacum officinale 1			Podalyria romosa 1	Poa protensis 1	Poa protensis 1	Koeleria macrantha 1	Myosotis sylvatica 1	Silene vulgaris 1	Silene vulgaris 1	Trifolium pratense 1	Plantago lanceolata 1	Plantago lanceolata 1	Plantago lanceolata 1
Tragopogon pratensis 1			Poa protensis 1	Polygala vulgaris 1	Polygala vulgaris 1	Linum catharticum 1	Ononis cristata 1	Taraxacum officinale 1	Taraxacum officinale 1	Thymus serpyllum 1	Poa protensis 1	Poa protensis 1	Poa protensis 1
			Anacamptis pyramidalis 1	Anacamptis pyramidalis 1	Anacamptis pyramidalis 1	Medicago sativa 1	Taraxacum officinale 1	Thymus serpyllum 1	Thymus serpyllum 1	Trifolium pratense 1	Potentilla reptans 1	Potentilla reptans 1	Potentilla reptans 1
			Sanguisorba tenuif. 1	Taraxacum officinale 1	Taraxacum officinale 1	Myosotis sylvatica 1	Thymus serpyllum 1	Trifolium pratense 1	Trifolium pratense 1	Trifolium pratense 1	Anacamptis pyramidalis 1	Anacamptis pyramidalis 1	Anacamptis pyramidalis 1
			Taraxacum officinale 1	Thymus serpyllum 1	Thymus serpyllum 1	Ononis cristata 1	Trifolium pratense 1	Trifolium pratense 1	Thymus serpyllum 1	Trifolium pratense 1	Taraxacum officinale 1	Taraxacum officinale 1	Taraxacum officinale 1
			Thymus serpyllum 1	Trifolium pratense 1	Trifolium pratense 1	Taraxacum officinale 1	Thymus serpyllum 1	Thymus serpyllum 1	Thymus serpyllum 1	Thymus serpyllum 1	Thymus serpyllum 1	Thymus serpyllum 1	Thymus serpyllum 1
			Trifolium pratense 1	Thymus serpyllum 1	Thymus serpyllum 1	Thymus serpyllum 1	Trifolium pratense 1	Trifolium pratense 1	Trifolium pratense 1	Trifolium pratense 1	Trifolium pratense 1	Trifolium pratense 1	Trifolium pratense 1
			Trifolium pratense 1	Trifolium pratense 1	Trifolium pratense 1	Trifolium pratense 1	Trifolium pratense 1	Trifolium pratense 1	Trifolium pratense 1	Trifolium pratense 1	Trifolium pratense 1	Trifolium pratense 1	Trifolium pratense 1



CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



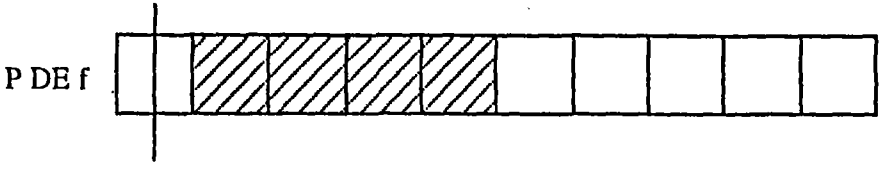


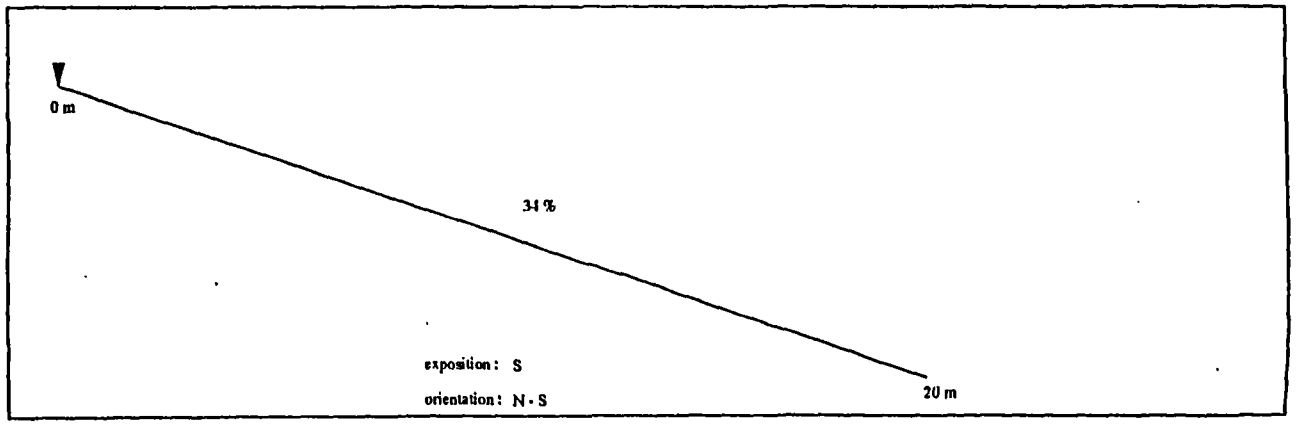


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Plateau 7-9 (6) : transect de zone en déprise à zone entretenue

placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Brachypodium pinn.	5	Brachypodium pinn.	4	Brachypodium pinn.	3	Brachypodium pinn.	2	Brachypodium pinn.	2	Bunium bulbocastan.	3	Festuca rubra	4	Festuca rubra	3	Bromus erectus	3	Bromus erectus	3
Achillea millefolium	1	Cokhicum autumnale	2	Cokhicum autumnale	3	Festuca rubra	2	Bunium bulbocastan.	2	Festuca rubra	2	Bunium bulbocastan.	2	Galium verum	3	Festuca rubra	3	Brachypodium pinn.	2
Bromus erectus	1	Helianthemum numm.	2	Helianthemum numm.	2	Cokhicum autumnale	2	Cokhicum autumnale	2	Brachypodium pinn.	1	Brachypodium pinn.	1	Bromus erectus	2	Cokhicum autumnale	2	Cokhicum autumnale	2
Carduus defloratus	1	Arrhenatherum elat.	1	Arrhenatherum elat.	1	Festuca rubra	2	Festuca rubra	2	Bromus erectus	1	Bromus erectus	1	Bunium bulbocastan.	2	Galium verum	2	Helianthemum numm.	2
Cokhicum autumnale	1	Brize media	1	Bromus erectus	1	Helianthemum numm.	2	Helianthemum numm.	2	Cokhicum autumnale	1	Cokhicum autumnale	1	Cokhicum autumnale	2	Bunium bulbocastan.	1	Lathyrus pratensis	2
Dactylis glomerata	1	Campanula cornka	1	Bunium bulbocastan.	1	Salvia pratensis	2	Onobrychis viciifolia	2	Dactylis glomerata	1	Dactylis glomerata	1	Salvia pratensis	2	Dactylis glomerata	1	Bunium bulbocastan.	1
Festuca rubra	1	Cerastium arvense	1	Campanula cornka	1	Brize media	1	Salvia pratensis	2	Helianthemum numm.	1	Medicago lupulina	1	Helianthemum numm.	1	Helianthemum numm.	1	Festuca rubra	1
Galium verum	1	Crepis sp	1	Centaurea jacea	1	Bromus erectus	1	Brize media	1	Medicago lupulina	1	Onobrychis viciifolia	1	Onobrychis viciifolia	1	Myosotis sylvatica	1	Myosotis sylvatica	1
Helianthemum numm.	1	Dactylis glomerata	1	Cerastium arvense	1	Bunium bulbocastan.	1	Bromus erectus	1	Onobrychis viciifolia	1	Plantago lanceolata	1	Plantago lanceolata	1	Onobrychis viciifolia	1	Onobrychis viciifolia	1
Hieracium pilosella	1	Festuca rubra	1	Crepis sp	1	Campanula cornka	1	Campanula cornka	1	Plantago major	1	Poa pratensis	1	Silene nutans	1	Salvia pratensis	1	Plantago lanceolata	1
Knautia arvensis	1	Hieracium pilosella	1	Dactylis glomerata	1	Crepis sp	1	Crepis sp	1	Poa pratensis	1	Primula veris sp veris	1	Silene vulgaris	1	Silene vulgaris	1	Ranunculus auricomus	1
Lotus corniculatus	1	Knautia arvensis	1	Festuca rubra	1	Dactylis glomerata	1	Dactylis glomerata	1	Primula veris sp veris	1	Salvia pratensis	1	Thymus serpyllum	1	Thymus serpyllum	1	Rhinanthus electorol.	1
Medicago lupulina	1	Lotus corniculatus	1	Knautia arvensis	1	Lauconthemum cun.	1	Lauconthemum cun.	1	Salvia pratensis	1	Silene nutans	1					Salvia pratensis	1
Onobrychis viciifolia	1	Medicago lupulina	1	Lauconthemum cun.	1	Lotus corniculatus	1	Lotus corniculatus	1	Tragopogon pratensis	1	Silene vulgaris	1					Silene vulgaris	1
Plantago lanceolata	1	Myosotis sylvatica	1	Lotus corniculatus	1	Medicago lupulina	1	Medicago lupulina	1	Trifolium montanum	1	Tragopogon pratensis	1					Tragopogon pratensis	1
Poa pratensis	1	Onobrychis viciifolia	1	Medicago lupulina	1	Onobrychis viciifolia	1	Myosotis sylvatica	1			Veronica arvensis	1						
Salvia pratensis	1	Poa pratensis	1	Narcissus poeticus	1	Poa pratensis	1	Poa pratensis	1										
Trifolium montanum	1	Ranunculus auricomus	1	Onobrychis viciifolia	1	Ranunculus auricomus	1	Ranunculus auricomus	1										
Trisetum flavescens	1	Salvia pratensis	1	Poa pratensis	1	Thymus serpyllum	1	Silene vulgaris	1										
		Trifolium montanum	1	Ranunculus auricomus	1	Tragopogon pratensis	1	Thymus serpyllum	1										
				Salvia pratensis	1	Trisetum flavescens	1												
				Thymus serpyllum	1														
				Tragopogon pratensis	1														
				Trifolium pratense	1														
				Trisetum flavescens	1														





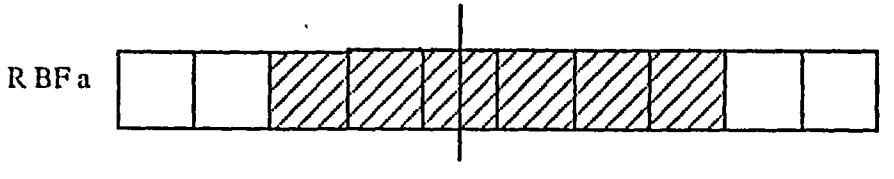
CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

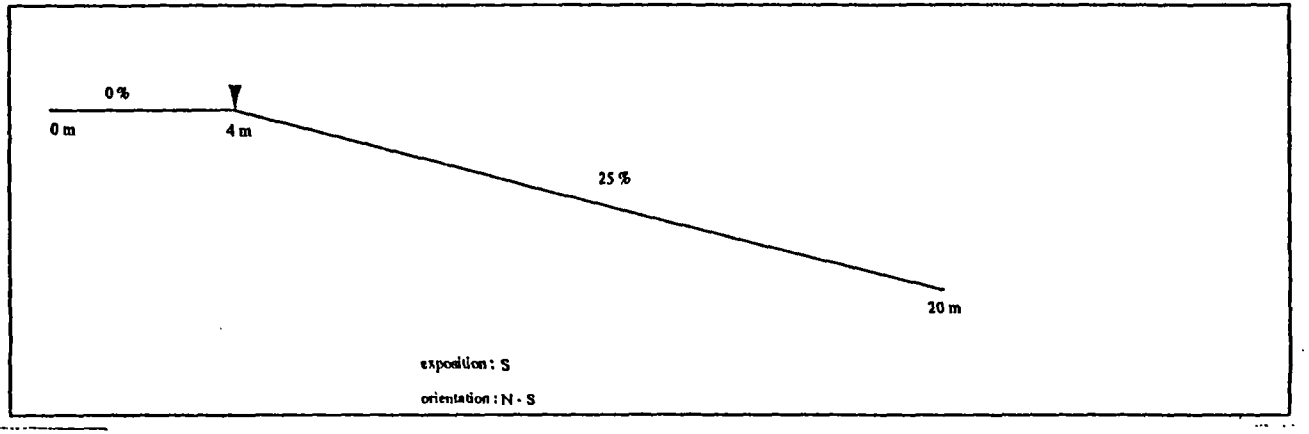
P DE f

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

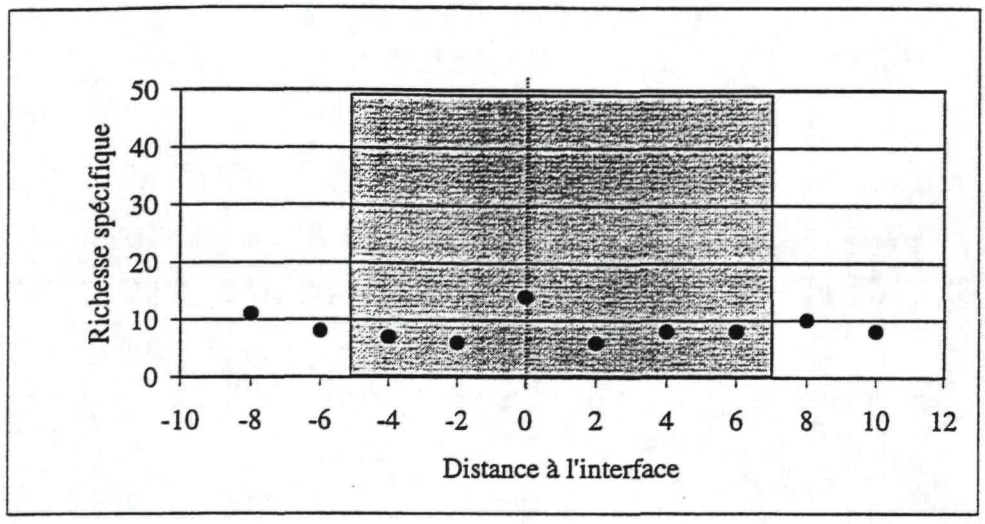
Rossanche 5-6 (1) : transect de forêt à friche

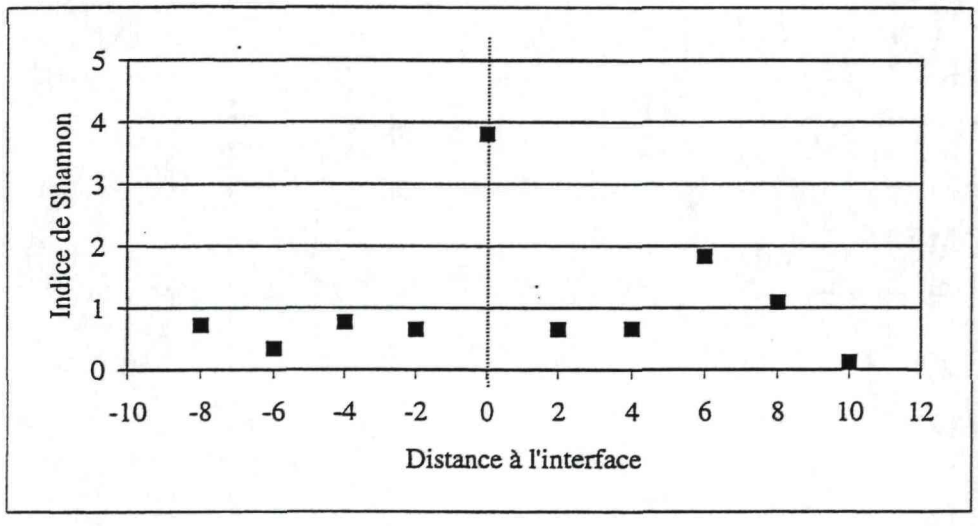
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Mousse	4	Mousse	3	graminée touffe v	2	Juniperus communis subsp communis	2	Astragalus monspess.	1	Juniperus communis subsp communis	2	Onobrychis viciifolia	4	Astragalus monspess.	3	Arctostaphylos uv.	4	Arctostaphylos uv.	5
Calamagrostis villosa	2	Berberis vulgaris	1	Berberis vulgaris	1	Berberis vulgaris	1	Berberis vulgaris	1	Arctostaphylos uv.	1	Juniperus communis subsp communis	2	graminée touffe v	2	Euphorbia segualeria.	2	Artemisia alba	1
Berberis vulgaris	1	Euphorbia cyparissias	1	Campanula cornica	1	Pinus sylvestris	1	Festuca glauca	1	graminée touffe v	1	Arctostaphylos uv.	1	Onobrychis viciifolia	2	Onobrychis viciifolia	2	Euphorbia cyparissias	1
Crepis sp	1	Juniperus communis subsp communis	1	Euphorbia cyparissias	1	graminée touffe v	1	Festuca rubra	1	Lotus corniculatus	1	Astragalus monspess.	1	Potentilla reptens	2	Centaurea scabiosa	1	graminée touffe v	1
Euphorbia cyparissias	1	Lotus corniculatus	1	Phyteuma orbiculare	1	Phyteuma orbiculare	1	graminée touffe v	1	Onobrychis viciifolia	1	Euphorbia segualeria.	1	Arctostaphylos uv.	1	Festuca rubra	1	Lotus corniculatus	1
Globularia cordifolia	1	Phyteuma orbiculare	1	Pinus sylvestris	1	Polygala chamaebux.	1	Helianthemum oelan.	1	Ononis rotundifolia	1	graminée touffe v	1	Festuca rubra	1	graminée touffe v	1	Moneses uniflora	1
Juniperus communis subsp communis	1	Pinus sylvestris	1	Polygala chamaebux.	1			Juniperus communis subsp communis	1			Hieracium pilosella	1	Juniperus communis subsp communis	1	Hieracium pilosella	1	Onobrychis viciifolia	1
Lotus corniculatus	1	Polygala chamaebux.	1					Koeleria macrantha	1			Ononis rotundifolia	1			Linum catharticum	1	Ononis rotundifolia	1
Phyteuma orbiculare	1							Lotus corniculatus	1							Lotus corniculatus	1		
Pinus sylvestris	1							Onobrychis viciifolia	1							Potentilla reptens	1		
Polygala chamaebux.	1							Pinus sylvestris	1										
								Polygala chamaebux.	1										
								Potentilla reptens	1										
								Thymus serpyllum	1										

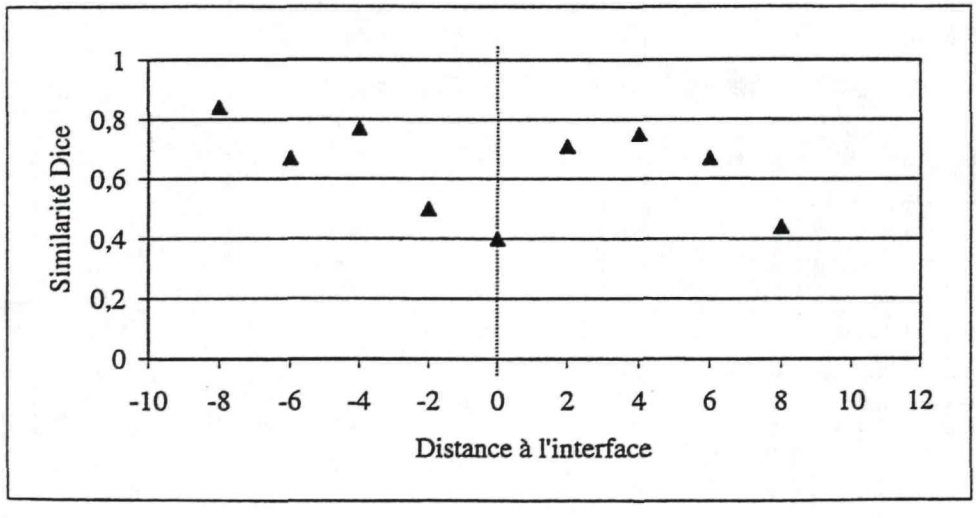




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



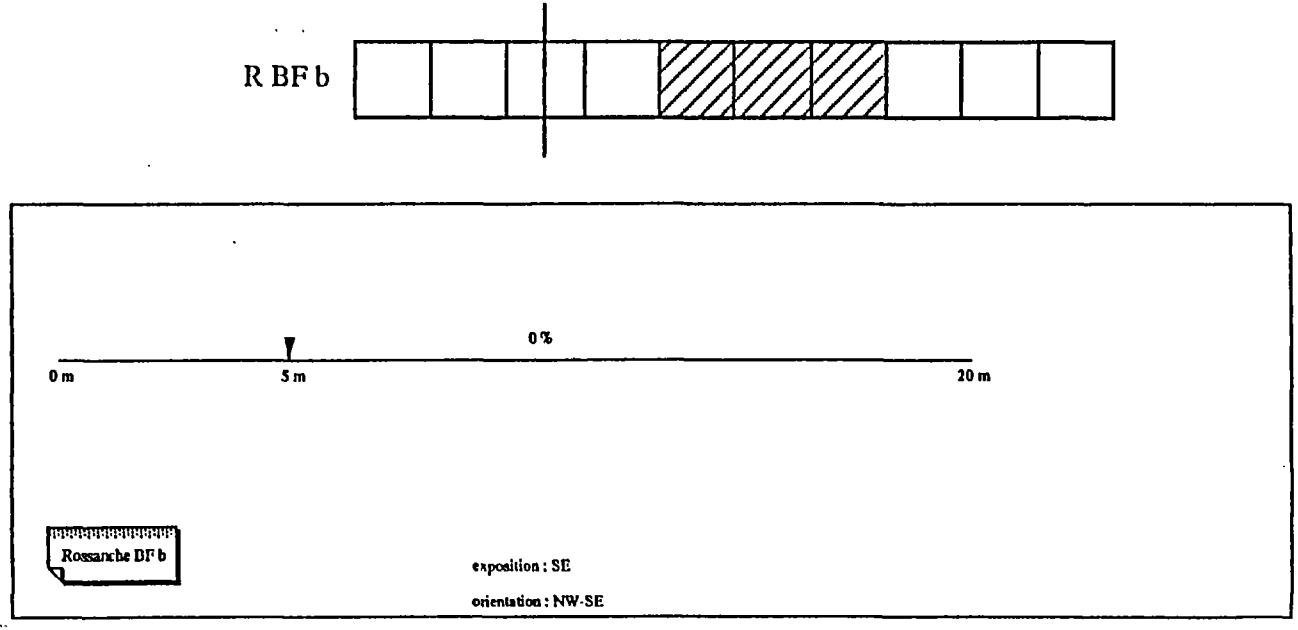




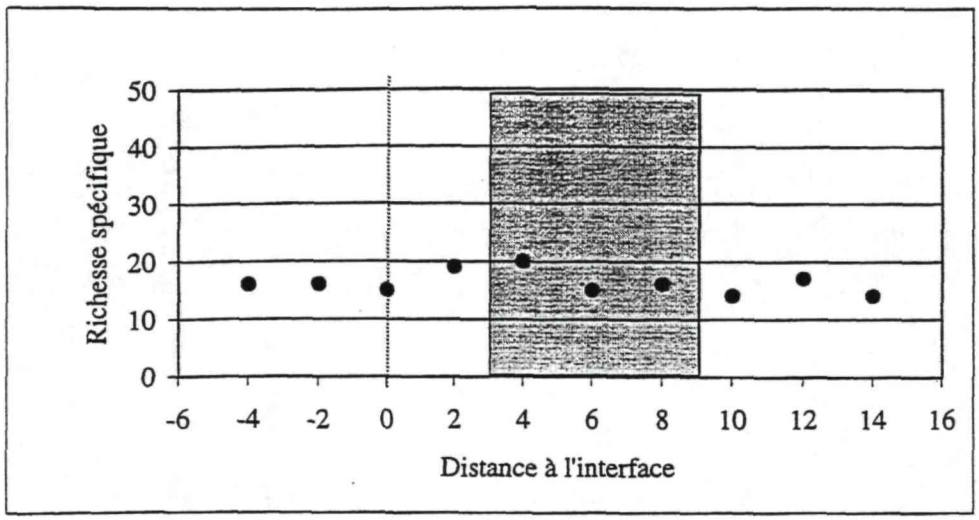
CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

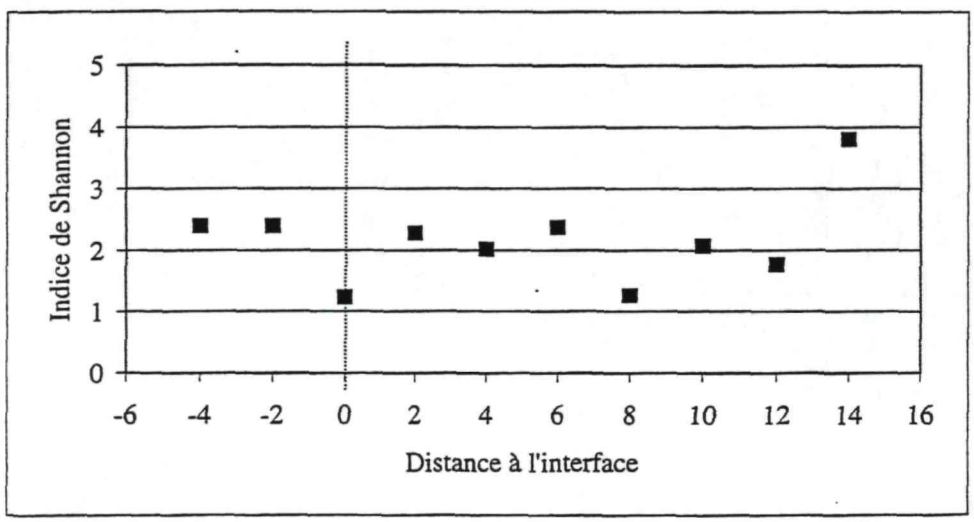
Rossanche 5-6 (2) : transect de forêt à friche

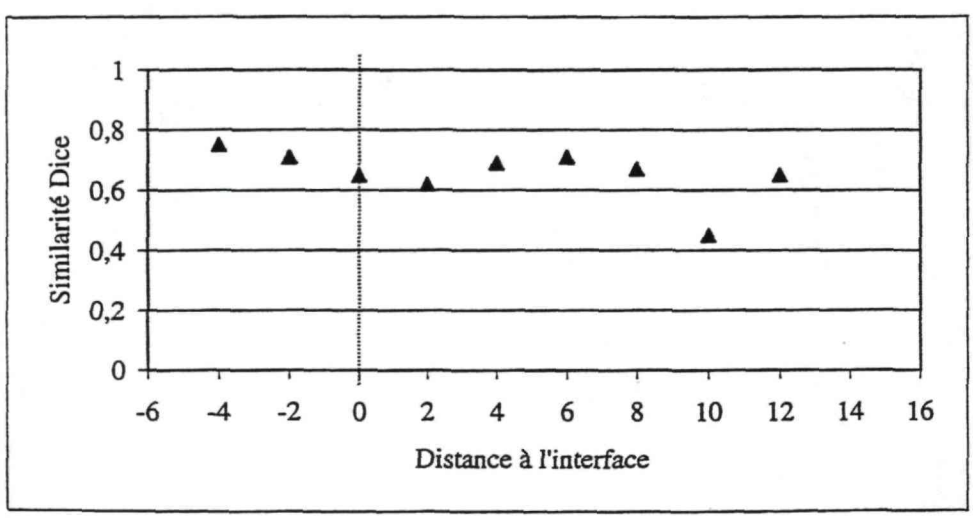
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Euphorbia cyparissias	2	Euphorbia cyparissias	2	Juniperus communis subsp communis	3	Bromus erectus	2	Bromus erectus	2	Bromus erectus	2	Juniperus communis subsp communis	3	Bromus erectus	2	Bromus erectus	2	Aster alpinus	1
Galium verum	2	Galium verum	2	Euphorbia cyparissias	2	Euphorbia cyparissias	2	Aegopodium podag.	1	Globularia cordifolia	2	Bromus erectus	2	Stipa pennata	2	Aster alpinus	1	Bromus erectus	1
Ononis natrix	2	*Juniperus communis subsp communis*	2	Aegopodium podag.	1	*Juniperus communis subsp communis*	2	Berberis vulgaris	1	Helianthemum numm.	2	Astragalus monspess.	1	Vincetoxicum hirund.	2	Berberis vulgaris	1	Euphorbia seguier.	1
Piloselle laineuse	2	Polygala chamaebux.	2	Berberis vulgaris	1	Aegopodium podag.	1	Bupleurum ranuncul.	1	Juniperus communis subsp communis	2	Galium verum	1	Astragalus monspess.	1	Bupleurum ranuncul.	1	Galium verum	1
Aegopodium podag.	1	Bromus erectus	1	Bromus erectus	1	Berberis vulgaris	1	Centaurea scabiosa	1	Centaurea scabiosa	1	Globularia cordifolia	1	Galium verum	1	Centaurea scabiosa	1	Helianthemum numm.	1
Bromus erectus	1	Centaurea scabiosa	1	Centaurea scabiosa	1	Galium verum	1	Dianthus sp	1	Dianthus sp	1	Helianthemum numm.	1	Globularia cordifolia	1	Euphorbia cyparissias	1	Helianthemum oelan.	1
Centaurea scabiosa	1	Festuca rubra	1	Festuca rubra	1	Globularia cordifolia	1	Euphorbia cyparissias	1	Euphorbia cyparissias	1	Helianthemum oelan.	1	Helianthemum numm.	1	Euphorbia seguier.	1	*Juniperus communis subsp communis*	1
Festuca rubra	1	Helianthemum numm.	1	Helianthemum numm.	1	Helianthemum numm.	1	Festuca rubra	1	Galium verum	1	Hieracium pilosella	1	Juniperus communis subsp communis	1	Galium verum	1	Koeleria macrantha	1
Helianthemum oelan.	1	Hieracium pilosella	1	Hieracium pilosella	1	Helianthemum oelan.	1	Helianthemum numm.	1	Helianthemum oelan.	1	Lotserpitium siler	1	Koeleria macrantha	1	Helianthemum numm.	1	Linum catharticum	1
Juniperus communis subsp communis	1	Hieracium pilosella	1	Hippocrepis comosa	1	Hieracium pilosella	1	Helianthemum oelan.	1	Hieracium pilosella	1	Ononis rotundifolia	1	Linum catharticum	1	Helianthemum oelan.	1	Ononis natrix	1
Lotus corniculatus	1	Hippocrepis comosa	1	*Ononis natrix*	1	*Hippocrepis comosa*	1	Hieracium pilosella	1	Melampyrum sylvatic.	1	petite plante argentée	1	Ononis striata	1	Hieracium pilosella	1	Pinus sylvestris	1
Phyteuma orbiculare	1	Lotus corniculatus	1	Phyteuma orbiculare	1	Lotserpitium siler	1	*Juniperus communis subsp communis*	1	Ononis rotundifolia	1	Polygala chamaebux.	1	Piloselle laineuse	1	Koeleria macrantha	1	Polygala chamaebux.	1
Pinus sylvestris	1	Phyteuma orbiculare	1	Pinus sylvestris	1	Melampyrum sylvatic.	1	Lotserpitium siler	1	Potentilla reptens	1	Potentilla reptens	1	Polygala chamaebux.	1	Ononis natrix	1	Potentilla reptens	1
Polygala chamaebux.	1	Pinus sylvestris	1	Teucrium chamaedrys	1	Ononis natrix	1	Melampyrum sylvatic.	1	Stipa pennata	1	Stipa pennata	1	Thymus serpyllum	1	Poa alpina	1	Potentilla reptens	1
Potentilla reptens	1	Potentilla reptens	1	Vincetoxicum hirund.	1	Phyteuma orbiculare	1	Ononis rotundifolia	1	Thymus serpyllum	1	Thymus serpyllum	1			Polygala chamaebux.	1	Thymus serpyllum	1
Teucrium chamaedrys	1	Teucrium chamaedrys	1			Polygala chamaebux.	1	Polygala chamaebux.	1			Vincetoxicum hirund.	1			Thymus serpyllum	1		
		Thymus serpyllum	1			Potentilla reptens	1	Potentilla reptens	1							Vincetoxicum hirund.	1		
						Salvia pratensis	1	Sanguisorba minor	1										
						Teucrium chamaedrys	1	Thymus serpyllum	1										



CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



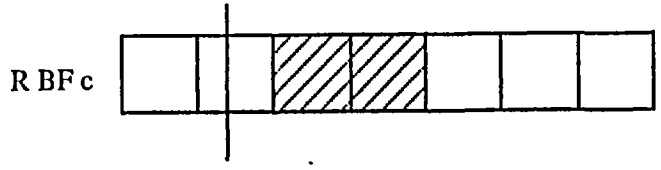


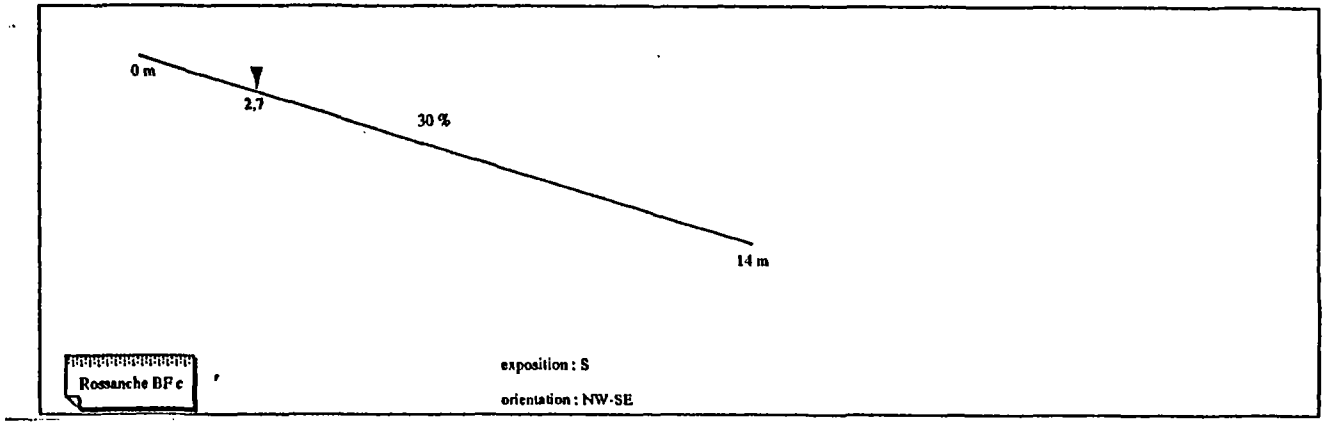


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

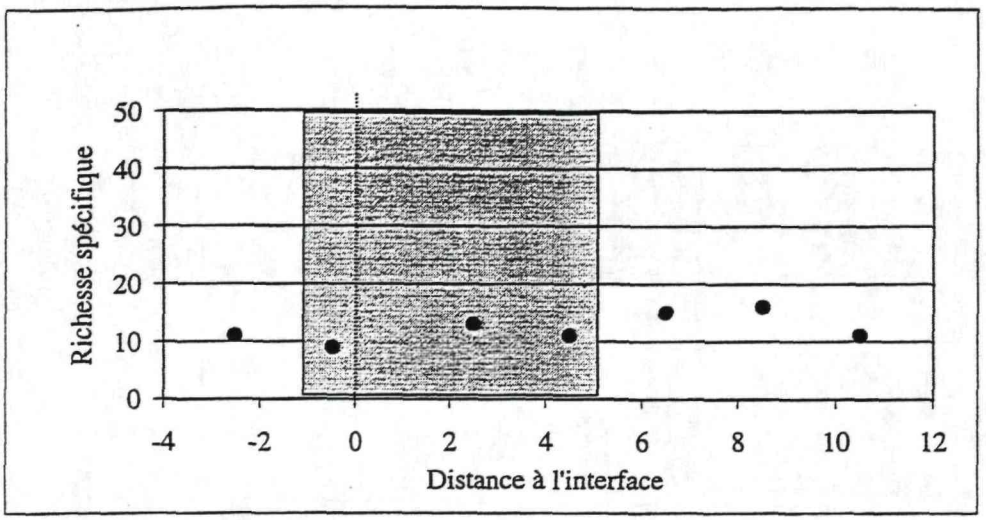
Rossanche 5-6 (3) : transect de forêt à friche

