

Problématique
du Querco-Ulmetum Issler 1924
devenu nomen ambiguum
Propositions sur la syntaxonomie
de la forêt rhénane du Rhin supérieur

Richard Boeuf *
Dc. Hans Gerd Michiels **
Richard HAUSCHILD **

Ce travail a été réalisé dans le cadre d'une coopération transfrontalière franco-allemande articulée autour d'un programme INTERREG intitulé « conservation de la richesse écologique des forêts rhénanes ». Il en constitue l'un des principaux résultats. Lors du colloque européen de Colmar des 8-9 novembre 2005, organisé conjointement par le F.V.A. et l'O.N.F., consacré à la dynamique et à la gestion des forêts d'altitude, il a fait l'objet d'une communication

Résumé - Les travaux phytosociologiques d'Issler (1924, 1926), Oberdorfer (1953, 1967, 1992), Carbiener (1970, 1974), Dister (1980), Carbiener et al. (1985), Schnitzler (1988), Schnitzler et al. (1990) définissent l'architecture de la végétation forestière alluviale du Rhin supérieur. Ils sont mis en perspective avec des travaux ou résultats anciens sur les forêts alluviales ou non alluviales, cités ou non dans leurs travaux, tels ceux Jurko (1958), Moor (1958), Müller et Görs (1958), Rameau et al. (1980) et autres publications plus récentes, dont les documents Natura 2000. Confortés par des travaux originaux de nature historique ou scientifique, notamment la réalisation et le traitement par analyses multivariées (AFC-CAH) de 1104 relevés réalisés de part et d'autre du Rhin (HAUSCHILD et al. 1994-2004), les auteurs discutent la pertinence de l'édifice conceptuel en vigueur défini par le Querco-Ulmetum Issler 1924. Groupement végétal qui demeure pour de nombreux auteurs l'icône de la forêt terminale inondable à bois dur. Les résultats des différentes analyses multivariées, qui portent sur 65 syntaxons et regroupent plus de 3000 relevés, dont les 1104 relevés, conduisent à abandonner le Querco-Ulmetum. L'usage extensif de ce syntaxon l'ayant transformé en nomen ambiguum alors qu'il reste en réalité, ce que nous démontrons, synonyme du Carici albae-Tiliatum cordatae Muller & Görs 1958. Ceci a pour corollaire de réhabiliter l'Ulmo-Fraxinetum (Tüxen apud. Lohm. 1952) n. inv. Oberdorfer 1953 et d'en préciser la variabilité.

* ONF - Direction Territoriale Alsace - Service d'Appui Technique – Cité administrative – 14, rue du Maréchal Juin - 67084 Strasbourg cedex [richard.boeuf@onf.fr]

** FVA (Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt-Baden-Württemberg, Abt. Waldökologie) - Postfach 708, D-79007 Freiburg (Recherche forestière du Baden Württemberg) [Hans-Gerhard.Michiels@forst.bwl.de - Richard.Hauschild@forst.bwl.de]

Zusammenfassung - Die Arbeiten von d'Issler (1924, 1926), Oberdorfer (1953, 1992), Carbiener (1970), Dister (1980), Carbiener et al. (1985), Schnitzler (1988), Schnitzler et al. (1990) definieren die Zusammensetzung der Auwaldgesellschaften des Oberrheins. Einige dieser Arbeiten nimmt Bezug zu älteren Untersuchungen anderer Flussauenwälder wie Jurko (1958), Moor (1958), Müller & Görs (1958), Rameau et al. (1980) oder zu jüngeren Dokumenten wie NATURA 2000. In vielen Veröffentlichungen wird der Eichen-Ulmenwald als die eigentliche Schlusswaldgesellschaft der Hartholzau beschrieben.

Auf Grundlage einer numerischen Vegetationsanalyse von 1104 Aufnahmen entlang der badisch-elsässischen Rheinaue und auf Grund historischer Studien diskutieren die Autoren in diesem Artikel das bestehende Konzept des *Querco-Ulmetum* Issler 1924. Zusätzlich wurde in die bestehende Datenbasis 65 syntaxonomische Einheiten integriert, so daß eine Tabelle mit 3000 Aufnahmen mit multivariaten Methoden analysiert werden konnte. Die wichtigsten Ergebnisse sind die zum einen die Wiederaufnahme des *Fraxino-Ulmetum* (Tüxen apud. Lohm. 1952) n. inv. Oberdorfer 1953 als Schlusswaldgesellschaft der Hartholzau, und die Aufgabe des *Querco-Ulmetum*, die dem *Carici-Tilietum cordatae* Müller & Görs 1958 als Synonym gesetzt wird.

Summary - The phytosociological approaches of Issler (1924, 1926), Oberdorfer (1953, 1992), Carbiener (1970), Dister (1980), Carbiener et al. (1985), Schnitzler (1988), Schnitzler et al. (1990) define the design of the forest communities of the Upper Rhine floodplain. In several cases their results are related to researches in alluvial forests of other european river systems, as Jurko (1958), Moor (1958), Müller & Görs (1958), Rameau et al. (1980) and other more recent studies. In most of these publications the *Querco-Ulmetum* is considered as the principal forest community of the alluvial hardwood forests. Based on the available studies, and supplemented by the numerical analysis of 1104 additional site surveys which were recently acquired on both sides of the floodplain of the Rhine, the concept of the *Querco-Ulmetum* Issler is once more discussed. Therefore in a further multivariate analysis a total of 3000 phytosociological surveys were integrated. The main results of the research are the reconstitution of the *Ulmo-Fraxinetum* (Tüxen apud. Lohm. 1952) n. inv. Oberdorfer 1953 as the principal late-successional forest community of the alluvial hardwood forests, and the abandonment of the *Querco-Ulmetum*, which is ascertained to be a synonym for the *Carici-Tilietum cordatae* Müller & Görs 1958.

Introduction

La réflexion centrale de ce travail reste celle de la structuration de la végétation potentielle rhénane après les modifications irréversibles induites par les grands travaux commencés depuis Tulla (1817) et qui se sont poursuivis pendant 160 ans jusqu'à la mise en fonction du dernier barrage d'Iffezheim en 1977. La problématique est celle de la validité syntaxonomique du *Querco-Ulmetum* défini par Issler en 1924. Pour de nombreux auteurs il demeure l'icône de la forêt terminale à bois dur des vallées des grands fleuves européens de piémont alpin, à régime nival, sur alluvions carbonatées. Toutefois au fil du temps il est devenu un groupement végétal au contenu très divers et bien différent de celui qu'en donnait Issler lui même.

Pour tenter d'y répondre une première partie situera le contexte historique

des premières descriptions de la forêt rhénane. Elle présentera l'holotype ⁽¹⁾ du Querco-Ulmetum Issler 1924, les différentes acceptations ou déclinaisons qui se sont succédées à son propos ainsi que les holotypes du Fraxino-Ulmetum (Tüxen apud. Lohm. 1952) Oberdorfer 1953 du Carici albae-Tilietum cordatae Muller & Górs 1958 du Fraxino-Populetum Jurko 1958 et d'autres groupements annexes cités en forêt rhénane et plus largement en forêt alluviale.

Une seconde partie présentera l'étude de 1104 relevés alsatico-badois (relevés FVA-ONF), l'exploitation statistique et les regroupements possibles de ces relevés. A cette fin ils seront mis en perspective avec l'ensemble des relevés tirés de la littérature analysée listés dans le tableau I (TAB. I) ⁽²⁾. La dernière partie introduira la discussion sur les résultats et débouchera sur une nouvelle proposition syntaxonomique pour le Rhin supérieur.

I - Historique et contexte des premières descriptions de la forêt rhénane

I.1 – Généralités

Avant de rentrer dans le détail du Querco-Ulmetum et de ses multiples déclinaisons, il convient de situer le contexte historique dans lequel Issler décrivait la forêt rhénane. Car, comme le précise RAMEAU (1997), il existe toujours un risque de confondre, dans l'interprétation d'une forêt, l'état actuel, souvent représenté par un sylvofaciès (HOUZARD 1985), avec la véritable végétation potentielle.

Pour GAMISANS (1991) et RAMEAU (1991a), un territoire laissé à l'abandon, dont la couverture végétale a été préalablement dégradée par diverses activités humaines, est le cadre d'une évolution progressive de la végétation vers des groupements climaciques permanents dont la maturation dendrologique est fonction de la nature du blocage écologique (édaphique, stationnel, climatique). On parlera dans ce cadre de végétation potentielle (TÜXEN 1956, DELPECH 1985, RAMEAU 1991a, OTTO 1998, EFI 2002). Cette végétation potentielle peut parfois correspondre à la végétation primitive, celle qui existait avant le début des activités humaines. Toutefois, il convient d'être très prudent dans l'appréciation de cette végétation primitive. Les activités humaines de nature à avoir un impact sont très anciennes. La forêt rhénane n'échappe pas à la règle. Le Rhin a vu l'homme s'installer sur ses rives depuis le néolithique. Comme le rappelle le référentiel des habitats naturels reconnus d'intérêt communautaire de la bande rhénane (CSA-ONF 2004), la colonisation humaine préhistorique et historique des abords du Rhin, remonte au Tardiglaciaire

⁽¹⁾ Au sens du code de nomenclature phytosociologique (BARKMANN et al. 1986) l'holotype est l'élément qui a été indiqué par l'auteur comme type nomenclatural dans la publication originale ou le seul et unique élément qui a été publié ou cité.

⁽²⁾ Pour ne pas alourdir le texte le tableau de fréquence de ces syntaxons n'a pas été annexé à ce travail. Par ailleurs il ne comprend pas les unités synusiales alluviales décrites par ROULIER (1998) en Suisse.

TABLEAU I (TAB. II) - LISTE DES SYNTAXONS ANALYSES

1	AC-Sch82	Alno glutinosae-Carpinetum betuli	Issler 1924 - [Schnitzler - rief centre Alsace : 82 relevés]				
2	Grp. G (FVA-ONF 51)	Cardia albae-Tilietum 14 relevés nov. sous ass.	cordatae (Issler 1924) Müller & Gors 1958 (Issler 1924) Müller & Gors 1958	cardicosotum sylvaticae - [Michiels-Beauf-Hauschild Rhin supérieur : 51 relevés]			
3	Grp. I (FVA-ONF 17)	Cardi-Tilietum	(Issler 1924) Müller & Gors 1958	phase pionnière à Populus nigra			
4	Grp. H (FVA-ONF 51)	Cardi-Tilietum	(Issler 1924) Müller & Gors 1958	typicum - [Michiels-Beauf-Hauschild - Rhin supérieur : 9 relevés]			
5	CT-MG-at-9	Cardia albae-Tilietum	cordatae Müller & Gors 1958 - [Bodensee - 400m :	Holotypus			
6	CT-MGaz-6	Cardia albae-Tilietum	cordatae Müller & Gors 1958 - [Capris Hugin 1956 sud Rhin supérieur - 225 m :	6 relevés]			Holotype
7	CT-Rel23	Cardi-Tilietum	(Issler 1924) Müller & Gors 1958 - [Pelt 1996 - Rhin supérieur entre Mullheim et Breisach :	23 relevés]			
8	CT-SH54	Cardi-Tilietum	Müller & Gors 1958 - [Schnitzler 1988 - Rhin supérieur :	54 relevés]			
9	Grp. F (FVA-ONF 41)	Groupement a	Allium ursinum	Michiels-Beauf-Hauschild - Rhin supérieur :			
10	FP-Jur101	Fraxino excelsior-Populetum	albae Jurko 1958 - [Pologne-Slovaquie :	11 relevés]			Holotype
11	FP-Sch-alil6	Fraxino-Populetum	Jurko 1958	allietosum ursinae - [Schnitzler 1988 - Rhin supérieur -			6 relevés]
12	FP-Sch-car19	Fraxino-Populetum	Jurko 1958	cardicosotum albae - [Schnitzler 1988 - Rhin supérieur - 19 relevés]			
13	FP-Sch-fraz9	Fraxino-Populetum	Jurko 1958	Fraxinetosum excelsiori - [Schnitzler 1988 - Rhin -			9 relevés]
14	FP-Sch-hye23	Fraxino-Populetum	Jurko 1958	equisetosum hemale - [Schnitzler 1988 - Rhin supérieur -			23 relevés]
15	FP-Sch-all14	Fraxino-Populetum	Jurko 1958	salicetosum albae - [Schnitzler 1988 - Rhin supérieur -			14 relevés]
16	FP-Sch-ty53	Fraxino-Populetum	Jurko 1958	typicum - Schnitzler 1988 - [Rhin supérieur -			53 relevés]
17	FU-K-Da10	Fraxino-Ulmetum	Oberdorfer 1953 - [Knapp 1944 - Danube :	10 relevés]			Holotype
18	FU-K-El15	Fraxino-Ulmetum	Oberdorfer 1953 - [Knapp 1944 - Elbe :	5 relevés]			Holotype
19	Grp. C (FVA-ONF 28)	Fraxino excelsior-Ulmetum minoris	Oberdorfer 1953	alnetosum - [Michiels-Beauf-Hauschild Rhin supérieur : 28 relevés] nov. sous ass.			
20	Grp. D (FVA-ONF 51)	Fraxino-Ulmetum	Oberdorfer 1953	impalientetosum glanduliferaea - [Michiels-Beauf-Hauschild Rhin supérieur : 285 relevés] nov. sous ass.			
21	Grp. E (FVA-ONF 47)	Fraxino-Ulmetum	Oberdorfer 1953	typicum Michiels - [Beauf-Hauschild - Rhin supérieur :			512 relevés]
22	FU-Moor14	Fraxino-Ulmetum	Oberdorfer 1953 - [Moos 1958 - Suisse :	14 relevés]			
23	FU-Ob-R27	Fraxino-Ulmetum	Oberdorfer 1953 - [Rhin supérieur :	27 relevés]			Holotypus
24	FUP-Rhone20	Fraxino-Ulmetum	Oberdorfer 1953 - [Pont 1987 - Rhone :	20 relevés]			
25	FU-Se-Is12	Fraxino-Ulmetum	Oberdorfer 1953 - [Seiler 1962 - Isar (Bavière) :	12 relevés]			
26	FU-Se-Is95	Fraxino-Ulmetum	Oberdorfer 1953 - [Seiler 1962 - Isar (Bavière) :	5 relevés]			
27	FU-SO-Ho12	Fraxino-Ulmetum	Oberdorfer 1953 - [SOO 1943 - Hongrie :	12 relevés]			Holotypus
28	FU-yp-Pau-Rho27	Fraxino-Ulmetum	Oberdorfer 1953 - [Pautou 1975 - Rhône :	27 relevés]			
29	FU-V-Da48	Fraxino-Ulmetum	Oberdorfer 1953	- [Volk 1938/1939 (n.p.) - Danube :			48 relevés]
30	FU-Sch7	Ligustro vulgare-Populetum nigrae	Schnitzler 1988 - [Rhin supérieur -	7 relevés]			Holotype
31	Om-bas-Pau-Rho9	Omniae basse à Ulmus minor	- Pautou 1975 - [Rhône :	9 relevés]			
32	PF-Ob307Buz29	Pruno padf-Fraxinetum excelsiori	Oberdorfer 1953 - [abbau 307 col. Bb :	29 relevés]			
33	QU-Di-ty13	Quercu-Ulmetum	Issler 1924 - s. str. - [Dieter 1980 - Hessischen Rheinaue	: 13 relevés]			
34	QU-Di-Cory65	Quercu-Ulmetum	Issler 1924 - U.G. von Coryllus avallana (Carpinion)	- [Dieter 1980 - Hessischen Rheinaue			: 55 relevés]
35	QU-Di-imp4	Quercu-Ulmetum	Issler 1924 - U.G. von Impatiens noli-tangere (Carpinion ?)	- [Dieter 1980 Hessischen Rheinaue :			4 relevés]
36	QU-Is-468-3	Quercu-Ulmetum	Issler 1924 - [Rhin supérieur entre Pelt landau et Märckolsheim (180.4 230 m) :	3 relevés]			Holotype
37	QU-Ob-A-c36	Quercu-Ulmetum	Issler 1924 -	cardicosotum albo-flacciae			- [in Oberdorfer 1992 : 36 relevés]

TABLEAU I (TAB. I) - LISTE DES SYNTAXONS ANALYSES (suite)

38	QU-Ob-A-cal273	Quercu-Ulmetum [in Oberdorfer 1992 - Danube Souabe et Hte Bavière :	Issler 1924 - corticetosum albo-fiaccae	race à Asarum europae, Aconitum napellus	
39	QU-Ob-Al-ph7	Quercu-Ulmetum	Issler 1924 - phalariidetosum	race alpine appauvrie - [in Oberdorfer 1992 :	7 relevés
40	QU-Ob-As-ph-16	Quercu-Ulmetum et Hte Bavière : 16 relevés]	Issler 1924 - phalariidetosum	race à Asarum europae, Aconitum napellus	[in Oberdorfer 1992 - Danube Souabe
41	QU-Ob-As-typ146	Quercu-Ulmetum	Issler 1924 - typicum	race à Asarum europae, Aconitum napellus	
42	QU-Ob-L-cal-rl61	Quercu-Ulmetum	[in Oberdorfer 1992 - Danube Souabe et Hte Bavière : 146 relevés]		
43	QU-Ob-L-corr38	Quercu-Ulmetum	Issler 1924 - corticetosum albo-fiaccae	race à Ulmus laevis	- [in Oberdorfer 1992 Rhin supérieur : 81 relevés]
44	QU-Ob-L-yp214	Quercu-Ulmetum	Issler 1924 - typicum	Issler 1924 corydaletosum	- [Kappen & Schulze 1979 in Oberdorfer - Meinthal : 38 relevés]
45	QU-Rel18	Quercu-Ulmetum	Issler 1924 - typicum	race à Ulmus laevis	in Oberdorfer 1992 - [Rhin supérieur : 214 relevés]
46	QU-Sch-alie25	Quercu-Ulmetum	Issler 1924 - minoris	Issler 1924 - [Reif 1996 - [Rhin supérieur entre Müllheim et Breisach :	25 relevés]
47	QU-Sch-imp23	Quercu-Ulmetum	Issler 1924 - allietosum ursinae	Schnitzler 1988 - [Rhin supérieur -	Holotypus
48	QU-Sch-tyo30	Quercu-Ulmetum	Issler 1924 - typicum	Impatiendetosum noli-targere	- [Rhin supérieur : 23 relevés]
49	S-DI-5	Salicetum albae	Issler 1926 em. Lohm. & Trautmann 1974	Schnitzler 1988 - [Rhin supérieur -	Holotype
50	S-Issler4	Salicetum albae	Issler 1926 em. Lohm. & Trautmann 1974	cornipetosum	Dister 1980 [Rhin supérieur Rastatt : 5 relevés]
51	Gp. B (FVA-ONF	Salicetum albae	Issler 1926 - [Rhin supérieur Alsace :	4 relevés de son Tableau I]	Holotype
52	Gp. A (FVA-ONF 19)	Salicetum albae	- [Michiels-Beuf-Hauschild - Rhin supérieur :	117 relevés]	
53	S-Ob-ph158	Salicetum albae	typicum	- [Michiels-Beuf-Hauschild - Rhin supérieur :	19 relevés]
54	S-Ob-tyo84	Salicetum albae	Issler 1926 phragmitetosum	- [Oberdorfer : 158 relevés]	
55	S-Reif10	Salicetum albae	Issler 1926 typicum	Oberdorfer : 84 relevés	
56	S-Reif14	Salicetum albae	Issler 1926 - [Reif 1996 - Rhin supérieur entre Müllheim et Breisach :		10 relevés]
57	S-Reif6	Salicetum albae	Issler 1926 - [Reif 1996 - Rhin supérieur entre Müllheim et Breisach :		14 relevés]
58	S-PH1-6	Salicetum albae	Issler 1926 em. Lohm. & Trautmann 1974	cornetosum	Schnitzler ex Philippi 1978 : 6 relevés]
59	S-L&T-18	Salicetum albae	Issler 1926 em. Lohm. & Trautmann 1974		
60	S-Sch-corr14	Salicetum albae	Issler 1926 cornetosum	- [Schnitzler 1988 - Rhin :	14 relevés]
61	S-Sch-pop7	Salicetum albae	Issler 1926 populetosum	- [Schnitzler 1988 - Rhin :	7 relevés]
62	SIC-Reil27	Stelario holostea-Carpineum betuli	Oberdorfer 1957 - [Reif 1996 - Rhin supérieur entre Müllheim et Breisach :		27 relevés]
63	UC-Sch-ar16	Ulmum minoris-Carpineum betuli	Hadac 1935 - arctetosum maculati	- [Schnitzler 1988 - Rhin supérieur :	16 relevés]
64	UC-Sch-ca3	Ulmum minoris-Carpineum betuli	Hadac 1935 - corticetosum albae	- [Schnitzler 1988 - Rhin supérieur :	3 relevés]
65	UF-Ram50	Ulmum minoris-Fraxinetum angustifoliae	Rameau & Schmitt 1980 - [val de Saône :	50 relevés]	Holotypus

(THEVENIN 2000). Elle concorde parfaitement avec les différentes phases de genèse des unités géomorphologiques (FORRER 1934).

VOLK (2000, 2001), dans le cadre de ses recherches historiques minutieuses, nous rappelle que les premiers grands travaux de transformation de la plaine alluviale du Rhin remontent au règne de Louis XIV. En 1685 une ordonnance royale décidait la construction de digues, le déplacement du lit du Rhin et le drainage de la plaine alluviale entre Bâle et Lauterbourg. Ces travaux se seraient poursuivis jusqu'à la correction du fleuve. D'après l'auteur, en l'espace de 150 ans, le lit majeur du Rhin a été déplacé de 1,5 km vers l'Est aux dépens du pays de Bade. Cela a eu pour conséquence de réduire l'effectif des populations locales qui se trouvaient alors amputées de terrains agricoles, de prairies et de taillis.

De manière plus générale, historiquement, les documents de description et d'aménagement des forêts du Rhin nous enseignent que l'essentiel des forêts rhénanes ont fait l'objet de : - défrichements - prélèvements intensifs très tôt dans l'histoire jusque dans les années 1930 - pâture sous forêt - production de fascines - traitement de Taillis sous Futaie à courte révolution de moins de 20 ans - plantations diverses.

Ces pressions se sont considérablement accentuées suite aux travaux d'endiguement, notamment à l'extérieur des digues. D'autres recherches historiques (KRAUSE 1974, SAILLET 1980, PAILLERAU 1999, VOLK 2000, DURAND 1998, 2003) ont établi que le chêne pédonculé (*Quercus robur*) avait largement été favorisé par la sylviculture du taillis sous futaie (TSF). Pour preuve, aujourd'hui, avec le changement du mode de traitement basé sur la régénération naturelle on observe que cette essence éprouve d'énormes difficultés à se régénérer dans les secteurs à fonctionnement alluvial et dans une moindre mesure sur les terrasses plus sèches ⁽³⁾. Dans leurs études diachroniques sur le Taubergiesen, qui font suite aux travaux de BÜCKING (1985, 1989), OSTERMANN (2004) et HAUSCHILD (2005b) stipulent qu'il est condamné à disparaître naturellement des processus de sylvigénèse faute d'une sylviculture adéquate. Cette appréciation est corroborée par DEILLER dans sa thèse (2001, 2003). Un autre travail de thèse KÜEHNE (2004) démontre également que *Quercus robur* a peu de chance de se développer dans un milieu alluvial fonctionnel.

Par ailleurs, c'est peu dire que d'affirmer que les grands travaux de rectification (1817-1878), régularisation (1906-1950) et canalisation avec la construction des barrages hydrauliques ⁽⁴⁾ (1925-1977) ont altéré d'une manière quasiment irréversible le fonctionnement alluvial originel du milieu (REIF 2002), réduit considérablement la surface forestière et enclenché, voire accéléré, des dynamiques secondaires vers des formations zonales de type hêtraies, elles mêmes anticipées par la sylviculture, notamment dans certains secteurs (MICHIELS 2000). L'analyse phytosociologique se doit impérativement d'intégrer

⁽³⁾ Dans la forêt domaniale de l'île de Marckolsheim il a été constaté (DURAND 1997) que cette essence s'était particulièrement développée, sans plantation, après les travaux et l'abandon du TSF (2% du couvert de la futaie en 1924 et 25% en 1997).

⁽⁴⁾ On pourra distinguer les périodes relatives à la construction du grand canal (1925-1959), aux aménagements en festons (1961-1970) et aux aménagements en ligne (1974-1977) cf. carte 1

ces réalités historiques. Elles ont pu remanier les écosystèmes, la composition de la dendroflores, influencer sur les trajectoires successionales et modifier la compétition intra et interspécifique qui reste un moteur de la sylvigénèse quel que soit le contexte écologique.

Dès lors, il faut considérer la forêt rhénane comme une forêt secondaire ⁽⁵⁾. Même sur les îles, entre canal d'Alsace et « vieux Rhin », ainsi qu'à l'aval d'Iffezheim, là où le fleuve suit encore un cours semi-naturel, là où subsistent les restes de la « vraie forêt rhénane » (DISTER 1980, HÜGIN 1980, 1981) encore fonctionnelle, car périodiquement inondée. Toutefois ces inondations n'ont plus rien à voir avec les crues dévastatrices qui rajeunissaient l'écosystème alluvial. Suite à une crue destructrice et morphogène, toute situation acquise pouvait être réinitialisée, les blocages des successions pérennisés ou levés. Aujourd'hui les crues sont maîtrisées. Lors de la crue de mai 1999, baptisée crue du XX^{ème} siècle (JUNOD 2002), extraordinaire par les hauteurs d'eau atteintes et sa durée, seul le polder d'Altenheim ⁽⁶⁾, coté badois a été mis en œuvre.

Si les premières observations de la forêt rhénane, ont été réalisées avant les travaux et sont à rechercher dans les documents d'aménagements forestiers et les cartes de Tulla, les premières descriptions scientifiques sont concomitantes aux travaux ou généralement post-travaux. Dans le premier cas elles remontent à KIRSCHLEGER (1852-1862), père de la flore d'Alsace. Dans le second cas elles sont l'œuvre d'ISSLER (1924), pionnier de la phytosociologie, dans un contexte où il précisait « que la genèse des groupements végétaux de la bordure alluviale est actuellement troublée par les travaux de correction ». Par la suite des travaux scientifiques plus structurés sur cet écosystème forestier ont été publiés par CARBIENER dans un travail magistral (1970). Ils relèvent d'une approche synchronique et nous verrons qu'ils ne correspondent pas vraiment aux observations qu'en avait fait ISSLER. Toutefois, avant de préciser ce qu'écrivait ce dernier, il semble utile de rappeler ce qu'écrivait KIRSCHLEGER en 1862 sur la forêt rhénane :

« les bois qui ornent ou couvrent l'alluvion rhénane moderne sont formés en majeure partie par des saules, des peupliers, des aulnes, des chênes, des ormes, des charmes (le pin sylvestre y est planté). Les salicinées occupent le premier rang dans la végétation de l'alluvion rhénane moderne. Le saule le plus commun est le saule blanc qui domine tous les autres par sa haute taille et par son feuillage argenté. On trouve des *Salix alba* hauts de 30m, à tronc épais de 60 à 70cm, les autres saules, dans l'ordre de fréquence sont *S. triandra*, *monandra*, *nigricans*, *cinerea*, *caprea*, *vinimalis*, *incana*, *daphnoides*, *aurita* (?), *fragilis*.

Le peuplier blanc (*Populus alba*) est presque aussi commun que le Saule blanc...le peuplier noir est très abondant aussi, le tremble l'est moins, le peuplier pyramidal est fréquemment planté sur les digues. Parmi les autres arbres très répandus sur les bords du Rhin il faut encore citer *Alnus incanus*, parmi les

⁽⁵⁾ Pour DUPOUEY et al. 2002, dans les paysages de l'Europe de l'Ouest fortement marqués par l'action de l'homme il n'existe plus aujourd'hui de forêts primaires mais au mieux des forêts anciennes.

⁽⁶⁾ Coté alsacien le polder de la Moder n'a pas été utilisé, celui d'Erstein est entré en fonction en 2004.

arbustes, l'Olivier sauvage (*Hippophae rhamnoides*); enfin le Tamarisque d'Allemagne (*Myricaria germanica*) se rencontre sur toutes les grèves de notre fleuve. Les autres arbres et arbustes, tels que Chênes, Ormes, Charmes, Aubépine, Prunier épineux, Frêne, Merisier à grappes, Petit érable (?), Bourdaine, Nerprun, Troène, Camécierisier, Viorne Obier, Cornouiller sanguin, Fusain, Coudrier, etc...sont plus ou moins fréquents ».

Parmi les espèces citées à cette époque par Kirschleger nous ferons une mention particulière pour *Carpinus betulus* et *Fraxinus excelsior*, dont l'indigénat en milieu rhénan a parfois été discuté (VOLK 2002).

1.2 - Les différents contenus phytosociologiques du Querceto-Ulmetum Issler 1924

1.2.1- ISSLER et la forêt rhénane.

Dans son article fondateur de 1924 Issler caractérise la forêt rhénane par trois groupements : - le *Salicetum albae* (TAB.I - 50) - l'*Alnetum incanae* - le *Querceto-Ulmetum* (TAB.I - 36).

Le *Salicetum albae* forme alors des peuplements mono spécifiques étendus dans le voisinage immédiat du Rhin et de ses bras vivants (GIESSEN) dans des terrains soumis à des inondations régulières. La forme la plus fréquente étant représentée par la saulaie mixte (saulnaie dans le texte) : le *Saliceto-Alnetum* composée de *Salix alba* et *Alnus incana* et divers *Populus* qui représente « le type de bois humides ». Il considère l'*Alnetum incanae*, à l'aval de Bâle, comme « fraction d'association » qu'il rattache à un *Alnetum glutinosae* var. *ello-rhénane*. Il observe que ces communautés évoluent vers une forêt à bois dur qu'il considère comme les « vraies forêts du Rhin ». Il les désigne alors comme sous association *Querceto-Ulmetum* d'un groupement à *Alnus glutinosa* et *Carpinus betulus* (« *Alneto-Carpinetum* » = *Alno-Carpinetum*). Il note que son *Querceto-Ulmetum* se développe sur les terrasses les plus élevées et plus éloignées du fleuve. Il précise que « les affinités floristiques vont vers le « *Carpinetum calcaire*, associations qui se confondaient à l'état primitif de la nature ».

