

GEOBOTANICA HELVETICA

MATERIAUX POUR LE LEVE GEOBOTANIQUE DE LA SUISSE

Edités par la

Commission géobotanique de l'Académie Suisse des Sciences Naturelles

BEITRÄGE ZUR GEOBOTANISCHEN LANDESAUFNAHME DER SCHWEIZ

Herausgegeben von der

Geobotanischen Kommission der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften

Rédaction: Prof. P. Hainard

Fascicule 72

**TYPOLOGIE ET DYNAMIQUE
DE LA VEGETATION DES
ZONES ALLUVIALES DE SUISSE**

Volume I: texte, tableaux, figures

par

CHRISTIAN ROULIERInstitut de botanique
Laboratoire d'écologie végétale et de phytosociologie
Université de Neuchâtel**F. Flück-Wirth**Kommissionsverlag
Teufen AR, Switzerland**Krypto****1998**

Citation: Roulier, C. 1998: "Typologie et dynamique de la végétation des zones alluviales de Suisse". Matériaux pour le levé géobotanique de la Suisse 72, 138 pp. Volume I: texte, tableaux, figures. Volume II: annexes (tableaux de végétation).

Matériaux pour le levé géobotanique de la Suisse
Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz
Fascicule 72

Edition:
Commission géobotanique de l'Académie Suisse des Sciences Naturelles

Rédaction: Prof. Pierre Hainard

Nous remercions M. Dr Emil Dister (Aueninstitut Rastatt D) pour son expertise

Adresse commerciale:
Krypto
F. Flück-Wirth
CH-9053 Teufen
Suisse

Impression:
Edipresse - Imprimeries Réunies - Lausanne

© 1998 - Commission géobotanique de l'Académie Suisse des Sciences Naturelles

ISBN 3-7150-0041-4

**TYPOLOGIE ET DYNAMIQUE
DE LA VEGETATION DES
ZONES ALLUVIALES DE SUISSE**

Volume I: texte, tableaux, figures

par

CHRISTIAN ROULIER

Institut de botanique
Laboratoire d'écologie végétale et de phytosociologie
Université de Neuchâtel

IMPRIMATUR POUR LA THÈSE

**Typologie et dynamique de la végétation des
zones alluviales de Suisse**

de M. Christian Roulier

UNIVERSITÉ DE NEUCHÂTEL
FACULTÉ DES SCIENCES

La Faculté des sciences de l'Université de
Neuchâtel sur le rapport des membres du jury,

MM. J.-M. Gobat (directeur de thèse),
J.-D. Gallandat, F. Gillet, N. Kuhn (Zürich) et
F. Sartori (Pavia)

autorise l'impression de la présente thèse.

Neuchâtel, le 15 octobre 1997

Le doyan:

F. Stoeckli

F. Stoeckli

Table des matières

Avant-propos

1. Introduction	1	6.4 Traitement des relevés de la végétation	15
2. Organisation de la recherche	1	6.4.1 Généralités.....	15
2.1 Contexte.....	1	6.4.2 Caractéristiques des données traitées.....	16
2.2 Direction de la recherche.....	1	6.4.3 Principe du traitement.....	16
2.3 Exécution de la recherche, collaboration.....	2	6.4.4 Affinement de la classification dans la base de données Phytobase.....	17
2.4 Financement.....	2	6.5 Traitement des relevés synusiaux	18
3. Situation	2	6.5.1 Enchaînement des analyses.....	18
3.1 Justification pratique de l'étude.....	2	6.5.2 Pondération des données.....	18
3.2 Etat des connaissances.....	3	6.5.3 Définition du nombre de groupes de relevés.....	19
3.3 Problématique.....	3	6.5.4 Définition du nombre de groupes d'espèces.....	19
4. Buts de l'étude et résultats escomptés	5	6.5.5 Arrangement manuel des groupes.....	19
5. Démarche et étapes	5	6.6 Traitement des relevés phytocénotiques	20
5.1 Concept général.....	5	6.6.1 Pondération des données.....	20
5.2 Etapes.....	6	6.6.2 Analyse par région naturelle.....	20
6. Méthodes	9	6.6.3 Choix de la classification.....	20
6.1 Phytosociologie synusiale.....	9	6.6.4 Définition du nombre de groupes de relevés et de descripteurs.....	22
6.2 Cadre de l'étude.....	10	6.6.5 Arrangement manuel des groupes.....	22
6.2.1 Cadre spatial et temporel de l'étude.....	10	6.7 Autres analyses multivariées	22
6.2.2 Concepts utilisés pour la description de l'espace et de la végétation.....	10	6.8 Caractérisation des groupes syntaxonomiques	22
6.2.3 Phytosociologie paysagère.....	12	6.8.1 Généralités.....	22
6.3 Relevés de la végétation.....	12	6.8.2 Choix du diagnostic syntaxonomique.....	22
6.3.1 Choix des sites.....	12	6.8.3 Nomenclature des syntaxons élémentaires.....	23
6.3.2 Travaux sur le terrain.....	13	6.8.4 Nomenclature des coenotaxons élémentaires.....	24
6.3.3 Influence de l'exploitation sylvicole.....	15		
6.3.4 Détermination des plantes.....	15		

6.8.5	Nomenclature des géosigmataxons élémentaires	24	7.6	Typologie des caténas	61
6.9	Relevés phytosociologiques traités	25	7.6.1	Première étape d'analyse - Méthodes	61
7.	Typologie	29	7.6.2	Résultats	62
7.1	Sites d'études et travaux effectués	29	7.6.3	Deuxième étape d'analyse - Méthodes	65
7.2	Typologie des synusies	29	7.6.4	Résultats	65
7.2.1	Généralités	29	7.6.3	Conclusion	66
7.2.2	Typologie des synusies arborescentes	31	8.	Dynamique de la végétation	69
7.2.3	Typologie des synusies arbustives	34	8.1	Elaboration des graphes systémiques de la dynamique	69
7.2.4	Typologie des synusies herbacées	39	8.1.1	Hypothèses opérationnelles	69
7.2.5	Comparaison des trois types de syntaxons	46	8.1.2	Procédure	70
7.3	Analyse des relevés centroïdes des syntaxons élémentaires	47	8.1.3	Justification de la procédure	72
7.3.1	Analyse des relevés centroïdes des syntaxons arborescents	47	8.2	Graphes systémiques de la dynamique	74
7.3.2	Analyse des relevés centroïdes des syntaxons arbustifs	49	8.2.1	Système caténaire de l'objet 5: Eggrank-Thurspitz (Thur et Rhin)	75
7.3.3	Analyse des relevés centroïdes des syntaxons herbacés	51	8.2.2	Système caténaire de l'objet 14: Glatt nordwestlich Flawil (Glatt)	76
7.3.4	Conclusion	54	8.2.3	Système caténaire de l'objet 18: Thurauen Wil-Weieren (Thur)	76
7.4	Typologie des phytocénoses	54	8.2.4	Système caténaire de l'objet 22 (hors inventaire): Rheinauen Zizers-Mastrils (Rhin)	77
7.4.1	Introduction	54	8.2.5	Système caténaire de l'objet 34: Gravas (Rhin antérieur)	78
7.4.2	Méthodes	55	8.2.6	Système caténaire de l'objet 40: Umiker Schachen-Stierenhölzli (Aar)	79
7.4.3	Résultats	56	8.2.7	Système caténaire de l'objet 48: Alte Aare: Lyss-Dotzingen (Vieille Aar)	80
7.4.4	Caractères de la station	56	8.2.8	Système caténaire de l'objet 53: Niederried-Oltigenmatt (Aar)	81
7.4.5	Répartition altitudinale	57			
7.4.6	Répartition géographique	57			
7.4.7	Conclusion	57			
7.5	Analyse des relevés centroïdes des coenotaxons élémentaires	57			
7.5.1	Méthodes	58			
7.5.2	Résultats	58			
7.5.3	Conclusion	61			

8.2.9	Système caténaire de l'objet 64 (hors inventaire): Chéseau (Sarine).....	82	8.4.3	Systèmes collinéens du Plateau (3: lacs de retenue).....	96
8.2.10	Système caténaire de l'objet 66: Les Auges de Neirivue (Sarine).....	83	8.4.4	Systèmes collinéens des Alpes centrales (4a: forêt d'aulne blanc et 4b: forêt de pin sylvestre).....	97
8.2.11	Système caténaire de l'objet 108: Widen bei Realp (Furkareuss).....	84	8.4.5	Systèmes collinéens du Sud des Alpes et de l'Ouest du Plateau (5a: forêt de frêne et 5b: forêt de chênes).....	97
8.2.12	Système caténaire de l'objet 113: Vallon de l'Allondon (Allondon).....	85	8.4.6	Système collinéen du Sud des Alpes (6: incision du cours d'eau).....	98
8.2.13	Système caténaire de l'objet 133: Finges (Rhône).....	86	8.4.7	Systèmes montagnards (7: cours d'eau naturels ou peu transformés par l'homme).....	98
8.2.14	Système caténaire de l'objet 143: Gletschbode (Rotten).....	87	8.4.8	Systèmes subalpins (8: cours d'eau naturels ou peu transformés par l'homme).....	99
8.2.15	Système caténaire de l'objet 147: Soria (Ticino).....	88			
8.2.16	Système caténaire des objets 158: Ai Fornas et 156: Bassa (Moesa).....	89	9. Discussion	103	
8.2.17	Système caténaire de l'objet 171: Maggia (Maggia).....	90	9.1 Interprétation des graphes et des modèles.....	103	
8.2.18	Système caténaire de l'objet 226: La Torneresse à l'Etivaz (Torneresse).....	91	9.1.1	Forme des modèles de la dynamique.....	103
8.2.19	Système caténaire du Tessin italien en amont de Pavie (hors inventaire) (Ticino).....	92	9.1.2	Implantation des essences pionnières.....	103
8.2.20	Conclusion générale.....	93	9.1.3	Relation entre trois essences pionnières.....	104
8.3	Elaboration des modèles qualitatifs généralisés de la dynamique.....	93	9.1.4	Régénération des synusies d'essences pionnières.....	105
8.3.1	Procédure.....	93	9.1.5	Développement des synusies d'essences pionnières.....	105
8.3.2	Présentation des résultats.....	95	9.1.6	Développement des synusies d'essences post-pionnières et climaciques.....	106
8.4	Modèles qualitatifs généralisés de la dynamique.....	95	9.1.7	Synusies vernaies.....	107
8.4.1	Systèmes collinéens du Plateau (1: cours d'eau naturels ou endigués).....	95	9.1.8	Série principale et série xérique.....	108
8.4.2	Système collinéen du Plateau (2: incision du cours d'eau).....	96	9.1.9	Organisation des systèmes alluviaux.....	108
			9.1.10	Fonctionnement des systèmes alluviaux.....	109
			9.1.11	Décalage floristique.....	110

9.2	Interprétation de la dynamique.....	111
9.2.1	Le concept de MOOR.....	112
9.2.2	Les nouveaux concepts de la dynamique.....	112
9.2.3	Les attracteurs.....	113
9.3	Discussion des méthodes.....	114
9.3.1	Typologie.....	114
9.3.2	Classification des caténas.....	114
9.3.3	Graphes systémiques.....	114
9.3.4	Critères d'établissement des graphes et des modèles.....	115
9.3.5	Adéquation de l'approche synusiale intégrée à l'étude de la dynamique.....	115
9.4	Application pratique.....	116
10.	Conclusions.....	121
10.1	Evaluation du travail.....	121

10.2	Etat des zones alluviales.....	121
10.3	Perspectives.....	122
10.3.1	Dans le domaine de la phytosociologie synusiale.....	122
10.3.2	Dans la gestion de l'inventaire des zones alluviales.....	122

11.	Résumés.....	123
11.1	Résumé.....	123
11.2	Zusammenfassung.....	124
11.3	Summary.....	126

12.	Bibliographie.....	129
	Remerciements.....	137

Tableaux et figures

Le volume II - Annexes - contient la description des groupements végétaux et les tableaux de végétation

Avant-propos

L'importance des zones alluviales. Peut-on la réduire à quelques mots-clés? Patrimoine génétique, floristique, faunistique, fonction d'écotone terre-eau, production végétale très élevée, structure architecturale complexe, paysages fluviaux. Dynamique de la végétation, transformations dues à l'homme, gradients écologiques et temporels, appauvrissement, richesse exceptionnelle, diversité spécifique... ces concepts mériteraient tous un développement particulier!

Plusieurs ouvrages généraux utilisés dans ce travail mentionnent tout ou partie de ces caractères: IMBODEN (1976), GERKEN (1988), GEPP et al. (1986), AMOROS et PETTS (1993), ainsi que d'autres écrits plus thématiques sur une région, un fleuve ou un pays (MOOR 1958, GÉHU 1984, KUHN et AMIET 1988, GRANER 1991, GALLUSER et SCHENKER 1992, GALLANDAT et al. 1993).

Les zones alluviales et la protection de la nature. En 1992, le Conseil fédéral promulgue une ordonnance sur la protection des zones alluviales; elle protège 169 objets d'importance nationale parmi les plus beaux et les plus vastes de notre pays. La Confédération y subventionne les travaux de protection et de revitalisation; elle fournit des conseils scientifiques et techniques aux cantons chargés d'assurer leur protection. Elle se procure, auprès des universités, les bases scientifiques pour sauvegarder un écosystème dynamique.

Les zones alluviales: terrain d'étude. Méthodes nouvelles, approches différentes de la nature. Nouveaux paradigmes: approche synusiale intégrée qui découpe pour mieux recomposer à travers les niveaux d'organisation. Nouveaux termes, nouvelle typologie: tri, assemblage, éclatement, regroupement des données, immense hétérogénéité dont la structure se cache, apparaît puis disparaît à la faveur d'une option de calcul: formatage, pondéra-

tion, matrice de ressemblance, cluster, chi carré...

Comprendre les principes d'organisation du tapis végétal, comprendre les relations entre le sol et la végétation. Décrire la dynamique à divers pas de temps et d'espace.

Les zones alluviales et les phytosociologues. Les anciens célèbres: Max Moor, Rudolf Siegrist, ceux qui ont connus les vraies zones alluviales, les naturelles ou presque! Les savants actuels: Frank Klötzli à Wynau, Elfrune et Gustav Wendelberger à Vienne, Jean-Louis Richard à la Wutach, Roland Carbiener à Strasbourg, Nino Kuhn, Erich Kessler, Guy Pautou, Francesco Sartori... personnes enthousiastes et généreuses, toujours prêtes à donner un renseignement utile.

Les zones alluviales et le naturaliste. La fascination pour les grands cycles naturels, les grands bouleversements qui régénèrent les milieux. Les mystères et les dangers de la nature sauvage: saisissement devant les effets d'une crue dévastatrice, angoisse de l'eau qui monte lorsqu'on est seul sur une île du Rhin.

La luxuriance et la fraîcheur des forêts alluviales au printemps. Observation d'un radeau flottant constitué de fourmis agrippées, admiration pour les plantules de saules qui germent sur les sédiments humides.

Les zones alluviales que l'on parcourt en famille, celles du pique-nique et de la baignade; les moustiques de la March, ceux de Cudrefin...; l'excursion à la Singine à la fin du projet de cartographie, l'excursion des étudiants à Grandvillard ou à Someo. L'amitié.

Les zones alluviales: végétation fluctuante, piquante, fugace, vivace; des outils d'approche comme ceux des précurseurs: carnet, crayon, flore, loupe. Peut-on encore découvrir avec des outils aussi «primitifs»?

Chapitres 1 à 5

Résumé

Le chapitre 1 «Introduction» contient la définition de la zone alluviale ainsi que l'évocation des transformations récentes des zones alluviales de Suisse et des pays environnants.

Le chapitre 2 «Organisation de la recherche» expose le contexte de l'étude et mentionne les partenaires financiers. La direction de la recherche, l'organisation au sein du Laboratoire d'écologie végétale et de phytosociologie et les collaborations extérieures sont présentées.

Le chapitre 3 «Situation» expose le contexte juridique de l'étude, l'état des connaissances scientifiques et définit la problématique.

Les buts de l'étude et la forme des résultats sont présentés dans le chapitre 4.

Le chapitre 5 «Démarche et étapes» présente le concept général, la démarche systématique et structuraliste appliquée à l'étude ainsi que le calendrier.

1. Introduction

«On désigne par le vocable «zone alluviale» des lieux bordant des ruisseaux, des torrents, des rivières, des fleuves et souvent aussi des lacs, périodiquement ou épisodiquement inondés et dans lesquels, en outre, les racines des plantes sont temporairement atteintes par une nappe phréatique à fortes fluctuations. Les inondations apportent aux végétaux une quantité d'eau supplémentaire à celle fournie par les précipitations, ainsi que des éléments fertilisants.»

Cette définition est fournie par KUHN et AMIET (1988) dans le rapport présentant l'inventaire des zones alluviales d'importance nationale.

Par sa position géographique et la densité de son réseau hydrographique, la Suisse abrite les tronçons supérieurs et moyens des grands cours d'eau européens. La Confédération a élaboré un inventaire des zones alluviales d'importance nationale; il contient 169 sites couvrant 11'022 hectares choisis sur la base de la qualité de leur végétation, de la présence de phénomènes dynamiques et de leur dimension.

Une cartographie de la végétation des objets de l'inventaire (GALLANDAT et al. 1993) a complété les connaissances actuelles issues de travaux scientifiques traitant, pour la plupart,

de sites isolés. Fondée sur l'analyse de relevés phytosociologiques anciens et récents, la cartographie a mis en évidence de profonds changements dans la composition et l'organisation des forêts alluviales (GOBAT 1995); la modification des débits et de la qualité de l'eau, la correction des cours d'eau et l'exploitation de sédiments interviennent vraisemblablement comme les causes principales de ces transformations, comme cela a aussi été mis en évidence dans les pays environnants (voir PAUTOU 1984, PHILIPPI 1984, CARBIENER et SCHNITZLER 1988, DÉCAMPS et NAIMAN 1989, MÜLLER 1995).

La citation de DÉCAMPS et IZARD (in AUGER et al. 1982) résume bien les traits fondamentaux de l'écosystème alluvial: «Les systèmes fluviaux figurent parmi les plus complexes, les plus hétérogènes et les plus variables de la planète. Ils ne se limitent pas à un simple chenal d'écoulement mais forment un tout indissociable avec leur plaine d'inondation et l'ensemble de leur bassin versant». La végétation alluviale conserve la mémoire des changements à différents termes (année, décennie, siècle); la description de ses composantes à l'aide de la phytosociologie synusiale intégrée puis la définition des relations dynamiques liant ces éléments constituent les objets principaux de la présente recherche.

2. Organisation de la recherche

2.1 Contexte

L'étude de la dynamique des zones alluviales de Suisse fait suite à la cartographie de la végétation des zones alluviales d'importance nationale effectuée par le Laboratoire d'écologie végétale et de phytosociologie de l'Université de Neuchâtel entre 1987 et 1990. Ce travail a fait l'objet d'une publication dans les Cahiers de l'Environnement de l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (ci-après OFEFP). Il est cité dans la suite du texte sous le nom de ses auteurs: GALLANDAT et al. (1993).

Lors de la cartographie, la végétation des forêts alluviales est apparue comme un intégrateur à différents termes des divers changements intervenant dans les systèmes alluviaux.

Un projet d'étude plus approfondie de la succession végétale a alors été présenté à l'OFEFP, aux services de protection de la nature et aux services des forêts des cantons de Genève, du Valais, d'Argovie et de Saint-Gall, ainsi qu'à l'entreprise Holinger A.G. à Baden. Ces institutions et entreprise ont accepté le projet. L'Université de Neuchâtel en a assuré l'encadrement.

2.2 Direction de la recherche

La direction de la recherche a été assurée par MM. J.-M. Gobat et J.-D. Gallandat, professeurs d'écologie végétale et de phytosociologie à l'Institut de botanique de l'Université de Neuchâtel (Laboratoire d'écologie végétale et de phytosociologie).

2.3 Exécution de la recherche, collaboration

La recherche a été effectuée par M. C. Roulier, licencié en biologie de l'Université de Neuchâtel, qui lui a consacré une activité à mi-temps pendant 6 ans (1990-1996). Il a collaboré avec les diverses personnes du laboratoire, notamment avec Mme B. Werffeli dont la thèse sur la phytosociologie des mousses des zones alluviales s'est déroulée dans les mêmes stations du bassin de la Sarine et de l'Aar. M. Dr F. Gillet, coordonnateur de l'étude typologique et systémique des pâturages boisés du Jura Suisse a été mis à contribution pour les conseils scientifiques et la mise au point de la base de données relationnelle «Phytobase». M. Dr A. Buttler est intervenu dans le choix des méthodes d'analyses multivariées.

Une collaboration s'est établie à l'intérieur du laboratoire avec les personnes effectuant leur travail de diplôme dans le domaine alluvial: M. A. Gander, Mme M. Fierz-Gallandat et Mme C. Arnold. A l'extérieur, une collaboration régulière a été entretenue avec Mme C. Guenat et M. F. Bureau du Laboratoire de pédologie de l'EPFL.

Des contacts réguliers ont eu lieu avec l'Institut de recherches sur la forêt, la neige et le paysage à Birmensdorf (MM. Dr. N. Kuhn, Dr. O. Wildi). A l'étranger, des contacts ont été établis avec M. Prof. G. Pautou de l'Université de Grenoble, M. Prof. F. Sartori de l'Université de Pavie, ainsi qu'avec Mme et M. Prof. E. et G.

3. Situation

3.1 Justification pratique de l'étude

L'étude de la dynamique des zones alluviales de Suisse ne répond pas seulement à la curiosité des scientifiques ou des protecteurs de la nature, elle se justifie également dans le contexte juridique; le contrat passé entre l'OFEFP et l'Université de Neuchâtel mentionne notamment:

«L'importance et la valeur de la végétation alluviale sont démontrées au niveau national par les dispositions des articles 18, 21 et 22 de la loi fédérale du 1er juillet 1966 sur la protection de la nature et du paysage et des articles 3 et 17 de la loi fédérale du 22 juin 1979 sur l'aménagement du territoire. Au niveau international également, la haute valeur écologique

Wendelberger de l'Université de Vienne, à l'occasion d'une excursion dans les zones alluviales du Danube et de la March.

2.4 Financement

Le financement de la recherche a été assuré par les partenaires suivants:

- La Division «Nature et Paysage» de l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP).
- Le Laboratoire d'écologie végétale et de phytosociologie de l'Université de Neuchâtel.
- Le Service des forêts du canton de St-Gall.
- La Division «Paysage et eaux» du canton d'Argovie.
- Le Service des forêts, de la faune et de la protection de la nature du canton de Genève.
- Le Service de la protection de la nature et du patrimoine du canton du Valais.
- L'entreprise Holinger AG à Baden, département «Environnement».

Un rapport annuel d'activités a été présenté aux partenaires financiers et aux personnes intéressées.

a été reconnue à ces formations, notamment aux forêts alluviales, qui ont fait l'objet d'une Recommandation R (82) 12 du Comité des Ministres du Conseil de l'Europe aux Etats Membres pour leur conservation et leur gestion adéquate».

Cette recommandation mentionne notamment, dans son article 6, la nécessité d'«orienter les programmes de recherche scientifique vers l'établissement de données concrètes pour la conservation des forêts alluviales».

Le 15 novembre 1992, l'ordonnance sur la protection des zones alluviales d'importance nationale a été promulguée; elle définit les mesures de sauvegarde que les cantons sont chargés d'appliquer dans les 169 objets de l'inventaire. Afin de soutenir les cantons, la

Confédération met à disposition des bases scientifiques, notamment des cartes de la végétation, ainsi qu'une structure de conseils scientifiques et techniques par l'intermédiaire du Service conseil Zones alluviales. C'est donc également dans un esprit d'application des résultats à la protection de la nature que cette étude a été conduite.

3.2 Etat des connaissances

La bibliographie consultée concernant la phytosociologie des zones alluviales suisses et européennes est très fournie et contient de nombreuses monographies sur des sites, des régions ou des territoires nationaux. Pour la Suisse, MOOR (1958) a décrit très précisément diverses associations végétales à l'aide de plus de 400 relevés phytosociologiques. Le colloque de Strasbourg de 1980 (CARBIENER 1984) a rassemblé les principales autorités scientifiques en la matière et l'important recueil issu de la réunion contient un état relativement détaillé des zones alluviales européennes. Plus récemment, dans le cadre de l'élaboration de l'inventaire des zones alluviales de Suisse, KUHN et AMIET (1988) ont dressé la liste des publications concernant la végétation des zones alluviales de notre pays. En 1987, un symposium international organisé à Rastatt a réuni des spécialistes, dont plusieurs botanistes, sur le thème de la protection des zones alluviales en Europe. Puis, en 1993, a été édité le rapport général de la cartographie des zones alluviales de Suisse ainsi que les cartes de la végétation de 169 objets.

De nombreux ouvrages examinés mentionnent des séries dynamiques basées principalement sur la description de séries spatiales (zonation). Mais peu d'articles décrivent la dynamique sur la base de véritables observations diachroniques, basées sur des comparaisons précises de documents anciens ou sur des observations écologiques ou phytosociologiques répétées *in situ*. LEPART et ESCARRE (1983) relèvent d'ailleurs la rareté de telles approches, en général, dans l'étude de la dynamique végétale.

En France, BRAVARD et al. (1986) ont décrit d'intéressantes séries dynamiques dans le cadre d'une étude prédictive des effets d'un barrage hydroélectrique sur les communautés alluviales du Rhône, mais la publication ne donne pas accès aux données de base (relevés phytosociologiques). Quant à PAUTOU (1984), il décrit également diverses séries de végétation très semblables à certaines des nôtres mais, comme dans le cas précédent, les données de base ne sont pas publiées.

En Suisse, HELLER (1963, 1969) a étudié dans le détail la dynamique des forêts alluviales (en combinant l'approche écologique de la station et la dendrochronologie). Au bord du Rhin, CARBIENER et ses collaborateurs (1985, 1988) et DISTER (1980, 1985) ont examiné la dynamique des phytocénoses en détail et «de l'intérieur», soit à l'aide des phytocénoses (tableaux publiés) et en corrélation avec des investigations écologiques et historiques. La dynamique des forêts alluviales a été approchée d'une manière comparable à celle développée par ces deux derniers auteurs (par exemple: définition et reconnaissance intraphytocénotique de groupes d'espèces précurseurs du peuplement suivant).

3.3 Problématique

Le rapport présentant la cartographie des zones alluviales de Suisse a débouché sur un constat en six points (GALLANDAT et al. 1993: chap. 9) constituant le point de départ du présent travail. Les auteurs mentionnaient alors:

1. La modification de la composition floristique des zones alluviales de Suisse:
 - a) la raréfaction des espèces caractéristiques des sédiments nus;
 - b) la raréfaction des espèces caractéristiques des associations végétales alluviales;
 - c) l'augmentation des espèces mésophiles et xérophiles;
 - d) l'augmentation des espèces nitrato-philés en forêt.
2. La modification de la dynamique naturelle traditionnelle de la végétation marquée par:
 - a) la disparition de certains groupements végétaux révélateurs du caractère alluvial actif;
 - b) l'apparition dans les groupements encore présents de variantes sèches et nitrato-philés;
 - c) l'apparition de nouveaux groupements de substitution et de transition, indicateurs de l'assèchement et de la stabilisation accrue des substrats.

Les quatre points suivants ont trait à l'interprétation de ces phénomènes: la disparition des relations hydriques entre le cours d'eau et ses rives (endiguement, incision), les coupures dans la continuité longitudinale du cours d'eau, l'insuffisance des débits de restitution, ainsi que des atteintes directes plus localisées

sont mentionnées en tant que causes principales.

Les deux premiers points constituent des faits déductibles de l'étude de la végétation, notamment de la comparaison des données anciennes (MOOR 1958) et récentes.

Quels sont les éléments actuels de la végétation qui permettent, à partir du constat ci-dessus, d'établir un modèle d'évolution, une prédiction sur l'avenir de la végétation alluviale de Suisse?

La phytosociologie classique (BRAUN-BLANQUET 1964, GUINOCHET 1973), telle qu'elle a été appliquée durant la cartographie, a décrit les transformations récentes de la végétation et a interprété l'information contenue dans les relevés phytosociologiques. Elle a permis de déceler la présence de **décalages floristiques** entre les strates arborescentes, arbustives et herbacées de certaines phytocénoses forestières actuelles; ce phénomène caractérise surtout les peuplements de saules et d'aulnes; il est illustré dans le rapport de GALLANDAT et al. (1993) par un peuplement arborescent de saule blanc colonisé par une strate arbustive et une strate herbacée typiques de la frênaie, voire de la hêtraie. Cette indication différente des diverses strates constituant la forêt alluviale est attribuée aux réactions à différents termes des communautés arborescentes, arbustives, herbacées (et muscinales) face à l'assèchement ou la stabilisation du milieu alluvial.

L'inertie différente des communautés face aux perturbations postule une certaine indépendance des composantes de la phytocénose puisque, face à une action sur le milieu et dans un délai donné, certaines communautés réagissent et d'autres pas.

Cette inertie différente, que l'on constate sur le terrain par la présence de décalages floristiques (nota: pas toujours aisés à déceler d'ailleurs), requiert pour son étude une méthode ne liant pas obligatoirement les divers éléments de la phytocénose forestière définie sur la base d'un «découpage vertical». Le choix de la phytosociologie synusiale, qui considère comme unité élémentaire la synusie végétale (communauté caractérisée par une composition floristique homogène, ainsi que par la

forte représentation d'une stratégie adaptative, d'un type morphologique végétatif et d'un type biologique déterminé, GILLET et al. 1991) semblait apte à décrire les phénomènes constatés au cours de la cartographie. Cette méthode considère et intègre différents niveaux d'organisation (synusie-phytocénose-téséla-caténa) et permet la définition de structures formelles (DE FOUCAULT 1993) appelées ci-après «**modèles qualitatifs généralisés de la dynamique**».

Etant donné la jeunesse d'une telle approche et le peu de références méthodologiques et syn-taxonomiques à disposition, la première étape a consisté en une description synusiale de la végétation alluviale (**typologie**). La deuxième étape a intégré les éléments de la typologie à l'intérieur de **séries dynamiques**.

L'ensemble du territoire national constitue le cadre géographique de l'étude (dition). Cette contrainte faisait partie des conditions du projet de base (présenté en 1986 à l'OFEFP) et devait profiter, par ailleurs, des données et de l'expérience acquises au cours de la cartographie. La dition n'était donc pas réductible, sinon l'étude aurait perdu une composante de généralisation à laquelle l'auteur du travail et le partenaire principal - la Confédération - tenaient particulièrement.

Etant donné l'impossibilité de conduire des investigations écologiques approfondies sur une si vaste dition, comme cela était prévu initialement, l'option finalement choisie a consisté en une approche phytosociologique combinée avec la prise de renseignements sommaires sur la station. Pour le phytosociologue praticien amené à établir un diagnostic sur la base des données de la végétation, cette démarche possède l'avantage de la rapidité (sur le terrain, quelques jours de travail suffisent pour collecter les données nécessaires à l'élaboration d'un modèle qualitatif) et ne requiert qu'un minimum de matériel. Pour l'écologue corrélant habituellement les données historiques, les données de la station (pédologiques, hydriques, climatiques) et la couverture végétale, la démarche purement phytosociologique comporte parfois une composante de frustration. Afin de pallier quelque peu ce sentiment, une trentaine de profils pédologiques (non présentés dans ce travail) ont été décrits au cours des quatre ans de terrain.

4. Buts de l'étude et résultats escomptés

Les buts présentés dans le projet étaient les suivants:

- **Description des changements qualitatifs** intervenus dans la végétation par la définition de successions et de zonation végétales en milieux naturels et transformés par l'homme.
- **Mise en évidence des facteurs écologiques responsables du changement**; approche basée principalement sur les valeurs indicatrices des espèces végétales ainsi que sur quelques descripteurs mesurés ou évalués.
- **Mise au point d'une méthode de contrôle du changement** et d'un diagnostic de l'état des zones alluviales.
- **Recherche de bases écologiques susceptibles d'orienter la gestion et la conservation** de ces milieux instables.

En cours de travail, une question supplémentaire d'ordre opérationnel a été posée:

L'approche synusiale intégrée convient-elle à la description du système alluvial et à l'établissement de séries dynamiques?

Les résultats escomptés (mais non les buts) ont été modifiés dès la première année d'étude (1990), la phytosociologie synusiale ayant été

privé aux dépens des mesures écologiques. Les partenaires ont été informés du nouveau concept méthodologique dans le rapport d'activité de la première année.

Les résultats escomptés définitifs, fixés au terme de la première année d'étude, étaient les suivants:

- **Typologie des synusies** et des phytocénoses des sites étudiés; comparaison avec les données anciennes.
- **Définition des séries dynamiques** (tésélas, caténas) caractérisant les ensembles fonctionnels et les secteurs fonctionnels (AMOROS et al. 1988).
- Conjointement à un travail similaire sur la phytosociologie et l'écologie des bryophytes (thèse B. WERFFELI), **définition d'un indice d'alluvialité** des forêts alluviales basé sur la composition floristique, les valeurs indicatrices des espèces et sur des données écologiques sommaires (topographie, pédologie).
- **Définition des structures de fonctionnement** de sites intacts et de sites transformés (réversiblement ou irréversiblement) par l'homme, permettant la prédiction de la dynamique et la gestion du point de vue de la protection de la nature.

5. Démarche et étapes

5.1 Concept général

La **phytosociologie synusiale**, nouvelle approche décrivant la constitution et l'organisation des **synusies** à l'intérieur des **phytocénoses** (communautés végétales formées d'un complexe de synusies organisées spatialement, fonctionnellement et temporellement) a été appliquée; cette méthodologie, développée par GILLET, DE FOUCAULT et JULVÉ (1991) semblait à même de répondre plus précisément aux objectifs fixés que la **phytosociologie classique** (BRAUN-BLANQUET 1964, GUINOCHE 1973) et ce, principalement dans des formations boisées en transformation plus ou moins rapides telles que les forêts alluviales.

Les objets étudiés par la phytosociologie synusiale (synusies, phytocénoses) sont considérés comme des éléments auxquels on applique une **démarche systémique et structuraliste** fondée sur les étapes suivantes:

1. **Analyse des éléments en eux-mêmes** (démarche «*intra*»): description des objets phytosociologiques, **typologie**, mise en évidence du déterminisme écologique (chap. 7).
2. **Analyse des relations spatio-temporelles** entre les éléments (démarche «*inter*»): cette phase aboutit à l'établissement des **graphes systémiques** (chap. 8.2).

3. Comparaison des systèmes puis définition des structures de fonctionnement (démarche «*trans*») permettant des généralisations et des prédictions; cette phase aboutit à la définition des modèles généralisés (chap. 8.4).

5.2 Etapes

Des six années sur lesquelles s'est déroulée l'étude, les cinq premières ont été consacrées à la collecte des relevés sur le terrain (1990 à 1993) et à leur analyse et à l'élaboration de la typologie des synusies et des phytocénoses (démarche «*intra*»: 1993 à 1995).

Le chapitre 7.1 présente les différents sites examinés au cours des quatre années de terrain.

La sixième année a été consacrée à l'approche de la dynamique par l'établissement des

graphes systémiques (démarche «*inter*») puis des modèles généralisés (démarche «*trans*»). La proportion du temps consacré aux différentes étapes paraît déséquilibrée pour les raisons suivantes:

- Le nombre de sites étudiés (52) et le nombre de données de bases (1139 relevés synusiaux) sont importants.
- Les méthodes de classification et de groupement (analyses multivariées) et de gestion des données (base de données relationnelle) ont fait l'objet de nombreux essais et mises au point.

Par ailleurs, la démarche intégrée et ascendante choisie (typologie des synusies, puis des phytocénoses, puis des caténas), de même que la démarche systémique et structuraliste, nécessitent impérativement d'avoir terminé une étape avant d'aborder la suivante sous peine de recommencer l'ensemble des opérations lorsqu'une donnée de base vient à être modifiée.

Chapitre 6. Méthodes

Résumé

Les concepts de la phytosociologie synusiale intégrée (synusie, phytocénose, téséla, caténa) sont présentés.

Les relevés synusiaux nécessitent une délimitation verticale (stratification) et horizontale (mosaïque) de la synusie considérée avant de dresser la liste des espèces et de définir les coefficients d'abondance-dominance. La classification des relevés aboutit à la définition de syntaxons élémentaires; ces derniers regroupent les synusies présentant les mêmes combinaisons floristiques.

Les relevés phytocénotiques contiennent, à titre de descripteurs, les syntaxons élémentaires présents auxquels sont associés les coefficients d'abondance-dominance. La classification des relevés aboutit à la définition de caenotaxons élémentaires.

La classification des relevés de tésélas et de caténas (non différenciées dans la phase de classification) aboutit à la définition de géasigmataxons élémentaires.

La classification des relevés fait appel aux techniques de l'analyse multivariable. Les résultats de l'analyse factorielle des correspondances, de l'analyse en coordonnées principales et de deux types de groupements agglomératifs hiérarchiques sont comparés.

La caractérisation des syntaxons élémentaires (attribution d'une unité phytosociologique, caractérisation écologique fondée sur les valeurs écologiques des espèces et les descripteurs des sites) s'opère au moyen d'une base de données relationnelle.

6. Méthodes

Ce chapitre présente les procédés utilisés au cours des phases de l'étude. Il contient:

- La justification du choix de la phytosociologie synusiale intégrée.
- Les méthodes de relevés sur le terrain.
- Les méthodes de traitement des relevés.
- Les options utilisées dans le cadre de la base de données relationnelle (*Phytobase*).
- Diverses règles et normes mises au point en cours d'étude pour standardiser la présentation des données.

Les procédures définies pour l'établissement des graphes systémiques et des modèles qualitatifs généralisés sont présentées dans le chapitre 8 (dynamique de la végétation) car elles constituent en elles-mêmes un résultat d'ordre méthodologique de la recherche.

Les méthodes existantes et communément appliquées dans le cadre d'autres travaux font l'objet d'un développement réduit. Les méthodes ou procédés qui ont été mis au point ou adaptés dans le cadre de ce travail font l'objet d'un développement plus détaillé.

Les bases de nomenclature suivantes ont été choisies dans l'ensemble du travail:

- Pour les espèces: TUTIN et al. (1964-1980): *Flora europaea*.
- Pour les syntaxons: JULVE (1993): *Synopsis phytosociologique de la France (communautés de plantes vasculaires)*. La syntaxonomie des *Rhamno cathartici - Pruneteo spinosae* s'est fondée sur la mise à jour récente de cette classe présentée par DE FOUCAULT et JULVE (1997)

Les dénominations syntaxonomiques des associations et des syntaxons sont fondées sur les principes du *Code de nomenclature phytosociologique* de BARKMAN et al. (1986). Les suffixes nomenclaturaux utilisés pour désigner les coenassociations, les géosigmassociations, les coenotaxons et les géosyntaxons sont exposés dans «*La phytosociologie synusiale intégrée: objets et concepts*» de GILLET et al. (1991).

6.1 Phytosociologie synusiale

L'étude de la dynamique s'inscrit dans la continuité de la cartographie des zones alluviales (GALLANDAT et al. 1993). Dans ce travail, la phytosociologie classique ou sigmatiste, exposée notamment dans les ouvrages de BRAUN-BLANQUET (1964), GUINOCHET (1973), GÉHU (1980) et THEURILLAT et MATTHEY (1987), constituait la méthode de base pour la définition des unités de cartographie, pour la comparaison de données anciennes et actuelles et pour établir le constat de l'état actuel de la végétation.

Le phénomène de décalage floristique entre les strates arborescentes, arbustives et herbacées (voir chap. 3.3) a fortement orienté les objectifs du présent travail. Si, dans le projet de base, une combinaison de l'approche phytosociologique et écologique (hydrologie, pédologie, dendrochronologie) était envisagée, une opposition est apparue très vite entre la disponibilité nécessaire pour une véritable approche écologique (sur un nombre obligatoirement réduit de sites) et une dition aussi vaste (toute la Suisse).

D'autre part, le concept de la phytosociologie synusiale intégrée s'étant développé au sein du laboratoire avec la recherche sur les pâturages boisés, l'option privilégiant la phytosociologie a été prise et les deux études ont cheminé en parallèle.

Le rapport final du projet «*Typologie et systématique phyto-écologique des pâturages boisés du Jura suisse*» (GALLANDAT et al. 1995) étant disponible, il en est largement fait usage dans ce chapitre. On s'y reportera, de même qu'à la publication de GILLET et al. (1991), pour connaître les fondements détaillés de la phytosociologie synusiale intégrée et la définition des différents termes utilisés. En complément, un glossaire constitue l'annexe 1.

La phytosociologie synusiale intégrée est conçue comme un perfectionnement de la phytosociologie sigmatiste; elle se fonde sur un système conceptuel qui intègre les différents niveaux d'organisation des communautés végétales. Elle reconnaît quatre niveaux fondamentaux d'organisation: la synusie, la phytocénose, la téséla et la caténa, qui possèdent chacun des propriétés spécifiques (GILLET et al. op. cit.).

La **synusie végétale** est l'élément de base que l'on relève sur le terrain; elle est caractérisée par une composition floristique homogène, ainsi que par la forte représentation d'une stratégie adaptative, d'un type morphologique végétatif et d'un type biologique déterminés.

La **phytocénose** est formée d'un complexe de synusies végétales organisées spatialement, temporellement et fonctionnellement. Une forêt, par exemple, est décrite comme un ensemble organisé de synusies muscinales, herbacées, arbustives et arborescentes en interaction.

Les phytocénoses sont reliées à l'intérieur de tésélas définies comme des complexes de phytocénoses dérivant les unes des autres par des successions secondaires progressives ou régressives et correspondant à un même climax potentiel actuel.

Le dernier niveau est constitué par les **caténas**, qui forment des complexes de tésélas (ou de phytocénoses) assemblées par zonation ou/et mosaïque au sein d'une même grande unité géomorphologique, et pouvant dériver les unes des autres par des successions primaires.

Cette analyse fine de la végétation est particulièrement adéquate à l'étude de communautés végétales complexes possédant une structure verticale, horizontale et temporelle. Elle permet de mettre en relation, non seulement les synusies formées de plantes supérieures, mais également, des synusies, telles que les synusies muscinales, souvent traitées séparément par les phytosociologues.

Un des débouchés les plus intéressants de la phytosociologie synusiale intégrée concerne la **modélisation systémique**. En établissant les relations spatio-temporelles, par exemple entre les synusies ou entre les phytocénoses, elle permet de comprendre les phénomènes dynamiques intervenant à chaque niveau d'organisation.

6.2 Cadre de l'étude

6.2.1 Cadre spatial et temporel de l'étude

AMOROS et PETTS (1993) aiment à présenter les zones alluviales (appelées *hydrosystèmes*) comme des **systèmes à quatre dimensions**: les dimensions **longitudinale**, **transversale** et **verticale** auxquelles s'adjoint la dimension **temporelle** et qui apparaît comme particulièrement importante.

DÉCAMPS et IZARD (in AUGER et al. 1992) proposent, pour l'approche des zones alluviales, la définition d'échelles spatiales et temporelles emboîtées, qu'il nous semble intéressant de présenter ci-dessous (voir fig. 6.1 à la fin du document).

La phytosociologie s'attache à la description d'objets dont le cadre spatial se développe dans une échelle d'espace de 10 m (synusies) à 100 m (phytocénoses), voire à 1000 m (tésélas, caténas).

L'étude de la dynamique de la végétation, qui constitue la deuxième partie de l'étude, se limite (volontairement) aux indices temporels présents sur la station, à savoir les arbres. Ceux-ci occupent un intervalle temporel que l'on peut situer entre 1 et 200 ans (certaines essences climaciques sont probablement plus âgées). Cet intervalle spatio-temporel correspond à celui des **processus mésocosmiques** définis par DÉCAMPS et IZARD (op. cit.) et qui s'appliquent parfaitement à la problématique générale abordée dans ce travail: «*Les processus mésocosmiques s'expriment dans les phénomènes d'érosion et de sédimentation. Ils peuvent entraîner l'effondrement de rives, la coupure de méandres, la formation de levées, de bras morts, de marécages. Au plan biologique, leur influence s'exerce principalement sur les stratégies de colonisation. Ils sont à l'origine de successions primaires d'arbres dans de nouvelles zones déposées, de successions secondaires dans des zones de méandrage et anciens lits, de dynamiques de taches forestières dans le domaine alluvial.*»

Les **processus macrocosmiques** ont trait à la mise en place des zones de dépôts au sein des bassins de drainage et conduisent à la différenciation des divers types de formes fluviales, à savoir les méandres, anastomoses ou tresses.

Les **processus microcosmiques** se déroulent à l'intérieur d'un cycle hydrologique annuel. Ils sont à l'origine de la colonisation par les végétaux pionniers, ainsi que des successions annuelles le long des rives.

Ces deux derniers niveaux n'intéressent que marginalement le cadre de cette étude.

6.2.2 Concepts utilisés pour la description de l'espace et de la végétation

Une définition synthétique des échelles spatiales de perception a été proposée par AMOROS et al. (1988); elle est compatible avec l'échelle spatio-temporelle présentée ci-dessus (voir chap. 6.2.1) et mentionne également les principaux critères géomorpholo-

giques, hydrauliques et biologiques applicables aux différents niveaux considérés. Une correspondance de cette échelle avec les concepts phytosociologiques définis par GILLET et al. (1991) est proposée ci-dessous.

6.2.2.1 Secteur fonctionnel - Caténa

Parmi les sites de l'inventaire (ou zones alluviales d'importance nationale), les plus grands répondent à la définition de secteurs fonctionnels au sens d'AMOROS et al. (1988) puisqu'ils englobent des éléments dépendants des contraintes structurales, de la pente de la plaine, du régime hydraulique et de la charge alluviale transportée; ils constituent un tronçon de cours d'eau régit par une combinaison de ces paramètres. *Une caténa peut être définie comme l'ensemble des tésélas ou des phytocénoses colonisant les divers compartiments d'un secteur fonctionnel.*

6.2.2.2 Ensemble fonctionnel - Téséla

Un secteur fonctionnel se divise en ensembles fonctionnels dont tous les éléments constitutifs ont la même origine; à l'intérieur d'un ensemble fonctionnel, les écosystèmes s'ordonnent en **toposéquence** (succession spatiale le long d'un gradient topographique). La succession au cours du temps de ces écosystèmes sur un même lieu constitue une **chronosé-**

quence (AMOROS et al., op. cit.). Cette définition correspond à l'ensemble des phytocénoses réunies à l'intérieur des séries dynamiques décrites au chapitre 8.1 et assemblées dans les graphes systémiques. *A la notion d'ensemble fonctionnel peut donc se rattacher celle de téséla.* Cette acception du terme de téséla implique cependant un élargissement de la définition de GILLET et al. (1991): ce concept ne doit pas être limité seulement aux successions secondaires; il devrait également comprendre les séries issues de successions primaires progressives ou régressives comme WERFFELI et al. (1997) l'ont déjà proposé.

6.2.2.3 Unité fonctionnelle - Phytocénose

Les unités fonctionnelles constituent les unités élémentaires du système alluvial; elles sont différenciées au sein d'un ensemble fonctionnel par des critères quantitatifs liés au régime hydrique. Selon AMOROS et al. (op. cit.) elles constituent également les unités-clé pour la compréhension des mécanismes de fonctionnement. *Ce concept correspond assez précisément à celui de phytocénose.*

La correspondance des termes et concepts utilisés pour la description de l'espace et de la végétation est résumée ci-dessous:

<i>Niveaux de perception de l'espace (AMOROS et al. 1988)</i>	<i>Concepts phytosociologiques (GILLET et al. 1991)</i>
<p>Secteur fonctionnel</p> <ul style="list-style-type: none"> - contraintes structurales - régime hydrique - charge alluviale 	<p>Caténa</p> <ul style="list-style-type: none"> - complexe de tésélas ou de phytocénoses assemblées par zonation ou mosaïque - successions primaires
<p>Ensemble fonctionnel</p> <ul style="list-style-type: none"> - espace géographique continu - mêmes processus évolutifs: ex.: construction d'un banc d'alluvions, isolement d'un bras secondaire 	<p>Téséla</p> <ul style="list-style-type: none"> - complexe de phytocénoses assemblées par zonation ou mosaïque - successions (secondaires) progressives ou régressives - même climax potentiel
<p>Unité fonctionnelle</p> <ul style="list-style-type: none"> - différenciation des stations basée sur les caractères hydriques dans un même contexte géomorphologique 	<p>Phytocénose</p> <ul style="list-style-type: none"> - même biogéocénose - complexe de synusies présentant une dépendance écologique, dynamique et génétique

6.2.2.4 Conclusion

Les objets de l'inventaire des zones alluviales d'importance nationale répondent, selon les cas, aux deux premiers niveaux de perception de l'espace; les plus vastes et les plus naturels d'entre eux (ex.: 133: *Finges*, 171: *Maggia*, 113: *Allondon*) constituent des *secteurs fonctionnels* complets. Certains objets plus réduits n'abritent qu'un *ensemble fonctionnel* ou qu'une partie de celui-ci (ex.: 59: *Laupenau*, 141: *Matte*, 168: *Ciossa Antognini*). Une transformation majeure (endiguement) peut conduire à la dominance d'une seule *unité fonctionnelle* (cas non étudié: ex.: 45: *Emmenschachen*, 161: *Rosera*).

6.2.3 Phytosociologie paysagère

THEURILLAT (1992a) a comparé les termes et les concepts utilisés par les phytosociologues européens dans l'étude du paysage végétal. La classification proposée est illustrée par une étude concrète et une cartographie dans la région d'*Aletsch* (THEURILLAT 1987).

La *symphytoecoenologie* reconnaît trois niveaux dans l'analyse du paysage végétal: le niveau *sérial*, le niveau *caténa* et le niveau *chorologique*.

Au niveau *sérial* peut être apparenté le concept de *téséla* de GILLET et al. (1991). La *sigmassociation*, rang hiérarchique fondamental du niveau *sérial*, est défini comme l'expression spatiale quantifiée de tous les groupements végétaux d'une série aboutissant à un seul groupement mûr (*climax*). TÜXEN (1979 in THEURILLAT 1992b) distingue les *sigmassociations primaires* constituées de végétation naturelle non transformée par l'homme, *secondaires* constituées de végétation de substitution due à l'activité humaine et *tertiaires* constituées par de la végétation de substitution occupant des substrats artificiels. (THEURILLAT op. cit.) propose d'appeler ces 3 types «*sigmassociation s. str.*». La *macrosigmassociation* considère la potentialité de l'association climacique dans son ensemble. Elle correspond en fait à un ensemble de *sigmassociations s. str.* Par analogie, les zones alluviales présentant un secteur naturel dont la végétation est sous l'influence de la dynamique du cours d'eau et un secteur endigué dont la végétation ne présente que les stades proches du *climax* peuvent être assimilées à une *macrosigmassociation* comportant deux *sigmassociations s. str.*

Au niveau *caténa* peut être apparentée la *caténa* au sens de GILLET et al. (1991). Mais l'extension spatiale d'une *caténa* peut varier

considérablement, raison pour laquelle THEURILLAT (1992b) propose 4 types de *géosigmassociations* fondés principalement sur la surface du complexe paysager pris en considération. Parmi ces types, la *géosigmassociation s. str.* est un élément du *mésorelief* (de plusieurs centaines de mètres à plus d'un kilomètre de dimension). En région montagneuse, THEURILLAT (op. cit.) délimite une telle *caténa* à l'intérieur d'un étage de végétation unique et dans un compartiment présentant des caractéristiques données de pente et d'exposition. Dans les zones alluviales, le secteur fonctionnel tel qu'il est défini par AMOROS et al. (1988) constitue un niveau de perception comparable à la *géosigmassociation s. str.* Un vaste site tel *Finges* (objet 133) présente des facteurs climatiques, hydriques et géomorphologiques homogènes; la présence de deux séries (*tésélas*) bien différentes (série de la forêt d'aulne blanc, série de la forêt de pin sylvestre, voir chap. 8.2) permet d'apparenter ce site à une *géosigmassociation s. str.*

Le niveau chorologique reconnu par la *symphytoecoenologie* concerne les domaines phytogéographiques de la végétation; à notre connaissance, il ne comporte pas de différence sémantique dans les diverses approches phytosociologiques.

6.3 Relevés de la végétation

6.3.1 Choix des sites

Les sites d'études ont été choisis de manière semi-objective sur les bases suivantes:

- L'analyse comparative des objets de l'inventaire de KÜHN et AMIET (1988) basée sur la présence ou l'absence de 28 *syntaxons* (de la phytosociologie classique). Divers diagrammes factoriels issus de cette analyse figurent dans le rapport de cartographie (GALLANDAT et al. 1993).
- L'examen des cartes de la végétation à l'échelle 1:10'000; étant effectuées sur la base d'une clé de détermination unique, ces cartes sont parfaitement comparables d'une région à l'autre.

La *vallée de la Sarine* et la *plaine de l'Aar* ont été étudiées en détail (44,5% des relevés *synusiaux*) en raison des travaux dans ces régions des autres personnes du Laboratoire et de l'EPFL (voir chap. 2.3). Divers sites des *vallées du Rhin antérieur* et du *Rhin postérieur* ont également fait l'objet d'une description détaillée (28,5% des relevés *synusiaux*).

La répartition détaillée des relevés et des sites est présentée au chapitre 7.1.

6.3.2 Travaux sur le terrain

La démarche guidant la récolte des relevés synusiaux et phytocénologiques sur le terrain est présentée en détail dans le rapport sur les pâturages boisés du Jura suisse (GALLANDAT et al. 1995, chap. 5.2). La méthode phytosociologique exposée par THEURILLAT et MATTHEY (1987) constitue également un guide, plus synthétique, de la phase de terrain. Sauf exception, les relevés ont été effectués durant les mois de mai à septembre.

Les différentes phases du travail sur le terrain sont exposées ci-dessous:

6.3.2.1 Visite générale du site

L'étude de tous les sites a débuté par une reconnaissance générale au cours de laquelle on procédait à l'inventaire et à la localisation des principales phytocénoses ainsi qu'à la déter-

mination des espèces; ensuite, une liste des phytocénoses à étudier était dressée.

6.3.2.2 Relevés synusiaux

L'identification des synusies constituant les phytocénoses débute par leur délimitation spatiale.

Les limites verticales des synusies (stratification) sont définies visuellement sur la base de l'état de développement optimal des espèces dominantes, abstraction faite des *espèces de l'ensemble de l'avenir* (espèces ligneuses transitant dans les synusies inférieures au cours de leur croissance) au sens d'OLDEMAN (1974). Au sein des synusies arborescentes, arbustives et herbacées, on a défini des *sous-strates hautes ou basses* lorsque leur distinction était possible, c'est-à-dire lorsqu'elles apparaissaient clairement sur le terrain.

A titre d'information, le tableau ci-dessous contient les valeurs moyennes des hauteurs des syntaxons décrits dans le présent travail:

Strate	Symbole	Hauteur moyenne	Hauteur minimum	Hauteur maximum	Nombre syntaxons
arborescente haute	A	21,0	12,5	30,4	22
arborescente basse	a	16,3	11,5	20,2	9
arbustive haute	B	4,5	2,3	6,1	23
arbustive basse	b	1,43	0,5	2,3	20
herbacée haute	H	0,53	0,2	3,0	54
herbacée basse	h	0,19	0,08	0,45	23

Les limites horizontales des synusies (constitution de la mosaïque) sont définies sur la base de la combinaison des espèces et de la physionomie; l'hétérogénéité des biotopes (creux, buttes, pentes, petites clairières, dépôts alluviaux, changements de texture du substrat, proximité d'un petit cours d'eau, etc.) est prise en considération à une échelle assez fine car elle influence la composition des espèces dans de nombreux cas. GALLANDAT et al. (1995) remarquent à ce sujet que des contrastes physionomiques ne correspondent pas obligatoirement à des combinaisons d'espèces différentes; ils peuvent être liés à la sociabilité des espèces constitutives. A l'opposé, une physionomie semblable peut masquer des différences significatives de composition floristique.

La surface des relevés et la liste des espèces sont définies selon les bases théoriques et les méthodes exposées en détail dans le rapport sur les pâturages boisés (GALLANDAT et al. op. cit.). Les cas où la surface du relevé atteint

l'aire minimale (THEURILLAT et MATTHEY 1987) sur une seule partie homogène de la synusie sont majoritaires; cette situation permet d'effectuer un *relevé non fragmenté*. Dans les situations où aucune surface de la synusie considérée ne suffit pour atteindre l'aire minimale, un *relevé fragmenté* est réalisé sur plusieurs taches de la mosaïque (GALLANDAT et al. 1995).

L'indice d'abondance-dominance est évalué par rapport à la surface totale du relevé synusial (conformément à l'usage de la phytosociologie classique) et non par rapport à la surface effectivement recouverte par l'ensemble des végétaux de la synusie, comme le préconisent GALLANDAT et al. (1995); dans certains milieux alluviaux où les espèces présentent un recouvrement faible -bancs de galets, stations périodiquement inondées ou recouvertes d'alluvions récentes-, il a résulté de ce choix méthodologique un fréquent recours aux indices *r*, + et *l*.

L'indice d'agrégation des espèces a été consigné sur le terrain mais on n'en n'a pas tenu compte pour la classification des relevés.

L'en-tête du relevé synusial comporte l'indication de la hauteur moyenne, du recouvrement moyen (en % de la surface) et de la surface du relevé.

6.3.2.3 Relevés phytocénologiques

L'application concrète de la définition de la phytocénose (fig. 6.2) à la réalité de terrain se révèle difficile en raison de la complexité du milieu alluvial et des gradients écologiques et temporels caractérisant les stations. *Quelles sont les limites de la biogécénose sur le terrain?*

Au vu de la difficulté d'évaluer l'organisation temporelle et fonctionnelle des synusies (comme la définition le demande), *les critères spatiaux* (répartition et limites des synusies constituant la phytocénose) *et structuraux* (recherche d'une homogénéité structurale de la phytocénose) *ont été privilégiés* lors de la délimitation des phytocénoses sur le terrain.

On a tenu compte du fait que certaines combinaisons de syntaxons élémentaires colonisent de vastes étendues dans certains objets alors qu'elles n'occupent que des surfaces réduites dans d'autres. De tels cas ont amené à délimiter des phytocénoses à répartition spatiale réduite.

Dans les milieux présentant une mosaïque complexe, à l'exemple des steppes alluviales constituant l'exemple schématique de la figure 6.3, l'application de tels critères a entraîné la définition de phytocénoses assez nombreuses; dans certains cas, celles-ci ont été réunies lors de l'analyse multivariable au sein du même groupe (coenotaxon).

Le morcellement éventuel de phytocénoses nous a paru constituer un risque moins grand du point de vue de la typologie et de la dynamique que le rassemblement d'unités hétérogènes. Peu de travaux contiennent une application concrète du concept synusial de la phytocénose (en tant qu'assemblage de synusies et non d'espèces); les deux principaux que nous avons consulté (GALLANDAT et al. 1995: pâturages boisés, GILLET 1986: forêts climaciques du Jura nord-occidental) délimitent la phytocénose d'une manière plus large (au sens spatial du terme).

Un avantage d'une délimitation assez étroite (au sens spatial du terme) des phytocénoses est apparu au cours de l'élaboration des modèles de dynamique. Le fractionnement pré-

sumé a provoqué une décomposition des stades des successions temporelles et spatiales, améliorant ainsi la définition des stades de ces séries.

Une fois la phytocénose délimitée, son relevé peut débiter; à ce niveau d'intégration, les synusies relevées dans l'étape précédente (voir chap. 6.3.2.2) apparaissent dans le relevé phytocénologique en tant que *descripteurs* et font l'objet d'une estimation de leur abondance et de leur agrégation à l'aide des indices conventionnels (r, +, 1 à 5).

N.B.: le recouvrement des synusies composant les relevés phytocénologiques a été multiplié par le recouvrement des espèces composant la synusie. Ce procédé a pour effet de diminuer le coefficient d'abondance de la synusie considérée proportionnellement au recouvrement des espèces qui la composent. Par exemple, la synusie H est composée d'espèces dont le recouvrement total est de 50%. Elle couvre le 30% de la surface du sol du relevé de la phytocénose. Dans le relevé phytocénologique, la synusie H présentera les valeurs suivantes:

$$30\% \times 50\% = 15\% \text{ indice d'abondance: } 2$$

L'en-tête des relevés phytocénologiques comprend un descriptif de la station. Outre les indications conventionnelles (lieu, lieu-dit, no, objet, date, altitude, formation végétale), ont encore été notées:

- La hauteur de la station par rapport à la hauteur des eaux moyennes (valeur estimée visuellement).
- La distance de la station par rapport au cours principal et aux bras secondaires (valeurs estimées).
- L'indication de la situation de la phytocénose dans le système (lit principal, 1ère, 2ème ou 3ème terrasse alluviale). Cette indication se fonde sur la reconnaissance des divers niveaux topographiques composant la zone alluviale; elle correspond aux catégories mentionnées par MOOR (1958): «untere, mittlere, obere Stufe». Les levées alluviales de sédiments grossiers «Terrasse» au sens de MOOR (op. cit.) ont également été mentionnées.
- La présence de traces de crues, telles qu'elles sont définies par KUHN et AMIET (1988), a été consignée systématiquement. Les traces d'alluvionnement, d'érosion, la présence de débris de bois ou de déchets constituent des indices de la présence des eaux dans la station.

Diverses notes, non systématiques, ont été récoltées concernant la texture de l'horizon supérieur du sol ou la vitalité des arbres.

6.3.2.4 Relevé caténaire (ou tésélaire)

Au cours de l'année 1993 (dernière année de terrain), un (parfois plusieurs) relevé caténaire (ou tésélaire) a été établi dans chaque site étudié; le relevé est fondé sur la représentation des phytocénoses dans le secteur fonctionnel ou l'ensemble fonctionnel considéré. Le relevé caténaire (ou tésélaire) répond en principe aux mêmes règles que les phytocénoses et les synusies concernant la délimitation, l'aire minimale et la définition des indices d'abondance et d'agrégation.

Comment définir une «grande unité géomorphologique» en zone alluviale? Les caténas définies dans les zones alluviales étudiées répondent aux critères suivants:

- Tronçon de cours d'eau homogène (pas de changement majeur de pente ou de largeur du cours d'eau).
- Degré d'influence humaine homogène (distinction des tronçons naturels et des tronçons corrigés).
- Organisation homogène du tapis végétal sur la base de la carte de la végétation. La carte permet notamment de compléter le relevé de caténa lorsque celui-ci n'a pas été effectué sur le terrain.

La plupart des objets étudiés ne présentent qu'une seule caténa. Les grands objets (objets 5, 22, 133) présentent 2 à 3 caténas.

Dans les objets de plus petite taille, on a distingué 2 caténas lorsque les secteurs étudiés comportaient des différences majeures dans les critères ci-dessus.

La mention «communauté fragmentaire» a été attribuée (dans la base de données) aux relevés caténaires visiblement incomplets.

Pour les objets examinés entre 1990 et 1992, les relevés caténaires ont été établis au bureau sur la base de la carte de la végétation et de la connaissance du site.

6.3.2.5 Schéma de la série spatiale ou temporelle

Un croquis de la zonation observée et la formulation d'hypothèses concernant la dynamique des synusies et des phytocénoses

(graphe systémique sommaire) ont été établis dans chaque site examiné.

6.3.3 Influence de l'exploitation sylvicole

Aucune archive forestière n'ayant été consultée dans le cadre du présent travail, l'exploitation forestière et ses effets ont été considérés comme une contrainte générale. L'influence forte ou atténuée d'une exploitation sylvicole ancienne ou récente est vraisemblablement omniprésente, même dans les objets d'importance nationale; l'emplacement des relevés a été choisi dans les stations ou celle-ci semblait la plus faible (absence de souches issues d'une exploitation, éloignement par rapport aux dessertes, accessibilité difficile). Lorsque des indices d'une exploitation sylvicole étaient repérables dans l'aire considérée, ils ont été consignés dans l'en-tête du relevé phytocénologique.

6.3.4 Détermination des plantes

Les plantes ont été déterminées sur le terrain avec la «*Flore de la Suisse*» (AESCHIMANN et BURDET 1989) et également à l'aide de la «*Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz*» de HESS, LANDOLT et HIRZEL (1984). Les espèces présentant des difficultés d'identification ont été récoltées, séchées et déterminées ou vérifiées en laboratoire. Madame M.-M. Duckert, du Jardin botanique de Neuchâtel, a bien voulu assurer la détermination ou la vérification des spécimens récoltés.

6.4 Traitement des relevés de la végétation

6.4.1 Généralités

Le traitement des relevés de la végétation a pour but d'établir une classification. Les résultats se présentent sous la forme d'une typologie des synusies, des phytocénoses et des caténas (chap. 7.2 à 7.6). La démarche adoptée se compose des étapes suivantes:

1. Traitement des relevés à l'aide de méthodes d'analyse multivariable (*analyse factorielle des correspondances, analyse en coordonnées principales, groupements agglomératifs hiérarchiques*).
2. Constitution d'une classification provisoire.
3. Affinement de la classification dans une

base de données relationnelles (*Phytabase*).

4. Présentation et commentaire de la classification.

6.4.2 Caractéristiques des données traitées

Du point de vue statistique, une des caractéristiques de certains tableaux de relevés est le nombre de descripteurs plus élevé que le nombre de relevés. Cette situation qui, pour le statisticien, est assimilable à un défaut d'échantillonnage (nombre d'objets insuffisant par rapport au nombre de descripteurs) est caractéristique des plus grands ensembles de relevés phytosociologiques traités dans le cadre de ce travail (relevés de synusies herbacées et relevés de caténas). Elle est certes liée à un nombre de relevés réduit, ceci relativement à la diversité des situations rencontrées dans l'écosystème alluvial et à la taille de la dition, mais cette situation caractérise toutefois souvent les données que le phytosociologue est amené à manipuler.

Exemple:

synusies herbacées: 509 relevés et 691 descripteurs (espèces)

caténas: 61 relevés et 134 descripteurs (coenotaxons)

Une autre particularité de la phase typologique a consisté à conserver, tout au long des analyses, l'ensemble des relevés, sans écarter préalablement les relevés fragmentaires ou atypiques comme le préconise la méthode de la phytosociologie sigmatiste (GÉHU 1980, THEURILLAT et MATTHEY 1987). Cette décision se fonde sur les arguments suivants:

- Les unités typologiques n'étant pas définies antérieurement (on ne connaissait pas, au départ de l'étude, les éléments les plus pertinents pour l'approche de la dynamique; il était ainsi malaisé de trier les «bons relevés» des «mauvais». Les communautés fragmentaires pouvaient en outre se révéler utiles pour l'interprétation de la dynamique.
- Les zones alluviales présentent naturellement des communautés fragmentaires et une forte hétérogénéité (AMOROS et al. 1988, DÉCAMPÉ et IZARD in AUGER et al. 1982).

6.4.3 Principes du traitement

Parmi l'éventail des procédés statistiques de tri et de classification des relevés phytosociologiques, GUINOCHET (1973) accorde la fa-

veur à l'analyse factorielle des correspondances qui permet, étant donné deux ensembles R (relevés) et E (espèces), de représenter sur une même carte (projection de deux axes) les relevés entourés de leurs espèces constitutives (ou l'inverse). Ainsi, les relevés ressemblants et les espèces qui leur sont associées se trouvent groupés. Cette classification présente les relevés et les espèces sous la forme d'une série le long d'un gradient (lié le plus souvent à la distribution géographique des espèces, à l'altitude ou à l'humidité de la station).

L'analyse factorielle des correspondances ne fournit pas les catégories propres à la constitution d'une typologie; elle est complétée par les méthodes de groupements agglomératifs hiérarchiques servant à fixer des limites et à constituer ainsi des groupes de relevés et d'espèces. Les fondements statistiques de ces méthodes sont exposés notamment dans les ouvrages de LAGARDE (1983) et de LEGENDRE et LEGENDRE (1984).

Les programmes de traitement de données réunis dans le progiciel *Mulva-4* (WILDI et ORLOCCI 1990) puis *Mulva-5* (WILDI et ORLOCCI 1996) ont été employés au cours de l'élaboration de la typologie. La procédure, mise au point dans le cadre de l'étude des pâturages boisés (GALLANDAT et al. 1995), se compose de 4 étapes (voir fig. 6.4):

Etape 1

Elimination de relevés isolés sur la base d'un seuil de similarité minimum.

Etape 2

Enchaînement de 4 opérations:

- Un groupement agglomératif hiérarchique à liens complets des relevés et des espèces opérant sur les matrices de ressemblance des coefficients de van der Maarel.
- Une analyse en coordonnées principales (ACOP) de la matrice de ressemblance des relevés (coefficient de van der Maarel) suivie d'un groupement agglomératif hiérarchique des relevés (*minimum variance clustering*) à partir des coordonnées de l'ACOP (matrice de ressemblance: distance euclidienne). Les espèces sont classées selon le même procédé que dans l'analyse précédente.

- Une *analyse factorielle des correspondances* (AFC) de la matrice de ressemblance des relevés (produit croisé sans centrage) suivie d'un groupement agglomératif hiérarchique des relevés (*minimum variance clustering*) des coordonnées de l'AFC (matrice de ressemblance: distance euclidienne). Les espèces sont classées selon un groupement agglomératif hiérarchique à liens complets opérant sur une matrice de ressemblance des distances euclidiennes.
- Un *groupement agglomératif hiérarchique* (*minimum variance clustering*) des relevés (matrice de ressemblance: produit croisé centré). Les espèces sont classées selon un groupement agglomératif hiérarchique à liens complets opérant sur une matrice de ressemblance des distances euclidiennes.

Ces opérations aboutissent à 4 classifications qui sont comparées dans l'étape suivante.

Etape 3

Les 4 classifications font chacune l'objet d'une *analyse des concentrations* livrant des coefficients synthétiques de comparaison (*chi square*, *mean square contingency coefficient*); 4 tableaux de végétation peuvent être exportés, imprimés et examinés. Une classification est choisie.

Etape 4

La classification choisie dans l'étape précédente est optimisée. L'opération consiste en une *diminution, par étape, de la variance intragroupe*: chaque relevé est comparé aux centroïdes des groupes de la classification choisie et, le cas échéant, réaffecté à un autre groupe; le relevé centroïde est recalculé et ainsi de suite. Plusieurs itérations peuvent se produire avant de parvenir à une classification stable.

Cette procédure en 4 étapes a été simplifiée; on a notamment sauté l'étape préalable de tri des relevés isolés pour les raisons exposées sous 6.4.2; la réaffectation des relevés à un relevé centroïde (étape 4) n'a été effectuée dans le progiciel *Mulva-5* que lors de l'analyse des relevés synusiaux; dans le cas des relevés de phytocénoses et de caténas, ainsi que dans le cas de certains syntaxons présentant encore une importante hétérogénéité floristique à l'issue de l'étape 4, on a effectué cette opération directement dans la base de données

Phytobase. Cette structure présente également une procédure de classification basée sur la ressemblance avec le relevé centroïde et permet, de plus, de calculer le *coefficient moyen de similarité* d'un groupe de relevés à chaque étape de la classification.

L'organigramme de la procédure de traitement des relevés par le progiciel *Mulva-5* constitue la figure 6.4. Les procédés d'analyse, les choix des classifications et leurs justifications pour les relevés synusiaux ainsi que les relevés phytocénologiques figurent dans l'annexe 2 (*Analyses multivariées*).

Chaque classification (tableau de végétation) issue de la procédure *Mulva-5* a fait l'objet d'un **examen visuel approfondi** afin d'en définir l'adéquation avec la réalité du terrain. Le chapitre 6.6 présente un exemple d'une telle comparaison dans le cas de relevés phytocénologiques.

6.4.4 Affinement de la classification dans la base de données *Phytobase*

La base de données *Phytobase* mise au point au Laboratoire d'écologie végétale de l'Université de Neuchâtel (GILLET 1993) et adaptée aux besoins de la problématique des zones alluviales a permis d'effectuer les opérations suivantes:

- Calcul du *coefficient de ressemblance* (*coefficient de Jaccard*, LEGENDRE et LEGENDRE 1984) de chaque couple de relevés d'une unité de classification (syntaxon, coenotaxon ou géosyntaxon élémentaire).
- Elimination du relevé le plus dissemblable (*relevé atypique*, voir chap. 6.8.1) dans les cas où un couple de relevés présentait un *coefficient de ressemblance* inférieur à la *valeur-seuil* de 0,1.
- Calcul de la moyenne des *coefficients de ressemblance* de tous les couples de relevés à titre d'indice synthétique caractérisant l'*homotomie* d'une unité de classification.
- Affectation d'un relevé isolé à une unité de classification. Cette opération se fonde sur la comparaison des indices de similarité entre le relevé isolé et les relevés centroïdes de chaque unité. Ces indices de similarité tiennent compte de la fréquence relative et, optionnellement, de l'ADA (*abundance-dominance-agrégation*) moyenne des espèces dans le relevé centroïde.

A l'issue de cette phase, un tableau de végétation a été extrait de la base de données pour chaque unité de classification.

6.5 Traitement des relevés synusiaux

Les étapes du traitement des 509 relevés synusiaux herbacés, des 388 relevés arbustifs et des 242 relevés arborescents sont présentées en annexe 2; elles sont décrites systématiquement dans les rubriques suivantes:

- *Fichier de base*
- *But*
- *Opération*
- *Résultat; les raisons du choix de la classification sont indiquées entre parenthèses.*

6.5.1 Enchaînement des analyses

La base analytique se compose des 4 classifications mentionnées dans le chap. 6.4.3. Comme l'analyse se déroule en étapes successives, il a été procédé, en général, de la manière suivante:

1ère phase :

analyse factorielle seule, visant à écarter (ou plutôt à classer) dès le début les groupes de relevés très différents du reste du set de données; les relevés excentriques (relativement à un groupe) ont un effet de concentration (dans les plans factoriels) des autres données, phénomène masquant la différenciation de ces dernières.

2ème phase et suivantes:

comparaison des 4 classifications par l'examen des coefficients issus de l'analyse des concentrations (*chi square*, *mean square contingency coefficient*) et de l'organisation des tableaux.

6.5.2 Pondération des données

La pondération des indices d'abondance-dominance constitue un problème auquel tout botaniste usant des méthodes d'analyse multivariable s'intéresse. WILDI (1986) présente diverses options de pondération (selon VAN DER MAAREL in WILDI op. cit.) transformant les indices d'abondance-dominance de BRAUN-BLANQUET (1964) en valeurs métriques et permettant de porter l'accent:

- sur la présence ou l'absence des espèces (espèces rares favorisées) ou

- sur le recouvrement respectif des espèces dans le relevé ou
- sur les espèces dominantes aux dépens des espèces rares.

WILDI (op. cit.) souligne finalement l'importance de l'aspect visuel des tableaux de végétation; lors de la lecture d'un tableau phytosociologique, l'alternance des cases vides et des cases pleines revêt généralement plus d'importance que la valeur absolue des coefficients d'abondance-dominance; cette pertinente constatation tendrait à privilégier la classification basée sur la présence-absence.

SCHÜTZ et al. (1993) ont testé l'effet de la pondération sur les résultats d'une analyse de trois types de hêtraie. Ils donnent l'avantage à la pondération pour mettre en évidence de faibles différences de recouvrement dans les stations comparées et, dans le cas inverse, privilégient l'analyse en présence-absence pour dissocier des associations pauvres en espèces ou dominées par une seule espèce. BUTTLER (1987) parvient à des résultats analogues dans des associations de bas-marais présentant un faible nombre d'espèces dominantes.

De manière générale, la pondération des indices d'abondance-dominance est liée aux buts recherchés lors de l'analyse (*mise au point d'une classification, mise en évidence d'évolution qualitative ou quantitative de la végétation, phénologie*). Elle doit faire l'objet de tests comparatifs sur un même lot de données. Dans le présent cas, divers essais ont été effectués et les options choisies ont été finalement:

- synusies H et h : *analyse en présence-absence*
- synusies B et b : *analyse en présence-absence puis réunion ultérieure des relevés présentant les mêmes combinaisons d'espèces dominantes*
- synusies A et a : *analyse en code 0,5-5 (utilisation des codes bruts)*

r et + = 0,5

1 = 1

2 = 2

3 = 3

4 = 4

5 = 5

Ces choix privilégient la combinaison des espèces dans les synusies herbacées, souvent riches en espèces. Pour les synusies arbustives, la classification automatique en présence-absence est retonchée par le regroupement manuel des relevés présentant les mêmes espèces dominantes. Pour les synusies arborescentes, le code de remplacement vise à définir des

combinaisons basées sur la dominance des principales espèces.

Dans le cas des synusies herbacées, les options choisies sont conformes aux conclusions de SCHÜTZ et al. (op. cit.) et BUTTLER (op. cit.). On a privilégié les combinaisons d'espèces en raison de la forte diversité spécifique, des variations de recouvrement liées au développement des synusies (influence des crues) et de la phénologie. Dans le cas des synusies arbustives et arborescentes, qui présentent un nombre plus réduit d'espèces et contrairement aux conclusions de SCHÜTZ et al. (op. cit.) dans le cas de la hêtraie à gouet, on a privilégié le recouvrement des espèces. Ce choix repose non seulement sur l'importance de l'aspect visuel des peuplements ligneux mais il comporte également, dans certains cas, une importance écologique (recouvrement relatif des espèces hygrophiles et mésophiles) ou dynamique (recouvrement relatif des espèces alluviales et climaciques).

L'effet de la pondération des données est illustré ci-après (chap. 6.8.2) sur un échantillon de 8 relevés, dans le cadre de la discussion du *diagnostic syntaxonomique* qui présente la même problématique fondamentale.

6.5.3 Définition du nombre de groupes de relevés

La définition du nombre de groupes de relevés se fonde sur les propriétés du groupement agglomératif hiérarchique (*complete linkage* et *minimum variance clustering*) et des dendrogrammes qui en résultent. Un **graphe de la succession des niveaux de fusion du dendrogramme** est établi à partir des valeurs fournies par l'analyse. Les paliers les plus larges mettent en évidence les *principales discontinuités de l'échantillonnage* considéré; ils sont pris en considération, dans ce travail, pour définir le nombre de groupes de relevés. Ce procédé n'est en lui-même pas suffisant pour définir un nombre de groupes pertinent (de nombreux graphes présentent plusieurs paliers). Il doit se combiner avec une *appréciation empirique* du nombre de syntaxons contenus dans l'échantillon considéré.

La figure 6.5 présente le graphe de la succession des niveaux de fusion du dendrogramme issu du groupement agglomératif hiérarchique des relevés synusiaux H (185 rel./170 esp.).

6.5.4 Définition du nombre de groupes d'espèces

La définition du nombre de groupes d'espèces peut se faire selon le même procédé que celui

des relevés (constitution d'un graphe des niveaux de fusion), notamment si un tableau de végétation est présenté à l'issue de l'analyse. Dans notre cas, les tableaux constituant des résultats intermédiaires (reprise ultérieure des données dans *Phytobase*), le nombre de groupe d'espèces a été défini de la manière suivante:

- Il représente environ 3 fois le nombre de groupes de relevés dans les synusies herbacées.
- Il représente environ la moitié du nombre d'espèces dans les synusies ligneuses.

Dans la procédure utilisée, le nombre de groupes d'espèces n'a pas d'influence sur le contenu des groupes de relevés car le groupement agglomératif hiérarchique est construit sur la base des espèces considérées isolément et non des groupes d'espèces. Par contre, le nombre de groupes d'espèces influence la présentation du tableau phytosociologique (*diagonalisation des groupes d'espèces et de relevés*) ainsi que la valeur des coefficients (*chi square, mean square contingency coefficient*) issus de l'analyse des concentrations.

6.5.5 Arrangement manuel des groupes

L'arrangement manuel sommaire des groupes est intervenu à la fin de l'analyse multivariante; cette intervention consistait à soustraire des relevés de certains groupes visiblement hétérogènes; ces relevés étaient identifiés ultérieurement dans la base de données *Phytobase* et attribués, dans la plupart des cas, aux relevés atypiques.

Dans le cas des synusies B, une réorganisation plus fondamentale est intervenue pour constituer des groupes basés à la fois sur la combinaison et sur l'abondance des espèces.

Les procédures suivies dans l'analyse multivariante des synusies H, B et A figurent sous l'annexe 2.

Les tableaux de végétation issus de cette phase ne sont pas présentés car ils constituent des résultats intermédiaires; il en est de même pour les graphes des niveaux de fusion et des valeurs des coefficients issus de l'analyse des concentrations. Ces documents sont à disposition chez l'auteur.

6.6 Traitement des relevés phytocénologiques

L'analyse des 327 relevés phytocénologiques a été conduite à l'aide des mêmes procédés que ceux des relevés synusiaux (voir chap. 6.5). La procédure présentée dans l'annexe 2 présente les étapes du traitement multivarié. On peut rappeler que les descripteurs des relevés phytocénologiques sont des syntaxons élémentaires issus de la typologie des synusies (niveau d'intégration inférieur) et qu'ils sont au nombre de 151 (77 H, 43 B, 31 A).

6.6.1 Pondération des données

Après avoir testé l'analyse avec les codes bruts d'abondance-dominance (pondération de 0,5 à 5), les relevés de phytocénoses ont été traités en présence-absence. La comparaison des deux classifications a débouché sur les mêmes conclusions que dans le cas des synusies herbacées: le but consistant à établir une typologie, la *combinaison des syntaxons a été privilégiée aux dépens du recouvrement* de ceux-ci.

6.6.2 Analyse par région naturelle

Le fichier de base a été partagé en 4 parties afin de réduire la variabilité des données et augmenter l'homogénéité des groupes de phytocénoses (coenotaxons).

Le partage s'est opéré sur la base de la carte des *régions naturelles de Suisse*, qui fait partie de *l'Atlas de la Suisse* (IMHOF 1978). Ce document a été utilisé par les auteurs de l'inventaire des zones alluviales (KUHNS et AMIET 1988) pour présenter la répartition géographique des objets d'importance nationale. Ces régions naturelles sont présentées du point de vue floristique et de la végétation dans les ouvrages de HESS et al. (1976) et HEGG et al. (1992).

Les *régions de deuxième ordre* n'ont pas été prises en considération dans le cas du Plateau suisse; en revanche, dans les Alpes, la distinction entre le versant nord, les régions intérieures et le versant sud a été faite.

Une typologie par bassin versant aurait pu également entrer en considération; mais la présence de divers étages de végétation ne diminuait pas beaucoup la diversité des syntaxons et réduisait surtout l'échantillonnage de chaque coenotaxon. Pour ces raisons, un tel découpage a été abandonné.

6.6.3 Choix de la classification

Les quatre opérations contenues dans la *macro-application* présentée au chapitre 6.4.3 ont été testées préalablement au choix de l'une d'elles pour classer les phytocénoses. Le fichier des phytocénoses du Nord des Alpes a servi de base pour ce test (voir tab. 7.13). Il contient 57 objets (relevés de phytocénoses) et 61 descripteurs (syntaxons élémentaires); 26 groupes de relevés et 30 groupes d'espèces ont été requis. Quatre tableaux (non présentés) ont été produits et comparés:

- TabvdM : issu d'un groupement agglomératif hiérarchique (*coefficient de van der Maarel*)
- TabAcop : issu d'une analyse en coordonnées principales
- TabAnafac : issu d'une analyse factorielle des correspondances
- Tabprodx : issu d'un groupement agglomératif hiérarchique (*produit croisé centré*)

La comparaison a été opérée en 6 points exposés ci-dessous:

L'aspect général des tableaux: les tableaux TabvdM, TabAcop et Tabprodx sont ressemblants. TabAnafac est différent des 3 premiers. La particularité de TabAnafac est de présenter un grand groupe hétérogène de 15 relevés au milieu du tableau; certains relevés de ce grand groupe sont cependant ressemblants.

L'homogénéité des groupes de relevés: les groupes de TabvdM, TabAcop et Tabprodx sont relativement homogènes. Les groupes comportant plusieurs relevés dans TabAnafac sont peu nombreux et sont également homogènes. Les relevés très ressemblants restent soudés dans les 4 classifications.

C'est notamment le cas du groupe comportant les relevés 70, 71 et 397, récoltés dans le même site, et qui constitue le coenotaxon 1009: Lilio martagon-Alnocoenetum incanae. Trois liens (syntaxons communs) au moins assurent la cohésion du groupe (syntaxons 19, 136, 205) dans les 4 classifications.

L'hétérogénéité de certains groupes: il existe dans les 4 classifications des groupes très hétérogènes; par ailleurs, certains relevés restent isolés dans les 4 tableaux.

La répartition des descripteurs (syntaxons) dans les groupes de relevés: elle peut être fort variable mais n'apporte pas de renseignements essentiels.

Le syntaxon A24 (*Salicetum elaeagno-daphnoidis* A) est pris comme exemple; il est distribué dans 4 groupes (TabAcop), 5 groupes (TabAnafac, Tabprodx) et 6 groupes (TabvdM).

Le nombre de relevés par groupe, qui revêt une importance particulière lors de l'élaboration d'une typologie; la taille des groupes se répartit comme suit:

Nb. de groupes contenant:	TabvdM	TabAcop	TabAnafac	Tabprodx
1 relevé	11	7	12	8
2 relevés	8	10	9	9
3 relevés	1	6	4	6
4 relevés	4	3		2
5 relevés	1			
6 relevés	1			1
+ de 6 relevés			1	

Tabprodx et TabAcop contiennent 9 groupes de 3 relevés et plus alors que TabvdM et TabAnafac n'en contiennent respectivement que 7 et 5.

Le coefficient issu de l'analyse des concentrations qui constitue une valeur synthétique très utile pour comparer les classifications:

Coefficients de concentration	chi square	mean square
TabvdM	2282	0,452
TabAcop	2284	0,452
TabAnafac	2557	0,506
Tabprodx	2077	0,411

TabAnafac possède les meilleures indices mais cette situation est due à la réunion de 15 relevés dans un seul groupe, phénomène provoquant une meilleure concentration des indices de présence au sein des autres groupes. TabvdM et TabAcop présentent les mêmes valeurs.

(contrairement aux synusies A, B ou H contenant souvent plusieurs espèces communes), le principe de réunir les relevés comportant des syntaxons élémentaires communs a paru plus pertinent (et «constructif») que celui de séparer des relevés sur la base des syntaxons élémentaires différentiels.

En conclusion, les tableaux TabvdM, TabAcop et Tabprodx sont constitués sur le principe de la réunion de relevés présentant des syntaxons élémentaires communs. Le tableau TabAnafac est constitué sur le principe de la différenciation de relevés par des syntaxons élémentaires différentiels. L'analyse factorielle a tendance à diviser des groupes homogènes sur la base de la présence de syntaxons élémentaires différentiels. L'échantillon de relevés phytocénétiques contenant peu de descripteurs communs en raison de l'étendue de la dition et de la diversité des syntaxons

En vertu de ce constat, on peut éliminer TabAnafac. Tabprodx est également éliminé car il ne contient aucun avantage déterminant et présente de faibles coefficients issus de l'analyse des concentrations.

Il reste TabvdM et TabAcop, très ressemblants. Pour départager les deux procédés, l'analyse comparative des relevés du Centre des Alpes (118 relevés / 91 syntaxons élémentaires) a été faite. Les résultats détaillés ne sont pas présentés ici mis à part les coefficients issus de l'analyse des concentrations:

Coefficients de concentration	chi square	mean square
TabvdM	7027	0,472
TabAcop	5432	0,365

Le groupement agglomératif hiérarchique basé sur une matrice de ressemblance selon le coefficient de van der Maarel a finalement été choisi pour définir les coenotaxons élémentaires. Néanmoins, lors de la constitution des coenotaxons élémentaires, les tableaux

obtenus par les autres méthodes ont, pour la plupart, été imprimés et examinés afin de ne pas risquer de perdre des informations utiles.

A l'exception de l'analyse factorielle des correspondances, fréquemment mentionnée et

appliquée, la littérature consultée n'a pas apporté d'argument déterminant ou de critère précis pour aider au choix des procédés de calcul.

6.6.4 Définition du nombre de groupes de relevés et de descripteurs

Pour les relevés, le nombre de groupes est choisi après examen du graphe des niveaux de fusion, comme pour les relevés synusiaux. Le nombre de groupes de descripteurs est fixé à la moitié de leur nombre total.

6.6.5 Arrangement manuel des groupes

Les coenotaxons élémentaires issus de l'analyse multivariable ont été testés directement dans la base de données *Phytobase* et n'ont pas fait l'objet d'arrangement manuel.

Les procédures suivies dans l'analyse multivariable des relevés phytocénétiques figurent dans l'annexe 2.

Les tableaux de végétation issus de cette phase ne sont pas présentés car ils constituent des résultats intermédiaires; il en est de même des graphes des niveaux de fusion et des valeurs des coefficients issus de l'analyse des concentrations. Ces documents sont à disposition chez l'auteur.

6.7 Autres analyses multivariées

Les autres analyses multivariées ont porté sur les données suivantes:

- Les relevés de caténas, dans le but d'établir une typologie.
- Les relevés centroïdes des syntaxons élémentaires A, B et H, dans le but d'établir la parenté des syntaxons et des groupes phyto-écologiques.
- Les relevés centroïdes des coenotaxons élémentaires, dans le but d'établir la parenté des syntaxons et des groupes phyto-écologiques.

Les relevés centroïdes des géosigmataxons élémentaires n'ont pas été définis en raison du faible nombre des relevés constituant les groupes de cette unité typologique.

Les méthodes d'analyse concernant les trois types de relevés ci-dessus se fondent sur les

méthodes exposées au chapitre 6.4.3. Les options d'analyse sont exposées sommairement dans le texte du chapitre correspondant.

6.8 Caractérisation des groupes syntaxonomiques

6.8.1 Généralités

La caractérisation des syntaxons élémentaires s'effectue dans la base de données *Phytobase* (GILLET 1993). Cet outil de gestion de données permet notamment:

- L'affectation d'un relevé ou d'un syntaxon à la hiérarchie phytosociologique (alliance, ordre, classe). L'opération se base sur la représentation des espèces caractéristiques à l'intérieur du relevé et fait appel à une base de données liée contenant le système hiérarchique et les espèces attachées à ces divers niveaux (JULVE 1993).
- Le calcul des moyennes des valeurs indicatrices de LANDOLT (1977) de chaque syntaxon (moyennes pondérées par la somme des abondances-dominances); cette opération permet de préciser l'écologie du syntaxon. Elle permet également de comparer un lot de syntaxons par l'établissement d'*écogrammes* illustrant la combinaison de deux indices écologiques (voir chapitre 7.2).
- La définition du spectre biologique du syntaxon sur la base des types biologiques de RAUNKIAER (1934).

Les relevés typiques ou relevés de base ont été distingués et séparés des relevés atypiques. Dans *Phytobase*, les relevés typiques ont servi à la définition des groupes syntaxonomiques. Les relevés atypiques, définis par un coefficient de ressemblance (*coefficient de Jaccard*) inférieur à 0,1 avec n'importe lequel des relevés du groupe syntaxonomique considéré, n'ont pas participé à la définition des groupes syntaxonomiques. Lors de la caractérisation des phytocénoses, les relevés atypiques ont cependant été assimilés à leur groupe syntaxonomique car leur distinction aurait entraîné la définition de descripteurs supplémentaires et aurait augmenté l'hétérogénéité des relevés phytocénétiques.

6.8.2 Choix du diagnostic syntaxonomique

Phytobase permet de calculer le spectre syntaxonomique des relevés ou des syntaxons

élémentaires. Parmi les méthodes de calcul, deux ont été appliquées:

- Le diagnostic fondé sur la fréquence des espèces, indépendamment de l'abondance; une espèce présentant un indice d'abondance de 5 possède le même poids qu'une autre présentant un indice de 1 (diagnostic non pondéré).
- Le diagnostic fondé sur la somme des indices d'abondance (addition de la valeur des indices : $5=5 \dots 1=1$, $+ = 0,5$, $r = 0,1$); une espèce présentant un indice d'abondance de 5 a 5 fois plus de poids qu'une autre présentant un indice de 1 (diagnostic pondéré).

Le premier procédé de calcul a été utilisé pour définir l'attribution phytosociologique des syntaxons élémentaires herbacés; les raisons en sont les suivantes :

- Il correspond à l'option choisie pour l'analyse multivariable des relevés synusiaux herbacés (analyse en présence-absence).
- Il n'est pas dépendant de la phénologie des espèces au cours de la période de végétation.

- Dans des milieux instables comme ceux soumis aux crues ou à des apports d'engrais, les perturbations peuvent favoriser le développement d'espèces très concurrentielles dominant momentanément d'autres espèces à développement plus modeste.

Le diagnostic pondéré a été utilisé pour définir l'attribution phytosociologique des syntaxons élémentaires arborescents car, dans ces peuplements paucispécifiques, le recouvrement est déterminant et présente une stabilité indépendante de la saison ou des fluctuations à court et à moyen terme du milieu. Le diagnostic pondéré correspond d'autre part à l'option choisie pour l'analyse multivariable des relevés synusiaux arborescents.

Pour les syntaxons arbustifs, souvent paucispécifiques à l'instar des syntaxons arborescents, le diagnostic pondéré a également été utilisé car il correspond aux critères de regroupement manuel des relevés opérés après l'analyse multivariable en présence-absence.

Le syntaxon élémentaire H238 (*Mercurialio perennis-Aegopodietum podagrariae impatientetosum noli-tangere*), présenté dans le tableau 6.1, illustre l'effet de la pondération par la somme des abondances-dominances sur l'issue du diagnostic.

Diagnostic phytosociologique de H238	Contribution des classes	
	Classe 37	Classe 42
Diagnostic non pondéré	39,8 %	33,8 %
Diagnostic pondéré	34,3 %	47,3 %

Le diagnostic basé sur la fréquence des espèces attribue le syntaxon élémentaire à la classe 37 alors que le diagnostic pondéré attribue le syntaxon élémentaire à la classe 42. Cette différence est due au fort recouvrement d'*Aegopodium podagraria* dans les relevés pris en considération. Elle est donc fortement liée à la phénologie.

6.8.3 Nomenclature des syntaxons élémentaires

La dénomination des syntaxons élémentaires est fondée sur le Code de nomenclature phytosociologique (BARKMAN et al. 1986).

Le nom scientifique d'un syntaxon est constitué à partir des noms latins de deux plantes significatives pour ce syntaxon (recommandation 10 B), rarement d'une seule espèce. Le nom principal, figurant en deuxième position est muni de la terminaison «-etum»; il est choisi dans la liste des espèces les plus fréquentes figurant dans l'alliance,

l'ordre ou la classe à laquelle le syntaxon appartient. Idéalement, cette espèce devrait également appartenir aux espèces du faciès caractéristique de l'association.

Le nom secondaire (*épithète*) est cité en première position; il est choisi dans la liste des espèces caractéristiques ou différentielles du syntaxon élémentaire; l'espèce présente donc si possible une fréquence élevée; elle n'est pas obligatoirement liée aux syntaxons de rangs hiérarchiques supérieurs.

Exemple:

Lilio martagon-Petasitetum hybridi

Les sous-associations sont désignées par la terminaison «-etosum»; elles sont désignées par un troisième nom d'espèce choisi dans le groupe des différentielles de la sous-association; ces espèces n'ont pas de lien obligatoire

avec les syntaxons de rangs hiérarchiques supérieurs.

Exemple:

*Mercurialis perennis-Aegopodium
podagrariae impatientetosum noli-tangere*

Tous les syntaxons élémentaires ont été désignés selon ce système, y compris les syntaxons nouveaux non validés et les groupements provisoires. Les justifications de ce procédé figurent au chapitre 7.2 (désignation des syntaxons).

6.8.4 Nomenclature des coenotaxons élémentaires

Le nom scientifique d'un coenotaxon élémentaire est constitué des noms latins de deux plantes significatives pour ce coenotaxon, rarement du nom d'une seule plante. Le nom principal, figurant en deuxième position, est muni de la terminaison «-coenetum» (GILLET 1986, GILLET et al. 1991).

S'inspirant de la recommandation 10C du Code de nomenclature (BARKMAN et al. 1986), le nom des coenotaxons comportant des strates ligneuses contient une espèce de la strate supérieure utilisé comme nom principal (en deuxième place).

Exemple:

Lilium martagon-Alnocoenetum incanae

Les coenotaxons élémentaires se développant indifféremment dans les stations ouvertes, sans espèce ligneuse ou sous le couvert de fourrés ou de peuplements arborescents portent le même nom de coenoassociation. La présence

de plantes ligneuses est indiquée par la définition de sous-coenassociations; dans ce cas, le nom de l'essence arborescente est muni de la terminaison «-coenetosum».

Exemples:

*Urtica dioicae-Phragmitocoenetum australis
typicum,
Urtica dioicae-Phragmitocoenetum australis
salicicoenetosum albae*

6.8.5 Nomenclature des géosigmataxons élémentaires

La nomenclature des géosigmataxons élémentaires a été constituée des noms d'espèces suivants:

- Une espèce herbacée représentative des groupements proches du lit du cours d'eau ou colonisant les levées de sédiments (nom secondaire).
- Une espèce arborescente représentative des peuplements colonisant les terrasses supérieures (espèce climacique) ou, à défaut, une espèce arborescente pionnière ou post-pionnière (voir chap. 8.1) constituant un peuplement répandu dans les sites concernés (nom principal).

Le nom principal figure en deuxième position; il est muni de la terminaison «-geosigmatum» (GILLET et al. 1991).

Exemples:

*Urtica dioicae-Fraxinogeosigmatum
excelsioris,
Campanulo cachleariifoliae-
Fageosigmatum sylvaticae*

6.9 Relevés phytosociologiques traités

<i>Objets phytosociologiques</i>	→	<i>Unités syntaxonomiques</i>
242 relevés synusiaux A (242 rel. / 47 esp.)		31 syntaxons élémentaires arborescents
388 relevés synusiaux B (388 rel. / 103 esp.)		43 syntaxons élémentaires arbustifs
509 relevés synusiaux H (509 rel. / 691 esp.)		77 syntaxons élémentaires herbacés
327 relevés phytocénotiques (327 rel. / 151 SyE)		134 coenotaxons élémentaires
61 relevés caténaux (61 rel. / 134 CoE)		31 géosigmataxons élémentaires
<i>Relevés centroïdes</i>	→	<i>Groupes phyto-écologiques</i>
31 relevés centroïdes de syntaxons arborescents (31 rel. / 47 esp.)		12 groupes phyto-écologiques de syntaxons arborescents
43 relevés centroïdes de syntaxons arbustifs (43 rel. / 103 esp.)		6 groupes phyto-écologiques de syntaxons arbustifs
77 relevés centroïdes de syntaxons herbacés (77 rel. / 691 esp.)		22 groupes phyto-écologiques de syntaxons herbacés
134 relevés centroïdes de coenotaxons élémentaires (134 rel. / 151 SyE)		45 groupes phyto-écologiques de coenotaxons

Abréviations: SyE: syntaxon élémentaire
CoE: coenotaxon élémentaire

Chapitre 7. Typologie

Résumé

La typologie des synusies aboutit à la définition de 31 syntaxons élémentaires arborescents, 43 syntaxons élémentaires arbustifs et 77 syntaxons élémentaires herbacés. Les syntaxons pour lesquels un échantillonnage suffisant est à disposition sont rattachés au système proposé par JULVE (1993) ou proposés pour une validation à titre d'associations végétales. Les autres constituent des groupements provisoires. Un catalogue commenté des syntaxons élémentaires est présenté. Des groupes phyto-écologiques (syntaxons à comportement écologique et à composantes phytosociologiques proches) sont constitués à partir de l'analyse multivariable des relevés centroïdes. Les principaux caractères écologiques des syntaxons, notamment la hauteur des stations par rapport au cours d'eau et l'influence des crues, sont présentés sur des graphiques.

La typologie des phytocénoses aboutit à la définition de 134 coenotaxons élémentaires. En l'absence d'un système phytosociologique hiérarchique, 45 groupes phyto-écologiques sont présentés sur la base de l'analyse des relevés centroïdes; les caractères écologiques des coenotaxons figurent également sur des graphiques.

La typologie des tésélas et des caténa débouche sur la définition de 31 géosigmataxons élémentaires définis sur la base de la combinaison des coenotaxons élémentaires. A ce niveau d'intégration, ces systèmes sont différenciés principalement par les facteurs altitudinaux, géographiques ainsi que par les influences humaines (endiguement, assèchement des cours d'eau).

7. Typologie

7.1 Sites d'études et travsux effectués

Les sites d'études ont été choisis pour la plupart à l'intérieur des objets de l'inventaire des zones alluviales d'importance nationale (KUHNS et AMIET 1988) en raison du bon niveau de connaissance les caractérisant: données de l'inventaire, cartes de végétation.

La carte synoptique de l'inventaire fédéral des zones alluviales permet de situer les 52 sites ayant fait l'objet de relevés phytosociologiques. Sept sites ne font pas partie de l'inventaire. Un seul site se trouve hors du territoire national.

Le tableau 7.1 contient la liste des sites examinés. La figure 7.1 présente la carte synoptique de l'inventaire avec la mention des sites examinés.

La répartition des relevés par bassin versant montre que l'effort s'est concentré principalement sur les bassins de l'Aar et du Rhin. Les relevés des bassins du Rhône et du Pô représentent ensemble presque un quart des relevés. Les zones alluviales du Rhône valaisan ont toutes été visitées. Dans le bassin du Pô, par contre, l'ensemble des situations n'a pas été décrit dans le cadre de l'étude. Il en est de même du bassin de l'Inn.

Répartition des relevés synusiaux par bassin versant:

Bassin versant		Nombre de relevés	%
Aar	H	253	507 44,5
	B	155	
	A	99	
Rhin	H	128	325 28,5
	B	119	
	A	78	
Rhône	H	56	145 12,7
	B	61	
	A	28	
Pô	H	61	135 11,9
	B	43	
	A	31	
Inn	H	11	27 2,4
	B	10	
	A	6	
Total		1139	100

Le tableau 7.2 contient la répartition des relevés synusiaux par année et par région.

7.2 Typologie des synusies

7.2.1 Généralités

7.2.1.1 Introduction

La typologie des synusies constitue la première étape de la démarche adoptée; elle aboutit à la définition des syntaxons élémentaires, unités typologiques abstraites, qui seront intégrés ultérieurement dans les relevés aux niveaux d'intégration supérieurs (coenotaxons, géosigmataxons). Elle se base sur 1139 relevés synusiaux répartis en:

242 relevés arborescents
388 relevés arbustifs
509 relevés herbacés

Les opérations d'ordination et de groupement ont abouti à la définition de:

31 syntaxons élémentaires arborescents
43 syntaxons élémentaires arbustifs
77 syntaxons élémentaires herbacés

La comparaison des syntaxons élémentaires avec la littérature phytosociologique a été restreinte à un choix d'ouvrages compte tenu des éléments suivants:

- La conception synusiale des associations végétales et des groupements ne permet, en principe, qu'une comparaison avec les associations herbacées monostates de la phytosociologie sigmatiste.
- Le but principal du travail a consisté, dès le départ, en l'étude de la dynamique de la végétation; la typologie des syntaxons et des unités supérieures en fournit les outils d'approche. Malgré l'effort important qui lui a été consacré, la typologie constitue un *but secondaire* du présent travail. Les données récoltées et classées constituent néanmoins une solide base phytosociologique.
- En raison de la diversité des stations alluviales et de la dimension de la dition, la plupart des syntaxons élémentaires définis sont représentés par un petit nombre de relevés de base; les conditions communément requises pour la définition de nouvelles associations ou sous-associations végétales (en simplifié: 10 relevés, tableau homotone; BARKMAN et al.,

1986, THEURILLAT et MATTHEY 1987) ne sont remplies que dans un nombre restreint de cas.

La figure 7.2 présente la répartition du nombre des relevés participant à la définition des syntaxons élémentaires A, B et H.

La comparaison des syntaxons élémentaires avec les données de la littérature figure dans le descriptif des syntaxons élémentaires issu de la base de données *Phytobase* (voir annexe 3); elle s'est fondée sur les ouvrages suivants:

Phytosociologie sigmatiste:

CARBIENER (1984)
 OBERDORFER (1978, 1983a, 1992a et b)
 MOOR (1958)
 HELLER (1969)
 GALLANDAT et al. (1993)
 ELLENBERG et KLÖTZLI (1982)
 Monographies concernant des sites particuliers: WERNER (1985), ETTER et MORIER-GENOUD (1963), CORNALI (1992), THEURILLAT et MATTHEY (1987), SARTORI (1984)

Phytosociologie synusiale:

JULVE et GILLET (1994)
 JULVE (1993)
 DE FOUCAULT et JULVE (1997)
 GILLET (1986)
 GALLANDAT et al. (1995)
 DIONEA (1992)

7.2.1.2 Forme des résultats

La typologie est présentée de manière synthétique. La description standardisée et les tableaux phytosociologiques des syntaxons élémentaires figurent en annexe (annexes 3 et 7).

Les fiches descriptives complètes issues de la base de données *Phytobase* comprennent, outre la description du syntaxon et le tableau phytosociologique, des indications écologiques sur la station basées sur les notes de terrain et sur la moyenne des indices écologiques des végétaux (LANDOLT 1977), le spectre biologique du syntaxon (formes biologiques de RAUNKIAER 1934) ainsi que des indices de biodiversité. Un exemple de fiche figure dans les annexes (annexe 6) mais l'ensemble des fiches n'a pas été imprimé; il est consultable dans la base de données déposée à l'Université de Neuchâtel.

7.2.1.3 Désignation des syntaxons

Les syntaxons élémentaires sont désignés par

un code et un nom latin. Le code alphanumérique est formé d'une lettre (majuscule ou minuscule selon la hauteur optimale moyenne: A ou a pour les synusies arborescentes, B ou b pour les synusies arbustives, H ou h pour les synusies herbacées) et de trois chiffres dont le premier désigne la catégorie de synusie (0xx pour les syntaxons arborescents, 1xx pour les syntaxons arbustifs, 2xx pour les syntaxons herbacés). Le nom latin obéit aux règles de la nomenclature phytosociologique (BARKMAN et al. 1986: voir chap. 6.8.3). Pour des raisons d'homogénéité des dénominations dans la base de données *Phytobase*, on a renoncé à attribuer la désignation «Groupement à...» aux syntaxons élémentaires provisoires dont le statut phytosociologique doit encore être précisé. La dénomination latine binomiale a été appliquée à tous les syntaxons. Trois catégories de syntaxons élémentaires sont distinguées:

1. Les syntaxons élémentaires ayant déjà fait l'objet d'une description ou d'une validation dans la littérature examinée; le nom officiel du ou des auteur(s) est alors noté dans la rubrique correspondante de la fiche. La mention «prov.» est attachée au nom de l'auteur si l'association ou la sous-association n'a pas encore été validée.
2. Les syntaxons élémentaires dont la composition floristique et les relevés de base sont jugés suffisants pour proposer leur reconnaissance et leur validation au titre d'association ou de sous-association végétale. La mention «ass. nov.» ou «subass. nov.» est alors inscrite dans la rubrique «auteur».
3. Les syntaxons élémentaires dont la composition floristique est hétérogène et dont les relevés de base sont en nombre insuffisant pour en proposer la validation; on les considère comme des groupements provisoires (malgré leur dénomination latine); ils seront utilisés et interprétés, dans le cadre de ce travail, au même titre que les deux premières catégories. Leur rang hiérarchique provisoire (association, sous-association) est précisé. La mention «prov.» est alors inscrite dans la rubrique «auteur».

Le relevé-type, dont la mention est souhaitée dans le *Code de nomenclature* (BARKMAN et al. 1986) est défini dans la base de données «*Phytobase*» par celui présentant le meilleur coefficient de ressemblance vis-à-vis des autres relevés de l'association végétale. Le relevé-type sera considéré comme l'holotype (au sens de GILLET in GALLANDAT et al. 1995) de la

nouvelle association végétale (élément indiqué comme type nomenclatural). Dans les quelques cas où un syntaxon élémentaire est décrit sur la base d'un seul relevé, ce dernier est identifié comme relevé-type.

Les relevés ayant servi à définir le syntaxon élémentaire sont les relevés typiques; ils sont désignés comme relevés de base. Les relevés atypiques (définis au chapitre 6.8.1) sont au nombre de:

- 28 dans les synusies A (12%)
- 43 dans les synusies B (11%)
- 109 dans les synusies H (21%)

7.2.1.4 Diagramme des valeurs indicatrices et des descripteurs de la station

Les diagrammes à deux dimensions (*écogrammes*) présentés dans ce chapitre mettent en évidence les principales caractéristiques écologiques des syntaxons élémentaires. Ils se fondent sur les valeurs indicatrices des espèces constituant les syntaxons (LANDOLT 1977) et sur quelques descripteurs de la station évalués sur le terrain.

7.2.2 Typologie des synusies arborescentes

7.2.2.1 Phytosociologie

La végétation arborescente est décrite sur la base de 242 relevés comportant 35 espèces. Les méthodes d'ordination et de groupement aboutissant à la classification sont exposées au chapitre 6.

Les syntaxons élémentaires arborescents ont été rattachés au système phytosociologique proposé par JULVE (1993). Le diagnostic phytosociologique a tenu compte de la somme des valeurs des indices d'abondance-dominance des espèces du tableau (diagnostic pondéré).

Exemple:

Dans le diagnostic phytosociologique pondéré appliqué à la typologie des synusies arborescentes, les espèces suivantes:

- *Salix elaeagnos*: indice d'abondance 5
- *Salix daphnoides*: " " 2

présentent un total de 7 points en faveur du *Salicion elaeagni*.

Dans un diagnostic non pondéré, elles présenteraient un total de 2 points.

Les 31 syntaxons élémentaires A et a ont été classés dans 17 associations végétales dont 12 ont déjà fait l'objet de descriptions dans la littérature (notamment GILLET 1986 et GALLANDAT et al. 1995) et 4 sont proposées ici comme nouvelles associations. 10 syntaxons constituent des groupements provisoires.

Le tableau 7.3 présente la liste des 31 syntaxons élémentaires A et a classés par alliances.

Les associations ayant déjà fait l'objet de descriptions dans la littérature englobent les syntaxons élémentaires A (ou a) 1, 2, 3, 9, 12, 13, 14, 20, 21, 24, 26, 29, 31, 32.

Les nouveaux syntaxons (associations ou sous-associations) proposés sont:

- A5 *Piceo abietis - Pinetum sylvestris* ass. nov.
- A6 *Populetum nigrae* ass. nov.
- A19 *Salici albae - Alnetum incanae* ass. nov.
- A33 *Alno incanae - Fraxinetum excelsioris* ass. nov. *typicum*
- A34 *Alno incanae - Fraxinetum excelsioris* ass. nov. *quercetosum roboris* subass. nov.
- A36 *Alno incanae - Fraxinetum excelsioris* ass. nov. *tilietosum cordatae* subass. nov.

Ces nouvelles associations et sous-associations répondent aux critères suivants:

- homogénéité floristique (*homotonie du tableau phytosociologique*).
- ressemblance des relevés entre eux (*coefficient de Jaccard moyen de 0,25 au minimum*).
- nombre de relevés de base moyen (5 ex.) à élevé (plus de 10 ex.). Exception: A5: 4 ex.
- biotope bien défini dans la zone alluviale.

Ces critères devraient permettre une validation; les descriptions et les tableaux se trouvent dans les annexes.

Parmi les groupements provisoires, on pourra ultérieurement compléter l'échantillonnage des syntaxons A10, 28, 30, 37 afin de décrire de nouvelles associations. Les autres syntaxons élémentaires constituent ou des associations végétales propres, ou des sous-associations d'associations connues:

- sous-association à *Populus nigra* du *Pinetum sylvestris* (A3) ou du *Fraxinetum excelsioris* (A7).

- sous-association à *Salix alba* du *Fraxinetum excelsioris* (A27).
- sous-association à *Salix elaeagnos*, *Salix daphnoides* ou *Humulus lupulus* de l'*Alnetum incanae* (A22, 23, 25).

La liste des syntaxons arborescents est présentée ci-dessous; le catalogue a été structuré sur la base de l'ouvrage de JULVE (1993) «*Synopsis phytosociologique de la France*»; on y a également copié une partie du commentaire concernant les diverses unités phytosociologiques. Cette liste, ainsi que celle des syntaxons arbustifs (voir chap. 7.2.3) et celle des syntaxons herbacés (voir chap. 7.2.4) est présentée de manière à distinguer les syntaxons de la phytosociologie synustiale (identifiés par A*, B* et H* précédant le nom de syntaxon) de ceux de la phytosociologie classique car ces derniers peuvent porter le même nom. Par commodité, cette présentation n'a été appliquée que dans les trois listes ci-après qui font foi pour l'ensemble du travail.

CL55 SALICETEA PURPUREAE Moor 58
Associations arbustives hydrophiles, des sols minéraux souvent à éléments grossiers, à fort battement saisonnier de nappe, en eaux courantes, eurosibériennes.

OR103 SALICETALIA PURPUREAE
Moor 58

- AL291 Salicion elaeagni** Moor 58
Associations montagnardes, alpiennes.
A 20 A**Salicetum elaeagni* (Hag. 16)
Jenik 55 em. Julve 93
A 24 A**Salicetum elaeagno-daphnoidis*
(Br.Bi. 38) Moor 58 em. Julve 93

CL58 FRAXINO EXCELSIORIS - QUERCETEA ROBORIS Gillet 86
Associations arborescentes, généralement caducifoliées, planitiaires à montagnardes.

OR108 SORBO ARIAE - QUERCETALIA PUBESCENTIS Gillet 86 em. Julve 93
Associations calcicoles, thermophiles, les sols oligotrophes, xérophiles, neutrophiles.

AL307 Aceri opali - Quercion pubescentis Gillet 86
Associations planitiaires-collinéennes et supraméditerranéo-occidentales.
A 37 A**Quercetum pubescenti-roboris* prov.

OR109 ABIETI ALBAE - FAGETALIA SYLVATICAE Gillet 86 em. Julve 93
Associations montagnardes, psychrophiles, de climat humide, sur sols mésotrophes.

AL310 Ulmo globosae - Acerion pseudoplatani Gillet 86 em. Julve 93
Associations des pentes exposées au nord, essentiellement montagnardes.
a 28 A**Aceri pseudoplatani - Prunetum padl* prov.
a 29 A**Aceri pseudoplatani - Fraxinetum excelsioris* (Koch 26) Gillet 86

AL311 Abieti albae - Fagion sylvaticae Gillet 86 em. Julve 93
Associations des sols stabilisés.
a 14 A**Fagetum sylvaticae* Gillet in Gallaudat et al. 1995 *typicum*
a 15 A**Piceo abietis - Fagetum sylvaticae* prov.

OR110 PRUNO AVII - CARPINETALIA BETULI Gillet 86
Associations planitiaires collinéennes, des sols mésophiles, mésotrophes à eutrophes.

AL312 Aceri campestris - Carpinion betuli Gillet 86 em. Julve 93
Associations des sols neutroclines.
A 31 A**Fraxino excelsioris - Quercetum roboris* Gillet in Gallaudat et al. 1995 *typicum*
A 32 A**Fraxino excelsioris - Quercetum roboris* Gillet in Gallaudat et al. 1995 *tilletosum cordatae* prov.

AL313 Populo tremulae - Carpinion betuli Julve 93
Associations des sols acidoclines.
A 10 A**Populetum tremulae* prov.

OR111 BETULO PENDULAE - QUERCETALIA PETRAEAE Gillet 86
Associations des sols oligotrophes acides.

AL315 Betulo pendulae - Quercion petraeae Gillet 86
Associations mésothermes à psychrophiles.
A 3 A**Pinetum sylvestris* Gillet in Gallaudat et al. 1995 *typicum*
a 4 A**Populo nigrae - Pinetum sylvestris* prov.
A 5 A**Piceo abietis - Pinetum sylvestris* ass. nov.

OR112 FRAXINO EXCELSIORIS - ALNETALIA GLUTINOSAE Julve 93
Associations des sols alluviaux hygrophiles, eutrophes, exceptionnellement tourbeux dystrophes.

AL317 Fraxino excelsioris - Alnion glutinosae Julve 93
Associations psychrophiles, eurosibériennes.
A 1 A**Salicetum albae* (Issl. 26) ass. nov. *typicum*

- A 2 A**Salicetum albae* (Issl. 26) ass. nov. *salicetosum albo-fragilis* prov.
 A 19 A**Salici albae* - *Alnetum incanae* ass. nov.
 A 21 A**Alnetum incanae* (Lüdi 21) Julve 93
 A 22 A**Salici elaeagni* - *Alnetum incanae* prov.
 A 23 A**Salici daphnoidis* - *Alnetum incanae* prov.
 a 25 A**Humulo lupuli* - *Alnetum incanae* prov.
 A 26 A**Alnetum glutinosae* (Koch 26 ex Tx. 31) ass. nov.
 A 27 A**Salici albae* - *Fraxinetum excelsioris* prov.
 A 30 A**Fraxinetum excelsioris* prov.
 A 33 A**Alno incanae* - *Fraxinetum excelsioris* ass. nov. *quercetosum roboris* subass. nov.
 A 34 A**Alno incanae* - *Fraxinetum excelsioris* ass. nov. *tilietosum cordatae* subass. nov.
 A 36 A**Alno incanae* - *Fraxinetum excelsioris* ass. nov. *typicum*

AL318 *Fraxino rotundifoliae* ssp. *rotundifolia* - *Populion albae* Julve 93
 Associations thermophiles, connues de Méditerranée.