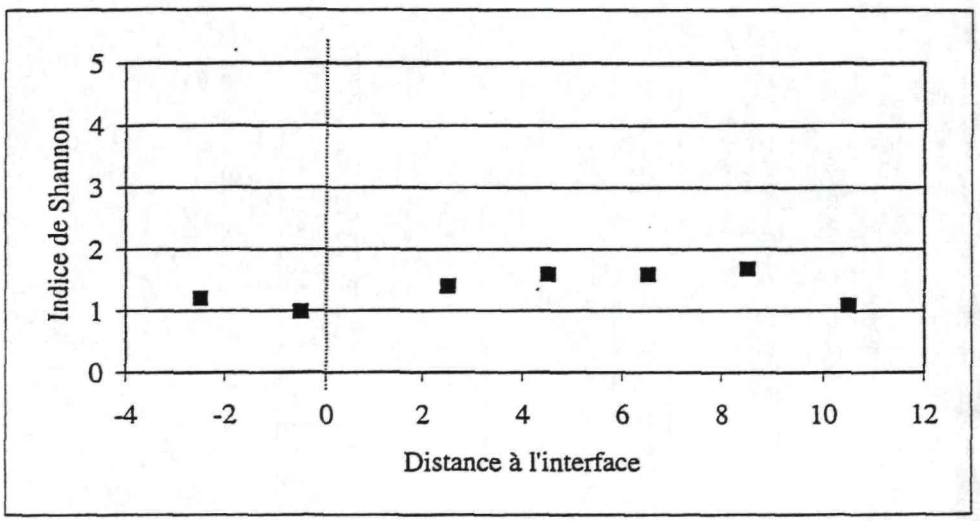
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7	
Bromus erectus	2	graminée touffe v	2	graminée touffe v	2	Hippocrepis comosa	2	Ononis rotundifolia	2	Hieracium pilosella	2	Ononis rotundifolia	3
Amelanchier ovalis	1	Globularia cordifolia	1	Asperula cynanchica	1	Potentilla reptans	2	Achillea millefolium	1	Achillea millefolium	1	Onobrychis viciifolia	2
Berberis vulgaris	1	Hieracium pilosella	1	Globularia cordifolia	1	Asperula cynanchica	1	Asperula cynanchica	1	Arabis hirsuta	1	Asperula cynanchica	1
graminée touffe v	1	Melampyrum sylvatic.	1	Helianthemum oelan.	1	graminée touffe v	1	Euphorbia cyparissias	1	Asperula cynanchica	1	Euphorbia cyparissias	1
Juniperus communis subsp communis	1	Onobrychis viciifolia	1	Hieracium pilosella	1	Helianthemum oelan.	1	graminée touffe v	1	Erysimum grandifl.	1	Galium verum	1
Onobrychis viciifolia	1	Ononis cristata	1	Hippocrepis comosa	1	Hieracium pilosella	1	Hieracium pilosella	1	Euphorbia cyparissias	1	Graminée	1
Ononis cristata	1	Ononis rotundifolia	1	Koeleria macrantha	1	Medicago minima	1	Juniperus communis subsp communis	1	Galium verum	1	Hieracium pilosella	1
Phyteuma orbiculare	1	Potentilla reptans	1	Medicago minima	1	Melampyrum sylvatic.	1	Lotus corniculatus	1	Juniperus communis subsp communis	1	Lotus corniculatus	1
Pinus sylvestris	1	Thymus serpyllum	1	Melampyrum sylvatic.	1	Ononis cristata	1	Melampyrum sylvatic.	1	Lotus corniculatus	1	Melampyrum sylvatic.	1
Potentilla reptans	1			Ononis cristata	1	Ononis rotundifolia	1	Onobrychis viciifolia	1	Onobrychis viciifolia	1	Ononis cristata	1
Thymus serpyllum	1			Ononis rotundifolia	1	Thymus serpyllum	1	Ononis cristata	1	Ononis cristata	1	Verbascum thapsus	1
				Potentilla reptans	1			plante feuille découp.	1	Ononis rotundifolia	1		
				Thymus serpyllum	1			Potentilla reptans	1	plante à haute tige	1		
								Sempervivum tector.	1	plante feuille découp.	1		
								Thymus serpyllum	1	Potentilla reptans	1		
										Thymus serpyllum	1		

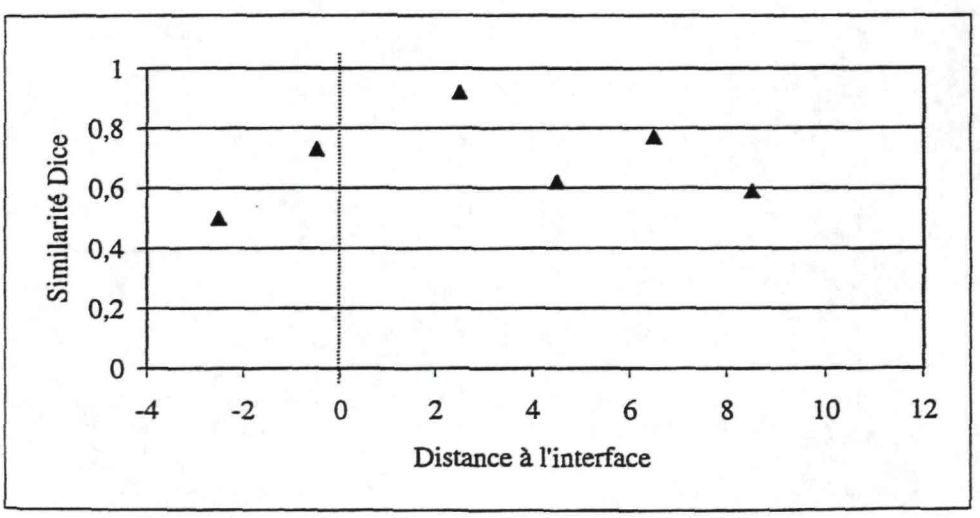




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



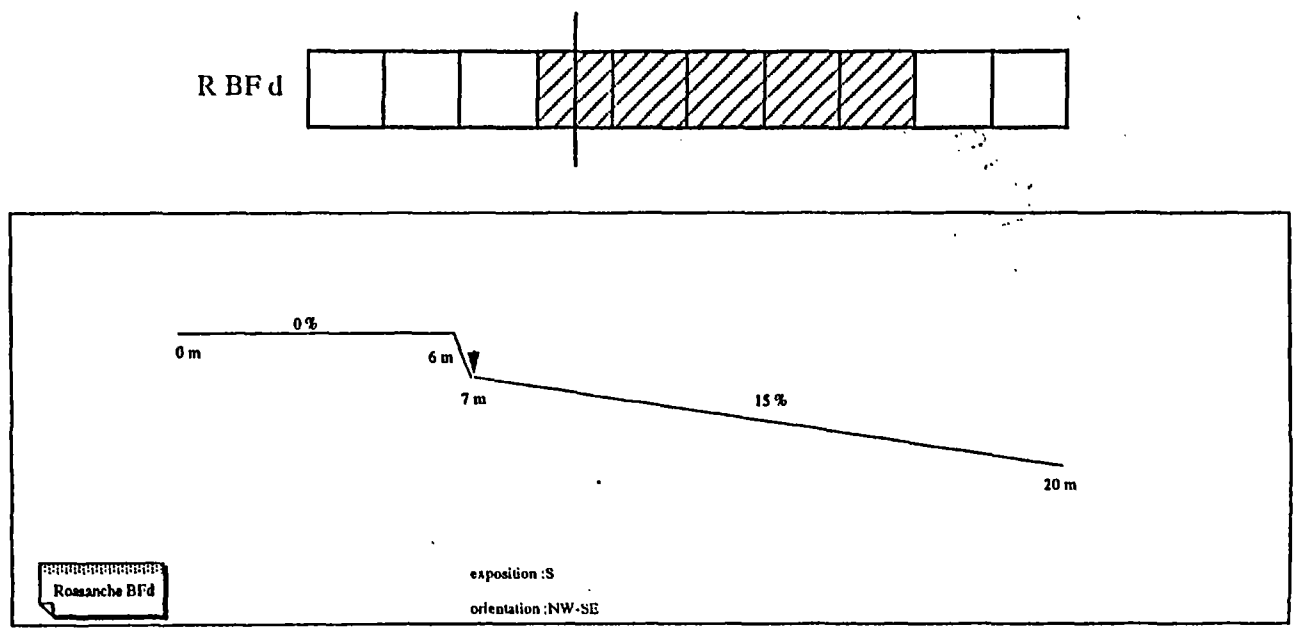




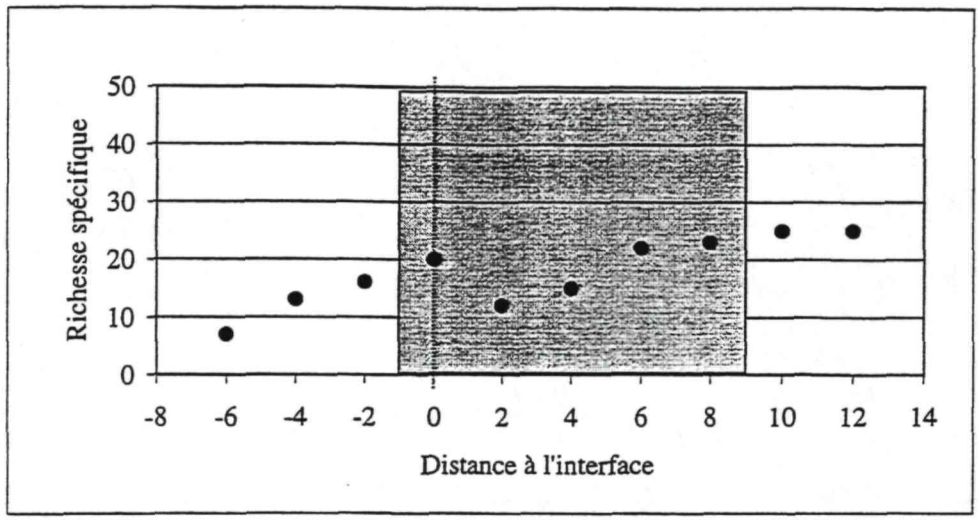
CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

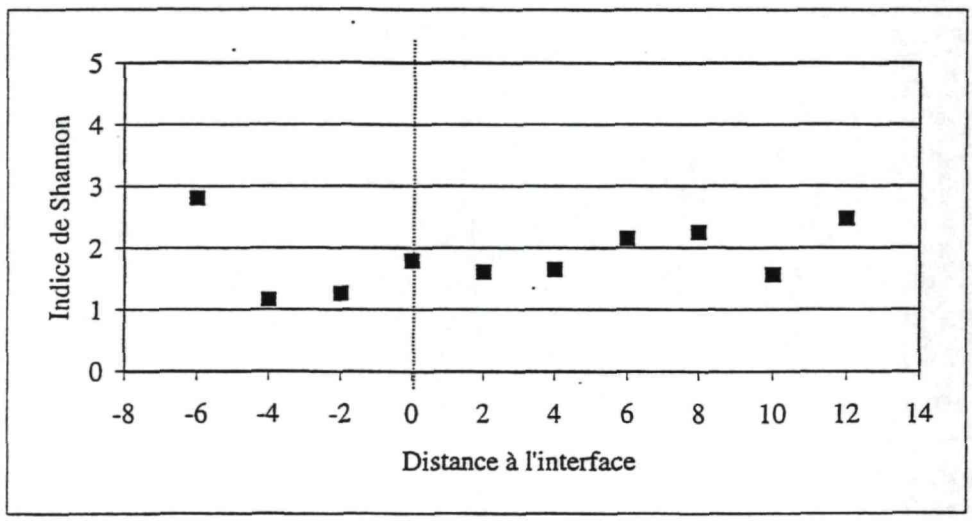
Rossanche 5-6 (4) : transect de forêt à friche

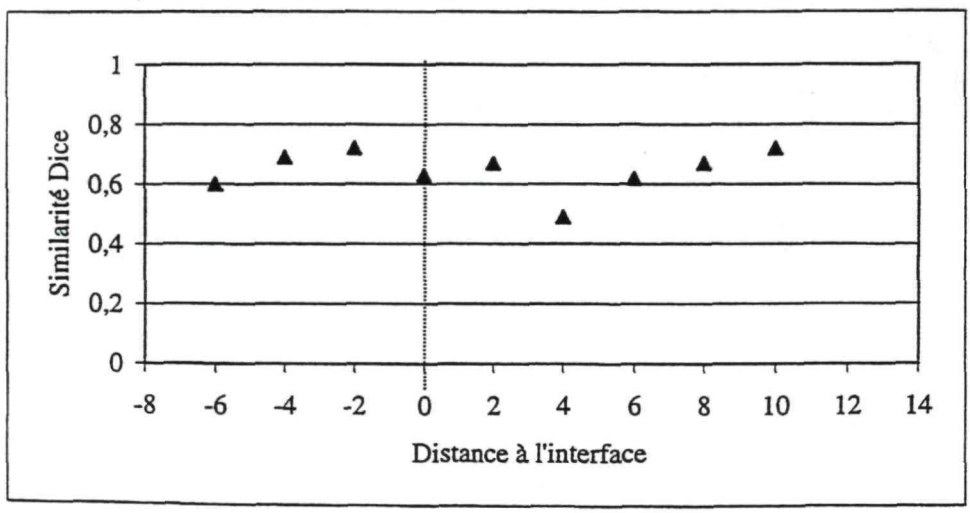
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Euphorbia cyparissias	1	Galium verum	3	Galium verum	3	Potentilla neptans	3	Potentilla neptans	3	Onobrychis viciifolia	3	Onobrychis viciifolia	3	Lotus corniculatus	2	Ononis cristata	3	Ononis cristata	3
Galium verum	1	Hieracium pilosella	2	Sanguisorba minor	2	Onobrychis viciifolia	2	Onobrychis viciifolia	3	Linum catharticum	2	Festuca valesiaca	2	Onobrychis viciifolia	2	Graminée	2	Festuca valesiaca	2
Hieracium pilosella	1	Achillea millefolium	1	Achillea millefolium	1	Helianthemum numm.	2	Helianthemum numm.	2	Potentilla neptans	2	Juniperus communis subsp communis	2	Anthyllis vulneraria	1	Achillea millefolium	1	Graminée	2
Juniperus communis subsp communis	1	Arctostaphylos uv.	1	Brachypodium pinn.	1	Achillea millefolium	1	Arabis hirsuta	1	Achillea millefolium	1	Linum catharticum	2	Arabis hirsuta	1	Anthyllis vulneraria	1	Polygala vulgaris	2
Ononis rotundifolia	1	Carex sempervirens	1	Carex sempervirens	1	Hieracium pilosella	1	Globularia cordifolia	1	Anthyllis vulneraria	1	Arabis hirsuta	1	Arthenatherum elat.	1	Bromus erectus	1	Trifolium pratense	2
Pinus sylvestris	1	Euphorbia cyparissias	1	Centaurea scabiosa	1	Festuca valesiaca	1	Hieracium pilosella	1	Euphorbia cyparissias	1	Berberis vulgaris	1	Bunium bulbocastan.	1	Chaerophyllum hirs.	1	Achillea millefolium	1
Thymus serpyllum	1	Juniperus communis subsp communis	1	Euphorbia cyparissias	1	Sanguisorba minor	1	Linum catharticum	1	Festuca valesiaca	1	Erysimum grandifl.	1	Festuca valesiaca	1	Dactylis glomerata	1	Arabis hirsuta	1
		Festuca valesiaca	1	Festuca valesiaca	1	Linum catharticum	1	Lotus corniculatus	1	Globularia cordifolia	1	Globularia cordifolia	1	Galium verum	1	Echium vulgare	1	Bromus erectus	1
		Globularia cordifolia	1	Euphorbia cyparissias	1	Euphorbia cyparissias	1	Ononis cristata	1	Helianthemum numm.	1	Graminée	1	Globularia cordifolia	1	Festuca valesiaca	1	Chaerophyllum hirs.	1
		Hieracium pilosella	1	Lotus corniculatus	1	Globularia cordifolia	1	Poa alpina	1	Lotus corniculatus	1	Helianthemum numm.	1	Graminée	1	Galium verum	1	Dactylis glomerata	1
		Juniperus communis subsp communis	1	Sempervivum tector.	1	Ronunculus bulbosus	1	Polygala vulgaris	1	Ononis cristata	1	Lotus corniculatus	1	Hieracium pilosella	1	Hieracium pilosella	1	Echium vulgare	1
		Ononis rotundifolia	1	Galium verum	1	Pinus sylvestris	1	Sempervivum tector.	1	Ononis rotundifolia	1	Ononis cristata	1	Juniperus communis subsp communis	1	Juniperus communis subsp communis	1	Euphorbia cyparissias	1
		Pinus sylvestris	1	Polygala vulgaris	1	Ononis cristata	1			Poa alpina	1	Ononis rotundifolia	1	Linum catharticum	1	Linum catharticum	1	Galium verum	1
		Polygala vulgaris	1	Sempervivum tector.	1	Centaurea scabiosa	1			Sanguisorba minor	1	Phleum nodosum	1	Ononis cristata	1	Lotus corniculatus	1	Globularia cordifolia	1
		Sempervivum tector.	1	Trifolium pratense	1	Polygala vulgaris	1			Sempervivum tector.	1	Plantago lanceolata	1	Ononis rotundifolia	1	Myosotis sylvatica	1	Hieracium pilosella	1
		Trifolium pratense	1			Trifolium pratense	1					Polygala vulgaris	1	Potentilla neptans	1	Ononis rotundifolia	1	Hypochoeris radicata	1
						Juniperus communis subsp communis	1					Potentilla neptans	1	Ronunculus bulbosus	1	Plantago lanceolata	1	Knautia arvensis	1
												Rhinanthus alectorol.	1	Rhinanthus alectorol.	1	Poa alpina	1	Linum catharticum	1
												Scabiosa columbaria	1	Sanguisorba minor	1	Polygala vulgaris	1	Lotus corniculatus	1
												Sempervivum tector.	1	Scabiosa columbaria	1	Potentilla neptans	1	Myosotis sylvatica	1
												Thymus serpyllum	1	Silene nutans	1	Ronunculus bulbosus	1	Onobrychis viciifolia	1
												Trifolium pratense	1	Thymus serpyllum	1	Rhinanthus alectorol.	1	Ronunculus bulbosus	1
												Veronica arvensis	1	Trifolium pratense	1	Sanguisorba minor	1	Rhinanthus alectorol.	1
																Silene nutans	1	Sanguisorba minor	1
																Trifolium pratense	1	Scabiosa columbaria	1



CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



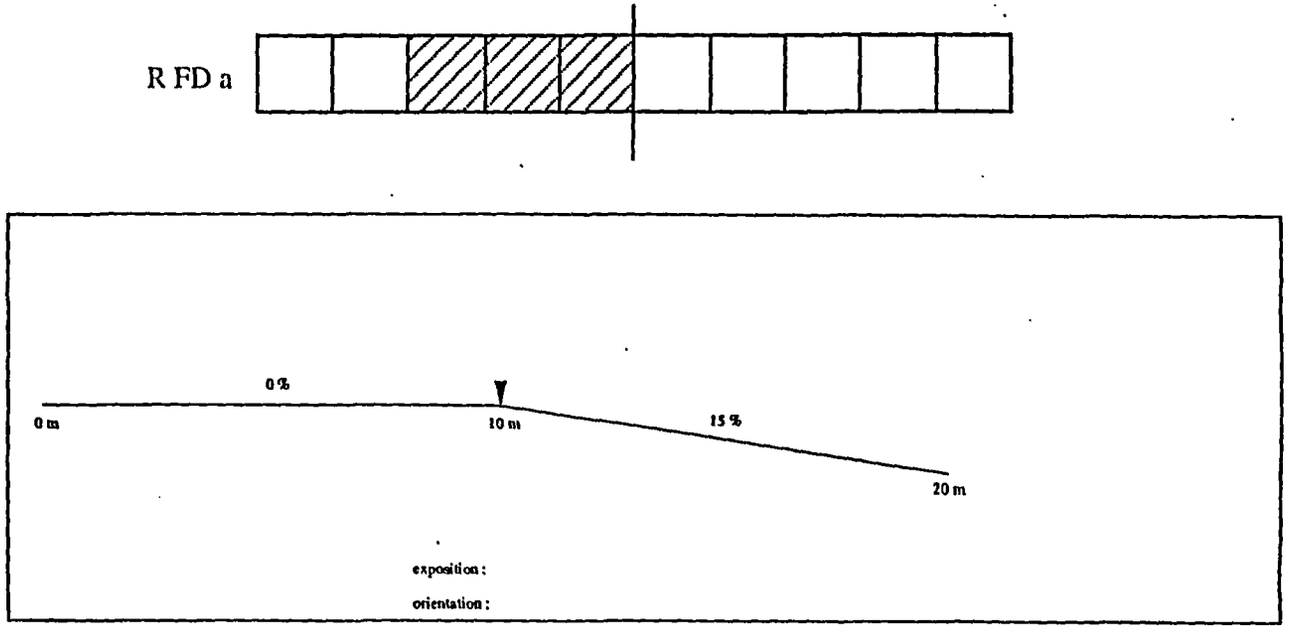




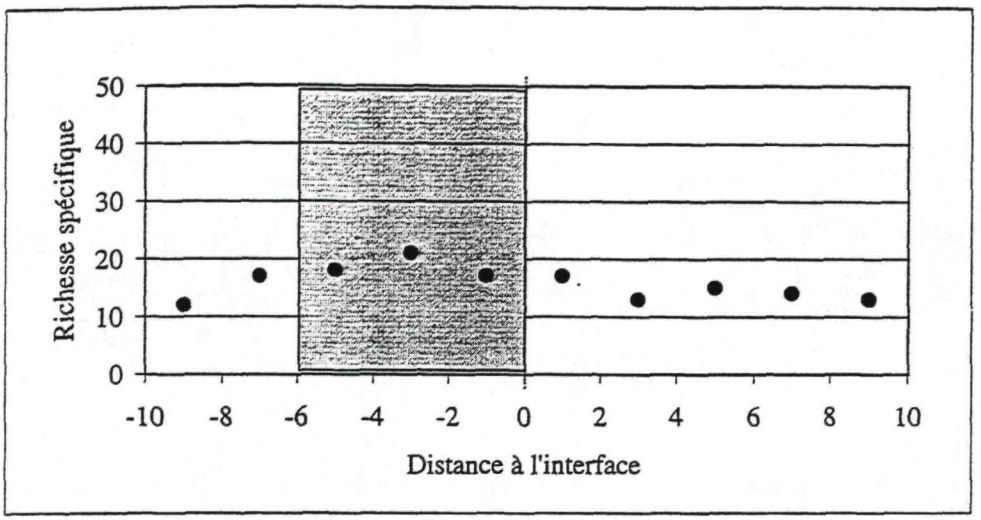
CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

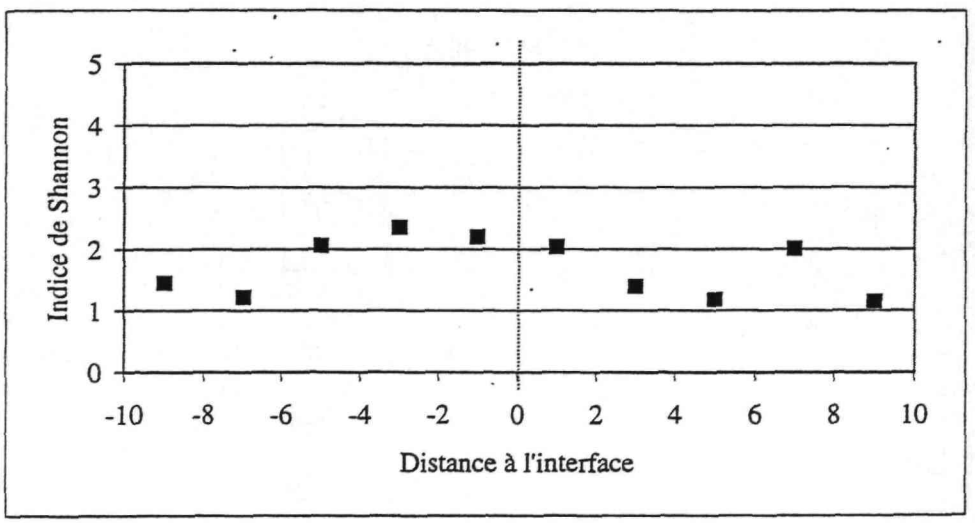
Rossanche 6-7 (1) : transect de friche à zone en déprise

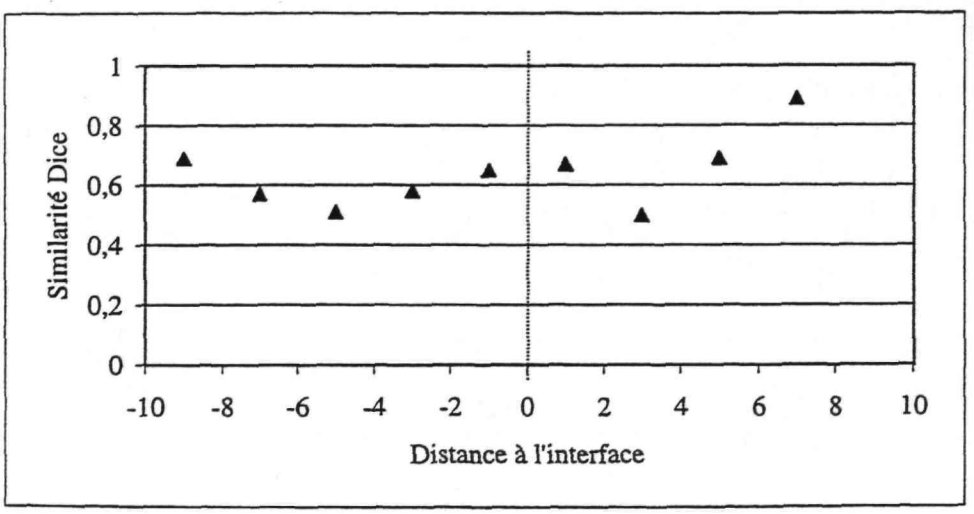
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Festuca volesiaca	4	Festuca volesiaca	4	Helianthemum numm.	3	Achillea millefolium	2	Sanguisorba minor	2	Festuca volesiaca	3	Festuca volesiaca	4	Festuca volesiaca	4	Festuca volesiaca	4	Festuca volesiaca	4
Carex sempervirens	2	Galium verum	2	Achillea millefolium	2	Galium verum	2	Helianthemum numm.	2	Galium verum	2	Galium verum	3	Galium verum	2	Centaurea scabiosa	2	Galium verum	2
Helianthemum numm.	2	Helianthemum numm.	2	Festuca volesiaca	2	Helianthemum numm.	2	Centaurea scabiosa	2	Helianthemum numm.	2	Onobrychis viciifolia	2	Onobrychis viciifolia	2	Galium verum	2	Silene nutans	2
Polygala vulgaris	2	Arctostaphylos uv.	1	Galium verum	2	Hieracium pilosella	1	Arctostaphylos uv.	1	Onobrychis viciifolia	2	Bunium bulbocastan.	1	Arabis hirsuta	1	Lotus corniculatus	2	Echium vulgare	1
Dianthus sp	1	Carex sempervirens	1	Arctostaphylos uv.	1	Orobanche caryophyl.	1	Bunium bulbocastan.	1	Verbascum thapsus	1	Globularia cordifolia	1	Centaurea scabiosa	1	Onobrychis viciifolia	2	Globularia cordifolia	1
Galium verum	1	Dianthus sp	1	Bromus erectus	1	Festuca volesiaca	1	Festuca volesiaca	1	Potentilla reptens	1	Helianthemum numm.	1	Convolvulus arvensis	1	Polygala vulgaris	2	Hieracium pilosella	1
Globularia cordifolia	1	Helianthemum oelan.	1	Centaurea scabiosa	1	Sanguisorba minor	1	Galium verum	1	Bunium bulbocastan.	1	Linum catharticum	1	Echium vulgare	1	Echium vulgare	1	Leserpitium halleri	1
Helianthemum oelan.	1	Hypochoeris radicata	1	Crepis albida	1	Linum catharticum	1	Lotus corniculatus	1	Sanguisorba minor	1	Lotus corniculatus	1	Lotus corniculatus	1	Globularia cordifolia	1	Linum catharticum	1
Onobrychis viciifolia	1	Lotus corniculatus	1	Helianthemum oelan.	1	Dianthus sp	1	Muscari neglectum	1	Poa alpina	1	Orobanche caryophyl.	1	Lotus corniculatus	1	Hieracium pilosella	1	Lotus corniculatus	1
Ononis striata	1	Medicago minima	1	Hieracium pilosella	1	Lotus corniculatus	1	Onobrychis viciifolia	1	Melampyrum sylvatic.	1	Poa alpina	1	Plantago lanceolata	1	Leserpitium halleri	1	Onobrychis viciifolia	1
Orobanche caryophyl.	1	Onobrychis viciifolia	1	Juniperus communis subsp communis	1	Silene alba	1	Ononis striata	1	Linum catharticum	1	Polygala vulgaris	1	Polygala vulgaris	1	Linum catharticum	1	Plantago lanceolata	1
Plantago lanceolata	1	Ononis striata	1	Leserpitium siler	1	Verbascum thapsus	1	Plantago lanceolata	1	Ranunculus bulbosus	1	Ranunculus bulbosus	1	Potentilla reptens	1	Plantago lanceolata	1	Polygala vulgaris	1
		Orobanche caryophyl.	1	Onobrychis viciifolia	1	Koeleria macrantha	1	Poa alpina	1	Silene nutans	1	Tragopogon pratensis	1	Ranunculus bulbosus	1	Potentilla reptens	1	Ranunculus bulbosus	1
		Pinus sylvestris	1	Orobanche caryophyl.	1	Poa alpina	1	Ranunculus bulbosus	1	Polygala vulgaris	1			Silene nutans	1	Silene nutans	1		
		Polygala vulgaris	1	Pinus sylvestris	1	Polygala vulgaris	1	Silene alba	1	Centaurea scabiosa	1			Stipa pennata	1				
		Potentilla reptens	1	Polygala vulgaris	1	Centaurea scabiosa	1	Tragopogon pratensis	1	Plantago lanceolata	1			Tragopogon pratensis	1				
		Ranunculus bulbosus	1	Potentilla reptens	1	Ranunculus bulbosus	1	Verbascum thapsus	1	Orobanche caryophyl.	1								
				Sanguisorba minor	1	Leserpitium halleri	1												
						Berberis vulgaris	1												
						Silene nutans	1												
						Arctostaphylos uv.	1												



CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



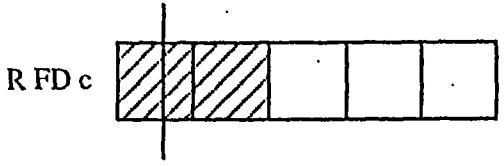


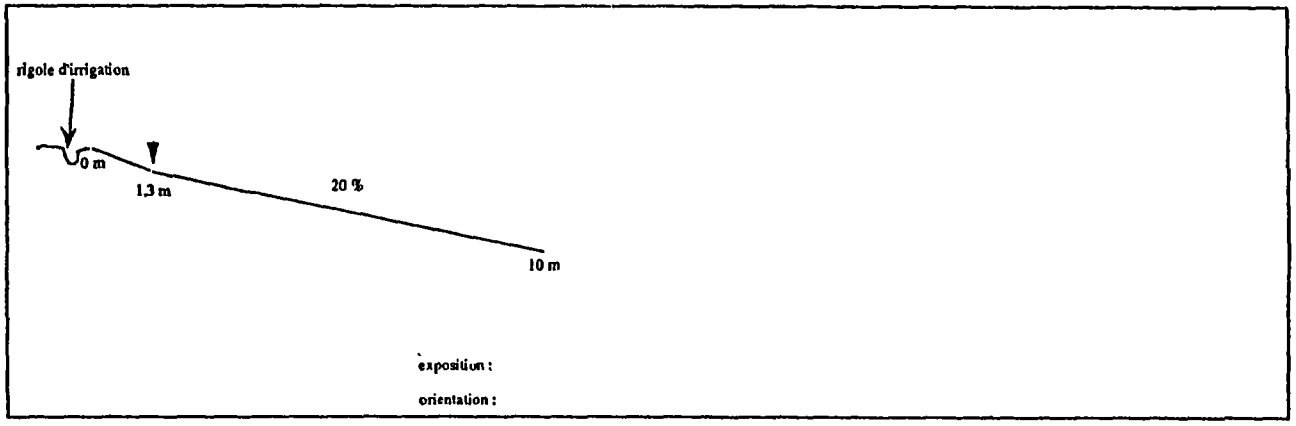


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

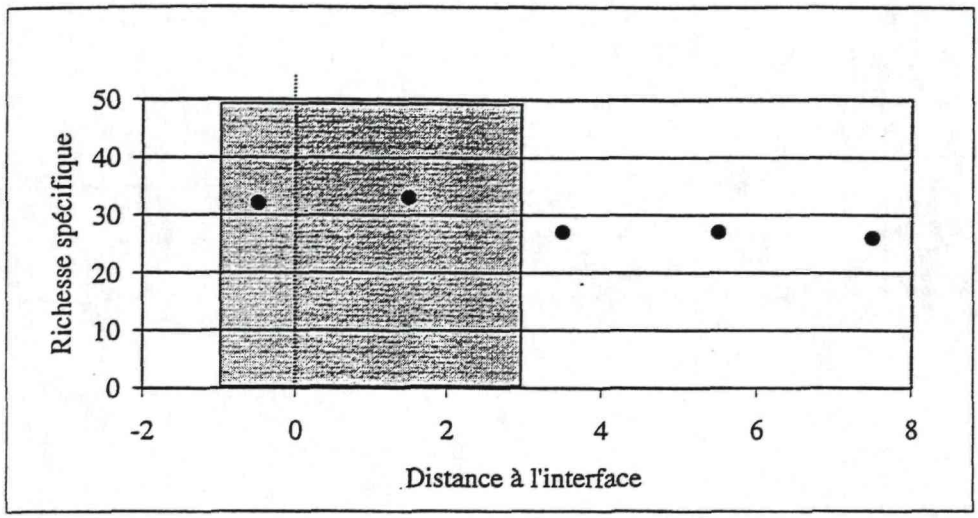
Rossanche 6-7 (3) : transect de friche à zone en déprise

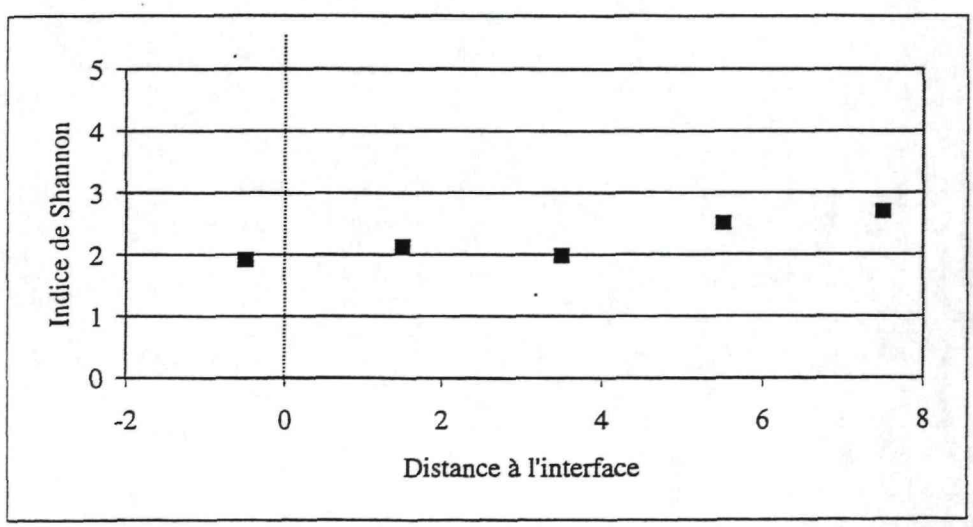
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5	
Erica herbacea	4	Brachypodium pin.	3	Colchicum autumnale	3	Colchicum autumnale	3	Colchicum autumnale	3
Brachypodium pin.	3	Erica herbacea	2	Myosotis sylvatica	2	Briza media	2	Briza media	2
Alchemilla hoppeana	2	Myosotis sylvatica	2	Pedicularis comosa	2	Galium tenue.	2	Bromus erectus	2
Carduus defloratus	2	Alyssum cuneifol.	1	Alyssum cuneifol.	1	Myosotis sylvatica	2	Galium tenue.	2
Anthyllis vulneraria	1	Anthyllis vulneraria	1	Anthyllis vulneraria	1	Pedicularis comosa	2	Myosotis sylvatica	2
Arctostaphylos uv.	1	Aster alpinus	1	Aster alpinus	1	Alyssum cuneifol.	1	Pedicularis comosa	2
Briza media	1	Briza media	1	Brachypodium pin.	1	Aster alpinus	1	Alyssum cuneifol.	1
Campanula cornica	1	Campanula cornica	1	Briza media	1	Brachypodium pin.	1	Aster alpinus	1
Centaurea montana	1	Carduus defloratus	1	Bromus erectus	1	Bromus erectus	1	Campanula cornica	1
Centaurea scabiosa	1	Centaurea montana	1	Campanula cornica	1	Campanula cornica	1	Dactylis glomerata	1
Colchicum autumnale	1	Colchicum autumnale	1	Euphrasia hirtella	1	Carduus defloratus	1	Euphrasia hirtella	1
Galium verum	1	Euphrasia hirtella	1	Festuca rubra	1	Euphrasia hirtella	1	Festuca rubra	1
Graminée	1	Festuca rubra	1	Galium tenue.	1	Festuca rubra	1	Gentiana verna	1
grand carex	1	Gentiana verna	1	Gentiana verna	1	Gentiana verna	1	Gymnadenia conops.	1
Gymnadenia conops.	1	Gentianella compest.	1	Helianthemum numm.	1	Graminée	1	Helianthemum numm.	1
Helianthemum numm.	1	Graminée	1	Hippocrepis comosa	1	Helianthemum numm.	1	Hippocrepis comosa	1
Heracleum sphondyl.	1	Hieracium pilosella	1	Linum cathaticum	1	Hippocrepis comosa	1	Orchis ustulata	1
Hypochoeris radicata	1	Hippocrepis comosa	1	Lotus corniculatus	1	Hypochoeris radicata	1	Pimpinella saxifraga	1
Juniperus communis subsp communis	1	Leucanthemum vul.	1	Ononis cristata	1	Lotus corniculatus	1	Plantago major	1
Knautia arvensis	1	Linum cathartikum	1	Petit carex	1	Plantago lanceolata	1	Polygala vulgaris	1
Leucanthemum vul.	1	Lotus corniculatus	1	Plantago major	1	Plantago major	1	Ranunculus aurikomus	1
Lotus corniculatus	1	Orchis ustulata	1	Polygala vulgaris	1	Polygala vulgaris	1	Rhinanthus alectorol.	1
Pedicularis comosa	1	Pedicularis comosa	1	Ranunculus aurikomus	1	Ranunculus aurikomus	1	Salvia pratensis	1
Pinus sylvestris	1	Petit carex	1	Rhinanthus alectorol.	1	Silene nutans	1	Thesium alpinum	1
Plantago alpina	1	Plantago alpina	1	Silene nutans	1	Thesium alpinum	1	Thymus serpyllum	1
Plantago lanceolata	1	Plantago lanceolata	1	Thesium alpinum	1	Thymus serpyllum	1	Tragopogon dubius	1
Polygonum viviparum	1	Plantago major	1	Thymus serpyllum	1	Tragopogon dubius	1		
Potentilla erecta	1	Polygala vulgaris	1						
Primula veris sp veris	1	Polygonum viviparum	1						
Ranunculus aurikomus	1	Ranunculus aurikomus	1						
Tetragonolobus siliq.s	1	Salvia pratensis	1						
Thesium alpinum	1	Tetragonolobus siliq.	1						
		Thymus serpyllum	1						

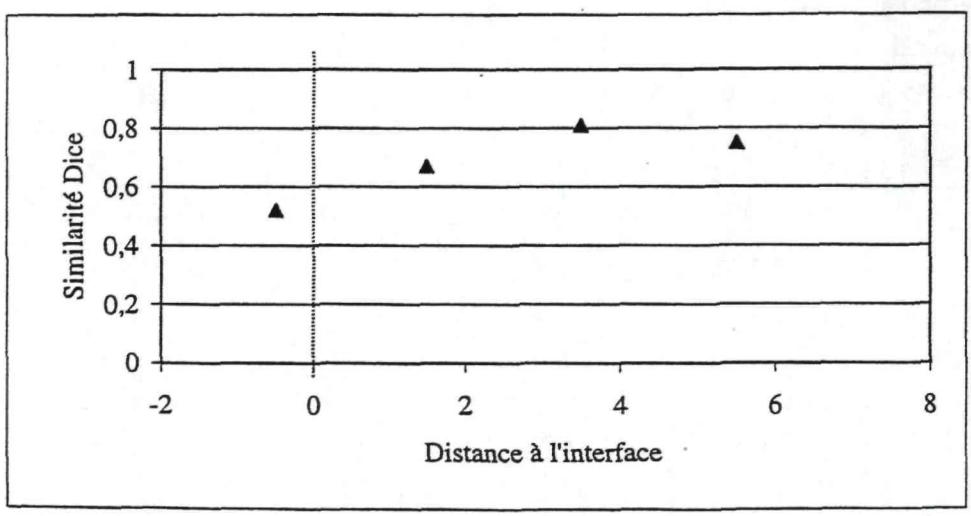




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



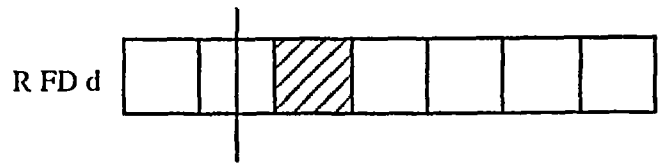


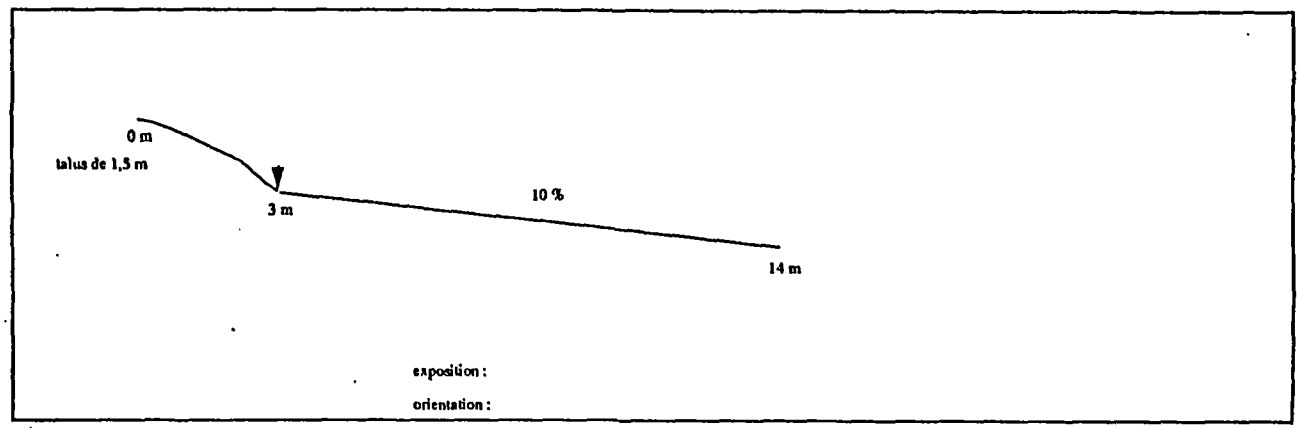


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

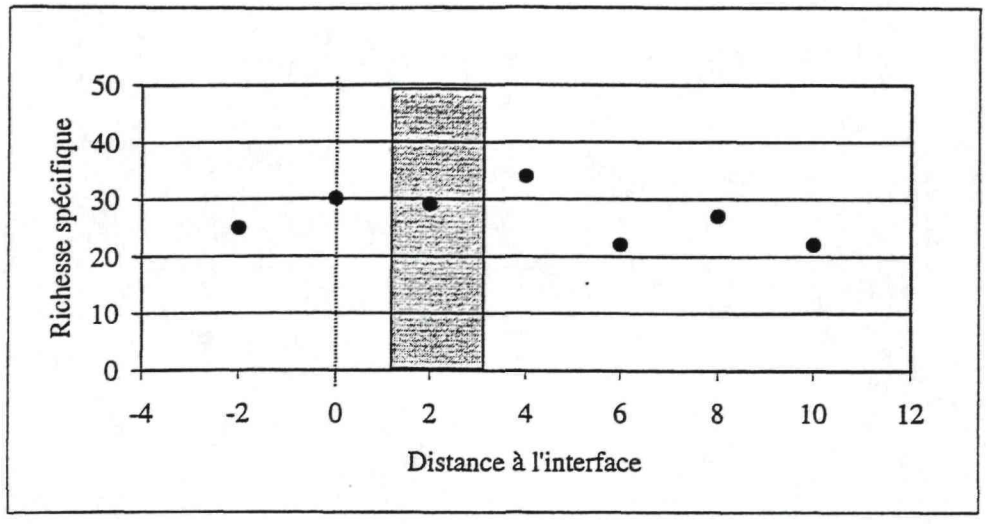
Rossanche 6-7 (4) : transect de friche à zone en déprise

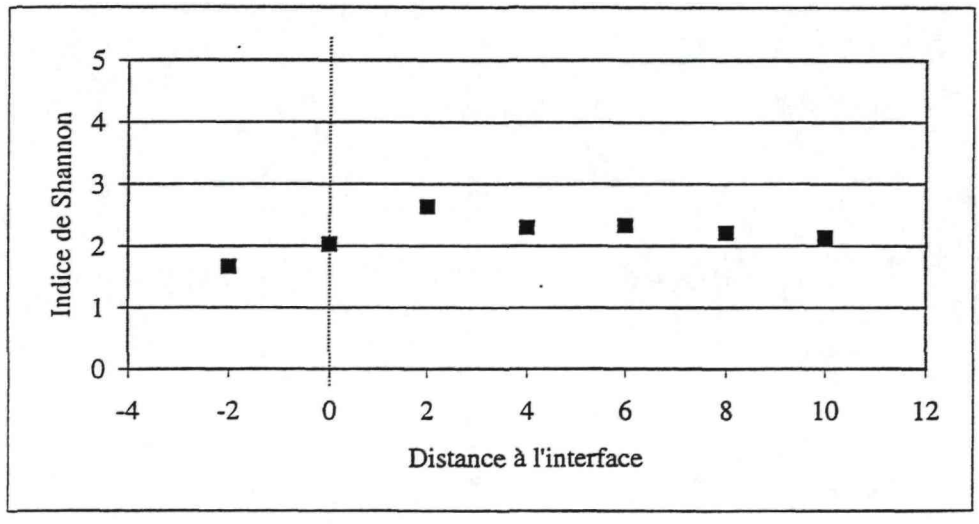
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7	
Brachypodium pinn.	4	Brachypodium pinn.	4	Brachypodium pinn.	3	Onobrychis viciifolia	3	Onobrychis viciifolia	3	Bromus erectus	3	Bromus erectus	3
Euphorbia cyparissias	2	Euphorbia cyparissias	3	Rhinanthus alectorol.	3	Rhinanthus alectorol.	3	Rhinanthus alectorol.	3	Onobrychis viciifolia	3	Onobrychis viciifolia	3
Helianthemum numm.	2	Leserpitium latifolium	3	Euphorbia cyparissias	2	Euphorbia cyparissias	2	Bromus erectus	2	Rhinanthus alectorol.	3	Rhinanthus alectorol.	3
Hieracium pilosella	2	Helianthemum numm.	2	Hippocrepis comosa	2	Pinus sylvestris	2	Campanula cornuta	2	Euphorbia cyparissias	2	Euphorbia cyparissias	2
Alyssum cuneifol.	1	Alyssum cuneifol.	1	Leserpitium latifolium	2	Achillea millefolium	1	Euphorbia cyparissias	2	Alyssum cuneifol.	1	Alyssum cuneifol.	1
Asperula cynanchica	1	Arabis hirsuta	1	Onobrychis viciifolia	2	Alyssum cuneifol.	1	Achillea millefolium	1	Anthyllis vulneraria	1	Anthemanthemum alot.	1
Briza media	1	Berberis vulgaris	1	Alyssum cuneifol.	1	Asperula cynanchica	1	Alyssum cuneifol.	1	Arabis hirsuta	1	Aster alpinus	1
Campanula cornuta	1	Campanula cornuta	1	Anthyllis vulneraria	1	Aster alpinus	1	Asperula cynanchica	1	Brachypodium pinn.	1	Briza media	1
Carduus defloratus	1	Carduus defloratus	1	Asperula cynanchica	1	Astragalus purpureus	1	Aster alpinus	1	Briza media	1	Centaurea scabiosa	1
Carex sempervirens	1	Carex sempervirens	1	Astragalus purpureus	1	Brachypodium pinn.	1	Brachypodium pinn.	1	Campanula cornuta	1	Colchicum autumnale	1
Centaurea scabiosa	1	Centaurea scabiosa	1	Biscutella laevigata	1	Bromus erectus	1	Centaurea scabiosa	1	Centaurea scabiosa	1	Galium laeve.	1
Globularia cordifolia	1	*Galium verum*	1	Briza media	1	Bupleurum bulbocastan.	1	Festuca rubra	1	Festuca rubra	1	Galium verum	1
Graminée	1	Globularia cordifolia	1	Bromus erectus	1	Campanula cornuta	1	Graminée	1	Galium tenue.	1	Helianthemum numm.	1
Helianthemum oelan.	1	Graminée	1	Erica herbacea	1	Centaurea scabiosa	1	Helianthemum oelan.	1	Helianthemum numm.	1	Knautia arvensis	1
Leserpitium latifolium	1	Helianthemum oelan.	1	Gentianella campest.	1	Festuca rubra	1	Knautia arvensis	1	Hieracium pilosella	1	Linum catharticum	1
Lotus corakulatus	1	Hieracium pilosella	1	Graminée	1	Globularia cordifolia	1	Linum catharticum	1	Hypochoeris maculata	1	Lotus corniculatus	1
Melampyrum sylvatic.	1	Lotus corakulatus	1	Gymnadenia conops.	1	Graminée	1	Myosotis sylvatica	1	Knautia arvensis	1	Myosotis sylvatica	1
Potentilla tepteus	1	Myosotis sylvatica	1	Helianthemum numm.	1	Helianthemum oelan.	1	Polygala vulgaris	1	Lotus corniculatus	1	Pediculoris comosa	1
Ranunculus bulbosus	1	Onobrychis viciifolia	1	Helianthemum oelan.	1	Leserpitium latifolium	1	Ranunculus bulbosus	1	Myosotis sylvatica	1	Plantago major	1
Rosa sp	1	Ononis rotundifolia	1	Hieracium pilosella	1	Lotus corakulatus	1	Salvia protensis	1	Pediculoris comosa	1	Polygala vulgaris	1
Salvia protensis	1	Plantago alpina	1	Hypochoeris maculata	1	Myosotis sylvatica	1	Sanguisorba minor	1	Plantago lanceolata	1	Salvia protensis	1
Sanguisorba minor	1	Polygala vulgaris	1	Knautia arvensis	1	Ononis cristata	1	Silene nutans	1	Polygala vulgaris	1	Thymus serpyllum	1
Sempervivum tector.	1	Primula veris sp veris	1	Lotus corakulatus	1	Orchis ustulata	1			Salvia protensis	1		
Silene nutans	1	Ranunculus bulbosus	1	Myosotis sylvatica	1	Pediculoris comosa	1			Silene nutans	1		
Thesium alpinum	1	Rhinanthus alectorol.	1	Polygala vulgaris	1	Polygala vulgaris	1			Thymus serpyllum	1		
Thymus serpyllum	1	Salvia protensis	1	Salvia protensis	1	Potentilla tepteus	1			Tragopogon dubius	1		
		Sempervivum tector.	1	Thesium alpinum	1	Ranunculus bulbosus	1			Trifolium montanum	1		
		Silene nutans	1	Thymus serpyllum	1	Salvia protensis	1						
		Thymus serpyllum	1	Trifolium montanum	1	Sempervivum tector.	1						
		Trifolium montanum	1			Silene nutans	1						
						Thesium alpinum	1						
						Thymus serpyllum	1						
						Tragopogon dubius	1						
						Trifolium montanum	1						

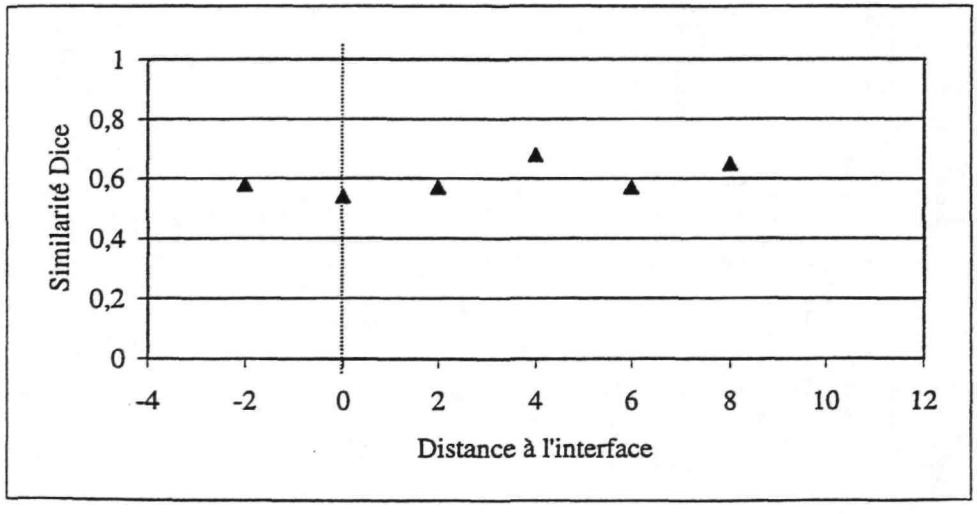




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



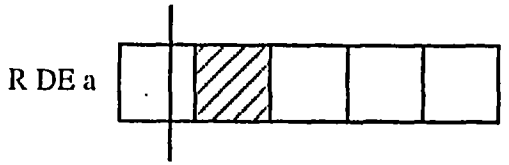


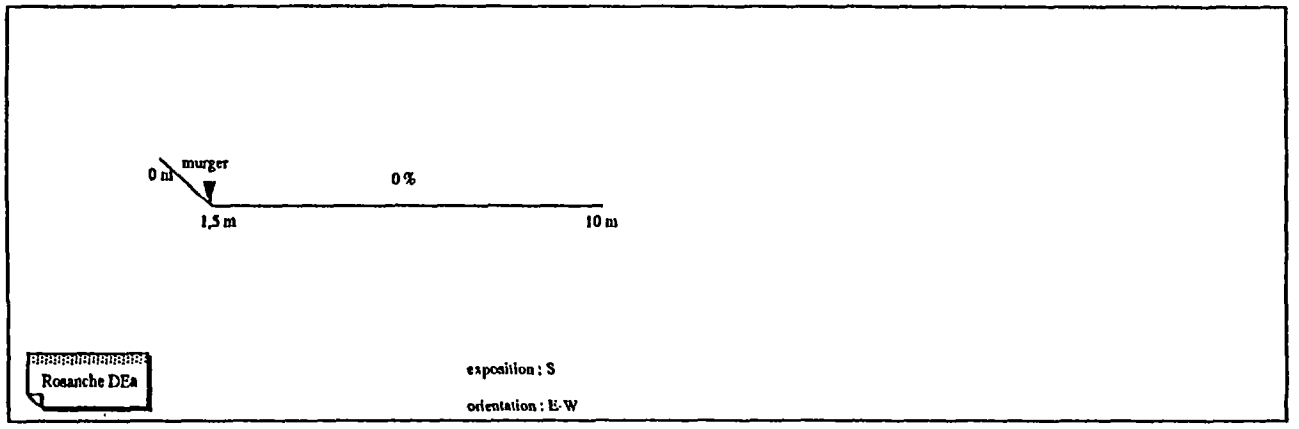


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

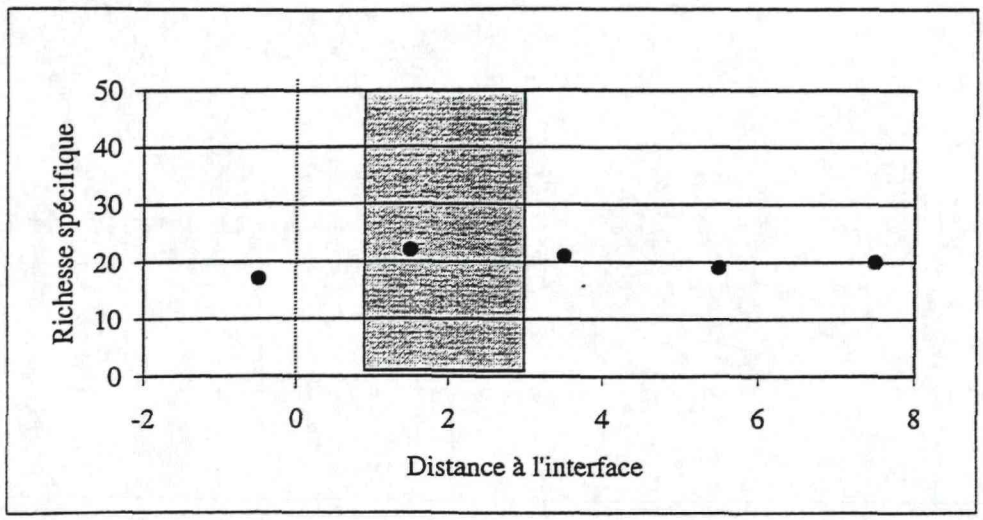
Rossanche 7-9 (1) : transect de zone en déprise à zone entretenue

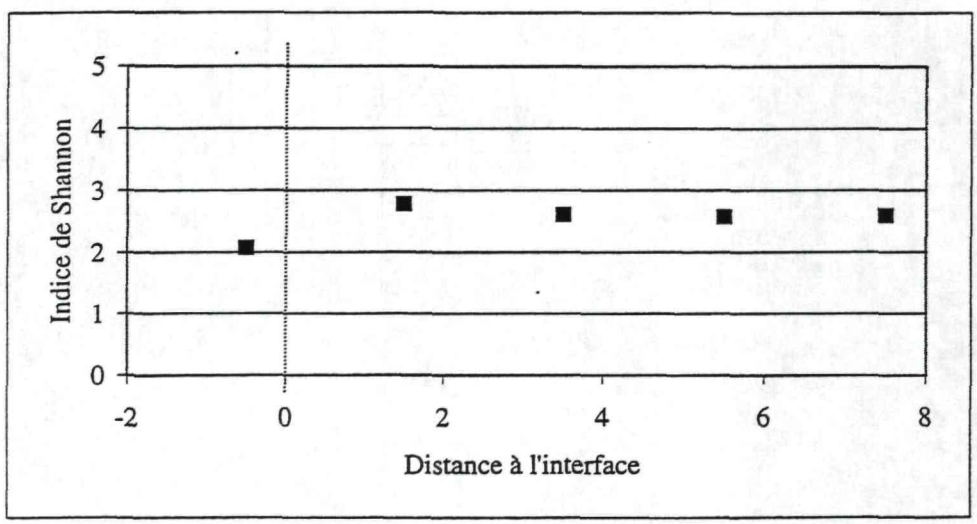
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5	
Ribes uva-crispa	3	Achillea millefolium	2	Achillea millefolium	3	Achillea millefolium	3	Achillea millefolium	3
Rubus idaeus	3	Dactylis glomerata	2	Chaerophyllum hirs.	2	Centaurea scabiosa	2	Chaerophyllum hirs.	2
Urtica dioica	3	Knautia arvensis	2	Dactylis glomerata	2	Dactylis glomerata	2	Dactylis glomerata	2
Laserpitium latifolium	2	Lathyrus pratensis	2	Poa alpina	2	Onobrychis viciifolia	2	Geranium sylvaticum	2
Bromus erectus	1	Trisetum flavescens	2	Salvia pratensis	2	Salvia pratensis	2	Salvia pratensis	2
Campanula rhomboid.	1	Alchemilla xanthol.	1	Trisetum flavescens	2	Trisetum flavescens	2	Trisetum flavescens	2
Chaerophyllum hirs.	1	Campanula rhomboid.	1	Campanula rhomboid.	1	Campanula rhomboid.	1	Campanula rhomboid.	1
Composée	1	Chaerophyllum hirs.	1	Centaurea scabiosa	1	Chaerophyllum hirs.	1	Colchicum autumnale	1
Equisetum sp	1	Colchicum autumnale	1	Colchicum autumnale	1	Colchicum autumnale	1	Composée	1
Galium tenue.	1	Composée	1	Composée	1	Composée	1	Hypochoeris radicata	1
Geranium sylvaticum	1	Geranium sylvaticum	1	Geranium sylvaticum	1	Geranium sylvaticum	1	Lathyrus pratensis	1
Lathyrus pratensis	1	Leucanthemum vun.	1	Knautia arvensis	1	Lathyrus pratensis	1	Onobrychis viciifolia	1
Poa alpina	1	Onobrychis viciifolia	1	Lathyrus pratensis	1	Poa alpina	1	Poa alpina	1
Ranunculus aurikomus	1	Poa alpina	1	Onobrychis viciifolia	1	Ranunculus aurikomus	1	Ranunculus aurikomus	1
Rumex acetosa	1	Ranunculus aurikomus	1	Ranunculus aurikomus	1	Rumex acetosa	1	Rumex acetosa	1
Trisetum flavescens	1	Rubus idaeus	1	Rhinanthus alectorol.	1	Silene vulgaris	1	Silene vulgaris	1
Vicia incana	1	Rumex acetosa	1	Rumex acetosa	1	Taraxacum officinale	1	Taraxacum officinale	1
		Salvia pratensis	1	Silene vulgaris	1	Tragopogon dubius	1	Tragopogon dubius	1
		Silene vulgaris	1	Taraxacum officinale	1	Vicia incana	1	Trifolium pratense	1
		Taraxacum officinale	1	Tragopogon dubius	1			Vicia incana	1
		Tragopogon dubius	1	Vicia incana	1				
		Vicia incana	1						