A cette époque il observait une absence frappante de *Fraxinus excelsior*, *Carpinus betulus* (ce qui sera pondéré par la suite) et de chêne rouvre (*Quercus petraea*) à l'état spontané. Pour lui comme éléments constitutifs des forêts du Rhin il ne restait que *Quercus robur* et *Ulmus minor*. Son propos est illustré par trois relevés réalisés uniquement dans le Haut-Rhin, dans le secteur des tresses (CARBIENER 1970). Le premier relevé et le troisième sont désignés respectivement comme « *Tilietum cordifoliae* » et « *Tilieto-Carpinetum forma rhenana* ».

Dans un article ultérieur sur les associations sylvatiques haut-rhinoises (1926 publié en 1931) Il affine sa pensée et définit une nouvelle alliance, l'*Alnion*, qui regroupe deux associations.

La première est nommée *Populeto-Saliceto-Alnetum incanae*. Elle est constituée par *Populus*, *Salix* et *Alnus incana*. Il considère les peuplements purs

d'une de ces espèces comme sous association. Pour autant les deux relevés illustratifs sont nommés *Alnetum incanae* et *Salicetum albae*.

La seconde est appelée *Robureto-Ulmetum rhenanum*. Elle correspond à son *Querceto-Ulmetum* précédemment décrit. Il précise que cette association se développe ordinairement au delà de la digue principale. Que les aulnes, les peupliers les saules diminuent pour être remplacés par l'Orme champêtre (plus rarement *U. laevis*) et le Chêne pédonculé. Ces deux essences sont citées en proportion variable. Il pense que le chêne est probablement souvent planté ainsi que le Frêne et le Charme (considéré aussi comme transfuge) et le Bouleau. Il note une forme primaire de peuplements d'Ormes purs ⁽⁷⁾ sans autre développement phytosociologique. Un autre faciès qui relie les forêts sur les bords du Rhin avec le *Carpinetum* des terrasses diluviales est le *Tilietum cordatae rhenanum*. Deux relevés types déjà publiés en 1924 (le 2 et 3) sont présentés. Ils sont renommés *Ulmeto-Roburetum* et *Ulmetum-Roburetum* faciès à *Tilia cordata*.

Dans ce texte il précise que la composition floristique n'est pas homogène. Tantôt elle se rapproche de celle des forêts type Aulne, tantôt de celle des forêts du type Charme des sols calcaires et lehmneux, *Allium ursinum* alternant avec *Convallaria maialis*. Il cite comme espèces particulières : *Equisetum hyemale*, *Carex alba* (formant gazon), *Tamus communis*, *Staphylea pinnata*, *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*, les deux dernières localisées et en voie de régression. L'Érable champêtre (*Acer campestre*) est localement dans son optimum envahi par le Gui

Tableau 2 (TAB. 2)
composition floristique du *Q.U.* d'après Issler 1924

Strate arborescente	<p>Espèces dominantes : <i>Quercus robur</i> <i>Ulmus campestris</i> (= <i>U. minor</i>) Plus rarement <i>Ulmus laevis</i> et <i>U. scabra</i> (= <i>U. glabra</i>)</p> <p>Fréquentes <i>Populus alba</i>, <i>P. canescens</i> portant de nombreuses colonies de <i>Viscum album</i> et trouvant ici leur optimum de croissance Dépressions humides : <i>Salix alba</i>, <i>S. purpurea</i>, <i>S. elaeagnos</i>, <i>Alnus incana</i>, <i>Prunus padus</i> Endroits plus secs : <i>Tilia cordata</i></p> <p>Rares : <i>Populus tremula</i> remplacé par <i>P. canescens</i> et <i>Salix caprea</i></p>
Strate arbustive	<p>Toute la série des arbustes commençant par <i>Frangula alnus</i> et finissant par <i>Berberis vulgaris</i> Comme spécialités : <i>Cornus mas</i> au nord de Marckolsheim et <i>Staphylea pinnata</i> région de Petit Landau). Apparition de <i>Sorbus torminalis</i>, <i>Pyrus communis</i>, <i>Acer campestre</i> Nombreuses lianes : <i>Clematis vitalba</i>, <i>Vitis nifera</i> (subsp. <i>sylvestris</i>), <i>Hedera helix</i>, <i>Tamus communis</i>.</p>
Strate herbacée	<p>En mélange ou en alternance : <i>Allium ursinum</i>, <i>Aran maculatum</i>, <i>Paris quadrifolia</i>, <i>Polygonatum multiflorum</i>, <i>Helleborus foetidus</i>, <i>Euphorbia amygdaloides</i>, <i>Asarum europaeum</i>, <i>Lithospermum purpureo-caeruleum</i>, <i>L. officinalis</i>, <i>Viola hirta</i>, <i>V. alba</i>, <i>V. mirabilis</i>, <i>V. riviviana</i>, <i>Convallaria maialis</i>, <i>Orchis purpurea</i>, <i>Bromus asper</i> subsp. <i>ramosus</i>, <i>Carex flacca</i>, <i>C. ornithopoda</i>, <i>C. alba</i> (cette dernière formant des gazons étendus). Espèce essentiellement rhénane dans notre territoire : <i>Equisetum hyemale</i>. Comme espèces accidentelles : <i>Thalictrum aquilegifolium</i>, <i>Aquilegia atrata</i> venues des Alpes. Très nombreux sont les rapports floristiques avec le Jura.</p>

⁽⁷⁾ PAUTOU (1980, 1985, Tab. I - 31) parlait, dans la vallée du Rhône, d'Ormaie basse non décrite sur le plan phytosociologique.

(*Viscum album*), ainsi que les peupliers. Les lianes comme *Clematis vitalba*, *Hedera helix*, *Humulus lupulus* et *Tamus communis* y prennent un développement inouï. L'encadré (TAB 2) ci-contre dresse la carte d'identité floristique du Querceto-Ulmetum identifié par ISSLER. Ecologiquement, au regard des espèces citées, il considère le groupement comme mésoxérophile à xérophile. C'est pour cette raison que, dans son travail de 1924, il justifie l'inclusion de l'Ulmeto-Roburetum rhénan au Carpinetum betuli des terrasses diluviales.

Pour résumer force est de constater qu'ISSLER usait d'une grande instabilité d'écriture dans la désignation de ses groupements en particulier le Querceto-Ulmetum, aujourd'hui typifié Querceto-Ulmetum (désigné par Q.U. dans la suite du texte) pour des raisons de déclinaison latine liée à une règle syntaxique de nomenclature. Six synonymes auront été comptabilisés : *Tilietum cordifoliae*, *Tillieto-Carpinetum forma rhenana*, *Ulmeto-Roburetum*, *Tilietum cordatae rhenanum*, *Ulmetum-Roburetum faciès à Tilia cordata* et *Robureto-Ulmetum rhenanum*. Toutefois là n'est pas l'essentiel. Pour ce groupement nous retiendrons trois choses:

- ◆ il a été décrit alors que l'impact des grands travaux était déjà jugé manifeste. Issler parlait du Rhin comme un torrent canalisé creusant son lit ; ce qui a entraîné l'assèchement des bras et l'abaissement de la nappe, évalué déjà à 3m en aval de Bâle.

- ◆ L'holotype est constitué par trois relevés réalisés uniquement dans le haut-Rhin, dans le périmètre d'irradiation de la poche de continentalité de Colmar. Cette situation de climat allochtone explique pour partie la discrétion du hêtre dans la zone. Ecologiquement c'est un groupement d'origine alluviale mais à fonctionnement de climax stationnel.

- ◆ Les espèces herbacées citées sont pour la plupart d'entre elles mésophiles à mésoxérophiles (ELLENBERG 1974, LANDAU 1977, RAMEAU 1989). Elles ne sont pas représentatives d'un fonctionnement alluvial (submersions érosives-alluvionnement-remontées de nappes- fluviochorie...).

1.2.2 - OBERDORFER et le Querceto-Ulmetum

En 1953 OBERDORFER propose une nouvelle sous alliance de l'Alno-Ulmion Br. Bl. et Tx . 1943 : l'Ulmenion minoris au sein de laquelle il définit une nouvelle association le *Fraxino excelsiori-Ulmetum minoris* (Tüxen apud. Lohm. 1952) (désigné par F.U. dans la suite du texte). Cette communauté est en fait un regroupement de huit syntaxons, dont le Q. U. d'Issler, présenté à travers un tableau de fréquence. Comme espèces caractéristiques il cite *Ulmus minor*, *Populus alba*, *Vitis sylvestris*, *Physalis alkekengi* et comme différentielles de la sous alliance *Malus sylvestris* et *Pyrus pyraeaster*.

En 1967 il abandonne le F.U. et revient au Q. U. Issler 24 qui représente pour lui l'association permanente des terrasses alluviales supérieures occasionnellement inondées. En l'absence d'inondations, liées à des raisons naturelles ou anthropiques, il écrit que l'évolution se poursuit généralement vers des Chênaies-Charmaies du Carpinion. En 1992, dans le tableau de fréquence

(Tab. 302-8) réalisé à partir de 811 relevés il retient comme caractéristiques d'associations : *Ulmus minor* (62%), *Populus alba* (9%), *Populus canescens* (7%), *Allium scorodoprasum* (4%) et *Equisetum hyemale* (11%). Il ne cite plus *Vitis sylvestris* et *Physalis alkekengi*.

Tableau 3 Le Q.U. : ses différentes sous associations et races d'après OBERDOFER 1992		Races géographiques		
		<i>Ulmus laevis</i> <i>Populus alba</i> <i>Alnus glutinosa</i>	<i>Asarum</i> <i>europaeum</i> <i>Aconitum napellus</i> <i>Thalictrum</i> <i>aquilegifolium</i>	Appauvrie Rivières alpines
assosous ciations	<i>corydaletosum</i>	x		
	<i>alnetosum glutinosae</i>	synonyme		
	<i>typicum</i>	x	x	
	<i>caricetosum albo-flaccae</i>	x		
	<i>caricetosum albae</i>		x	x
	<i>phalaridetosum</i>		x	x

Dans le tableau 308 qui décompose les 811 relevés, il distingue cinq sous associations : *Corydaletosum* - *typicum* - *caricetosum albo-flaccae* - *caricetosum albae* - *phalaridetosum* (TAB. I - 37 à 44). Elles sont subdivisées en variantes, phases et ventilées à l'intérieur de trois races géographiques :

§ Formations régionales à *Ulmus laevis* dans la région Rhin-Main-Danube de basse Bavière ;

§ Formations régionales à *Asarum europaeum* dans la région du Danube souabe et de haute Bavière ;

§ Formations régionales appauvries des rivières alpines (absence d'espèces caractéristiques).

Dans son texte il fait référence à deux autres sous associations. Le Q.U. *alnetosum glutinosae* Oberd. 1957 qui regroupe en fait la race à *Ulmus laevis* et le Q. U. *allietosum ursinum* Oberd. 1957 qui recouvre le Q.U. *corydaletosum*.

D'une manière générale le tableau reste assez confus et les sous unités regroupent des espèces xérophiles et mésohygrophiles qui d'habitude s'excluent mutuellement car situées dans des unités fonctionnelles différentes. Par ailleurs on pourra observer que les espèces citées comme caractéristiques par Issler renvoient à la sous association *caricetosum albo-flaccae* race à *Ulmus laevis* (Tab 308 col.8Ae-8Af). La distinction introduite par OBERDORFER entre le Q.U. *caricetosum albo-flaccae* et le Q.U. *caricetosum albae* est d'ordre géographique. *Carex alba* disparaît dans le nord de la région. Ce qui est confirmé par ISSLER qui écrivait en 1925 que la station la plus septentrionale de cette espèce en Alsace se trouve ⁽⁸⁾ sur les terrasses rhénanes de la région de Dalhunden (Bas-Rhin). Stations qu'il mettait en perspective avec celles du Q.U. des terrasses haut-rhinoises.

⁽⁸⁾ Relevé n°11 : pinèdes à pyroles (aujourd'hui disparues) - Zone dans laquelle BLANC et BILLOT signalaient en 1840 *Staphylea pinnata*.

I.2.3 - MOOR et le Q.U.

Dans son mémoire sur les groupements végétaux alluviaux de la Suisse centrale, MOOR (1958), retient le F.U. Oberd. 1953 (Tab. I - 22) et non pas le Q. U., pour caractériser les formations à bois dur. Il s'en explique en évoquant que les deux groupements sont proches, mais que dans le Q.U. il manque le frêne (?) Il rajoute que l'association définie par ISSLER est très complexe, que sa position systématique varie pour Issler lui-même.

Il rappelle que TÜXEN (dans W. LOHMEYER, 1952) a été le premier à parler de F.U. et OBERDORFER (1953) a été le premier à en donner tableau descriptif. Il en donne une définition légèrement différente de celle d'Oberdorfer mais plus précise. Pour lui, les espèces qui caractérisent au mieux l'association sont : *Ulmus minor*, *Populus alba* et *Equisetum hyemale*, cette dernière comme caractéristique pré-alpine. Les différentielles qu'il retient, de part leur fréquence et leur abondance, sont : *Aegopodium podagraria*, *Rubus caesius*, *Deschampsia caespitosa*, *Alnus incana*, *Prunus padus*, *Carex acutiformis*, *Angelica sylvestris* et *Plagiomnium undulatum*. Il insiste sur la prédominance du frêne, sa forme remarquable et l'absence ou la rareté des espèces argilicoles. Concernant les ormes, il fait valoir la complexité que présente la distinction des ormes de l'Europe centrale notamment *Ulmus minor* et *U. glabra*. Cela le conduit à poser la question de l'identité réelle des ormes dans les tableaux phytosociologiques publiés par les uns et les autres. Cette interrogation pourrait certainement être extrapolée aux couples *Ulmus minor/U. laevis* et *Populus alba/P. canescens*.

Le groupement qu'il décrit est localisé à l'extrémité externe de la plaine inondable. De ce fait il est inondé épisodiquement et de manière irrégulière par les hautes eaux. C'est pourquoi il indique que les espèces habituellement présentes dans les forêts inondables comme *Filipendula ulmaria*, *Lysimachia vulgaris*, *Carex acutiformis*, *Phalaris arundinacea* ou *Cirsium oleraceum* sont très en retrait dans le F.U.

I.2.4 - CARBIENER et le Querco-Ulmetum

C'est à CARBIENER (1970, 1974) que nous devons la description la plus accomplie des particularités géomorphologiques (secteur des tresses, anastomose et méandre), structurales (structure verticale multistrate - mosaïques stationnelles horizontales) et biologiques (richesse spécifique inégalée en espèce ligneuses) de la forêt rhénane alsatico-badoise de ce que devait être le « Rhin sauvage » avant les grands travaux. Ce Rhin sauvage, Rhin virtuel, qu'il concevait comme un complexe de mosaïques structurales spatio-temporelles emboîtées (herbacées, mégaphorbiaies, fruticées, forêts) et de phases sylvogénétiques plus ou moins bloquées qui lui assurent un optimum d'autonomie, d'homéostasie et de résilience (RAMEAU 1991a, OTTO 1998) dans un contexte fonctionnel endogène et allogène déterminé par les pulsations, les battements de nappe et la dynamique morphogène du fleuve.

Ses travaux se situent dans le prolongement de ceux de WENDELBERGER-ZELINKA (1952) sur les forêts alluviales danubiennes d'Autriche et de HÜGIN (1962) coté badois. C'est dans le travail de 1970 qu'il propose de désigner la « jungle rhénane » comme « Forêt dense tempérée froide caducifoliée » qui aurait

un lien de filiation avec les forêts thermophiles et hygrophiles de la fin du tertiaire.

Pour nommer ce type forestier jugé exceptionnel il retient encore le Fraxino-Ulmetum Oberd. 53, alors que depuis 1967 il précise que l'étiquette a été abandonné par OBERDORFER au profit d'un retour, peu explicite, au Q. U. Issler 1924. Ecologiquement le F.U. occupe les levées et terrasses inondées seulement lors des crues importantes, surtout en été pendant quelques jours à semaines par an (du moins précise t-il avant que la construction du canal d'Alsace ne vienne depuis peu bouleverser les conditions hydrologiques). Les bas fonds inondés pendant des semaines voire des mois sont occupés par une forêt de saules blancs et de peupliers noirs indigènes de structure beaucoup plus simple.

A ce propos CARBIENER (1970) écrivait « dans la partie amont, climatiquement privilégiée du fossé rhénan le Fraxino-Ulmetum (Tx. 52) Oberd. 53 se transforme alors en un groupement à *Carex alba* et *Tilia cordata* (Carici-Tilietum Müller et Gørs 1958) aux affinités sub-steppeiques et tendant vers la forêt claire, mais ne subissant qu'un faible affaiblissement de la richesse en espèces... ». Cette partie amont correspond en fait à la zone où Issler a défini l'holotype du Q. U. Dans son allocution introductive au colloque de Strasbourg (1980) sur la végétation des forêts alluviales les forêts asséchées sont assimilées à l'association à *Carex alba*-*Tilia cordata* (Staphylea) de type « Hardt » et dérivent du Q.U. Ces formulations dénotent une contradiction évidente sur laquelle nous reviendrons.

En 1985, contrairement à PAUTOU et al. (1985), avec SCHNITZLER et WALTER, il discute la problématique des forêts à bois tendre dans les successions primaires ou secondaires comme essentiellement déterminées par la zonation (niveau topographique, régime des crues). Il conteste le schéma classique de zonation qui oppose les forêts à bois dur des niveaux topographiques élevés aux forêts à bois tendres des niveaux plus bas. Pour eux toutes les forêts à bois tendres évoluent linéairement vers telle ou telle sous association du Q.U. en fonction du niveau hydrique.

Le propos est illustré par l'encadré (TAB 4) intitulé dans le texte « schéma simplifié des correspondances phytosociologiques des trois stades dynamiques des forêts alluviales de la série du Q. U. Issler 24 fonctionnel (inondable interne

Tableau 4 (TAB 4)
Dynamique et phytosociologie de la série du Q.U. d'après CARBIENER et al. 1985

Stations \ Dynamique	Stade pionnier (bois tendres)	Stade post-pionnier (bois mixtes)	Stade optimal (bois durs)
Stations eutrophes, hygrophiles fréquemment inondées (sables fins limono argileux ou graviers)	Salici-Populetum salicetosum albae (sans peuplier)	Fraxino-Populetum albae salicetosum ou fraxinetosum	Quercio-Ulmetum impatientetosum
Stations méso-eutrophes, méso-hygrophiles, régulièrement inondées (sables fins limoneux)	Salici-Populetum cornetosum	Fraxino-Populetum albae fraxinetosum (ou allietosum)	Quercio-Ulmetum allietosum ursini
Stations mésophiles mésotrophes inondables (sables ou sables et graviers)	Salici-Populetum cornetosum ou Populetosum nigrae	Fraxino-Populetum albae typicum	Quercio-Ulmetum typicum
Stations élevées mésotrophes sub-xérophiles, peu souvent inondées (sables épais sur graviers)	Ligustro-Populetum nigrae	Fraxino-Populetum albae carisetosum albae	Carici albae-Tilietum cordatae Muller&Gørs 58

aux digues) du secteur géomorphologique des tresses et anastomoses du Rhin ». Pour mémoire, en 1974, il proposait deux autres sous associations qu'il abandonna par la suite : - *tilietosum cordatae* - *populetosum nigrae*. Cette dernière structuration sera reprise par TIMBAL (1985) dans son inventaire des types forestiers d'Alsace et sera développée ultérieurement par SCHNITZLER en 1988.

1.2.5 - DISTER et le Querco-Ulmetum

DISTER (1980a) montre tout d'abord les différences floristiques et écologiques entre le nord et le sud de la plaine rhénane du Rhin supérieur. Dans la partie aval dominant les sédiments alluviaux à grains fins. Le dénivelé est moindre et la dynamique d'inondation y est nettement réduite. Il explique ainsi pourquoi les forêts alluviales du nord de la plaine rhénane sont plus proches de la ligne médiane des eaux et sont inondées plus longtemps. De même que la diversité de la dendroflores y est moins prononcée que dans la partie amont.

L'auteur classe tous les relevés en provenance de la plaine alluviale à bois tendre dans le *Salicetum albae* Issler 26, qui peut être inondé jusqu'à 190 jours par an. Il parle également d'une « plaine alluviale dynamique à bois tendre » sur substrat sablo-graveleux, constituée, voire dominée par le peuplier noir, mais qu'il juge sans importance dans le nord de la plaine rhénane supérieure.

Il scinde la plaine alluviale à bois dur en deux unités nettement différenciées de point de vue floristique, mais aussi écologique. D'une part il décrit la forêt alluviale à bois dur fonctionnelle, régulièrement inondée, qu'il désigne comme *Querco-Ulmetum* Issler 24. D'autre part, dans la région nord (Hessischen Rheinau) il distingue un autre ensemble forestier qui peut se subdiviser. Le premier est pauciflore et l'autre se singularise par *Carex remota*. Le second, non ou rarement inondé, représente la plus grande unité de la plaine alluviale à bois dur. Il est riche en géophytes vernaux et en arbustes. De nombreuses espèces indiquent une évolution vers le Carpinion. On trouve notamment des régénérations dynamiques d'*Acer pseudoplatanus*, *Tilia cordata*. Cependant les espèces caractéristiques du Carpinion comme *Stellaria holostea*, *Galium odoratum*, *Potentilla sterilis* sont absentes, à l'instar de *Carpinus betulus*.

Dans ces forêts alluviales de type « charmaie », comme le charme est quasiment absent et que le noisetier s'avère utilisable comme espèce différencielle, Dister les nomme « chênaies alluviales à noisetier ». Selon le type de sol et le niveau hydrique il distingue 7 sous-unités : - *Berberis vulgaris* - *Viola hirta* - *Arum maculatum* - *Polygonatum multiflorum* - *Tilia cordata* - *Allium ursinum* - *Impatiens noli-tangere*. Les 6 premières, très proches floristiquement, seront regroupées (TAB. I - 55) pour faciliter les analyses.

1.2.6 - Le colloque de Stasbourg (1980) sur la végétation des forêts alluviales et le Q. U.

Lors de cette manifestation scientifique internationale pilotée par le professeur CARBIENER il apparaît, au regard de l'ensemble des communications, que la synonymie entre le F.U. et le Q.U. n'est pas encore parfaitement établie.

Pour caractériser les formations à bois durs, si certains intervenant comme CARBIENER, DIERSCHKE, DISTER, HÜGIN, PHILIPPI, YON ne parlent que du Q.U., d'autres, COMME PAUTOU, RAMEAU, HERMY, BEEKMANN font encore apparaître la synonymie. Seuls NOIRFALISE et al. et VAN DE WINCKEL conservent le F.U., sans jamais mentionner le Q.U.

1.2.7 - SCHNITZLER et le Querco-Ulmetum

Dans sa thèse (1988), les propositions présentent peu de variations par rapport au schéma précédent de 1985.

◆ Pour les bois tendres deux associations : le Salici-Populetum Tx 1937 et le Ligustro-Populetum nigrae sont inventoriées. La première comprend 3 sous associations liées à la texture du substrat, le niveau moyen de la nappe et à l'inondabilité : - salicetosum - cornetosum sanguinea - populetosum nigrae (TAB.I – 58 à 61). La seconde association (TAB. I – 30) est une peupleraie noire xérophile qui occupe les terrasses les plus sèches sur matériaux sablo-graveleux. Elle constitue l'holotype d'une nouvelle association qui sera discutée.

◆ Pour caractériser les bois mixtes le Fraxino-Populetum Jurko 1958 (holotype TAB.I – 10) est retenu et ventilé en six sous associations (Tab. I col. 11 à 15). Elles s'échelonnent selon un gradient hydrique : - salicetosum albae - fraxinetosum - equisetosum hyemale - allietosum ursinum - typicum - caricetosum albae (TAB.I 6 11 à 16). Les deux premières constituent le groupe des « hygrophiles » et les deux dernières le groupe des sous associations mésophiles.

◆ Pour les bois dur trois associations sont affirmées : le Q.U. Issler 1924, le Carici-Tilietum Müller et Görs 1958 et l'Ulmo-Carpinetum Hadac 1935.

Le Q.U. est décliné selon les trois sous associations (TAB. I - 46 à 48) déjà évoquées par CARBIENER et al en 1985 : - typicum - allietosum - impatientetosum noli-tangere. D'autre part il est précisé que les différences floristiques entre le Q.U. et le Fraxino-Populetum ne sont pas évidentes, même si l'on constate une régression des pionnières et des post-pionnières dans la strate arborescente. Pour l'auteur les critères de différenciation les plus discriminants restent ceux de la structure verticale, plus complexe, et de la durée du cycle sylvigénétique, évaluée à plusieurs centaines d'années, « tant que de nouvelles conditions ne viennent tout bouleverser ». Les tableaux floristiques font effectivement ressortir une diminution des pionnières et des post-pionnière sans différence floristique notable.

Le Carici-Tilietum (TAB. I – 8) est positionné sur les terrasses sableuses hautes à l'intérieur des digues et à des niveaux plus variables à l'extérieur de celles-ci où il est plus fréquent. La Tillaie à laïche blanche succède au Fraxino-Populetum albae caricetosum albae. Le groupement est présenté comme très proche floristiquement du Q. U. typicum. Elle indique que son statut d'association peut être discuté. Il dérive du F. P. caricetosum albae et reste d'après elle plus éloigné du C. T. décrit par MÜLLER et GÖRS que de l'Ulmo-Carpinetum caricetosum albae externe aux digues.

Concernant l'Ulmo-Carpinetum, l'auteur rappelle que ce groupement correspond à une association continentale sèche et non alluviale décrite en Europe de l'Est par HADAC en 1935. Comme HÜGIN (?) et PHILIPPI (?) elle applique cette dénomination pour des formations rhénanes localisées entre les

dignes ou à l'extérieur de celles ci. D'après elle l'U.C. dérive du Q.U. par assèchement du milieu induit par l'endiguement et pourrait également s'y rattacher. Pour autant elle ne retient pas cette hypothèse et distingue deux sous associations : - *caricetosum albae* (TAB. I – 64) sur graviers affleurants ou sub-affleurants issu d'une évolution dynamique à partir du *Ligustro-Populetum* - *aretosum* sur substrat limono-sableux assez profonds [avec 3 variantes : *Allium ursinum*, *Scillia bifolia*, *typicum* regroupées dans le Tableau I (63)].

Toutes ces propositions sur les formations à bois dur ont été reprises en 1990 dans le « catalogue des stations forestières du Ried ello-rhénan ». En 1996, l'auteur amende le spectre écologique et chorologique du Q. U. qu'elle avait contribué à circonscrire. Il est étendu aux forêts alluviales de la Loire ou de son affluent l'Allier alors qu'ils sont définis comme fleuves à régime océanique, avec des hautes eaux hivernales ou printanières, sur alluvions décarbonatées. Elle distingue alors trois nouvelles sous associations : -*populetosum nigrae* - *loniceretosum periclymenum* - *tilietosum platyphyllos* ainsi qu'une quatrième désignée *typicum* mais différente de celle décrite qu'elle décrivait en 1988.

Par la suite les conceptions de l'auteur évoluent. En 2001 elle reconnaît que dans le contexte à fonctionnement alluvial contraint la végétation potentielle à bois dur évolue vers une Frênaie-Erabraie à Chêne pédonculé et Orme lisse éparées. C'est ce qui lui fait dire, analyse que nous nous partageons, que « les semis de chêne semblent peu compétitifs vis à vis des Erables *sycomores* et du Frêne. Il nous faut donc accepter l'idée que la forêt primitive a vécu, et que d'autres mosaïques forestières se développent à leur tour ». Cette idée sera reprise dans la partie traitant de l'évolution et du fonctionnement des milieux forestiers de la bande rhénane du référentiel des habitats rhénans d'intérêt communautaire (CSA-ONF 2004).

I.2.8 - RAMEAU et le Q.U.

Lors du colloque de Strasbourg (1980) consacré à la « Végétation des forêts alluviales», RAMEAU présente une communication sur les forêts alluviales de la plaine de Saône. A l'aide d'un tableau phytosociologique il démontre que ces forêts doivent être considérées comme distinctes du *Fraxino-Ulmetum* (Tüxen 1952 apud Lohmeyer 1952) *Oberdorfer* 1953 ou du Q. U. *Issler* 1924 mis en synonymie. Il indique que cette association de la présente suffisamment de caractères originaux pour être considérée comme une association régionale originale, qu'il désigne en l'occurrence *Ulmo-Fraxinetum angustifoliae* (TAB. I – 65). Son argumentaire se base sur des éléments d'ordre :

- ◆ Floristiques (petit nombre d'espèces d'arbres, d'arbustes, de lianes, absence d'espèces calcicoles et de montagnardes, espèces argilicoles fréquentes) ;
- ◆ Ecologiques (fleuve à régime pluvial océanique hautes eaux en dehors de la période de végétation - sols argilo-sableux relativement compacts) ;
- ◆ Phytogéographiques (groupement alluvial des grands fleuves situés hors des bassins versants alpins).

Dans un travail plus récent, la proposition de SCHNITZLER d'étendre le Q.U. en dehors du contexte des forêts alluviales déalpines n'est pas retenue par RAMEAU et al. (2000). Les forêts à bois dur de la Loire, de la Saône et de l'Adour (avec une interrogation pour la Garonne) sont affiliées à l'*Ulmo-Fraxinetum*

angustifoliae, alors que les forêts alluviales des grands fleuves alpins, Rhin Rhône, sont assimilées au Q.U. Les travaux de CORNIER (2002, 2003) sur la Loire vont également dans ce sens.