- A 7 A**Populo nigrae* - *Fraxinetum excelsioris* prov.
 A 6 A**Populetum nigrae* ass. nov.
 a 9 A**Salici albae* - *Populetum nigrae* Julve 93

CL59 PINO SILVESTRIS - PICEETEA ABIETIS Julve 93

Associations arborescentes, généralement semperviventes, subarctico-subalpines.

OR113 PICEETALIA ABIETIS Julve 93

- AL319 *Pino uncinatae* - *Piceion abietis* Gillet in Julve 93 prov.
 Pessières, pineraies, essentiellement subalpines
 A 12 A**Alno incanae* - *Piceetum abietis* (Aich. et Sieg. 30) ass. nov.
 A 13 A**Piceetum abietis* Gillet in Gallandat et al. 1995 *typicum*

7.2.2.2 Groupes de syntaxons arborescents

Les syntaxons arborescents se répartissent dans quatre groupes floristiques et phytosociologiques principaux (délimités par un trait épais dans le tableau 7.3).

Un groupe de deux associations (CL55) est représenté par *Salix elaeagnos* qui peut for-

mer de véritables futaies, seul ou en compagnie de *Salix daphnoides* et *Alnus incana*.

Un groupe (CL58, AL307 à 315) réunit 11 syntaxons élémentaires climaciques (A14, 15, 37) ou de climax stationnels (les 8 autres). Les essences dominantes de ce groupe sont *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Pinus sylvestris*, *Fagus sylvatica*, *Picea abies* et *Tilia cordata*.

Un groupe (CL58, AL317 et 318) contient les associations alluviales dominées par *Salix alba*, *Alnus incana*, *Alnus glutinosa*, *Populus nigra* et *Fraxinus excelsior* (16 syntaxons). A l'exclusion des peuplements de *Salix alba* et de *Populus nigra*, ces communautés constituent la strate arborescente de l'*Alno-Ulmion* (Br.-Bl. et Tx. 43) de la phytosociologie sigmatiste.

Un groupe (CL59, AL319) contient les peuplements climaciques montagnards, à savoir un syntaxon (A12) de composition mixte (transition entre les peuplements du groupe précédent et la forêt climacique montagnarde) ainsi qu'un peuplement pur de *Picea abies*.

7.2.2.3 Répartition géographique

Le tableau 7.4 présente, sur la base des stations étudiées, la répartition des 31 syntaxons élémentaires A et a dans les quatre régions naturelles de Suisse (HESS et al. 1976, IMHOF 1978, HEGG et al. 1992).

- Le groupe A2, A7, A33 (a14) est constitué de communautés arborescentes liées au Plateau suisse.
- Le groupe A3 à A5 et A20 contient les associations de pin sylvestre dont la prédilection pour le climat à tendance continentale ou pour les stations du Plateau présentant des conditions écologiques changeantes est connue (ELLENBERG-KLÖTZLI 1972).
- Le groupe a9, A1, A6 montre une répartition évitant le Nord des Alpes; ces associations sont liées à l'étage collinéen.
- Le groupe A26, A27, a30, A31, également lié à l'étage collinéen, ne pénètre pas à l'intérieur du massif alpin.
- Le groupe A19, A21 et a28 est présent dans les 4 régions; A19 et A21 illustrent le caractère azonal de ces peuplements alluviaux (ELLENBERG 1982).
- Parallèlement, les syntaxons élémentaires du groupe A32, A34, et A37 (bas du

tableau) ne sont présents qu'au Sud des Alpes.

7.2.2.4 Répartition altitudinale

La figure 7.5 illustre la distribution altitudinale des syntaxons arborescents à l'aide d'un graphe présentant:

- La moyenne de l'indice écologique T (température) des syntaxons (abscisse).
- L'altitude moyenne des stations (ordonnée).

Trois groupes principaux apparaissent:

- Un groupe de quatre syntaxons élémentaires à répartition montagnarde.
- Un groupe de onze syntaxons élémentaires colonisant le compartiment altitudinal collinéen supérieur et montagnard inférieur.
- Un groupe de quatorze syntaxons élémentaires à répartition collinéenne.

A13 (*Piceetum abietis*) et a14 (*Fagetum sylvaticae*) présentent une répartition collinéenne due vraisemblablement à la sylviculture. A37 (un seul relevé) est lié aux zones les plus basses (rivière Tessin en Italie).

7.2.2.5 Caractères de la station

La station est définie au sens de DELPECH et al. (1985) comme l'ensemble des facteurs abiotiques et biotiques agissant sur le peuplement végétal. Deux facteurs sont mis en relation dans la figure 7.6:

- La hauteur du sol par rapport au niveau de l'eau (niveau moyen) du cours principal ou de bras secondaires: estimation visuelle.
- La présence de traces de crues visibles indiquant respectivement une inondation, une sédimentation ou une érosion de la station au cours des 2 à 3 ans précédents (% de présence sur l'ensemble des relevés).

Ces deux facteurs sont issus d'une estimation sur le terrain et ne doivent pas être interprétés d'une manière absolue.

Dans le cas des syntaxons arborescents, le compartiment alluvial situé entre 0 et 1 mètre contient deux syntaxons: A26, peuplement marécageux d'*Alnus glutinosa* et A2, peuplement alluvial de *Salix alba*, sous-association à *Salix albafragilis*.

Le compartiment suivant, situé entre 1 et 2 mètres de hauteur par rapport au cours d'eau contient 6 syntaxons des alliances 317 (*Fraxino excelsioris-Alnion glutinosae*) et 318 (*Fraxino rotundifoliae-Populion albae*) dans la partie présentant au minimum 25 % de traces de crues (à droite du trait de séparation). Trois peuplements de frêne occupent l'espace caractérisé par l'absence de trace de crues.

Le compartiment suivant, situé entre 2 et 4 m de hauteur et présentant des traces de crues dans moins de 25 % des cas, contient les syntaxons dominés par les essences à bois dur (frêne, pin sylvestre et diverses essences climaciques: à gauche du trait de séparation).

Dans le domaine présentant plus de 25% de traces de crues figurent trois syntaxons dominés par l'aulne blanc, le saule drapé et le saule blanc (essences à bois tendre). Les syntaxons ne répondant pas à l'organisation décrite ci-dessus sont a25 et A6 (à gauche du trait de séparation) et a28 et A31 (à droite du trait de séparation).

7.2.3 Typologie des gynusles arbustives

7.2.3.1 Phytosociologie

La végétation arbustive est décrite sur la base de 388 relevés comportant 103 espèces (dont 33 formes arbustives d'essences arborescentes et 70 espèces d'arbustes).

Les syntaxons élémentaires arbustifs ont été rattachés au système proposé par JULVE (1993). Comme pour les syntaxons arborescents, le diagnostic phytosociologique a tenu compte de la somme des indices d'abondance-dominance des espèces du tableau afin de diminuer l'importance des espèces rares ou à faible recouvrement.

Les 43 syntaxons peuvent se classer dans 19 associations végétales dont 10 ont déjà fait l'objet de descriptions dans la littérature consultée, 2 constituent des formes de croissances d'associations arborescentes et 7 sont proposées ici comme nouvelles associations.

Le tableau 7.5 contient la liste des 43 syntaxons élémentaires B et b classés par alliances.

Les associations ayant déjà fait l'objet de descriptions dans la littérature consultée englobent les syntaxons élémentaires B (ou b) 134, 109, 102, 103 (et 104, 107, 108), 105, 111, 112, 113, 135 et 133. Les syntaxons B101 et

B106 constituent des formes arbustives de peuplements arborescents.

Les nouveaux syntaxons (associations ou sous-associations) proposés sont:

- B110 *Salicetum viminalis* ass. nov.
 B115 *Larici deciduae* - *Salicetum daphnoidis* ass. nov.
 b116 *Alno viridis* - *Salicetum hegetschweileri* ass. nov.
 B117 *Salicetum appendiculato-daphnoidis* ass. nov.
 B118 *Salicetum pentandrae* ass. nov.
 b121 *Berberido vulgaris* - *Rhamnetum cathartici* ass. nov. *typicum*
 b123 *Berberido vulgaris* - *Rhamnetum cathartici* ass. nov. *rosetosum caninae* subass. nov.
 b124 *Berberido vulgaris* - *Rhamnetum cathartici* ass. nov. *juniperetosum communis* subass. nov.
 b125 *Ribo rubri* - *Loniceretum xylostei* ass. nov. *typicum*
 b126 *Ribo rubri* - *Loniceretum xylostei* ass. nov. *ligustretosum vulgaris* subass. nov.
 b127 *Ribo rubri* - *Loniceretum xylostei* ass. nov. *piceetosum abietis* subass. nov.
 b128 *Ribo rubri* - *Loniceretum xylostei* ass. nov. *alnetosum incanae* subass. nov.
 b129 *Ribo rubri* - *Loniceretum xylostei* ass. nov. *rubetosum idaei* subass. nov.
 b130 *Ribo rubri* - *Loniceretum xylostei* ass. nov. *sorbetosum aucupariae* subass. nov.
 b132 *Ribo rubri* - *Loniceretum xylostei* ass. nov. *loniceretosum caeruleae* subass. nov.

Ces nouvelles associations répondent aux mêmes critères que ceux appliqués aux associations arborescentes (voir chap. 7.1.2).

Concernant le nombre de relevés de base, B115 (4 rel.) et B118 (3 rel.) font exception au critère des 5 relevés au minimum.

La liste des syntaxons arbustifs se présente donc comme suit:

CL49 CALLUNO VULGARIS - VACCINIETEA MYRTILLI (Br.Bl. & al. 39) de Foucault 90

Associations psychrophiles de landes chamaephytiques arctico-alpines à planitiaires-continetales.

OR095 EMPETRETALIA HERMAPHRODITI Schubert 60

Associations arctico-alpines à subarctico-subalpines.

AL275 *Rhododendro ferruginei* - *Vaccinium myrtilli* (Br.Bl. 26) Rivas-Mart. 68

b 119 **B****Rhododendretum ferruginei* prov.

CL53 FRANGULETEA ALNI Doing 62 em. Westhoff in Heukels & van Ooststroom 68

Associations arbustives sur sols hygrophiles, tourbeux.

OR101 SALICETALIA AURITAE Doing 62 em. Westhoff in Heukels & van Ooststroom 68

AL287 *Riba nigri* - *Salicion cinerea* (de Foucault in press) Julve 93

Associations planitiaires-continetales à montagnardes.

B 134 B**Salicetum cinerea* (Zolyomi 31) ass. nov.

B 144 B**Ulmo minoris* - *Salicetum cinerea* prov.

CL55 SALICETEA PURPUREAE Moor 58

Associations arbustives hydrophiles, des sols minéraux souvent à éléments grossiers, à fort battement saisonnier de nappe, en eaux courantes, eurosibériennes.

OR103 SALICETALIA PURPUREAE Moor 58

AL290 *Salicion triandrae* Müller & Görs 58

Associations planitiaires, eurosibériennes.

B 109 B**Salicetum triandro-vimizalis* (Libbert 31) Tüxen 51

B 110 B**Salicetum viminalis* ass. nov.

AL291 *Salicion elaeagni* Moor 58

Associations montagnardes, alpiennes.

B 102 B**Salicetum elaeagni* (Hag, 16) Jenich 55

B 103 B**Salicetum elaeagno-daphnoidis* (Br.Bl. 38) Moor 58 *typicum*

b 104 **B****Salicetum elaeagno-daphnoidis* (Br.Bl. 38) Moor 58 *salicetosum capreae* prov.

b 105 **B****Salicetum elaeagni* - *Myricarictum germanicae* Moor 58

B 107 B**Salicetum elaeagno-daphnoidis* (Br.Bl. 38) Moor 58 *pinetosum sylvestris* prov.

b 108 **B****Salicetum elaeagno-daphnoidis* (Br.Bl. 38) Moor 58 *populetosum nigrae* prov.

b 114 **B****Sorho aucupariae* - *Salicetum daphnoidis* prov.

B 115 B*Larici deciduae - Salicetum daphnoidis ass. nov.

B 117 B*Salicetum appendiculato-daphnoidis ass. nov.

CLS6 PINO MUGO - ALNETEA

ALNOBETULAE Eggler 33

Associations arbustives subarcticosubalpines, descendant parfois dans le boréomontagnard (tourbières par exemple).

OR104 PINO MUGO - ALNETALIA

ALNOBETULAE Br.Bl. 18

AL293 *Betulo pubescentis* ssp. *carpotica* - *Alaion alnobetulae* Gams 36

Associations mésophiles.

b 120 B*Salici daphnoidis - *Alnetum viridis* prov.

AL294 *Solicion lapponi-gloucosericeae* Gams 36

Associations hygrophiles.

b 116 B*Alno viridis - *Salicetum hegetschweileri* ass. nov.

B 118 B*Salicetum pentandrae ass. nov.

CLS7 RHAMNO CATHARTICI -

PRUNETEA SPINOSAE Rivas-Goday & Borja-Carbonell 61

Associations arbustives eurosibériennes, des manteaux externes et de coupes, halliers (= manteau en nappe, équivalent des maquis), haies, également intra-forestières.

OR105 BERBERIDETALIA VULGARIS

de Foucault & Julve 93

AL297 *Ribeso alpin* - *Viburnion lantanae* de Foucault et Julve in Julve 93

Associations planitiales-collinéennes, psychroatlantiques à subcontinentales, xérophiles à mésophiles.

b 121 B*Berberido vulgaris - *Rhamnetum cathartici* ass. nov. *typicum*

b 123 B*Berberido vulgaris - *Rhamnetum cathartici* ass. nov. *rosetosum caninae* subass. nov.

b 124 B*Berberido vulgaris - *Rhamnetum cathartici* ass. nov. *juniperetosum communis* subass. nov.

b 125 B*Ribo rubri - *Loniceretum xylostei* ass. nov. *typicum*

b 126 B*Ribo rubri - *Loniceretum xylostei* ass. nov. *ligustretosum vulgaris* subass. nov.

b 127 B*Ribo rubri - *Loniceretum xylostei* ass. nov. *picetosum abietis* subass. nov.

b 128 B*Ribo rubri - *Loniceretum xylostei* ass. nov. *alnetosum incaanae* subass. nov.

b 129 B*Ribo rubri - *Loniceretum xylostei* ass. nov. *rubetosum idaei* subass. nov.

b 130 B*Ribo rubri - *Loniceretum xylostei* ass. nov. *sorbetosum aucupariae* subass. nov.

b 132 B*Ribo rubri - *Loniceretum xylostei* ass. nov. *loniceretosum caeruleae* subass. nov.

AL298 *Solici elaeagni* - *Hippophoeion rhamnoidis* de Foucault et Julve in Julve 93

b 111 B**Hippophoeetum rhamnoidis* Br.Bl. et Volk in Volk 40

B 112 B**Hippophoeo rhamnoidis* - *Berberidetum vulgaris* (Tüxen 52) Moor 58

B 113 B**Solici elaeagni* - *Cornetum sanguinei* (Tebou 48) de Foucault in Julve 93

OR106 CRATAEGO LAEVIGATAE -

SAMBUCETALIA NIGRAE de Foucault & Julve in Julve 93

Associations psychrophiles, continentales à psychroatlantiques, des sols neutroclines à acidoclines, pauvres en calcaire.

AL299 *Sambuco nigrae* - *Salicion capreae* Tüxen & Neumann in Tüxen 50

Associations des sols mésophiles, neutroclines, mésotrophes à eutrophes, plutôt continentales.

B 131 B*Sorbo aucupariae - *Prunetum padi* prov.

AL301 *Humulo lupuli* - *Sambucion nigrae* de Foucault & Julve in Julve 93 prov.

Association hygrophile des sols eutrophes

B 135 B**Humulo lupuli* - *Sambucetum nigrae* (Müller 74) de Foucault in Julve 93

B 136 B**Sambucetum nigrae* prov.

AL302 *Salici cinereae* - *Viburnion opuli* (Passarge 85) de Foucault in Julve 93

Associations hygrophiles des sols mésotrophes, neutroclines.

B 137 B**Crataego monogynae* - *Coryletum avellanae* prov. *typicum*

B 138 B**Pruno spinosae* - *Euonymetum europaei* prov.

B 139 B**Pruno padi* - *Euonymetum europaei* prov.

B 145 B**Crataego monogynae* - *Coryletum avellanae* prov. *prunetosum avii* prov.

B 146 B**Prunetum spinosae* prov.

AL303 *Lonicera nigrae* - *Corylion avellanae* (Br.Bl. 61) de Foucault & Julve in Julve 93

Association montagnarde à subalpine.

b133 BSarbo aucupariae*** -

Loniceretum nigrae de Foucault 87

CL58 *FRAXINO EXCELSIORIS* -

QUERCETEA ROBORIS Gillet 86

Associations arborescentes, généralement caducifoliées, planitiaies à montagnardes.

OR112 *FRAXINO EXCELSIORIS* -

ALNETALIA GLUTINOSAE Julve nov.

Associations des sols alluviaux hygrophiles, eutrophes, exceptionnellement tourbeux dystrophes.

AL317 *Fraxino excelsioris* - *Alnion glutinosae* Julve nov.

Associations psychrophiles, eurosibériennes.

B 101 BAlnetum incanae*** prov.
(formes de croissances de *syausies* arborescentes)

B 106 BSalicetum albae*** prov.
salicetasum albo-fragilis prov.
(formes de croissances de *synusies* arborescentes)

(hors systématique)

b 140 Communauté basale B (*Rubus fruticosus*)

B 141 Communautés basales B
(*essences arborescentes*)

7.2.3.2 Groupes de syntaxons arbutifs

Les syntaxons arbutifs se répartissent dans quatre groupes phytosociologiques principaux (délimités par un trait épais dans le tableau 7.5):

Le groupe des fourrés colonisateurs des marais et des stations à nappe phréatique élevée (CL53) est représenté par une seule espèce: *Salix cinerea*.

Le groupe des fourrés alluviaux (CL55 et CL56) est dominé par diverses espèces de saules à feuilles étroites. Sur les 20 espèces de saules présents dans les relevés, 12 sont des espèces pionnières possédant leur centre de gravité dans les zones alluviales (*Salix alba*, *S. albafragilis*, *S. viminalis*, *S. triandra*, *S. elaeagnos*, *S. daphnoides*, *S. purpurea*, *S. nigricans*, *S. alpicola*, *S. hegetschweileri*, *S. caesia* et *S. pentandra*): 3 autres espèces sont forestières ou palustres (*Salix caprea*, *S. nigricans*, *S. cinerea*) et 5 espèces colonisent divers milieux des étages subalpin et alpin (*Salix helvetica*, *S. hastata*, *S. appendiculata*, *S. foetida* et *S. glaucosericea*).

Cette différenciation des saules est proche de celle de LHOÏE (1985a) qui en distingue deux grands groupes sur la base de critères morphologiques, stratégiques et sociologiques. Les saules à feuilles étroites (type «xérophile tropical» selon NEUMANN 1981 in LHOÏE op. cit.) présentant un tempérament de pionniers colonisateurs des sédiments neufs et caractérisant, pour la plupart, la classe 55 (*Salicetea purpureae*). Les saules à feuilles ovales arrondies (type «hygrophile polaire»), dont *Salix caprea* est un exemple, colonisent, quant à eux, des milieux hygrophiles tourbeux (ordre 101 de la classe 53: *Salicetalia auritae*), les mégaphorbiaies montagnardes à subalpines (classe 43: *Cicerbita alpinae-Aconitetea napelli*) et les combes à neige de l'étage alpin (classe 30: *Salicetea herbaceae*).

Le groupe des fourrés bas et manteaux des stations stables (CL57, AL297 et AL298) est dominé notamment par *Lonicera xylosteum*, *Rubus caesius* ou *R. idaeus* et *Berberis vulgaris*. Ce groupe contient également les fourrés alluviaux ou séchards à *Hippophae rhamnoides* (CL57, AL298). Le *Berberido vulgaris-Rhamnetum cathartici* contient un important cortège d'espèces thermo-xérophiles. Le *Rubo rubri-Loniceretum xylostei*, très répandu, se différencie en 7 sous-associations.

Le groupe des fourrés hauts et des manteaux des stations stables (CL57, AL299 à AL303) est composé de plusieurs essences à fréquence élevée et caractéristiques de la classe 57 (*Prunus spinosa*, *Euonymus europaeus*, *Crataegus monogyna*, *Corylus avellana* et *Cornus sanguinea*). Le lien entre leurs combinaisons et les conditions du milieu est difficile à établir. La présence marquée mais irrégulière d'espèces telles *Prunus padus*, *Sorbus aucuparia* B, *Sambucus nigra* justifie une attribution à l'ordre 106. L'attribution à l'alliance 302 (obligatoire pour une raison technique dans la base de données) repose seulement sur la présence sporadique de *Viburnum opulus*; elle est donc assez faiblement fondée floristiquement.

Les autres groupes constituent des formes de croissance des peuplements arborescents ou des fruticées basses de l'étage alpin.

7.2.3.3 Répartition géographique

Sur la base des stations étudiées, le tableau 7.6 présente la répartition des 43 syntaxons élémentaires B et b dans les 4 régions naturelles de Suisse.

Le premier groupe contient 4 syntaxons élémentaires qui ne constituent vraisemblablement pas des communautés exclusivement

liées au Plateau car KLÖTZLI (1964) mentionne la présence du *Salicetum triandrae* aux Belle di Magadino (objet 169, Tessin), comme d'ailleurs celle du *Salicetum albae* (voir groupe no 5) et du *Salicetum elaeagnodaphnoidis*.

Quatre syntaxons élémentaires constituent le deuxième groupe colonisant les zones collinéennes du Plateau et des Alpes centrales.

Les groupes 3, 4, 6 et 8 contiennent des syntaxons élémentaires répandus (nombre de relevés relativement élevé) mais absents d'une des quatre régions naturelles.

Le cinquième groupe contient 6 syntaxons élémentaires présents dans les quatre régions; on pourrait encore y ajouter les syntaxons B106 (*Salicetum albae*) et B101 (*Alnetum incanae*) dont les formes arborescentes sont présentes dans les quatre régions.

Sept syntaxons montagnards sont communs au Nord et au Centre des Alpes.

Six syntaxons caractérisent les Alpes centrales; 5 sont typiquement subalpins: le *Salici elaeagni - Myricaricum germanicae* (b105) est lié aux vastes zones alluviales actives des parties basses de cette région naturelle. Les deux associations à *Hippophae* (B111 et B112) présentent presque la même prédilection que b105 pour cette région naturelle.

Dans le dernier groupe, B144 n'a été rencontré que dans les zones alluviales du Tessin italien.

7.2.3.4 Répartition altitudinale

La figure 7.7 illustre la répartition altitudinale des syntaxons arbustifs (abscisse: moyenne indice T, ordonnée: altitude des stations). Comme pour les syntaxons arborescents, le graphe présente trois groupes séparés, mais les limites correspondent, dans ce cas, à celles des étages collinéen, montagnard et subalpin:

- Le groupe des syntaxons à répartition subalpine contient cinq éléments dont quatre sont caractéristiques des zones alluviales: 2 fourrés bas dominés par *Alnus viridis* et *Salix hegetschweileri* et 2 communautés de hauts arbustes où *Salix daphnoides* et *Salix pentandra* constituent les espèces de faciès.
- Le groupe des syntaxons montagnards contient cinq associations alluviales (B101, 103, 104, 114, 117), les sous-associations

montagnardes du *Riba rubri - Loniceretum xylostei* et des fourrés où *Sorbus aucuparia* occupe une place importante.

- Le groupe des syntaxons collinéens contient 25 éléments comprenant notamment les communautés alluviales (B109, 110, 106, 108), les associations à *Hippophae* et *Myricaria* (B105, 111, 112), les autres sous-associations du *Riba rubri - Loniceretum xylostei*, ainsi que les fourrés hauts et manteaux à *Corylus avellana*, *Crataegus monogyna*, *Cornus sanguinea* et *Prunus spinosa*. Les deux syntaxons à *Salix cinerea* occupent la partie inférieure de l'étage collinéen.

7.2.3.5 Caractères de la station

Le graphe mettant en relation la hauteur de la station et le pourcentage de crue (fig. 7.8) permet de définir 3 types de stations ou compartiments alluviaux.

Entre 0 et 1 mètre de hauteur figurent 7 syntaxons élémentaires:

- | | |
|--------------|--|
| b116, B117 | b120, syntaxons subalpins colonisant les stations basses et les terrasses inférieures soumises aux crues saisonnières du cours d'eau |
| B103 | syntaxon montagnard colonisant les stations basses et les terrasses inférieures soumises aux crues saisonnières du cours d'eau |
| B134 et B144 | syntaxons colonisant les stations marécageuses à nappe phréatique élevée; les crues constituent en fait des inondations |
| B146 | syntaxon ne subissant en général pas de crue ou d'inondation; ce syntaxon est principalement lié aux stations les plus basses des objets riverains de la Vieille Aar caractérisés par un régime hydraulique stable |

Entre 1 et 2 mètres de hauteur (terrasses inférieures ou moyennes selon les cours d'eau) figurent 12 syntaxons élémentaires des classes 55 et 58, soit la majorité des peuplements arbustifs dominés par diverses espèces de saules et par l'aulne blanc. Cinq syntaxons élémentaires de la classe 57 occupent la partie supérieure gauche du compartiment, à savoir les stations les plus élevées (de 1,5 à 2 m) présentant moins de 25 % de traces de crues.

Entre 2 et 3 mètres de hauteur figurent la majorité des syntaxons élémentaires de la classe 57; la concentration des points dans la partie gauche du graphe caractérise la prédilection des syntaxons de la classe 57 pour les stations situées à une hauteur supérieure à 2 m par rapport au cours d'eau et par un pourcentage de crues inférieur à 50 %; b111 et B112, dominés par *Hippophae rhamnoides*, de même que les syntaxons b121 et b124 contenant *Berberis vulgaris* et *Rhamnus cathartica* sont placés dans le compartiment le plus élevé et le plus stable.

La courbe (ligne brisée) figurant dans le graphe principal sépare le domaine occupé par les syntaxons arbustifs des classes 55, 56 et 58 (sous la courbe) du domaine occupé par les syntaxons de la classe 57 (sur la courbe).

Une diagonale du tableau reliant l'angle supérieur gauche à l'angle inférieur droite, traverse successivement les domaines des syntaxons de la classe 57, puis 55, puis 53.

7.2.3.6 Répartition en fonction de l'humidité et de la teneur en substances nutritives du sol

Le graphe des moyennes (fig. 7.9) des indices F (humidité) et N (valeurs de substances nutritives) met en évidence deux groupes principaux de syntaxons élémentaires délimités par une courbe:

Le premier (à droite) contient 14 syntaxons élémentaires des classes 55 et 56, soit la presque totalité des fourrés alluviaux à caractère pionnier; leur station est caractérisée par des valeurs moyennes de substances nutritives (sols modérément pauvres ou riches en valeurs nutritives) et des valeurs d'humidité comprises entre 3,5 et 4 (sols humides).

Le deuxième groupe contient tous les syntaxons élémentaires de la classe 57 (à l'exception de b111 et B112); ce compartiment écologique est caractérisé par des valeurs moyennes des indices F et N; on notera la position de b121, 123 et 124 dans la partie du nuage de points présentant les conditions les plus sèches et les plus pauvres en matières nutritives.

Les syntaxons b111 et B112 présentent les valeurs les plus faibles de F et N; cette position met en évidence le caractère maigre et modérément sec des stations colonisées par *Hippophae rhamnoides*.

A l'opposé du graphe, B101 et B106 présentent les valeurs les plus élevées des indices F et N. Les deux espèces constituant ces deux

syntaxons quasiment monospécifiques possèdent des indices N et F égaux à 4.

7.2.4 Typologie des synusies herbacées

7.2.4.1 Phytosociologie

La végétation herbacée est décrite sur la base de 509 relevés symusiaux comportant 639 espèces (dont 56 formes herbacées - semis et plantules - d'essences ligneuses).

Les syntaxons élémentaires herbacés ont été rattachés au système proposé par JULVE (1993). Le diagnostic utilisé n'a tenu compte que de la fréquence des espèces dans le tableau de syntaxon élémentaire et non de la somme des indices d'abondance-dominance; ce procédé, différent de celui appliqué aux synusies ligneuses, privilégie la combinaison des espèces par rapport à leur recouvrement.

Les 77 syntaxons élémentaires étudiés se classent dans 26 associations végétales dont 14 ont fait l'objet de descriptions dans la littérature consultée et dont 11 sont proposées ici comme nouvelles associations; 44 syntaxons sont pravoisiers; un groupe contient les communautés basales.

Le tableau 7.7 contient la liste des 77 syntaxons élémentaires H et h classés par alliances.

Les associations ayant déjà fait l'objet de descriptions dans la littérature consultée sont signalées par le nom de l'auteur ayant décrit l'association.

Les nouveaux syntaxons (associations ou sous-associations) proposés sont:

H205 *Lilio martagon-Petasitetum hybridi* ass. nov.

H214 *Galio aparines-Poetum trivialis* ass. nov.

H225 *Allio ursini-Primuletum elatioris* ass. nov. *violetosum biflorae* subass. nov.

h226 *Allio ursini-Primuletum elatioris* ass. nov. *hederetosum heliciis* subass. nov.

h227 *Anemone nemorosae-Hederetum heliciis* ass. nov. *typicum*

h228 *Anemone nemorosae-Hederetum heliciis* ass. nov. *caricetosum digitatae* subass. nov.

h229 *Caricetum albae* ass. nov.

H230 *Maianthemo bifolii-Caricetum albae* ass. nov.

H238 *Mercurialio perennis-Aegopodietum podagrariae* ass. nov. *impatientetosum nolitangeris* subass. nov.

H239 *Mercurialio perennis-Aegopodietum podagrariae* ass. nov. *typicum*

H240 *Mercurialio perennis-Aegopodietum podagrariae* ass. nov. *polygonatetosum multiflori* subass. nov. variante à *Equisetum hyemale*

H241 *Mercurialio perennis-Aegopodietum podagrariae* ass. nov. *polygonatetosum multiflori* subass. nov. variante type.

H252 *Solano dulcamarae-Calystegietum sepium* ass. nov.

H253 *Angelico sylvestris-Filipenduletum ulmariae* ass. nov. *typicum*

H254 *Angelico sylvestris-Filipenduletum ulmariae* ass. nov. *equisetosum hyemalis* subass. nov.

H256 *Phragmito australis-Urticetum dioicae* ass. nov.

H258 *Galio aparines-Urticetum dioicae* ass. nov.

H272 *Astragalo onobrychidis-Artemisietum campestris* ass. nov.

Comme dans le cas des syntaxons arborescents et arbustifs, ces nouvelles associations répondent aux critères exposés au chapitre 7.2.1.

La liste des syntaxons herbacés se présente donc comme suit:

CL04 NASTURTIETEA OFFICINALIS

Zohary 73

Associations hémicryptophytiques, de petits héliophytes hydrophiles, héliophiles, formant souvent des sortes d'ourlets flottants des roselières, parfois en nappe; répandues jusqu'à l'étage montagnard.

OR005 *NASTURTIO OFFICINALIS - GLYCERIETALIA FLUITANTIS* Pignatti 53 ap. 54

AL013 *Sparganio neglecti - Glycerion fluitantis* Br.Bl. & Sissingh in Boer 42

h 251 H**Galio palustris - Scutellarietum galericulatae* prov.

CL05 *MONTIO FONTANAE - CARDAMINETEA AMARAE* Braun-Blanquet & Tüxen 43

Associations hémicryptophytiques hydrophiles des sources, répandues surtout aux étages montagnard à alpin, avec quelques irradiations en plaine, alors souvent en zone à hygrométrie élevée, intraforestières (forêts alluviales).

OR006 *MONTIO FONTANAE - CARDAMINETALIA AMARAE* Pawlowski 28 em. Maas 59

AL016 *Cardaminion amarae* Maas 59
Associations hémisciaiphiles, neutroclines; planitiaires à subalpines.

h 202 H**Cardaminetum amarae* Br.Bl. 26

h 218 H**Lamio maculati - Chrysospleoietum alternifolii* prov.

h 233 H**Violo biflorae - Stellarietum nemori* ass. nov.

AL017 *Caricion remotae* Kästner 44

Associations acidoclines, hémisciaiphiles, des dépressions paratourbeuses dans les forêts planitiaires.

h 217 H**Caricetum remotae* prov. *caricetosum sylvaticae* prov.

h 219 H**Caricetum remotae* prov. *circaeetosum lutetianae* prov.

CL12 *TUBERARIETEA GUTTATAE* Br.Bl. (61) 64

Associations thérophytiques, des sols sableux oligotrophes, ou des lithosols initiaux sur rochers, xérophiiles à mésohygrophiiles, mais s'asséchant l'été, plutôt acides.

OR021 *TUBERARIETALIA GUTTATAE* Br.Bl. 40 em. Rivas-Martinez 78

AL062 *Tuberarion guttatae* Br.Bl. 31

Associations méditerranéennes, vernales, des sols xérophiiles.

h 288 H**Airo caryophylleae - Sedetum sexaangularis* prov.

CL16 *THLASPIETEA ROTUNDIFOLII*

Br.Bl. & al. 47

Associations de plantes vivaces des éboulis plus ou moins mobiles et plus ou moins fins.

OR035 *EPILOBIETALIA DODONAEI* SSP. *FLEISCHERI* Moor 58

Associations pionnières des sols alluviaux à gravillons des rivières et torrents à courant rapide, alpines à collinéennes; connues seulement des Alpes et de la vallée du Rhin.

AL096 *Epilobion dodonaei ssp. fleischeri* Br.Bl. in J. & G. Br.Bl. 31

H 273 H**Epilobietum fleischeri* Br.Bl. 23 *typicum*

H 279 H**Calamagrostietum pseudophragmitis* Koppe 68 *typicum*

H 283 H**Epilobietum fleischeri* Br.Bl. 23 *trifolietosum pallescentis* prov.

H 286 H**Calamagrostietum pseudophragmitis* Koppe 68 *galietosum albi* prov.

CL26 *KOELERIO GLAUCAE - CORYNEPHORETEA CANESCENTIS*

Klika 41

Associations hémicryptophytiques des sables plus ou moins stabilisés.

**OR048 CORYNEPHORETALIA
CANESCENTIS** Klika 34

Associations de l'intérieur des terres.

AL125 Corynephorion canescentis

Klika 31

Associations des sables plutôt acides, généralement mobiles, de l'intérieur des terres ou arrière-littoraux mais décalcifiés

**H 269 H*Armerio alliaceae -
Rumicetum acetosellae** prov.**CL30 SALICETEA HERBACEAE** Braun-
Blanquet 47

Associations de plantes vivaces hygrophiles des combes à neige, à l'étage alpin des Alpes et des Pyrénées, en exposition nord.

OR054 SALICETALIA HERBACEAE
Br.Bl. in Br.Bl. & Jenny 26**AL142 Salicion herbaceae** Br.Bl. (21) in
Br.Bl. & Jenny 26

Associations acidophiles.

**b 266 H*Alchemillo pentaphylleae -
Salicetum herbaceae** Br.Bl. 13 em.
Rivaz et Gébu 78**b 267 H*Caricetum foetidiae** Frey 22**CL33 SESLERIETEA ALBICANTIS** Braun-
Blanquet 48 em. Oberdorfer 78

Associations de pelouses alpines et subalpines, calcicoles, oligotrophes, d'origine méridionales; connues des Alpes, des Pyrénées et du Jura.

OR058 SESLERIETALIA ALBICANTIS
Braun-Blanquet in Br.Bl. & Jenny 26**AL151 Caricion ferrugineae** Braun-Blanquet
31

Associations mésohygrophiles, des Alpes et du Jura.

**H 235 H*Astero bellidiastrii -
Calamagrostietum variae** prov.**CL35 FESTUCO VALESIIACAE -
BROMETEA ERECTI** Braun-Blanquet & Tüxen
43 em. Royer 87

Associations des pelouses calcicoles eurosibériennes et supra- à oroméditerranéennes, oligotrophes, composées d'hémicryptophytes et de petits chamaephytes.

OR061 ONONIDETALIA STRIATAE
Br.Bl. 49 em. Gaultier 89

Associations supra- à oroméditerranéennes, avec une extension montagnarde à subalpine dans les Alpes méridionales.

AL158 Ononidio striatae Br.Bl. &
Susplugas 37 em. Barbero & al. 72

Associations de pelouses supraméditerranéennes xérophiles, des substrats rocaillieux bien exposés.

**h 270 H*Helianthemo oumularii -
Caricetum liparocarpos** prov.**OR062 BROMETALIA ERECTI** Braun-
Blanquet 36

Associations planitiaires à montagnardes, eurosibériennes occidentales.

AL165 Mesobromion erecti Br.Bl. &
Moor 38

Associations mésothermes, planitiaires à montagnardes.

**H 274 H*Campanulo cochleariifoliae -
Echietum vulgare** prov.**AL168 Xerobromion erecti** (Br.Bl. &
Moor 38) Moravec 67

Associations thermophiles, connues de toute la France jusqu'à une limite septentrionale allant de la Seine à l'Alsace, avec quelques exclaves.

**h 289 H*Fumano procumbentis -
Globularietum punctatae** prov.**AL170 Koelerio macranthae - Phleion
phleoidis** Korneck 74

Associations d'Europe moyenne.

**H 272 H*Astragalo onobrychidis -
Artemisietum campestris** ass. nov.**CL36 CARICETEA NIGRAE** den Held &
Westhoff in Westhoff & den Held 69 em. de Foucault
84

Associations de bas-marais tourbeux à paratourbeux, oligotrophes à mésotrophes.

**OR067 CARICETALIA
MAGELLANICAE** (de Foucault 84) Julve 93

Associations des sols acidoclines à acidophiles.

AL183 Eriophorion scheuchzeri Hadac 39

Associations des montagnes d'Europe moyenne.

h 268 H*Juncetum filiformis Rivas-
Martínez et Gébu 78**H 285 H*Eriophoretum scheuchzeri**

Rübel 12

**OR068 JUNCO TRIGLUMIS -
EQUISETETALIA VARIEGATI** (Julve 83
em. de Foucault 84) Julve 93

Associations des sols neutroclines.

AL184 Caricion maritimae (Br.Bl. ap.
Volk 39) Br.Bl. 71

Associations des montagnes d'Europe moyenne.

**H 248 H*Equiseto variegati -
Typhetum minima** Br.Bl. ap. Volk
40**CL37 ANEMONO NEMOROSAE -
CARICETEA SYLVATICAE** Gillet 86 em.
Julve 93

Associations hémicryptophytiques et géophytiques, plus ou moins hémisciaphiles, souvent vernaies, intraforestières.

OR070 MERCURIALIETALIA

PERENNIS Gillet 86

Associations neutrophiles.

AL188 *Ranunculus ficorae* Julve 89

Associations planitiaies, mésohygrophiles.

H 225 H**Allio ursini* - *Primuletum elatioris* ass. nov. *violetosum hiflorae* subass. nov.

h 226 H**Allio ursini* - *Primuletum elatioris* ass. nov. *hederetosum heliciis* subass. nov.

h 227 H**Anemone nemorosa* - *Hederetum heliciis* ass. nov. *typicum*

h 228 H**Anemone nemorosa* -

Hederetum heliciis ass. nov.

caricetosum digitatae subass. nov.

b 236 H**Asarum europaei* - *Vincetum minoris* prov.

h 237 H**Aro maculati* - *Circaeetum lutetianae* prov.

H 238 H**Mercurialis perennis* -

Aegopodietum podagrariae ass. nov. *impatientesetosum noli-tangere* subass. nov.

H 239 H**Mercurialis perennis* -

Aegopodietum podagrariae ass. nov. *typicum*

H 240 H**Mercurialis perennis* -

Aegopodietum podagrariae ass. nov. *polygonatetosum multiflori* subass. nov. variante à *Equisetum hyemale*

H 241 H**Mercurialis perennis* -

Aegopodietum podagrariae ass. nov. *polygonatetosum multiflori* subass. nov. variante type

h 242 H**Glechoma hederacea* -

Ranunculetum bulbiferi prov.

b 243 H**Ranunculus bulbiferi* -

Adoxetum moschatellinae Gillet in Gallandat et al. 95

h 244 H**Gallio elongatae* -

Ranunculetum bulbiferi prov.

AL190 *Sesleria orbicantis* -

Mercurialion perennis Gillet 86

Associations montagnardes, thermophiles.

H 221 H**Geo urhani* - *Lamiastretum flavidi* prov.

h 229 H**Caricetum albae* ass. nov.

H 230 H**Maianthemum bifolium* -

Caricetum albae ass. nov.

OR071 LUZULETALIA SYLVATICAE

Gillet 86

Associations acidophiles.

AL191 *Luzula pilosae* Gillet 86

Associations mésotrophes, planitiaies-collinéennes.

H 222 H**Geo urhani* - *Caricetum hrizoidis* prov.

AL192 *Luzula luzuloides* Julve nov.

Associations oligotrophes, boréo-montagnardes.

H 223 H**Dryopteris filix-maris* -

Salvietum glutinosae prov.

H 231 H**Orthilio secundae* -

Goodyeretum repentis prov.

CL38 MELAMPYRO PRATENSIS -

HOLCETEA MOLLIS Passarge 79

Associations hémicryptophytiques des ourlets hémisciaphiles sur sols acides, oligotrophes à mésotrophes.

OR072 MELAMPYRO PRATENSIS -

HOLCETALIA MOLLIS Passarge 79

Associations des ourlets externes, sur sols oligotrophes.

AL196 *Melampyro sylvatici* - *Poion*

choixü Julve nov.

Associations montagnardes.

H 232 H**Hieracium murorum* -

Fragarietum vescae prov.

CL39 TRIFOLIO MEDII - GERANIETEA

SANGUINEI Müller 61

Associations hémicryptophytiques des ourlets hémisciaphiles sur sols neutro-basiques, oligotrophes à mésotrophes.

OR075 AGRIMONIO EUPATORIAE -

TRIFOLIETALIA MEDII Julve 93

Associations mésophiles, mésothermes.

AL202 *Knoutia dipsacifoliae* ssp.

gracilis Julve 93

Associations montagnardes.

H 204 H**Lathyrus pratensis* -

Clinopodietum vulgare prov.

H 275 H**Euphorbia cyparissiae* -

Melicetum nutantis prov. *typicum*

h 276 H**Euphorbia cyparissiae* -

Melicetum nutantis prov. *caricetosum albae* prov.

CL40 AGROSTIO STOLONIFERAEE -

ARRHENATHERETEA ELATIORIS (Tüxen 37 em. 70) de Foucault 84

Associations hémicryptophytiques des prairies euro-sibériennes.

OR076 ARRHENATHERETALIA

ELATIORIS Pawlowski 28

Associations d'Europe moyenne.

AL211 *Polypodium alpinum* Oberdorfer 50

Associations subalpines.

H 277 H**Rumex scutellatus* - *Agrostietum giganteae* prov. *typicum*

H 278 H*Rumici scutati - Agrostletum giganteae prov. **dactyletosum glomeratae** prov.

OR077 AGROSTIETALIA STOLONIFERAEE Oberdorfer & al. 67 em. de Foucault 84
Associations mésothermes.

AL217 Ranunculo repentis - Cynasurian cristati Passarge 69
Associations de prairies pâturées ou chemins peu fréquentés, sur sols acidoclines.

H 282 H*Ranunculo repentis - Poetum trivialis prov.

AL223 Mentho suaveolentis - Juncion inflexi ssp. longicornis (de Foucault 84) Julve 93
Associations de prairies pâturées sur sols neutroclines.

H 265 H*Mentbetum longifoliae prov.

CL41 ONOPORDETEA ACANTHI Braun-Blanquet 64 em. Julve 93
Associations d'hémicryptophytes et de géophytes, à nombreuses bisannuelles, rudérales, subnitrophiles, xérophiles à mésophiles, plutôt thermophiles.

OR080 ONOPORDETALIA ACANTHI Br.Bl. & Tx. 43 em. Görs 66
Associations mésothermes, nitrophiles, surtout eurosibériennes occidentales.

AL237 Dauca carotae - Melilietum albi Görs 66
Associations planitiales, des sols sableux à limoneux.

H 271 H*Peucedano oreoselii - Artemisietum campestris prov.

OR081 ELYTRIGIETALIA REPENTIS Oberdorfer & al. 67
Associations eurosibériennes plutôt continentales, mésothermes, pionnières sur sols perturbés, limoneux, profonds mais s'asséchant en surface l'été, subnitrophiles.

AL238 Convolvulo arvensis - Elytrigion repentis Görs 66
Associations mésophiles.

H 211 H*Cirsio arvensis - Tussilagetum farfarae prov. **ranunculetum repentis** prov.

H 212 H*Cirsio arvensis - Tussilagetum farfarae prov. **vicietosum cracca** prov.

H 281 H*Tussilago farfarae - Agrostietum stoloniferae prov.

CL42 GALIO APARINES - URTICETEA DIOICAE Passarge 67 em. Julve 93

Associations hémicryptophytiques eurosibériennes des sols eutrophes, surtout mésophiles, exceptionnellement hygrosclaphiles.

OR082 LAMIO ALBI - CHENOPODIETALIA BONI HENRICI Kopecky 69
Associations mésophiles.

AL241 Aegopodion podagroriae Tüxen 67
Associations hémihéliophiles des ourlets externes.
H 214 H*Galio aparines - Poetum trivialis ass. nov.

AL242 Alliarion petiolatae Oberdorfer (57) 62
Associations sciaphiles des ourlets internes.

H 206 H*Galeopsio tetrahit - Petasitetum hybridum prov.

H 209 H*Geranio robertiani - Brachypodietum sylvatici prov. **parisetosum quadrifoliae** prov.

H 210 H*Polygonato odorati - Melicetum nutantis prov.

H 213 H*Geranio robertiani - Brachypodietum sylvatici prov. **impatientetosum parviflorae** prov.

CL43 CICERBITO ALPINAEE - ACONITETEA NAPELLI Hadac & Klika 44
Associations de mégaphorbiaies subalpines à montagnardes et boréales.

OR085 ADENOSTYLETALIA ALLIARIAEE Braun-Blanquet 31
Associations subalpines.

AL248 Adenostyliion olliariae Braun-Blanquet 25
Associations mésohygrophiles, plutôt psychrosclaphiles, sur sols eutrophes.

H 205 H*Lilio martagon - Petasitetum hybridum ass. nov.

H 207 H*Lamlastro flavidi - Petasitetum hybridum prov.

AL249 Calamagrostion arundinaceae (Luquet 26) Oberdorfer 57
Associations mésoxérophiles, plutôt thermohéliophiles, sur sols mésotrophes.

H 208 H*Polygonato bistortae - Cirsietum helenoidis prov.

H 215 H*Calamagrostietum villosae prov.

CL44 FILIPENDULO ULMARIAEE - CALYSTEGETEA SEPIUM (Preising ap. Hülbusch 73) JM. & J. Gêhu 87
Associations de mégaphorbiaies planitiales à collinéennes. Dynamiquement équivalentes à des ourlets hauts, elles se rencontrent au bord des rivières (souvent en situation plus ou moins forestière) et co-

lonisent les prairies hygrophiles abandonnées (ourlet en nappe), sur des sols eutrophes à mésoeutrophes.

**OR087 LYTHRO SALICARIAE -
FILIPENDULETALIA ULMARIAE**

(Passage 88) Julve & Gillet 94
Associations des sols mésoeutrophes.

**AL255 Stachyo palustris - Cirsion
oleracei** Julve & Gillet 94

Associations des sols neutroclines.

**H 253 H*Angelico sylvestris -
Filipenduletum ulmariae** ass. nov.
typicum

**H 254 H*Angelico sylvestris -
Filipenduletum ulmariae** ass. nov.
equisetosum hyemalis subass. nov.

OR088 CALYSTEGIETALIA SEPIUM

Tüxen 50

Associations des sols eutrophes.

AL256 Calystegion sepium Tüxen 47
Associations eurosibériennes.

**H 201 H*Carduo personatae -
Petasitetum hybridum** Oberdorfer 57

**H 252 H*Solano dulcamarae -
Calystegietum sepium** ass. nov.

**H 257 H*Phalarido arundinaceae -
Urticetum dioicae** prov.

**H 258 H*Galio aparines - Urticetum
dioicae** ass. nov.

**H 259 H*Impatienti glanduliferae -
Solidagetum serotinae** Moor 58

H 262 H*Phalaridetum arundinaceae
(Koch 26) Libbert 31

**H 280 H*Barbarea vulgaris -
Phalaridetum arundinaceae** prov.

**CL45 PHRAGMITO AUSTRALIS -
CARICETEA ELATAE** Klika 41

Associations hémicryptophytiques de grandes plantes hydrophiles, des bords d'étangs et de lacs, plus rarement de rivières, sur des sols mésotrophes à eutrophes, parfois tourbeux mais toujours neutroclines.

OR089 PHRAGMITETALIA AUSTRALIS

Koch 26 em. Pignatti 53 ap. 54

Associations des sols minéraux eutrophes à éléments grossiers, avec une matrice vaseuse possible dans les groupements aquatiques.

AL258 Phragmitum australis Koch 26

Associations plutôt climaciques, des zones à nappe d'eau stable.

**H 256 H*Phragmitum australis -
Urticetum dioicae** ass. nov.

H 261 H*Phragmitetum australis
(Koch 26) Schmale 39

OR090 CARICETALIA ELATAE Pignatti
53 ap. 54

Associations des sols riches en matière organique, à éléments fins, mésotrophes à eutrophes.

AL262 Caricion rostratae (Duvigneaud 58)
Balatova-Tulackova 63

Associations des sols tourbeux, mésotrophes (dystrophes).

**h 203 H*Thelypterido palustris -
Caricetum elongatae** Julve et Gillet
1994

**H 250 H*Caricetum acutiformis -
elatae** prov.

**H 260 H*Humulo lupuli - Caricetum
acutiformis** prov.

Les communautés basales réunies sous H284 ne sont pas incluses dans la liste syntaxonomique ci-dessus.

7.2.4.2 Groupes de syntaxons herbacés

Les syntaxons herbacés se répartissent en plusieurs groupes dont la présentation la plus appropriée est celle par groupes de classes phytosociologiques:

- 6 syntaxons h de petits hémicryptophytes (CL05, 06) sont liés aux stations inondées à humides, intraforestières dans la plupart des cas.
- 4 syntaxons (CL16) de plantes vivaces sont colonisateurs des bancs d'alluvions sableuses à graveleuses du lit principal des cours d'eau.
- 6 syntaxons (CL12, 26, 35) sont colonisateurs des sables secs plus ou moins stabilisés et des pelouses sèches.
- 5 syntaxons (CL30, 36) constituent des associations de bas-marais et de pelouses de combes à neige de l'étage alpin.
- 19 syntaxons (CL37) constitués d'hémicryptophytes et de géophytes colonisent le sous-bois des forêts caducifoliées.
- 4 syntaxons d'hémicryptophytes héliophiles (CL38, 39) colonisent les forêts claires et les lisières (ourlets).
- 8 syntaxons (CL40, 41) constituent des communautés pionnières des bancs d'alluvions humides ou à humidité changeante.
- 5 syntaxons sont constitués d'hémicryptophytes nitratophiles et hygrosclaphiles, intraforestiers dans la plupart des cas (CL42).
- 5 syntaxons (CL43, 33) constituent des mégaphorbiaies hygrophiles des étages montagnard et subalpin.
- 9 syntaxons (CL44) constituent des mégaphorbiaies hygrophiles et nitratophiles de l'étage collinéen.
- 5 syntaxons (CL45) constituent des associations de hautes plantes hydrophiles

(roselières et cariçaies) colonisant les rives des eaux calmes.

- 1 groupe (non représenté dans le graphe) réunit les communautés basales.

La figure 7.10 illustre la répartition des syntaxons élémentaires H et h dans les groupes de classes phytosociologiques.

7.2.4.3 Répartition géographique

Le tableau 7.8 présente, sur la base des stations étudiées, la répartition des 77 syntaxons herbacés dans les 4 régions naturelles de Suisse.

Le premier groupe contient 23 syntaxons du Plateau suisse; diverses associations d'hélophytes, de sous-bois de forêts feuillues et de mégaphorbiaies constituent ce groupe.

Le deuxième groupe contient 3 associations intraforestières du Nord des Alpes.

Les trois groupes suivants contiennent 14 syntaxons liés à deux régions naturelles; on relèvera notamment:

- la présence de h229 et H230 au Nord des Alpes et sur le Plateau.
- la présence de H273, 201, 203 et 206 au Nord et au Centre des Alpes.

Les cinq groupes suivants contiennent les syntaxons présents dans 3 ou 4 régions. On notera:

- les trois syntaxons présents dans les 4 régions, dont h274, caractéristique des steppes alluviales.
- h233 et H278 répandus aux étages montagnard et subalpin de l'ensemble des Alpes.

Le groupe suivant contient 4 syntaxons de l'étage collinéen du Plateau et du Sud des Alpes.

Les deux groupes suivants contiennent 18 syntaxons des Alpes internes et du Sud; on notera la présence de plusieurs associations spécialisées des bancs d'alluvions (H279, 283, 286), des pessières montagnardes (H215) et des prairies sèches (H270, 272).

Le dernier groupe contient les syntaxons rencontrés au Sud des Alpes, notamment une mégaphorbiaie à pétasite (H207), deux syntaxons de sous-bois de forêt caducifoliée (H221, 222) et plusieurs groupement des zones alluviales du *Tessin italien* (H203, 269, 271).

7.2.4.4 Répartition altitudinale

Les figures 7.11 et 7.12 illustrent la répartition

altitudinale des syntaxons herbacés (abscisse: moyenne de l'indice T: valeurs des températures, ordonnée: altitude des stations).

La figure 7.11 contient l'ensemble des données et présente 3 groupes:

Le groupe comprenant la tranche altitudinale de 1500 à 2500 m et qui contient 6 syntaxons élémentaires des étages alpin: H 266, 267, 268, 277, 283, 285 (bas-marais et combes à neige) et subalpin supérieur: H277 (*Rumici scutati-Agrostietum giganteae*) et H283 (*Epilobietum fleischeri trifolietosum pallescentis*). Ces deux derniers syntaxons sont des communautés pionnières des sédiments constituant des variantes altitudinales de groupements contenus dans le groupe 2.

Le groupe comprenant la tranche altitudinale de 800 à 1300 m (étage montagnard) contient notamment toutes les mégaphorbiaies à pétasite hybride (H201, 204, 205, 206, 207, 208) et 3 syntaxons constituant le sous-bois de forêts de résineux (H215, 231, 235).

Le groupe ayant son centre de gravité à l'étage collinéen contient 58 syntaxons. La figure 7.12 détaille la structure de ce nuage de points.

Les syntaxons H225, 232 et 274 liés à la moitié nord de la Suisse appartiennent encore à l'étage montagnard. A l'étage collinéen supérieur, on notera H212, 281, 282 (communautés pionnières des alluvions) et H230, 236 (sous-bois herbacés des forêts caducifoliées). Le centre du nuage se situe dans la tranche de 300 à 500 mètres et contient notamment des sous-bois herbacés de forêts caducifoliées et des communautés hygrophiles et/ou nitratophiles. En dessous figurent quelques syntaxons des stations intraforestières stables des cours inférieurs du Nord et du Sud des Alpes, notamment H217, 221, 222, 228 et 238.

La tranche inférieure à 200 mètres contient des syntaxons relevés au bord du *Tessin italien*.

7.2.4.5 Caractères de la station

Le graphe constituant la figure 7.13 met en relation la hauteur de la station par rapport au niveau des eaux moyennes et la présence de traces de crues; il est construit de la même manière que celui des syntaxons élémentaires arbustifs.

Afin de desserrer les points du nuage, H215 (*Calamagrostietum villosae*: H: 3,8 m., 0% crue) a été retiré des données de base.

Le graphe présente trois compartiments principaux:

Entre 0 et 1 mètre figurent 18 syntaxons élémentaires. Dix d'entre eux, installés entre 0 et 0,5 mètre (ainsi que h251) colonisent des stations présentant des inondations périodiques se produisant sans effet mécanique. Huit d'entre eux (entre 0,5 et 1 mètre) constituent des communautés pionnières et des mégaphorbiaies liées aux cours d'eau dynamiques (traces de crues présentes dans 50 à 100 % des cas).

Entre 1 et 2 mètres (niveau des terrasses alluviales inférieures ou moyennes) figurent 27 syntaxons dont 10 présentent des traces de crues dans 50 à 100% des cas; il s'agit principalement de mégaphorbiaies hygrophiles et de communautés pionnières des alluvions. La partie gauche de cette catégorie contient de nombreux syntaxons des forêts caducifoliées stables.

Entre 2 et 3 mètres (niveau des terrasses alluviales moyennes ou supérieures) figurent sur la droite quatre groupements pionniers des alluvions récentes. Sur la gauche figurent 22 syntaxons colonisant notamment les forêts caducifoliées et les stations sèches.

7.2.4.6 Répartition en fonction de l'humidité et de la teneur en substances nutritives du sol

La distribution des syntaxons herbacés en fonction de la moyenne des indices F et N (fig. 7.14 et 7.15) présente 5 groupes: 11 syntaxons occupent la partie inférieure gauche du graphe, à savoir le compartiment sec et maigre des zones alluviales (moyennes des indices N et F inférieures à 3). Outre les syntaxons connus comme caractéristiques de ces conditions (pelouses xérophiles), figurent H273 et H283 (*Epilobietum fleischeri*), communautés pionnières caractéristiques des alluvions sableuses et graveleuses.

Deux syntaxons de bas-marais tourbeux caractérisent le compartiment humide et pauvre en substances nutritives (étage alpin). Une roselière et un groupement fontinal occupent le compartiment inondé moyennement riche en substances nutritives. Quatre mégaphorbiaies et roselières nitrato-philes occupent la partie humide à inondée, riche en substances nutritives.

Le nuage de points du centre du graphe est présenté dans la figure 7.15 et présente 4 groupes: 19 syntaxons occupent le compartiment moyennement sec et modérément riche en substances nutritives (partie inférieure

gauche du graphe). Trois syntaxons occupent la partie humide modérément pauvre en substance nutritives. Trois autres syntaxons occupent la partie humide modérément riche en substances nutritives.

Le groupe restant contient 33 syntaxons, soit près de la moitié du nombre total de syntaxons herbacés; il représente le compartiment humide modérément riche à riche en substances nutritives (partie supérieure du graphe); on y trouve les mégaphorbiaies scia-philes, les groupements de sous-bois frais et ceux colonisateurs des bancs de sédiments.

7.2.5 Comparaison des trois types de syntaxons

7.2.5.1 Répartition géographique

En comparant la répartition des syntaxons A, B et H dans les régions naturelles de la Suisse (HESS et al. 1976, IMHOF 1978, HEGG et al. 1992), on constate que le nombre de syntaxons liés à une seule région est plus élevé chez les communautés herbacées (47 cas sur 77) que chez les communautés arbustives (12 cas sur 43) et arborescentes (8 cas sur 31). Les communautés herbacées sont donc plus nombreuses à se différencier géographiquement que les communautés ligneuses. Cette constatation est malaisée à comparer avec les données de la littérature car les ouvrages sur la flore ne traitent que de la répartition des espèces et ceux traitant de la végétation ne distinguent pas, au sein des associations forestières, les communautés ligneuses des communautés herbacées.

7.2.5.2 Répartition altitudinale

La répartition des syntaxons arborescents, arbustifs et herbacés forme un nuage orienté dans les trois cas selon un axe traversant transversalement le graphe de l'altitude et de l'indice T. Les valeurs moyennes d'altitude des syntaxons les plus élevés atteignent 1200 m dans le cas des syntaxons arborescents et 1800 m dans le cas des syntaxons arbustifs et herbacés, exception faite des bas-marais de l'étage alpin.

Dans les objets de l'inventaire des zones alluviales d'importance nationale, la couverture forestière arborescente ne dépasse guère l'altitude de 1400 mètres; dans les objets nos 185 (Craviz GR: 1420 m) et 155 (Campall TI: 1420 m), les peuplements arborescents appartenant aux syntaxons A23, A12 ou A21 présentent une hauteur de 10-12 m.

La Haute-Engadine fait exception à ce constat; l'objet 188: San Batrumieu, situé à 1670 m,

abrite encore des peuplements d'aulne blanc. Dans les autres régions, les fourrés de saules et d'aulne vert constituent les compartiments boisés des zones alluviales de l'étage subalpin.

De manière générale, la répartition altitudinale des peuplements arborescents semble présenter un *décalage vers le bas* (plusieurs centaines de mètres?) dans les systèmes alluviaux par rapport aux systèmes climaciques. Ce constat pourrait faire l'objet d'intéressantes investigations.

7.2.5.3 Caractères de la station

Les trois graphes mettant en relation la hauteur de la station par rapport au niveau du cours d'eau et le pourcentage de traces de crues présentent les invariants suivants:

Le premier compartiment (0-1 m) comporte *peu de syntaxons arborescents* en raison des facteurs écologiques limitant, non pas l'installation des arbres (voir chap. 8.2), mais bien leur développement (intensité des crues, durée des inondations) (MOOR 1958, ELLENBERG 1982). Ce compartiment abrite néanmoins des syntaxons arbustifs et herbacés, pour la plupart spécialisés dans la colonisation des stations neuves.

Le deuxième compartiment (1-2 m) comporte deux domaines:

- l'un est caractérisé par des traces de crues dans la minorité des cas et contient des *peuplements arborescents de frêne et des syntaxons arbustifs et herbacés à tendance climacique*,
- l'autre est caractérisé par des traces de crues plus fréquentes; des *syntaxons généralement alluviaux ou hygrophiles y sont présents*.

Le compartiment supérieur (situé à 2 m de hauteur au minimum par rapport au niveau du cours d'eau) comprend en majorité des syntaxons caractérisant les *stations stables ou climaciques* ainsi que quelques syntaxons herbacés pionniers des sédiments neufs dans le domaine présentant des traces de crues dans plus de la moitié des cas.

7.3 Analyse des relevés centroïdes des syntaxons élémentaires

Un relevé centroïde est un relevé synthétique d'un *syntaxon élémentaire* (ou d'un *coenotaxon élémentaire*); il est constitué de l'ensemble des espèces (ou des syntaxons

élémentaires) contenus dans le *syntaxon*, affectées chacune de leur fréquence relative et de leur abondance-dominance moyenne.

Le but de l'analyse des relevés centroïdes de *syntaxons élémentaires* est d'établir la *parenté floristique ou phytosociologique des syntaxons élémentaires*. Cette étape est appropriée lorsqu'une classification issue d'une analyse multivariable est retouchée (réarrangement des groupes de relevés) par l'intermédiaire d'une base de données telle *Phytobase*.

La parenté floristique est basée sur la composition en espèces végétales du *syntaxon élémentaire*. La parenté phytosociologique est basée sur la représentation des unités phytosociologiques (alliances, ordres ou classes) dans le cortège floristique du *syntaxon élémentaire*. Les résultats de ces deux approches sont comparés ci-dessous, dans le cas des *syntaxons A et a*.

Le résultat de l'analyse des relevés centroïdes se concrétise, dans le présent travail, par la définition de groupes phytosociologiques réunissant les *syntaxons* présentant des *descripteurs* et des caractères écologiques ou dynamiques communs.

7.3.1 Analyse des relevés centroïdes des syntaxons arborescents

7.3.1.1 Parenté floristique - Méthodes

Afin d'obtenir un seul coefficient pour les analyses multivariées, le coefficient attribué à chaque espèce d'un relevé centroïde est obtenu en divisant la somme des indices d'abondance-dominance du tableau de *syntaxon élémentaire* par le nombre de relevés du tableau (y compris ceux ne possédant pas l'espèce en question).

Remarque: si un *syntaxon élémentaire* est défini par un seul relevé, le coefficient brut d'abondance-dominance est utilisé dans le relevé centroïde (cas des *syntaxons élémentaires a014 et A037*). Dans ce cas, l'indice + est remplacé par 0,5 et l'indice r est remplacé par 0,1.

L'analyse multivariable du tableau de relevés centroïdes des *syntaxons A et a* a été conduite avec les mêmes procédés que pour la définition des *syntaxons élémentaires*. Quatre procédés distincts sont appliqués au tableau de base constitué de 31 objets (relevés centroïdes) et 42 descripteurs (espèces arborescentes).

Les sous-programmes utilisés dans le logiciel *Mulva-5* sont indiqués en lettres majuscules; les options suivantes ont été choisies:

Espèces	
OPEN:	pas de transformation scalaire des coefficients
	pas de transformation vectorielle
RESE:	matrice de ressemblance (<i>coefficient de van der Maarel</i>)
CLUS:	groupement agglomératif hiérarchique: <i>minimum variance clustering</i> constitution de 24 groupes
Relevés	
OPEN:	pas de transformation scalaire des coefficients
	vecteurs relevés normés à 1
RESE:	matrice de ressemblance (<i>coefficient de van der Maarel</i>)
CLUS:	groupement agglomératif hiérarchique: <i>minimum variance clustering</i> constitution de 12 groupes

Les options choisies pour la classification des relevés centroïdes sont issues, comme pour l'analyse des relevés synusiaux et phytocénologiques, de la comparaison des 4 classifications exposées au chapitre 6.4.3 (comparaison des coefficients de concentration, examen des tableaux de végétation).

L'utilisation du «*minimum variance clustering*» appliqué à une matrice de similarité (*coefficient de van der Maarel*) est possible bien qu'une matrice de distance (données métriques) soit requise par ce type de groupement agglomératif hiérarchique; en effet, le progiciel *Mulva-5* transforme les coefficients de similarités en distance au cours des opérations.

Le nombre de 12 groupes de relevés qui a été défini correspond aux principaux types de peuplements arborescents reconnaissables sur le terrain (choix empirique), à savoir les peuplements dominés par:

Salix alba
Pinus sylvestris
Populus nigra
Picea abies
Fagus sylvatica
Alnus incana
Salix elaeagnos et *Salix daphnoides*
Alnus glutinosa
Fraxinus excelsior et *Alnus incana*
Fraxinus excelsior seul ou associé à *Populus nigra* et *Salix alba*
Quercus robur
Quercus pubescens et *Q. robur*

La comparaison des valeurs du *chi carré* et du «*mean square contingency coefficient*» des classifications obtenues par les quatre procédés d'analyse donne les résultats présentés dans le tableau ci-dessous. Après comparaison des coefficients et des tableaux de végétation, la première option a été choisie.

		<i>chi sq</i>	<i>mean sq</i>
1.	Matrice espèces et relevés, <i>coefficient de van der Maarel</i>	479	0,210
2.	Analyse en coordonnées principales	479	0,210
3.	Analyse factorielle des correspondances	288	0,126
4.	Matrice espèces et relevés, produit croisé centré	409	0,179

7.3.1.2 Résultats

Les résultats se présentent sous la forme du dendrogramme issu du groupement agglomératif hiérarchique des relevés (fig. 7.16) et du tableau des relevés centroïdes des syntaxons A et a (tab. 7.9).

Le dendrogramme présente, dès le premier embranchement une séparation des peuplements de saule drapé (*Salix elaeagnos*), de saule faux-daphné (*S. daphnoides*) et d'aulne blanc (*Alnus incana*) de tous les autres syntaxons; le deuxième embranchement sépare les syntaxons dominés par les chênes et le frêne d'un groupe composite contenant tous les autres syntaxons et notamment les peuplements de pin sylvestre, des peuplements de saules, de peuplier noir, d'aulne noir et d'espèces climaciques.

Le tableau contient 12 groupes; le commentaire de la station est basé sur les données récoltées sur le terrain à l'occasion de la prise des relevés synusiaux.

Groupe no 1: *Salicetum elaeagno-daphnoidis*, *Alnetum incanae* s.l. Associations d'arbres à caractère hygrophile et pionnier (colonisation de stations jeunes). La station est alimentée en eau par le cours d'eau ou par ses affluents; un effet mécanique des crues intervient périodiquement au cours des stades juvéniles des peuplements. Les sédiments présentent en général une texture sableuse à graveleuse, limoneuse dans certains peuplements d'*Alnus incana*.

Groupe no 2: *Quercetum roboris*. Associations d'arbres à tempérament faiblement hygrophile et climacique. La station de ces associations est temporairement influencée par la nappe phréatique liée au cours d'eau, rarement par l'effet mécanique des crues.

Groupe no 3: *Fraxinetum excelsioris*, *Salici albae-Fraxinetum excelsioris* et *Populo nigrae-Fraxinetum excelsioris*. Associations d'arbres à caractère hygrophile. La station est alimentée en eau par le cours d'eau, par les affluents ou par les précipitations; sans effet mé-

canique de crues, les sédiments présentent généralement une texture fine (argileuse, limoneuse ou sableuse fine).

Groupe no 4: *Alno incanae-Fraxinetum excelsioris*. Associations d'arbres à composantes hygrophiles. La station est influencée par le cours d'eau ou par des affluents (alimentation hydrique, effet mécanique des crues atténué).

Groupe no 5: *Pinetum sylvestris*. Associations d'arbres à caractère xérophile et/ou continental. La station n'est pas ou est rarement influencée par le cours d'eau. Les sédiments présentent une texture grossière, filtrante (sableuse grossière à graveleuse).

Groupe no 6: *Piceetum abietis* et divers. Associations d'arbres à tempérament climatique dominant. La station n'est pas ou est faiblement influencée par le cours d'eau.

Groupe no 7: *Fagetum sylvaticae*. Associations d'arbres à tempérament climatique dominant. La station n'est pas ou est faiblement influencée par le cours d'eau.

Groupe no 8: *Salicetum albae*. Associations d'arbres à caractère hygrophile et pionnier. La station est alimentée en eau par le cours d'eau et ses affluents; un effet mécanique des crues intervient au cours des stades juvéniles des peuplements. Les sédiments présentent généralement une texture fine (limoneuse ou sableuse fine).

Groupe no 9: *Populetum nigrae*. Associations dominées par *Populus nigra*, espèce pionnière des bancs de gravier et se maintenant dans les peuplements alluviaux sous la forme d'une haute strate arborescente. Stations diverses.

Groupe no 10: *Salicetum elaeagni*. Association quasi-monospécifique de *Salix elaeagnos*. Station sèche, faiblement influencée par le cours d'eau. Sédiments à texture grossière, filtrante.

Groupe no 11: *Alnetum glutinosae*. Association quasi-monospécifique d'*Alnus glutinosa*, colonisatrice des dépressions humides à inondées, sur des sols à texture fine (argile) ou tourbeuse. Station influencée par le cours d'eau.

Groupe no 12: *Populetum tremulae*. Association rare dominée par *Populus tremula*. La station (une seule) n'est pas influencée par le cours d'eau.

En maints endroits, les transformations d'origine humaine dans le système alluvial ont modifié les facteurs hydriques et mécaniques

de la station. Comme GALLANDAT et al. (1993), on a admis que les peuplements d'arbres ont généralement été peu modifiés par ces transformations en raison de leur inertie de réaction.

La liste d'espèces du tableau de relevés centroïdes présente une majorité d'essences climaciques (environ deux tiers) dans la partie supérieure (tab. 7.9). Les espèces hygrophiles et alluviales occupent le tiers inférieur de la liste. Des espèces telles que *Fraxinus excelsior*, *Alnus incana*, *Salix elaeagnos* sont présentes dans les deux tiers des groupes phyto-écologiques décrits ci-dessus; cette présence démontre l'amplitude écologique et stratégique de ces essences.

7.3.2 Analyse des relevés centroïdes des ayntaxons arbustifs

7.3.2.1 Méthodes

L'analyse multivariable a été effectuée selon le même procédé que pour les relevés centroïdes des syntaxons A et a, soit un groupement agglomératif hiérarchique (*clustering*) des relevés et des espèces et l'utilisation, sans transformation, des coefficients numériques du tableau original.

La première étape a consisté à définir le nombre de groupes de relevés.

Lors de l'analyse des relevés centroïdes des syntaxons A et a, le nombre de groupes avait été fixé à 12 d'une manière empirique. Le nombre d'associations végétales étant moins clair pour les syntaxons B et b, le graphique des niveaux de fusion du dendrogramme a été établi afin d'aider à la décision (voir fig. 7.17).

La deuxième étape, le groupement agglomératif hiérarchique proprement dit, s'est effectuée selon les options suivantes du progiciel *Mulva-5*.

Espèces

OPEN:	pas de transformation scalaire des coefficients
RESE:	pas de transformation vectorielle
CLUS:	matrice de ressemblance (<i>coefficient de van der Maarel</i>)
	groupement agglomératif hiérarchique: <i>minimum variance clustering</i>
	constitution de 51 groupes

Relevés

OPEN:	pas de transformation scalaire des coefficients
RESE:	vecteurs relevés normés à 1
CLUS:	matrice de ressemblance (<i>coefficient de van der Maarel</i>)
	groupement agglomératif hiérarchique: <i>minimum variance clustering</i>
	constitution de 17 groupes

La comparaison des valeurs du *chi carré* et du «*mean square contingency coefficient*» des classifications obtenues par 4 procédés d'analyse donne les résultats suivants:

		<i>chi sq</i>	<i>mean sq</i>
1.	Matrice espèces et relevés: <i>coefficient de van der Maarel</i>	2530	0,211
2.	Analyse en coordonnées principales	2521	0,210
3.	Analyse factorielle des correspondances	1572	0,131
4.	Matrice espèces et relevés: produit croisé centré	2003	0,167

La classification choisie (no 1) possède, avec la classification no 2, le meilleur coefficient et par conséquent le meilleur taux de concentration des espèces à l'intérieur des groupes de relevés.

7.3.2 Parenté floristique des syntaxons élémentaires B et b

Les résultats se présentent sous la forme du dendrogramme issu du groupement agglomératif hiérarchique des relevés (fig. 7.18) et du tableau des relevés centroïdes des syntaxons B et b (tab. 7.10).

L'embranchement 1 sépare les syntaxons des classes 53, 55 et 56 (et secondairement des classes 49, 57 (Al 298) et 58) de ceux de la classe 57.

La branche supérieure contient les syntaxons arbustifs mésophiles à hygrophiles dont la majorité sont colonisateurs de sédiments neufs, alors que les associations arbustives mésophiles à xérophiles des stations stables (sans rajeunissement périodique par les crues) sont attachées à la branche inférieure. Cette limite est bien marquée, tant dans le dendrogramme et le tableau de relevés que dans la nature; elle est due à des groupes d'espèces différentes aux exigences écologiques et aux stratégies d'implantation bien distinctes (voir chap. 8 et 9). Il existe peu de groupements de transition comportant les éléments des deux composantes.

L'embranchement 2 sépare 8 syntaxons relevant de l'alliance 291 (*Salicion elaeagni*) auquel est associé B101 (stade de croissance de l'*Alnetum incanae*). Ces syntaxons colonisent les bancs de sédiments neufs des cours d'eau des étages collinéen supérieur et montagnard.

La partie inférieure de l'embranchement 2 contient 11 syntaxons de diverses appartenances phytosociologiques:

- l'alliance 298 (*Salici elaeagni-Hippophaeion rhamnoidis* CL57) réunissant les associations à *Hippophae rhamnoides*.
- l'alliance 290 (*Salicion triandrae* CL55) contenant les associations à *Salix viminalis*.
- l'alliance 287 (*Ribo nigri-Salicion cinerea* CL53) contenant les associations à *Salix cinerea*.
- les alliances 293 (*Betulo pubescenti-Alnion viridis* CL56) et 294 (*Salicion lapponi-glaucosericeae* CL56) contenant les fourrés d'aulne vert et de saules subalpins (notamment *Salix hegetschweileri* et *S. pentandra*).
- l'alliance 317 (*Fraxino excelsioris-Alnion glutinosae* CL58) contenant les fourrés de *Salix alba* et de *S. alba x fragilis*.
- l'alliance 275 (*Rhododendro ferruginei-Vaccinion myrtilli* CL49) contenant les associations subalpines colonisant les moraines et les bancs d'alluvions.
- l'alliance 291 (*Salicion elaeagni* CL55) contenant un seul syntaxon (fourrés subalpins de *Salix daphnoides* et *Larix decidua*).
- la communauté basale de *Rubus fruticosus*.

L'embranchement 3 sépare, dans sa partie supérieure, 8 syntaxons relevant de l'alliance 297 (*Ribesa alpini-Viburnion lantanae* CL57). Ces syntaxons colonisent le sous-bois des forêts alluviales humides à fraîches et les stations sèches (steppes alluviales, pinèdes).

La partie inférieure de l'embranchement 3 contient diverses associations d'arbustes, relevant, pour la plupart, de l'ordre 106 (*Crataego laevigatae-Sambucetalia nigrae* CL57). C'est le cas des syntaxons 145, 138, 137, 131, 139 et 146 pour lesquels l'attribution d'une alliance (par exemple AL302, *Salici cinerea-Viburnion opuli*) reste insuffisamment fondée floristiquement (voir chap. 7.2.3). L'ordre 106 est également représenté par l'alliance 299 contenant le syntaxon montagnard B131, par l'alliance 301 (*Humulo lupuli-Sambucion nigrae* CL57) qui contient les syntaxons 135 et 136 et par l'alliance 303 (*Lonicero nigrae-Coryletum avellanae*) qui contient le syntaxon 133.

Hors de l'ordre 106, on trouve encore dans cet embranchement l'alliance 291 (*Salicion elaeagni*) contenant le syntaxon 114 (*Sorbo aucupariae-Salicetum daphnoidis*) et un groupe réunissant des communautés basales arbustives (sans valeur syntaxonomique).

Le tableau de relevés centroïdes contient 17 groupes; bien qu'il eut été possible de les dé-

crire les 17, il a été jugé qu'un tel commentaire ne différerait que peu de celui attaché à chacun des 43 syntaxons de base (décrits dans la base de données *Phytobase*); les espèces de buissons et d'arbustes concernés présentant, pour la plupart, une large répartition et un pouvoir de différenciation relativement réduit, un commentaire plus synthétique du tableau sous la forme de seulement 6 groupes phyto-écologiques principaux a été défini. Ces «*supergroupes*» sont délimités dans le tableau 7.10 par des traits épais.

Groupe no 1: Fourrés d'arbustes colonisateurs des dépressions humides. La texture des sédiments est fine ou tourbeuse. Bras morts, rives de lacs de retenue à nappe phréatique superficielle et marais de l'étage collinéen (la communauté basale à *Rubus fruticosus* n'est pas commentée).

Groupe no 2: Fourrés d'arbustes, pour la plupart de grande taille, constituant le sous-bois ou le manteau des forêts alluviales. Stations fraîches à humides des terrasses alluviales stables des cours d'eau des étages collinéen et montagnard.

Groupe no 3: Fourrés d'arbustes, pour la plupart de petite taille, constituant le sous-bois ou le manteau des forêts alluviales. Stations fraîches des terrasses alluviales stables ou soumises à l'effet des crues des cours d'eau des étages collinéen et montagnard. Ce groupe contient les fourrés séchards des levées de sédiments grossiers (steppes alluviales).

Groupe no 4: Fourrés de saules colonisant les bancs de sédiments fins et les terrasses alluviales humides des cours d'eau et des lacs de retenue de l'étage collinéen. Inondations et crues périodiques.

Groupe no 5: Fourrés de saules colonisant les bancs de sédiments grossiers et les terrasses alluviales des cours d'eau des étages collinéen supérieur et montagnard. Inondations et crues périodiques (érosion, sédimentation).

Groupe no 6: Fourrés de saules (et d'autres arbustes) colonisant les bancs de sédiments grossiers et les terrasses alluviales sableuses ou limoneuses des cours d'eau de l'étage subalpin. Inondations et crues périodiques (érosion, sédimentation).

7.3.3 Analyse des relevés centroïdes des syntaxons herbacés

7.3.3.1 Méthodes

L'analyse multivariable a été effectuée selon le même procédé que pour les relevés centroïdes

des syntaxons arborescents et arbustifs, à savoir un groupement agglomératif hiérarchique (*clustering*) des relevés et des espèces et l'utilisation sans transformation des coefficients numériques du tableau original (non présenté ici).

Le graphique des niveaux de fusions du dendrogramme a été établi afin de définir le nombre de groupes à former avec les 77 relevés centroïdes (voir fig. 7.19).

La deuxième étape, le groupement agglomératif hiérarchique proprement dit s'est effectuée selon les options suivantes du progiciel *Mulva-5*:

Espèces

- OPEN: pas de transformation scalaire des coefficients
pas de transformation vectorielle
- RESE: matrice de ressemblance (*coefficient de van der Maarel*)
- CLUS: groupement agglomératif hiérarchique: *minimum variance clustering*
constitution de 84 groupes

Relevés

- OPEN: pas de transformation scalaire des coefficients
vecteurs relevés normés à 1
- RESE: matrice de ressemblance (*coefficient de van der Maarel*)
- CLUS: groupement agglomératif hiérarchique: *minimum variance clustering*
constitution de 42 groupes

Un nombre relativement élevé de groupes de relevés a été choisi (42) en raison de la *diversité floristique importante* des syntaxons élémentaires herbacés. Les 650 espèces ont été réparties dans 84 groupes (le double du nombre de groupes de relevés). Afin de diminuer les dimensions du tableau, un tiers seulement des espèces constituant les 84 groupes d'espèces a été retenu dans la présentation finale du tableau 7.11.

Remarque: la comparaison du *chi carré* et du «*mean square contingency coefficient*» des classifications obtenues par 4 procédés d'analyse différents donne les résultats suivants:

		<i>chi sq</i>	<i>mean sq</i>
1.	Matrice espèces et relevés: <i>coefficient de van der Maarel</i>	27'734	0,197
2.	Analyse en coordonnées principales	28'089	0,200
3.	Analyse factorielle des correspondances	9'453	0,067
4.	Matrice espèces et relevés: produit croisé centré	20'939	0,149

Les classifications no 1 et no 2 qui possèdent le meilleur coefficient, présentent le meilleur taux de concentration des espèces à l'intérieur

des groupes de relevés. En raison de la très faible différence avec l'analyse en coordonnées principales et afin d'employer la même méthode d'analyse pour les 3 types de synusies (A, B et H), le double groupement agglomératif hiérarchique (espèces et relevés) basé sur la matrice de ressemblance calculée selon le coefficient de van der Maarel est choisi pour classer les centroïdes des syntaxons H.

7.3.3.2 Parenté floristique des ayntaxons élémentaires H et h

Les résultats se présentent sous la forme du dendrogramme issu du groupement agglomératif hiérarchique des relevés (fig. 7.20) et du tableau des relevés centroïdes des syntaxons H et h (tab. 7.11).

La structure du dendrogramme des relevés

Classe 04	<i>Nasturtietea officinalis</i>	associations d'hélophytes hydrophiles
Classe 05	<i>Montio fontanae-Cardaminetea amarae</i>	associations d'hémicryptophytes hydrophiles des sources
Classe 16	<i>Thlaspietea rotundifolii</i>	associations de plantes vivaces des éboulis et des alluvions
Classe 30	<i>Salicetea herbaceae</i>	associations des combes à neige de l'étage alpin
Classe 35	<i>Festuco valesiacae-Brometea erecti</i>	pelouses calcicoles xérophiles
Classe 36	<i>Caricetea nigrae</i>	bas-marais tourbeux à paratourbeux, oligotrophes à mésotrophes
Classe 37	<i>Anemona nemorosae-Caricetea sylvaticae</i>	associations hémicryptophytiques et géophytiques intraforestières
Classe 39	<i>Trifolio medii-Geranietea sanguinei</i>	associations des ourlets hémisciaphiles des sols neutrobasiques oligotrophes à mésotrophes
Classe 40	<i>Agrostio stoloniferae-Arrhenatheretea elatioris</i>	associations hémicryptophytiques des prairies fauchées mésophiles à hygrophiles
Classe 41	<i>Onopordetea acanthi</i>	associations d'hémicryptophytes et de géophytes rudérales, subnitrophiles, xérophiles à mésophiles, plutôt thermophiles.
Classe 42	<i>Galio aparine-Urticetea dioicae</i>	associations hémicryptophytiques des sols eutrophes, mésophiles ou hygrosociaphiles
Classe 43	<i>Cicerbito alpinae-Aconitetea napelli</i>	associations des mégaphorbiaies montagnardes et subalpines
Classe 44	<i>Filipendulo ulmaria-Calystegietea sepium</i>	associations de mégaphorbiaies planitiaires à collinéennes
Classe 45	<i>Phragmitii australis-Caricetea elatae</i>	associations de grandes plantes hydrophiles sur des sols mésotrophes à eutrophes, parfois tourbeux, toujours neutroclines.

D'autres classes phytosociologiques sont représentées dans les 650 espèces constituant les synusies herbacées. Par exemple, la classe des *Stellarietea mediae* (classe 9: thérophytes des sols eutrophes à mésotrophes) est présente, mais jamais dominante dans les syntaxons décrits.

Le dendrogramme des relevés centroïdes H et h est présenté tel quel avec l'indication des

centroïdes H est plus complexe à interpréter que celle des relevés centroïdes A et B. Cette complexité est liée à la «définition floristique floue» des syntaxons herbacés en zone alluviale, caractéristique déjà mise en évidence par plusieurs auteurs, et notamment par PAUTOU et WUILLOT (1989) et GALLANDAT et al. (1993). De nombreux syntaxons sont caractérisés par un faible nombre d'espèces différentielles strictes, un développement incomplet de l'ensemble taxonomique normal (GILLET et al. 1991), une importante diversité spécifique intrasyntaxon et à la présence de nombreux groupes d'espèces «opportunistes» présents dans plusieurs syntaxons.

La majorité des 77 syntaxons élémentaires H relèvent des classes phytosociologiques suivantes:

classes auxquelles appartiennent les syntaxons. La structure des données et les composantes floristiques principales ressortent mieux de l'examen du tableau de végétation (tab 7.11) et de l'interprétation des groupes de relevés.

L'examen du tableau des 77 relevés centroïdes H et h, basé lui-même sur le dendrogramme, permet la définition de groupes de relevés à comportement écologique et à composante

phytosociologique proches. Comme dans le cas des relevés centroïdes des syntaxons arbustifs, on a réduit le nombre de groupes requis lors de l'analyse multivariable (42) afin d'obtenir une vue synthétique; 22 groupes phyto-écologiques délimités par un trait épais sont présentés ci-dessous dans l'ordre où ils figurent dans le tableau de végétation:

Groupe no 1: Associations de plantes hygrophiles de bas-marais, de combe à neige et de bord d'eau calme de l'étage alpin. Nappe d'eau superficielle, sols acidoclines à acidophiles. Représentation des classes 30 et 36.

Groupe no 2: Association ouverte colonisatrice des sables des levées alluviales. Importante sécheresse printanière et estivale. Etage collinéen, pas de crue. Classe 26.

Groupe no 3: Associations de plantes pionnières des bancs de gravier et de sable (levées alluviales) caractérisés par une sécheresse estivale. Etage collinéen. Pas de crues. Représentation des classes 16, 35 et 41.

Groupe no 4: Associations de plantes pionnières colonisatrices des bancs de gravier et de sable (levées alluviales et des bancs de sédiments du lit principal du cours d'eau). Conditions mésophiles avec tendance à la sécheresse estivale. Etage collinéen, montagnard et subalpin. Crues. Importante diversité floristique et syntaxonomique. Représentation des classes 16, 35, 39 et 40.

Groupe no 5: Associations de plantes vivaces hygrophiles colonisant les dépressions tourbeuses inondées et les bancs de sable humides de l'étage collinéen. Classes 4, 36, 45.

Groupe no 6: Associations d'hélophytes (roselière et prairies à grandes laiches) des bas-marais et des bords de lac de l'étage collinéen. Classe 45.

Groupe no 7: Associations d'hélophytes («roselières alluviales») et de hautes herbes (mégaphorbiaie) des stations humides et eutrophes sur sédiments limoneux ou limono-argileux des cours d'eau ou des lacs de retenue de l'étage collinéen. Classes 42, 44.

Groupe no 8: Associations intraforestières de hautes herbes (mégaphorbiaie) des stations humides et ombragées de l'étage montagnard. Classes 42 à 44.

Groupe no 9: Associations pionnières spécialisées de hautes graminées des bancs de sable du lit principal des cours d'eau, liée aux vastes zones alluviales dynamiques de l'étage collinéen supérieur. Classe 16.

Groupe no 10: Associations colonisatrices des dépressions humides et des sols compacts des stations ombragées (intraforestières) ou ouvertes des étages collinéen et montagnard. Classe 5 et 40.

Groupe no 11: Associations sciaphiles de plantes rampantes mésohygrophiles eutrophes intraforestières des stations collinéennes et montagnardes. Classe 5.

Groupe no 12: Association hydrophile des sources et des plans d'eau calme. Classe 5.

Groupe no 13: Associations sclaphiles intraforestières des stations thermophiles à mésophiles des étages collinéen et montagnard. Pas de crue. Stations climaciques. Classes 37 et 39.

Groupe no 14: Associations hémisciaphiles et intraforestières des stations collinéennes fraîches à mésohygrophiles. Synusies vernalles. Pas de crue. Stations climaciques. Classe 37.

Groupe no 15: Associations de hautes herbes des zones ouvertes ou des zones intraforestières colonisant les stations humides des étages collinéen et montagnard sur sol eutrophe. Classe 44.

Groupe no 16: Associations hémisciaphiles intraforestières des sols frais et stables sur substrat acide à l'étage collinéen. (Sud des Alpes et Est de la Suisse). Classe 37.

Groupe no 17: Association intraforestière climacique de l'étage montagnard. Classe 43.

Groupe no 18: Associations hémisciaphiles souvent intraforestières colonisatrices des sédiments neufs déposés par les crues. Sols bruts, secs, limoneux ou sableux. Etages collinéen et montagnard. Associations riches en espèces, notamment en graminées. Classes 37, 38, 40, 41, 42 et 44.

Groupe no 19: Associations intraforestières colonisant des stations climaciques fraîches à mésophiles. Station stable, climacique. Pas de crue. Classes 37, 45.

Groupe no 20: Association de hautes herbes, riche en néophytes, des stations perturbées (terrassement, assèchement) sur sols eutrophes. Etage collinéen. Classe 44.

Groupe no 21: Communauté basale colonisant les eaux calmes et claires, faiblement profondes. Cours d'eau des étages collinéen et montagnard. Classe 40.

Groupe 22: Communautés basales diverses.

7.3.4 Conclusion

L'analyse des relevés centroïdes des syntaxons élémentaires met en évidence leur **parenté floristique ou phytosociologique**; cette dernière apparaît lors de l'examen des dendrogrammes et des tableaux. L'examen du dendrogramme issu de données peu nombreuses et à structure peu complexe (cas des syntaxons arborescents et arbustifs) est très informatif grâce à la structure dichotomique facilitant la lecture. Dans le cas de données nombreuses à structure complexe (cas des syntaxons herbacés), l'examen du dendrogramme ne suffit pas; l'analyse des concentrations et le réarrangement des groupes de relevés et de descripteurs le long d'un gradient (WILDI et ORLOCCI 1990, WILDI 1994) au cours de l'élaboration du tableau constituent une étape supplémentaire indispensable pour établir les parentés de ces syntaxons.

Une autre utilité des relevés centroïdes est la réduction de la taille des données qui améliore la lisibilité des résultats et l'aspect **synoptique** de la classification tout en conservant les informations essentielles contenues dans les tableaux phytosociologiques de base.

Le résultat de l'analyse des relevés centroïdes

<i>Objet phytosociologique</i>		<i>Taxon phytosociologique élémentaire</i>		<i>Taxon phytosociologique hiérarchique fondamental</i>
Synusies	->	syntaxons élémentaires	->	associations
Phytocénoses	->	coenotaxons élémentaires	->	coenassociations
Caténas	->	géosigmataxons élémentaires	->	géosigmassociations

La comparaison des coenotaxons élémentaires avec la littérature phytosociologique a été faite avec les trois monographies consultées issues de la phytosociologie synusiale, à savoir GILLET (1986), JULVE et GILLET in FALINSKI (1994) et GALLANDAT et al. (1995); il n'existe pas encore, en phytosociologie synusiale intégrée, de système de classification des coenotaxons permettant de placer et hiérarchiser les coenassociations sur la base de syntaxons caractéristiques; ce système existe pour les syntaxons élémentaires (JULVE 1993) et il a été largement utilisé dans la typologie des synusies.

Dans les trois ouvrages cités ci-dessus, seuls 3 coenotaxons ont été identifiés à des coenassociations connues car aucun d'entre eux n'est centré sur la végétation alluviale. Seuls JULVE et GILLET (1994) décrivent quelques phytocénoses en forêts humides.

Ce travail aurait donc pu déboucher sur la **définition de nombreux nouveaux coenotaxons**

se concrétise, dans le présent travail, par la définition de groupes phyto-écologiques réunissant les syntaxons qui présentent des descripteurs et des caractères écologiques ou dynamiques communs; la prise en considération de tels groupes phyto-écologiques est nécessaire pour réduire la diversité des syntaxons lors du passage aux niveaux d'intégration supérieurs (classification et interprétation des phytocénoses et des caténas).

7.4 Typologie des phytocénoses

7.4.1 Introduction

La typologie des phytocénoses aboutit à la définition des coenotaxons élémentaires, unités typologiques situées entre les syntaxons et les géosigmataxons élémentaires. Elle se fonde sur **327 relevés phytocénologiques**. Les opérations d'ordination et de groupement ont abouti à la définition de **134 coenotaxons élémentaires**.

La correspondance des termes utilisés se présente comme suit:

élémentaires. Nous avons jugé que cette démarche dépassait les objectifs de cette étude; l'intégration de nos données pourra intervenir ultérieurement dans le cadre d'une compilation plus générale des données de la phytosociologie synusiale et, une fois validés, les syntaxons proposés comme associations végétales.

De même, la hiérarchisation des coenotaxons élémentaires n'a pas été opérée car elle nécessitait de créer le système hiérarchique (en collaboration avec les autres botanistes pratiquant l'approche synusiale).

Cette tâche dépassait également les buts fixés; la réunion des coenotaxons dans des unités supérieures sera faite ultérieurement, elle pourra se baser notamment sur l'analyse des relevés centroïdes (voir chap. 7.5) et aura pour effet de «réduire», ou plutôt d'ordonner cette diversité dans un système de coenassociations, de coenalliances, etc.

Une comparaison avec les données de la phytosociologie sigmatiste (voir les ouvrages cités au début du chapitre 7.2) débouche sur les obstacles méthodologiques suivants:

- La méthode appliquée pour les relevés phytocénologiques sur le terrain a distingué, dans chaque catégorie de synusie, deux sous-strates hautes et basses, aussi bien dans les strates arborescentes (synusies A et a) qu'arbustives (B et b) ou herbacées (H et h). Cette distinction n'est généralement pas opérée dans les relevés effectués selon la méthode classique.
- La présence de mosaïques a été notée et décrite dans des relevés synusiaux séparés, notamment dans les communautés herbacées. De même, cette distinction n'est généralement pas opérée dans les relevés effectués selon la méthode classique.
- Du fait de la prise de relevés séparés, les aires minimales, les limites des synusies et l'appréciation de l'homogénéité floristique des relevés synusiaux sont définies sur d'autres critères que dans le cas des relevés classiques. Ces différences méthodologiques sont particulièrement marquées dans le cas des relevés en forêt qui constituent la forte majorité des situations décrites dans le présent travail.

Les différences méthodologiques auraient pu être contournées par une «recomposition» des données sous la forme de listes d'espèces que l'on aurait comparées avec les données de la bibliographie (données en présence-absence). Les résultats escomptés issus d'une telle démarche et l'effort nécessaire ont été jugés inopportuns, compte tenu des buts assignés à cette étude, à savoir la *description de la dynamique*.

7.4.2 Méthodes

Les coenotaxons élémentaires sont décrits sur la base de 327 relevés phytocénologiques comportant 151 descripteurs (syntaxons: 31 A, 43 B, 77 H). Un tel tableau présentant des dimensions importantes, les analyses multivariées ont porté sur des fichiers partiels, au même titre que les analyses des synusies herbacées et arbustives; les relevés de phytocénoses ont été distribués dans les quatre régions naturelles présentées au chapitre 6.6 et les tableaux sont présentés tels qu'ils ont été produits par le progiciel *Mulva-5*.

Pour rappel (voir le détail des méthodes dans le chap. 6.6), les options de calcul choisies pour la classification des phytocénoses étaient les suivantes pour les 4 fichiers de base:

- Descripteurs traités en présence-absence.
- Groupement agglomératif hiérarchique des relevés (*coefficient de van der Maarel*).
- Groupement agglomératif hiérarchique des descripteurs (*coefficient de van der Maarel*).

Les résultats intermédiaires (avant le transfert des relevés phytocénologiques dans la base de données *Phytobase* et le changement de groupe de certains relevés) se présentent sous forme de 4 tableaux:

Tab. 7.12	Tableau des relevés phytocénologiques du Plateau (113 ϕ / 90 syntaxons élémentaires: 45 groupes de relevés, 45 groupes de descripteurs) (ϕ = symbole de phytocénose)
Tab. 7.13	Tableau des relevés phytocénologiques du Nord des Alpes (57 ϕ / 61 syntaxons élémentaires: 26 groupes de relevés, 30 groupes de descripteurs)
Tab. 7.14	Tableau des relevés phytocénologiques des Alpes centrales (118 ϕ / 91 syntaxons élémentaires: 44 groupes de relevés, 45 groupes de descripteurs)
Tab. 7.15	Tableau des relevés phytocénologiques du Sud des Alpes (39 ϕ / 70 syntaxons élémentaires: 12 groupes de relevés, 35 groupes de descripteurs)

N.B: Pour la lecture des 4 tableaux, l'indice 6 apparaît pour une raison purement technique; il doit être traduit en indice 5.5.

Les quatre tableaux présentent une diagonale marquée dont l'interprétation à l'aide de critères phytosociologiques, écologiques ou dynamiques est malaisée en raison de l'hétérogénéité de nombreux groupes de relevés et du peu de descripteurs communs permettant d'établir des liens (hiérarchiques ou de ressemblance) entre les groupes de relevés. Certains groupes de relevés présentent une **homogénéité intragroupe** permettant d'établir une base typologique.

La typologie a été effectuée sur la base de l'examen successif des quatre tableaux; la classification des phytocénoses s'est établie en privilégiant la combinaison des synusies ligneuses dominantes et des synusies herbacées dominantes; les syntaxons arbustifs revêtent généralement une importance secondaire dans la typologie (sauf s'ils constituent la strate dominante de la phytocénose) et la dénomination des coenotaxons. Les critères suivants ont été appliqués:

- La création d'un coenotaxon à partir de deux relevés est justifiée par la présence de **2 descripteurs communs au minimum**. Dans le cas des synusies herbacées, les descripteurs sont communs s'ils appartiennent

nent à la même association végétale ou au même syntaxon élémentaire. Dans le cas des synusies ligneuses, les descripteurs sont communs s'ils contiennent la même essence dominante.

- L'assignation de relevés (ou de groupes de relevés) à des coenotaxons existants est basée sur les critères ci-dessus.
- Les nouveaux coenotaxons sont constitués de relevés dont le nombre de descripteurs communs est inférieur à 2 syntaxons (1A, 1H) et dont le coefficient de ressemblance est inférieur à 0,1 avec les coenotaxons existants.

7.4.3 Résultats

La classification proposée se compose de 134 coenotaxons se répartissant dans 20 formations végétales sommairement définies par l'essence ligneuse dominante ou, pour les communautés herbacées, par un terme général décrivant la formation végétale.

Formations végétales	Nombre de coenotaxons
Roselières et groupements d'hélophytes	5
Communautés pionnières des alluvions	6
Mégaphorbiaies	7
Fourrés alluviaux de myricaire et/ou d'argoursier	2
Pelouses xérophiles	3
Fourrés xérophiles divers	7
Fourrés de saule cendré	1
Fourrés de saule des vanniers	6
Fourrés et forêts de saule blanc	15
Fourrés et forêts de saule drapé	19
Fourrés d'aulne vert et de saules subalpins	4
Fourrés et forêts d'aulne blanc	15
Fourrés et forêts d'aulne noir	4
Forêts de peuplier noir	3
Forêts de frêne	12
Forêts de chênes	5
Forêts de pin sylvestre	6
Forêts de hêtre	4
Forêts d'épicéa	6
Bas-marais et pelouse de l'étage alpin	4

Les coenotaxons constituant ces 20 groupes constituent le tableau 7.16.

En l'absence d'un système syntaxonomique, la classification des coenotaxons dans les unités supérieures ne peut être présentée; l'analyse des relevés centroïdes des coenotaxons élémentaires, basée sur la représentation des alliances phytosociologiques dans les coenotaxons constitue une approche sur laquelle pourra se baser une hiérarchisation sommaire des coenotaxons (voir chap. 7.5).

7.4.4 Caractères de la station

Le graphe mettant en relation la hauteur de la station par rapport au niveau des eaux moyennes et la présence de traces de crues (fig. 7.21) est construit de la même manière que pour les syntaxons élémentaires.

Afin de desserrer le nuage de points, trois coenotaxons ont été retirés des données de base:

CoE1030 *Poo trivialis-Salicicoenetum albae*
(H: 7 m, crues: 0%)

CoE1053 *Melico nutantis-Salicicoenetum elaeagni* (H: 7 m, crues: 0%)

CoE1104 *Maianthemo bifolii-Fagocoenetum sylvaticae* (H: 4,8 m, crues: 0%)

Les deux premiers coenotaxons colonisent des stations hors du système alluvial du cours principal (cônes d'alluvions d'affluents). CoE1104, constitué sur la base de 3 relevés, colonise des hautes terrasses alluviales de l'objet 18 (2 rel.) et 62 (1 rel.).

La figure 7.22 présente, à l'aide d'histogrammes circulaires, la répartition des 131 coenotaxons dans les divers compartiments définis.

Entre 0 et 1 mètre (niveau du lit principal et de la première terrasse alluviale) figurent 53 coenotaxons répartis à raison de 29 dans le compartiment présentant 50 à 100% de crues (borne inférieure comprise) et de 24 coenotaxons dans l'autre. Les principaux types de coenotaxons figurent dans les histogrammes circulaires. Dans ces histogrammes, seules les catégories de coenotaxons représentés à plus d'un exemplaire sont mentionnés. Le compartiment «n=29» comporte diverses formations à bois tendre ainsi que des communautés pionnières des alluvions. Le compartiment «n=24» contient les formations des étages subalpin et alpin ainsi que les forêts d'aulne noir et de saule blanc.

Le compartiment situé entre 1 et 2 mètres et correspondant aux première et deuxième terrasses alluviales abrite une majorité de formations d'essences à bois tendre, notamment dans le compartiment caractérisé par 50 à 100

% de fréquence des traces de crue; le compartiment de gauche comporte, quant à lui, des forêts de frêne et des forêts de chênes.

Dans la tranche de niveau de 2 à 3 mètres (terrasses supérieures) figurent encore deux forêts de saule blanc et quatre forêts d'aulne blanc ainsi que des forêts de chênes et de frêne. Les formations xérophiles (fourrés et pelouses) et les forêts de pin sylvestre figurent également dans ce compartiment, de même que les forêts de hêtre.

Le compartiment situé à plus de 3 mètres d'altitude par rapport au cours d'eau est occupé par 10 coenotaxons parmi lesquels se trouvent les forêts d'épicéa et trois types de forêts de frêne.

7.4.5 Répartition altitudinale

La répartition altitudinale des coenotaxons élémentaires figure sur l'histogramme de la figure 7.23. 90 coenotaxons (67%) présentent une altitude moyenne inférieure ou égale à 600 mètres et sont donc typiquement colliniens à planitiaires. L'intervalle compris entre 600 et 1200 mètres contient 31 coenotaxons (23%); 13 coenotaxons présentent une moyenne altitudinale supérieure à 1200 mètres.

L'histogramme présente une ressemblance avec celui présentant la répartition altitudinale des 165 objets de l'inventaire provisoire de KUHN et AMIET (1988); il est difficile à ce stade d'en tirer des conclusions concernant la représentativité de notre échantillonnage ou sur la diversité des communautés alluviales; ce point sera repris dans la discussion au chapitre 9.

7.4.6 Répartition géographique

La répartition des 134 coenotaxons (tab. 7.17) dans les quatre régions naturelles étudiées (IMHOF 1978) montre que 109 d'entre eux sont attachés à une seule région, 24 le sont à deux régions et un seul (*CoE 1021 Geranio robertiani-Alnocoenotum incanae*) est présent dans trois régions, à savoir les Alpes dans leur ensemble. *Aucun coenotaxon n'est présent dans les quatre régions naturelles.*

Cette caractéristique tient vraisemblablement à une définition assez fine des coenotaxons, liée elle-même au nombre relativement important de syntaxons élémentaires, notamment herbacés. La hiérarchisation des coenotaxons en coenassociations et en coenalliances permettrait d'obtenir une vision plus synthétique de la répartition géographique.

7.4.7 Conclusion

Le tableau contenant les relevés du Plateau présente la plus forte hétérogénéité intra-groupe et intergroupe; ce constat se fonde sur la «largeur» de la bande de données constituant la diagonale, comparée à celle, plus étroite, présentée dans les trois autres tableaux. Du point de vue pratique, cette situation caractérise une différenciation des coenotaxons plus faible dans les relevés du Plateau que dans les autres régions naturelles. A titre d'hypothèse, on pourrait mettre en relation la largeur de la bande de données avec le gradient discontinu (palier) des relevés phytosociologiques récents présentés par GALLANDAT et al. (1993) et GOBAT (1995) et que ces auteurs interprètent comme une banalisation des phytocénoses alluviales.

Un élément remarquable réside, à l'issue de ce chapitre, dans la diversité des coenotaxons, notamment de ceux présentant une strate supérieure dominée par le saule blanc, le saule drapé, l'aulne blanc ou le frêne. Cette diversité dépasse celle habituellement décrite dans la littérature concernant les *Salicetea purpurea* et l'*Alo-Ulmion* de la phytosociologie classique et même celle mise en évidence lors de la cartographie de la végétation (GALLANDAT et al. 1993) qui fait pourtant usage de nombreuses variantes. Cette diversité s'exprime, dans l'approche synusiale, grâce à la combinaison des diverses synusies lors du passage au niveau d'intégration supérieur. Pour les forêts d'essences à bois tendre, LHOTE (1985 a) avait déjà constaté que ces formations constituaient des *correfours floristiques* entre le stade pionnier (indispensable à l'installation des semis), le stade «mature» où l'association est développée à l'optimum et le stade «sénile» où l'influence du climax devient plus importante.

7.5 Analyse des relevés centroïdes des coenotaxons élémentaires

Le but de l'analyse des relevés centroïdes de coenotaxons élémentaires est d'établir leur parenté syntaxonomique ou phytosociologique.

Parenté syntaxonomique:

basée sur la composition des coenotaxons en syntaxons élémentaires.

Parenté phytosociologique:

basée sur la représentation des alliances phytosociologiques dans le coenotaxon.

La méthode de calcul des relevés centroïdes est exposée au chap. 7.3.1. Le choix de définir la parenté phytosociologique des coenotaxons est justifié ci-dessous.

7.5.1 Méthodes

Le tableau de base contient 134 coenotaxons élémentaires (objets) et 151 syntaxons élémentaires (descripteurs); le nombre de descripteurs est réduit à 53 par le regroupement de tous les syntaxons appartenant à la même alliance phytosociologique. Lors de la fusion des descripteurs, les coefficients affectant les syntaxons d'une même alliance sont additionnés.

L'utilisation de descripteurs synthétiques a pour effet de rassembler les syntaxons élémentaires proches du point de vue floristique sous la forme d'un seul descripteur (certains coenotaxons sont caractérisés par des syntaxons différents mais appartenant à la même association ou à la même alliance) et de mettre ainsi en évidence la structure et la parenté phytosociologique des coenotaxons élémentaires.

Le système phytosociologique hiérarchique n'étant pas encore défini pour les coenotaxons élémentaires (définition de syntaxons caractéristiques de coenalliances, de coenordres et de coenoclasses), c'est les alliances auxquelles appartiennent les syntaxons élémentaires qui ont été prises en considération.

L'analyse multivariable commence, comme pour les analyses précédentes, par la comparaison des 4 procédés de calcul exposés au chapitre 6.4.3.

Principales options du progiciel *Mulva-5*:

Espèces

- OPEN:** pas de transformation scalaire des coefficients
pas de transformation vectorielle
- RESE:** matrice de ressemblance (*coefficient de van der Maarel*)
- CLUS:** groupement agglomératif hiérarchique: *minimum variance clustering*
constitution de 26 groupes

Relevés

- OPEN:** pas de transformation scalaire des coefficients
vecteurs relevés normés à 1
- RESE:** matrice de ressemblance (*coefficient de van der Maarel*)
- CLUS:** groupement agglomératif hiérarchique: *minimum variance clustering*
constitution de 45 groupes (fig. 7.24)

La comparaison des valeurs du *chi carré* et du «*mean square contingency coefficient*» des classifications obtenues par les 4 procédés d'analyses différents donne les résultats suivants:

		<i>chi sq</i>	<i>mean sq</i>
1.	Matrice espèces et relevés: <i>coefficient de van der Maarel</i>	6120	0,435
2.	Analyse en coordonnées principales	4832	0,343
3.	Analyse factorielle des correspondances	3423	0,243
4.	Matrice espèces et relevés: produit croisé centré	3291	0,234

Le premier procédé possède les meilleures valeurs relativement aux trois autres.

Après comparaison des tableaux résultant des différentes analyses, l'option choisie a consisté, comme dans le cas de l'analyse des centroïdes des syntaxons élémentaires, en un groupement agglomératif hiérarchique (*clustering*) des relevés et des descripteurs (*coefficient de van der Maarel*) et l'utilisation sans transformation des coefficients du tableau original.

7.5.2 Résultats

Les résultats se présentent sous forme du dendrogramme (fig. 7.25) des relevés centroïdes des coenotaxons élémentaires (descripteurs: alliances des syntaxons élémentaires) ainsi que du tableau (tab. 7.18) des relevés centroïdes des coenotaxons élémentaires. Le dendrogramme (fig. 7.25) présente un premier embranchement séparant, dans la partie supérieure, les 15 premiers groupes décrits ci-dessous; ces groupes contiennent principalement des coenotaxons forestiers (forêts alluviales, forêts à tendance climacique, forêts marécageuses) ainsi que des mégaphorbiaies collinéennes et des marais à grandes laïches. La branche inférieure contient les communautés herbacées pionnières des alluvions, des mégaphorbiaies et divers fourrés alluviaux, ainsi que des forêts alluviales et des forêts montagnardes d'essences résineuses.

L'embranchement 2 de la partie supérieure sépare 6 groupes de forêts des stations stables à composantes syntaxonomiques climaciques; les 9 groupes de la partie inférieure de l'embranchement 2 contiennent tous des forêts ou des communautés herbacées hygrophiles.

L'embranchement 2 de la partie inférieure sépare d'emblée les groupes 16 et 17, contenant des mégaphorbiaies pour la plupart nitrato-philes, des groupes restants (gr. 18 à 45).

L'embranchement 3 de la partie inférieure sépare les groupes 18 à 35 contenant une grande diversité de coenotaxons:

- Les fourrés alluviaux subalpins.
- Diverses forêts de pin sylvestre.
- Diverses forêts d'épicéa.
- Des pelouses et fourrés xérophiles.
- Des pelouses alpines.
- Des communautés pionnières des alluvions.
- Des roselières et mégaphorbiaies hygrophiles.

La partie inférieure de l'embranchement 3 de la partie inférieure contient 10 groupes de coenotaxons abritant notamment les communautés herbacées pionnières des alluvions sableuses ou graveleuses (gr. 36 et 37) et divers types de fourrés alluviaux dominés par le saule drapé.

L'interprétation du *tableau* (tab. 7.18) permet de mettre en évidence des groupes phytoécologiques de relevés centroïdes à comportement écologique et à composante phytoécologique proches. La liste et le contenu des groupes (et des sous-groupes) figurent dans le tableau 7.19.

Les coenotaxons 1096, 1002, 1020, 1028, 1063 ont été placés dans d'autres groupes afin d'améliorer l'homogénéité interne de ceux-ci.

Groupe no 1. Forêts de chêne pédonculé. Groupe caractérisé par les alliances du groupe de descripteurs no 4 (AL297, 302, 188, 317) et par les 2 alliances (AL312, 313) de l'ordre des *Pruno avii-Carpinetalia betuli*. Etage collinéen.

Groupe no 2. Forêts d'essences hygrophiles diverses (saule blanc, aulne blanc, frêne commun). Groupe caractérisé par la forte représentation des essences arborescentes alluviales (AL317), riches en buissons et arbustes (AL297, 302) des stations stables mésophiles à hygrophiles (AL188). Les coenotaxons 1101, 1127 et 1106 sont différenciés par AL310 comportant des essences arborescentes climaciques à répartition montagnarde. Etages collinéen et montagnard.

Groupe no 3. Forêts climaciques d'essences diverses (AL311) (hêtre, frêne commun et pin sylvestre) riche en buissons et arbustes (AL297, 302) des stations stables et chaudes (AL190). Etages collinéen et montagnard.

Groupe no 4. Forêt de peuplier tremble (AL313) des stations stables (AL190, 311). Etage montagnard.

Groupe no 5. Forêts de frêne et de peuplier (plantation) (AL318) des stations stables, humides (AL188) et eutrophes (AL242). Etage collinéen.

Groupe no 6. Forêts d'aulne blanc, de frêne et de peuplier noir (AL318) des stations neuves (AL238), stables (AL188) ou humides (AL262). Etages collinéen (CoE 1098 et 1110) et montagnard (CoE 1020 et 1046).

Groupe no 7. Forêts d'aulne blanc et de frêne (AL317) des stations humides et eutrophes (AL301, 242). Etages collinéen et montagnard.

Groupe no 8. Mégaphorbiaies nitratophiles (AL242) et fourrés. Les coenotaxons 1102, 1093 et 1100 constituent des fourrés de saule des vanniers et/ou de saule à trois étamines. Etage collinéen.

Groupe no 9. Prairies à grandes laiches (AL262) colonisées à divers degrés par les essences arborescentes pionnières (aulne blanc, saule blanc: AL317). Etage collinéen.

Groupe no 10. Forêts d'aulne noir (AL317) et fourrés de saule cendré (AL287) des stations tourbeuses humides à inondées (AL262). Etage collinéen.

Groupe no 11. Forêts de saule blanc (AL317) colonisatrices des mégaphorbiaies des stations humides et eutrophes (AL256). Etage collinéen.

Groupe no 12. Forêts d'essences hygrophiles diverses (aulne blanc, saule blanc, frêne commun (AL317) et chêne pédonculé) des sols mésoeutrophes humides colonisés par des mégaphorbiaies. Les strates arbustives sont bien développées (AL297, 302) et la stabilité des stations permet l'installation de AL188. Le groupe contient également deux coenotaxons dépourvus de AL255: une forêt de saule blanc et une forêt de frêne caractérisée par AL191 et AL192. Etage collinéen.

Groupe no 13. Forêts de saule blanc, d'aulne blanc et de frêne (AL317) des stations mésophiles eutrophes colonisées par AL242 et AL301. Etage collinéen.

Groupe no 14. Forêts d'aulne blanc (AL317) des stations humides eutrophes colonisées par divers types de mégaphorbiaies. Etage montagnard.

Groupe no 15. Forêts de frêne et d'aulne noir des dépressions humides colonisées par AL017 et AL217. Etage collinéen.

Groupe no 16. Mégaphorbiaies (AL256) des stations humides et eutrophes colonisées par des fourrés de saule drapé (AL291). Etage montagnard.

Groupe no 17. **Roselières à alpiste roseau, prairies à pétasite hybride et mégaphorbiaies** des stations humides et eutrophes. Absence quasi totale d'espèces ligneuses. Etage collinéen.

Groupe no 18. **Communautés herbacées pionnières des alluvions (AL211) et fourrés de saule drapé (AL291)**. Etages montagnard et subalpin.

Groupe no 19. **Fourrés de saule noircissant et de saule de Hegetschweiler (AL294)** des stations humides (AL211, AL249). Etage subalpin.

Groupe no 20. **Fourrés bas (AL297) et forêt de pin sylvestre (AL315)** des stations sèches colonisées par des pelouses xérophiles (AL158, AL170, AL237). Etage subalpin.

Groupe no 21. **Forêt de pin sylvestre (AL315)** des stations sèches et oligotrophes à substrat acide. Etage montagnard.

Groupe no 22. **Fourrés d'argousier (AL298)** des bancs de sédiments et des stations sèches, colonisées par des pelouses méso- à xérophiles (AL202, AL165, AL170) et des communautés herbacées pionnières ouvertes (AL096). Etage collinéen.

Groupe no 23. **Fourrés séchards (AL298) et forêt de chêne pubescent (AL307)** des stations sableuses à graveleuses sèches colonisées par des pelouses pionnières ouvertes (AL237, AL158). Etage collinéen.

Groupe no 24. **Forêts d'épicéa (AL319)** riches en arbustes et buissons des stations fraîches à humides colonisées par des pelouses fermées (AL190, AL151). Etages montagnard et subalpin.

Groupe no 25. **Forêts (et plantation) d'épicéa (AL319)** des stations stables et mésophiles de l'étage montagnard. Forêt climacique. Etage montagnard.

Groupe no 26. **Communautés herbacées pionnières ouvertes et xérophiles (AL165)** colonisées ou non par des fourrés ouverts de saule drapé (AL291). Etages collinéen et montagnard.

Groupe no 27. **Bas-marais acidophiles de l'étage alpin (AL183)**.

Groupe no 28. **Pelouses des combes à neige de l'étage alpin (AL142)**.

Groupe no 29. **Communautés herbacées pionnières des sédiments fins et humides**

(AL217) et fourrés de saule des vanniers (AL290). Etages collinéen et montagnard.