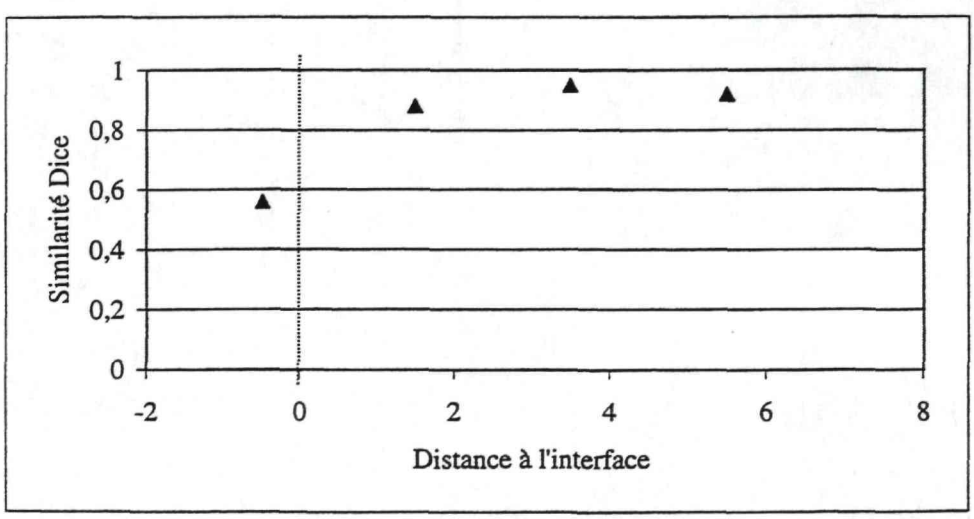




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref







CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Rossanche 7-9 (2) : transect de zone en déprise à zone entretenue

placette 1

Achillea millefolium	3
Anacamptis pyramidalis	3
Bromus erectus	2
Dactylis glomerata	2
Plantago lanceolata	2
Trifolium pratense	1
Brachypodium pinnatum	1
Festuca rubra	1
Helianthemum nummularium	1
Hieracium pilosella	1
Hypochoeris radicata	1
Myosotis sylvatica	1
Ononis tridentata	1
Phleum nodosum	1
Plantago lanceolata	1
Ranunculus gouanianus	1
Rhinanthus alectorolophus	1
Sanguisorba minor	1
Silene nutans	1
Silene vulgaris	1
Tragopogon dubius	1
Verbascum thapsus	1

placette 2

Onobrychis viciifolia	4
Achillea millefolium	2
Bromus erectus	2
Acinos alpinus	1
Artemisia absinthium	1
Brachypodium pinnatum	1
Bromus hordeaceus	1
Carlina vulgaris	1
Dactylis glomerata	1
Festuca rubra	1
Helianthemum nummularium	1
Hieracium pilosella	1
Hypochoeris radicata	1
Myosotis sylvatica	1
Phleum nodosum	1
Plantago lanceolata	1
Ranunculus gouanianus	1
Rhinanthus alectorolophus	1
Sanguisorba minor	1
Silene nutans	1
Silene vulgaris	1
Tragopogon dubius	1
Verbascum thapsus	1

placette 3

Achillea millefolium	2
Bromus erectus	2
Bromus hordeaceus	2
Dactylis glomerata	2
Brachypodium pinnatum	1
Capsella bursa-pastoris	1
Dorycnium pentaphyllum	1
Erodium cicutarium	1
Festuca rubra	1
Helianthemum nummularium	1
Linum catharticum	1
Lotus corniculatus	1
Myosotis sylvatica	1
Onobrychis viciifolia	1
Ononis tridentata	1
Phleum nodosum	1
Phyteuma orbiculare	1
Plantago lanceolata	1
Plantago major	1
Ranunculus gouanianus	1
Rhinanthus alectorolophus	1
Rosa sp	1
Sanguisorba minor	1
Silene vulgaris	1
Taraxacum officinale	1
Tragopogon dubius	1
Veronica arvensis	1

placette 4

Achillea millefolium	2
Bromus erectus	2
Dactylis glomerata	2
Lotus corniculatus	2
Onobrychis viciifolia	2
Rosa sp	2
Festuca rubra	1
Brachypodium pinnatum	1
Ranunculus gouanianus	1
Bromus hordeaceus	1
Silene nutans	1
Silene vulgaris	1
Lathyrus pratensis	1
Galium verum	1
Phyteuma orbiculare	1
Rhinanthus alectorolophus	1
Medicago sativa	1
Tragopogon dubius	1
Myosotis sylvatica	1
Erysimum grandiflorum	1

placette 5

Bromus erectus	2
Lathyrus pratensis	2
Onobrychis viciifolia	2
Festuca rubra	2
Achillea millefolium	2
Centaurea scabiosa	1
Epilobium angustifolium	1
Galium verum	1
Geranium molle	1
Lotus corniculatus	1
Myosotis sylvatica	1
Ploum nodosum	1
Phyteuma orbiculare	1
Ranunculus gouanianus	1
Trifolium pratense	1

placette 6

Lathyrus pratensis	3
Festuca rubra	2
Galium verum	2
Helianthemum nummularium	2
Medicago sativa	2
Bromus erectus	1
Epilobium angustifolium	1
Erysimum grandiflorum	1
Hieracium bifurcum	1
Phyteuma orbiculare	1
Centaurea scabiosa	1
Ranunculus gouanianus	1
Onobrychis viciifolia	1
Geranium molle	1
Myosotis sylvatica	1

placette 7

Bromus erectus	2
Poa pratensis	2
Medicago sativa	2
Hieracium bifurcum	1
Dactylis glomerata	1
Euphorbia cyparissias	1
Galium verum	1
Geranium molle	1
Geranium sylvaticum	1
Helianthemum nummularium	1
Lotus corniculatus	1
Myosotis sylvatica	1
Ranunculus gouanianus	1
Salvia pratensis	1
Sanguisorba minor	1
Tetragonolobus siliquosus	1
Tragopogon dubius	1
Verbascum thapsus	1

placette 8

Dactylis glomerata	3
Bromus hordeaceus	3
Salvia pratensis	2
Rhinanthus alectorolophus	2
Poa pratensis	2
Ranunculus gouanianus	1
Bromus erectus	1
Galium verum	1
Primula veris ssp veris	1
Cichorium intybus	1
Knautia arvensis	1
Silene vulgaris	1
Plantago lanceolata	1
Trifolium flavescens	1
Briza media	1
Festuca rubra	1
Lathyrus pratensis	1
Medicago sativa	1

placette 9

Bromus hordeaceus	3
Dactylis glomerata	3
Bromus erectus	2
Poa pratensis	2
Rhinanthus alectorolophus	2
Salvia pratensis	2
Festuca rubra	1
Knautia arvensis	1
Lathyrus pratensis	1
Ranunculus gouanianus	1
Veronica arvensis	1

placette 10

Bromus hordeaceus	3
Dactylis glomerata	3
Rhinanthus alectorolophus	3
Bromus erectus	2
Poa pratensis	2
Salvia pratensis	2
Campanula rhomboidalis	1
Chaerophyllum hirsutum	1
Cichorium intybus	1
Hypochoeris radicata	1
Festuca rubra	1
Geranium sylvaticum	1
Knautia arvensis	1
Lathyrus pratensis	1
Leucanthemum vulgare	1
Onobrychis viciifolia	1
Ranunculus gouanianus	1
Rumex acetosa	1
Veronica arvensis	1

placette 11

Dactylis glomerata	3
Bromus hordeaceus	2
Rhinanthus alectorolophus	2
Salvia pratensis	2
Bromus erectus	1
Campanula rhomboidalis	1
Chaerophyllum hirsutum	1
Cichorium intybus	1
Geranium sylvaticum	1
Hypochoeris radicata	1
Festuca rubra	1
Lathyrus pratensis	1
Onobrychis viciifolia	1
Poa pratensis	1
Rumex acetosa	1
Silene vulgaris	1
Tragopogon dubius	1

placette 12

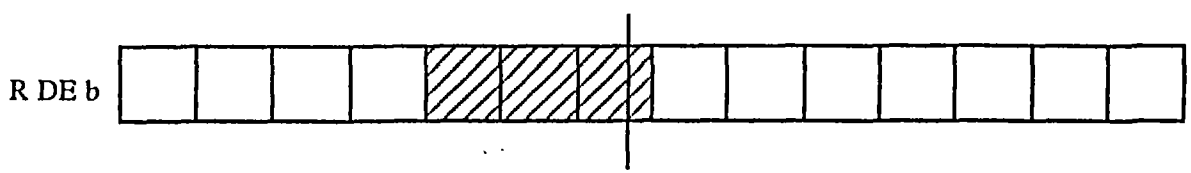
Salvia pratensis	3
Bromus erectus	2
Bromus hordeaceus	2
Campanula rhomboidalis	2
Hypochoeris radicata	2
Lathyrus pratensis	2
Onobrychis viciifolia	2
Rhinanthus alectorolophus	2
Cichorium intybus	1
Dactylis glomerata	1
Galium verum	1
Geranium sylvaticum	1
Plantago lanceolata	1
Poa pratensis	1
Rumex acetosa	1
Silene vulgaris	1
Tragopogon dubius	1
Trifolium pratense	1
Trisetum flavescens	1

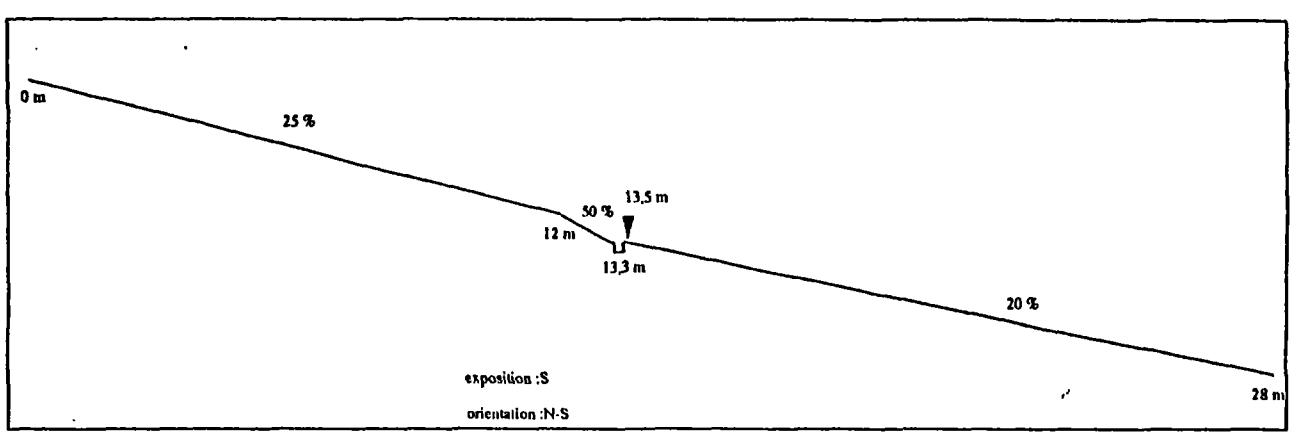
placette 13

Achillea millefolium	2
Bromus hordeaceus	2
Hypochoeris radicata	2
Rhinanthus alectorolophus	2
Salvia pratensis	2
Trifolium pratense	2
Bromus erectus	1
Campanula rhomboidalis	1
Chaerophyllum hirsutum	1
Cichorium intybus	1
Dactylis glomerata	1
Geranium sylvaticum	1
Lathyrus pratensis	1
Leucanthemum vulgare	1
Onobrychis viciifolia	1
Poa pratensis	1
Ranunculus gouanianus	1
Rumex acetosa	1
Silene nutans	1
Silene vulgaris	1
Tragopogon dubius	1
Trisetum flavescens	1

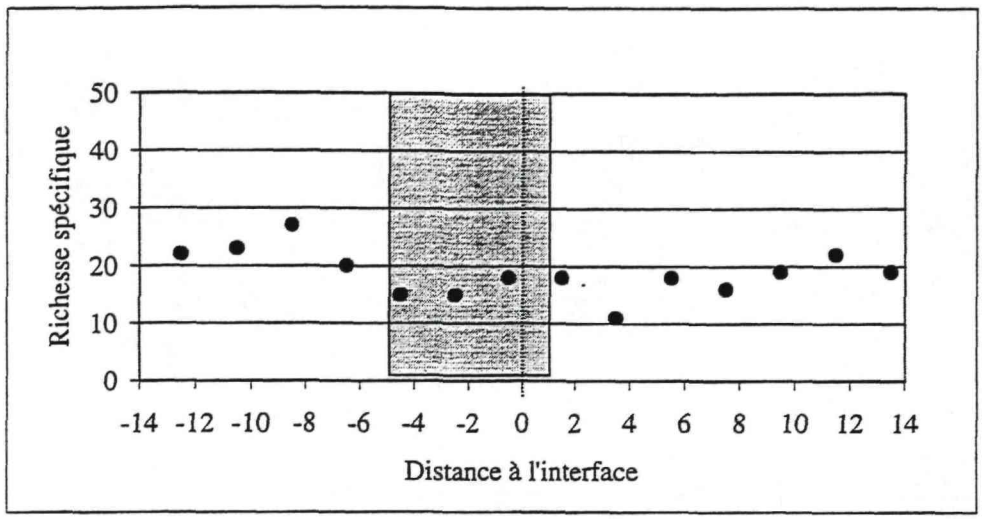
placette 14

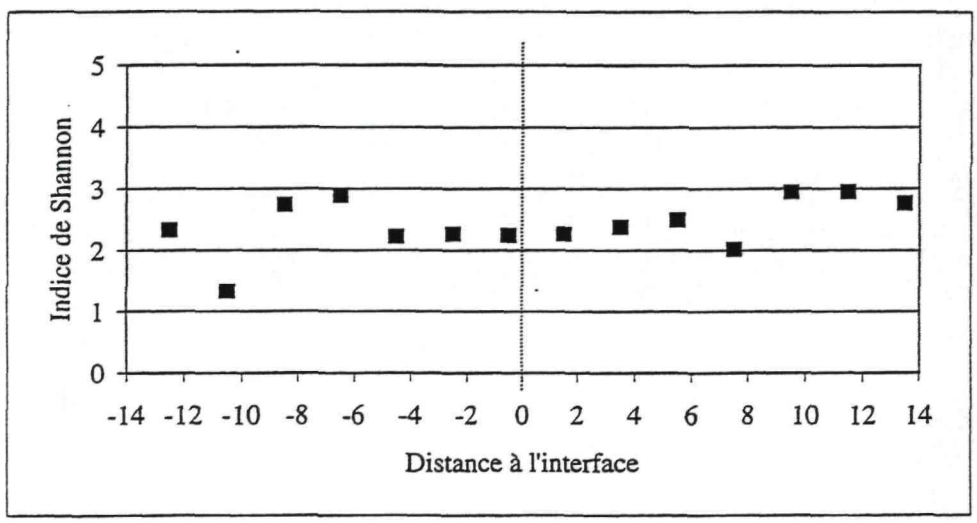
Salvia pratensis	3
Bromus hordeaceus	2
Dactylis glomerata	2
Hypochoeris radicata	2
Lathyrus pratensis	2
Rhinanthus alectorolophus	2
Bromus erectus	1
Campanula rhomboidalis	1
Chaerophyllum hirsutum	1
Cichorium intybus	1
Knautia arvensis	1
Onobrychis viciifolia	1
Poa pratensis	1
Ranunculus gouanianus	1
Silene vulgaris	1
Tragopogon dubius	1
Trifolium pratense	1
Trisetum flavescens	1

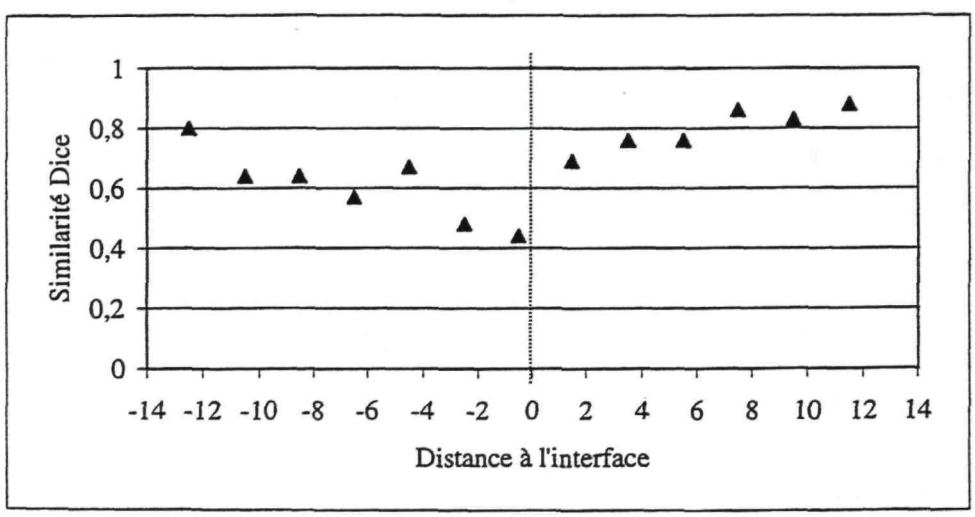




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



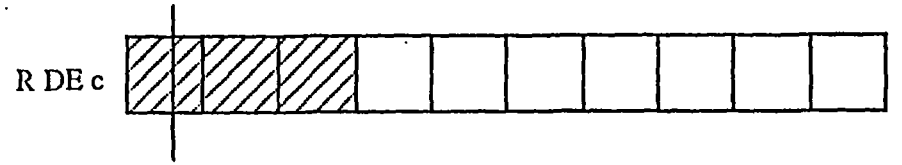


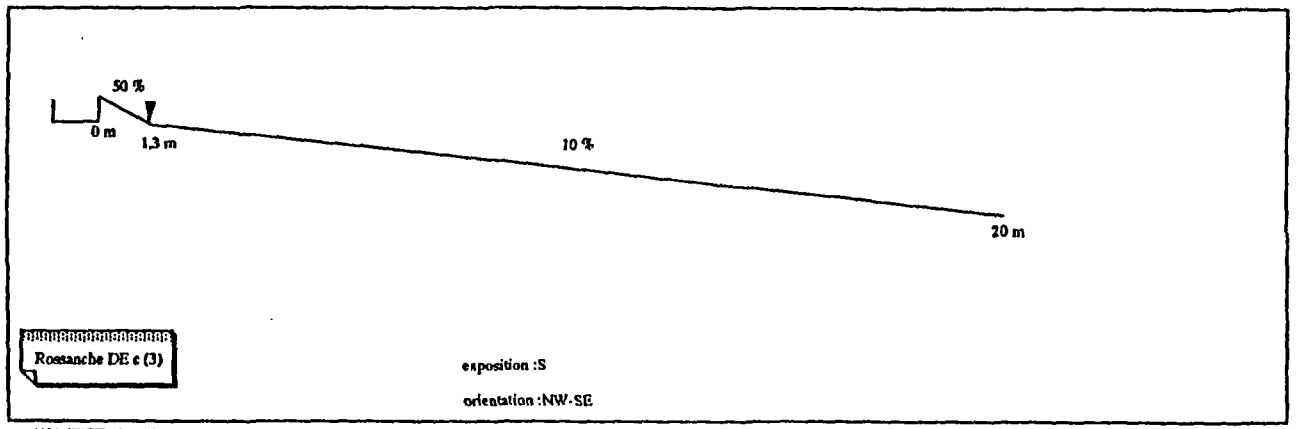


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

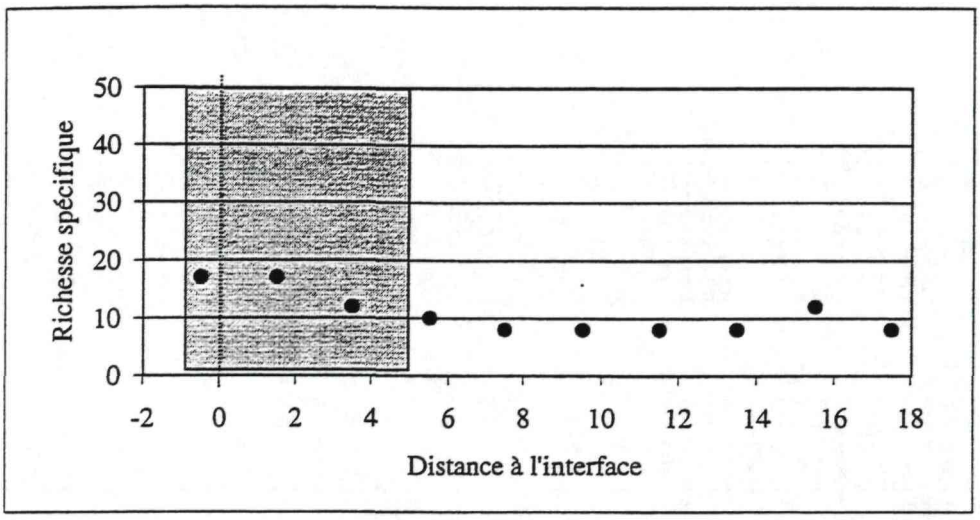
Rossanche 7-9 (3) : transect de zone en déprise à zone entretenue

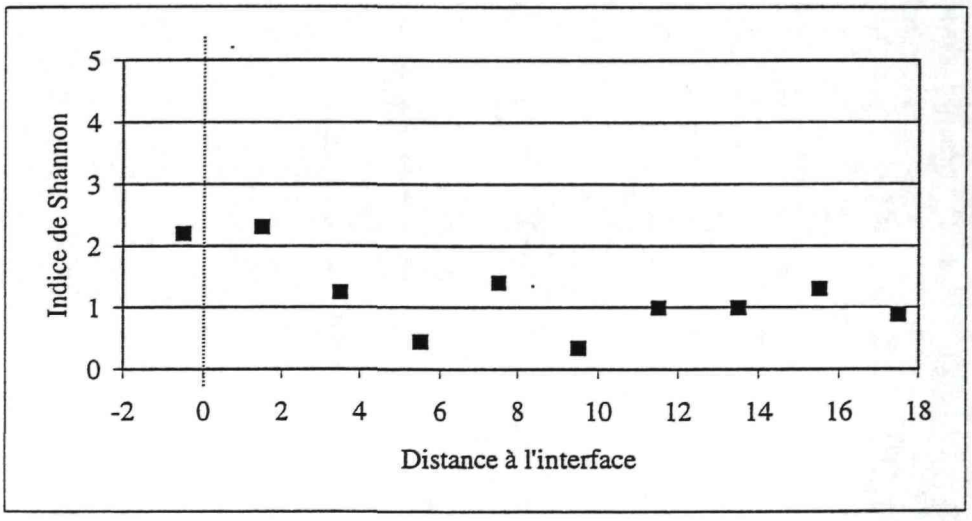
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Achillea millefolium	2	Festuca valesiaca	3	Lathyrus pratensis	3	Salvia pratensis	3	Bromus erectus	2	Salvia pratensis	3	Salvia pratensis	3	Salvia pratensis	3	Salvia pratensis	2	Salvia pratensis	2
Bromus erectus	2	Achillea millefolium	2	Salvia pratensis	3	Bromus erectus	1	Salvia pratensis	2	Bromus erectus	1	Helianthemum numm.	2	Bromus erectus	2	Bromus erectus	1	Bromus erectus	1
Graminée	2	Bromus erectus	2	Achillea millefolium	1	Bunium bulbocastan.	1	Colchicum autumnale	1	Colchicum autumnale	1	Bromus erectus	1	Colchicum autumnale	1	Bunium bulbocastan.	1	Bunium bulbocastan.	1
Dactylis glomerata	1	Lathyrus pratensis	2	Achnos alpinus	1	Colchicum autumnale	1	Festuca valesiaca	1	Festuca valesiaca	1	Colchicum autumnale	1	Festuca valesiaca	1	Centaurea scabiosa	1	Centaurea scabiosa	1
Euphorbia cyparissias	1	Salvia pratensis	2	Bilze media	1	Festuca valesiaca	1	Helianthemum numm.	1	Helianthemum numm.	1	Festuca valesiaca	1	Helianthemum numm.	1	Colchicum autumnale	1	Dactylis glomerata	1
Galium verum	1	Bunium bulbocastan.	1	Bromus erectus	1	Helianthemum numm.	1	Knautia arvensis	1	Knautia arvensis	1	Knautia arvensis	1	Knautia arvensis	1	Helianthemum numm.	1	Helianthemum numm.	1
Helianthemum numm.	1	Campanula cervicaria	1	Bunium bulbocastan.	1	Knautia arvensis	1	Onobrychis viciifolia	1	Onobrychis viciifolia	1	Onobrychis viciifolia	1	Onobrychis viciifolia	1	Knautia arvensis	1	Onobrychis viciifolia	1
Hieracium pilosella	1	Euphorbia cyparissias	1	Graminée	1	Narcissus poeticus	1	Poa alpina	1	Poa alpina	1	Poa alpina	1	Poa alpina	1	Lotus corniculatus	1	Poa alpina	1
Knautia arvensis	1	Galium verum	1	Helianthemum numm.	1	Onobrychis viciifolia	1									Poa alpina	1		
Lathyrus pratensis	1	Helianthemum numm.	1	Onobrychis viciifolia	1	Poa alpina	1									Primula veris sp veris	1		
Onobrychis viciifolia	1	Hieracium pilosella	1	Poa alpina	1											Sanguisorba minor	1		
petite plante organisée	1	Knautia arvensis	1	Sanguisorba minor	1											Veronica arvensis	1		
Polygala vulgaris	1	Leucanthemum vul.	1																
Ranunculus bulbosus	1	Onobrychis viciifolia	1																
Rosa sp	1	Plantago lanceolata	1																
Salvia pratensis	1	Poa alpina	1																
Sanguisorba minor	1	Polygala vulgaris	1																

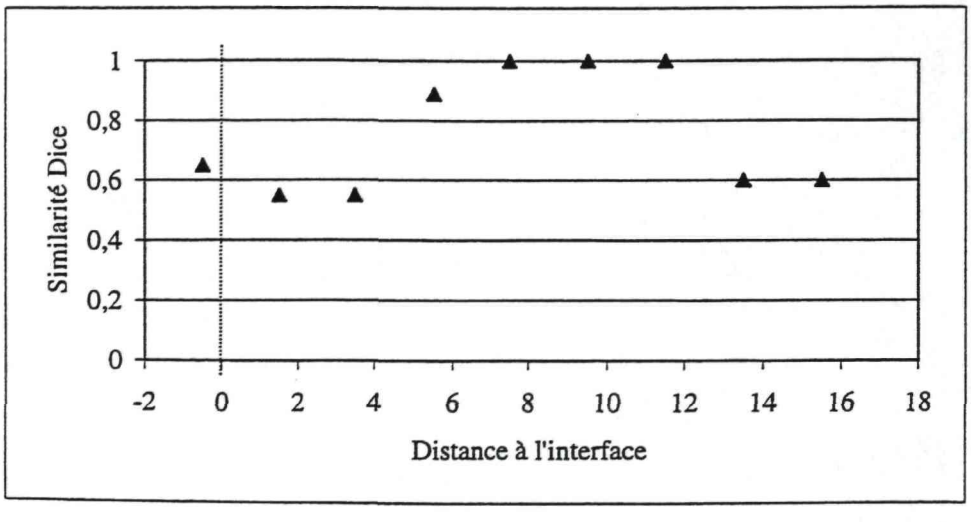




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



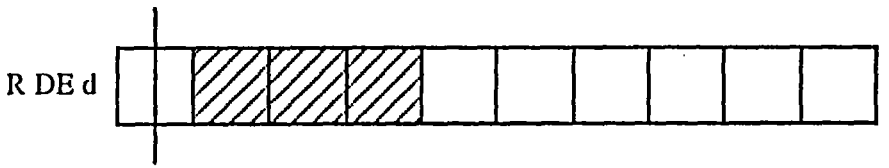


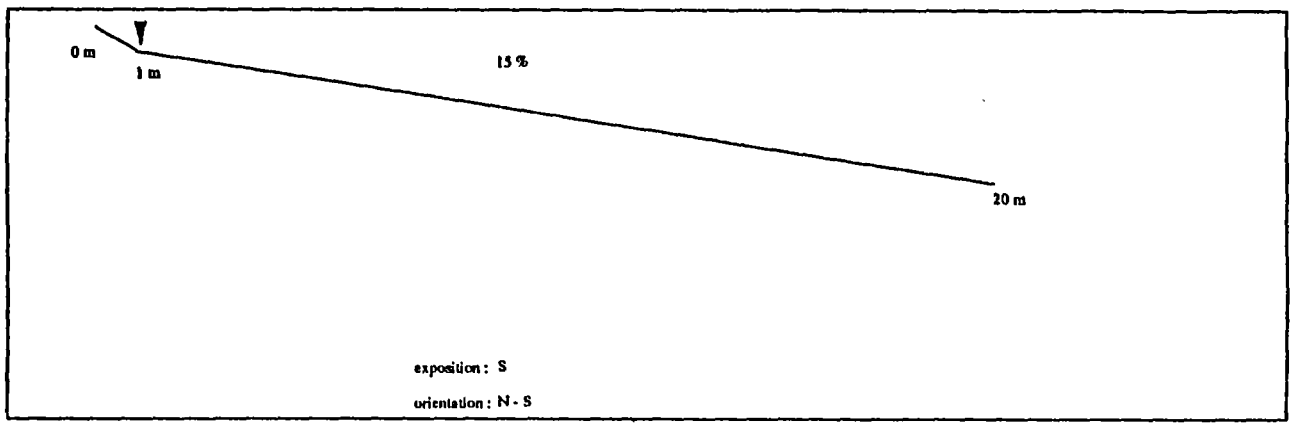


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

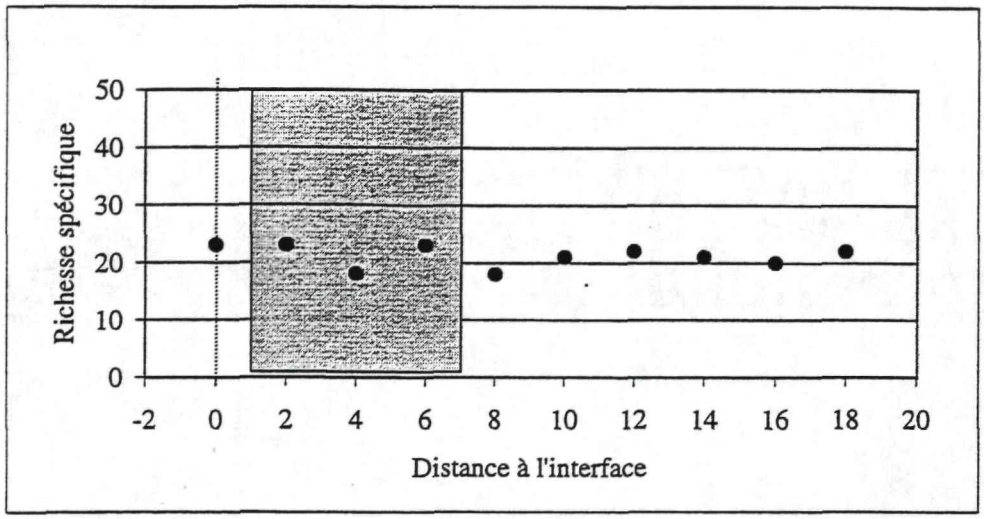
Rossanche 7-9 (4) : transect de zone en déprise à zone entretenue

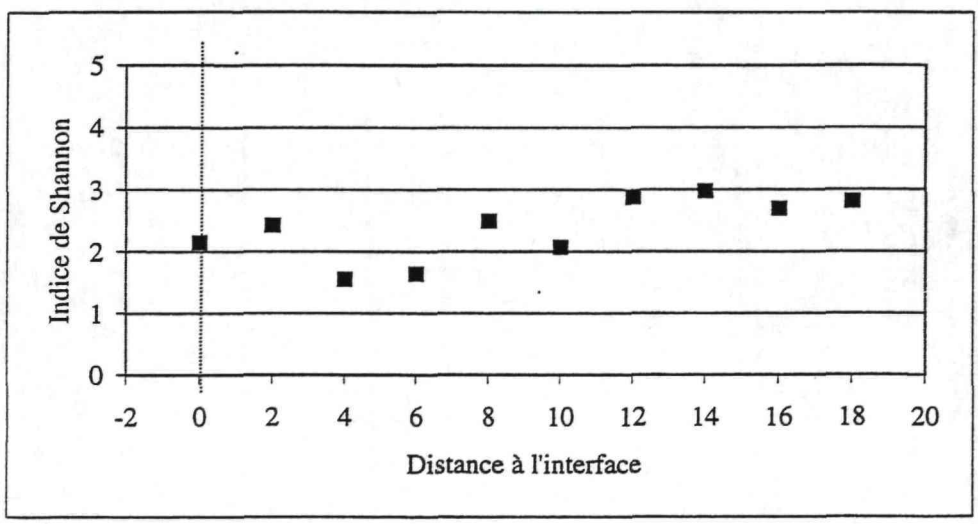
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Brachypodium pina.	3	Bromus erectus	2	Bromus erectus	4	Bromus erectus	4	Bromus erectus	3	Bromus erectus	3	Bromus erectus	3	Bromus erectus	3	Bromus erectus	3	Lathyrus pratensis	3
Euphorbia cyparissias	3	Medicago sativa	2	Bunium bulbocastan.	2	Galium verum	2	Colchicum autumnale	3	Lathyrus pratensis	3	Galium verum	3	Bunium bulbocastan.	2	Lathyrus pratensis	3	Bromus erectus	2
Galium verum	3	Pedicularis comosa	2	Colchicum autumnale	2	Lathyrus pratensis	2	Bunium bulbocastan.	2	Colchicum autumnale	2	Lathyrus pratensis	3	Colchicum autumnale	2	Festuca rubra	2	Festuca rubra	2
Medicago sativa	2	Brachypodium pina.	1	Ranunculus bulbosus	2	Ranunculus bulbosus	2	Dactylis glomerata	2	Galium verum	2	Bunium bulbocastan.	2	Festuca rubra	2	Galium verum	2	Galium verum	2
Achillea millefolium	1	Bunium bulbocastan.	1	Centaurea scabiosa	1	Alyssum cancilol.	1	Galium verum	2	Bunium bulbocastan.	1	Centaurea scabiosa	2	Galium verum	2	Poa alpina	2	Poa alpina	2
Bromus erectus	1	Centaurea scabiosa	1	Dactylis glomerata	1	Briza media	1	Lathyrus pratensis	2	Centaurea scabiosa	1	Dactylis glomerata	2	Helianthemum numm.	2	Silene vulgaris	2	Salvia pratensis	2
Bunium bulbocastan.	1	Colchicum autumnale	1	Euphorbia cyparissias	1	Bunium bulbocastan.	1	Briza media	1	Dactylis glomerata	1	Silene vulgaris	2	Lathyrus pratensis	2	Veronica arvensis	2	Silene vulgaris	2
Chenopodium album	1	Dactylis glomerata	1	Galium verum	1	Carex sempervirens	1	Briza media	1	Euphorbia cyparissias	1	Veronica arvensis	2	Silene vulgaris	2	Buglossoides arvensis	1	Bunium bulbocastan.	1
Colchicum autumnale	1	Euphorbia cyparissias	1	Helianthemum numm.	1	Centaurea scabiosa	1	Centaurea scabiosa	1	Festuca rubra	1	Colchicum autumnale	1	Centaurea scabiosa	1	Bunium bulbocastan.	1	Centaurea scabiosa	1
Dactylis glomerata	1	Festuca rubra	1	Linum catharticum	1	Colchicum autumnale	1	Festuca rubra	1	Helianthemum numm.	1	Festuca rubra	1	Dactylis glomerata	1	Colchicum autumnale	1	Colchicum autumnale	1
Festuca rubra	1	Helianthemum numm.	1	Medicago sativa	1	Dactylis glomerata	1	Helianthemum numm.	1	Hieracium pilosella	1	Helianthemum numm.	1	Euphorbia cyparissias	1	Cruciifère 11		Dactylis glomerata	1
Graminée	1	Hieracium pilosella	1	Myosotis sylvatica	1	Euphorbia cyparissias	1	Myosotis sylvatica	1	Pedicularis comosa	1	Linum catharticum	1	Linum catharticum	1	Dactylis glomerata	1	Euphorbia cyparissias	1
Helianthemum numm.	1	Lotus corniculatus	1	Onobrychis viciifolia	1	Festuca rubra	1	Pedicularis comosa	1	Poa alpina	1	Lotus corniculatus	1	Lotus corniculatus	1	Euphorbia cyparissias	1	Galium tenue.	1
Hieracium pilosella	1	Myosotis sylvatica	1	Pedicularis comosa	1	Helianthemum numm.	1	Plantago lanceolata	1	Potentilla reptens	1	Myosotis sylvatica	1	Myosotis sylvatica	1	Helianthemum numm.	1	Helianthemum numm.	1
Hypericum perforat.	1	Onobrychis viciifolia	1	Poa alpina	1	Lotus corniculatus	1	Poa alpina	1	Primula veris sp veris	1	Narcissus poeticus	1	Ornithogalum umbel.	1	Ornithogalum umbel.	1	Linum catharticum	1
Lotus corniculatus	1	Ornithogalum umbel.	1	Salvia pratensis	1	Myosotis sylvatica	1	Ranunculus bulbosus	1	Ranunculus bulbosus	1	Ornithogalum umbel.	1	Pedicularis comosa	1	Plantago lanceolata	1	Myosotis sylvatica	1
Poa alpina	1	Poa alpina	1	Tussilago farfara	1	Onobrychis viciifolia	1	Salvia pratensis	1	Salvia pratensis	1	Pedicularis comosa	1	Poa alpina	1	Ranunculus bulbosus	1	Ornithogalum umbel.	1
Ranunculus bulbosus	1	Potentilla reptens	1	Veronica arvensis	1	Pedicularis comosa	1	Silene vulgaris	1	Silene vulgaris	1	Poa alpina	1	Ranunculus bulbosus	1	Salvia pratensis	1	Pedicularis comosa	1
Rosa sp	1	Ranunculus bulbosus	1			Plantago lanceolata	1	Veronica arvensis	1	Thymus serpyllum	1	Ranunculus bulbosus	1	Salvia pratensis	1	Sanguisorba minor	1	Ranunculus bulbosus	1
Salvia pratensis	1	Salvia pratensis	1			Poa alpina	1			Tragopogon dubius	1	Salvia pratensis	1	Tragopogon dubius	1	Tragopogon dubius	1	Sanguisorba minor	1
Sanguisorba minor	1	Teucrium chamaedrys	1			Salvia pratensis	1			Veronica arvensis	1	Thymus serpyllum	1	Veronica arvensis	1			Tragopogon dubius	1
Teucrium chamaedrys	1	Thymus serpyllum	1			Tussilago farfara	1					Tragopogon dubius	1					Veronica arvensis	1
Veronica arvensis	1	Tragopogon dubius	1			Veronica arvensis	1												