S'agissant des forêts alluviales de la basse Seine leur caractérisation reste plus incertaine. La position de RAMEAU et al. n'est visiblement pas tranchée entre Q.U. et U.F. angustifoliae. La clef d'identification des habitats (2001) conduit à l'U.F. alors que la cartographie habitat de la Seine reste vierge. En 1978 BOUNERIAS (in SCHNITZLER 1988) les assimile à un Ulmo-Fraxinetum excelsiori ?. En 2001, dans le guide des groupements végétaux de la région Parisienne, il mentionne la présence de Fraxinus angustifolia et pose la question de l'indigénat de cette espèce en vallée de Seine. Il classe ces forêts dans l'Ulmenion tout en contestant le nom de l'alliance. En fait BOURNERIAS aurait préféré Ulmenion laevis à la place d'Ulmenion minoris.

1.2.9 - Le Querco-Ulmetum dans les documents NATURA 2000 et autres manuels de phytosociologie

La directive habitats 92/43/CEE modifiée par la directive 97/62/CE du 27 10 1997 désigne d'intérêt communautaire, sous le sigle 91F0, les forêts mixtes riveraines des grands fleuves de l'Ulmenion minoris inondables lors des crues régulières. Les espèces illustratives de l'habitat citées dans le manuel d'interprétation EUR15 (NATURA 2000) sont Quercus robur, Ulmus laevis, U. minor, U. glabra, Fraxinus excelsior, F. angustifolia, Populus nigra, P. canescens, P. tremula, Alnus glutinosa, Prunus padus, Humulus lupulus, Vitis vinifera subsp. sylvestris, Tamus communis, Hedera helix, Phalaris arundinacea, Carydalis solida, Gagea lutea, Ribes rubrum.

Cet habitat correspond à la définition 44.4 du manuel Corine biotopes (ENGREF 1996) qui retient le seul Q.U. comme représentatif de l'habitat, étendu à l'ensemble des forêts alluviales bordant les grands fleuves français. D'autre part il apparaît que la liste d'espèces EUR 15 est plus restrictive que celle donnée par CORINE BIOTOPES qui rajoute parmi les espèces diagnostiques Populus alba, Acer pseudoplatanus, A. platanoides, Salix alba, Prunus avium, Malus sylvestris, Tilia cordata, Alnus incana, Crataegus monogyna et Clematis vitalba. Les cahiers d'habitat, BENSETTITI et al. (2001), étendent le 91F0 au Fraxino-Populetum et à l'Ulmo-Fraxinetum angustifoliae. Les espèces caractéristiques du Q.U. d'Issler sont reprises pour illustrer la composition des « tillaias rhénanes à laiche blanche » du Carici-Tilietum Muller et Gørs 1958, formations versées dans l'habitat 9170 qui désigne les « chênaies-charmaies du Galio-Carpinetum ».

Du côté allemand, dans le Naturschutz Praxis du Baden-Württemberg (2003) l'habitat 91F0 est défini uniquement par le Q. U. Les espèces citées (les caractéristiques sont soulignées) sont classées par strate. Pour la strate arborescente : Acer campestre, Fraxinus excelsior, Populus alba, P. nigra, Quercus robur, Ulmus minor, U. laevis. Pour la strate arbustive : Cornus sanguinea, Corylus avellana, Crataegus monogyna, Euonymus europaeus, Humulus lupulus, Ligustrum vulgare, Prunus spinosa, Viburnum lantana, Viburnum opulus, Vitis vinifera subsp. Sylvestris. Pour la strate herbacée : Brachypodium sylvaticum,

Carex sylvatica, *Circea lutetiana*, *Equisetum hyemale*, *Festuca gigantea*, *Ranunculus auricomus* s. l., *R. ficaria*, *Scilla bifolia*, *Stachys sylvatica*.

Dans un manuel de phytosociologie des groupements végétaux de l'Allemagne, SCHUBERT et al. (2001) retiennent le Q.U. d'ISSLER, mis en synonymie avec le F.U., pour caractériser les forêts à bois dur inondables. Les espèces listées sont : *Fraxinus excelsior*, *Ulmus minor*, *U. laevis*, *Quercus robur*, *Sambucus nigra*, *Ranunculus ficaria*, *Anemone ranunculoides*, *Stachys sylvatica*. Mis à part le chêne et les ormes ces espèces sont différentes de celles retenues par ISSLER.

1.2.10 - Le *Fraxino excelsiori*-*Populetum albae* Jurko 1958

C'est un groupement décrit en Europe de l'Est (Pologne, Slovaquie) à partir de 11 relevés dont 4 tirés de Knapp 1944 et 2 autres extraits de WALDENBERGER-ZELINKA 1952 (Wallsee Slovaquie). Dans son tableau JURKO (TAB.I – 10) dépeint un groupement structuré par des bois tendres pionniers dominés par *Populus alba*, *P. nigra*, *Alnus incana*, accompagnés de *Salix alba* et des bois durs terminaux comme *Fraxinus excelsior*, *Prunus padus*, *Ulmus laevis* où *Quercus robur* n'est mentionné que dans la strate herbacée et de façon marginale. A noter dans le groupement la présence de *Polygonatum latifolium*, *Galanthus nivalis*, *Leucoium aestivum* et *Physalis alkekengi* (naturalisée d'Amérique du Nord), espèces étrangères à la flore alsatico-badoise pour les trois premières et considérées respectivement, selon CIOCALAN (2000), comme balkano-pontique, centro européenne-subméditerranéenne et sud européenne. Cette association décrite également en Tchéquie occidentale par NEUHÄUSLOVA (1980) a été étendue par SCHNITZLER à la forêt rhénane, ce qui sera discuté, pour caractériser les phases post-pionnières à bois mixtes.

1.2.11 - Le *Carici albae*-*Tilietum cordatae* de Müller & Gørs 1958

La Chênaie pédonculée-Tillaie à laïche blanche a été définie à partir de 17 relevés, dont 9 proviennent des environs du lac de Constance (Bodensee) et 6 sont tirés de HÜGIN 1956 réalisés dans le sud de la vallée du Rhin supérieur (TAB. I – 5 et 6). Les deux derniers, plus pauvres floristiquement, servent à illustrer une forme submontagnarde issue de l'*Alnetum incane*. La composition caractéristique différentielle de groupement donnée par les auteurs, précisée dans l'encadré (TAB. 5), est à rapprocher des relevés du Q.U. d'ISSLER (TAB. 2).

Dans leur commentaire MÜLLER et GÖRS appréhendent deux situations. Un sous type qui se développe sur les sols peu profonds (30-60cm d'épaisseur). Il est considéré comme azonal car influencé par la nappe phréatique. Ici *Fraxinus excelsior* végète. Le second sous type, sur sols plus profonds (plus de 60 cm d'épaisseur), plus favorable au Frêne, évolue vers une formation zonale même si les espèces alluviales post-pionnières peuvent se maintenir relativement longtemps. Pour eux avec l'augmentation des précipitations et l'approfondissement du sol le C. T. se transformera en un *Carici-Fagetum Moor* 52 climatique.

Pour OBERDORFER (1992), la Chênaie-Tillaie à laïche blanche est peu caractérisée de point de vue floristique. C'est pour cette raison qu'il a émis des

Tableau 5 (TAB 5)
Composition du C.T. d'après Müller&Görs

Caractéristiques: <i>Tilia cordata</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Carex alba</i> .
Différentielles de la race Oberrhein-Bodensee : <i>Hedera helix</i> (forme arborescente), <i>Junglans regia</i> , <i>Tamus communis</i> , <i>Ailanthus altissima</i> , <i>Staphylea pinnata</i> .
Différentielles de forêt sèche : <i>Viola hirta</i> , <i>Berberis vulgaris</i> , <i>Galium mollugo</i> var. <i>pubescens</i> , <i>Brachypodium pinnatum</i> , <i>Carex ornithopoda</i> , <i>Lithospermum officinale</i> , <i>Euphorbia cyparissias</i> , <i>Astragalus glycyphyllos</i> , <i>Viola mirabilis</i> .
Reliques alluviales : <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Rubus caesius</i> , <i>Viburnum opulus</i> , <i>Prunus padus</i> , <i>Stachys sylvatica</i> , <i>Plagiomnium undulatum</i> , <i>Alnus incana</i> , <i>Ulmus minor</i> , <i>Solidago gigantea</i> , <i>Salix elaeagnos</i> , <i>Populus nigra</i> , <i>P. alba</i> , <i>P. canescens</i> , <i>Equisetum hiemale</i> , <i>Thalictrum aquilegifolium</i> , <i>Salix purpurea</i>

doutes sur son statut d'association autonome. Il posait la question de son rattachement au Quercetum pubescenti-petraeae, au Galio-carpinetum voire au Q. U. (pour la partie forêts alluviales). Il est vrai que son tableau 315, assez hétéroclite milite, en ce sens. Toutefois seules les colonnes 315/5-6 correspondent à la définition de MÜLLER et GÖRS qui, a contrario, y voient un groupement original d'origine alluviale. Pour eux le C.T., bien qu'appartenant sans équivoque au Galio-carpinenion Oberd. 57, ne peut être assimilé au Galio-carpinetum Oberd.57.

II – Les relevés alsatico-badois

II.1 - la zone d'étude

Elle porte sur les forêts de la plaine alluviale ancienne et la plaine inondable de actuelle de l'ensemble de la plaine du rhénane franco-allemand située entre Kembs/Neuenburg au sud et Lauterbourg/Rastatt au nord (FIG. 1). Les surfaces forestières étudiées s'élèvent encore à 9.800 ha coté français et 11.400 ha côté allemand soit 21.000 ha de forêt rhénane résiduelle après défrichements induits par les grands travaux et les aménagements urbano-industriels qui jalonnent le cours du fleuve.

En France la zone d'étude recouvre les unités géomorphologiques transversales du ried blond au sud de Strasbourg (CARBIENER 1974) et les terrasses jeunes du ried brun blond au nord de Strasbourg (HAUSCHILD 1996, 1997). Avant les travaux de correction de TULLA la zone était entièrement parcourue par le réseau enchevêtré des bras du Rhin. Hormis quelques exceptions dans les zones de confluence avec des rivières vosgiennes (Ill, Moder, Sauer) ou de la forêt noire (Dreisam, Elz, Canal Leopold, Kinzig, Murg), liées aux travaux sur le Rhin, où l'on peut observer les alluvions rhénanes recouvertes par quelques centimètres d'alluvions siliceuses, les sols sont peu évolués et carbonatés dès la surface. Ils sont désignés comme des FLUVIOSOLS calcaires souvent réductiques (BAIZE et al. 1995).

Plus à l'ouest, les terrasses alluviales sont plus anciennes et ne sont plus soumises à la dynamique alluviale depuis 2 à 3 millénaires. Elles forment néanmoins une partie de la plaine alluviale du Rhin holocène [époque géologique aussi appelée alluvium (SCHIRMER et al. 1985, STRIEDTER 1988)]. Avec le temps des processus pédogénétiques s'y sont déroulés (décarbonation, décalcification, brunification). Les sols sont plus évolués. Elles ont été étudiées par HAUSCHILD (1996, 1997) et sont communément désignées comme « ried brun ou ried noir ». Elles ne sont pas prises en considération ici. En Allemagne il n'existe pas de terrasses alluviales comparables

Selon le profil en long du fleuve on distingue deux secteurs (GALLUSER et al. 1992). Dans le sud, jusqu'à la hauteur de Rhinau/Kappel, le dénivelé moyen est de 1‰, c'est le secteur des tresses et anastomoses (CARBIENER 1970) où le Rhin se divisait, avant les grands travaux, en plusieurs bras plus ou moins enchevêtrés. Plus au nord, jusqu'à Karlsruhe on passe à une zone intermédiaire avec un dénivelé plus réduit de 0,5 - 0,8‰. Dans ce secteur, le Rhin formait avant la phase de correction de grands méandres, ainsi que de petits bras latéraux, parallèlement au bras principal. Ensuite on arrive à la zone des méandres, avec un dénivelé encore moindre (0,3‰), mais ce secteur se situe en dehors de la zone étudiée.

Par ailleurs le profil en long du fleuve est en relation avec la granulométrie des dépôts sédimentaires. Avec la réduction du dénivelé la vitesse du flux se réduit et par conséquent la force pour entraîner les sédiments. Dans le sud les sédiments sont grossiers (graveleux, sablo-graveleux, sablonneux à sablo-limoneux. Dans la partie nord, qui a fait l'objet des premières études stationnelles coté Badois (KRAMER et al. 1987), les alluvions sont généralement plus fines (limono-sableuse, limoneuses, limono-argileuses à argileuses).

Deux zones climatiques peuvent être distinguées. Au sud, aux marges de la poche de sécheresse de Colmar-Meyenheim, nous sommes dans la zone intrazonale à tonalité sub-continentale où les précipitations sont plutôt concentrées en période estivale. Ceci est la conséquence de l'effet de Foehn généré par la proximité des crêtes des Hautes Vosges qui irradie jusqu'à Breisach où la pluviométrie passe par un minimum de 640 mm/an. Plus au nord, la pluviométrie augmente. La tonalité climatique devient plus sub-atlantique. Près de Strasbourg on mesure 730 mm. A hauteur de Stattmatten/Sölling, dans le prolongement du couloir de la porte de Saverne, caractérisée par un abaissement de l'altitude des Vosges, la pluviosité croît jusqu'à 850 mm. Ainsi, alors que la température moyenne annuelle reste identique du nord au sud, de l'ordre de 10 °C, la différence entre la zone la plus arrosée et la moins pluvieuse est de 25%.

Cette différence entre l'amont et l'aval est encore amplifiée par le niveau moyen de la nappe et la granulométrie comme nous l'avons évoqué. Au sud de Breisach les alluvions sont grossières et le toit de la nappe phréatique est supérieur à > 5m environ. Au nord, à l'augmentation des précipitations s'ajoute des sols à meilleure rétention et une nappe phréatique plus proche de la surface (environ 3 m en moyenne). Ce sont les terrasses les plus sèches au sud de Marcholsheim-Breisach qui reçoivent les plus faibles pluies. A la sécheresse édaphique se superpose une sécheresse climatique.

II.2 - Matériel et méthode

L'étude s'appuie sur un matériel de 1104 relevés phytoécologiques réalisés, selon un échantillonnage stratifié sur des placettes de 400 m² au minimum, entre Kembs/Neuenburg et Lauterbourg/Rastatt, dans le cadre de différents projets entre 1994 et 2002 (HAUSCHILD 1994, 1997a et b, WOLF et al. 2000, BOEUF 2002, HAUSCHILD et al. 2002, OSTERMANN 2004). Dans le cadre de ce travail ils sont appelés relevés FVA-ONF afin de les distinguer des relevés des autres auteurs dont il a été question. Ils recouvrent la totalité de la plaine alluviale sèche du sud jusqu'à la plaine alluviale inondée au nord d'Iffezheim (carte 1 page 261). Le nombre des relevés de végétation par unité fonctionnelle de la frange rhénane (MICHIELS et ALDINGER 2002) (plaine alluviale sèche, ancienne, inondée des zones de retenue et à inondation libre) correspond approximativement aussi à son pourcentage de superficie dans la région étudiée. Comme la superficie de la plaine alluviale ancienne prédomine largement la plupart des relevés proviennent en conséquence de cette unité (TAB 6).

Tableau 6 (TAB. 6)
Nombre de relevés par unité fonctionnelle

Zone alluviale asséchée	99
Zone alluviale ancienne	577
Zone inondable du Rhin canalisé	302
Zone alluviale libre	126
Total	1104

380 variables espèces ⁽⁹⁾ ont été cotées en abondance-dominance d'après l'indice de BRAUN-BLANQUET et l'indice modifié BARKMANN et al. (1964). Chaque placette de relevé a fait l'objet d'un sondage pédologique à la tarière sur 100 cm, d'une description de la flore, des phases dynamiques, des sylvo-faciés et des structures dendrométriques. Un certain nombre de descripteurs écologiques ont été notés tels : - la microtopographie - la forme d'humus - la texture par tranche de 10 cm - le toit d'apparition des graviers - le toit d'apparition de la nappe - la luminosité estimée à dire d'expert selon 4 classes (en fonction du degré d'ouverture des peuplements) - le secteur géomorphologique (selon le profil en long) - la durée d'inondation - le degré d'hydromorphie [la liste complète des descripteurs écologiques est donnée dans le tableau 9]. Les indications relatives à l'inondation proviennent en partie de la direction fluviale (GWD 2004), les valeurs des niveaux de la nappe (GWD 2002) ou ont été obtenues par recoupement d'informations en provenance de cartes topographiques et d'observations du terrain.

Les données recueillies ont été traitées par analyse multivariées [Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) et Classification Ascendante Hiérarchique

⁽⁹⁾ Pour juger de la dynamique de régénération, les espèces arborescentes et arbustives sont comptées dans les différentes strates comme espèces indépendantes, lorsqu'elles sont présentes. De telle sorte l'analyse inclue 34 variables arbres, 55 variables arbustes, 48 variables ligneuses dans la strate herbacée, 197 variables herbacées non ligneuses et 46 variables bryophytes et ptéridophytes. Ce qui fait 311 espèces différentes.

(CAH), méthode « average-linkage » (utilisation de coefficients de similarité de SOERENSEN 1948] sur le logiciel PC-Ord (Mc CUNE 1999) sur la base d'un tableau de contingence codé en abondance-dominance. Il n'est pas dans notre propos de détailler ici ces méthodes et de se lancer dans des considérations mathématiques dont les détails peuvent se retrouver dans BENZECRI (1980) HILL et al. 1980, FENELON (1988), ESCOFFIER et al. (1990) BACKHAUS (1996). L'interprétation des axes factoriels se base sur la projection des variables écologiques en variables supplémentaires explicatives. Elles apparaissent sous forme de vecteurs dans l'AFC. Cette méthode permet d'interpréter objectivement les axes et de donner une explication fondée sur la distribution spatiale de la végétation. Pour une variable écologique donnée, plus le vecteur est long et proche de l'un des axes, plus elle se révèle importante dans l'interprétation de la distribution des données. Par ailleurs la connaissance de l'autécologie des espèces (ELLENBERG 1974, LANDOLT 1977, RAMEAU 1989) permet de vérifier certains regroupements ou interprétations.

III - Analyse résultats

III.1 – Analyse et interprétation de l'analyse multivariée

Comme premier résultat de l'AFC (FIG.1) il faut noter une continuité entre les relevés. Il n'y a pas de groupes clairement délimités et de relevés agglomérés. Cela signifie que dans la forêt rhénane le passage d'une unité de végétation (ou station) à une autre se fait sans rupture et que les délimitations claires et nettes sont délicates. Nous sommes en présence d'un continuum. Il est important d'intégrer ceci pour le traitement syntaxonomique du matériel. Lors de la formation de groupes ou de syntaxons il faut tenir compte du fait que seul le barycentre des regroupements peut être circonscrit et qu'il existe des zones de chevauchement relativement importantes. Ce phénomène a déjà été décrit en forêt rhénane, notamment pour les groupes écologiques d'espèces (BOEUF et al. 2000).

D'autre part il est intéressant de constater que la totalité des relevés forme un triangle avec un sommet orienté positivement et couché sur l'axe 1. La représentation des variables écologiques sous forme de vecteurs dans le plan factoriel nous permet d'interpréter objectivement les axes et de fournir une explication fondée sur la distribution de la végétation forestière dans l'espace rhénan.

Ainsi, il est possible d'affirmer que les relevés qui se situent tout à fait à droite de l'axe 1 sont caractérisés par une longue durée d'inondation et une nappe phréatique proche de la surface. En coordonnées négatives du même axe se trouvent les relevés avec nappe profonde et une durée d'inondation absente ou réduite. Dans la partie supérieure gauche du plan factoriel se trouve le barycentre des sites éloignés de la nappe, graveleux et secs. A l'opposé se trouvent les sites éloignés de la nappe, mais sur sol profond et frais.

Le deuxième axe est sous la dépendance du premier axe. Ceci crée le triangle de répartition de l'ensemble des données, car dans les sites humides la texture n'est plus déterminante quant à la composition de la végétation. Le vecteur de

l'épaisseur de la couche de gravillons (graviers 10) reste plus proche néanmoins du vecteur « distance de la nappe phréatique » (GW). De l'autre côté, le vecteur de l'épaisseur de la couche d'argile (argile 10) est plus proche du vecteur de la durée d'inondation (ÜbfiSp) et plus éloigné du vecteur de la distance de la nappe. Cela signifie que la plupart des sites graveleux sont plutôt secs et que les stations à sol profond subissent plutôt l'influence de la nappe et/ou des inondations.

On peut donc conclure que les paramètres essentiels qui structurent ce qui reste de forêts alluviales rhénanes franco-allemandes sont :

- ◆ l'inondabilité et la durée d'inondation,
- ◆ la distance au toit de la nappe phréatique,
- ◆ la granulométrie (épaisseur de la couche de graviers et, à l'opposé, l'épaisseur de la couche limoneuse des premiers 100 cm de sol).

◆

la dernière variable peut aussi s'exprimer sous forme de capacité de rétention ou Réserve Utile calculée à partir de la texture. Ce résultat corrobore et précise les analyses antérieures portant uniquement sur les relevés alsaciens (BOEUF et al. 2000).

III 2 - Description des 20 groupes écologiques de relevés dans la plaine alluviale rhénane alsacienne et badoise.

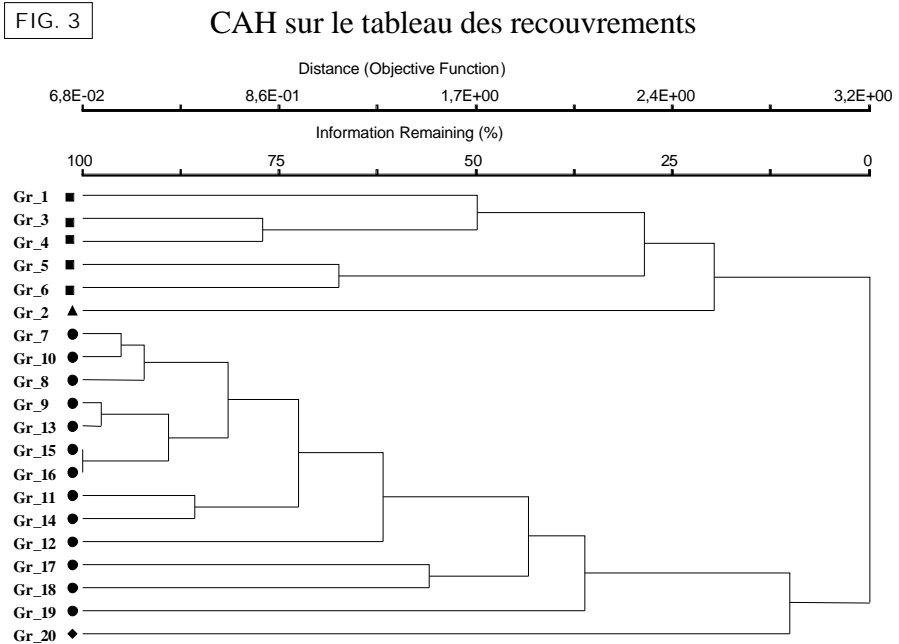
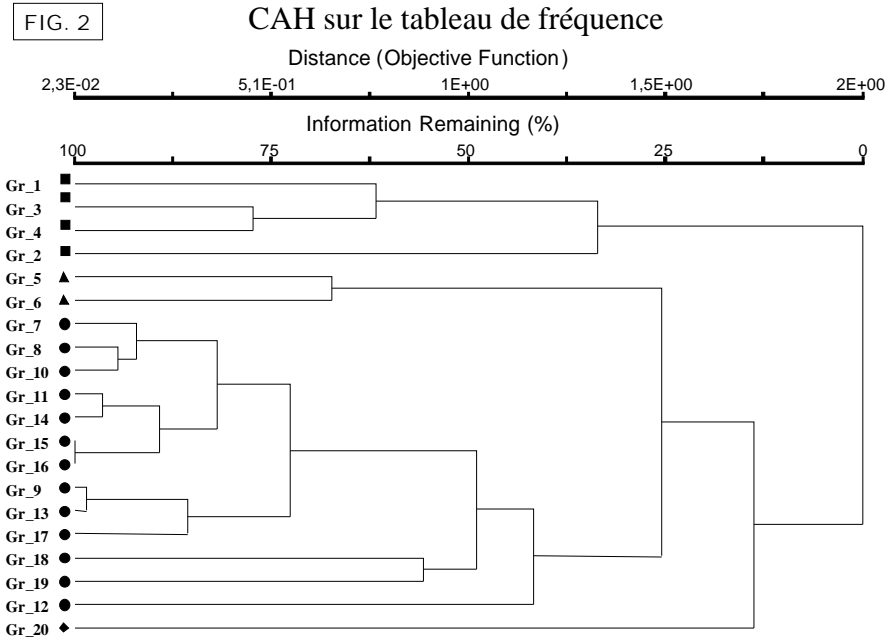
Suite à l'AFC deux CAH sur les relevés (en présence/absence et en pourcentage de recouvrement) discriminent 20 groupes écologiques de relevés (FIG. 2 et 3). Ainsi on peut distinguer un groupe de relevés des forêts alluviales à bois tendre et des forêts de transition et un groupe des forêts alluviales à bois dur. Les graphes 4 et 5 montrent le positionnement des 20 groupes dans l'AFC.

III.2.1 - Groupe des forêts alluviales à bois tendre et des forêts alluviales de transition

Groupe 1 : Peuplements de Saule blanc sur station très humide [19 relevés]

Ce groupe englobe les peuplements des forêts alluviales à bois tendre ne comprenant que peu ou pas d'essences des forêts alluviales à bois dur. *Salix alba* domine la strate arborée en fréquence et en recouvrement moyen. Il est mélangé à quelques *Populus nigra*. La strate arbustive, peu présente, est composée de *Viburnum opulus*. Les autres arbustes comme *Cornus sanguinea* jouent un rôle quasi insignifiant. Dans la strate herbacée, *Phalaris arundinacea* est l'espèce dominante. A ses côtés, on retrouve deux groupes d'espèces indicatrices : les hygrophiles, parmi lesquelles, *Galium palustre*, *Iris pseudacorus* et *Symphytum officinale* possèdent des valeurs de recouvrement et une fréquence supérieures à la moyenne. Il en est de même pour les espèces nitrophiles comme *Urtica dioica* et *Rubus caesius* ainsi que pour *Poa trivialis*.

Ce groupe se retrouve dans les forêts alluviales à bois tendre, sur station humide à très humide, soumise à une nappe proche de la surface et à de régulières et longues inondations. Le sol est principalement constitué de limons sableux contenant parfois des horizons riches en sables et en graviers, le tout



conservant une importante réserve utile. Dans le diagramme d'ordination, le groupe 1 apparaît bien défini sur la droite du gradient d'inondation. Le long de l'axe relatif à la texture du sol, le groupe 1 est plus situé dans la zone des sédiments grossiers que le groupe 3 ; le nuage de points correspondant au groupe 1 s'interpénètre avec celui du groupe 4. Dans la classification ascendante hiérarchique (CAH), le groupe 1 est situé à une distance comprise entre 25 et 75 (groupes « moyennement » proches dans la CAH) des groupes 3 et 4, et à une distance supérieure à 75 (groupes « faiblement » proches dans la CAH) du groupe 2.

Groupe 2 : Peuplements de Chêne pédonculé sur station très humide[6 relevés]

Peuplements de Chêne (*Quercus robur*). Le Frêne possède des valeurs de recouvrement et une fréquence, moyennes. *Salix alba* est peu présent. Comme dans le groupe 1, de nombreuses espèces hygrophiles sont présentes. Le trait caractéristique de ce groupe réside dans la dominance absolue de *Carex acutiformis* dans la strate herbacée.

Ce groupe se caractérise par une nappe proche de la surface et par des inondations, certes plus réduites que celles des groupes 1 et 3, mais certainement en relation avec des remontées temporaires de la nappe. La réserve utile est très importante. Dans le diagramme d'ordination, ce groupe est très dispersé et plutôt situé dans la partie caractérisant les stations faiblement soumises aux inondations. Il est toutefois difficile d'interpréter écologiquement ce faible nombre de relevés. Ces stations de l'ancienne forêt alluviale à bois tendre, où le Chêne a été planté, possèdent une nappe proche de la surface et sont inondées moins longtemps et de manière moins importante. L'évolution vers la forêt alluviale à bois dur est bloquée par la présence d'une nappe permanente proche de la surface. Dans la CAH (en présence), le groupe 2 est isolé. Avec une valeur supérieure à 75, le groupe 2 est « faiblement » proche des groupes 1, 3 et 4. En comparant les valeurs de recouvrement, on constate qu'il existe également une relation entre le groupe 2 et les groupes 5 et 6.

Groupe 3 : Peuplements de Peuplier hybride pauvres en arbustes sur station humide [39 relevés]

Il regroupe des peuplements de Peuplier hybride, en mélange, occasionnellement, avec *Salix alba*, *Ulmus laevis* et avec les arbustes *Cornus sanguinea*, *Viburnum opulus*, *Prunus spinosa* et *Euonymus europaeus*. La strate herbacée est dominée par : *Urtica dioica*, *Impatiens glandulifera*, *Ranunculus ficaria* et *Poa trivialis*. *Phalaris arundinacea* se rencontre souvent, mais son recouvrement est plus faible que dans le groupe 1.

Le régime des inondations est analogue à celui du groupe 1, mais la nappe est ici moins proche de la surface. Les espèces hygrophiles sont moins présentes, ce qui les rapproche du groupe 4. Le sol est profond et sa texture limono-sableuse, ce qui lui confère une importante réserve utile. Dans le diagramme d'ordination, les relevés correspondant au groupe 3 sont bien isolés. D'après la CAH, ce groupe est « hautement » similaire au groupe 4 (distance inférieure à 25 dans la CAH), « moyennement » similaire au groupe 1 et « faiblement » similaire au groupe 2.