Groupe no 30. **Prairie pionnière de menthe à longues feuilles (AL223)** colonisant les surfaces d'eau peu profonde. Etages collinéen et montagnard.

Groupe no 31. **Fourrés de saule des vanniers et de saule à trois étamines (AL290)** des stations humides colonisées par les prairies à grandes laiches (AL262) et les roselières (AL258). Etage collinéen.

Groupe no 32. **Roselière (AL258)** des stations faiblement eutrophes. Etage collinéen.

Groupe no 33. **Pelouse ouverte des stations sèches (AL062, AL125)**. Etage collinéen-planitiaire.

Groupe no 34. **Mégaphorbiaie riche en néophytes** des stations humides à fraîches, eutrophes (AL255). Etage collinéen.

Groupe no 35. **Mégaphorbiaie à massette naine des sédiments sableux humides (AL184)**. Etage montagnard.

Groupe no 36. **Communautés herbacées pionnières ouvertes et prairie haute à calamagrostide faux-roseau (AL096)** des graviers et des sables séchards à humides. Etages collinéen, montagnard et subalpin.

Groupe no 37. **Communautés herbacées pionnières ouvertes et prairies hautes à calamagrostide faux-roseau (AL096)** des graviers et des sables colonisées par des fourrés ouverts de saule drapé (AL291). Etages collinéen, montagnard et subalpin.

Groupe no 38. **Fourrés alluviaux de saules (AL291) et communautés herbacées pionnières ouvertes (AL238)** des sédiments sableux humides. Etages collinéen et montagnard.

Groupe no 39. **Communautés herbacées pionnières ouvertes (AL238)** des sédiments sableux humides colonisées ou non par la forêt d'aulne blanc (AL237). Etages collinéen et montagnard.

Groupe no 40. **Forêts et fourrés de saule drapé (AL291)** des stations humides et eutrophes colonisées par les mégaphorbiaies (AL241, AL248). Etages collinéen et montagnard.

Groupe no 41. **Fourrés d'aulne vert (AL293)** des stations humides colonisées par une com-

munauté herbacée sciaphile (AL016). Etage subalpin.

Groupe no 42. Forêts de pin sylvestre (AL315) et fourrés de saule drapé (AL291) des stations ensoleillées colonisées par un ourlet de hautes herbes (AL202). Etages collinéen et montagnard.

Groupe no 43. Fourrés et forêts de saule drapé (AL291) des stations fraîches à humides, stables et eutrophes, colonisées par les prairies sciaphiles (AL242). Etages collinéen et montagnard.

Groupe no 44. Fourrés et forêts de saule drapé (AL291) des stations fraîches à humides, stables, colonisées par des prairies sciaphiles riches en espèces vernaies (AL188). Etage montagnard.

Groupe no 45 (hétérogène). Fourrés et forêt de saule drapé (AL291) des stations sèches et fourrés alluviaux de stations humides. Etages collinéen et montagnard.

7.5.3 Conclusion

Une structure hiérarchique, qu'elle soit phytosociologique ou écologique, est relativement difficile à établir sur la base des relevés centroïdes des coenotaxons.

Les principales familles de coenotaxons émergent néanmoins clairement de l'examen du dendrogramme et du tableau; ce sont les suivantes:

- les forêts à tendance climaciques (gr. 1 à 4)
- les forêts hygrophiles et certaines communautés herbacées hygrophiles (gr. 5 à 15).
- les roselières à alpiste et les mégaphorbiaies (gr. 16 à 17).
- les fourrés alluviaux subalpins (gr. 18 et 19, 41).
- diverses pelouses, fourrés et forêts xérophiles (gr. 20 à 26, 42).
- les pelouses alpines (gr. 27 et 28).
- les roselières à phragmite commun et diverses communautés herbacées des sédiments fins (gr. 29 à 35).
- les communautés pionnières des alluvions sableuses à graveleuses (gr. 36 et 37).
- divers fourrés de saule drapé (gr. 38 à 45, excepté gr. 41 et 42);

7.6 Typologie des caténas

Le but de l'analyse des relevés de caténas est d'établir une typologie; les groupes de caténas, définis par la présence et la quantification des

coenotaxons, constituent des géosigmatotaxons élémentaires.

7.6.1 Première étape d'analyse - Méthodes

Le tableau de base contient 61 caténas (objets) et 134 coenotaxons (descripteurs). L'analyse multivariable se fonde sur le choix d'un des 4 procédés utilisés lors de la classification des synusies et des phytocénoses (voir chap. 6.4.3).

Les indices quantitatifs des descripteurs (classes d'abondance-dominance des coenotaxons élémentaires) ont été utilisés sans transformation dans l'analyse multivariable du fichier de base. A l'échelle d'une caténa, le recouvrement relatif d'un coenotaxon revêt une importance paysagère, écologique et dynamique. *Paysagère*, car la dominance d'un ou de plusieurs coenotaxon (s) est un élément caractéristique d'un site. *Écologique* et *dynamique*, car la dominance d'un coenotaxon est révélatrice du fonctionnement du site; tel site naturel présentera une mosaïque variée, tel autre, stabilisé, ne présentera qu'un nombre réduit, voire qu'un seul coenotaxon.

Les options suivantes ont été choisies dans le logiciel *Mulva-5*:

Espèces

- OPEN : pas de transformation scalaire des coefficients
pas de transformation vectorielle
- RESE : matrice de ressemblance (*coefficient de van der Maarel*)
- CLUS : groupement agglomératif hiérarchique : *minimum variance clustering*
constitution de 45 groupes

Relevés

- OPEN : pas de transformation scalaire des coefficients
vecteurs normés à 1
- RESE : matrice de ressemblance (*coefficient de van der Maarel*)
- CLUS : groupement agglomératif hiérarchique : *minimum variance clustering*
constitution de 28 groupes

Le nombre de groupes de descripteurs a été fixé arbitrairement à un tiers du nombre de départ. Le graphe de la succession des niveaux de fusion du dendrogramme (fig. 7.26) montre un palier à 28 groupes, chiffre correspondant approximativement à la moitié du nombre de relevés.

La comparaison des valeurs du *chi carré* et du «*mean square contingency coefficient*» des classifications obtenues par les 4 procédés d'analyses donne les résultats suivants :

		<i>chi sq</i>	<i>mean sq</i>
1.	Matrice espèces et relevés: <i>coefficient de van der Maarel</i>	4213	0,584
2.	Analyse en coordonnées principales	4267	0,592
3.	Analyse factorielle des correspondances	4742	0,658
4.	Matrice espèces et relevés: produit croisé centré	4485	0,579

Les tableaux issus de ces quatre procédés ont été comparés; ils présentent tous une forte hétérogénéité intragroupe. La première classification (procédé no 1) a été finalement retenue pour les raisons suivantes:

- Elle a déjà été utilisée pour classer les coenotaxons; le même procédé de classification des coenotaxons et des géosigmataxons permet de mieux comparer les résultats.
- La différence des coefficients de concentration (*chi carré* et *mean square contingency coefficient*) est faible par rapport à l'analyse en coordonnées principales (procédé no 2) et par rapport à la matrice de ressemblance calculée avec le produit croisé centré (procédé no 4). Un précédent essai avec 30 groupes de relevés (résultats non présentés) donnait d'ailleurs les meilleures valeurs pour le procédé no 1.
- Le tableau issu de l'analyse factorielle des correspondances (procédé no 3) présente un groupe contenant 20 relevés très différents; il contient par ailleurs 19 groupes contenant un seul relevé; cette classification est non adéquate.

7.6.2 Résultats

Le résultat de la classification figure dans le tableau 7.20.

La taille des groupes de la classification retenue est la suivante :

groupes à un seul relevé : 5
groupes à deux relevés : 16
groupes à trois relevés : 4
groupes à quatre relevés : 3

L'homogénéité interne des groupes (géosigmataxons provisoires) est moyenne à faible; sur les 23 groupes comportant au minimum deux relevés, 12 groupes présentent au minimum deux descripteurs en commun; 11 groupes, dont ceux à 3 et 4 relevés, ne possèdent qu'un seul descripteur en commun.

La différenciation des groupes entre eux est moyenne à forte; les descripteurs communs à plusieurs groupes sont peu nombreux. Le tableau 7.20 présente une *diagonale claire indiquant une bonne différenciation des 28 groupes de relevés* par rapport aux 134 descripteurs; cette caractéristique est globalement positive pour élaborer une classification; elle tient surtout à l'important nombre de coenotaxons constituant les descripteurs, caractéristique associée à un faible nombre de relevés phytocénologiques servant à la définition des coenotaxons.

La classification obtenue à l'issue de cette étape figure dans la première ligne du tableau 7.20 (géosigmataxons 2001 à 2031); la deuxième ligne de ce tableau contient les numéros des sites.

L'interprétation des résultats permet la mise en évidence de groupes de relevés caténaux à composantes coenotaxonomiques proches que l'on considérera comme des géosigmataxons élémentaires; ils sont présentés ci-dessous sous la forme d'une liste et dans l'ordre du tableau 7.20. L'altitude moyenne des caténaux constituant le géosigmataxon, le numéro des sites concernés et le nom du cours d'eau figurent après le nom du géosigmataxon.

La liste des géosigmataxons élémentaires figure ci-dessous:

GeoE 2001: *Astero bellidistri-Piceogeosigmatum abietis*; 1325 m; objet 307 : Sarine.

Géosigmataxon de l'étage subalpin inférieur du Nord des Alpes caractérisé par la présence de fourrés de saule faux-daphné (CoE 1023) et d'une forêt d'épicéa des stations humides (CoE 1016).

GeoE 2002: *Lamiastra flavidi-Alnogeosigmatum incanae*; 1275 m; objet 147; Tessin.

Géosigmataxon de l'étage montagnard supérieur du Sud des Alpes caractérisé par la présence de communautés herbacées pionnières des alluvions (CoE 1049) et par une forêt montagnarde d'aulne blanc (CoE 1079).

GeoE 2003: *Filipendulo ulmariae-Fraxinogeosigmatum excelsioris*; 393 m; objets 36, 47, 48 : Aar.

Géosigmataxon de l'étage collinéen du Plateau caractérisé par la présence de mégaphorbiaies nitrato-philes collinéennes (CoE 1092, 1093), de forêts de saule blanc (CoE 1089), d'aulne blanc (CoE 1085) ou/et de frêne (CoE 1088).

GeoE 2004: *Campanulo cochleariifoliae-Fagogeosigmatum sylvaticae*; 783 m; objets 62, 66, 68 : *Sarine*.

Géosigmataxon des étages collinéen supérieur et montagnard du Nord des Alpes caractérisé par la présence de fourrés de saule drapé (CoE 1013, 1022), de forêts d'aulne blanc (CoE 1009, 1025), de prairie sèche des alluvions grossières (steppes alluviales) (CoE 1004), et de forêts de hêtre colonisant les terrasses supérieures (CoE 1010, 1012) (forêts proches du climax environnant).

GeoE 2005; *Fumano procumbentis-Rhamnogeosigmatum cathartici*; 380 m; et GeoE 2006; *Hedero helicis-Quercogeosigmatum roboris*; 380 m; objet 113 : *Allondon*.

Géosigmataxons de l'étage collinéen du Plateau (Ouest de la Suisse) caractérisé par la présence de forêt de frêne (CoE 1130) et de forêt de chêne pédonculé (CoE 1118) ainsi que de prairies et fourrés xérophiles (CoE 1069, 1070, 1120) colonisant les terrasses supérieures. Ces deux géosigmataxons pourraient être réunis en un seul.

GeoE 2007: *Sedo sexangularis-Quercogeosigmatum pubescentis*; 150 m; objet 305 : *Tessin* (Italie).

Géosigmataxon de l'étage planitiaire du Sud des Alpes (Italie) caractérisé notamment par la présence de forêt d'aulne noir colonisant les anciens bras du cours d'eau (CoE 1125), de pelouse pionnière xérophile (CoE 1126) et de forêt de chêne pédonculé et de chêne pubescent (CoE 1119).

GeoE 2008: *Ranunculo repentis-Fagogeosigmatum sylvaticae*; 540 m; objets 18, 62 : *Thur, Sarine*.

Géosigmataxon de l'étage collinéen du Plateau caractérisé par la présence de communautés herbacées liées au cours d'eau (CoE 1007, 1008) et de terrasses stables couvertes de forêts de hêtre ou de forêts de pin sylvestre (CoE 1097, 1104).

GeoE 2009: *Epilobio fleischeri-Alnogeosigmatum incanae*; 1125 m; objets 31, 74 : *Rhin, Kander*.

Géosigmataxon de l'étage montagnard et sub-alpin inférieur des Alpes caractérisé par la présence de fourrés de saule drapé (CoE 1015) et de forêt montagnarde d'aulne blanc (CoE 1024).

GeoE 2010: *Galeopsio tetrahit-Pinogeosigmatum sylvestris*; 1070 m; objet 174 : *Inn*.

Géosigmataxon de l'étage montagnard des Alpes centrales caractérisé par la présence de forêts d'aulne blanc (CoE 1024) et de la forêt

de pin sylvestre à pyrole (CoE 1026) colonisant les terrasses supérieures. Climat continental.

GeoE 2011: *Agrostio giganteae-Piceogeosigmatum abietis*; 1115 m; objets 32, 34 : *Rhin antérieur*.

Géosigmataxon de l'étage montagnard des Alpes centrales caractérisé par la présence de communautés herbacées montagnardes pionnières des alluvions (CoE 1049), de forêts d'aulne blanc (CoE 1024) et de forêts d'épicéa colonisant des terrasses supérieures (CoE 1011, 1029), (forêts proches du climax environnant). L'altitude ne permet pas le développement de fourrés d'argousier.

GeoE 2012: *Carici remotae-Quercogeosigmatum roboris*; 280 m; objets 171, 168 : *Maggia, Moesa*.

Géosigmataxon de l'étage collinéen du Sud des Alpes caractérisé par la présence d'une forêt de chêne pédonculé (CoE 1118) et d'une forêt de frêne (CoE 1121).

GeoE 2013: *Primulo elatioris-Piceogeosigmatum abietis*; 1005 m; objets 226, 68 : *Torneresse, Sarine*.

Géosigmataxon de l'étage montagnard du Nord des Alpes caractérisé notamment par la présence d'une forêt montagnarde d'aulne blanc (CoE 1002, 1025), de fourrés de saule drapé (CoE 1001, 1005, 1014) et d'une forêt montagnarde d'épicéa des stations stables (CoE 1017).

GeoE 2014: *Phragmito australis-Salicigeosigmatum albae*; 401 m; objets 53, 2 : *Sarine et Rhin*.

Géosigmataxon de l'étage collinéen du Plateau situé au bord d'un lac de retenue hydroélectrique et d'un cours d'eau lent caractérisé par la présence de roselière (CoE 1072), prairies à grandes laiches (CoE 1115), de fourrés de saule cendré (CoE 1080) et de forêts de saule blanc (CoE 1081).

GeoE 2015: *Calamagrostio pseudophragmitis-Alnogeosigmatum incanae*; 642 m; objets 29, 302, 27 : *Rhin antérieur et Rhin postérieur*.

Géosigmataxon de l'étage collinéen supérieur des Alpes centrales caractérisé par la présence de forêts d'aulne blanc (CoE 1021, 1047) et la présence de fourrés alluviaux d'argousier (CoE 1055, 1062).

GeoE 2016: *Galio aparines-Fraxinogeosigmatum excelsioris*; 417 m; objets 14, 5, 40 : *Glatt, Thur et Aar*.

Géosigmataxon de l'étage collinéen du Plateau caractérisé par la présence de mégaphorbiaies nitrophiles collinéennes (CoE 1012 à 1014),

de roselières à phalaris (CoE 1074), de forêts de frêne (CoE 1094); tous les coenotaxons comportent des composantes nitrato-philes.

GeoE 2017: *Geranio robertiani-Alnogeocoenetum incanae*; 605 m; objets 22, 29 : Rhin ontérieur.

Géosigmataxon des étages collinéen supérieur et montagnard inférieur des Alpes centrales caractérisé par la présence de fourrés de myricaire et d'argousier (CoE 1055, 1057), de forêts d'aulne blanc (CoE 1021) et de forêts de pin sylvestre et de fourrés séchards des terrasses supérieures (CoE 1036).

GeoE 2018: *Colamagrostio pseudophragmitis-Salicigeosigmatum albae*; 355 m; objet 150 : Brenno.

Géosigmataxon de l'étage collinéen du Sud des Alpes caractérisé par la présence de vastes forêts de saule blanc (CoE 1063, 1083), de forêts d'aulne blanc (CoE 1021) et de pelouses pionnières des alluvions sableuses (CoE 1059).

GeoE 2019: *Geranio robertiani-Pinogeosigmatum sylvestris*; 730 m; objet 139: Rhône.

Géosigmataxon de l'étage collinéen des Alpes centrales caractérisé par la présence de forêts d'aulne blanc des stations humides et eutrophes (CoE 1021) et de forêts xérophiles de pin sylvestre (CoE 1054).

GeoE 2020: *Carici elatae-Pinogeosigmatum sylvestris*; 347 m; objet 5 : Rhin.

Géosigmataxon de l'étage collinéen du Plateau caractérisé par la présence de prairies à grandes laiches (CoE 1077) et d'une forêt de pin sylvestre des sédiments grossiers (CoE 1036).

GeoE 2021: *Mercurialio perennis-Quercogeosigmatum roboris*; 355 m; objets 115, 36 : Versoix, Aar.

Géosigmataxon de l'étage collinéen inférieur du Plateau caractérisé par la présence de diverses forêts de chêne pédonculé (CoE 1086, 1105, 1118).

GeoE 2022: *Cirsio arvensis-Fraxinogeosigmatum excelsioris*; 480 m; objets 171, 27 : Moggia, Rhin.

Géosigmataxon de l'étage collinéen du Sud et du Centre des Alpes caractérisé par la présence d'une forêt d'aulne blanc (CoE 1047), de groupements xérophiles (CoE 1055, 1116) et d'une forêt de frêne (CoE 1043).

GeoE 2023: *Calamagrostio pseudophragmitis-Fraxinogeosigmatum excelsioris*; 520 m; objet 22 : Rhin.

Géosigmataxon de l'étage collinéen des Alpes

centrales caractérisé par la présence de pelouses pionnières des sédiments sableux (CoE 1056, 1059), de fourrés de saule drapé (CoE 1058) et d'argousier (CoE 1061, 1062) et d'une forêt de frêne (CoE 1042) et d'une forêt de pin (CoE 1036).

GeoE 2024: *Phalarido arundinaceae-Salicigeosigmatum albae*; 680 m; objet 64 : Sorine.

Géosigmataxon de l'étage collinéen supérieur du Plateau situé au bord d'un lac de retenue et caractérisé par la présence de pelouses pionnières des sédiments fins (CoE 1051, 1052) et de vastes forêts de saule blanc (CoE 1073, 1103).

GeoE 2025: *Astragalo onobrichidis-Populogeosigmatum nigrae*; 580 m; objet 133 : Rhône.

Géosigmataxon de l'étage collinéen supérieur des Alpes centrales caractérisé par la présence de deux types de forêts de pin sylvestre (CoE 1054, 1036), de fourrés alluviaux de myricaire et d'argousier (CoE 1057, 1061) et de forêts d'aulne blanc et de peuplier noir (CoE 1045, 1046).

GeoE 2026: *Tussilago farfarae-Fraxinogeosigmatum excelsioris*; 263 m; objets 156, 158 : Moesa.

Géosigmataxon de l'étage collinéen du Sud des Alpes caractérisé par la présence d'une forêt de frêne (CoE 1043) et de fourrés alluviaux de saule blanc (CoE 1123).

GeoE 2027: *Epilobio fleischeri-Salicigeosigmatum hegetschweileri*; 1747 m; objets 143, 304 : Rhône, Navisence.

Géosigmataxon de l'étage subalpin supérieur des Alpes centrales caractérisé par des communautés pionnières des alluvions (CoE 1040) et des fourrés de saules typiques de l'étage subalpin (CoE 1039).

GeoE 2028: *Rumici scutati-Salicigeosigmatum hegetschweileri*; 1645 m; objets 187, 108 : Susasco, Furkareuss.

Géosigmataxon de l'étage subalpin des Alpes centrales caractérisé par la présence de communautés pionnières des alluvions (CoE 1040) et par des fourrés de saules typiques de l'étage subalpin.

GeoE 2029: *Cirsio helenioidis-Salicigeosigmatum elaeagni*; 1218 m; objets 181, 140 : Inn et Rhône.

Géosigmataxon de l'étage montagnard des Alpes centrales caractérisé par la présence d'une forêt de peuplier tremble (CoE 1060) et de fourrés de saule drapé (CoE 1032) (Inn) et d'une forêt d'aulne blanc (CoE 1028).

GeoE 2030: *Corici foetidae-Juncogeosigmetum filiformis*; 2345 m; objet 303 : Lai da Tuma (*Rheinquelle*). Géosigmetaxon de l'étage alpin des Alpes comportant des pelouses alpines (CoE 1067, 1068) et des bas-marais (CoE 1064, 1066); sources du Rhin.

GeoE 2031: *Solidago serotinae-Fraxinogeosigmetum excelsioris*; 480 m; objet 59 : *Sarine*. Géosigmetaxon de l'étage collinéen supérieur du Plateau caractérisé par une coupure entre le lit du cours d'eau (CoE 1051) et les terrasses couvertes de forêts de frêne (CoE 1101) et de mégaphorbiaies (CoE 1082).

7.6.3 Deuxième étape d'analyse - Méthodes

La deuxième étape de l'analyse des relevés de caténa correspond à l'étape de l'analyse des relevés centroïdes dans le cas de la typologie des synusies et des phytocénoses; elle est destinée à mettre en évidence la parenté entre les géosigmetaxons élémentaires. Elle en diffère néanmoins par la méthode car on n'a pas défini de relevés centroïdes de géosigmetaxons afin de conserver, au cours de cette étape, l'information liée à chacun des 52 sites étudiés.

Une structure hiérarchique des coenotaxons (coenassociations, coenalliances, etc.) permettrait de rassembler les descripteurs proches et améliorerait l'information synthétique contenue dans le tableau. En l'absence d'une telle structure (voir chap. 7.5), c'est le rassemblement des descripteurs qui a été opéré en utilisant les 45 groupes de coenotaxons définis lors de l'analyse des relevés centroïdes des coenotaxons élémentaires.

Les 134 coenotaxons de l'analyse précédente sont réduits sous forme de 45 groupes de descripteurs synthétiques. Un descripteur synthétique réunit les coenotaxons proches (possédant des syntaxons identiques); les groupes de coenotaxons décrits dans le chapitre 7.5 et issus de l'analyse des relevés centroïdes des coenotaxons élémentaires ont été utilisés; la matrice de base possède ainsi plus de relevés que de descripteurs. Lors du regroupement des descripteurs (voir tab. 7.21), les codes d'abondance-dominance des relevés ont été additionnés afin de conserver l'information semi-quantitative qu'ils contiennent.

La deuxième étape de l'analyse des caténa a été conduite de la même manière que la première étape, à savoir par l'enchaînement et la comparaison de 4 classifications.

30 groupes de descripteurs et 24 groupes de relevés ont été requis. Ces nombres ont été déterminés sur la base des graphes de la succession des

niveaux de fusion des dendrogrammes des espèces et des relevés (fig. 7.27 et fig. 7.28). Les 30 groupes de descripteurs (2/3 du nombre total) constituent certes un nombre élevé mais ils représentent déjà des groupes de groupes de descripteurs (groupes de coenotaxons définis par des groupes de syntaxons élémentaires appartenant à la même alliance).

La comparaison des valeurs du *chi carré* et du «*mean square contingency coefficient*» des classifications obtenues par les 4 procédés d'analyses différents donne les résultats suivants :

		<i>chi sq</i>	<i>mean sq</i>
1.	Matrice espèces et relevés: <i>coefficient de van der Maarel</i>	1641	0,295
2.	Analyse en coordonnées principales	1697	0,305
3.	Analyse factorielle des correspondances	1655	0,297
4.	Matrice espèces et relevés: produit croisé centré	1480	0,266

Le tableau choisi est issu du procédé no 1. Les raisons de ce choix sont identiques à celles de la première étape. En complément, les deux autres tableaux issus des procédés 2 et 4 de la deuxième étape ont été examinés mais ils ne sont pas présentés.

7.6.4 Résultats

Les résultats se présentent sous forme du dendrogramme (fig. 7.29) et du tableau des 61 caténa et des 45 groupes de coenotaxons (tab. 7.21). Ces deux représentations sont commentées ensemble ci-dessous.

Le dendrogramme présente au premier embranchement une séparation des groupes 1, 2 et 3 (voir également tab. 7.21) comprenant les vastes zones alluviales dynamiques des étages collinéen supérieur et montagnard (objet 133 *Rhône*, objets 22, 27, 29 *Rhin*). Ces objets sont caractérisés par leur importante dimension et par la diversité de leurs composantes.

L'embranchement 2 isole, dans la partie supérieure les caténa caractéristiques des cours d'eau supérieurs des zones alluviales de l'étage subalpin (groupes 4 et 5 du tableau 7.21).

L'embranchement 3 isole, dans la partie supérieure, trois groupes de caténa des zones alluviales de l'étage collinéen. Les groupes 6 et 7 comprennent des systèmes fortement transformés par les endiguements et les réductions de débit (objets 36, 47, 48 *Aar*, 156, 158 *Moesa*). Le groupe 8, hétérogène, comprend

les caténas des objets 27 (*Rhâzüns*) et 171 (*Maggia*) ainsi qu'une caténa de l'objet 36 (*Klingnau, Aor*).

La partie supérieure de l'embranchement 4 contient deux caténas de l'étage montagnard (groupe 9: objets 68 et 307: *Sarine*), 2 caténas de zones alluviales perturbées de l'étage collinéen (groupe 10: objets 59 *Sarine*, 14 *Glott*) auxquelles est associé l'objet (2 *Rhin en omont de Bôle*). Le groupe 11 contient les objets du cours moyen et supérieur de la *Sarine* (objets 62, 66, 68) alors que les groupes 12 et 13 contiennent plusieurs caténas de l'étage collinéen (objets 5 *Thur* et *Rhin*, 113 *Allondon*, 14 *Glatt* et 40 *Aar à Brugg*) caractérisées par une importante diversité de descripteurs.

La partie supérieure de l'embranchement 5 contient trois groupes de caténas (groupes 14, 15 et 16) comprenant diverses zones alluviales dynamiques des étages collinéen inférieur et planitiaire (objets du Plateau suisse et du Sud des Alpes, à l'exception de l'objet 140: *Rhône*); les forêts de chêne, les prairies à laiches et les fourrés et forêts xérophiles sont à la base, avec les groupes de descripteurs typiquement alluviaux, d'une importante diversité.

La partie supérieure de l'embranchement 6 contient les groupes 17 et 18 contenant des caténas de l'étage montagnard du *Tessin* (objet 147), du *Rhin* (objets 32 et 34) et de l'*Inn* (objet 174). Le groupe 19, hétérogène, (objets 139 *Rhône* et 150 *Brenno*) contient deux caténas de l'étage collinéen. La partie inférieure de l'embranchement 6 contient encore 3 caténas caractérisant les lacs de retenue hydroélectriques du Plateau (groupe 20: objets 64 *Sarine* et 53 *Aar*) ainsi que 3 groupes (21 à 23) présentant des caractères

proches des diverses catégories ci-dessus. Le groupe 24 contient une caténa de l'étage alpin (objet 303: *sources de Rhin*).

7.6.3 Conclusion

D'une manière générale, la classification des géosigmataxons élémentaires repose principalement sur une différenciation altitudinale des caténas. Ces critères correspondent de manière générale à ceux énoncés par AMOROS et al. (1988) et DÉCAMPS et IZARD (in AUGER et al. 1992) pour le déterminisme des secteurs fonctionnels (contraintes structurales, pente de la plaine, régime hydraulique), respectivement des processus macrocosmiques (mise en place des zones de dépôts au sein des bassins de drainage).

Dans la dition considérée, la différenciation géographique intervient également par le biais des principaux bassins fluviaux (*Rhône, Rhin, Tessin*) et des régions naturelles de Suisse (IMHOF 1978); les facteurs chorologiques sont à la base de la diversité des syntaxons et des coenotaxons et s'expriment donc à travers les descripteurs des géosigmataxons.

Les influences humaines, notamment les endiguements et l'assèchement des cours d'eau, constituent le troisième groupe de facteurs déterminants. Les interventions humaines ont pour effet à long terme (à l'échelle d'une génération d'arbres) de supprimer certains coenotaxons (notamment ceux colonisant les compartiments les plus dynamiques ou les compartiments intermédiaires du système) et diminuent ainsi la diversité des coenotaxons dans les caténas. Elles sont également responsables de la mise en place de communautés fragmentaires (caténas fragmentaires).

Chapitre 8. Dynamique de la végétation

Résumé

La typologie fournit les éléments permettant d'établir les séries dynamiques. Sur la base d'hypothèses opérationnelles étayées par la bibliographie, une procédure est mise au point pour établir les séries dynamiques (graphes systémiques) sur la base des relevés synusiaux et phytocénotiques.

Dix-neuf sites alluviaux choisis sur la base de la typologie des caténa et caractérisant diverses situations en Suisse font l'objet d'un graphe systémique de la dynamique et d'un commentaire détaillé.

Une deuxième procédure vise à réunir les graphes systémiques présentant les mêmes formes, les mêmes types de relation et des conditions géographiques et climatiques analogues, sous la forme de huit modèles qualitatifs généralisés de la dynamique.

Six systèmes collinéens, un système montagnard et un système subalpin sont définis.

8. Dynamique de la végétation

La typologie exposée au chapitre précédent ne constitue qu'un but intermédiaire du travail; elle visait principalement à fournir les éléments de base pour établir les séries dynamiques. L'information contenue dans les synusies a été prise en considération et a servi à établir les relations entre les synusies, puis entre les phytocénoses. Ces relations sont de type temporel si les conditions définies, fondées principalement sur l'âge des essences ligneuses, sont remplies; à défaut, les relations sont de type spatial. Dans les deux cas, la composition floristique des synusies herbacées a permis, par l'intermédiaire des valeurs indicatrices des espèces végétales, la définition des tendances écologiques différenciant les stations de deux syntaxons voisins.

Les graphes systémiques de la dynamique sont peu répandus dans la bibliographie consultée; dans les cas où des séries dynamiques sont présentées, les éléments servant à la définition des relations temporelles font souvent défaut; dans certains cas, les relations spatiales sont considérées comme des relations temporelles sans justification précise.

Une première étape a consisté à formuler trois hypothèses opérationnelles fondées sur des situations réelles puis étayées par la littérature. Ensuite une procédure comportant 8 étapes (une marche à suivre) a été établie afin d'élaborer les graphes systémiques selon un mode standardisé pour les 19 sites pris en considération.

Les graphes systémiques ont ensuite fait l'objet d'une comparaison; ceux présentant un fonctionnement identique, révélés par la forme ressemblante des graphes et la représentation relative des groupes comportementaux et phytosociologiques, ont été réunis sous la forme de modèles qualitatifs généralisés.

La procédure définie est plus courte (4 étapes). Elle débouche sur la définition de 8 types de modèles ou systèmes alluviaux. Ces systèmes se caractérisent également par la combinaison des facteurs suivants: altitude, région naturelle, texture dominante des sédiments, intensité de la dynamique, degré d'influence humaine sur le cours d'eau.

Les graphes systémiques et les modèles qualitatifs généralisés sont présentés dans un sens unique partant des bancs de sédiments et allant en direction du climax (successions progressives). Bien que la zone alluviale soit plus ou moins fréquemment le siège de phénomènes

géomorphologiques rajeunissant ou détruisant les stations, la définition de successions régressives n'a pas été faite; elle aurait nécessité pour sa compréhension une recherche historique dépassant le cadre du travail. Les conséquences de telles perturbations naturelles (à l'exemple des crues de 1987) sont néanmoins intégrées dans les modèles puisque ceux-ci se fondent sur l'état actuel de la végétation.

8.1 Elaboration des graphes systémiques de la dynamique

8.1.1 Hypothèses opérationnelles

Les hypothèses opérationnelles ont été définies empiriquement afin de fonder la procédure d'élaboration des graphes systémiques de la dynamique alluviale. L'application des hypothèses est limitée à un compartiment géographique, hydraulique et géomorphologique homogène; dans la majorité des cas étudiés, elle se restreint donc à une seule caténa; dans les cas où plusieurs caténas ont été distinguées au sein d'un même site, par exemple à Finges (objet 133) ou à Umiker Schachen (objet 40), l'application des hypothèses s'est étendue à l'ensemble du site.

La présence d'un même syntaxon arborescent (peuplement équienne) dans diverses phytocénoses d'une même caténa caractérise des conditions écologiques semblables au moment de l'installation des arbres. A partir de ce stade se développent des synusies arbustives et herbacées différentes en réponse à des contraintes écologiques et/ou à des perturbations différentes.

Exemple:

Ile de Niederried: voir fig. 8.1

Ø3 (forêt de saule blanc) et Ø4 (forêt de saule blanc à frêne) constituent deux phytocénoses différentes présentant un syntaxon élémentaire A commun. On postule que les saules blancs se sont installés (il y a 40-50

ans?) dans des conditions écologiques semblables et que la levée de sédiments caractérisant la station s'est mise en place ultérieurement.

La présence d'un ou de plusieurs syntaxons H identiques dans deux phytocénoses d'une même caténa caractérise des conditions écologiques actuelles identiques, ou la présence d'une même contrainte écologique, ou encore la présence actuelle ou récente d'une même perturbation.

Exemple:

Sarine à Chéseau (contrainte écologique): voir fig. 8.11

La synusie H262 (*Phalaridetum arundinaceae*) occupe la strate herbacée haute de l'ensemble du système caténaire étudié, à savoir les cinq phytocénoses situées en amont des groupements d'espèces annuelles colonisateurs des bancs de sédiments jusqu'aux forêts des stations les plus élevées. En dépit des différents niveaux topographiques, toutes les phytocénoses sont sous l'influence des fluctuations du lac de Gruyère; la synusie H262 peut être considérée comme une réponse du système à cette contrainte (FRONTIER et PICHOD-VIALE 1991).

Exemple:

Rhin antérieur en 1992 (perturbation): voir fig. 8.7 et 8.6 a

Les crues de l'été 1987 ont provoqué le dépôt de sédiments de texture limono-sableuse dans les forêts alluviales du Rhin antérieur situées entre Disentis et Landquart. Cette perturbation (ASCHWANDEN et SCHÄDLER 1988) a généré l'installation de synusies colonisatrices des sédiments neufs; elles ont colonisé indifféremment les peuplements de saule drapé et d'aulne blanc de l'objet 34 (*Gravas*, H278: *Rumici scutati-Agrostietum giganteae*), ainsi que les peuplements d'aulne blanc et les peuplements de frêne de l'objet 22 (*Rheinauen: Zizers-Mastrils*: H213: *Geranio robertiani-Brachypodietum sylvaticae impatientetosum parviflorae*). L'évolution autogène des diverses phytocénoses conduit ultérieurement à une redifférenciation des synusies pionnières en synusies forestières sciaphiles sous l'effet des contraintes écologiques propres aux diverses stations.

L'approche diachronique consiste à observer dans le temps les modifications de la végétation d'une station (LEPART et ESCARRE 1983). Les formations végétales reconnaissables sur des documents anciens (photographies aériennes ou in situ, cartes, descriptions détaillées et repérées sur le terrain) constituent des indices de succession autogène ou allogène lorsque l'état actuel est différent (WEINGART 1983, WERNER 1985, MENDONÇA SANTOS 1995).

Exemple:

Les modifications de la répartition des formations végétales ont été décrites dans la zone alluviale de Finges (objet 133) par WERNER (1985) sur la base de photographies aériennes de 1938, 1959 et 1982. L'effet stabilisant des endiguement sur les terrasses alluviales situées hors d'atteinte des crues est démontré à l'aide de cartes mettant en évidence l'implantation et le développement des forêts alluviales et des pinèdes et, par conséquent, la diminution des surfaces de sédiments nus.

8.1.2 Procédure

La procédure d'élaboration des graphes systémiques, les hypothèses opérationnelles ainsi que les premiers graphes ont été mis au point avec Mme B. Werffeli au cours du travail en commun sur l'approche de la dynamique.

L'élaboration de graphes systémiques de la dynamique suit une **procédure constituée de huit étapes** présentées ci-dessous ainsi que dans la figure 8.2 a et b:

1. **Sélection d'une caténa** sur la base des résultats de l'analyse multivariable (voir chap. 7.6); choix d'un ou de plusieurs relevé(s) parmi les 31 groupes constituant les géosigmataxons élémentaires. Toutes les phytocénoses d'un même site sont rassemblées, même lorsque plusieurs caténa avaient été distinguées pour l'analyse multivariable.
2. **Elaboration du tableau de phytocénoses** de la caténa choisie. Cette étape se déroule dans la base de données *Phytobase*. Le résultat est un tableau de végétation (objets: relevés de phytocénoses, descrip-

teurs: syntaxons élémentaires). Les indices d'abondance-dominance des descripteurs sont notés dans le tableau mais ils ne sont pas pris en considération dans la suite de la procédure (modèle qualitatif).

3. **Représentation schématique des synusies et des phytocénoses** contenues dans la caténa. Mise en place des séries de coenotaxons sur la base de la zonation observée sur le terrain et des syntaxons élémentaires communs. Formation de groupes de phytocénoses à composition synusiale proche. Fusion de phytocénoses appartenant au même coenotaxon élémentaire ou à la même coenassociation.

Le cours d'eau (point de départ de la série) est placé à gauche du graphe lorsqu'une seule série est représentée; il est placé au milieu du graphe dans le cas où deux séries sont représentées.

4. **Définition des relations intraphytocénétiques** à l'aide des relevés synusiaux effectués sur le terrain, dans la phytocénose considérée, ceci afin de disposer des renseignements locaux concernant la régénération des strates ligneuses, notamment des strates arborescentes. Une flèche «développement en superposition» est inscrite si une espèce au moins de la strate inférieure se trouve dans une strate supérieure.

La présence d'*Alnus incana* sous forme de rejet grêle (strate b) n'est pas considérée comme apte à régénérer le peuplement sus-jacent (voir chap. 9.1.3) et la flèche correspondante n'est pas inscrite dans ce cas. Les relations de *superposition spatiale* (effet de l'ombrage) entre les synusies ne sont pas notées afin de ne pas charger le graphe.

5. **Définition des relations interphytocénétiques** à l'aide des descripteurs écologiques des syntaxons élémentaires. Dans cette phase, les *moyennes des valeurs indicatrices* de LANDOLT (1977) et le descriptif élaboré sur le terrain (hauteur de la station par rapport à la rivière, traces de crues, distance de la station à la rivière), sont utilisés pour mettre en évidence les changements de stations intervenant d'une synusie à l'autre. Les indices F (*humidité*), L (*lumière*), N (*substances nutritives*), H (*humus*) et D (*texture du substrat*) sont calculés. Les indices T (*température*), R (*pH du sol*) et K

(*continentalité*) ainsi que les différences de moyennes inférieures à 0,1 ne sont pas pris en considération. Les indices écologiques des syntaxons herbacés sont considérés en priorité car ces derniers caractérisent les conditions actuelles des stations (GALLANDAT et al. 1993).

6. **Définition du type (temporel ou spatial) de relations interphytocénétiques.** Une relation (ou transformation) temporelle entre deux synusies herbacées (puis, lors de la généralisation, entre deux phytocénoses) se base sur la composition et l'âge des synusies arborescentes et secondairement aussi sur l'âge des synusies arbustives qui leur sont superposées; en effet, sur le terrain, seules les synusies ligneuses contiennent une information temporelle liée à la durée de vie de leurs composantes.

Une relation temporelle entre deux syntaxons élémentaires herbacés de deux phytocénoses voisines sur le graphe systématique s'établira donc sur la base des critères suivants dont la présence d'un seul est nécessaire et suffisante:

- a) Les deux synusies herbacées sont incluses au sein d'un même coenotaxon (à l'intérieur de la caténa considérée);
b) Une relation «développement en superposition» lie les synusies ligneuses de phytocénoses voisines;

Exemple:

Salix alba (plantule) —> B106
(*Salicetum albae* forme B)

B103 —> A24 (*Salicetum elaeagno-daphnoidis*, formes B et A)

a29 —> A29 (*Aceri pseudoplatani-Fraxinetum excelsioris*, formes a, A)

- c) Les espèces constitutives de la synusie b (resp. B ou a) d'une phytocénose sont présentes dans la synusie B (resp. a ou A) de la phytocénose voisine et sont liées par une relation de «développement en superposition»;

Exemple:

b104 —> B101 (b104 contient *Alnus incana*)

B141 —> a36 (B141 contient *Alnus incana* et *Fraxinus excelsior*)

- d) les phytocénoses de la caténa possèdent des synusies A ou a appartenant au même syntaxon, à la même association végétale ou au même groupe phyto-écologique de syntaxons défini par l'analyse des relevés centroïdes des syntaxons élémentaires A et a (tab. 7.9 du chap. 7.3).

Groupes de syntaxons arborescents:

1. A19, 21, 22, 23, 24, 25
2. A31, 32, 37
3. A7, 27, 30
4. A28, 29, 33, 34, 36
5. A3, 4, 5
6. A12, 13
7. A14, 15
8. A1, 2
9. A6, 9
10. A20
11. A26
12. A10

A l'étage subalpin, ce critère, à savoir la présence d'un même syntaxon ou d'un même groupe de syntaxon (tab. 7.11 du chap. 7.3) est appliqué aux synusies B et b des fourrés alluviaux.

Les relations entre phytocénoses ne répondant pas à l'un ou l'autre de ces critères sont considérées comme des relations spatiales.

7. **Passage au niveau d'intégration supérieur (coenotaxon).** Les relations liant les syntaxons arborescents, arbustifs et herbacés d'une phytocénose sont étendues au coenotaxon. Les groupes phyto-écologiques de coenotaxons (chap. 7.5) servent à la dénomination des stades de la succession temporelle et/ou spatiale décrite. La série dynamique est inscrite dans la partie inférieure du graphe.
8. **Présentation du graphe systémique.** Les synusies constituant les éléments du graphe sont distribuées dans des catégories fondées sur leur comportement et sur leur appartenance phytosociologique (voir ci-dessous); l'utilisation de couleurs est destinée à faciliter l'interprétation du graphe.

8.1.3 Justification de la procédure

8.1.3.1 Relations temporelles et relations spatiales

Les deux types de relations sont définies par GILLET et al. (1991). De manière générale,

les relations (flèches) temporelles sont aptes à l'élaboration des graphes systémiques de la dynamique (succession); les relations (flèches) spatiales sont, quant à elles, aptes à l'élaboration de graphes systémiques basés sur les relations écologiques (zonation). Dans le système alluvial, la définition des relations temporelles a été opérée sur la base des critères énoncés au point 6 de la procédure; ce dernier revêt donc une importance capitale et conditionne l'ensemble de l'interprétation des graphes systémiques.

En réalité, l'emboîtement des échelles spatiales et temporelles (AMOROS et al. 1993) rend leur distinction malaisée; tel voisioage ou proximité de deux phytocénoses sera interprété en termes de relations spatiales en l'absence d'indices biologiques temporels (appréciation à court terme). A une échelle de temps supérieure ou à la lumière de nouvelles données (notamment sur l'histoire de la station), la relation pourra être considérée comme temporelle (transformation de phytocénoses, sédimentation massive à l'occasion d'une crue exceptionnelle).

La littérature consultée mentionne peu d'indices permettant de fonder les critères définis pour l'établissement de relations temporelles. FRONTIER et PICHOD-VIALE (1991) et BURROW (1990) décrivent des successions écologiques de peuplements pionniers jusqu'aux peuplements matures mais ils ne fournissent pas d'outils d'approche pour les décrire sur la base de données phytosociologiques. CARBIENER (1988) et RAMEAU (1987) proposent la définition de groupes comportementaux d'essences qui sont présentés ci-après. La majorité des autres auteurs présentent des séries dynamiques reposant principalement sur l'observation de la zonation.

L'utilisation des groupes phyto-écologiques de syntaxons élémentaires arborescents (point 6d de la procédure) pour établir des liaisons temporelles repose sur les arguments suivants:

- Au sein d'une même caténa, divers syntaxons élémentaires d'un même groupe phyto-écologique cohabitent dans des stations apparemment identiques.
- Les syntaxons élémentaires arborescents sont définis sur un nombre réduit d'espèces se combinant entre elles; ainsi, une même combinaison floristique peut appartenir à plusieurs syntaxons élémentaires en fonction de l'abondance relative des espèces. Les faciès (Gillet et al. 1991) sont donc considérés, dans le présent travail,

comme des syntaxons élémentaires distincts.

Illustration:

Les peuplements alluviaux d'*Alnus incana*, de *Salix elaeagnos* et de *S. daphnoides* sont constitués par des stades arbustifs et arborescents où ces trois espèces sont présentes simultanément, ou au moins par paire, dans la majorité des syntaxons.

Afin d'illustrer cette affirmation, les syntaxons arbustifs appartenant aux alliances AL317 (forme arbustive) ou AL291 sont présentés ci-dessous; ils contiennent *Alnus incana*, *Salix elaeagnos* et *S. daphnoides* dans les combinaisons suivantes:

cas où une seule espèce est présente	: 21 (30%)
cas où deux espèces sont présentes	: 25 (37%)
cas où trois espèces sont présentes	: <u>23 (33%)</u>
Nombre de relevés typiques	: 69 (100%)

De même, les syntaxons arborescents dominés par l'une de ces trois espèces et appartenant aux alliances AL317 ou AL291 (forme arborescente) présentent les combinaisons suivantes:

cas où une seule espèce est présente	: 30 (42%)
cas où deux espèces sont présentes	: 26 (36%)
cas où trois espèces sont présentes	: <u>16 (22%)</u>
Nombre de relevés typiques	: 72 (100%)

L'élaboration des graphes systémiques met à contribution les quatre niveaux fondamentaux d'organisation exposés au chapitre 6.1:

- La **caténa** définit le cadre (les limites géographiques) dans lequel le graphe systémique est développé; dans la procédure, les indications servant à définir les relations spatiales ou temporelles sont recherchées uniquement à l'intérieur de la caténa considérée.
- La **téséla** constitue le résultat de la démarche; si des relations temporelles sont mises en évidence entre les phytocénoses, la série qui en résulte répond à la définition de téséla (voir également chap. 9.3.3).
- La **phytocénose** est le niveau d'organisation illustrant, dans les graphes systémiques, les différentes étapes des séries dynamiques.
- La **synusie végétale** contient, dans son cortège floristique, les informations permettant d'établir les relations temporelles. Ces dernières se fondent principalement sur les stades de développement des espèces ligneuses.

8.1.3.2 Définition de groupes comportementaux d'espèces arborescentes

Pour les synusies arborescentes, une distinction a été opérée au sein de l'alliance 317 (*Fraxina excelsiaris-Alnion glutinosae*); elle est principalement inspirée par les travaux de CARBIENER (1988) qui distingue, dans les successions des forêts alluviales du Rhin, les peuplements d'essences pionnières dominés par *Salix alba*, *Alnus incana*, *A. glutinosa* et *Populus nigra* de ceux des essences intermédiaires ou post-pionnières contenant divers *Ulmus* et *Populus* (*P. tremula*, *P. alba*) ainsi que *Betula pendula*; CARBIENER (op. cit.) mentionne *Fraxinus excelsiar*, *Alnus incana* et *Prunus padus* comme participant massivement à ce stade. Sur cette base, les syntaxons arborescents dominés par *Fraxinus excelsiar*, *Acer pseudoplatanus*, *Prunus padus* et *Populus tremula* ont été attribués aux peuplements post-pionniers. Dans la plupart des cas, *Alnus incana*, *Populus nigra* et *Salix alba* y participent comme espèces reliques du stade précédent. RAMEAU (1987) présente une classification très proche de celle de CARBIENER à la différence qu'il place les essences du genre *Betula* et *Populus* dans les essences pionnières.

Le groupe des essences climaciques (équivalant aux *dryades* de RAMEAU 1987) réunit les essences d'ombre à l'état juvénile, donc capables de se développer sous un couvert forestier. *Fagus sylvatica* et *Picea abies* constituent les représentants typiques de cette catégorie.

Dans le présent travail, on a assimilé *Pinus sylvestris* et *Quercus robur* aux essences climaciques bien qu'elles ne répondent pas à la définition ci-dessus. Les peuplements dominés par *Pinus sylvestris* (A3, 4, 5) colonisent des terrasses alluviales supérieures en compagnie d'espèces climaciques ou xérophiles et y constituent un peuplement durable assimilable à un **climax stationnel**, voire **climatique** dans les régions continentales. Quant à *Quercus robur*, malgré sa présence fréquente en compagnie du frêne et sa tolérance à l'inondation (DISTER 1983), le compartiment écologique qu'il occupe en général comme essence dominante de peuplement dans les sites étudiés relève plus du climax que de la forêt post-pionnière. CARBIENER (1985) lui attribue également le statut d'espèce **zonale** dans les forêts du Rhin.

8.1.3.3 Présentation des graphes systémiques

L'attribution de couleurs aux groupes comportementaux d'espèces arborescentes permet d'améliorer la lisibilité et l'aspect synoptique des graphes de même que la représentation de la dynamique. Un système simple est présenté; il se fonde, pour les syntaxons arborescents, sur les considérations ci-dessus. Les syntaxons arbustifs et herbacés ont été groupés sur la base de la classification phytosociologique (*classes-ordres-alliances*); ils sont désignés par des qualificatifs relevant de leur comportement ou de leur écologie. Le tableau 8.1 présente le *système de couleurs* et la répartition des alliances phytosociologiques dans les groupes comportementaux et phytosociologiques.

8.1.3.4 Séries partielles

Il est rare qu'un secteur fonctionnel abrite l'ensemble complet des éléments d'une série temporelle ou spatiale; les facteurs géographiques du secteur, notamment la largeur et la pente du cours d'eau, les diverses interventions humaines sur le relief ou le débit, ou l'action d'une crue exceptionnelle récente, ont pour effet de modifier, de tronquer, de détruire partiellement, voire totalement, les séries de végétation caractérisant chaque secteur fonctionnel (MOOR 1958).

Au cours de la phase des relevés de terrain, on a tenté de décrire un maximum de situations en parcourant en détail, préalablement à la récolte des relevés, les secteurs les plus représentatifs des sites ou des tronçons de cours d'eau, choisis sur la base des cartes de la végétation (GALLANDAT et al. 1993). Malgré cette précaution et dans plusieurs cas, l'ensemble des éléments des séries n'est pas complet.

Pour l'élaboration des graphes systémiques, cette situation n'invalide pas la procédure exposée ci-dessus car cette dernière contient diverses *conditions d'application*. A la sixième étape, par exemple, les phytocénoses voisines ne correspondant pas aux critères énoncés sont liées par des relations spatiales et non temporelles. Une flèche «*relation spatiale*» peut donc masquer plusieurs étapes d'une succession temporelle; elle peut également représenter une juxtaposition de phytocénoses de séries dynamiques différentes; une flèche «*relation temporelle*» peut également masquer une ou deux étapes d'une succession temporelle, mais l'application stricte des critères doit permettre d'éviter la définition de relations non fondées. Ce point est repris dans la discussion des méthodes (voir chap. 9.3).

Dans les graphes systémiques de la dynamique alluviale, les séries visiblement tronquées ou incomplètes portent la mention «*série partielle*» (ex.: objet 14 *Glott nordwestlich Flawil: Mercurialio perennis-Fraxinocoenetum excelsioris*). Dans les cas où le coenotaxon climatique ou «*final*» d'une série fait défaut, cette mention n'est pas utilisée en raison des difficultés à définir la nature ou les composantes syntaxonomiques d'un tel *attracteur* (voir chap. 9.2.3); la définition du climax stationnel repose en effet sur des connaissances de la station qui font le plus souvent défaut. C'est le cas, par exemple, de la série du *Polygonato odorati-Alnocoenetum incanae* de l'objet 133 (*Finges*).

La dynamique des synusies herbacées colonisant le lit principal (*dynamique annuelle cyclique: processus microcosmiques* selon DÉCAMPS et ISARD, in AUGER et al. 1992) n'est pas indiquée dans les graphes systémiques ou dans le texte car l'accent a été porté principalement sur la dynamique des formations boisées qui s'étend sur une échelle de temps plus longue (voir chap. 6.2).

8.2 Graphes systémiques de la dynamique

Le numéro des 19 sites contenant les caténas faisant l'objet d'un graphe systémique figurent en caractères gras dans le tableau 8.2. Ils sont présentés ci-après dans l'ordre numérique qui leur a été attribué dans l'inventaire des zones d'importance nationale (KUHNS et AMIET 1988); dans le chapitre 8.4, ils sont rassemblés à l'intérieur de modèles généralisés en fonction de leurs caractéristiques phytosociologiques, altitudinales et fonctionnelles.

Les groupes de sites issus de l'analyse multivariable des caténas ont été distribués dans les principaux compartiments altitudinaux et géographiques, puis 19 caténas ont été choisies de manière à obtenir une représentation des principaux systèmes alluviaux. Les caténas les mieux documentées (bibliographie, connaissance du site, nombre de relevés phytosociologiques de base) ont été retenues.

N.B.: Pour les sites non connus par le lecteur, les cartes de la végétation présentées dans l'ouvrage de GALLANDAT et al. (1993) constituent une présentation générale du tapis végétal utile à la compréhension du graphe systémique. Le numéro des coenotaxons (ex: C1094 noté CoE 1094 dans le texte ci-après) et celui des phytocénoses (ex: Φ 376) figurent dans la partie inférieure du graphe.

8.2.1 Système caténaire de l'objet 5: Eggrank-Thurspitz (Thur et Rhin)

8.2.1.1 Situation (fig. 8.3 a et b)

Le système contient 15 phytocénoses appartenant à 10 coenotaxons élémentaires. On n'a pas distingué, dans le graphe, les phytocénoses de la rive droite du Rhin (canton de Schaffhouse) de celles de la rive gauche (canton de Zürich) bien qu'elles présentent des caractéristiques différentes (voir plus bas).

La confluence de la Thur dans le Rhin constitue un des ensembles alluviaux les plus vastes de Suisse de même que l'objet de l'inventaire couvrant la plus grande surface (432 hectares). La Thur a été endiguée à la fin du siècle dernier; le chenal d'écoulement a été réduit à 50 mètres de largeur et la plaine alluviale, large d'au moins 1 km, soustraite aux crues périodiques et parfois violentes de cette rivière.

Aucun stade alluvial pionnier n'existant dans le site, la présence de bancs de sable ou de graviers a été postulée comme point de départ des deux séries dynamiques définies.

La série du *Poo trivialis-Fraxinocoenotum excelsioris* occupe la majeure partie de la surface située de part et d'autre de la Thur (rive gauche du Rhin). Elle débute par des fourrés de saule des vanniers (*Solix viminalis*) en contact avec les prairies à laïches et les roselières; une futaie de saule blanc est également présente; elle est actuellement cantonnée à la rive des anciens bras inondés (méandres). Diverses hautes futaies de frêne et de peuplier noir occupent les terrasses alluviales moyennes à supérieures (les structures géomorphologiques sont encore bien visibles). Les terrasses supérieures, situées à une altitude de 3 à 4 mètres par rapport à la nappe phréatique (visible dans les anciens méandres) sont colonisées par les forêts de chêne pédonculé et de frêne ainsi que par de hautes futaies de pin sylvestre, répandues surtout sur la rive droite de la Thur.

Le syntaxon a1/a3 de Φ 380 représente un curieux relevé synusial arborescent (*Salix alba* 1.1, *Pinus sylvestris* 1.1). A7 est une combinaison de *Fraxinus excelsior*, *Populus nigra* et *Solix alba*. Φ 374 et Φ 375 présentent des mégaphorbiaies nitrophiles (H252 et H258).

La série de l'*Hedero helicis-Pinocoenotum sylvestris* dont on postule l'installation sur des bancs de graviers, présente des fourrés séchards sur la rive droite du Rhin. Ces fourrés riches en espèces contiennent notamment

Salix elaeagnos et *Pinus sylvestris*; l'émergence de cette dernière espèce (Φ 382) aboutit, à terme, à une pinède fermée (Φ 381). Le coenotaxon 1128 se développe quant à lui sur d'épaisses couches limono-sableuses (env. 1 mètre) constituant les terrasses supérieures de part et d'autre de la Thur.

8.2.1.2 Dynamique

Les relations intraphytocénétiques dans la série de la frênaie sont assez peu nombreuses. Dans ces futaies dont la hauteur avoisine 30 à 35 mètres, clairement structurées en six strates très distinctes, *Fraxinus excelsior*, *Acer pseudoplatanus* et *Ulmus glabra* assurent la plupart des relations entre les strates B et A.

La série de la pinède présente plusieurs relations interstrates; les espèces arborescentes qui y participent sont surtout *Fraxinus excelsior* et *Salix elaeagnos*. *Pinus sylvestris* n'est présent qu'entre H et b de Φ 382.

Dans les deux séries, l'absence quasi totale d'espèces arborescentes dans les strates h et H (semis et plantules) est à souligner.

Les relations interphytocénétiques de la série de la frênaie commencent par la constitution d'une futaie de saule blanc; l'absence de *Fraxinus excelsior* dans les synusies ligneuses de Φ 374 ne permet pas de considérer le passage Φ 374- Φ 375 comme une relation temporelle, malgré la forte représentation de *Salix alba* dans A7 de Φ 375 (indice 3). Le passage de la forêt de saule blanc aux diverses frênaias est accompagné d'une élévation du substrat. L'indice F montre une évolution différente des synusies H et B.

Dans les frênaias et dans la chênaie, les relations dues à des synusies communes sont nombreuses dans toutes les strates et permettent d'établir des relations temporelles entre les éléments de la série.

La série de la pinède présente des relations temporelles entre Φ 382 et Φ 381 (passage du fourré à la futaie). Φ 379 est lié par une relation spatiale, malgré la nature de A3 (proche de A4), car le substrat qu'elle colonise (épais dépôts limono-sableux) diffère de celui des phytocénoses Φ 383, 382 et 381 (dépôts graveleux).

Une des caractéristiques de la série dynamique de la frênaie est le *gommage des conditions*

stationnelles initiales dû à l'absence de rajeunissement des stations; cette homogénéisation est mise en évidence par le développement des synusies herbacées caractérisant les milieux stables: H214, 240, 226 notamment. Les fluctuations des nappes phréatiques (elles-mêmes atténuées par l'endiguement) assurent le maintien des frênaies et de la chênaie, mais les forêts de saule blanc, actuellement d'extension très réduite, ne présentent pas de rajeunissement et n'ont aucun avenir. *Alnus incana* est présent dans les zones alluviales de la Thur situées plus en amont; cette espèce ne joue, dans le système décrit, qu'un rôle secondaire car le laps de temps écoulé depuis l'endiguement dépasse la durée de vie de ses peuplements (estimée à 60 ans par RAMEAU et al. 1989). *Salix alba* et *Populus nigra* participent encore à la canopée de la frênaie mais les individus, souvent de grande taille, sont en phase de dégénérescence.

Les deux séries dynamiques de l'objet no 5 constituent un exemple d'une vaste zone alluviale stabilisée de l'étage collinéen du Plateau. Un tel système conserve de nombreux types de phytocénoses en raison, notamment, de l'hétérogénéité de la topographie, de l'hygromorphie des stations et de la granulométrie des sédiments.

8.2.2 Système caténaire de l'objet 14: Glatt nordwestlich Flawil (Glatt)

8.2.2.1 Situation (fig. 8.4)

Le système contient 11 phytocénoses appartenant à 9 coenotaxons. Ces phytocénoses sont représentées dans le graphe selon l'ordre de la zonation noté sur le terrain.

Dans la série du *Poo trivialis-Fraxinocoenetum excelsioris*, le lit de la Glatt abrite deux phytocénoses dont une communauté pionnière des alluvions (Φ 457) et une roselière alluviale (Φ 456). La première terrasse alluviale est colonisée par quatre types de mégaphorbiaies hautes nitrophiles et une forêt de saule blanc présentant une synusie B de saule drapé. La deuxième terrasse abrite une forêt dont la strate arborescente est dominée par l'aulne blanc (a36) et une forêt de frêne; ces deux formations partagent les mêmes synusies B, H et h.

En aval de la station (2 km), une série partielle (série du *Mercurialio perennis-Fraxinocoenetum excelsioris*) contient une forêt de frêne sur les terrasses alluviales supérieures; plusieurs stades y font défaut en rai-

son de l'étroitesse de la zone alluviale dans ce secteur.

8.2.2.2 Dynamique

Les relations Intra-phytocénotiques sont peu nombreuses; elles sont dues au frêne et au cornouiller sanguin et font défaut entre les synusies h, H et b. La présence de semis de frêne a été relevée dans H de Φ 447 et 448 mais il n'est pas certain que ces jeunes individus (nombreux selon les années et les aléas de la fructification) parviennent à se développer au delà du stade de plantule; h218 ne contient pas de semis de frêne en raison, vraisemblablement, de la forte couverture des espèces herbacées (concurrence).

Les relations spatiales interphytocénotiques sont nombreuses dans le graphe systémique car les indices temporels de dynamique font défaut; l'absence de fourrés alluviaux constitue une lacune dans la partie la plus proche du cours d'eau. Dans les stades boisés de la caténa, seul le frêne permet d'établir des liaisons de type temporel entre les phytocénoses.

Le secteur fonctionnel étudié est peu transformé par les aménagements humains (endiguements, prélèvements d'eau) et la dynamique hydraulique semble intacte; la série du *Poo trivialis-Fraxinocoenetum excelsioris* est caractérisée par la présence de synusies nitrophiles (H201, 259, 214 et 218) qui masquent les différences stationnelles, notamment les différences de la topographie; les synusies ligneuses semblent mieux différencier les stations mais elles présentent des caractères atypiques (A2: mélange de *Salix alba* et d'*Alnus incana* en compagnie de B102 (*Salicetum elaeagni*), a36 dominé par *Alnus incana* et contenant des frênes de même âge que les aulnes).

8.2.3 Système caténaire de l'objet 18: Thurauen Wil-Weieren (Thur)

8.2.3.1 Situation (fig. 8.5)

Le système contient 8 phytocénoses appartenant à 5 coenotaxons élémentaires. Les phytocénoses d'un même coenotaxon (CoE 1097, 1104) ont été représentées afin d'illustrer le rajeunissement autogène des phytocénoses climaciques.

Le lit de la Thur présente, sur un banc de sédiments de surface réduite (env. 500 m²), les éléments d'une première série dynamique: deux types de communautés pionnières des alluvions ainsi qu'un haut fourré de saule blanc abritant trois types de mégaphorbiaies

en mosaïque. Entre Φ 465 et Φ 459, une rive abrupte empierrée sépare le lit du cours d'eau du reste du système caténaire situé 4 à 5 mètres plus haut (1). D'anciennes terrasses alluviales et des chenaux de crues apparaissent encore dans la partie surélevée. La couverture forestière comprend deux types de peuplements arborescents: l'un est dominé par le hêtre, Φ 458, 459, 460 et l'autre par le pin sylvestre, Φ 461, 462. Ces peuplements font l'objet d'une sylviculture active, favorisant notamment les essences résineuses, dont l'épicéa. Les synusies herbacées les plus répandues sont dominées par *Carex alba* (h229, 230) et caractérisent les sols frais et mésotrophes des stations stables. Les peuplements de pin sylvestre occupent les stations les plus hautes et les plus éloignées du cours d'eau (anciennes terrasses supérieures).

8.2.3.2 Dynamique

Les relations intraphytocénocotiques sont nombreuses dans le sous-système forestier à tendance climacique; la quasi totalité des synusies sont reliées entre elles par les formes juvéniles des principales espèces arborescentes: *Fagus sylvatica*, *Acer pseudoplatanus* et *Ulmus glabra*. *Fraxinus excelsior* est présent dans CoE 1097 mais jamais dominant.

Les relations interphytocénocotiques entre synusies ligneuses sont peu nombreuses; dans la série du *Solidago serotinae-Salicicoenetum albae*, des semis et plantules de *Salix alba* (et de *S. elaeagnos*) sont présents dans H281 et permettent d'établir la relation avec le fourré haut; la succession entre H281 et H282 est liée à un alluvionnement fin constaté dans la station; la phytocéose constituant le fourré de saule blanc présente une structure spatiale en mosaïque et un relief prononcé du sol (dépôts de sable, rigoles d'érosion); les relations spatiales des synusies n'ont pas été établies car l'instabilité du milieu (traces récentes de crues violentes) génère la mise en place de communautés fragmentaires régies davantage par les aléas de la colonisation que par des liens avec le substrat (LEMÉE 1978, GRIME et al. 1988). Dans le sous-système climacique, de nombreuses relations interphytocénocotiques existent entre les deux coenotaxons 1097 et 1104 très proches floristiquement.

Les relations avec la série du *Carici albae-Fagocoenetum sylvaticae* (entre H259 et H240; entre h251 et h229) sont de nature spatiale car la stabilisation de la rive provoque une coupure entre les deux sous-systèmes caténaux; les tendances contradictoires des moyennes des indices H et D sont dues à la

composition floristique de h251 qui contient plusieurs espèces des sols tourbeux inondés (par exemple: *Scutellaria galericulata* et *Galium palustre*) et/ou argileux asphyxiants (*Lysimachia nummularia*, *Galium palustre*). Les relations entre CoE 1097 et 1104 présentent un faible gradient écologique (stations presque identiques). Elles sont de nature temporelle en raison de la présence de a15.

De manière générale, le graphe systémique présente un faible intérêt du point de vue de la dynamique, sinon pour la genèse d'une forêt de saule blanc. Le sous-système situé à l'extérieur des digues ne possède aucun indice floristique ou fonctionnel le reliant au sous-système alluvial. Cette série met en évidence l'effet sur la végétation d'une transformation majeure (l'endiguement du cours d'eau) et ses conséquences à long terme sur le système: incision du cours d'eau, coupure du système alluvial, évolution antogène de la végétation en direction du climax.

8.2.4 Système caténaire de l'objet 22 (hors inventaire): Rheinauen Zizers-Mastrils (Rhin)

8.2.4.1 Situation (fig. 8.6 a et b)

Le système contient 17 phytocénoses appartenant à 12 coenotaxons élémentaires. Toutes les phytocénoses ont été réunies dans la même caténa. Les phytocénoses Φ 302/ Φ 313 apparaissent sur les deux graphes pour une raison de présentation. Les phytocénoses sont présentées approximativement dans l'ordre où elles sont disposées dans la zonation.

La série de l'aulnaie (série du *Poo trivialis-Alnocoenetum incanae*) présente trois ensembles principaux (fig. 8.6 a): le premier ensemble contient les fourrés alluviaux issus de H286, une communauté pionnière répandue et typique, de la même association végétale que H279, colonisant les alluvions du lit principal à Finges (H286: *Festuco arundinaceae-Calamagrostietum pseudophragmitis galieta-sum albi*). Φ 316 représente la transition avec l'ensemble des forêts d'aulne blanc (deuxième ensemble: Φ 310, 307, 305); Φ 316 possède encore b105, en phase déperissante en raison de la concurrence de B101, pour la lumière notamment. H212, 213 et 214 qui constituent les strates herbacées présentent toutes des dépôts récents d'alluvions liées aux crues de 1987 (profils pédologiques à disposition chez l'auteur). Le troisième ensemble contient les forêts de frêne qui colonisent les terrasses supérieures les plus élevées (environ 3 mètres par rapport au niveau moyen du Rhin). La

hauteur des stations de la forêt d'aulne blanc et des parties supérieures des bancs d'alluvions se situe approximativement entre 1 et 2 mètres plus haut que le niveau du Rhin.

La série de la pinède (*série du Melico nutantis-Pinocoenetum sylvestris*) commence par les mêmes types de fourrés alluviaux que la précédente et comprend, suite à l'élévation du substrat par l'alluvionnement grossier, les synusies H272 et H274, particulièrement xérophiiles ainsi que des fourrés d'argousier. La forêt de pin sylvestre (CoE 1036) constituant l'extrémité de la série appartient au même coenotaxon que celle relevée à Finges.

8.2.4.2 Dynamique

Les relations intraphytocénétiques sont nombreuses dans les phytocénoses contenant H286; cette synusie contient les plantules et jeunes arbustes des espèces constituant les synusies b105, B106, b108 et b111 (constatation conforme à celle de CARBIENER 1985). Les relations dues notamment à *Fraxinus excelsior* et *Ulmus glabra* se développent dans la partie droite du graphe dans les forêts d'aulne blanc et de frêne.

La série de la pinède présente le même type d'organisation: jeunes arbustes émergeant de H286 (*Hippophae rhamnoides* notamment), aucune plantule dans H272, 274 et 275 et quelques liaisons verticales dans la pinède.

A défaut d'indices temporels, les relations interphytocénétiques sont de nature spatiale entre les divers types de fourrés alluviaux; la présence de b105, B101, a21 et a19 permet d'établir une série temporelle jusqu'à Φ 305, parallèlement à une élévation du substrat. La relation entre Φ 305 et Φ 311, 309 est de type spatial.

La série de la pinède est de nature temporelle grâce à B111. La forêt de pin Φ 308 ne peut être reliée temporellement au fourré d'argousier.

L'objet 22, actuellement non inclus dans l'inventaire des zones alluviales d'importance nationale, constitue un vaste site de dimensions, de caractéristiques géomorphologiques et biologiques et de valeur comparables à celui de Finges. Les débits hydrauliques importants (pas de prélèvement actuellement dans ce tronçon) sont responsables de la mise en place d'un lit principal large (jusqu'à 300 mètres), non endigué sur un court tronçon de la rive gauche, où la plupart des relevés ont été effectués. Le lit présente des dépôts de sédiments

de textures variées colonisés par divers fourrés d'essences alluviales typiques. Les terrasses moyennes présentent des bras de crue traversant les massifs forestiers. *L'intensité des processus dynamiques et la dimension du site sont à la base de la diversité des communautés végétales existantes et de la (relative) clarté des séries dynamiques décrites.* Les forêts climaciques ne sont pas présentes dans le secteur fonctionnel étudié.

8.2.5 Système caténaire de l'objet 34: Gravas (Rhin antérieur)

8.2.5.1 Situation (fig. 8.7)

Le système contient 9 phytocénoses appartenant à 6 coenotaxons. Ces phytocénoses, relevées en divers points de l'objet, sont ordonnées dans le graphe selon la hauteur croissante des stations à partir de la phytocénose Φ 367.

Les relations intersynusiales au sein d'une même phytocénose sont peu nombreuses. Un développement de *Alnus incana* en superposition de H278 est observé dans la phytocénose Φ 367; une autre relation du même type relie, dans Φ 360, b133 à A12 (rajeunissement de *Picea abies*).

La synusie b103 a été notée mais non relevée dans Φ 368. H278 (*Rumici scutati-Agrostietum giganteae dactyletosum glomeratae*) est la synusie colonisatrice des sédiments sableux fins déposés lors des crues de 1987 (épaisseur de 20 cm dans Φ 362); elle présente un cortège floristique riche notamment en graminées (jusqu'à 12 espèces) et en espèces prairiales (CL40). Φ 363 constitue l'aulnaie blanche typique de ce secteur fonctionnel (*Galeopsio tetrahit-Alnocoenetum incanae*). Φ 360 constitue une aulnaie blanche en phase de dégénérescence et en transition vers la forêt climacique; les synusies H215 (*Calamagrostietum villosae*) et A12 (*Alno incanae-Piceetum abietis*) caractérisent cette situation.

Φ 364 (*Carduo personatae-Alnocoenetum incanae*) constitue une enclave humide et luxuriante éloignée du cours d'eau principal; il s'agit d'une aulnaie blanche riveraine d'un petit affluent du Rhin.

Il n'existe pas de rajeunissement de saule et d'aulne à l'intérieur des formations (fourrés et forêts) dominées par ces espèces.

8.2.5.2 Dynamique

La série du *Galeopsio tetrahit-Alnocoenetus incanae* constitue la série dynamique principale; elle concerne le passage des fourrés alluviaux à la pessière montagnarde $\Phi 360$ (*Calamagrostio villosae-Alnocoenetus incanae*) en passant par l'aulnaie blanche susmentionnée. Elle est caractérisée par deux combinaisons arborescentes principales des espèces alluviales (A24 et A23).

Une série constituée de $\Phi 367$ et $\Phi 368$ (série du *Campanulo cochleorifoliae-Echioenetus vulgaris*) aboutit à la prairie sèche faiblement colonisée par *Salix elaeagnos* sur les levées de sédiments grossiers (steppe alluviale). Elle est caractérisée par des conditions de sécheresse estivale et un substrat minéral très filtrant empêchant la fermeture complète par le boisement.

Une série spatiale constituée de $\Phi 363$ et $\Phi 364$ est liée à un ruisseau serpentant sur une terrasse alluviale et alimentant une forêt montagnarde d'aulne blanc dont les autres stations du même type se situent au Nord des Alpes.

Le graphe systémique de *Gravas* caractérise un système alluvial fonctionnel de l'étage montagnard supérieur; la dynamique alluviale génère l'installation de fourrés alluviaux de saules puis de peuplements arborescents de saule drapé et d'aulne blanc. La forêt à tendance climacique est dominée par l'épicéa. La steppe alluviale s'installe sur les bourrelets de sédiments grossiers.

L'aspect général du graphe présente une ressemblance avec ceux de l'étage montagnard du Nord des Alpes, notamment des objets 226 (*La Torneresse à l'Étivaz*) et 66 (*Les Auges de Neirivue*).

8.2.6 Système caténaire de l'objet 40: Umiker Schachen-Stierenhölzli (Aar)

8.2.6.1 Situation (fig. 8.8)

Le système caténaire contient 16 phytocénoses classées dans 11 coenotaxons élémentaires. La présence de syntaxons élémentaires communs ou ressemblants met en évidence quatre ensembles de coenotaxons présentant une composition ligneuse et une physionomie variables mais des syntaxons herbacés communs.

Le premier ensemble ($\Phi 7, 8, 150, 151$) comprend les communautés pionnières et fourrés de saules colonisant le lit principal (bancs de sédiments et îles) de l'ancien cours de l'Aar: le débit de restitution est faible (de l'ordre de 5 (10-20) m³/s en débit d'étiage (STAUB 1985); de ce fait, le lit principal est relativement étroit: les sédiments présentent une texture à la fois grossière (présence de blocs et de gravier grossier) et fine (présence de vases argilo-limoneuses entre les galets); des bancs de sable occupent la partie supérieure des îles. Des traces de crue visibles environ deux mètres plus haut que le niveau d'étiage témoignent d'une dynamique de rajeunissement des stations (libération par les entreprises électriques des tranches de débits supérieures à 400 m³/s). La végétation herbacée est constituée d'une roselière alluviale à alpiste ($\Phi 150$) et d'une communauté pionnière au sein de laquelle *Salix elaeagnos*, *S. alba* et *Populus nigra* se développent ($\Phi 7, 8$).

Le deuxième ensemble ($\Phi 10, 12, 13$) occupe les terrasses alluviales inférieures et moyennes; la hauteur des stations se situe approximativement entre 1 et 2 (3) mètres par rapport au niveau du débit de restitution. Le substrat est de texture sablo-limoneuse. La végétation présente des syntaxons herbacés (mégaphorbiaie) et arbustifs nitrato-philes (H258 et B135) ainsi que deux syntaxons h vernaux (H242, 243); les synusies arborescentes sont composées des mêmes essences que dans le groupe précédent, auxquelles se joint *Salix viminalis*. Les zones les plus ouvertes (clairières) sont colonisées par une mégaphorbiaie riche en néophytes (H259: *Impatiens glanduliferae-Solidagietum serotinae*).

Le troisième ensemble de coenotaxons ($\Phi 9, 15, 18, 20$) occupe les terrasses alluviales moyennes et supérieures; la hauteur des stations se situe entre 3(2) et 4 mètres par rapport au niveau du débit de restitution. La végétation présente une synusie de hautes herbes moyennement nitrato-phile H 214 et une synusie vernale h243. Les buissons caractérisent les stations stables humides à fraîches (b125, 138, 139, 135). Les synusies arborescentes sont dominées par le frêne et l'érable (voir $\Phi 18, 9, 15, 20$).

Le quatrième ensemble de coenotaxons ($\Phi 14, 16$) occupe les terrasses supérieures protégées naturellement ou artificiellement des crues et situées à une altitude d'environ 4 mètres par rapport au niveau du débit de resti-

tution. Les synusies composant les phytocénoses présentent toutes une dominance d'essences forestières climaciques.

8.2.6.2 Dynamique

La roselière à alpeste et la communauté pionnière des alluvions présentent une succession allogène cyclique liée aux crues du cours d'eau.

Les fourrés de saules favorisent les dépôts de sable sur lesquels vont s'installer les espèces de H280. Les communautés pionnières des sédiments humides favorables à la germination des graines de *Salix* ont été observées sur place dans d'autres communautés pionnières mais n'ont pas été relevées dans ce travail, d'où l'absence de liaison entre H280 et les strates supérieures.

La croissance des essences à bois blanc aboutit à la constitution de futaies (*Salix alba*, *S. elaeagnos* et *Populus nigra*) et de fourrés (*Salix viminalis*); parallèlement, la sédimentation fine exhausse le niveau des îles et des terrasses. Cette succession allogène est encore partiellement active actuellement à l'occasion des crues importantes, comme nous l'avons constaté en juin 1987; lors de ces événements intervient une fertilisation favorable à l'installation des synusies nitrates H et B; les crues entraînent un léger exhaussement des terrasses en raison du faible débit solide de la rivière (prédominance des éléments fins). La force du courant et les ouvrages de protection ne permettent pas le remaniement des stations par érosion des berges. De ce fait, la relation liant H280 à H258 est partiellement de type spatial. Toutes les phytocénoses des groupes 2, 3 et 4 présentent des *synusies vernaies* (h242, 243).

L'évolution autogène des phytocénoses conduit au dépérissement des synusies A d'essences à bois tendre et à leur remplacement par des synusies dominées par le frêne (notamment A27, 29). La phytocénose Φ 18 présente un peuplement de saule blanc (A2) dominant une strate a29 à frêne et érable et des communautés d'arbustes des stations stables humides à fraîches (B138, b125). Les synusies herbacées appartiennent aux groupes de coenotaxons no 2 (H258) et no 3 (H214). Φ 9, typique de l'ensemble 3, présente une régénération interne des strates ligneuses et constitue une phytocénose stable si les conditions de la station, notamment l'hygrométrie et l'altitude par rapport au cours d'eau, ne changent pas. Les relations entre le groupe de coenotaxons 2 et 3 sont de natures diverses:

- *Temporelle allogène*: crues, alluvionnement fin, exhaussement lent des stations.
- *Temporelle autogène*: remplacement des synusies ligneuses à bois tendre par les synusies à frêne, maturation de la station (pédogénèse).
- *Spatiale*: prédilection de H258 pour les terrasses inférieures et moyennes, de H214 pour les terrasses moyennes et supérieures.

Les forêts climaciques des terrasses supérieures ne sont reliées au groupe 2 et 3 que par des relations spatiales. La régénération de la phytocénose (rajeunissement des synusies ligneuses) est interne.

L'aspect global du graphe de ce site laisse une impression positive liée à la présence d'un étroit chenal où la dynamique de rajeunissement des stations se déroule encore. En fait, la situation prévalant sur plus de 80% de la surface est celle décrite entre Φ 13 et Φ 14 (sur le graphe). L'évolution temporelle autogène conduit inexorablement au remplacement des synusies A20, 19, 2 par A27, 28 et 29 en raison de la *stabilité des stations*.

8.2.7 Système caténaire de l'objet 48: Alte Aare: Lyss-Dotzingen (Vialle Aar)

8.2.7.1 Situation (fig. 8.9)

Le système contient 8 phytocénoses appartenant à 8 coenotaxons élémentaires. Les relevés phytocénologiques effectués dans deux transects proches ont été réunis; ils sont présentés dans un ordre approximativement identique à celui de la zonation.

La série du *Filipendulo ulmariae-Fraxinocoenetum excelsioris* débute par une mégaphorbiaie nitrates d'ortie et de roseau commun sur une terrasse inférieure de texture limoneuse (0,3 à 0,5 m de hauteur par rapport au niveau moyen du cours d'eau). Un fourré de saule des vanniers (B110) colonise la station; Φ 29 s'installe dans les dépressions humides à inondées de la même terrasse et contient, dans A et a: *Salix alba*, *Alnus incana* et *A. glutinosa*, *Fraxinus excelsior*. Φ 30, une forêt de hauts frênes (env. 35 m) de composition synusiale hygrophile (H253 et h 218) fait suite à Φ 29 dans la même station; les 3 premières phytocénoses font l'objet d'inondations régulières, comme en témoignent les traces de crue repérables dans le milieu; Φ 30, légèrement surélevée sur le bourrelet alluvial du ri-

vage, ne présentait pas de traces récentes à l'époque des relevés. La forêt de frêne $\Phi 31$, située sur la même terrasse alluviale inférieure, mais légèrement plus haut (env. 0,8 m) présente, quant à elle, une synusie h239 typique d'une station stable. $\Phi 32$ (forêt de chêne) et $\Phi 33$ (forêt de pin) colonisent la deuxième terrasse alluviale située à une altitude de 1,5 à 2 mètres par rapport à la rivière et dont le sol présente une texture sableuse, voire graveleuse dans certaines stations de la pinède (GALLANDAT et al. 1993). De profondes dépressions séparent les stations de la chênaie et de la pinède (anciens chenaux de crue). La forêt d'aulne blanc $\Phi 28$, présentée à la droite du graphe, colonise une légère butte de la première terrasse alluviale et sa composition en essences arborescentes (*Alnus incana* seul) en fait un élément que l'on ne peut placer dans la série principale. L'examen du système caténaire de l'objet 47 (non présenté) situé quelques kilomètres en aval a mis en évidence la série temporelle CoE 1092-1085-1088; la forêt d'aulne blanc initie donc une variante de la série principale en direction de la forêt de frêne.

8.2.7.2 Dynamique

Les liaisons intraphytocénétiques concernent toutes les phytocénoses présentant une strate a ou A. Elles sont particulièrement nombreuses entre b et B ainsi que dans les forêts de frêne, de chêne et de pin.

La liaison interphytocénétique liant $\Phi 26$ à $\Phi 27$ est de nature spatiale car la mégaphorbiaie ne contient aucun semis de *Salix viminalis*. Il en est de même du passage de $\Phi 27$ à $\Phi 29$ car aucune espèce ligneuse précurseur de a19 ou de A2 n'est présente dans le fourré de saules; les relations concernant $\Phi 30$ à $\Phi 32$ sont temporelles en raison des liens créés par les synusies arborescentes. Le passage de $\Phi 31$ à $\Phi 32$ s'accompagne d'une dénivellation importante entre la première et la deuxième terrasse alluviale; on franchit l'ancienne rive liée à la dynamique de l'Aar d'avant la première correction des eaux du Jura. Les liens entre la forêt de chêne et la forêt de pin sont de type temporel (elles possèdent des synusies communes: a31, b121) et spatial (légère élévation du substrat des pinèdes, sol graveleux).

De manière générale, la caténa décrite présente une juxtaposition de deux systèmes: le premier

est un étroit système alluvial actif se développant le long du cours actuel de la rivière et influençant la première terrasse alluviale (jusqu'à et y compris $\Phi 30$). Le débit de la Vieille Aar provoque des inondations périodiques (régime pluvial) sans modifier la topographie. Le deuxième système englobe l'entier du corridor alluvial sur une largeur de 100 à 500 mètres; il correspond à l'ancien cours de l'Aar et à sa zone d'inondation; dans la caténa décrite, $\Phi 31$, 32 et 33 constituent ce deuxième système, caractérisé par une influence nulle ou faible du cours d'eau, la dominance des espèces climaciques et la prépondérance des phénomènes autogènes. D'anciens chenaux de crues témoignent de l'origine alluviale de ces stations.

8.2.8 Système caténaire de l'objet 53: Niederried-Oltigenmatt (Aar)

8.2.8.1 Situation (fig. 8.10)

Le système caténaire se développant sur l'île du lac de retenue présente 7 phytocénoses appartenant à 5 coenotaxons; ces phytocénoses sont disposées dans le graphe dans l'ordre de la zonation observée sur le terrain.

Les phytocénoses $\Phi 35$, 37 (forêt de saule blanc) sont composées de synusies A, B et H typiques des milieux marécageux inondés. La synusie B ne contient pas *Salix alba*, ce qui explique l'absence de relation (flèche) entre B et A: B ne contribue pas à la régénération de A. La pauvreté en espèces des synusies H et h peut être mise en relation avec la hauteur et la durée des inondations (les troncs des arbres indiquent des inondations de l'ordre d'un mètre d'eau durant une partie de l'année). L'intensité de cette contrainte écologique est à même de provoquer la sélection d'un petit nombre d'espèces adaptées (FRONTIER et PICHOD-VIALE 1991; voir également le commentaire de la caténa de l'objet 64, chap. 8.2.9).

Les phytocénoses $\Phi 34$, 36 (forêt de saule blanc à frêne) présentent des synusies B et a de forêts hygrophiles des stations stables. Les synusies A, H et h caractérisent les stations humides à marécageuses. Le décalage dans la composition floristique des strates A, a et B est lié à un événement intervenu entre l'installation de A et de a.

8.2.8.2 Dynamique

Les cinq phytocénoses forestières sont chacune liées avec leurs voisines par la présence

de syntaxons élémentaires communs; aucune unité ne possède de syntaxon élémentaire A, H ou h caractéristique exclusif. En application des critères (voir chap. 8.1), la série est spatiale entre $\Phi 38$ et $\Phi 35$, puis elle est temporelle.

La composition syntaxonomique des phytocénoses $\Phi 39$, 35, 37 et $\Phi 34$, 36, 40 définit deux ensembles principaux colonisant des milieux aux conditions écologiques homogènes. La transition d'un ensemble à l'autre passe obligatoirement par un changement des caractères de la station, en l'occurrence de la topographie, car A1 ne s'installe pas dans les mêmes stations que a30; l'origine naturelle ou artificielle de ce changement n'est pas établi.

En incluant dans le graphe les roselières colonisant la bande de contact avec l'eau libre (lac de barrage), on distingue les trois ensembles de phytocénoses suivants:

- $\Phi 38$: roselière (système non étudié ici)
- $\Phi 39$, 35, 37 : forêt de saule blanc et manteau de saule des vanniers
- $\Phi 34$, 36, 40 : forêt de saule blanc à frêne

L'ensemble incluant la forêt de saule blanc et le manteau à saule des vanniers pose un problème concernant son évolution autogène. Comme le manteau ne contient pas les espèces constitutives de A2 ou A1, il n'est pas possible de lier B109 à A2 par une flèche de «développement en superposition»; les deux phytocénoses sont donc:

- soit juxtaposées (relation spatiale),
- soit confondues au sein d'une seule phytocénose.

Les éléments à disposition ne permettent pas de trancher.

A l'intérieur du dernier ensemble, l'évolution autogène suffit à provoquer le passage d'une phytocénose à l'autre; (dans le sens $\Phi 34$, 36 à $\Phi 40$). La transition directe de la forêt de saule blanc à la forêt de frêne constitue un intéressant exemple de transformation forestière (passage d'une forêt d'essence à bois tendre à une forêt d'essence à bois dur). L'aulne blanc n'intervient pas dans cette transformation, contrairement au cas de l'objet 47 cité dans la série précédente (objet 48).

Le système caténaire de Niederried constitue une série topographique jeune (prédominance des forêts pionnières de saule blanc) dont la

dynamique est liée aux fluctuations d'un plan d'eau (lac de retenue hydroélectrique); il se distingue d'un véritable système alluvial car les processus mécaniques n'interviennent pas à l'occasion des crues. L'inondation périodique et l'alluvionnement faible de matières fines simulent un fonctionnement proche de celui des cours inférieurs en méandres tel que celui de la March près de sa confluence avec le Danube en aval de Vienne (DRESCHER 1977, Laboratoire d'écologie végétale et de phytosociologie de l'Université de Neuchâtel 1993).

8.2.9 Système caténaire de l'objet 64 (hors inventaire): Chéseau (Sarine)

8.2.9.1 Situation (fig. 8.11)

Six phytocénoses classées dans 5 coenotaxons composent cette caténa; elles sont ordonnées dans le graphe dans l'ordre de la zonation observée; cette série spatiale correspond à un gradient croissant de hauteur de la station par rapport au niveau du lac et de la Sarine.

Tout le système caténaire est soumis aux inondations annuelles du lac de Gruyère; l'amplitude de variation est de 12 mètres (sources: *Entreprises électriques fribourgeoises: courbes de variation du niveau du lac*). Seule $\Phi 159$ ne présente pas de trace d'inondation directe (légère butte).

La synusie H262 est présente dans l'ensemble du système; elle couvre la majeure partie de l'objet 64 (plus de 60 hectares). Il est vraisemblable qu'elle soit liée à l'inondation. FRONTIER et PICHOD-VIALE (1991) mentionnent le cas général de peuplements végétaux et animaux gardant en permanence un caractère pionnier en raison de conditions agressives du milieu. Dans cette caténa, les inondations fréquentes sélectionnent un petit nombre d'espèces résistant aux conditions instables; l'impression de permanence est due à l'élimination des espèces ne supportant pas ces conditions agressives ou instables (*contrainte écologique*).

La synusie H282 colonise, à l'époque des basses eaux (automne), les grèves de sédiments exondées seulement quelques mois par année. Cette synusie ne contient pas d'espèces ligneuses. L'absence d'espèces ligneuses est liée à la courte durée d'exondation et à l'inondation du milieu à l'époque de la diffusion des graines de saule (mai-juin).

Les 6 phytocénoses décrites appartiennent à 5 coenotaxons différents; cette diversité n'est

qu'apparente car les syntaxons élémentaires présentent de nombreuses espèces communes; la composition spécifique de A001, B106, B109 et B110 est basée sur la combinaison de 4 espèces de saule (*Salix alba*, *S. viminalis*, *S. triandra*, *S. purpurea*); H280 et H282 présentent de nombreuses espèces communes; H262 colonise l'ensemble du système.

8.2.9.2 Dynamique

Les six phytocénoses constituant la caténa peuvent être groupées en deux ensembles:

Φ 60 à 63 et Φ 158: série de la forêt de saule blanc

Φ 159: forêt de transition

La série de la forêt de saule blanc débute par la présence de H282 seul, du côté aval du profil topographique. De Φ 60 à Φ 62, la durée d'inondation permet le développement de H262 et d'une synusie b ou B. La série se termine avec la forêt de saule blanc (futaie).

Φ 159 constitue à elle seule un ensemble séparé en raison de trois syntaxons élémentaires différentiels; parmi ces derniers, B101 et b125 ne possèdent pas d'espèce précurseur dans les strates inférieures; leur origine est liée à des phytocénoses situées à l'extérieur de la caténa.

Dans la première série, l'évolution autogène conduit à la transformation des fourrés de saules (quatre espèces) en forêt monospécifique de saule blanc. *Salix alba* est la seule espèce capable de dépasser la hauteur des fourrés et de constituer un *perchis*, puis une *futaie*. D'après les observations effectuées sur place, *Salix viminalis* présente une meilleure croissance dans les premiers stades d'installation que *Salix alba* (hauteur moyenne d'un peuplement équienne mixte: *Salix alba* 0,3 à 0,4 m, *Salix viminalis* 0,5 à 0,7 m). Cette hauteur correspond à celle de fourrés d'une année observés par DISTER (1980) au bord du Rhin. Dès le stade de fourré haut (env. 6 m de hauteur), l'émergence de *Salix alba* se produit et la futaie se met en place. *Salix viminalis* et *Salix triandra* se maintiennent et constituent le sous-bois arbustif.

Les relations entre les synusies H sont de nature temporelle; elles sont liées au dépôt de sédiments et à la stratégie de colonisation de milieux neufs:

- H262 couvre toute la zonation.

- H280 et h282 sont proches floristiquement et écologiquement.

Les relations entre les synusies B et A sont de nature temporelle entre Φ 60 et Φ 62. La série dynamique constitue une **succession primaire progressive**. Tout en aval de la série, le développement d'une phytocénose au delà du stade h282 est stoppé par la durée des inondations (**succession primaire cyclique**).

Φ 159 constitue, avec l'apparition de trois nouvelles synusies, un *stade d'une transition de la forêt de saule blanc* vers une autre phytocénose. Comme dans le cas de Niederried, un événement naturel ou artificiel est intervenu entre l'installation de A001 et de B101; cet événement (atterrissement, remblai) a permis l'installation de b125 (*Riba rubri-Loniceretum xylostei typicum*), et peut-être de H257, dont les composantes floristiques viennent partiellement de l'extérieur du système décrit (forêts d'aulne blanc riveraines de la Sarine situées plus en amont, forêts alluviales et climaciques environnantes).

Le système caténaire de Chéseau est unique dans l'échantillonnage du présent travail; il contient *plusieurs stades d'installation des fourrés et forêts de saule blanc et de saule des vanniers* sur de très vastes surfaces de sédiments neufs; malgré son origine artificielle, il caractérise un système dynamique de cours d'eau lent et de bord de lac. A l'instar du graphe systémique précédent, la présence de fortes inondations et l'existence d'une mégaphorbiaie liée à une telle contrainte rapproche ce site du système alluvial visité à la March antrichienne (DRESCHER 1977, Laboratoire d'écologie végétale et de phytosociologie de l'Université de Neuchâtel 1993).

8.2.10 Système caténaire de l'objet 66: Les Auges de Neirivue (Sarine)

8.2.10.1 Situation (fig. 8.12 a et b)

Le système contient 13 phytocénoses appartenant à 10 coenotaxons. Ces phytocénoses sont disposées sur le graphe selon l'ordre de la zonation noté sur le terrain. Les phytocénoses Φ 71 et Φ 70, de même que Φ 161 et Φ 397, sont regroupées dans le coenotaxon CoE 1009.

Les relations intraphytocénotiques sont nombreuses entre les strates H, B et A dans tous les types de coenotaxons à l'exception des fourrés de saule drapé; l'aulnaie blanche Φ 397 pré-

sente un rajeunissement d'*Alnus incana* dans les synusies B et b. Dans Φ 69 (fig. 8.12 b), *Alnus incana* passe également de b à a (perchis de 8-10 m). Les autres relations concernent les espèces climaciques (surtout *Ulmus glabra*, *Acer pseudoplatanus*) et *Fraxinus excelsior*. Dans Φ 69 et Φ 163, les synusies b et B contiennent de nombreuses espèces d'arbres climaciques.

8.2.10.2 Dynamique

Les relations interphytocénocotiques concernent d'abord le passage des fourrés alluviaux aux futaies. Φ 68 constitue la phytocénose «de départ». Il manque dans la caténa, ainsi que dans tout le site, un fourré alluvial dominé par *Alnus incana* susceptible de mettre en place le syntaxon A19.

La série du *Lilium martagon*-*Alnoeaenatum incanae* est la plus répandue dans la caténa. La transition entre l'aulnaie et la hêtraie à frêne se fait par l'intermédiaire de a29 (*Acer pseudoplatani*-*Fraxinetum excelsioris*). Φ 64 constitue, malgré son attribution au CoE 1012, le compartiment «frénaie» de la zonation. Les relations unistrates intersynusies herbacées présentent un gradient décroissant de l'humidité, de la lumière et de l'azote et croissant de la sédimentation. Le % de crue est de 50 dans H201 et H205, de 0 dans H230.

La série du *Campanulo cochleariifoliae*-*Echiocaenatum vulgaris* commence également à Φ 160; la liaison B103/B108 se situe dans la même association végétale; le passage H232/H274 présente un gradient décroissant des indices F, N, H, D et un gradient croissant de l'indice L, des traces de crues et du niveau de la station. Φ 66 présente un substrat caillouteux indiquant une sédimentation très grossière (crues violentes).

Une courte série constituée de Φ 68 et Φ 162 colonise les bras de crue partiellement inondés au sein de la forêt montagnarde d'aulne blanc.

La série du *Hieracio murorum*-*Salicocaenatum elaeagni* est liée par H232 et B103-A24. Φ 163 constitue une phytocénose complexe contenant 5 synusies herbacées colonisant des microstations différentes. La liaison H232-H276 montre un gradient décroissant des indices F, N et H et des traces de crues ainsi qu'une légère élévation du niveau du substrat.

La série (partielle) du *Hieracio murorum*-

Alnoeaenatum incanae est comparable à la précédente.

Le graphe systémique de la caténa des *Auges de Neirivue* caractérise une zone alluviale de l'étage montagnard inférieur; les forêts d'aulne blanc, la forêt de hêtre à frêne y occupent une large place; la prairie sèche des alluvions grossières (*steppe alluviale*) y est présente. Le régime hydraulique modifié (turbinage à 5 km en amont, *pas de charriage de sédiments*) ne met plus de sédiments neufs à disposition de la colonisation végétale et la série dynamique ne présente quasiment pas de fourrés d'essences pionnières (absence des premiers stades de la succession).

8.2.11 Système caténaire de l'objet 108: Widen bei Realp (*Furkareusa*)

8.2.11.1 Situation (fig. 8.13)

Le système contient 7 phytocénoses classées dans trois coenotaxons élémentaires constituant les trois principaux compartiments (ensembles) de la caténa.

Le premier (CoE 1006) contient les surfaces *ouvertes du lit de la Reuss* ainsi que les clairières des fourrés alluviaux de l'unique terrasse alluviale du système, située à une hauteur de 1 à 1,5 m par rapport à la rivière; le syntaxon H278 (*Rumici scutati*-*Agrostietum giganteae dactyletosum glomeratae*) constitue la communauté pionnière des sédiments siliceux nus. Le deuxième ensemble réunit les fourrés de saules (*diverses espèces*) et d'aulne vert colonisant la terrasse alluviale; b116 constitue un fourré bas (hauteur: 1-2 m) et dense (recouvrement: 90 à 100%). B118 contient *Salix daphnoides* et *Salix pentandra*; il constitue une strate haute (hauteur: 3-8 m) et lâche (recouvrement: 40 à 60%). La présence de B118 sans fourré bas a été notée dans Φ 389. Le troisième ensemble est une haute levée de sédiments grossiers (hauteur: 1,8 m par rapport à la rivière) colonisée par H278 qui contient, dans ce cas, plusieurs espèces différentes à *tendance xérophile* (notamment *Hippocrepis comosa*, *Thymus pulegioides* et *Dianthus carthusianorum*).

8.2.11.2 Dynamique

Les relations intraphytocénocotiques concernent les paires de synusies H278 et b116 (croissance des plantules de saules pour constituer le fourré b116) et b116-B118 (émergence de *Salix daphnoides* et *S. pentandra*). Aucune espèce ligneuse n'a été

repérée dans H208 et H277 (mais un seul relevé est à disposition pour chaque synusie).

Les relations interphytocénocotiques concernent le passage entre Φ 395 et Φ 391 qui correspond à l'installation du fourré fermé b116. H208, mégaphorbiaie nitratophile, se développe à l'ombrage des fourrés de saules sur un sol limono-sableux fin qui a fait l'objet d'un dépôt de limon gris de 20 cm d'épaisseur lors des crues de 1987 (profil pédologique à disposition chez l'auteur); h277 (sous-association *typicum* de H278) constitue la strate h. La relation entre Φ 389 et Φ 394 est de type spatial; les tendances des indices écologiques sont inverses de celles du passage précédent, à l'exception de la hauteur de la station qui augmente par rapport à celle de la première terrasse.

La caténa décrite à *Realp* caractérise un système de l'étage subalpin transformé par l'homme; la végétation alluviale, colonisant principalement la rive droite du cours d'eau, a fait l'objet d'un endiguement dans la partie supérieure du site (en amont de la station étudiée) et le cours d'eau a été dragué suite aux crues de 1987; il présente une *incision* (rives d'une hauteur de 1,5 mètres) qui rend l'inondation périodique exclue. Une alimentation hydrique des fourrés alluviaux est assurée par des ruisseaux serpentant sur la terrasse alluviale avant d'affluer à la Reuss. Malgré ces transformations, le site conserve un intérêt pour l'étude de la végétation; il possède de nombreux caractères communs avec le système naturel décrit à *Glatsch* (objet 143).

8.2.12 Système caténaire de l'objet 113: Vellon de l'Allondon (Allondon)

8.2.12.1 Situation (fig. 8.14)

Le système contient 10 phytocénoses appartenant à 8 coenotaxons élémentaires. Toutes les phytocénoses ont été réunies au sein de la même caténa. Deux phytocénoses ont été réunies (Φ 473 et Φ 474: fourrés xérophiles).

Le début de la série de l'*Hedera helix-Quercocoenetum roboris* comporte un banc de sédiments nus; les diverses communautés pionnières colonisatrices des graviers et décrites par THEURILLAT et MATTHEY (1987) n'ont pas fait l'objet de relevés. Les fourrés de saule drapé colonisent le lit principal et les terrasses alluviales inférieures (0,5-1m par rapport au cours d'eau) et constituent par endroit des futaies basses. La forêt de frêne (Φ 470) qui s'installe sur les terrasses

moyennes et supérieures est structurée en strates occupant tout l'espace disponible. La forêt de chêne pédonculé et de chêne sessile ne diffère de la forêt de frêne que par la proportion des espèces arborescentes dans la canopée; elle est installée sur les terrasses supérieures (hauteur de 3-4 mètres par rapport à la rivière) et comporte des essences ligneuses des *Pruno avii-Carpinetalia betuli* ainsi qu'une synusie herbacée identique à celle des forêts climaciques environnantes.

La forêt d'aulne blanc et d'aulne noir présente plusieurs caractères atypiques par rapport aux formations de ce type:

- Elle contient une strate arborescente (a36) comportant 5 espèces, alors que les peuplements d'aulne n'en comportent généralement qu'une seule.
- Les deux espèces d'aulnes cohabitent alors qu'elles sont séparées dans la plupart des cas.
- Elle comporte deux strates arbustives développées.

THEURILLAT et MATTHEY (1987) et ETTER et MORIER-GENOUD (1963) n'expliquent pas cette particularité que nous interprétons comme étant liée à la zone de contact entre une station riveraine de cours d'eau à caractère montagnard (favorable à *Alnus incana*) et une station marécageuse de l'étage collinéen inférieur relevant du domaine d'*Alnus glutinosa* (RAMEAU et al. 1989).

La série xérique du *Peucedano oreaselini-Caricicoenetum liparocarpos hippophaeocoenetosum rhamnoidis* débute sur une haute terrasse alluviale de sédiments grossiers (hauteur: 3 m par rapport au niveau de la rivière) par une prairie sèche h289. Φ 473 et 474 constituent des fourrés xérophiles (comprenant notamment un manteau bas d'argousier) colonisateurs de la prairie. Une chênaie ouverte, riche en graminées et cypéracées, ne comportant pas d'espèce hygrophile (pas de *Fraxinus*) mais des espèces ligneuses des *Pruno avii-Carpinetalia betuli* a été placée dans la série xérique comme *attracteur climacique*. On relèvera la parenté des forêts de chêne constituant les extrémités des deux séries.

8.2.12.2 Dynamique

Les relations intraphytocénocotiques se développent dans les forêts de frêne (Φ 470) et de chênes (Φ 468, 471). Elles caractérisent le

compartiment phytocénotique le plus proche du climax.

Malgré la liaison établie par *Fraxinus excelsior* et *Salix elaeagnos* entre Φ 466 et Φ 470, les éléments à disposition sont jugés insuffisants pour définir une relation temporelle entre le fourré de saule drapé et la futaie de frêne; par contre, la proximité entre Φ 470 et Φ 468 (deux synusies communes, deux espèces d'arbres dominants communes) permet d'établir un lien temporel.

La forêt d'aulne se développe sur une terrasse alluviale moyenne, dans la zone d'inondation d'un petit affluent de l'*Allondon*; elle est liée au système par une relation spatiale.

Dans la série xérique, les relations temporelles sont fondées sur la ressemblance floristique des diverses synusies en présence, ainsi que sur la fourniture, par B124, des espèces constitutives de a32.

De manière générale, la succession des phytocénoses de l'objet 113 est difficile à établir en raison du manque de synusies créant des liens entre les divers types de fourrés et de forêts. La forte ressemblance des deux attracteurs climatiques, ainsi que le statut phytosociologique et écologique mal défini de la forêt d'aulne noir et d'aulne blanc ajoutent encore à la difficulté. Une campagne supplémentaire de relevés synusiaux ou un affinement méthodologique de l'approche de la dynamique seraient nécessaires pour établir les liens entre les synusies, les phytocénoses et les stations de cette zone alluviale.

8.2.13 Système caténaire de l'objet 133: Finges (Rhône)

8.2.13.1 Situation (fig. 8.15 a et b)

Le système contient 18 phytocénoses appartenant à 10 coenotaxons élémentaires; certaines phytocénoses apparaissent plusieurs fois sur le graphe pour des raisons de présentation. On n'a pas distingué les phytocénoses de la rive droite (secteur fonctionnel du *Russenbrunnen*) de celles de la rive gauche (secteur du *Rottensand* et de *Millieren*).

Les relations intraphytocénotiques sont caractérisées par une forte représentation des espèces ligneuses alluviales telles qu'*Alnus incana*, *Salix elaeagnos* et *Populus nigra* dans les synusies H279 et H286 du lit principal; le *Festuco arundinaceae-Calamagrostietum pseudophragmitis* constitue l'association pionnière des alluvions la plus typique de cet objet. Il abrite d'une manière exclusive la ré-

génération par semis des principales espèces ligneuses de faciès, ce qui constitue une observation conforme à celle de CARBIENER (1985) qui souligne la dépendance totale des semis d'espèces ligneuses pionnières pour les sédiments neufs. Les autres relations intraphytocénotiques concernent des espèces ligneuses des stations stables ou plus sèches dans les forêts d'aulne blanc, de peuplier noir et de pin sylvestre. Ces trois espèces présentent peu de rajeunissement interne car les essences d'ombre font défaut dans leur cortège floristique:

- *Alnus incana* et *Populus nigra* sont deux essences de lumière se régénérant sur des sédiments neufs.
- *Pinus sylvestris* se régénère également par semis sur les sédiments neufs, à l'intérieur de H286 de b105 ou de b111 (fourrés alluviaux de myricaire et d'argousier) ainsi que, selon WERNER (1985), dans les clairières de la forêt de pin sylvestre (CoE 1036: *Melico nutantis-Pinocoenetum sylvestris*) comme JACQUIOT (1983) le mentionne également.

Une autre particularité de l'ensemble des phytocénoses étudiées est le nombre réduit d'essences ligneuses (semis et plantules) participant aux synusies herbacées (à l'exception de H279 et H286); les relations entre H et b sont quasiment inexistantes.

Fraxinus excelsior, bien que participant aux séries de l'aulnaie et de la forêt de peuplier noir, présente dans toutes les phytocénoses une vitalité réduite.

8.2.13.2 Dynamique

Les séries dynamiques temporelles sont au nombre de trois; elles ont pour point de départ une communauté pionnière de type H279 et un fourré alluvial de diverses essences.

La série du *Polygonato odorati-Alnocoenetum incanae typicum* (CoE 1045) présente un stade juvénile de fourré bas à myricaire (CoE 1056) d'où émerge le peuplement d'aulne blanc (B101) où cette espèce est fortement dominante (indice d'abondance de 5). Le coenotaxon 1047 constitue l'aulnaie blanche des terrasses présentant une élévation moyenne du substrat (env. 2 m); les sédiments sablo-limoneux déposés par la dernière crue sont colonisés par H211. Le coenotaxon 1045 s'installe sur les terrasses relativement plus élevées (2,5-3 m); la strate herbacée H210 présente un cortège d'espèces moins hygrophiles et aucune trace de crue.

La série spatiale liée au *Russenbrunnen* constitue un compartiment non influencé par le Rhône dont l'alimentation hydrique est plus régulière. Une forêt d'aulne blanc comportant la synusie H258 (nitratophile) colonise ce milieu; la synusie A9 (*Salici albae-Populetum nigrae*) présente un recouvrement très faible (5%).

Les phytocénoses 409 et 403, présentées à la droite du graphe, contiennent une synusie arborescente haute à *Populus nigra* (A6). Elles sont présentées séparément car elles ne peuvent être reliées aux phytocénoses 406, 407 et 408 qui ne contiennent pas cette espèce. Cette série constitue une variante de la série principale dont on peut déduire que la forêt de peuplier noir n'est donc pas issue, comme nous le supposions auparavant, de l'émergence de *Populus nigra* à partir du peuplement a19.

La série du *Melico nutantis-Pinocoenetum sylvestris* se caractérise dès le stade de fourré bas par la présence de la synusie herbacée xérophile H272 (*Astragalo onabrychidis-Artemisietum campestris*) qui se développe sans couverture ligneuse (aucun relevé) ou en mosaïque avec des fourrés d'argousier (b111) ou des fourrés de myricaire et de saule drapé contenant *Pinus sylvestris* (b105). Au stade B, le pin est encore en compagnie de *Salix elaeagnos* et de *Populus nigra*, mais il domine le peuplement. Dans la forêt proprement dite (CoE 1036, hauteur: 20 m), *Populus nigra* et *Betula pendula* sont encore présents dans la synusie A. La forêt de pin sylvestre possède une strate arbustive attribuée au *Berberido vulgaris-Rhamnetum cathartici* (b124), une strate B contenant *Quercus pubescens* et une strate a contenant notamment *Salix elaeagnos*, espèce présente dans l'ensemble des formations de cette série.

Un haut fourré de saule drapé (CoE 1050) contenant *Pinus sylvestris* et la synusie b113 se développe dans une dépression proche de la steppe alluviale qui fonctionne comme bras de crue lors des événements hydrauliques exceptionnels; il est lié à la série par des relations spatiales.

La pinède pionnière des alluvions du *Rottensand* n'a pas fait l'objet de relevés phytosociologiques dans le cadre du présent travail; étant donné qu'elle contient les synusies H272, b124 et A4 (observation personnelle) elle aurait pris place, dans la série, entre les coenotaxons 1057 et 1036.

Les trois séries décrites correspondent à celles établies par WERNER (1985) du moins en ce qui concerne les stades finaux.

La question d'un *climax* fonctionnant comme *attracteur des séries autogènes* se pose à *Finges*; la pinède semble à même d'assumer cette fonction et de se régénérer sur place au même titre qu'une forêt climacique dans d'autres régions; mais l'aulnaie blanche et la forêt de peuplier noir ne possèdent pas les éléments floristiques susceptibles de constituer une pinède à long terme. Le type de phytocénose issu d'une évolution autogène des aulnaies et des forêts de peuplier noir contient vraisemblablement des espèces telles que *Prunus avium* et *Betula pendula* (voir a31 dans Φ 408), éventuellement aussi *Fraxinus excelsior* et *Ulmus glabra*, mais de tels peuplements n'ont pas été décelés dans le cadre du présent travail.

Malgré un sévère système d'endiguement et un débit réduit par un prélèvement permanent (VERSUCHSANSTALT FÜR WASSERBAU 1988), la zone alluviale de *Finges* possède les caractères d'un système dynamique; les importantes crues récentes (1987, 1993) et les débordements qui en ont résulté ont favorisé le développement de communautés herbacées et ligneuses pionnières tout en rajeunissant, sans les détruire, de vastes secteurs de forêts alluviales. La dimension du site est garante de la diversité des stations, des phytocénoses et des séries dynamiques qui leur sont liées.

8.2.14 Système caténsaire de l'objet 143: Gletschbode (*Rotten*)

8.2.14.1 Situation (fig. 8.16)

Le système contient 8 phytocénoses classées dans 5 coenotaxons élémentaires. Les phytocénoses sont réunies dans trois ensembles principaux.

Le premier (Φ 423 et 425) contient H283 (*Epilobietum fleischeri trifolietosum pallescens*) qui constitue le groupement colonisateur des surfaces sableuses des bancs d'alluvions siliceuses dans le lit du Rhône et inondées régulièrement durant la période de végétation. Le deuxième ensemble contient les fourrés de saules situés sur les terrasses alluviales inférieures, surélevées d'environ 0,5 m par rapport au niveau du lit. Ils subissent également l'effet régulier des hautes eaux; leur structure est très dense (recouvrement de 80% à 100%); une première strate dominée par *Ainus viridis* et *Salix hegetschweileri* se développe jusqu'à deux ou trois mètres de hauteur; b120 constitue le manteau de ces fourrés bas; les stations les plus stables voient l'émergence des grands arbustes, *Salix daphnoides* et *Larix decidua* (B115). *Salix pentandra* n'a pas été décelé; il est pourtant mentionné dans cinq

relevés (sur quinze) effectués par SCHUBIGER-BOSSARD (1988) dans le même site. Le troisième ensemble contient à nouveau H283 qui colonise les moraines proches de la zone alluviale située à un niveau supérieur de 1 mètre par rapport au lit du Rhône; la synusie herbacée est identique à celle du lit principal, mis à part certaines espèces différentielles comme *Hieracium intybaceum* ou *Cirsium acaule*. La synusie différentielle b119 (*Rhododendretum ferruginei*), absente de la zone d'inondation, caractérise les landes subalpines.

8.2.14.2 Dynamique

Les relations intraphytocénétiques concernent les paires de synusies H283-b117 et b116-B115. Aucun semis et aucune plantule de *Salix* ou d'*Alnus* n'a été repéré dans H277 comme d'ailleurs dans H283 de la moraine proche. H277 constitue une véritable mégaphorbiaie dont la force de concurrence ajoutée à l'ombre portée par les fourrés, semble défavorable aux semis des espèces ligneuses.

Les relations entre Φ 425 et Φ 426 sont dues aux plantules d'espèces ligneuses de H283. Toutes les espèces de saules (et l'aulne vert) constituant les fourrés alluviaux (à l'exception de *Salix helvetica* et *S. purpurea*) y sont présentes. Comme dans le cas des zones alluviales montagnardes, les principales espèces ligneuses alluviales semblent liées aux surfaces de sédiments nus pour la germination de leurs diaspores. La transition entre les fourrés et la moraine voisine est de type spatial, à défaut d'éléments caractérisant une série temporelle; il n'est d'ailleurs pas exclu que de tels dépôts aient été mis en place à la faveur d'un événement géomorphologique lié à la rivière (forte crue liée à un éboulement...); indépendamment de leur origine, les phytocénoses Φ 424, 429 pourraient constituer des «steppes alluviales subalpines».

La caténa décrite à Gletsch caractérise un système alluvial intact de l'étage subalpin; à cet égard, elle se différencie de celle de *Widen bei Realp* (objet 108); les terrasses alluviales et les îles y sont clairement définies et périodiquement remaniées par le cours «en tresse» que le Rhône (*Rotten*) forme dans sa plaine alluviale. La série correspond à la succession décrite par SCHUBIGER-BOSSARD (1988) dans l'étude de la colonisation végétale suite au retrait du glacier.

8.2.15 Système caténaire de l'objet 147: Soria (Ticino)

8.2.15.1 Situation (Fig. 8.17)

Le système caténaire contient 7 phytocénoses appartenant à 3 coenotaxons élémentaires; les phytocénoses sont issues de deux secteurs du même objet et sont ordonnées approximativement selon la hauteur croissante des stations par rapport au niveau de la rivière.

Les surfaces de sédiments colonisées à divers degrés par H278 sont largement représentées suite aux crues de 1987. Dans la série du *Lamiostra flavidi-Petasitocoenetum hybridi*, le fourré b104 contient, entre autres espèces: *Salix elaeagnos*, *S. dophnoides* et *Alnus incano*. Deux fourrés d'aulne blanc (accompagné de *Salix dophnoides* et de *S. nigricans*) constituent Φ 485 et 480 avec la synusie H207 (*Lamiastro flavidi-Petasitetum hybridi*). Φ 486 et 481 présentent la même combinaison de synusies avec une strate a (hauteur: 18 mètres) dans Φ 486. a28 présente une combinaison spécifique où *Alnus incana* domine (indice 3), raison pour laquelle Φ 481 a été assimilée au CoE 1079; il en constitue un élément atypique.

La série du *Campanulo cochleariifoliae-Echiocoenetum vulgaris* colonise les points hauts (env. 2 mètres par rapport au niveau de la rivière) d'une vaste terrasse alluviale décapée par la crue de 1987. La synusie H274 est particulièrement bien développée et contient 48 espèces.

8.2.15.2 Dynamique

Les relations intraphytocénétiques sont peu nombreuses dans la série de l'aulnaie; les synusies B et b contiennent les essences de forêts montagnardes non alluviales qui vont participer à la mise en place de a28.

Les relations interphytocénétiques principales concernent le passage de H278 à H207 à la faveur d'une sédimentation fine qui va recouvrir le banc de sédiments et constituer la terrasse alluviale; H207 s'installe et occupe ensuite la strate herbacée dans toute la série temporelle. La mise en place de B101 intervient soit à partir de b104, soit à partir d'un b101 (non constaté) issu de semis; B101 de Φ 485 colonise un bras de crue surbaissé en bordure de la zone alluviale; a28 constitue le stade le plus avancé de la série en direction du climax.

Le graphe systémique de la caténa de l'objet 147 caractérise une zone alluviale de l'étage montagnard supérieur; les fourrés de saule drapé et la forêt montagnarde d'aulne blanc constituent les compartiments boisés; la prairie sèche des alluvions grossières (*steppe alluviale*) y est présente, à l'instar des autres sites décrits à l'étage montagnard (objets 34, 66). Le régime hydraulique, perturbé par des dérivations en amont (sources: renseignements de l'administration du canton du Tessin), diminue de moitié le débit moyen mais n'empêche pas le rajeunissement des stations par les crues.