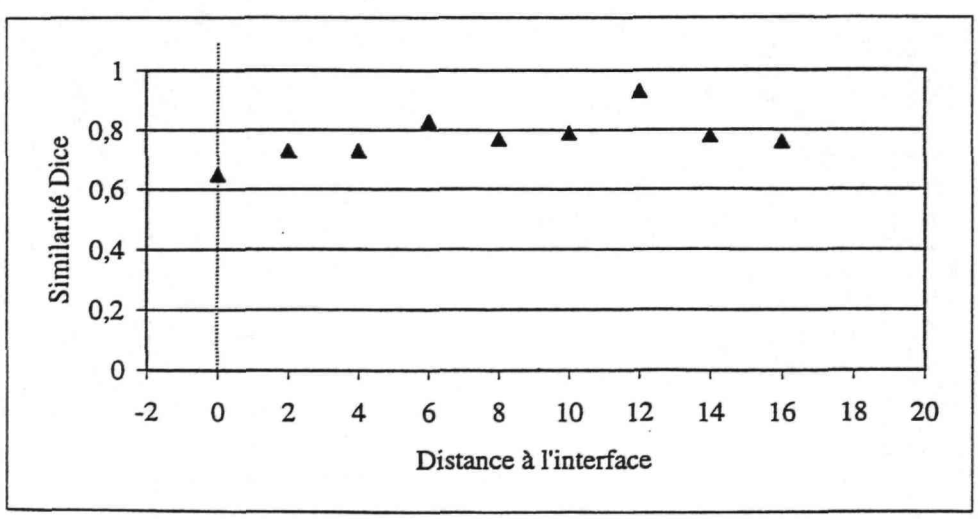




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



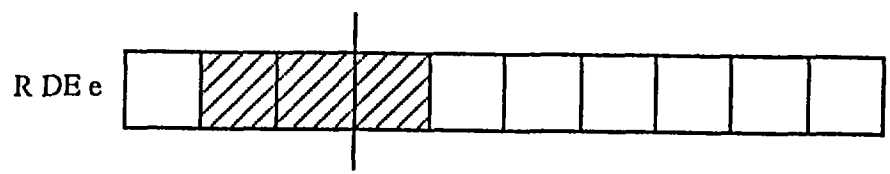


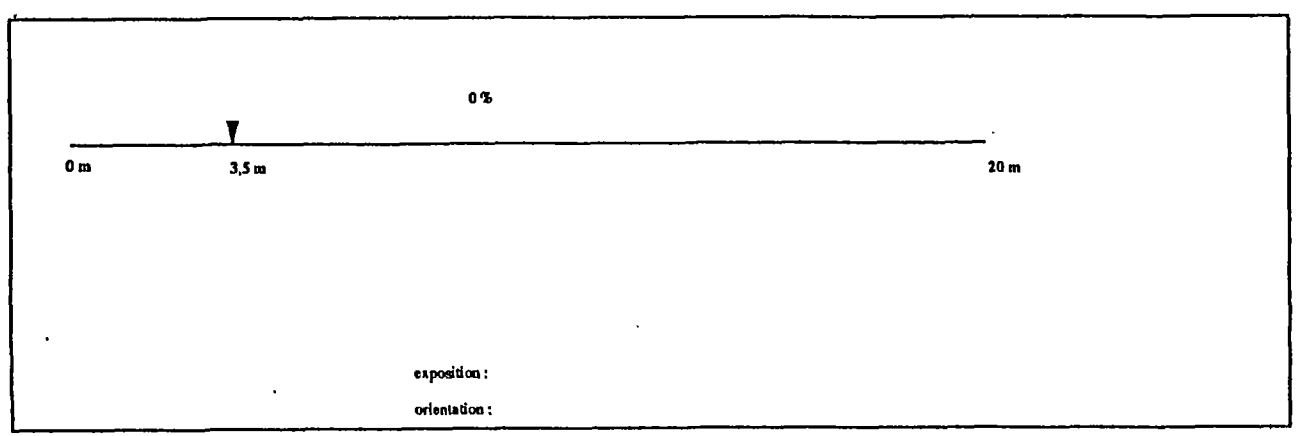


CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

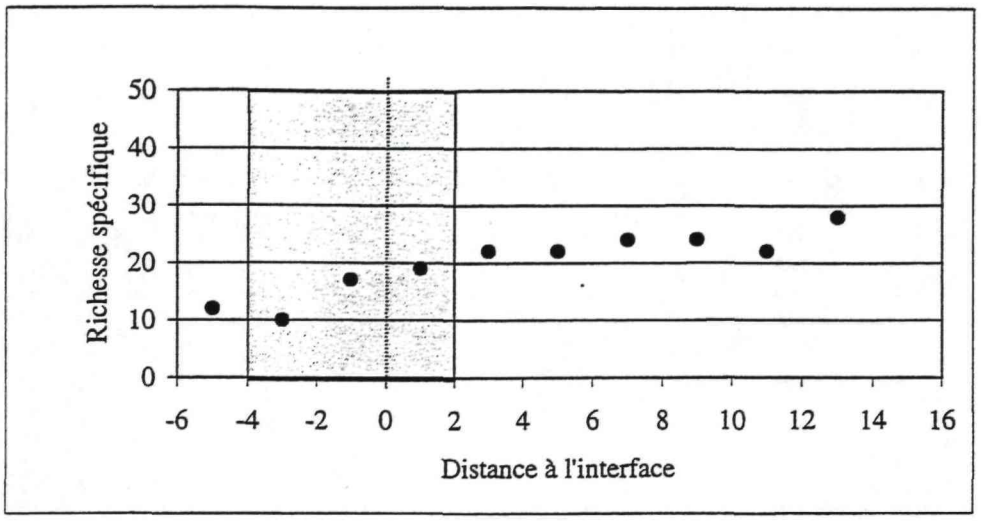
Rossanche 7-9 (5) : transect de zone en déprise à zone entretenue

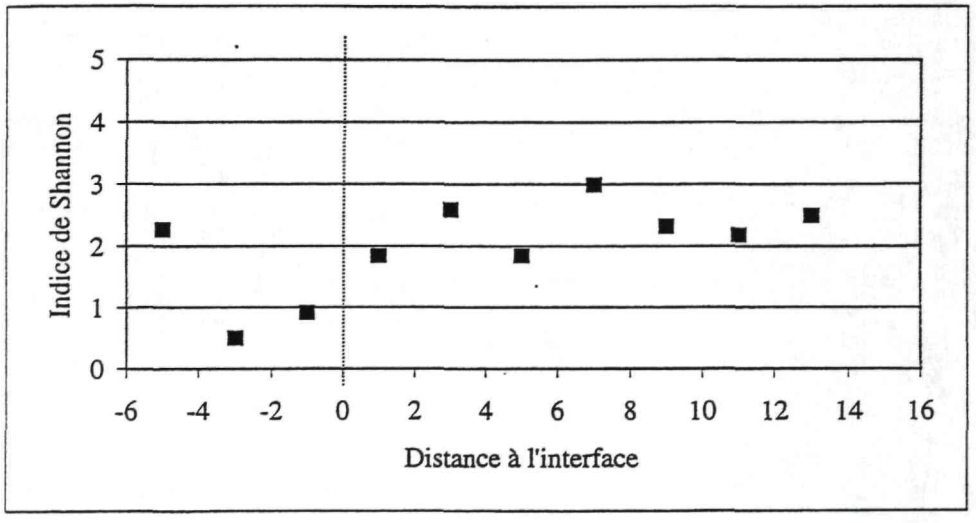
placette 1		placette 2		placette 3		placette 4		placette 5		placette 6		placette 7		placette 8		placette 9		placette 10	
Festuca rubra	2	Brachypodium pina.	5	Brachypodium pina.	5	Brachypodium pinn.	4	Bromus erectus	2	Colchicum autumnale	3	Campanula carnica	2	Campanula carnica	2	Campanula carnica	2	Poa alpina	2
Galium sporine	2	Festuca rubra	2	Helianthemum numm.	2	Galium verum	2	Colchicum autumnale	2	Galium tenue.	2	Colchicum autumnale	2	Briza media	1	Briza media	1	Thymus serpyllum	2
Ribes uva crispa	2	Campanula carnica	1	Lathyrus pratensis	2	Lathyrus pratensis	2	Helianthemum numm.	2	Helianthemum numm.	2	Helianthemum numm.	2	Bromus erectus	1	Bromus erectus	1	Aster alpinus	1
Veronica hederifolia	2	Dactylis glomerata	1	Bunium bulbocastan.	1	Poa alpina	2	Ranunculus aurikomus	2	Briza media	1	Lathyrus pratensis	2	Centaurea scabiosa	1	Centaurea scabiosa	1	Astragalus purpureus	1
Asperago procumbens	1	Galium sporine	1	Campanula carnica	1	Taraxacum officinale	2	Brachypodium pinn.	1	Bromus erectus	1	Linum perenne sp alp.	2	Colchicum autumnale	1	Colchicum autumnale	1	Briza media	1
Berberis vulgaris	1	Galium verum	1	Chenopodium album	1	Astragalus purpureus	1	Campanula carnica	1	Campanula carnica	1	Trisetum flavescens	2	Dactylis glomerata	1	Dactylis glomerata	1	Bromus erectus	1
Dactylis glomerata	1	Pinus sylvestris	1	Colchicum autumnale	1	Astragalus purpureus	1	Centaurea scabiosa	1	Centaurea scabiosa	1	Briza media	1	Festuca ovina	1	Festuca ovina	1	Bunium bulbocastan.	1
Fragaria vesca	1	Poa alpina	1	Festuca ovina	1	Briza media	1	Festuca ovina	1	Galium verum	1	Bromus erectus	1	Galium tenue.	1	Galium verum	1	Campanula carnica	1
Galium verum	1	Ribes uva crispa	1	Fragaria vesca	1	Bromus erectus	1	Galium tenue.	1	Hypochoeris radicata	1	Centaurea scabiosa	1	Galium verum	1	Helianthemum numm.	1	Centaurea scabiosa	1
Pinus sylvestris	1	Veronica hederifolia	1	Galium tenue.	1	Bunium bulbocastan.	1	Galium verum	1	Knautia arvensis	1	Dactylis glomerata	1	Helianthemum numm.	1	Hypochoeris radicata	1	Colchicum autumnale	1
Rumex obtusifolius	1			Galium tenue.	1	Colchicum autumnale	1	Hypochoeris radicata	1	Lathyrus pratensis	1	Festuca ovina	1	Hypochoeris radicata	1	Knautia arvensis	1	Festuca ovina	1
Taraxacum officinale	1			Dactylis glomerata	1	Dactylis glomerata	1	Knautia arvensis	1	Leucanthemum cun.	1	Galium verum	1	Knautia arvensis	1	Lathyrus pratensis	1	Galium tenue.	1
				Hypericum perforat.	1	Festuca ovina	1	Lathyrus pratensis	1	Ornithogalum umbel.	1	Hypochoeris radicata	1	Lathyrus pratensis	1	Leucanthemum cun.	1	Galium verum	1
				Knautia arvensis	1	Galium tenue.	1	Leucanthemum cun.	1	Poa alpina	1	Knautia arvensis	1	Leucanthemum cun.	1	Linum perenne sp alp.	1	Helianthemum numm.	1
				Poa alpina	1	Helianthemum numm.	1	Narcissus poeticus	1	Ranunculus aurikomus	1	Leucanthemum cun.	1	Linum perenne sp alp.	1	Poa alpina	1	Knautia arvensis	1
				Potentilla sterilis	1	Hypericum perforat.	1	Ornithogalum umbel.	1	Rumex acetosa	1	Onobrychis viciifolia	1	Ornithogalum umbel.	1	Ranunculus aurikomus	1	Lathyrus pratensis	1
				Taraxacum officinale	1	Hypochoeris radicata	1	Poa alpina	1	Salvia pratensis	1	Ornithogalum umbel.	1	Phyteuma orbiculare	1	Salvia pratensis	1	Linum perenne sp alp.	1
				Trifolium pratense	1	Leucanthemum cun.	1	Salvia pratensis	1	Sanguisorba minor	1	Poa alpina	1	Poa alpina	1	Sanguisorba minor	1	Onobrychis viciifolia	1
						Ranunculus aurikomus	1	Sanguisorba minor	1	Taraxacum officinale	1	Ranunculus aurikomus	1	Ranunculus aurikomus	1	Taraxacum officinale	1	Phyteuma orbiculare	1
						Salvia pratensis	1	Taraxacum officinale	1	Tragopogon dubius	1	Rumex acetosa	1	Rumex acetosa	1	Tragopogon dubius	1	Ranunculus aurikomus	1
								Thymus serpyllum	1	Trifolium montanum	1	Salvia pratensis	1	Salvia pratensis	1	Trifolium pratense	1	Salvia pratensis	1
								Trifolium pratense	1	Trifolium pratense	1	Taraxacum officinale	1	Taraxacum officinale	1	Trisetum flavescens	1	Sanguisorba minor	1
												Tragopogon dubius	1	Tragopogon dubius	1			Silene nutans	1
												Trifolium pratense	1	Trisetum flavescens	1			Taraxacum officinale	1
																		Tragopogon dubius	1
																		Trifolium montanum	1
																		Trifolium pratense	1
																		Trisetum flavescens	1

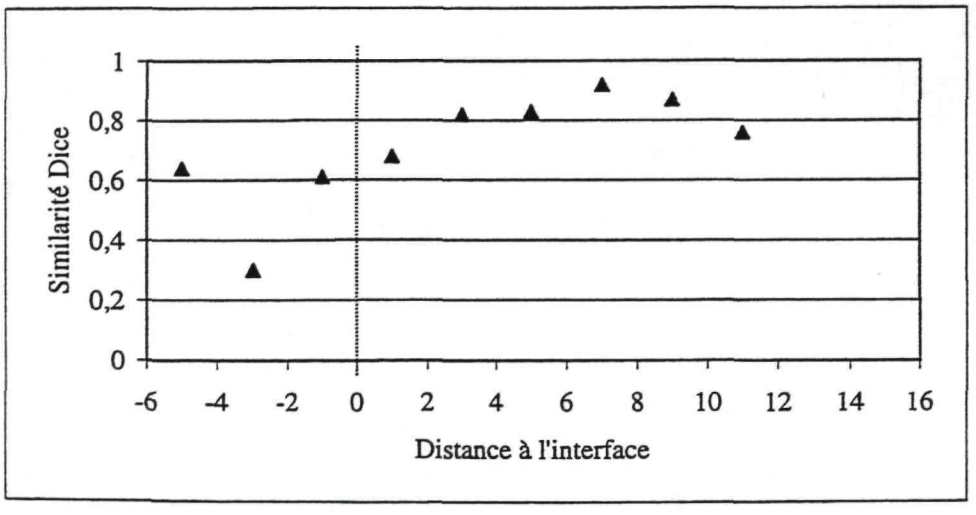




CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref







CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

ANNEXE 10

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Mode de calcul et d'utilisation de la courbe de richessespécifique cumulée

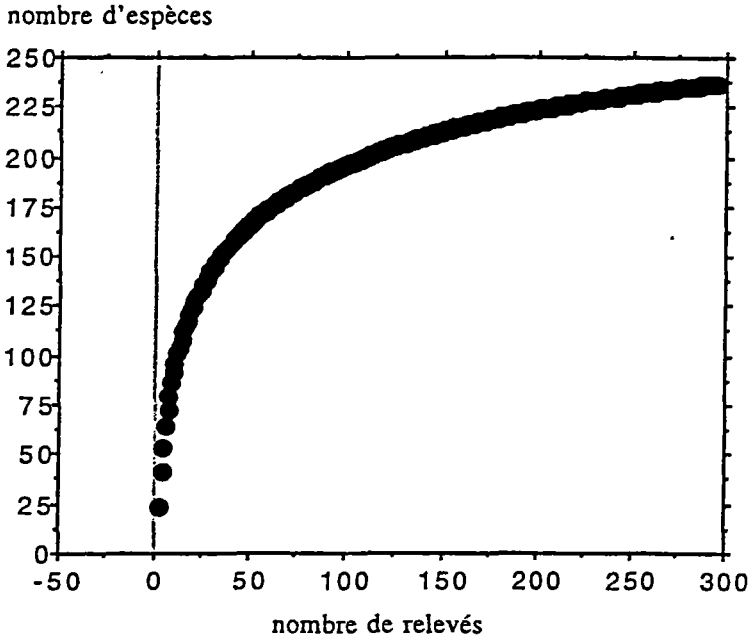
La méthode est basée sur un échantillonnage aléatoire dans l'ensemble des relevés (Ferry & Frochot, 1970). Le programme calcule la courbe de richesse spécifique cumulée pour un tableau floristique (n lignes-relevés et p colonnes-espèces). Cette courbe montre en ordonnée le nombre Y d'espèces trouvées, en fonction du nombre X de relevés pris en compte. Pour un effectif X de relevés, on a effectué ici 1000 tirages aléatoires et on calcule la moyenne des richesses spécifiques trouvées pour ces 1000 tirages.

Ceci nous donne une courbe nombre de relevés / richesse (nombre d'espèces) de forme logarithmique dont le plateau est largement atteint (les 6 courbes pour chacun des secteurs et les 5 courbes pour chaque type physionomique de végétation) et un fichier contenant pour chaque nombre de relevé X, le nombre d'espèces Y moyen obtenu.

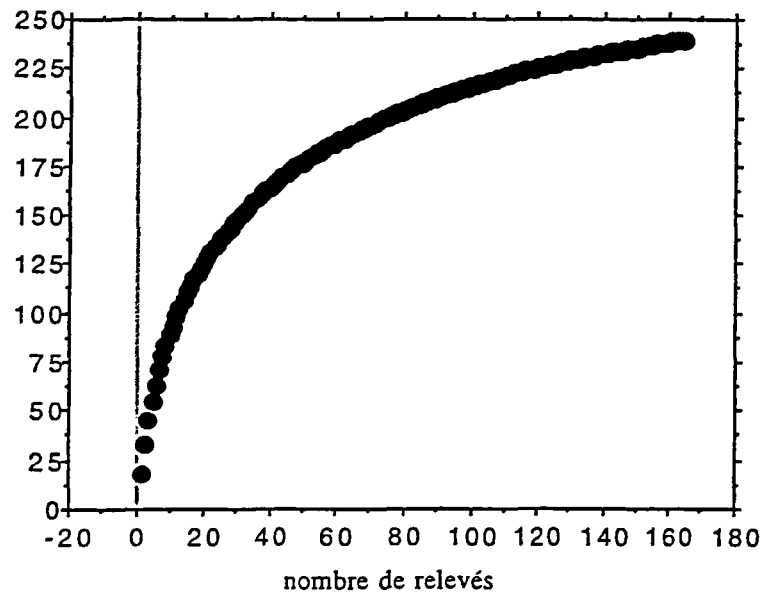
Secteur par secteur, nous calculons le nombre d'espèces correspondant à 95 % du nombre d'espèces total répertorié dans le secteur et par lecture du fichier X, Y nous obtenons le nombre de relevé minimal pour obtenir 95 % des espèces du secteur.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

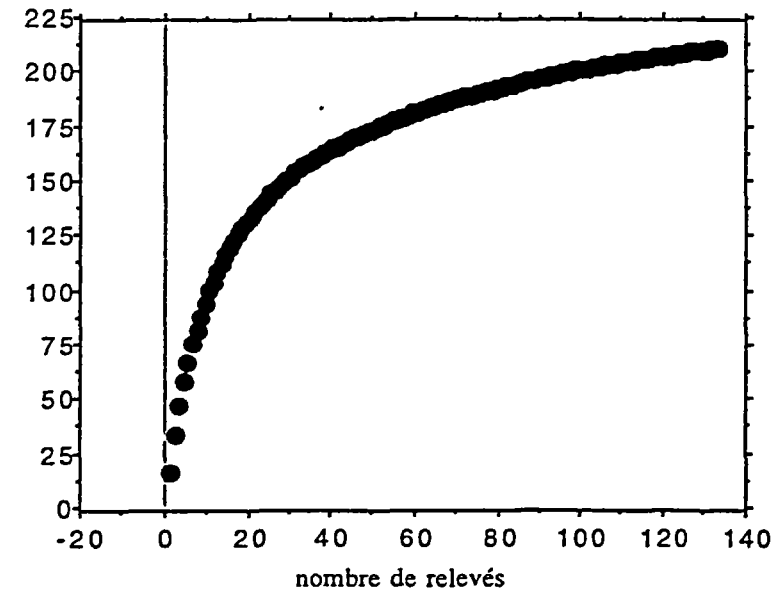
entretenu



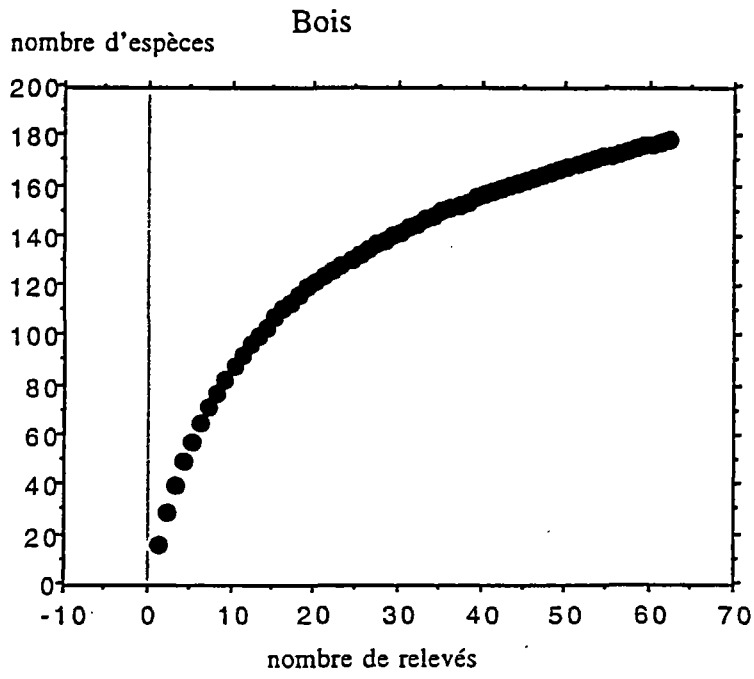
déprise

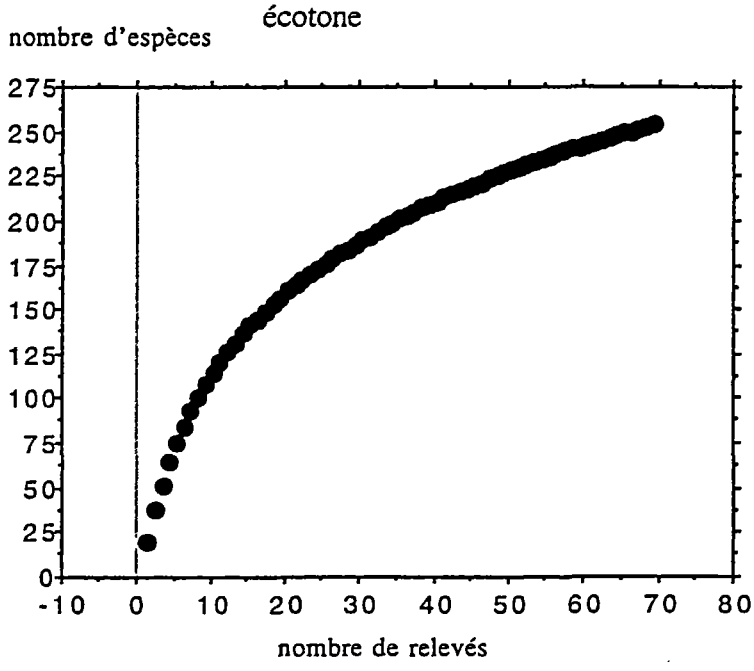


friche



CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref





CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

ANNEXE 11

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

espèces originales du "bois"

Abies alba
Adenostyles sp
Ajuga genevensis
Aquilegia atrata
Aster bellidiastrum
Calamagrostis villosa
Campanula sp
Carex mucronata
Cotoneaster integer.
Daphne laureola
Epipactis purpurata
Homogyne alpina
Lactuca muralis
Linum perenne
Luzula nivea
Melittis melissophyllum
Mousse
mousse 2
mousse 3
Orthilia secunda
Potentilla sterilis
Prenanthes purpureus
Pyrola chlorantha
Pyrola media
Pyrola minor
Saponaria ocymoides
Sisymbrium austriacum
Sorbus aucuparia
Sorbus mougeotii
Vaccinium vitis-idaea
Veronica urticifolia

espèces originales de "déprise"

Adonis vernalis
Arabis serpillifolia
Arnica montana
Asperugo procumbens
Calamagrostis sp
Centaurea cyanus
Conyza canadensis
Cynoglossum germ.
Elymus repens
Equisetum sp
Gentiana cruciata
Geum montanum
Lactuca saligna
Lamium amplexicaule
Melilotus officinalis
Ononis minutissima
Papaver rhoeas
Plante gluante
Polygonum aviculare
Polygonum convolvulus
Scandis pecten veneris
Sempervivum montanum
Serratula tinctoria
Seseli annuum
Teucrium montanum
Trifolium repens
Urtica dioica
Veronica prostrata
Veronica spicata
Viola biflora

espèces originales de "friche"

Agrostis alpina
Arabis arcuata
Dianthus seguieri
Draba aizoides
Erysimum orientale
Luzula alpinopilosa
Orlaya grandiflora
Phleum pratense
plante à haute tige
plante inconnue
Primula sp
Salix sp
Teucrium aureum
Thlaspi sylvestre

espèces originales de "écotone"

Adonis annua
Alyssum alpestre
Carex flava
Carex pauciflora
Coeloglossum viride
Festuca glauca
grand carex
Larix decidua
Lichen 1
Lichen 2
Nardus stricta
plante petite feuilles
Salix hastata
Thalictrum aquilegifolium
Valeriana tuberosa

espèces originales de "entretenu"

Deschampsia flexuosa
Lappula squarrosa
Lathyrus laevigatus
Teucrium scorodonia
Tofielda calyculata

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

espèces originales "décontraint"

Aegopodium podag.
Alchemilla hoppeana
Amelanchier ovalis
Arabis cuneifolium
Arabis hirsuta
Betula pendula
Carex pallescens
Carex sp
Composée jaune
Crepis albida
Cuscuta epithymum
Deschampsia coespitosa
Epipactis helleborine
Epipactis sp
Erigeron atticus
Festuca glauca
Globularia cordifolia
grand carex
Helianthemum oelandicum
Hieracium gpe bifidum
Juniperus communis
Koeleria vallesiana
Laserpitium halleri
Leontodon pyrenaicus Gouan
mousse 1
Ombellifère
Ononis fruticosa
Ononis rotundifolia
Ononis sp
Orobanche caryophyllacea
Petit carex
Peucedanum oreoselinum
Potentilla erecta
Rhamnus alpinus
Rosa rubiginosa
Sempervivum tectorum
Silene alba
Stachys recta
Stipa pennata
Veronica officinalis
Vincetoxicum hirundinaria

espèces originales "contraint"

Medicago lupulina
Pulmonaria angustifolia
Linum perenne sp alp.
Convolvulus arvensis
Cerastium arvense
Gentiana acaulis
Luzula sylvatica
Avenula versicolor
Chaerophyllum hirs.
Carex hallerana
Dryas octopetala
Bartsia alpina
Parnassia palustris
Ribes uva-crispa
grande composée
Potentilla rupestris
Pulsatilla alpina
Veronica chamaedrys
Abies alba
Potentilla grandiflora
Poa sp
Centaurea jacea
Composée laineuse
Paradisea liliastrum
Hypericum richeri
Pedicularis gyroflexa
Juniperus communis subsp nana
Nardus stricta
Cerinthe minor
Ajuga pyramidalis
Composée
Crepis mollis
Coeloglossum viride
Luzula luzulina
Senecio doronicum
Galium boreale
Galium aparine
Senecio sp
Lichen 2
Trifolium badium
Crepis aurea
Rosa pimpinellifolia
Carex digitata
Chenopodium album
Crepis vesicaria
Lichen 1
Pinus cembra
Valeriana tuberosa
Pedicularis cristata
Agrostis sp
Thalictrum aquilegifolium
Geranium molle
Listera ovata
Rumex scutatus
Pedicularis rostratospicata
Vicia laevigata
Campanula thyrsoides
Carlina acaulis
Carum carvi
Heracleum montanum
Pinus uncinata
Valeriana sp
Stachys monieri
Pimpinella saxifraga
Alyssum alpestre
Veronica hederifolia
Orchis pallens

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

liste des espèces des écotones contraints

Abies alba	Crepis sp	Linum perenne sp alp.	Ranunculus auricomus
Achillea millefolium	Crepis vesicaria	Listera ovata	Ranunculus bulbosus
Acinos alpinus	Dactylis glomerata	Lotus corniculatus	Rhinanthus alectorol.
Agrostis sp	Dactylorhiza maculata	Luzula luzulina	Ribes uva-crispa
Ajuga pyramidalis	Dianthus sp	Luzula multiflora	Rosa pimpinellifolia
Alchemilla xantochl.	Dryas octopetala	Luzula sylvatica	Rosa sp
Alyssum alpestre	Epilobium angustif.	Medicago lupulina	Rubus idaeus
Alyssum cuneifol.	Erica herbacea	Medicago minima	Rumex acetosa
Anthoxanthum odor.	Erysimum grandifl.	Medicago sativa	Rumex scutatus
Anthyllis vulneraria	Euphorbia cyparissias	Melampyrum sylvaticum	Salvia pratensis
Arctostaphylos uv.	Euphorbia seguieriana	Muscari neglectum	Sanguisorba minor
Arrhenatherum elat.	Euphrasia hirtella	Myosotis sylvatica	Scabiosa columbaria
Asperula cynanchica	Festuca ovina	Narcissus poeticus	Senecio doronicum
Aster alpinus	Festuca paniculata	Nardus stricta	Senecio sp
Astragalus monspess.	Festuca rubra	Onobrychis viciifolia	Sesleria albicans
Astragalus purpureus	Festuca valesiaca	Ononis cristata	Silene nutans
Astrantia minor	Fragaria vesca	Orchis pallens	Silene vulgaris
Avenula versicolor	Galium aparine	Orchis ustulata	Stachys monieri
Bartsia alpina	Galium boreale	Ornithogalum umbellatum	Taraxacum officinale
Berberis vulgaris	Galium tenue.	Paradisea liliastrum	Tetragonolobus siliquosus
Biscutella laevigata	Galium verum	Parnassia palustris	Teucrium chamaedrys
Brachypodium pinn.	Gentiana acaulis	Pedicularis comosa	Thalictrum aquilegifolium
Briza media	Gentiana lutea	Pedicularis cristata	Thalictrum foetidum
Bromus erectus	Gentiana verna	Pedicularis gyroflexa	Thesium alpinum
Bunium bulbocastaneum	Gentianella campestris	Pedicularis rostratospicata	Thymus serpyllum
Bupleurum ranuncul.	Geranium molle	petite plante argentée	Tragopogon dubius
Campanula carnica	Geranium sanguineum	Phleum nodosum	Tragopogon pratensis
Campanula rhomboidalis	Geranium sylvaticum	Phyteuma orbiculare	Trifolium badium
Campanula thyrsoides	Graminée	Picea abies	Trifolium montanum
Carduus defloratus	graminée touffe v pâle	Pimpinella major	Trifolium pratense
Carex digitata	grande composée	Pimpinella saxifraga	Trisetum flavescens
Carex flacca	Gymnadenia conopsea	Pinus cembra	Trollius europaeus
Carex hallerana	Helianthemum nummularium	Pinus sylvestris	Valeriana sp
Carex sempervirens	Hepatica nobilis	Pinus uncinata	Valeriana tuberosa
Carlina acaulis	Heracleum montanum	Plantago alpina	Veratrum album
Carum carvi	Heracleum sphondylium	Plantago lanceolata	Verbascum thapsus
Centaurea jacea	Hieracium pilosella	Plantago major	Veronica arvensis
Centaurea montana	Hippocrepis comosa	Poa alpina	Veronica chamaedrys
Centaurea scabiosa	Hypericum perforatum	Poa pratensis	Veronica hederifolia
Centaurea uniflora	Hypericum richeri	Poa sp	Vicia incana
Cerastium arvense	Hypochoeris maculata	Polygala chamaebuxus	Vicia laevigata
Cerinthe minor	Hypochoeris radicata	Polygala vulgaris	Vicia sepium
Chaerophyllum hirs.	Juniperus communis subsp i	Polygonum bistorta	
Chenopodium album	Knautia arvensis	Polygonum viviparum	
Coeloglossum viride	Koeleria macrantha	Potentilla grandiflora	
Colchicum autumnale	Laserpitium latifolium	Potentilla reptens	
Composée	Laserpitium siler	Potentilla rupestris	
Composée laineuse	Lathyrus pratensis	Primula veris sp veris	
Convolvulus arvensis	Leucanthemum cun.	Prunella vulgaris	
Crepis aurea	Lichen 1	Pulmonaria angustifolia	
Crepis mollis	Lichen 2	Pulmonaria montana	
Crepis pyrenaica	Linum catharticum	Pulsatilla alpina	