Remarque : Ces peuplements de Peuplier sont stationnellement proches de ceux décrit par DISTER (1980a) comme constituant le niveau le plus bas des forêts alluviales à bois dur (« tiefste Hartholzauwe »), et dont il pensait que les peuplements initiaux avaient totalement été soumis à la transformation par l'homme.

Groupe 4 : Peuplements de Saule blanc accompagné d'Ormes, riches en arbustes et sur station humide [72 relevés]

Il s'agit de peuplements de *Salix alba* en faible mélange avec *Populus alba*, *Populus nigra*, *Alnus incana* et quelques essences d'introggression de la forêt alluviale à bois dur : *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*, *Ulmus minor* et *Ulmus laevis*. La strate arbustive est bien développée et composée de *Cornus sanguinea* et de *Sambucus nigra*. Dans la strate herbacée, *Urtica* atteint la valeur moyenne de recouvrement la plus élevée par rapport à celle atteinte dans les autres groupes. De la même manière, *Ranunculus ficaria* possède un recouvrement quasi-maximal. *Poa trivialis*, *Glechoma hederacea*, *Impatiens glandulifera* et *Galium aparine* atteignent également des valeurs de recouvrement supérieures de 10% à la moyenne.

Ces stations sont inondées moins fortement que celles des groupes 3 et 4. D'après la classification de MICHIELS et ALDINGER (2002), on est déjà, tout ou moins en partie, dans le niveau inférieur de forêt alluviale à bois dur. Le niveau hydrique moyen peut être qualifié d'humide. La présence de taches de rouille dans les parties supérieures du sol témoigne des importantes oscillations du niveau de la nappe et des longues périodes durant lesquelles il reste proche de la surface. Le sol sablo-limoneux recouvre des horizons composés de sables et de graviers. Dans le diagramme d'ordination, ce groupe occupe clairement une position de transition vers la forêt alluviale à bois dur. Ce groupe s'interpénètre largement avec les groupes 1 et 3. D'après la CAH, ce groupe est « hautement » similaire au groupe 3, « moyennement » similaire au groupe 1 et « faiblement » similaire au groupe 2. Il s'agit de peuplements mixtes de Saule, de Peuplier, de Chêne, d'Orme et de Cornouiller, qui dérivent, après une réduction des inondations, du groupe 1, respectivement du groupe 3 et 6.

III 2.2 - Groupes des forêt alluviales à bois dur

Groupe 5 : Peuplements d'Aulne glutineux, de Frêne et de Peuplier sur station humide [19 relevés]

Le Frêne est prédominant, accompagné des essences caractéristiques que sont les Ormes et l'Aulne glutineux. On remarque également la présence de nombreuses essences de la forêt alluviale à bois tendre comme *Salix alba*, *Populus nigra*, *Populus alba* et *Populus x canadensis*. La strate arbustive est bien développée, avec une présence importante de *Prunus padus*, *Cornus sanguinea*, *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa* et de *Ligustrum vulgare*. En ce qui concerne la végétation herbacée, forte dominance de *Carex acutiformis* qui limite les valeurs de recouvrement des autres espèces.

Situés sur des stations humides et à nappes proches de la surface, ces peuplements ne subissent plus, ou que très rarement, les inondations. Dans la classification badoise des stations de la plaine alluviale rhénane de MICHIELS et ALDINGER (2002), ce groupe occupe les niveaux élevés à supérieurs de la plaine alluviale à bois dur, voir l'ancienne plaine alluviale. Il pourrait s'être développé à partir de stations du groupe 4 après disparition des inondations. D'après la CAH, ce groupe est « moyennement » similaire au groupe 6 et seulement « faiblement » similaire aux autres groupes de la plaine alluviale à bois dur (selon la fréquence) et aux groupes de la plaine alluviale à bois tendre (en recouvrement).

Groupe 6 : Peuplements d'Aulne glutineux, de Frêne et de Chêne pédonculé sur station humide [9 relevés]

La strate arborée de ce groupe est composée de la même manière que celle du groupe 5, à la seule différence que les Peupliers sont remplacés par *Alnus incana* et *Quercus robur*. Dans la strate arbustive, *Sambucus nigra* apparaît dans d'importantes proportions par rapport au groupe 5. *Phalaris arundinacea*, *Iris pseudacorus* et *Carex acutiformis* sont très présents dans la strate herbacée avec une fréquence supérieure à 40%. Comme *Impatiens glandulifera*, ces espèces possèdent également les valeurs de recouvrement les plus importantes. Ces forêts se différencient de celles fortement sous influence des inondations, par la présence de *Brachypodium sylvaticum*, *Equisetum hyemale*, *Carex sylvatica*, *Circaea lutetiana* et de *Hedera helix*.

Les stations sont similaires à celles du groupe 5 : humides, sur sols peu profonds, à nappe profonde, à faible réserve utile et que peu ou pas soumises aux inondations. Dans le nuage de points, ce groupe est réparti de manière similaire au groupe 5 avec lequel il s'interpénètre par endroit. Ce groupe est isolé et « moyennement » similaire au groupe 5. Il n'est que « faiblement » similaire aux autres groupes.

Groupe 7 : Peuplements de Frêne et de Chêne pédonculé en mélange avec l'Aulne blanc sur station humide en profondeur [43 relevés]

Peuplements de *Fraxinus excelsior* en mélange avec *Quercus robur*, *Alnus incana*, *Populus nigra*, *Salix alba*, *Acer pseudoplatanus* ainsi qu'avec les deux espèces d'Orme. La strate arbustive est bien développée et composée essentiellement de *Cornus sanguinea*, mais également de *Crataegus monogyna* et de *Corylus*. Présence importante (>40%) d'*Impatiens glandulifera* et des espèces du groupe *Urtica*. (*Urtica dioica*, *Ranunculus ficaria*, *Poa trivialis*, *Galium aparine*), *Brachypodium sylvaticum* et *Carex sylvatica*. Des valeurs de recouvrement importantes, supérieures à 5% de la moyenne, sont atteintes par *Ranunculus ficaria*, *Poa trivialis*, *Urtica dioica*, *Carex sylvatica*, *Allium ursinum* et par *Glechoma hederacea*. De la même manière, des espèces peu tolérantes aux inondations comme *Lonicera xylosteum*, *Hedera helix* et *Polygonatum multiflorum*, se rencontrent déjà occasionnellement dans ce niveau de forêt alluviale.

Type forestier du niveau moyen de forêt alluviale à bois dur (MICHIELS et ALDINGER (2002), riche en essences pionnières et se développant sur des

stations limono-sableuses. On ne retrouve pas ces peuplements dans le niveau élevé de forêt alluviale à bois dur comme c'est le cas pour le groupe 10. Ce groupe possède une nappe plus proche de la surface et est plus fortement inondé que le groupe 10. Dans le diagramme d'ordination, les groupes 7 et 10 se recouvrent largement, mais le nuage de points relatif au groupe 7 est toutefois bien délimité. D'après la CAH, ce groupe est « hautement » similaire aux groupes 8 et 10 ainsi que dans une moindre mesure, aux groupes 11, 14, 15 et 16. Il est également « moyennement » similaire aux groupes 9, 13 et 17 ainsi que dans une moindre mesure, « moyennement » similaire aux autres groupes de la plaine alluviale à bois dur à l'exception des groupes 5 et 6.

Groupe 8 : Forêt mixte de Peuplier riche en arbustes sur station assez fraîche [86 relevés]

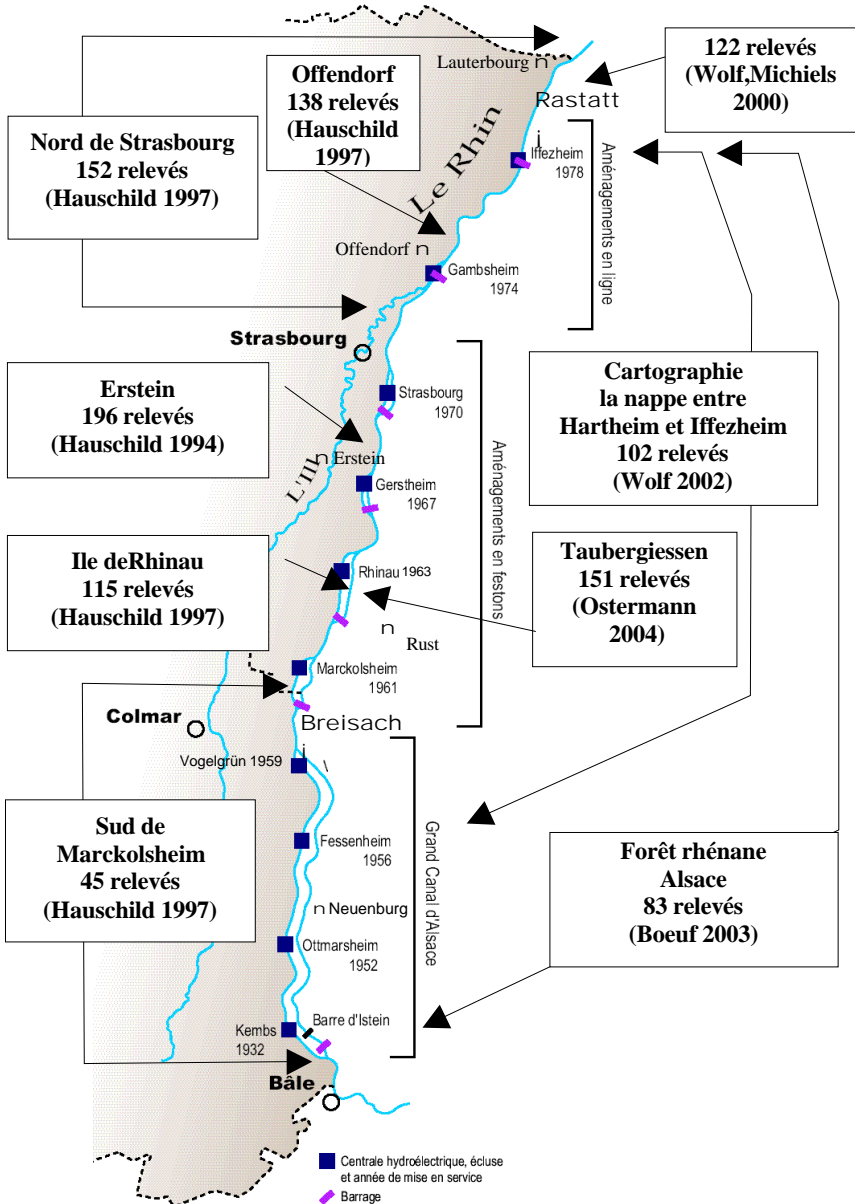
Essentiellement des peuplements de Peuplier hybride, en mélange avec *Populus nigra*, *Populus alba* et *Salix alba* ainsi qu'avec *Fraxinus excelsior* et *Ulmus minor*. La strate arbustive est dominée par *Cornus sanguinea* qui possède un recouvrement très important. Les espèces *Urtica dioica*, *Brachypodium sylvaticum*, *Carex sylvatica* et *Glechoma hederacea* sont très présentes (>40%). Les espèces *Ranunculus ficaria*, *Solidago gigantea*, *Clematis vitalba*, *Aegopodium podagraria* et à nouveau *Glechoma hederacea* possèdent des valeurs de recouvrement élevées. Il arrive occasionnellement que les espèces nitrophiles comme *Solidago gigantea*, *Galium aparine* et *Aegopodium podagraria* se montrent très compétitives. Par rapport au groupe 7, *Clematis vitalba* et *Lonicera xylosteum* sont plus souvent présentes.

Ce groupe est concentré sur les sols composés de sables et de graviers, dont la réserve utile est faible. Il occupe donc des parties plus élevées où la nappe est plus profonde. Ces stations sont périodiquement soumises à des inondations, qui, lors d'années exceptionnelles, peuvent durer plusieurs semaines. Ce régime d'inondation classe ce groupe dans le niveau moyen de forêt alluviale à bois dur MICHIELS et ALDINGER (2002), avec des parties dans le niveau élevé de forêt alluviale à bois dur. Le diagramme d'ordination présente un groupe 8 dont l'optimum est clairement différent de celui des autres groupes, et qui ne possède que de rares zones communes avec les groupes 10 et 7. L'interprétation phytoécologique de ce groupe conduit à le classer dans les types forestiers du niveau moyen de la plaine alluviale à bois dur sur sol à graviers dont l'évolution vers le niveau élevé de forêt alluviale à bois dur est ralentie par la composition grossière du substrat. Si l'on s'intéresse à la succession forestière, les groupes 1 et 4 peuvent être vu comme les stades pionniers de ce groupe. D'après la CAH, ce groupe est « hautement » similaire au groupe 10, puis, dans une moindre mesure, « hautement » similaire au groupe 7.

Groupe 9 : Peuplements de Frêne, de Chêne pédonculé et de Peuplier blanc et Erable sycomore sur station humide en profondeur [86 relevés]

Fraxinus excelsior domine dans ces peuplements, en mélange avec *Quercus robur*, *Ulmus minor*, *Ulmus laevis*, *Acer pseudoplatanus* et *Populus alba*. De nombreuses espèces composent la strate arbustive qui possède un fort taux de

Carte 1
Zone d'étude
Localisation dates et auteurs



recouvrement, principalement dû aux espèces *Cornus sanguinea* et *Crataegus monogyna*, mais également aux espèces moins tolérantes vis-à-vis des inondations comme *Lonicera xylosteum*. De la même manière, la composition de la strate herbacée est très riche. Un groupe d'espèces forestières mésophiles est notamment très présent (>40%), tout comme *Carex acutiformis* et *Angelica sylvestris*. *Brachypodium sylvaticum*, *Carex sylvatica*, *Hedera helix*, *Glechoma hederacea* et *Allium ursinum*, ainsi que certaines mousses comme *Plagiomnium undulatum*, *Fissidens taxifolius*, *Eurhynchium swartzii* ou *Eurhynchium striatum* possèdent les valeurs moyennes de recouvrement les plus importantes (>5%).

Ce groupe se retrouve sur les stations très fraîches, à nappe relativement proche de la surface. Ces stations peuvent soit encore être actuellement inondées en cas de fortes crues, soit se trouver dans l'ancienne plaine alluviale dont l'aspect dépend de la profondeur d'apparition de la nappe et de l'utilisation qu'il en a été fait. En raison de la présence importante de sable dans le sol, la réserve utile est inférieure à la moyenne. Dans le diagramme d'ordination, ce groupe est centré autour du point d'intersection des axes ce qui le classe dans le niveau élevé de forêt alluviale à bois dur MICHIELS et ALDINGER (2002). Dans la succession forestière, ce groupe dérive du groupe 10 et peut évoluer vers les groupes 14, 15 ou 16. Dans la première phase de la CAH, regroupement avec le groupe 10. Dans la seconde phase, ce groupe est « hautement » similaire au groupe 13, puis, dans une moindre mesure, « hautement » similaire au groupe 17.

Groupe 10 : Peuplements de Frêne, de Chêne pédonculé et de Peuplier blanc avec du Cerisier à grappes sur station humide en profondeur [156 relevés]

Frênaies-chênaies présentant, par rapport au groupe 8, un couvert forestier nettement plus fermé et un nombre d'essences pionnières plus réduit. Seul *Populus alba* est parfois présent. La strate arbustive est bien développée (recouvrement important) et dominée par *Cornus sanguinea*, *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa* et *Prunus padus* ainsi que par *Ligustrum vulgare*. Dans la strate herbacée, présence fréquente d' *Urtica dioica*, *Brachypodium sylvaticum*, *Carex sylvatica* et des espèces du groupe *Glechoma*. Dominance d' *Urtica dioica*, *Ranunculus ficaria*, *Poa trivialis*, *Carex sylvatica*, *Brachypodium sylvaticum*, *Hedera helix*, des espèces du groupe des *Glechoma* (les espèces les plus présentes étant *Glechoma hederacea*, *Circaea lutetiana* et *Impatiens noli-tangere*) et d' *Allium ursinum*.

Ce groupe occupe les stations très fraîches du niveau moyen de la plaine alluviale à bois dur avec une tendance à occuper également le niveau élevé. Le sol est composé de limon sableux sur des horizons de sables ou de graviers. Dans le diagramme d'ordination, ce groupe est très dispersé et se recouvre largement avec le groupe 7 ainsi qu'avec les groupes 9 et 16 à l'intersection des axes. Dans la succession forestière, ce groupe peut dériver des groupes 8 ou 4 (après une diminution de l'intensité des inondations) ou du groupe 7 (suite à une fermeture de la strate arborée et arbustive, sans modification des conditions stationnelles). D'après la CAH, ce groupe est « hautement » similaire au groupe 8.

Groupe 11 : Peuplements de Frêne, de Chêne pédonculé et de Peuplier blanc avec de l'Erable sycomore et du Hêtre sur station fraîche [39 relevés]

Peuplements de *Fraxinus excelsior*, *Fagus sylvatica* et *Tilia cordata*, en mélange avec *Quercus robur* et *Populus alba*. *Acer pseudoplatanus* et *Prunus padus* restent principalement cantonnés à la seconde strate arborée. Aux cotés de *Ligustrum*, *Lonicera* et *Corylus*, l'espèce *Sambucus nigra* est également parfois bien représentée. Dans la strate herbacée, dominance prononcée de l'*Allium* qui supprime ici l'habituelle flore spécifique des forêts alluviales à bois dur. *Ranunculus ficaria* ainsi qu'*Urtica* sont les dernières représentantes des espèces typiques de la plaine alluviale inondable.

Ce groupe se rencontre essentiellement sur la rive alsacienne du Rhin. Situées pour une part dans le niveau élevé de la plaine alluviale à bois dur, ces stations à nappes profondes se retrouvent principalement dans l'ancienne plaine alluviale. Par opposition au groupe 12, le limon est largement présent dans le sol ce qui lui confère une réserve utile élevée. Dans le diagramme d'ordination, important recouvrement avec le groupe 14 dont il se démarque pourtant, en étant présent dans des zones inondables de la plaine alluviale. Dans l'ancienne plaine alluviale, ce groupe 11 évolue vers le groupe 17. D'après la CAH et dans la première phase, ce groupe est associé au groupe 12. Dans la seconde phase, « hautement » similaire aux autres groupes (7 à 17) de la forêt alluviale à bois dur.

Groupe 12 : Peuplements de Frêne, de Chêne pédonculé et de Tilleul sur station assez fraîche [12 relevés]

Frênaies-chênaies riches en *Tilia cordata*, en *Fagus sylvatica* et en *Acer campestre* dans la seconde et troisième strate arborée. *Hedera helix* atteint ici son recouvrement maximum dans la strate arborée. La strate arbustive bien développée est dominée par *Corylus avellana*, suivi de peu par *Ligustrum vulgare* et *Lonicera xylosteum*. Dans la strate herbacée, *Solidago gigantea*, *Brachypodium sylvaticum*, *Clematis vitalba*, *Carex sylvatica*, *Viola reichenbachiana*, *Polygonatum multiflorum*, *Paris quadrifolia*, *Glechoma hederacea*, *Circaea lutetiana* et *Allium ursinum* sont bien présentes.

Uniquement représenté sur la rive française, ce groupe se situe sur les stations à nappe profonde de l'ancienne plaine alluviale. Dans le sol, la teneur en sable est supérieure à la moyenne et les horizons inférieurs sont riches en graviers. La réserve utile est donc inférieure à la moyenne. Le centre de gravité du nuage de points se trouve au centre du diagramme d'ordination où il possède des parties communes avec les groupes 13 et 15. La succession forestière le conduit vers le groupe 15 et éventuellement vers le groupe 17. D'après la CAH et dans le premier niveau d'analyse, associé au groupe 11. Dans le deuxième niveau (en fréquence), ce groupe est isolé et n'est que « faiblement » similaire aux autres groupes (7 à 17) de la forêt alluviale à bois dur. Cet isolement ne s'explique pas au travers des tableaux phytosociologiques. D'après les valeurs de recouvrement, ce groupe est tout de même proche des autres groupes de la forêt alluviale à bois dur.

FIG. 1

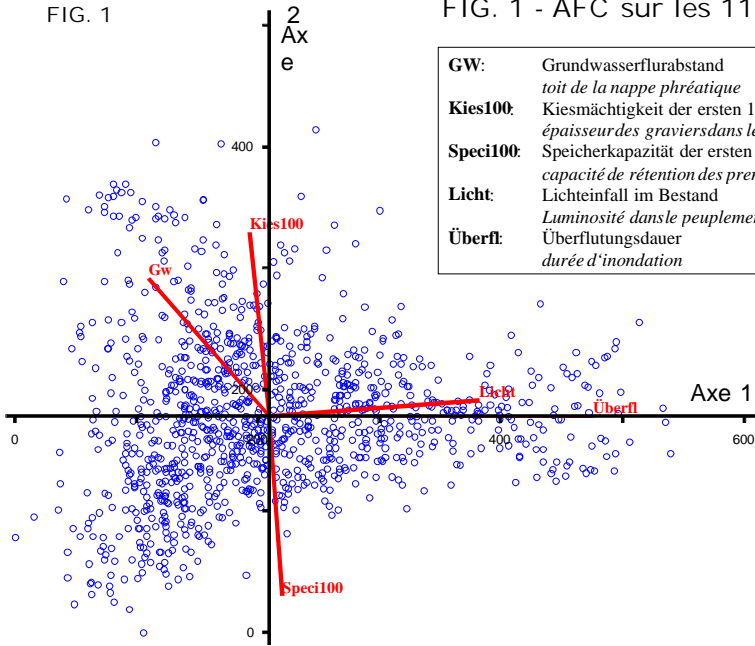


FIG. 1 - AFC sur les 1104 relevés

GW:	Grundwasserflurabstand <i>toit de la nappe phréatique</i>
Kies100:	Kiesmächtigkeit der ersten 10dm / <i>épaisseur des graviers dans les premiers 10 dm</i>
Speci100:	Speicherkapazität der ersten 10 dm <i>capacité de rétention des premiers 10dm</i>
Licht:	Lichteinfall im Bestand <i>Luminosité dans le peuplement</i>
Überfl:	Überflutungsdauer <i>durée d'inondation</i>

FIG. 4

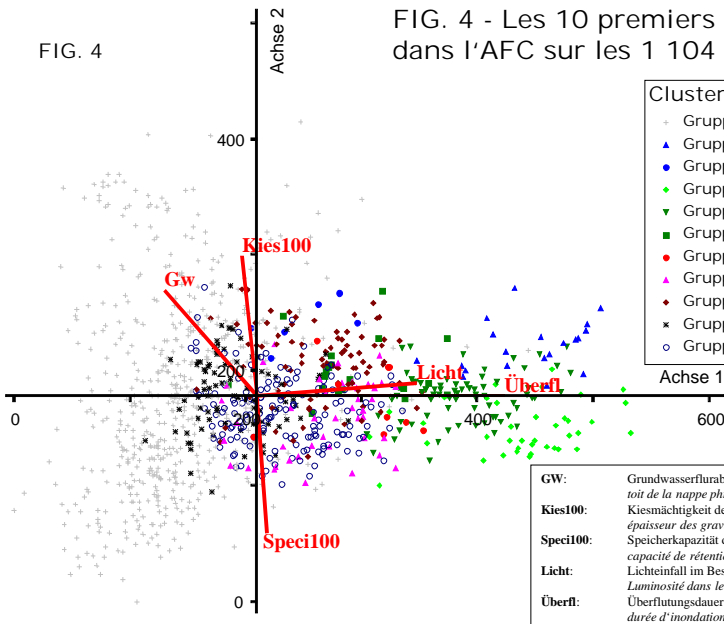


FIG. 4 - Les 10 premiers groupes dans l'AFC sur les 1 104 relevés

Cluster 1	
+	Gruppe 11 - 20
▲	Gruppe 1
●	Gruppe 2
◆	Gruppe 3
▼	Gruppe 4
■	Gruppe 5
●	Gruppe 6
▲	Gruppe 7
◆	Gruppe 8
×	Gruppe 9
○	Gruppe 10

GW:	Grundwasserflurabstand <i>toit de la nappe phréatique</i>
Kies100:	Kiesmächtigkeit der ersten 10dm / <i>épaisseur des graviers dans les premiers 10 dm</i>
Speci100:	Speicherkapazität der ersten 10 dm <i>capacité de rétention des premiers 10dm</i>
Licht:	Lichteinfall im Bestand <i>Luminosité dans le peuplement</i>
Überfl:	Überflutungsdauer <i>durée d'inondation</i>

Groupe 13 : Peuplement d'Erable et de Charme[74 relevés]

Peuplements de feuillus précieux avec *Acer pseudoplatanus*, *Acer platanoides*, *Fraxinus* et *Carpinus betulus*. Le recouvrement de la strate arbustive est ici inférieur à la moyenne. *Brachypodium sylvaticum*, *Clematis vitalba*, *Tamus communis*, *Anemone nemorosa*, *Carex sylvatica*, *Viola reichenbachiana*, *Hedera helix*, *Paris quadrifolia*, *Glechoma hederacea*, *Circaea lutetiana*, *Allium ursinum* et *Carex acutiformis* sont bien présents (>40%). Parmi ces espèces, et selon leurs valeurs de recouvrement, *Brachypodium sylvaticum*, *Carex sylvatica*, *Hedera* et *Glechoma* dominent la strate herbacée.

Ce groupe se retrouve essentiellement sur la rive badoise du Rhin. Il s'agit de stations à nappe profonde, qui ne sont plus soumises aux inondations et qui possèdent une réserve utile moyenne. Dans le diagramme d'ordination, proche des groupes 14 et 15. Il est toutefois absent des zones à sol limono-sableux profond. D'après la CAH, groupe « hautement » similaire aux groupes de la forêt alluviale à bois dur et plus particulièrement aux groupes 9 et 17.

Groupes 14 et 15 : Peuplements de Noisetier, d'Erable et de Frêne et forêt mixte Noisetier et de Chêne pédonculé [respectivement 124 et 87 relevés]

Peuplements de *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*, *Acer pseudoplatanus* et d'*Acer campestre*. Ces deux groupes se différencient par un sylvofaciès à Frêne et à Erable pour le groupe 14 et par un sylvofaciès à Chêne pour le groupe 15. Ici, *Corylus* atteint très nettement son recouvrement maximum avec une valeur moyenne d'environ 50%. Dans le sylvofaciès à Chêne, la strate arbustive est composée de *Ligustrum*, de *Lonicera*, de *Crataegus* et de *Cornus sanguinea*. Dans la strate herbacée, la régénération naturelle de *Fraxinus* et d'*Acer*, ainsi que *Brachypodium sylvaticum*, *Anemone nemorosa*, *Carex sylvatica*, *Convallaria majalis*, *Hedera helix* et *Allium ursinum* possèdent des valeurs de recouvrement et de présence importantes. Dans le groupe 14, dominance d'*Allium* et dans le groupe 15, premières apparitions de *Carex alba*.

Essentiellement situées sur la rive alsacienne, ces stations sont caractérisées par une nappe profonde et par une quasi-absence d'inondation (niveau supérieur de la forêt alluviale à bois dur et ancienne plaine alluviale d'après MICHIELS et ALDINGER (2002). Le substrat va du sablo-limoneux au faiblement caillouteux et la réserve utile reste un peu plus élevée dans le groupe 14 que dans le 15. Le centre de gravité du nuage de points de chacun des deux sous-groupes est bien différencié dans le diagramme d'ordination, même s'ils y possèdent des parties communes. Dans la succession forestière, le groupe 14 aura fortement tendance à évoluer vers la hêtraie (groupe 17), tandis que le groupe 15 pourrait éventuellement évoluer vers le groupe 18. Dans la première phase, la CAH rassemble les groupes 14 et 15. Dans la seconde phase, ces deux groupes sont « hautement » similaires aux groupes 11 et 16 ainsi que, dans une moindre mesure, « hautement » similaires aux autres groupes de la forêt alluviale à bois dur : groupes 7 à 10, 12, 13 et 17.

Groupe 16 : Peuplements de Chêne pédonculé, Frêne et Peuplier blanc riches en arbustes et en Clematite sur station assez fraîche [90 relevés]

Peuplements de *Quercus robur* très riches en espèces arbustives. *Cornus sanguinea*, *Crataegus monogyna*, *Ligustrum vulgare*, *Lonicera xylosteum* et *Corylus avellana* sont bien présentes et possèdent des valeurs de recouvrement élevées. Dans la strate herbacée, dominance de *Brachypodium sylvaticum*, de *Clematis vitalba*, *Carex sylvatica*, *Aegopodium podagraria* et *Hedera helix*.

Il s'agit de station à nappe profonde, au sol composé de limons sur sables ou graviers et dont la réserve est utile relativement faible. Les inondations sont faibles ou absentes (niveau élevé de forêt alluviale à bois dur ou ancienne plaine alluviale d'après Michiels et Aldinger (2002). Dans le diagramme d'ordination, groupe bien défini situé à l'intersection des axes. En ce qui concerne le gradient relatif à la réserve utile, ce groupe se situe dans la partie où celle-ci est faible. Dans la succession forestière, ce groupe évolue vers les groupes 14, 15 et 18. D'après la CAH, « hautement » similaire au groupe 15 ainsi que, dans une moindre mesure, aux autres groupes de la forêt alluviale à bois dur (7 à 17) à l'exception du groupe 12, avec lequel, comme d'ailleurs avec les groupes 18 et 19, il n'est que « moyennement » similaire.

Groupe 17 : Hêtraie sur station fraîche [41 relevés]

Peuplements dominés par *Fagus sylvatica* avec, en mélange, quelques *Quercus robur* et *Carpinus betulus*. Dans l'ensemble, relativement peu d'arbustes s'y développent. La strate herbacée est similaire à celle des autres relevés dans la forêt alluviale à bois dur, avec toutefois, moins d'espèces nitrophiles. *Brachypodium sylvaticum*, *Convallaria majalis*, *Viola reichenbachiana*, *Hedera helix* et *Allium ursinum* possèdent des valeurs de recouvrement importantes.