8.2.16 Système caténaire des objets 158: Ai Fornas et 156: Bassa (Moesa)

8.2.16.1 Situation (fig. 8.18)

Le système contient 7 phytocénoses appartenant à 5 coenotaxons élémentaires. Les phytocénoses des deux objets ont été réunies afin de consolider l'échantillonnage; les deux objets appartiennent au même secteur fonctionnel, présentent les mêmes caractères et ne sont éloignés que de 1,5 kilomètres. Les phytocénoses sont ordonnées dans un ordre correspondant approximativement à l'altitude croissante des stations par rapport au niveau de la rivière.

Φ496 appartient au lit majeur de la Moesa et présente, dans a9 (fourré de 10 mètres de hauteur), plusieurs espèces d'essences à bois tendre, à savoir: *Populus nigra*, *P. alba*, *P. tremula*, *Alnus incana*, *Salix alba*, *S. elaeagnos*. Les communautés pionnières des sédiments caillouteux-sableux du lit n'ont pas fait l'objet de relevé. Les forêts d'aulne blanc colonisent les terrasses alluviales situées à une hauteur de 2 à 3 mètres par rapport au niveau du cours d'eau; cette altitude est due à l'importante incision du cours d'eau. Les forêts de frêne, caractérisées notamment par a34 et h223 (Φ493, 494 et 497), sont installées sur les terrasses alluviales situées à une hauteur de 3 à 4 mètres au dessus de la rivière. La forêt de frêne à peuplier noir a été placée dans une série partielle séparée car, *Populus nigra* n'étant pas présent dans Φ396 et Φ495, elle ne pouvait s'insérer dans la série principale. Φ498 est une forêt d'aulne noir et d'aulne blanc colonisant une dépression alimentée par un ruisseau au bas de la forêt de pente (limite de la zone alluviale) et fonctionnant comme bras secondaire lors des crues exceptionnelles.

Dans le graphe systémique, les mosaïques des synusies herbacées (H) ont été représentées

par des «superpositions spatiales» pour des raisons pratiques.

8.2.16.2 Dynamique

Les relations intraphytocénocotiques sont développées dans les forêts d'aulne et de frêne. *Fraxinus excelsior* et *Tilia cordata* constituent les liens les plus fréquents entre les diverses strates.

Les passages de Φ496 à Φ396 et de Φ495 à Φ494 sont liés aux espèces ligneuses constituant les strates arborescentes. Dans les deux cas, la transition est liée à une élévation topographique bien visible (changement de terrasses alluviales). Les synusies communes à plusieurs phytocénoses sont nombreuses dans la caténa considérée. Φ495 constitue la phytocénose de transition de la forêt d'aulne blanc à la forêt de frêne: H223 est la synusie précurseur. Φ498 constitue une enclave dans le système de terrasses alluviales, dont les relations avec les autres forêts sont de nature spatiale. H284 n'a pas été reliée à H223 car il s'agit d'une communauté basale à *Matteucia struthiopteris*.

La série temporelle du *Salvio glutinosae-Fraxinocoenetum excelsioris* caractérise un système alluvial perturbé; l'importante incision du cours d'eau a été constatée par CARRARO (comm. orale) lors de l'étude d'un troisième site du même secteur (objet 157: Isola); elle a provoqué le drainage des terrasses alluviales en raison de la texture grossière des sédiments; elle a isolé les terrasses alluviales de l'effet de la rivière, même lors des crues importantes. Par ailleurs, la composition des synusies b et B, notamment la fréquence et la vitalité de *Fraxinus excelsior* et *Tilia cordata* sous les synusies a21 et a19, caractérise une transformation générale des forêts alluviales en direction du coenotaxon 1043 (forêt de frêne).

La phytocénose Φ497, présentée à la droite du graphe, contient un syntaxon arborescent haut à *Populus nigra* (A6); elle est présentée séparément car elle ne peut être reliée à Φ396 et Φ495 qui ne contiennent pas *Populus nigra*. Elle génère donc une variante de la série principale.

Du point de vue géobotanique, les deux objets étudiés possèdent plusieurs communautés originales rencontrées presque exclusivement au Sud des Alpes au cours de cette étude; ce sont:

- H284: communauté basale à *Matteucia struthiopteris*
 H222: *Geo urbani-Caricetum brizoidis*
 H223: *Dryopterido filicis-maris-Salvietum glutinosae*
 a34: *Alno incanae-Fraxinetum excelsioris tilietosum cordatae*

L'ensemble des phytocénoses situées sur les terrasses alluviales est affecté par la forte incision du cours d'eau; ce phénomène a pour conséquences l'assèchement des stations, le développement subséquent des synusies arbustives dans les peuplements d'aulne blanc et la dominance exclusive des processus auto-gènes dans la dynamique forestière. Les groupements pionniers colonisateurs du lit principal sont, quant à eux, soumis à une dynamique intense. A l'instar de la caténa de l'objet 18 (*Thurauen Wil-Weieren*), les phytocénoses intermédiaires font quasiment défaut.

8.2.17 Système caténaire de l'objet 171: *Maggia (Maggia)*

8.2.17.1 Situation (fig. 8.19)

Le système, décrit dans les environs du village de *Someo*, contient 8 phytocénoses appartenant à 7 coenotaxons élémentaires; elle apparaissent toutes dans le graphe; la synusie b105, non relevée au cours du travail de terrain, a été ajoutée dans la série afin de disposer d'une communauté précurseur des essences alluviales. Cette synusie est présente dans le lit majeur du cours d'eau; elle y a encore été constatée en 1995.

Le lit principal de la *Maggia* est constitué de sédiments de textures diverses, du sable moyen au banc de cailloux; les communautés pionnières et les fourrés alluviaux (de myricaire, de saule drapé et de peuplier noir) y présentent divers degrés de développement; ces formations n'ont pas été relevées. Les exhaussements de sédiments grossiers sont colonisés par divers fourrés xérophiles et par une prairie caractéristique des stations très sèches (h270; moyenne indice F: 1,5).

Sur les terrasses alluviales, la forêt de chêne pédonculé et de chêne sessile, ainsi que la forêt de frêne et d'autres essences (notamment *Tilia cordata*, *T. platyphyllos*, *Prunus avium*), constituent les formations boisées de la série de développement dans les stations sèches. Sur le substrat sableux à sablo-limoneux des stations humides, alimentées par les eaux calmes de la nappe phréatique ou par des affluents, s'installent la forêt d'aulne blanc et la forêt de frêne des dépressions humides; ces deux formations constituent une partie de la série des stations humides.

8.2.17.2 Dynamique

Les relations intraphytocénotiques sont nombreuses dans les phytocénoses Φ 503 et 506; elles caractérisent un rajeunissement interne des phytocénoses et les espèces dominantes, pour la plupart semi-héliophiles (*Quercus robur*, *Prunus avium*, *Fraxinus excelsior*), semblent disposer de suffisamment de lumière pour se développer à l'intérieur du peuplement. Φ 511 ne présente qu'une seule relation de développement en superposition. Les fourrés xérophiles et l'aulnaie blanche n'en présentent aucune.

Les relations interphytocénotiques sont dues à la présence de syntaxons communs (notamment H271, b123, 124 et H223); elles sont peu nombreuses au niveau des strates arborescentes; de ce fait, les critères de définition des séries temporelles ne sont pas remplis et les principales transitions (Φ 504- Φ 506 et Φ 510- Φ 503) apparaissent dans le graphe comme des relations spatiales. La série du *Peucedano oreoselini-Caricicoenetum liparocarpos hippophaeocoenetosum rhamnoidis* contient les stades les plus importants, à l'exception d'un fourré de chêne qui devrait faire la transition entre les fourrés xérophiles et la forêt de chêne «adulte»; la forêt de frêne, située sur une île du cours principal, est apparentée à la forêt de chêne en raison de trois synusies communes: elle présente une origine alluviale plus récente que Φ 506 mais ses relations dynamiques avec cette dernière ne sont pas claires.

La série du *Cirsio arvensis-Alnocoenetum incanae* est incomplète et ne remplit pas les critères exigés par la procédure pour constituer une série temporelle; la forêt de frêne des dépressions humides pourrait aussi être détachée complètement de la série alluviale pour constituer une enclave liée à un affluent.

La caténa décrite à la *Maggia* est particulièrement diversifiée, comme l'avaient déjà constaté DIONEA (1990) et CARRARO et al. (1994). Cette diversité a été insuffisamment décrite au cours du présent travail et le graphe systémique comporte des lacunes empêchant l'établissement de la série principale qui est le *Cirsio arvensis-Alnocoenetum incanae*; cette dernière devrait être complétée notamment par les stades de développement des principales phytocénoses, ce qui permettrait vraisemblablement d'établir des liaisons temporelles: il n'est pas exclu par ailleurs qu'une autre série, non représentée ici, englobe Φ 511 et d'autres phytocénoses des îles surélevées de la *Maggia*,

par exemple, la formation à *Populus nigra*, décrite par CARRARO et al. (op. cit.).

8.2.18 Système caténsire de l'objet 226: La Torneresse à l'Etivsz (Torneresae)

8.2.18.1 Situation (fig. 8.20)

Le système contient 10 phytocénoses appartenant à 5 coenotaxons élémentaires. La présence de syntaxons communs permet la mise en évidence de trois ensembles:

Le premier ensemble est constitué de Φ 90, 93; il s'agit d'une communauté pionnière colonisatrice des alluvions grossières du lit principal; le substrat est caillouteux et sableux minéral. Les crues du cours d'eau détruisent ou perturbent périodiquement la végétation.

Le deuxième ensemble, constitué de Φ 89, 88, 91, 84, 86, réunit les fourrés de saule drapé et les forêts d'aulne blanc à pétasite hybride. Ces phytocénoses s'installent sur les terrasses inférieures et moyennes du cours principal ainsi que le long des affluents parcourant les terrasses alluviales.

Le troisième ensemble, constitué de Φ 92, 85, 87, réunit les forêts de saule drapé ou d'aulne blanc et les forêts d'épicéa; mis à part A24, ces formations contiennent des syntaxons A, B ou H caractérisant les milieux stables environnants (espèces du climax).

8.2.18.2 Dynamique

La série du *Carduo personatae-Petasiticoenotum hybridum salicicoenotum elaeagni* débute par une communauté pionnière des alluvions grossières (CoE 1006). Elle présente, comme tous les groupements colonisateurs du lit principal, une succession allogène cyclique (non représentée), liée aux crues saisonnières du cours d'eau.

Cette communauté pionnière contient des semis et plantules de *Salix elaeagnos*, *S. daphnoides* et *Alnus incana*. Lorsque les perturbations périodiques (contraintes) provoquées par les crues diminuent d'intensité, l'émergence des trois essences ligneuses se produit; le fourré qui s'installe est à même de provoquer une sédimentation fine (exhaussement du sol) par augmentation de la rugosité du lit et diminution de la force du courant (PAUTOU 1984, AMOROS et PETTS 1993). Parallèlement à la croissance du fourré alluvial et à la faveur d'une sédimentation plus fine s'effectue l'installation de la

mégaphorbiaie à pétasite H201 (*Carduo personatae-Petasitetum hybridum*). La succession végétale se produit vraisemblablement au cours de plusieurs années; la succession géomorphologique (mise en place de la station) est à même de se produire en quelques jours à l'occasion de crues exceptionnelles.

H201 et h233 ne contiennent pas de plantules des trois essences alluviales, mais des semis et plantules de *Picea abies*, de *Fraxinus excelsior* et d'*Acer pseudoplatanus*; il en est de même pour H225 et h230.

Les synusies B et b des CoE 1005 et 1017 contiennent des rejets et/ou des drageons d'*Alnus incana* (RAMEAU et al. 1989); il s'agit vraisemblablement d'une manifestation de baisse de vitalité, car nous avons observé l'émission de rejets en maints endroits dans les peuplements âgés et sénescents de cette espèce (cette observation est discutée au chapitre 9.1). Un rajeunissement naturel de la forêt d'aulne blanc par les drageons n'a pas été observé dans cet objet.

Les phytocénoses Φ 84 et Φ 86, présentées séparément à la droite du graphe, constituent une variante de la série principale; elles se placent après CoE 1001 et constituent la forêt montagnarde d'aulne blanc.

Malgré la présence de syntaxons élémentaires communs (H201 et h233), l'origine de la synusie arborescente des forêts d'aulne blanc (A21 dans CoE 1002) et des forêts de saule drapé et de saule faux-daphné (A24 dans CoE 1005) reste hypothétique. Le graphe présente un fourré B103 comme origine de la synusie A24 de CoE 1005. Une hypothèse pourrait faire intervenir, au départ, un fourré dont la proportion des trois espèces ne varierait pas au cours de la croissance du fourré et qui dicterait la composition de la synusie. A21 seraient alors issu d'un fourré pur d'*Alnus incana*, B101, qui se maintiendrait sous le peuplement adulte de CoE 1002. GANDER (1997) constate, quant à lui, que la proportion d'*Alnus incana* a tendance à augmenter dans les peuplements âgés contenant les trois essences en raison d'un type de croissance plus compétitif de l'aulne blanc. Cette question est développée dans le chap. 9.1.7.

Le passage de CoE 1001 à CoE 1005 puis à CoE 1017 est lié à trois mécanismes évolutifs:

- La croissance des essences arborescentes alluviales (*Alnus*, *Salix*) qui, au cours de leur cycle vital, passent par les stades juvéniles (fourrés), matures puis sénescents;

la durée de ce cycle varie entre 40 et 80 ans (OFEFP 1996).

- La croissance des espèces climaciques et post-pionnières qui vont, à terme, remplacer les essences arborescentes pionnières.
- Une succession allogène, provoquée par les alluvionnements successifs (ou l'incision du cours d'eau) qui conduit progressivement les terrasses alluviales inondées périodiquement vers des stations, stables, indépendantes de l'effet des crues et drainées, donc proches des conditions prévalant dans les stations climaciques environnantes.

Le graphe systémique de l'objet 226 met en évidence d'une manière particulièrement claire les étapes de la série dynamique et notamment le parcours de l'épicéa dans les diverses phytocénoses.

8.2.19 Système caténaire du Tessin italien en amont de Pavie (hors inventaire) (*Ticino*)

8.2.19.1 Situation (fig. 8.21)

Le choix d'un secteur d'étude situé à l'extérieur du territoire national visait à compléter l'échantillonnage avec une zone alluviale relativement peu transformée de l'étage planitiaire du Sud des Alpes; des bases phytosociologiques existaient en la publication de SARTORI (1984); la description des groupements xériques nous semblait intéressante car elle permettait une comparaison avec les pelouses sèches des Alpes centrales et les steppes alluviales du Nord des Alpes (voir chap. 7.2.3).

La série de l'*Hedero helicis-Quercocoenetum roboris* débute par divers groupements herbacés colonisateurs des bancs de sable et de gravier du lit principal (liste d'espèces à disposition chez l'auteur). Des fourrés alluviaux composés de *Salix alba*, *Populus nigra* et *Salix elaeagnos* colonisent diverses stations d'un lit principal présentant un cours en tresse (nombreux chenaux). La forêt de saule blanc présente diverses strates de développement aboutissant à la futaie (Φ 443) qui colonise les terrasses alluviales inférieures à une altitude de 2 à 2,5 m par rapport au cours d'eau. L'empierrement de la rive est probablement responsable de l'absence, dans le tronçon étudié, du «groupement à *Populus alba*» décrit par SARTORI, qui est, selon cet auteur, en relation dynamique et topographique avec la sous-association *ulmetosum* du *Polygonato multiflora-Quercetum roboris* (représenté par

Φ 441) et les aulnaies hygrophiles. L'aulnaie marécageuse (Φ 440) colonise un ancien méandre traversant la forêt de chêne. La série décrite est donc partielle mais les trois phytocénoses qui la composent (Φ 443, 441, 440) semblent bien typées si on les compare avec des relevés (effectués selon la méthode sigmatiste) issus des travaux de MOOR (1958), OBERDORFER (1992b) et SARTORI (1984).

Les phytocénoses décrites sont ordonnées en deux séries dynamiques; la série xérique du *Sedo sexangulares-Rumicicoenetum acetosellae* se développe sur les dépôts de graviers élevés (env. 4 m) accumulés par le fleuve au cours de ses divagations dans la zone alluviale; elle présente des zones ouvertes colonisées par h288, synusie très xérophile contenant de nombreuses espèces annuelles (50,5% de *thérophytes* et de *thérophytes / hémicryptophytes* dans le spectre écologique pondéré). Associée à H269, cette synusie colonise le centre des clairières de la forêt de chêne pubescent et de chêne pédonculé (Φ 446); la zone de transition, (manteau forestier et buissons colonisateurs) est constituée par Φ 445. Hormis H270, de même composition que les relevés du Valais central, les autres synusies herbacées xérophiles (h276 et H271) présentent des variantes dues à la présence d'espèces différentielles du versant sud des Alpes (relevés atypiques).

8.2.19.2 Dynamique

Les relations intraphytocénotiques sont relativement peu nombreuses et concernent surtout les buissons; mis à part quelques germinations de *Quercus* dans la strate herbacée, les trois chênaies décrites ne présentent pas de rajeunissement interne.

Les relations interphytocénotiques sont elles aussi peu nombreuses; dans la série de l'*Hedero helicis-Quercocoenetum roboris*, les trois phytocénoses sont très différentes et aucune ne possède des synusies ou des espèces ligneuses de la voisine. Les relations y sont donc de nature spatiale. Dans la série xérique, les relations sont également de type spatial, sauf entre Φ 445 et Φ 446 appartenant au même coenotaxon.

De manière générale, les deux séries dynamiques décrites au bord du *Tessin italien* sont incomplètes en raison d'un faible nombre de relevés; elles contiennent néanmoins des *phytocénoses bien typées* qui ont servi de référence dans la phase typologique du travail. Les communautés pionnières du lit principal

nous ont semblé particulièrement diversifiées et riches en espèces; l'établissement de séries dynamiques complètes nécessiterait la prise de relevés complémentaires notamment dans les phytocénoses de transition entre les diverses associations végétales.

8.2.20 Conclusion générale

Les 19 graphes systémiques de ce chapitre présentent plusieurs points communs, malgré la forte diversité des syntaxons et des coenotaxons concernés. La réunion des synusies dans des groupes phytosociologiques illustrés par des couleurs (mise en évidence des *synusies pionnières* (bleues), *post-pionnières ou hygrophiles* (vertes) et *climaciques* (rouges) permet la définition d'une trame commune aux systèmes décrits. Ces invariants fonctionnels sont exposés au chapitre 9.1.

Les graphes systémiques présentent la dynamique dans le sens «communautés pionnières» à «communautés climaciques». Ce sens correspond à la **succession progressive primaire** de GILLET et al. (1991) induite par les *processus autogènes* (évolution spontanée des communautés) et *allogènes* (dans le sens d'une évolution **graduelle** des conditions stationnelles).

Des **successions régressives primaires** liées à la dynamique alluviale (évolution brutale entraînant le rajeunissement des stations par l'érosion) n'ont pas été mises en évidence dans les graphes bien que certains cas aient été évoqués dans l'exposé des hypothèses opérationnelles (voir chap. 8.1.1: cas du Rhin antérieur). La définition de séries régressives est plus difficile à fonder sur des indices existant dans les phytocénoses; le développement de telles séries nous paraît dépendant d'une *approche diachronique des phytocénoses* (LEPART et ESCARRE 1983) fondée sur la comparaison de relevés phytosociologiques dans des surfaces permanentes (DIERSCHKE 1994). La stratégie des espèces, et par extension celle des synusies, basée sur des valeurs telles que GRIME (1988) les définit pour la flore de Grande-Bretagne, pourrait constituer un moyen indirect adéquat mais une telle approche n'a pas été développée dans ce travail. Par ailleurs, la bibliographie consultée (citée au début du chapitre 9) ne nous a pas fourni les outils pour l'élaboration de séries régressives à partir de relevés phytosociologiques.

8.3 Elaboration des modèles qualitatifs généralisés de la dynamique

La généralisation des graphes systémiques de la dynamique se fonde sur les séries décrites

dans 19 sites (chapitre 8.2) auxquelles ont été adjoints les renseignements concernant les objets 27, 29 et 168. Les données de ces 22 sites ont permis l'élaboration de 8 **modèles qualitatifs généralisés**.

La généralisation correspond à la troisième étape de la **démarche structuraliste** présentée par DE FOUCAULT (1993) (voir chap. 5). Après l'étape «*intra*» (phase descriptive des éléments: synusies, phytocénoses, caténas: voir chapitres 7.2 à 7.6) et l'étape «*inter*» (élaboration des graphes systémiques: mise en évidence des relations entre les éléments (voir chapitres 8.2), l'étape «*trans*» consiste à rapprocher les graphes présentant un fonctionnement identique (**systèmes isomorphes**) au sein de **structures formelles**. Ces dernières sont appelées ci-après «**modèles qualitatifs généralisés**». Cette étape est comparable, dans son principe, à la définition des syntaxons élémentaires à partir d'un lot d'individus d'associations. On trouvera la définition des principaux termes utilisés dans la référence citée plus haut et dans le glossaire (annexe 1).

8.3.1 Procédure

La définition des structures formelles à partir des graphes systémiques est constituée des étapes suivantes (voir fig. 8.22).

8.3.1.1 Formation des groupes de graphes

Le but de cette étape est de rassembler les systèmes isomorphes en constituant les structures formelles.

1. Répartition des graphes dans les compartiments altitudinaux et les régions naturelles (voir tab. 8.2 issu de l'analyse multivariante des caténas).
2. Examen et comparaison des graphes; la constitution des groupes se base sur trois critères:
 - La **forme générale des graphes** (ou équivalence fonctionnelle).
 - La **nature des relations** (transformations) entre les éléments.
 - La **composition spécifique** et le rôle des **syntaxons** constituant les éléments du graphe (*groupes phytocécologiques, syntaxons pionniers, post-pionniers, climaciques*).

Seules les séries principales font l'objet d'une généralisation; les séries partielles ou incom-

plètes sont intégrées dans le modèle généralisé si elles répondent aux critères ci-dessus. Les séries annexes, pour la plupart spatiales, ne sont pas prises en considération car insuffisamment documentées.

8.3.1.2 Superposition des graphes

Le but de cette étape est de grouper les coenotaxons et les syntaxons homologues, soit ceux jouant le même rôle dans les graphes systématiques.

1. Mise en place des coenotaxons dans l'ordre temporel ou spatial des graphes systématiques (axe horizontal du modèle). Dans l'axe vertical, les coenotaxons sont représentés par une superposition de syntaxons élémentaires (A, a, B, ...) symbolisés par des cadres vides.
2. Mise en place des syntaxons élémentaires homologues à l'intérieur des cadres (sans mention de l'indice d'abondance-dominance).

8.3.1.3 Définition des homécies

Une **homécie** réunit les syntaxons de physionomie comparable qui occupent une fonction écologique homologue dans différents systèmes phytocénotiques, indépendamment de leur composition floristique (GALLANDAT et al. 1995).

Afin de standardiser la présentation, les catégories d'homécies suivantes ont été utilisées dans les modèles généralisés; la couleur mentionnée indique dans quelle catégorie phytosociologique se situe l'homécie. Le système de couleurs est présenté dans le tableau 8.1. Les cases bicolors traduisent l'hétérogénéité phytosociologique des syntaxons constituant les homécies.

Peuplement arborescent de «espèce(s) dominante(s)»: synusies arborescentes hautes (A) ou basses (a) (couleur bleue, verte, rouge).

Sous-bois arbustif: synusies d'arbustes intraforestiers ou de manteau (couleur verte, rouge).

Fourré de «espèce(s) dominante(s)»: catégorie réservée aux arbustes appartenant aux essences pionnières (couleur bleue) ainsi qu'aux manteaux arbustifs des stations sèches (couleur rouge).

Communauté herbacée pionnière des alluvions: synusies herbacées pionnières des sédiments nus (couleur bleue).

Mégaphorbiaie: synusies herbacées hautes et denses dominées par les hémicryptophytes à larges feuilles (couleur verte).

Peuplement d'hélophytes: synusies herbacées formées de plantes généralement de grande taille dont la base est immergée dans l'eau et dont les inflorescences et la plus grande partie des organes assimilateurs sont aériens (couleur verte ou brune).

Sous-bois herbacé + «qualificatifs concernant la station»: synusies herbacées sciaphiles et mésophiles contenant (en partie ou en totalité) des espèces vernaies (couleur rouge).

Peuplement d'hémicryptophytes hydrophiles: synusies de petits hémicryptophytes hydrophiles et les synusies de bas-marais (couleur brune).

Pelouse pionnière des stations sèches: synusies herbacées xéroclines (couleur orange).

Ourllet (interne ou externe): synusies herbacées héliophiles ou hémisciaphiles des lisières ou des forêts claires (couleur orange).

En raison de la diversité des cas en présence, des critères de simplification ont dû être appliqués; *une homécie n'est mentionnée à l'intérieur d'un cadre que si elle caractérise la moitié au moins des syntaxons contenus dans ce cadre.*

Exemple:

Cas de 4 coenotaxons homologues constituant un stade donné d'une série. Les homécies sont définies sur les bases suivantes:

- Un même syntaxon élémentaire ou plusieurs syntaxons réunis au sein d'une même association végétale apparaissent au minimum 2 fois dans le cadre symbolisant l'homécie.
- Des syntaxons présentant la même désignation (exemple: mégaphorbiaie nitrato-phile, association herbacée intraforestière des sols humifères et frais, etc...) apparaissent au minimum 2 fois dans le cadre.

Les résultats de cette étape figurent dans les tableaux accompagnant chaque modèle généralisé.

8.3.1.4 Mise en place des relations (transformations)

Les relations entre les éléments sont établies selon les mêmes règles que lors de l'étape précédente. Une relation présente dans la moitié au moins des cas examinés est inscrite dans le modèle généralisé. Les relations entre les homécies ligneuses ne portent pas de descripteurs écologiques (évolution des valeurs indicatrices). Les relations entre les homécies herbacées portent les descripteurs mentionnés dans la présentation des graphes systémiques. Une tendance est inscrite (exemple: Humidité +, Sédiments +) si elle est constatée dans au moins la moitié des cas examinés.

La dénomination des coenotaxons est notée si elle se fonde sur la moitié au moins des cas représentés.

8.3.2 Présentation des résultats

Les 19 graphes systémiques de la dynamique sont répartis dans 8 groupes dont les principales caractéristiques sont présentées dans le tableau 8.3. Les formations végétales composant les modèles généralisés sont présentées dans le tableau 8.4. La terminologie utilisée pour désigner les formations est issue du chapitre 7.4 (liste des coenotaxons classés par formation végétale).

Les principales lois, les phénomènes et les éléments invariants issus de l'examen des modèles généralisés de la dynamique des systèmes alluviaux sont présentés avec la discussion générale (voir chap. 9) qui contient également la confrontation des résultats à la bibliographie.

8.4 Modèles qualitatifs généralisés de la dynamique

Ce chapitre présente les 8 modèles qualitatifs généralisés obtenus au terme de la procédure exposée ci-dessus; ils sont présentés et illustrés dans les figures 8.23 à 8.38. Les tableaux 8.5 à 8.10 contenant les coenotaxons et les syntaxons homologues (homécies) sont présentés mais ne font pas l'objet d'un commentaire. Les systèmes no 2 et no 6 ne font pas l'objet d'un tableau d'homécies car ils sont élaborés sur la base d'un seul graphe systémique. Les figures 8.39 à 8.41 présentent des vues générales des 8 systèmes constituant les modèles qualitatifs.

8.4.1 Systèmes collinéens du Plateau (1: cours d'eau naturels ou endigués) (fig. 8.23 et 8.24, tab. 8.5)

Le groupe 1 contient les sites riverains de l'Aar, du Rhin et de la Glatt; les sédiments et les sols des terrasses présentent une texture fine (à dominance de sables et de limons); la dynamique alluviale est réduite à la suite de travaux d'endiguement (objet 5), de réduction de débit (objets 40, 48) ou en raison des caractères naturels du cours d'eau (objet 14).

Globalement, la végétation est caractérisée par la présence de groupements d'hélophytes nitrato-philes, de forêts de saule blanc, de forêts de frêne de divers types et de forêts climaciques à chêne pédonculé. Deux objets (5, 48) contiennent des pinèdes qui ne sont pas présentées car leurs stades précurseurs font défaut.

Le stade des communautés pionnières des sédiments n'a pas été observé dans ces objets en raison de la dynamique atténuée; les communautés d'hélophytes, de laiches ou de hautes plantes nitrato-philes colonisent les rives du cours principal mais la luxuriance de ces formations ne permet pas le développement de semis de saules. Les stades de développement des peuplements d'essences alluviales pionnières (dominés par *Salix viminalis*, *S. alba*, *S. alba x fragilis*) sont indépendants des autres synusies tout au long de la série dynamique.

Les forêts d'aulne blanc font défaut dans le modèle généralisé; la place qu'elles occupent dans les systèmes décrits est marginale; leur extension spatiale est très réduite, l'origine des peuplements est incertaine (plantation?); la texture dominante des sédiments (teneur importante en limons, voire en argile) et la vitalité des hautes plantes nitrato-philes constituent vraisemblablement des facteurs limitant la concurrence de l'aulne blanc.

Les peuplements arborescents et arbustifs post-pionniers (dominés par le frêne et l'érable) associés aux mégaphorbiaies scia-philes des sols eutrophes et aux synusies vernalles des sols humides occupent la place majeure dans le modèle et dans les objets examinés (répartition spatiale). Le rajeunissement naturel des essences post-pionnières est faible à inexistant en raison de la vitalité des synusies herbacées.

Dans les stations les plus élevées (topographie) et les plus stables (crues), s'installent les synusies herbacées intraforestières des sols humides frais ainsi que les espèces arborescentes

climaciques; le chêne pédonculé, le frêne et le hêtre dominant ces peuplements.

La caractéristique générale de ce modèle est la *dominance des forêts de frêne et des forêts de transition qui leur sont attachées* (forêts pré-curseurs des forêts de frêne, forêts de frêne en transition vers la forêt de chêne). Ces formations caractérisent les stations stables (*dynamique alluviale atténuée*) et humides (présence d'une nappe phréatique atteignable par les racines des arbres). Le compartiment présentant une dynamique liée au cours d'eau est très réduit en raison de l'endiguement de la rivière ou du débit insuffisant; pour ces raisons, les fourrés juvéniles de saules ne peuvent se développer qu'en étroit cordon boisé et non en peuplement d'une certaine surface; *les anciens peuplements de saule blancs sont dépérissants et n'ont pas d'avenir, sinon par une intervention humaine (récépage sur souche ou sur tronc, création de plages de sédiments dépourvues de végétation)*.

Ce modèle décrit un état situé à mi-chemin entre un hypothétique système alluvial intact, que nous n'avons pas décelé sur le Plateau suisse et le système suivant (2: incision du cours d'eau) n'abritant quasiment plus que des forêts climaciques. Les caractéristiques des stations ne permettent pas l'installation des forêts pionnières mais le degré d'hygromorphie élevé limite la concurrence des synusies climaciques et autorise ainsi le *maintien à long terme des forêts post-pionnières* qui possèdent la faculté de se régénérer sur place.

8.4.2 Système collinéen du Plateau (2: incision du cours d'eau) (fig. 8.25 et 8.26)

Ce groupe ne contient que l'objet 18 riverain de la Thur; le tronçon est caractéristique d'un système endigué et incisé de Plateau; les sédiments présentent une texture sableuse dominante sur les terrasses alluviales et graveleuse-sableuse dans le lit du cours d'eau; la dynamique alluviale est forte dans le lit principal en raison de la proximité du massif alpin; elle est nulle dans les terrasses alluviales séparées du cours d'eau par le *système d'endiguement* et par une *importante incision*. La végétation du lit principal est caractérisée par des groupements d'hélophytes et une jeune forêt de saule blanc; les terrasses alluviales sont couvertes d'une forêt climacique dominée par le hêtre, l'épicéa et le pin sylvestre, espèces faisant toutes trois l'objet d'une sylviculture intensive.

Une île située dans le lit principal a permis d'esquisser une série dynamique partielle: les communautés pionnières des sédiments nus sont présentes et contiennent des semis et des plantules de saule blanc. Une jeune futaie de

cette espèce colonise le sommet de l'îlot; elle contient une mosaïque de groupements herbacés d'hélophytes, de néophytes et de hautes herbes nitrato-philes. *La série alluviale est tronquée* à ce stade en raison de la présence d'une rive endiguée. L'autre compartiment n'abrite que des communautés herbacées et arborescentes caractéristiques de milieux climaciques. Les synusies arborescentes ont une composition influencée par les plantations.

Ce modèle, bien que peu ressemblant au précédent, lui est néanmoins apparenté car il constitue le terme d'une série en direction de la stabilisation et l'assèchement des stations. La rareté des forêts pionnières et l'absence totale des forêts de transition sont typiques de ce modèle; ces caractères sont dus à l'endiguement et à l'incision du cours d'eau, phénomènes qui ont provoqué le drainage des terrasses alluviales.

8.4.3 Système collinéen du Plateau (3: lac de retenue) (fig. 8.27 et 8.28, tab. 8.6)

Ce groupe est constitué par deux sites riverains de la Sarine et de l'Aar; les sédiments présentent une texture limoneuse et la dynamique est liée aux fluctuations du niveau d'un plan d'eau. L'effet mécanique des crues fait défaut (sauf dans un secteur restreint de l'objet 64) et les processus d'alluvionnement sont réduits. Des associations d'hélophytes et des communautés pionnières des alluvions colonisent les zones non boisées; les fourrés et les forêts de saule des vanniers et de saule blanc dominant les formations ligneuses de ces deux objets.

Les communautés pionnières des alluvions abritent les semis et les plantules des espèces de saule; les divers stades de croissance des forêts pionnières sont présents jusqu'à la futaie de saule blanc. Les communautés d'hélophytes et de laiches s'installent dans les stations émergées ou faiblement inondées durant la période de végétation. L'installation des communautés arborescentes post-pionnières et des communautés arbustives hygrophiles se produit dans les parties surélevées du système sous le couvert des saules blancs; le stade de forêt post-pionnière développée (voir groupe 1) n'est pas présent dans les stations examinées.

La caractéristique principale de ce modèle est la *dominance des forêts de saule blanc* et des manteaux de saule des vanniers. Pour ce qui concerne l'objet 64 (lac de Gruyère), cette caractéristique peut être associée à la *jeunesse de l'écosystème* (moins de 50 ans) et à la *perturbation régulière* provoquée par les inondations. L'objet 53 présente un système plus ancien (barrage construit en 1913, TEUSCHER,

comm. orale) soumis également et régulièrement à d'importantes inondations. Dans les deux cas, l'inondation régulière des stations constitue un stress dont l'effet principal est le «rajeunissement de l'écosystème» au sens de FRONTIER et PICHOD-VIALE (1991) provoquant la pérennité des stades pionniers de la succession écologique.

8.4.4 Systèmes collinéens des Alpes centrales (4a: forêt d'aulne blanc et 4b: forêt de pin sylvestre) (fig. 8.29 a et b, 8. 30 a et b, tab. 8.7 a et b)

Ce groupe contient 4 sites de l'étage collinéen des Alpes centrales. La texture dominante des sédiments est graveleuse à sableuse. *La dynamique alluviale est forte* en raison de la proximité des reliefs et de la pente générale du cours d'eau (courant rapide); ces caractéristiques géomorphologiques sont également à la base de la *largeur importante du lit principal*. Les secteurs étudiés des 4 sites (dont les graphes systémiques ont été élaborés pour deux d'entre eux) ne sont pas endigués sur de courts tronçons; les débits moyens sont naturels au Rhin et fortement diminués au Rhône (VERSUCHANSTALT FÜR WASSERBAU 1988) alors que les *débits de crues sont quasiment intacts*. Dans les 4 sites, des crues récentes importantes, saisonnières et exceptionnelles (1987) ont mis de vastes surfaces de sédiments neufs à disposition de la colonisation végétale; il en résulte une *importante diversité de groupements pionniers* (communautés herbacées des alluvions et fourrés d'essences pionnières). Les forêts d'aulne blanc ou de saule drapé couvrent de vastes surfaces, notamment sur les îles du cours principal; si la forêt de frêne n'est présente que dans les sites du Rhin, les *forêts de pin sylvestre* sont bien représentées partout, de même que les fourrés xérophiles qui les précèdent.

Dans la série de la forêt d'aulne blanc (groupe 4a), les communautés pionnières contiennent les semis et les plantules des essences qui constituent les divers fourrés dominés notamment par le saule drapé, l'aulne blanc, le myricaire d'Allemagne et l'argousier. Les deux premières espèces vont constituer des futaies, en compagnie du peuplier noir et du saule blanc; les deux dernières en resteront au stade de fourré. L'installation, sous le couvert des essences à bois tendre, des associations sciaphiles des sols eutrophes humides et des fourrés intraforestiers se produit sur les terrasses moyennes à supérieures, dans les stations hors d'atteinte des crues saisonnières. Les stations stables des sites du Rhin évoluent jusqu'à la forêt post-pionnière de frêne; à *Finges*, le frêne

est rare et chétif et n'a pas la capacité de former un peuplement arborescent. Selon HESS et al. (1976), on pourrait attribuer cette situation à la sensibilité de cette espèce au gel tardif. La forêt post-pionnière du site de *Finges* n'a pas été définie.

La *série xérique* (groupe 4 b: forêt de pin sylvestre) trouve également son origine dans les communautés pionnières des alluvions puis dans les fourrés alluviaux où les pelouses xérophiles s'installent après un ou des épisode(s) de sédimentation grossière. La forêt de pin sylvestre est issue de l'émergence de cette espèce à partir des fourrés xérophiles.

Les caractéristiques principales de ce modèle résident dans la forte représentation spatiale des formations herbacées et des fourrés pionniers, ainsi que des forêts pionnières; cette caractéristique est liée à l'importance des **facteurs mécaniques responsables du rajeunissement des stations**. La série xérique, qui se termine par la forêt de pin sylvestre, est bien représentée. La répartition de la forêt de pin sylvestre est aussi liée à des facteurs climatiques (HEGG et al. 1992, STEIGER 1994).

8.4.5 Systèmes collinéens du Sud des Alpes et de l'Ouest du Plateau (5a: forêt de frêne et 5b: forêt de chênes) (fig. 8.31 a et b, fig. 8.32 a et b, tab. 8.8 a et b)

Le groupe 5 contient 4 sites de l'étage collinéen du Sud des Alpes et de l'Ouest du Plateau. La texture dominante des sédiments est graveleuse à sableuse. *La dynamique alluviale est forte* en raison de la proximité des montagnes, des types de roches (calcaires, gneiss), de la pente générale du cours d'eau ainsi que des facteurs climatiques (climat insubrien du Sud des Alpes) (CARRARO et al. 1994, THEURILLAT et MATTHEY 1987); le lit principal du cours d'eau est large. Les secteurs examinés sont non endigués (excepté l'objet 168); les débits sont naturels au *Tessin italien* et à *Allondon*, diminués à la *Maggia* en raison des dérivations; la *Moesa* présente quant à elle une forte incision du lit principal. Ces 4 sites ont subi, comme ceux du groupe précédent, des crues importantes au cours de ces dernières années, en 1987 notamment; ces phénomènes ont mis en place de vastes surfaces de sédiments pour la colonisation végétale; ainsi, la végétation actuelle présente une *large palette de communautés pionnières des alluvions*. Cette diversité se retrouve dans les autres formations végétales présentes, à savoir les forêts d'aulne blanc, d'aulne noir, les forêts de saule blanc, de saule drapé, les forêts de frêne et celles de chêne, de même que dans les

prairies sèches des alluvions grossières et les fourrés xérophiles.

Le système collinéen du Sud des Alpes et de l'Ouest de la Suisse a été divisé, comme le précédent, en deux séries: l'une aboutit à la forêt de frêne, l'autre à la forêt de chêne pédonculé.

La première série présente des lacunes des données de base qui n'ont pas permis d'élaborer un modèle généralisé aussi fiable que pour les autres groupes (prédominance des relations spatiales). La deuxième série est mieux documentée.

La série de la forêt de frêne (groupe 5a) présente, au départ, diverses communautés pionnières des sédiments; les fourrés d'aulne blanc et de saule drapé présentent diverses combinaisons de synusies herbacées dont seules deux sont représentées dans CoE 1047 et 1095. C'est à ce stade que se présentent les principales lacunes de documentation puisque les données à disposition ne permettent d'établir que des relations spatiales entre les forêts et fourrés d'essences pionnières et les forêts dominées par le frêne. La forêt de frêne, d'aulne blanc et d'aulne noir comporte une majorité de synusies hygrophiles et une forte proportion d'aulne blanc; grâce à la présence de synusies arborescentes apparentées, elle a été reliée à l'autre forêt de frêne (CoE 1043, 1130) par des relations temporelles.

La forêt de saule blanc et la forêt marécageuse d'aulne noir constituent des séries dynamiques séparées qui, elles aussi, sont insuffisamment documentées dans le cadre de ce travail.

Le modèle généralisé de la steppe alluviale (groupe 5b: forêt de chêne) débute dans les communautés pionnières des alluvions puis passe, par sédimentation grossière, au stade des prairies sèches; il contient une importante diversité de fourrés (combinaison de pelouses sèches et de fourrés alluviaux ou xérophiles). La forêt de chêne (CoE 1118, 1087, 1119) constitue l'attracteur de la série dans les objets étudiés. Elle est liée aux fourrés xérophiles par des synusies herbacées et arbustives et des essences arborescentes communes (notamment *Salix elaeagnos* et *Quercus robur*). La deuxième forêt de chêne (CoE 1118) présente des valeurs écologiques (synusies herbacées) caractérisant des stations plus fraîches et mésophiles; elle est proche, floristiquement et écologiquement, de la forêt de frêne constituant le terme de la série 5a.

La caractéristique principale de ces modèles réside dans l'importante diversité des stations et des formations végétales (complexité de la mosaïque). Cette caractéristique est, à l'instar

du modèle précédent, liée à l'importance des facteurs mécaniques responsables du rajennissement des stations. La série xérique, elle aussi bien représentée dans ce groupe de caténas, se termine par une forêt xérophile de chênes; le pin sylvestre fait défaut dans le système.

8.4.6 Système collinéen du Sud des Alpes (6: incision du cours d'eau) (fig. 8.33, 8.34)

Ce groupe ne contient que les objets 158 et 156 riverains de la *Moesa*; il est caractérisé par l'incision du cours d'eau; ce phénomène est très marqué et correspond, dans ses effets, à un endiguement du cours d'eau. Les autres caractéristiques géomorphologiques, climatiques et hydrauliques sont identiques à celles du groupe précédent. La végétation du lit principal comprend un fourré haut de saule blanc et de peuplier noir. Les terrasses sont colonisées par des forêts d'aulne blanc, de frêne et de chênes.

Les communautés pionnières des alluvions n'ont pas été relevées. Un fourré haut d'essences pionnières colonise une levée alluviale sableuse du lit principal; le passage à la forêt d'aulne blanc (rive abrupte) s'accompagne directement de l'apparition d'associations herbacées des sols frais et stables ainsi que du fort développement de fourrés arbustifs intraforestiers; la forêt de frêne et la forêt de chênes contiennent toutes deux des associations herbacées caractérisant les stations stables.

La caractéristique principale de ce modèle réside dans la place importante occupée par les synusies arbustives mésophiles à hygrophiles (couleur verte) dans les forêts pionnières et dans la présence, sur l'ensemble des terrasses alluviales, de syntaxons herbacés des stations stables (couleur rouge). Ces deux indices, liés généralement à des forêts proches du climax, caractérisent une tendance à l'assèchement et à la stabilisation de l'ensemble du système.

Remarque: l'objet 168 (*Ciossa Antognini*) aurait pu être associé à ce groupe en raison de la présence des endiguements et de l'incision du cours d'eau; dans l'analyse multivariante des caténas, il a été associé à l'objet 171 (*Maggia*) en raison de la présence de deux coenotaxons élémentaires communs avec cette caténa (CoE 1118 et 1121).

8.4.7 Systèmes montagnards (7: cours d'eau naturels ou peu transformés par l'homme) (fig. 8.35, 8.36, tab. 8.9)

Ce groupe contient 4 sites de l'étage montagnard du Nord, du Centre et du Sud des

Alpes. La texture dominante des sédiments est graveleuse à sableuse; la *dynamique alluviale est moyenne à forte*. Les tronçons étudiés ne sont pas corrigés mais deux sites présentent des débits de restitution et un troisième un écrêtage des crues maximales. La végétation se compose de communautés pionnières des sédiments nus et de fourrés de saules ou/et d'aulne blanc (sauf dans l'objet 66). La forêt montagnarde d'aulne blanc ou/et de saule drapé dans son développement optimal abrite une mégaphorbiaie des sols humides et eutrophes dominée par la pétasite hybride. La forêt montagnarde de hêtre ou d'épicéa constitue l'*attracteur climacique* du système.

Les communautés herbacées pionnières des sédiments nus contiennent les plantules aptes à constituer les fourrés de saules ou/et d'aulne blanc, fort répandus dans trois des quatre sites examinés. La sédimentation à l'intérieur des fourrés s'accompagne de l'installation des mégaphorbiaies à pétasite puis de celle de fourrés arbustifs intraforestiers; de ces fourrés émergent des essences arborescentes climaciques parallèlement à l'installation de synusies herbacées des sols humifères et frais. La forêt stable est constituée d'essences arborescentes climaciques et d'associations herbacées intraforestières.

La prairie sèche et les fourrés de saules constituant la steppe alluviale colonisent les bourrelets alluviaux issus des grandes crues. Le caractère xérophile de la végétation herbacée est lié à la hauteur de la station par rapport à la rivière et à la texture grossière des sédiments.

La caractéristique principale de ce modèle réside dans la **représentation équilibrée, au sens spatial du terme, des différents constituants de la mosaïque**; les divers stades de la série sont représentés et permettent d'établir un modèle généralisé «robuste»: les communautés herbacées pionnières, la forêt de saules et d'aulne blanc, les steppes alluviales (dans 3 des 4 objets) et la forêt climacique. L'**absence des forêts post-pionnières** dans les objets situés à plus de 1000 mètres d'altitude (226, 34 et 147) est également remarquable.

8.4.8 Système aubalpins (8: cours d'eau naturels ou peu transformés par l'homme) (fig. 8.37, 8.38, tab. 8.10)

Ce groupe contient 3 sites de l'étage subalpin des Alpes centrales. La texture dominante des sédiments est sableuse-graveleuse dans le lit principal; elle contient une certaine proportion de limon dans les sols des terrasses alluviales. *La dynamique alluviale est forte à moyenne*. Les tronçons étudiés ne sont pas corrigés mais le lit de la *Reuss (Realp)* a fait l'objet d'un curage suite aux crues de 1987. *Les débits sont naturels* (pas de dérivation). La végétation se compose de communautés pionnières des sédiments nus et de fourrés de saules (diverses espèces) et d'aulne vert.

Le lit principal présente des flots colonisés par des communautés pionnières contenant les plantules des espèces constitutives des fourrés. La croissance des fourrés, très denses à l'état développé, s'accompagne parfois de la mise en place d'une mégaphorbiaie. Les stations les plus âgées sont caractérisées par l'émergence d'une strate arbustive haute. Les dépôts de sédiments grossiers (ou de moraines) sont colonisés par les mêmes communautés pionnières que celles des bancs d'alluvions auxquelles s'associent, à *Gletsch*, un fourré épars d'éricacées. Une série dynamique ressemblante a été décrite dans le canton des Grisons par BRAUN-BLANQUET et SUTTER (1982); les 3 séries décrites sont plus simples; elles ne contiennent pas de fourrés de myricaire comme le mentionnent ces deux auteurs; l'évolution vers la forêt de mélèze se produit, à *Gletsch* et à *Zinal*, dans les stations élevées (moraines, colluvions) dépourvues de caractère alluvial.

Les caractéristiques du système alluvial subalpin résident dans l'**absence de forêts climaciques et post-pionnières**, dans le **remplacement des forêts par des fourrés**, ainsi que dans la **combinaison d'essences alluviales inconnues aux altitudes inférieures** et dans d'autres régions de la Suisse.

La discussion générale des modèles généralisés fait l'objet du chapitre 9.

Chapitre 9. Discussion

Résumé

L'examen des 8 modèles qualitatifs généralisés permet de définir des invariants présentés sous la forme de 11 constats généraux. La forme générale des graphes et des modèles, la stratégie d'installation des synusies d'essences pionnières, post-pionnières et climociques, l'organisation des systèmes alluviaux et le concept de décalage floristique sont commentés.

Les modèles généralisés sont ensuite confrontés avec les connaissances de la bibliographie et deux interprétations de la dynamique des zones alluviales sont comparées.

Une évaluation de l'adéquation de la méthode synusiale intégrée à l'étude de la dynamique est effectuée, de même qu'une comparaison sommaire des méthodes phytosociologiques synusiale et classique.

Concernant l'application des résultats, une procédure visant à définir l'état général d'une zone alluviale est proposée. Elle se fonde sur les graphes systémiques et sur les cartes de la végétation. Répétée dans le temps, la procédure constitue une méthode de contrôle du changement.

9. Discussion

Ce chapitre traite d'une manière globale des graphes systémiques et des modèles qualitatifs de la dynamique. Il contient:

- Le commentaire des divers types de fonctionnement.
- La comparaison de ces types, la mise en évidence des éléments invariants et des éléments différentiels.
- La confrontation des résultats et des hypothèses avec les données de la littérature.

Dans la bibliographie, on a recherché les ouvrages et les publications présentant les séries de végétation caractérisant divers sites suisses ou des pays proches. Les principaux ouvrages consultés sont les suivants:

Concernant les systèmes écologiques et la dynamique de la végétation:

BURROWS (1990)
DIERSCHKE (1994)
DE FOUCAULT (1993)
FRONTIER et PICHOD-VIALE (1991)
JACQUIOT (1983)
LEMÉE (1978)
LEPART et ESCARRE (1983).

Concernant les séries dynamiques en zone alluviale:

AMOROS et al. (1993)
BRAVARD et al. (1986)
CARBIENER (1988)
ELLENBERG (1986)
HELLER (1969)
MOOR (1958)
PAUTOU (1984a et b)
WENDELBERGER (1984).

9.1 Interprétation des graphes et des modèles

L'interprétation des graphes et des modèles met en évidence 11 constats généraux présentés et discutés ci-dessous et qui répondent, du moins en partie, aux buts énoncés dans le chapitre 4.

9.1.1 Forme des modèles de la dynamique

La forme générale des modèles qualitatifs est

ressemblante dans toutes les zones alluviales examinées.

Les mécanismes physiques (décrits notamment dans AMOROS et al. (1993), et SCHUMM (1977) impriment aux divers modèles une structure caractérisée par les éléments invariants suivants (déjà mentionnés par MOOR 1958, KUHN et AMIET 1988 et ELLENBERG 1986):

- La colonisation végétale débute dans le lit principal de la rivière sur des sédiments neufs de diverses textures.
- Le développement des synusies colonisatrices (pelouses pionnières et fourrés alluviaux) s'accompagne d'un exhaussement des stations par la sédimentation.
- Une forêt ou des fourrés de saules et/ou d'aulne blanc (formations d'essences à bois tendre ou essences pionnières, CARBIENER 1988) colonise les terrasses alluviales inférieures.
- Une forêt d'essences à bois dur (essences post-pionnières et climaciques, CARBIENER 1988) colonise les terrasses alluviales intermédiaires et supérieures. Les principales essences à bois dur sont le frêne, l'érable sycomore, l'orme montagnard et les espèces des climax environnants.

Cette organisation constitue la trame ou le patron des systèmes examinés dans la présente étude; elle caractérise au moins les zones alluviales européennes et nord-américaines (ELLENBERG 1986, AMOROS et al. 1993).

9.1.2 Implantation des essences pionnières

L'implantation des essences pionnières s'effectue uniquement par semis sur des sédiments neufs.

Cette constatation a valeur de loi fondamentale (HELLER 1969, AMOROS et al. 1993, LHOPE 1985a, CARBIENER 1988, DISTER 1980); elle a été vérifiée dans tous les cas examinés. Elle concerne les espèces pionnières du genre *Salix* (possédant des feuilles étroites: type «tropical» selon NEUMAN 1981 in LHOPE 1985a) ainsi qu'*Alnus incana*, *Hippophae rhamnoides*, *Myricaria germanica*, *Betula pendula*, *Populus nigra* et *Pinus sylvestris*. Cette dernière espèce n'est pas uni-

quement liée à ce mode de reproduction; elle s'implante également dans les clairières forestières présentant un sol déjà constitué (JACQUIOT 1983, WERNER 1985). Du point de vue théorique, BURROWS (1990) ne décrit que ce mode de colonisation lors de la colonisation des zones ouvertes par les végétaux. Cette dernière est régie par la banque de diaspores disponibles (FISCHER 1987) et par les processus de concurrence interspécifique qui favorise les espèces de type *stratégique R* (*rudéral*) au sens de GRIME (1988) ou de stratégie démographique de type r (FRONTIER et PICHOD-VIALE 1991).

Les modèles qualitatifs de la dynamique comportant des relevés de communautés pionnières des alluvions contiennent quasiment tous des liaisons interphytocénocotiques avec les fourrés de saules ou d'aulne blanc.

Les troncs flottants des espèces de *Salix*, *Alnus* et *Populus* ou simplement leurs souches sont capables de se réimplanter après leur transport par la rivière (AMOROS et al. 1993); nous l'avons également constaté dans certaines zones étudiées, notamment à la suite des crues de 1987; si un tel phénomène permet la réinstallation ponctuelle d'une espèce et la production ultérieure de diaspores, nous n'avons par contre jamais observé la reconstitution d'un peuplement sur une surface étendue.

Plusieurs *milieux secondaires* sont sujets à la colonisation par les semis de *Salix*, *Alnus* et *Populus*; nous avons observé maintes fois le développement de fourrés de ces espèces sur des tas de gravier situés à l'intérieur de zones d'exploitation de sédiments (gravier, sable), dans des zones piétinées (chemins, sentiers) et perturbées (terrains vagues, décharges, remblais). Comme CARBIENER (1988), nous pensons que *le caractère hygrophile des espèces ligneuses à bois tendre, une fois implantées dans le substrat, est secondaire par rapport à leurs exigences concernant la lumière et l'absence de concurrence interspécifique*. Cette constatation remet donc partiellement en question une interprétation de la zonation du bord des cours d'eau basée exclusivement sur des critères écologiques (MOOR 1958).

Mis à part le travail de GANDER (1997), peu de renseignements ont été trouvés dans la littérature consultée sur l'implantation et la dynamique des germinations des essences alluviales pionnières (*Salix*, *Alnus* et *Populus*). FISCHER (1987) a recensé les connaissances concernant les retombées de diaspores («*Diasporenniederschläge*»); il constate le peu de données existantes sur leur composition qualitative et quantitative. On sait (GRIME et al. 1990) que les diaspores sont

produites en grande quantité et qu'elles profitent d'une dissémination par le vent (*anémochorie*) ou par l'eau. Cette dernière stratégie est relevée par URBANSKA (1992) dans le cas d'*Alnus glutinosa*. PACKMANN et al. (1992) mentionnent la production de semences nombreuses et largement répandues comme une des caractéristiques des plantes des habitats perturbés.

9.1.3 Relation entre trois essences pionnières

Dans les zones alluviales des étages collinéen supérieur et montagnard, la proportion des trois espèces arborescentes pionnières, Salix elaeagnos, S. daphnoides et Alnus incana est dictée, au départ, par les aléas de la production, de la diffusion et de la germination des diaspores.

Parmi les indices de la non-différenciation écologique de ces trois espèces, nous avons observé que la plupart des peuplements arbusitifs et arborescents pionniers contiennent la présence de 2 ou 3 de ces espèces. (voir chap. 8.1.3), comme d'ailleurs la plupart des peuplements herbacés pionniers des alluvions (présence de semis et de plantules). GANDER (1997), qui a effectué des expériences de germination avec *Alnus incana* et *Salix elaeagnos*, a mis en évidence une absence de différenciation écologique sur des substrats présentant diverses granulométries et humidités. Par ailleurs, comme constaté au chapitre 8.1.3, les relevés de MOOR (1958) dans les forêts d'aulne blanc et dans les forêts de saule drapé contiennent des proportions variables de ces espèces.

Parmi les facteurs de différenciation de ces trois espèces, HELLER (1969) mentionne la période de *dissémination des graines* (fin du printemps pour les saules, avec possibilité de germer immédiatement, hiver pour l'aulne). Ce facteur, à mettre en relation avec le régime des cours d'eau (période des hautes eaux), est important pour la disponibilité des zones d'implantation des graines. AMOROS et al. (1993) font intervenir le mode de croissance; celui-ci serait favorable aux saules dans la prise de possession de la surface (émission de rejets latéraux) et favorable à l'aulne blanc dans l'élévation du peuplement (rejets verticaux). Cette particularité expliquerait la dominance de l'aulne blanc dans les peuplements arborescents mélangés de saule et d'aulne, dominance également constatée par GANDER (op. cit.).

Si l'absence de déterminisme synécologique se vérifie ultérieurement, **cette constatation remettra en question l'existence d'une zonation où les fourrés de saules prennent place entre**

la forêt montagnarde d'aulne blanc et le cours d'eau; cette organisation spatiale pourrait représenter les phases d'un même peuplement, dominé par les saules dans les stades juvéniles puis par l'aulne blanc dans les stades plus âgés.

9.1.4 Régénération des synusies d'essences pionnières

Malgré leur forte capacité d'émettre des rejets de souches et des drageons, les espèces pionnières sont incapables de se régénérer sur place sans le concours d'une perturbation majeure.

Des rejets d'*Alnus incana* ont été observés dans de nombreux peuplements arborescents de cette espèce, notamment à l'étage montagnard; ils sont liés à la forte capacité de drageonnement et de rejets de cette espèce (RAMEAU et al. 1989, LHOÏE 1985b) et provoqués par des perturbations majeures (fortes crues, enneigement précoce ou tardif endommageant les troncs). Ils se développent en fourrés puis en perchis si la lumière leur parvenant est suffisante. La régénération par cette voie implique donc la destruction totale ou partielle de la strate arborescente.

Des rejets de souches et de troncs ainsi que des drageons sont également émis par des peuplements sénescents d'aulne blanc. Dans ces cas-là, les rejets d'*Alnus incana* végètent à l'ombre des houppiers en raison du manque de lumière. Ils ne sont pas aptes à régénérer le peuplement car leur apparition coïncide avec le développement des synusies arbustives intraforestières sciaphiles comportant notamment des essences climaciques. A la mort des aulnes adultes, le fourré d'essences sciaphiles est suffisamment installé et dominant pour former un écran et ainsi empêcher le développement des aulnes.

Il en est de même avec les saules à feuilles étroites constituant les fourrés alluviaux; ils font preuve d'une forte capacité de rejeter à l'état de fourré ou de perchis; dès leur accession au stade de futaie, ils abandonnent le rajeunissement par rejet en raison du manque de lumière parvenant au sol. Par contre, l'émission de rejets des saules et des aulnes est très forte suite à la coupe artificielle (coupe forestière) en raison de la mise en lumière; dans ce cas, on parvient à rajeunir et à conserver le peuplement (KUHN et AMIET 1988). L'émission de rejets de souches est également très forte après une crue (perturbation majeure) endommageant l'appareil aérien de ces espèces, comme nous avons pu le constater après les crues de 1987 et 1993.

9.1.5 Développement des synusies d'essences pionnières

Dès leur accession au stade de fourré, les peuplements d'essences pionnières poursuivent une évolution autogène quasiment indépendante des transformations de la station et quasiment indépendante des synusies des strates inférieures.

Dès la deuxième ou troisième année après leur installation, les fourrés de saules (et d'aulne blanc) font obstacle à l'écoulement de l'eau et favorisent l'exhaussement du banc d'alluvions (AMOROS et al. 1993). L'augmentation de la rugosité entraîne une sédimentation qui varie en fonction des événements hydrauliques. S'ils ne sont pas détruits, les peuplements se transforment en perchis puis en futaie basse. Pendant les 30 à 50 ans (60 ans) de la vie des peuplements (AMOROS et al. op. cit., RAMEAU et al. 1989), la station évolue en raison des alluvionnements et de la pédogenèse, comme BUREAU et al. (1994, 1995) l'ont mesuré dans le site 66 (*Les Auges de Neirivue*) riverain de la Sarine. Chez *Alnus incana* et *A. glutinosa*, on observe également une augmentation de la teneur en nitrates du sol liée aux nodosités fixatrices d'azote dont les racines de ces deux espèces sont pourvues (RAMEAU et al. 1989, GRIESSER 1992).

L'alluvionnement est toléré par les essences pionnières car celles-ci sont capables d'émettre des racines adventices le long du tronc (AMOROS et al. op. cit.) et ainsi de s'adapter aux nouvelles conditions; les synusies herbacées sous-jacentes, quant à elles, vont subir des transformations bien visibles dans certains modèles qualitatifs de la dynamique.

Exemples:

modèle de l'objet 34, *Gravas* :

H278, H206 et H 201 sont présents sous b/B103 et A23, 24

modèle de l'objet 66, *les Auges de Neirivue* :

H232, 274, 214, 241, 226, 229, 226 sont présents sous B103 et a24.

De manière plus générale, les coenotaxons définis dans le cadre du présent travail illustrent bien la diversité des synusies herbacées se développant sous le couvert des peuplements d'essences pionnières; à titre d'exemple, 15 coenotaxons sont constitués de peuplement de *Salix alba* en combinaison avec une ou plusieurs synusie(s) herbacée(s). Sur le même principe (combinaison de synusies arborescentes et de synusies herbacées), on a défini 19 coenotaxons avec des peuplements de *Salix elaeagnos* et 15 coenotaxons avec des peuplements de *Salix elaeagnos*.

plements d'*Alnus incana*. Pour plus de détail concernant les composants des coenotaxons, on se reportera aux chapitres 7.4 et 7.5.

Une manière d'illustrer l'indépendance des synusies ligneuses d'essences pionnières est de compter, dans les graphes systémiques, leurs relations intraphytocénétiques avec les strates inférieures.

Par exemple, dans les stations montagnardes (4 modèles), seuls 7 liens intraphytocénétiques

(sur 17 liens possibles si l'on compte un lien par phytocénose) unissent des synusies sous-jacentes (h, H ou b ou B, vertes ou rouges) avec les synusies a et A supérieures (bleues).

Exemple:

Nombre de liens intraphytocénétiques dans les séries montagnardes faisant l'objet d'un graphe systémique.

Objets	Nb ϕ	Nb liens	Espèces
Systèmes montagnards			
obj. 34 (ϕ 360-363)	5	0	
obj. 66 (ϕ 67, 69-71, 161, 163, 397)	7	4	<i>Alnus incana</i> (3x) <i>Salix elaeagnos</i> (1x)
obj. 147 (ϕ 1079)	1	0	
obj. 226 (ϕ 84-86, 92)	4	3	<i>Alnus incana</i> (3x)
	17	7	

Nb liens: nombre de relations intraphytocénétiques liant une strate supérieure d'essences pionnières et des strates inférieures d'essences arborescentes post-pionnières, climaciques ou arbustives non pionnières (comptage: 1 lien par espèce).

Nb ϕ : nombre de phytocénoses constituées d'une strate supérieure d'essences pionnières et de strates inférieures d'autres d'essences arborescentes post-pionnières, climaciques, ou arbustives non pionnières.

Le phénomène mis en évidence dans les systèmes montagnards peut être aisément vérifié dans les autres systèmes.

9.1.6 Développement des synusies d'essences post-pionnières et climaciques

Dans les successions progressives primaires décrites, les synusies arborescentes post-pionnières et climaciques sont issues «de l'intérieur» des phytocénoses.

Les synusies arbustives et arborescentes post-pionnières ou climaciques se comportent différemment des synusies pionnières. Par leur capacité de germer sous le couvert des essences pionnières, les espèces post-pionnières «encore très héliophiles» et les espèces «zonales» semi-sciaphiles (CARBIÈNER 1988) se développent à l'intérieur même des phytocénoses dominées par les essences pionnières. Si la destruction ou un fort rajeunissement des stations n'intervient pas, elles sont appelées à remplacer les synusies pionnières au terme de la durée de vie de ces dernières.

Du point de vue théorique, ce phénomène est lié à la répartition de la lumière dans l'espace intérieur du peuplement forestier; il entraîne une stratification des espèces en fonction de leurs exigences en lumière (JACQUIOT 1983). Cette transformation graduelle équivaut au remplacement des espèces sénescentes ou mortes par des individus déjà installés dans la station (BURROWS 1990). Du fait de la succession des espèces et des synusies et de l'édification graduelle de la station, ce mode de transformation implique au départ une immigration des essences post-pionnières ou climaciques. Une fois ces dernières installées et dominant le peuplement, le rajeunissement ne nécessite plus d'immigration.

Les séries aboutissant à la forêt de pin sylvestre procèdent d'un autre principe; il s'agit d'une colonisation d'espaces ouverts par des semis héliophiles; elles sont décrites par un autre type de succession par BURROWS (1990).

Mise à part l'exception ci-dessus, la transformation intraphytocénétique constitue un invariant de toutes les séries décrites; elles se traduisent sur les modèles par de nombreux liens

intra- et également interphytocénocotiques. Dans le cas des 4 caténas montagnardes prises comme exemple, le nombre de liens intra- et interphytocénocotiques est de 51 (sur 22 phytocénoses présentant des synusies post-pionnières ou climaciques).

Exemple:

Nombre de liens intraphytocénocotiques concernant les essences post-pionnières et climaciques dans les séries montagnardes faisant l'objet d'un graphe systémique.

Objets	Nb φ	Nb liens	Espèces
Systèmes montagnards			Dans l'ensemble:
obj.34 (φ 360, 361, 362, 363, 364)	5	3	<i>Picea abies</i> ,
obj.66 (φ 64, 65, 67, 69, 70, 71, 161, 397)	8	33	<i>Acer pseudoplatanus</i> ,
obj.147 (φ 481, 486)	3	2	<i>Fagus sylvatica</i> ,
obj.226 (φ 84, 85, 86, 87, 91, 92)	6	13	<i>Prunus padus</i>
	22	51	

Nb liens: nombre de liens intraphytocénocotiques entre les synusies ligneuses non pionnières ou entre une synusie ligneuse non pionnière et une synusie herbacée (comptage: 1 lien par espèce).

Nb φ : nombre de phytocénoses présentant des synusies «non pionnières».

9.1.7 Synusies vernalles

La présence de synusies vernalles caractérise les stations stables.

Les synusies vernalles sont définies au sens de GILLET (1986); elles sont constituées d'espèces à développement printanier (principalement des géophytes) et connaissent une éclipse totale pendant la phase estivale où elles sont remplacées par d'autres espèces à développement plus tardif (principalement des hémicryptophytes). Les synusies vernalles répondant à ces deux critères sont peu nombreuses parmi les syntaxons décrits au chapitre 7.2.

Sur la base des espèces dominantes constituant les synusies, les syntaxons à développement vernal sont:

- h218: *Lamio maculati-Chrysosplenietum alternifolii* (AL016)
- h233: *Violo biflorae-Stellarietum nemori* (AL016)
- H225 *Allio ursini-Primuletum elatioris* et 226: (AL188)
- h227 *Anemone nemorosae-Hederetum helicis* (AL188)
- h242: *Glechomo hederaceae-Ranunculetum bulbiferi* (AL188)
- h243: *Ranunculo bulbiferi-Adoxetum moschatellinae* (AL188)
- h244: *Galio elongatae-Ranunculetum bulbiferi* (AL188)

Les espèces vernalles appartiennent, dans notre échantillon, à l'alliance 188 (*Ranunculion bulbiferi*), espèces auxquelles on a ajouté *Anemone nemorosa*, caractéristique de la classe 37 (*Anemone nemorosae-Caricetea sylvaticae*). Malgré leur floraison précoce, les espèces de l'alliance 16 (*Cardaminion amarae*) à savoir *Chrysosplenium alternifolium*, *Stellaria nemorum*, *Viola biflora*, ont une persistance dépassant la fin du printemps; de ce fait, elles ne répondent pas à la définition. Parmi les 7 syntaxons restant, H225, 227 et 228 sont éliminés, car ils contiennent une majorité d'espèces persistantes en période estivale. Les syntaxons restants dont on examinera ci-après la répartition sont donc h 226, h242, h243, h244.

Ces syntaxons sont constitués d'espèces vernalles dont la fréquence dans les tableaux phytosociologiques dépasse 50% (exception: *Hedera helix* dans h226, feuillage persistant!, *Glechoma hederacea* dans h242, *Brachypodium sylvaticum* et *Glechoma hederacea* dans h243, *Fraxinus excelsior* et *Galium elongatum* dans h244).

Les relevés typiques ayant contribué à la définition des 4 syntaxons sont au nombre de 30. Les caractères des stations déductibles du tableau 9.1 sont les suivants:

Etage collinéen inférieur à moyen (une seule station se situe à l'étage montagnard).

Hauteur de la station (estimation visuelle) correspondant approximativement aux terrasses alluviales moyennes.

Traces de crues dans une minorité de stations: 20 %.

Indice F: *sol frais*

Indice L: *milieu un peu ombragé*

Indice T: *étage montagnard*

Indice R: *sol peu acide*

Indice N: *sol eutrophe*

Indice H: *sol à mull*

Indice D: *sol limono-argileux*

Les indications écologiques fournies par le cortège floristique caractérisent un milieu frais peu influencé par la dynamique alluviale. Ces caractères sont globalement conformes à la description des synusies vernaies fournie par JULVE (1993) et GILLET (1986). La contradiction entre l'indication fournie par l'indice T et l'altitude absolue traduit peut-être un micro-climat plus frais du milieu alluvial par rapport aux milieux environnants.

9.1.8 Série principale et série xérique

Plusieurs sites des étages collinéen et montagnard situés à proximité du massif alpin présentent deux types de séries dynamiques principales, à savoir:

- Une série colonisant le lit principal et les terrasses alluviales.
- Une série xérique colonisant les levées de sédiments à texture grossière (steppe alluviale).

A l'étage collinéen et montagnard inférieur, la première série présente une végétation arborescente constituée des synusies pionnières, post-pionnières et climaciques; à l'étage montagnard supérieur, les séries sont dépourvues de peuplements arborescents post-pionniers (voir chap. 9.1.9). Les synusies herbacées s'ordonnent dans divers compartiments (dont les caractères ressortent des moyennes des indices écologiques (LANDOLT 1977) montrant notamment une influence décroissante des facteurs hydriques et une augmentation de la hauteur de la station par rapport à la rivière. Les séries annexes (affluents, bras de crues) ne sont pas prises en considération.

La série colonisant les levées de sédiments grossiers présente d'autres caractères. La hauteur des stations par rapport à la rivière associée à la texture grossière et filtrante du substrat en font des biotopes indépendants de la nappe phréatique et de ses fluctuations. GERKEN (1988) présente les *steppes alluviales* («*Brennen oder Heissländen*») comme

issues de fortes crues déposant des quantités d'alluvions («*Aufschotterungen*»: dépôt de grosses pierres) qui ne sont pas, ou seulement rarement, atteintes par les hautes eaux normales. Dans les zones alluviales du Danube autrichien, cette couverture sédimentaire peut atteindre 10 à 60 cm d'épaisseur. En Suisse, de tels dépôts sédimentaires peuvent dépasser un mètre de hauteur et être déposés au cours d'un seul événement hydraulique d'importance (observations personnelles à Finges et à la Maggia).

Les séries dynamiques décrites dans les steppes alluviales des objets 34, 66 et 147 (modèle qualitatif généralisé no 7: étage montagnard) et des objets 22 et 133 (modèle qualitatif généralisé no 4: étage collinéen supérieur) et des objets 113, 171 et du *Tessin italien* (modèle qualitatif généralisé no 5: étage collinéen du Sud des Alpes et de l'Ouest de la Suisse) sont caractéristiques des séries xériques. Plusieurs syntaxons et coenotaxons typiques des stations sèches à très sèches s'y rattachent (syntaxons herbacés des classes 12, 26, 35; syntaxons arbustifs des alliances 297 et 298; forêt de chênes de l'alliance 307, forêts de pin sylvestre de l'alliance 315).

A l'étage collinéen du Plateau, la dynamique moins forte des cours d'eau associée aux aménagements humains a entraîné la raréfaction des éléments de la série xérique; on en trouve encore des reliques sous la forme de forêts de pin sylvestre (objet 48) que MOOR (1958) et KÜCHLI (1990) considèrent comme des vestiges de l'époque où l'Aar déposait des sédiments grossiers à l'occasion des grandes crues. Des vestiges du même type subsistent également dans l'objet 5 (embouchure de la Thur dans le Rhin) mais les séries dynamiques ne présentent quasiment que les stades terminaux (forêt de pin) en raison de la stabilisation du système alluvial.

La définition de modèles qualitatifs généralisés des séries annexes liées à des affluents (dans le plupart des cas, il s'agit de petits cours d'eau) n'a pas été effectuée dans ce travail car l'accent a été porté sur les milieux influencés par le cours d'eau principal; de ce fait, les séries annexes sont peu documentées.

9.1.9 Organisation des systèmes alluviaux

L'organisation des systèmes alluviaux se modifie avec l'altitude; la diversité des types de forêts diminue lorsqu'on passe de l'étage collinéen aux étages montagnard puis subalpin.

L'examen et la comparaison des graphes systématiques et des modèles de la dynamique fait

apparaître la répartition suivante des peuplements arborescents:

<i>Etage</i>	<i>Types de forêts</i>
collinéen et montagnard inférieur	peuplements pionniers, post-pionniers, climaciques
montagnard supérieur	peuplements pionniers, climaciques
subalpin	peuplements pionniers

On assiste à une simplification de l'organisation des séries dynamiques lorsqu'on traverse les divers étages altitudinaux. Ce constat est corroboré par les ouvrages traitant de l'organisation de la végétation alluviale le long d'un gradient longitudinal (MOOR 1958 et ELLENBERG 1986).

On peut s'interroger sur la composition des systèmes alluviaux des étages collinéen inférieur et planitiaire. La structure se complexifie-t-elle avec l'apparition de nouvelles catégories de peuplements arborescents ou herbacés? L'organisation des systèmes alluviaux des plus basses altitudes comporte-t-elle de nouvelles unités fonctionnelles?

En Suisse, CARRARO et al. (1994) décrivent une forêt insubrienne de peuplier noir dans le système alluvial de la *Maggia*; mais on ne peut considérer que de tels peuplements constituent un nouveau type de peuplement. SARTORI et al. (1982), KÜCHLI (1990) et MOOR (1958) relèvent la présence de forêts tourbeuses d'aulne noir dans les bras morts des systèmes alluviaux collinéens et planitiaux (voir également fig. 8.21). Cette forêt occupe un compartiment nouveau lié aux cours d'eau en anastomoses ou en méandres et caractéristique des altitudes inférieures. L'apparition d'une telle forêt correspond donc à une augmentation de la complexité du système.

Dans les cours d'eau lents, les bras morts et les deltas se développent également diverses communautés herbacées d'hydrophytes et d'hélophytes relevant de plusieurs classes phytosociologiques (notamment des *Potamogetonetea pectinati* et des *Phragmiti australis-Caricetea elatae*) et mentionnés par BRAVARD et al. (1986) dans la vallée du Rhône, GALLUSER et SCHENKER (1992) et CARBIENER (1983) dans la vallée du Rhin et GEPP et al. (1986) et GRANER (1991) dans

la vallée du Danube. Ces communautés aquatiques et ces marais et forêts d'atterrissement des bras morts participent donc effectivement à une complexification des systèmes liée à la diminution de l'altitude.

Les difficultés rencontrées lors de la généralisation des modèles qualitatifs des objets des étages collinéen et planitiaire du Sud des Alpes sont peut-être à rattacher à cette situation. La diversité synusiale et phytocénotique peut également être illustrée par la répartition altitudinale des syntaxons (fig. 7.5, 7.7, 7.11 et 7.12) et des phytocénoses (fig. 7.23) mais l'interprétation de telles figures est limitée par le fait que l'échantillonnage opéré pour la typologie (chap. 7) n'avait pas pour but de comparer la diversité à l'intérieur des divers étages altitudinaux.

9.1.10 Fonctionnement des systèmes alluviaux.

La majorité des phytocénoses constituant les séries dynamiques présentent des décalages synusiaux interstrates révélant une transition.

Excepté les deux extrémités des séries (communautés herbacées pionnières et fourrés alluviaux au début des séries, phytocénoses climaciques à la fin des séries), ainsi qu'un stade post-pionnier médian, les phytocénoses constituant les séries temporelles en zone alluviale présentent pour la plupart des décalages synusiaux révélant une transition. Cette appréciation tend à considérer l'ensemble de la zone alluviale comme une zone de transition dont les synusies se succèdent par évolution autogène et par le concours (allogène) de la sédimentation. Cette caractéristique nous semble bien illustrer la fonction d'écotone joué par la zone alluviale (ODUM 1971, AMOROS et al. 1993)

Les principes de fonctionnement de cette série sont identiques dans toutes les zones alluviales examinées. Ils peuvent se schématiser sous la forme de la figure 9.1 qui comporte 14 stades théoriques dans un système à 6 strates (on aurait pu encore insérer quelques stades supplémentaires). Selon cette représentation, on voit que les forêts pionnières et post-pionnières de transition (définies par une limite verticale dans le graphe) présentent un décalage synusial en raison du développement des groupes comportementaux et phytosociologiques d'essences ligneuses définis dans le tableau 8.1 (développement mis en évidence par un trait oblique).

Ce schéma pourrait, à titre d'hypothèse, faire intervenir les perturbations sur le système, classables globalement dans trois catégories:

- Les perturbations qui «rajeunissent» le système.

Les perturbations naturelles faisant partie du système alluvial ont été mentionnées à plusieurs reprises dans le cadre de cette étude: il s'agit des crues et des phénomènes d'érosion. Ces phénomènes entraînent un rajeunissement des stations et des phytocénoses.

La notion de rajeunissement comporte en elle-même un sens, opposé à la dynamique autogène en direction du climax.

La dynamique alluviale, qui s'exerce à différentes intensités sur les compartiments du système alluvial constitue donc un frein à la tendance en direction du climax; AMOROS et al. (1993) parlent de boucles de rétroaction négative entraînant un ralentissement de la succession.

De telles perturbations décalent les synusies pionnières herbacées et peut-être aussi les synusies arbustives du côté droit du schéma (fig. 9.1).

D'autres facteurs ralentissent la tendance au climax ou s'y opposent; il s'agit notamment des facteurs hydriques (fluctuations saisonnières des nappes phréatiques (CARBIENER 1988), assèchement estival des steppes alluviales sur les levées de sédiments grossiers) et des facteurs pédologiques (lessivage de la matière organique dans les sols à texture grossière (CARBIENER 1988).

Ces facteurs fonctionnent comme des contraintes (GILLET et al. 1991) et elles nécessitent une adaptation de la part des communautés végétales.

- Les perturbations qui «vieillissent» le système.

Parmi les facteurs accélérant la dynamique vers le climax, la sédimentation qui se produit dans les forêts à l'occasion des crues affranchit progressivement la station de l'effet de la rivière (crues, nappe phréatique).

La présence d'espèces nitrifiantes dans le cortège floristique de la végétation alluviale -c'est le cas du genre *Alnus* dont les racines contiennent des nodules renfermant des bactéries fixatrices d'azote

atmosphérique (GRIME et al. 1988, RAMEAU et al. 1989, GRIESSER 1992)-, la forte production végétale relevée notamment par CARBIENER (comm. orale 1995), la présence de litière aisément décomposable par les organismes du sol (BUREAU 1995), l'eutrophisation naturelle ou artificielle des eaux et des stations constituent, quant à elles, des facteurs accélérant la dynamique autogène en direction d'un climax stationnel ou climatique. Ces phénomènes sont illustrés au chapitre 9.2 par la notion d'attracteur.

On notera cependant que l'alluvionnement en forêt alluviale provoque l'installation temporaire de synusies pionnières qui cèdent ensuite progressivement la place aux synusies forestières sciaphiles (voir l'exemple du Rhin antérieur au chap. 8.1.1).

- Les événements qui détruisent le système.

Lors de tels phénomènes, l'ensemble de la phytocénose est détruit par le cours d'eau et le système est replacé au point de départ (banc de sédiments nus).

Dans tous les cas, les synusies constituant la mosaïque végétale évoluent dans le temps en fonction de leurs caractères propres qui sont notamment:

- Leur stratégie coenotique ou adaptation des effectifs aux caractéristiques du milieu (FRONTIER et PICHOD-VIALE 1991).
- Leur résilience ou permanence du réseau d'interaction (FRONTIER et PICHOD-VIALE 1991) vis-à-vis des perturbations du milieu.
- Leur durée de vie (synusies arborescentes, arbustives, herbacées, muscinales).
- Leurs exigences écologiques.

Face à ces caractères propres à chaque synusie interviennent encore les biocénoses animales, ainsi que les interventions humaines. Ces perturbations ont toutes une action sur les communautés végétales concernées.

9.1.11 Décalage floristique

Les décalages floristiques constatés au cours de la cartographie des zones alluviales ne constituent pas en eux-mêmes une preuve de la transformation par l'homme des zones alluviales.

La description de systèmes alluviaux perturbés contenue dans le travail de cartographie de GALLANDAT et al. (1993) débouche sur le concept de **décalage floristique** illustré par une futaie d'aulne blanc présentant un cortège dominant d'espèces de la frênaie. Un autre exemple mentionne l'*escamotage de certains stades de la chronoséquence*, illustré par le développement d'une jeune futaie de hêtres sous le couvert d'une ancienne saulaie.

L'affirmation ci-dessus ne contredit les constatations issues de la cartographie qu'en apparence. Elle se fonde sur les constatations suivantes:

- l'indépendance des synusies ligneuses pionnières (chap. 9.1.5),
- la présence de décalages synusiaux (chap. 9.1.10),

qui, s'appuyant sur les modèles généralisés de la dynamique, tendent à considérer la plupart des formations boisées alluviales comme des stades de transition. Dès lors que l'on admet que les forêts d'essences à bois tendre ne se rajeunissent pas naturellement (sinon par leur destruction), on abandonne toute idée de forêt en équilibre ou de forêt stable. La stabilité étant un concept non pertinent pour les forêts alluviales à bois tendre, la notion de transition ou de décalage s'impose comme normale ou naturelle pour ces formations. La notion de transition implique une direction, une ligne évolutive. La seule ligne évolutive communément admise est la tendance au climax. Le climax constitue l'attracteur universel de la végétation et toute phytocénose s'y dirige, que ce soit en présence ou en absence de perturbations (DIERSCHKE 1994, LEMÉE 1978).

Le schéma général de la dynamique de la végétation d'un système alluvial (fig. 9.1) est issu de la superposition des modèles généralisés no 1 (fig. 8.23) et no 3 (fig. 8.25); il s'applique aux systèmes comportant des forêts post-pionnières et fait apparaître comme normal le décalage cité dans le premier exemple de GALLANDAT et al. (1993); ce cas est attribuable à une forêt plonnière de transition.

Par contre, le deuxième exemple cité révèle un escamotage des synusies post-pionnières ou hygrophiles à mésophiles (de couleur verte); la réunion dans la même phytocénose d'une synusie arborescente pionnière et d'une synusie herbacée climacique caractérise un **décalage accéléré des synusies**. Ce type de décalage intervient surtout dans les sites ou les parties de sites affectés par une transformation majeure du système alluvial, le plus souvent d'origine artificielle.

Les exemples de décalage accéléré, issus de l'examen des séries principales (séries xériques et séries secondaires non comprises) des 14 graphes systémiques présentant ou pouvant présenter des forêts post-pionnières (étages collinéen et montagnard inférieur), sont les suivants:

- Objet 22 \varnothing 307.
- Objet 40 \varnothing 10, 12, 13, 18.
- Objet 66 \varnothing 67, 69, 70, 71, 161, 397.
- Objets 158 et 156 \varnothing 395.

Les objets 40 et 158 et 156 sont transformés par l'homme (assèchement, incision) et il n'est pas étonnant d'y trouver des décalages accélérés. L'objet 66 présente de nombreux décalages qui traduisent peut-être une transformation récente des stations suite à la mise en service, dans les années 70, du barrage de Lessoc. Nous ne disposons pas d'éléments pour interpréter le décalage constaté dans l'objet 22 (incision du Rhin?).

Les autres phytocénoses des 4 sites ci-dessus ainsi que les phytocénoses décrites dans les sites nos 5, 14, 18, 48, 53, 64, 113, 133, 171 et au Tessin italien n'abriteraient pas de décalage accéléré au sens défini ci-dessus. Pour les objets 5, 18 ou 48, cette absence peut s'interpréter par le long laps de temps (environ un siècle) écoulé depuis les perturbations (endiguement, diminution de débit), laps de temps qui aurait permis le rééquilibrage de la végétation et le gommage des décalages. Les autres objets présentent vraisemblablement des perturbations n'engendrant pas, dans les phytocénoses étudiées, de décalages accélérés.

Ces considérations encore provisoires dépendent essentiellement de la classification des synusies dans les groupes comportementaux et phytosociologiques (tab. 8.1). Par ailleurs, les synusies arbustives ne sont pas prises en considération dans cette évaluation et leur contribution à la description des décalages devra être évaluée ultérieurement. De manière générale, ces hypothèses devront être vérifiées (études écologiques, examen d'autres sites) et affinées méthodologiquement au cours d'études ultérieures.

9.2 Interprétation de la dynamique

Si l'unanimité règne parmi les scientifiques quant au constat d'une dynamique végétale particulièrement active dans les systèmes allu-

viaux, la compréhension de cette dynamique est l'objet d'interprétations diverses.

Quelle est l'importance relative des contraintes écologiques et des perturbations dans le déterminisme de la végétation alluviale? La végétation répond-elle aux contraintes d'un milieu présentant divers gradients (notamment de la granulométrie du substrat, de la hauteur de la nappe phréatique par rapport à la surface du sol) ou répond-elle aux perturbations (crues, inondations, érosion, sédimentation) qui sélectionnent les communautés d'espèces sur la base des phénomènes de stratégie?

L'interprétation privilégiant l'effet de la station sur les communautés végétales est développée par MOOR (1958) dans sa monographie des zones alluviales de Suisse; il présente la couverture végétale des zones alluviales comme principalement liée aux *facteurs de la station*. Parmi ces derniers, WENDELBERGER (1984) accorde une importance capitale à la texture du substrat comme déterminant des diverses séries végétales.

Selon GRIME (1988), les communautés de plantes que l'on observe dans une station seraient le résultat d'un équilibre entre l'intensité du stress lié aux conditions écologiques, le dérangement de la station par des facteurs mécaniques et la *compétition intraspécifique et interspécifique*; le stress et le dérangement contrôlent l'intensité de la compétition en réduisant la densité et la vigueur de la végétation.

9.2.1 Le concept de MOOR

Pour MOOR (1958, 1969), de véritables *processus de successions* se rencontrent rarement dans les zones alluviales en raison des perturbations liées à la dynamique du cours d'eau; en fait, cet auteur limite la définition du terme à la seule *succession progressive primaire* (GILLET et al. 1991, AMOROS et al. 1993, LEPART et ESCARRE 1983). La succession est retardée par le rajeunissement des sols. Le changement d'association végétale a pour cause la modification de la topographie ou d'autres facteurs du milieu (texture des sédiments); ce changement entraîne l'installation des éléments de l'association végétale suivante. MOOR cite l'exemple de successions intervenant suite à une sédimentation importante, où certains stades des séries peuvent être purement et simplement escamotés; par exemple lors d'un épisode de sédimentation d'une île de gravier, une aulnaie peut s'installer directement sans passer par les stades «roselière-fourré de saules-forêt de saule» qui précède l'aulnaie dans la succession; lors de la mise à disposition de plusieurs niveaux (terrasses alluviales),

les mêmes espèces s'installent simultanément puis la concurrence sélectionne les populations adaptées. En fait, la *dynamique alluviale selon MOOR repose presque uniquement sur la notion de zonation*; les facteurs écologiques dirigent l'agencement spatial des associations végétales. Tous les processus dynamiques tendent à un équilibre (ou à un ré-équilibre) de la couverture végétale avec la station.

Cette vision, pour correcte qu'elle soit, n'est pas suffisante car divers éléments y font défaut, notamment:

- **L'évolution autogène de la station n'intervient pas**; une station semble acquérir rapidement une végétation adaptée; cette végétation n'évolue que par le changement allogène de la station. MOOR n'évoque pas la *pédogenèse* ni le *cycle sylvigénétique* (stades juvénile, mature et sénescence) caractérisant chaque peuplement forestier (JACQUIOT 1983, RAMEAU 1987).
- **La résistance des peuplements ligneux aux crues, même violentes n'est pas prise en compte** comme élément assurant la *stabilité* ou au moins la *résilience* (DIERSCHKE 1994, FRONTIER et PICHOD-VIALE 1991) de la phytocénose face aux changements allogènes de la station.

9.2.2 Les nouveaux concepts de la dynamique

HELLER (1969), et surtout DISTER (1980, 1985), BRAVARD et al. (1986), CARBIENER (1988) présentent une *interprétation de la dynamique des forêts alluviales reposant sur un faisceau de phénomènes, principalement sur la durée de vie des peuplements ligneux*, sur les circonstances parfois aléatoires de l'*implantation des diaspores* et sur les *caractères physiologiques* des espèces. Ces caractères, qui changent au cours des phases de développement, permettent à certains peuplements de coloniser, en zone alluviale, des compartiments dévolus à d'autres espèces dans des biotopes plus stables (cas du saule blanc adulte dans des terrasses élevées ou des chênes pédonculés supportant de longues périodes d'inondation). Cette interprétation intègre également les *facteurs historiques*, au moins dans le laps de temps correspondant à la durée de vie des arbres. Elles représentent, comme les travaux de PAUTOU (1984b), PAUTOU et al. (1989), AMOROS et al. (1988, 1993) ou BUREAU et al. (1995) sur l'écologie des forêts alluviales, les résultats de travaux multidisciplinaires de longue haleine.

La complexité des investigations scientifiques dans les milieux alluviaux montre la difficulté d'attribuer une part de déterminisme aux contraintes, aux perturbations, à l'évolution allogène ou autogène car ces phénomènes s'expriment simultanément mais différemment et à différents termes dans chaque zone alluviale considérée.

Notre approche de la dynamique a profité, pour établir et interpréter les graphes et les modèles, des connaissances acquises par ces auteurs.

La démarche phytosociologique a permis de collecter des données sur plus de 50 sites en Suisse et de proposer un modèle de dynamique pour 22 d'entre eux. L'utilisation de l'information contenue dans la végétation (valeurs indicatrices de LANDOLT 1977), combinée à la prise de données simples sur le terrain, a permis de définir globalement les conditions écologiques principales des synusies et des phytocénoses concernées. L'information contenue dans les espèces ligneuses (indices temporels) a permis d'établir les liens entre les synusies et entre les phytocénoses puis d'établir les modèles qualitatifs généralisés.

L'information contenue dans les espèces concernant leur stratégie (GRIME 1988, RAMEAU 1987, BRZEZIECKI et KIENAST à paraître) n'a pas été prise en compte, faute de temps. Pourtant, la stratégie des espèces et des communautés d'espèces constitue une composante majeure de la dynamique des zones alluviales. De même, la dendrochronologie aurait permis de caler les modèles qualitatifs dans l'échelle temporelle. L'intégration de ces domaines interviendra au cours des recherches futures en zone alluviale. Par ailleurs, les données qualitatives existantes, combinées à l'aide de logiciels actuels comme *Stella II* (logiciel de simulation à interface graphique) à des données quantitatives simples (surface des synusies) pourraient déboucher bientôt sur une modélisation quantitative des systèmes alluviaux.

9.2.3 Les attracteurs

La notion d'attracteur provient d'un concept systémique lié à la dynamique; elle est définie comme un point d'équilibre entre différentes variables et a été développée dans l'étude de la dynamique des populations (FRONTIER et PICHOD-VIALE 1991). Elle peut être étendue à la dynamique des systèmes écologiques.

Parmi les divers types d'attracteurs présentés (*attracteur ponctuel*, *attracteur cyclique*, *at-*

tracteur étrange), l'attracteur ponctuel semble adapté à une transposition au climax.

Définitions:

Attracteur ponctuel: il est représenté, dans un plan symbolisant deux variables d'état, par l'enroulement d'une spirale autour du point d'équilibre dit «attracteur».

Attracteur cyclique: l'attracteur est une courbe fermée que rejoint la trajectoire quel que soit son point de départ.

Attracteur étrange: la trajectoire montre une allure chaotique; certaines régions du plan ou de l'espace (si le nombre de variables dépasse 2) sont plus occupées que d'autres.

Prenons l'exemple de la forêt d'aulne blanc; comme toute phytocénose, la forêt d'aulne blanc évolue et se développe dans la direction d'un *climax stationnel* (GUINOCHE 1973) ou *climax édaphique* (ODUM 1980), climax qu'elle représente d'ailleurs elle-même dans un compartiment de la zone alluviale; les modèles qualitatifs de la dynamique mettent en évidence l'effet de deux attracteurs ponctuels agissant simultanément:

- Les **climax stationnels** vers lesquels tendent les synusies et les phytocénoses colonisant diverses stations de la zone alluviale.
- Le **climax climatique**, vers lequel tendent toutes les synusies et les phytocénoses au fur et à mesure de l'édification des terrasses alluviales par l'alluvionnement du cours d'eau et qui entraîne graduellement une indépendance vis-à-vis des facteurs de rajeunissement provoquée par la dynamique alluviale (AMOROS et al. 1993).

Ces deux attracteurs fonctionnent à une échelle de temps différente (AUGER et al. 1992). Si l'on considère l'alluvionnement des terrasses alluviales comme un phénomène linéaire, à l'échelle annuelle ou de la décennie, l'attracteur agissant sur la phytocénose est le *climax stationnel*, correspondant à la station de l'unité fonctionnelle (lit de la rivière, première terrasse alluviale, deuxième terrasse etc.). Cette série temporelle est symbolisée sur la figure 9.2 par les flèches «*crue et sédimentation*» et les flèches s'enroulant en spirale autour des climax des différentes stations. A différentes échelles, allant de la décennie au siècle, chaque «*crue et sédimentation*» constitue un facteur rapprochant la station du climax climatique. Une crue destructive, qui emporte les sédiments (flèche «*crue et érosion*») agit en direction opposée au climax et consti-

tue donc un frein, voire un retour en arrière dans la série considérée.

A une échelle temporelle plus grande, l'ensemble de la série constitue une **série progressive primaire**. Les divers climax stationnels fonctionnent comme des **attracteurs ponctuels provisoires**. Les diverses phytocénoses colonisant les stations constituent les phases de la série. En terme d'énergie, le deuxième diagramme de la figure 9.2 (GOBAT 1995, cours d'écologie générale, inédit) présente la part des énergies: l'énergie externe (énergie mécanique hydraulique) que l'on peut assimiler à de l'énergie auxiliaire (FRONTIER et PICHOD-VIALE 1991) et l'énergie solaire transitant par la biomasse et constituant le **moteur de la série autogène au climax**. La proportion varie en fonction de la quantité d'énergie auxiliaire. Le *continuum* entre les deux bornes illustre le caractère des divers compartiments de la zone alluviale.

9.3 Discussion des méthodes

9.3.1 Typologie

Les divers résultats issus de la typologie mettent en évidence une importante diversité de la végétation alluviale, aux différents niveaux d'intégration considérés; ce constat n'invalide pas celui de la banalisation dressé dans le cadre d'autres travaux, notamment ceux cités dans le rapport de la cartographie des zones alluviales d'importance nationale (GALLANDAT et al. 1993). Cette diversité doit être interprétée à la lumière des éléments suivants:

- Le **cadre géographique** très large attribué à dessein à ce travail.
- La **méthode synusiale**, encore peu éprouvée dans les zones alluviales; dans le doute quant à l'appartenance d'un relevé à une unité existante, la tendance était de créer une nouvelle unité, quitte à la rattacher ultérieurement à une unité existante.
- Les **méthodes d'analyses multivariées** qui, si elles permettent de traiter des quantités importantes de données, permettent également de constituer des groupes en nombre quasi illimité et de fonder leur distinction.
- Le **nombre de relevés**, chroniquement faible malgré la quantité importante de données, servant à la définition des unités appartenant aux niveaux d'intégration supérieurs (syntaxons, coenotaxons).

9.3.2 Classification des caténas

Pour l'**analyse multivariée** des caténas devant aboutir à leur classification (chap. 7.6), une définition étroite de la caténa a été adoptée. Dans les sites abritant les éléments de plusieurs séries (notamment la série colonisant les terrasses alluviales et la série xérique, voir chap. 8.2), on a distingué ces séries sous la forme de *caténas séparées*, caténas qui se sont révélées être des *tésélas*. Cette approche était destinée à affiner l'analyse en diminuant le poids des grands objets par rapport aux plus petits ne comportant qu'une téséla (ou qu'une partie de téséla). Ainsi, 61 caténas (constituant pour la plupart des tésélas) ont été définies à partir des 52 sites étudiés.

Lors de l'**interprétation des résultats** et de la définition des groupes de relevés caténaires (géosigmataxons élémentaires), les relevés appartenant au même site ont été réunis afin de satisfaire au concept de caténa. On a intégré sous le même géosigmataxon certains groupes ressemblants issus de l'analyse; on a également partagé certains groupes hétérogènes; ainsi, 31 géosigmataxons élémentaires ont été distingués à partir des 28 groupes de relevés caténaires (voir chap. 7.6).

9.3.3 Graphes systémiques

Lors de l'**élaboration des graphes systémiques**, l'ensemble des phytocénoses d'un même site a été considéré avant la définition d'une ou de plusieurs séries dynamiques. Cet examen d'ensemble était destiné à déceler les critères d'établissement des relations temporelles qui n'étaient pas pris en considération par l'analyse multivariée (voir chap. 8.1.2, étape 6, critères b, c, d).

Les graphes systémiques ont été élaborés sur la base des critères des relations temporelles, de l'agencement spatial des phytocénoses sur le terrain et de la parenté phytosociologique des syntaxons constituant les phytocénoses. Ainsi, 19 sites ont fait l'objet d'un ou de plusieurs graphes. On peut donc considérer qu'une série dynamique répond à la **définition de téséla** à condition d'*élargir la définition* de cette dernière, comme WERFFELI et al. (1997) le proposent. Il conviendrait d'englober également les *successions primaires progressives ou régressives* dans la définition de la téséla et non seulement les successions secondaires comme GILLET et al. (1991) le définissent.

On constate qu'au cours de cette démarche, les notions de caténas et de tésélas ont été successivement considérées en fonction des buts de

chaque étape et des résultats des analyses précédentes.

9.3.4 Critères d'établissement des graphes et des modèles

Les quatre critères (pt. 6 de la procédure du chap. 8.1.2) permettant la définition de relations temporelles et basés sur les hypothèses opérationnelles ont également pour but d'éviter de lier, au sein d'une série temporelle, des éléments disparates.

Un exemple réside dans le groupe de modèles no 5 (étage collinéen du Sud des Alpes); en raison d'une lacune d'échantillonnage, notamment dans les stades de transition entre phytocénoses, une série complète englobant la forêt d'aulne blanc dans la série de la forêt de frêne n'a pu être établie parce que non fondée sur les critères. Pourtant, d'après les connaissances du site 171 (*Maggia*) et du site 151 (*Brenno*) (DIONEIA 1990), cette série existe. L'application de ces critères a par contre permis de lier la forêt d'aulne noir et d'aulne blanc de l'*Allondon* (coenotaxon élémentaire 1094) avec la forêt de frêne et d'aulne noir de la *Maggia* et de la *Moesa* (coenotaxon élémentaire 1121); cette série, certes incomplète (il manque les stades juvéniles des formations considérées) est issue de la superposition des modèles (étape structuraliste «trans»: généralisation).

Le cas des modèles qualitatifs de l'étage collinéen du Sud des Alpes est informatif; la végétation comporte plusieurs espèces et synusies liées à la région insubrienne, l'altitude y est faible et l'auteur des relevés y connaît moins la végétation que dans les autres régions naturelles. De ce fait, les différents modèles y présentent des lacunes. Ces lacunes sont révélées dans les modèles par les relations spatiales mises en place à défaut d'indices temporels. Une meilleure connaissance des systèmes en présence aurait permis de rechercher les stades intermédiaires des étapes de la dynamique et d'établir des séries temporelles plus complètes.

En conclusion, les critères proposés, basés sur les hypothèses opérationnelles, constituent une garantie de ne pas établir des relations temporelles non fondées; à défaut des critères requis, seules des relations spatiales peuvent être établies.

9.3.5 Adéquation de l'approche synusiale intégrée à l'étude de la dynamique

Comme dans la discussion de la dynamique, un examen du travail de MOOR (1958) est utile pour comparer l'approche traditionnelle

(ou sigmatiste) de la phytosociologie et l'approche synusiale.

Si l'on considère que les zones alluviales que MOOR a décrites au début des années 50 étaient moins transformées par l'homme qu'actuellement (c'est-à-dire plus dynamiques), ce que le rapport de la cartographie (GALLANDAT et al. 1993) présente comme vraisemblable, lesdites zones alluviales auraient dû présenter *autant, sinon plus, de stades de transition* que les zones alluviales actuelles. En effet, si l'on admet le modèle général de la succession (fig. 9.1), présenté à titre de résultat, valable au moins pour les systèmes présentant une forêt post-pionnière, on constate que *les stades de transition sont nombreux et qu'aucune explication ou hypothèse ne parvient à expliquer une prédominance des stades présentant une conformité des strates par rapport à ceux présentant des transitions*. Certes, les communautés herbacées pionnières des alluvions, les fourrés alluviaux et peut-être aussi le premier stade des forêts pionnières de transition (H vert, a bleu, voir fig. 9.1) étaient plus répandus spatialement en raison d'une dynamique plus forte. Mais, dans les autres stades forestiers, le stade de forêt post-pionnière (toutes les synusies vertes), dont l'*Ulm-Fraxinetum* de MOOR constitue la formation la plus typique, n'a pas de raison de dominer par rapport aux autres. Or, les tableaux phytosociologiques présentés dans l'ouvrage de MOOR présentent une *homogénéité (homotonie) remarquable*.

L'explication que nous proposons est liée à la *méthode phytosociologique*. MOOR a sélectionné les stations les plus adéquates pour effectuer ses relevés conformément à la méthode phytosociologique classique; les stations devaient présenter une homogénéité de la végétation sur la surface relevée, éviter les zones de transition et les microstations (creux, buttes), sources d'hétérogénéité et d'introgession d'espèces «étrangères» à la station (THEURILLAT et MATTHEY 1987). Ainsi, *les zones de transition entre associations, les stades de transition, les limites de peuplement et les mosaïques ont été laissés de côté à la faveur des zones homogènes*. Par ailleurs, lors du traitement des relevés par la méthode des tableaux (GÉHU 1980), les relevés hétérogènes ou atypiques ont été éliminés. Nous en voulons pour preuve que les carnets de notes originaux de MOOR, déposés et examinés à l'Université de Neuchâtel, recèlent de nombreux relevés effectués en zones alluviales pendant la période d'étude mais non publiés dans la monographie.

Nous interprétons donc la situation décrite par MOOR, jugée favorable par les auteurs de la

cartographie, comme imputable, au moins en partie, à la méthode appliquée.

Mais on pourra objecter que, 35 ans plus tard, les auteurs de la cartographie (GALLANDAT op. cit.) ont utilisé la même méthode, et qu'ils ont mis en évidence une situation différente, caractérisée par des variantes appauvries, asséchées et nitratophiles des associations décrites par MOOR. Les auteurs de la cartographie ont d'ailleurs également reconnu, bien que rarement, les associations de MOOR (elles ont été signalées comme variantes typiques sur les cartes). L'interprétation que nous proposons pour expliquer cette situation relève ainsi de deux domaines:

- Premièrement la situation de l'environnement a réellement changé; elle s'est dégradée dans le domaine des débits des cours d'eau (HAINARD et al. 1987), des endiguements, de l'eutrophisation, de l'occupation du territoire, de l'agriculture (BROGGI et al. 1990) et il n'est nullement dans nos intentions de minimiser l'appauvrissement des écosystèmes naturels au cours des 40 dernières années. La transformation des zones alluviales a d'ailleurs fait l'objet d'un récent colloque à Rastatt, au cours duquel la situation de plusieurs pays européens a été évoquée, notamment celle de l'Allemagne par DISTER (1991), celle de l'Autriche par LAZOWSKI et LÖFFLER (1991), celle de la Hongrie par KARPATI et KARPATI (1991) ou, plus récemment encore par MÜLLER (1995).
- Le deuxième argument relève à nouveau de la méthode. Bien que formés à l'utilisation de la méthode phytosociologique classique, les cartographes ont été amenés à s'intéresser à la totalité de l'aire couverte par les objets d'importance nationale, à savoir les zones homogènes et les zones de transition. Les zones homogènes, correspondant aux associations de la phytosociologie classique, posant peu de problèmes d'identification, l'attention s'est concentrée sur les zones de transition, les mélanges, les mosaïques et les zones transformées, plus difficiles à interpréter et à cartographier. Concernant le choix du site du relevé, les 225 relevés effectués en 1987 et 1988 par les cartographes dérogeaient probablement pour la plupart, à l'application stricte de la méthode phytosociologique classique. La comparaison des sets de relevés anciens (MOOR 1958) et récents est très évocatrice; elle est présentée dans le travail de GALLANDAT et al. (1993).

La part attribuable à chacune des deux interprétations n'est pas connue et sa définition dépasse le cadre de ce travail. Par contre, ces considérations engagent la discussion de l'adéquation de la phytosociologie synusiale à la description de la végétation des zones alluviales et de sa dynamique.

Un des avantages de la phytosociologie synusiale intégrée est d'autoriser l'approche de phytocénoses stables (associations climatiques) et de phytocénoses en transition (spatiale ou temporelle) avec les mêmes outils à condition que les critères requis pour effectuer les relevés synusiaux soient respectés (surface minimale, homogénéité floristique (GILLET 1986). L'aire minimale d'une synusie herbacée est inférieure à celle d'une synusie arbustive ou arborescente; cette souplesse permet d'aborder de manière systématique et rigoureuse les transitions forestières au même titre que les vastes surfaces homogènes; les mosaïques spatiales, liées à la microhétérogénéité des stations ou à l'action anthropozogène sont fréquentes dans les zones alluviales; elles sont également prises en considération, font l'objet de relevés fragmentés et participent comme descripteurs à la phytocénose.

Pour l'étude de la dynamique, la description des stades de transition temporelle, habituellement évités par le phytosociologue «classique», ont été recherchés et décrits en détail dans le présent travail. Les phytocénoses possédant les composantes (synusies) des stades antérieurs ou postérieurs sont d'une information primordiale pour établir les modèles qualitatifs; elles constituent les liens entre les différents stades des séries dynamiques. Les séries dynamiques que nous jugeons les plus «robustes» sont celles dont les phytocénoses de transition permettent de faire les liens entre éléments de la série (voir à ce propos, les graphes systémiques des objets 226 (Torneresse), 40 (Umiker Schachen) ou 53 (Niederried).

En conclusion et du point de vue méthodologique, la phytosociologie synusiale intégrée convient mieux à l'approche de la dynamique que la phytosociologie classique. Ce travail fournit quelques arguments à cette affirmation.

9.4 Application pratique

La recherche d'un indice d'alluvialité constituait un des buts de l'étude. Associé à l'approche des décalages floristiques, un tel indice devait permettre notamment:

- De comparer les compartiments d'une zone alluviale, ou diverses zones alluviales d'une unité géographique.
- De définir une limite spatiale de la zone alluviale.

L'application pratique de ce travail ne constitue pas une méthode de diagnostic ponctuel d'une phytocénose se résumant à un indice d'alluvialité. La notion de série dynamique nous paraît plus pertinente à l'issue de ce travail qu'un indice ponctuel s'appliquant à une phytocénose. On consultera à ce sujet les considérations du chapitre 9.1.11 concernant l'interprétation du phénomène de décalage floristique. Le diagnostic que nous proposons constitue une approche spatiale et globale fondée sur les séries dynamiques.

A défaut de résultats quantitatifs, l'approche par les modèles qualitatifs procure une vision plus générale, synthétique et même systémique de la zone alluviale. Cette approche ne réduit pas tout ou partie de la zone alluviale à un ou des indice(s), mais permet de dresser un constat sur l'ensemble du site dont on désire connaître l'état général, fixer des objectifs biologiques ou de gestion ou définir des mesures de protection

L'application pratique de ce travail débouche donc sur la proposition d'une procédure de diagnostic simple et praticable, proche de la démarche suivie dans cette étude et nécessitant un investissement limité en temps. Elle est fondée sur les étapes suivantes:

1. Récolte de relevés

Récolte de relevés synusiaux, phytocénétiques et caténaux dans le périmètre de l'objet. Le maximum de situations différentes doit être relevé, en particulier les stades de transition entre phytocénoses. La disponibilité d'une clé de détermination des synusies permet de procéder directement à la prise des relevés phytocénétiques.

2. Identification automatique des relevés

Identification automatique (*diagnostic phytosociologique*) des relevés synusiaux et phytocénétiques dans la base de données relationnelle *Phytobase*. Classification des relevés, intégration, si nécessaire, au synsystème.

3. Définition des groupes comportementaux

Attribution des synusies à un groupe comportemental au phytosociologique de syntaxon (syntaxons pionniers, post-pionniers, climaciques, etc.).

4. Généralisation

Mise en place des phytocénoses décrites dans la trame de base présentée dans la figure 9.1; la définition de nouvelles trames sera faite pour les sites montagnards et subalpins ne présentant pas certaines étapes de la série (voir chap. 9.1.9). La mise en place des phytocénoses dans la trame de base est facilitée par les couleurs des catégories de syntaxons (bleu, vert, rouge, orange, brun). Elle peut provoquer un retour sur le terrain pour vérification. A ce stade sont déjà détectables les décalages floristiques ainsi que d'éventuelles lacunes (stades ou ensembles de stades manquants) dans la série considérée.

5. Définition du modèle qualitatif généralisé

Attribution de la série à l'un des 8 types de modèles généralisés. La récolte de nouvelles données débouchera probablement sur la définition de nouveaux modèles ou l'affinement des modèles existants.

6. Cartographie

Cartographie de la ou des série(s) évolutive(s): série principale, série xérique, série liée à un affluent. La phase cartographique est modulable; elle peut se réduire à la délimitation de la ou des série(s), à la cartographie des phases principales (forêts pionnières, post-pionnières ou climaciques) ou à une cartographie synusiale et phytocénétique complète. Des clés de détermination seront préparées.

7. Calcul des surfaces

Evaluation ou calcul des surfaces couvertes par chacune des séries, chacun des stades (forêts pionnières, post-pionnières et proches du climax) ou chacune des phytocénoses.

8. Etablissement d'un constat

Mise au point, à l'échelle de l'objet en entier, d'un indice de naturalité ou d'alluvialité basé sur l'état des séries dynamiques (surface absolue ou relative de chaque stade de la série) et leur représentation spatiale. Traitement informatique éventuel des informations cartographiques: calcul des surfaces, présentation et édition de cartes synusiales, etc.

A titre d'exemple, la procédure proposée a été appliquée sommairement au site no 40 de l'inventaire des zones alluviales (*Umiker-Schachen AG*) dont le graphe systémique de la dynamique est présenté au chap. 8.2.6 et le modèle qualitatif généralisé figure sous 8.4.1 (système collinéen du Plateau). La figure 9.3 présente la liste des unités de cartographie de la carte de la végétation de GALLANDAT et al. (1993), la surface (estimée) convertie par ces unités, ainsi que la conversion des unités de cartographie en stades de la dynamique (voir également fig. 9.1). L'histogramme de la répartition des unités de végétation montre une diversité spatiale apparemment élevée. L'histogramme de la répartition des stades de la dynamique montre par contre une dominance à raison de 81% des forêts post-pionnières de transition et des forêts climaciques. Cette illustration spatiale des phénomènes dynamiques permet l'établissement d'un constat à l'échelle de l'ensemble du site. La proportion entre:

- les communautés herbacées pionnières, les fourrés et les forêts pionnières de transition

et, d'autre part:

- les forêts post-pionnières, post-pionnières de transition, les décalages floristiques et les forêts climaciques,

à savoir «6% - 81%», constitue un indice global d'alluvialité, ou au moins un premier pas dans ce sens.

Pratiquement, seules les 5 premières étapes proposées dans la démarche ont été testées dans le cadre de cette étude; elles requièrent une base phytosociologique constituée de relevés synusiaux afin de pouvoir distinguer les phases des successions ainsi que les catégories

de synusies précurseurs ou reliques des stades de la succession. A ce titre, la base de données relationnelle *Phytobase* est un outil de détermination et de standardisation indispensable. Un mode d'emploi a été édité (GILLET 1993) et les relevés collectés dans le cadre de cette étude, ainsi que les relevés muscinaux de B. Werffeli, constituent une base existante solide pour l'identification.

La cartographie des synusies n'a pas été exercée dans les zones alluviales de notre pays. Les cartes de la végétation établies en 1987-88 (GALLANDAT et al. 1993) constituent des documents de base indispensables; elles remplissent peut-être même le rôle de cartes des séries dynamiques, voire des phytocénoses, à condition d'opérer, dans chaque site considéré, et sur la base des relevés «in situ», une correspondance des phytocénoses avec les unités de végétation de la carte.

Si les moyens en personnel et en équipement le permettent, on appliquera les méthodes récentes de cartographie à grande échelle. Les stéréoscopes permettent une définition aisée et précise des synusies arborescentes (GAUTSCHI et al. 1989). La reconnaissance et la cartographie des synusies herbacées et arbustives forestières restent principalement liées au terrain puisque ces dernières ne sont généralement pas visibles ou reconnaissables sur les photographies aériennes.

La préparation des clés de détermination, la standardisation des méthodes et des aires de relevés ainsi que les tests de cartographie pourraient être intégrés dans le programme de surveillance à long terme des zones alluviales que le Service conseil Zones alluviales prépare actuellement. A ce titre, la procédure constitue également une méthode de contrôle du changement.

Chapitre 10. Conclusions

Résumé

Ce chapitre présente une réflexion générale sur l'étude, une appréciation du potentiel de revitalisation des sites, un énoncé sommaire des principaux objectifs de protection ainsi que des perspectives de recherche dans le domaine de la phytosociologie synusiale intégrée et de la gestion de l'inventaire des zones alluviales d'importance nationale.

10. Conclusions

10.1 Evaluation générale du travail

Typologie de la végétation: une part importante du temps consacré à cette étude a été affectée à l'établissement de la typologie multiscalaire de la végétation. L'intérêt d'appliquer une démarche nouvelle comporte les inconvénients liés au manque de repères méthodologiques et de références syntaxonomiques; ces lacunes ont été compensées par un soin particulier porté au développement de la typologie, bien que cette dernière ne constituait pas un but principal. Le défaut qui en a résulté est le temps limité consacré à l'approche de la dynamique.

Etude de la dynamique: une fois la typologie achevée (en fait, une typologie est évolutive et n'est jamais achevée), la mise en relation des synusies par l'intermédiaire des graphes systémiques a permis l'élaboration de séries dynamiques temporelles. Les successions s'expriment clairement si l'on complète l'approche synusiale intégrée avec quelques adaptations à l'étude de la dynamique (hypothèses opérationnelles, procédures). La robustesse des graphes et des modèles qualitatifs est liée à un échantillonnage aussi complet que possible des phytocénoses, et notamment des phytocénoses en transition.

10.2 Etat des zones alluviales

Comme les précédentes études sur le sujet (MOOR 1958, GALLANDAT et al. 1993), ce travail met en évidence l'importante diversité spécifique, synusiale et phytocénotique de la végétation alluviale; dans un tel milieu et dans un cadre géographique aussi large, l'étude ne pouvait d'ailleurs aboutir qu'à un nombre important d'unités typologiques.

Ce constat, favorable en soit, doit être nuancé; de nombreux sites présentent aujourd'hui une diversité transitoire (notamment des synusies ligneuses) héritée de conditions révolues. Cette diversité peut masquer une banalisation liée à la stabilisation du milieu. De nombreux graphes systémiques montrent que lorsque les essences ligneuses pionnières auront disparu, elles seront remplacées par des espèces post-pionnières ou climaciques.

L'exigence absolue des essences pionnières pour des substrats neufs (régénération par semis) a été vérifiée dans le cadre de ce travail. Or, cette condition n'est pas remplie dans de

nombreux sites des étages collinéen et montagnard; dans une importante proportion des objets de l'inventaire des zones alluviales d'importance nationale (environ les deux tiers selon GALLANDAT et al. op. cit.), l'évolution autogène entraîne une augmentation progressive des caractères zonaux de la végétation (tendance au climax) en raison du défaut de renouvellement régulier des substrats par le cours d'eau.

Certaines associations végétales se sont raréfiées ou ont localement disparu, notamment certaines communautés pionnières des alluvions et les fourrés et forêts d'essences pionnières (HEGG et al. 1992); à notre connaissance, pourtant, aucune espèce et aucune association végétale n'ont irréversiblement disparu de notre pays; la vitalité avec laquelle se développent les formations pionnières dans les dernières stations naturelles ou secondaires mises à leur disposition constitue un garant du maintien de ces communautés. Contrairement à d'autres milieux très spécialisés, les zones alluviales comportent assez peu d'espèces végétales rares; par contre, les communautés d'espèces et leur juxtaposition spatiale et temporelle sont menacées. Même s'il est gravement diminué en maintes régions, le potentiel de revitalisation est donc encore existant, voire intact dans certaines régions.