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

liste des espèces des écotones décontraints

Achillea millefolium	Euphorbia cyparissias	Onobrychis viciifolia	Thalictrum foetidum
Acinos alpinus	Euphorbia seguieriana	Ononis cristata	Thesium alpinum
Aegopodium podag.	Euphrasia hirtella	Ononis fruticosa	Thymus serpyllum
Alchemilla hoppeana	Festuca glauca	Ononis rotundifolia	Tragopogon dubius
Alchemilla xantochl.	Festuca ovina	Ononis sp	Tragopogon pratensis
Alyssum cuneifol.	Festuca paniculata	Orchis ustulata	Trifolium montanum
Amelanchier ovalis	Festuca rubra	Ornithogalum umbellatum	Trifolium pratense
Anthoxanthum odor.	Festuca valesiaca	Orobanche caryophyllacea	Trisetum flavescens
Anthyllis vulneraria	Fragaria vesca	Pedicularis comosa	Trollius europaeus
Arabis cuneifolium	Galium tenue.	Petit carex	Veratrum album
Arabis hirsuta	Galium verum	petite plante argentée	Verbascum thapsus
Arctostaphylos uv.	Gentiana lutea	Peucedanum oreoselinum	Veronica arvensis
Arrhenatherum elat.	Gentiana verna	Phleum nodosum	Veronica officinalis
Asperula cynanchica	Gentianella campestris	Phyteuma orbiculare	Vicia incana
Aster alpinus	Geranium sanguineum	Picea abies	Vicia sepium
Astragalus monspess.	Geranium sylvaticum	Pimpinella major	Vincetoxicum hirundinaria
Astragalus purpureus	Globularia cordifolia	Pinus sylvestris	
Astrantia minor	Graminée	Plantago alpina	
Berberis vulgaris	graminée touffe v pâle	Plantago lanceolata	
Betula pendula	grand carex	Plantago major	
Biscutella laevigata	Gymnadenia conopsea	Poa alpina	
Brachypodium pinn.	Helianthemum nummularium	Poa pratensis	
Briza media	Helianthemum oelandicum	Polygala chamaebuxus	
Bromus erectus	Hepatica nobilis	Polygala vulgaris	
Bunium bulbocastaneum	Heracleum sphondylium	Polygonum bistorta	
Bupleurum ranuncul.	Hieracium gpe bifidum	Polygonum viviparum	
Campanula carnica	Hieracium pilosella	Potentilla erecta	
Campanula rhomboidalis	Hippocrepis comosa	Potentilla reptens	
Carduus defloratus	Hypericum perforatum	Primula veris sp veris	
Carex flacca	Hypochoeris maculata	Prunella vulgaris	
Carex pallescens	Hypochoeris radicata	Pulmonaria montana	
Carex sempervirens	Juniperus communis subsp	Ranunculus auricomus	
Carex sp	Knautia arvensis	Ranunculus bulbosus	
Centaurea montana	Koeleria macrantha	Rhamnus alpinus	
Centaurea scabiosa	Koeleria vallesiana	Rhinanthus alectorol.	
Centaurea uniflora	Laserpitium halleri	Rosa rubiginosa	
Colchicum autumnale	Laserpitium latifolium	Rosa sp	
Composée jaune	Laserpitium siler	Rubus idaeus	
Crepis albida	Lathyrus pratensis	Rumex acetosa	
Crepis pyrenaica	Leontodon pyrenaicus Gouan	Salvia pratensis	
Crepis sp	Leucanthemum cun.	Sanguisorba minor	
Cuscuta epithymum	Linum catharticum	Scabiosa columbaria	
Dactylis glomerata	Lotus corniculatus	Sempervivum tectorum	
Dactylorhiza maculata	Luzula multiflora	Sesleria albicans	
Deschampsia coespitosa	Medicago minima	Silene alba	
Dianthus sp	Medicago sativa	Silene nutans	
Epilobium angustif.	Melampyrum sylvaticum	Silene vulgaris	
Epipactis helleborine	mousse 1	Stachys recta	
Epipactis sp	Muscari neglectum	Stipa pennata	
Erica herbacea	Myosotis sylvatica	Taraxacum officinale	
Erigeron atticus	Narcissus poeticus	Tetragonolobus siliquosus	
Erysimum grandifl.	Ombellifère	Teucrium chamaedrys	

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

ANNEXE 12

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Moulin : espèces originales et plus fréquentes là que dans les autres écocomplexes

espèces originales du Moulin	F	Composée indéterm.	2
Geranium sanguineum	74	Epipactis purpurata	2
Asphodelus delphin.	35	Lactuca muralis	2
Potentilla rupestris	14	Phleum pratense	2
Hieracium gpe bifidum	11	Pyrola chlorantha	2
Agrostis alpina	8	Pyrola media	2
Ononis fruticosa	8	Anacamptis pyramidalis	1
Dactylorhiza maculata	7	Campanula sp	1
Arabis cuneifolium	6	Dianthus seguieri	1
Ononis sp	6	Erysimum orientale	1
Peucedanum oreoselinum	6	Luzula alpinopilosa	1
Sorbus mougeotii	6	Orchidée indéterm.	1
Rosa rubiginosa	5	Primula sp	1
Poa nemoralis	3	Salix sp	1
Carex mucronata	2		

espèces présentes à plus de 50 % au Moulin

Carex pallescens	dont		% Moulin	% Arpont
Euphorbia brittingeri		Carex pallescens	84,6	15,4
Thalictrum foetidum				
Amelanchier ovalis			% Moulin	% Plateau
Betula pendula		Thalictrum foetidum	73,7	26,3
Veratrum album				
Deschampsia coespitosa			% Moulin	% Ortet
Arctostaphylos uv.		Veratrum album	67,4	32,6
Pimpinella saxifraga		Deschampsia coespitosa	64,7	35,3

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Ortet : espèces originales et plus fréquentes là que dans les autres écocomplexes

espèces originales de l'Ortet	F
Lathyrus laevigatus	15
Vicia laevigata	15
Pedicularis rostratospicata	11
Orchis mascula	10
Equisetum arvense	7
Carex hallerana	5
Centaurea cyanus	5
Trifolium badium	5
Crepis aurea	4
Nardus stricta	3
Poa trivialis	2
Sisymbrium austriacum	2
Tofielda calyculata	2
Ajuga genevensis	1
Carex flava	1
Carex pauciflora	1
Larix decidua	1
Salix hastata	1
Thalictrum aquilegifolium	1
Valeriana tuberosa	1

espèces présentes à plus de 50 % à l'Ortet

Heracleum montanum	dont		% Ortet	% Arpont
autre graminée		Campanula thyrsoides	90	10
Campanula thyrsoides		Traunsteinera globosa	64,3	35,7
Carum carvi				
Carex flacca			% Ortet	% Esseillon
Luzula multiflora		Carum carvi	85	15
Traunsteinera globosa				
Campanula rhomboidalis			% Ortet	% Moulin
Acinos alpinus		Pulmonaria montana	62,8	37,2
Pulmonaria montana				
Crepis pyrenaica				
Agrostis sp				
Listera ovata				
Cirsium arvense				
Alchemilla xantochl.				
Arrhenatherum elat.				
Anthoxanthum odor.				

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Plateau : espèces originales et plus fréquentes là que dans les autres écocomplexes

espèces originales du Plateau	*F*
Vicia sepium	102
Graminée fine	*16*
mousse 1	8
mousse 2	8
Ombellifère	4
Acer pseudoplatanus	3
Epipactis helleborine	3
grande composée	3
Alyssum alpestre	2
Arabis serpillifolia	2
Crepis vesicaria	2
Fraxinus excelsior	2
Malus sylvestris	2
mousse 3	2
Rubus sp	2
Cynoglossum germ.	1
Labiée violette	1
Linum perenne	1
Pyrola minor	1

espèces présentes à plus de 50 % au Plateau

Heracleum sphondylium
Narcissus poeticus
Crepis sp
Tragopogon pratensis
Vicia incana
Poa pratensis
Euphorbia seguieriana
Taraxacum officinale
Veronica chamaedrys
Lathyrus pratensis
Cerinthe minor
Cerastium arvense
Leontodon pyrenaicus
Rumex acetosa
Knautia arvensis
Carex sp

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Esseillon : espèces originales et plus fréquentes là que dans les autres écocomplexes

espèces originales de l'Esseillon	F		
Plantago sempervirens	53	Crupina vulgaris	3
Bromus squarrosus	25	Lactuca sp	3
Senecio jacobaea	22	Muscari comosum	3
Prunus spinosa	18	Teucrium aureum	3
Daucus carota	16	Calamagrostis sp	2
Ononis spinosa	16	Crucifères indéterm.	2
Festuca vivipara	9	Elymus repens	2
Senecio sylvaticus	9	Polygonum aviculare	2
Erigeron acer	8	Adonis annua	1
Nepeta nepetella	8	Adonis vernalis	1
Lolium perenne	7	Arabis arcuata	1
Agropyron sp	6	Centaurea columbaria	1
Linaria repens	6	Conyza canadensis	1
Acinos arvensis	5	Lactuca saligna	1
Arabidopsis thaliana	5	Lamium amplexicaule	1
Caucalis platycarpos	5	Lappula squarrosa	1
Knautia pratensis	5	Melilotus officinalis	1
Arctium lappa	4	Ononis minutissima	1
Graminée argentée	4	Orlaya grandiflora	1
Orobanche purpurea	4	Polygonum convolvulus	1
Papaver rhoeas	4	Scandis pecten veneris	1
Plante indéterm. 1	4	Serratula tinctoria	1
Plante indéterm. 2	4	Seseli annuum	1
Plante indéterm. 3	4	Teucrium montanum	1
Potentilla argentea	4	Thlaspi sylvestre	1
Tragopogon fles fines	4	Trifolium repens	1
		Viola biflora	1

espèces présentes à plus de 50 % à l'Esseillon

Artemisia absinth.	dont		% Esseillon	% Rossanche
Vicia sativa		Artemisia absinth.	97,4	2,6
Phleum nodosum		Phleum nodosum	92,4	7,6
Artemisia alba		Artemisia alba	92	2
Koeleria vallesiana		Festuca valesiaca	56,4	43,6
Stachys recta				
Erodium cicutarium			% Esseillon	% Moulin
Capsella bursa pastoris		Vicia sativa	96,8	3,2
Senecio sp		Koeleria vallesiana	88,2	11,8
Medicago sativa		Stachys recta	83,3	16,7
Convolvulus arvensis		Koeleria vallesiana	88,2	11,8
Echium vulgare		Stachys recta	83,3	16,7
Medicago lupulina				
Muscari neglectum			% Esseillon	% Plateau
Festuca valesiaca		Senecio sp	73,9	26,1
Vincetoxicum hirundinaria				

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Arpont : espèces originales et plus fréquentes là que dans les autres écocomplexes

espèces originales de l'Arpont	F		
Galium boreale	94	Aster bellidiastrum	3
Hypericum richeri	70	Avenula versicolor	3
Dracocephalum ruysch.	46	Luzula luzulina	3
Pedicularis cristata	35	Orthilia secunda	3
Luzula sylvatica	21	Prenanthes purpureus	3
Juniperus communis ssp nana	19	Campanula barbata	2
Potentilla grandiflora	15	Lichen 1	2
Ranunculus montanus	11	Lichen 2	2
Abies alba	9	Teucrium scorodonia	2
Composée laineuse	9	Coeloglossum viride	1
Parnassia palustris	7	Daphne laureola	1
Arnica montana	6	Geum montanum	1
Carex digitata	6	Homogyne alpina	1
Orchis pallens	6	Melittis melissophyllum	1
Crepis bocconi	5	Potentilla sterilis	1
Luzula nivea	5	Saponaria ocymoides	1
Vaccinium myrtillus	5	Vaccinium vitis-idaea	1
Aquilegia atrata	3	Veronica serpyllifolia	1
		Veronica urticifolia	1

espèces présentes à plus de 50 % à l'Arpont

Dryas octopetala	dont		% Arpont	% Ortet
Pulmonaria angustifolia		Pulmonaria angustifolia	97,4	2,6
Carlina acaulis		Carlina acaulis	94,6	5,4
Poa sp		Poa sp	92,9	7,1
Pulsatilla alpina		Pulsatilla alpina	90,8	9,2
Senecio doronicum		Senecio doronicum	88,9	11,1
Gentiana acaulis		Gentiana acaulis	87,5	12,5
Laserpitium siler		Pinus uncinata	85,7	14,3
Pinus uncinata		Bartsia alpina	84,7	15,3
Bartsia alpina		Pedicularis gyroflexa	80,8	19,2
Fragaria vesca		Poa chaixii	77,8	22,2
Pedicularis gyroflexa		Phleum alpinum	75	25
Picea abies		Valeriana sp	66,7	33,3
Crepis mollis		Nigritella nigra	62,5	37,5
Plantago alpina		Hepatica nobilis	60,7	39,3
Bupleurum ranuncul.		Adenostyles sp	50	50
Hypochoeris maculata				
Gentiana lutea			% Arpont	% Moulin
Erica herbacea		Dryas octopetala	97,7	2,3
Cotoneaster integer.		Epipactis sp	50	50
Nigritella nigra				
Hepatica nobilis				
Melampyrum sylvaticum			% Arpont	% Plateau
Aster alpinus		Crepis mollis	73,3	13,3
Sesleria albicans		Gypsophyla repens	50	50
Centaurea uniflora				
Gentianella campestris				
Euphrasia salisburg.			% Arpont	% Rossanche
Festuca paniculata		Erica herbacea	66,7	33,3
Prunella vulgaris				
Linum perenne sp alp.				
Stachys monieri				

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

ANNEXE 13

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Liste des espèces Arpont Bois (placettes de référence)

Abies alba
Achillea millefolium
Acinos alpinus
Adenostyles sp
Agrostis sp
Alchemilla hoppeana
Aquilegia atrata
Aster alpinus
Astragalus purpureus
Astrantia minor
Betula pendula
Biscutella laevigata
Brachypodium pinn.
Briza media
Bromus erectus
Bupleurum ranuncul.
Campanula barbata
Campanula carnica
Campanula rhomboidalis
Carex digitata
Carex flacca
Carex pallescens
Carex sempervirens
Carlina acaulis
Centaurea scabiosa
Centaurea uniflora
Chaerophyllum hirs.
Cotoneaster integer.
Crepis mollis
Crepis pyrenaica
Dactylis glomerata
Dracocephalum ruysch.
Epilobium angustif.
Epipactis sp
Erica herbacea
Euphorbia cyparissias
Festuca paniculata
Festuca rubra
Fragaria vesca
Galium boreale
Galium tenue.
Galium verum
Gentiana acaulis
Gentiana lutea
Gentianella campestris
Geranium sylvaticum
Gymnadenia conopsea
Helianthemum nummularium
Hepatica nobilis
Heracleum montanum
Hieracium pilosella
Hippocrepis comosa
Hypericum richeri
Hypochoeris maculata
Hypochoeris radicata
Knautia arvensis
Laserpitium latifolium
Leontodon pyrenaicus Gouan
Leucanthemum cun.
Linum catharticum
Lotus corniculatus
Luzula nivea
Luzula sylvatica
Melampyrum sylvaticum
Melittis melissophyllum
Mousse
Pedicularis cristata
Phleum alpinum
Phyteuma orbiculare
Picea abies
Pimpinella saxifraga
Pinus uncinata
Plantago alpina
Plantago major
Poa alpina
Poa chaixii
Polygala chamaebuxus
Polygala vulgaris
Potentilla reptens
Prenanthes purpureus
Prunella vulgaris
Pulmonaria angustifolia
Pulsatilla alpina
Ranunculus montanus
Rhinanthus alectorol.
Rosa pimpinellifolia
Rubus idaeus
Rumex scutatus
Salvia pratensis
Saponaria ocymoides
Scabiosa columbaria
Senecio doronicum
Sesleria albicans
Silene nutans
Stachys monieri
Thymus serpyllum
Traunsteinera globosa
Trifolium montanum
Trifolium pratense
Vaccinium myrtillus
Valeriana sp
Veronica chamaedrys
Veronica officinalis
Veronica urticifolia
Vicia incana

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Liste des espèces Arpont Entretenu (placettes de référence)

Anthyllis vulneraria
Arrhenatherum elat.
Aster alpinus
Astragalus purpureus
Astrantia minor
Bartsia alpina
Biscutella laevigata
Brachypodium pinn.
Briza media
Bromus erectus
Bupleurum ranuncul.
Campanula carnica
Carex sempervirens
Carlina acaulis
Centaurea scabiosa
Centaurea uniflora
Composée laineuse
Dactylis glomerata
Deschampsia flexuosa
Dracocephalum ruysch.
Dryas octopetala
Euphrasia salisburg.
Festuca ovina
Festuca rubra
Galium boreale
Galium tenue.
Galium verum
Gentiana acaulis
Gentiana lutea
Gentianella campestris
Graminée
Gymnadenia conopsea
Helianthemum nummularium
Hippocrepis comosa
Hypericum richeri
Hypochoeris maculata
Laserpitium halleri
Laserpitium siler
Leucanthemum cun.
Linum catharticum
Linum perenne sp alp.
Lotus corniculatus
Myosotis sylvatica
Nigritella nigra
Onobrychis viciifolia
Orchis pallens
Parnassia palustris
Pedicularis cristata
Pinus uncinata
Plantago alpina
Plantago major
Poa alpina
Poa sp
Polygala vulgaris
Polygonum viviparum
Potentilla grandiflora
Potentilla reptens
Prunella vulgaris
Pulsatilla alpina
Ranunculus montanus
Rhinanthus alectorol.
Sesleria albicans
Thesium alpinum
Tragopogon dubius
Traunsteinera globosa
Trifolium montanum
Trifolium pratense
Trisetum flavescens
Trollius europaeus
Veronica arvensis

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Liste des espèces Arpont Friche (placettes de référence)

Anthyllis vulneraria
Arctostaphylos uv.
Aster alpinus
Astrantia minor
Bartsia alpina
Brachypodium pinn.
Briza media
Bromus erectus
Bupleurum ranuncul.
Carex sempervirens
Centaurea montana
Centaurea scabiosa
Centaurea uniflora
Chaerophyllum hirs.
Cirsium arvense
Composée laineuse
Crepis bocconi
Dracocephalum ruysch.
Dryas octopetala
Erica herbacea
Festuca rubra
Galium boreale
Galium tenue.
Gentiana acaulis
Gentiana lutea
Gentianella campestris
Graminée
Gymnadenia conopsea
Helianthemum nummularium
Hippocrepis comosa
Hypericum richeri
Hypochoeris maculata
Hypochoeris radicata
Juniperus communis subsp communis
Laserpitium latifolium
Laserpitium siler
Leucanthemum cun.
Linum catharticum
Linum perenne sp alp.
Lotus corniculatus
Melampyrum sylvaticum
Onobrychis viciifolia
Parnassia palustris
Pedicularis cristata
Phyteuma orbiculare
Picea abies
Pinus uncinata
Plantago alpina
Polygala vulgaris
Polygonum viviparum
Potentilla reptens
Prunella vulgaris
Pulsatilla alpina
Ranunculus auricomus
Senecio doronicum
Sesleria albicans
Stachys monieri
Thesium alpinum
Traunsteinera globosa
Trifolium montanum
Trollius europaeus

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Liste des espèces Esseillon Déprise (placettes de référence)

Achillea millefolium
Adonis vernalis
Allium oleraceum
Alsine verna
Anthoxanthum odor.
Artemisia atrata
Berberis vulgaris
Bromus erectus
Buglossoides arvensis
Bunium bulbocastaneum
Campanula rhomboidalis
Capsella bursa pastoris
Centaurea cyanus
Centaurea scabiosa
Colchicum autumnale
Conyza canadensis
Dactylis glomerata
Erodium cicutarium
Euphorbia brittingeri
Euphorbia cyparissias
Festuca rubra
Galium aparine
Galium verum
Geranium dissectum
Globularia cordifolia
Hieracium pilosella
Hypericum maculatum
Lamium amplexicaule
Linum catharticum
Lotus corniculatus
Medicago lupulina
Ononis natrix
Orobanche caryophyllacea
Papaver rhoeas
Plantago lanceolata
Plantago major
Plantago montana
Poa pratensis
Polygala vulgaris
Polygonum aviculare
Polygonum convolvulus
Potentilla erecta
Potentilla reptens
Ranunculus auricomus
Ranunculus bulbosus
Rosa pimpinellifolia
Sanguisorba minor
Senecio sylvaticus
Thlapsi alpestre
Trifolium pratense
Trifolium repens
Verbascum thapsus
Veronica serpyllifolia
Viola biflora

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Liste des espèces Esseillon Entretenu (placettes de référence)

Achillea millefolium
Artemisia atrata
Astragalus monspess.
Brachypodium pinn.
Bunium bulbocastaneum
Cerastium arvense
Cerinthe minor
Cirsium arvense
Colchicum autumnale
Descurainia sophia
Galium tenue.
Galium verum
Helianthemum nummularium
Lathyrus pratensis
Lotus corniculatus
Medicago lupulina
Onobrychis viciifolia
Ononis natrix
Ornithogalum umbellatum
Plantago lanceolata
Plantago major
Plantago montana
Poa pratensis
Ranunculus bulbosus
Salvia pratensis
Sanguisorba minor
Taraxacum officinale
Thymus serpyllum
Trifolium montanum
Veronica arvensis

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Liste des espèces Esseillon Friche (placettes de référence)

Achillea millefolium
Arabis arcuata
Arctium lappa
Artemisia absinth.
Artemisia atrata
Asperula cynanchica
Astragalus monspess.
Berberis vulgaris
Brachypodium pinn.
Bromus squarrosus
Bunium bulbocastaneum
Centaurea scabiosa
Dianthus caryophyllus
Echium vulgare
Euphorbia cyparissias
Festuca rubra
Festuca valesiaca
Galium tenue.
Galium verum
Globularia cordifolia
Graminée
Helianthemum nummularium
Hieracium pilosella
Juniperus communis subsp communis
Lotus corniculatus
Medicago lupulina
Medicago sativa
Onobrychis viciifolia
Ononis cristata
Ononis natrix
Orlaya grandiflora
Phleum nodosum
Plantago lanceolata
Plantago montana
Plantago sempervirens
Poa pratensis
Polygala vulgaris
Rosa pimpinellifolia
Salvia pratensis
Sanguisorba minor
Senecio jacobaea
Silene nutans
Stipa pennata
Taraxacum officinale
Teucrium aureum
Thymus serpyllum
Tragopogon dubius
Trifolium montanum
Trifolium pratense
Vincetoxicum hirundinaria

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Liste des espèces Moulin Bois (placettes de référence)

Achillea millefolium
Acinos alpinus
Aegopodium podag.
Anthyllis vulneraria
Berberis vulgaris
Brachypodium pinn.
Briza media
Bromus erectus
Bunium bulbocastaneum
Carduus defloratus
Centaurea scabiosa
Crepis pyrenaica
Dactylis glomerata
Epilobium angustif.
Erodium cicutarium
Euphorbia cyparissias
Festuca ovina
Festuca rubra
Galium verum
Geranium sylvaticum
Globularia cordifolia
Graminée
Helianthemum nummularium
Helianthemum oelandicum
Heracleum montanum
Hieracium pilosella
Hippocrepis comosa
Juniperus communis subsp communis
Knautia arvensis
Laserpitium latifolium
Laserpitium siler
Leucanthemum cun.
Linum perenne sp alp.
Listera ovata
Lotus corniculatus
Medicago minima
Medicago sativa
Melampyrum sylvaticum
Moneses uniflora
Mousse
Ononis cristata
Ononis rotundifolia
Picea abies
Pinus sylvestris
Plantago major
Polygala chamaebuxus
Polygala vulgaris
Potentilla reptens
Prunella vulgaris
Pyrola chlorantha
Ranunculus auricomus
Ranunculus bulbosus
Ribes uva-crispa
Rosa sp
Rubus idaeus
Salvia pratensis
Sanguisorba minor
Sesleria albicans
Silene vulgaris
Taraxacum officinale
Thesium alpinum
Thymus serpyllum
Trifolium montanum
Trifolium pratense
Vicia incana
Vicia sativa

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Liste des espèces Moulin Déprise (placettes de référence)

Alchemilla xantochl.
Alsine verna
Anthoxanthum odor.
Anthyllis vulneraria
Asphodelus delphin.
Astragalus monspess.
Biscutella laevigata
Brachypodium pinn.
Bromus erectus
Bunium bulbocastaneum
Campanula carnica
Centaurea scabiosa
Chaerophyllum hirs.
Colchicum autumnale
Composée
Dactylis glomerata
Erysimum grandifl.
Euphrasia hirtella
Festuca paniculata
Festuca rubra
Galium tenue.
Galium verum
Gentiana lutea
Geranium dissectum
Geranium sylvaticum
Graminée
Helianthemum nummularium
Heracleum sphondylium
Hypericum maculatum
Hypochoeris maculata
Laserpitium latifolium
Linum perenne sp alp.
Lotus corniculatus
Myosotis sylvatica
Narcissus poeticus
Onobrychis viciifolia
Orchis ustulata
Ornithogalum umbellatum
Paradisea liliastrum
Phyteuma orbiculare
Plantago lanceolata
Plantago major
Poa pratensis
Polygonum bistorta
Polygonum viviparum
Potentilla reptens
Potentilla rupestris
Primula veris sp veris
Ranunculus auricomus
Rhinanthus alectorol.
Rumex acetosa
Salvia pratensis
Sanguisorba minor
Silene vulgaris
Taraxacum officinale
Thymus serpyllum
Tragopogon pratensis
Trifolium montanum
Trifolium pratense
Trollius europaeus
Veratrum album
Veronica chamaedrys

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Liste des espèces Moulin Entretenu (placettes de référence)

Arrhenatherum elat.
Astragalus monspess.
Biscutella laevigata
Brachypodium pinn.
Briza media
Bromus erectus
Bunium bulbocastaneum
Campanula carnica
Carex sp
Centaurea montana
Centaurea scabiosa
Cerinthe minor
Colchicum autumnale
Composée
Composée jaune
Dactylis glomerata
Erysimum grandifl.
Euphorbia brittingeri
Euphrasia hirtella
Galium tenue.
Galium verum
Geranium sylvaticum
Graminée
Gymnadenia conopsea
Helianthemum nummularium
Heracleum sphondylium
Hippocrepis comosa
Hypochoeris maculata
Knautia arvensis
Laserpitium latifolium
Leucanthemum cun.
Linum catharticum
Lotus corniculatus
Medicago lupulina
Myosotis sylvatica
Narcissus poeticus
Onobrychis viciifolia
Orchis ustulata
Ornithogalum umbellatum
Paradisea liliastrum
Peucedanum oreoselinum
Plantago alpina
Plantago lanceolata
Plantago major
Poa pratensis
Poa viviparum
Polygonum bistorta
Potentilla reptens
Primula veris sp veris
Ranunculus auricomus
Rhinanthus alectorol.
Rumex acetosa
Salvia pratensis
Sanguisorba minor
Silene vulgaris
Taraxacum officinale
Tragopogon pratensis
Trifolium montanum
Trifolium pratense
Trisetum flavescens
Trollius europaeus
Veratrum album
Veronica arvensis

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Liste des espèces Moulin Entretenu (placettes de référence)

Arrhenatherum elat.
Astragalus monspess.
Biscutella laevigata
Brachypodium pinn.
Briza media
Bromus erectus
Bunium bulbocastaneum
Campanula carnica
Carex sp
Centaurea montana
Centaurea scabiosa
Cerinthe minor
Colchicum autumnale
Composée
Composée jaune
Dactylis glomerata
Erysimum grandifl.
Euphorbia brittingeri
Euphrasia hirtella
Galium tenue.
Galium verum
Geranium sylvaticum
Graminée
Gymnadenia conopsea
Helianthemum nummularium
Heracleum sphondylium
Hippocrepis comosa
Hypochoeris maculata
Knautia arvensis
Laserpitium latifolium
Leucanthemum cun.
Linum catharticum
Lotus corniculatus
Medicago lupulina
Myosotis sylvatica
Narcissus poeticus
Onobrychis viciifolia
Orchis ustulata
Ornithogalum umbellatum
Paradisea liliastrum
Peucedanum oreoselinum
Plantago alpina
Plantago lanceolata
Plantago major
Poa pratensis
Poa viviparum
Polygonum bistorta
Potentilla reptens
Primula veris sp veris
Ranunculus auricomus
Rhinanthus alectorol.
Rumex acetosa
Salvia pratensis
Sanguisorba minor
Silene vulgaris
Taraxacum officinale
Tragopogon pratensis
Trifolium montanum
Trifolium pratense
Trisetum flavescens
Trollius europaeus
Veratrum album
Veronica arvensis

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Liste des espèces Ortet Déprise (placettes de référence)

Achillea millefolium
Agrostis sp
Alchemilla xantochl.
Anthoxanthum odor.
Anthyllis vulneraria
Astragalus purpureus
Brachypodium pinn.
Briza media
Bupleurum ranuncul.
Campanula carnica
Campanula rhomboidalis
Carex sempervirens
Carlina acaulis
Centaurea montana
Centaurea scabiosa
Centaurea uniflora
Chaerophyllum hirs.
Dactylis glomerata
Euphorbia cyparissias
Euphrasia salisburg.
Festuca paniculata
Festuca rubra
Galium tenue.
Galium verum
Gentiana acaulis
Geranium sylvaticum
Graminée
Helianthemum nummularium
Hepatica nobilis
Heracleum montanum
Hieracium pilosella
Hypochoeris maculata
Hypochoeris radicata
Juniperus communis subsp communis
Knautia arvensis
Laserpitium latifolium
Lathyrus pratensis
Lotus corniculatus
Luzula multiflora
Onobrychis viciifolia
Plantago alpina
Plantago lanceolata
Plantago major
Polygala vulgaris
Polygonum bistorta
Primula veris sp veris
Prunella vulgaris
Pulmonaria angustifolia
Ranunculus auricomus
Rhinanthus alectorol.
Rumex obtusifolius
Salvia pratensis
Sanguisorba minor
Scabiosa columbaria
Silene nutans
Silene vulgaris
Stachys monieri
Tragopogon dubius
Traunsteinera globosa
Trifolium montanum
Trollius europaeus
Vicia incana
Vicia laevigata

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Liste des espèces Ortet Entretenu (placettes de référence)

Acinos alpinus
Agrostis sp
Alchemilla xantochl.
Anthoxanthum odor.
Anthyllis vulneraria
Arrhenatherum elat.
Astrantia minor
Brachypodium pinn.
Briza media
Bromus erectus
Bunium bulbocastaneum
Campanula rhomboidalis
Carex hallerana
Carex sempervirens
Carlina acaulis
Carum carvi
Centaurea jacea
Centaurea montana
Centaurea scabiosa
Cerastium arvense
Chaerophyllum hirs.
Colchicum autumnale
Crepis pyrenaica
Dactylis glomerata
Euphorbia cyparissias
Euphrasia salisburg.
Festuca paniculata
Festuca rubra
Galium tenue.
Galium verum
Gentiana lutea
Gentianella campestris
Geranium sylvaticum
Graminée
Gymnadenia conopsea
Helianthemum nummularium
Heracleum montanum
Hieracium pilosella
Hypochoeris radicata
Knautia arvensis
Laserpitium latifolium
Lathyrus laevigatus
Lathyrus pratensis
Leucanthemum cun.
Linum catharticum
Linum perenne sp alp.
Listera ovata
Lotus corniculatus
Luzula multiflora
Myosotis sylvatica
Narcissus poeticus
Onobrychis viciifolia
Ornithogalum umbellatum
Phyteuma orbiculare
Pimpinella major
Plantago lanceolata
Plantago major
Poa alpina
Polygala vulgaris
Polygonum bistorta
Polygonum viviparum
Pulsatilla alpina
Ranunculus auricomus
Rhinanthus alectorol.
Rumex acetosa
Salvia pratensis
Sanguisorba minor
Silene nutans
Silene vulgaris
Stachys monieri
Thesium alpinum
Tragopogon dubius
Traunsteinera globosa
Trifolium montanum
Trifolium pratense
Trisetum flavescens
Trollius europaeus
Veratrum album
Vicia incana
Vicia laevigata
Viola tricolor

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Liste des espèces Plateau Déprise (placettes de référence)

Acinos alpinus
Anthoxanthum odor.
Anthyllis vulneraria
Astragalus purpureus
Brachypodium pinn.
Briza media
Bromus erectus
Bunium bulbocastaneum
Campanula carnica
Carduus defloratus
Centaurea nigra
Cerastium arvense
Colchicum autumnale
Crepis mollis
Dactylis glomerata
Euphorbia brittingeri
Festuca rubra
Galium tenue.
Galium verum
Gentiana verna
Helianthemum nummularium
Hieracium pilosella
Hippocrepis comosa
Knautia arvensis
Laserpitium latifolium
Lathyrus pratensis
Leucanthemum cun.
Lotus corniculatus
Medicago lupulina
Myosotis sylvatica
Onobrychis viciifolia
Ornithogalum umbellatum
Pedicularis comosa
Plantago alpina
Plantago lanceolata
Plantago major
Poa alpina
Poa pratensis
Polygala vulgaris
Polygonum viviparum
Primula veris sp veris
Ranunculus auricomus
Ranunculus bulbosus
Rhinanthus alectorol.
Rosa pimpinellifolia
Salvia pratensis
Sanguisorba minor
Taraxacum officinale
Trifolium pratense
Veronica chamaedrys
Vicia sepium

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Liste des espèces Plateau Entretenu (placettes de référence)

Achillea millefolium
Alchemilla xantochl.
Anthoxanthum odor.
Brachypodium pinn.
Bromus erectus
Bunium bulbocastaneum
Campanula carnica
Centaurea scabiosa
Cerastium arvense
Cerinthe minor
Chaerophyllum hirs.
Colchicum autumnale
Composée
Crepis mollis
Dactylis glomerata
Euphorbia brittingeri
Festuca rubra
Galium verum
Geranium sylvaticum
Helianthemum nummularium
Heracleum sphondylium
Knautia arvensis
Leucanthemum cun.
Lotus corniculatus
Medicago lupulina
Myosotis sylvatica
Narcissus poeticus
Onobrychis viciifolia
Ornithogalum umbellatum
Phyteuma orbiculare
Plantago lanceolata
Plantago major
Poa pratensis
Polygonum bistorta
Polygonum viviparum
Ranunculus auricomus
Ranunculus bulbosus
Rhinanthus alectorol.
Rumex acetosa
Salvia pratensis
Sanguisorba minor
Silene vulgaris
Taraxacum officinale
Tragopogon pratensis
Trifolium montanum
Trifolium pratense
Trisetum flavescens
Veronica serpyllifolia
Vicia sepium