Stations à nappe profonde très peu ou non soumises aux inondations sur sol limono-sableux [(niveau supérieur de forêt alluviale à bois dur ou ancienne plaine alluviale d'après MICHIELS et ALDINGER (2002). Peuplements sombres à cause de la fermeture du couvert par le Hêtre. Groupe bien délimité dans le diagramme d'ordination et qui s'interpénètre en partie avec les groupes 11, 12, 14 et 15. Sur ces stations, ces peuplements représentent la phase forestière mature. D'après la CAH, « hautement » similaire aux groupes 7 à 16, mais uniquement « faiblement » similaire aux groupes 18 et 19.

Groupe 18 : Peuplements de Tilleul à petites feuilles sur station assez fraîche [14 relevés]

Peuplements dominés par *Tilia*, en mélange avec une faible proportion de *Quercus robur*, *Carpinus betulus* et *Acer campestre*. La strate arbustive ainsi que la strate herbacée contiennent encore des espèces mésophiles, ainsi que *Corylus avellana*, *Brachypodium sylvaticum*, *Anemone nemorosa*, beaucoup de *Convallaria majalis*, *Viola reichenbachiana*, *Hedera helix* et *Allium ursinum*. *Carex alba* est ici dans son optimum et sa valeur moyenne de recouvrement est maximale.

Ce groupe comprend les stations, de l'ancienne plaine alluviale au sud de Breisach-Marckolsheim faiblement sous influence des inondations et de la nappe phréatique. Les parties supérieures du sol sont limono-sableuses et reposent sur du sable ou des graviers. Ces stations sont essentiellement présentes en Alsace mais on en recense également dans le sud de plaine alluviale sur la rive badoise. Dans le diagramme d'ordination, ce groupe est aisément isolable et occupe la partie négative du gradient relatif aux inondations, ainsi que la partie centrale de celui relatif au substrat. Les conditions stationnelles permettent de reconnaître dans ce groupe, tout du moins globalement, les caractéristiques d'une phase forestière mature. D'après la CAH, ce groupe est « moyennement » similaire au groupe 19 (en fréquence) et au groupe 17 (en recouvrement) ainsi que, dans une moindre mesure, « moyennement » similaire aux groupes 7 à 16.

Groupe 19 : Forêt mixte de Chêne pédonculé et de Tilleul à petites feuilles sur station assez sèche [51 relevés]

Peuplements ouverts de *Quercus robur*, en mélange avec une faible proportion de *Fraxinus excelsior*, de *Tilia cordata* et *Ulmus minor*. *Pinus sylvestris* est également assez rare, mais il faut noter qu'il est quasiment inféodé à ce groupe. La strate arbustive est bien développée et composée de *Cornus sanguinea*, *Corylus avellana*, *Clematis vitalba*, *Crataegus monogyna*, *Ligustrum vulgare*, *Lonicera xylosteum*, *Prunus spinosa*, *Viburnum lantana* et de *Berberis vulgaris*. *Lonicera*, *Berberis*, *Viburnum lantana* et *Ligustrum* atteignent dans ce groupe, leur valeur de recouvrement la plus élevée. Pouvant avoir un recouvrement et une fréquence élevés, les espèces suivantes : *Brachypodium sylvaticum*, *Anemone nemorosa*, *Convallaria majalis*, *Hedera helix* et *Glechoma hederacea* sont accompagnées par des espèces plus particulièrement caractéristiques de ce groupe comme : *Melica nutans*, *Carex alba*, *Carex flacca* et *Brachypodium pinnatum*. *Carex alba* forme ici des gazons étendus.

Stations occupant l'ancienne plaine alluviale au sud de Breisach-Marckolsheim, caractérisées par une nappe profonde et un sol superficiel composé de gravier et de sable. Ces stations ne sont plus inondées depuis au moins plusieurs décennies. Dans le diagramme d'ordination, ce groupe est clairement repérable. Sur les sols à la réserve utile très faible, les peuplements observés appartiennent à une phase mûre dont les stades pionniers correspondants peuvent s'observer dans certains peuplements du groupe 20.

Groupe 20 : Stade arbustif pionnier de Peuplier, de Saule et d'Arbousier [17 relevés]

La végétation, riche en espèces, est composée de formations buissonnantes et de phases forestières pionnières relativement basses. On y trouve en particulier *Populus nigra*, *Populus alba*, *Hippophae rhamnoides*, *Salix elaeagnos*, *Salix purpurea*, *Ligustrum vulgare*, *Robinia pseudacacia* et de *Cornus sanguinea*.

Stations peu évoluées sur graviers extrêmement secs, situé sur les îles de la partie Sud du Rhin supérieur, à hauteur du « grand canal ». Les inondations sont régulières et caractérisées par un courant très rapide. Dans la CAH, ce groupe occupe une position très isolée. Il n'existe qu'une faible similitude avec les autres groupes.

III. 3 - Regroupement des 20 groupes écologiques en 9 groupes socio-écologiques

En s'appuyant sur les résultats : de la CAH, du diagramme d'ordination et du traitement phytosociologique du tableau floristique, il est possible de regrouper les 20 groupes écologiques en 9 groupes socio-écologiques. Une analyse comparative de ces derniers peut alors être réalisée avec ceux décrits par d'autres auteurs (tableau.I). En plus des similitudes floristiques établies par la CAH, les critères importants pour ce regroupement ont été le positionnement des groupes écologiques le long des différents gradients stationnels observés (régime des inondations, profondeur d'apparition de la nappe, réserve utile) ainsi que les gradients liés à la succession qui en découlent (distance à la plaine alluviale encore fonctionnelle subissant donc les inondations et les phénomènes d'érosion/sédimentation). Les groupes ainsi rassemblés se ressemblent donc du point de vue stationnel et leur position dans la succession forestière sont proches. Les différences pouvant être observées entre les différents groupes écologiques d'un même groupe socio-écologique doivent ainsi être interprétées comme étant les conséquences des interventions humaines et des différences dans les modes de traitements. Ceci a conduit à la formation des différents sylvo-faciès des groupements forestiers.

Détail de la composition des 9 groupes.

Groupe A (FVA-ONF 19 relevés)

Le groupe 1 regroupe les peuplements des parties basses de la plaine alluviale à bois tendre. Ce groupe écologique est seul à former le groupe A.

Groupe B (FVA-ONF 117 relevés)

Les groupes 2, 3 et 4 regroupent les peuplements de la plaine alluviale à bois tendre contenant des espèces de la plaine alluviale à bois dur, ainsi que les peuplements du niveau inférieur de la plaine alluviale à bois dur, riches en espèces de la plaine alluviale à bois tendre. Le groupe 2 est un cas un peu isolé, il aurait également pu être regroupé avec le groupe A ou C. Par opposition aux 111 relevés des groupes 3 et 4, le faible nombre (6) de relevés dans le groupe 2 ne permet pas, de toute manière, de le classer de manière certaine.

Groupe C (FVA-ONF 28 relevés)

Formé des groupes 5 et 6. Du point de vue de la station et de la flore, ces deux groupes sont très proches. Les différences observées sont certainement la conséquence des diverses utilisations qu'il a été fait de ces peuplements (groupe 5 : futaie de Peupliers, groupe 6 : taillis-sous-futaie dans lequel les Chênes, les Frênes et les Saules composent la futaie et *Alnus incana* le taillis). Il s'agit de peuplements de l'ancienne plaine alluviale à bois tendre, se développant sur des stations où la nappe est proche de la surface et qui ont évolué, en l'absence d'inondation, vers des forêts alluviales à bois dur humides et influencées par la nappe.

Groupe D (FVA-ONF 285 relevés)

Composé des groupes 7, 8 et 10 situés sur les stations des niveaux moyens à élevés de la plaine alluviale à bois dur. *Fraxinus excelsior* est l'essence

la plus représentée. *Quercus robur* et *Populus x canadensis* peuvent également dominer par endroit. Les espèces également bien présentes, mais possédant des valeurs de recouvrement plus faible sont : *Populus alba*, *Ulmus laevis*, *Ulmus minor*, *Salix alba*, *Populus nigra*, *Alnus incana* et très peu d'*Acer pseudoplatanus*. *Clematis vitalba*, *Corylus avellana*, *Lonicera xylosteum* sont déjà présents. Ce groupe est caractérisé par le mélange d'espèces des niveaux les plus bas de la plaine alluviale inondable, avec des espèces très peu tolérantes aux inondations.

Groupe E (FVA-ONF 512 relevés))

Il s'agit du regroupement des groupes 11 à 16 et 9 situés sur les stations des niveaux élevés et supérieurs de la plaine alluviale à bois dur et de l'ancienne plaine alluviale non soumise aux inondations ou alors très épisodiquement et de manière réduite. Les essences dominantes sont *Fraxinus excelsior* et *Quercus robur*. Les essences pionnière à bois tendre comme *Salix* et *Populus nigra* ne sont plus du tout représentées, comme d'ailleurs les nitrophytes et les plantes des niveaux inférieurs de la forêt alluviale, tolérantes aux inondations. Dans la régénération, *Fraxinus* et *Acer pseudoplatanus* dominant. Au vu de leurs similitudes floristiques et stationnelles, ces groupes peuvent être réunis en une sub-association végétale. Les différences dues à la station sont en parties expliquées par les différentes variables ; les différences essentielles qui ne trouvent pas d'explication dans les variations stationnelles, résultent des différentes utilisations faites de ces peuplements au cours de leur histoire.

Groupes F (FVA-ONF 41 relevés), G (FVA-ONF 14 relevés), H (FVA-ONF 51 relevés), I (FVA-ONF 17 relevés)

Les peuplements des groupes 17 à 19 ont les caractéristiques de phases forestières mures correspondant chacune à une station spécifique. Ils formeront donc chacun un groupe socio-écologique différent (groupes F, G et H). De la même manière, les peuplements correspondant aux phases forestières pionnières du groupe 20 formeront à eux seul le groupe socio-écologique I.

Ces résultats sont traduits par une réorganisation des relevés sous forme de deux tableaux, l'un en recouvrement l'autre en fréquence seul ce dernier est présenté (TAB. 8).

III 4 - Mise en perspective des 9 regroupements alsatico-badois avec l'ensemble des syntaxons du tableau I

Afin d'apprécier la singularité des 9 regroupements des relevés FVA-ONF ces derniers sont mis en perspective, à l'aide d'analyses multivariées (AFC-CAH réalisées sur Statistica), avec l'ensemble des syntaxons déjà évoqués et listés dans le tableau I ainsi que ceux identifiés par REIF (1996) REIF et al (2000) dans le sud de la vallée rhénane (TAB. I - 7, 45, 55 à 57, 62). Les résultats font l'objet d'un développement et sont traduits sous formes graphiques (FIG. 6, page 281 et FIG. 7, page 284). La CAH (méthode de Ward) beaucoup plus explicite au regard de notre démonstration.

Une première analyse factorielle qui porte sur l'ensemble du tableau I discrimine d'emblée deux syntaxons, d'abord le Q.U. corydaletosum Oberd., ensuite l'Ulmo minoris-Fraxinetum angustifolia Rameau. S'il est clair que les

arguments avancés par RAMEAU (plus haut dans le texte) se vérifient il est aussi évident que le premier groupement défini par OBERDORFER ne peut être considéré comme sous association du Q.U. D'une part il est bien différencié floristiquement par *Corydalis cava*, *C. solida*, *Gagea lutea*, *Adoxa moschatellina*, *Veronica hederifolia*, *Thamnobrium alopecurum* et, d'autre part, il se développe sur les alluvions siliceuses du Main. Il apparaît relativement plus proche du Pruno-Fraxinetum Oberd. 1953 (TAB. I – 32). Il pourrait d'ailleurs être versé dans celui-ci, voire élevé au rang d'association autonome.

Ces deux groupements sus-cités ainsi que l' Alno-Carpinetum (TAB.I – 1) et le Pruno-Fraxinetum ne participent pas à une seconde AFC (FIG. 6) qui porte sur 2813 relevés regroupés dans les 61 groupements restants. Celle-ci présente, selon ESCOFIER et al (1993), une spatialisation des données de type « effet Guttman » déjà mis en évidence en milieu rhénan alsacien (BOEUF et al. 2000) et certainement lié à la typicité du milieu alluvial.

Les quatre premières dimensions concentrent l'essentiel de l'information : soit 38% de l'inertie totale (successivement : 16,3%, 9,9%, 6,7%, 5,4%).

L'axe 1 peut être défini comme un axe hydrique-trophique qui traduit la longueur d'inondation. En milieu alluvial fonctionnel, l'apport régulier par les eaux de crues du Rhin de nitrates et phosphates solubles en pleine saison de végétation supplée au ralentissement ou blocage relatif de la minéralisation lié à un excès de CaCO_3 , généré par la géochimie des alluvions. Ceci n'est pas valable pour les zones asséchées occupant les terrasses les plus hautes qui ne peuvent bénéficier de l'apport de ces minéraux exogènes. A partir de ces éléments, en suivant SANCHEZ-PEREZ et al. (1991, 1993), nous pouvons affirmer que les inondations sont le principal facteur qui conditionne le niveau trophique et la bio-disponibilité du phosphore et de l'azote.

Cet axe oppose, dans sa partie positive, différentes saulaies édaphiques décrites par DISTER. (S-Di-5), MICHIELS et al (Grp. A et B), REIF (S-Re-6 et S-Re-10) et OBERDORFER (S-ph-O-158 et S-O-typ84) aux formations à bois dur non inondables de SCHNITZLER [(CT-Sch54), (QU-Sch-Ty30)], d'OBERDORFER (QU-O-LCal-fl-81) et de MICHIELS et al (Grp. E), situées dans la partie négative. En ce sens c'est aussi un axe structural. Les espèces contributives aux saulaies sont des héliophytes amphibies comme *Polygonum minus*, *P. mite*, *Rorippa amphibia* ou bien des mésohygrophiles plus ubiquistes comme *Rumex obtusifolius*, *Galium palustre*, *Phalaris arundinacea* et *Salix alba*. Les trois premières sont issues du *Bidention tripartitae* Nordhagen 1940. Les formations à bois dur sont discriminées principalement par *Ligustrum vulgare*, *Corylus avellana*, *Brachypodium sylvaticum*, *Viola reichenbachiana*, *Fraxinus excelsior*.

L'axe 2 s'interprète également comme un axe structural-hydrique-trophique. Il établit une différenciation, d'une part, entre les saulaies à flore issue du *Bidention* (S-Di 5) et les autres saulaies [(S-Re-14), (S-Phil-6), (S-Re-10), (S-O-ph158)] et, d'autre part, ces dernières aux formations à bois dur C.T. [(CT-Sch54), (CT-Re-23)] ou à l'holotype du Q.U. (QU-Is-68-3). En coordonnées négatives, les espèces les plus contributives à l'inertie sont des hygronitratophiles comme *Galium aparine*, *Poa trivialis*, *Urtica dioica*, *Symphytum officinale*, *Impatiens glandulifera*, *Calystegia sepium*, *Festuca gigantea*. En coordonnées

positives on retrouve d'autres espèces amphibies du Bidention [*Atriplex hastata*, *Rumex maritimus*, *Polygonum persicaria*, *Rorippa palustris*, *R. amphibia*...] et des espèces mésophiles à xéroclines comme *Viburnum lantana*, *Carex alba*, *C. flacca*, *Polygonatum multiflorum*, *Tilia cordata*, *Melica nutans*, *Berberis vulgaris* opposées sur l'axe 1.

L'axe 3 oppose du coté négatif, mais proche de l'origine, le Q.U. race à *Ulmus laevis typicum* d'OBERDORFER (QU-O-Lty-214), au *Salicetum albae* de Reif (S-Re-6) et aux chênaies-tillaies du C.T. de MULLER & GÖRS (CT-MGa1-Bod9) et MICHIELS et al (Grp. H et I) opposés sur l'axe 1. Du coté négatif on retrouve des mésohygroclines à hygroclines comme *Stachys sylvatica*, *Festuca gigantea*, *Sambucus nigra*, *Circea lutetiana*, *Prunus padus*, *Fraxinus excelsior*. En coordonnées positives se retrouvent des mésophiles ou xéroclines comme *Carex flacca*, *Viburnum lantana*, *Rubus fruticosus*, *Euphorbia cyparissias*, *Carex ornithopoda* et des hygrophiles comme *Agrostis stolonifera*, *Rorippa sylvatica*, *Lythrum salicaria* opposées sur l'axe 1. Cet axe traduit encore le gradient hydrique. Il situe le QU-O-Lty-214 à la charnière des formations inondables et non inondables.

L'axe 4 s'interprète comme un axe altitudinal et chorologique. Il définit des races. En coordonnées négatives on retrouve les formations à bois dur, race à *Asarum europaea*, à caractère montagnard d'OBERDORFER [(QU-O-AsCal-273), (QU-O-AsTy-146), (QU-O-AsPh-16), (QU-O-AICa36), (QU-O-AIPh7)] qui s'opposent aux formations bois dur et bois mixtes de la plaine rhénane de SCHNITZLER [(QU-Sch-Ty30), (FP-Sch-Hy23), (QU-Sch-AI25), (FP-Sch-Fra9), (FP-Sch-AI6), (QU-Sch-Im23), (S-Sch-pop), (FP-Sch-Sa14), (FP-Sch-Ty53)] et à notre Grp. D, ceci indépendamment du gradient hydrique. Les espèces les mieux représentées sur cet axe sont situées en coordonnées négatives. Ce sont des herbacées avec *Pulmonaria obscura*, *Viola mirabilis*, *Aegopodium podagraria*, *Cirsium oleraceum*, *Aconitum napellus*, *Asarum europaeum*. Elles s'opposent à des lianes comme *Clematis vitalba*, *Hedera helix* et des arbres comme *Ulmus laevis*, *Populus alba/P. canescens*, *Populus nigra*. Espèces que l'on peut considérer comme différentielles de race planétaire. L'axe 5, redondant avec l'axe 4, peut également s'interpréter comme un axe chorologique.

L'examen des résultats montre que la meilleure représentation graphique de la classification est donnée par la CAH sur les coordonnées des quatre premiers axes (FIG. 7, page 284). En effet la CAH sur les premiers axes présente l'avantage de réaliser les regroupements sur des bases interprétables et de minimiser le « bruit ». Elle nécessite au préalable une AFC pour récupérer les coordonnées factorielles, contrairement à une CAH réalisée directement à partir du tableau de contingence qui intègre le « bruit ». Ce dernier type d'analyse équivaut, en définitive, à effectuer des regroupements sur l'ensemble des axes.

Ce résultat graphique permet de discuter le statut des différents syntaxons analysés.

IV- Discussion des résultats et propositions syntaxonomiques pour le Rhin supérieur

IV.1 - Commentaires sur le statut des différents syntaxons

Il est visible que nos neuf groupements (FVA-ONF) balaisent l'ensemble de la CAH qui se structure en fonction du gradient hydrique et d'inondabilité. Sur le dendrogramme on constate la nette opposition entre les saulaies du Grp. A et les formations séchardes à peuplier noir de notre Grp. I. De telle manière qu'il nous semble que nos regroupements peuvent servir à à redéfinir la structuration de la forêt rhénane du Rhin supérieur. Pour autant, avant toute chose, il s'agit de faire ressortir le caractère informatif et contradictoire du positionnement des différents syntaxons cités ou analysés précédemment décrits dans la partie historique du chapitre I.2.

IV.1.1 - Le *Salicetum albae*

Tout d'abord les agrégations des bois tendres montrent que l'holotype repris d'ISSLER (S-Is-4) reste étroitement lié à notre Grp. C et à l'ormaise basse de PAUTOU décrite sur le Rhône (FUulm-Pau-Rho9). En ce sens nous pouvons avancer qu'il ne définit pas des saulaies édaphiques mais des saulaies qui peuvent évoluer vers des forêts inondables à bois dur. Quant-aux saulaies édaphiques elles présentent au moins 4 types

Le type 1, décrit par DISTER, avec *Atriplex hastata*, *Rorippa amphibia*, *Polygonum minus*, *P. mite* possède de nombreuses espèces issues du *Bidention Nordhagen* 1940

Le type 2 comprend quatre unités de regroupement. C'est un type dominé par de grandes héliophytes comme *Phalaris arundinacea* et *Phragmites australis*. Il comprend nos 19 relevés (Grp. A), les 18 relevés (S-L&T-18) extraits du tableau 1 de SCHNITZLER, repris de LOHMEYER et TRAUTMANN (1974) dans le *Taubergissen*, et 24 relevés de REIF (S-Re-10 et S-Re-14).

Le troisième type, ou variante du second, provient de 6 relevés de Reif (S-Re-6). *Phragmites* est absent alors que *Phalaris* est accompagné d'espèces de *Bidention tripartitae*.

Le dernier regroupe les 6 relevés (S-Phil-6) extraits du tableau 1 de SCHNITZLER repris de PHILIPPI (1978) à hauteur de Rusheim (secteur des méandres) et 242 relevés d'OBERDORFER [(S-O-ph158), (S-O-typ84)] ainsi que 117 de nos relevés (Grp. B).

Par ailleurs le graphique montre que les saulaies à *Cornus sanguinea* et à *Populus nigra* de SCHNITZLER [(S-Sch-pop7), (S-Sch-cor14)] sont reliées aux formations à bois durs et bois mixtes longuement inondables [(QU-Sch-Im23), (FP-Sch-Sa14), (FP-Sch-Fra9)], ainsi qu'à l'un de notre groupement à bois dur inondable (Grp. D). L'examen des relevés de ces saulaies témoigne d'un

enrichissement notable en *Fraxinus excelsior* et *Quercus robur*. Ce qui traduit la relation dynamique avec les formations à bois dur dont elles constituent probablement une phase pionnière. Pour ce type de saulaie l'intégration dans le *Salicetum albae* reste en débat.

IV.1.2 - *Ligustro-Populetum*, *Stellario-Carpinetum*, *Ulmo-Carpinetum*

Le *Ligustro-Populetum* de SCHNITZLER (LP-Sch-7) n'apparaît pas individualisé. Il est vrai qu'il ne possède pas d'espèces caractéristiques ou différentielles en tant que telles. Il reste lié aux formations à bois durs sèches mésoxéroclines à xéroclines [(CT-Sch54), FP-Sch-Ca19), (StC-Re-27), UC-Sch-Ca3)] et à notre Grp. G, dont il représente certainement une phase pionnière.

Le *Stellario holostea-Carpinetum betuli* Oberd. 1957 (StC-Re-27) cité par REIF (1996, 2000) en milieu rhénan (TAB. I – 62) reste très lié aux groupements précédents. Il est préférable de le considérer comme une variante plus mésophile du *Carici-Tilietum*. appauvrie en *Carex alba* et enrichie en *Fraxinus excelsior*, *Acer pseudoplatanus*, *Allium ursinum*, *Arum maculatum*, *Carex sylvatica* et *Paris quadrifolia*. A noter que, lors d'une remise en cause du *Carpinion*, la validité syntaxonomique de cette association a été contestée par RAMEAU (1997) qui l'inclue pour partie dans un *Stellario-Quercetum robori* Rameau 1996 (*Fraxino excelsiori-Quercion robori* Rameau 1996).

Toutefois, bien que le *Fraxino-Quercion* ait été reconnu (Bardat et al. 2004), la proposition d'abandon du *Carpinion* n'a pas été reprise par la communauté des phytosociologues français. Il reste toujours en vigueur et attribué à ISSLER 1931 (?) et à OBERDORFER 1957 par les allemands. Le contenu reste cependant éloigné de celui qu'Issler lui donnait. Cette question mériterait de faire l'objet d'un développement mais qui serait ici hors de notre propos.

L'*Ulmo-Carpinetum*

Nos recherches dans différentes bibliothèques spécialisées européennes portant sur la publication originale de l'holotype de ce syntaxon n'ont pas abouti. Dès lors nous restons perplexes sur la validité de ce communauté qui ne se singularise aucunement dans l'analyse. La CAH montre qu'une partie (UC-Sch-Ca3) est reliée aux groupements que nous venons d'évoquer et l'autre partie (UC-Sch-Ar16) reste très proche de son Q.U. *typicum* (QU-Sch-Ty30).

IV.1.3 - Le *Fraxino-Populetum*,

Aucune des sous associations du *Fraxino-Populetum* décrites par SCHNITZLER en forêt rhénane n'est reliée à l'holotype de ce groupement défini par JURKO. Du reste le F.P. est très proche du F.U. décrit par KNAPP en 1944 sur les bords du Danube. Ce qui apparaît à peine étonnant lorsque l'on sait que JURKO sur 11 relevés en a intégré 3 tirés de KNAPP dans la publication de son syntaxon. Il s'ensuit que l'originalité du F.P. reste à démontrer. Elle pose plus largement le problème de l'individualisation des phases sylvogénétiques élevées au rang d'association autonome.

Ce qui reste en débat dans cette approche ce n'est pas l'individualisation des successions mais leur caractérisation en tant qu'association. La dynamique qui correspond d'ailleurs plus à des phases (phénophases) sylvogénétiques de maturation dendrologique qu'à des stades (RAMEAU 1985) n'est pas le propre des forêts alluviales. Comme l'écrit RAMEAU (1997) le cas des phases pionnières forestières est loin d'être réglé avec satisfaction. Dans les processus successionnels la dominance des espèces pionnières ou post-pionnière n'est pas de notre point de vue le critère fondamental qui définit l'association. Dès lors que le stade forestier est atteint l'association se doit de traduire la végétation potentielle qui correspond à l'optimum de la maturation dendrologique dans un contexte écologique donné qui détermine le niveau de blocage. Ceci nous renvoie aux différentes notions de climax précédemment évoquées.

IV.1.4 - Quercu-Ulmetum, Fraxino-Ulmetum et Carici-Tilietum

De l'examen du graphique il résulte que :

- ◆ nos groupes D, E, F, G, H, I sont reliés, en fonction du gradient hydrique ou du degré d'inondabilité, soit avec le F.P. et le Q.U. de SCHNITZLER ou d'OBERDORFER ou bien encore avec le Q.U. d'ISSLER ou le C.T. de MULLER & GÖRS ;

- ◆ l'holotype du Q.U. d'Issler est associé à l'holotype du C.T. de MÜLLER et GÖRS, notamment les relevés de HÜGIN du Rhin supérieur. Ceci explique que les zones inventoriées par Issler ont, par la suite, notamment sous la plume de CARBIENER (1970), RASTETTER (1974) et d'autres, été décrites comme un C.T.. Nos observations personnelles vont également dans ce sens. Des relevés réalisés plus de 80 ans après dans ces mêmes forêts montrent une relative stabilité de la végétation ;

- ◆ les groupements définis comme Q.U. par Oberdorfer ou Schnitzler ne sont jamais reliés à l'holotype du Q.U. d'ISSLER ;

- ◆ le Q.U. d'OBERDORFER se regroupe pour l'essentiel, hormis la sous association caricetosum albo-flaccae race à *Ulmus laevis*, avec les groupements désignés F.U. par KNAPP, VOLK, SOÓ, MOOR et SEIBERT ;

- ◆ le Q.U. de SCHNITZLER reste toujours très lié à son F.P. alors que l'holotype du F.P. de JURKO n'est jamais relié au F.P. de SCHNITZLER.

Nous touchons ici au cœur de la problématique du Q.U. Issler 1924 devenu nomen ambiguu c'est à dire depuis l'abandon du F.U. par OBERDORFER en 1967 et CARBIENER après 1970. Car, comme nous venons de le constater, il peut être mis à la fois en synonymie avec le C.T. ou le F.U. alors que ces deux syntaxons s'excluent mutuellement comme l'écrivait CARBIENER en 1970.

Autre élément d'ambiguïté, selon OBERDORFER (1992), le Carici-Tilietum est versé dans le Galio-Carpinenion ou assimilé par RAMEAU et al. (2001) au Galio-Carpinetum de la Directive sous le code 9170 alors qu'ISSLER reliait son Q.U. aux associations à *Carpinus betulus* et qu'il apparaît maintenant comme association centrale de l'*Ulmion minoris* Oberd. 1953.

IV.1.4 - Notion de race

plusieurs races du Q.U. ou du F.U. sont mises en évidence par l'analyse et confirment l'intuition d'OBERDORFER, notamment une race planitaire Rhin-

Rhône, une race montagnarde intra alpine, une race danubienne. Il est regrettable que nous n'ayons pu intégrer des relevés de la forêt alluviale du Pô.

IV.1.5 - Groupement(s) à *Fagus sylvatica*

Le graphique souligne la proximité floristique entre notre groupement à *Fagus sylvatica* (Grp. F) et le Q.U. *caricetosum albae-flaccaae* d'OVERDORFER (QU-L-Cafla-811). D'origine anthropique les « hêtraies rhénanes » se régénèrent sans obstacle dans les stations mésophiles à xérocline, voire mésohygroclines. Ce groupement est probablement une conséquence majeure de la perte ou de la diminution de la fonctionnalité alluviale de la forêt rhénane. En l'occurrence le forestier, comme nous l'avons déjà spécifié, n'a fait qu'anticiper l'évolution de la végétation potentielle vers une ou des hêtraies subzonales ou zonales dont le statut phytosociologique reste à préciser.

IV 2 - Propositions syntaxonomiques pour le Rhin supérieur

Au regard de ce qui vient d'être démontré par nos différentes analyses et à la lumière de nos neuf groupes de relevés socio-écologiques nous proposons, pour lever les ambiguïtés :

◆ de réserver l'appellation de *Salicetum albae* uniquement aux saulaies édaphiques structurées par *Salix alba* [avec *Populus nigra*, *Cardamina amara*, *C. pratensis*, *Galium palustre*, *Lycopus europaeus*, *Lysimachia nummularium*, *Ranunculus repens*, *Scutellaria galericulata* *Solanum dulcamara*...] retypifiées comme *Salicetum albae* Issler 1926 em. Lohmeyer & Trautmann 1974 et de retenir trois sous associations :

-rorippetosum *amphibiaea* Dister 1980 nov. sous ass.