Sur la base de l'ordonnance fédérale du 28 octobre 1992 (CONFÉDÉRATION SUISSE 1992), la protection des zones alluviales devrait se poursuivre à l'avenir dans les quatre directions suivantes:

- *Protection des zones alluviales intactes; les vastes objets sont les plus aptes à assurer la conservation des communautés vivantes grâce à leur stabilité globale. La protection des derniers grands sites est capitale pour leur valeur intrinsèque et comme réservoir d'espèces susceptibles de coloniser de nouveaux espaces.*
- *Protection des zones alluviales de taille réduite ou d'objets non intacts dans chaque bassin versant, comme éléments constitutifs d'un réseau; pour beaucoup d'organismes, la connectivité actuelle n'est pas suffisante; le réseau hydrographique ne remplit plus leurs exigences concernant la proximité, la qualité et la dimension des milieux (AMORÓS et al. 1993).*
- *Régénération d'espaces naturels dynamiques le long des cours d'eau en tenant*

compte des contraintes de sécurité; les expériences de revitalisation conduites notamment à la Thur et à Finges, ainsi que d'autres travaux à des échelles plus réduites, montrent que la conjonction des impératifs est possible et même favorable dans certains cas.

- *Coordination des mesures de protection et de revitalisation avec les pays environnants.*

10.3 Perspectives

Les suggestions ci-dessous concernent des travaux que l'on pourrait développer dans le prolongement direct du présent travail. Cette liste n'a pas pour but d'évoquer les besoins en connaissances générales des zones alluviales de Suisse, notamment dans les domaines de l'écologie, de l'hydraulique et de la géomorphologie ou de la revitalisation.

10.3.1 Dans le domaine de la phytosociologie synalluviale

Mise en relation de l'approche multiscalaire des synusies de phanérogames avec les synusies muscinales (thèse de B. WERFFELI) et avec un choix de communautés faunistiques (synusies animales).

Etablissement du synsystème phytosociologique au niveau des coenotaxons et des géosigmataxons; affinement du synsystème des syntaxons (JULVE 1993).

Définition d'un indice de stratégie des syntaxons élémentaires, en complément des groupes phyto-écologiques et comportementaux; cette opération requiert la définition de valeurs indicatrices de stratégie pour les espèces de la flore suisse, sur le modèle de celles de GRIME et al. (1988).

Cartographie synusiale d'un choix de caténes les plus représentatives des objets de l'inventaire à l'aide des techniques d'interprétation et de photogrammétrie (SIG); la cartographie à une échelle appropriée (1:5'000, 1:2'500) nécessite la consolidation de l'échantillonnage de certains syntaxons et coenotaxons, la confection de clés de détermination et la définition de critères standardisés.

Etablissement de modèles quantitatifs de la dynamique, sur la base des graphes systé-

miques et de la représentation spatiale des synusies et des phytocénoses dans la caténa. Validation des modèles avec les indices temporels issus de la pédologie et de la dendrochronologie, avec les renseignements historiques (photographies aériennes, cartes, profils topographiques) ainsi qu'avec les données diachroniques issues de la surveillance scientifique (voir ci-dessous).

10.3.2 Dans la gestion de l'inventaire des zones alluviales

Application de la procédure de diagnostic proposée au chapitre 9. Les phases 6 à 8 de la procédure ont trait à la cartographie synusiale, à la liaison avec les cartes de végétation de GALLANDAT et al. (1993) et à l'usage d'un SIG dans le but d'établir un indice d'alluvialité à l'échelle d'un objet dans son ensemble. Un tel indice pourrait également s'appliquer, sous la forme d'une procédure de diagnostic simplifiée, à l'évaluation de la valeur de nouveaux objets dans le cadre de la révision de l'inventaire des zones alluviales d'importance nationale.

Assignation de chaque objet de l'inventaire à un modèle qualitatif généralisé de la dynamique. La connaissance des grandes lignes de la succession constitue un élément de base pour la définition des objectifs écologiques et des mesures de protection, de revitalisation ou de gestion forestière.

Mise à jour de la base de données relationnelles *Phytobase* (outil de gestion des données phytosociologiques) et développement d'une base de données des objets de l'inventaire, permettant notamment la mise en relation et l'analyse multivariable des données phytosociologiques avec les autres domaines (faune, hydrologie, climat, géographie, interventions humaines, mesures de protection), l'élaboration d'une typologie des objets de l'inventaire basée sur une approche multicritère et la production instantanée et aisée de statistiques sur tous les paramètres.

Surveillance scientifique («*Wirkungskontrolle, monitoring*»): application de la méthode synusiale dans le cadre de la surveillance de placettes, de surfaces permanentes ou de transects; développement et promotion de son application par les instances chargées de la surveillance scientifique (cantons, bureaux spécialisés, Service conseil Zones alluviales).

11. Résumés

11.1 Résumé

En Suisse, l'inventaire fédéral des zones alluviales d'importance nationale contient 169 objets répartis sur l'ensemble du territoire entre 195 et 2210 m d'altitude. Ces sites sont protégés par une **ordonnance fédérale** en vigueur depuis 1992. Certains d'entre eux présentent une dynamique naturelle liée aux inondations et au rajeunissement par les crues. Une majorité a subi de profondes modifications suite notamment à des endiguements, à des dérivations d'eau ou à des exploitations de gravier. Malgré ces interventions humaines, les conditions climatiques, chorologiques et stationnelles génèrent une importante diversité de communautés végétales et de séries dynamiques.

Une **typologie de la végétation alluviale** à l'aide de la phytosociologie synusiale intégrée et la définition de **séries dynamiques** (successions) constituent les sujets de cette étude. 45 zones alluviales d'importance nationale et 7 sites hors inventaire ont été examinés entre 1990 et 1993.

Le concept général de l'étude (chap. 5) se fonde sur une **démarche systémique et structuraliste**. La première étape «*intra*» consiste à décrire les éléments: c'est la **typologie** des synusies, des phytocénoses et des caténas. La deuxième étape «*inter*» contient la mise en évidence des relations entre les éléments; il s'agit de la présentation des **graphes systémiques**. La troisième étape «*trans*» consiste à rapprocher les graphes présentant un fonctionnement identique au sein de **modèles qualitatifs généralisés**.

La **phytosociologie synusiale intégrée** (chap. 6) est une approche décrivant la constitution et l'organisation des synusies (ensemble d'espèces proches par leur espace vital, leur comportement écologique et leur périodicité) à l'intérieur des **phytocénoses** (communautés végétales constituées d'un complexe de synusies). La classification des relevés par des méthodes d'analyse multivariable (groupements agglomératifs hiérarchiques, analyse en coordonnées principales, analyse factorielle des correspondances) puis la gestion des données phytosociologiques et écologiques à l'aide d'une base de données relationnelle débouchent sur la **typologie de la végétation alluviale** (chap. 7). **151 syntaxons élémentaires** ont été définis à l'issue de la classification des **relevés synusiaux**. Ces syntaxons constituent les descripteurs des **phytocénoses** classées dans

134 coenotaxons élémentaires. Les **caténas** (complexes de phytocénoses assemblées par zonation ou/et mosaïque au sein d'une même grande unité géomorphologique) sont classées dans **31 géosigmataxons élémentaires**.

La typologie des synusies et des phytocénoses est illustrée par la répartition géographique, altitudinale et les caractères topographiques de la station. Les conditions écologiques sont présentées synthétiquement à l'aide de graphiques mettant en relation les moyennes des valeurs écologiques indicatrices des espèces. La classification des relevés centroïdes met en évidence la parenté floristique ou phytosociologique des unités typologiques. Sur ces bases, des **groupes phyto-écologiques** de syntaxons et de coenotaxons sont constitués.

La typologie fournit les éléments de base pour établir les **séries dynamiques** (étape «*inter*»: chap. 8). La composition floristique des synusies et le descriptif sommaire des stations permet de définir les relations liant les synusies et les phytocénoses. Ces relations sont de type **temporel** (fondées principalement sur la composition et l'âge relatif des synusies ligneuses) ou **spatial** (fondées sur l'observation de la mosaïque végétale). Les **différentes stations** sont mises en évidence par la comparaison des indices écologiques des synusies herbacées. Une procédure est mise au point sur la base d'hypothèses opérationnelles; elle comprend la juxtaposition des phytocénoses d'un site sur un axe transversal par rapport au cours d'eau puis l'établissement des relations. Les **graphes systémiques de la dynamique** de 19 sites choisis sur la base de la typologie des caténas sont présentés.

L'étape «*trans*» contient la comparaison et la superposition des graphes systémiques. Une deuxième procédure est mise au point pour réunir les graphes systémiques présentant les mêmes formes, les mêmes types de relation et des conditions géographiques et climatiques analogues. Huit **modèles qualitatifs généralisés** sont présentés:

Système collinéen du Plateau (cours d'eau naturels ou endigués)

Système collinéen du Plateau (incision du cours d'eau)

Système collinéen du Plateau (lacs de retenue)

Système collinéen des Alpes centrales

Système collinéen du Sud des Alpes et de l'Ouest du Plateau

*Système collinéen du Sud des Alpes
(incision du cours d'eau)
Système montagnard (cours d'eau naturels
ou peu transformés par l'homme)
Système subalpin (cours d'eau naturels ou
peu transformés par l'homme)*

De l'examen des modèles qualitatifs généralisés émergent des **invariants** exposés dans la discussion des résultats (chap. 9) et présentés sous la forme de constats généraux. La ressemblance des 8 modèles est interprétée sur la base des processus caractérisant les zones alluviales dans leur ensemble: succession des synusies pionnières, post-pionnières et climatiques, implantation des essences pionnières sur les sédiments neufs, développement des synusies ligneuses post-pionnières et climatiques à l'intérieur des phytocénoses. On constate également que la majorité des phytocénoses constituant les séries dynamiques présentent des décalages synusiaux révélant une transition; sur cette base, le concept de **décalage floristique** est affiné; les modèles sont ensuite confrontés avec les connaissances de la bibliographie et deux **interprétations de la dynamique** des zones alluviales sont comparées.

Une évaluation de l'adéquation de la méthode synusiale intégrée à l'étude de la dynamique ainsi qu'une discussion des critères d'établissement des graphes systémiques sont effectuées, de même qu'une comparaison sommaire des méthodes phytosociologiques synusiale et classique.

Concernant l'application des résultats, une **procédure** est proposée; elle vise à définir l'état général d'une zone alluviale à l'échelle de l'ensemble d'un site et se fonde sur les graphes systémiques ainsi que sur la surface couverte par les différents stades constituant les séries. Cette approche spatiale fait intervenir la cartographie de la végétation. Répétée dans le temps, la procédure constitue une **méthode de contrôle du changement**.

Les conclusions (chap. 10) présentent une appréciation du **potentiel de revitalisation** des sites de l'inventaire des zones alluviales d'importance nationale, un énoncé sommaire des principaux objectifs de protection ainsi que des perspectives de recherche dans le domaine de la phytosociologie synusiale et de la gestion de l'inventaire fédéral.

11.2 Zusammenfassung

Das eidgenössische Inventar der Auengebiete von nationaler Bedeutung enthält 169 Objekte, verteilt auf die gesamte Landesfläche zwischen

195 - 2210 m.ü.M. Diese Standorte sind durch eine **eidgenössische Verordnung** von 1992 geschützt. Einige unter ihnen zeigen eine natürliche Dynamik, welche an die Überschwemmungen und an die Verjüngung der Uferzonen durch Hochwasser gebunden ist. Verursacht durch Eindämmungen, Veränderung des Wasserlaufes oder Kiesnutzung hat der grösste Teil unter ihnen einschneidende Modifikationen erlitten. Trotz dieser menschlichen Eingriffe, vermögen die klimatischen, chorologischen und standortbedingten Bedingungen eine große Diversität der Pflanzengemeinschaften und der dynamischen Serien erzeugen.

Die mit Hilfe der integrierten pflanzensoziologischen synusialen Methode erstellten **Typologie der Auenv egetation** und die Definition von **dynamischen Serien** (Sukzessionen) sind die Themen dieser Studie. 45 Auengebiete von nationaler Bedeutung und 7 nicht ins Inventar aufgenommene Gebiete wurden zwischen 1990 und 1993 untersucht.

Das Konzept der Studie (siehe Kap. 5) gründet auf einer **systemischen und strukturalistischen Arbeitsmethode**. Die erste Stufe «intra» besteht in der Beschreibung der Elemente: die sogenannte **Typologie** der Synusien, der Phytozönosen und der Catenas. Die zweite Stufe «inter» beinhaltet die Beschreibung der Beziehungen zwischen den Elementen. Es handelt sich dabei um die Darstellung der **systemischen Graphiken**. Die dritte Stufe «trans» besteht in der Zusammenfassung der Graphiken mit ähnlichen Zusammenhängen in **qualitativen Modellen**.

Die integrierte pflanzensoziologische synusiale Methode (siehe Kap. 6) ist eine Arbeitsmethode, welche die Beschaffenheit und die Organisation der **Synusien** (Menge von Arten, die sich durch ihren Lebensraum, ihr ökologisches Verhalten und ihre Periodizität nahe-stehen) innerhalb der **Phytozönosen** (Pflanzengemeinschaft gebildet aus einem Synusienkomplex) beschreibt. Die Klassifikation der Aufnahmen durch multivariate Analysemethoden (hierarchische agglomerative Gruppierungsanalyse, Hauptkoordinatenanalyse, Korrespondenzanalyse) und die Aufarbeitung der pflanzensoziologischen und ökologischen Daten mit Hilfe einer relationalen Datenbank führt zur **Typologie der Auenv egetation** (siehe Kap. 7). 151 **elementare Syntaxa** wurden durch die Klassifikation der **Synusienaufnahmen** definiert. Diese Syntaxa stellen die charakterisierenden Variablen der **Phytozönosen** dar, welche ihrerseits in 134 **elementare Coenotaxa** klassifiziert wurden.

Die Catenas (Komplex von Phytozönosen, welche durch Zonation und/oder mosaikartig in ein und derselben grossen geomorphologischen Einheit zusammengefügt sind) wurden in 31 elementare Geosigmatata eingeteilt.

Die Typologie der Synusien und der Phytozönosen wurde durch die geographische Verbreitung, die Höhenverteilung und die topographischen Merkmale der Station ergänzt. Die ökologischen Bedingungen wurden in synthetischen Graphiken dargestellt, welche die Mittelwerte der ökologischen Zeigerwerte der Arten in Zusammenhang bringen. Die Klassifikation der Durchschnittsaufnahmen hebt die floristische oder pflanzensoziologische Verwandtschaft der Typologieeinheiten hervor. Auf diesen Grundlagen gestützt, wurden pflanzenökologische Gruppen von Syntaxa und Coenotaxa gebildet.

Die Typologie liefert die Grundlage zur Ermittlung der dynamischen Serien (Stufe «inter»: siehe Kap. 8). Die floristische Zusammensetzung der Synusien und die zusammenfassende Beschreibung der Stationen ermöglicht die Definition der Beziehungen, welche die Synusien und die Phytozönosen verbinden. Diese Beziehungen sind zeitlich (hauptsächlich durch die Zusammensetzung und das relative Alter der Baum- und Strauchsynusien bestimmt) oder räumlich (begründet auf Beobachtungen des Vegetationsmosaik) bedingt. Die ökologischen Tendenzen zwischen den Stationen gehen aus dem Vergleich der ökologischen Zeigerwerte der Krantsynusien hervor. Ein Verfahren aufbauend auf operationalen Hypothesen wurde ermittelt. Für jeden Standort, auf einer Querachse zum Wasserlauf, werden die verschiedenen Phytozönosen einander gegenübergestellt und anschließend deren Beziehungen ermittelt. Systemische Graphiken zur Dynamik von 19 ausgewählten Standorten wurden aufgezeigt.

Die Stufe «trans» zeigt den Vergleich und die Überlagerung der systemischen Graphiken. Ein zweites Verfahren ermöglicht das Zusammenfassen der systemischen Graphiken mit denselben Formen, Beziehungsmustern und analogen geographischen und klimatischen Bedingungen. Acht verallgemeinerte qualitative Modelle wurden aufgezeigt:

Kollines System des Mittellandes (natürlicher oder eingedämmter Wasserlauf)
Kollines System des Mittellandes (Übertiefung des Flussbettes)
Kollines System des Mittellandes (Stausee)
Kollines System der Zentralalpen
Kollines System der Südalpen und des westlichen Mittellandes

Kollines System der Südalpen (Übertiefung des Flussbettes)

Montanes System (natürlicher Wasserlauf oder durch den Menschen wenig verändert)

Subalpines System (natürlicher Wasserlauf oder durch den Menschen wenig verändert)

Aus der Prüfung der verallgemeinerten qualitativen Modelle gehen die Invarianten hervor. In Kapitel 9 (Diskussion der Resultate) wurden diese aufgestellt. Die Ähnlichkeit der 8 Modelle wurde aufgrund der Gesamtheit der charakterisierenden Vorgänge der Auengebiete interpretiert: Sukzession der Pionier-, Postpionier- und Klimaxsynusien, Ansiedlung der Pionierbäume auf den neuen Ablagerungen, Entwicklung der nachfolgenden Baum- und Strauchsynusien, als auch deren Klimaxsynusien innerhalb der Phytozönosen. Die Mehrheit der Phytozönosen, welche die dynamischen Serien bilden, weisen synusiale Verschiebungen auf. Diese Verschiebungen zeigen eine Übergangsphase an. Auf dieser Grundlage aufbauend, wurde das Konzept der floristischen Verschiebung verfeinert. Die Modelle wurden anschließend der Literatur gegenübergestellt und zwei Interpretationen der Dynamik der Auengebiete wurden verglichen.

Es wurde abgeschätzt, ob die integrierte synusiale Methode an die Untersuchung der Dynamik angepasst ist. Die Erhebungsmerkmale der systemischen Graphiken wurde diskutiert. Die synusiale und die klassische pflanzensoziologische Methode wurden miteinander verglichen.

Für die Anwendung der Resultate wurde ein Verfahren vorgeschlagen, welches eine Definition des allgemeinen Zustandes eines Auengebietes, am Maßstab des Standortes gemessen, anstrebt. Das Verfahren stützt sich auf die systemischen Graphiken und die Flächen, welche von den verschiedenen Stadien der Serien eingenommen werden. Diese räumliche Betrachtungsweise stützt sich auf die Vegetationskartierung. Der Vorgang stellt, in bestimmten zeitlichen Abständen wiederholt, ein Kontrollverfahren zur Erfassung der Veränderungen dar.

Die Schlußfolgerungen (siehe Kap. 10) beinhalten eine Beurteilung des Revitalisationspotentials der Inventarobjekte der Auengebiete von nationaler Bedeutung, sowie zusammenfassende Angaben der wichtigsten Schutzziele, als auch Forschungsperspektiven im Bereich der synusialen Pflanzensoziologie und der Aufarbeitung des eidgenössischen Inventars.

11.3 Summary

The Swiss federal inventory of alluvial zones of national importance contains 169 sites spread at altitudes ranging from 195 to 2210 metres. These sites are protected by **federal legal prescriptions** in force since 1992. Part of them show a natural dynamics which is directly related to flooding and their rejuvenation action. A majority of them has undergone significant changes following embankment, water diversion or the working of gravel pits. Despite this human activity, climatic, chorological and site conditions generate very diverse vegetation community successions patterns.

A **typology of the alluvial vegetation** using the integrated synusial phytosociology, and the definition of **dynamic series** form the objects of this study. 45 alluvial zones of national importance and 7 sites not included in the inventory were studied between 1990 and 1993.

The general concept of the study (chap.5) is based on a **systemic and structuralist approach**. In the first stage «intra» the elements are described : i.e., the **typology of the synusia**, the phytocoenoses and the catenae. The second stage «inter» brings to light the relationships between the different elements; **systemic graphs** are presented. In the third stage «trans» the graphs which reveal identical processes are grouped together in **general qualitative models**.

Integrated synusial phytosociology (chap. 6) is an approach which describes the composition and organization of the **synusia** (group of species with a close time/space/ecological compartment relationship) within the **phytocoenoses** (vegetation communities formed by a complex of synusia). The **typology of the alluvial vegetation** (chap.7) was obtained by classifying the releves by multivariate analyses (agglomerative hierarchical clustering, principal coordinate analysis, correspondence analysis) and by the processing of the phytosociological and ecological data with a relational database. After classification of the **synusial releves**, 151 elementary **syntaxa** were defined. These **syntaxa** are the descriptors of the **phytocoenoses** classified in 134 elementary **coenotaxa**. The **catenae** (complexes of phytocoenoses forming a zonation and/or a mosaic distribution within one and the same large geomorphological unit) are classified in 31 elementary **geosigmatata**.

The typology of the synusia and the phytocoenoses is illustrated by geographical and altitudinal distribution and by the topographical

characteristics of the stand. The ecological conditions are represented synthetically by graphs which compare the average ecological indicator values of the species. The classification of the centroid releves brings to light the floristic or phytosociological relationship of the typological units. On this basis, **phytoecological groups** of syntaxa or coenotaxa are formed.

The typology provides the basic elements for establishing the **dynamic series** («inter» stage : chap. 8). The floristic composition of the synusia and the brief ecological description of the stands make it possible to define the relationships existing between the synusia and the phytocoenoses. These relationships are **temporal** (based mainly on the composition and relative age of the ligneous synusia) or **spatial** (based on the observation of the vegetation mosaic). The **ecological tendencies** between the stands result from the comparison of the ecological indexes of the herbaceous synusia. A procedure is developed on the basis of operational hypotheses; it consists in juxtaposing the phytocoenoses of a site on a transect perpendicular to the river and then establishing the relationships. **Systemic graphs of the dynamics** of 19 sites chosen on the basis of the typology of the catenas are presented.

In the «trans» stage the systemic graphs are compared and superimposed. A second procedure is worked out for assembling the systemic graphs which present the same outline, the same types of relationships and analogous geographical and climatic settings. Eight **general qualitative models** are presented :

Plateau lowland system (natural watercourses or embanked rivers)

Plateau lowland system (incision of watercourse)

Plateau lowland system (reservoirs)

Central Alps lowland system

Southern Alps and Western Plateau lowland system

Southern Alps lowland system (incision of watercourse)

Mountain system (natural watercourses, or watercourses little modified by man)

Subalpine system (natural watercourses, or watercourses little modified by man)

The examination of the general qualitative models reveals **invariants** which are set out in the general discussion (chap. 9) and presented as general statements of facts. The resemblance of the 8 models is interpreted on the basis of processes which characterize alluvial zones as a whole : pioneer, post-pioneer and climax synusial successions, development of pioneer tree species on new sediments, deve-

lopment of post-pioneer and climax woody synusia within the phytocoenoses. It is also noted that most of the phytocoenoses which form the dynamic series show synusial shifts which reveal a transition; on this basis, the concept of **floristic shift** is refined ; the models are then checked with bibliographical knowledge, and two **interpretations of the dynamics** of the alluvial zones are compared.

An assessment of the **appropriateness of the integrated synusial method for the study of dynamics** is made, together with a discussion on the criteria for drawing up systemic graphs, and a brief comparison of the synusial and classical phytosociological methods.

A **procedure** for the application of the results

is proposed ; it aims at defining the **general state of an alluvial zone** for a site seen as a whole and is based on the systemic graphs and on the surface covered by the different stages which form the series. For this spatial approach, cartography of the vegetation is used. Repeated over time, the procedure is a means of **controlling changes which take place**.

The conclusions (chap. 10) give an appreciation of the **revitalization potential** of the sites of the inventory of alluvial zones of national importance, a brief description of the main protection measures to be envisaged and the research prospects in the field of synusial phytosociology and the up-dating of the federal inventory.

12. Bibliographie

- Aeschimann D. et Burdet H. M. 1989: "Flore de la Suisse et des territoires limitrophes". Neuchâtel. Griffon. 597 pp.
- Amoros C., Bravard J.-P., Reygrobellet J.-L., Pautou G. et Roux A.-L. 1988: "Les concepts d'hydrosystème et de secteur fonctionnel dans l'analyse des systèmes fluviaux à l'échelle des écosystèmes". Bull. Ecol. 19 (4), p. 531-546.
- Amoros C. et Petts G. E. 1993: "Hydrosystèmes fluviaux". Paris. Collection d'écologie 24. Masson. 300 pp.
- Antonietti A., Klötzli F. et Schwarz M. 1964: "Le Bolle di Magadino". Locarno. Quaderni ticinesi. 67 pp.
- Arbeitsgruppe Reussmündung 1984: "Die Reussmündungslandschaft am Urnersee". Berichte der Naturforschenden Gesellschaft Uri 12. 194 pp.
- Arnold C. 1994: "Etude des bryophytes des steppes alluviales de la Sarine à Rossens-Fribourg". Université de Neuchâtel. Travail de diplôme. 102 pp.
- Aschwanden H. et Schädler B. 1988: "Hochwasserereignisse im Jahre 1987 in der Schweiz". Berne. Service hydrologique et géologique national, communication no 10. 142 pp.
- Association suisse pour l'aménagement national 1993: "Inventaires fédéraux. Importance des inventaires fédéraux de protection de la nature et du paysage et leur application dans l'aménagement du territoire". Berne. Association suisse pour l'aménagement national. 64 pp.
- Auger P., Baudry J. et Fourrier F. 1992: "Hiérarchies et échelles en écologie". Paris. Naturalia publications. 300 pp.
- Barkmao J. J., Moravec J. et Rauschert S. 1986: "Code de nomenclature phytosociologique". Vegetatio 67 (3), p. 174-195.
- Beekman F. 1984: "La dynamique d'une forêt alluviale rhénane et le rôle des lianes". In: Colloques phytosociol. IX "La végétation des forêts alluviales". Vaduz. J. Cramer, p. 475-502.
- Bille R.-P. et Werner P. 1986: "Trésors naturels du Bois de Finges". Liestal. Soc. suisse de travail manuel et de réforme scolaire. 144 pp.
- Boon P. J., Calow P. et Petts G. E. 1994: "River conservation and management". Chichester. J. Wiley and Sons. 470 pp.
- Boudru M. 1989: "Forêt et sylviculture". Gembloux. Les Presses agronomiques de Gembloux. 356 pp.
- Braque R. et Loiseau J.-E. 1984: "Forêts alluviales intéressantes du cours moyen méridien de la Loire et de l'Allier". In: Colloques phytosociol. IX "La végétation des forêts alluviales". Vaduz. J. Cramer, p. 601-606.
- Braun-Blanquet J. 1964: "Pflanzensoziologie". Wien. Springer. 865 pp.
- Braun-Blanquet J. et Sutter, R. 1982: "Ufergebüsche der inneralpinen Flussläufe". Fragmenta phytosociologica raetica XI. Jahrbuch der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden 99, p. 59-83.
- Bravard J.-P., Amoros C. et Pautou, G. 1986: "Impact of civil engineering works on the successions of communities in a fluvial system". OIKOS 47, p. 92-111.
- Broggi M. F. et Schlegel H. 1990: "Minimum requis de surfaces proches de l'état naturel dans le paysage rural". Berne. Rapport 31a du programme national de recherche "Sol". 199 pp.
- Brzeziecki B. et Kienast F. à paraître: "Classifying the life-history strategies of trees on the basis of the Grime model". Birmensdorf. Swiss Federal Institute of Forest, Snow and Landscape Research, Landscape Ecology Division. 28 pp.
- Bureau F. 1995: "Evolution et fonctionnement des sols en milieu alluvial peu anthropisé". Lausanne. Thèse de doctorat no 1418, EPFL. 235 pp.
- Bureau F., Guenat C., Huber K., et Védy J.-C. 1994: "Dynamique des sols et de la végétation en milieu alluvial carbonaté". Bull. Ecol. 25 (4), p. 217-230.
- Bureau F., Guenat C., Thomas C. et Védy J.-C. 1995: "Human impacts on alluvial flood plain stretches: effects on soils and soil-vegetation relations". Stuttgart. Arch. Hydrobiol. Suppl. 101. Large Rivers 9. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, p. 367-381.
- Burrows C. J. 1990: "Processes of vegetation change". London. Unwin Hyman. 551 pp.
- Buttler A. 1987: "Etude écosystémique des marais non boisés de la rive sud du lac de Neuchâtel (Suisse)". Université de Neuchâtel. Thèse de doctorat. 284 pp.

- Carbiener R.** 1983: "Le Grand ried central d'Alsace: écologie et évolution d'une zone humide d'origine fluviale rhénane". *Bull. Ecol.* 14 (4), p. 249-277.
- Carblener R.** 1984: "Colloques phytosociologiques IX. La végétation des forêts alluviales". Vaduz. J. Cramer. 744 pp.
- Carbiener R., Schnitzler A. et Walter J.-M.** 1985: "Problèmes de dynamique forestière et de définition des stations en milieu alluvial". In: Colloques phytosociol. XIV "Phytosociologie et foresterie". Vaduz. J. Cramer, p. 655-686.
- Carbiener R., Dillmann E., Dister E. et Schnitzler A.** 1987: "Variations de compartement et vicariances écologiques d'espèces ligneuses en zone inondable: l'exemple de la plaine du Rhin". Strasbourg. Colloque national Commission Hydrologie continentale "Crues et inondations", p. 237-259.
- Carbiener R. et Schnitzler A.** 1988: "L'évolution longitudinale des caractéristiques hydrologiques et phytosociologiques des forêts alluviales rhénanes de la plaine alsacienne en tant que base scientifique de la constitution de réserves naturelles échelonnées". In: Colloques phytosociol. XV "Phytosociologie et conservation de la nature". Berlin. J. Cramer, p. 605-634.
- Carraro G., Gianoni P., Gianola G. et Gallandat J.-D.** 1994: "Zones alluviales de la Valle Maggia (Someo et Riveo)". In: Compte Rendu de la 2ème Excursion Internationale de Phytosociologie en Suisse (14-21 juillet 1991). Zürich. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel 119, p. 141-156.
- Chalemont J.** 1989: "Deux indices prévisionnels de l'évolution démographique des populations de bois tendres (*Salix*) après abaissement de la nappe phréatique". Grenoble. Université Joseph Fourier. Laboratoire d'écologie des populations et des écosystèmes alluviaux. 71 pp.
- Confédération suisse** 1966: "Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage (du 1.7.1966)". RS 451. 11 pp.
- Confédération suisse** 1992: "Ordonnance sur la protection des zones alluviales d'importance nationale (Ordonnance sur les zones alluviales) du 28 octobre 1992". RS 451.31. 13 pp.
- Cornali P.** 1992: "Écologie des pinèdes de la rive sud du lac de Neuchâtel". Université de Neuchâtel. Thèse de doctorat. 239 pp.
- Décamps H. et Naiman R. J.** 1989: "L'écologie des fleuves". *La Recherche* 20 (208), p. 310-319.
- Delpech R., Dumé G. et Galmiche P.** 1985 "Typologie des stations forestières, vocabulaire". Paris. Direction des forêts. Institut pour le développement forestier. 243 pp.
- Dickenmann R., Teuscher F. et Zahner M.** 1990: "Kartierung der Auengebiete im Kanton Aargau". Zürich. Baudepartement und Finanzdepartement des Kantons Aargau. 21 pp.
- Dierschke H.** 1984: "Auswirkungen des Frühjahrshochwassers 1981 auf die Ufervegetation im südlichen Harzvorland mit besonderer Berücksichtigung kurzlebiger Pioniergesellschaften". Braunsch. Naturk. Schr. 2, p. 19-39.
- Dierschke H.** 1994: "Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden". Stuttgart. E. Ulmer. 683 pp.
- Dionea S.A.** 1990: "La vegetazione delle zone golenali della media e bassa Vallemaggia e annotazioni floristiche sul fondovalle. Rapporto finale". Locarno. Dipartimento cantonale dell'ambiente. Museo cantonale di storia naturale. 47 pp.
- Dionea S.A.** 1992: "Analisi di impatto ambientale per l'innalzamento della diga di Luzzone (Holinger 1992)". Non publié. 77 pp.
- Dister E.** 1980: "Geobotanische Untersuchungen in der hessischen Rheinaue als Grundlage für die Naturschutzarbeit". Göttingen. Georg-August-Universität. Dissertation. 169 pp.
- Dister E.** 1983: "Zur Hochwassertoleranz von Auenwaldbäumen an lehmigen Standorten". *Verh. Ges. Ökol.* X, p. 325-336.
- Dister E.** 1984: "Bemerkungen zur Ökologie und soziologischen Stellung der Auenwälder am nördlichen Oberrhein (hessische Rheinaue)". In: Colloques phytosociol. IX "La végétation des forêts alluviales". Vaduz. J. Cramer, p. 343-364.
- Dister E.** 1985: "Zur Struktur und Dynamik alter Hartholzauenwälder (*Quercus-Ulmetum* Issl. 24) am nördlichen Oberrhein". *Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich* 123, p. 13-32.
- Dister E.** 1991: "Situation der Flussauen in der Bundesrepublik Deutschland". In: Laufener Seminarbeitr. "Erhaltung und Entwicklung von Flussauen in Europa". Laufen/Salzach. Akad. Natursch. Landschaftspfl., p. 8-16.
- Dister E. et Drescher A.** 1987: "Zur Struktur, Dynamik und Ökologie lang überschwemmter Hartholzauenwälder an der unteren Morch (Niederösterreich)". Graz. *Verh. Ges. Ökol.* XV, p. 295-302.
- Drescher A.** 1977: "Die Auenwälder der March zwischen Zwerndorf und Morchegg".

Dissertation. Universität Wien. Formal- und Naturwissenschaftlichen Fakultät. 97 pp.

Dürren H. 1989: "Menaces sur les prairies fluviales". Thema 8, p. 14-16.

Ellenberg H. 1986: "Vegetation Mitteleuropas mit der Alpen in ökologischer Sicht". Stuttgart. E. Ulmer. 989 pp.

Ellenberg H. et Klötzli F. 1972: "Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz". Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchsw. 48 (4), p. 588-930.

Etter H. et Morier-Genoud P.-D. 1963: "Etude phytosociologique des forêts du canton de Genève". Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchsw. 39 (2), p. 119-148.

Fischer A. 1987: "Untersuchungen zur Populationsdynamik am Beginn von Sekundärsukzessionen. Die Bedeutungen von Samenbank und Samenniederschlag für die Wiederbesiedlung vegetationsfreier Flächen in Wald- und Grünlandgesellschaften". Berlin. Dissertation Botanicae 110. J. Cramer. 234 pp.

Foucault B. de 1993: "Systémique qualitative et structuraliste en phytosociologie". Rev. int. Systémique. 7 (4), p. 363-384.

Foucault B. de et Julve Ph. 1997 (sous presse): "Syntaxonomy der *Rhamno catharticae* - *Prunetea spinosae* Rivas-Godoy et Borja-Carbonell 1961 in Europa". Mitt. Öster. Botan. Gesell.

Frontler S. et Pichod-Viale D. 1991: "Écosystèmes: structure, fonctionnement, évolution". Paris. Collection d'écologie 21. Masson. 392 pp.

Galland P. et Gonseth Y. 1991: "Typologie des milieux de Suisse". Bâle et Neuchâtel. LSPN et CSCF. 48 pp.

Gallandat J.-D., Gobat J.-M. et Roulier C. 1993: "Cartographie des zones alluviales d'importance nationale". Berne. Cahier de l'environnement 199. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage. 116 pp.

Gallandat J.-D., Gillet F., Havlicek E. et Perrenoud, A. 1995: "Typologie et systématique phyto-écologiques des pâturages boisés du Jura suisse". Université de Neuchâtel. Laboratoire d'écologie végétale et de phytosociologie. 414 pp.

Galluser W. A. et Schenker A. 1992: "Les zones alluviales du Rhin supérieur". Basel. Birkhäuser. 192 pp.

Gander A. (1997): "Les stades initiaux de colonisation des sédiments nus de la Gérine

par le saule drapé (*Salix elaeagnos*) et l'aulne blanchâtre (*Alnus incana*)". Université de Neuchâtel. Travail de diplôme. 88 pp.

Gautschi H., Hauenstein P. et Scherrer H. U. 1989: "Flächendeckende Waldzustandserfassung mit Infrarot Luftbildern". Birmensdorf. Institut fédéral de recherches forestières. Rapport no 318. 101 pp.

Gehu J.-M. 1980: "La phytosociologie d'aujourd'hui: Méthodes et Orientations". Notizario della Società italiana di Fitosociologia 16, p. 1-15.

Gehu J.-M. et Franck J. 1984: "Observations sur les saulaies riveraines de la vallée de la Loire, des sources à l'embouchure". In: Colloques phytosociol. IX "La végétation des forêts alluviales". Vaduz. J. Cramer, p. 305-324.

Gepp J., Baumann N., Kauch E. P. et Lazowski W. 1986: "Auengewässer als Ökozellen". Wien. Grüne Reihe des Bundesmin. für Gesund. und Umweltsch. 322 pp.

Gerken B. 1988: "Auen, verborgene Lebensadern der Natur". Freiburg. Rombach. 132 pp.

Gillet F. 1986: "Les phytocoenoses forestières du Jura nord-occidental. Essai de phytosociologie intégrée". Besançon. Université de Franche-Comté. Faculté des sciences et des techniques. Thèse de doctorat. 603 pp.

Gillet F. 1993: "Patubase: un exemple de base de données phyto-écologiques". Université de Neuchâtel. Documents du Laboratoire d'écologie végétale. 20 pp.

Gillet F., de Foucault B. et Julve Ph. 1991: "La phytosociologie synusiale intégrée: objets et concepts". Candollea 46, p. 315-340.

Girault D. et Timbal J. 1984: "Les forêts alluviales de la Woevre". In: Colloques phytosociol. IX "La végétation des forêts alluviales". Vaduz. J. Cramer, p. 393-404.

Gobat J.-M. 1980: "Le groupement à *Chaerophyllum cicutaria* et *Chrysosplenium alternifolium*, un nouveau type d'ourlet préforestier pour le Jura suisse". Documents phytosociologiques V, p.141-156.

Gobat J.-M. 1995: "Gegenwärtiger Zustand der Schweizerischen Auengebiete, dargestellt anhand des Vergleichs vegetationskundlicher Kartierungen". Stuttgart. Arch. Hydrobiol. Suppl. 101 3/4 Large Rivers 9. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, p. 467-476.

Graner H. P. 1991: "National Park Donau-March-Thaya-Auen - Die letzte Aulandschaft Mitteleuropas". Wien. C. Brandstätter. 208 pp.

- Griesser B.** 1992. "Mykosoziologie der Grauerlen- und Sandhorn-Auen (*Alnetum incanae*, *Hippophaetum rhamnoidis*) am Hinterrhein (Domleschg, Graubünden, Schweiz)". Zürich. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel 109. 235 pp.
- Grime, J. P., Hodgson J. G. et Hunt R.** 1988: "Comparative plant ecology. A functional approach to common British species". London. Unwin Hyman. 653 pp.
- Grime, J. P., Rincon E. R. et Wickerson B. E.** 1990: "Bryophytes and plant strategy theory". Sheffield. Botanical Journal of the Linnean Society 104, p. 175-186.
- Guinochet M.** 1973: "Phytosociologie". Paris. Masson. 226 pp.
- Hainard P., Bressoud B., Giugni G. et Moret J.-L.** 1987: "Incidence de la réduction du débit des cours d'eau sur la flore et la végétation". Berne. Cahier de l'environnement 72. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage. 65 pp.
- Hegg O., Béguin C. et Zoller H.** 1992: "Atlas de la végétation à protéger en Suisse". Berne. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage. 160 pp.
- Heller H.** 1963: "Struktur und Dynamik von Auenwäldern". Beitr. geobot. Landesaufn. Schweiz 42, p. 1-75.
- Heller H.** 1969: "Lebensbedingungen und Abfolge der Flussauenvegetation in der Schweiz". Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchswes. 45 (1), p. 1-145.
- Hess H., Landolt E. et Hirzel R.** 1976: "Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete". Basel. Birkhäuser. Band I-III. 2690 pp.
- Hess H., Landolt E. et Hirzel R.** 1984: "Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz". Basel. Birkhäuser. 657 pp.
- Imboden C.** 1976: "Leben am Wasser". Basel. Schweizerische Bund für Naturschutz. 240 pp.
- Imhof E.** 1978: "Atlas de la Suisse". Berne. Service topographique fédéral. (Carte no 78. Régions naturelles. Gutersonn, H.). Cartes.
- Jacquot C.** 1983: "Ecologie appliquée à la sylviculture". Paris. Gauthier-Villars. 189 pp.
- Julve Ph.** 1985: "Réflexions sur la structure et la dynamique des lisières forestières. Conséquences sur le synsystème". In: Colloques phytosociol. XIV "Phytosociologie et foresterie". Vaduz. J. Cramer, p. 55-79.
- Julve Ph.** 1993: "Synopsis phytosociologique de la France (communautés de plantes vasculaires)". Lejeunia N.S. 140, p. 1-160.
- Julve Ph. et Gillet F.** 1994: "Vegetation under the diverse anthropogenic impact as object of basic phytosociological map". Supplementum Cartographiae Geobotanicae 4. Phytocoenosis 6, p. 45-66.
- Karpáti I.** 1984: "The plant associations of the flood plain-forests of Hungary". In: Colloques phytosociol. IX "La végétation des forêts alluviales". Vaduz. J. Cramer, p. 55-64.
- Karpáti I. et Karpáti V.** 1980: "Die coenologischen Bedingungen und die Standortverhältnisse der Auenwälder im Donaugebiet in Ungarn". Ass. Intern. Phytosociol. 28 pp.
- Karpáti I. et Karpáti V.** 1991: "Gegenwärtiger Zustand und Schutz der ungarischen Auenwälder". In: Laufener Seminarbeitr. "Erhaltung und Entwicklung von Flussauen in Europa". Laufen/Salzach. Akad. Natursch. Landschaftspfll., p. 66-80.
- Kissling P., Kuhn N. et Wildi O.** 1988: "Le relevé mérocénotique et son application à l'étude du changement floristique en forêt". Bull. Soc. bot. suisse 98 (1), p. 39-75.
- Klötzli F.** 1964: "Gutachten über die Schutzwürdigkeit von Auengebieten in der Magadino-Ebene". Rapport interne. 3 pp.
- Koch C.** 1993: "Die Hochwasser vom Herbst 1993 im Vergleich mit früheren Ereignissen". Wasser, Energie, Luft 85 (10), p. 301-302.
- Küchli C.** 1990: "Kanton Bern. Richtplanung Alte Aare I. Pflanzensoziologische Kartierung des Waldes entlang der alten Aare zwischen Aarberg und Lyss. Bericht zur Vegetationskarte (1:5'000)". Biel. Forstinspektorat Mittelland. 21 pp.
- Kuhn N.** 1987: "Distribution, general ecology and characteristics of European riparian forests". In: International council for bird preservation. European continental section. Cambridge, p. 7-15.
- Kuhn N.** 1984: "Gesicht unserer Auen - Aspect de nos rives". Bern. Bundesamt Forstwes. und Eidg. Anst. forstl. Versuchswes.. 71 pp.
- Kuhn N.** 1992: "Die letzten Märchenwälder der Schweiz". Natur und Mensch 2, p. 83-86.
- Kuhn N. et Amiet R.** 1988: "Inventaire des zones alluviales d'importance nationale". Bern. Département fédéral de l'Intérieur. Office fédéral des forêts et de la protection du paysage. 41 pp.

- Laboratoire d'écologie végétale et de phytosociologie de l'Université de Neuchâtel 1993:** "Compte-rendu de l'excursion dans les zones alluviales de Basse-Autriche (5-12 septembre 1993)". Université de Neuchâtel. Rapport interne. 22 pp.
- Lagarde J. de 1983:** "Initiation à l'analyse des données". Paris. Dunod. 157 pp.
- Landolt E. 1977:** "Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora". Zürich. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel 64. 208 pp.
- Lautenschlager E. 1989:** "Die Weiden der Schweiz und angrenzender Gebiete". Basel. Birkhäuser. 136 pp.
- Lazowski W. et Löffler H. 1991:** "Zur Situation der Flussauen in Österreich". In: Laufener Seminarbeitr. "Erhaltung und Entwicklung von Flussauen in Europa". Laufen/Salzach. Akad. Natursch. Landschaftspfl., p. 33-39.
- Legendre L. et Legendre P. 1984:** "Ecologie numérique". Paris. Masson. Vol. 1. et 2. 595 pp.
- Lemée G. 1978:** "Précis d'écologie végétale". Paris. Masson. 258 pp.
- Lepart J. et Escarre J. 1983:** "La succession végétale, mécanismes et modèles: analyse bibliographique". Bull. Ecol. 14 (3), p. 133-178.
- Lhote P. 1985a:** "Esquisse structurale du comportement des Salicacées et des Betulacées". In: Colloques phytosociol. XIV "Phytosociologie et foresterie". Vaduz. J. Cramer, p. 206-217.
- Lhote P. 1985b:** "Etude écologique des aulnes dans leur aire naturelle en France". Besançon. Université de Franche-Comté. Laboratoire de Taxonomie expérimentale et de Phytosociologie. Travail de diplôme. 67 pp.
- Meier S. et Donati F. 1992:** "Vegetationsveränderungen in einer Riedwiese der Bolle di Magadino". Birmensdorf. Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage. Diplomarbeit. 79 pp.
- Mendonça Santos M.-L. 1995:** "L'impact des endiguements sur l'évolution des sols alluviaux; l'apport d'un SIG pour l'étude des changements du paysage". Lausanne. Mémoire de recherche, 3ème cycle en sciences de l'environnement, EPFL. 72 pp. + annexes.
- Moor M. 1958:** "Pflanzengesellschaften schweizerischer Flussauen". Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchswes. 34 (4), p. 221-360.
- Moor M. 1969:** "Zonation und Sukzession am Ufer stehender und fliessender Gewässer". Vegetatio 17, p. 26-32.
- Moor M. 1976:** "Gedanken zur Systematik mitteleuropäischer Laubwälder". Schweiz. Z. Forstwes. 127 (5), p. 327-340.
- Moor M. 1978:** "Die Klasse der Eschen-Buchenwälder (Fraxino-Fagetea)". Phytocoenologia 4 (4), p. 433-445.
- Müller N. 1995:** "River dynamics and Floodplainvegetation and their alterations due to human impact". Stuttgart. Arch. Hydrobiol. Suppl. 101 3/4 Large Rivers 9. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, p. 477-512.
- Nègre R. 1984:** "Dynamisme végétal de l'Ouvèze". In: Colloques phytosociol. IX "La végétation des forêts alluviales". Vaduz. J. Cramer, p. 171-190.
- Noirfalise A. et Dethioux M. 1984:** "Synopsis des forêts alluviales de Belgique". In: Colloques phytosociol. IX "La végétation des forêts alluviales". Vaduz. J. Cramer, p. 217-226.
- Oberdorfer E. 1978:** "Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil II: Sand- und Trockenrasen, Heide- und Borstgras-Gesellschaften, alpine Magerrasen, Saum-Gesellschaften, Schlag- und Hochstauden-Fluren". Stuttgart. Fischer. 355 pp.
- Oberdorfer E. 1983a:** "Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil III: Wirtschaftswiesen und Unkrautgesellschaften". Stuttgart. Fischer. 455 pp.
- Oberdorfer E. 1983b:** "Pflanzensoziologische Exkursionsflora". Stuttgart. E. Ulmer. 1051 pp.
- Oberdorfer E. 1992a:** "Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil I: Fels- und Mauergesellschaften, alpine Fluren, Wasser-, Verlandungs- und Moorgesellschaften". Stuttgart. Fischer. 314 pp.
- Oberdorfer E. 1992b:** "Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV: Wälder und Gebüsche". Stuttgart. Fischer. 282 pp.
- Odum E. P. 1971:** "Fundamentals of Ecology". Philadelphia Saunders. 546 pp.
- OFEFP 1995:** "Guide d'application de l'ordonnance sur les zones alluviales". Berne. L'environnement pratique. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage. 43 pp.
- OFEFP 1997:** "Définition des termes «rives» et «végétation riveraine»". Berne. L'environnement pratique. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage. 54 pp.

- Oldeman R. A. A. 1974: "L'architecture de la forêt guyanaise". Paris. Mém. O.R.S.T.O.M. 73. 204 pp.
- Ozenda P. 1982: "Les végétaux dans la biosphère". Paris. Doin. 431 pp.
- Packham J. R., Harding D. J. L., Hilton G. M. et Stuttard R. A. 1992: "Functional ecology of woodlands and forests". London. Chapman et Hall. 407 pp.
- Passarge H. 1978: "Übersicht über mitteleuropäische Gefäßpflanzengesellschaften". Berlin. Feddes Repertorium 89 (2-3), p. 133-195.
- Passarge H. 1979: "Über montane Rhamno-Prunetea im Unterharz". Stuttgart. Phytocoenologia 6 (Festband Tüxen), p. 352-387.
- Pautou G. 1984a: "La dynamique de la végétation dans la vallée du Rhône entre Genève et Lyon". In: Colloques phytosociol. IX "La végétation des forêts alluviales". Vaduz. J. Cramer, p. 81-92.
- Pautou G. 1984b: "L'organisation des forêts alluviales dans l'axe rhodanien entre Genève et Lyon. Comparaison avec d'autres systèmes fluviaux". Doc. Cartogr. Ecol. 27, p. 43-64.
- Pautou G. 1988: "Perturbations anthropiques et changements de végétation dans les systèmes fluviaux". Doc. Cartogr. Ecol. 31, p. 73-96.
- Pautou G. et Girel J. 1988: "La phytosociologie, un outil performant pour l'étude des corridors fluviaux". In: Colloques phytosociol. XVII "Phytosociologie et paysage". Berlin. J. Cramer, p. 415-423.
- Pautou G. et Wuillot J. 1989: "La diversité spatiale des forêts alluviales dans les îles du Haut-Rhône français". Bull. Ecol. 20 (3), p. 211-230.
- Pedrotti F. 1984: "Foreste ripariali lungo la costa adriatica dell'Italia". In: Colloques phytosociol. IX "La végétation des forêts alluviales". Vaduz. J. Cramer, p. 143-154.
- Philippi G. 1984: "Les modifications de la végétation riveraine rhénane en pays de Bade septentrional". In: Colloques phytosociol. IX "La végétation des forêts alluviales". Vaduz. J. Cramer, p. 731-738.
- Ramade F. 1993: "Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement". Paris. Ediscience international. 822 pp.
- Rameau J.-C. 1987: "Contribution phytocologique et dynamique à l'étude des écosystèmes forestiers. Application aux forêts du Nord-Est de la France". Thèse d'Etat. 344 pp.
- Rameau J.-C. et Schmitt A. 1984: "Les forêts alluviales de la plaine de la Saône". In: Colloques phytosociol. IX "La végétation des forêts alluviales". Vaduz. J. Cramer, p. 93-114.
- Rameau J.-C., Mansion D. et Dumé G. 1989: "Flore forestière française - guide écologique illustré. 1. Plaines et collines". Paris. Institut pour le développement forestier. 1785 pp.
- Raunkiaer C. 1934: "The life forms and statistical plant geography". Oxford. Clarendon. 632 pp.
- Remmert H. 1993: "Diversität, Stabilität und Sukzession im Licht moderner Waldforschung". Bayernische Akademie der Wissenschaften "Dynamik von Flora und Fauna - Artenvielfalt und ihre Erhaltung". München. Dr. Pfeil. 156 pp.
- Rosgen D. 1996: "Applied River Morphology". Pagosa Spring, Colorado. Wildland Hydrology. 380 pp.
- Roulier C. 1984: "Dynamique des aulnaies noires de la rive sud du lac de Neuchâtel (Suisse)". In: Colloques phytosociol. IX "La végétation des forêts alluviales". Vaduz. J. Cramer, p. 371-392.
- Roulier C. et Werffeli B. 1995: "Integrierte pflanzensoziologische synusiale Methode und Untersuchung der Dynamik der Auenwälder der Schweiz". Stuttgart. Arch. Hydrobiol. Suppl. 101. Large Rivers 9. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, p. 357-365.
- Sartori F. 1984: "Les forêts alluviales de la basse vallée du Tessin (Italie du Nord)". In: Colloques phytosociol. IX "La végétation des forêts alluviales". Vaduz. J. Cramer, p. 201-216.
- Sartori F., Polelli M., Robecchi Majnardi A., Filipello S. et Segale A. 1982: "La Tenuta «Bosco Castagnolo» nel Parco lombardo della Valle del Ticino. Materiali per una convenzione avente fini di tutela ambientale". Roma. Consiglio nazionale delle ricerche AQ/1/238. 58 pp.
- Schanda F. et Lenglachner F. 1990: "Biotopkartierung Traun-Donau-Auen Linz 1987. Bestandsaufnahme und Gesamtkonzept für Naturschutz und Landschaftspflege". Öko-L 12 (4), p. 3-20.
- Schubiger-Bossard C. M. 1988: "Die Vegetation des Rhonegletschervorfeldes, ihre Sukzession und naturräumliche Gliederung". Beitr. geobot. Landesaufn. Schweiz 64, p. 1-228.

- Schumm S. A. 1977: "The fluvial system". New-York. Wiley et Sons. 328 pp.
- Schütz M., Gödickemeier I. et Krüsi B. O. 1993: "Bedeutung der Gewichtung von Mengenangaben für die Unterscheidbarkeit von Waldgesellschaften". Birmensdorf. Infobl. Forsch. Bereich Landsch. WSL 18, p. 1-2.
- Schwabe A. 1985: "Monographie *Alnus incana* - reicher Waldgesellschaften in Europa. Variabilität und Ähnlichkeit einer azonaler verbreiteten Gesellschaftsgruppe". Phytocoenologia 13 (2), p. 197-302.
- Schwartz D., Lazar Ph. et Papoz L. 1985 "Statistique médicale et biologique". Paris. Flammarion. 125 pp.
- Service hydrologique et géologique national 1994: "La crue de 1993 en Valais et au Tessin. Mesures effectuées et premières conclusions". Berne. Service hydrologique et géologique national. 68 pp.
- Siegrist R. 1913: "Die Auenwälder der Aare mit besonderer Berücksichtigung ihres genetischen Zusammenhanges mit anderen Flussbegleitenden Pflanzengesellschaften". Eidgenössische technische Hochschule Zürich. Dissertation. 182 pp.
- Staub M. 1985: "Kartierung eines Auenwald-Stückes am Mittellauf der Aare, Region Brugg". Eidgenössische technische Hochschule Zürich. Geobotanisches Institut. Semesterarbeit. 43 pp.
- Steiger P. 1994: "Wälder der Schweiz". Thun. Ott. 359 pp.
- Teuscher F. 1995: "Auen in der Schweiz: Von der Zustandsanalyse zum umfassenden Schutz". Stuttgart. Arch. Hydrobiol. Suppl. 101 3/4 Large Rivers 9. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, p. 589-597.
- Theurillat J.-P. 1987: "Carte de la végétation Mörel-Hoflue (Valais, Suisse)". Bull. Murith. 104, p. 113-224.
- Theurillat J.-P. 1992a: "Etude et cartographie du paysage végétal (Symphytocoenologie) dans la région d'Aletsch (Valais, Suisse)". Mat. levé géobot. de la Suisse 68, p. 1-384.
- Theurillat J.-P. 1992b: "L'analyse du paysage végétal en symphytocoenologie: ses niveaux et leurs domaines spatiaux". Bull. Ecol. 23 (1-2), p. 83-92.
- Theurillat J.-P. et Matthey E. 1987: "Le Vallon de l'Allondon. Promenade botanique suivie d'une introduction à la phytosociologie". Conservatoire et jardins botaniques de la ville de Genève. 196 pp.
- Tbévoz C. 1989: "Dynamique du système sol-végétation du fond du Val Maggia (TI)". Lausanne. Travail de diplôme 3ème cycle. Laboratoire de pédologie, EPFL. 53 pp. + annexes.
- Thommen E. et Becherer A. 1993: "Atlas de poche de la flore suisse". Basel. Birkhäuser. 352 pp.
- Tutlin T. G., Heywood V. H. u. a. Mitarb. 1964-1980: "Flora europaea". Cambridge University Press. Band 1-5. 1380 pp.
- Urbanska K. M. 1992: "Populationsbiologie der Pflanzen". UTB für Wissenschaft. Fischer. 374 pp.
- Vanden Berghen C. 1973: "Initiation à l'étude de la végétation". Bruxelles. Les Naturalistes belges. 236 pp.
- Varese P. 1993: "Les groupements ligneux riverains de la Basse Durance (Provence)". In: Colloques phytosociol. XXII "Syntaxonomie typologique des habitats". Berlin. J. Cramer, p. 565-594.
- Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich 1988: "Rotten-Pfynwald. Hydraulisches und flussmorphologisches Gutachten". Zürich. Kantonale Kommission für Natur-, Landschaft- und Heimatschutz des Kantons Wallis. 166 pp.
- Walter J.-M. 1976: "Arbres et forêts alluviales du Rhin". Bull. Soc. Hist. nat. Colmar 55, p. 37-38.
- Walter J.-M. 1982: "Architectural profiles of flood-forests in Alsace". In: Symposium international Rinteln. Vaduz. J. Cramer, p. 187-234.
- Weingart J. B. 1983: "Anthropogene Veränderungen der südbadischen Oberrheinebene zwischen 1936 und 1981 untersucht anhand von 4 Luftbilderserien". Freiburg in Br.. A. Ludwig-Universität. Inaugural-Dissertation. 230 pp.
- Welten M. et Sutter R. 1982: "Atlas de distribution des ptéridophytes et des phanérogames de la Suisse". Basel. Birkhäuser. Vol. 1-2. 1414 pp.
- Wendelberger G. 1973: "Überschwemmte Hartholzauen?". Vegetatio 28 (5-6), p. 253-281.
- Wendelberger G. 1975: "Ökosystem Auwald". Wien. Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung. 54 pp.

- Wendelberger G.** 1984: "Die Auenwälder der Donau in Österreich". In: Colloques phytosociol. IX "La végétation des forêts alluviales". Vaduz. J. Cramer, p. 19-54.
- Werffeli B., Roulier, C. et Buttler A.** 1997: "The methodology of integrated synusial phytosociology applied to a floodplain sector of the Sarine River, Switzerland". *Global Ecology and Biogeography Letters* 6, p. 237-245.
- Werner P.** 1985: "La végétation de Finges et de son Rhône sauvage". *Bull. Murith.* 103, p. 39-84.
- Wildi O.** 1986: "Analyse vegetationskundlicher Daten". Zürich. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel 90. 226 pp.
- Wildi O.** 1989: "Analysis of the disintegrating group and gradient structure in Swiss riparian forests". *Vegetatio* 83 (1-2), p. 179-186.
- Wildi O. et Orlocl I.** 1990: "Numerical exploration of community patterns". The Hague SPB Academic Publishing. 124 pp.
- Wildi O. et Orlocl I.** 1996: "Numerical exploration of community patterns. A guide to the use of Mulva-5". The Hague SPB Academic Publishing. 171 pp.
- Yon D.** 1984: "Evaluation des forêts alluviales en Europe. Facteurs de destruction et éléments stratégiques de conservation". In: Colloques phytosociol. IX "La végétation des forêts alluviales". Vaduz. J. Cramer, p. 1-18.
- Zahner M. et Lutz M.** 1988: "Untersuchungen zur Vegetation und Avifauna der Auen an Vorderrhein und Glenner". *Jahresber. Nat. forsch. Ges. Graubünden* 105, p. 31-77.
- Zimmermann M.** 1989: "Crue - Evénement naturel ou catastrophe?". *Thema* 8, p. 17-21.

Remerciements

Un travail de thèse constitue certes une aventure personnelle, mais qui est infiniment dépendante du cadre professionnel, familial et amical de son auteur. C'est donc avec plaisir et reconnaissance que je remercie les personnes impliquées de près ou de loin dans cette étude.

M. Jean-Louis Richard, qui participait au groupe d'experts de l'inventaire fédéral des zones alluviales, est à l'origine de cette étude. C'est lui qui, connaissant mes goûts pour la végétation des milieux humides, m'a encouragé à préparer le projet de recherche et à le présenter à la Confédération. Je remercie Jean-Louis pour tout ce qu'il m'a apporté : le goût de la phytosociologie, des conseils judicieux issus de ses vastes connaissances et beaucoup de bons moments sur le terrain.

MM. Jean-Michel Gobat et Jean-Daniel Gallandat ont dirigé mon travail. Ils ont opéré les choix qu'il convenait, notamment celui de la phytosociologie synusiale, tout en me laissant une grande liberté d'action. Je les remercie pour leur engagement dans ce travail, pour leur soutien, leur optimisme et leur amitié.

M. François Gillet, engagé dans l'étude des pâturages boisés, est un des initiateurs de la phytosociologie synusiale; il n'a pas mesuré le temps qu'il a consacré aux zones alluviales et a fait preuve de beaucoup de disponibilité, voire de patience, lors de mes quêtes d'informations scientifiques ou techniques. Il a mis au point la base de données *Phytobase* et l'a adaptée à mes besoins. Je lui suis extrêmement reconnaissant et le remercie.

M. Alexandre Buttler, chef de travaux, a répondu avec compétence à mes nombreuses interrogations en matière d'écologie numérique; son expérience dans le domaine de l'étude des zones humides, ses vastes connaissances bibliographiques m'ont été très profitables; il a bien voulu relire les versions française, allemande et anglaise du résumé. Je le remercie très cordialement.

MM. Erich Kessler, Raymond Lebeau et Aldo Antonietti de l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage ont confié au Laboratoire d'écologie végétale la cartographie des zones alluviales, puis ont soutenu cette étude au maximum de leurs possibilités. Je les remercie pour l'intérêt et la confiance qu'ils m'ont témoignés au cours de ces dernières années.

Les services de la protection de la nature et/ou des forêts des cantons d'Argovie (MM. Flury et Egloff), de St-Gall (MM. Suter et Flaad), du Valais (MM. Werlen et Keusch) et de Genève (M. Matthey et Mme Desprez), de même que la maison Holinger AG à Baden (Mme Ruess et M. Schenker) ont assuré une partie du financement de cette étude; ils ont fait preuve d'un intérêt pour ses résultats (escomptés, à l'époque) dans l'optique d'améliorer l'efficacité de leur engagement dans la protection de la nature. Je les en remercie très cordialement.

M. Pierre Hainard, de l'Institut de botanique systématique et de géobotanique de l'Université de Lausanne a permis la publication de cette étude dans les Matériaux pour le levé géobotanique de la Suisse. La Commission géobotanique de l'Académie Suisse des Sciences Naturelles qu'il préside a financé une importante part de la publication. La maison Edipresse (MM. Martin et Fahrni) a défini les moyens techniques les plus avantageux pour cette publication tout en assurant la qualité de l'impression. Je remercie ces personnes et ces institutions pour leur disponibilité et leur engagement.

Mme Marie-Marguerite Duckert, du Laboratoire de Phanérogamie, a bien voulu examiner et vérifier les nombreuses plantes récoltées au cours des quatre saisons de terrain. Je la remercie d'avoir mis avec enthousiasme ses grandes compétences à la disposition de ce travail. Je suis également très reconnaissant à MM. Kempf et Spinler, de la bibliothèque de l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage de Birmensdorf, de m'avoir guidé dans mes recherches de documents.

Mme Béatrice Werffeli a accompli son travail de thèse sur la phytosociologie des mousses dans les mêmes stations de la Sarine et de l'Aar. Une collaboration amicale s'est établie et se poursuit. Je la remercie pour ses judicieux conseils, notamment dans le domaine de la dynamique de la végétation.

Mes collègues et amis du Laboratoire d'écologie végétale ou d'autres institutions ont contribué à divers titres à l'issue favorable de ce travail. Il s'agit notamment de Michel Bueche, Philippe Cornali, Claire Arnold, Romain Douard, Elena Havlicek, Claire Guenat, Fabrice Bureau, Alexandre Maillefer, Antoine Gander, Georges Boss, Philippe Julve. Je remercie toutes ces personnes pour leurs compétences et leur disponibilité.

MM. Nino Kuhn et Francesco Sartori ont accepté de constituer le jury de cette thèse de doctorat en compagnie de MM. Jean-Michel Gobat, Jean-Daniel Gallandat et François Gillet. Pour l'honneur qu'ils me font, mais aussi pour leur disponibilité lors de mes quêtes de renseignements, je les remercie respectueusement.

M. Maurice Rollier et mes amis du groupe d'étude et de gestion de la Grande Caricaie ont supporté les désagréments d'un collègue à mi-temps entre 1987 et 1992. Je les remercie pour leur compréhension et leurs encouragements.

Mme Franziska Teuscher, du Service conseil Zones alluviales, MM. Stephan Lussi et Erich

Kohli de l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage ont accepté de me libérer de mes obligations professionnelles durant l'hiver 1995-96. Pour leur compréhension et le surcroît de travail qu'ils ont absorbé, je leur suis infiniment reconnaissant.

Je remercie mes parents d'avoir toujours compris ma passion pour la nature et de m'avoir permis d'acquérir une formation dans ce domaine. Merci à Martine Jaquier d'avoir assuré la présentation de ce travail tout en me faisant part de pertinentes suggestions, merci à Sophie et à Camille d'avoir supporté un père temporairement accaparé par la rédaction de ce mémoire.

Tableaux et figures

Fig. 6.1 Echelles spatio-temporelles des processus affectant les paysages fluviaux et réponses biologiques (d'après SALO 1990, tirée de DÉCAMPS et ISARD, in AUGER et al. 1992)

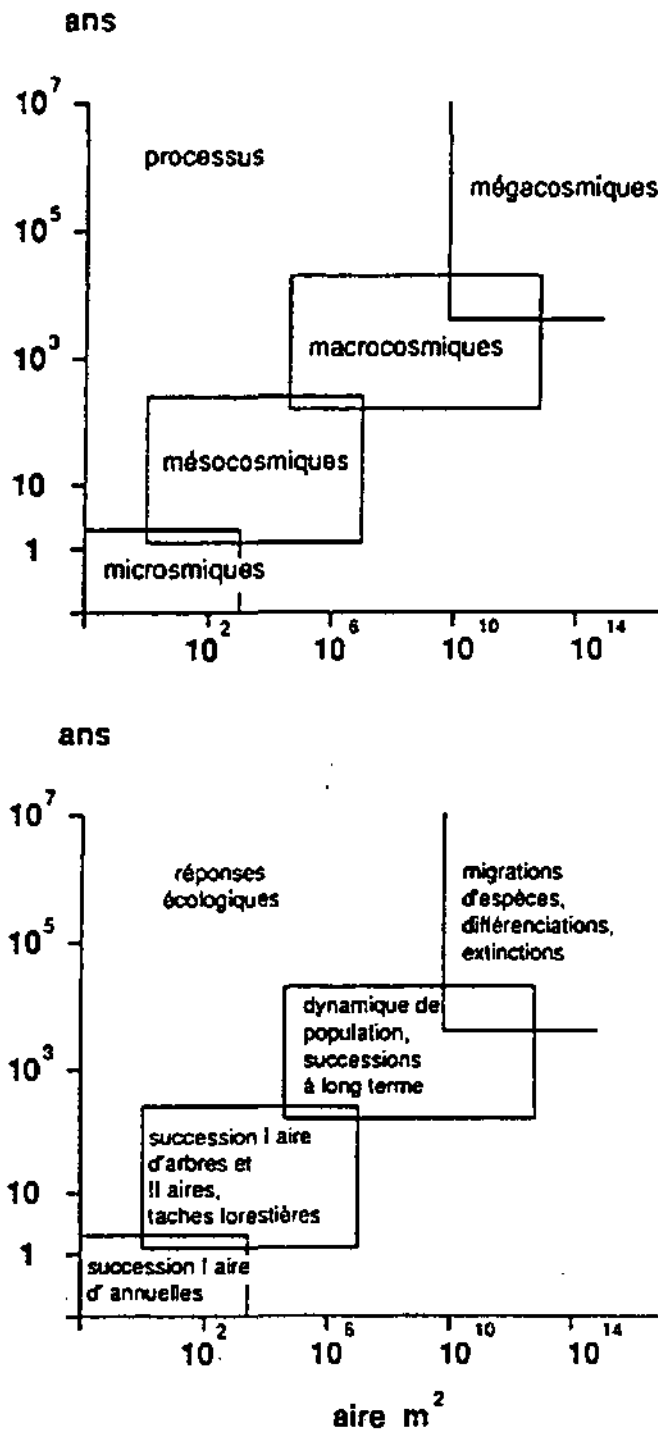
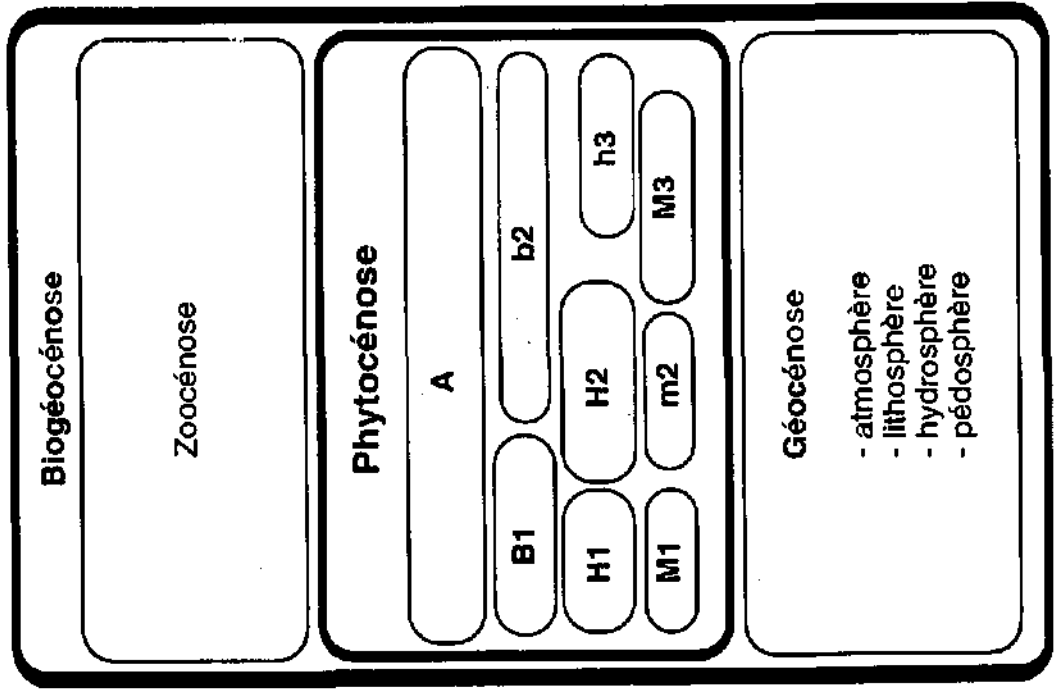


Fig. 6.2 Définition de la phytocénose
(au sens de GILLET et al. 1991)

BIOGEOCENOSE

Portion de la biosphère formée de la zocénose, de la phytocénose et de la géocénose où sur une certaine étendue restent uniformes la biocénose ainsi que les parties de
 - l'atmosphère
 - la lithosphère
 - l'hydrosphère
 - la pédosphère
 lui correspondant.

Complexe unique à l'intérieur duquel l'in teraction des parties reste uniforme



PHYTOCENOSE

Communauté végétale formée d'un complexe de synusies végétales (synusies arborescentes, arbusitives, herbacées, muscinales, etc.) organisées
 - spatialement
 - temporellement
 - fonctionnellement
 au sein d'une même biogéocénose.

Ces synusies présentent de fortes relations de dépendance
 - écologique
 - dynamique
 - génétique

Système complexe
 - relativement autonome par rapport aux phytocénoses voisines
 - écologiquement dépendant du reste de la biogéocénose
 - doué d'auto-organisation
 - doué d'homéostasie

L'émergence de ces propriétés est liée à la différenciation des synusies, à l'installation de cycles de régénération et à la création d'un milieu endogène

Fig. 6.3 Exemple de trois relevés phytocénologiques ayant été séparés sur le terrain puis réunis dans le même coenotaxon élémentaire par l'analyse multivariable

		CoE	CoE	CoE
		1004	1004	1004
		φ55	φ59	φ156
B102	Salicetum eleagni typicum B	3.1	2.3	
B107	Salicetum eleagno-daphnoidis pinetosum sylvestris B		1.3	3.3
b123	Berberido vulgaris-Rhamnetum cathartici rosetosum caninae			2.3
H274	Campenulo cochlearifoliae-Echietum vulgare	2.1	2.1	4.3

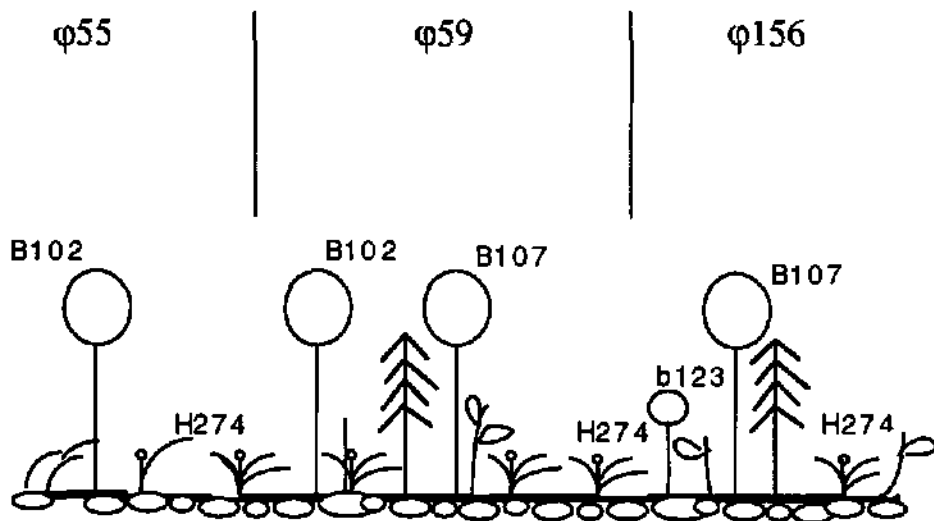


Fig. 6.4 Procédure atandard da traitemant des relavés (macro-application Mulva-5) d'après GALLANDAT et al. (1995)

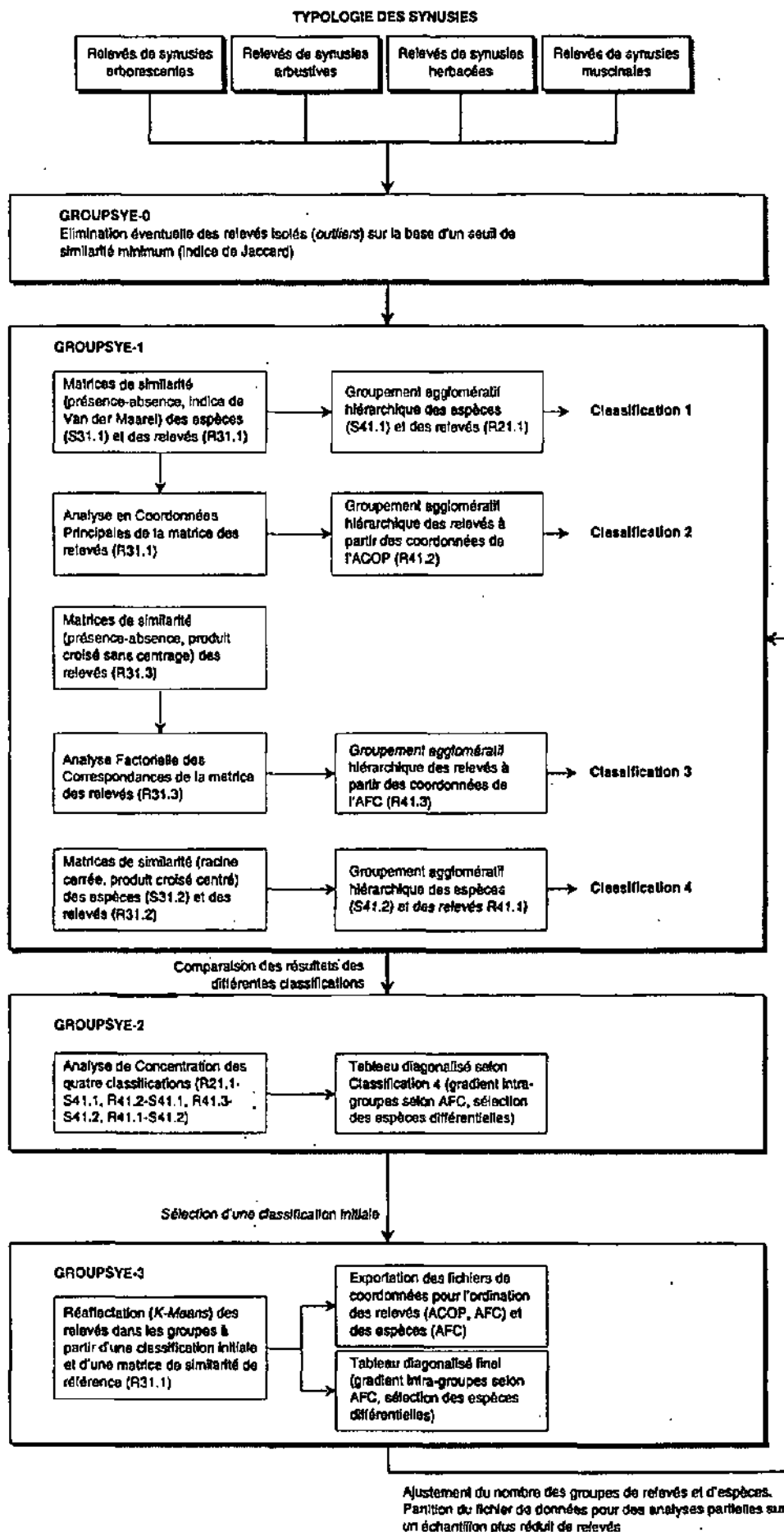
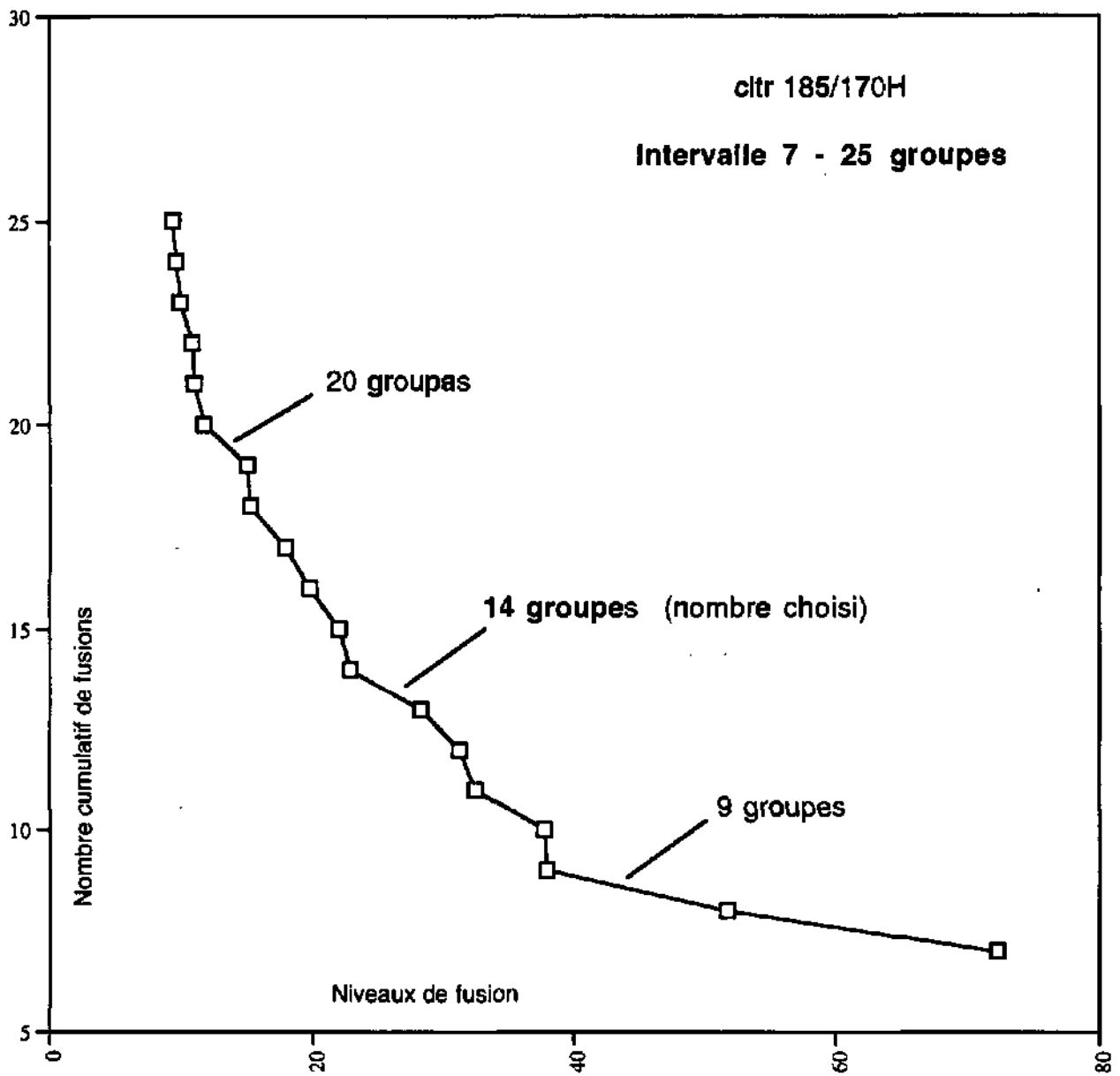


Fig. 5.5 Graphe de la succession des niveaux de fusion du dendrogramme issu du groupement agglomératif hiérarchique des relevés synusiaux H (185 rel./170 esp.)



Tab. 6.1 Tableau de végétation du ayntaxon H238

H238	Marcurialio perennis-Agopodietum podagrariae												
	impatientetosum noli-tangere												
44 espèces	Fréq	All	Ord	Cla	Sada	138	142	145	507	643	646	648	1096
<i>Deschampsia cespitosa</i>	38				4		2			1			1
<i>Humulus lupulus</i> H	13				0.5							+	
<i>Fraxinus excelsior</i> H	13				0.5							+	
<i>Stellaria nem. nemorum</i>	13	AL018	OR008	CL05	0.5					+			
<i>Galium aparine</i>	50			CL09	1.6				+	+	+	r	
<i>Galeopsis tetrahit</i>	25	AL054	OR017	CL09	0.6	r							+
<i>Equisetum hyemale</i>	88			CL37	10	3		+	1	+	2	1	2
<i>Lamium gal. montanum</i>	63			CL37	6		1	2	1		1	1	
<i>Polygonatum multiflorum</i>	13			CL37	0.1							r	
<i>Anemone nemorosa</i>	25			CL37	2.5					2		+	
<i>Euphorbia dulcis</i>	13			CL37	0.1		r						
<i>Convallaria majalis</i>	25			CL37	1.5			+				1	
<i>Galium odoretum</i>	25			CL37	1		+			+			
<i>Hedera helix</i> H	25			CL37	1		+			+			
<i>Mercurialis perennis</i>	63		OR070	CL37	2.1		r	+		+		+	+
<i>Anem. maculatum</i>	38		OR070	CL37	2.5				1		1	+	
<i>Allium ursinum</i>	13	AL188	OR070	CL37	2						2		
<i>Ranunculus auricomus</i>	25	AL188	OR070	CL37	1					+	+		
<i>Paris quadrifolia</i>	38	AL188	OR070	CL37	2						+	1	+
<i>Anemone ranunculoides</i>	25	AL188	OR070	CL37	1.5					+		1	
<i>Ranunculus fic. bulbifera</i>	13	AL188	OR070	CL37	0.1					r			
<i>Pulmonaria obscura</i>	75	AL188	OR070	CL37	3.4		1	r	r	2	r	r	
<i>Primula ela. elatior</i>	13	AL188	OR070	CL37	0.1							r	
<i>Carex alba</i>	13	AL190	OR070	CL37	0.5		+						
<i>Mentha aquatica</i>	13		OR078	CL40	1					1			
<i>Urtica dioica</i>	50			CL42	2.5	+		+	1		+		
<i>Rubus caesius</i> H	13			CL42	2							2	
<i>Geum urbanum</i>	50		OR082	CL42	3		1	+		1			+
<i>Glechoma hederacea</i>	50		OR082	CL42	5.5		2	1		2		+	
<i>Festuca gigantea</i>	38		OR083	CL42	1.1		r			+			+
<i>Elymus caninus</i>	13		OR083	CL42	1								1
<i>Impatiens noli-tangere</i>	88		OR083	CL42	7.5	2	+	+	2	1		+	1
<i>Circaea lutetiana</i>	63		OR083	CL42	5		2	+		1		+	1
<i>Agopodium podagraria</i>	88	AL241	OR082	CL42	21	4	2	3	3		4	2	3
<i>Brachypodium syl. sylvaticum</i>	50	AL242	OR082	CL42	3		1		+	1		+	
<i>Thalictrum aquilgifolium</i>	13		OR085	CL43	1							1	
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	13		OR086	CL43	0.5				+				
<i>Filipendula ulm. ulmaria</i>	13			CL44	0.5				+				
<i>Angelica sylvestris</i>	25			CL44	1.5		1						+
<i>Phalaris aru. arundinacea</i>	13			CL44	0.5					+			
<i>Impatiens glandulifera</i>	88		OR088	CL44	2.7	r	+	r	+	+	+	+	
<i>Cirsium oleraceum</i>	13	AL255	OR087	CL44	0.1		r						
<i>Solidago gig. serotina</i>	38	AL256	OR088	CL44	4		1	1				2	
<i>Carax elata</i>	13	AL262	OR090	CL45	0.5					+			

Tab. 7.1 Liste des sites examinés

No	Nom de l'objet	Canton	Cours d'eau	Alt (m)	N. rel
2	Haumeetli	AG	Rhein	282	22
5	Eggrank - Thurspitz	ZH SH	Thur, Rhein	347	59
14	Glatt nordwestlich Flawil	SG	Glatt	530	23
18	Thurauen Wil-Weieren	SG	Thur	520	22
22	<i>Rheinauen Zizers-Mastrils (hors inventaire)</i>	GR	Rhein	520	51
27	Rheezuenser Rheineuen	GR	Hinterrhein	600	34
29	Ceuma	GR	Vorderrhein	690	41
30	Plaun da Foppas	GR	Vorderrhein	710	3
31	Cehuons	GR	Vorderrhein	880	8
32	Disla - Pardomat	GR	Vorderrhein	980	17
33	Fontanives	GR	Vorderrhein	1040	4
34	Graves	GR	Vorderrhein	1250	21
35	Ogne da Pardiale	GR	Vorderrhein	750	3
36	Auenreste Klingnauer Stausee	AG	Aare	320	28
40	Umiker Schechen - Stierenhoelzli	AG	Aare	340	82
47	Altwasser der Aare und der Zihl	BE	Aare	430	24
48	Alte Aare: Lyss - Dotzigen	BE	Alte Aare	430	56
53	Niederried - Oltigenmatt	BE	Aare, Saane	460	55
59	Laupenau	BE	Saane	480	30
82	La Sarine: Rossens - Heuterive	FR	Sarine	560	58
64	<i>Chéseau (hors inventaire)</i>	FR	Sarine	680	22
66	Les Auges de Neirivue	FR	Sarine	750	55
68	La Sarine près Château-d'Oex	VD	Sarine	910	51
74	Gastereholz	BE	Kander	1370	7
78	Engstlige: 8im Stei - Oybedly	BE	Engstlige	900	3
108	Widen bei Realp	UR	Furkareuss	1510	9
113	Vallon de l'Allondon	GE	Allondon	380	28
115	Les Gravines	GE	Versolk	390	25
133	Pfynweld	VS	Rhône	580	53
139	Bildeme	VS	Rotten	730	12
140	Zeiterbode	VS	Rotten	1270	4
141	Mette	VS	Rotten	1300	2
143	Gletschbode	VS	Rotten, Muttbach	1780	17
147	Soria	TI	Ticino	1275	17
150	Bolla di Loderio	TI	Brenno	355	9
156	Bassa	TI	Moesa	255	9
158	Ai Fomas	GR	Moesa	270	23
168	Ciossa Antognini	TI	Ticino	200	21
171	Meggia	TI	Maggia	360	33
174	Strada	GR	Inn	1070	4
176	Plen-Sot	GR	Inn	1070	4
181	Lischane - Suronnas	GR	Inn	1150	9
187	Blaisch dal Piz dal Ras	GR	Susasca	1780	8
190	Isla Glischa - Arvins - Seglias	GR	Inn, Chemuere	1690	2
226	La Tomeresse à l'Etivaz	VD	Tomeresse	1100	34
301	<i>Ruin Aulta (hors inventaire)</i>	GR	Rhin antérieur	836	5
302	<i>Versam (hors inventaire)</i>	GR	Rhin antérieur	635	7
303	<i>Lai da Tuma - Rheinquelle (hors inventaire)</i>	GR	Rhin antérieur	2345	5
304	<i>La Nevisence de Zinal (hors inventaire)</i>	VS	Navisence	1680	4
305	<i>Zerbolo "Bosco Castagnolo" Italie</i>	Italie	Ticino	150	23
306	<i>Grund, Chlösterli (hors inventaire)</i>	BE	Saane	1060	5
307	<i>Reusch (hors inventaire)</i>	BE	Oldenbach (Saane)	1325	8

Total : 1139

*Bundesinventar der Auengebiete
 Inventaire federal des zones alluviales
 Inventario federale delle zone golenali*

*Übersichtskarte
 Carte synoptique
 Carta sinottica*

1:5'000'000

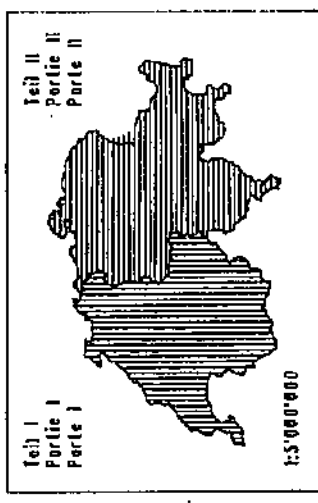
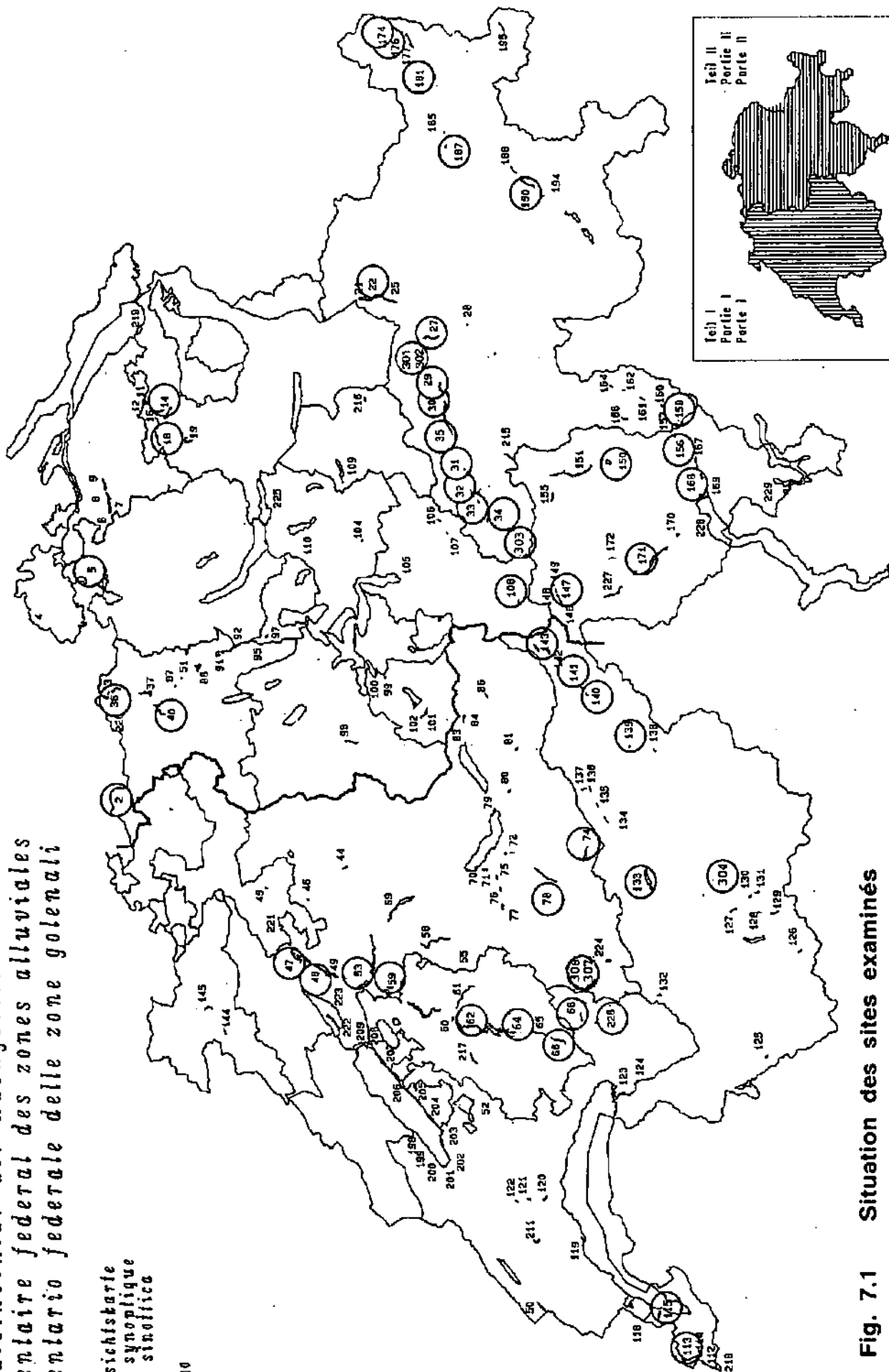


Fig. 7.1 Situation des sites examinés

Tab 7.2 Répartition des relevés synusiaux effectués au cours de l'étude

		1990	1991	1992	1993	Total
Sarine et Aar (Tonerresse)	H	105	79	2	5	191
	B	85	59	2	2	148
	A	49	45	2	1	97
Rhin (sans Rheinquelle)	H	---	102	---	---	102
	B	---	106	---	---	106
	A	---	67	---	---	67
Rhône (y.c. Zinal)	H	---	---	35	---	35
	B	---	---	41	---	41
	A	---	---	16	---	16
Sud des Alpes (TI, GR)	H	---	3	---	46	49
	B	---	2	---	35	37
	A	---	1	---	25	26
Canton Genève	H	---	---	---	21	21
	B	---	---	---	20	20
	A	---	---	---	12	12
Relevés vernaux de la Sarine	H	---	52	---	---	52
	B	---	---	---	---	---
	A	---	---	---	---	---
Italie	H	---	---	12	---	12
	B	---	---	6	---	6
	A	---	---	5	---	5
*Divers	H	4	11	11	21	47
	B	4	3	10	13	30
	A	2	-	6	11	19
Total		109 H 89 B 51 A	247 H 170 B 113 A	60 H 59 B 29 A	93 H 70 B 49 A	509 H 388 B 242 A
Total		249	530	148	212	1139

*Divers : 1990 : objets BE 74 et 78
 1991 : objets UR 108, GR Rheinquelle
 1992 : objets GR 174, 176, 181, 187, 190
 1993 : objets SG 14, 18

Fig. 7.2 Synusies arborescentes: nombre de relevés par syntaxon

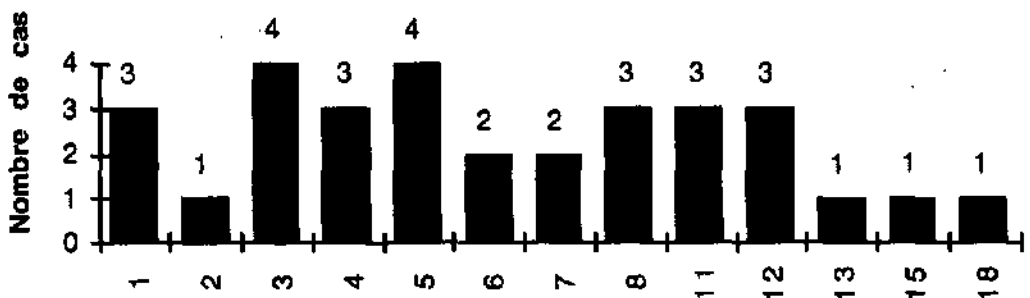


Fig. 7.3 Synusies arbustives: nombre de relevés par syntaxon

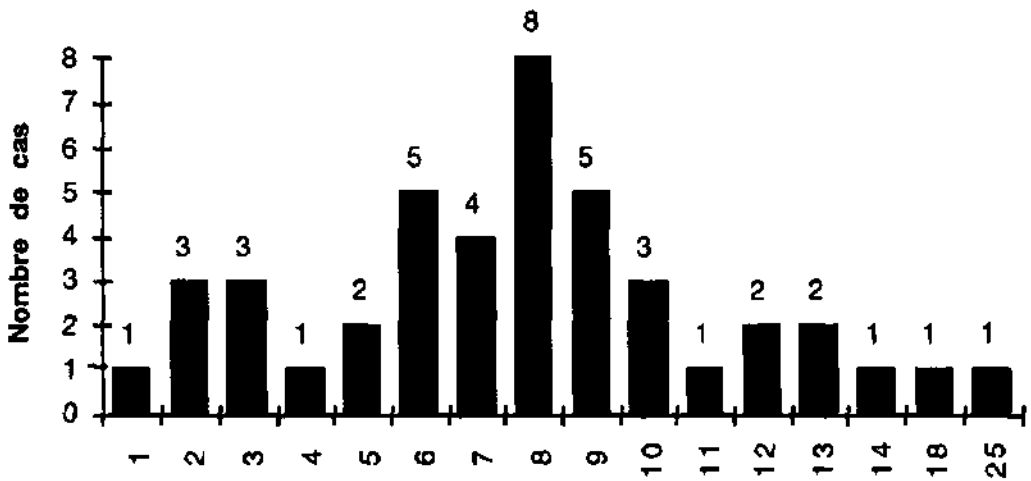
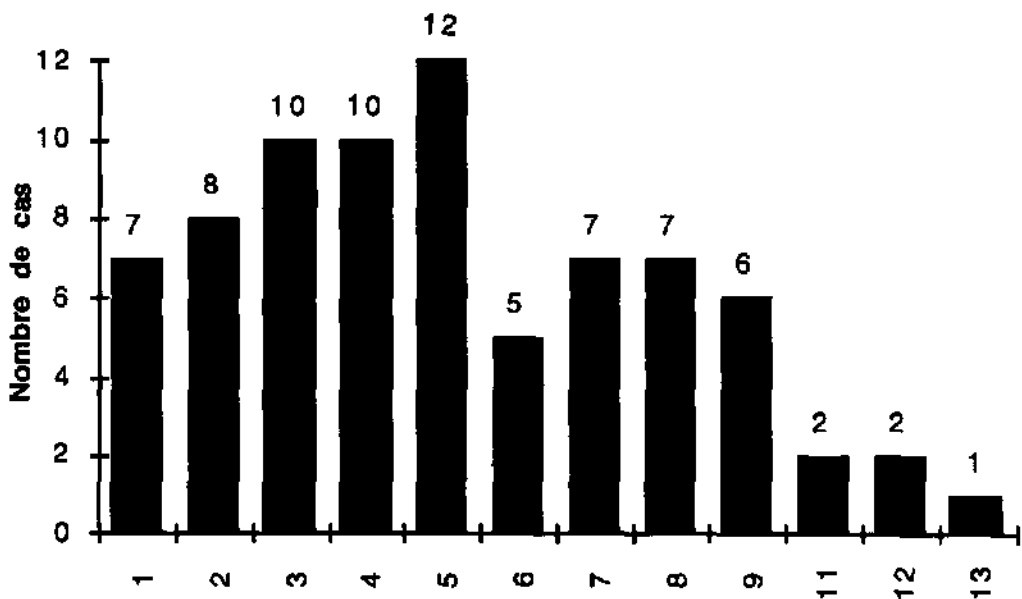


Fig. 7.4 Synusies herbacées: nombre de relevés par syntaxon



Tab. 7.3 Liste des 31 syntaxons élémentaires arborescents classés par alliances

	Nom association	Auteur association	Nom sous-association	Aut. s-ass.	Alliance	Ordre	Classe	Jmoy	Alt.	Nrel	Rtype
A 20	<i>Salicetum eleagni A</i>	(Hag. 16) Jenik 55 em. Juive 93			AL291	OR103	CL55	0.36	543	4	583
A 24	<i>Salicetum elaeagno-daphnoidis A</i>	(Br.BI. 38) Moor 58 em. Juive 93			AL291	OR103	CL55	0.91	959	13	236
A 37	<i>Quercetum pubescenti-roboris</i>	prov.			AL307	OR108	CL58	0	150	1	921
a 26	<i>Aceri pseudoplatani-Prunetum padl</i>	prov.			AL310	OR108	CL58	0.45	579	9	287
a 29	<i>Aceri pseudoplatani-Fraxinetum excelsioris</i>	(Koch 26) Gillet 86			AL310	OR109	CL58	0.47	502	11	136
a 14	<i>Fagetum sylvaticae</i>	Gillet in Gallandat et al. 85	typicum		AL311	OR109	CL58	0	340	1	588
a 15	<i>Piceo abietis-Fagetum sylvaticae</i>	prov.			AL311	OR109	CL58	0.47	556	11	183
A 31	<i>Fraxino excelsioris-Quercetum roboris</i>	Gillet in Gallandat et al. 95	typicum		AL312	OR110	CL58	0.54	343	12	92
A 32	<i>Fraxino excelsioris-Quercetum roboris</i>	Gillet in Gallandat et al. 95	tilletosum cordatae	prov.	AL312	OR110	CL58	0.48	330	3	1055
A 10	<i>Populetum tremulae</i>	prov.			AL313	OR110	CL58	0	1150	1	894
A 3	<i>Pinetum sylvestris</i>	Gillet in Gallandat et al. 95	typicum		AL315	OR111	CL58	0.34	593	5	480
a 4	<i>Populo nigrae-Pinetum sylvestris</i>	prov.			AL315	OR111	CL58	0.43	482	3	349
A 5	<i>Piceo abietis-Pinetum sylvestris</i>	ass. nov.			AL315	OR111	CL58	0.5	645	4	51
A 1	<i>Salicetum albae</i>	(Issl. 26) ass. nov.	typicum		AL317	OR112	CL58	0.7	458	12	129
A 2	<i>Salicetum albae</i>	(Issl. 26) ass. nov.	salicetosum albo-fragilis	prov.	AL317	OR112	CL58	0.66	383	7	127
A 18	<i>Salici albae-Alnetum incanae</i>	ess. nov.			AL317	OR112	CL58	0.65	388	8	340
A 21	<i>Alnetum incanae</i>	(Lüdi 21) Juive 93			AL317	OR112	CL58	0.53	555	15	19
A 22	<i>Salici elaeagni-Alnetum incanae</i>	prov.			AL317	OR112	CL58	0.94	692	18	85
A 23	<i>Salici daphnoidis-Alnetum incanae</i>	prov.			AL317	OR112	CL58	0.76	738	12	23
a 25	<i>Hurtulo lupuli-Alnetum incanae</i>	prov.			AL317	OR112	CL58	0.9	1034	7	398
A 26	<i>Alnetum glutinosae</i>	(Koch 28 ex Tx. 31) ass. nov.			AL317	OR112	CL58	0.78	592	3	844
A 27	<i>Salici albae-Fraxinetum excelsioris</i>	prov.			AL317	OR112	CL58	0.4	313	4	371
a 30	<i>Fraxinetum excelsioris</i>	prov.			AL317	OR112	CL58	0.59	368	5	88
A 33	<i>Alno incanae-Fraxinetum excelsioris</i>	ass. nov.	queretosum roboris	subass. nov.	AL317	OR112	CL58	0.8	420	5	131
A 34	<i>Alno incanae-Fraxinetum excelsioris</i>	ass. nov.	tilletosum cordatae	subass. nov.	AL317	OR112	CL58	0.46	392	8	91
a 38	<i>Alno incanae-Fraxinetum excelsioris</i>	ass. nov.	typicum		AL317	OR112	CL58	0.44	271	5	1016
A 7	<i>Populo nigrae-Fraxinetum excelsioris</i>	prov.			AL317	OR112	CL58	0.55	402	11	128
A 6	<i>Populetum nigrae</i>	ass. nov.			AL318	OR112	CL58	0.6	479	9	282
a 9	<i>Salici albae-Populetum nigrae</i>	Juive 93			AL318	OR112	CL58	0.5	397	3	589
A 12	<i>Alno incanae-Piceetum abietis</i>	(Aich. et Siag. 30) ass. nov.			AL319	OR113	CL59	0.58	1053	8	20
A 13	<i>Piceetum abietis</i>	Gillet in Gallandat et al. 95	typicum		AL319	OR113	CL59	1	470	2	429

Légende: Aut. s-ass.: auteur sous-association Jmoy: coefficient de Jaccard moyen Alt: altitude (m) Nrel: nombre de relevés de base Rtype: numéro du relevé-type

Tab. 7.4 Répartition des syntaxons arborescents dans 4 régions naturelles de Suisse

	Nom association	Nom sous-association	M	AN	Al	AS	N.rel
A 2	Salicetum albae	salicetosum albo-fragilis	7				7
A 7	Populo nigrae-Fraxinetum excelsioris		9				9
a 14	Fagetum sylvaticae	typicum	1				1
A 33	Aino incanae-Fraxinetum excelsioris	quercetosum roboris	6				6
a 15	Piceo abietis-Fagetum sylvaticae		9	2			11
a 29	Aceri pseudoplatani-Fraxinetum excelsioris		7	3		1	11
A 3	Pinetum sylvestris	typicum	1		4		5
a 4	Populo nigrae-Pinetum sylvestris		1		2		3
A 5	Piceo abietis-Pinetum sylvestris		3		1		4
A 20	Salicetum elaeagni A		2		2		4
a 9	Salici albae-Populetum nigrae		1		1	1	3
A 1	Salicetum albae	typicum	9		1	2	12
A 6	Populetum nigrae		1		4	1	6
A 26	Alnetum glutinosae		3			1	4
A 27	Salici albae-Fraxinetum excelsioris		4			1	5
a 30	Fraxinetum excelsioris		4			1	5
A 31	Fraxino excelsioris-Quercetum roboris	typicum	11			1	12
A 13	Piceetum abietis	typicum	1		1		2
A 22	Salici elaeagni-Alnetum incanae		2	1	9		12
A 12	Aino incanae-Piceetum abietis		1	3	4		8
A 19	Salici albae-Alnetum incanae		3	4	6	2	15
A 21	Alnetum incanae		4	6	6	2	18
a 28	Aceri pseudoplatani-Prunetum padi		5	1	1	1	8
a 36	Aino incanae-Fraxinetum excelsioris	typicum	7		2	2	11
A 24	Salicetum elaeagno-daphnoidis A			7	6		13
A 23	Salici daphnoidis-Alnetum incanae			1	5	1	7
A 10	Populetum tremulae				1		1
a 25	Humulo lupuli-Alnetum incanae				2	1	3
A 32	Fraxino excelsioris-Quercetum roboris	lilietosum cordatae				3	3
A 34	Aino incanae-Fraxinetum excelsioris	lilietosum cordatae				5	5
A 37	Quercetum pubescenti-roboris					1	1

Légende: M: Plateau AN: Alpes du Nord Al: Alpes centrales AS: Alpes du Sud

Fig. 7.5 Répartition de 31 syntaxons élémentaires arboracents en fonction de l'altitude et de la moyenne de l'indice T

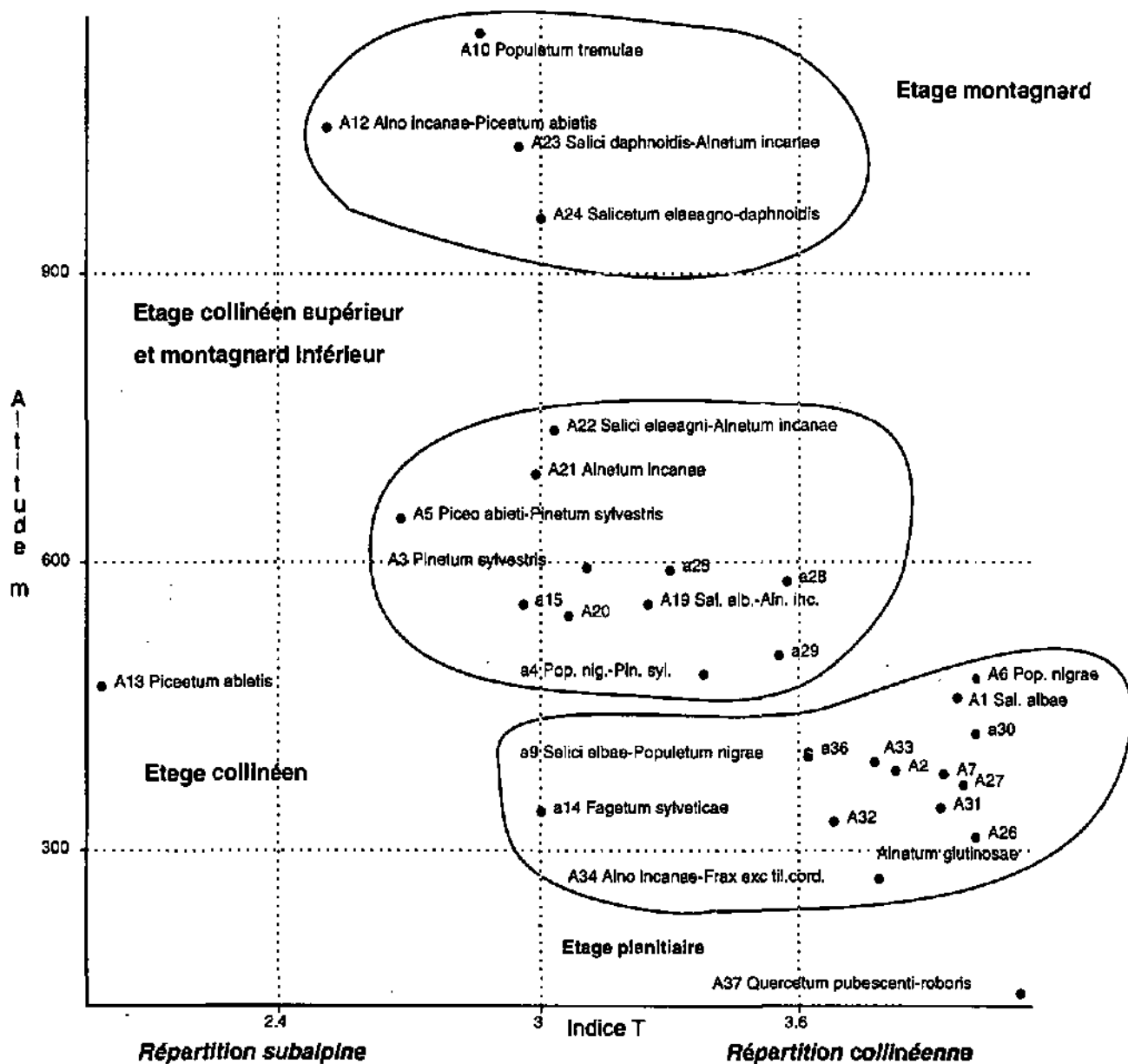
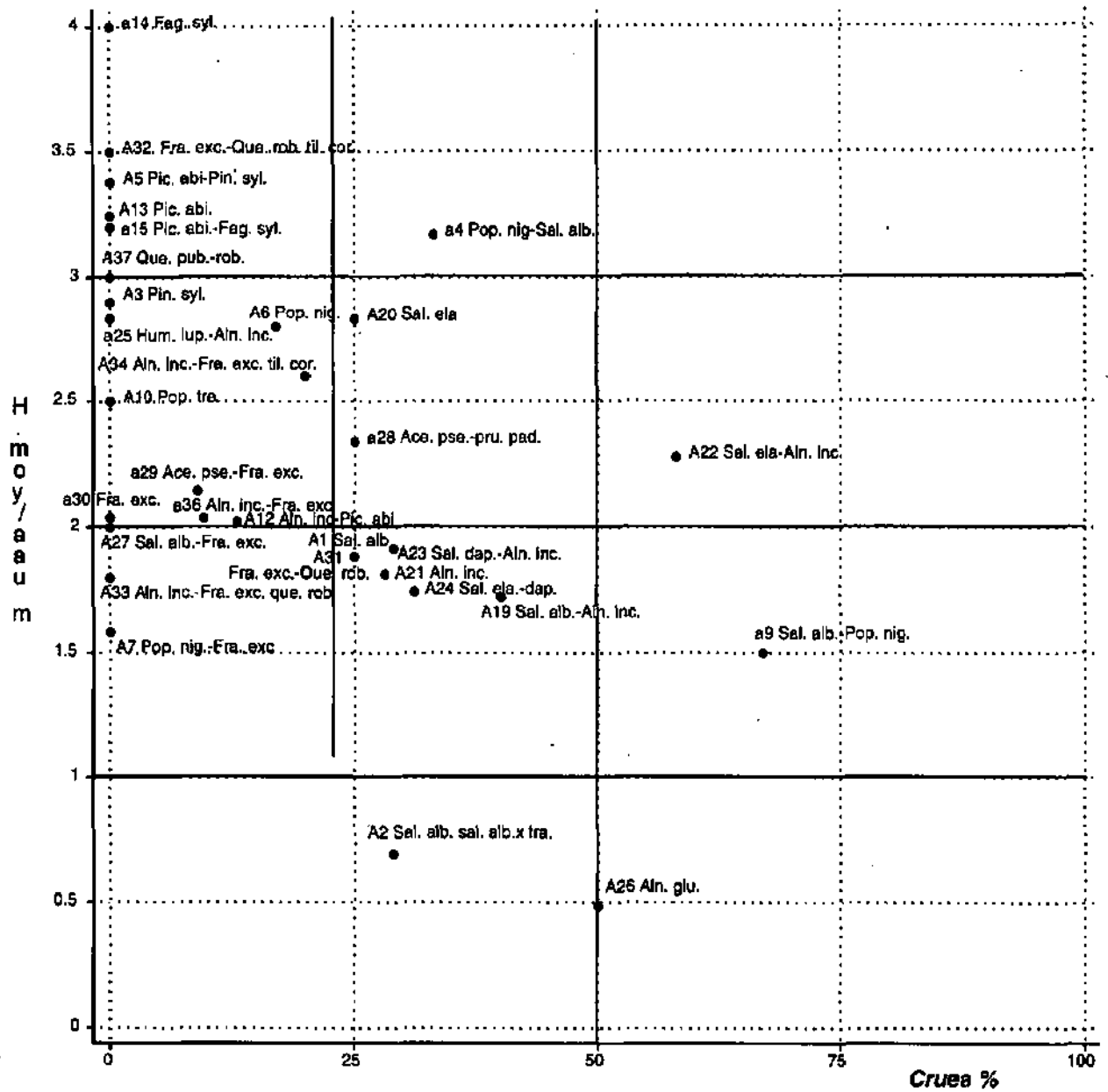


Fig. 7.6 Répartition de 31 ayntaxona élémentaires arborescents en fonction de la hauteur de la station et des tracea de cruea