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Liste des espèces Rossanche Déprise (placettes de référence)

Achillea millefolium
Alsine verna
Alyssum cuneifol.
Anthyllis vulneraria
Arabis hirsuta
Artemisia atrata
Aster alpinus
Astragalus monspess.
Brachypodium pinn.
Briza media
Bromus erectus
Bunium bulbocastaneum
Carduus defloratus
Carex sp
Centaurea scabiosa
Cerinthe minor
Colchicum autumnale
Dactylis glomerata
Echium vulgare
Erysimum grandifl.
Euphorbia cyparissias
Festuca rubra
Galium tenue.
Galium verum
Gentiana cruciata
Gentiana verna
Geranium molle
Globularia cordifolia
Graminée
Helianthemum nummularium
Hieracium pilosella
Hippocrepis comosa
Juniperus communis subsp communis
Knautia arvensis
Lathyrus pratensis
Linum catharticum
Lotus corniculatus
Medicago sativa
Myosotis sylvatica
Onobrychis viciifolia
Ononis natrix
Orchis ustulata
Orobanche caryophyllacea
Pedicularis comosa
Phyteuma orbiculare
Plantago alpina
Plantago lanceolata
Plantago major
Poa pratensis
Potentilla reptens
Primula veris sp veris
Ranunculus auricomus
Ranunculus bulbosus
Rhinanthus alectorol.
Rosa pimpinellifolia
Salvia pratensis
Sanguisorba minor
Sempervivum montanum
Silene vulgaris
Taraxacum officinale
Tetragonolobus siliquosus
Thymus serpyllum
Tragopogon pratensis
Trifolium pratense
Verbascum thapsus
Veronica prostrata

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Liste des espèces Rossanche Entretenu (placettes de référence)

Achillea millefolium
Alyssum cuneifol.
Anthyllis vulneraria
Arrhenatherum elat.
Astragalus monspess.
Brachypodium pinn.
Briza media
Bromus erectus
Bunium bulbocastaneum
Centaurea scabiosa
Cerastium arvense
Colchicum autumnale
Dactylis glomerata
Erysimum grandifl.
Euphrasia hirtella
Festuca rubra
Galium tenue.
Galium verum
Gentiana verna
Geranium sylvaticum
Helianthemum nummularium
Hippocrepis comosa
Laserpitium latifolium
Lathyrus pratensis
Leucanthemum cun.
Linum catharticum
Linum perenne sp alp.
Lotus corniculatus
Medicago lupulina
Muscari neglectum
Myosotis sylvatica
Narcissus poeticus
Onobrychis viciifolia
Ornithogalum umbellatum
Pedicularis comosa
Phyteuma orbiculare
Plantago lanceolata
Plantago major
Poa pratensis
Poa viviparum
Polygala vulgaris
Primula veris sp veris
Ranunculus auricomus
Ranunculus bulbosus
Salvia pratensis
Sanguisorba minor
Silene vulgaris
Taraxacum officinale
Thymus serpyllum
Tragopogon pratensis
Trifolium montanum
Trifolium pratense
Trisetum flavescens

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Liste des espèces Rossanche Friche (placettes de référence)

Achillea millefolium
Allium oleraceum
Alsine verna
Alyssum cuneifol.
Arabis hirsuta
Arctostaphylos uv.
Artemisia atrata
Astragalus monspess.
Berberis vulgaris
Bromus erectus
Bunium bulbocastaneum
Centaurea scabiosa
Cerastium arvense
Dianthus sp
Echium vulgare
Erysimum grandifl.
Euphorbia cyparissias
Festuca rubra
Galium tenue.
Galium verum
Globularia cordifolia
Graminée
Helianthemum nummularium
Hieracium pilosella
Hippocrepis comosa
Juniperus communis subsp communis
Linum perenne sp alp.
Lotus corniculatus
Muscari neglectum
Myosotis sylvatica
Onobrychis viciifolia
Ononis cristata
Ononis natrix
Orchis ustulata
Orobanche caryophyllacea
Plantago lanceolata
Plantago major
Plantago montana
Poa pratensis
Polygala vulgaris
Potentilla reptens
Ranunculus bulbosus
Rosa pimpinellifolia
Salvia pratensis
Sanguisorba minor
Taraxacum officinale
Thymus serpyllum
Tragopogon pratensis
Verbascum thapsus

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

ANNEXE 14

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

	Ab	Mb	Ob	Pb	Rb	Ad	Ed	Md	Od	Pd	Rd	Aec	Eec	Mec	Oec	Pec	Rec	Ae	Ee	Me	Oe	Pe	Re	Af	Ef	Mf	Pf
Mb	0,52																										
Ob	0,57	0,56																									
Pb	0,36	0,52	0,4																								
Rb	0,28	0,4	0,32	0,31																							
Ad	0,58	44	0,46	0,32	0,22																						
Ed	0,27	0,47	0,3	0,31	0,29	0,2																					
Md	0,49	*0,69*	0,58	0,45	0,33	0,51	0,44																				
Od	0,56	0,57	0,64	0,48	0,28	0,6	0,37	0,63																			
Pd	0,43	0,64	0,54	0,52	0,34	0,43	0,42	0,63	0,62																		
Rd	0,41	0,65	0,49	0,44	0,36	0,43	0,53	*0,68*	0,57	0,66																	
Aec	*0,72*	0,52	0,55	0,37	0,29	*0,68*	0,28	0,54	0,61	0,51	0,47																
Eec	0,26	0,42	0,32	0,29	0,34	0,25	*0,69*	0,45	0,39	0,47	0,56	0,28															
Mec	0,54	**0,78**	0,61	0,42	0,37	0,52	0,45	*0,74*	0,64	0,63	0,63	0,32	0,44														
Oec	0,61	0,62	*0,69*	0,44	0,27	0,53	0,33	0,62	*0,71*	0,58	0,54	0,63	*0,68*	0,66													
Pec	0,46	0,64	0,58	0,58	0,33	0,44	0,45	*0,67*	0,63	**0,77**	*0,69*	0,52	0,48	0,59	0,62												
Rec	0,49	*0,7*	0,53	0,47	0,43	0,44	0,52	0,66	0,59	0,63	**0,79**	0,54	0,52	*0,71*	0,46	*0,68*											
Ae	0,62	0,48	0,52	0,33	0,25	*0,72*	0,25	0,54	0,58	0,47	0,46	**0,79**	0,31	0,55	0,56	0,46	0,48										
Ee	0,21	0,34	0,26	0,27	0,27	0,22	0,54	0,38	0,34	0,36	0,51	0,23	0,59	0,33	0,31	0,42	0,41	0,24									
Me	0,48	0,62	0,61	0,42	0,27	0,55	0,38	*0,71*	*0,69*	*0,69*	0,65	0,57	0,44	*0,74*	*0,67*	*0,7*	0,65	0,58	0,36								
Oe	0,57	0,62	0,65	0,43	0,26	0,61	0,35	0,64	**0,77**	0,61	0,57	0,63	0,36	*0,69*	**0,83**	0,64	0,61	0,63	0,31	*0,7*							
Pe	0,43	0,59	0,56	0,49	0,28	0,48	0,39	*0,7*	*0,66*	*0,74*	0,65	0,51	0,43	0,63	0,6	**0,81**	0,61	0,47	0,44	*0,74*	0,64						
Re	0,39	0,56	0,51	0,46	0,33	0,41	0,48	0,66	0,61	0,64	*0,72*	0,45	0,49	0,58	0,52	0,65	*0,67*	0,43	0,49	0,64	0,58	0,65					
Af	0,61	0,41	0,5	0,3	0,32	*0,68*	0,23	0,43	0,51	0,38	0,34	*0,72*	0,22	0,47	0,53	0,41	0,43	*0,74*	0,2	0,47	0,54	0,36	0,35				
Ef	0,28	0,48	0,32	0,28	0,47	0,24	0,59	0,46	0,36	0,45	0,55	0,31	0,64	0,49	0,32	0,45	0,53	0,3	0,53	0,41	0,33	0,42	0,5	0,28			
Mf	0,54	**0,75**	0,64	0,45	0,33	0,47	0,45	*0,71*	0,63	0,65	0,59	0,54	0,41	**0,75**	*0,67*	0,64	0,65	0,49	0,33	*0,68*	*0,67*	0,62	0,57	0,46	0,43		
Pf	0,24	0,3	0,32	0,36	0,39	0,21	0,25	0,32	0,31	0,32	0,32	0,24	0,28	0,32	0,28	0,41	0,34	0,18	0,19	0,29	0,28	0,34	0,35	0,22	0,28	0,29	
Rf	0,4	0,58	0,47	0,38	0,52	0,38	0,51	0,57	0,48	0,58	0,64	0,42	0,49	0,59	0,45	0,59	*0,69*	0,41	0,47	0,52	0,47	0,5	0,65	0,41	0,62	0,57	0,35

Tableau croisé des indices de similarité de Dice entre couples "type physionomique / écocomplexe"
(codés par l'initiale majuscule de l'écocomplexe et l'initiale minuscule du type physionomique – ec pour écotone)

en **gras** les indices supérieurs à **0,75**; en *italique* les indices entre *0,65* et *0,75*

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

ANNEXE 15

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Classement des transects dans les différentes classes de richesse des écotones par rapport aux milieux adjacents

type 1 plus riche	type 2 intermédiaire	type 3 équivalent	type 4 comme A ou B	type 5 moins riche
R DE c	R DE b	R DE d	comme A	P DE b
R FD a	R DE e	R BF a	E DE c	O BE d
R FD c	R FD d	R BF b	E DE d	M BE c
P DE f	R BF c	P DE c	A BE b	M BF c
P BE a	R BF d	P DE d	comme B	A FE b
P BE b	P BE c	P DE e	R DE a	
O DE d	O DE a	P BE d	P DE a	
O FE a	O BE c	P BF a	E FD a	
O BE b	M BE a	O DE c	E FD b	
O BD a	M BE d	O BE a	A BE e	
M BE b	M BD a	E DE b		
M BD b	M BD c	E FD d		
M BD d	M BF a	A FE a		
M BD e	M BF b			
M BF e	M BFd			
E FD c	E DE a			
A FE e	A FE d			
A BE d				

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

ANNEXE 16

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Liste des publications :

BRUHIER S., 1993 a - Contribution pour l'étude des écotones d'altitude éléments conceptuels et méthodologiques - application au bassin versant du Bonrieu (Moyenne Maurienne), mémoire de DEA, Paris XI, INA-PG, Cemagref Grenoble, 29 p.

BRUHIER S., 1993 b - L'école tchèque des écotones, Compte-rendu de voyage d'études, ENGREF, 20 p.

VANPEENE-BRUHIER S, BRUN J.J., 1998 - Species richness : a multilevel concept, *In* BUNCE B., DOVER J. (eds) *Key concepts in landscape ecology. Proceedings of the european IALE Conference,* Held at Myerscough College, Lancashire, UK, 3-5 sept 1998 : 5 p.

VANPEENE-BRUHIER S., DELCROS P., BRUN J.J., 1997 - Modelling plant species 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 land uses processes. Proceedings of the sixth annual IALE (UK) Conference,* Held at the University of Ulster, Coleraine, 9-11 sept 1997 : 203-210

VANPEENE-BRUHIER S, MOYNE M.L., BRUN J.J., 1998 - 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 EAT,* 15 : 47-59

BRUN J.J., DIDIER L., BRUHIER S., PAUTOU G., ASTA J., ROVERA G., MARIGO G., MICHALET R., 1998 - , Changements environnementaux et bioévaluation des écosystèmes et des paysages de montagne. Rôle et intérêt d'indicateurs biologiques et écologiques pour connaître et gérer la biodiversité, rapport de la première tranche du XIème PER Environnement de Rhône-Alpes, 30 p.

DELCROS P., VANPEENE S., BRUN J.J., CARCAILLET C., BEDECARRATS A., 1998 - Biodiversité et changements d'utilisation de l'espace en Maurienne, approches scientifiques et conséquences pratiques pour une commune de Haute-Maurienne (Aussois), rapport final EGPN "dynamique de la biodiversité et gestion de l'espace", 42 p.

Communications orales dans des colloques :

BRUHIER S., HERITIER K., BRUN J.J., 1996 -Rôle des écotones dans la connaisance de la biodiversité végétale - le cas d'Aussois, *Biodiversité et paysages, cinquièmes journées de l'écologie du paysage,* Aussois (73), 9 - 11 octobre 1996.

VANPEENE-BRUHIER S., DELCROS P., BRUN J.J., 1997 - Modelling plant species loss in ancient mowed subalpine meadows in relation to the spread of *Brachypodium pinnatum* (Aussois, Maurienne Valley, French Alps) *Species dispersal land uses processes. Proceedings of the sixth annual IALE (UK) Conference,* University of Ulster, Coleraine, 9 - 11 sept 1997

VANPEENE-BRUHIER S., DELCROS P., BRUN J.J., 1998 - Human-managed-ecotones in ancient subalpine meadows (French Alps) : biodiversity loss in relation to *Brachypodium pinnatum* dominance, *VII International congress of ecology INTECOL* , Florence, 19 - 25 july 1998

BRUN J.J., DELCROS P., GROSSI J.L., DIDIER L., BRUHIER S., 1996 - Changements environnementaux et dynamique des systèmes écologiques de montagne. Conséquences pour la gestion de la biodiversité et des paysages de Maurienne, *Mountain vegetation and soils : diversity, function and evolution,* Grenoble, France, 8 - 13 juillet 1996.

HERITIER K., BRUN J.J., ROVERA G., DELCROS P., VANPEENE S., 1996 - Transformation d'un paysage de montagne et perception sociale de cette évolution, l'exemple de la commune d'Aussois, *Biodiversité et paysages, cinquièmes journées de l'écologie du paysage,* Aussois (73), 9 - 11 octobre 1996.

Présentation de posters :

BRUHIER S., 1994 - Contribution méthodologique à l'étude des écotones d'altitude, application au bassin versnat du Bonrieu (Moyenne Maurienne), *"les organismes et les écosystèmes des hautes altitudes et des hautes latitudes comme indicateurs des changements climatiques" Colloque Franco-Québécois,* Aussois (73), 20 - 25 juin 1994

DELCROS P., HERITIER K., BRUN J.J., ROVERA G., VANPEENE S., 1997 - Mountain landscape dynamics and social perception of this evolution, *Landscape Ecology : things to do, proactive thoughts for the 21st century WLO* , Amsterdam, 6 - 10 oct 1997

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

VANPEENE-BRUHIER S., DELCROS P., BRUN J.J., 1997 - Modelling plant species 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 land uses processes. Proceedings of the sixth annual IALE (UK) Conference,* Held at the University of Ulster, Coleraine, 9-11 sept 1997 : 203-210

Modelling plant species diversity loss in ancient mowed subalpine meadows, in relation to the spread of *Brachypodium pinnatum* (Aussois, Maurienne Valley, French Alps)

S. Vanpeene Bruhier[1,2], Ph. Delcros[1] and J-J. Brun[1]

[1] Cemagref, Environment and Landscape of Mountain, BP 76 Grenoble, 38402, F
[2] ENGREF, 19 avenue du Maine, Paris, 75732, F

Abstract

Herbaceous vegetation of mowed meadows at the subalpine level in the Alps is controlled by the intensity of agriculture. After fifty years without mowing plots become overgrown with shrub fallows or forests. The first step in the process is a replacment of herbaceous species.
Brachypodium pinnatum is one of the first invading species in Aussois (Maurienne Valley, France).
We studied the variation in diversity (species richness and species diversity) linked to the spread of *Brachypodium pinnatum.* Then we localized the seed source (ecotones alongside the edge of mowed meadows). This enabled modelling of the probable spread of *Brachypodium pinnatum* on high mountain pastures, with abandonment of mowing.
This study was undertaken by phytosociological plot surveys on 2 m X 2 m plots, situated on transects, perpendicular to ecotones alongside mowed meadows, and already abandoned plots. These plot surveys were processed through multivariate analysis, and were used to calculate biodiversity indices plot by plot.
The spread of *Brachypodium pinnatum* in high mountain pastures is followed by a GIS model of diversity loss, and a visual simulation of the plot at the summer flowering period.
Simulation represents an efficient tool to present the ecological consequences of abandoning mowing, as well as a mediation tool for decision-makers in rural areas.

Introduction

Herbaceous vegetation of mowed meadows at the subalpine level in the Alps is controlled by the intensity of agricultural practices (Fleury *et al.*, 1985 ; Bornard *et al.*, 1996 ; West, 1993). Within fifty years, of giving up mowing practices meadows have became overgrown with shrub fallows or forests (Delcros, 1993), a process which is not welcomed by village inhabitants (Héritier, 1996).

The first step of the process is replacement of herbaceous species (Bornard *et al.*, 1996), for example, through the spread of *Brachypodium pinnatum.* This early modification generally goes unnoticed. Nonetheless control is essential for the

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

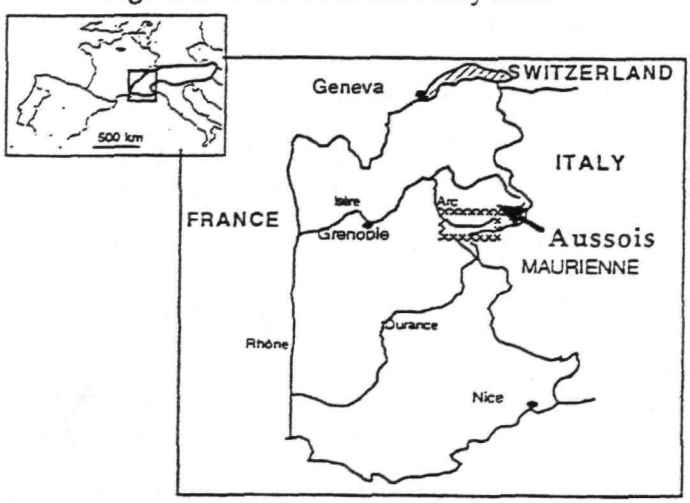
management of abandoned mowed meadows in terms of the quality of the Aussois landscape. Flowering meadows in June and July, are an attraction for tourists. However, their species diversity is not acknowledged as important by the inhabitants (Héritier, 1996).

The spread of *Brachypodium pinnatum* replaces flowering meadow species to give a more homogeneous yellow-greenish grassland area. Thus we are using an Arc-Info GIS model, driven by the results of field studies to make rural space managers aware of the significance of maintaining biodiversity.

Study site

The study area is composed of mowed and abandoned meadows, located at an altitude 1400 m to 2000 m in Aussois (Maurienne region), (Figure 1).

Figure 1. Location of the study area.



Up to 1950, this area in the Alps was used for agriculture. All the plots of land, even on steep slopes but still accessible, were hand mowed. Agricultural mechanization and a reduction in the number of farmers, have led to the steepest plots no longer being mowed and the landscape has been transformed. Since the 1960s, the town has become a focus for tourism, both in winter with the creation of a ski resort, and in summer with it becoming part of the Vanoise National Park.

Materials and methods

The study area was mapped as four types of land use (forest, fallow land, abandoned mowed meadow, mowed meadow), from a 1990 aerial color photograph. The areas in which *Brachypodium pinnatum* was very abundant, were

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

established on the map, by field survey. This map was used as a basis for sampling the vegetation of plots.

Phytosociological surveys were undertaken on 2 x 2 m plots, situated along transects (20 m), perpendicular to ecotones alongside mowed meadows and abandoned plots : 17 transects crossed ecotones, where *Brachypodium pinnatum* occurred.

The species richnesss and species diversity of each plot was calculated as the Shannon diversity index, first transforming the Braun-Blanquet abundance scale to a percentage cover (Van der Maarel, 1979). Variation in species richness and diversity as function of *Brachypodium pinnatum* abundance were analyzed through simple regression and analysis of variance (significance level : 95 %, Fisher Test).

Modelling of the loss in species diversity was carried out after digitization of the land use map, and of areas covered with *Brachypodium*, using Arc-Info GIS.

Results

The 198 plots studied, were classified into five *Brachypodium pinnatum* abundance classes (Table 1).

Table 1. Distribution of the 198 studied plots according to the 5 *Brachypodium pinnatum* abundance classes.

Abundance classes	Absent	Few	Abundant	Very Abundant	Dominant
Number of plots	34	60	77	23	4
Braun-Blanquet scale	0	+ and 1	2 and 3	4	5

The species richness of plots where *Brachypodium pinnatum* was "very abundant and "dominant" was significantly lower (significance level of 95 %) than that of plots where *Brachypodium* was "few" (Figure 2). Analysis of variance of the mean number of species per plot (species richness) in the five abundance classes showed a mean difference of 3.7 species between the classes "few" and "very abundant" and 8.1 species between the classes "few" and "dominant".

Species richness was significantly correlated with the abundance of *Brachypodium pinnatum* ($p = 0.001$) but with only a small amount of the variance ($r^2 = 0.054$) explained by abundance (Figure 3).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Figure 2. Species richness in *Brachypodium pinnatum* abundance classes.

The bar is +/- twice the standard confidence interval (significance level 95 %).

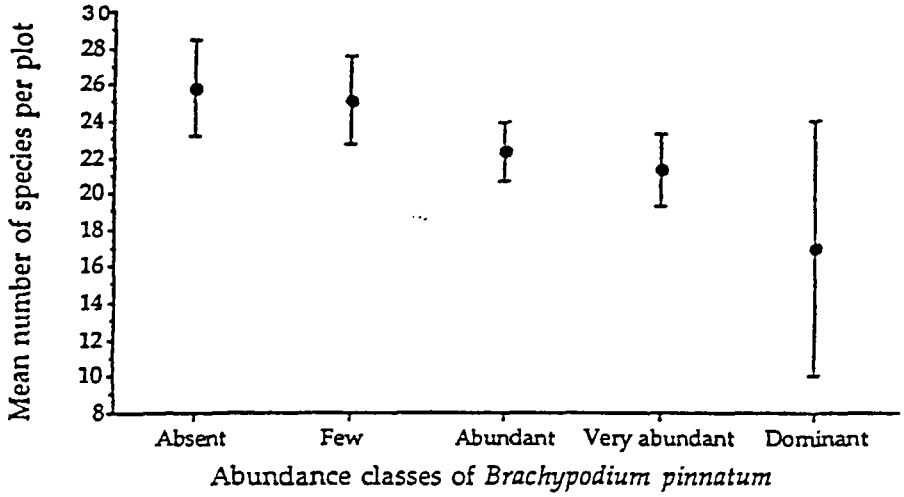
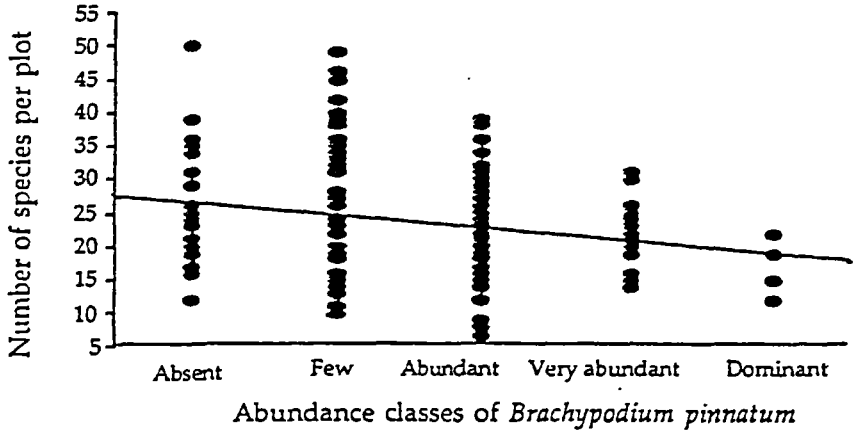


Figure 3. Regression of species richness against abundance classes of *Brachypodium pinnatum*.



Regression parameters :

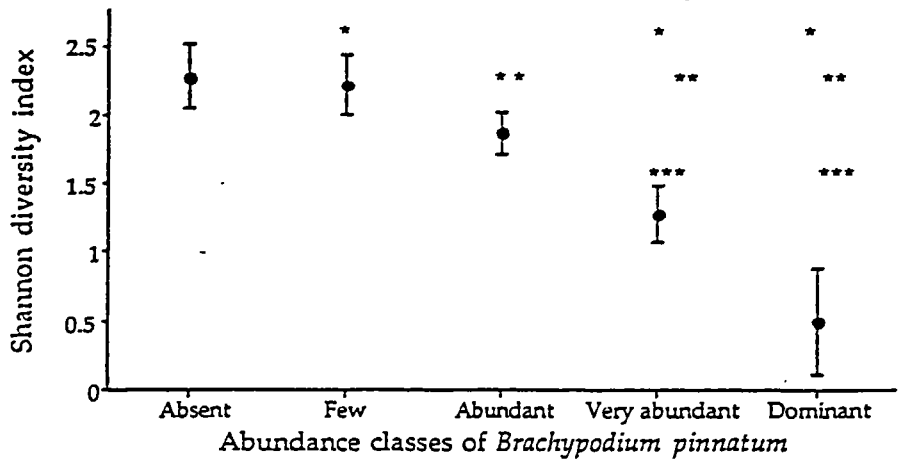
$y = -1.886x + 28.243$; $r^2 = 0.054$; $p = 0.001$.

Species diversity (Shannon index) was much more correlated with the abundance of *Brachypodium*. The analysis of variance of species diversity in the five abundance classes showed significant differences between nearly all abundance classes (Figure 4).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Figure 4. Analysis of variance of species diversity in abundance classes of *Brachypodium pinnatum.*

The bar is +/- twice the standard confidence interval (significance level 95 %).



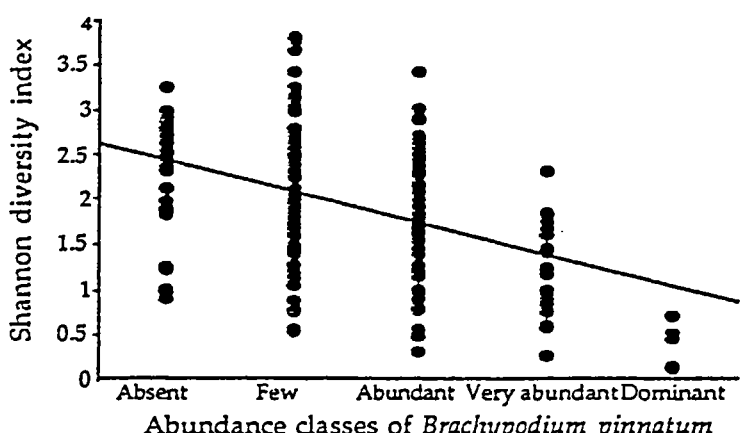
Differences at a significance level of 95 % between groups :

* "few" ; "very abundant " and "dominant"

** "abundant" ;"very abundant" and"dominant"

*** "very abundant" ; "dominant"

Figure 5. Regression analysis of species diversity against *Brachypodium pinnatum* abundance classes.



Regression parameters :

$y = -0.348x + 2.817$; $r^2 = 0.193$; $p = 0.0001$.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Species diversity was very significantly correlated with the abundance of *Brachypodium pinnatum* ($p = 0.0001$) with a moderate part of the variance ($r^2 = 0.193$) explained by abundance (Figure 5).

This high correlation between the abundance of *Brachypodium pinnatum* and species diversity compared with species richness relates strongly to the visual effect, that a walker has in the landscape. The Shannon index expresses reductions in species richness and species abundance very well. Among the 198 plot surveys undertaken, only *Brachypodium pinnatum* had a Braun-Blanquet value equal to 5 in any plot.

We obtained similar results when we compared the distribution of the different Braun-Blanquet values in each plot, as a function of the abundance class of *Brachypodium pinnatum* (Table 2). For the class "dominant", there was a significantly higher percentage of present species with a value of 1 (89.3 % compared with 81.6 %) and a significantly lower percentage of species with a value of 2 (2.5 % compared with 12.6 %). This implies a lowering of the number of species other than *Brachypodium pinnatum* when it is dominant. The species are still present, but in a smaller quantity. This validates the visual perception of reduced abondances of obvious flowering species such as *Leucanthemum vulgare, Polygonum bistorta, Onobrychis viciifolia and Salvia pratensis.*

Table 2. : Percentage of Braun-Blanquet values in plots as a function of *Brachypodium pinnatum* abundance classes.

Abundance classes	Absent	Few	Abundant	Very Abundant	Dominant
Number of "+"	80.5	82.4	81.1	81.3	89.3 *
Number of "1"	13.9	13.6	12.2	11.1	2.4 **
Number of "2"	4.4 *	2.5 **	4.9 *	2.6	2.1
Number of "3"	0.9	1.2 *	1.8	0	0
Number of "4"	0.2	0.2	0		0
Number of "5"	0	0	0	0	6 *

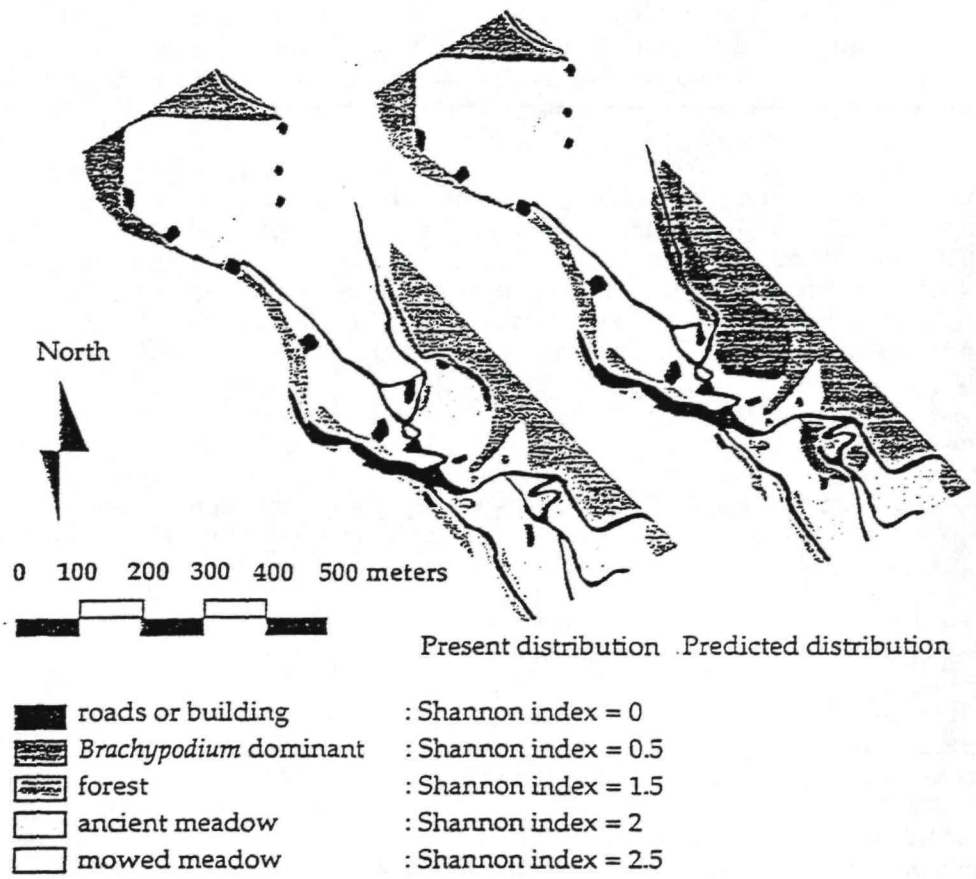
* significantly greater than the mean
** significantly smaller than the mean

To modell the loss of species diversity, the mean species richness and diversity of plots were assigned to each mapped area to obtain a distribution map of the present state of meadow biodiversity. The map of biodiversity loss (Figure 6) was constructed under the hypothesis of *Brachypodium pinnatum* spreading from its colonization sources. It is presently impossible to assess the rate of spread

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

of *Brachypodium*, because patches of *Brachypodium pinnatum* are not visible on aerial photographs.

Figure 6. : Map of biodiversity loss caused by the spread of *Brachypodium pinnatum* ; in "Ortet" ; Aussois.



Visualization of the impact of a *Brachypodium* spread was achieved through the modification of oblique photographs, using Photoshop software, copying the texture of a patch of *Brachypodium pinnatum* on to areas not yet invaded.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Discussion

Comparison of 198 vegetation plot surveys enabled us to show relationships between the abundance of *Brachypodium pinnatum* and the species richness of plots. This was even clearer with species diversity calculated with Shannon index.

The results show that *Brachypodium pinnatum* is spreading, at the expense of mowed meadow species. As soon as it becomes too abundant, species richness diminishes and there is a greater reduction in the Shannon index. This reduction of biodiversity is not causing the loss of rare species, but produces an important modification in landscapes composed of meadows surrounding the village. Indeed, it is not in mowed meadows, that have been highly anthropized for centuries, that rare species, with high patrimonial interest, exist.

As the high biodiversity of mowed meadows has not yet been recognized by the village inhabitants, building an efficient mediation tool seems to us very important, in order to make the population and the elected representatives aware of the need to maintain biodiversity. Debate about the preservation of biodiversity cannot, of course, be limited to the mowed meadows environment and to plant species. But it is a first approach that will directly influence people, since vegetation changes at the landscape scale have high visual effects.

References

Bornard, A.; Cozic, P. & Brau Nogué, C. (1996) Diversité spécifique des végétations en alpage : influence des conditions écologiques et des pratiques. *Ecologie* 27 (2): 103-115.

Delcros, Ph. (1993) *Ecologie du paysage et dynamique végétale post-culturale.* Collection Etudes Gestion des territoires n°13, Cemagref, Grenoble.

Fleury, Ph.; Dorioz, J.M. & Jeannin, B. (1985) *Influence du milieu physique et des pratiques agricoles sur la végétation des prairies de fauche des hautes vallées des Alpes du Nord- une recherche en Beaufortain et sa portée régionale,* INRA.

Héritier, K. (1996) *Approche écologique et perceptive de la biodiversité dans un paysage de montagne en mutation l'exemple de la commune d'Aussois en Savoie, rapport de DEA.* Cemagref, Grenoble.

Van der Maarel, E.(1979) Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio* 39: 97-144.