[*Rorippa amphibia*, *Polygonum minus*, *P. mite*, *P. hydropiper* *Atriplex hastata*, *Rumex maritimus*...]

-typicum Lohm. & Trautmann 1974

[*Populus nigra*, *Salix purpurea*, *Phragmites australis*, *Cardamine flexuosa*, *Myosotis palustris*, *Calystegia sepium*..]

-cornetosum Schnitzler ex. Philippi 1978

[*Acer campestre*, *Cornus sanguinea*, *Viburnum opulus*, *Sambucus nigra*, *Phalaris arundinacea*, *Cardamine pratensis*, *Ranunculus ficaria*, *Carex acutiformis*, *C. remota*, *C. sylvatica*, *Galium aparine*, *Glechoma hederacea*, *Brachypodium sylvaticum* ...]

◆ d'abandonner l'étiquette de *Querco-Ulmetum* pour caractériser la forêt à bois dur du Rhin supérieur inondable à peu inondable (voire non inondable) car devenu nomen ambiguum. Ceci a pour corollaire de revenir au *Fraxino-Ulmetum* Tüxen apud. Lohm. 1952) Oberdorfer 1953 retypifié *Ulmo minoris-Fraxino excelsiorii* Tüxen apud. Lohm. 1952) n. inv. Oberdorfer 1953 pour des raisons structurales liées à la régression généralisée des ormes ⁽¹⁰⁾ et à l'avenir du chêne

⁽¹⁰⁾ L'orme champêtre (*Ulmus minor*), et dans une moindre mesure l'Orme lisse (*Ulmus laevis*), consécutivement à la graphiose (*Ceratocystis ulmi*), bien que toujours notablement représenté, n'est plus une essence structurante de la canopée rhénane

pédonculé (*Quercus robur*) qui éprouve, hormis sur les terrasses les plus sèches, de réelles difficultés à se régénérer dans le compartiment encore fonctionnel (DIELER 2003, KUEHNE 2004). A cela se rajoute la dynamique du frêne qui finit par structurer les peuplements.

Les espèces caractéristiques différentielles d'association sont celle citées par OBERDORFER et MOOR [*Fraxinus excelsior*, *Populus alba*, *P. canescens*, *Ulmus minor*, *Malus sylvestris*, *Prunus padus*, *Equisetum hyemale*, *Aegopodium podagraria*, *Rubus caesius*, *Carex acutiformis*, *Deschampsia cespitosa*, *Plagiomnium undulatum*] auxquelles nous rajouterons [*Acer pseudoplatanus*, *Clematis vitalba*, *Coryllus avellana*, *Ligustrum vulgare*, *Aethusa cynapium* subsp. *elata*, *Allium ursinum*, *Circea lutetiana*, *Dipsacus pilosus*, *Festuca gigantea*, *Galium aparine*, *Impatiens parviflora*, *Primula elatior*]. A l'instar d'OBERDORFER *Ulmus laevis* peut être considéré comme différentielle de race ici de la race planétaire Rhin-Rhône.

Cette ormaie-frênaie reste l'association centrale de l'*Ulmion minoris* Oberd. 1953 au sein de laquelle trois sous associations seront distinguées :

-alnetosum glutinosae Oberd. 1957 em. Michiels et al. 2005 nov sous ass.

[*Alnus glutinosa*, *Alnus incana*, *Phragmites australis*, *Phalaris arundinacea*, *Calystegia sepium*, *Iris pseudacorus*, *Stachys palustris*, *Symphytum officinale*...]

-impatientetosum glanduliferae Carbiener et al. 1985

[*Impatiens noli-tangere*, *I. glandulifera*, *Alliaria petiolata*, *Poa trivialis*, *Ranunculus ficaria*, *Stellaria media* subsp. *neglecta*, *Urtica dioica*...]

-typicum Oberd. 1953

[*Tamus communis*, *Convallaria majalis*, *Brachypodium sylvaticum*, *Paris quadrifolia* *Polygonatum multiflorum*, *Viola reichenbachiana*...]

♦ de désigner la forêt à bois dur non inondable du compartiment stationnel non fonctionnel des terrasses haut-rhinoises, initialement baptisée *Querco-Ulmetum* par ISSLER, par *Carici albae-Tilietum cordatea* (Issler 1924) MULLER & GÖRS 1958 ⁽¹¹⁾. La formation mature, riche en *Ulmus minor* est structurée par *Quercus robur*, *Tilia cordata*, *Acer campestre*, *Carpinus betulus*. Comme combinaison caractéristique-différentielle d'association on retiendra parmi les espèces citées par ISSLER et MULLER & GÖRS [*Acer campestre*, *Carpinus betulus*, *Quercus robur*, *Tilia cordata*, *Ulmus minor*, *Staphylea pinnata*, *Tamus communis*, *Carex alba* en gazon...]. En milieu rhénan, sur les terrasses les plus sèches et là où l'influence continentale est la plus marquée, notamment

comme l'écrivait ISSLER. D'autre part, comme le rappelle COLIN (2001), en citant HEYBROEK (1993), « l'orme champêtre n'est pas une espèce sauvage clairement structurée en populations naturelles, mais une espèce largement cultivée et propagée par l'homme depuis au moins deux millénaires ». De reste, contrairement à *Ulmus laevis* ce n'est pas à proprement parler une espèce alluviale. Par ailleurs nous suggérons également de décliner les ormaies basses inondables du Rhône, éventuellement présentes en vallée du Rhin mais qui n'apparaissent pas dans nos relevés, comme sous association *ulmetosum minoris*

⁽¹¹⁾ les références au code de nomenclature sont : - art. 36 pour nomen ambiguum - art. 42 pour n. inv. (nomina inversa) - art. 47A pour em (emendavit).

dans la zone d'irradiation de la discordance climatique de la poche de Colmar, la chênaie-tillaie à laïche blanche reste la formation terminale. En ce sens c'est une formation de climax stationnel. Issue de l'Ulmenion elle se classe dans le Carpinion betuli Issler 1931 em. Oberdorfer 1957. Deux sous associations et une phase à *Populus nigra* peuvent être individualisées :

-typicum (Issler 1924) Muller & Görs 1958 qui occupe terrasses les plus sèches, principalement dans le haut-Rhin.

[*Viburnum lantana*, *Berberis vulgaris*, *Rhamnus cathartica*, *C. flacca*, *C. ornithopoda*, *C. digitata*, *Viola mirabilis*, *V. hirta*, *V. riviviana*, *Euphorbia cyparissias*, *Dactylis glomerata*, *Brachypodium pinnatum*, *Galium mollugo*...]

-caricetosum sylvaticae Michiels et al. 2005 nov. sous ass. Groupement qui fait transition avec l'aile la plus mésophile de l'U.F.

[*Cornus mas*, *Allium ursinum*, *Brachypodium sylvaticum*, *Carex sylvatica*, *Hedera helix*, *Paris quadrifolia*, *Viola reichenbachiana*, *Helleborus foetidus*...]

-« populetosum nigrae »

[*Populus nigra*, *Salix elaeagnos*, *Hippophae rhamnoides*, *Viburnum lantana*, *Agrostis gigantea*...]

Plus qu'une sous association, cette dernière communauté, dominée par le peuplier noir, représente en réalité une phase pionnière secondaire de la chênaie-Tillaie à laïche blanche sur sols sablo-graveleux à graveleux. Elle occupe principalement les terrasses découpées haut-rhinoises issues de la construction du « grand canal d'Alsace ». Elle est en relation dynamique avec le *Salicetum elaeagno-daphnoidis* (Br. Bl. & Volk 1940) Moor 1958 [= *Salicetum elaeagni* (Hag. 1916) Jenik 1955] association qui peut s'interpréter comme un *Hippophaeo rhamnoidis* subsp *fluviatilis*-*Salicetum elaeagni* Br. Bl. in Volk 1939. Cette formation arbustive, bien présente dans la zone, caractérise les fruticées xérophiles d'origine alluviale issues des *Rhamno-Prunetea* Rivas-Goday & Borja-Carbonnell 1961.

♦ de retenir, sur de grandes surfaces, l'évolution vers des groupements de hêtraies potentielles à partir du sud de Strasbourg jusqu'au nord de la zone d'étude, favorisées par la perte de fonctionnalité alluviale du milieu. Deux types peuvent être distingués :

-le premier correspond à notre Grp. F (FVA-ONF 41). Il porte une flore plutôt mésohygrocline à mésophile ubiquiste dominée par *Allium ursinum*, *Carex sylvatica*.

-le second type, bien qu'il n'apparaisse pas clairement dans l'analyse, probablement du fait d'un sous échantillonnage, se rapproche des hêtraies sèches du *Cephalanthero-Fagion* Tüxen 1955. Peut-être une forme du *Carici-Fagetum* Moor 1952, appauvrie en *Carex alba* pour les raisons indiquées précédemment. A cet égard GEISSERT (1984) parlait, sur la terrasse de la Moder à Stattmatten (Alsace), de « hêtraie sur alluvions rhénanes avec *Staphylea pinnata*, *Cephalanthera damasonium*, *Orchis purpurea*, *Viola alba*, *Bromus benekini* etc.. C'est dans ce type que s'observent *C. flacca*, *C. ornithopoda*, *C. digitata*, *Cephalanthera damasonium* ainsi que *Cephalanthera rubra*, beaucoup plus rare, vu ultérieurement sur une terrasse graveleuse de Dalhunden. Un travail plus exhaustif centré sur l'originalité syntaxonomique et la place synsytématique de ces « hêtraies rhénanes » reste à finaliser.

Ces deux types ont la particularité de présenter des phases dynamiques structurées par le sycamore (*Acer pseudoplatanus*) et/ou le frêne (*Fraxinus excelsior*). Ceci est flagrant suite à la tempête de 1999 qui a renversé de nombreux peuplements de hêtres. Planté largement par les forestiers ces dernières décennies, l'érable sycamore montre une grande puissance séminale. Les conditions stationnelles actuelles lui sont favorables il est donc possible de parler de phase à *Acer pseudoplatanus*. Toutefois la majorité des relevés qui le concernent sont souvent le résultat de plantations. C'est pourquoi le terme de sylvofacies a été préféré à celui de phase pour le groupe 13.

Par ailleurs, bien que cela concerne seulement quatre de nos relevés, dans des contextes relativement mésophiles, il est encore possible de distinguer un groupement pionnier dominé par *Robinia pseudacacia*. Il est relativement bien représenté au sud, sur l'île entre canal et vieux Rhin, où il a colonisé les terrains remués lors des grands travaux de terrassement « du grand canal ». Ses nodosités racinaires favorisent la présence d'une flore riche en espèces nitratrophiles [*Sambucus nigra*, *Galium aparine*, *Urtica dioica*, *Geum urbanum*...] habituellement indicatrices d'un fonctionnement plus alluvial. La position synsytématique de cette communauté reste encore incertaine.

Pour terminer nous proposons le tableau suivant (TAB 7) comme typologie syntaxonomique de la forêt rhénane du Rhin supérieur.

Bibliographie

- BACKHAUS, K., 1996.- *Multivariate Analysemethoden: eine Anwendungsorientierte Einführung*. 8. Aufl. - XXXIV: 591 S. Berlin; Heidelberg (Springer).
- BAIZE D. et al, 1995.- *Référentiel Pédologique* - INRA, Paris.
- BARDAT J., BIORET F., BOTINEAU M., BOULLET V., DELPECH R., GÉHU J.-M., HAURY J., LACOSTE A., RAMEAU J.-C., ROYER J.-M., ROUX G., TOUFFET J., 2004.- *Prodrome des végétations de France*. Publications scientifiques du Muséum :171p.
- BARKMANN J.-J., DOING H., SEGAL S., 1964.- *Kritische Bemerkung und Vorschläge zur quantitativen Vegetationsanalyse*. *Acta bot. neerl.* 13, 394 - 419.
- BARKMANN J.-J., MORAVEC J., RAUSCHERT S., 1986.- *Code of phytosociological nomenclature* - *Vegetatio* Vol. 67 : 143-198.
- BEEKMANN F., 1980.- *La dynamique d'une forêt alluviale rhénane et le rôle des lianes* in Coll. Phytosoc IX. Strasbourg 1980 - *La végétation des forêts alluviales* : 475-502.
- BENSETTITI F., RAMEAU J.-C., 2001.- *Cahiers d'habitats Natura 2000 T1 - habitats forestiers vol.1. la Documentation Française* : 339p.
- BENZECRI J.-P, COLL, 1980.- *L'analyse des données - T1 : la taxinomie - T2 : l'analyse des correspondances*. Paris Dunod : 625 et 632p.
- BOEUF R., HAUSCHILD R., 2000.- *Typologie des stations forestières de la vallée rhénane entre St. Louis et Lauterbourg (ried blond)*. Doc ONF-CRPF, Reg. Alsace, Min-Agriculture : 113p + Tab.
- BOEUF R., SCHNITZLER A. 2004.- *Fiches habitats 3240, 91E0, 91F0 in Référentiel des habitats reconnus d'intérêt communautaire de la bande rhénane : Description, Etats de conservation & mesures de gestion* :31-59. Conservatoire des Sites Alsaciens & Office National des Forêts (coord.). Programme LIFE Nature de conservation et restauration des habitats de la bande rhénane.

- BOEUF R., DURAND E., HAUSCHILD R., 2005.- Approche phytoécologique des milieux forestiers alluviaux rhénans in actes du colloque Floodplains Strasbourg 2002 (sous presse)
- BOURNERIAS M., ARNAL G., BOCK C., 2001.- Guide des groupements végétaux de la région parisienne. Edit. Belin : 639p.
- BÜCKING W., REINHARDT W., 1985.- Vegetationskundliche Forschung im neuen Bannwald im Naturschutzgebiet Taubergiessen. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.Württ. 59/60 : 143- 174.
- BÜCKING W., 1989.- Naturwaldreservate der badischen Rheinaue. Konzept der Zustandserfassung und Ausblick auf die künftige Entwicklung. Mitt. Bad. Landesverb. Naturkunde u. Naturschutz. N.F. 14 : 957 – 979.
- CARBIENER R., 1970.- Un exemple de type forestier exceptionnel pour l'Europe occidentale : la forêt du lit majeur du Rhin au niveau du fossé rhénan (Fraxino-Ulmetum Oberd. 53) intérêt écologique et biogéographique. Comparaison à d'autres forêts thermophiles. VEGETATIO Acta geobotanica Vol. XX, 18-III-1970, Fasc. 1-4 : 97-148.
- CARBIENER R., 1974.- Die linkrheinischen Naturräume und Waldungen der Schutzgebiete von Rhinau und Daubensand (Frankreich) : eine pflanzensoziologische und landschaftsökologische Studie. In Das Taubergiessengebiet, Die Naturund Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs, Bd 7 : 438-535 (Ludwigsburg RFA).
- CARBIENER R., 1980.- Résumé de quelques aspects de l'écologie des complexes forestiers alluviaux d'Europe, Introduction au colloque in Coll. Phytosoc IX. Strasbourg 1980 - La végétation des forêts alluviales : d-i..
- CARBIENER R., SCHNITZLER, A, WALTER, J.-M., 1985.- Problèmes de dynamique forestière et de définition des stations en milieu alluvial. Coll. Phytosoc XIV. Nancy - Phytosociologie et foresterie : 656-686.
- CIOCĂLAN V., 2000.- Flora illustrata a României, Pteridophyta et Spermatophyta. Editura Ceres 1139p.
- COLIN E., 2001.- Stratégies pour la conservation in situ des ressources génétiques des Ormes forestiers. Rev. For. Fr. LIII - n° spécial : 125-132.
- CSA-ONF (CONSERVATOIRE DES SITES ALSACIENS & OFFICE NATIONAL DES FORETS) (coord.), 2004. Référentiel des habitats reconnus d'intérêt communautaire de la bande rhénane. Description, états de conservation & mesures de gestion. Programme LIFE Nature de conservation et restauration des habitats de la bande rhénane : 158p
- CORINE biotopes, 1996.- La typologie européenne de référence, manuel, version originale Types d'habitats français. Doc. ENGREF : 219p.
- CORNIER Th., 2002.- La végétation alluviale de la Loire entre le Charolais et l'Anjou : essai de modélisation de l'hydrosystème. Thèse de doctorat de l'Université de Tours. T1 texte : 229p, T2 annexes : 284p.
- CORNIER Th., 2003.- Typologie et synthèse synsystématique de la végétation alluviale de la Loire entre le Charolais et l'Anjou. Vers. 2003-3 pdf : 91p
- DELPECH R., DUME G., GALMICHE P., 1985.- Typologie des stations forestières : vocabulaire. Edit. IDF : 243p
- DEILER A.-F., WALTER J.-M., TREMOLIERES M., 2001.- Effects of Flood Interruption on Species Richness, Diversity and Floristic Composition of Woody Regeneration in the Upper Rhine Alluvial Hardwood Forest. Regulated Rivers, Research & Management 17 : 393--405.
- DEILER A.-F., 2003.- Régénération des espèces ligneuses dans les forêts alluviales rhénanes à bois dur en Alsace : dynamique, stratégies, facteurs. Thèse de doctorat - ULP ENGEES :153p + annexes

- DIERSCHKE H., 1980.- Zur syntaxonomischen Stellung und Gliederung der Uferund Auenwälder Südeuropas in Coll. Phytosoc IX. Strasbourg 1980 - La végétation des forêts alluviales : 115-128+Tab.
- DISTER E., 1980a.- Geobotanische Untersuchungen in der hessischen Rheinaue als Grundlage für die Naturschutzarbeit. Dissertation, Universität Göttingen: 170 S.
- DISTER E., 1980b.- Bemerkungen zur Ökologie und soziologischen Stellung der Auenwälder am nordlichen Oberrhein (hessische Rheinaue) in Coll. Phytosoc IX. Strasbourg 1980 - La végétation des forêts alluviales : 343-364.
- DUPOUEY J.-L., SCIAMA D., KOERNER W., DAMBRINE E., RAMEAU J.-C., 2002.- La végétation des forêts anciennes. Rev. For. Fr. LIV 6 :521-532.
- DURAND E., 1998.- Contribution à la connaissance de l'histoire des forêts du Rhin en réserve naturelle d'Erstein du XVIIIè à 1960. Doc ONF 46p + annexes.
- DURAND E., 1997.- Forêt domaniale de Marckolsheim (Alsace - 325,32ha) - Aménagement pilote Natura 2000 - Révision d'aménagement forestier-1998-2009. Doc. ONF
- DURAND E., 2003.- Evolution historique des forêts rhénanes de la Ville de Strasbourg au XIXè et XXè siècles : Contenance, Aménagement et gestion, Composition et structures des forêts Doc ONF-CUS: 125 p + annexes
- ELLENBERG H., 1974.- Zeigerverte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas - Göttingen : Scripta Geobot. 9 : 97p.; 2è édition 1979 : 122p.
- ELLENBERG H., 1986.- Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen, Ulmer Verlag : 762-770.
- EFI (EUROPEAN FOREST INSTITUTE), 2002.- Glossary of international termes of natural forests and natural forest research - http://www.efi.fi/Database_Gateway/FRRN/howto/glossary.html
- ESCOFIER B., PAGES J., 1990.- Analyses factorielles simples et multiples, objectifs, méthodes et interprétation. DUNOD 2è édition.
- FENELON J.-P., 1988.- Qu'est-ce que l'Analyse des Données. Lefonen : 311p.
- GALLUSER W., SCHENKER A., 1992.- Die Auen am Oberrhein. 192 S. Basel (Birkhäuser Verlag).
- GAMISANS J., 1991.- La végétation de la Corse annexe n°2 - Compléments au prodrome de la flore Corse. Edition du Conservatoire et Jardins Botaniques de la ville de Genève : 391p
- GEISSERT F., 1984.- Quatrième journée : 9 juillet 1983 : La plaine au nord de Strasbourg et la forêt de Haguenau. Bull. Soc. Bot. Centre Ouest N.S. 15 :227-234
- HAUSCHILD R., KARRA C., 1992.- Evaluation de la qualité phytoécologique des sites rhénans situés à la hauteur des biefs de Gerstheim et Marckolsheim. Doc. EDF Mulhouse, ENGREF Nancy, DDAF Strasbourg.
- HAUSCHILD R., 1996.- Pré-étude en vue d'une typologie des stations forestières de la basse plaine rhénane (Alsace) - CRPF Lorraine - Alsace / ONF.
- HAUSCHILD R., 1997.- Catalogue des types de stations forestières de la basse plaine rhénane (Alsace) - CRPF Lorraine-Alsace /ONF.
- HAUSCHILD R., WOLF W., 2002.- Vegetationsaufnahmen in der südlichen Oberrheinebene zwischen Hartheim und Kehl in der Nähe von Grundwassermessstellen. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, unveröffentlichtes Aufnahmematerial.
- HAUSCHILD R., 2005a.- Untersuchung der Beziehung der Standortfaktoren und Waldvegetation in der deutsch-französischen Rheinaue mittels multivariater Analyse. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, unveröffentlichtes Manuskript.
- HAUSCHILD R., 2005b.- Dynamik des Auewaldes im Waldschutzgebiet Taubergiesen. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, unveröffentlichtes Manuskript.

FIG. 5 - Les 10 autres groupes (11 à 20) dans l'AFC sur les 1104 relevés

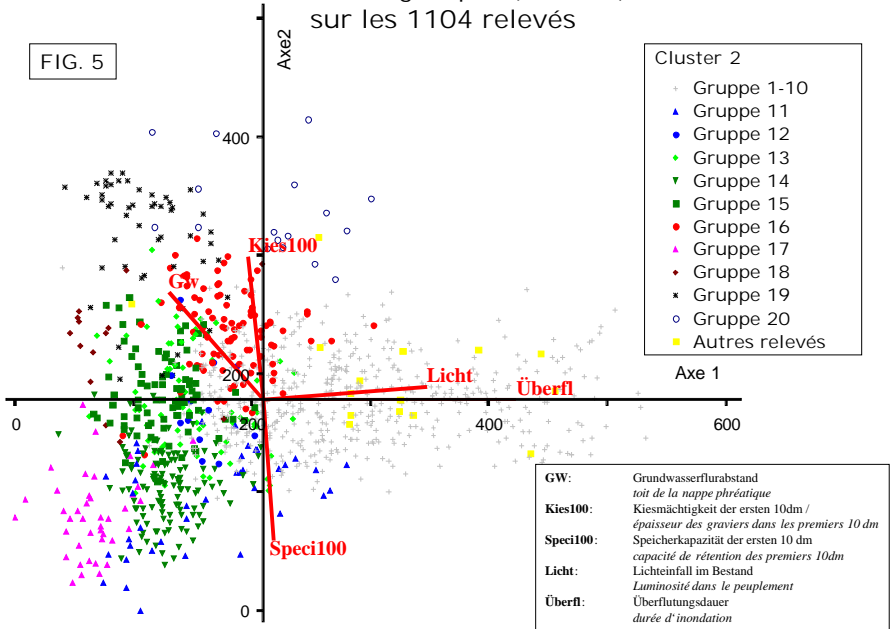
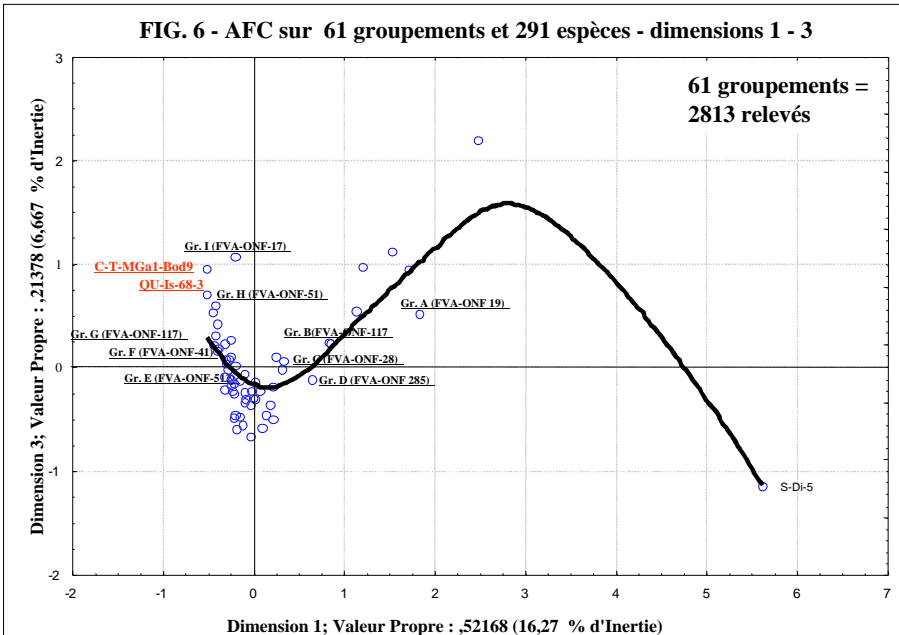


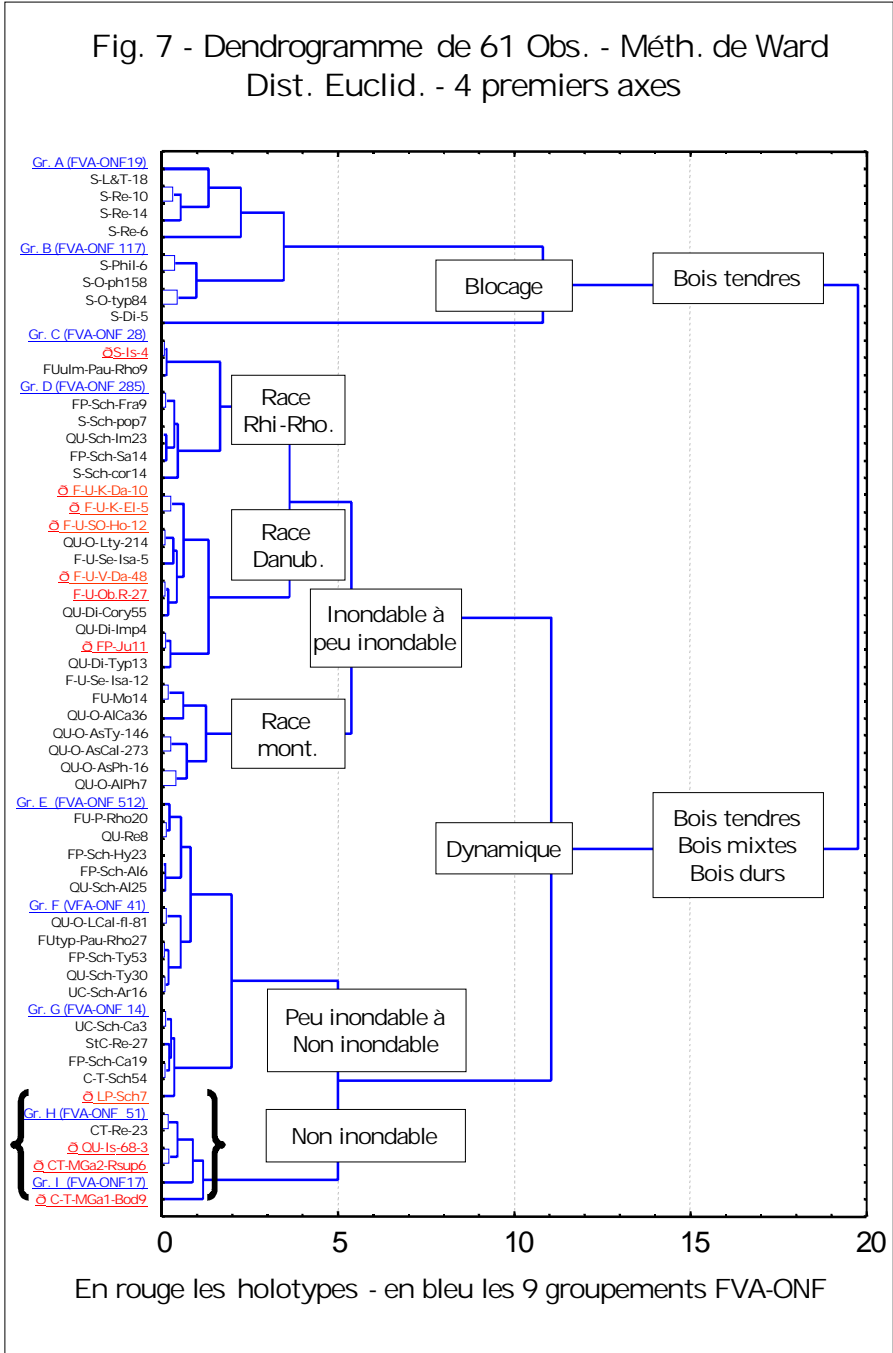
FIG. 6 - AFC sur 61 groupements et 291 espèces - dimensions 1 - 3



- HENRICHFREISE A.; HÜGIN G., 1992.- Vegetation und Wasserhaushalt des rheinnahen Waldes. Schriftenreihe für Vegetationskunde 24: 48 S., Bonn (Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie).
- HERMY M., 1980.- A numerical approach to the phytosociology of riverine woods to the south of Bruges (Flanders, Belgium) in Coll. Phytosoc IX. Strasbourg 1980 - La végétation des forêts alluviales : 227-258.
- HEYBROEK H. M., 1993.- Why bother about elm ? in : Dutch elm disease research : cellular and molecular approach - M. B. Sticken and L. L. Sherald Eds. - New - York ; Springer-Verlag :1-8
- HOUZARD G., 1985.- Sylvosystème et sylvofaïens. Essai d'étude globale du milieu forestier. Coll. Phytosoc. XIV. Nancy 1985 : 231-236.
- HÜGIN G., 1962.- Wesen und Wandlung der landschaft am Oberrhein. Ulmer Stuttgart : 64p
- HÜGIN G., 1980.- Die Auewälder des südlichen Oberrheintales und Ihre Veränderung und Gefährdung durch den Rheinausbau in Coll. Phytosoc IX. Strasbourg 1980 - La végétation des forêts alluviales : 677-706.
- HÜGIN G., 1981.- Die Auewälder des südlichen Oberrheintales. Ihre Veränderung und Gefährdung durch den Rheinausbau. Landschaft + Stadt 13/2 : 72-91.
- ISSLER E., 1924. - Les Associations végétales des Vosges méridionales et de la plaine rhénane avoisinante. Première partie : Les forêts. A. Les associations d'arbres feuillus. Diagnoses phytosociologiques in Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Colmar, XVII : 1-67.
- ISSLER E., 1926. - Les Associations végétales des Vosges méridionales et de la plaine rhénane avoisinante. Première partie : Les forêts (fin). Documents sociologiques in Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Colmar, XIX : 1-109.
- ISSLER E., 1931.- Les associations silviques haut-rhinoises. Classification sociologique des Forêts du département du Haut-Rhin à l'exclusion du Sundgau et du Jura alsacien in Bul. Soc Bota. de France 73 (1926) : 62-141 + carte
- KUEHNE Ch., 2004.- Verjüngung der Stieleiche (*Quercus robur* L.) in oberrheinischen Auenwäldern. Dissertation Universität Göttingen, Fakultät für Forstwissenschaften, 164 S.
- JUNOD P. - 2002.- L'eau du Rhin. Editions. Hirle : 193p.
- JURKO A., 1958.- Pôdne Ekologické Pomery a Lesné Spolocenstvá Podunajskej Nížiny- Vydavateľstvo Slovenskej Akadémie vied Bratislava :157-163
- KEGLER H.-H.; FREI K.; HANKE U.; KÄTZLER W., 1999.- Der Bannwald Hechtsgraben – Ergebnisse der Forstlichen Grundaufnahmen 1981 und 1994. Berichte Freiburger Forstliche Forschung, Heft 15.
- KIRSCHLEGER F., 1852-1862.- Flore d'Alsace et des contrées limitrophes 3 vol. édit. Huder, Strasbourg - Masson Paris.
- KRAMER W; HUBER E. - 1987. Erläuterungen zu den Standortskarten der Rheinauewäldungen zwischen Mannheim und Karlsruhe - Zur Geschichte der Auewäldungen im oberrheinischen Tiefland. Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg, Band 65: 339 S.
- KRAUSE W., 1974.- Das Taubergiessengebiet. Beispiel jüngster Standortsgeschichte in der Oberrheinaue. Natur- und Landschaftsschutzgebiete in Baden-Württemberg 7, 147 – 172.
- LANDOLT E., 1977.- Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Zurich. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel 64 : 208p.
- LAUTERWASSER E.; HAUCK J.; FUCHS G.; LEIBUNDGUT H.; SAILLET, B., 1987.- Wald, Forstwirtschaft und Naturschutz im Taubergiessengebiet. Hrsg. MELUF Baden-Württemberg: 158 S., Freiburg (Forstliche Versuchs- u. Forschungsanstalt Baden-Württemberg).

- LUND H. G., 2002.- Definitions of old growth, pristine, climax, ancient forests, and similar terms - <http://home.att.net/~gklund/pristine.html>.
- LOHMEYER W., TRAUTMANN W., 1974.- Zur Kenntnis der Waldgesellschaften des Schutzgebietes „Taubergiessen“. Erläuterungen zur Vegetationskarte. In LNL: Das Taubergiessengebiet, eine Rheinauenlandschaft. Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs 7 : 422-437.
- MICHIELS H-G., 2000.- Der natürliche Wald – ein Leitbild für den naturnahen Waldbau in der Oberrheinaue?. Mitt. Ver. Forstl. Standortskunde und Forstpflanzenzüchtung 40, 23 – 34.
- MICHIELS H-G., ALDINGER, E., 2002.- Forstliche Standortgliederung in der badischen Rheinaue - Allgemeine Forstzeitschrift AFZ Der Wald - Heft 15, Juli 2002 (Seite 811 - 815).
- MOOR M., 1958.- Pflanzengesellschaften schweizerischer Flußauen. Mem. inst. Suisse rech. Forest., 34 : 221-360.
- MÜLLER Th., GÖRS S., 1958.- Zur Kenntnis einiger Auenwaldgesellschaften im württembergischen Oberland. Beitr. Naturk. Forsch. Südw. Dtl. 17, S. 88-165, Karlsruhe
- NATURA 2000, 1999.- Manuel d'interprétation des habitats de l'Union Européenne Version EUR 15/2. Commission Européenne DG Environnement : 132 p.
- NATURSCHUTZ PRAXIS, NATURA 2000, 2003.- Handbuch zur Erstellung von Pflege- und Entwicklungsplänen für die Natura 2000-Gebiete in Baden-Württemberg, Entwurf Version 1.0, 1. Auflage, Karlsruhe : 202-207.
- NEUHÄUSLOVÁ Z., 1980.- Die Auenwälder der tschechischen Länder und die Perspektiven ihrer weiteren Erhaltung in Coll. Phytosoc IX. Strasbourg 1980 - La végétation des forêts alluviales : 75-79.
- NOIRFALISE A., DETHIOUX M., 1980.- Synopsis des forêts alluviales de Belgique in Coll. Phytosoc IX. Strasbourg 1980 - La végétation des forêts alluviales : 218-226.
- OBERDORFER E., 1953.- Der europäische Auenwald. Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland. Band XII, Heft 1 :22-69
- OBERDORFER E., 1967.- Systematische Übersicht der westdeutschen Phanerogamen und Gefäßkryptogamen-Gesellschaften . Schriftenr. Vegetationskunde 2 : 7-62.
- OBERDORFER E., 1992.- Süddeutsche Pflanzengesellschaften – T. IV 2 vol.; Gustav Fischer Verlag.
- OSTERMANN R., 2004.- Vegetationsdynamik in Bannwäldern des Taubergiessengebietes (Überflutungsauwe der Staubereiche). Waldschutzgebiete in Baden-Württemberg. Band 4), Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg.
- OTTO H.J., 1998.- Ecologie forestière. I.D.F.
- PAILLEREAU D., 1999.- Réserves naturelles des forêts d'Offendorf et d'Erstein, étude historique des peuplements forestiers. Doc C.S.A. et DIREN.
- PAUTOU G., 1975.- Contribution à l'étude écologique de la plaine alluviale du Rhône entre Seyssel et Lyon. Thèse 375p.
- PAUTOU G., 1980.- La dynamique de la végétation dans la vallée du Rhône entre Genève et Lyon in Coll. Phytosoc IX. Strasbourg 1980 - La végétation des forêts alluviales : 81-91.
- PAUTOU G., GIREL J., MAMAN L., 1985.- Le rôle des processus allogéniques dans le déroulement des successions végétales : l'exemple de la plaine alluviale du Rhône entre Genève et Lyon. in Coll. Phytosoc XIII Bailleul - Végétation et géomorphologie : 655-667 .
- PHILIPPI G., 1978.- Die vegetation des Altrheingebietes bei Russheim Der Russheimer-Altthein. Die Natur und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württemberg, 10 Ludwigsurg :103-267
- PHILIPPI G., 1980.- Végétation riveraine du Pays de Bade in Coll. Phytosoc IX. Strasbourg 1980 - La végétation des forêts alluviales : 731-738.

Fig. 7 - Dendrogramme de 61 Obs. - Méth. de Ward
Dist. Euclid. - 4 premiers axes



- PHILIPPI G., 1982.- Änderungen der Flora und Vegetation am Oberrheingraben. Natur und Landschaft am Oberrhein; Veröffentlichung der Pfälzischen Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaft in Speyer, Band 70: 87 – 105.
- PINON J., FEUGEY L., 1993.- Graphiose de l'Orme. Les dossiers de l'Environnement n° 7, Doc INRA.
- PISOKE Th., 2000.- Die Waldstruktur im Bannwald Taubergiesen – Eine Luftbildauswertung im strukturreichen Auewald. Berichte Freiburger Forstliche Forschung, Heft 22.
- RAMEAU J.-C., SCHMITT A., 1980.- Les forêts alluviales de la plaine de Saône in Coll. Phytosoc IX. Strasbourg 1980 - La végétation des forêts alluviales : 93-113 + Tab.
- RAMEAU J.-C., MANSION D., DUME G., 1989.- Flore forestière française. T1 plaines et collines. IDF.
- RAMEAU J.-C., 1991a.- Phytodynamique forestière : l'approche du phytoécologue forestier. Objectifs, concepts, méthodes, problèmes rencontrés in Coll. Phytosoc. XX - Phytodynamique et Biogéographie Historique des forêts - Bailleul 1991 : 29-71.
- RAMEAU J.-C., 1991b.- Les grands modèles de dynamique linéaire forestière observables en France. Liens avec les phénomènes cycliques in Coll. Phytosoc. XX - Phytodynamique et Biogéographie Historique des forêts - Bailleul 1991 : 241-272.
- RAMEAU J.C., 1997.- Réflexions syntaxonomiques et synsystématiques au sein des complexes sylvatiques français. ENGREF 177p..
- RAMEAU J.-C., GAUBERVILLE, C., DRAPIER, N., & al., 2000.- Gestion forestière et diversité biologique : identification et gestion intégrée des habitats et espèces d'intérêt communautaire. 2 Classeurs à fiches - domaine continental et domaine atlantique - ENGREF-ONF-IDF.
- RASTETTER V., 1974.- La végétation de l'île du Rhin entre le pont de Vogelgrun et l'usine hydroélectrique de Kembs. Bull Soc. Ind.. Mulhouse 757 : 103-111.
- RASTETTER V., 1979.- L'île du Rhin entre Huningue et Ottmarsheim. Bull Soc. Ind.. Mulhouse, 775 : 53-56.
- REIF A., 1996.- Die Végétation der Trockenaue am Oberrhein zwischen Müllheim und Breisach. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i Br. 84/85 : 81-150 + Tab.
- REIF A., ZIMMERMANN R., SPÄTH V., 2000.- Végétation der Auenwälder am südlichen Oberrhein. In : Vom Wildstrom zur Trockenaue- Natur und Geschichte der Flusslandschaft am südlichen Oberrhein. Verlag Regionalkultur Rastatt : 117-152+Tab.
- ROULIER C., 1998.- Typologie et dynamique de la végétation des zones alluviales de Suisse. Thèse Institut de botanique Laboratoire d'écologie végétale et de phytosociologie - Université de Neuchâtel 2 vol.
- SAILLET B., 1980.- Forêts alluviales européennes in Coll. Phytosoc IX. Strasbourg 1980 - La végétation des forêts alluviales : 607-:608
- SANCHEZ-PEREZ J.-M., TREMOLIERES M., CARBIENER R., 1991.- Une station d'épuration naturelle des phosphates et nitrates apportés par les eaux de débordement du Rhin : la forêt alluviale à frêne et orme. C.R. Ac. Sciences Paris Série III, 312 :395-402
- SANCHEZ-PEREZ, J.-M., TREMOLIERES M., SCHNITZLER A., BADRE B., & CARBIENER R., 1993.- Nutrient content in alluvial soils submitted to flooding in the Rhine alluvial deciduous forest. Acta Oecologica 14 (3) :371-387.
- SCHIRMER W., STRIEDTER K., 1985.- Alter und Bau der Rheinebene nördlich von Straßburg. 22. wissenschaftliche Tagung in Freiburg (1985). Deutsche Quartärvereinigung Hannover, 13 S.

- SCHNITZLER A. 1988.- Typologie phytosociologique, écologie et dynamique des forêts alluviales du complexe géomorphologique ello-rhénan (plaine rhénane centrale d'Alsace). Thèse U.E.R.Sciences de la vie et de la terre, U.L.P. Strasbourg.
- SCHNITZLER A., 1996.- Les forêts alluviales des lits majeurs de l'Allier et de la Loire moyenne entre Villeneuve/Allier et Charité/Loire. Etude phytosociologique, Diagnostic de naturalité et propositions de Renaturation. Doc. Phytoso N.S. Vol. XVI Camerino : 25-44 + Tab.
- SCHNITZLER A., CARBIENER R., SICARD B., 1990.- Catalogue des stations forestières du Ried ello-rhénan - CRPF Lorraine -Alsace / ONF.
- SCHNITZLER A. 2001.- L'intérêt du modèle architectural dans l'analyse de la biodiversité forestière. Application à la gestion des réserves naturelles rhénanes. Rev. For. Fr. LIII - n° spécial : 217-225.
- STRIEDTER K., 1988.-Holozäne Talgeschichte im Unterelsaß. Dissertation, Universität Düsseldorf, 234 S.
- TIMBAL J., 1985.- Types forestiers d'Alsace - INRA / ONF : 443p
- TÜXEN, R. 1956.- Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. - Angewandte Pflanzensoziologie (Stolzenau) 13, 4 - 52.
- SCHUBERT R., HILBIG W., KLOTZ S., 2001.- Bestimmungsbuch der Pflanzengesellschaften Deutschlands- Spektrum Akademischer Verlag -Gustav Fischer : 472p
- TREMOLIERES M., SCHNITZLER A., CARBIENER D., 2002.- Quel système de référence pour la restauration des systèmes alluviaux rhénans. Rev. Ecol. (Terre Vie), suppl. 9 : 131-145.
- VAN DE WINCKEL R., 1980.- Le Wyhlerwald, l'architecture et la dynamique d'une forêt alluviale rhénane sauvage in Coll. Phytosoc IX. Strasbourg 1980 - La végétation des forêts alluviales : 503-542.
- VOLK H., 2000.- Neue Ergebnisse der Auwaldforschung am Rhein. Angewandte Landschaftsökologie Heft 37, 2000 (Seite 23 - 32).
- VOLK H., 2001.- Auwaldforschung am Rhein - welche Wälder sind auetypisch? Natur- und Landschaft 76 (12), 520 - 530
- VOLK H., 2002.- Zur Natürlichkeit der Esche (*Fraxinus excelsior* L.) in Flussauen Mitteleuropas. Forstwissenschaftliches Centralblatt 121 : 128-137.
- WENDELBERGER-ZELINKA E., 1952.- Die Végétation der Donauauen bei Wallsee. Schr.reihe oberösterreich. Landesbaudirektion, Wels : Université de Linz :196p.,
- WENDELBERGER G., 1980.- Die Auenwälder der Donau in Österreich in Coll. Phytosoc IX. Strasbourg 1980 - La végétation des forêts alluviales : 19-54.
- YON D.-1980.- Evolution des forêts alluviales en Europe, facteurs de destruction et éléments stratégiques de conservation in Coll. Phytosoc IX. Strasbourg 1980 - La végétation des forêts alluviales : 1-18.

Tableau (TAB. 7) (début)
PROPOSITIONS SYNTAXONOMIQUES POUR LA FORET RHENANE DU RHIN SUPERIEUR

9 groupes socio-écologiques	Proposition de dénomination syntaxonomique	20 groupes écologiques	Variante / Phase	Syvoctaciés dominant	Texture dominante	Gradient hydrique	Niveau forêt alluviale et inondabilité
A	Salicetum albae typicum	groupe 1		Saule blanc - Peuplier noir: <i>Viburnum opulus</i>	limon / sable	humide	BT
B	Salicetum albae cornetosum	groupe 2	Variante à <i>Ranunculus repens</i>	Chêne pédonculé avec glf. frênes, <i>Viburnum opulus</i>	limon / sable	humide	NIBD / NIMBD
B	Salicetum albae cornetosum	groupe 3	Variante typique	Peuplier hybride: strate arbutive peu développée	limon	assez humide	BT-BD / NIBD
B	Salicetum albae cornetosum	groupe 4	Variante typique	Saule blanc; avec glf. orme diffus et champêtre et peuplier noir: strate arbutive bien développée (surtout <i>Cornus sanguinea</i>)	limon	assez humide	BT-BD / NIBD
C	Ulm-Fraxinetum alnetosum glutinosae	groupe 5	Variante à <i>Carex acutiformis</i>	Aulne glutineux, peuplier hybride et peuplier blanc	limon	assez humide	AA (NEBD)
C	Ulm-Fraxinetum alnetosum glutinosae	groupe 6	Variante à <i>Impatiens glandulifera</i>	Chêne pédonculé-frêne-aulne glutineux: optimum de l'aulne blanc et de <i>Sambucus nigra</i>	limon / sable / graviers	assez humide (a frais)	AA (NEBD)
D	Ulm-Fraxinetum impatiētetosum	groupe 7	Variante typique, Phase à <i>Ailhus incana</i>	Frêne - chêne pédonculé avec Aulne blanc, saule blanc et érable sycomore	limon	très frais	NIMBD
D	Ulm-Fraxinetum impatiētetosum	groupe 8	Variante à <i>Populus alba</i> , <i>Populus nigra</i>	Peuplier hybride: Peuplier blanc; avec peu strate arbutive très dense (<i>Cornus sanguinea</i>)	limon / sable / graviers	très frais	NIMBD
D	Ulm-Fraxinetum impatiētetosum	groupe 10	Variante typique, Phase à <i>Prunus pedus</i>	Frêne - chêne pédonculé - peuplier blanc: optimum du merisier à grappes, strate arbutive développée (<i>Cornus sanguinea</i>)	limon	très frais	NIMBD, NEBD
E	Ulm-Fraxinetum typicum	groupe 9	Variante à <i>Phlegmium undulatum</i>	Frêne - chêne pédonculé - peuplier blanc avec merisier à grappes, érable sycomore, orme champêtre, strate arbutive développée (<i>Cornus sanguinea</i> , <i>Crataegus monogyna</i>)	limon / graviers	très frais (a assez/frais)	NEBD (NSBD, AA)
E	Ulm-Fraxinetum typicum	groupe 16	Variante à <i>Emulsarium byemale</i> , Phase à <i>Populus alba</i>	Chêne pédonculé - frêne - peuplier blanc; orme champêtre; strate arbutive avec <i>Ligustrum</i> , <i>Lonicera</i> , <i>Cornus sanguinea</i> , <i>Crataegus monogyna</i>	limon / sable / graviers	assez frais	NEBD (NSBD, AA)
E	Ulm-Fraxinetum typicum	groupe 11	Variante à <i>Allium ursinum</i> , Phase à <i>Populus alba</i>	Frêne - chêne pédonculé - paupliers blanc, merisier à grappes, érable sycomore, hêtre; strate arbutive avec <i>Prunus spinosa</i> , <i>Cornus sanguinea</i>	limon	frais	NEBD, NSBD, AA
E	Ulm-Fraxinetum typicum	groupe 12	Variante typique	Frêne - chêne pédonculé - tilleul; optimum de <i>Corylus avellana</i> et <i>Hedera helix</i>	limon / sable / graviers	assez frais	AA, NSBD, NEBD

Tableau (TAB. 7) (fin)
PROPOSITIONS SYNTAXONOMIQUES POUR LA FORÊT RHENANE DU RHIN SUPERIEUR

9 groupes socio-écologiques	Proposition de dénomination syntaxonomique	20 groupes écologiques	Variante / Phase	Syvocafacies dominant	Texture dominante	Gradient hydrique	Niveau forêt alluviale et inondabilité
E	Ulm-Fraxinetum typicum	groupe 13	Variante typique	Erable-sycomore et pins, charmes, frêne; strate arbutive peu développée	limon / graviers	assez frais à frais	AA, (NSBD, NEBD)
E	Ulm-Fraxinetum typicum	groupe 14	Variante à <i>Allium ursinum</i> Phase à <i>Corylus avellana</i>	Frêne avec érable-sycomore; optimum de <i>Corylus avellana</i>	limon	frais	AA, (NSBD, NEBD)
E	Ulm-Fraxinetum typicum	groupe 15	Variante à <i>Equisetum hyemale</i> Variante à <i>Conium maculatum</i> Phase à <i>Corylus avellana</i>	Chêne pédonculé; strate arbutive dense; dominance de <i>Corylus avellana</i> ; <i>Crataegus monogyna</i> ; <i>Cornus sanguinea</i>	limon / sable / graviers	assez frais	AA, (NSBD, NEBD)
F	Groupe ment à <i>Allium-Fagus</i>	groupe 17		Hétraie; régénération du hêtre; dominante dans la strate herbacée et dans la strate arbutive	limon / sable	frais	AA, NSBD
G	Carici-Tilietum caricetosum sylvaticae	groupe 18		Tilleul à petites feuilles avec <i>Corylus avellana</i>	limon / sable / graviers	assez frais	AA
H	Carici-Tilietum typicum	groupe 19		Chêne-Tilleul avec orme champêtre (<i>Crataegus monogyna</i> , <i>Ligustrum vulgare</i>)	sable / graviers	assez sec	AA
I	Phase pionnière à <i>Populus nigra</i> et/ou <i>Hippophae rhamnoides</i>	groupe 20	Phase pionnière	Phase arbutive pionnière à <i>Hippophae rhamnoides</i> , <i>Populus nigra</i> , <i>Salix elaeagnos</i>	graviers	sec / très sec	-

Durée d'inondation: jours / ans pendant la période de végétation (avril - septembre)	au Sud d'Illezeheim**	au Nord d'Illezeheim*
BT: Forêt alluviale à bois tendres	> 5 (- 35)	60 -> 140
BT-BD: Transition forêt alluviale à bois tendres bois durs	> 5 (- 25)	33 - 60
NIBD: Niveau inférieur de forêt alluviale à bois durs	> 5 (-15)	15 - 33
NMRD: Niveau moyen de forêt alluviale à bois durs	2 - 5	4 - 15
NEBD: Niveau élevé de forêt alluviale à bois durs	1 - 2	1 - 4
NSRD: Niveau supérieur de forêt alluviale à bois durs	< 1	< 1
AA - Ancienne plaine alluviale	-	-

* Aldinger & Michiels (2002), ** (Hauschild (2005))

TABLEAU 8 (TAB. 8) TABLEAU DE FREQUENCE

		<i>Salicetum albae typicum</i>				<i>Salicetum albae cornetosum</i>		<i>Ulmo-Fraxinetum albosum glutinosae</i>		<i>Ulmo-Fraxinetum impatietosum</i>			<i>Ulmo-Fraxinetum typicum</i>					<i>Groupe ment à Allium et Fagus</i>		<i>Carici-Tilietum caricetosum sylvaticae</i>	<i>Carici-Tilietum typicum</i>	<i>Phase pionnière à Populus et Hippophae</i>	
9 groupes socio-écologiques		A		B		C		D			E					F		G	H	I			
20 GROUPES ECOLOGIQUES	Variables écologiques	gr. 1	gr. 2	gr. 3	gr. 4	gr. 5	gr. 6	gr. 7	gr. 8	gr. 10	gr. 9	gr. 16	gr. 12	gr. 11	gr. 13	gr. 14	gr. 15	gr. 17	gr. 18	gr. 19	gr. 20		
		19	6	39	72	19	9	43	86	156	86	90	12	39	74	124	87	41	14	51	17		
nombre des relevés		19	6	39	72	19	9	43	86	156	86	90	12	39	74	124	87	41	14	51	17		
Explications des variables écologiques (cf. Tableau 9)		Land	0,5	0,7	1,0	0,3	0,6	0,4	0,5	0,2	0,0	0,9	0,2	0,0	0,3	0,8	0,0	0,2	0,7	0,0	0,3	0,0	
		Gw	6,1	8,3	10,8	11,3	9,7	12,0	13,5	19,7	14,5	12,4	17,7	25,0	17,3	18,1	20,5	19,6	18,8	38,9	50,6	60,0	60,0
		Rost	3,4	4,7	7,5	4,1	3,9	5,6	8,1	10,7	8,7	9,6	11,4	12,5	10,4	12,3	11,8	13,1	13,0	20,7	24,9	30,0	30,0
		Überfl	3,2	2,7	3,0	2,0	1,3	1,4	1,5	1,3	1,4	1,8	1,1	1,0	1,1	1,3	1,0	1,2	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0
		Ane	2,5	2,3	2,8	1,9	1,3	1,4	1,9	1,7	1,7	1,9	1,8	1,1	1,4	1,4	1,2	1,8	1,6	1,3	1,2	1,0	1,0
		Kiesbst	9,5	11,0	10,7	9,1	9,4	9,0	9,3	8,8	10,0	7,8	8,0	8,2	10,4	8,3	9,8	8,3	10,0	8,8	6,1	1,7	1,7
		Kies40	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,1	0,8	3,3
		Sand40	0,6	0,0	0,2	0,3	0,1	0,0	0,0	0,3	0,2	0,3	0,5	1,5	0,1	0,3	0,3	1,2	0,6	0,7	1,7	0,7	0,0
		Lehm40	2,5	2,0	1,5	3,2	1,8	2,6	3,5	3,2	3,5	3,5	3,1	1,2	3,1	2,9	3,3	2,3	2,9	3,2	1,4	0,0	0,0
		Schl40	0,9	2,0	2,3	0,5	1,9	1,2	0,5	0,5	0,3	0,2	0,2	1,3	0,8	0,7	0,4	0,3	0,4	0,0	0,1	0,0	0,0
		Kies100	1,0	0,0	0,3	1,6	1,6	1,9	1,0	2,0	1,0	2,8	2,6	3,0	0,5	2,5	1,3	2,2	1,0	2,2	4,9	9,3	9,3
		Sand100	1,8	1,7	1,1	1,1	0,6	1,6	1,4	1,8	1,5	1,4	2,3	2,6	1,6	0,9	1,6	3,3	2,7	2,9	2,9	0,7	0,0
		Lehm100	4,7	4,8	4,1	6,4	3,7	4,9	6,6	5,6	6,6	5,6	4,8	2,7	6,5	5,5	6,2	4,0	5,6	4,9	2,1	0,0	0,0
		Schl100	2,6	3,5	4,6	0,9	3,8	1,7	1,0	0,6	0,8	0,2	0,3	1,8	1,5	1,0	0,9	0,4	0,7	0,0	0,1	0,0	0,0
		Speich40	5,8	6,2	3,9	5,9	5,1	5,3	5,9	5,9	6,0	6,2	5,8	6,1	6,0	5,8	6,2	5,8	6,0	6,3	4,4	1,1	1,1
		Speich100	1,36	1,53	1,45	1,23	1,12	1,18	1,35	1,21	1,33	1,12	1,08	1,15	1,42	1,23	1,31	1,12	1,31	1,12	7,5	2,1	2,1
		Baum	2,6	3,8	2,8	2,6	2,7	2,6	3,2	2,8	3,6	2,4	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,0	4,0	3,6	2,9	1,9	1,9
		Strauch	1,3	1,8	1,0	1,8	1,9	1,8	2,3	3,6	3,4	2,7	3,6	2,4	2,8	2,4	3,6	3,6	1,4	2,6	3,5	3,2	3,2
Kraut	3,2	2,2	3,5	3,7	3,3	3,2	3,2	2,7	3,5	3,0	2,3	3,9	3,8	2,7	3,4	2,4	2,8	3,2	3,4	3,8	3,8		
Licht	3,6	2,7	3,1	3,5	3,4	3,3	3,0	2,7	2,6	2,6	2,5	2,8	2,4	2,4	2,3	2,3	2,2	2,5	2,7	3,0	3,0		
Strate arborese et arbutive																							
<i>Salix alba</i>	Ssa1	89	50	13	78	21	0	19	35	17	5	2	0	3	0	0	5	0	7	0	0	6	
<i>Salix alba</i>	Ssa2	26	0	5	32	5	0	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	
<i>Salix fragilis</i>	Sfa2	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	
<i>Salix purpurea</i>	Sap2	16	0	3	6	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94	
<i>Solanum dulcamara</i>	Sod2	16	0	0	7	0	0	5	1	0	1	0	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Rubus caesius</i>	Ru3	42	100	69	46	84	67	53	43	28	79	38	50	21	62	9	30	41	21	27	65	65	
<i>Rubus caesius</i>	Ruc2	0	33	0	4	11	22	7	8	4	5	11	0	3	28	3	3	5	0	10	29		
<i>Viburnum opulus</i>	Vic2	26	67	10	14	26	0	9	5	4	10	8	0	3	18	2	0	12	0	0	0		
<i>Viburnum opulus</i>	Vic3	5	50	5	4	21	44	16	8	12	65	21	25	5	32	2	17	24	7	8	0		
<i>Populus x canadensis</i>	Pop1	3	0	95	0	3	0	1	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0		
<i>Populus x hybride</i>	Poh1	11	0	0	22	32	11	5	47	8	0	7	8	8	4	2	6	0	7	0	0		
<i>Abus glutinosa</i>	Alg1	5	0	13	19	37	67	12	16	19	9	1	8	3	1	2	2	2	0	0	0		
<i>Abus glutinosa</i>	Alg2	5	0	13	6	16	11	2	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Abus glutinosa</i>	Alg3	0	17	3	3	0	11	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		
<i>Fraxinus excelsior</i>	Fre1	5	33	5	18	63	67	77	36	97	90	57	83	72	57	94	54	32	43	12	6		
<i>Fraxinus excelsior</i>	Fre2	11	17	3	6	47	11	33	21	44	24	38	67	41	61	28	37	28	14	16	6		
<i>Fraxinus excelsior</i>	Fre3	11	50	13	13	47	22	53	20	47	76	48	25	69	70	69	64	98	57	24	12		
<i>Hamulus lupulus</i>	Hul2	5	0	0	8	11	11	0	12	2	3	4	0	3	3	1	0	0	0	4	0		
<i>Hamulus lupulus</i>	Hul3	0	0	0	11	5	22	0	9	0	1	6	0	0	1	0	0	0	0	2	0		
<i>Cornus sanguinea</i>	Cos2	16	50	21	65	58	89	77	95	94	88	89	0	49	68	38	70	12	7	86	53		
<i>Cornus sanguinea</i>	Cos3	0	0	3	29	32	44	28	48	38	74	41	42	15	36	10	31	22	7	65	71		
<i>Crataegus monogyna</i>	Cm2	11	50	0	8	26	33	49	43	61	85	82	33	33	69	68	82	49	36	56	53		
<i>Crataegus monogyna</i>	Cm3	0	17	3	3	11	22	21	22	12	76	36	67	18	45	12	30	44	50	59	71		
<i>Populus nigra</i>	Pop1	21	0	0	24	16	0	35	35	17	16	24	17	0	9	1	10	0	22	65	65		
<i>Populus nigra</i>	Pop2	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71		
<i>Prunus spinosa (fruticans)</i>	Prs2	5	17	5	13	37	33	16	40	43	57	43	8	33	22	13	26	7	7	51	29		
<i>Quercus robur</i>	Qur1	11	100	0	8	5	67	53	26	60	34	86	100	36	36	39	89	39	50	80	12		
<i>Quercus robur</i>	Qur2	0	0	0	1	5	0	7	1	1	2	33	0	5	1	1	5	0	0	39	0		
<i>Quercus robur + spec.</i>	Qur3	11	33	5	3	5	0	5	9	4	29	8	0	8	36	4	18	61	29	41	24		
<i>Prunus spinosa</i>	Prs3	0	17	13	11	5	22	21	15	10	55	30	17	8	15	4	17	10	0	8	24		
<i>Euonymus europaeus</i>	Eue2	0	17	8	3	21	11	7	12	12	23	10	0	10	14	6	10	12	0	0	6		
<i>Euonymus europaeus</i>	Eue3	0	50	15	0	21	0	16	3	4	67	10	50	15	47	2	17	46	7	14	6		
<i>Populus alba</i>	Pop1	0	0	3	7	21	0	2	14	26	27	12	8	18	9	10	7	5	0	0	6		

TABLEAU 8 (TAB. 8) TABLEAU DE FREQUENCE (suite 1)

9 groupes socio-écologiques	A	B	C	D	E	F	G	H	I												
<i>Populus alba</i>	0	17	3	1	11	11	5	8	1	5	6	17	3	3	0	0	2	0	0	29	
<i>Populus alba</i>	0	0	0	4	5	11	7	3	10	40	9	17	5	11	4	7	12	0	0	24	
<i>Abus incana</i>	0	0	8	10	0	78	26	21	25	17	17	0	10	5	23	23	0	7	4	0	
<i>Abus incana</i>	0	0	3	8	16	33	19	19	8	10	12	0	3	3	7	9	0	0	7	4	0
<i>Abus incana</i>	0	17	0	3	0	44	5	8	6	17	9	0	0	0	9	10	0	0	2	6	
<i>Populus x canescens</i>	0	0	0	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	18	
<i>Populus x canescens</i>	0	17	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	12	
<i>Fraxinus alnus</i>	0	17	0	0	5	0	0	2	3	8	3	0	5	1	3	7	5	0	14	0	
<i>Fraxinus alnus</i>	0	17	0	0	0	0	0	1	1	1	1	8	0	0	0	2	7	7	2	0	
<i>Ulmus laevis</i>	0	17	10	3	11	0	0	7	13	7	8	8	3	3	7	3	0	0	2	0	
<i>Ulmus laevis</i>	0	0	13	4	0	11	9	5	17	10	9	0	0	3	4	10	8	2	0	0	
<i>Ulmus laevis</i>	0	0	10	6	0	0	2	0	6	3	1	0	0	0	2	3	0	0	4	0	
<i>Ulmus minor</i>	0	0	3	7	16	11	9	26	18	16	23	8	13	9	4	7	0	0	20	0	
<i>Ulmus minor</i>	5	0	5	10	26	22	16	42	29	40	31	25	13	27	8	20	0	7	47	0	
<i>Ulmus minor</i>	0	0	0	4	16	0	7	16	12	44	13	17	3	22	3	18	7	7	29	0	
<i>Sambucus nigra</i>	0	0	0	29	5	56	33	34	24	8	13	0	26	7	3	6	0	0	0	0	
<i>Sambucus nigra</i>	0	0	0	7	0	11	12	13	13	8	7	8	8	3	2	1	0	0	2	0	
<i>Prunus padus</i>	5	0	3	10	5	22	9	12	46	13	9	0	26	9	9	2	2	7	2	0	
<i>Prunus padus</i>	0	0	3	7	47	56	19	30	58	60	23	75	51	42	21	23	17	7	8	6	
<i>Prunus padus</i>	5	0	0	7	26	22	23	12	15	67	11	75	18	31	8	20	12	14	2	0	
<i>Acer pseudoplatanus</i>	0	0	3	3	16	22	26	12	10	27	14	15	83	57	25	10	29	7	8	0	
<i>Acer pseudoplatanus</i>	0	0	3	3	5	11	28	10	12	38	9	25	51	55	40	17	41	14	4	0	
<i>Acer pseudoplatanus</i>	11	17	13	7	21	11	47	17	24	57	27	8	56	70	50	25	68	36	6	0	
<i>Corylus avellana</i>	0	17	0	0	11	22	26	28	33	49	42	83	44	53	98	99	66	57	39	6	
<i>Corylus avellana</i>	5	17	0	1	11	11	2	7	6	30	7	75	10	30	11	11	56	21	20	6	
<i>Clematis vitalba</i>	0	0	0	3	0	0	19	35	21	23	43	50	33	34	26	20	2	0	27	41	
<i>Clematis vitalba</i>	0	0	0	1	5	0	5	15	10	19	16	83	26	35	10	7	44	29	22	88	
<i>Clematis vitalba</i>	0	0	0	4	0	0	7	17	23	19	21	25	13	12	23	36	0	21	16	24	
<i>Carpinus betulus</i>	0	0	0	0	0	0	7	0	4	5	2	17	13	43	9	8	29	21	10	6	
<i>Carpinus betulus</i>	0	0	0	0	5	0	0	3	1	3	3	58	0	20	3	2	10	0	12	47	
<i>Carpinus betulus</i>	0	0	0	0	5	0	0	1	1	16	3	50	5	27	3	7	39	21	16	27	
<i>Acer platanoides</i>	0	0	3	0	11	0	5	3	0	5	0	0	3	34	3	5	15	0	2	0	
<i>Acer platanoides</i>	0	0	0	0	5	0	0	0	0	2	0	17	0	8	1	0	5	0	4	0	
<i>Acer platanoides</i>	5	17	0	3	0	0	9	5	1	26	7	0	21	39	6	10	61	7	8	0	
<i>Acer campestre</i>	0	33	0	0	0	0	2	1	2	2	3	17	3	42	21	5	36	2	0	0	
<i>Acer campestre</i>	0	0	0	0	5	0	0	0	1	0	2	33	0	1	9	3	10	7	2	0	
<i>Acer campestre</i>	0	0	0	0	0	0	0	5	3	1	2	42	10	7	23	18	39	36	8	12	
<i>Ligustrum vulgare</i>	0	0	0	0	37	22	14	28	37	49	6	21	65	15	56	39	50	92	53	5	
<i>Ligustrum vulgare</i>	0	0	0	0	21	11	16	21	13	77	37	58	13	70	9	39	49	50	78	65	
<i>Lonicera xylosteum</i>	0	0	0	3	11	0	12	27	17	50	90	0	26	61	35	66	46	50	84	41	
<i>Lonicera xylosteum</i>	0	0	0	3	0	0	2	10	3	42	14	58	8	24	4	16	32	43	20	41	
<i>Fagus sylvatica</i>	0	0	0	0	11	5	0	0	0	3	2	8	36	8	3	9	100	0	8	0	
<i>Fagus sylvatica</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0	58	13	9	1	1	46	0	4	0	
<i>Fagus sylvatica</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	6	0	18	5	3	2	80	7	2	0	
<i>Hedera helix</i>	0	0	0	3	0	0	2	2	10	14	8	33	3	28	10	10	0	7	6	0	
<i>Hedera helix</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	1	28	8	83	3	18	0	10	2	0	4	12	
<i>Tilia cordata</i>	5	0	8	4	11	0	12	2	1	3	9	58	23	16	8	21	5	100	37	6	
<i>Tilia cordata + platyphyllos</i>	0	0	0	0	5	11	5	0	0	5	2	42	15	18	7	3	17	50	39	12	
<i>Tilia platyphyllos</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	
<i>Tilia spec.</i>	0	0	8	1	5	0	2	1	1	7	3	50	13	7	8	10	41	43	35	6	
<i>Prunus avium</i>	0	0	0	0	0	11	2	0	1	5	6	8	3	3	2	5	2	7	0	6	
<i>Prunus avium</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	25	0	4	0	2	2	0	0	18	
<i>Prunus avium</i>	0	0	0	0	0	0	5	1	1	3	3	0	13	4	2	3	24	7	0	12	
<i>Juglans regia</i>	0	0	0	0	11	0	2	0	0	1	4	17	3	1	0	1	0	7	2	0	
<i>Juglans regia</i>	0	0	0	0	5	0	0	2	0	0	3	67	3	8	1	1	10	0	10	6	
<i>Juglans regia</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	75	3	4	2	1	17	7	6	18	
<i>Betula pendula</i>	5	0	0	0	0	0	0	5	6	5	20	25	3	14	13	11	2	29	20	35	
<i>Betula pendula</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	6	65	
<i>Malus spec.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7	0	0	
<i>Malus sylvestris</i>	0	0	0	1	0	0	2	0	4	0	2	0	0	0	0	6	0	0	0	0	
<i>Rhamnus cathartica</i>	5	0	0	0	0	0	0	1	1	6	2	0	0	0	3	0	1	0	7	24	
<i>Rhamnus cathartica</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	1	12	7	33	0	1	0	2	0	0	8	24	
<i>Robinia pseudacacia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5	0	2	0	
<i>Robinia pseudacacia</i>	0	0	3	1	0	0	2	1	0	0	6	8	15	12	1	1	7	0	10	41	
<i>Robinia pseudacacia</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	4	8	3	1	0	1	0	0	0	47	
<i>Rosa arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	18	
<i>Rosa canina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	12	
<i>Rubus fruticosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	
<i>Rubus fruticosus</i>	0	0	0	0	5	0	0	1	1	1	0	8	0	0	0	0	0	0	0	24	
<i>Taraxacum officinale</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	4	0	3	11	1	5	2	0	4	0	
<i>Pinus sylvestris</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	8	0	0	3	4	0	0	2	0	24	0
<i>Cornus mas</i>	0	0	3	0	0	0	0	1	1	0	0	42	0	0	0	20	6	0	21	2	0
<i>Berberis vulgaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	6	0	0	4	2	5	2	21	31	6	0
<i>Berberis vulgaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	3	8	0	7	0	1	5	0	10	6	
<i>Viburnum lantana</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	5	15	18	0	0	12	3	14	2	0	69	35	
<i>Viburnum lantana</i>	0	0	0	0	11	0	0	6	2	33	12	25	0	19	1	17	10	7	43	47	
<i>Salix cinerea</i>	0	0	0	1	11	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	24	
<i>Salix caprea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	
<i>Salix elaeagnos</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8	76	
<i>Hippophae rhamnoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	65	

TABLEAU 8 (TAB. 8) TABLEAU DE FREQUENCE (suite 2)

9 groupes socio-écologiques		A	B	C	D	E				F	G	H	I
<i>Juglans nigra</i>	Jun3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ulmus glabra</i>	Ulg1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
<i>Staphylea pinnata</i>	Stp2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Buddleia davidis</i>	Bud3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Populus tremula</i>	Pop2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Populus tremula</i>	Pop3	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	2
Strate herbacée													
<i>Callitriche platycarpa</i>	Capl	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stellaria media</i>	Stne	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bidens spec.</i>	Bisp	32	17	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Lycopus europaeus</i>	Lyeu	21	17	3	22	0	2	0	1	0	0	0	0
<i>Leptoclethrum riparium</i>	Ler4	26	33	13	0	5	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leskia polycarpa</i>	Lep4	21	17	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rorippa amphibia</i>	Roram	32	50	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polygonum mite</i>	Porni	26	33	13	6	0	11	2	0	1	0	0	0
<i>Galium palustre</i>	Gapl	28	67	18	3	11	11	2	0	1	1	0	0
<i>Cardamine anara</i>	Caam	16	0	8	14	0	0	2	1	1	0	0	0
<i>Cardamine pratensis</i>	Capr	5	50	15	8	0	0	2	1	0	2	0	0
<i>Ranunculus repens</i>	Rare	37	83	13	10	0	0	2	0	1	0	0	0
<i>Mentha aquatica</i>	Mesq	16	67	5	1	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Myosotis palustris</i>	Myru	47	50	10	10	0	11	0	0	0	0	0	0
<i>Scutellaria galericulata</i>	Sega	16	33	0	3	0	11	0	0	0	0	0	0
<i>Carex gracilis</i>	Cagr	21	50	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum dulcanara</i>	Sodu	5	33	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aster tradescantii</i>	Astr	5	33	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lysimachia vulgaris</i>	Lyuu	32	33	28	4	21	0	1	1	5	0	0	1
<i>Lythrum salicaria</i>	Lysa	26	17	10	10	16	0	0	0	0	2	8	0
<i>Phragmites australis</i>	Phau	32	50	21	40	32	11	0	1	0	2	0	0
<i>Phalaris arundinacea</i>	Phar	100	83	64	44	42	67	21	5	1	3	2	0
<i>Stachys palustris</i>	Stpa	11	67	13	4	11	11	0	0	0	0	8	0
<i>Calystegia sepium (=Convolvulus)</i>	Csee	42	17	15	8	26	22	2	2	0	2	8	0
<i>Symphytum officinale</i>	Syof	63	83	41	42	32	33	16	13	8	7	4	17
<i>Iris pseudacorus</i>	Ips	63	83	46	44	63	44	26	24	8	10	2	0
<i>Inpatiens glandulifera</i>	Ingl	37	50	74	56	26	67	49	24	6	26	8	17
<i>Carex acutiformis</i>	Caac	5	33	13	39	100	44	21	34	27	48	26	8
<i>Rumex sanguineus</i>	Rusa	42	50	56	18	0	22	12	1	0	5	0	0
<i>Lysimachia nummularium</i>	Lynu	42	67	13	14	26	11	12	3	3	9	1	0
<i>Urtica dioica</i>	Urtd	84	33	92	97	16	78	65	43	41	16	12	17
<i>Ranunculus ficaria (=Ficaria verna)</i>	Rafi	16	17	82	75	16	11	91	23	24	17	3	0
<i>Poa trivialis</i>	Potr	53	67	69	72	5	0	47	14	27	17	3	0
<i>Galium aparine</i>	Gapi	11	17	72	64	21	56	58	27	10	31	6	8
<i>Alliaria petiolata</i>	Alpe	11	0	23	18	0	11	40	16	14	14	3	0
<i>Angelica sylvestris</i>	Ansy	16	17	13	31	26	22	26	29	25	52	14	25
<i>Solidago gigantea</i>	Sogi	42	0	21	39	21	11	19	34	10	10	18	42
<i>Ligustrum vulgare</i>	Liv2	0	0	0	0	37	22	14	28	37	49	64	0
<i>Ligustrum vulgare</i>	Liv3	0	0	0	0	21	11	16	21	13	77	37	58
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	Brsy	0	0	5	29	42	33	42	50	68	71	61	67
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Acp1	0	0	3	3	16	22	26	12	10	27	14	8
<i>Equisetum hyemale</i>	Eqsh	16	17	0	3	16	33	14	15	22	36	24	0
<i>Lamium galieboldon</i>	Lega	0	0	0	11	0	0	16	16	11	7	4	0
<i>Lonicera xylosteum</i>	Lxo2	0	0	0	3	11	0	12	27	17	50	90	0
<i>Lonicera xylosteum</i>	Lxo3	0	0	0	3	0	0	2	10	3	42	14	58
<i>Clematis vitalba</i>	Ch2	0	0	0	3	0	0	19	35	21	23	43	50
<i>Tamus communis</i>	Taco	0	0	0	0	0	0	2	2	1	40	11	8
<i>Aran maculatum</i>	Ama	0	0	0	1	0	0	12	14	11	33	16	17
<i>Anemone nemorosa</i>	Anne	5	0	8	3	5	0	14	17	19	43	21	0
<i>Sanicula europaea</i>	Saeu	0	0	0	0	0	0	2	2	10	26	1	8
<i>Carex sylvatica</i>	Casy	5	17	8	14	26	22	70	53	87	88	61	42
<i>Acer campestre</i>	Acc3	0	0	0	0	0	0	0	5	3	1	2	42
<i>Betula pendula</i>	Bep1	5	0	0	0	0	0	0	5	6	5	20	25
<i>Aegopodium podagraria</i>	Aepo	0	0	8	8	0	0	7	16	10	12	21	25
<i>Conwallaria majalis</i>	Conm	0	17	0	0	11	0	5	5	10	38	14	8
<i>Viola reichenbachiana</i>	Vire	0	0	0	1	5	0	7	9	12	64	19	58
<i>Polygonatum multiflorum</i>	Poru	5	0	0	0	0	0	2	0	5	22	6	42
<i>Hedera helix</i>	Hehe	0	17	23	6	42	0	7	22	40	80	34	25
<i>Hedera helix</i>	Heh1	0	0	0	3	0	0	2	2	10	14	8	33
<i>Paris quadrifolia</i>	Paqu	0	0	3	3	21	11	23	23	31	80	34	58
<i>Glechoma hederacea</i>	Gilhe	11	17	49	58	21	33	53	51	65	62	24	50
<i>Circea lutea</i>	Clu	11	0	13	11	32	33	28	20	58	43	14	42
<i>Inpatiens noli-tangere</i>	Innt	0	0	8	15	0	0	22	19	15	4	5	8
<i>Euthyechium spec.</i>	Ea4	0	0	0	11	0	11	37	17	3	83	8	25
<i>Fissidens taxifolius</i>	Fit4	0	0	0	1	11	0	16	13	3	73	2	0
<i>Plagiommium undulatum</i>	Ph4	5	0	13	6	11	11	19	7	5	66	8	25
<i>Stachys sylvatica</i>	Stsy	11	5	21	16	22	19	24	38	26	30	83	26
<i>Allium ursinum</i>	Akur	0	0	8	11	16	0	42	21	40	33	14	67
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Acp1	0	0	3	3	16	22	26	12	10	27	14	8
<i>Carpinus betulus</i>	Cabl	0	0	0	0	0	0	7	0	4	5	2	17
<i>Acer platanoides</i>	Acpl	0	0	3	0	11	0	5	3	0	5	0	0
<i>Corylus avellana</i>	Coa2	0	17	0	0	11	22	26	28	33	49	42	83
<i>Primula elator</i>	Prel	0	0	0	0	5	0	5	7	2	0	2	0

TABLEAU 8 (TAB. 8) TABLEAU DE FREQUENCE (suite 3)

<i>Fagus sylvatica</i>	Fis1	0	0	0	0	0	11	5	0	0	3	2	8	36	8	3	9	100	0	8	0	0
<i>Fagus sylvatica</i>	Fis2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	58	13	9	1	1	46	0	4	0	0
<i>Fagus sylvatica</i>	Fis3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	6	0	18	5	3	2	80	7	2	0	0
<i>Melica nutans</i>	Meru	0	0	0	0	5	0	0	0	1	1	7	0	3	5	2	6	32	14	57	6	6
<i>Carex alba</i>	Caal	0	0	0	0	0	0	0	8	1	2	6	8	3	8	6	13	12	64	84	12	0
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	Eaam	0	0	0	0	0	0	0	3	0	6	1	0	5	16	2	13	20	36	22	0	0
<i>Helleborus foetidus</i>	Hefo	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	29	4	0	0
<i>Berberis vulgaris</i>	Bev2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	6	0	0	4	2	5	2	21	31	6	0
<i>Carex flacca</i>	Cafl	0	0	0	0	0	0	0	6	2	6	14	0	0	18	15	14	34	29	61	82	0
<i>Carex ornithopoda</i>	Caor	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	4	8	0	1	0	2	10	7	22	47	0
<i>Viola hirta</i>	Vhir	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	8	8	1	2	0	7	0	47	18	0
<i>Vincetoxicum hirsutum</i>	Vhir	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	8	12	0
<i>Euphorbia cyparissias</i>	Eacy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	33	82	0
<i>Dactylis glomerata</i>	Dagl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	2	0	16	47	0
<i>Bromus erectus</i>	Bter	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	6	0
<i>Brachypodium pinnatum</i>	Btpr	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	17	0	0	0	0	0	0	51	41	0
<i>Galium mollugo</i>	Gamo	5	0	3	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0	1	0	0	10	0	22	53	0
<i>Viburnum lantana</i>	Vil2	0	0	0	0	0	0	0	2	5	15	18	0	0	12	3	14	2	0	69	35	0
<i>Hippophae rhamnoides</i>	Hir2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	4	65	0
<i>Populus nigra</i>	Pop2	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71	0
<i>Robinia pseudacacia</i>	Rop2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	4	8	3	1	0	1	0	0	0	47	0
<i>Salix elaeagnos</i>	Sae2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8	76	0
<i>Salix purpurea</i>	Sap2	16	0	3	6	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94	0
<i>Origanum vulgare</i>	Orvu	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	82	0
<i>Poa pratensis subsp. angustifolia</i>	Popr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	8	53	0
<i>Eriogonum annuus</i>	Eria	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	24	0
Autres espèces																						
<i>Scrophularia umbrosa</i>	Scum	11	0	0	7	0	22	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Candollea flexuosa</i>	Ccfk	21	0	3	21	0	11	5	0	0	6	1	0	3	1	0	0	2	0	0	0	0
<i>Festuca gigantea</i>	Fegi	16	0	13	31	5	44	33	16	33	24	11	25	8	8	11	6	24	0	4	0	0
<i>Deschampsia cespitosa</i>	Dece	5	0	3	3	5	22	0	2	3	28	4	0	0	9	2	3	5	7	2	0	0
<i>Dipsacus pilosus</i>	Dipi	11	0	0	11	5	11	0	2	5	1	1	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Listera ovata</i>	Liov	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	6	0	0	5	2	5	2	7	0	0	0
<i>Calluna palustris</i>	Capa	5	0	3	6	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carex renoua</i>	Care	0	33	0	14	0	0	14	1	8	3	0	0	3	0	1	0	5	0	0	0	0
<i>Impatiens parviflora</i>	Impa	5	0	0	3	5	11	0	9	4	2	3	17	3	3	2	8	5	4	0	0	0
<i>Geranium robertianum</i>	Geru	5	0	0	0	0	0	0	3	1	6	1	17	0	1	1	1	17	0	2	18	0
<i>Adoxa moschatellina</i>	Admo	0	0	0	1	0	0	2	0	3	0	1	8	0	0	0	0	0	7	2	0	0
<i>Ajuga reptans</i>	Ajre	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	4	0	3	7	2	0	12	0	0	6	0
<i>Azaron europaeum</i>	Aszu	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	8	1	6	7	7	0	2	0	0
<i>Bromus ramosus</i>	Bra	0	0	0	0	0	11	0	0	0	1	1	0	0	7	2	1	10	0	4	0	0
<i>Carex riparia</i>	Cari	0	0	3	10	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carex strigosa</i>	Cestr	0	0	3	7	0	0	9	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Equisetum cannabinum</i>	Eaca	0	0	0	3	0	0	0	0	3	5	1	50	0	4	1	0	2	0	2	12	0
<i>Filipendula ulmaria</i>	Filul	0	0	0	6	5	0	7	2	4	13	0	0	3	7	0	1	0	0	0	0	0
<i>Fragaria vesca</i>	Five	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	17	0	1	0	1	0	1	0	0	12	0
<i>Geum urbanum</i>	Geur	0	0	3	8	0	33	7	7	13	23	7	33	8	16	2	2	20	0	2	6	0
<i>Lamium maculatum</i>	Lama	0	0	0	15	0	0	5	1	8	2	2	0	3	1	5	0	0	0	0	0	0
<i>Orchis purpurea</i>	Orpu	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantanthera bifolia</i>	Plbi	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	1	1	2	2	0	2	0	0
<i>Scrophularia nodosa</i>	Scro	0	0	0	0	0	0	5	2	3	1	1	8	3	1	1	0	5	0	2	6	0
Autres espèces plus rares																						
<i>Galium spec.</i>	Cusp	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oenanthe aquatica</i>	Oeau	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polygonum hydrophyllum</i>	Popi	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ranunculus scleratus</i>	Rasc	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carex acuta</i>	Caac	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lemna minor</i>	Lemi	5	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ranunculus acris</i>	Raac	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polygonum spec.</i>	Posp	11	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carex elata</i>	Cacl	11	0	5	1	11	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Riccia fluitans</i>	Rirf	5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carex vesicaria</i>	Cave	5	17	5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Serotio palustris</i>	Sepa	5	17	5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spirodella polytricha</i>	Sipp	16	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anthystrgium serpens</i>	Anst	16	17	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
<i>Agrostis stolonifera</i> agg.	Agst	5	0	0	6	0	11	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Elymus caninus</i>	Elea	5	0	0	1	0	11	5	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Daucus carota</i>	Daca	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0
<i>Plagionium cuspidatum</i>	Plcu	11	0	13	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0
<i>Plagionium rostratum</i>	Plro	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7	0	0	0	0	
<i>Thalictrum flavum</i>	Thfl	5	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Veronica hederifolia</i>	Vehe	5	0	10	3	0	0	12	1	0	5	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brachythecium nardatum</i>	Brn	11	0	49	0	16	0	5	1	3	2	6	0	3	7	0	0	32	0	6	24	0
<i>Euthyrschium swartzii</i>	Eaw4	16	50	62	0	26	0	5	0	1	2	0	0	10	15	0	1	24	0	2	0	0
<i>Galeopsis tetradifolia</i>	Gale	16	33	21	3	5	0	7	5	1	3	2	33	0	5	0	0	0	0	0	0	0
<i>Equisetum arvense</i>	Eqa4	21	50	31	4	5	11	12	0	0	3	0	0	3	0	1	2	2	0	0	6	0
<i>Calliergonella cuspidata</i>	Cacl	0	17	0	0																	

TABLEAU 9 (TAB. 9)
EXPLICATION DES VARIABLES ECOLOGIQUES (début)

Abréviations	Signification	Données rentrées dans le tableau
Land	Relevé réalisé du côté badois ou du côté alsacien	
	côté badois	1
	côté alsacien	0
Gw	Niveau du toit de la nappe	
	niveau à 0 - 10cm	1
	niveau à 10 - 20cm	2
	etc....	etc....
Rost	Présence de taches rouilles (oxydo-réduction)	
	taches rouilles à 0 - 10 cm	1
	taches rouilles à 10 - 20 cm	2
	etc..	etc...
Überfl	Durée d'inondation (jours / ans)	
	keine Überflutung	1
	Überflutung einige Tage möglich	2
	Überflutung einige Wochen möglich	3
	Überflutung bis zu einigen Monaten möglich	4
Aue	Niveau de la plaine alluviale - unité fonctionelle	
	ancienne plaine alluviale	1
	plaine alluviale encorred inondable duRhin canalisé	2
	plaine alluviale inondable de la partie non canalisé (au nord d'Iffezheim)	3
Kiesabst	Niveau du toit du graviers	
	graviers à partir de 0 - 10 cm	1
	graviers à partir de 10 - 20 cm	2
	etc....	etc...
Kies40	Épaisseur du gravier relative au profil du sol de 0 - 40 cm	
	absence de graviers	0
	10cm d'épaisseur de gravier dans le profil	1
	20cm d'épaisseur de gravier dans le profil	2
	30cm d'épaisseur de gravier dans le profil	3
	40cm d'épaisseur de gravier dans le profil	4
Sand40	Épaisseur du sable relative au profil du sol de 0 - 40 cm	
	absence de sable	0
	10cm d'épaisseur de sable dans le profil	1
	etc..	etc..
	40cm d'épaisseur de sable dans le profil	4
Lehm40	Épaisseur du limon-sable relative au profil du sol de 0 - 40 cm	
	absence de limon-sable	0
	10cm d'épaisseur du limon-sable dans le profil	1
	etc..	etc..
	40cm d'épaisseur du limon-sable dans le profil	4
Schl40	Épaisseur du limon relative au profil du sol de 0 - 40 cm	
	absence de limon	0
	10cm d'épaisseur de limon dans le profil	1
	etc..	etc..
	40cm d'épaisseur de limon dans le profil	4
Kies100	Épaisseur du gravier dans le profil 0 - 100 cm	
	absence de gravier	0
	10cm d'épaisseur de gravier dans le profil	1
	etc..	etc..
	100cm d'épaisseur de gravier dans le profil	10
Sand100	Épaisseur du sable relative au profil du sol de 0 - 100 cm	
	absence de sable	0
	10cm d'épaisseur de sable dans le profil	1
	etc..	etc..
	100cm d'épaisseur de sable dans le profil	10

TABLEAU 9 (TAB. 9)
EXPLICATION DES VARIABLES ECOLOGIQUES (fin)

Lehm100	Épaisseur du limon-sable relative au profil du sol de 0 - 100 cm	
	absence de limon-sable	0
	10cm d'épaisseur de limon-sable dans le profil	1
	etc..	etc..
	100cm d'épaisseur de limon-sable dans le profil	10
Schl100	Épaisseur du limon relative au profil du sol de 0 - 100 cm	
	absence de limon	0
	10cmd'épaisseur de limon dans le profil	1
	etc..	etc..
	100cmd'épaisseur de limon dans le profil	10
Speich40	capacité de rétention relative au profil du sol de 0 - 40 cm	
	valeur calculée (mm / 4 dm)	xy
Speci100	capacité de rétention relative au profil du sol de 0 - 100 cm	
	valeur calculée (mm / 10 dm)	xy
Baum	Recouvrement de la strate arborescente	
	recouvrement <25%	15
	recouvrement 25-50%	37,5
	recouvrement 50-75%	62,5
	recouvrement >75%	87,5
Strauch	Recouvrement de la strate arbustive	
	recouvrement <25%	15
	recouvrement 25-50%	37,5
	recouvrement 50-75%	62,5
	recouvrement >75%	87,5
Kraut	Recouvrement de la strate herbacée	
	recouvrement <25%	15
	recouvrement 25-50%	37,5
	recouvrement 50-75%	62,5
	recouvrement >75%	87,5
Licht	Luminosité dans le peuplement	
	sombre (<5%)	2,5
	peu claire (5-25%)	15
	assez claire (25-50%)	37,5
	claire à très claire (>50%)	75