Tab. 7.5 Liste des 43 syntaxons élémentaires arbutifés classés par alliances

	Nom association	Auteur association	Norm sous-association	Aut. s-ass.	Alliance	Ordre	Classe	Jmoy	Alt.	Nrel	Rtype
b 119	Rhododendretum fernugineum	prov.			AL275	OR095	CL49	0.4	1780	2	860
B 134	Salicetum cineræe	(Zohuml 31) ass. nov.			AL287	OR101	CL53	0.17	371	2	137
B 144	Ulm minoris-Salicetum cineræe	prov.			AL287	OR101	CL53	0.22	150	2	912
B 109	Salicetum irlandro-viminalis	(Libbert 31) Tüxen 51			AL280	OR103	CL55	0.49	508	7	152
B 110	Salicetum viminalis	ass. nov.			AL290	OR103	CL55	0.48	432	7	122
B 102	Salicetum elaeagni B	(Hag. 18) Jenick 55			AL291	OR103	CL55	0.32	596	12	43
B 103	Salicetum elaeagno-daphnoidis B	(Br. Bl. 38) Moor 58	lypticum		AL291	OR103	CL55	0.55	1058	10	726
b 104	Salicetum elaeagno-daphnoidis B	(Br. Bl. 38) Moor 58	salicetosum capreae B	prov.	AL291	OR103	CL56	0.38	1027	8	494
b 105	Salici elaeagni-Myricarietum germanicae B	Moor 58			AL291	OR103	CL55	0.6	550	8	259
b 107	Salicetum elaeagno-daphnoidis B	(Br. Bl. 38) Moor 58	pinetosum sylvestris B	prov.	AL291	OR103	CL55	0.42	594	8	461
b 108	Salicetum elaeagno-daphnoidis B	(Br. Bl. 38) Moor 58	populatosum nigrae B	prov.	AL291	OR103	CL55	0.8	528	6	171
b 114	Sorbo aucupariae-Salicetum daphnoidis B	prov.			AL291	OR103	CL55	0.38	1053	3	218
B 115	Lantol deciduae-Salicetum daphnoidis B	ass. nov.			AL291	OR103	CL55	0.55	1483	4	858
B 117	Salicetum appendiculato-daphnoidis B	ass. nov.			AL291	OR103	CL55	0.42	1258	8	480
b 120	Salici daphnoidis-Ainetum viridis	prov.			AL293	OR104	CL56	0.43	1780	3	891
b 118	Aino viridis-Salicetum hegetschweileri	ass. nov.			AL294	OR104	CL56	0.45	1709	9	859
B 118	Salicetum pentandrae B	ass. nov.			AL294	OR104	CL56	0.42	1830	3	894
b 121	Berberido vulgaris-Rhamnetum cathartici	ass. nov.	lypticum		AL297	OR105	CL57	0.34	427	5	82
b 123	Berberido vulgaris-Rhamnetum cathartici	ass. nov.	rosetosum cerinae	subass. nov.	AL297	OR105	CL57	0.29	519	10	328
b 124	Berberido vulgaris-Rhamnetum cathartici	ass. nov.	juncetosum communis	subass. nov.	AL297	OR105	CL57	0.3	575	11	821
b 125	Rubo rubri-Lonicerietum xylostei	ass. nov.	lypticum		AL297	OR105	CL57	0.34	448	13	1022
b 126	Rubo rubri-Lonicerietum xylostei	ass. nov.	ligustretosum vulgaris	subass. nov.	AL297	OR105	CL57	0.32	439	18	321
b 127	Rubo rubri-Lonicerietum xylostei	ass. nov.	piceetosum abietis	subass. nov.	AL297	OR105	CL57	0.34	648	8	470
b 128	Rubo rubri-Lonicerietum xylostei	ass. nov.	alnetetosum incanae	subass. nov.	AL297	OR105	CL57	0.32	413	9	263
b 129	Rubo rubri-Lonicerietum xylostei	ass. nov.	rubetosum krael	subass. nov.	AL297	OR105	CL57	0.34	978	9	719
b 130	Rubo rubri-Lonicerietum xylostei	ass. nov.	sorbetosum aucupariae	subass. nov.	AL297	OR105	CL57	0.3	853	9	440
b 132	Rubo rubri-Lonicerietum xylostei	ass. nov.	loniceretosum caeruleae	subass. nov.	AL297	OR105	CL57	0.34	920	8	221
b 111	Hippophaeetum rhamnoidis	Br. Bl. et Volk in Volk 40			AL298	OR105	CL57	0.26	545	7	281
B 112	Hippophae rhamnoidis-Berberido vulgaris	(Tüxen 52) Moor 58			AL298	OR105	CL57	0.34	814	5	471
B 113	Salici elaeagni-Cornetum sanguinei B	(Tüxen 46) de Foucault in Julie 93			AL298	OR105	CL57	0.27	459	8	327
B 131	Sorbo aucupariae-Prunetum padi B	prov.			AL298	OR106	CL57	0.33	1198	6	848
B 135	Humulo lupul-Sambucetum nigrae	(Müller 74) de Foucault in Julie 93			AL301	OR106	CL57	0.32	485	25	272
B 136	Sambucetum nigrae	prov.			AL301	OR108	CL57	0.37	544	14	570
B 137	Crataego monogynae-Coryletum avellanae	prov.	lypticum		AL302	OR106	CL57	0.32	587	12	174
B 138	Pruno spinosae-Euonymetum europaei	prov.			AL302	OR106	CL57	0.37	328	13	312
B 139	Pruno padi - Euonymetum europaei	prov.			AL302	OR106	CL57	0.31	331	8	563
B 145	Crataego monogynae-Coryletum avellanae	prov.	prunatosum avii	prov.	AL302	OR106	CL57	0.28	382	6	1057
B 146	Prunetum spinosae	prov.			AL302	OR106	CL57	0.3	415	8	77
b 133	Sorbo aucupariae-Lonicerietum nigrae	de Foucault 67			AL303	OR108	CL57	0.4	1214	7	720
B 101	Ainetum incanae B	prov.			AL317	OR112	CL58	0.46	978	6	279
B 106	Salicetum albae B	prov.	salicetosum albo-fragilis B	prov.	AL317	OR112	CL58	0.41	565	9	178
b 140	Communauté basale (Rubus fruticosus)							0	380	1	0
B 141	Communautés basales (essences arborescentes)							0.15	621	10	149

Légende: Aut. s-ass.: auteur sous-association Jmoy: coefficient de Jaccard moyen Alt: altitude (m) Nrel: nombre de relevés de base Rtype: numéro du relevé-type

Tab. 7.6 Répartition des syntaxons arbustifs dans 4 régions naturelles du Sud

	Nom association	Nom sous-association	M	AN	Al	AS	N. rel
B 134	Salicetum cinereae		2				2
B 146	Prunetum spinosae		8				8
B 109	Salicetum triandro-viminalis		7				7
B 110	Salicetum viminalis		7				7
b 121	Berberido vulgaris-Rhamnetum cathartici	typicum	4		1		5
b 111	Hippophaetum rhamnoidis		1		6		7
b 126	Ribo rubri-Loniceretum xylostei	ligustratosum vulgaris	15		3		16
B 107	Salicetum elaeagno-daphnoidis B	pinetosum sylvestris B	2		6		8
b 108	Salicetum elaeagno-daphnoidis B	populetosum nigrae B	1	1	4		6
B 108	Salicetum albae B	salicetosum albo-fragilis B	5	1	3		9
B 137	Crataego monogynae-Coryletum avellanae	typicum	7	4		1	12
B 141	Communautés basales B (essences arborescentes)		5	3		2	10
B 145	Crataego monogynae-Coryletum avellanae	prunetosum avium	3	1		2	6
B 102	Salicetum elaeagni B		7	2	2	1	12
b 104	Salicetum elaeagno-daphnoidis B	salicetosum capreae B	1	1	3	3	8
B 113	Salici elaeagni-Cornetum sanguinei B		3	1	2	2	8
b 123	Berberido vulgaris-Rhamnetum cathartici	rosetosum caninae	4	1	4	1	10
B 136	Sambucetum nigrae		4	3	5	2	14
b 127	Ribo rubri-Loniceretum xylostei	piceatosum abietis	2	3	2	1	8
b 128	Ribo rubri-Loniceretum xylostei	alnetosum incanae	4		3	2	9
B 135	Humulo lupuli-Sambucetum nigrae		12		11	2	25
b 124	Berberido vulgaris-Rhamnetum cathartici	juniperetosum communis	2		7	2	11
b 125	Ribo rubri-Loniceretum xylostei	typicum	11		1	1	13
B 138	Pruno spinosae-Euonymetum europaei		10			3	13
B 139	Pruno padl - Euonymetum europaei		5			3	8
B 131	Sorbo aucupariae-Prunetum padl B			1	4	1	6
B 101	Alnetum incanae B			2	3	1	6
B 103	Salicetum elaeagno-daphnoidis B			7	3		10
b 114	Sorbo aucupariae-Salicetum daphnoidis B			2	1		3
B 117	Salicetum appendiculato-daphnoidis B			3	3		6
b 129	Ribo rubri-Loniceretum xylostei	rubetosum ladaei		4	5		9
b 130	Ribo rubri-Loniceretum xylostei	sorbetosum aucupariae		2	7		9
b 132	Ribo rubri-Loniceretum xylostei	lonicaratosum caeruleae		7	1		8
b 133	Sorbo aucupariae-Loniceretum nigrae			5	2		7
B 115	Larici deciduae-Salicetum daphnoidis B				4		4
b 116	Alno viridis-Salicetum hegetschweileri				9		9
B 118	Salicetum pentandrae B				3		3
b 119	Rhododendretum ferruginei				2		2
b 120	Salici daphnoidis-Alnetum viridis				3		3
b 105	Salici elaeagni-Myricarinetum germanicae B				8		8
B 112	Hippophaeo rhamnoidis-Berberidetum vulgaris				4	1	5
b 140	Communauté basale (Rubus fruticosus)					1	1
B 144	Ulmo minoris-Salicetum cinereae					2	2

Légende: M: Plateau AN: Alpes du Nord Al: Alpes centrales AS: Alpes du Sud

Fig. 7.7 Répartition de 43 syntaxons élémentaires erbustifs en fonction de l'altitude et de la moyenne de l'indice T

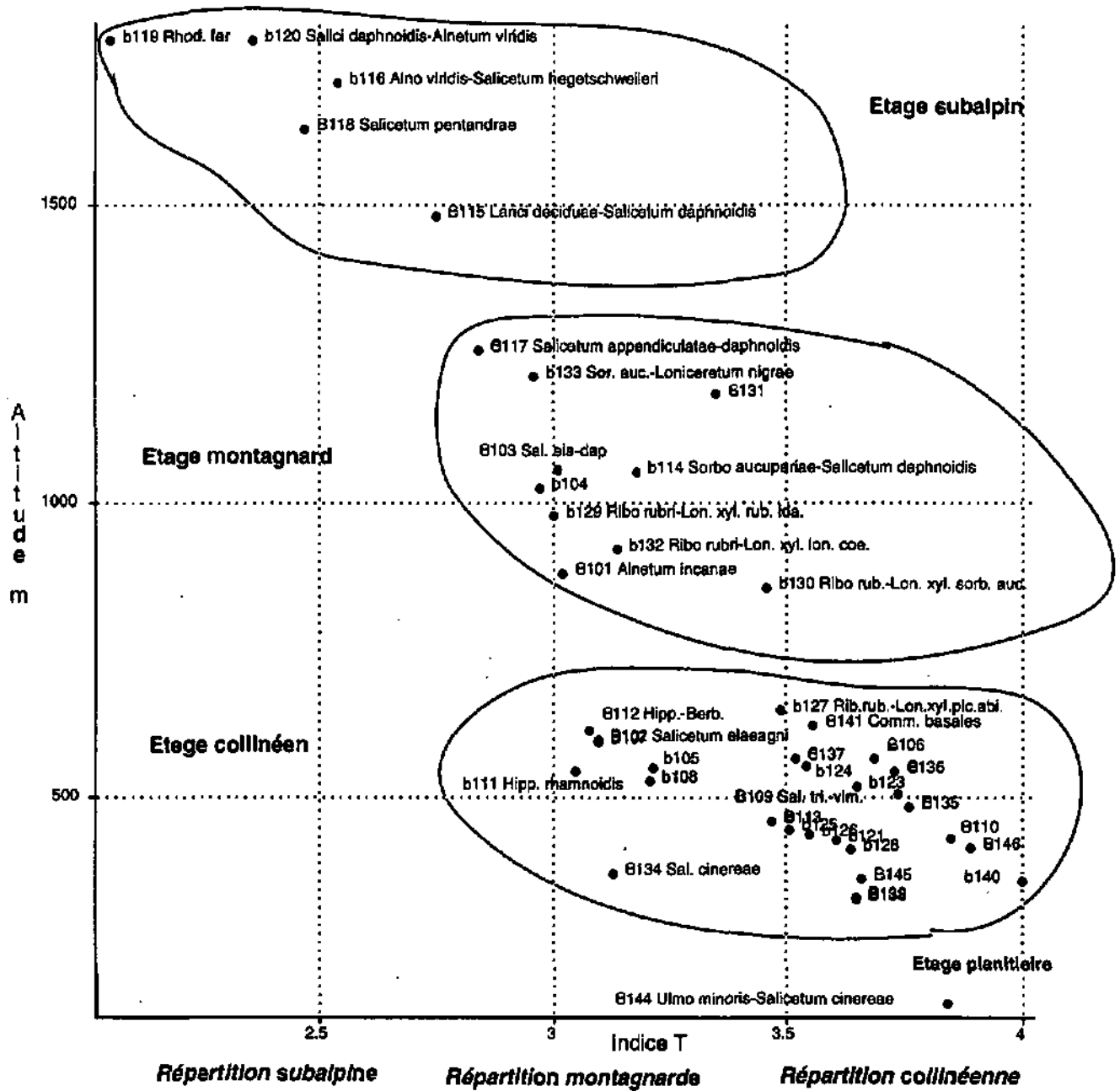
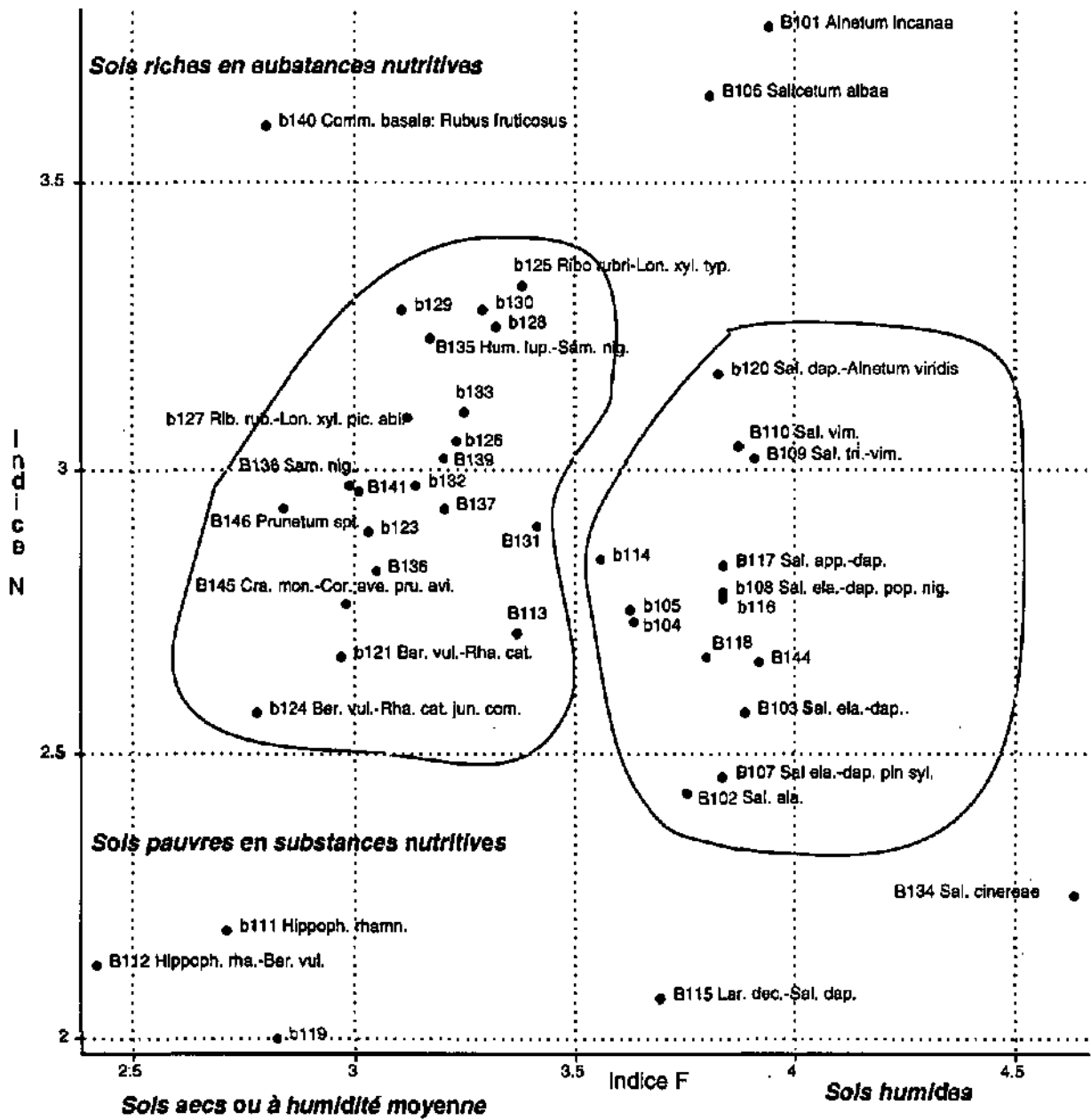


Fig. 7.9 Répartition de 43 syntaxons élémentaires arbustifs en fonction de la moyenne de l'indice F et de l'indice N



Tab. 7.7 Liste des 77 syntaxons élémentaires herbacés classés par alliances

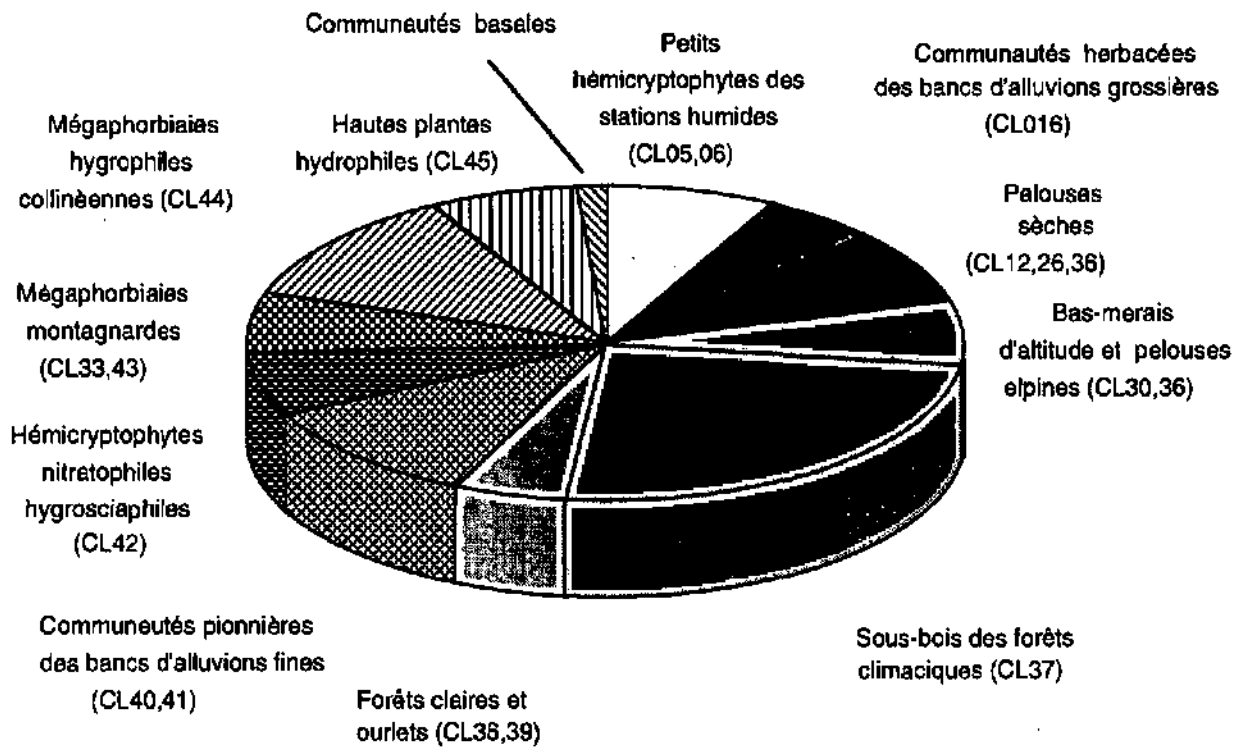
	Nom association	Auteur association	Nom sous-association	Aut. s-ass.	Alliance	Ordre	Classe	Jmoy	Alt.	Nrel	Rtype
h	251 Galio palustris-Scutellarietum galericulatae	prov.			AL013	OR005	CL04	0.24	460	7	103
h	202 Cardamineum amarae	Br.Bl. 26			AL016	OR006	CL05		560	1	4
h	219 Lamio maculati-Chrysosplenietum alhamitoli	prov.			AL016	OR006	CL05	0.2	443	4	1103
h	233 Viola biflora-Stellarietum nemori	ass. nov.			AL016	OR006	CL05	0.22	1133	12	490
h	217 Caricetum remotae	prov.	caricetosum sylvaticae	prov.	AL017	OR008	CL05	0.17	301	4	1035
h	219 Caricetum remotae	prov.	caricaetosum lutetianae	prov.	AL017	OR006	CL05	0.29	372	3	63
h	299 Airo caryophylleae-Sedatum sexangulare	prov.			AL062	OR021	CL12	0.32	150	2	904
H	273 Epilobietum fleischeri	Br.Bl. 23	typicum		AL096	OR035	CL18	0.26	964	5	447
H	279 Calamagrostietum pseudophragmitis	Koppe 69	typicum		AL098	OR035	CL18	0.25	595	4	797
H	283 Epilobietum fleischeri	Br.Bl. 23	trifolietosum pallescens	subass. nov.	AL096	OR035	CL16	0.25	1790	4	854
H	286 Calamagrostietum pseudophragmitis	Koppe 68	galletosum albi	prov.	AL096	OR035	CL18	0.2	555	5	253
H	269 Amerno allacaeae-Rumicetum acetosellae	prov.			AL125	OR048	CL28	0.5	150	2	903
h	268 Alchemillo pentaphylleae-Salicetum herbaceae	Br.Bl. 13 em. Rivaz et Géhu 78			AL142	OR054	CL30		2345	1	434
h	267 Caricetum toetidae	Frey 22			AL142	OR054	CL30		2345	1	435
H	235 Astero bellidiastri-Calamagrostietum veniae	prov.			AL151	OR058	CL33	0.17	1325	3	693
h	270 Helianthemo nummularii-Canicetum liparocarpos	prov.			AL159	OR061	CL35	0.27	537	3	935
H	274 Campanulo cochlearifoliae-Echietum vulgare	prov.			AL165	OR062	CL35	0.22	745	7	35
h	299 Fumano procumbentis-Globularietum punctatae	prov.			AL168	OR062	CL35	0.49	390	2	980
H	272 Astragalo onobrychidis-Artemisietum campestris	ass. nov.			AL170	OR062	CL35	0.26	568	5	781
h	269 Juncetum filiformis	Rivas-Martinez et Géhu 79			AL183	OR067	CL36	0.27	2345	2	432
h	295 Eriophoretum schaeuchzen	Rübel 12			AL183	OR067	CL36		2345	1	431
H	248 Equiseto variegati-Typhetum minimae	Br.Bl. ap. Volk 40			AL184	OR086	CL36		890	1	445
H	225 Alilo ursini-Primuletum elatioris	ass. nov.	violetosum biflorae	subass. nov.	AL189	OR070	CL37	0.25	919	7	874
h	226 Alilo ursini-Primuletum elatioris	ass. nov.	hederetosum helicis	subass. nov.	AL189	OR070	CL37	0.29	429	6	292
h	227 Anemone nemorosae-Hederetum helicis	ass. nov.	typicum		AL189	OR070	CL37	0.27	467	5	1123
h	228 Anemone nemorosae-Hederetum helicis	ass. nov.	caricetosum digitatae	subass. nov.	AL189	OR070	CL37	0.34	309	8	957
h	236 Asaro europaei-Vincetum minoris	prov.			AL189	OR070	CL37	0.23	537	3	1099
h	237 Aro maculati-Circaeetum lutetianae	prov.			AL188	OR070	CL37	0.2	438	6	933
H	238 Mercurialio perennis-Aegopodietum podagrifae	ass. nov.	impatietetosum noli-tangere	subass. nov.	AL188	OR070	CL37	0.29	466	9	145
H	239 Mercurialio perennis-Aegopodietum podagrifae	ass. nov.	typicum		AL188	OR070	CL37	0.25	323	5	359
H	240 Mercurialio perennis-Aegopodietum podagrifae	ass. nov.	polygonatetosum mult. var. à E.	subass. nov.	AL188	OR070	CL37	0.3	427	6	293
H	241 Mercurialio perennis-Aegopodietum podagrifae	ass. nov.	polygonatetosum mult. var. typ.	subass. nov.	AL188	OR070	CL37	0.26	516	5	10
h	242 Glechomo hederaceae-Ranunculetum bulbiferi	prov.			AL189	OR070	CL37	0.29	379	9	541
h	243 Ranunculo bulbiferi-Adoxetum moschatellinae	Gillet in Gallandat et al. 95			AL189	OR070	CL37	0.25	373	12	560
H	244 Galio elongati-Ranunculetum bulbiferi	prov.			AL189	OR070	CL37	0.29	449	3	296
H	221 Geo urbani-Lamiasretum flavidum	prov.			AL190	OR070	CL37	0.3	253	3	1070
h	229 Caricetum albae	ass. nov.			AL190	OR070	CL37	0.29	491	7	547
H	230 Maianthemo bifolii-Caricetum albae	ass. nov.			AL190	OR070	CL37	0.29	754	11	677
H	222 Geo urbani-Caricetum brizoidis	prov.			AL191	OR071	CL37	0.22	247	3	1010
H	223 Dryopterido ilicis-maris-Salvietum giulinosae	prov.			AL192	OR071	CL37	0.19	369	5	1025
H	231 Orthilio secundae-Goodyeretum repentis	prov.			AL192	OR071	CL37		1070	1	989

Tab. 7.7 Liste des 77 syntaxone élémentairea herbacée classés par élifiences

	Nom association	Auteur association	Nom sous-association	Aut. s-ass.	Alliance	Ordre	Classe	Jmoy	All.	Nrel	Ritype
H 232	<i>Hieracio murorum-Fraganietum vescae</i>	prov.			AL166	OR072	CL38	0.23	641	7	657
H 204	<i>Lathyro pratensis-Clinopodietum vulgaris</i>	prov.			AL202	OR075	CL39	0.23	645	2	210
H 275	<i>Euphorbio cyparissiae-Melicetum nutantis</i>	prov.	typicum		AL202	OR075	CL39	0.22	591	5	309
h 276	<i>Euphorbio cyparissiae-Melicetum nutantis</i>	prov.	caricatosum albae	prov.	AL202	OR075	CL38	0.19	515	6	405
H 277	<i>Rumici scutali-Agrostietum giganteae</i>	prov.	typicum		AL211	OR076	CL40	0.19	1740	5	652
H 276	<i>Rumici scutali-Agrostietum giganteae</i>	prov.	dactylosetosum glomeratae	prov.	AL211	OR076	CL40	0.23	1313	11	363
H 282	<i>Ranunculo repentis-Poetum trivialis</i>	prov.			AL217	OR077	CL40	0.2	666	6	167
H 265	<i>Menthatum longifoliae</i>	prov.			AL223	OR077	CL40	0.33	655	2	16
H 271	<i>Peucedano oreosolini-Artemisietum campestris</i>	prov.			AL237	OR080	CL41	0.2	360	3	1043
H 211	<i>Cirsio arvensis-Tussilagetum farfarae</i>	prov.	ranunculetosum repentis	prov.	AL238	OR061	CL41	0.23	492	5	789
H 212	<i>Cirsio arvensis-Tussilagetum farfarae</i>	prov.	vicietosum craccaee	prov.	AL238	OR081	CL41	0.29	640	9	448
H 281	<i>Tussilago farfarae-Agrostietum stoloniferae</i>	prov.			AL238	OR061	CL41	0.18	666	5	1106
H 214	<i>Gallo aparines-Poetum trivialis</i>	ass. nov.			AL241	OR062	CL42	0.25	456	13	545
H 206	<i>Galeopsis tetrahit-Patasietum hybridi</i>	prov.			AL242	OR062	CL42	0.24	1071	9	360
H 209	<i>Geranio robertiani-Brachypodietum sylvatici</i>	prov.	parisetosum quadrifoliae	prov.	AL242	OR082	CL42	0.23	591	7	457
H 210	<i>Polygonato odorati-Melicetum nutantis</i>	prov.			AL242	OR082	CL42	0.26	560	4	790
H 213	<i>Geranio robertiani-Brachypodietum sylvatici</i>	prov.	impatientesosum parviflorae	prov.	AL242	OR082	CL42	0.23	573	9	449
H 205	<i>Lillo maritagon-Patasietum hybridi</i>	ass. nov.			AL248	OR065	CL43	0.29	867	6	661
H 207	<i>Lamiastro flavidi-Patasietum hybridi</i>	prov.			AL248	OR085	CL43	0.28	1275	4	982
H 206	<i>Polygono bistortae-Cirsietum helenioidis</i>	prov.			AL249	OR065	CL43	0.37	1310	3	646
H 215	<i>Calamagrostietum villosae</i>	prov.			AL255	OR085	CL43		1250	1	376
H 253	<i>Angelico sylvestris-Filipenduletum ulmariae</i>	ass. nov.	typicum		AL255	OR067	CL44	0.26	431	9	56
H 254	<i>Angelico sylvestris-Filipenduletum ulmariae</i>	ass. nov.	equisetosum hyemalis	subass. nov.	AL255	OR067	CL44	0.26	403	8	62
H 201	<i>Carduo personatae-Patasietum hybridi</i>	Oberdorfer 57			AL256	OR068	CL44	0.31	1031	8	656
H 252	<i>Solano dulcamarae-Calystegetum septium</i>	ass. nov.			AL256	OR068	CL44	0.31	458	6	102
H 257	<i>Phalarido arundinaceae-Urticatum dioicae</i>	prov.			AL256	OR068	CL44	0.5	555	2	194
H 258	<i>Gallo aparines-Urticatum dioicae</i>	ass. nov.			AL256	OR068	CL44	0.29	408	8	554
H 259	<i>Impatiēti glanduliferae-Solidagetum serotinae</i>	Moor 58			AL256	OR068	CL44	0.29	445	4	140
H 262	<i>Phalaridetum arundinaceae</i>	(Koch 26) Libbert 31			AL256	OR068	CL44	1	595	4	167
H 260	<i>Barbaeo vulgaris-Phalaridetum arundinaceae</i>	prov.			AL256	OR068	CL44	0.22	340	4	533
H 256	<i>Phragmito australis-Urticatum dioicae</i>	ass. nov.			AL258	OR069	CL45	0.52	430	5	612
H 261	<i>Phragmitetum eustralis</i>	(Koch 26) Schmale 39			AL258	OR068	CL45	0.67	460	3	104
h 203	<i>Thelypheidio palustris-Caricetum elongatae</i>	Julve et Gillet 1994			AL262	OR090	CL45	0.31	150	2	900
H 250	<i>Caricetum acutiformio-eiatiae</i>	prov.			AL262	OR060	CL45	0.24	374	6	631
H 260	<i>Humulo lupuli-Caricetum acutiformis</i>	prov.			AL262	OR090	CL45		495	4	111
H 264	<i>Cominunautés basales</i>								615	7	0

Légende: Aut. s.-ass.: auteur sous-association Jmoy: coefficient de Jaccard moyen Alt: altitude (m) Nrel: nombre de relevés de base Ritype: numéro du relevé-type

Fig. 7.10 Répartition des syntaxons élémentaires herbacés dans les groupes de classes phytosociologiques



Tab. 7.8 Répartition des syntaxons herbacés dans 4 régions naturelles de Suisse

	Nom association	Nom sous-association	M	AN	Al	AS	N.rel
h 202	Cardaminetum amarae		1				1
H 289	Fumano procumbentis-Globularietum punctatae		2				2
H 257	Phalendo arundinaceae-Urticetum dioicae		2				2
h 236	Asaro europaei-Vincetum minoris		3				3
h 244	Gallo elongati-Ranunculetum bulbiferi		3				3
H 281	Phragmitetum australis		3				3
H 259	Impatienti glanduliferae-Solidagietum serotinae		4				4
H 282	Phalaridetum arundinaceae		4				4
h 218	Lamio maculati-Chrysosplenietum alternifolii		4				4
H 280	Barbarea vulgaris-Phalaridetum arundinaceae		4				4
H 239	Mercurialio perennis-Aegopodietum podagrariae	typicum	5				5
H 241	Mercurialio perennis-Aegopodietum podagrariae	polygonatetosum multiflori var. type	5				5
H 256	Phragmito australis-Urticetum dioicae		5				5
h 227	Anemone nemorosa-Hedaretum helveticum	typicum	5				5
h 237	Aro maculati-Circaeetum tutetianae		6				6
H 240	Mercurialio perennis-Aegopodietum podagrariae	polygonatetosum multiflori var. à Equ. hyem.	6				6
h 251	Gallo palustris-Scutellerietum galericulatae		7				7
H 238	Mercurialio perennis-Aegopodietum podagrariae	impatietetosum noli-tangere	8				8
H 252	Solano duicamarae-Calystagietum septum		8				8
H 254	Angelico sylvestris-Filipenduletum ulmariae	equisetosum hyemalis	8				8
h 242	Glechomo hederaceae-Ranunculetum bulbiferi		9				9
H 253	Angelico sylvestris-Filipenduletum ulmariae	typicum	9				9
h 243	Ranunculo bulbiferi-Adoxetum moschatellinae		12				12
H 235	Astero bellidiastri-Calamagrostietum variae			3			3
H 232	Hieracio murorum-Fragarietum vascae			7			7
H 225	Allio ursini-Primuletum elatioris	violetosum biflorae		7			7
H 281	Tussilago farfarae-Agrostietum stoloniferae		3	2			5
H 285	Menthetum longifoliae		1	1			2
h 229	Caricetum albae		8	1			7
H 230	Mesanthemo bifolii-Caricetum albae		4	7			11
h 228	Allio ursini-Primuletum elatioris	hederetosum helveticum	5	1			6
H 258	Gallo aparinae-Urticetum dioicae		7		1		8
H 260	Humulo lupuli-Caricetum acutiformis		3		1		4
H 275	Euphorbio cyparissiae-Melicetum nutantis		2		3		5
H 209	Geranio robertiani-Brachypodietum sylvatici	perisetosum quadriflorae	3		4		7
H 273	Epiobletum fleischeri	typicum		1	4		5
H 201	Carduo personatae-Petasitetum hybridi			7	1		8
H 204	Lathyro pratensis-Ctinopodietum vulgaris			1	1		2
H 205	Lilio martagon-Petasitetum hybridi			5	1		6
H 208	Galeopsis tetralix-Petasitetum hybridi			2	7		9
H 282	Ranunculo repentis-Poetum trivialis		4	3	1		8
H 213	Geranio robertiani-Brachypodietum sylvatici	impatietetosum parviflorae	1	1	5	2	9
H 214	Gallo aparinae-Poetum trivialis		7	2	3	1	13
H 274	Campanulo cochlearifoliae-Echietum vulgaris		3	2	1	1	7
H 284	Communites beseles		5	1	1		7
h 278	Euphorbio cyparissiae-Melicetum nutantis	caricetosum albae	2		5	1	8
h 233	Vilco biflorae-Stellarietum nemori			8	3	1	12
H 278	Rumici scutellari-Agrostietum giganteae	dactyletosum glomeratae		1	8	1	11
h 217	Caricetum remotae	caricetosum sylvaticae	1			3	4
h 219	Caricetum remotae	circaeetosum tutetianae -	2		1		3
h 228	Anemone nemorosa-Hedaretum helveticum	caricetosum digitatae	2		4		6
H 250	Caricetum acutiformis-elatae		7		2		9
H 285	Eriopndretum scheuchzeri				1		1
H 215	Calamagrostietum villosae				1		1
h 266	Alchamillo pentaphyllae-Salicetum herbaceae				1		1
h 267	Caricetum foetidae				1		1
H 248	Equiseto variegati-Typnetum minimae				1		1
H 231	Orthilio secundae-Goodyeretum repentis				1		1
h 268	Juncetum filiformis				2		2
H 208	Polygono bistortae-Cirsietum halsnicoidis				3		3
H 210	Polygoneto odorati-Melicetum nutantis				4		4
H 278	Calamagrostietum pseudophragmitis	typicum			4		4
H 283	Epiobletum fleischeri	iriloietosum pallidum			4		4
H 277	Rumici scutellari-Agrostietum giganteae	typicum			5		5
H 288	Calamagrostietum pseudophragmitis	galletosum albi			5		5
H 212	Cirsio arvense-Tussilagetum farfarae	violetosum craccae			8		8
h 270	Helianthemum nummulari-Caricetum liparocarpos				2	1	3
H 272	Astragalo onobrychidis-Artemisietum campestris				4	1	5
H 223	Dryopterido filicis-marit-Salvietum glutinosae				1	4	5
H 211	Cirsio arvense-Tussilagetum farfarae	ranunculetum repentis			3	2	5
h 268	Alro canophyllae-Sedetum sexangularis				2		2
h 203	Thelypterido palustris-Caricetum elongatae				2		2
H 269	Armerio alliaceae-Rumicetum acetosellae				2		2
H 221	Geo urbani-Lamiaeetum flavidi				3		3
H 222	Geo urbani-Caricetum brizoidis				3		3
H 271	Peucedano oroselin-Artemisietum campestris				3		3
H 207	Lamiastro flavidi-Petasitetum hybridi				4		4

Légende: M: Plateau AN: Alpes du Nord Al: Alpes centrales AS: Alpes du Sud

Fig. 7.11 Répartition de 77 syntexone élémentaires herbacées en fonction de l'altitude et de la moyenne de l'indice T

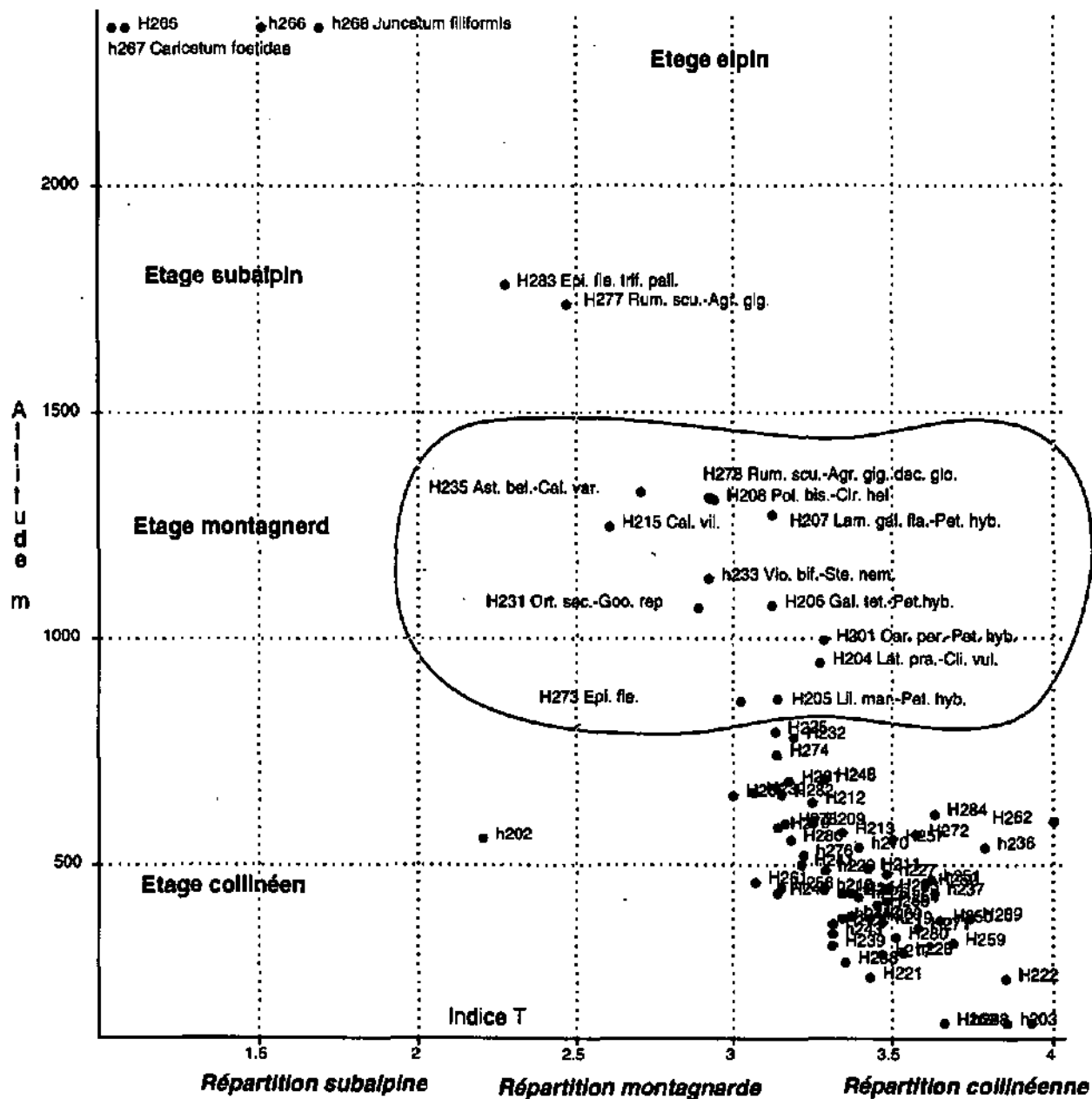


Fig. 7.12 Répartition de 58 syntaxona élémentaires herbacées en fonction de l'altitude et de la moyenne de l'indice T

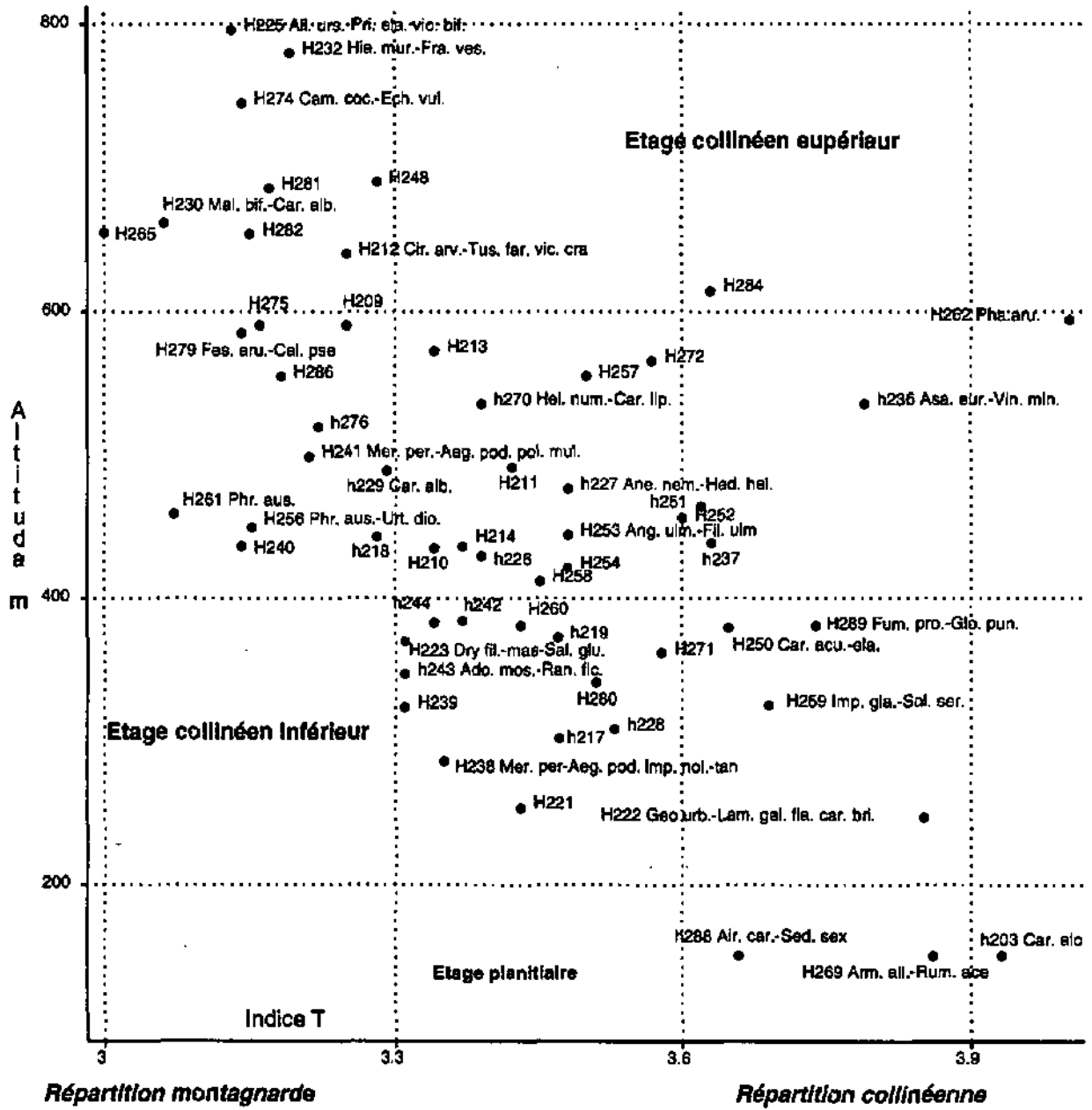


Fig. 7.13 Répartition de 76 syntaxons élémentaires herbacés en fonction de la hauteur de la station et des traces de crues

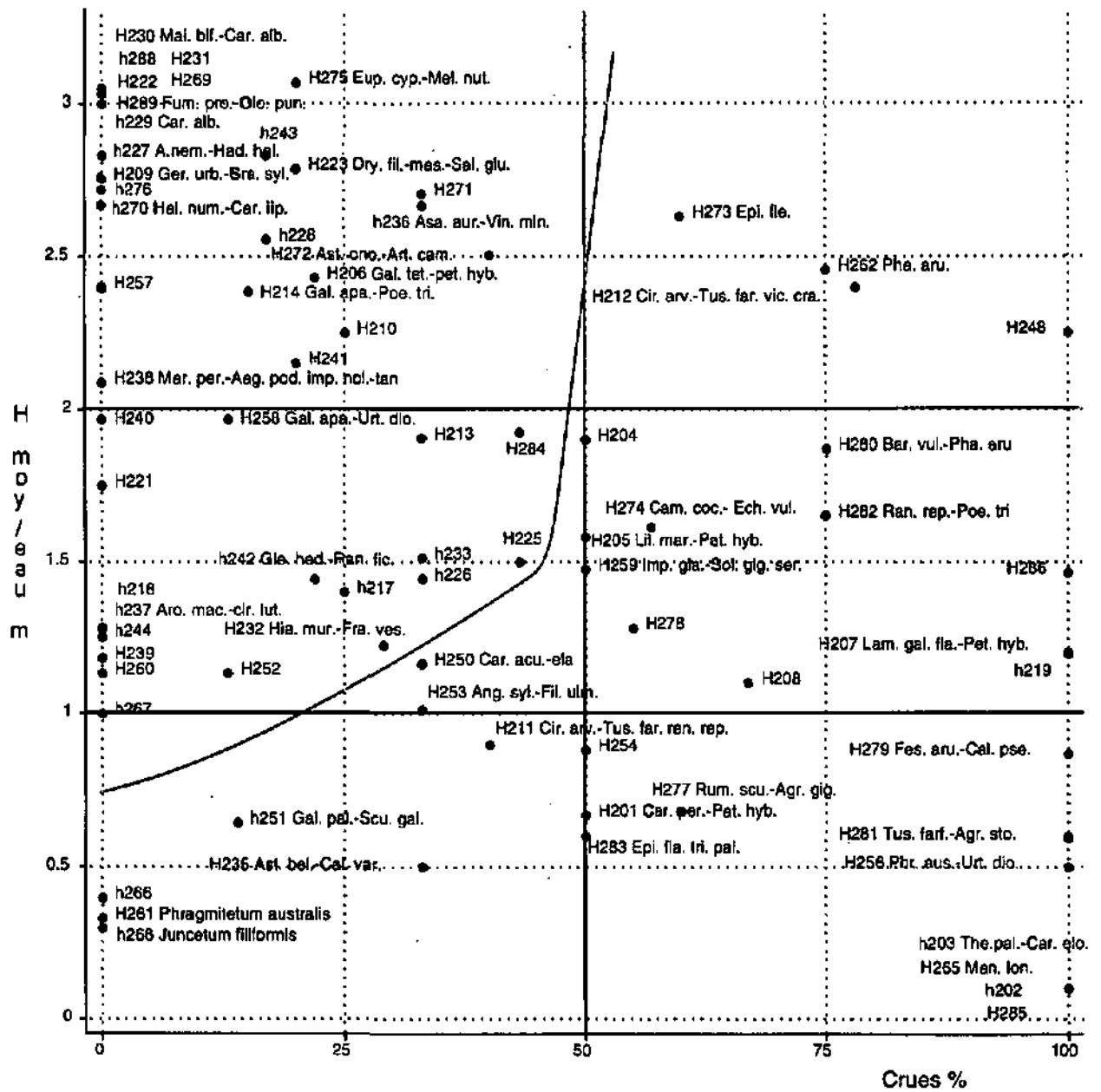


Fig. 7.14 Répartition de 77 syntaxons élémentaires herbacés en fonction de la moyenne de l'indice F et de l'indice N

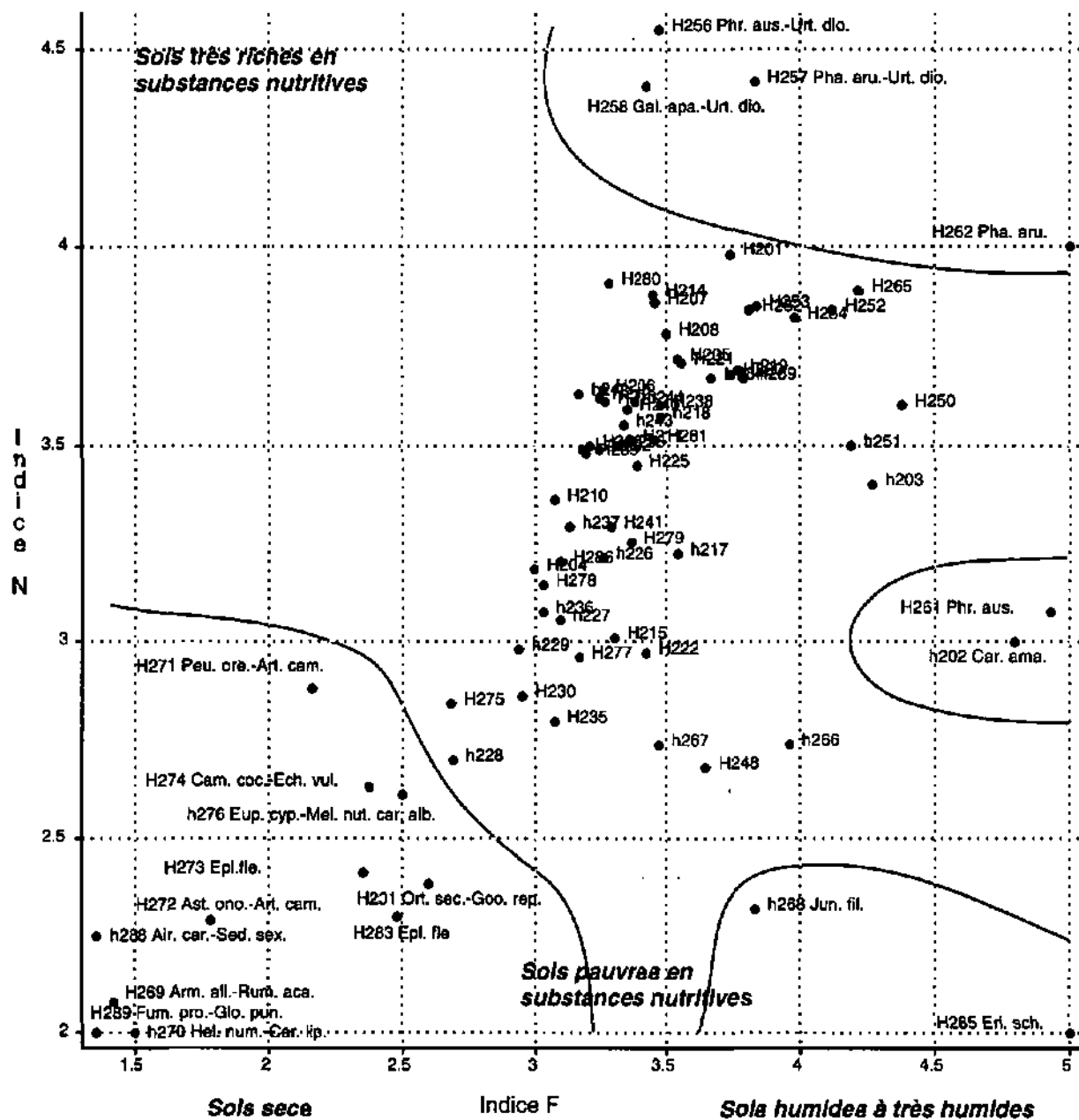


Fig. 7.15 Répartition de 58 syntexons élémentaires herbacés en fonction de la moyenne de l'indice F et de l'indice N

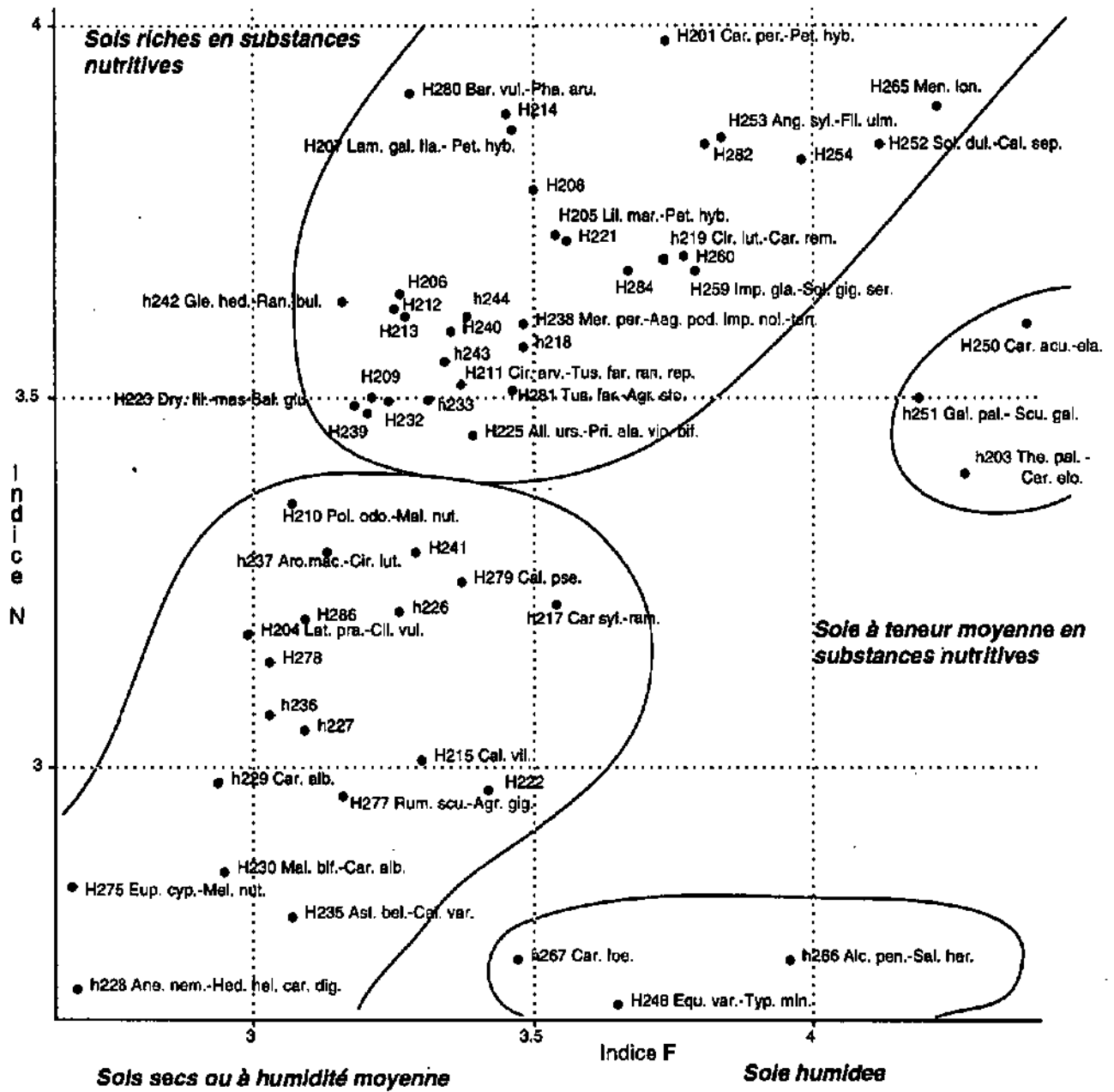


Fig. 7.16 Dendrogramme des relevés centroïdes A et a (descripteurs: espèces)

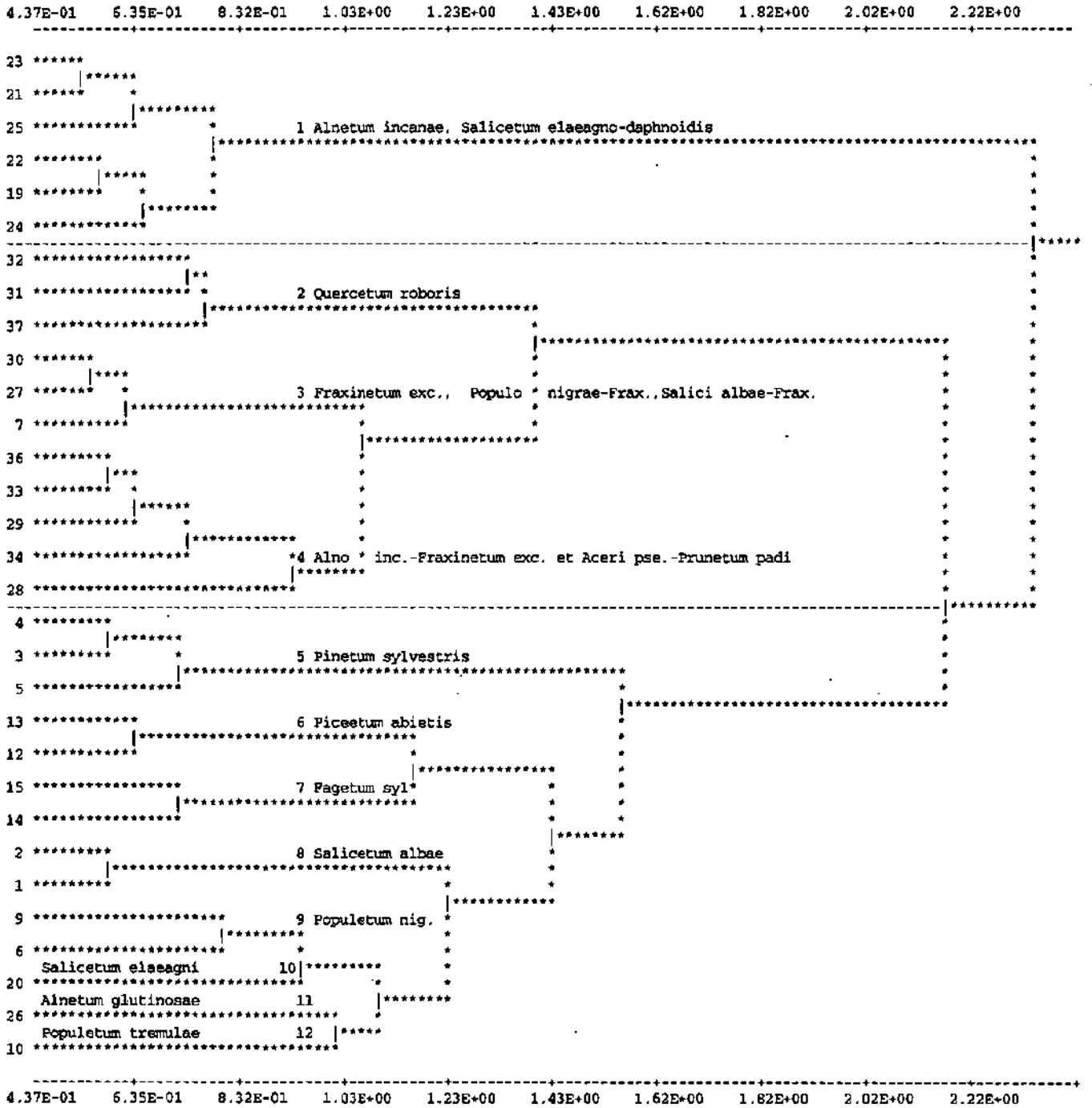


Fig. 7.17 Graphe de la succession des niveaux de fusion du dendrogramme issu du groupement agglomératif hiérarchique des relevés centroïdes B (43 rel./102 esp.)

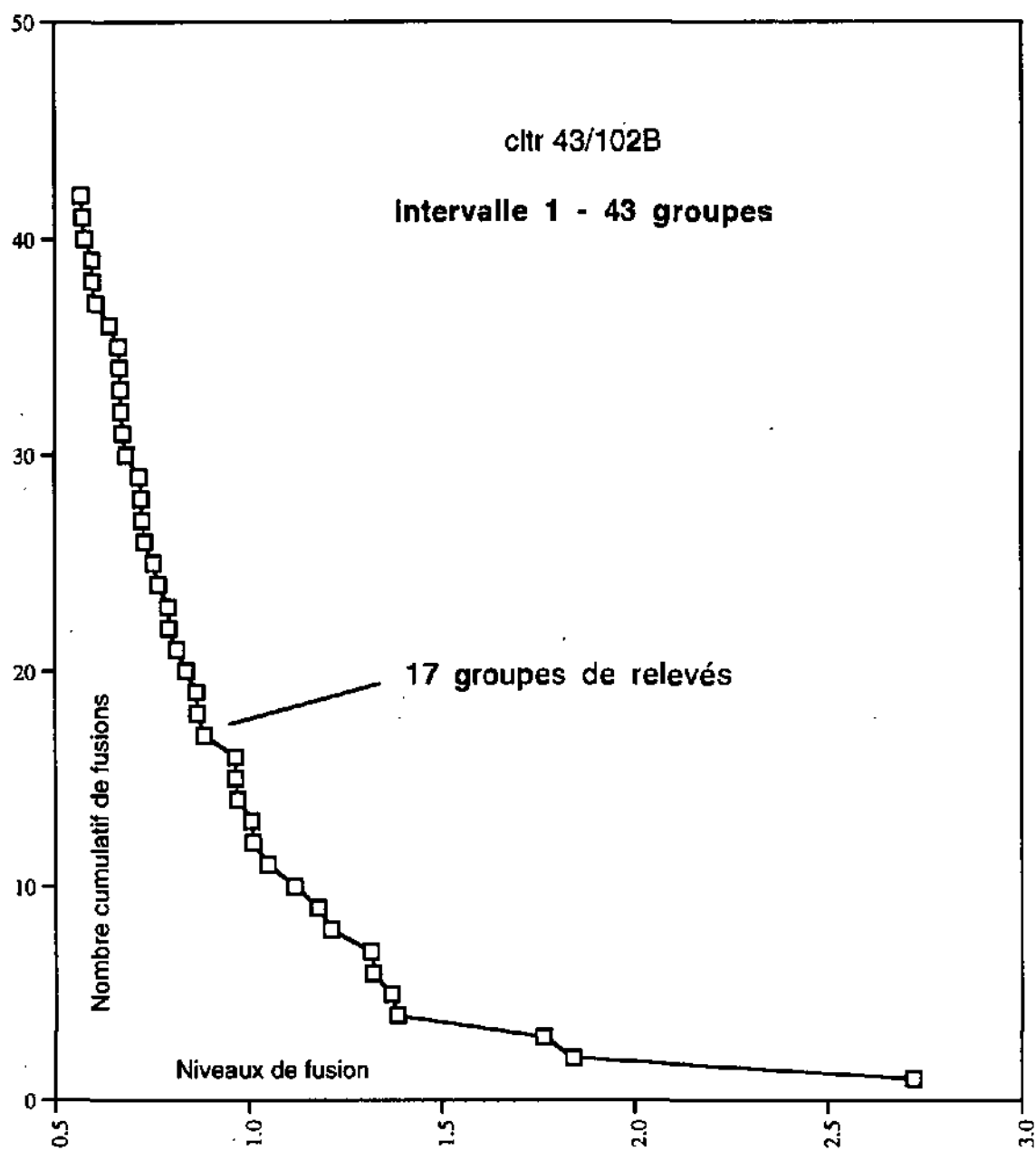
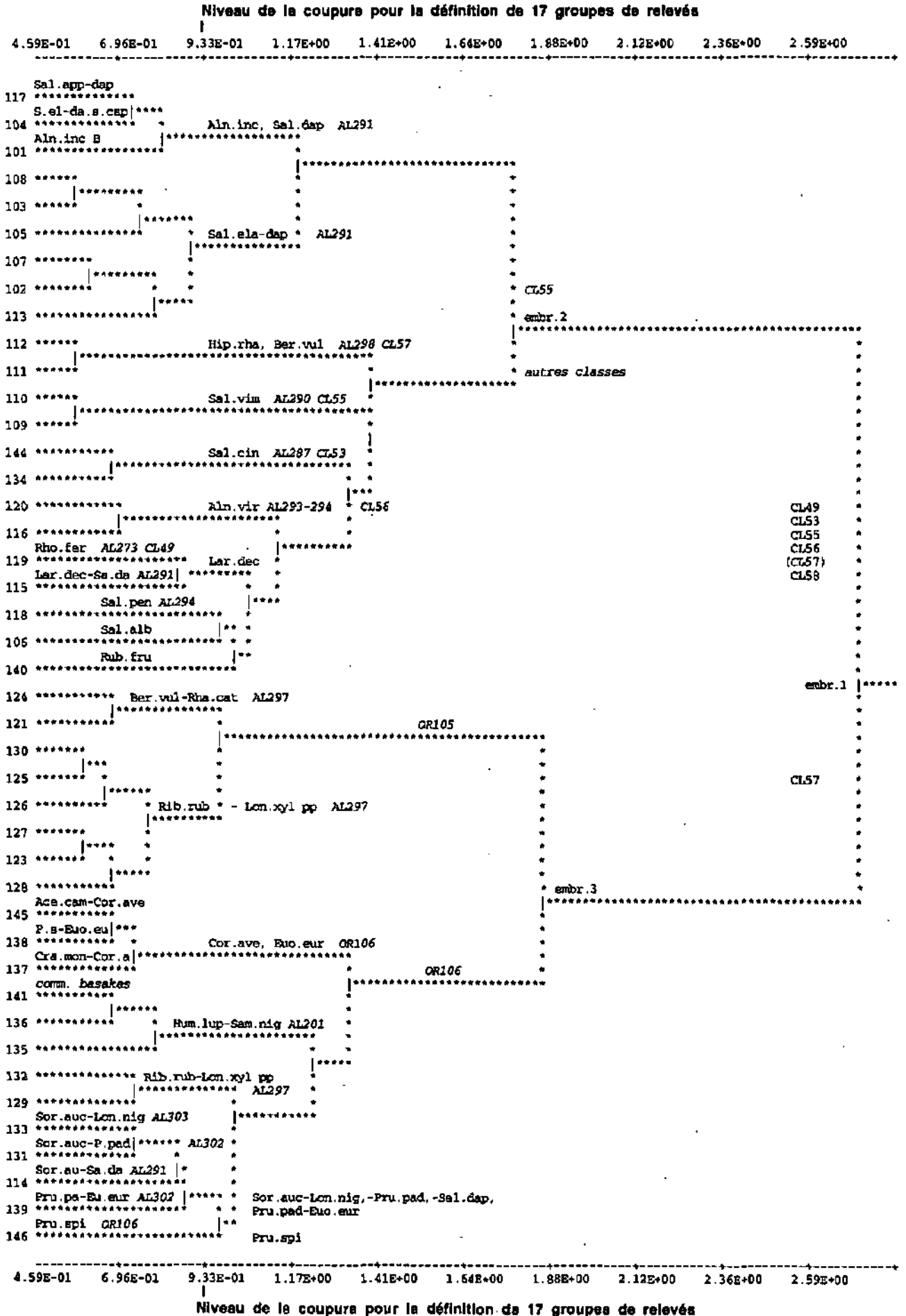


Fig. 7.18 Dendrogramme des relevés centroïdes B et b (descripteur: espèces)

italique: syntaxonomie

(italique): syntaxonomie incertaine



Abbréviation: embr.: embranchement

Teb. 7.10 Tableau des relevés centroïdes des syntaxone B et b (descripteurs: espèces)

Groupes phytocécologiques				1					2												
RELEVÉ NO.	GROUP NO.			140	134	144	137	145	138	146	131	139	114	133	138	135	141	129	132	120	
				10	5	3	13	13	13	17	18	18	18	16	14	14	14	16	15	12	
1811	RUBUS FRUTICOSUS B			36	4,00									0,08		0,04					
818	Salix pinnata B		CL53	32																	
7082	Ulmus minor B			31																	
2828	Lonicera caeo. caerulea B	AL284	OR104	CL56	25																1,08
1532	Ribes alatum B	AL287	OR105	CL57	43																0,01
1529	Ribes nigrum B	AL287	OR101	CL53	41																0,08 0,08 0,03
7060	Tilia pla. platyphyllos B			48																	0,01 0,03
7227	Prunus dom. domestica B			48																	
90	Taxus baccata A	AL311	OR109	CL68	47																
1840	Prunus metaleb B		OR108	CL57	47																
7088	Abies alba B			2										0,08							0,14
2827	Lonicera albigena B	AL293	OR104	CL56	2									0,07							0,14
7018	Acer platanoides B			42					0,01				0,01								0,01 0,03
2080	Daphne mezereum B	AL297	OR105	CL57	3										0,23						0,08 0,09 0,14
2830	Lonicera nigra B	AL293	OR104	CL56	3										0,80						
7078	Tilia cordata B			39												0,04		0,09			0,03
7183	Pyrus communis B		CL57	11				0,07	0,04												
7121	Hedera helix B			11				0,01	0,07												0,09
7100	Carpinus betulus B			11					0,21												0,01
7190	Malus sylvestris B		OR106	CL57	11				0,07												
2832	Lonicera per. perichymentum B		OR108	CL57	44																
7078	Populus tremula B			44																	
1981	Euconymus europaeus B		CL57	7					0,82							0,01 0,20 0,01					0,01 0,34
1857	Crataegus mon. monogyna B		CL57	9		0,23	0,09	0,43	1,14	1,36	0,56			0,14		0,07 0,22					0,09 0,23
821	Corylus avellana B		CL57	9				1,58	1,88	1,38	0,08					0,38 0,24 0,13					0,01 0,13 0,11
1844	Prunus spinosa B		CL57	10																	
7012	Prunus ped. pedunc B		OR106	CL57	10				0,86	2,06						0,01					
2821	Sambucus nigra B	AL299	OR106	CL57	5		0,25	1,13	0,38	0,92	1,25		2,42	1,00	0,83	1,14	0,43	0,88	0,19		0,13 0,58 0,33
7014	Humulus lupulus B	AL301	OR106	CL57	5		0,23	0,04		0,08	0,08		0,08	0,13		0,01	0,93	1,58			0,18 0,01 0,01
2004	Parthenocissus /repens A			38																	
7118	Celtis occidentalis B	AL301	OR106	CL57	40																0,02
7004	Quercus robur B			12					0,14								0,07				
7052	Acer campestre B			12			0,05		0,38					0,08			0,02	0,13			0,01
7070	Sorbus aria B			12				0,13	0,21												0,01 0,01
7010	Clematis vitalba B		CL57	12					0,30	0,08	0,13						0,12				0,11 0,08
7058	Prunus avium B			12					0,57								0,17	0,13			0,12 0,08
7002	Ulmus glabra B			24				0,63	0,01	0,15				0,08			0,33	0,20	0,26		0,38 0,17
7058	Fagus sylvatica B			24				0,54									0,64	0,04	0,14		0,20 0,08
7118	Sotermum dulcamara B			33		0,25								0,13							0,17
7122	Juglans regia B			45					0,04												
1834	Cotoneaster nebrodensis B	AL295	OR105	CL57	45																
7016	Robinia pseudo-acacia B			61													0,04				0,01
1868	Crataegus las. laevigata B	AL299	OR106	CL57	61																
7088	Quercus petraea B			60																	
1970	Ilex aquifolium B	AL300	OR106	CL57	60																
1806	Amelanchier ovalis B	AL285	OR105	CL57	48																
7080	Castanea sativa B			61																	
1331	Ribes rubrum B		OR106	CL57	6									0,17	0,19		0,07				0,12 0,13 0,23
7160	Alnus incana B			6										0,25			0,31				0,02 0,18 0,33 0,08
1998	Rhamnus catharticus B	AL287	OR105	CL57	4		0,25		0,14	0,15	0,08						0,04				0,01 0,88
2828	Viburnum opulus B	AL302	OR106	CL57	4		0,23	0,04		0,24	0,58	0,08	0,23				0,08				0,08 0,10 0,25
2824	Viburnum lantana B	AL287	OR105	CL57	4			0,04	0,21		0,19	0,33					0,12				0,38 0,17
2351	Ligustrum vulgare B		CL57	4													0,04	0,08			0,08 0,74
1213	Berberis vulgaris B	AL287	OR105	CL57	4																0,18 0,23
7000	Fraxinus excelsior B			8	1,00			0,50	0,14	0,19	0,31	0,17	0,63		0,21	1,38	0,80	1,01			0,34 0,88 0,08
2250	Cornus sanguinea B		CL57	8		0,05	0,30	0,33	0,93	0,61	0,70	0,20				0,79	0,02	0,13			0,07 0,14 0,18
1810	Rubus caesius B		CL42	8			0,50			0,08	0,13		0,38	0,33		0,04	0,28	0,08			0,30 0,88 1,00
2828	Lonicera xylosteum B	AL287	OR105	CL57	8					0,08	0,19		0,13	0,03	1,14	0,37	0,54	0,13			0,62 1,31 1,78
7235	Aesculus hippocastanum B			23				0,04													0,04
7074	Ternstroemia B		OR106	CL57	49					0,04											
1760	Coronilla emerus B	AL287	OR105	CL57	49																
1830	Rosa canina B		CL57	49						0,04											
838	Quercus pubescens A	AL307	OR108	CL58	22													0,02			0,08 0,01 0,01
2001	Fraxula alba B		CL59	22																	
7040	Alnus glutinosa B			36																	
7064	Sorbus auc. excruciat B	AL298	OR108	CL57	1			0,08				0,83	0,23	0,66		0,02					0,28
7013	Acer pseudoplatanus B			1				0,21	0,12	0,01	0,42	0,39	0,33	0,44	0,21	0,20	0,25				0,58 0,70 0,17
1809	Rubus idaeus B		OR073	CL38	1																0,88 0,50
7006	Picea abies B			1				0,21	0,08		0,83	0,37	0,78	0,11	0,08	0,14	1,51	0,84			0,03
7044	Salix caprea B	AL290	OR106	CL57	26																
1823	Rosa villosa B			26																	
7002	Salix alba x fragilis B			30																	
702	Salix viminalis B	AL290	OR103	CL55	34																
803	Salix tri. triandra B		CL55	29																	
7017	Salix ab. alba B			29																	
2090	Hippocrepis rhomboides B	AL288	OR105	CL57	18																0,08
7031	Alnus incana B			18																	

Fig. 7.19 Graphe de la succession des niveaux de fusion du dendrogramme issu du groupement agglomératif hiérarchique des relevés centroïdes H (77 rel./650 esp.)

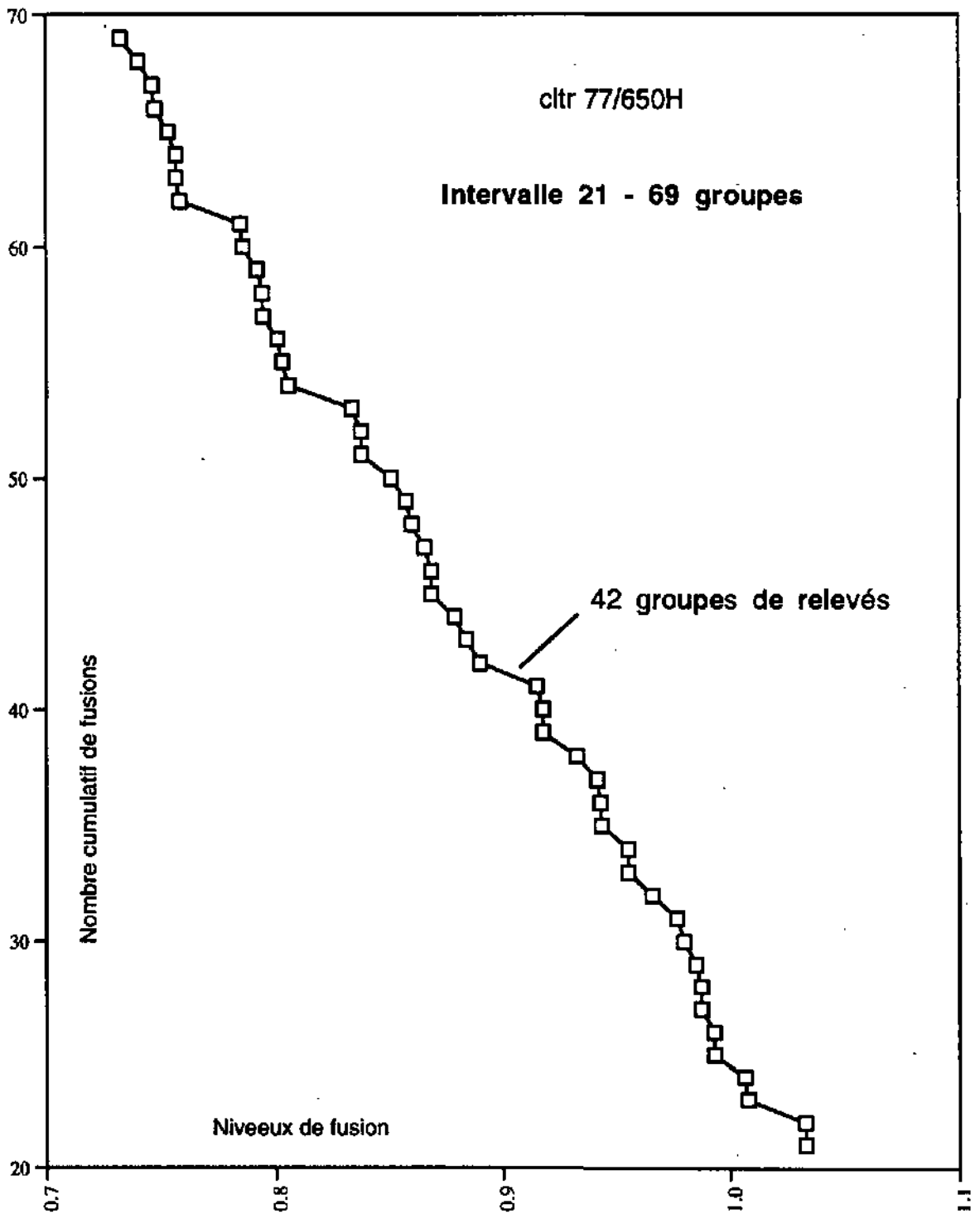
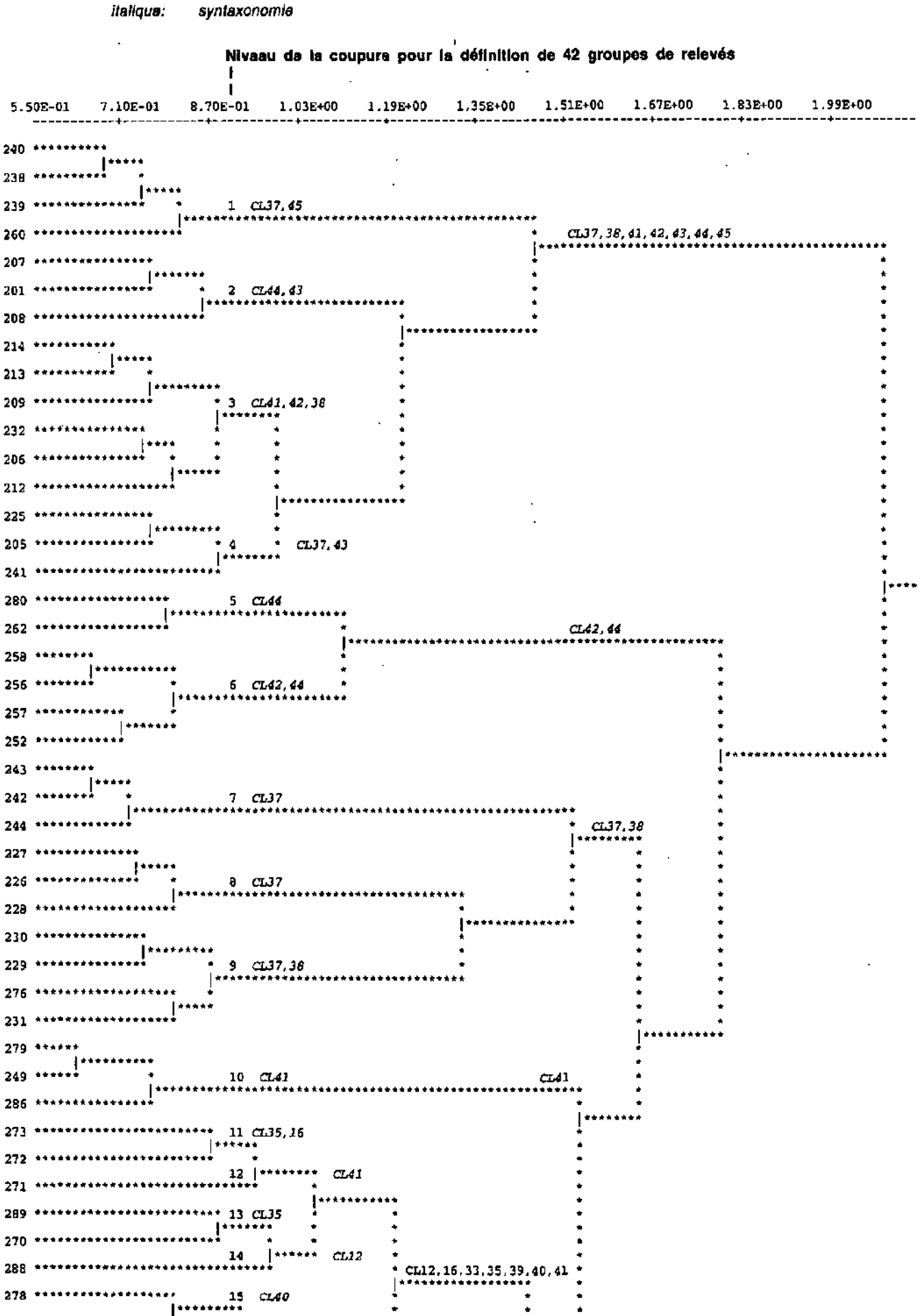


Fig. 7.20 Dendrogramme des relevés centroides H et h (descripteurs: espèces)



```

277 *****
283 ***** 16 CL16
275 ***** 17 CL35,39
274 ***** 18
204 ***** CL39
281 ***** 19 CL41
235 ***** 20 CL33
265 ***** 21 CL40
219 ***** 22 CL05
217 ***** 23 CL40 CL05,40
282 ***** 24 CL05
268 ***** 25 CL30
266 ***** 26 CL30
267 ***** 27 CL36 CL04,05,26,36,37,43,45
284 ***** 28 CL05
233 ***** 29 CL05
218 ***** 30 CL37
237 ***** 31 CL37
236 ***** 32 CL45
250 ***** 33 CL36
248 ***** 34 CL04
251 ***** 35 CL45
203 ***** 36 CL43
215 ***** 37 CL26
269 ***** 38 CL44
245 ***** 39 CL44
254 ***** 40 CL42,41
211 ***** 41 CL37
221 ***** 42 CL37
222 *****

```

5.50E-01 7.10E-01 8.70E-01 1.03E+00 1.19E+00 1.35E+00 1.51E+00 1.67E+00 1.83E+00 1.99E+00

Niveau de la coupure pour la définition de 42 groupes de relevés

Tab. 7.16 Lists des coenotaxons éléments raras classés par formation végétale

Roselières et groupements d'hélophytes		N. rel
CoE 1027	Typhocoenotum minimae	2
CoE 1072	Phragmitocoenotum australis	2
CoE 1074	Phalaridocoenotum arundinaceae	2
CoE 1078	Cericioenotum acutiformis - elatae	typicum 2
CoE 1092	Urtico dioicae - Phragmitocoenotum australis	typicum 2
Communautés pionnières des alluvions		
CoE 1006	Rumicli acutali - Agrostocoenotum giganteae	typicum 8
CoE 1007	Ranunculo repentis - Pooecoenotum trivialis	typicum 3
CoE 1040	Epilobocoenotum fleischeri	typicum 1
CoE 1041	Epilobocoenotum fleischeri	rhododendrocoenotum ferrugineum 2
CoE 1059	Festuco arundinaceae - Calamagrosticoenotum pseudophragmiti	typicum 3
CoE 1065	Tussilago farfarae - Agrostocoenotum stoloniferae	typicum 3
Mégaphorbiées		
CoE 1006	Ranunculo repentis - Pooecoenotum trivialis	menthocoenotum longifoliae 2
CoE 1018	Cardamino amarae - Petalidocoenotum hybridi	1
CoE 1019	Poo trivialis - Petalidocoenotum hybridi	1
CoE 1092	Impatiens glanduliferae - Solidagocoenotum serotinae	2
CoE 1090	Gallio aparinae - Urticoenotum dioicae	typicum 1
CoE 1117	Angelico sylvestris - Filipendulocoenotum ulmariae	impatientocoenotum glanduliferae 2
CoE 1131	Lamio maculati - Petalidocoenotum hybridi	1
Fourrés alluviaux de myricaire et/ou d'ergoualer		
CoE 1066	Festuco arundinaceae - Calamagrosticoenotum pseudophragmiti	myricaricoenotum germanicae 4
CoE 1062	Festuco arundinaceae - Calamagrosticoenotum pseudophragmiti	hippophaeocoenotum rhamnoidis 2
Pelouses xérophiles		
CoE 1003	Campanulo cochlearifoliae - Echlocoenotum vulgaris	typicum 2
CoE 1069	Fumano procumbentis - Globularicoenotum punctatae	2
CoE 1126	Sedo saxangulares - Rumicicoenotum acetosellae	2
Fourrés xérophiles divers		
CoE 1004	Campanulo cochlearifoliae - Echlocoenotum vulgaris	salicicoenotum oleaeagni 6
CoE 1055	Melico nutantis - Hippophaeocoenotum rhamnoidis	5
CoE 1057	Astragalo onobrychidis - Myricaricetum germanicae	5
CoE 1061	Astragalo onobrychidis - Hippophaeocoenotum rhamnoidis	3
CoE 1070	Peucedano orosellini - Cericioenotum liparocarpos	hippophaeocoenotum rhamnoidis 2
CoE 1116	Peucedano orosellini - Cericioenotum liparocarpos	salicicoenotum oleaeagni 1
CoE 1120	Peucedano orosellini - Cericioenotum liparocarpos	rhamnocoenotum cathartici 3
Fourrés de saule cendré		
CoE 1080	Scutellario galericulatae - Salicicoenotum cinerea	typicum 2
Fourrés de saule des vanniers		
CoE 1051	Ranunculo repentis - Pooecoenotum trivialis	salicicoenotum viminales 2
CoE 1071	Phragmito australis - Salicicoenotum viminellae	1
CoE 1077	Cericioenotum acutiformis - elatae	salicicoenotum viminales 1
CoE 1078	Barbarea vulgaris - Phalaridocoenotum arundinaceae	salicicoenotum viminales 1
CoE 1100	Glechomo hederacea - Salicicoenotum viminellae	2
CoE 1102	Urtico dioicae - Phragmitocoenotum australis	salicicoenotum viminellae 1
Fourrés et forêts de saule blanc		
CoE 1030	Poo trivialis - Salicicoenotum albae	typicum 1
CoE 1052	Ranunculo repentis - Pooecoenotum trivialis	salicicoenotum albae 2
CoE 1063	Festuco arundinaceae - Calamagrosticoenotum pseudophragmiti	salicicoenotum albae 3
CoE 1073	Barbarea vulgaris - Phalaridocoenotum arundinaceae	salicicoenotum albae 3
CoE 1081	Scutellario galericulatae - Salicicoenotum albae	typicum 4
CoE 1083	Solidago serotinae - Salicicoenotum albae	3
CoE 1089	Filipandulo ulmariae - Salicicoenotum albae	2
CoE 1093	Urtico dioicae - Phragmitocoenotum australis	salicicoenotum albae 2
CoE 1099	Scutellario galericulatae - Salicicoenotum cinerea	salicicoenotum albae 1
CoE 1103	Phalarido arundinaceae - Salicicoenotum albae	alnocoenotum incanae 1
CoE 1109	Circaeo lutetianae - Salicicoenotum albae	1
CoE 1122	Poo trivialis - Salicicoenotum oleaeagni	salicicoenotum albae 1
CoE 1123	Tussilago farfarae - Agrosticoenotum stoloniferae	salicicoenotum albae 1
CoE 1124	Cericioenotum acutiformis - elatae	salicicoenotum albae 1
CoE 1132	Mercurialis perennis - Salicicoenotum albae	1
Fourrés et forêts de saule drapé		
CoE 1001	Ceruo peronatae - Petalidocoenotum hybridi	salicicoenotum oleaeagni 3
CoE 1006	Primulo elatioris - Salicicoenotum oleaeagni	3
CoE 1013	Hieracio murorum - Salicicoenotum oleaeagni	4
CoE 1014	Tussilago farfarae - Agrosticoenotum stoloniferae	salicicoenotum oleaeagni 2
CoE 1015	Epilobocoenotum fleischeri	salicicoenotum oleaeagni 4
CoE 1022	Geranio robertianii - Salicicoenotum oleaeagni	2
CoE 1023	Astero bellidifolii - Salicicoenotum daphnoides	1
CoE 1031	Galeopsis tetralix - Salicicoenotum oleaeagni	2
CoE 1032	Circeo helenioides - Salicicoenotum oleaeagni	1
CoE 1035	Lilko maritimum - Petalidocoenotum hybridi	salicicoenotum oleaeagni 1
CoE 1049	Rumicli acutali - Agrosticoenotum giganteae	salicicoenotum oleaeagni 8
CoE 1050	Cirsio arvensis - Salicicoenotum oleaeagni	2
CoE 1053	Melico nutantis - Salicicoenotum oleaeagni	1
CoE 1056	Festuco arundinaceae - Calamagrosticoenotum pseudophragmiti	salicicoenotum oleaeagni 4
CoE 1075	Barbarea vulgaris - Phalaridocoenotum arundinaceae	salicicoenotum oleaeagni 2

Tab. 7.16 Lista daa coenotaxons élémentaires classéa par formation végétals

CoE 1095	Poo trivialis - Salicicoenetum elaeagni	typicum	2
CoE 1113	Urtico dioicae - Sambucocoenetum nigrae	salicicoenetosum elaeagni	1
CoE 1135	Mercurialio perennis - Salicicoenetum elaeagni		1
CoE 1136	Clinopodio vulgaris - Salicicoenetum elaeagni		1
Fourrés d'aulna vert et da esules subalpins			
CoE 1033	Violo biflorae - Alnocoenetum viridis		1
CoE 1037	Rumici scutati - Salicicoenetum hegetschweileri	typicum	8
CoE 1038	Rumici scutati - Salicicoenetum hegetschweileri	salicicoenetosum pentandree	2
CoE 1039	Rumici scutati - Salicicoenetum hegetschweileri	laricicoenetosum deciduae	3
Fourrés et forêts d'aulne blanc			
CoE 1002	Carduo personatae - Petasitocoenetum hybridi	alnocoenetosum incanae	3
CoE 1009	Lilio maragon - Alnocoenetum incanae		8
CoE 1020	Hieracio murorum - Alnocoenetum incanae		1
CoE 1021	Geranio robertianii - Alnocoenetum incanae		10
CoE 1024	Galeopalo tetrahit - Alnocoenetum incanae		7
CoE 1025	Primulo elatioris - Alnocoenetum incanae		2
CoE 1028	Cirsio helenioidis - Alnocoenetum incanae		1
CoE 1045	Polygonato odorati - Alnocoenetum incanae	typicum	2
CoE 1047	Cirsio arvensis - Alnocoenetum incanae		10
CoE 1048	Poo trivialis - Alnocoenetum incanae		4
CoE 1079	Lamiastro liavidi - Petasitocoenetum hybridi		4
CoE 1085	Filipendulo ulmariae - Alnocoenetum incanae		2
CoE 1112	Urtico dioicae - Sambucocoenetum nigrae	alnocoenetosum incanae	2
CoE 1115	Cerlicocoenetum acutiformis - elatae	alnocoenetosum incanae	1
CoE 1134	Mercurialio perennis - Alnocoenetum incanae		1
Fourrés et forêts d'aulne noir			
CoE 1108	Mercurialio perennis - Alnocoenetum glutinosae		1
CoE 1111	Cerlici remotae - Alnocoenetum glutinosae		2
CoE 1125	Cerlici elongatae - Alnocoenetum glutinosae		1
CoE 1129	Cerlici acutiformis - Alnocoenetum glutinosae		1
Forêts de peuplier noir			
CoE 1048	Polygonato odorati - Alnocoenetum incanae	populocoenetosum nigrae	2
CoE 1110	Cirsiao lutetiense - Populocoenetum nigrae		1
CoE 1114	Urtico dioicae - Sambucocoenetum nigrae	populetosum nigrae	1
Forêts de frêne			
CoE 1042	Geranio robertianii - Fraxinocoenetum excelioris		2
CoE 1043	Salvio glutinosae - Fraxinocoenetum excelioris		5
CoE 1084	Scutellario galericulatae - Salicicoenetum elaeagni	fraxinocoenetosum excelioris	2
CoE 1088	Filipendulo ulmariae - Fraxinocoenetum excelioris		3
CoE 1091	Gallio aparinae - Urticocoenetum dioicae	fraxinocoenetum excelioris	1
CoE 1094	Poo trivialis - Fraxinocoenetum excelioris		9
CoE 1098	Cerlici acutiformis - Fraxinocoenetum excelioris		1
CoE 1101	Impatienti noli-tangere - Fraxinocoenetum excelioris		3
CoE 1108	Mercurialio perennis - Fraxinocoenetum excelioris		7
CoE 1121	Cerlici remotae - Fraxinocoenetum excelioris		3
CoE 1127	Poo trivialis - Salicicoenetum albae	fraxinocoenetosum excelioris	1
CoE 1130	Hedero helicis - Fraxinocoenetum excelioris		1
Forêts de chênes			
CoE 1088	Filipendulo ulmariae - Quercocoenetum roboris		1
CoE 1087	Cerlici albae - Quercocoenetum roboris		3
CoE 1105	Mercurialio perennis - Quercocoenetum roboris		5
CoE 1118	Hedero helicis - Quercocoenetum roboris		5
CoE 1119	Peucedano oreoselinii - Cerlicocoenetum lipetocarpos	quercocoenetosum pubescentis	2
Forêts de pin sylvestre			
CoE 1028	Orthilio secundae - Pinocoenetum sylvestris		1
CoE 1038	Melico nutantis - Pinocoenetum sylvestris		9
CoE 1054	Astragalo onobrychidis - Pinocoenetum sylvestris		2
CoE 1096	Hedero helicis - Pinocoenetum sylvestris		1
CoE 1104	Melanthero bifolii - Fagocoenetum sylvaticae	pinocoenetosum sylvestris	3
CoE 1128	Cerlici albae - Pinocoenetum sylvestris		1
Forêts de hêtre			
CoE 1010	Melanthero bifolii - Fagocoenetum sylvaticae	typicum	2
CoE 1012	Melanthero bifolii - Fagocoenetum sylvaticae	fraxinocoenetosum excelioris	3
CoE 1060	Melanthero bifolii - Fagocoenetum sylvaticae	populicoenetosum tremulae	1
CoE 1097	Cerlici albae - Fagocoenetum sylvaticae		4
Forêts d'épicéa			
CoE 1011	Celamagrostio villosae - Piceocoenetum abietis		1
CoE 1018	Astero ballcliastrii - Piceocoenetum abietis		1
CoE 1017	Melanthero bifolii - Piceocoenetum abietis		2
CoE 1029	Clinopodio vulgaris - Piceocoenetum abietis		1
CoE 1034	Violo biflorae - Piceocoenetum abietis		1
CoE 1107	Mercurialio perennis - Piceocoenetum abietis		1
Ses-marais et pelouses de l'étage alpin			
CoE 1084	Eriophorocoenetum scheuchzeri		1
CoE 1066	Juncocoenetum filiformis		2
CoE 1087	Cerlicocoenetum fcatidae		1
CoE 1088	Alchemillo pentaptylissae - Salicicoenetum herbaceae		1

Fig. 7.21 Répartition de 131 coenotaxons élémentaires en fonction de la hauteur de la station et des traces de crues

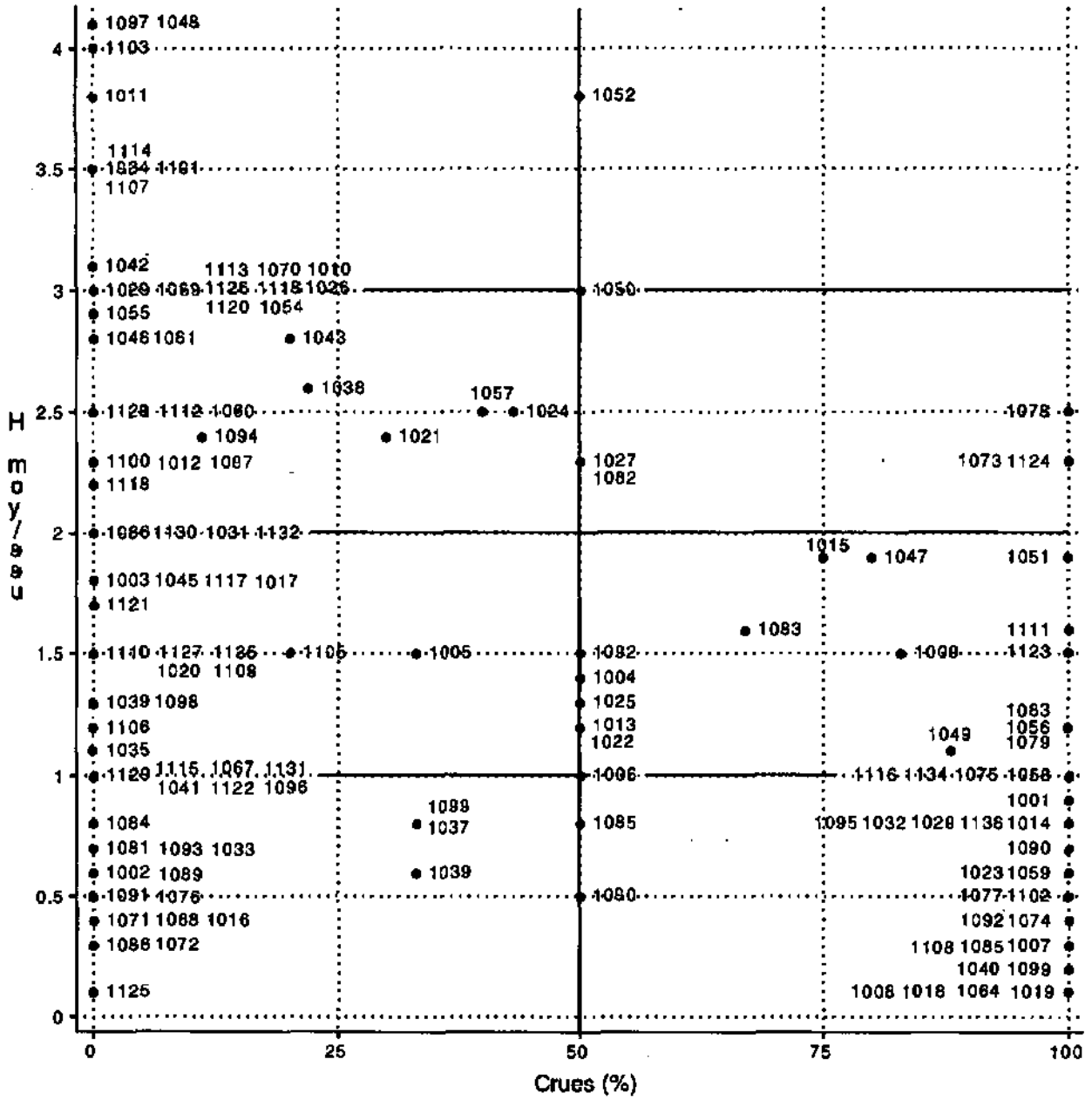
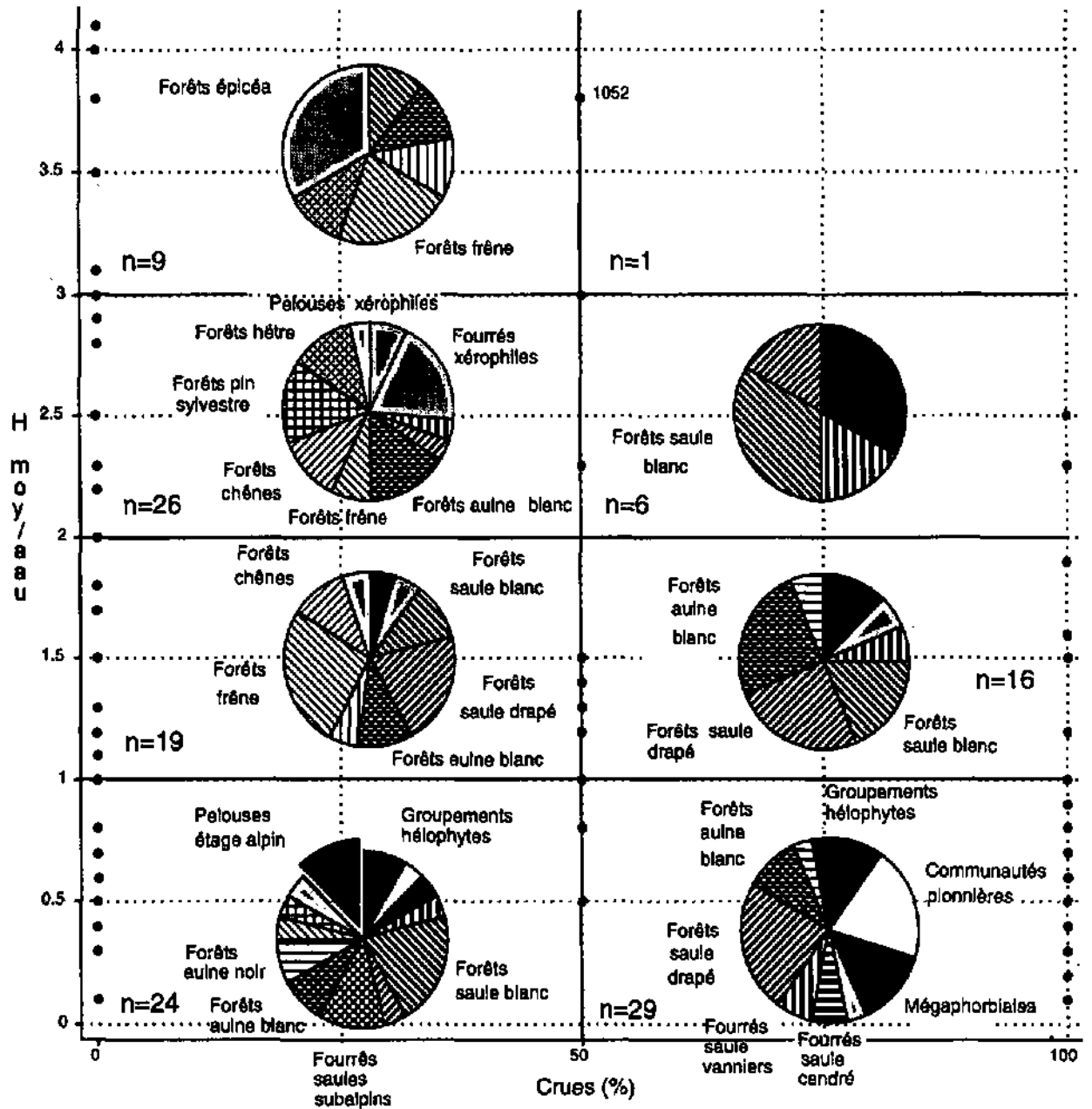
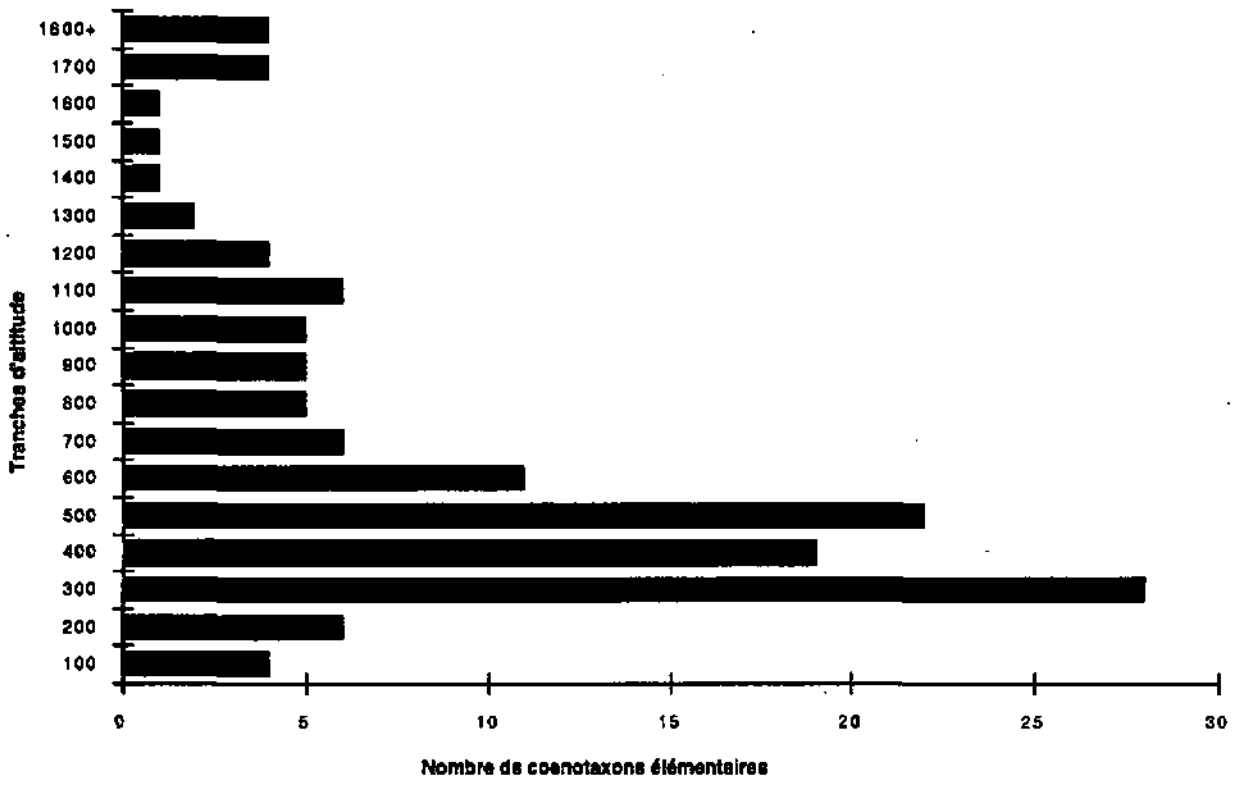


Fig. 7.22 Répartition de 131 coenotaxona élémentaires an fonction de la hauteur de la atation et des tracea de cruaa: occupation des divers compartimenta



N.B. Seules les catégories de coenotaxons représentées à au moins 2 exemplaires sont mentionnées dans les histogrammes

Fig. 7.23 Répartition de 134 coenotaxons en fonction de l'altitude



Teb. 7.17 Répartition de 134 coenotaxona dans 4 régions naturelle de Suisse

		M	AN	AI	AS			M	AN	AI	AS			M	AN	AI	AS
CoE 1051	2					CoE 1128	1					CoE 1055				5	
CoE 1052	2					CoE 1129	1					CoE 1056				4	
CoE 1069	2					CoE 1130	1					CoE 1057				5	
CoE 1071	1					CoE 1131	1					CoE 1058				4	
CoE 1072	2					CoE 1132	1					CoE 1080				1	
CoE 1073	3					CoE 1134	1					CoE 1061				3	
CoE 1074	2					CoE 1001		3				CoE 1062				2	
CoE 1075	2					CoE 1005		3				CoE 1064				1	
CoE 1077	1					CoE 1006		2				CoE 1066				2	
CoE 1076	1					CoE 1010		2				CoE 1087				1	
CoE 1080	2					CoE 1012		3				CoE 1068				1	
CoE 1081	4					CoE 1013		4				CoE 1079					4
CoE 1082	2					CoE 1014		2				CoE 1116					1
CoE 1084	2					CoE 1016		1				CoE 1119					2
CoE 1085	2					CoE 1017		2				CoE 1121					3
CoE 1086	1					CoE 1018		1				CoE 1123					1
CoE 1087	3					CoE 1019		1				CoE 1124					1
CoE 1088	3					CoE 1020		1				CoE 1125					1
CoE 1088	2					CoE 1022		2				CoE 1126					2
CoE 1090	1					CoE 1023		1				CoE 1007	1	2			
CoE 1091	1					CoE 1025		2				CoE 1024		2	5		
CoE 1082	2					CoE 1035		1				CoE 1006		2	4		
CoE 1093	2					CoE 1135		1				CoE 1002		2	1		
CoE 1094	9					CoE 1136		1				CoE 1003		1	1		
CoE 1095	2					CoE 1011				1		CoE 1015		1	3		
CoE 1096	1					CoE 1026				1		CoE 1009		4	2		
CoE 1087	4					CoE 1027				2		CoE 1004		5		1	
CoE 1096	1					CoE 1028				1		CoE 1021		1	7	2	
CoE 1099	1					CoE 1029				1		CoE 1043			1	4	
CoE 1100	2					CoE 1030				1		CoE 1047			9	1	
CoE 1101	3					CoE 1031				2		CoE 1048			3	1	
CoE 1102	1					CoE 1032				1		CoE 1049			6	2	
CoE 1103	1					CoE 1033				1		CoE 1063			1	2	
CoE 1104	3					CoE 1034				1		CoE 1059			2	1	
CoE 1105	5					CoE 1037				6		CoE 1036	3		6		
CoE 1106	7					CoE 1038				2		CoE 1065	2		1		
CoE 1107	1					CoE 1039				3		CoE 1112	1		1		
CoE 1106	1					CoE 1040				1		CoE 1070	1			1	
CoE 1109	1					CoE 1041				2		CoE 1076	1			1	
CoE 1110	1					CoE 1042				2		CoE 1083	2			1	
CoE 1113	1					CoE 1045				2		CoE 1111	1			1	
CoE 1114	1					CoE 1046				2		CoE 1117	1			1	
CoE 1115	1					CoE 1050				2		CoE 1118	2			3	
CoE 1122	1					CoE 1053				1		CoE 1120	1			2	
CoE 1127	1					CoE 1054				2							

Légende: M: Plateau AN: Alpes du Nord AI: Alpes centrales AS: Alpes du Sud

Fig. 7.24 Graphs de la succession des niveaux de fusion du dendrogramme issu du groupement agglomératif hiérarchique des relevés centroïdes des coenotaxons élémentaires (134 relevés/53 sillons)

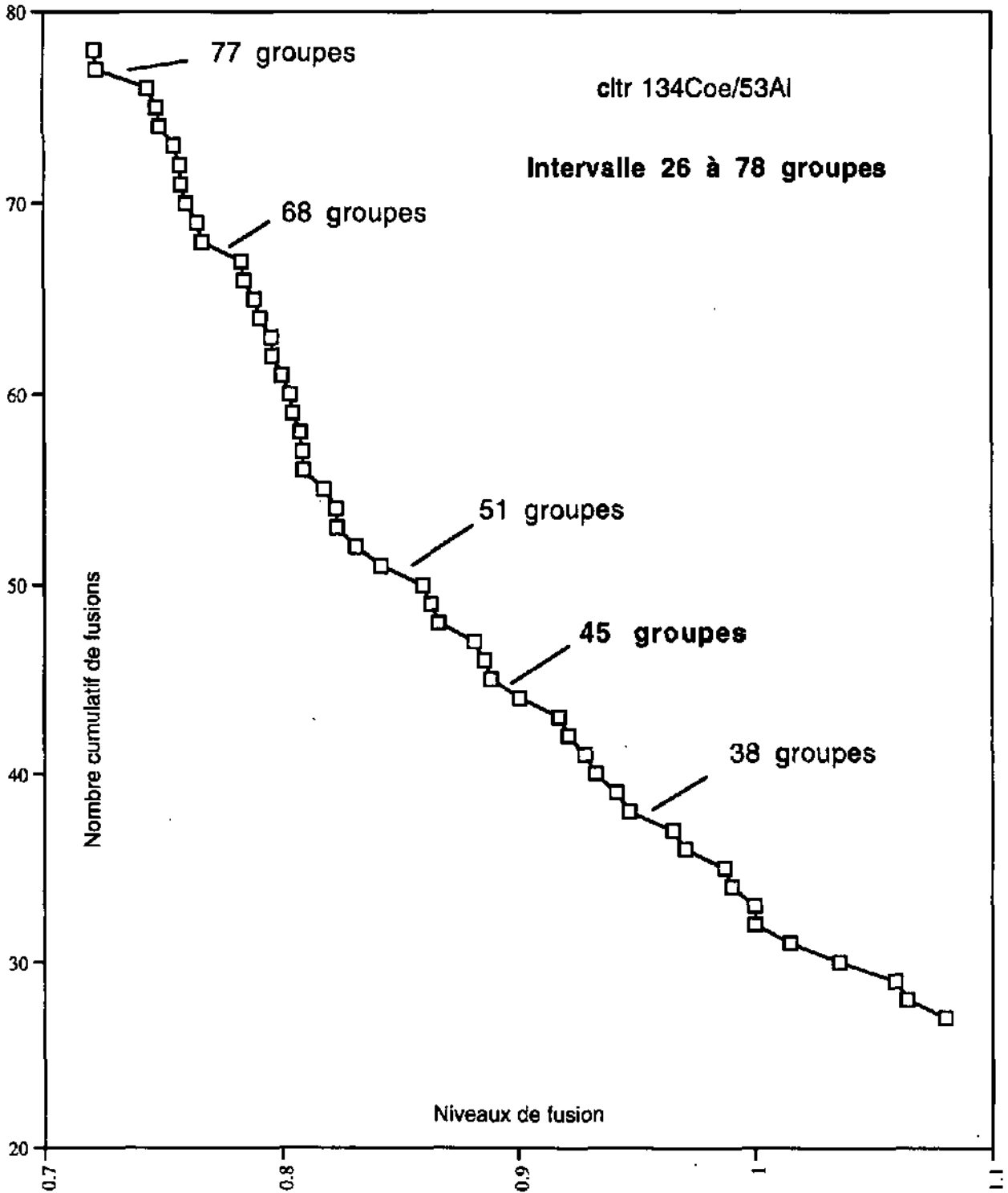
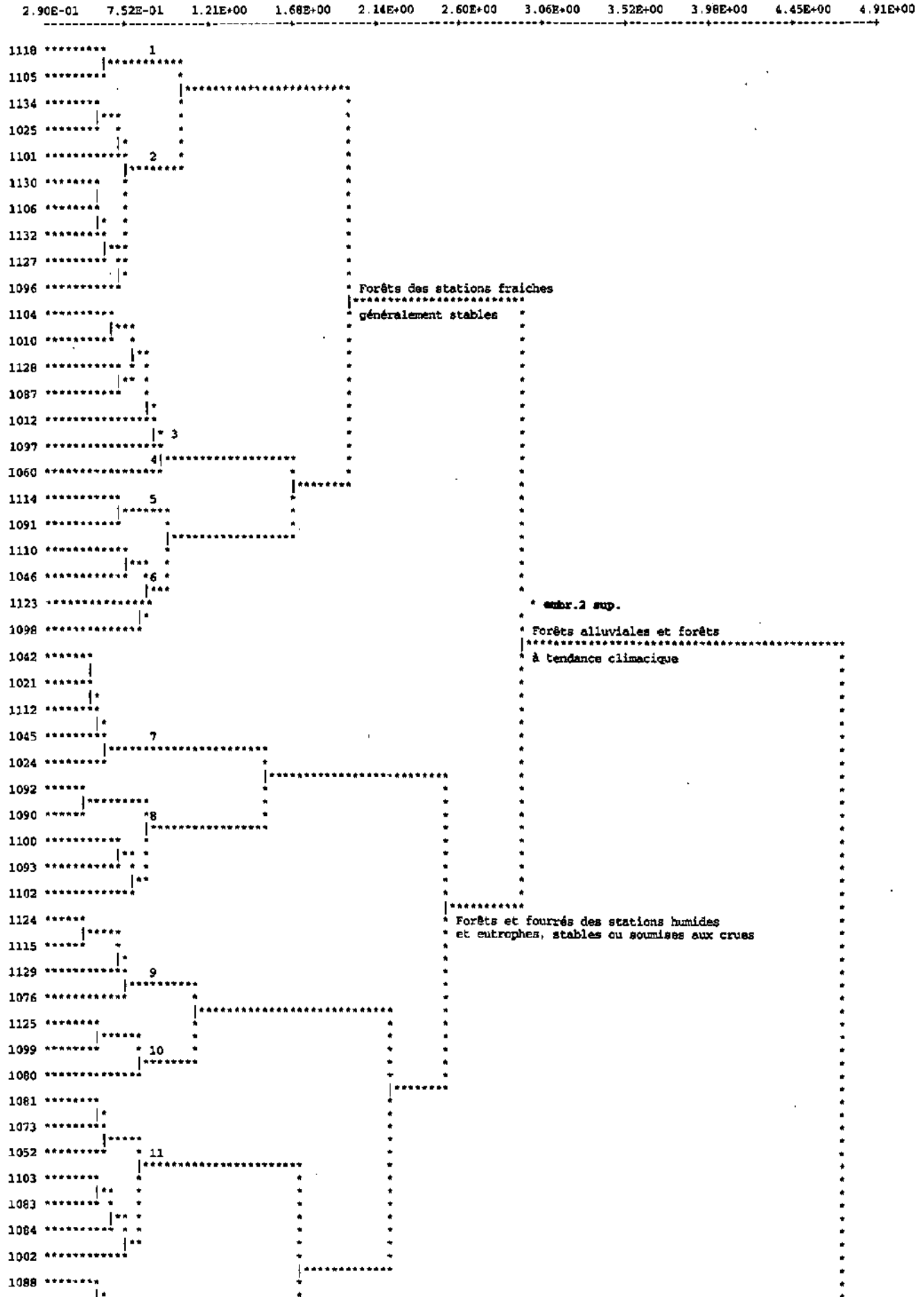
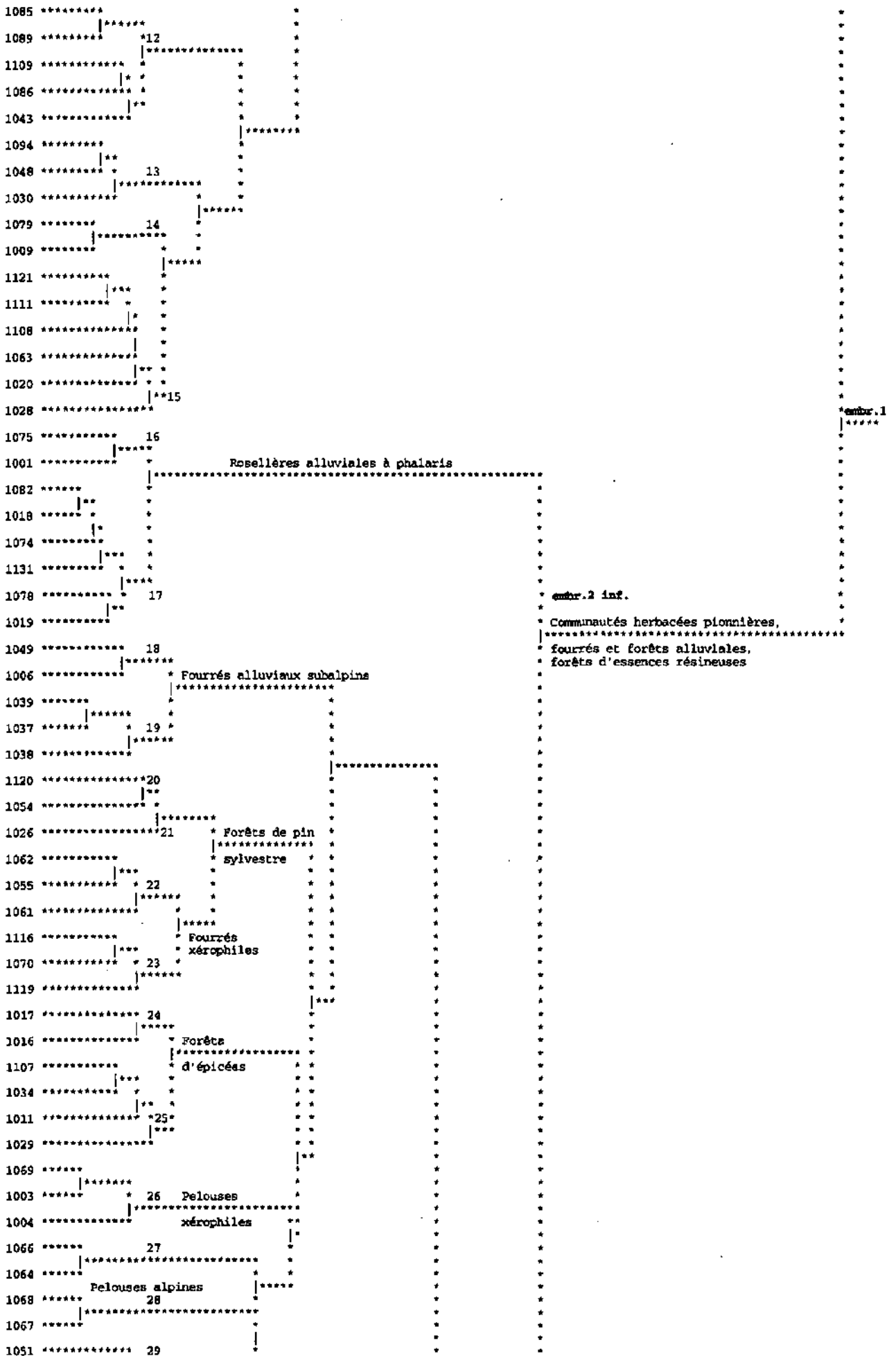


Fig. 7.25 Dendrogramme des relevés centroïdes des coenotexons élémentaires (descripteur: alliances)

La "coupure" du dendrogramme pour définir les groupes correspond approximativement à l'emplacement des numéros de groupes





Groupe 1	Forêt de chêne pédonculé
CcE 1105	<i>Mercurialis perennis-Quercocoenetum roboris</i>
CcE 1118	<i>Hedera helicis-Quercocoenetum roboris</i>
CcE 1087	<i>Carici albae-Quercocoenetum roboris</i>
Groupe 2	Forêts d'essences hygrophiles des stations stables
2.1	Forêt de saule blanc
CcE 1132	<i>Mercurialis perennis-Salicocoenetum albae</i>
2.2	Forêt d'aune blanc
CcE 1025	<i>Primula alatoria-Alnocoenetum incana</i>
CcE 1134	<i>Mercurialis perennis-Alnocoenetum incanae</i>
2.3	Forêt de frêne
CcE 1101	<i>Impatiens noli-tangere-Fraxinocoenetum excelsioris</i>
CcE 1108	<i>Mercurialis perennis-Fraxinocoenetum excelsioris</i>
CcE 1127	<i>Poa trivialis-Fraxinocoenetum excelsioris salicocoenetosum albae</i>
CcE 1130	<i>Hedera helicis-Fraxinocoenetum excelsioris</i>
Groupe 3	Forêts d'essences climaciques
3.1	Forêts de hêtre
CcE 1010	<i>Maianthemo bifolii-Fagocoenetum sylvaticae typicum</i>
CcE 1012	<i>Maianthemo bifolii-Fagocoenetum sylvaticae fraxinocoenetosum excelsioris</i>
CcE 1097	<i>Carici albae-Fagocoenetum sylvaticae</i>
3.2	Forêt de pin sylvestre
CcE 1104	<i>Maianthemo bifolii-Fagocoenetum sylvaticae pinocoenetosum sylvestris</i>
CcE 1096	<i>Hedera helicis-Pinocoenetum sylvestris</i>
CcE 1128	<i>Carici albae-Pinocoenetum sylvestris</i>
Groupe 4	Forêt de peuplier tremble
CcE 1060	<i>Maianthemo bifolii-Fagocoenetum sylvaticae populocoenetosum tremulae</i>
Groupe 5	Forêts de frêne et de peuplier de stations eutrophes
CcE 1091	<i>Gallo aparines-Urticocoenetum dioicae fraxinocoenetum excelsioris</i>
CcE 1114	<i>Urtico dioicae-Sambucocoenetum nigrae populetosum nigrae</i>
Groupe 6	Forêts d'essences hygrophiles
6.1	Forêt d'aune blanc
CcE 1020	<i>Hieracio murorum-Alnocoenetum incanae</i>
CcE 1046	<i>Polygonato odorati-Alnocoenetum incanae populocoenetosum nigrae</i>
6.2	Forêt de frêne
CcE 1098	<i>Carici acutiformis-Fraxinocoenetum excelsioris</i>
6.3	Forêt de peuplier noir
CcE 1110	<i>Circaeae lutetianae-Populocoenetum nigrae</i>
Groupe 7	Forêts d'essences hygrophiles
7.1	Forêt d'aune blanc
CcE 1021	<i>Geranio robertiani-Alnocoenetum incanae</i>
CcE 1024	<i>Galeopsio tetrahit-Alnocoenetum incanae</i>
CcE 1045	<i>Polygonato odorati-Alnocoenetum incanae typicum</i>
CcE 1112	<i>Urtico dioicae-Sambucocoenetum nigrae alnocoenetosum incanae</i>
7.2	Forêt de frêne
CcE 1042	<i>Geranio robertiani-Fraxinocoenetum excelsioris</i>
Groupe 8	Mégaphorbiales nitratophiles collinéennes et fourrés
CcE 1090	<i>Gallo aparines-Urticocoenetum dioicae typicum</i>
CcE 1092	<i>Urtico dioicae-Phragmitocoenetum australis typicum</i>
CcE 1093	<i>Urtico dioicae-Phragmitocoenetum australis salicocoenetosum albae</i>
CcE 1100	<i>Glechomo hederacae-Salicocoenetum viminalis</i>
CcE 1102	<i>Urtico dioicae-Phragmitocoenetum australis salicocoenetosum viminalis</i>
Groupe 9	Prairies à grandes leichées et fourrés
CcE 1076	<i>Caricocoenetum acutiformis-elatae typicum</i>
CcE 1115	<i>Caricocoenetum acutiformis-elatae alnocoenetosum incanae</i>
CcE 1124	<i>Caricocoenetum acutiformis-elatae salicocoenetosum albae</i>
Groupe 10	Forêts marécageuses d'aune noir et de saule cendré
CcE 1080	<i>Scutellario galericulatae-Salicocoenetum cinerea typicum</i>
CcE 1099	<i>Scutellario galericulatae-Salicocoenetum cinerea salicocoenetosum albae</i>
CcE 1125	<i>Carici elongatae-Alnocoenetum glutinosae</i>
CcE 1129	<i>Carici acutiformis-Alnocoenetum glutinosae</i>
Groupe 11	Forêts de saule blanc
CcE 1052	<i>Ranunculo repantis-Pococoenetum trivialis salicocoenetosum albae</i>
CcE 1073	<i>Barbarea vulgaris-Phalaridocoenetum arundinaceae salicocoenetosum albae</i>
CcE 1123	<i>Tussilago farfarae-Agrosticocoenetum stoloniferae salicocoenetosum albae</i>
CcE 1081	<i>Scutellario galericulatae-Salicocoenetum albae typicum</i>
CcE 1083	<i>Solidago serotinae-Salicocoenetum albae</i>
CcE 1084	<i>Scutellario galericulatae-Salicocoenetum albae fraxinocoenetosum excelsioris</i>
CcE 1103	<i>Phalarido arundinaceae-Salicocoenetum albae alnocoenetosum incanae</i>

Groupe 12	Forêts d'essences hygrophiles (Filipendula ulmaria)
12.1	Forêt de saule blanc
CoE 1089	Filipendula ulmariae-Salicicoenotum albae
CoE 1109	Circaeo lutetianae-Salicicoenotum albae
12.2	Forêt d'aulne blanc
CoE 1085	Filipendula ulmariae-Alnocoenotum incanae
12.3	Forêt de frêne
CoE 1088	Filipendula ulmariae-Fraxinocoenotum excelsioris
CoE 1043	Salvio glutinosae-Fraxinocoenotum excelsioris
12.4	Forêt de chêne
CoE 1086	Filipendula ulmariae-Quercocoenotum roboris
Groupe 13	Forêts d'essences hygrophiles (Poa trivialis)
13.1	Forêt de saule blanc
CoE 1030	Poa trivialis-Salicicoenotum albae typicum
13.2	Forêt d'aulne blanc
CoE 1048	Poa trivialis-Alnocoenotum incanae
13.3	Forêt de frêne
CoE 1094	Poa trivialis-Fraxinocoenotum excelsioris
Groupe 14	Forêt montagnarde d'aulne blanc
CoE 1028	Cirsio helenoidis-Alnocoenotum incanae
CoE 1002	Carduo personatae-Petasitocoenotum hybridum alnocoenotosum incanae
CoE 1009	Litio martagon-Alnocoenotum incanae
CoE 1079	Lamio flavidi-Petasitocoenotum hybridum
Groupe 15	Forêt de frêne et d'aulne noir des dépressions humides
CoE 1108	Mercurialis perennis-Alnocoenotum glutinosae
CoE 1111	Carici remotae-Alnocoenotum glutinosae
CoE 1121	Carici remotae-Fraxinocoenotum excelsioris
Groupe 16	Mégaphorbiales nitratophiles montagnardes et fourrés
CoE 1001	Carduo personatae-Petasitocoenotum hybridum salicicoenotosum albaagni
CoE 1075	Barbarea vulgaris-Phalaridocoenotum arundinaceae salicicoenotosum albaagni
Groupe 17	Ruelléres éphémères, mégaphorbiales collinéennes et fourrés
CoE 1018	Cardamino amarae-Petasitocoenotum hybridum
CoE 1019	Poa trivialis-Petasitocoenotum hybridum
CoE 1074	Phalaridocoenotum arundinaceae
CoE 1078	Barbarea vulgaris-Phalaridocoenotum arundinaceae salicicoenotosum viminalis
CoE 1082	Impatiens glanduliferae-Solidagocoenotum serotinae
CoE 1131	Lamio maculati-Petasitocoenotum hybridum
Groupe 18	Communautés herbacées pionnières et fourrés des alluvions
CoE 1006	Rumici scutati-Agrosticoenotum giganteae typicum
CoE 1049	Rumici scutati-Agrosticoenotum giganteae salicicoenotosum albaagni
Groupe 19	Fourrés de saules de l'étage subalpin
CoE 1037	Rumici scutati-Salicicoenotum hegetschweileri typicum
CoE 1038	Rumici scutati-Salicicoenotum hegetschweileri salicicoenotosum pentandrae
CoE 1039	Rumici scutati-Salicicoenotum hegetschweileri salicicoenotosum deciduae
Groupe 20	Fourrés et forêts xérophiles collinéennes de pin sylvestre
CoE 1054	Astragalo onobrichidis-Pinocoenotum sylvestris
CoE 1120	Peucedano oreoselinii-Caricicoenotum liparocarpos rhamnocoenotosum cathartici
Groupe 21	Forêt montagnarde de pin sylvestre
CoE 1026	Orthilio secundae-Pinocoenotum sylvestris
Groupe 22	Fourrés d'argousier (alluvions et stations sèches)
CoE 1055	Meico nutantis-Hippophaeocoenotum rhamnoidis
CoE 1061	Astragalo onobrichidis-Hippophaeocoenotum rhamnoidis
CoE 1082	Festucos arundinaceae-Calamagrosticoenotum pseudophragmitis hippophaeocoenotosum rhamnoidis
Groupe 23	Fourrée xérophile et forêts de chêne pubescent
CoE 1070	Peucedano oreoselinii-Caricicoenotum liparocarpos hippophaeocoenotosum rhamnoidis
CoE 1116	Peucedano oreoselinii-Caricicoenotum liparocarpos salicicoenotosum albaagni
CoE 1119	Peucedano oreoselinii-Caricicoenotum liparocarpos quercocoenotosum pubescentis
Groupe 24	Forêt montagnarde d'épicéa
CoE 1016	Astero bellidiasirii-Piceocoenotum abietis
CoE 1017	Maianthemo bifolii-Piceocoenotum abietis
Groupe 25	Forêt montagnarde d'épicéa des stations stables
CoE 1011	Calamagrostio villosae-Piceocoenotum abietis
CoE 1028	Clinopodio vulgaris-Piceocoenotum abietis
CoE 1034	Viola biflorae-Piceocoenotum abietis
CoE 1107	Mercurialis perennis-Piceocoenotum abietis

Groupe 26	Prairies sèches des alluvions grossières
CoE 1003	Campanulo cochlearifoliae-Echicoenotum vulgaris typicum
CoE 1004	Campanulo cochlearifoliae-Echicoenotum vulgaris salicicoenotosum elaeagni
CoE 1069	Fumano procumbentis-Globularicoenotum punctatae
Groupe 27	Bas-marais de l'étage alpin
CoE 1064	Eriophoricoenotum scheuchzeri
CoE 1066	Juncocoenotum filiformis
Groupe 28	Pelouses alpines des combes à neige
CoE 1067	Caricicoenotum foetidae
CoE 1068	Alchemillo pentaphyllae-Salicicoenotum herbaceae
Groupe 29	Communautés herbacées pionnières des alluvions fines
CoE 1007	Ranunculo repentis-Poocoenotum trivialis typicum
CoE 1051	Ranunculo repentis-Poocoenotum trivialis salicicoenotosum viminalis
Groupe 30	Prairie de menthe à longue feuille
CoE 1008	Ranunculo repentis-Poocoenotum trivialis menthocoenotosum longifoliae
Groupe 31	Fourrés de saules et prairies à grande laiche
CoE 1071	Phragmiti australis-Salicicoenotum viminalis
CoE 1077	Caricicoenotum acutifolium-elatae salicicoenotosum viminalis
Groupe 32	Roselière à phragmite commun
CoE 1072	Phragmiticoenotum australe
Groupe 33	Pelouse xérophile ouverte
CoE 1126	Sedo sexangulare-Rumicicoenotum acetosellae
Groupe 34	Mégaphorbiaie riche en néophytes
CoE 1117	Angelico sylvestris-Filipendulocoenotum ulmariae impatienticoenotosum glanduliferae
Groupe 35	Mégaphorbiaie à massette naine
CoE 1027	Typhocoenotum minime
Groupe 36	Comm. herb. pionnières des alluvions (Epl. fl., Cal. pseu.) et des moraines
CoE 1040	Epilobicoenotum fleischeri typicum
CoE 1041	Epilobicoenotum fleischeri rhododendrocoenotosum ferrugineum
CoE 1058	Festuco arundinaceae-Calamagrosticoenotum pseudophragmitis typicum
Groupe 37	Comm. herb. pionnières des alluvions (Epl. fl., Cal. pseu.) et fourrés
CoE 1015	Epilobicoenotum fleischeri salicicoenotosum elaeagni
CoE 1056	Festuco arundinaceae-Calamagrosticoenotum pseudophragmitis myricaricoenotosum germanicae
CoE 1058	Festuco arundinaceae-Calamagrosticoenotum pseudophragmitis salicicoenotosum elaeagni
CoE 1063	Festuco arundinaceae-Calamagrosticoenotum pseudophragmitis salicicoenotosum albae
Groupe 38	Fourrés alluviaux de saule drapé
CoE 1014	Tussilago farfarae-Agrosticoenotum stoloniferae salicicoenotosum elaeagni
CoE 1050	Cirsio arvensis-Salicicoenotum elaeagni
Groupe 39	Communauté herbacée pionnière des alluvions et forêts d'aulne blanc
CoE 1047	Cirsio arvensis-Ainocoenotum incanae
CoE 1065	Tussilago farfarae-Agrosticoenotum stoloniferae typicum
Groupe 40	Forêts et fourrés de saule drapé
CoE 1035	Lilio martagon-Petasiticoenotum hybridum salicicoenotosum elaeagni
CoE 1085	Poa trivialis-Salicicoenotum elaeagni typicum
CoE 1122	Poa trivialis-Salicicoenotum elaeagni salicicoenotosum albae
Groupe 41	Fourré aubalpin d'aulne vert
CoE 1033	Viola biflora-Ainocoenotum viridis
Groupe 42	Forêt de pin sylvestre et fourrés thermophiles
CoE 1036	Melico nutans-Pinocoenotum sylvestris
CoE 1053	Melico nutans-Salicicoenotum elaeagni
CoE 1136	Clinopodio vulgaris-Salicicoenotum elaeagni
Groupe 43	Fourré et forêt de saule drapé des stations établies eutropées
CoE 1022	Geranio robertiani-Salicicoenotum elaeagni
CoE 1031	Galeopsio tetrahit-Salicicoenotum elaeagni
CoE 1113	Urtico dioicae-Sambucocoenotum nigrae salicicoenotosum elaeagni
Groupe 44	Fourré et forêt de saule drapé des stations établies
CoE 1005	Primulo elatioris-Salicicoenotum elaeagni
CoE 1135	Mercurialio perennis-Salicicoenotum elaeagni
Groupe 45	Fourrés et forêts de saules
45.1	Fourrés et forêts de saules des stations sèches
CoE 1013	Hieracio murorum-Salicicoenotum elaeagni
CoE 1057	Astregalo onobrioidis-Myricaricium germanicae
45.2	Fourrés et forêts de saules des alluvions
CoE 1023	Astero bellidiastri-Salicicoenotum daphnoidis
CoE 1032	Cirsio helenioidis-Salicicoenotum elaeagni

Fig. 7.26 Graphe de la succession des niveaux de fusion du dendrogramme issu du groupement sggglomératif hiérarchique des relevés de caténas (61 rel./134 coenotaxons)

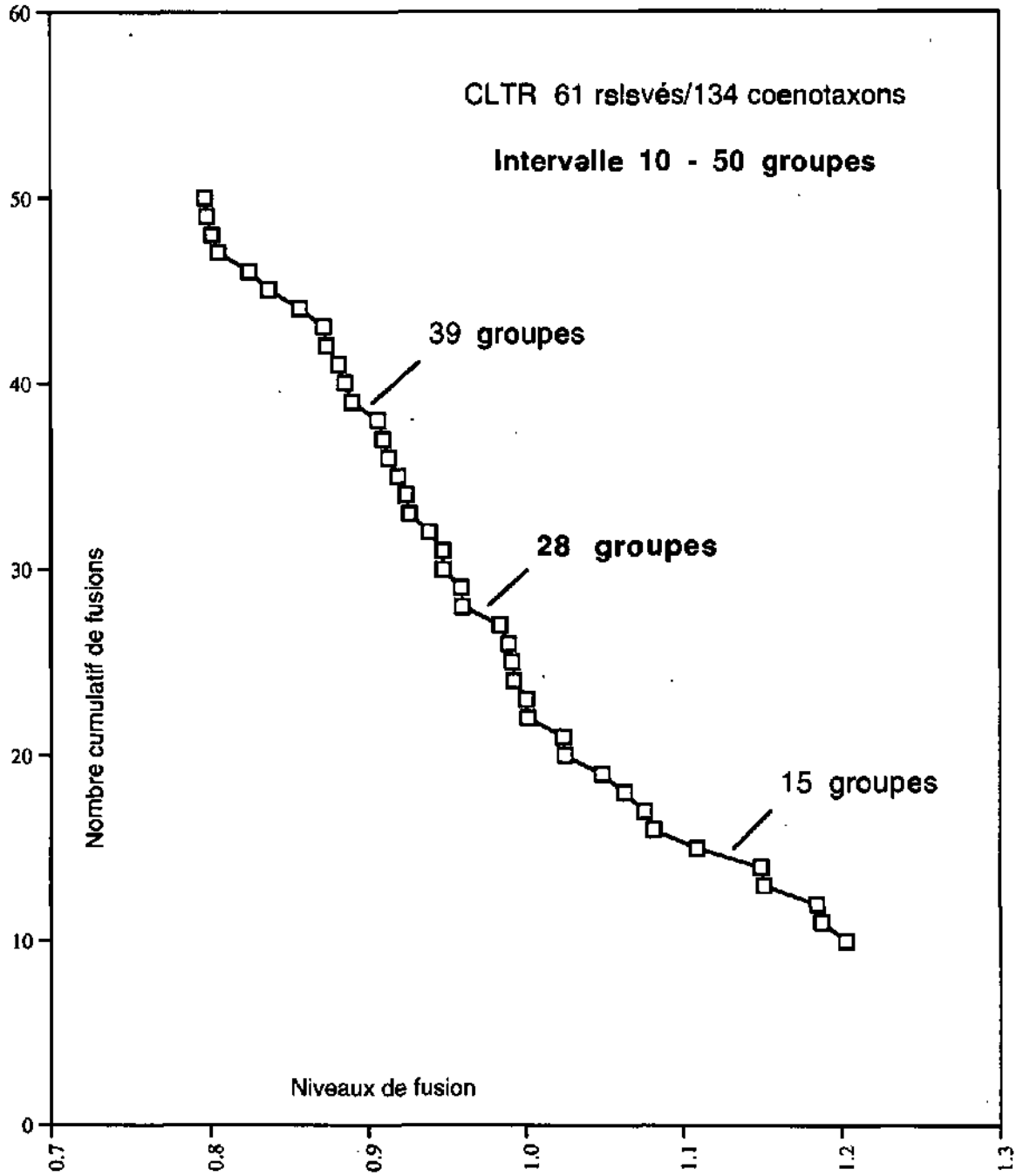


Fig. 7.27 Graphe de la succession des niveaux de fusion du dendrogramme issu du groupement agglomératif hiérarchique des groupes de descripteurs des relevés de cétène (61 rel./45 gr. coenotaxons)

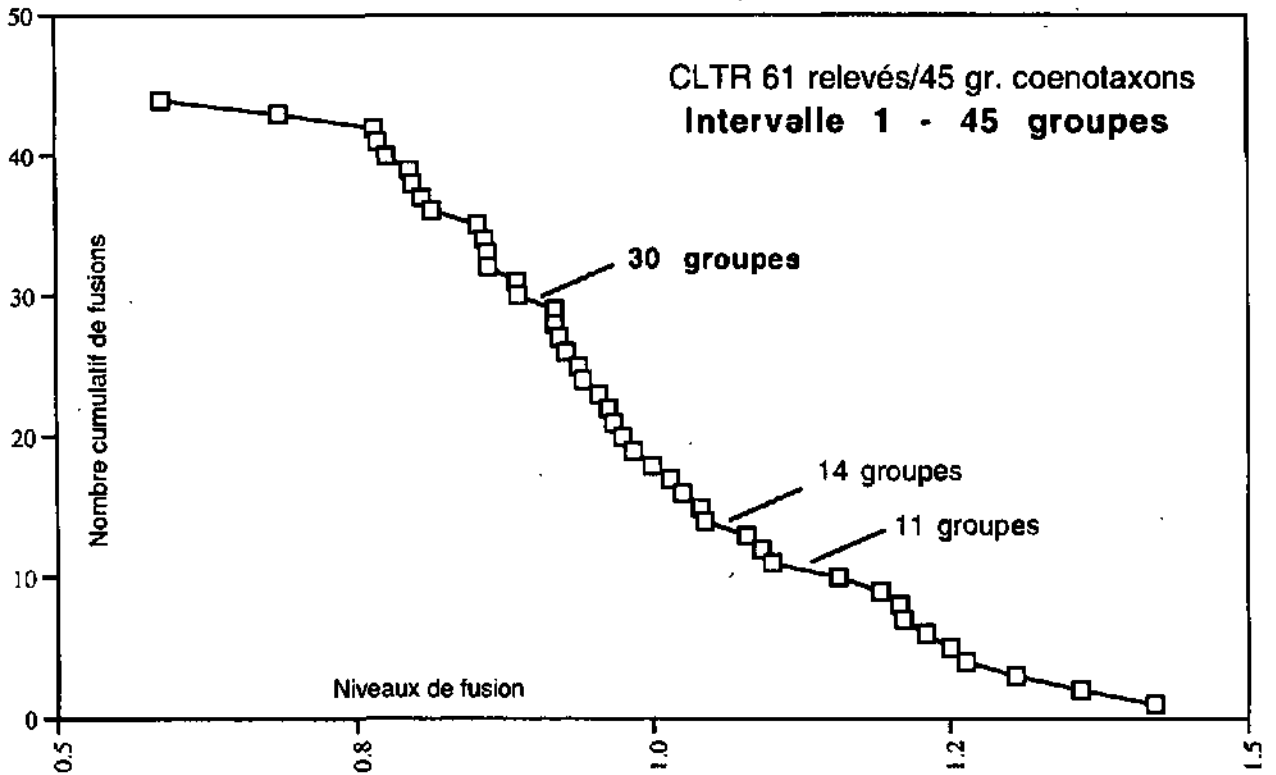


Fig. 7.28 Graphe de la succession des niveaux de fusion du dendrogramme issu du groupement agglomératif hiérarchique des relevés de cétènes (61 rel./45 gr. coenotaxons)

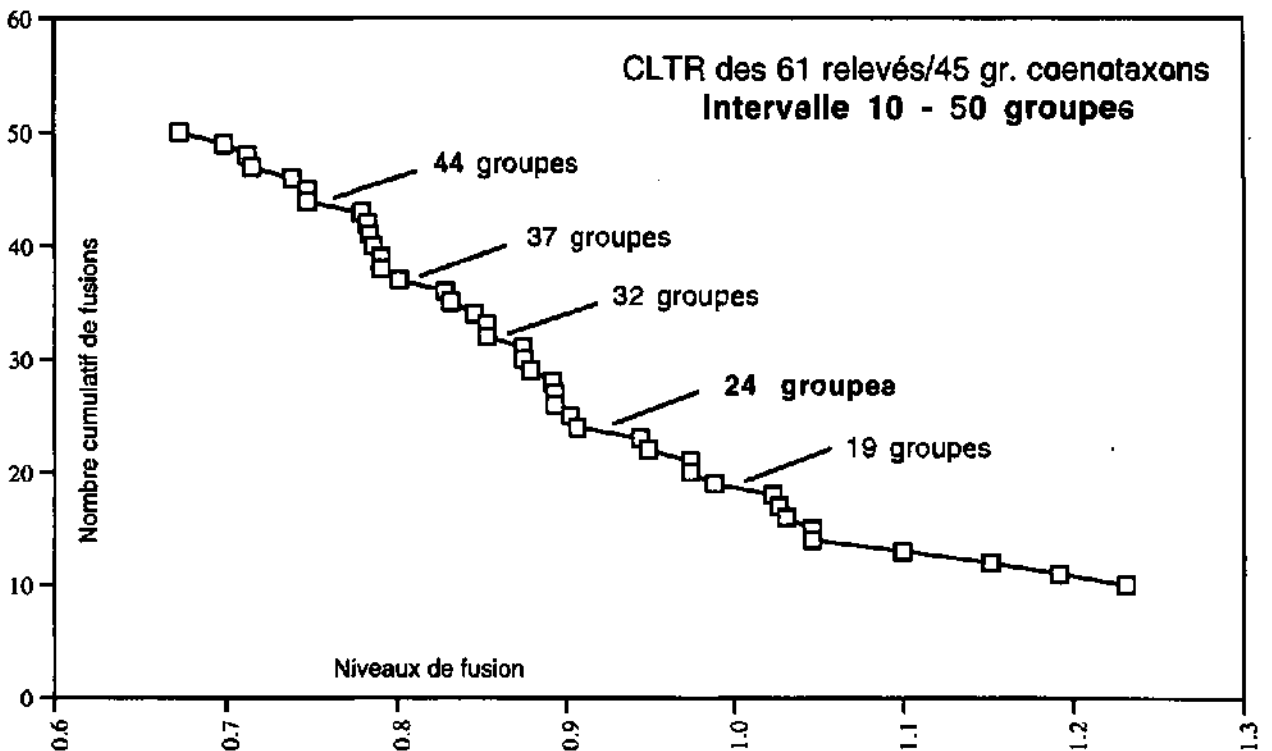
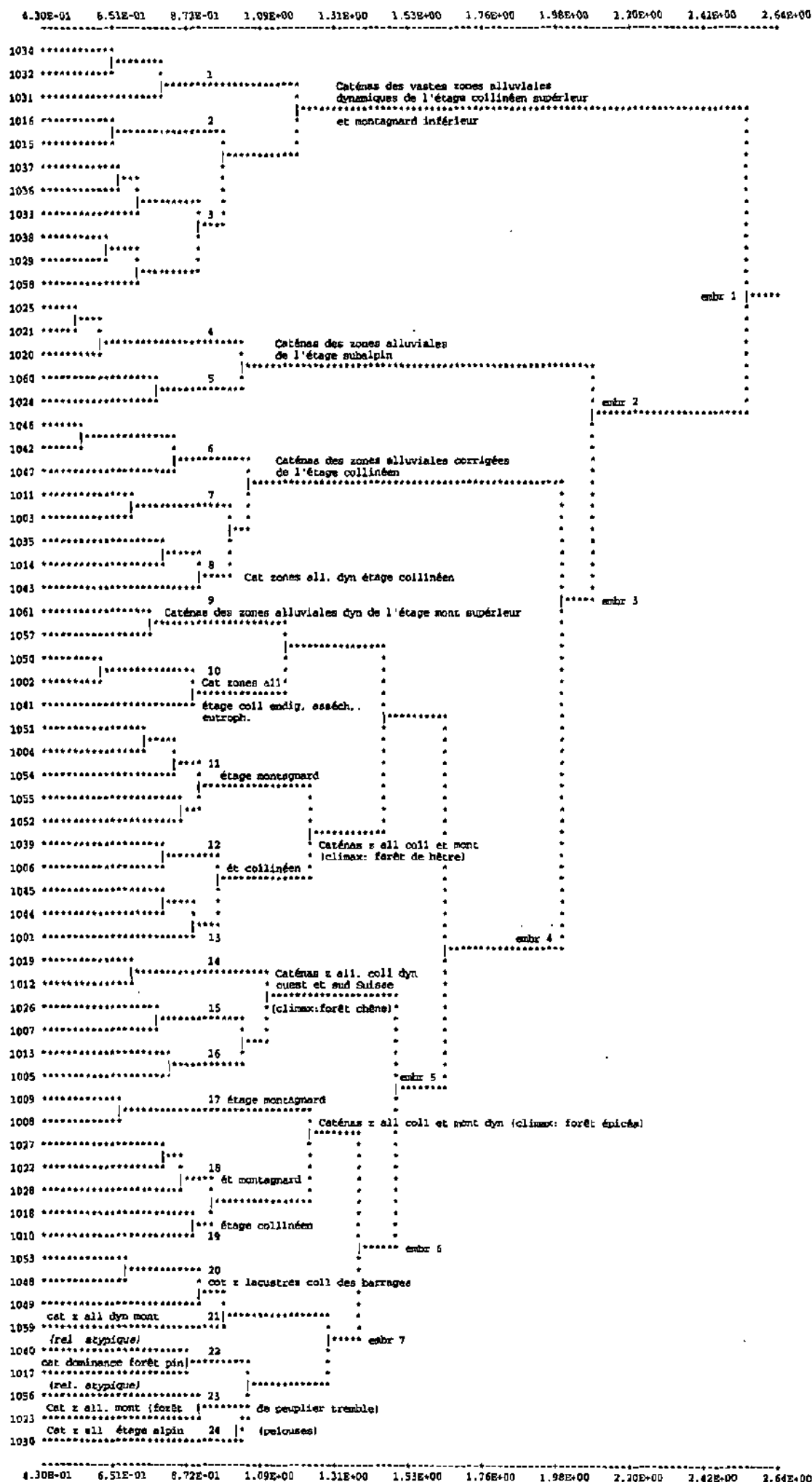


Fig. 7.29 Dendrogramme des relevés de ceténee (descripteurs: 45 groupes de coenotaxons)

La "coupe" du dendrogramme pour définir les groupes correspond approximativement à l'emplacement des numéros de groupes



4.30E-01	6.51E-01	8.72E-01	1.09E+00	1.31E+00	1.53E+00	1.76E+00	1.98E+00	2.20E+00	2.42E+00	2.64E+00
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Tab. 7.21 Tableau des relevés de caténas (descripteurs: 45 groupes de coenotaxons)

RELIEVE NO. (1000+)	30	32	31	34	22	27	26	23	56	17	40	58	37	36	29	33	38	48	53	49	15	16	14	43	35	54	51	4	52	55	1	44	45	42	46	47				
OBJET NO.	3	0	2	0	2	7	3	6	6	3	1	7	2	2	3	2	2	5	6	5	3	3	7	3	2	6	6	1	6	6	1	4	4	3	4	4				
GROUP NO.	3	9	2	7	4	2	4	1	8	3	5	4	2	2	1	9	2	3	4	3	3	3	1	8	7	8	2	8	4	0	0	6	7	6						
GROUP NO. (attribution matricielle)	24	1	1	16	18	18	23	23	22	22	22	22	3	3	3	3	3	20	20	20	2	2	8	8	6	11	11	11	11	13	13	13	6	6	6	6				
Gr.											6 var																													
26 Pelouses alpines des cornes à neige	1	3,6																																						
27 Bas-marais de l'étage alpin	1	5,7																																						
35 Mégaphorbiale à massede raine	30	1,3																																						
25 Forêt montagnarde d'épicéa des stations stables	18			3,3	2,3	2,3																																		
21 Forêt montagnarde de pin sylvestre	18			3,3																						1,3	1,3													
30 Prairie de menthe à longues feuilles	25																									1,3	1,3													
32 Roselière à phragmite commun	28																																							
42 Forêt de pin sylvestre et forêt d'épicéa thermophiles	6			1,3							2,3	3,3	3,3	3,3	2,3	1,3	3,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	
45 Fourré et forêt de saules des alluvions et des stations sèches	5																																							
22 Fourrés d'argousier (alluvions et stations sèches)	3			2,3	1,3								1,3	3,6	2,3	2,3	2,3								1,3															
37 Fourrés à myricaire et pel. pionnières (Cal. pseu., Epi. fel.)	3			3,3	1,3								2,3	2,6	2,6	3,3	2,3																							
7 Forêts d'aulne blanc et de hêtre	3			2,3	2,3	3,3	3,3	2,3					3,3	3,3	3,3	2,3	3,3																							
29 Pelouses pionnières des alluvions fines	27																																							
11 Forêts de saule blanc et mégaphorbiales (y.c.1 forêt d'aulne blanc)	27																																							
33 Pelouse xérophile ouverte	10																																							
21 Forêts de hêtre, d'aulne blanc et de saule blanc (stations stables)	24																																							
31 Fourrés de saules et prairies à grandes lèches	29																																							
36 Forêts d'aulne blanc et pelouses pionnières des alluvions	4			3,3	4,4	3,3	2,3						1,3																											
8 Mégaphorbiales nitrophiles collinéennes	12																																							
12 Forêts d'essences diverses (Filipendula, Urtica)	12																																							
6 Forêts de frêne, de peuplier noir, d'aulne blanc et de saule blanc	13																																							
34 Mégaphorbiale riche en néophytes	16																																							
41 Forêt de peuplier tremble	17																																							
5 Forêts de hêtre et de peuplier (stations eutrophes)	17																																							
23 Fourrés xérophiles et forêts de chêne pubescent	8																																							
20 Forêts et forêts xérophiles collinéennes de pin sylvestre	8																																							
10 Forêts mésoxérouses d'aulne noir et de saule cendré	11																																							
43 Forêt et forêt de saule drapé des stations stables eutrophes	19																																							
26 Prairies sèches des alluvions grossières	19																																							
13 Forêts d'essences hygrophiles diverses (Poa trivialis)	15																																							
17 Roselières à phalaris, mégaphorbiales collinéennes et fourrés	14																																							
40 Forêts de saule drapé	14																																							
3 Forêts de hêtre, de chêne pédonculé et de pin	23																																							
36 Pelouses pionnières des alluvions (Epi. fel., Cal. pseu.)	2																																							
19 Fourrés de saules de l'étage subalpin	2																																							
16 Pelouses montagnardes pionnières des alluvions	20																																							
14 Forêt montagnarde d'aulne blanc	20																																							
44 Fourré et forêt de saule drapé des stations stables	22																																							
16 Mégaphorbiales nitrophiles montagnardes et fourrés	22																																							
8 Prairies à grandes lèches et fourrés	9																																							
1 Forêt de chêne pédonculé	6																																							
36 Fourrés alluviaux de saule drapé	7																																							
24 Forêt montagnarde d'épicéa des stations humides	7																																							
15 Forêt de hêtre et d'aulne noir des dépressions humides (+ dfr.)	25																																							
41 Fourré subalpin d'aulne vert	21																																							

Fig. 8.1 Ile de Niederrled (objet 53) Illustration de l'hypothèse opérationnelle a

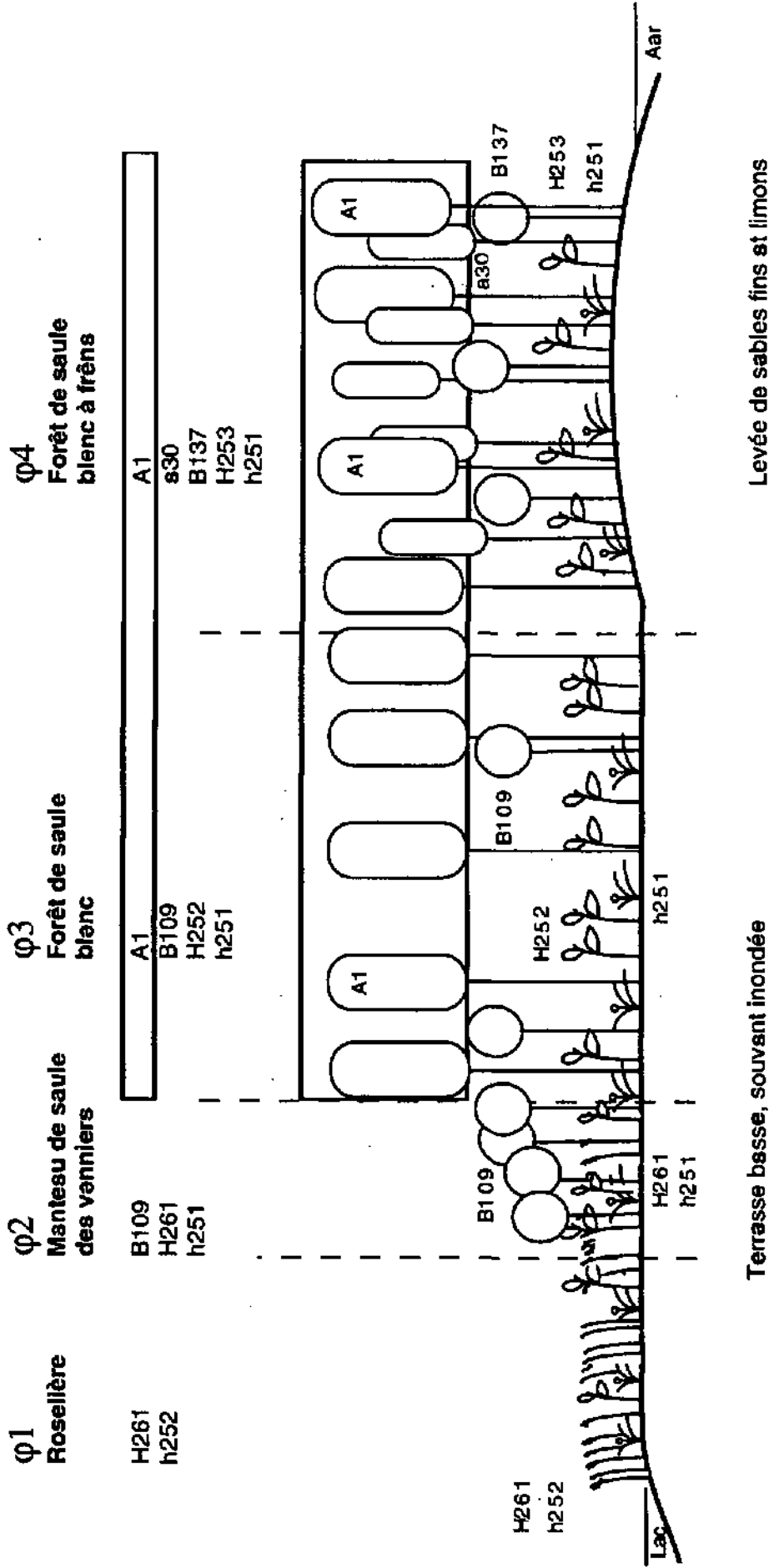


Fig. 8.2 a Elaboration de graphes aystémiques de la dynamique de la végétation. Schéma de la procédure Partia A

1. Sélection d'une caténa
Base: classification des caténas



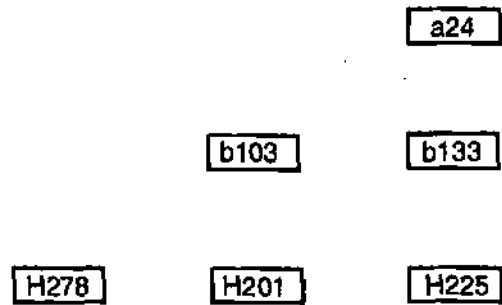
2. Elaboration du tableau de phytocénoses

Exemple:

	CoE 1006 φ1	CoE 1001 φ2	CoE 1005 φ3
a24			4.4
b103		3.3	
b133			2.1
H278	2.1		
H201		4.3	
H225			5.5



3. Représentation schématique des synusies et des phytocénoses



4. Définition des relations intraphytocénotiques

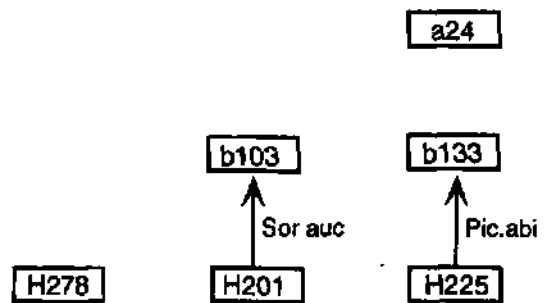
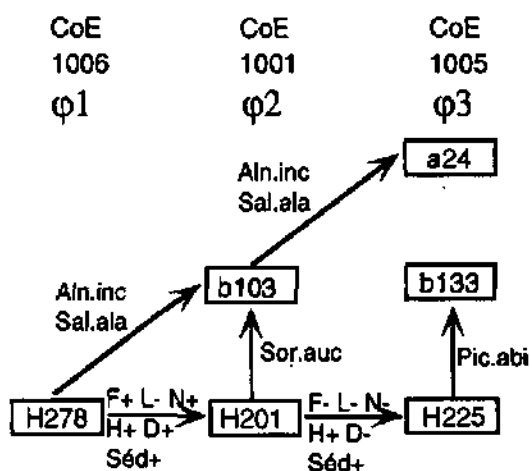
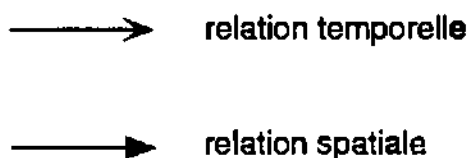


Fig. 8.2 b Elaboration de graphes systémiques de la dynamique de la végétation. Schéma de la procédure **Partie B**

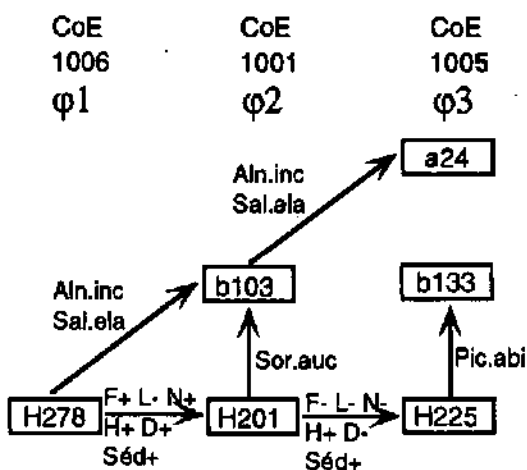
5. Définition des relations interphytocénotiques



6. Définition du type de relation: temporel ou spatial



7. Passage au niveau d'intégration supérieur (coenotaxon)



Communauté pionnière des elluvions \longrightarrow Mégéophorbieie nitratophila et fourré \longrightarrow Forêt de saula drapé des stations stables

8. Présentation du modèle (couleurs)

Tsb. 8.1 Définition de groupes comportementaux et phytosociologiques pour l'élaboration des grsphes systémiques

Couleur	Synusies arborescentes	Synusies arbustives	Synusies herbacées
Bleu	pionnières CL55 (AL291), CL58 (AL317 pp: A1, 2, 19, 21, 22, 23, 25, 26; AL318 pp: A6, 9)	pionnières CL55, CL56, CL57 (AL298), CL58 (AL317)	pionnières CL16, 40, 41 (AL238)
Vert	post-plonnières CL58 (AL310, 313, 317 pp: A27, 30, 33, 34, 36, AL318 pp: A7)	hygrophiles à mésophiles CL57 (AL297 pp: b125, 126, 127, 128, 129, 130, 132, AL299, 301, 303)	hygrophilles CL05, 42, 43, 44
Rouge	climsciques CL58 (AL307, 311, 312, 315), CL59 (AL319)	mésophiles à xéroclines CL57 (AL297 pp: b121, 123, 124 AL302)	sclérophiles à mésophiles CL37, 38
Brun		palustres CL53	palustres (s.l.) CL04, 30, 36, 45
Orange			xérocline CL12, 26, 35, 39, 41 (AL237)

N.B.: les communautés basales ne sont pas colorées

Tab. 8.2 Choix des caténas pour l'élaboration des graphes systémiques

	Plateau	Nord des Alpes	Alpes Centrales	Alpes du Sud
Etage collinéen (et planitiaire)	Gr 20, 14 pp: 53, 2 Gr 15: 14, 5, 40 Gr 22: 36, 47, 48 Gr 17, 19 pp: 113 Gr 18: 115, 36 Gr 4: 18, 62 Gr 25 pp: 64 Gr 25 pp: 59 Gr 8 pp: 5		Gr 3: 29, 302, 27 Gr 6, 8 pp: 133 Gr 5 pp: 139 Gr 7: 22 Gr 5 pp: 22, 29	Gr 1: 156, 158 Gr 16: 171, 168 Gr 5 pp: 150 Gr 2: 171 (27) Gr 19 pp: 305 Italie
Etage montagnard		Gr 21: (62), 66, 68 Gr 23: 226, 68 Gr 10: (31), 74	Gr 11 pp: 32, 34 Gr 27: 181, 140 Gr 11 pp: 174	Gr 9: 147
Etage subalpin (et alpin)		Gr 24: 307	Gr 26: 303 Gr 13: 143, 304 Gr 12: 187, 108	

italique

gras

(parenthèses)

: no d'objet

: objet pour lequel un graphe systémique de la dynamique est élaboré

: objet classé dans une catégorie inexacte en raison de sa liaison avec un autre objet

Fig. 8.6 b Graphe systémique de l'objet 22: Rheinauen Zizers - Mastrils GR
(hors inventaire, b: forêt de pin sylvestre)

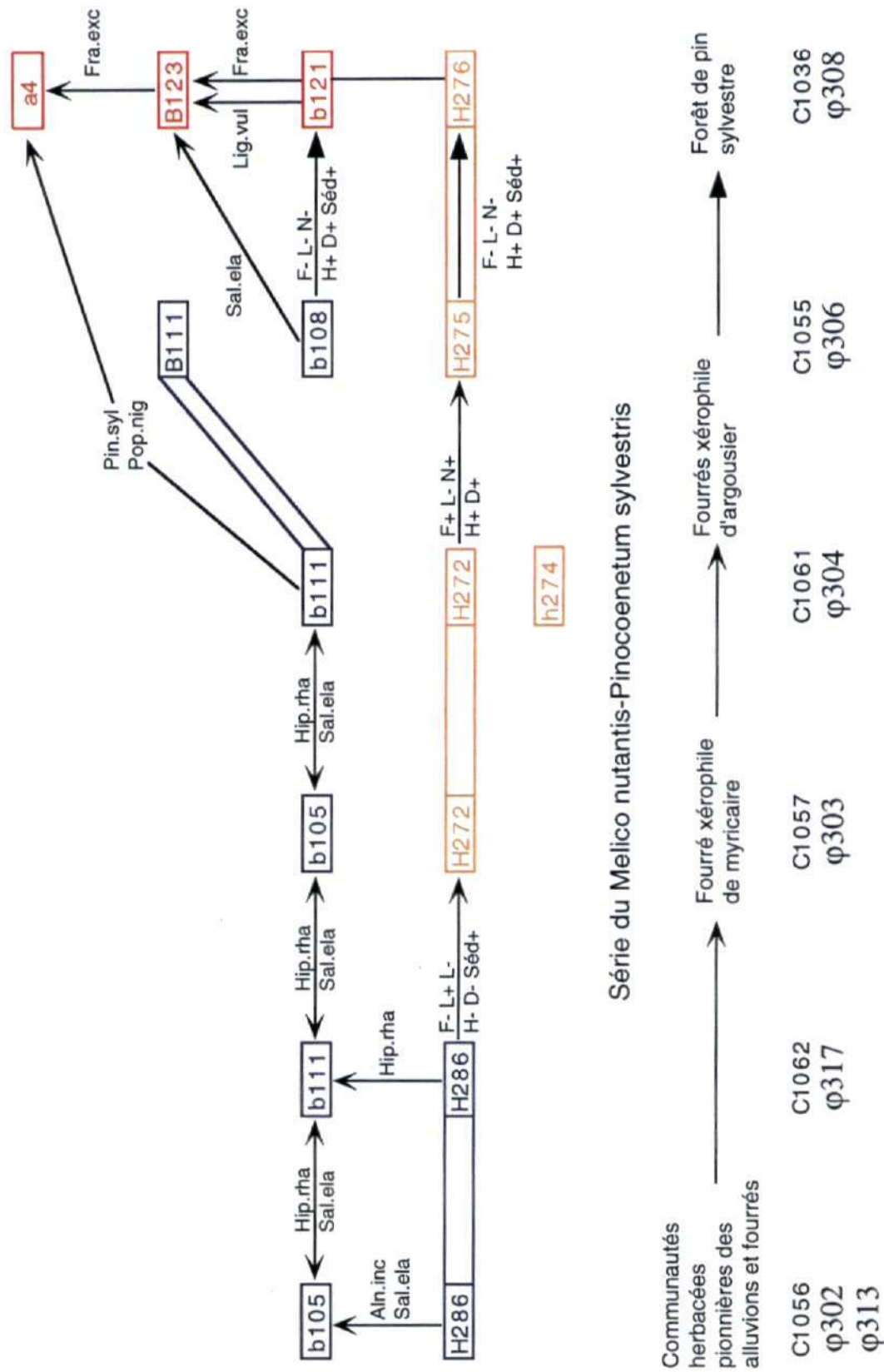


Fig. 8.10 Graphe systémique de l'objet 53: Niederried - Oltigenmatt BE

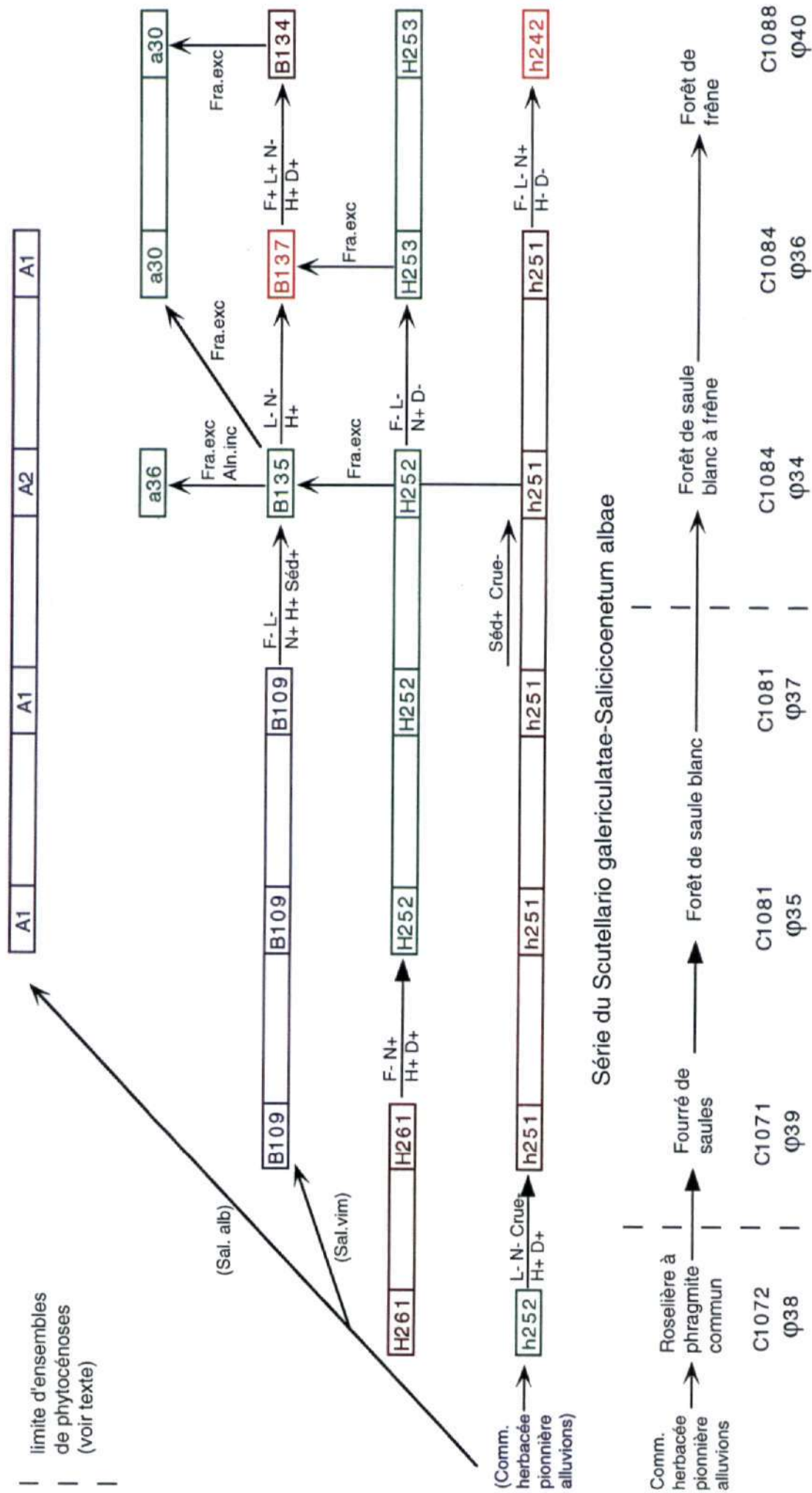


Fig. 8.11 Graphe systémique de l'objet 64: Chéseau FR (hors inventaire)

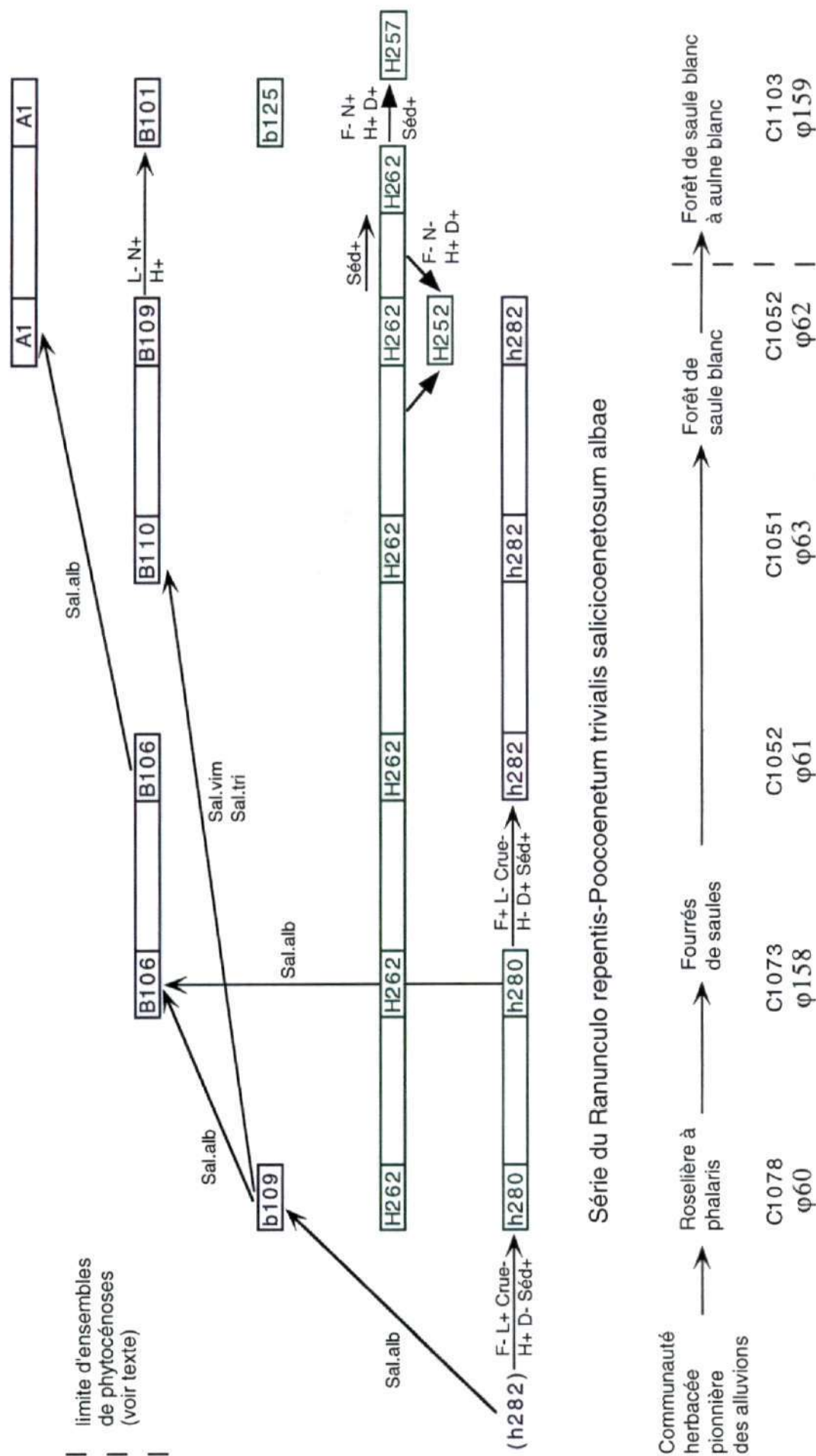


Fig. 8.12 b Graphe systémique de l'objet 66: Les Auges de Neirivue FR (b: forêt de saule drapé)

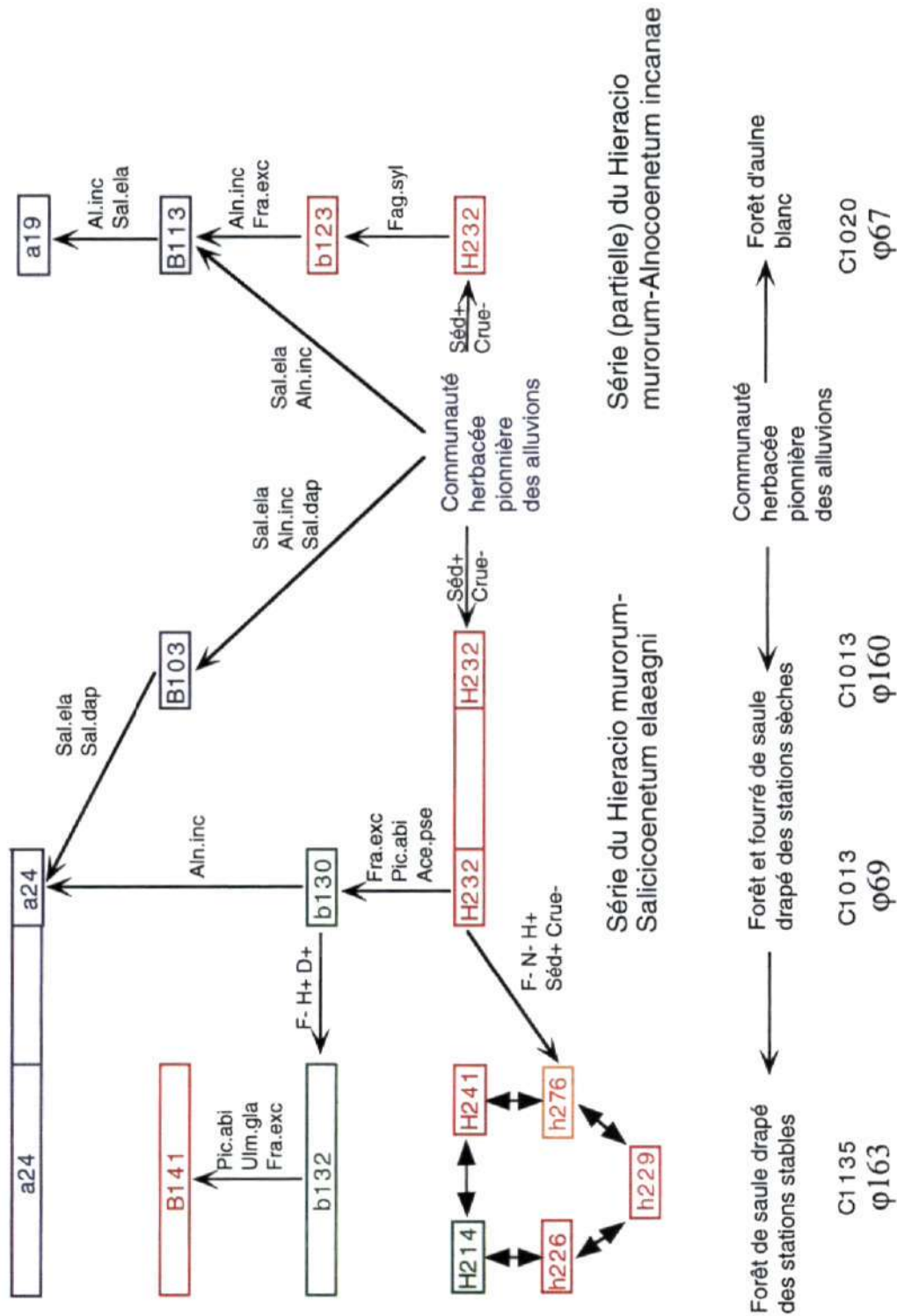
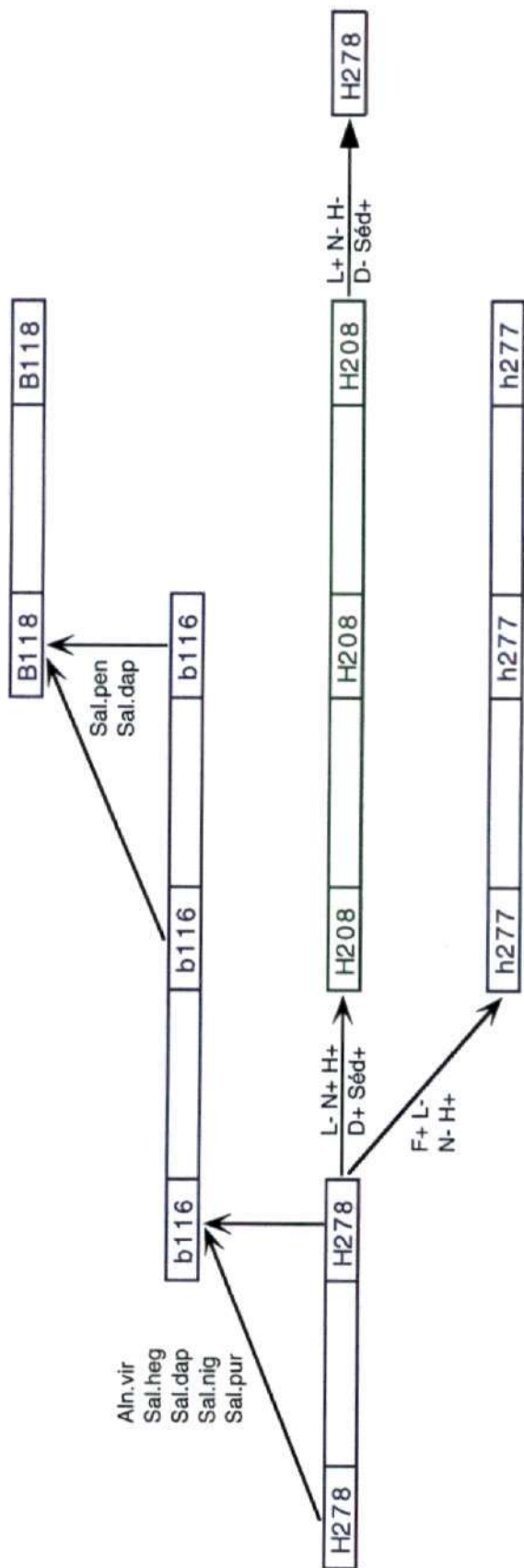


Fig. 8.13 Graphe systémique de l'objet 108: Widen bei Realp UR



Série du Rumici scutati-Salicoenetum hegetschweileri salicoenetosum pentandrae

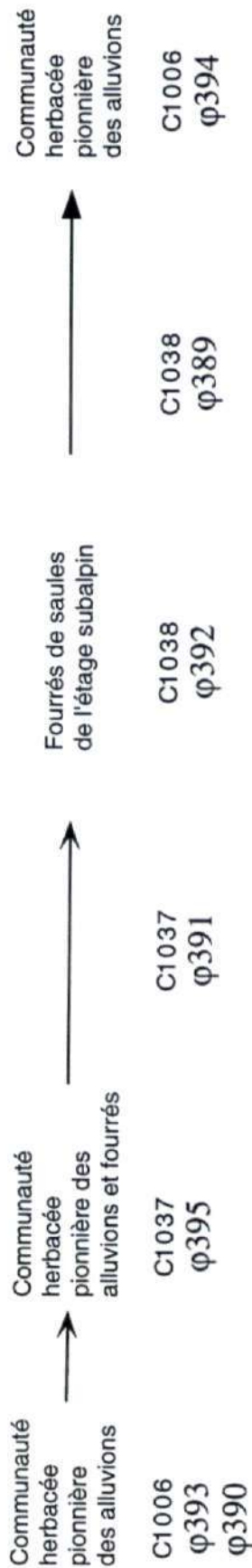


Fig. 8.15 b Graphe systématique de l'objet 133: Finges VS
(b: forêt de pin sylvestre)

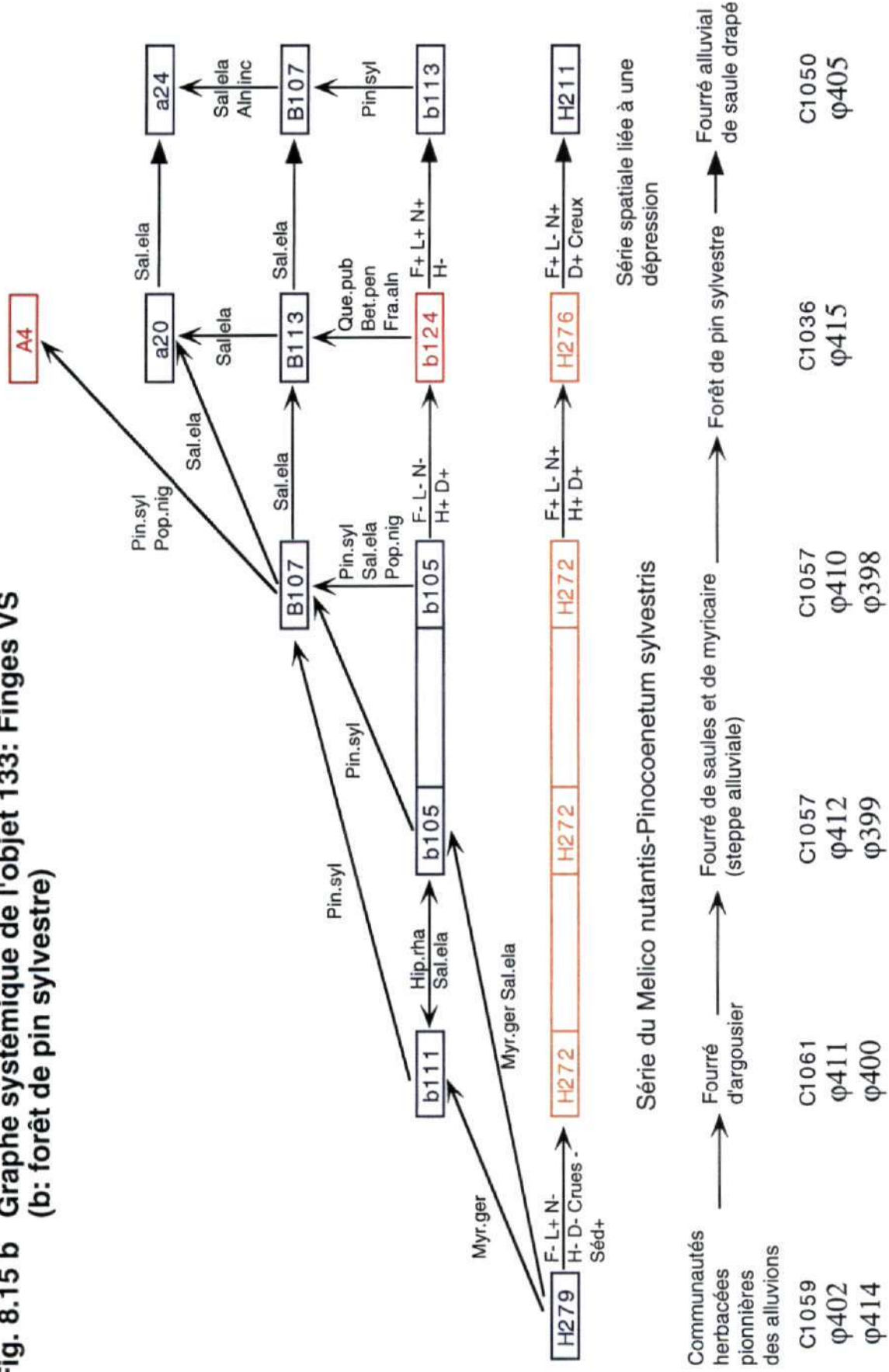


Fig. 8.16 Graphe systémique de l'objet 143: Gletschbode VS

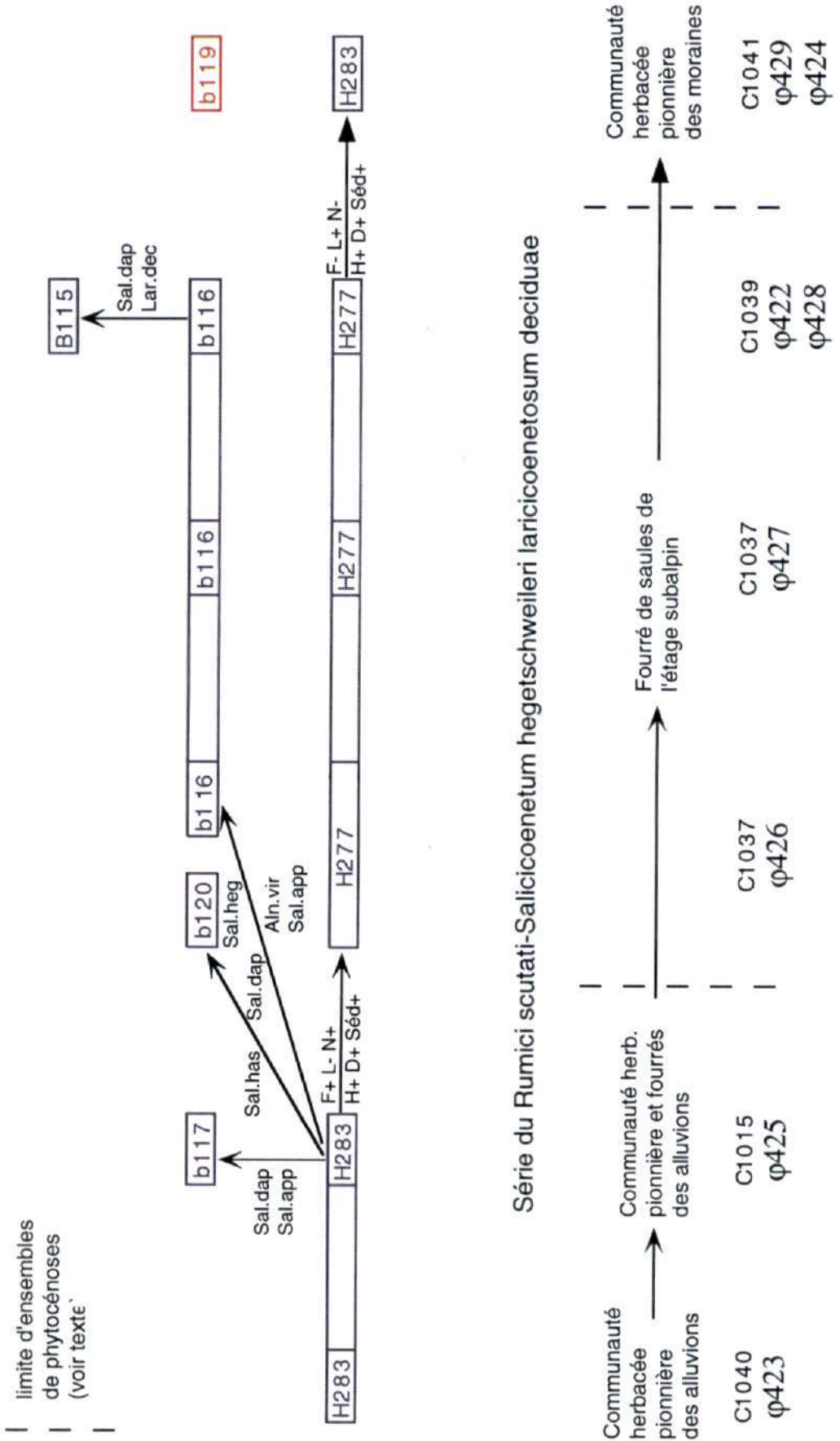
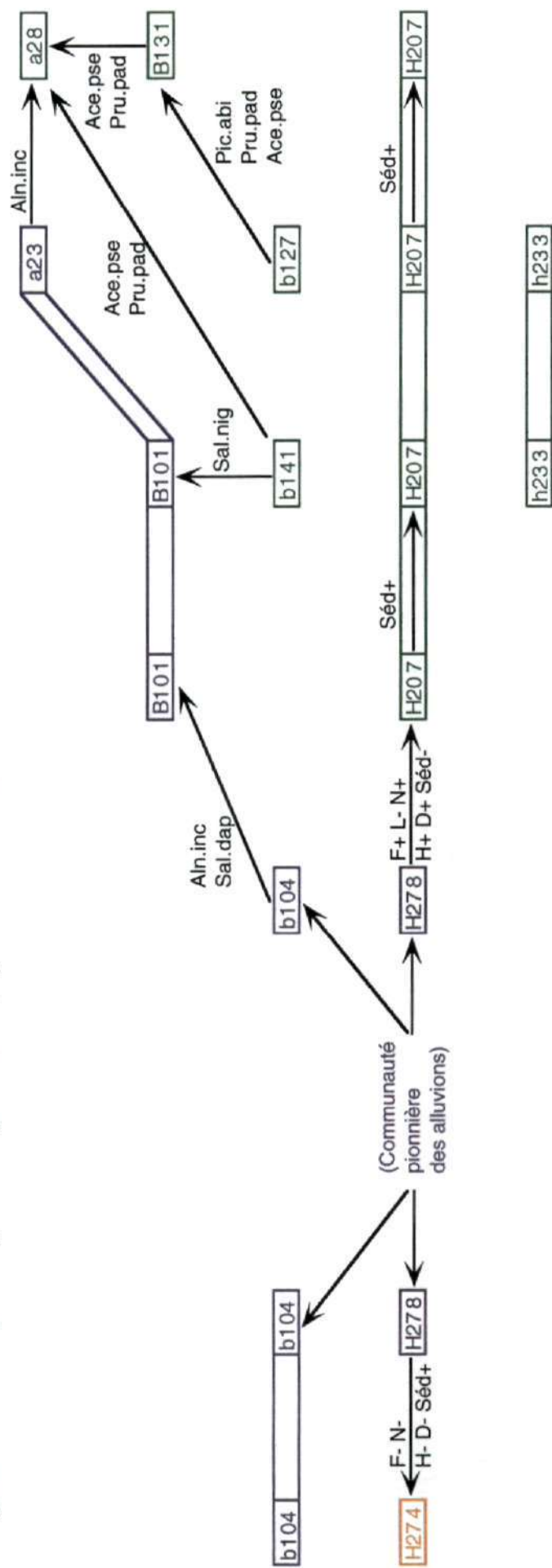


Fig. 8.17 Graphe systémique de l'objet 147: Soria TI



Série du Campanulo cochleariifoliae-
Echicoenetum vulgaris

Prairie sèche des
alluvions grossières

C1004
φ483

C1049
φ482

Communauté herbacée
pionnière
et fourré des alluvions

C1049
φ484

C1079
φ485

Forêt montagnarde
d'aulne blanc

C1079
φ480

C1079
φ486

Forêt mont. d'aulne
blanc à érable syc.

C1079
φ481

Série du Lamiastro flavid-Petasitocoenetum hybridi

h233

h233

Fig. 8.18 Graphe systématique des objets 158 et 156:
Ai Fornas GR et Bassa TI

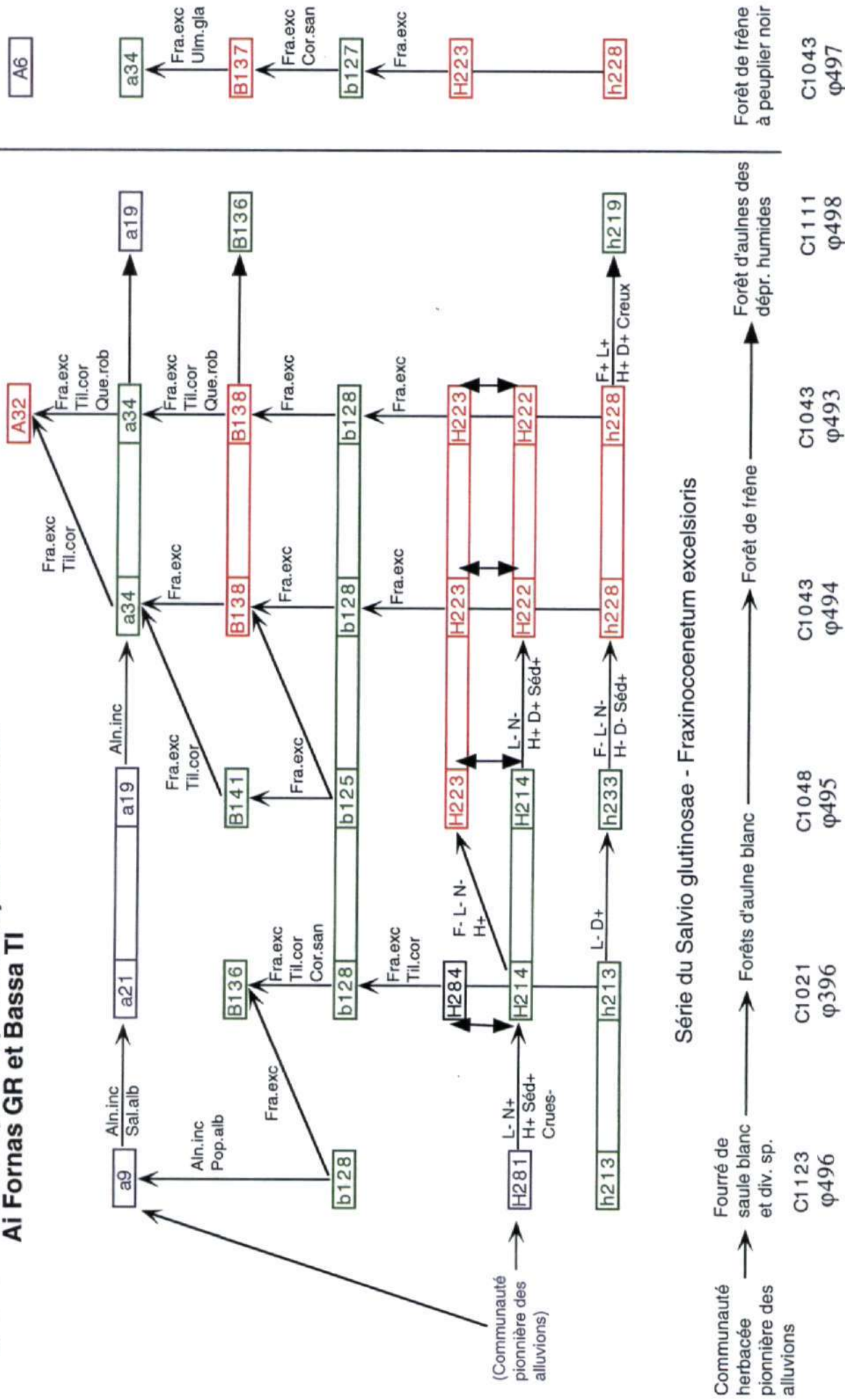


Fig. 8.19 Graphe systématique de l'objet 171: Maggia TI

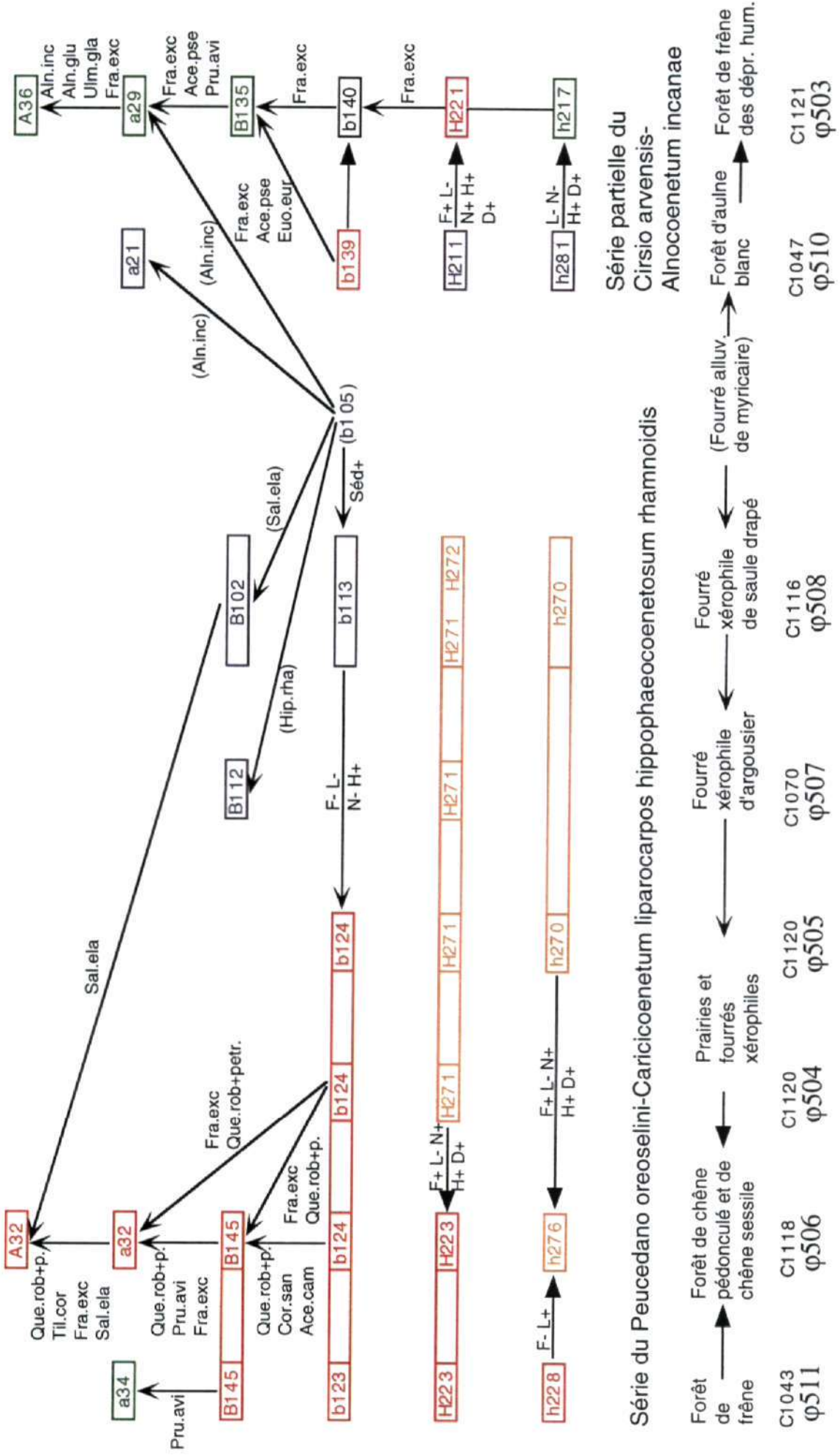


Fig. 8.21 Graphe systémique d'un secteur fonctionnel du Tessin italien (hors inventaire)

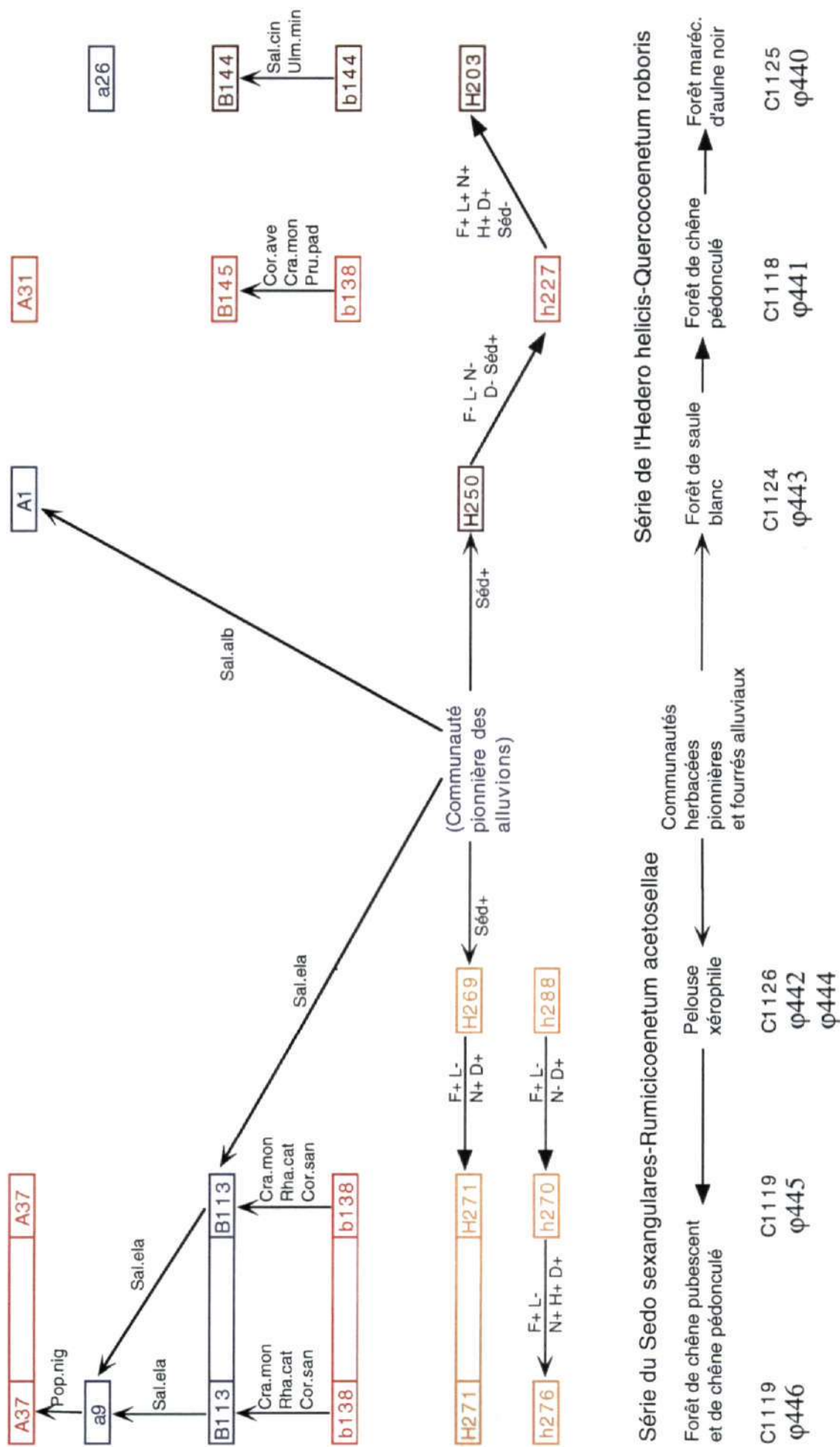


Fig. 8.23 Modèle qualitatif généralisé de la dynamique des systèmes collinéens du Plateau (1: cours d'eau naturels et endigués)

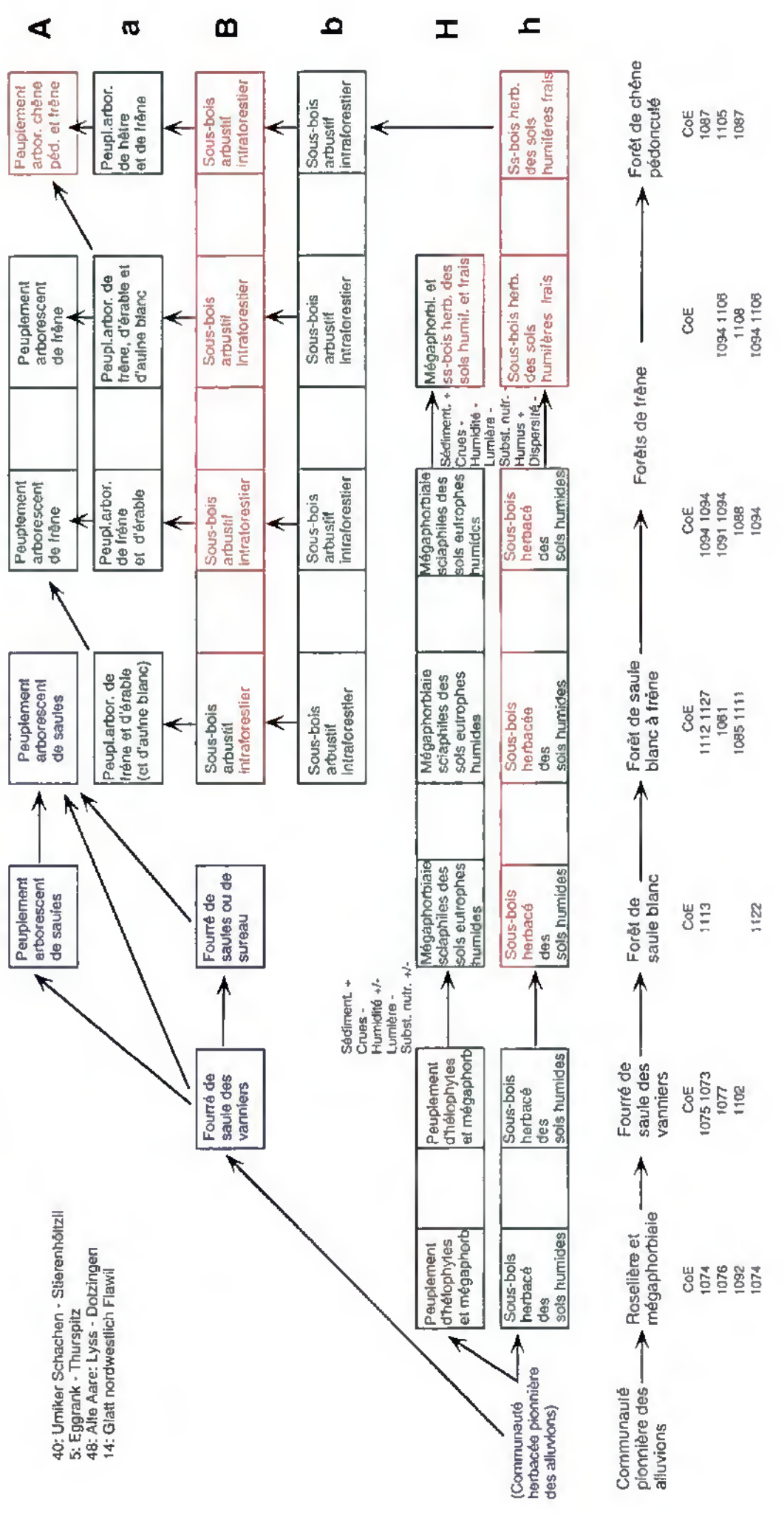


Fig. 8.24 Schéma et illustration d'un système collinéen du Plateau (1: cours d'eau naturel)

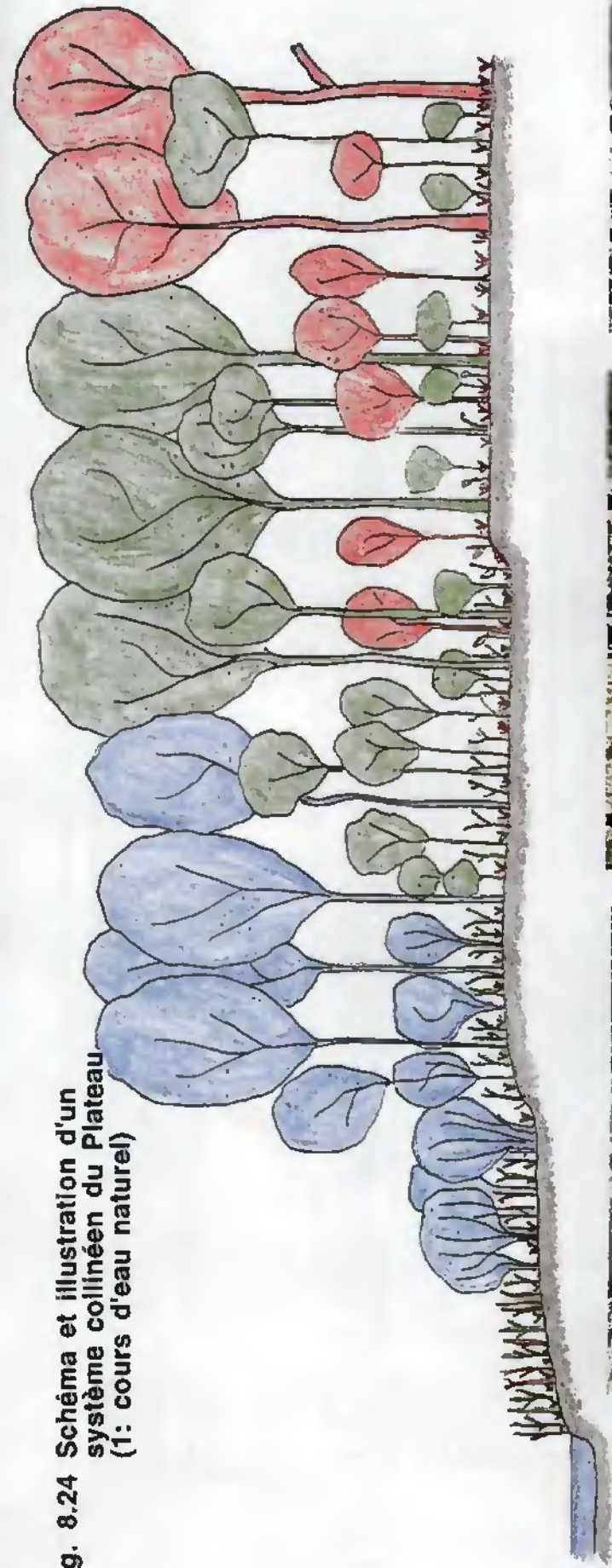


Fig. 8.25 Modèle qualitatif généralisé de la dynamique des systèmes collinéens du Plateau (2: incision du cours d'eau)

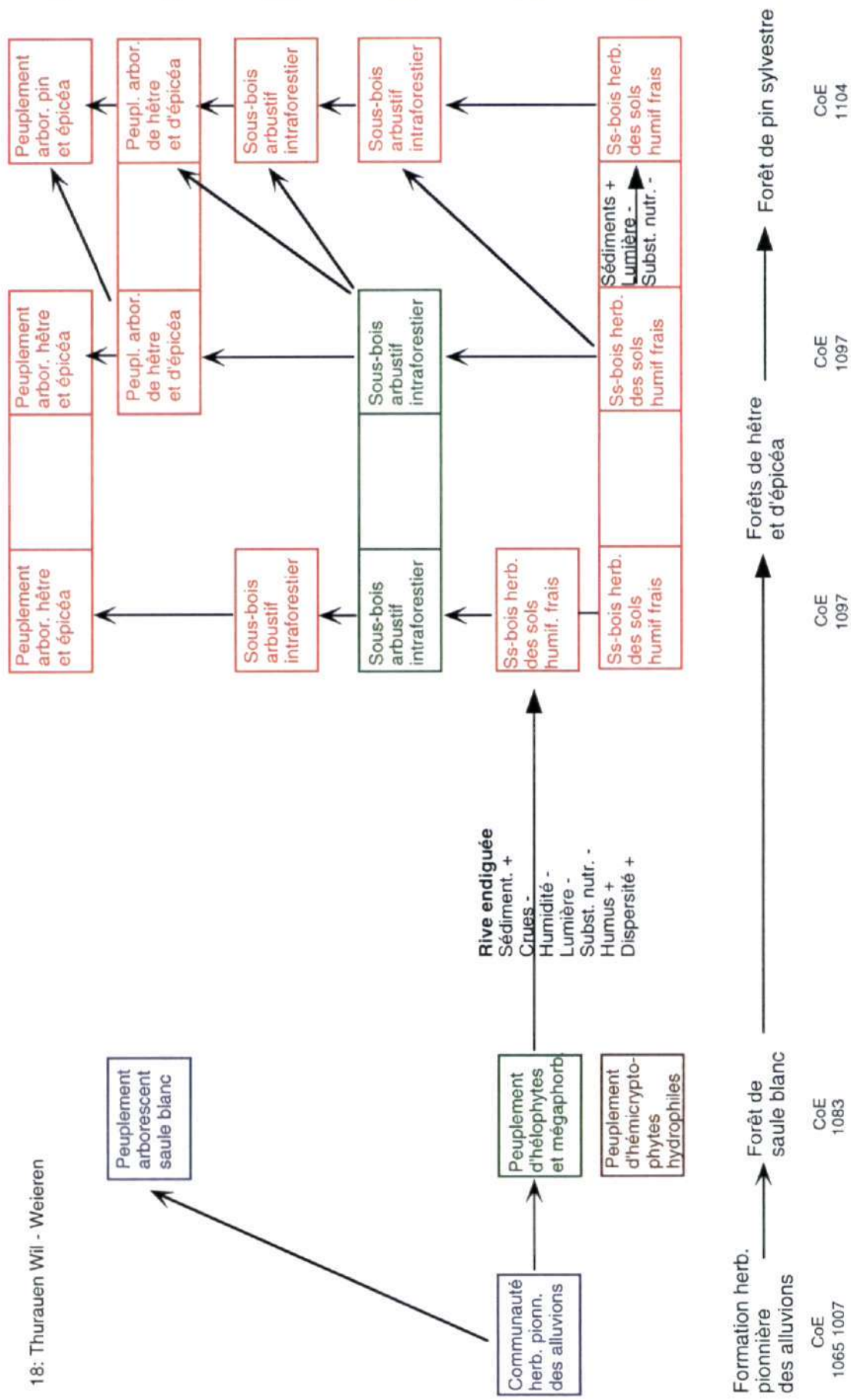


Fig. 8.26 Schéma et illustration d'un système collinéen du Plateau (2: incision du cours d'eau)

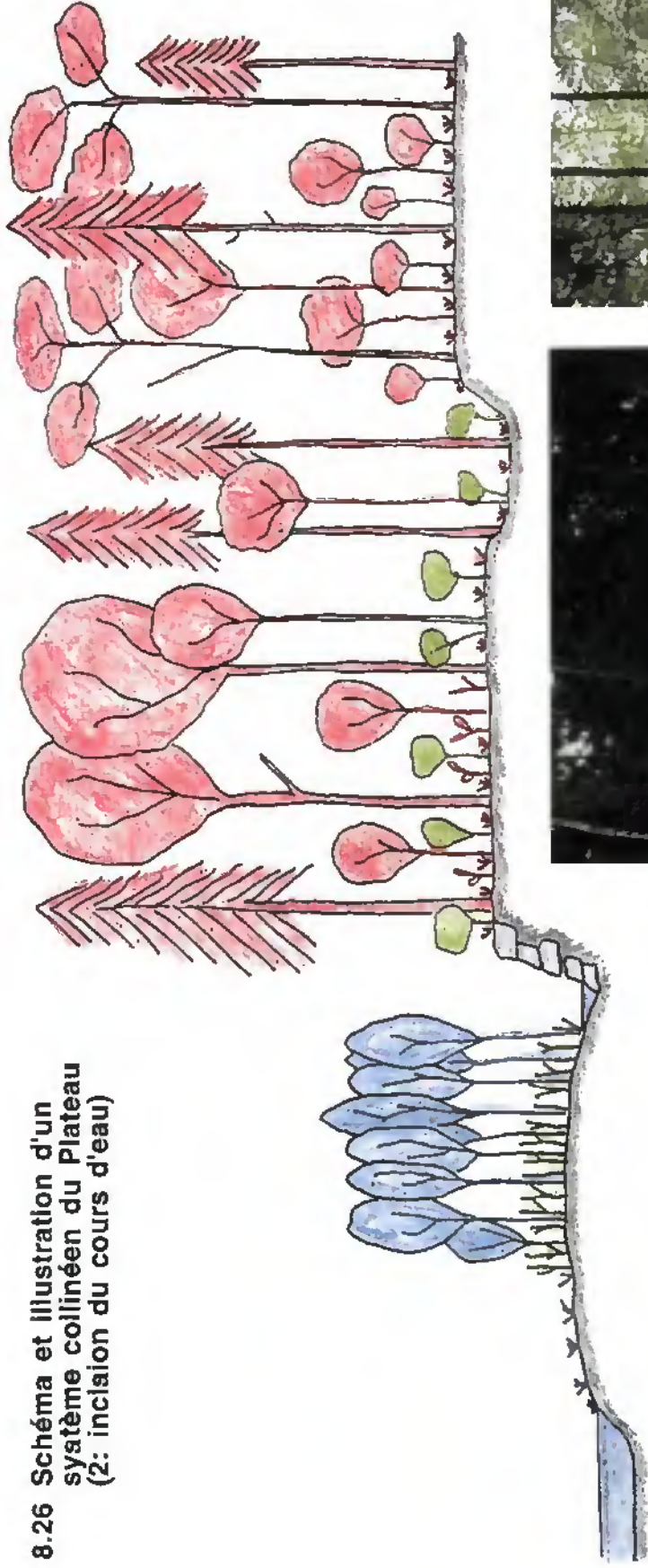


Fig. 8.27

Modèle qualitatif généralisé de la dynamique des systèmes collinéens du Plateau
(3: lacs de retenue)

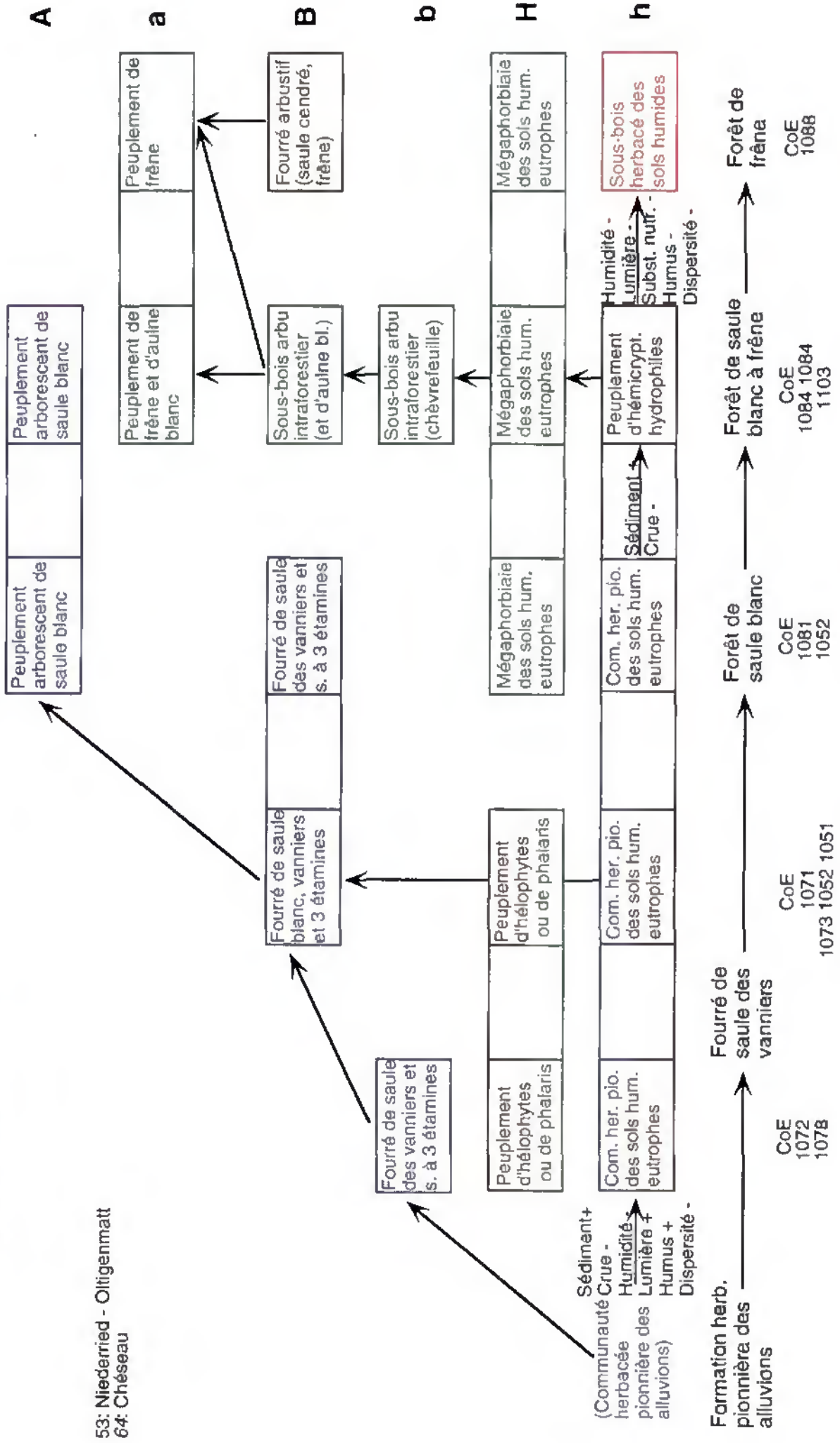


Fig. 8.28 Schéma et illustration d'un système collinéen du Plateau (3: lac da retenua)

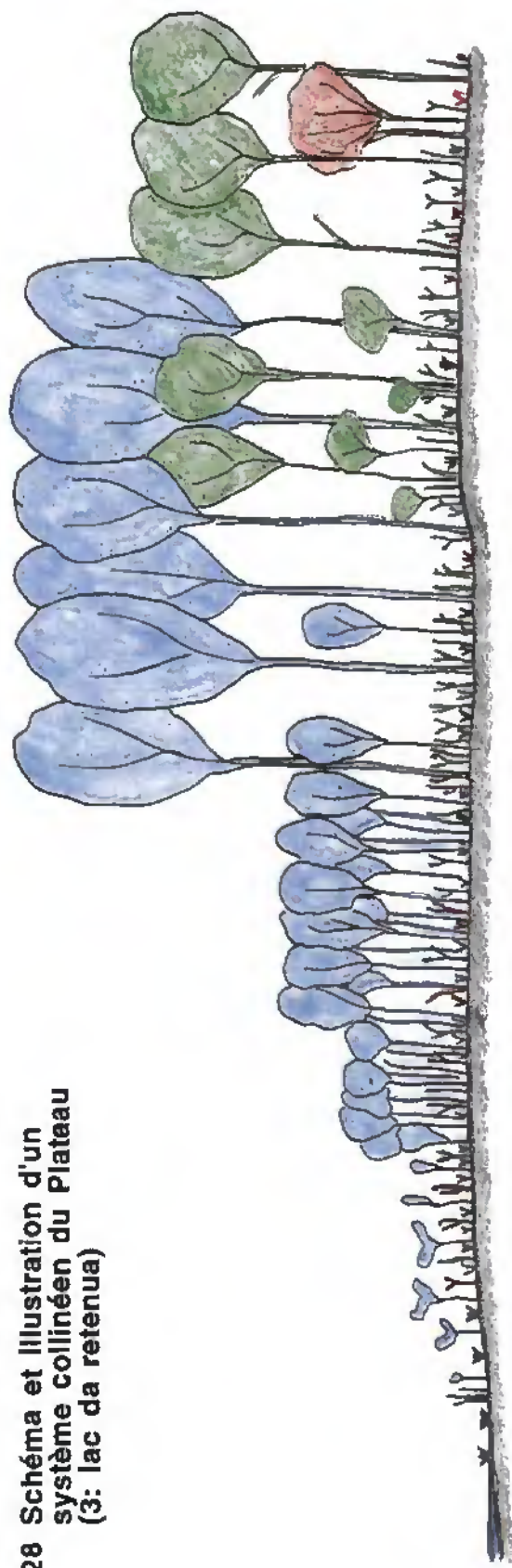


Fig. 8.30.a Schéma et illustration d'un système collinéen des Alpes centrales (4a: forêt d'aulne blanc)

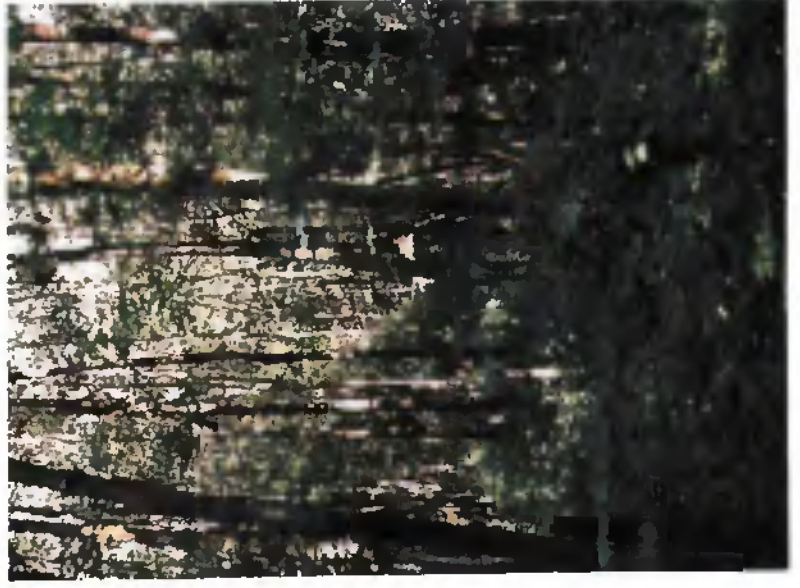
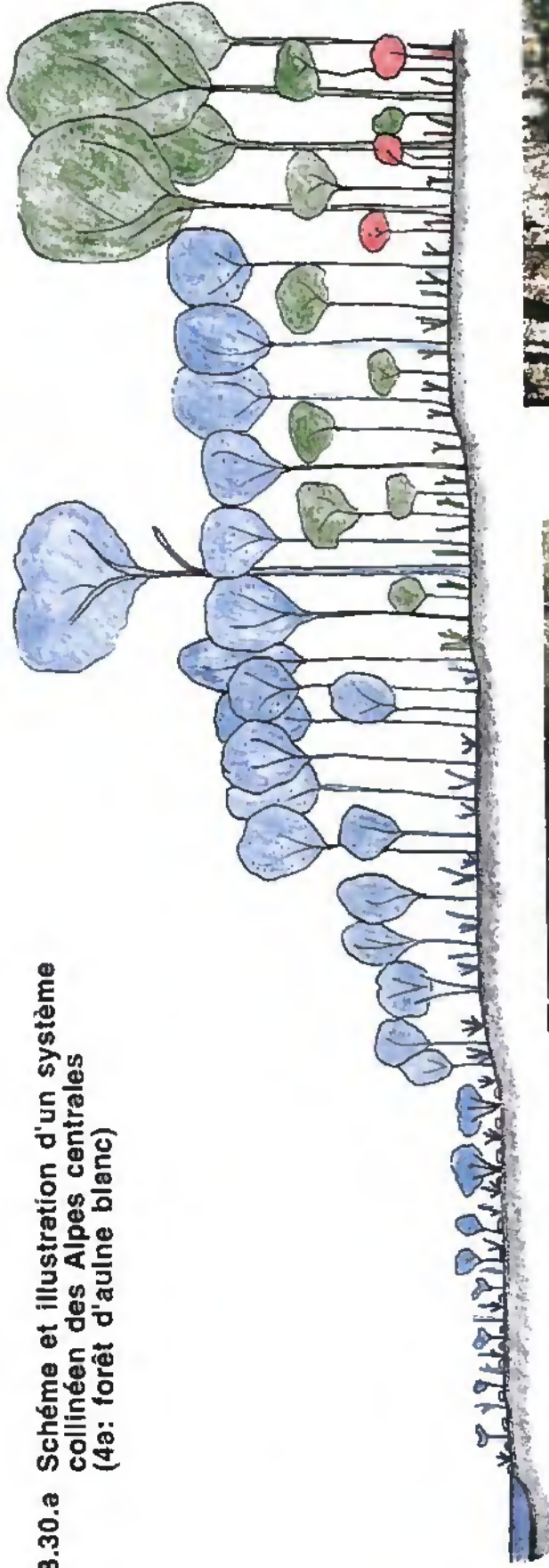


Fig. 8.29 b

Modèle qualitatif généralisé de la dynamique des systèmes collinéens des Alpes centrales (4b: forêt de pin sylvestre)

- 133: Pfyrwald
- 22: Rheinauen Zizers - Mastrilis
- 27: Rházúns
- 29: Cauma

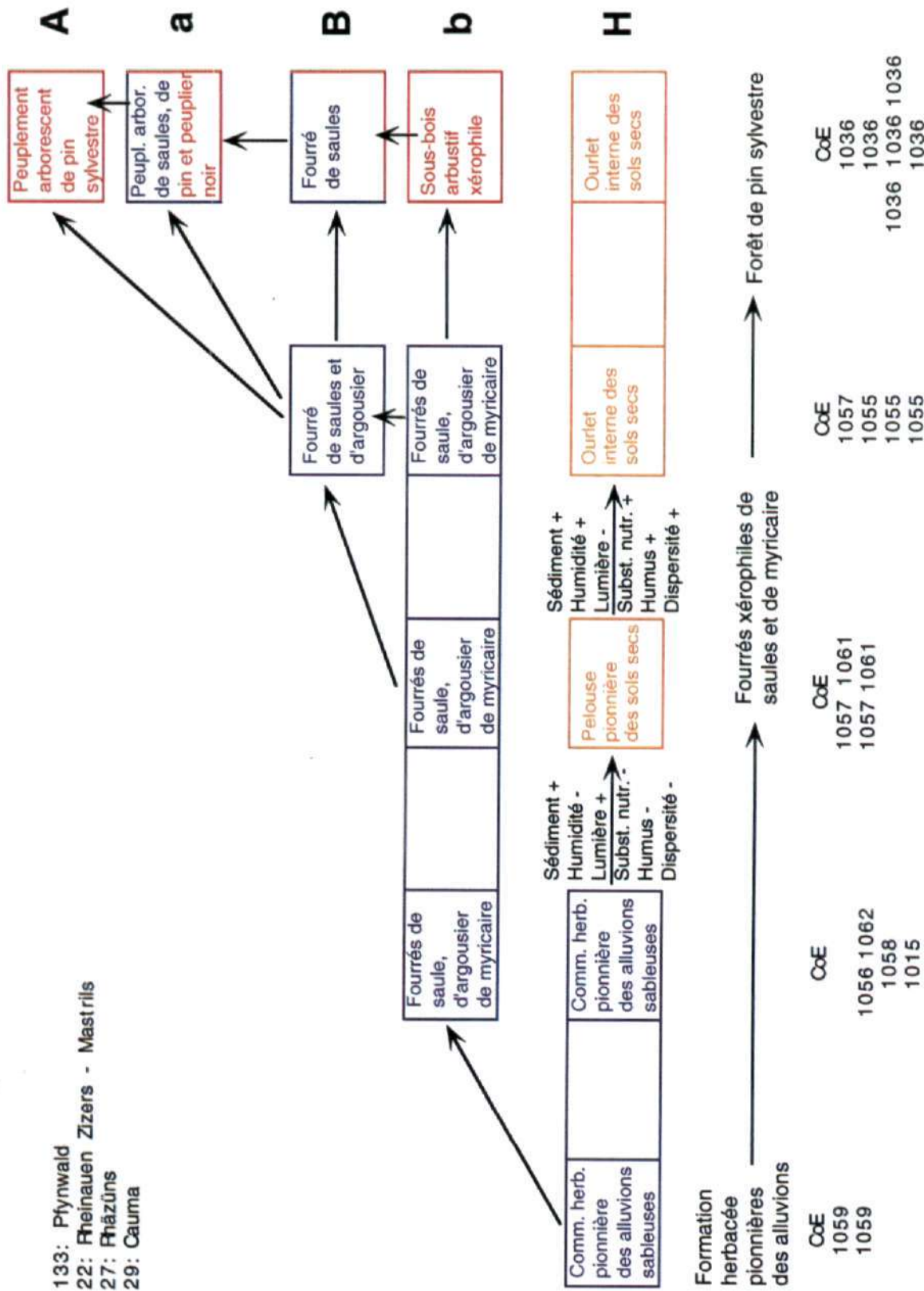


Fig. 8.30.b Schéma et illustration d'un système collinéen des Alpes centrales (4b: forêt de pin sylvestre)

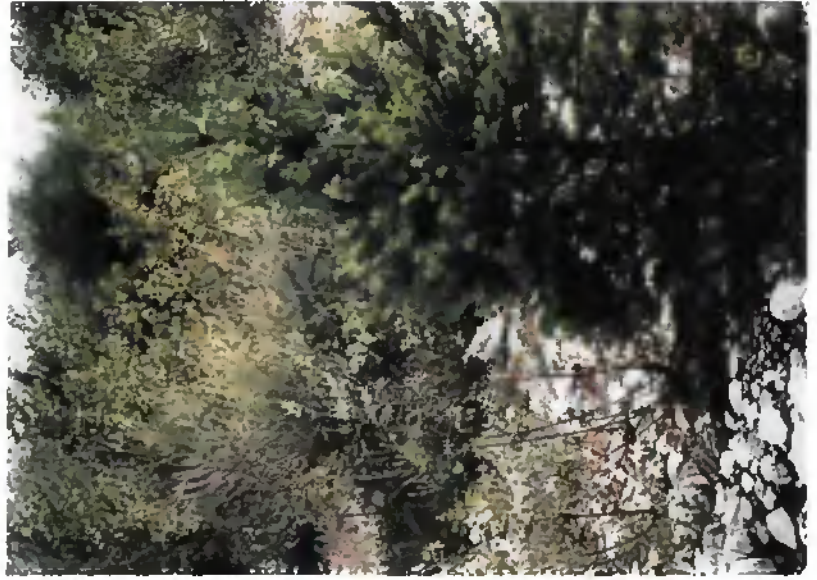
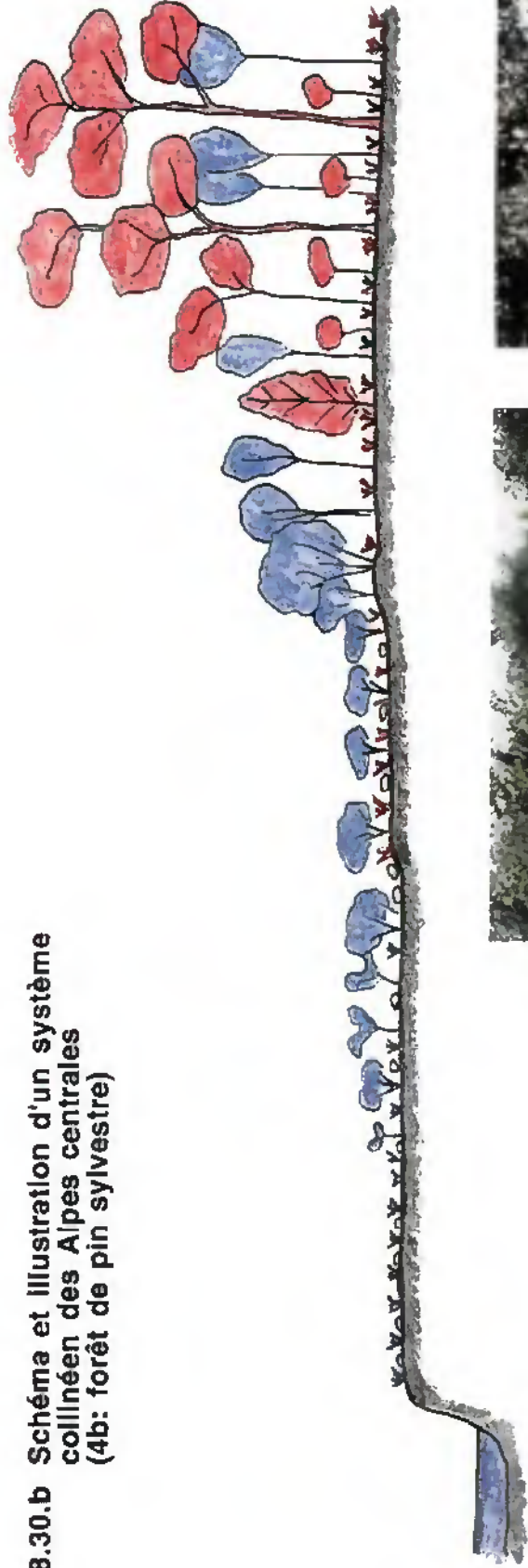


Fig. 8.31 a Modèle qualitatif généralisé de la dynamique des systèmes collinéens du Sud des Alpes et de l'Ouest du Plateau (5a: forêt de frêne)

171: Maggia
 113: Vallon de l'Allondon
 Tessin Italien
 168: Ciossa Antognini

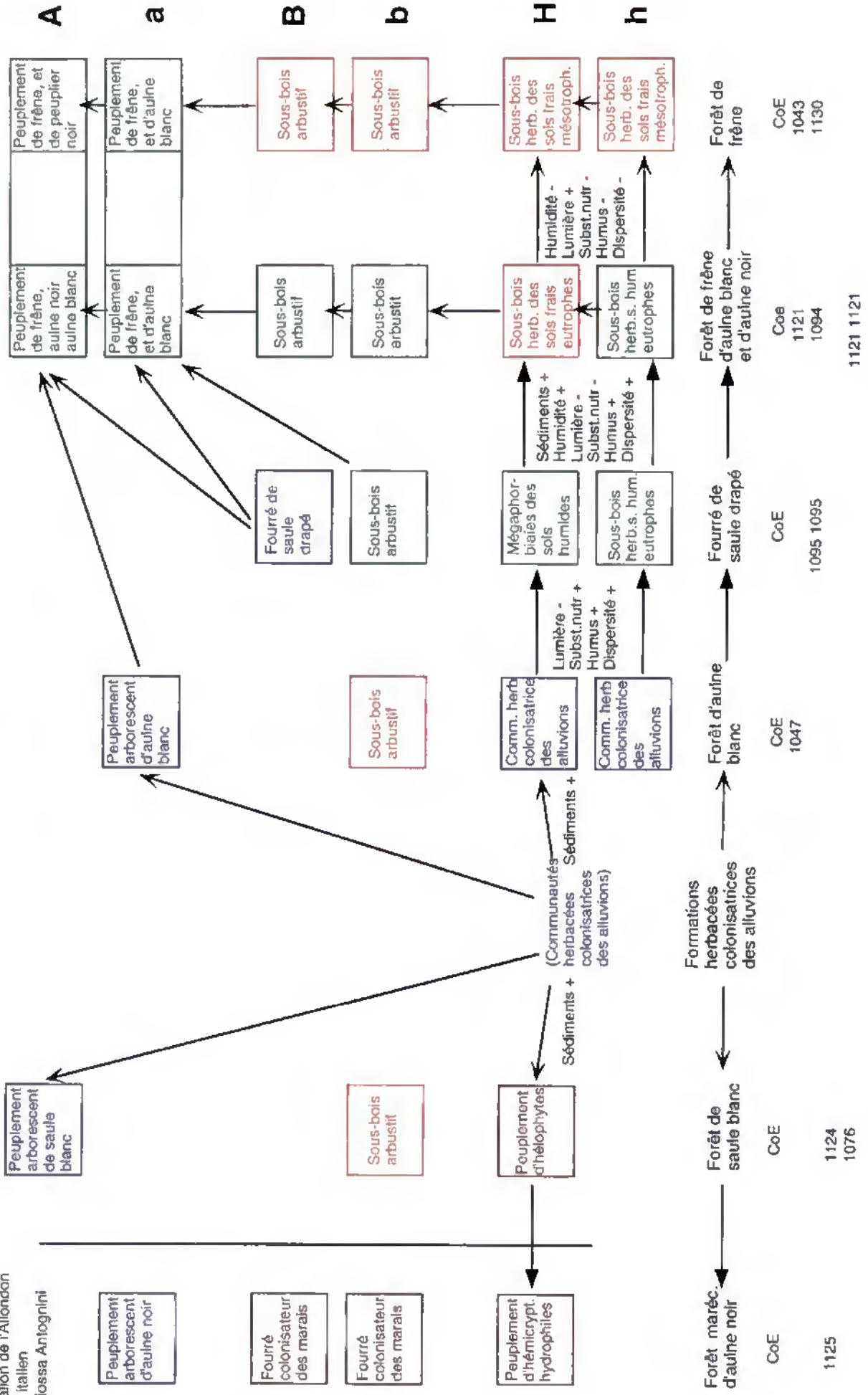


Fig. 8.32.a

Schéma et illustration d'un système collinéen du Sud des Alpes et de l'Ouest du Plateau (5a: forêt de frêne)

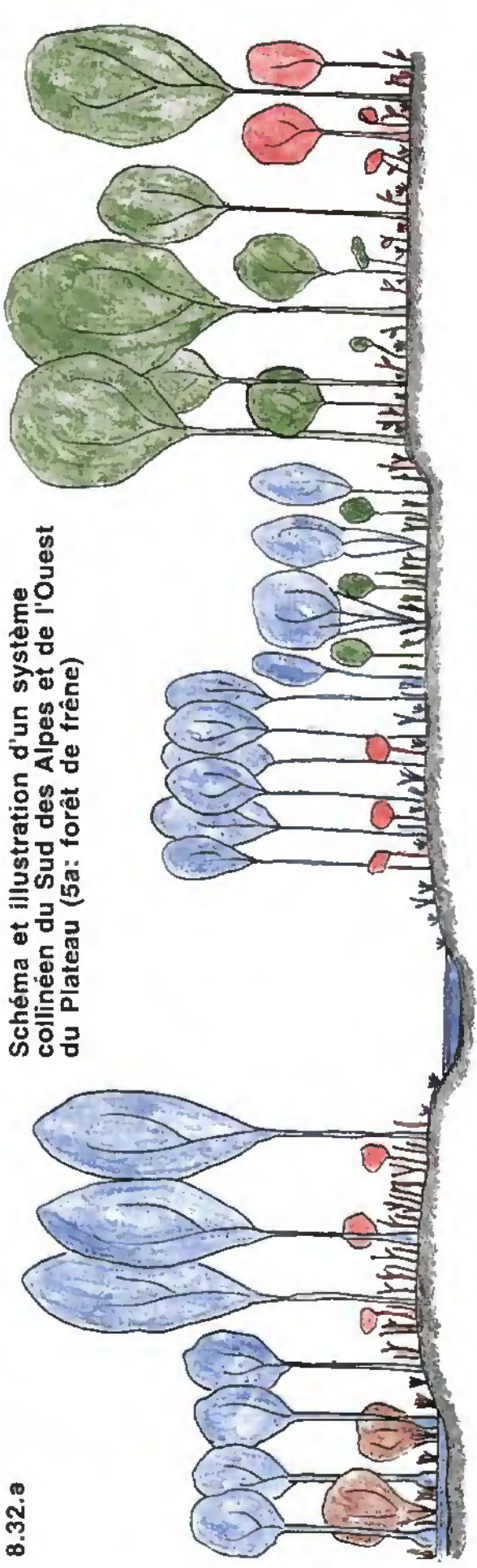


Fig. 8.32.b Schéma et illustration d'un système collinéen du Sud des Alpes et de l'Ouest du Plateau (5b: forêt de chênes)

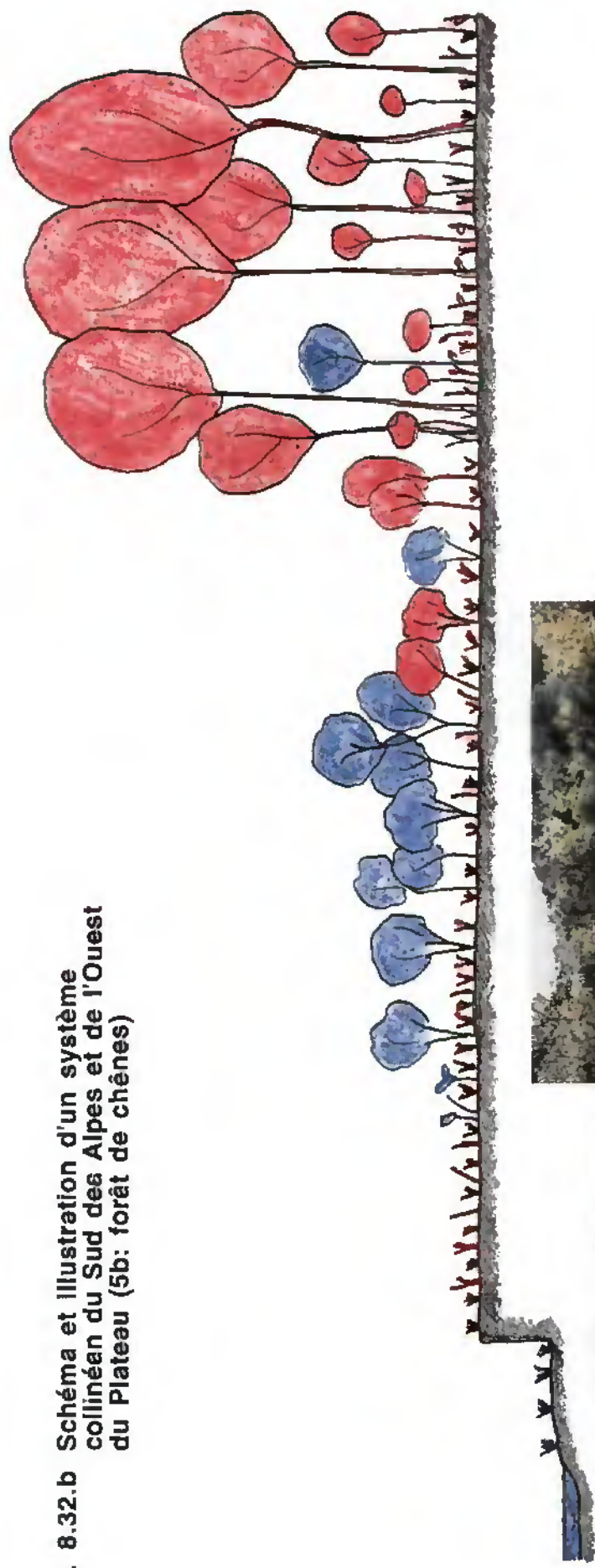


Fig. 8.33 Modèle qualitatif généralisé de la dynamique collinéenne du Sud des Alpes (6: incision du cours d'eau)

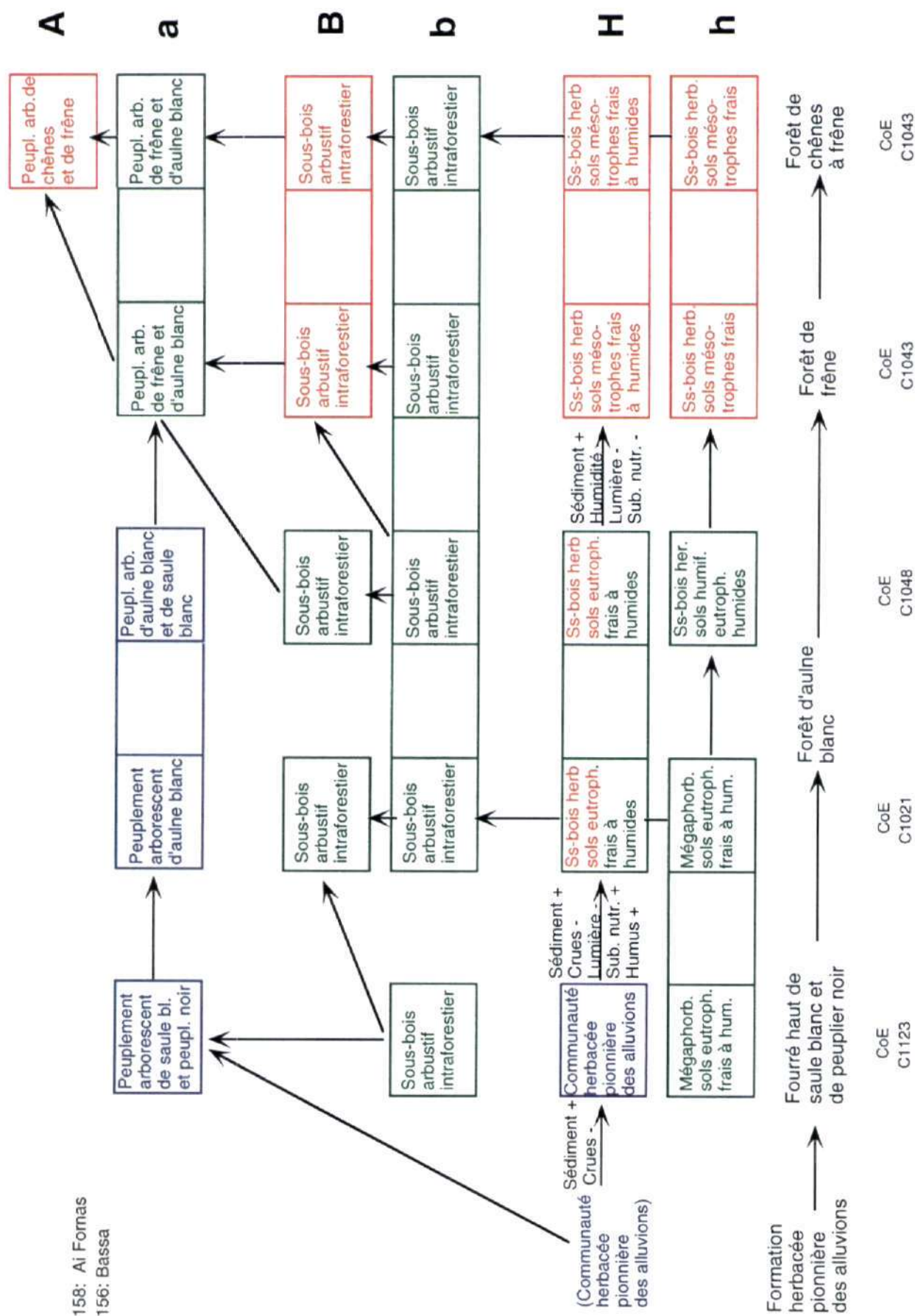


Fig. 8.34 Schéma et illustration d'un système collinéen du Sud des Alpes (6: incision du cours d'eau)

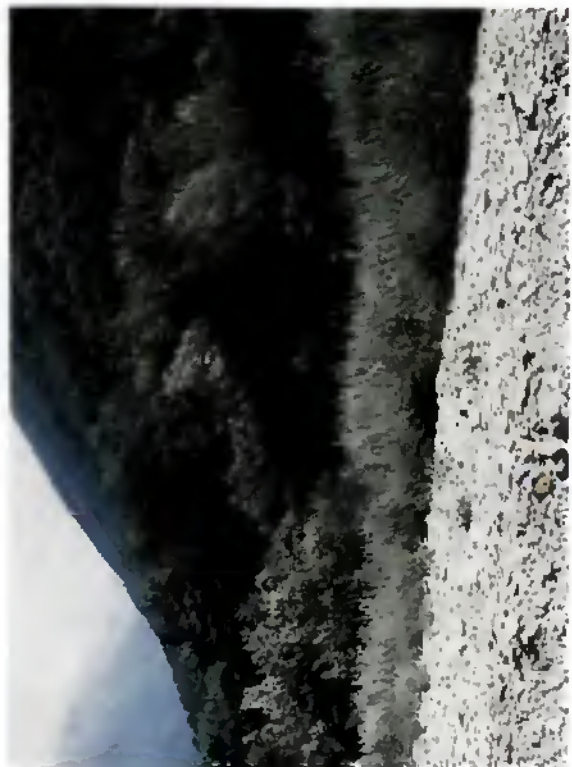
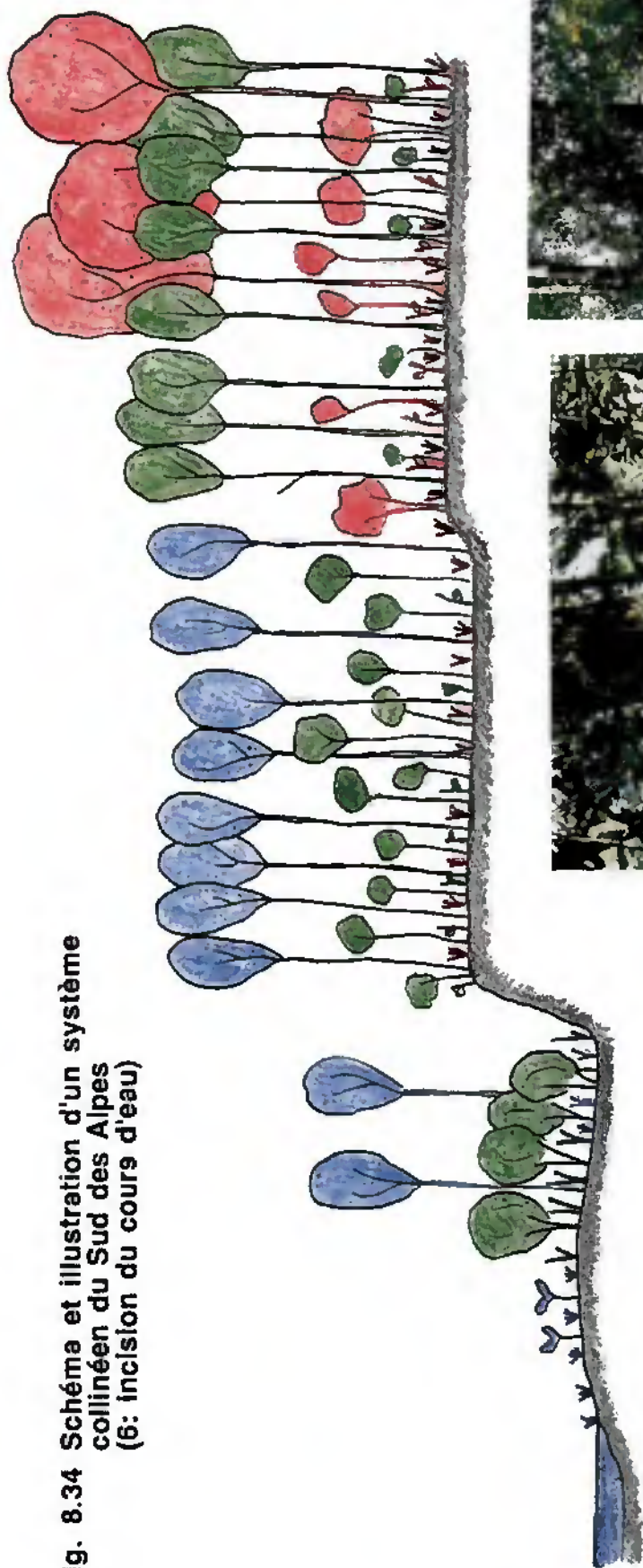
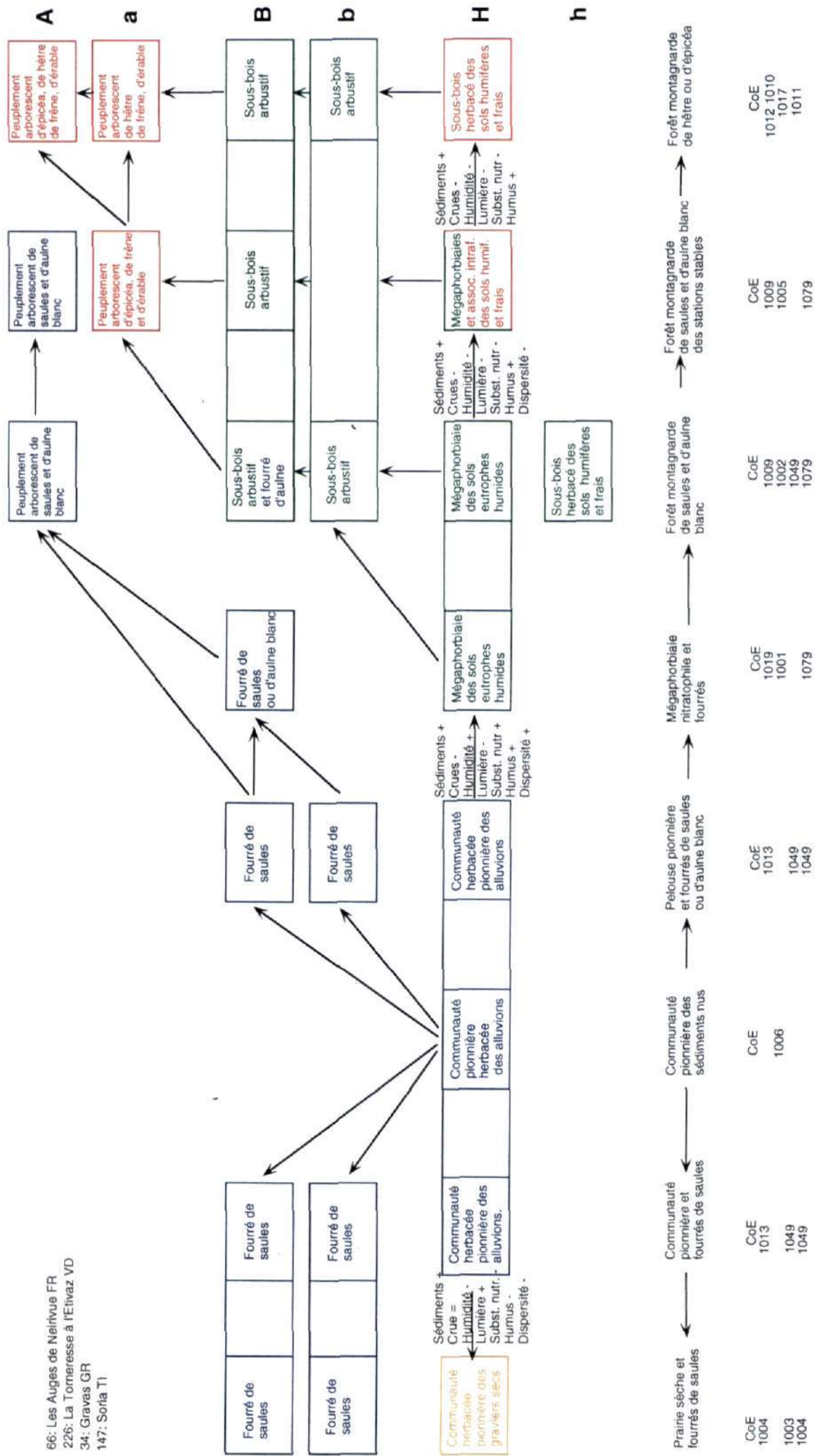


Fig. 8.35 Modèle qualitatif généralisé de la dynamique des systèmes montagnards
(7: cours d'eau naturels ou peu transformés par l'homme)



66: Les Auges de Nairivue FR
 226: La Torneresse à l'Eivaz VD
 34: Graves GR
 147: Sorla TI

Fig. 8.36 Schéma et illustration d'un système montagnard (7: cours d'eau naturel ou peu transformé par l'homme)

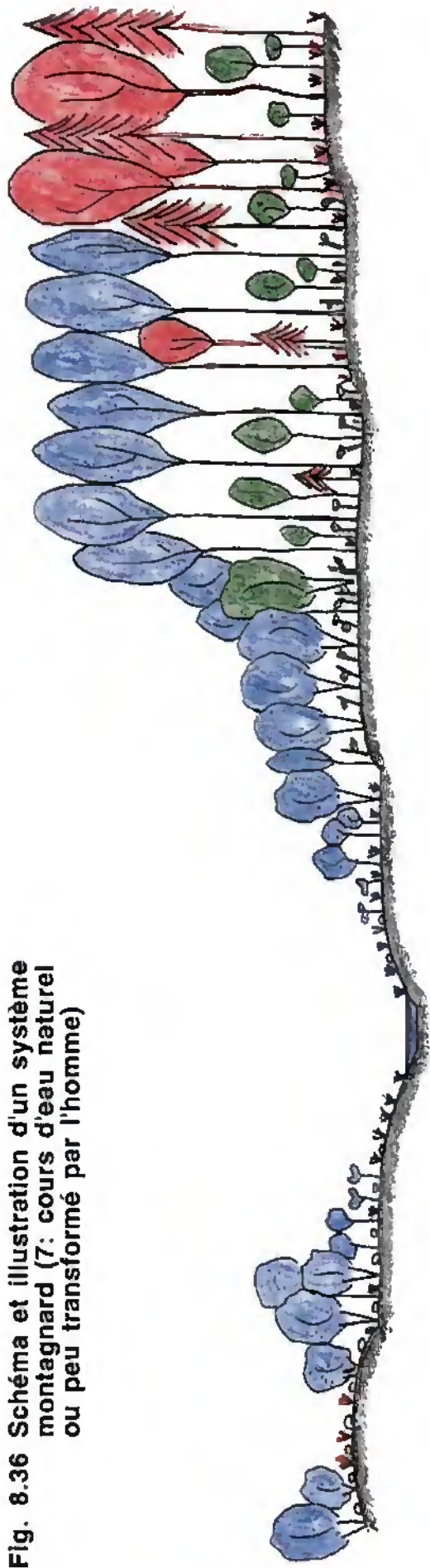


Fig. 8.37 Modèle qualitatif généralisé de la dynamique des systèmes subalpins (8: cours d'eau naturels ou peu transformés par l'homme)

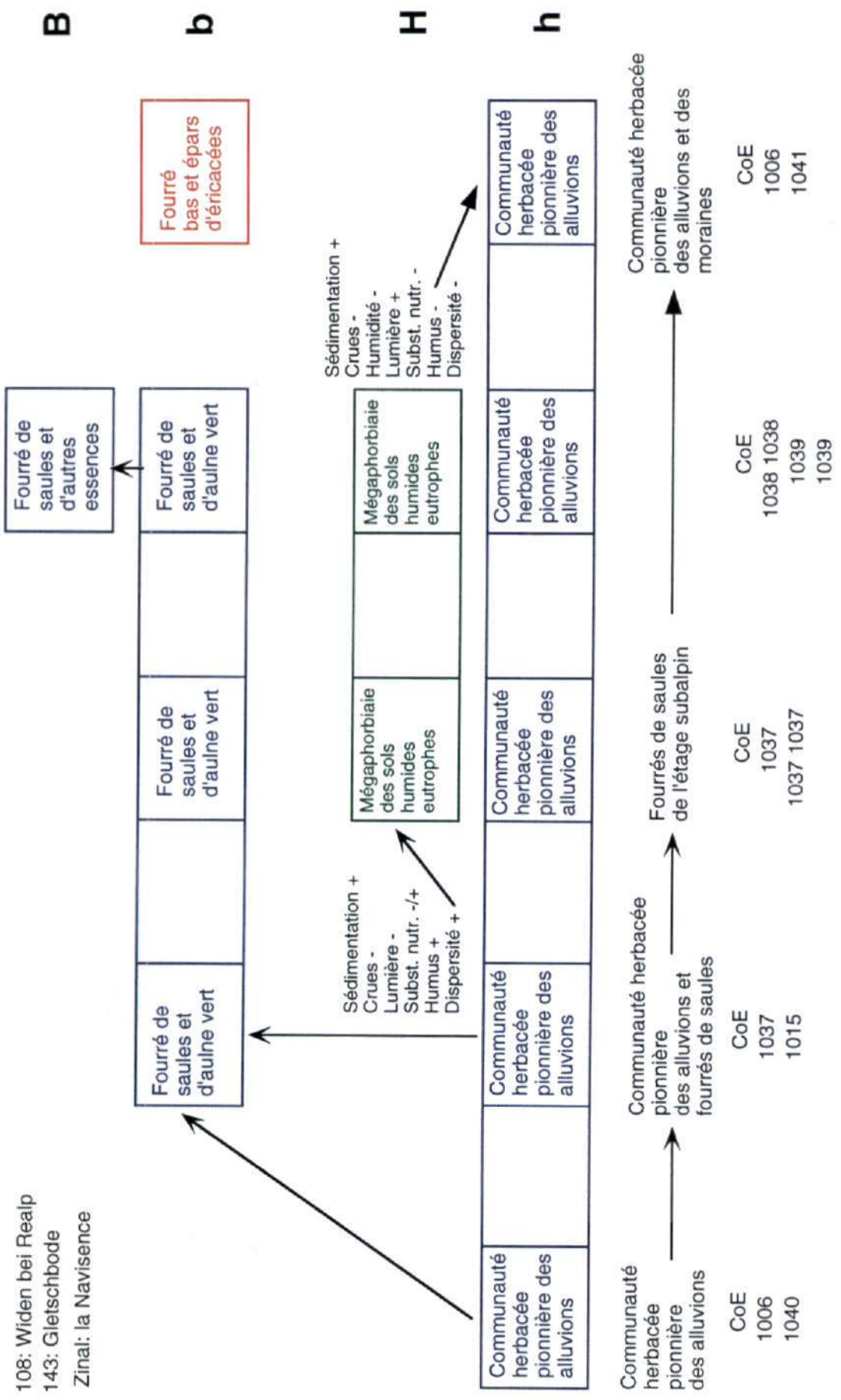


Fig. 8.38 Schéma et illustration d'un système subalpin (8: cours d'eau naturel ou peu transformé par l'homme)

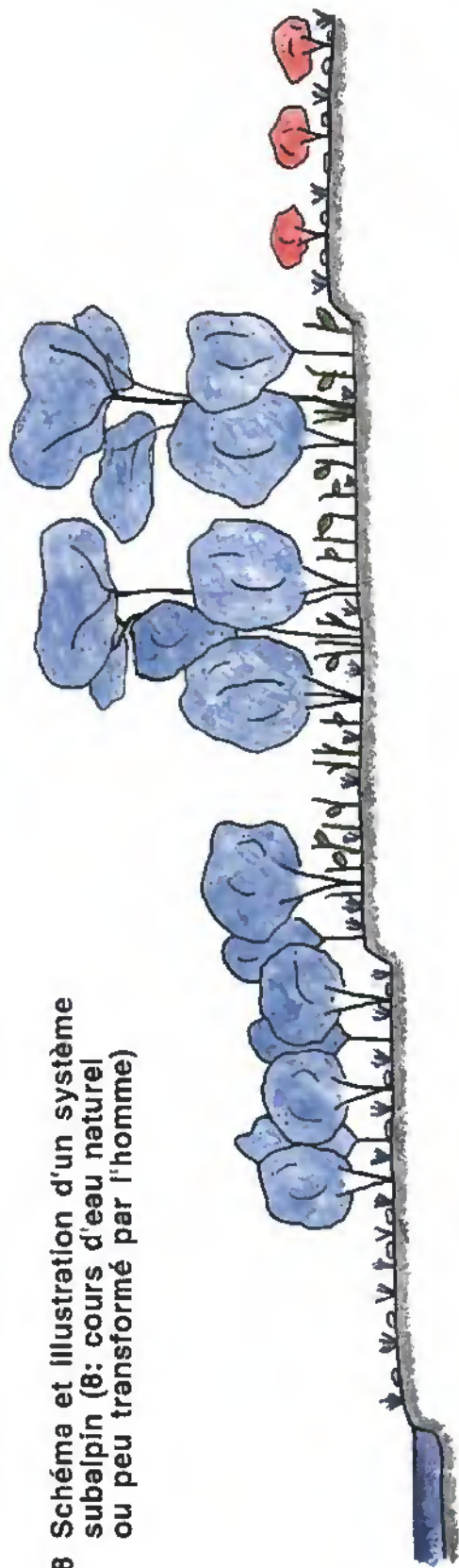


Fig. 8.39

Système collinéen du Plateau (1: cours d'eau naturels at endigués).

Objet 48: Alte Aare: Lyss - Dotzingen BE



Système collinéen du Plateau (2: Incision du cours d'eau).

Objet 18: Thurauen Wil-Weieren TG



Système collinéen du Plateau (3: lacs de retenue).

Objet 64: Chéseau FR - hors inventaire





Fig. 8.40 Systèmes collinéens des Alpes centrales
Objet 22: Rheinauen Zizers-Mastrils GR - hors inventaire (*haut, gauche*)
Objet 133: Pfywald (*haut, droite*)

Systèmes collinéens du Sud des Alpes et de l'Ouest du Plateau
Objet 171: La Maggia TI (*bas, gauche*)
Objet 113: Vallon de l'Allondon GE (*bas, droite*)

**Système collinéen du Sud
des Alpes et de l'Ouest du
Plateau (incision du cours
d'eau)**

Objet 158: Al Fornas GR



**Système montagnard
(cours d'eau peu perturbé
par l'homme).**

Objet 176: Plan Sot GR



**Système subalpin
(cours d'eau naturel)**

Objet 143: Gletschbode VS



Tsb. 8.6 Système collinéen (groupe 3): coenotaxons et syntaxons homologues (homécies)

CdE
1088

CdE
1084 1084
1103

CdE
1081
1052

CdE
1071
1073 1052 1051

CdE
1072
1078

A1 A1	A2 A1 A1
----------	-------------

a36 a30	a30
---------	-----

B109 B106 B106 B110	B109 B109	B135 B137 B101	B134
------------------------	--------------	-------------------	------

b125

b109

H252 H262 H252	H252 H253 H262 H257	H253
-------------------	------------------------	------

H251 H262	H261 H262 H282 H262
--------------	------------------------

h252 h280	h251 h280 h282 h282	h251 h282	h251 h251	h242
--------------	------------------------	--------------	-----------	------

(h282)

53: Niederrled - Oltigenmatt
64: Chéseau

Tab. 8.7 b Système collinéen (groupe 4 b): coenotaxons et syntaxons homologues (homécies)

CoE	CoE	CoE	CoE
1056	1057	1057	1036
1059	1057 1061	1055	1036
	1057 1061	1055	1036 1036 1036
		1055	1036
		1055	

133: Pflynwald
 22: Rheinauen Zizers - Mastrils
 27: Rhäzöns
 29: Cauma

A4
A3 A3
A3

a20
a4
a6 a13 a22
a20

B107
B111
B111
B115

B113
B123
B102 B107

b105 b111	b105 b111	b105
b104	b105 b111	b106
b112		b112
		b112

b124
b121
b112 b121 b124
b124

H279	H266 H286
H279	H279
	H273 H275

H272 H272
H272 H272

H272
H275
H275
H275 H278

H276
H276
H276 H278 H276
H275

h274

h274

--

Tab. 8.9 Système montagnard (groupe 7): coenotaxons et syntaxons homologues (homécies)

CdE	CdE	CdE	CdE	CdE	CdE	CdE	CdE
1004	1013	1006	1013	1019	1009	1012	1010
1003	1049		1049	1001	1002	1017	1011
1004	1049		1049	1079	1049	1079	
					A19 A21 A23 A24 A24 A23	A19 A24	A29 A15 A12 A12
					a23	a29 a12 a28	a15 a28
B108	B103		B103	(B106) B103 B101	B136 B101 b131 b127	B136 b133 B131	B137 B131
b103 b104	b103 b104		b103 b104		b126 b129 b131 b127	b127	b126 b133 b133
H274 H274 H274	H232 H278 H278	H278	H232 H278 H278	H201 H201 H207	H205 H201 H206 H207	H205 H225 H207	H230 h230 H215
					h225 h233 h233	h238	h233

56 Les Auges de Neirivue FR
 226 La Tomeresse à l'Etivaz VD
 34 Graves GR
 147 Soria TI

Tab. 9.1 Valeurs et moyennes concernant 30 relevés de synusée vernaies

Code SyE	No. rel	Num.long	Alt.	Nb.He	Nb.Ge	H/eau	Dist.riv.	Crues	F	L	T	R	N	H	D
h226	935	115008	390	3	2	0.85	20	oui	3.4	2.27	3.6	3.2	3.27	3.47	4.2
h228	831	115004	390	2	2	1	25	non	3.08	2.08	3.46	3	3.38	3.48	4.08
h226	301	5011	347	2	5	2	20	non	3.23	2.05	3.52	3.19	3.25	3.48	4.23
h226	294	5004	347	5	3	2.5	180	non	3.21	2.04	3.38	3.33	3.04	3.71	4.21
h226	292	5002	347	3	3	1.5	100	non	3.44	2	3.16	3.49	3.05	3.89	4.44
h226	884	86033	750	4	4	1.5	120	oui	3.16	2.33	3.16	3.18	3.43	3.59	4.15
h242	594	47007	430	0	1	0.3	2	oui	3.09	2.91	3.09	3	4	3	4
h242	817	48045	480	6	2	0.4	0	oui	3.22	2.91	3.33	3	3.77	3.11	4.17
h242	305	5015	347	3	4	2	50	non	3.12	2.29	3.53	3.24	3.24	3.53	4.12
h242	599	47012	430	2	2	1	20	non	3.27	3	2.93	3	3.8	3.13	4.13
h242	596	47008	430	2	2	0.8	10	non	3.1	2.7	3.5	3	3.8	3.1	4
h242	508	36005	320	1	3	2	60	non	3	2.2	3.3	3	3.1	3.7	4
h242	555	40026	340	1	2	1.5	10	non	3.13	2.63	3.5	3	3.75	3.25	4
h242	553	40024	340	1	1	1.5	10	non	3.36	3	3.45	3.38	3.91	3	3.84
h242	541	40012	340	1	1	3	5	non	3	3	3.5	3	3.5	3	4
h243	824	48052	480	7	4	0.5	0	non	3.28	2.56	3.25	3.08	3.57	3.44	4.08
h243	621	48048	480	5	3	0.2	0	oui	3.52	2.82	3.19	3.19	3.86	3.48	4.29
h243	615	48043	480	4	3	0.5	0	oui	3.28	2.72	3.22	3.17	3.83	3.44	4.08
h243	847	59029	480	1	4	4	0	non	3.73	2.24	3.24	3.25	3.98	3.37	4.49
h243	303	5013	347	3	7	3	50	non	3.12	2.45	3.45	3.25	3.06	3.35	4.16
h243	508	38007	320	1	4	2	30	non	3.1	2.51	3.21	3.21	3.42	3.44	3.94
h243	560	40031	340	1	4	2.5	300	non	3.28	2.57	3.29	3.29	3.43	3.43	4.14
h243	557	40028	340	0	2	2	10	non	3	2.83	3.17	3.5	3.67	3.17	3.87
h243	548	40017	340	2	6	3.5	80	non	3.87	2.33	3.38	3.31	3.53	3.68	4.16
h243	543	40014	340	1	2	3	20	non	3.6	2.8	3.4	3.4	3.8	3.8	4
h243	539	40010	340	4	4	3.5	10	non	3.28	2.4	3.4	3.06	3.45	3.55	4.11
h243	537	40008	340	4	8	3.5	70	non	3.35	2.19	3.39	3.08	3.53	3.47	4.2
h244	855	84021	480	4	5	3.5	0	non	3.8	2.97	3.34	3.04	3.83	3.14	4.21
h244	296	5006	347	0	3	0.1	80	non	2.88	2.65	3.35	3.59	3.06	3.41	3.53
h244	510	38009	320	1	3	2	100	non	2.92	2.58	3.31	3.28	3.14	3.33	3.75
Moyenne			393.4	2.47	3.3	1.85	48.07	oui:20%	3.25	2.53	3.33	3.19	3.52	3.39	4.07

Légende: Alt: altitude (m) Nb.He: nombre d'hémicryptophytes Nb.Ge: nombre de géophytes H/eau: hauteur de la station p. rap. à la rivière (m)
 Dist.riv.: distance de la station par rapport à la rivière (m) Crue: présence de traces de crue (%)

Fig. 9.1 Schéma général de la dynamique de la végétation d'un système alluvial

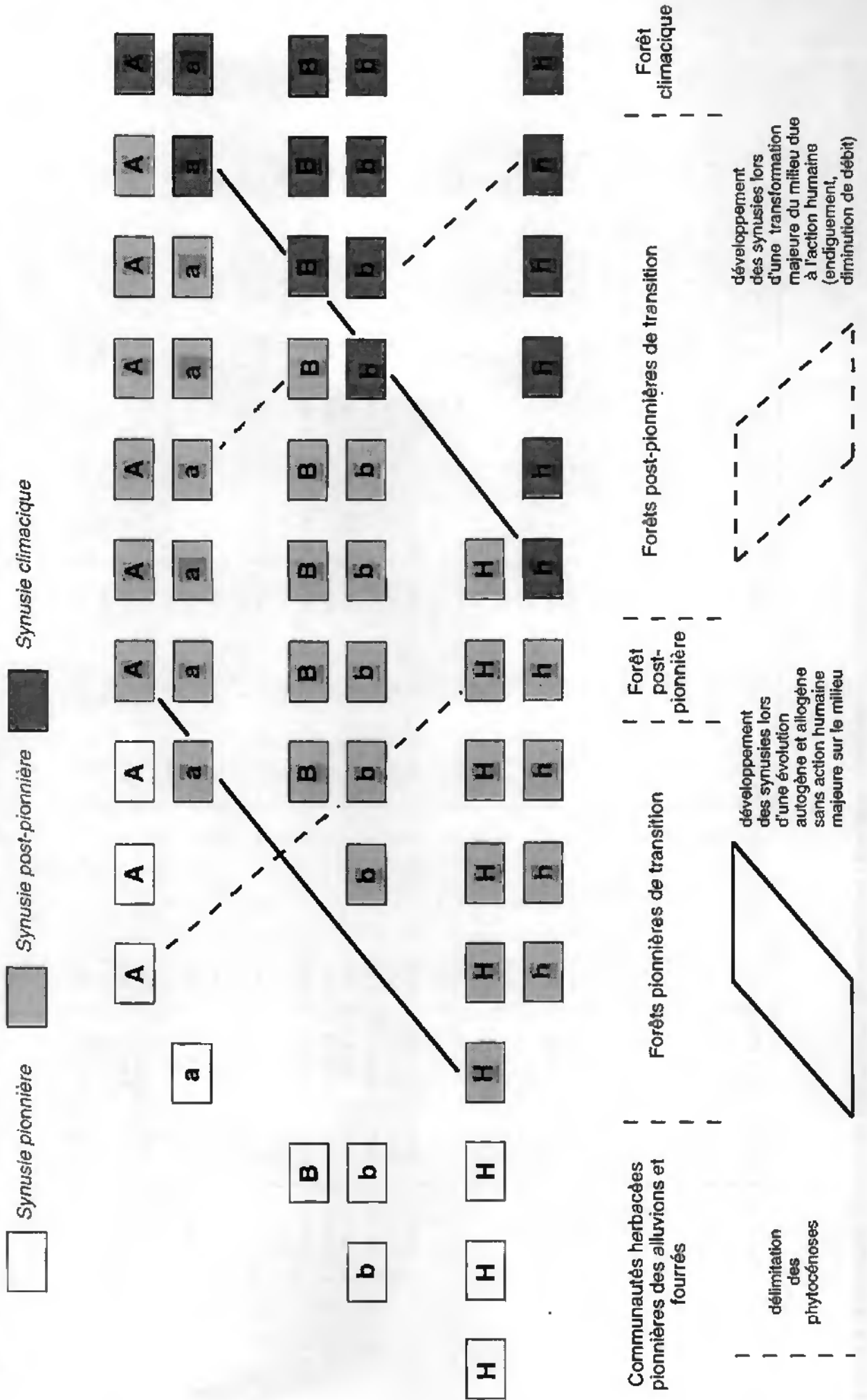


Fig. 9.2 Attracteurs et énergie

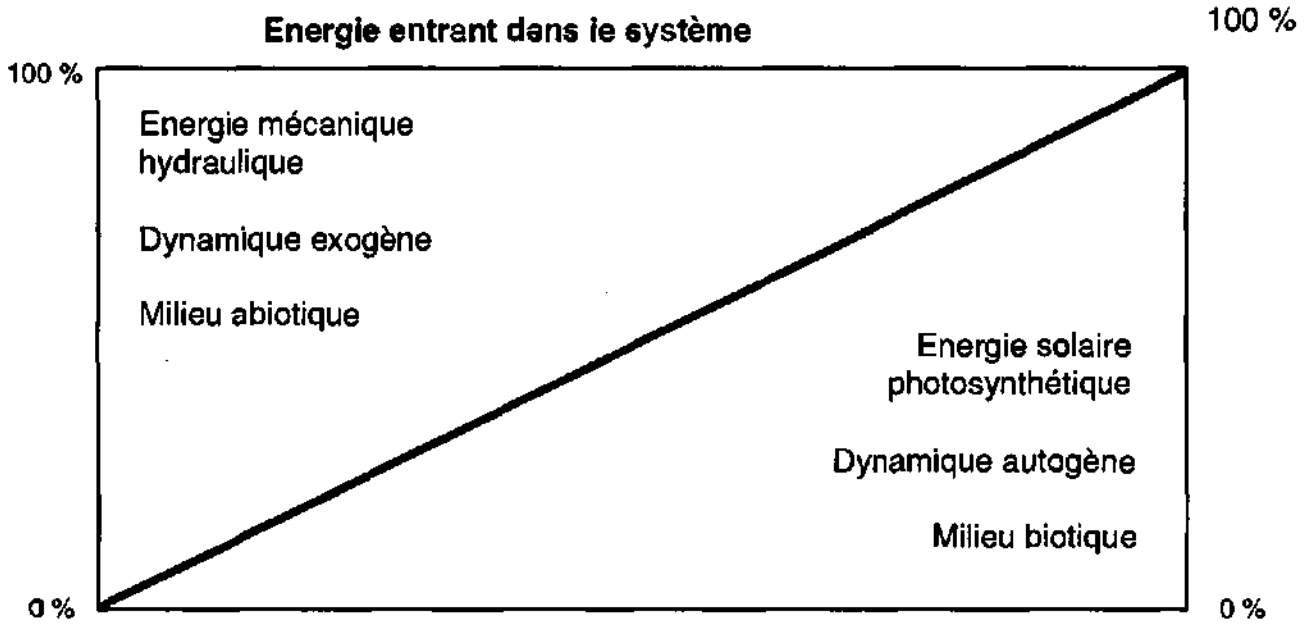
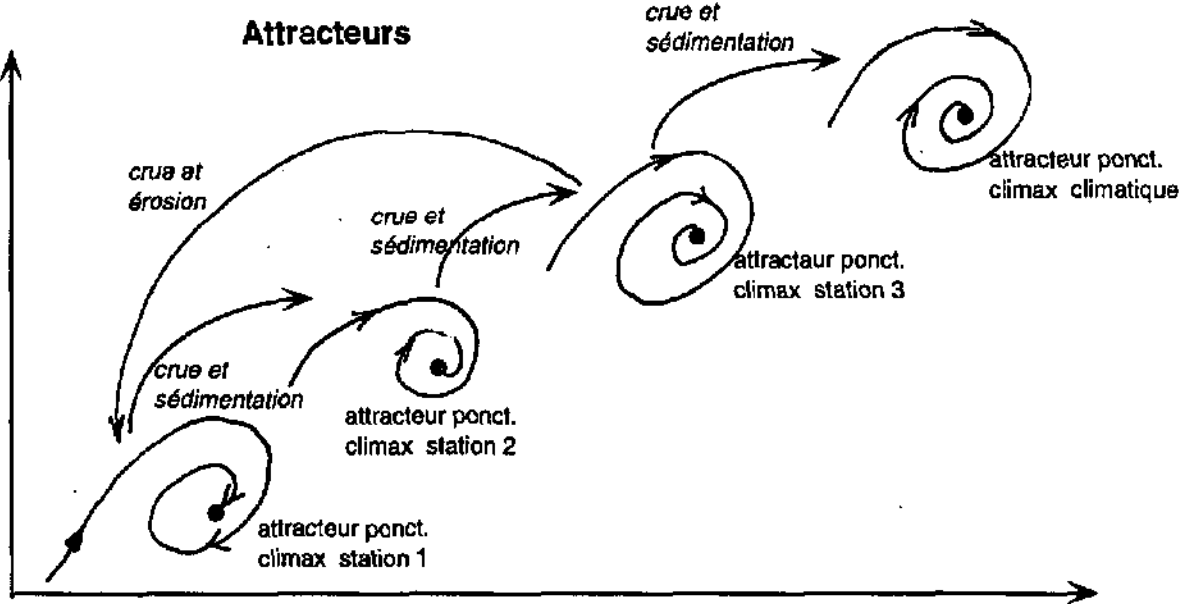
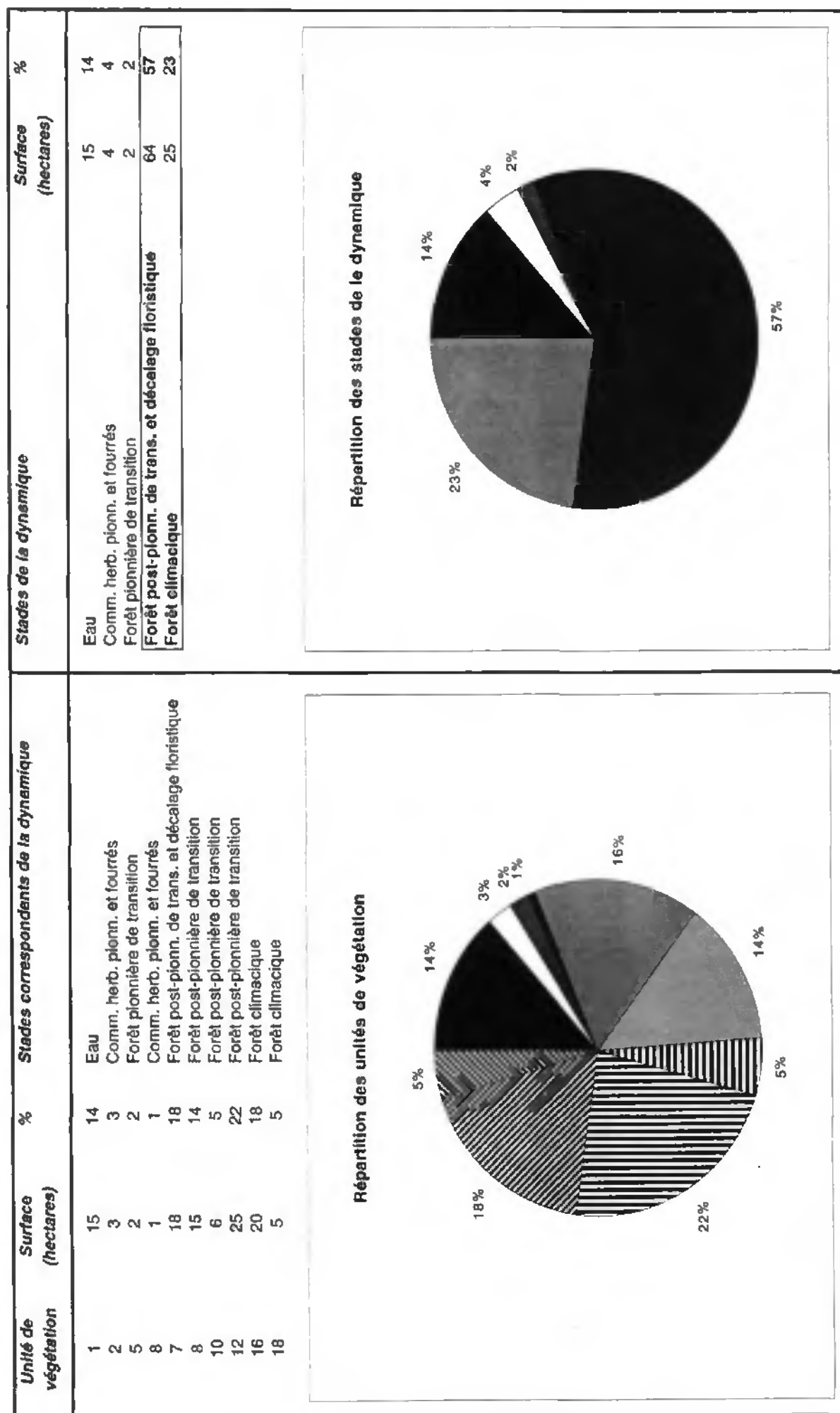


Fig. 9.3 Objet 40: Umiker Schachen - Stierenhölzil. Répartition des stades de la dynamique



Beiträge zur Geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz

Gegenwärtig (Herbst 1995) vom Kommissionsverlag noch lieferbar:
F. Flück-Wirtb, 90S3 Teufen

- Nr. 23 55.8785 Mayer, Margarete: Oekologisch-pflanzensoziologische Studien über die *Filipendula ulmaria* - *Geranium palustre* Assoziation. 1939, 64 Seiten, 12 Abb. und 18 Tab., sFr. 15.--
- Nr. 24 56.6700 Messikommer, E.: Beitrag zur Kenntnis der Algenflora und Algenvegetation des Hochgebirges um Davos. 1942, 452 Seiten, 1 Karte, 19 Tafeln und 2 Abb., sFr. 58.--
- Nr. 25 45.5000 Joray, Marcel: L'étang de la Gruyère Jura bernois. Etude pollinique et stratigraphique de la tourbière. 1942, 117 Seiten, 42 Abb., sFr. 25.--
- Nr. 26 55.5550 Marschall, Franz: Die Goldhaferwiese (*Trisetum flavescens*) der Schweiz. Eine soziologisch-ökologische Studie. 1947, 168 Seiten, 11 Abb. und 10 Tab., sFr. 24.--
- Nr. 28 39.9040 Heuer, Ilse: Vergleichende Untersuchungen an den Föhrenbeständen des Pfywaldes (Wallis). Versuch einer biocoenologischen Analyse. 1949, 185 Seiten, sFr. 28.--
- Nr. 29 23.1000 Fabijanowski, Jerzy: Untersuchungen über die Zusammenhänge zwischen Exposition, Relief, Mikro-klima und Vegetation in der Fallätsche (bei Zürich). 1950, 104 Seiten, 27 Abb. und 39 Tab., 5 photographische Tafeln, sFr. 22.50
- Nr. 30 42.6400 Hürlimann, Hans: Zur Lebensgeschichte des Schilfes an den Ufern der Schweizer Seen. 1951, 232 Seiten, 31 Abb. und 21 Tab., sFr. 30.--
- Nr. 31 58.5190 Moor, Max: Die *Fagion*-Gesellschaften im Schweizer Jura. 1952, 201 Seiten, 36 Abb., 10 photographische Tafeln, 13 lose gefaltete Tab. mit 264 Vegetationsaufnahmen im Anhang, sFr. 30.--
- Nr. 32 58.1400 Moeckli, Bruno Ernst: Beiträge zur Kenntnis der Vegetationsgeschichte der Umgebung von Bern unter besonderer Berücksichtigung der Späteiszeit. 1952, 62 Seiten, 16 Abb., sFr. 15.--
- Nr. 33 99.3970 Zoller, Heinrich: Die Typen der *Bromus erectus* Wiesen des Schweizer Juras, ihre Abhängigkeit von den Standortbestimmungen und wirtschaftlichen Einflüssen und ihre Beziehungen zur ursprünglichen Vegetation. 1954, 309 Seiten, mehrere Tab., sFr. 34.--
- Nr. 34 76.9240 Schneider, Johann: Ein Beitrag zur Kenntnis des *Arrhenatheretum elatioris* in pflanzensoziologischer und agronomischer Betrachtungsweise. 1954, 102 Seiten, 29 Abb., 19 Tab. und 1 ausklappbare Assoziationstab. im Anhang, sFr. 18.50
- Nr. 35 78.1400 Schwarz, Urs: Die natürlichen Fichtenwälder des Juras. 1955, 143 Seiten, 7 Abb., 17 Tab. und 47 Verbreitungskarten, sFr. 22.50
- Nr. 36 73.9400 Saxer, Alfred: Die *Fagus*-*Abies*- und *Picea*-Gürtelarten in der Kontaktzone der Tannen- und Fichtenwälder der Schweiz. 1955, 198 Seiten, mehrere Tab., sFr. 30.--
- Nr. 37 58.5200 Moor, Max und Schwarz, Urs: Die kartographische Darstellung der Vegetation des Creux du Van-Gebietes (Jura des Kantons Neuenburg). 1957, 114 Seiten, 11 Abb., 2 mehrfarb. gefaltete Vegetationskarten und 8 lose Deckkarten im Anhang, sFr. 30.--
- Nr. 39 76.4010 Schmid, Emil: Erläuterungen zur Vegetationskarte der Schweiz. 1961, 52 Seiten, sFr. 12.--
- Nr. 40 49.2260 Krebs, Ernst: Wäldungen der Albis- und Zimmerbergkette bei Zürich. 1962, 24 Seiten, 1 gefaltete mehrfarbige Karte, sFr. 15.--
- Nr. 41 15.1900 Davis, S.: Struktur und Zuwachsanalysen von natürlichen Föhrenwäldern. 1962, 86 Seiten, zahlreiche Abb. und Tab., sFr. 22.--
- Nr. 42 38.6980 Heller, Hans: Struktur und Dynamik von Auenwäldern. 1963, 76 Seiten, 18 Abb., 19 Tab., sFr. 22.--
- Nr. 43 09.7700 Brun-Hool, Josef: Ackerunkraut-Gesellschaften der Nordwestschweiz. 1963, 146 Seiten, 22 Abb. und 52 Tab., sFr. 30.--
- Nr. 44 29.2500 Frehner, H.K.: Waldgesellschaften im westlichen Aargauer Mittelland. 1963, 96 Seiten, 15 Abb., 12 Tab., mehrfarbige Waldkarte, sFr. 35.--
- Nr. 45 13.7500 Cosandey, F.: La tourbière des Tenasses sur Vevey. 1964, 320 Seiten, 47 Abb., 14 Tab., 399 Einzelabb. von Algenarten, sFr. 35.--
- Nr. 46 38.1900 Hegg, Otto: Untersuchungen zur Pflanzensoziologie und Oekologie im Naturschutzgebiet Hohgant (Berner Voralpen). 1965, 188 Seiten, illustriert, sFr. 35.--
- Nr. 47 70.1508 Richard, Jean-Louis: Extraits de la carte phytosociologique des forêts du canton de Neuchâtel. 1965, 48 Seiten, 14 Abb., 1 gefaltete mehrfarbige Vegetationskarte im Anhang, sFr. 30.--
- Nr. 48 93.2720 Wegmüller, Sam: Ueber spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des südwestlichen Jura. 1966, 144 Seiten, 17 Abb., 2 photogr. Tafeln, 14 gefaltete Tab. im Anhang, sFr. 34.--
- Nr. 49 77.2650 Schreiber, K.-F.: Les conditions thermiques du canton de Vaud. 1968, 31 Seiten, 5 Abb., 5 Tab. und 1 gefaltete mehrfarb. Karte im Anhang, sFr. 22.--
- Nr. 50 77.2660 Schreiber, K.-F.: Ecologie appliquée à l'agriculture dans le Nord Vaudois. 1968, 151 Seiten, 28 Abb. und 10 Tab. sowie 5 gefaltete mehrfarb. Karten im Anhang, sFr. 22.50

Catalogua dea ayntaxons élémentaires ligneux

Association	Sous-association	Alliance	Ordre	Class	
A 1	<i>Salicetum albae</i>	<i>typicum</i>	AL317	OR112	CL58 FRAXINO EXCELSIORIS - QUERCETEA ROBORIS
A 2	<i>Salicetum albae</i>	<i>salicetosum albo-fragilis</i>	AL317	OR112	CL58 FRAXINO EXCELSIORIS - QUERCETEA ROBORIS
A 3	<i>Pinetum sylvestris</i>	<i>typicum</i>	AL315	OR111	CL58 FRAXINO EXCELSIORIS - QUERCETEA ROBORIS
a 4	<i>Populo nigrae-Pinetum sylvestris</i>		AL316	OR111	CL58 FRAXINO EXCELSIORIS - QUERCETEA ROBORIS
A 5	<i>Piceo abietis-Pinetum sylvestris</i>		AL315	OR111	CL58 FRAXINO EXCELSIORIS - QUERCETEA ROBORIS
A 6	<i>Populetum nigrae</i>		AL318	OR112	CL58 FRAXINO EXCELSIORIS - QUERCETEA ROBORIS
A 7	<i>Populo nigrae-Fraxinetum excelsioris</i>		AL318	OR112	CL58 FRAXINO EXCELSIORIS - QUERCETEA ROBORIS
a 9	<i>Salici albae-Populetum nigrae</i>		AL318	OR112	CL58 FRAXINO EXCELSIORIS - QUERCETEA ROBORIS
A 10	<i>Populetum tramulae</i>		AL313	OR110	CL58 FRAXINO EXCELSIORIS - QUERCETEA ROBORIS
A 12	<i>Alno incanae-Piceetum abietis</i>		AL319	OR113	CL58 PINO SILVESTRIS - PICEETEA ABIETIS
A 13	<i>Piceetum abietis</i>	<i>typicum</i>	AL319	OR113	CL58 PINO SILVESTRIS - PICEETEA ABIETIS
a 14	<i>Fagetum sylvaticae</i>	<i>typicum</i>	AL311	OR109	CL58 FRAXINO EXCELSIORIS - QUERCETEA ROBORIS
a 16	<i>Piceo abietis-Fagetum sylvaticae</i>		AL311	OR109	CL58 FRAXINO EXCELSIORIS - QUERCETEA ROBORIS
A 19	<i>Salici elbae-Alnetum incanae</i>		AL317	OR112	CL58 FRAXINO EXCELSIORIS - QUERCETEA ROBORIS
A 20	<i>Salicetum elaeagni A</i>		AL291	OR103	CL55 SALICETEA PURPUREAE
A 21	<i>Alnetum incanae</i>		AL317	OR112	CL58 FRAXINO EXCELSIORIS - QUERCETEA ROBORIS
A 22	<i>Salici elaeagni-Alnetum incanae</i>		AL317	OR112	CL58 FRAXINO EXCELSIORIS - QUERCETEA ROBORIS
A 23	<i>Salici daphnoidis-Alnetum incanae</i>		AL317	OR112	CL58 FRAXINO EXCELSIORIS - QUERCETEA ROBORIS
A 24	<i>Salicetum elaeagno-daphnoidis A</i>		AL291	OR103	CL55 SALICETEA PURPUREAE
a 25	<i>Humulo lupuli-Alnetum incanae</i>		AL317	OR112	CL58 FRAXINO EXCELSIORIS - QUERCETEA ROBORIS
A 26	<i>Alnetum glutinosae</i>		AL317	OR112	CL58 FRAXINO EXCELSIORIS - QUERCETEA ROBORIS
A 27	<i>Salici elbae-Fraxinetum excelsioris</i>		AL317	OR112	CL58 FRAXINO EXCELSIORIS - QUERCETEA ROBORIS
a 28	<i>Aceri pseudoplatani-Prunetum padii</i>		AL310	OR109	CL58 FRAXINO EXCELSIORIS - QUERCETEA ROBORIS
a 29	<i>Aceri pseudoplatani-Fraxinetum excelsioris</i>		AL310	OR109	CL58 FRAXINO EXCELSIORIS - QUERCETEA ROBORIS
a 30	<i>Fraxinetum excelsioris</i>		AL317	OR112	CL58 FRAXINO EXCELSIORIS - QUERCETEA ROBORIS
A 31	<i>Fraxino excelsioris-Quercetum roboris</i>	<i>typicum</i>	AL312	OR110	CL58 FRAXINO EXCELSIORIS - QUERCETEA ROBORIS
A 32	<i>Fraxino excelsioris-Quercetum roboris</i>	<i>tiliotosum cordatae</i>	AL312	OR110	CL58 FRAXINO EXCELSIORIS - QUERCETEA ROBORIS
A 33	<i>Alno incanae-Fraxinetum excelsioris</i>	<i>quercetosum roboris</i>	AL317	OR112	CL58 FRAXINO EXCELSIORIS - QUERCETEA ROBORIS
A 34	<i>Alno incanae-Fraxinetum excelsioris</i>	<i>tiliotosum cordatae</i>	AL317	OR112	CL58 FRAXINO EXCELSIORIS - QUERCETEA ROBORIS
a 36	<i>Alno incanae-Fraxinetum excelsioris</i>	<i>typicum</i>	AL317	OR112	CL58 FRAXINO EXCELSIORIS - QUERCETEA ROBORIS
A 37	<i>Quercetum pubescenti-roboris</i>		AL307	OR108	CL58 FRAXINO EXCELSIORIS - QUERCETEA ROBORIS
B 101	<i>Alnetum incanae B</i>		AL317	OR112	CL58 FRAXINO EXCELSIORIS - QUERCETEA ROBORIS
B 102	<i>Salicetum elaeagni B</i>		AL291	OR103	CL55 SALICETEA PURPUREAE
B 103	<i>Salicetum elaeagno-daphnoidis B</i>	<i>typicum</i>	AL291	OR103	CL55 SALICETEA PURPUREAE
b 104	<i>Salicetum elaeagno-daphnoidis B</i>	<i>salicetosum caprae B</i>	AL291	OR103	CL55 SALICETEA PURPUREAE
b 105	<i>Salici elaeagni-Myricanetum germanicae B</i>		AL281	OR103	CL55 SALICETEA PURPUREAE
B 106	<i>Salicetum albae B</i>	<i>salicetosum albo-fragilis B</i>	AL317	OR112	CL58 FRAXINO EXCELSIORIS - QUERCETEA ROBORIS
B 107	<i>Salicetum elaeagno-daphnoidis B</i>	<i>pinetosum sylvestris B</i>	AL291	OR103	CL55 SALICETEA PURPUREAE
b 108	<i>Salicetum elaeagno-daphnoidis B</i>	<i>populetosum nigrae B</i>	AL291	OR103	CL55 SALICETEA PURPUREAE
B 109	<i>Salicetum triandro-viminalis</i>		AL290	OR103	CL55 SALICETEA PURPUREAE
B 110	<i>Salicetum viminalis</i>		AL290	OR103	CL55 SALICETEA PURPUREAE
b 111	<i>Hippophaetum rhamnoidis</i>		AL298	OR105	CL57 RHAMNO CATHARTICI - PRUNETEA SPINOSAE
B 112	<i>Hippophaeo rhamnoidis-Berberidetum vul.</i>		AL298	OR105	CL57 RHAMNO CATHARTICI - PRUNETEA SPINOSAE
B 113	<i>Salici elaeagni-Cornetum sanguinei B</i>		AL298	OR105	CL57 RHAMNO CATHARTICI - PRUNETEA SPINOSAE
b 114	<i>Sorbo aucupariae-Salicetum daphnoidis B</i>		AL291	OR103	CL55 SALICETEA PURPUREAE
B 115	<i>Larici deciduae-Salicetum daphnoidis B</i>		AL291	OR103	CL55 SALICETEA PURPUREAE
b 116	<i>Alno viridis-Salicetum hegetschweileri</i>		AL294	OR104	CL56 PINO MUGO - ALNETEA ALNOBETULAE
B 117	<i>Salicetum appendiculato-daphnoidis B</i>		AL281	OR103	CL55 SALICETEA PURPUREAE
B 118	<i>Salicetum pentandrae B</i>		AL294	OR104	CL58 PINO MUGO - ALNETEA ALNOBETULAE
b 119	<i>Rhododendretum ferruginei</i>		AL275	OR085	CL49 CALLUNO VULGARIS - VACCINIETEA MYRTILLI
b 120	<i>Salici daphnoidis-Alnetum viridis</i>		AL293	OR104	CL58 PINO MUGO - ALNETEA ALNOBETULAE
b 121	<i>Berberido vulgaris-Rhamnetum cathartici</i>	<i>typicum</i>	AL297	OR105	CL57 RHAMNO CATHARTICI - PRUNETEA SPINOSAE
b 123	<i>Berberido vulgaris-Rhamnetum cathartici</i>	<i>rosetosum caninae</i>	AL297	OR105	CL57 RHAMNO CATHARTICI - PRUNETEA SPINOSAE
b 124	<i>Berberido vulgaris-Rhamnetum cathartici</i>	<i>juniperetosum communis</i>	AL297	OR105	CL57 RHAMNO CATHARTICI - PRUNETEA SPINOSAE
b 125	<i>Ribo rubri-Loniceretum xylostei</i>	<i>typicum</i>	AL297	OR105	CL57 RHAMNO CATHARTICI - PRUNETEA SPINOSAE
b 126	<i>Ribo rubri-Loniceretum xylostei</i>	<i>ligustratosum vulgaris</i>	AL297	OR105	CL57 RHAMNO CATHARTICI - PRUNETEA SPINOSAE
b 127	<i>Ribo rubri-Loniceretum xylostei</i>	<i>piceetosum abietis</i>	AL297	OR105	CL57 RHAMNO CATHARTICI - PRUNETEA SPINOSAE
b 128	<i>Ribo rubri-Loniceretum xylostei</i>	<i>alnetosum incanae</i>	AL297	OR105	CL57 RHAMNO CATHARTICI - PRUNETEA SPINOSAE
b 129	<i>Ribo rubri-Loniceretum xylostei</i>	<i>rubetosum idaei</i>	AL297	OR105	CL57 RHAMNO CATHARTICI - PRUNETEA SPINOSAE
b 130	<i>Ribo rubri-Loniceretum xylostei</i>	<i>sorbetosum aucupariae</i>	AL297	OR105	CL57 RHAMNO CATHARTICI - PRUNETEA SPINOSAE
B 131	<i>Sorbo aucupariae-Prunetum padii B</i>		AL299	OR106	CL57 RHAMNO CATHARTICI - PRUNETEA SPINOSAE
b 132	<i>Ribo rubri-Loniceretum xylostei</i>	<i>loniceratosum caeruleae</i>	AL297	OR105	CL57 RHAMNO CATHARTICI - PRUNETEA SPINOSAE
b 133	<i>Sorbo aucupariae-Loniceretum nigrae</i>		AL303	OR106	CL57 RHAMNO CATHARTICI - PRUNETEA SPINOSAE
B 134	<i>Salicetum cineruae</i>		AL297	OR101	CL53 FRANGULETEA ALNI
B 135	<i>Humulo lupuli-Sambucetum nigrae</i>		AL301	OR106	CL57 RHAMNO CATHARTICI - PRUNETEA SPINOSAE
B 136	<i>Sambucetum nigrae</i>		AL301	OR106	CL57 RHAMNO CATHARTICI - PRUNETEA SPINOSAE
B 137	<i>Crataego monogynae-Coryletum avellanae</i>	<i>typicum</i>	AL302	OR106	CL57 RHAMNO CATHARTICI - PRUNETEA SPINOSAE
B 138	<i>Pruno spinosae-Euonymatum europaei</i>		AL302	OR106	CL57 RHAMNO CATHARTICI - PRUNETEA SPINOSAE
B 139	<i>Pruno padii - Euonymatum europaei</i>		AL302	OR106	CL57 RHAMNO CATHARTICI - PRUNETEA SPINOSAE
b 140	<i>Communeuté basale (Rubus fruticosus)</i>				
B 141	<i>Communeuté basales B (essences arbor.)</i>				
B 144	<i>Ulm minoris-Salicetum cineruae</i>		AL287	OR101	CL53 FRANGULETEA ALNI
B 145	<i>Crataego monogynae-Coryletum avellanae</i>	<i>prunetosum avii</i>	AL302	OR106	CL57 RHAMNO CATHARTICI - PRUNETEA SPINOSAE
B 146	<i>Prunetum spinosae</i>		AL302	OR106	CL57 RHAMNO CATHARTICI - PRUNETEA SPINOSAE

Catalogue des syntaxons élémentaires harbacéa

Aassociation		Sous-association	Alliance	Ordre	Classe
H 201	<i>Carduo personatae-Petasitetum hybridi</i>		AL256	OR088	CL44 FILIPENDULO ULMARIAE - CALYSTEGIETEA SEPIUM
h 202	<i>Cardaminetum amarae</i>		AL016	OR006	CL05 MONTIO FONTANAE - CARDAMINETEA AMARAE
h 203	<i>Thelypterido pelustris-Caricetum elongatae</i>		AL262	OR080	CL45 PHRAGMITO AUSTRALIS - CARICETEA ELATAE
H 204	<i>Lathyro pretensis-Clinopodietum vulgaris</i>		AL202	OR075	CL39 TRIFOLIO MEDII - GERANIETEA SANGUINEI
H 205	<i>Lililo martagon-Petasitetum hybridi</i>		AL248	OR085	CL43 CICERBITO ALPINAЕ - ACOMITETEA NAPELLI
H 206	<i>Galeopsis tetrahit-Petasitetum hybridi</i>		AL242	OR082	CL42 GALIO APARINES - URTICETEA DIOICAE
H 207	<i>Lamiestro flavidi-Petasitetum hybridi</i>		AL248	OR085	CL43 CICERBITO ALPINAЕ - ACOMITETEA NAPELLI
H 208	<i>Polygono bistortae-Cirsietum helenioidis</i>		AL249	OR085	CL43 CICERBITO ALPINAЕ - ACOMITETEA NAPELLI
H 209	<i>Geranio robertiani-Brachypodietum sylvatici</i>	<i>perisetosum quadrifoliae</i>	AL242	OR082	CL42 GALIO APARINES - URTICETEA DIOICAE
H 210	<i>Polygonato odorati-Melicetum nutantis</i>		AL242	OR082	CL42 GALIO APARINES - URTICETEA DIOICAE
H 211	<i>Cirsio arvensis-Tussilagetum farfarae</i>	<i>ranunculatosum repentis</i>	AL238	OR081	CL41 ONOPORDETEA ACANTHI
H 212	<i>Cirsio arvensis-Tussilagetum farfarae</i>	<i>vicietosum cracciae</i>	AL238	OR081	CL41 ONOPORDETEA ACANTHI
H 213	<i>Geranio robertiani-Brachypodietum sylvatici</i>	<i>imp. parviflorae</i>	AL242	OR082	CL42 GALIO APARINES - URTICETEA DIOICAE
H 214	<i>Galio aparines-Poaetum trivialis</i>		AL241	OR082	CL42 GALIO APARINES - URTICETEA DIOICAE
H 216	<i>Calamagrostietum villosae</i>		AL249	OR085	CL43 CICERBITO ALPINAЕ - ACOMITETEA NAPELLI
h 217	<i>Caricetum remotae</i>	<i>caricetosum sylvaticae</i>	AL017	OR006	CL05 MONTIO FONTANAE - CARDAMINETEA AMARAE
h 218	<i>Lamio maculati-Chrysosplenietum alternifolii</i>		AL016	OR006	CL05 MONTIO FONTANAE - CARDAMINETEA AMARAE
h 218	<i>Caricetum remotae</i>	<i>circaetosum tutetianae</i>	AL017	OR006	CL05 MONTIO FONTANAE - CARDAMINETEA AMARAE
H 221	<i>Geo urbani-Lamietretum flavidi</i>		AL190	OR070	CL37 ANEMONO NEMOROSAE - CARICETEA SILVATICAЕ
H 222	<i>Geo urbani-Caricetum brizoidis</i>		AL191	OR071	CL37 ANEMONO NEMOROSAE - CARICETEA SILVATICAЕ
H 223	<i>Dryopterido filicis-maris-Salvietum glutinosae</i>		AL192	OR071	CL37 ANEMONO NEMOROSAE - CARICETEA SILVATICAЕ
H 225	<i>Allio ursini-Primuletum elatioris</i>	<i>violatosum biflorae</i>	AL188	OR070	CL37 ANEMONO NEMOROSAE - CARICETEA SILVATICAЕ
h 226	<i>Allio ursini-Primuletum elatioris</i>	<i>hederatosum helicis</i>	AL188	OR070	CL37 ANEMONO NEMOROSAE - CARICETEA SILVATICAЕ
h 227	<i>Anemono nemorosae-Hederetum helicis</i>	<i>typicum</i>	AL188	OR070	CL37 ANEMONO NEMOROSAE - CARICETEA SILVATICAЕ
h 228	<i>Anemono nemorosae-Hederetum helicis</i>	<i>caricetosum digitatae</i>	AL188	OR070	CL37 ANEMONO NEMOROSAE - CARICETEA SILVATICAЕ
h 228	<i>Caricetum albae</i>		AL190	OR070	CL37 ANEMONO NEMOROSAE - CARICETEA SILVATICAЕ
H 230	<i>Malanthamo bifolii-Caricetum albae</i>		AL190	OR070	CL37 ANEMONO NEMOROSAE - CARICETEA SILVATICAЕ
H 231	<i>Orthilio secundae-Goodyeretum repentis</i>		AL192	OR071	CL37 ANEMONO NEMOROSAE - CARICETEA SILVATICAЕ
H 232	<i>Hieracio murorum-Fragaritetum vescae</i>		AL188	OR072	CL36 MELAMPYRO PRATENSIS - NOLCETEA MOLLIS
h 233	<i>Violo biflorae-Stellanetum nemori</i>		AL016	OR006	CL05 MONTIO FONTANAE - CARDAMINETEA AMARAE
H 235	<i>Astero bellidifolii-Calamagrostietum variae</i>		AL151	OR058	CL33 SESLERIETEA ALBICANTIS
h 236	<i>Asaro europaei-Vincetum minoris</i>		AL188	OR070	CL37 ANEMONO NEMOROSAE - CARICETEA SILVATICAЕ
h 237	<i>Aro maculati-Circaetum tutetianae</i>		AL188	OR070	CL37 ANEMONO NEMOROSAE - CARICETEA SILVATICAЕ
H 238	<i>Mercurialio perennis-Aegopodietum podagrariae</i>	<i>imp. noli-tangera</i>	AL188	OR070	CL37 ANEMONO NEMOROSAE - CARICETEA SILVATICAЕ
H 238	<i>Mercurialio perennis-Aegopodietum podagrariae</i>	<i>typicum</i>	AL188	OR070	CL37 ANEMONO NEMOROSAE - CARICETEA SILVATICAЕ
H 240	<i>Mercurialio perennis-Aegopodietum podagrariae</i>	<i>pol. mul. var. à Equ. hye.</i>	AL188	OR070	CL37 ANEMONO NEMOROSAE - CARICETEA SILVATICAЕ
H 241	<i>Mercurialio perennis-Aegopodietum podagrariae</i>	<i>pol. mul. var. type</i>	AL188	OR070	CL37 ANEMONO NEMOROSAE - CARICETEA SILVATICAЕ
h 242	<i>Glechomo hederaceae-Ranunculatum bulbiferi</i>		AL188	OR070	CL37 ANEMONO NEMOROSAE - CARICETEA SILVATICAЕ
h 243	<i>Ranunculo bulbiferi-Adoxatum moschatellinae</i>		AL188	OR070	CL37 ANEMONO NEMOROSAE - CARICETEA SILVATICAЕ
h 244	<i>Galio elongati-Ranunculatum bulbiferi</i>		AL188	OR070	CL37 ANEMONO NEMOROSAE - CARICETEA SILVATICAЕ
H 248	<i>Equisato variegati-Typhatum minimaе</i>		AL184	OR088	CL36 CARICETEA NIGRAE
H 250	<i>Caricetum acutiformis-elatae</i>		AL262	OR090	CL45 PHRAGMITO AUSTRALIS - CARICETEA ELATAE
h 251	<i>Galio pelustris-Scutellarietum galericulatae</i>		AL013	OR005	CL04 NASTURTIETEA OFFICINALIS
H 252	<i>Solano dulcamarae-Calystegietum sepium</i>		AL256	OR088	CL44 FILIPENDULO ULMARIAE - CALYSTEGIETEA SEPIUM
H 253	<i>Angelico sylvestris-Filipendulatum ulmariae</i>	<i>typicum</i>	AL256	OR087	CL44 FILIPENDULO ULMARIAE - CALYSTEGIETEA SEPIUM
H 254	<i>Angelico sylvestris-Filipendulatum ulmariae</i>	<i>equisatosum hyemalis</i>	AL255	OR087	CL44 FILIPENDULO ULMARIAE - CALYSTEGIETEA SEPIUM
H 256	<i>Phragmito australis-Urticetum dioicae</i>		AL258	OR089	CL45 PHRAGMITO AUSTRALIS - CARICETEA ELATAE
H 257	<i>Phalarido arundinaceae-Urticetum dioicae</i>		AL256	OR088	CL44 FILIPENDULO ULMARIAE - CALYSTEGIETEA SEPIUM
H 258	<i>Galio aparines-Urticetum dioicae</i>		AL256	OR088	CL44 FILIPENDULO ULMARIAE - CALYSTEGIETEA SEPIUM
H 258	<i>Impatienti glanduliferae-Solidagetum serotinae</i>		AL258	OR088	CL44 FILIPENDULO ULMARIAE - CALYSTEGIETEA SEPIUM
H 260	<i>Humulo lupuli-Caricetum acutiformis</i>		AL262	OR090	CL45 PHRAGMITO AUSTRALIS - CARICETEA ELATAE
H 261	<i>Phragmitetum australls</i>		AL258	OR089	CL45 PHRAGMITO AUSTRALIS - CARICETEA ELATAE
H 262	<i>Phalaridetum arundinaceae</i>		AL256	OR088	CL44 FILIPENDULO ULMARIAE - CALYSTEGIETEA SEPIUM
H 265	<i>Menthetum longifoliae</i>		AL223	OR077	CL40 AGROSTIO STOLONIFERAЕ - ARRHENATHERETEA ELA.
h 266	<i>Alchamillo pentaphylleae-Salicetum herbaceae</i>		AL142	OR054	CL30 SALICETEA HERBACEAE
h 267	<i>Caricetum foetidae</i>		AL142	OR054	CL30 SALICETEA HERBACEAE
h 268	<i>Juncetum filiformis</i>		AL183	OR067	CL36 CARICETEA NIGRAE
H 269	<i>Armerio alliaceae-Rumicetum acetosellae</i>		AL125	OR048	CL26 KOELERIO GLAUCAE - CORYNEPHORETEA CAN.
h 270	<i>Helianthamo nummularii-Caricetum liparocarpos</i>		AL158	OR081	CL35 FESTUCO VALESIAEAE - BROMETEA ERECTI
H 271	<i>Peucedano oreosolini-Artemisietum campestris</i>		AL237	OR080	CL41 ONOPORDETEA ACANTHI
H 272	<i>Astragalo onobrychidis-Artemisietum campestris</i>		AL170	OR062	CL35 FESTUCO VALESIAEAE - BROMETEA ERECTI
H 273	<i>Epilobietum fleischeri</i>	<i>typicum</i>	AL098	OR035	CL18 THLASPIETEA ROTUNDIFOLII
H 274	<i>Campanulo cochleariifoliae-Echietum vulgaris</i>		AL165	OR062	CL35 FESTUCO VALESIAEAE - BROMETEA ERECTI
H 275	<i>Euphorbio cyparissiae-Melicetum nutantis</i>	<i>typicum</i>	AL202	OR075	CL39 TRIFOLIO MEDII - GERANIETEA SANGUINEI
h 276	<i>Euphorbio cyparissiae-Melicetum nutantis</i>	<i>caricetosum albae</i>	AL202	OR075	CL39 TRIFOLIO MEDII - GERANIETEA SANGUINEI
H 277	<i>Rumici scutati-Agrostietum giganteae</i>	<i>typicum</i>	AL211	OR076	CL40 AGROSTIO STOLONIFERAЕ - ARRHENATHERETEA ELA.
H 278	<i>Rumici scutati-Agrostietum giganteae</i>	<i>dactylotosum glomeratae</i>	AL211	OR076	CL40 AGROSTIO STOLONIFERAЕ - ARRHENATHERETEA ELA.
H 279	<i>Calamagrostietum pseudophragmitis</i>	<i>typicum</i>	AL086	OR035	CL16 THLASPIETEA ROTUNDIFOLII
H 280	<i>Barbarea vulgaris-Phalaridetum arundinaceae</i>		AL256	OR088	CL44 FILIPENDULO ULMARIAE - CALYSTEGIETEA SEPIUM
H 281	<i>Tussilago farfarae-Agrostietum stoloniferae</i>		AL239	OR081	CL41 ONOPORDETEA ACANTHI
H 282	<i>Ranunculo repentis-Poaetum trivialis</i>		AL217	OR077	CL40 AGROSTIO STOLONIFERAЕ - ARRHENATHERETEA ELA.
H 283	<i>Epilobietum fleischeri</i>	<i>trifolietosum pallescens</i>	AL096	OR035	CL16 THLASPIETEA ROTUNDIFOLII
H 284	<i>Communeutés basales</i>				
H 285	<i>Eriophoretum scheuchzeri</i>		AL183	OR067	CL36 CARICETEA NIGRAE
H 288	<i>Calamagrostietum pseudophragmitis</i>	<i>galietosum albi</i>	AL096	OR035	CL16 THLASPIETEA ROTUNDIFOLII
h 288	<i>Airo caryophylleae-Sedetum sexangulare</i>		AL082	OR021	CL12 TUBERARIETEA GIUTTATAE
h 288	<i>Fumano procumbentis-Globularietum punctatae</i>		AL188	OR062	CL35 FESTUCO VALESIAEAE - BROMETEA ERECTI

Coenossociation	Sous-coenossociation	Formation végétale
CoE 1001 <i>Carduo personatae - Petasitocoenatum hybridi</i>	<i>salicicoenetosum elaeagni</i>	Fourrés et forêts de saule drapé
CoE 1002 <i>Carduo personatae - Petasitocoenatum hybridi</i>	<i>alnocoenatosum incanae</i>	Fourrés et forêts d'aulne blanc
CoE 1003 <i>Campanulo cochlearifoliae - Echiocoenatum vulgaris</i>	<i>typicum</i>	Pelouses xérophiles
CoE 1004 <i>Campanulo cochlearifoliae - Echiocoenatum vulgaris</i>	<i>salicicoenatosum elaeagni</i>	Fourrés xérophiles divers
CoE 1005 <i>Primulo elationis - Salicicoenatum elaeagni</i>		Fourrés et forêts de saule drapé
CoE 1006 <i>Rumici scutati - Agrosticoenatum giganteae</i>	<i>typicum</i>	Communautés pionnières des alluvions
CoE 1007 <i>Ranunculo repentis - Poocoenatum trivialis</i>	<i>typicum</i>	Communautés pionnières des alluvions
CoE 1008 <i>Ranunculo repentis - Poocoenatum trivialis</i>	<i>menthocoenatosum longifoliae</i>	Mégaphorbiaies
CoE 1009 <i>Lilio martagon - Alnocoenatum incanae</i>		Fourrés et forêts d'aulne blanc
CoE 1010 <i>Maianthamo bifolii - Fagocoenatum sylvaticae</i>	<i>typicum</i>	Forêts de hêtre
CoE 1011 <i>Calamagrostio villosae - Piceocoenatum abietis</i>		Forêts d'épicéa
CoE 1012 <i>Maianthamo bifolii - Fagocoenatum sylvaticae</i>	<i>fraxinocoenatosum excelsioris</i>	Forêts de hêtre
CoE 1013 <i>Hieracio murorum - Salicicoenatum elaeagni</i>		Fourrés et forêts de saule drapé
CoE 1014 <i>Tussilago farfarae - Agrosticoenatum stoloniferae</i>	<i>salicicoenatosum elaeagni</i>	Fourrés et forêts de saule drapé
CoE 1015 <i>Epilobioenatum fleischeri</i>	<i>salicicoenatosum elaeagni</i>	Fourrés et forêts de saule drapé
CoE 1016 <i>Astero bellidiastri - Piceocoenatum abietis</i>		Forêts d'épicéa
CoE 1017 <i>Maianthamo bifolii - Piceocoenatum abietis</i>		Forêts d'épicéa
CoE 1018 <i>Cardamino amarae - Petasitocoenatum hybridi</i>		Mégaphorbiaies
CoE 1019 <i>Poo trivialis - Petasitocoenatum hybridi</i>		Mégaphorbiaies
CoE 1020 <i>Hieracio murorum - Alnocoenatum incanae</i>		Fourrés et forêts d'aulne blanc
CoE 1021 <i>Geranio robertiani - Alnocoenatum incanae</i>		Fourrés et forêts d'aulne blanc
CoE 1022 <i>Geranio robertiani - Salicicoenatum elaeagni</i>		Fourrés et forêts de saule drapé
CoE 1023 <i>Astero bellidiastri - Salicicoenatum daphnoidis</i>		Fourrés et forêts de saule drapé
CoE 1024 <i>Galeopsis tetrahit - Alnocoenatum incanae</i>		Fourrés et forêts d'aulne blanc
CoE 1025 <i>Primulo elationis - Alnocoenatum incanae</i>		Fourrés et forêts d'aulne blanc
CoE 1026 <i>Orthilio secundae - Pinocoenatum sylvestris</i>		Forêts de pin sylvestre
CoE 1027 <i>Typhocoenatum minimae</i>		Roselières et groupements d'hétophytes
CoE 1028 <i>Cirsio helenioidis - Alnocoenatum incanae</i>		Fourrés et forêts d'aulne blanc
CoE 1029 <i>Clinopodio vulgaris - Piceocoenatum abietis</i>		Forêts d'épicéa
CoE 1030 <i>Poo trivialis - Salicicoenatum albae</i>	<i>typicum</i>	Fourrés et forêts de saule blanc
CoE 1031 <i>Galeopsis tetrahit - Salicicoenatum elaeagni</i>		Fourrés et forêts de saule drapé
CoE 1032 <i>Cirsio helenioidis - Salicicoenatum elaeagni</i>		Fourrés et forêts de saule drapé
CoE 1033 <i>Viola biflora - Alnocoenatum viridis</i>		Fourrés d'aulne vert et de saules subalp.
CoE 1034 <i>Viola biflora - Piceocoenatum abietis</i>		Forêts d'épicéa
CoE 1035 <i>Lilio martagon - Petasitocoenatum hybridi</i>	<i>salicicoenatosum elaeagni</i>	Fourrés et forêts de saule drapé
CoE 1036 <i>Melico nutantis - Pinocoenatum sylvestris</i>		Forêts de pin sylvestre
CoE 1037 <i>Rumici scutati - Salicicoenatum hegetschweileri</i>	<i>typicum</i>	Fourrés d'aulne vert et de saules subalp.
CoE 1038 <i>Rumici scutati - Salicicoenatum hegetschweileri</i>	<i>salicicoenatosum pentandrae</i>	Fourrés d'aulne vert et de saules subalp.
CoE 1039 <i>Rumici scutati - Salicicoenatum hegetschweileri</i>	<i>laricicoenatosum deciduae</i>	Fourrés d'aulne vert et de saules subalp.
CoE 1040 <i>Epilobioenatum fleischeri</i>	<i>typicum</i>	Communautés pionnières des alluvions
CoE 1041 <i>Epilobioenatum fleischeri</i>	<i>rhododendrocoenatosum ferrugineum</i>	Communautés pionnières des alluvions
CoE 1042 <i>Geranio robertiani - Fraxinocoenatum excelsioris</i>		Forêts de frêne
CoE 1043 <i>Salvia glutinosae - Fraxinocoenatum excelsioris</i>		Forêts de frêne
CoE 1044 <i>Polygonato odorati - Alnocoenatum incanae</i>	<i>typicum</i>	Fourrés et forêts d'aulne blanc
CoE 1045 <i>Polygonato odorati - Alnocoenatum incanae</i>	<i>populocoenatosum nigrae</i>	Forêts de peuplier noir
CoE 1046 <i>Cirsio arvensis - Alnocoenatum incanae</i>		Fourrés et forêts d'aulne blanc
CoE 1047 <i>Poo trivialis - Alnocoenatum incanae</i>		Fourrés et forêts d'aulne blanc
CoE 1048 <i>Rumici scutati - Agrosticoenatum giganteae</i>	<i>salicicoenatosum elaeagni</i>	Fourrés et forêts de saule drapé
CoE 1049 <i>Cirsio arvensis - Salicicoenatum elaeagni</i>		Fourrés et forêts de saule drapé
CoE 1050 <i>Ranunculo repentis - Poocoenatum trivialis</i>	<i>salicicoenatosum viminatis</i>	Fourrés de saule des vanniers
CoE 1051 <i>Ranunculo repentis - Poocoenatum trivialis</i>	<i>salicicoenatosum albae</i>	Fourrés et forêts de saule blanc
CoE 1052 <i>Melico nutantis - Salicicoenatum elaeagni</i>		Fourrés et forêts de saule drapé
CoE 1053 <i>Astragalo onobrychidis - Pinocoenatum sylvestris</i>		Forêts de pin sylvestre
CoE 1054 <i>Melico nutantis - Hippophaeocoenatum rhamnoidis</i>		Fourrés xérophiles divers
CoE 1055 <i>Festuco arundinaceae - Calamagrosticoenatum pseudc myricariocoenatosum germanicae</i>		Fourrés all. de myricaire ou d'argousier
CoE 1056 <i>Astragalo onobrychidis - Myricariatum germanicae</i>		Fourrés xérophiles divers
CoE 1057 <i>Festuco arundinaceae - Calamagrosticoenatum pseudc salicicoenatosum elaeagni</i>		Fourrés et forêts de saule drapé
CoE 1058 <i>Festuco arundinaceae - Calamagrosticoenatum pseudc typicum</i>		Communautés pionnières des alluvions
CoE 1059 <i>Maianthamo bifolii - Fagocoenatum sylvaticae</i>	<i>populocoenatosum tremulae</i>	Forêts de hêtre
CoE 1060 <i>Astragalo onobrychidis - Hippophaeocoenatum rhamnoidis</i>		Fourrés xérophiles divers
CoE 1061 <i>Festuco arundinaceae - Calamagrosticoenatum pseudc hippophaeocoenatosum rhamnoidis</i>		Fourrés alluv. de myricaire ou d'argousier
CoE 1062 <i>Festuco arundinaceae - Calamagrosticoenatum pseudc salicicoenatosum albae</i>		Fourrés et forêts de saule blanc
CoE 1063 <i>Eriophorocoenatum schaeuchzeri</i>		Bas-marais et pelouses de l'étage alpin
CoE 1064 <i>Tussilago farfarae - Agrosticoenatum stoloniferae</i>	<i>typicum</i>	Communautés pionnières des alluvions
CoE 1065 <i>Juncocoenatum filiformis</i>		Bas-marais et pelouses de l'étage alpin
CoE 1066 <i>Cericioenatum foetidae</i>		Bas-marais et pelouses de l'étage alpin
CoE 1067 <i>Aichemillio pentaphylleae - Salicicoenatum herbaceae</i>		Bas-marais et pelouses de l'étage alpin
CoE 1068 <i>Fumano procumbentis - Globulariocoenatum punctatae</i>		Pelouses xérophiles



Coenossociation	Sous-coenossociation	Formation végétale
CoE 1070 <i>Peucedano oreoselinii - Caricicoenetum liparocarpos</i>	<i>hippophaeocoenetosum rhamnoid</i>	Fourrés xérophiles divers
CoE 1071 <i>Phragmito australis - Salicicoenetum viminalis</i>		Fourrés de saule des vanniers
CoE 1072 <i>Phragmitocoenetum australis</i>		Roselières et groupements d'hélophytes
CoE 1073 <i>Barbarea vulgaris - Phalaridocoenetum arundinaceae</i>	<i>salicicoenetosum albae</i>	Fourrés et forêts de saule blanc
CoE 1074 <i>Phalaridocoenetum arundinaceae</i>		Roselières et groupements d'hélophytes
CoE 1075 <i>Barbarea vulgaris - Phalaridocoenetum arundinaceae</i>	<i>salicicoenetosum elaeagni</i>	Fourrés et forêts de saule drapé
CoE 1076 <i>Caricicoenetum acutiformis - elatae</i>	<i>typicum</i>	Roselières et groupements d'hélophytes
CoE 1077 <i>Caricicoenetum acutiformis - elatae</i>	<i>salicicoenetosum viminalis</i>	Fourrés de saule des vanniers
CoE 1078 <i>Barbarea vulgaris - Phalaridocoenetum arundinaceae</i>	<i>salicicoenetosum viminalis</i>	Fourrés de saule des vanniers
CoE 1079 <i>Lamiasiro flavidi - Petasitocoenetum hybridi</i>		Fourrés et forêts d'aulne blanc
CoE 1080 <i>Scutellario galericulatae - Salicicoenetum cinerea</i>	<i>typicum</i>	Fourrés de saule candré
CoE 1091 <i>Scutellario galericulatae - Salicicoenetum albae</i>	<i>typicum</i>	Fourrés et forêts de saule blanc
CoE 1092 <i>Impatiens glanduliferae - Solidagocoenetum serotinae</i>		Mégaphorbiaies
CoE 1093 <i>Solidago serotinae - Salicicoenetum albae</i>		Fourrés et forêts de saule blanc
CoE 1094 <i>Scutellario galericulatae - Salicicoenetum albae</i>	<i>fraxinocoenetosum excelsioris</i>	Forêts de frêne
CoE 1095 <i>Filipendulo ulmariae - Alnocoenetum incanae</i>		Fourrés et forêts d'aulne blanc
CoE 1099 <i>Filipendulo ulmariae - Quercocoenetum roboris</i>		Forêts de chênes
CoE 1097 <i>Carici albae - Quercocoenetum roboris</i>		Forêts de chênes
CoE 1099 <i>Filipendulo ulmariae - Fraxinocoenetum excelsioris</i>		Forêts de frêne
CoE 1099 <i>Filipendulo ulmariae - Salicicoenetum albae</i>		Fourrés et forêts de saule blanc
CoE 1090 <i>Gelio eparines - Urticocoenetum dioicae</i>	<i>typicum</i>	Mégaphorbiaies
CoE 1091 <i>Gelio eparines - Urticocoenetum dioicae</i>	<i>fraxinocoenetum excelsioris</i>	Forêts de frêne
CoE 1092 <i>Urtico dioicae - Phragmitocoenetum australis</i>	<i>typicum</i>	Roselières et groupements d'hélophytes
CoE 1093 <i>Urtico dioicae - Phragmitocoenetum australis</i>	<i>salicicoenetosum albae</i>	Fourrés et forêts de saule blanc
CoE 1094 <i>Poo trivialis - Fraxinocoenetum excelsioris</i>		Forêts de frêne
CoE 1095 <i>Poo trivialis - Salicicoenetum elaeagni</i>	<i>typicum</i>	Fourrés et forêts de saule drapé
CoE 1096 <i>Hedero helicis - Pinocoenetum sylvestris</i>		Forêts de pin sylvestre
CoE 1097 <i>Carici albae - Fagocoenetum sylvatica</i>		Forêts de hêtre
CoE 1099 <i>Carici acutiformis - Fraxinocoenetum excelsioris</i>		Forêts de frêne
CoE 1099 <i>Scutellario galericulatae - Salicicoenetum cinerea</i>	<i>salicicoenetosum albae</i>	Fourrés et forêts de saule blanc
CoE 1100 <i>Glechomo hederaceae - Salicicoenetum viminalis</i>		Fourrés de saule des vanniers
CoE 1101 <i>Impatiens noli-tangere - Fraxinocoenetum excelsioris</i>		Forêts de frêne
CoE 1102 <i>Urtico dioicae - Phragmitocoenetum australis</i>	<i>salicicoenetosum viminalis</i>	Fourrés de saule des vanniers
CoE 1103 <i>Phalarido arundinaceae - Salicicoenetum albae</i>	<i>alnocoenetosum incanae</i>	Fourrés et forêts de saule blanc
CoE 1104 <i>Maianthemo bifolii - Fagocoenetum sylvatica</i>	<i>pinocoenetosum sylvestris</i>	Forêts de pin sylvestre
CoE 1105 <i>Mercurialio perennis - Quercocoenetum roboris</i>		Forêts de chênes
CoE 1106 <i>Mercurialio perennis - Fraxinocoenetum excelsioris</i>		Forêts de frêne
CoE 1107 <i>Mercurialio perennis - Picococoenetum abietis</i>		Forêts d'épicéa
CoE 1108 <i>Mercurialio perennis - Alnocoenetum glutinosae</i>		Fourrés et forêts d'aulne noir
CoE 1109 <i>Circaeo lutetianae - Salicicoenetum albae</i>		Fourrés et forêts de saule blanc
CoE 1110 <i>Circaeo lutetianae - Populocoenetum nigrae</i>		Forêts de peuplier noir
CoE 1111 <i>Carici remotae - Alnocoenetum glutinosae</i>		Fourrés et forêts d'aulne noir
CoE 1112 <i>Urtico dioicae - Sambucocoenetum nigrae</i>	<i>alnocoenetosum incanae</i>	Fourrés et forêts d'aulne blanc
CoE 1113 <i>Urtico dioicae - Sambucocoenetum nigrae</i>	<i>salicicoenetosum elaeagni</i>	Fourrés et forêts de saule drapé
CoE 1114 <i>Urtico dioicae - Sambucocoenetum nigrae</i>	<i>populetosum nigrae</i>	Forêts de peuplier noir
CoE 1115 <i>Caricicoenetum acutiformis - elatae</i>	<i>alnocoenetosum incanae</i>	Fourrés et forêts d'aulne blanc
CoE 1118 <i>Peucedano oreoselinii - Caricicoenetum liparocarpos</i>	<i>salicicoenetosum elaeagni</i>	Fourrés xérophiles divers
CoE 1117 <i>Angelico sylvestris - Filipendulocoenetum ulmariae</i>	<i>impatientocoenetosum glandulifera</i>	Mégaphorbiaies
CoE 1119 <i>Hedero helicis - Quercocoenetum roboris</i>		Forêts de chênes
CoE 1119 <i>Peucedano oreoselinii - Caricicoenetum liparocarpos</i>	<i>quercocoenetosum pubescentis</i>	Forêts de chênes
CoE 1120 <i>Peucedano oreoselinii - Caricicoenetum liparocarpos</i>	<i>rhamnocoenetosum cathartici</i>	Fourrés xérophiles divers
CoE 1121 <i>Carici remotae - Fraxinocoenetum excelsioris</i>		Forêts de frêne
CoE 1122 <i>Poo trivialis - Salicicoenetum elaeagni</i>	<i>salicicoenetosum albae</i>	Fourrés et forêts de saule blanc
CoE 1123 <i>Tussilago tartarea - Agrostiocoenetum stoloniferae</i>	<i>salicicoenetosum albae</i>	Fourrés et forêts de saule blanc
CoE 1124 <i>Caricicoenetum acutiformis - elatae</i>	<i>salicicoenetosum albae</i>	Fourrés et forêts de saule blanc
CoE 1125 <i>Carici elongatae - Alnocoenetum glutinosae</i>		Fourrés et forêts d'aulne noir
CoE 1126 <i>Sedo saxangulares - Rumicicoenetum acetosellae</i>		Peloussa xérophiles
CoE 1127 <i>Poo trivialis - Salicicoenetum albae</i>	<i>fraxinocoenetosum excelsioris</i>	Forêts de frêne
CoE 1128 <i>Carici albae - Pinocoenetum sylvestris</i>		Forêts de pin sylvestre
CoE 1129 <i>Carici acutiformis - Alnocoenetum glutinosae</i>		Fourrés et forêts d'aulne noir
CoE 1130 <i>Hedero helicis - Fraxinocoenetum excelsioris</i>		Forêts de frêne
CoE 1131 <i>Lamio maculisti - Petasitocoenetum hybridi</i>		Mégaphorbiaies
CoE 1132 <i>Mercurialio perennis - Salicicoenetum albae</i>		Fourrés et forêts de saule blanc
CoE 1134 <i>Mercurialio perennis - Alnocoenetum incanae</i>		Fourrés et forêts d'aulne blanc
CoE 1135 <i>Mercurialio perennis - Salicicoenetum elaeagni</i>		Fourrés et forêts de saule drapé
CoE 1136 <i>Clinopodio vulgaris - Salicicoenetum elaeagni</i>		Fourrés et forêts de saule drapé

Légende des graphes systémiques et des modèles qualitatifs généralisés de la dynamique

Groupes comportementaux et phytosociologiques

A21	Synusies pionnières (synusies A, B, H)
B131	Synusies post-pionnières (A), hygrophiles à mésophiles (B), hygrophiles (H)
H232	Synusies climaciques (A), mésophiles à xéroclines (B), sciaphiles à mésophiles (H)
B134	Synusies palustres (B et H)
H274	Synusies xéroclines (H)
b140	Communauté basale (B et H)
(H281)	Synusie ou espèce figurant à titre d'hypothèse
C1056	Numéro de coenotaxon élémentaire
φ163	Numéro de relevé phytocénotique

Relations entre les synusies

	Relation spatiale
	Relation temporelle

Valeurs écologiques

() tendances désignées par le signe +

F	Humidité (<i>sec à humide</i>)
R	Réaction (<i>acide à basique</i>)
N	Substances nutritives (<i>pauvre à riche</i>)
H	Humus (<i>pauvre à riche</i>)
D	Dispersité (<i>texture du substrat grossière à fine</i>)
L	Lumière (<i>ombragé à ensoleillé</i>)
T	Température (<i>froid à chaud</i>)
Séd	Hauteur croissante de la station par rapport au cours d'eau

- Nr. 51 70.1510 Richard, Jean-Louis: Les groupements végétaux de la réserve d'Aletsch (Valais, Suisse). 1968, 30 Seiten, 1 Abb., 30 Tab. und eine gefaltete Vegetationskarte im Anhang, sFr. 34.--
- Nr. 52 48.3190 Klötzli, Frank: Die Grundwasserbeziehungen der Streu- und Moorwiesen im nördlichen Schweizer Mittelland. 1969, 286 Seiten, 33 Abb., 39 Tab., sFr. 40.--
- Nr. 53 55.7750 Matthey, François: Contribution à l'étude de l'évolution tardi- et postglaciaire de la végétation dans le Jura Central. 1971, 86 Seiten, 11 ausklappbare Tab., sFr. 22.50
- Nr. 54 05.1950 Béguin, C.: Contribution à l'étude phytosociologique et écologique du Haut Jura. 1972, 190 Seiten, 41 Abb., 15 ausklappbare Tab. und 1 mehrfarb. Vegetationskarte, sFr. 35.--
- Nr. 55 38.6970 Heitz, Christian: Vegetationsentwicklung und Waldgrenzschwankungen des Spät- und Postglazials im Oberhalbstein (Graubünden/Schweiz) mit besonderer Berücksichtigung der Fichteneinwanderung. 1975, 63 Seiten, 2 Abb. und 1 gefaltete Tabelle im Anhang, sFr. 30.--
- Nr. 56 02.5400 Ammann-Moser, Brigitta: Vegetationskundliche und pollenanalytische Untersuchungen auf dem Heidenweg im Bielersee. 1975, 76 Seiten, 12 Abb. und 11 Tab. sowie 1 Vegetationskarte und 12 Pollendiagramme im Anhang, sFr. 52.--
- Nr. 57 70.1512 Richard, Jean-Louis: Les groupements végétaux du Clos du Doubs (Jura Suisse). 1975, 71 Seiten, 5 Abb. und 8 lose gefaltete Tab. sowie 1 mehrfarb. Vegetationskarte im Anhang, sFr. 120.--
- Nr. 58 31.2960 Gallandat, Jean-Daniel: Prairies marécageuses du Haut-Jura *Molinietalia, Scheuchzerio-Caricetea fuscae* et *Phragmitetea*. 1982, Band I (Text): 186 Seiten; Band II (Tab. und Vegetationskarten) Seiten 187-327, 2 Teile, sFr. 68.--
- Nr. 59 10.7800 Buttler, Alexandre; Comali, Philippe et Richard, Jean-Louis: La tourbière des Pontins sur Saint-Imier: phytosociologie, éléments d'écologie et perspectives d'aménagement. 1983, 79 Seiten, 8 Abb., 4 einfarb. und 3 mehrfarb. fotogr. Aufnahmen sowie 1 gefaltete mehrfarb. Vegetationskarte im Anhang, sFr. 30.--
- Nr. 60 06.8088 Bischof, Niklaus: Pflanzensoziologische Untersuchungen von Sukzessionen aus gemähten Magerrasen in der subalpinen Stufe der Zentralalpen. 1984, IV, 128 Seiten, 58 Abb., 20 Tab. und 10 gefaltete Vegetationstab. in Anhangtasche, sFr. 65.--
- Nr. 61 50.1050 Lachavanne, Jean-Bernard et Perfetta, Jean: Les macrophytes du Lac de Zurich. 1985, (6), 79 Seiten, illustriert, sFr. 34.--
- Nr. 62 56.3064 Meier-Küpfer, Hans: Florenzwandel und Vegetationsveränderungen in der Umgebung von Basel seit dem 17. Jahrhundert, Bde. 1-2. 1985, Bd. 1 (Text): (12), 224 Seiten, 58 Abb.; Bd. 2 (Anhang mit Artenlisten I-X und Quellenverzeichnis): Seiten 225-448, 2 Teilbände, sFr. 68.--
- Nr. 63 92.2730 Waldis, Rolf: Unkrautvegetation im Wallis. Pflanzenbiologische und chorologische Untersuchungen. 1987, Textband: 448 Seiten, 66 Abb. und Karten, 39 Tab. und 2 Farbtafeln sowie 116 Verbreitungskarten im Anhang; Tabellenband: 10 gefaltete Vegetationstab., 2 Teile, sFr. 64.--
- Nr. 64 77.4380 Schubiger-Bossard, Caecilia Martha: Die Vegetation des Rhonegletschervorfeldes, ihre Sukzession und naturräumliche Gliederung. 1988, Textteil: 228 Seiten, illustrierter Tab.-anhang mit 20 gefalteten Tab. und 1 mehrfarb. Vegetationskarte, sFr. 69.--
- Nr. 65 12.9550 Clot, François: Les associations d'éraables des Préalpes occidentales. 1989, 201 Seiten, illustriert, sFr. 64.--
- Nr. 66 24.2120 Feldmeyer-Christe, Elizabeth: Etude phyto-écologique des tourbières des Franches-Montagnes (cantons du Jura et de Berne, Suisse). 1990, 163 Seiten, 39 Abb. und 22 Tab., sFr. 46.--
- Nr. 67 33.2353 Giugni, Gianfranco: Etude phyto-écologique des bas-marais et marais de pente (*Caricion davallianae*) des Préalpes chablaisiennes (Suisse et Françaises). Phytosociologie, morphophénologie, microclimatologie, hydrologie, pédologie, cartographie. 1991, IV, 289 Seiten, 60 Abb., 47 Tab. und 1 mehrfarb. ausklappbare Vegetationskarte im Anhang, sFr. 69.--
- Nr. 68 86.1770 Theurillat, Jean-Paul: Etude et cartographie du paysage végétal (Symphytoecoenologie) dans la région d'Aletsch (Valais, Suisse). Développement historique et conceptuel de la symphytoecoenologie, niveaux de perception, méthodologie, applications. 1992, Texte: 384 Seiten, 68 Abb., 4 Karten (3 mehrfarb.) und 29 Falt-Tab., 2 Teile (komplett), sFr. 120.--
- Nr. 69 15.2262 Dähler, Werner: Langfristige Auswirkungen menschlicher Eingriffe in alpine Vegetation. Erhebungen, Aufbau einer Datenbank, erste Auswertungen zur Versuchsweide von W. Lüdi auf der Schynigen Platte (1930-1990). 1993, VII, 139 Seiten mit 38 Abb. und 21 Tab., sFr. 36.--
- Nr. 70 18.3320 Droz, Jacques: La végétation de la région de Derborence (Conthey, Chamoson, Valais). 1994, 239 Seiten, 1 mehrfarbige gefaltete Vegetationskarte, sFr. 66.--
- Nr. 71 51.7060 Lenzin, Heiner: Vegetationsveränderungen durch Nutzungsausgabe und ihre ästhetischen Konsequenzen. Vegetationskundliche Untersuchungen in einer verbrachenden Borstgraswiese in der obersubalpinen Stufe der Tessiner Alpen. 1995, 143 Seiten, illustriert und 4 mehrfarbige Aufnahmen, sFr. 45.--