West, N.E. (1993) Biodiversity of rangelands. *Journal of Range Management* 46: 2-13.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

VANPEENE-BRUHIER S, BRUN J.J., 1998 - Species richness : a multilevel concept, *In* BUNCE B., DOVER J. (eds) *Key concepts in landscape ecology. Proceedings of the european IALE Conference,* Held at Myerscough College, Lancashire, UK, 3-5 sept 1998 : 5 p.

Species richness : a multilevel concept

S. Vanpeene Bruhier[1,2] and J-J. Brun[1]

[1]Cemagref, Environment and Landscape of Mountain, BP 76 Grenoble, 38402, F
(sylvie.vanpeene@grenoble.cemagref.fr)
[2]ENGREF, 19 avenue du Maine, Paris, 75732, F

Abstract

One aspect of the overarching term 'biodiversity' is species biodiversity (i.e. at the level of the species) which can be measured using species richness, species diversity (measured by several indexes), similarity indices, etc.

In spite of its simple appearance we propose that species richness should be considered as a multilevel concept composed of local, global and original richness. These levels of species richness are used in this study to compare four vegetation types : mowed and ancient mowed meadow, shrub fallow and edge of forest. We noted all species present on 941 plots (2m x 2m).

The **local richness** is the mean of the number of species per plot of 4 m^2 of each vegetation type.
The **global richness** is the number of species different found in at least one of the plots considered, it is calculated here for each vegetation type and for the 941 plots studied.
The **original richness** is the number of species unique to each vegetation type.

The classification of the four types of vegetation according to these three levels of richness are different : edges of forest had higher original richness than mowed meadows, but were poorer with regard to global and local richness.

These results show that even the simple concept of species richness needs to be handled with care and in relation to the purpose of the study - especially when management goals are envisaged.

Introduction

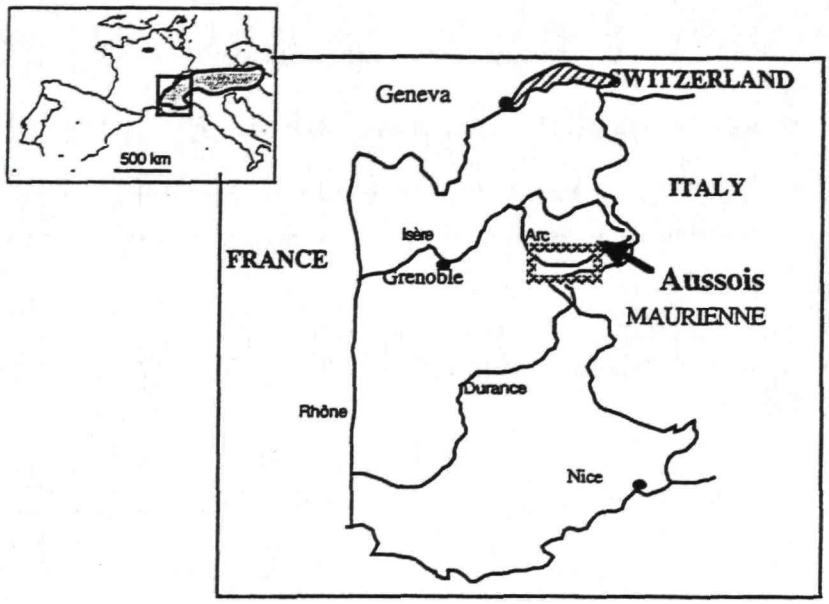
The term biodiversity has been very widely used since the Rio Conference (1992), however the term is deceptively simple, and is in reality very complex (Duelli, 1997). There are three principal levels of biodiversity - i. e. genetic, specific and ecosystemic - species diversity is just one part of the concept. It can be measured using species richness, species diversity - measured by the Shannon or the Simpson index (Magurran, 1988), similarity indices, etc.
Species richness in itself can be a complicated concept (Noss, 1990), when there are subspecies, ecotypes or various levels of polyploidy ; for example *Festuca rubra* is a species which has been separated into a number of subspecies by taxonomists working at the genetic level. If one excludes these difficulties of defining the species ; for ecologists, species richness seems the simplest index because its definition is clear and unique : the number of species (Duelli, 1997). However, we propose that it be treated as a multilevel concept having three distinct categories : local, global and original richness.

Study site

The study area was composed of mowed and abandoned meadows, located at an altitude 1400 m to 2000 m in Aussois (Maurienne region), (Figure 1).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Figure 1. Location of the study area.



Materials and methods

The three levels of species richness were considered in relation to the vegetation of mowed and ancient mowed meadows, shrub fallows and forest edges. These four types of vegetation are the successional stages of colonization when mowed meadows are abandoned (Vanpeene Bruhier *et al.*, 1997). Phytosociological surveys were undertaken on 2 x 2 m plots in the four types of vegetation. We noted all species present on the 941 studied plots.

Table 1. Distribution of the 941 studied plots according to the four types of vegetation.

type of vegetation	mowed meadow	ancient mowed meadow	shrub fallow	forest edge
Number of plots	384	280	175	102

Species richness was calculated as the number of different species found. Variations in species richness as a function of vegetation type were analysed using analysis of variance (significance level : 95 %, Fisher Test).

Concept of various levels of richness

The phytosociological survey gives us the list of species found in each plot and the number of species in each plot, from this we can determine :

- the **local richness** defined as : the mean of the number of species per 4 m^2 plot. It is calculated for each vegetation type.

We can also list the different species noted in every vegetation category. The **global richness** is the number of different species found in at least one of the plots of a particular category. The

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

global richness (the total number of species) is measured at the landscape level, and is calculated too from all of the 941 plots.

By comparing the different lists of species from the different vegetation types, we can create two new categories :

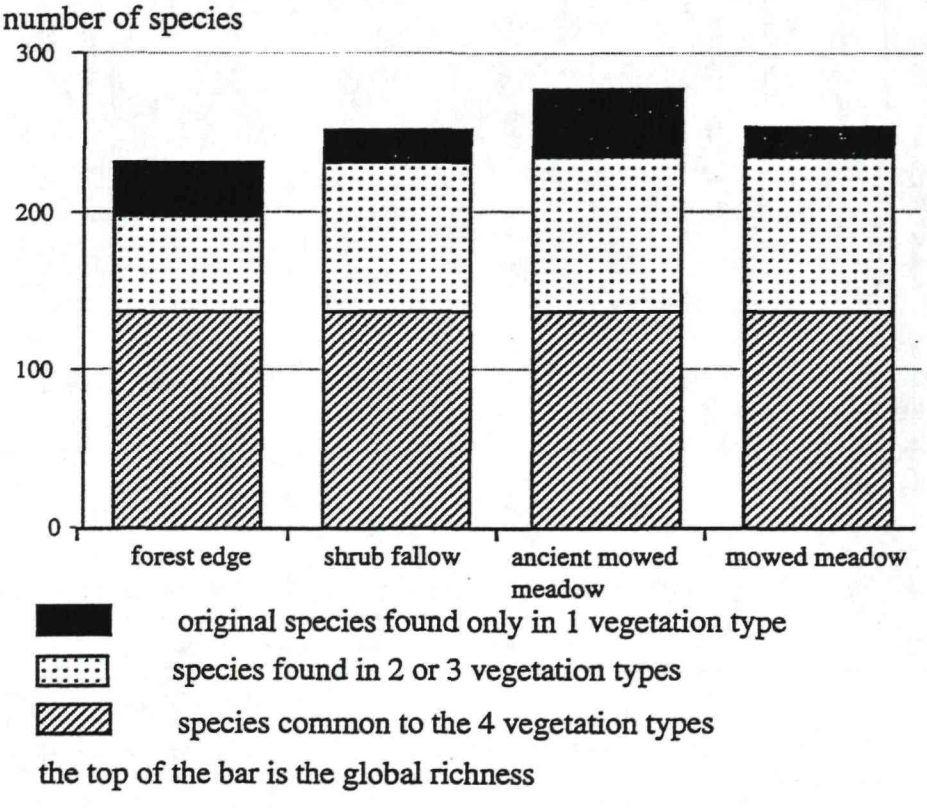
- the number of common species, defined as the number of species found in all the four vegetation types,
- the **original richness**, defined as the number of species only found in one type of vegetation.

The results will show that according to these levels of species richness (local, global, original), the classifications of the four vegetation types are different.

Results

The global richness of the 941 studied plots was 432 species[1].

Figure 2. Distribution of the global species richness according to vegetation types.



The global richness, broken down by vegetation type, shows (Figure 2) :

- 138 common species,
- that the ancient mowed meadows have the highest global richness (278 species) ; forest edges are the poorest (232 species),
- 114 species are found in only one type of vegetation.

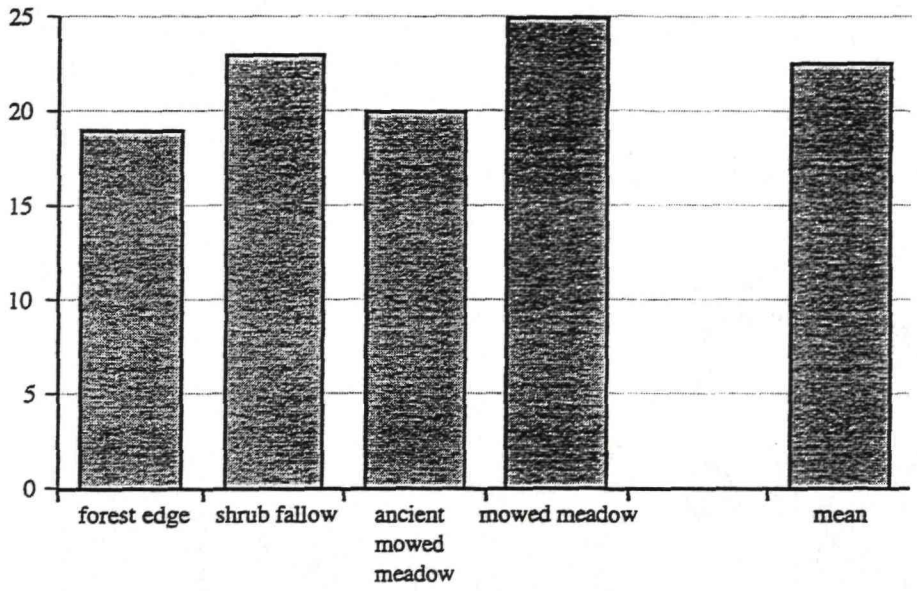
[1] the flora of the agricultural area of Aussois is very rich, this number represents 10 % of the species of France described by Coste (1901).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

The ancient mowed meadows have the hignest original richness (40 species are found only in this type), fallows and meadows are the poorest (20 species).

The local richness (figure 3), is highest in the mowed meadows[2] and the fallows (25 species and 23 species / 4 m^2 respectively); the ancient mowed meadows and forest edges are the poorest (20 species and 19 species / 4 m^2 respectively).

Figure 3. Distribution of the local richness by vegetation type.



The classification of the four vegetation types according to the three levels of species richness are different (Table 2). Mowed meadows could be the richest (local richness) or the poorest (original richness). Despite low local richness, the ancient mowed meadows are the richest for original and global richness.

Table 2. Classifications of vegetation types according to the 3 levels of species richness.

order of richness	the richest →			the poorest
local richness	mowed meadow	fallow	ancient meadow	forest edge
original richness	ancient meadow	forest edge	fallow	mowed meadow
global richness	ancient meadow	mowed meadow	fallow	forest edge

[2] this result is similar as found in mowed meadows (23 species) in the Netherlands (During & Willems, 1984).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Discussion

The simple index of species richness for studying biodiversity, needs to be handled with caution because the results are different depending on the level of species richness being considered. Consideration of these three levels is very important in a local study (here only for the agricultural area of a village) and the most appropriate level employed will depend on the aim of the study (scientific research, impact study for landscape management, etc.).

In this initial approach, we compare only the number of species in a small area and at one time, but it appears necessary to re-evaluate the results according to :

- the contribution of the area to regional or national biodiversity (Duelli, 1997) - i.e. the patrimonial interest[3] of species,
- the neighbouring sites, areas or regions (Duelli, 1997),
- the comparison in time (Duelli, 1997).

Ruderal or banal species from meadows should not be as important as a patrimonial or vulnerable species (Noss, 1990). The temporal dimension is important, and in the study area we know (Vanpeene Bruhier *et al.*, 1997) that the current high biodiversity is endangered by the spread of an herbaceous species (*Brachypodium pinnatum*).

References

Coste, H. (1901 new ed 1990) *Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes.* Albert Blanchard, Paris 3 vol : 414 , 627 and 807 p.

Duelli, P. (1997) Biodiversity evaluation in agricultural landscapes : An approach at two different scales. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **62** : 81-91.

During, H.-J. & Willems, J.-H. (1984) Diversity models applied to a chalk grassland. *Vegetatio* 27 : 103-114.

Magurran A.E. (1988) *Ecological diversity and its measurement.* Chapman & Hall, London.

Noss R.F. (1990) Indicators for monitoring biodiversity : a hierarchical approach. *Conservation Biology* 4 (4) : 355-364.

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* **vol XLIII**, n° spécial "Patrimoines naturels forestiers" : 19-27.

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). A. Cooper & J. Power (eds). *Species dispersal and land uses processes. IALE (UK), Preston* : 203-210.

[3] patrimonial interest of a species is due to :
- its own biologic quality (rarety, typicity) ;
- its biological value depending on its value for human needs and activities (Rameau & Olivier, 1991)

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

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 souhaitions 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 compagnes[1] 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 richessse 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

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

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

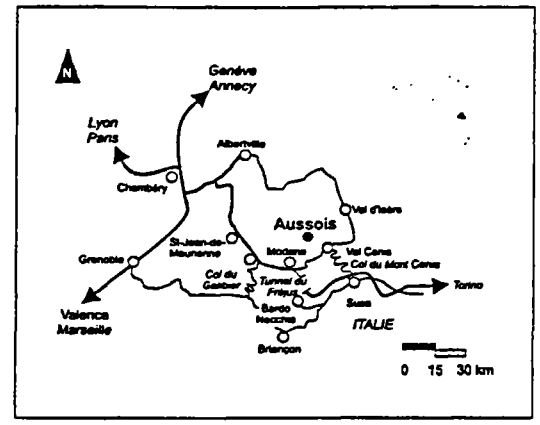
– de mieux préciser la notion de richesse spécifique en définissant rigoureusement comment et sur quels critères elle est calculée,

– 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).



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

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.

Nous avons étudié les variations de la flore en notant l'abondance[2] 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 végétale[3] 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.

1. Une espèce caractéristique a une fréquence significativement 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.

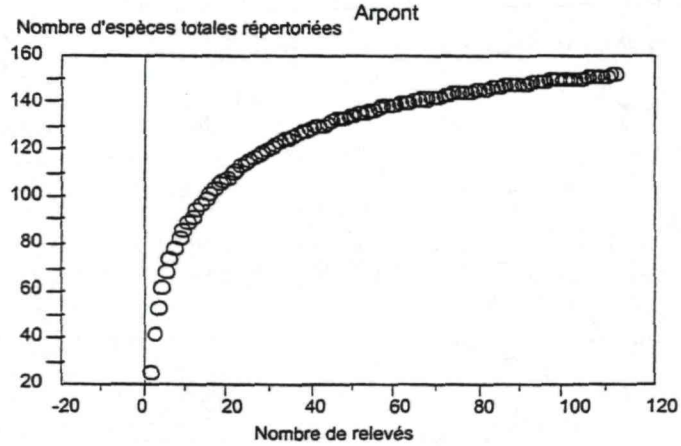
CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

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/richesse (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.

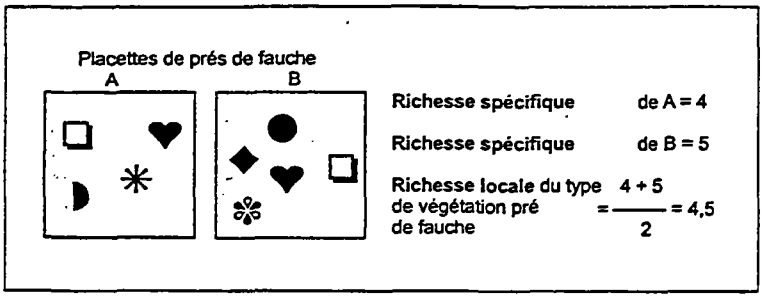
Secteur	Nombre total d'espèces	Nombre de relevés pour 95 % des espèces	Nombre de relevés effectués
Arpont	150	72	108
Esseillon	152	69	90
Moulin	188	113	159
Ortet	149	68	103
Plateau	149	109	142
Rossanche	161	90	120

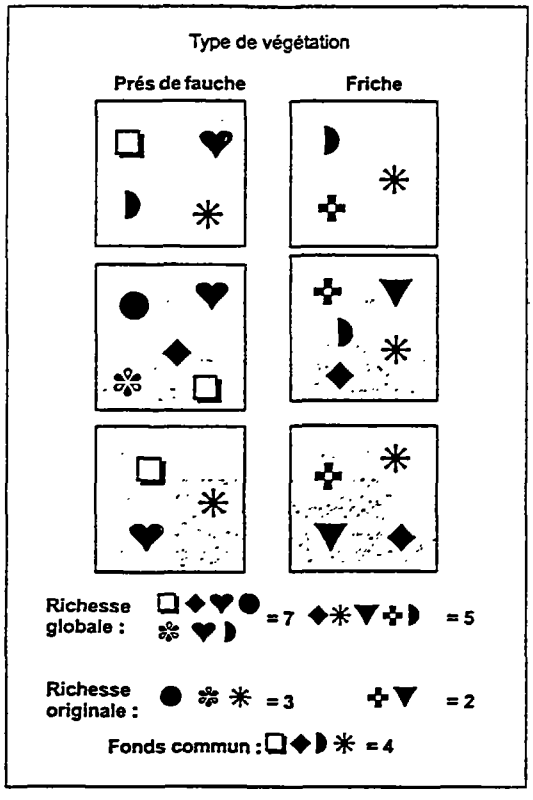
Comparaison du nombre de relevés effectués et du nombre de relevés nécessaires pour obtenir 95 % des espèces

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

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.





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

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).

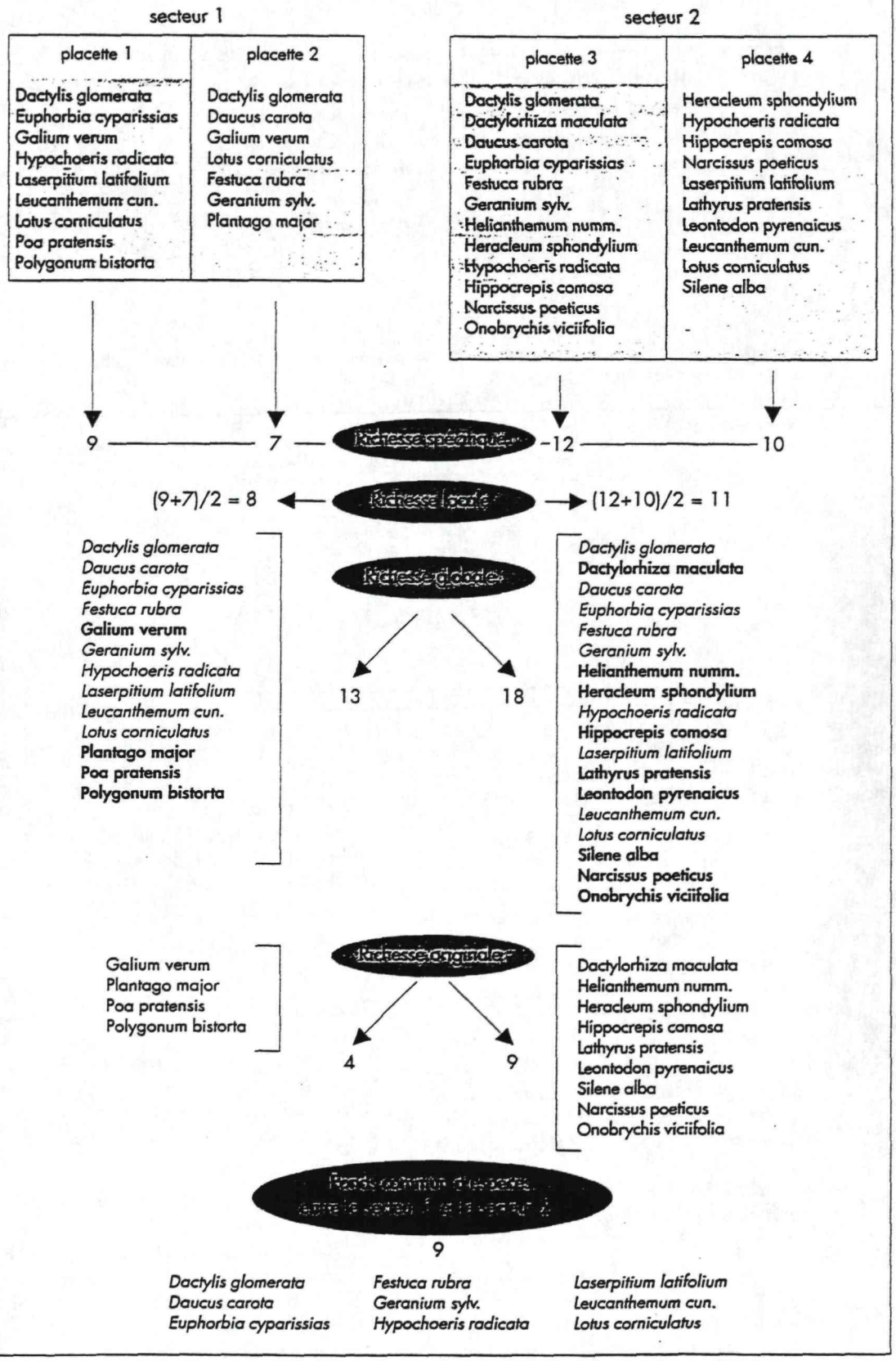
Cet indice, issu de la théorie de l'information, tient compte du nombre d'espèces présentes dans le relevé i (ni) et du recouvrement relatif[4] Rij des différentes espèces j dans le relevé i (Shannon et Weaver, 1949). Cet indice est d'autant plus petit (proche de 0) que le nombre d'espèces est faible 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).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Encadré 2

Exemple de calcul des différents niveaux de richesse



CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Encadré 3

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

L'indice de diversité spécifique Hi (Shannon-Weaver) est fondé à la fois :
– sur le nombre d'espèces présentes dans le relevé i : ni
– sur le recouvrement relatif Rij des différentes espèces j dans le relevé i

$$Hi = -\sum_{j=1}^{ni}\left[\frac{Rij}{\sum_{j=1}^{ni} Rij} x \log_2\left(\frac{Rij}{\sum_{j=1}^{ni} Rij}\right)\right]$$

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 (Rij) 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 %

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 France[5] 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 forte[6] 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 messicoles[7] (*Adonis annua, Adonis vernalis, Scandis pecten veneris,...*). L'inté-

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).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

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

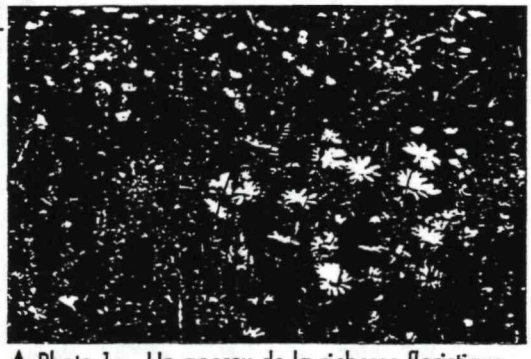
Nous avons vu que les parcelles en déprise présentent la plus grande richesse globale et la plus grande richesse originale, mais si nous nous intéressons à la richesse locale, c'est alors les prés de fauche qui sont les plus riches (photo 1). La figure 5 présente le classement des types de végétation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

- les prés de fauche et les friches sont les plus riches[8] (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).

R. Petrequin

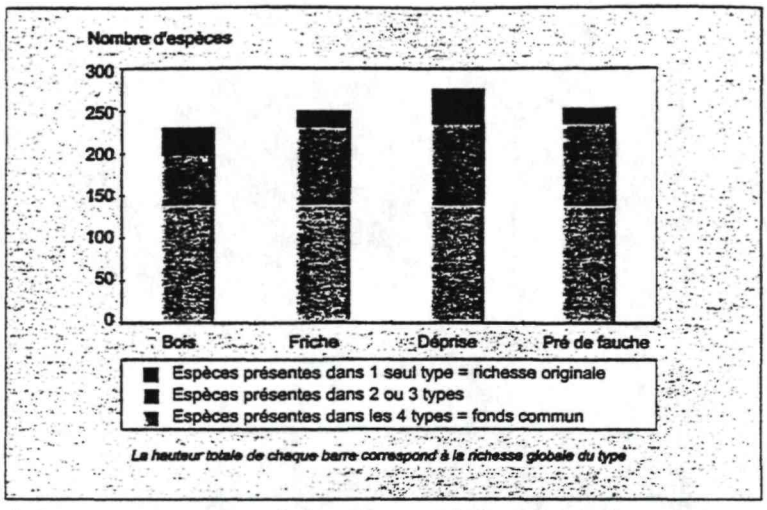


▲ Photo 1. – Un aperçu de la richesse floristique des prairies de fauche d'Aussois.

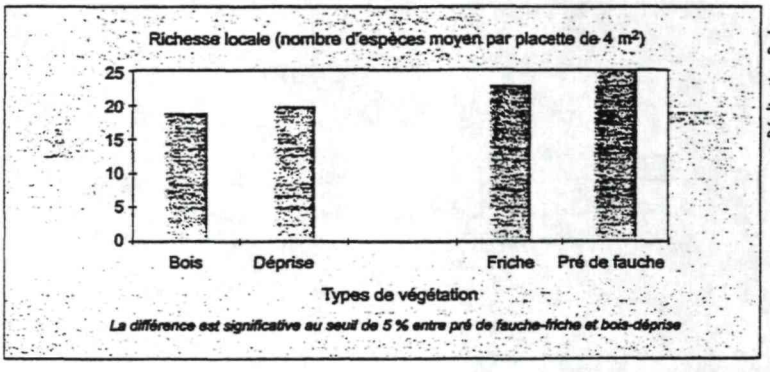
■ *Calcul de la richesse aux différents niveaux en considérant les secteurs géographiques*

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.

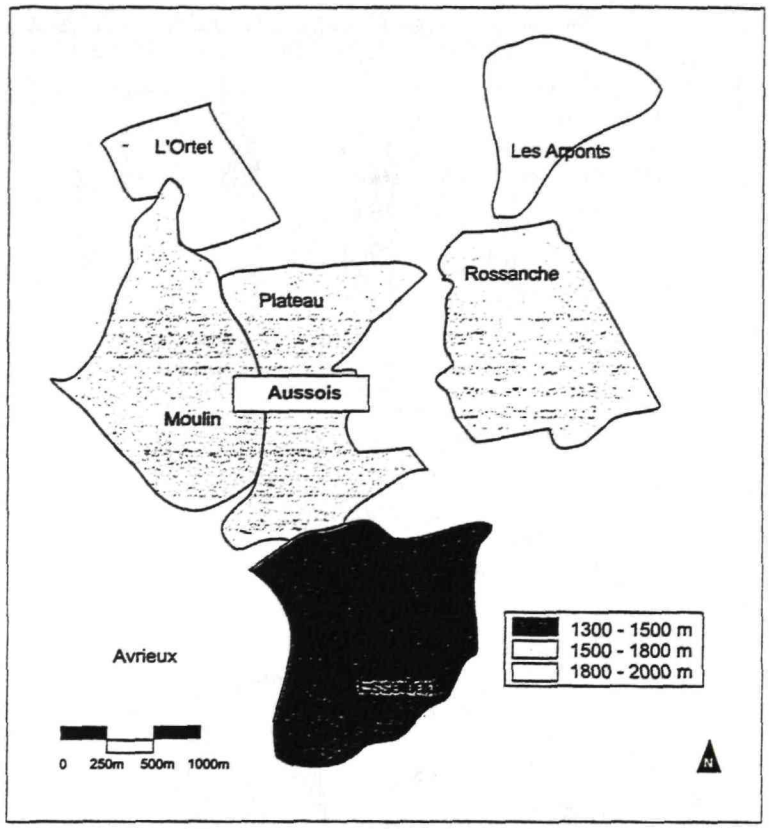
1800-2000 m : l'Ortet, les Arponts : zone des montagnettes[9].

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-

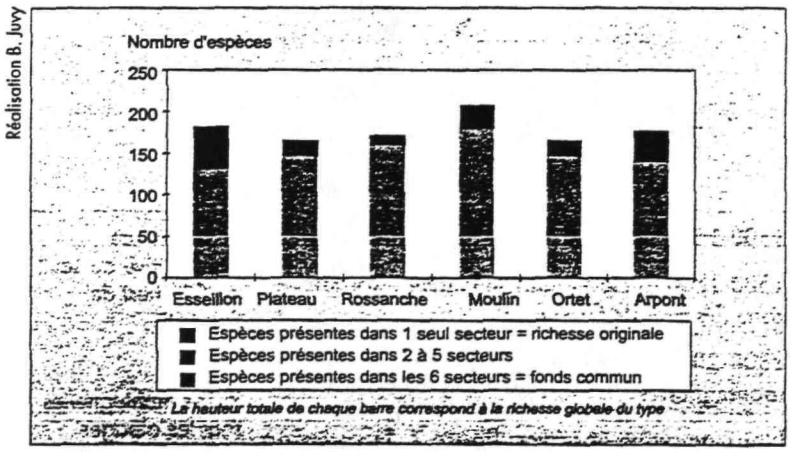
8. Différence significative au seuil de 5 % (test de Student).

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.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



▲ Figure 6. – Localisation des six secteurs étudiés.



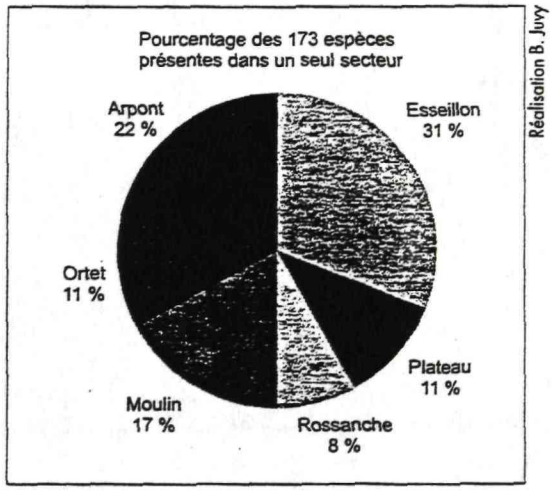
▲ Figure 7. – Répartition de la richesse globale et de la richesse originale par secteur de la commune.

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 patrimoniale[10]. 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.

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

▬ *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-

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

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

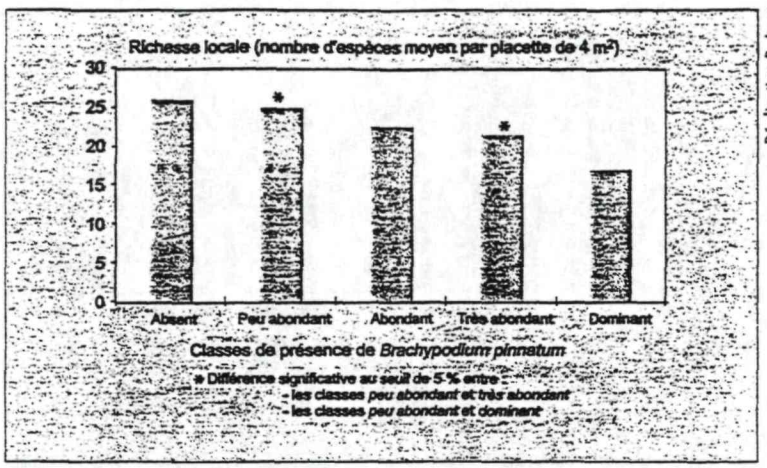
En effet, l'extension du Brachypode au détriment des espèces fleuries des prairies de fauche (Marguerite, Sainfoin, Sauge,...) provoque, dès que cette graminée agressive devient très abondante, une forte diminution de la richesse spécifique locale. L'encadré 4 présente les caractéristiques de cette espèce 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 significativement[11] 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.



▲ 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 ».

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 individus[12] et 18 % des espèces sont

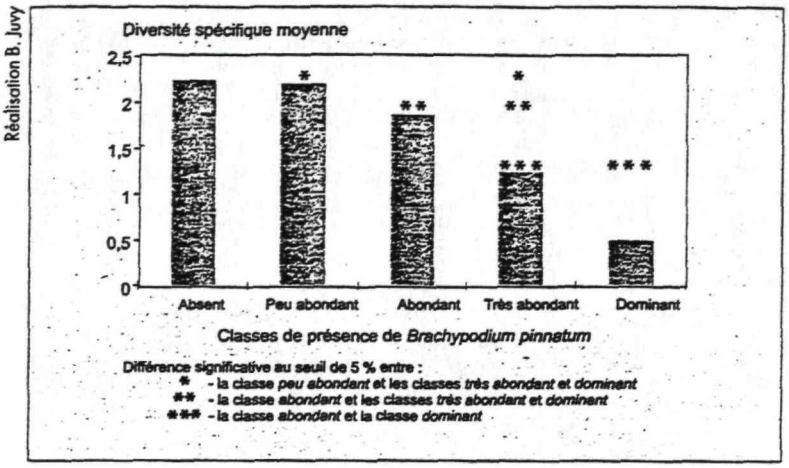
11. Toutes les analyses de variance sont faites avec un seuil de signification de 95 %.

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-Bl	0	+ et 1	2 et 3	4	5

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref



▲ 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 individus[14] 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 rares[15], 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 fortement liée à l'échelle de l'étude (Duelli, 1997). En l'abordant uniquement en terme de richesse spécifique des espèces végétales, l'indice[16] 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 gérer[17] 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 patrimonial[18]. 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

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

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 utilisée 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. □

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 physionomiques : 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.

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 (équitabilité, 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'éléments vis-à-vis des activités et préoccupations humaines (Rameau et Olivier, 1991).

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Tout en précisant que cette approche mériterait d'être étendue à d'autres niveaux hiérachiques (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 operationnal 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 assement made.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Bibliographie

CHESSEL, D., SIMIER, M., HANAFI, M., 1996. *STATICO : STATIS et Co-inertie,* Documentation de la programmathèque 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 (DERF, 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.

CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref