Colloques phytosociologiques	IX	Les forêts alluviales	Strasbourg 1980

DYNAMIQUE DES AULNAIES NOIRES DE LA RIVE SUD DU LAC DE NEUCHATEL (Suisse) *

par Christian ROULIER

12 bis, rue du Buron
CH - 1400 Yverdon

RESUME

La rive sud du Lac de Neuchâtel possède 780 hectares de marais non boisés et une surface équivalente de forêts riveraines. Vu leur origine récente (100 ans), ces forêts humides poursuivent encore actuellement une dynamique naturelle. C'est le cas de l'aulnaie noire, apparentée à l'*Alnion glutinoso-incanae*.

Cette forêt est liée aux cônes d'alluvions de ruisseaux provenant de l'arrière-pays agricole et déposant leurs sédiments dans la zone riveraine. Quatre phases ou stades évolutifs ont été décrits, caractérisés tant floristiquement qu'écologiquement. Ces phases se succèdent en fonction de l'âge de la forêt et de l'épaisseur des sédiments.

A la fin de l'étude est abordé le problème de la conservation de l'aulnaie noire car cette forêt a une tendance naturelle à évoluer vers un peuplement moins humide comme la frênaie.

ZUSAMMENFASSUNG

Das Südostufer des Neuenburgersees besteht aus 7,8 km^2 Ried und ebensoviel Uferwald. Diese jungen Feuchtwälder (100 Jahre) stehen noch heute in dynamischer Wandlung ; soeben der mit dem *Alnion glutinoso-incanae* verwandten Schwarzerlenwald.

Dieser Uferwald ist mit der vom Agrarhinterland stammende kegelförmige Alluvionenzufuhr der Bäche verbunden. Vier verschiedene Phasen oder Wandelstadien sind beschrieben worden, die sowohl botanisch als auch ökologisch bezeichnend sind, in einer Nachfolge die vom Bestandesalter und von der Bodensatzhöhe abhängig ist.

Am Ende der Studie wird noch die Frage der Erhaltung des Schwarzauenwaldes behandelt, denn diese Pflanzengesellschaft zeigt eine natürliche Neigung zum Austrocknen und sich zum Beispiel zu einer Eschengesellschaft zu entwickeln.

** Cette étude constitue une partie du travail de licence présenté en novembre 1980 à l'Institut de Botanique de l'Université de Neuchâtel (Suisse).*

1. GENERALITES SUR LES FORETS RIVERAINES DE LA RIVE SUD DU LAC DE NEUCHATEL

Si la rive sud du Lac de Neuchâtel possède une valeur naturelle exceptionnelle, c'est grâce à la présence de 780 hectares de marais non boisés et à une surface identique de forêts riveraines.

Les forêts humides appartiennent à l'écosystème riverain tant comme extrémité de la zonation que comme milieu de vie d'espèces animales liées au marais.

La plupart des forêts riveraines naturelles consistent en fourrés broussailleux ou en jeunes futaies d'une composition floristique très variée. On y remarque en particulier une grande diversité en essences ligneuses ; les trois strates arborescente, arbustive et herbacée sont souvent bien développées.

KELLER (1969-1970) note que le laps de temps écoulé depuis la première correction des eaux du Jura n'est pas suffisant pour que les groupements forestiers aient pu atteindre leur climax ; ceci rend difficile leur classement dans le système phytosociologique.

On peut cependant déterminer certaines tendances évolutives des forêts vers des associations végétales connues. Ponctuellement, des peuplements remarquablement purs se sont tout de même installés ; il s'agit principalement de forêts d'aulne noir (*Alnus glutinosa*), d'aulne blanc (*A. incana*), de saule blanc (*Salix alba*) et de pin sylvestre (*Pinus silvestris*). Nous avons particulièrement étudié la forêt d'aulne noir de Champ-Pittet (Yverdon).

2. METHODE DE TRAVAIL

2.1. Méthode de relevés et de mesures

Sur une fiche de terrain standard ont été réunies toutes les indications prises habituellement lors d'un relevé de végétation selon la méthode de BRAUN-BLANQUET et PAVILLARD (1928).

L'âge de l'essence arborescente dominante (l'aulne noir principalement) a été déterminé au moyen d'une tarière dendrologique. La hauteur des arbres a été mesurée à l'aide d'un dendromètre et la hauteur du niveau de la nappe phréatique avec des piézomètres.

De cette manière, 25 relevés ont été effectués en forêt d'aulnes. Les trois strates arborescente, arbustive et herbacée ont été distinctement séparées dans le tableau de végétation général (I et II) placé à la fin de ce travail.

Des renseignements plus précis sur les méthodes de travail peuvent être obtenus chez l'auteur.

2.2. Les transects

Nous avons utilisé la méthode du transect de végétation pour décrire les phases évolutives de la forêt d'aulne noir.

Sur le premier cône d'alluvions (fig. 1) est situé le premier transect. Il est piqueté, rectiligne et mesure exactement 100 mètres de longueur. Tous les 20 mètres se trouve un piézomètre atteignant un mètre de profondeur. Six relevés (2, 3, 14, 15, 18 et 21) y ont été effectués, le plus près possible des piquets.

Sur le deuxième cône d'alluvions est situé le deuxième transect, non piqueté. Il n'est pas rectiligne et mesure approximativement 100 mètres de longueur. Nous y avons effectué huit relevés (1, 4, 5, 6, 10, 19, 23 et 25), espacés de dix à vingt mètres.

Le troisième transect se trouve sur la partie sèche du deuxième cône. Il est rectiligne et muni d'un piézomètre. Nous y avons effectué quatre relevés (17, 20, 22 et 24).

Les relevés 13 et 16 ont été effectués en dehors des transects.

Remarque : les résultats de l'étude des transects auraient pu, à eux seuls, faire l'objet du présent article. Mais ils auraient eu une valeur trop ponctuelle. Nous avons préféré inclure également les quelques relevés effectués dans d'autres sites de la rive sud et les grouper sous la forme du tableau général (I et II) placé à la fin de ce travail.

3. SITUATION DE LA FORET D'AULNE NOIR DE CHAMP-PITTET

Sur le plan de situation à l'échelle 1/5.000 (fig. 1), on constate que la forêt d'aulne noir de Champ-Pittet couvre une surface de trois hectares entre la voie de chemin de fer (au nord) et le bas de la falaise (au sud). Cette surface est limitée à l'ouest et à l'est par des clairières couvertes de prairies à laîches ou à roseaux.

La petite surface située au nord de la route s'est installée par suite de l'alluvionnement du ruisseau provenant du massif principal.

L'alimentation de l'aulnaie en eau et en alluvions est assurée par deux ruisseaux permanents. Comme nous l'expliquons plus bas, la présence de ces deux cours d'eau constitue le facteur déterminant la présence de l'aulnaie noire à cet endroit. Le troisième ruisseau est temporaire et n'a pas d'influence sur la végétation.

Sur le plan à l'échelle 1/1.250 (fig. 2) figure le détail de la surface principale de l'aulnaie noire. La cartographie de cette zone est approximative ; elle décrit la situation de juin 1978.

Les courbes de niveau sont factices ; elles donnent cependant une idée de la topographie des deux cônes d'alluvions. On remarque d'autre part la limite artificielle créée par la voie de chemin de fer.

En juin 1978, le cours des deux ruisseaux se dirigeait à l'ouest. Ce faisant, il délimitait deux parties sur chaque cône :

- une partie humide alimentée directement par le ruisseau (partie ouest des cônes),
- une partie "sèche", à l'opposé de la première, alimentée par l'eau de la nappe phréatique (partie est des cônes).

Les deux cônes se jouxtent dans la partie centrale du massif ; ils ont à peu près les mêmes dimensions. Le premièr cône est partiellement draîné par des canaux artificiels actuellement non entretenus.

Entre les deux cônes subsiste une relique de prairie à choin. De faible surface (environ 50 mètres carrés), elle est actuellement remblayée par les alluvions du ruisseau et envahie par l'aulnaie noire.

Le cours des ruisseaux varie au hasard des crues ; actuellement (printemps 1980), le premier ruisseau se sépare en deux bras dès son arrivée sur le cône. Il inonde également la partie "sèche".

Nous sommes donc placés devant un système éminement instable car :

- les conditions hydriques peuvent changer,
- la végétation arborescente et herbacée poursuit sa propre dynamique, dynamique relativement rapide pour un milieu forestier (voir plus loin).

FIGURE 1

PLAN DE SITUATION DES FORETS D'AULNE NOIR

Région de Champ-Pittet, état en juin 1978

Echelle : 1 : 1250

25 : emplacement de relevé (no)

⊗ : emplacement de piézomètre.

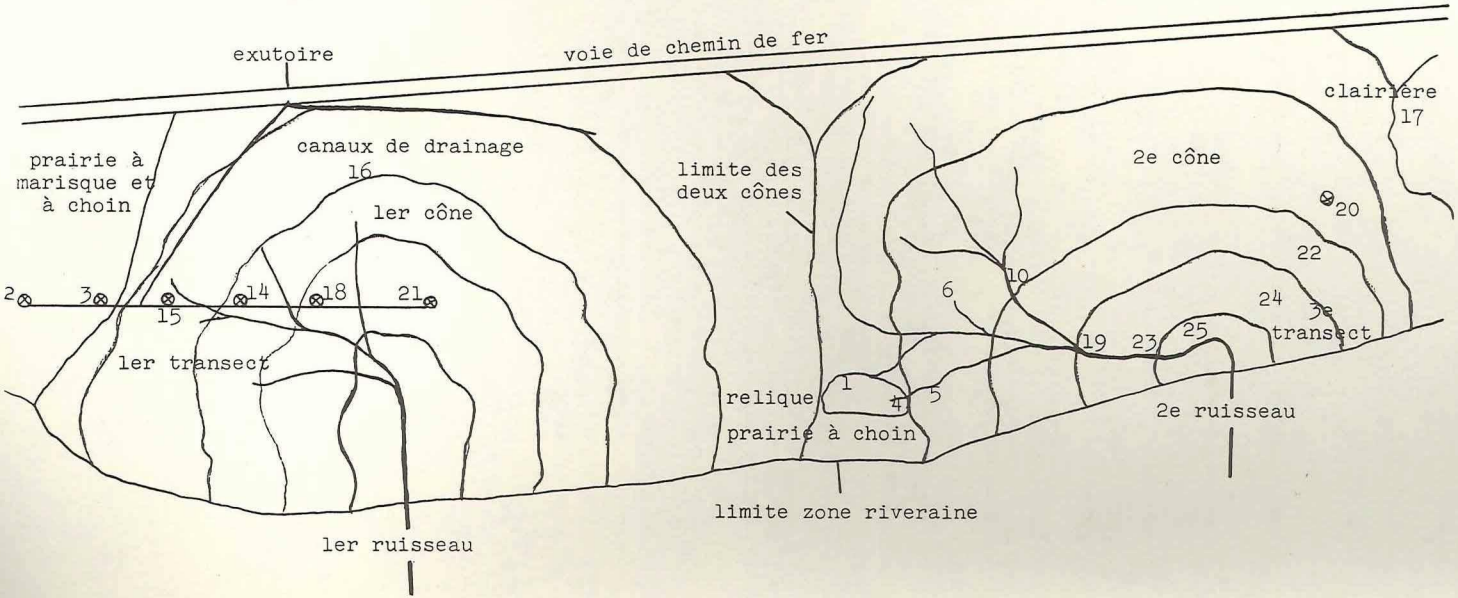


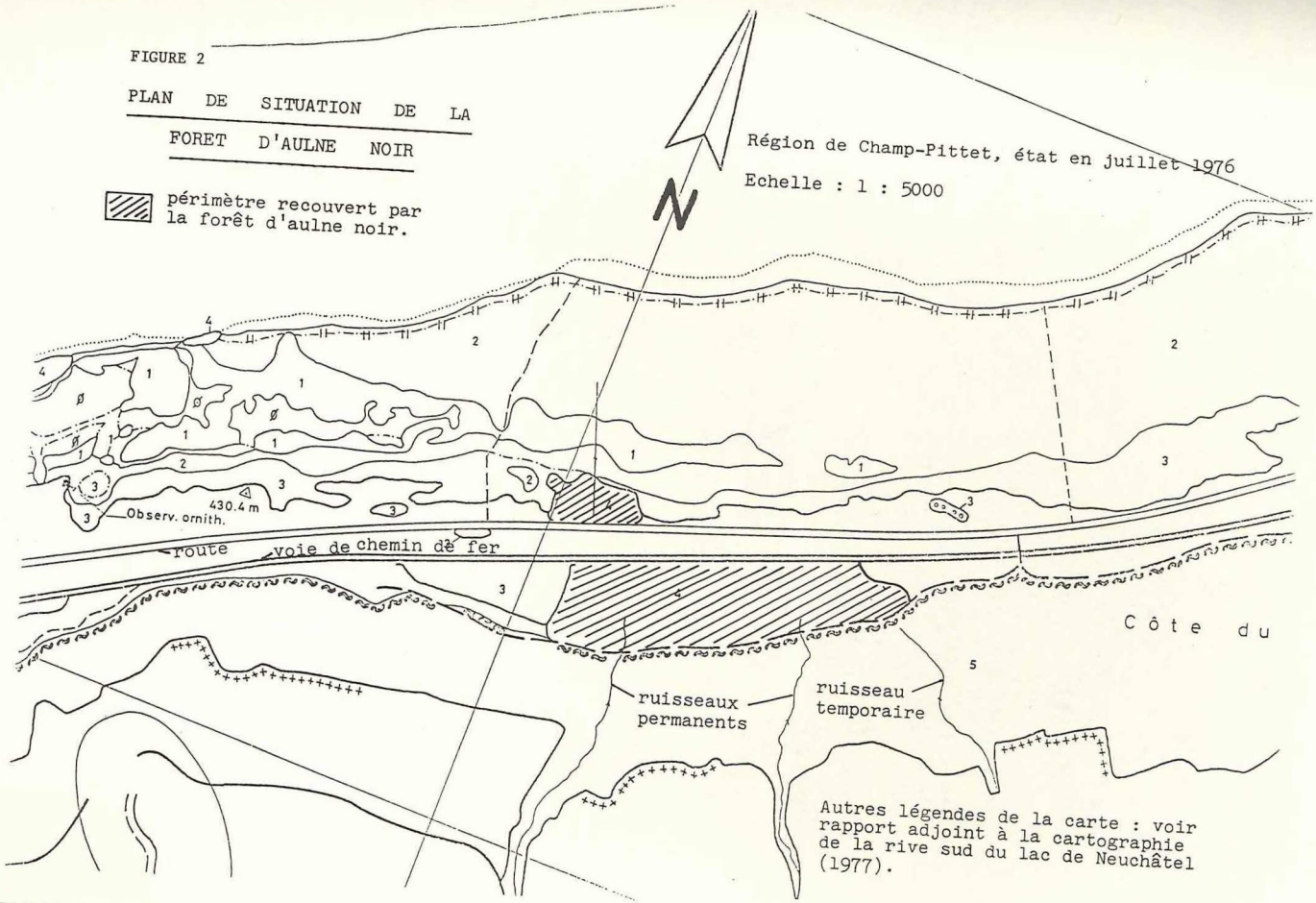
FIGURE 2

PLAN DE SITUATION DE LA FORET D'AULNE NOIR

périmètre recouvert par la forêt d'aulne noir.

Région de Champ-Pittet, état en juillet 1976

Echelle : 1 : 5000



Autres légendes de la carte : voir rapport adjoint à la cartographie de la rive sud du lac de Neuchâtel (1977).

4. LES AULNAIES NOIRES

Depuis plusieurs années, nos promenades nous amènent à parcourir les forêts d'aulne noir de la région de Champ-Pittet. Nous aimons l'aspect sauvage et luxuriant de ces peuplements ; cette particularité est due à plusieurs facteurs :

- la présence de l'aulne noir, espèce peu fréquente dans la région d'Yverdon, caractérisé par son port relativement bas, son tronc souvent tordu et ses feuilles échancrées vert brillant,

- la présence d'une exubérante végétation herbacée et de nombreuses lianes,

- la présence d'eau courante à la surface du sol, inondant la végétation en permanance.

De telles forêts, absolument naturelles, sont devenues rares le long de la rive sud du Lac de Neuchâtel car le substrat humide et profond qu'elles colonisent convient particulièrement bien à la culture du peuplier carolin, d'un rendement forestier bien supérieur ; elles n'en constituent pas moins un élément de haute valeur pour la protection de la nature et du paysage.

Outre la conversion en peupleraies, certaines aulnaies de Font et de Chabrey ont été asséchées suite à la canalisation du ruisseau qui les alimentait. L'effet sur la flore est rapide : on assiste à la prolifération d'espèces comme l'ortie (*Urtica dioica*) ou la laîche des marais (*Carex acutiformis*).

Du point de vue scientifique, les forêts d'aulne noir constituent un lieu d'étude propice grâce à la richesse de leur flore et à la rapidité de leur dynamique ; l'aulnaie noire de Champ-Pittet n'a que soixante ans et l'on peut déjà décrire plusieurs stades évolutifs allant de la jeune forêt colonisant les prairies humides à la forêt "sénile" en cours de colonisation par le frêne.

De belles aulnaies se développent également dans la réserve de Cheyres ; elles ont été très brièvement étudiées par L. KELLER en 1969-1970. Ces forêts sont actuellement dans une phase explosive de colonisation des prairies à laîches.

D'autres aulnaies de faibles étendues se développent à Chabrey et à Cudrefin.

5. SYSTEMATIQUE PHYTOSOCIOLOGIQUE

La classification systématique de nos relevés est malaisée à établir en raison de la jeunesse de cet écosystème. Les forêts d'aulne noir étudiées n'ont pas encore atteint le stade final de leur évolution : il s'agit de stades évolutifs ou de phases. C'est donc le rôle que les espèces jouent dans la dynamique que nous avons retenu lors de cette étude.

D'une manière générale, les espèces du tableau général se rattachent à deux groupes principaux :

- les espèces des prairies humides dont certaines sont caractéristiques du *Magnocaricion*, du *Sparganio-Glycerion*, du *Caricion davallianae*, du *Molinion*, du *Calthion* ou d'autres alliances prairiales,

- les espèces des forêts feuillues appartenant à la classe des *Fraxino-Fagetea*. Comme la systématique de ces forêts est actuellement sujette à des remaniements, nous nous sommes basés sur les travaux récents de MOOR (1976 et 1978) pour rattacher nos relevés à des groupements déjà décrits. Cet auteur distingue deux types d'aulnaies :

. les aulnaies des sols tourbeux (Erlenbruchwälder) de la classe de l'*Alnetea glutinosae*. L'aulne noir y forme le peuplement. Ces aulnaies se caractérisent par l'absence complète des espèces du *Fagetalia silvaticae* à cause de leurs conditions écologiques extrêmes : tourbe, inondation,

. les aulnaies de sols alluviaux (Erlenauenwälder). Elles sont périodiquement inondées et appartiennent à la classe des *Fraxino-Fagetea*. L'aulne blanc et l'aulne noir y forment les peuplements, le premier dans les sols calcaires, le second dans les sols siliceux. Ces forêts constituent l'*Alnion glutinoso-incanae* et forment, avec le *Fraxinion*, l'*Alno-Fraxinetalia*.

Certains de nos relevés sont proches des aulnaies alluviales ; *Circea lutetiana*, *Ranunculus ficaria* et *Carex pendula* caractérisent l'*Alno-Fraxinetalia*. Certains relevés (18 à 25) ont une composition herbacée proche de celle du *Carici remotae-Fraxinetum* et du *Pruno-Fraxinetum* (Ellenberg, Klötzli 1972, Dierschke et al. 1973). D'autres relevés (8 à 17) possèdent des espèces telles *Carex acutiformis*, *Galium palustre*, *Solanum dulcamara* et *Lysimachia vulgaris* que BODEUX (1955), ELLENBERG et KLOTZLI (1972), ainsi que LANG (1973), considèrent comme fidèles ou caractéristiques de l'*Alnetea glutinosae*. Mais ces espèces ont une distribution trop large le long de la rive sud pour pouvoir caractériser nos forêts.

6. ECOLOGIE

De nombreuses études ont été effectuées en Suisse sur la composition floristique et l'écologie des forêts d'aulne noir de sols tourbeux (BODEUX, 1955 ; MOOR, 1958 ; KLOTZLI, 1969 ; GINGINS, 1976). Le *Carici elongatae-Alnetum* se développe sur un sol tourbeux acide ou sur un anmoor, dans des conditions d'inondation quasi-permanentes.

Nos observations concordent bien avec les données bibliographiques en ce qui concerne le régime hydrique. Par contre, les conditions pédologiques des aulnaies de la rive sud du Lac de Neuchâtel diffèrent. Les aulnaies étudiées sont toutes inféodées aux cônes de déjection de ruisseaux. Ces ruisseaux proviennent de l'arrière-pays agricole, dévalent la forêt de pente en lui infligeant une sévère érosion puis se perdent dans la zone riveraine. Les sédiments transportés par le cours d'eau sont alors étalés sous la forme d'un cône d'alluvions que le ruisseau inonde en permanence. Au bord du Lac de Neuchâtel, il s'agit donc plutôt d'aulnaies alluviales.

Comparée aux pentes que nous avons rencontrées dans les groupements non boisés, la déclivité des cônes d'alluvions est importante. La déclivité des deux cônes de Champ-Pittet est de 1,3 et 3,5%. Celle des associations végétales environnantes est comprise entre 0 et 0,5%.

Le sol est généralement minéral à cause de l'apport régulier d'alluvions. Seules cinq stations sur 25 présentent une importante couche humifère. Mais la présence de matière organique dans le sol ne semble pas influencer la strate herbacée de manière déterminante. Deux éléments caractérisent encore ces sols alluviaux (voir tableau général I et II) :

- la présence de plusieurs horizons superposés de textures variées (relevés 7, 9, 10, etc..) correspondant à différents régimes du ruisseau,

- la présence de blocs de grès ou de marnes à l'intérieur du profil, ceux-ci étant naturellement concentrés au sommet du cône (relevés 21, 23, 25).

L'étude des piézomètres nous a permis de déterminer que la forêt d'aulne noir est un groupement végétal qui n'est pas sous l'influence de la nappe

Ch. ROULIER

Forêts d'aulnes (tableau général I)

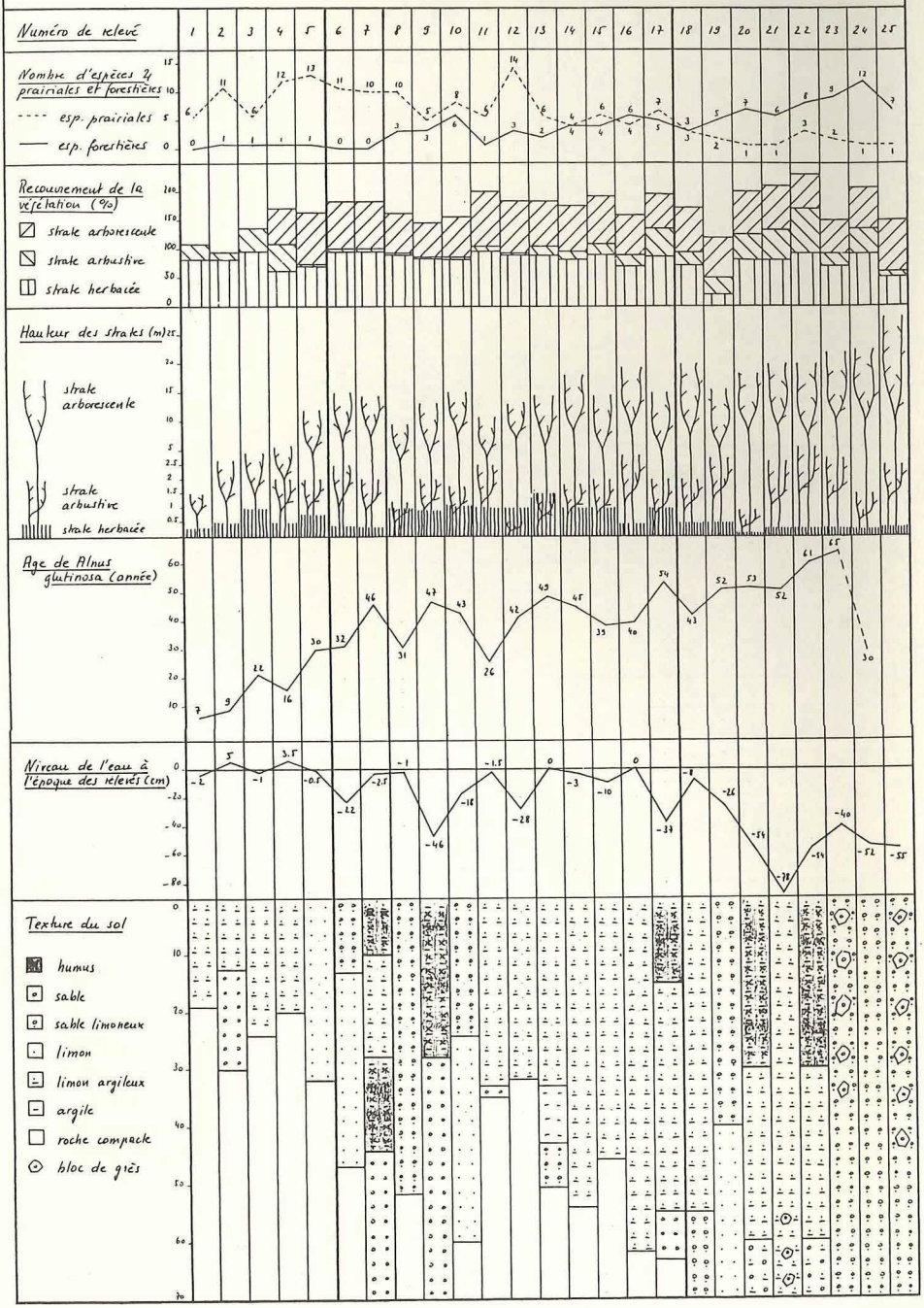
Lieu	Chaim 1	Chom 1	Chom 1	Chaim 2	Chaim 2	Chaim 2	Chey	Port	Chey	Chaim 2	Chaim	Port	Chaim	Chaim 1	Chaim 1	Chom	Chom	Chaim 1	Chaim 2	Chaim 2	Chaim 2	Chaim 3	Chaim 3	Chaim 3	Chaim 2	Chaim 2	Chaim 2	
Date (1978)	26.6	16.6	26.6	16.6	16.6	9.6	27.6	28.6	28.7	9.6	26.6	28.6	16.6	26.6	26.6	30.6	3.7	26.6	9.6	3.7	16.6	3.7	3.6	30.6	9.6			
Surface (m²)	40	30	50	40	40	40	40	60	100	50	40	40	40	50	40	60	50	40	50	120	40	120	30	40	35			
Ancien numéro	1	14	2	13	12	11	17	21	A0,	10	15	10	17	4	3	16	25	5	9	24	6	23	8	22	7			
Nouveau numéro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25			
Nombre d'espèces	12	22	9	26	23	17	22	15	13	23	20	24	17	15	25	27	23	21	20	16	24	27	23	33	23			%
Esp. caractéristiques																												
V Alnus glutinosa				4.1	5.1	5.2	4.1	4.1		4.1	5.2	5.2	5.2	5.1	4.1	4.1	4.1	4.1	3.1	5.1	3.1	4.1	4.1	2.1			20
V Alnus glutinosa	1.1	2.1	3.1	1.1	+	1.1		+			1.1				1.1	+	+		+	+	+	+	+					16
V Alnus incana							1.1	1.1	5.1						1.1				1.1			2.2		1.1				7
V Alnus incana	+	+		1.1				1.2	1.1	1.1	+		+		1.1			+	1.1					ro				12
V Fraxinus excelsior																		1.1			3.1		1.1	3.1	2.2			5
V Fraxinus excelsior	+	+		1.1	1.1	1.1	1.1	+		1.1		1.1	2.1	2.1	1.1	2.2	3.1	1.1	2.1	3.1	1.1	4.3	2.2	2.2	1.1			22
2 Fraxinus excelsior (semis)							+				+	1.1		1.1	+	+									+			7
V Espèces compagnes																												
Hedera helix sur V										+										1.1		1.1	+	1.1	+			6
Salix alba																					1.1			2.1	+			3
Fagus silvatica																									4.1			1
V Espèces différentielles																												
D_I Frangula alnus	1.1	2.1		2.1							1.1																	4
Pinus silvestris	+	+																										2
Daphne Mezereum		+			r																							2
Betula pendula				+																								1
D_{II} Evonymus europeus									1.1	+	+		+	1.1	1.1	+	1.1	+			+	+	+	2.2	+			14
Viburnum opulus													1.1	+	1.1	1.1		1.1	1.1	+	1.1	1.1	+	+	+			12
Ligustrum vulgare											+					r	+	+	+	1.2	2.1			1.1	1.1			5
Lonicera xylosteum				ro							+	+	+			1.1	1.1							1.1				7
Cornus sanguineum													1.1		+		1.1					r	+	+	1.1			7
Viburnum lantana															+	r	+				+	1.1		+				6
Rubus caesius												+		+							1.1		1.1	2.1	+			6
Corylus avellana																+					3.1			+	1.1			4
Ribes sylvestre																			1.1		+		+		1.2			4
Acer pseudoplatanus																	1.1			+		+						3
Quercus robur															r			r				r						3
Prunus padus												+																1
2 Espèces différentielles																												
D_I Cirsium palustre	+	1.2	1.1	1.1	+		r																					6
Schoenus nigricans	5.5	3.3		1.2																								3
Molinia coerulea	2.3	2.3		1.2																								3
Orchis maculata	+				+	r																						3
Solidago canadensis				+	1.3																							2
Gymnadenia conopea		r		r																								2
Cladium mariscus			5.5																									1
Polygonum bistorta		+.2																										1
Carex hostiana		1.1																										1
Carex panicea		+																										1
Sanguisorba officinalis		+																										1

D_2 Veronica beccabunga				1.3	4.4	4.4																		3
D_3 Galium palustre		r	+	+	+	+.2	+		1.1	+	+	+	+	1.1		+								13
Solanum dulcamara			+	1.1	1.1	1.1	1.1	+	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.3									13
Lysimachia vulgaris		1.1			1.1	+.3	1.1		+		1.1	+	1.1	+	+									10
Eupatorium cannabinum	+	1.1	2.2	1.3	+	1.1		1.1	+	+				+										10
Epilobium hirsutum		+	1.1	+		+.2		+		+	1.1			+		+								9
Humulus lupulus			+	r				+.2	+		+	1.1	+	+	1.1									9
Lythrum salicaria	+		+	1.3	+			+		1.1		+				1.1								8
Scutellaria galericulata			+		+		+			+	1.2	+.2		+										7
Filipendula ulmaria				+	+	r			+		+						r							6
Mentha aquatica	.	1.2	1.1	3.3	1.1	+.3					1.3													6
Phragmites communis	+		1.1	r			+									2.2								5
Iris pseudacorus			+							1.3	+.3	1.1												4
Carex elata			+				+.3				+°													3
Poa trivialis (cu palustris)			+				+.3																	2
Cardamine amara				+		1.1																		2
D_4 Carex acutiformis			1.3				4.3	5.5	4.4	5.3	5.5	5.5	4.4	3.3	3.3	2.1	1.1			+				13
Convolvulus sepium										+	1.3			1.3										3
Carex riparia							2.2	1.2																2
Phalaris arundinacea											1.3													1
Epilobium palustre											+.2													1
D_5 Circea lutetiana							+	+	1.1	1.1	+°	1.1	1.1	+	1.1	2.2	3.3	+	2.2	2.2	1.1	3.2	1.2	3.2	18
Hedera helix (rampant)									+				r	r	2.2	3.3	+	1.1	4.4	3.2	4.4	2.2	4.4	2.2	13
Geranium robertianum									+					+	+	r	+	+		+		+			8
Geum urbanum											r					+			+		+.2	+	+		6
Ranunculus ficaria									1.1						2.3			1.2	r			1.1		1.1	6
Tamus communis														+	r						+		+		4
Paris quadrifolia									+						r						r		r		4
Scrophularia nodosa													r			+									2
Impatiens nolli-tangere								+																	1
Carex pendula																+									1
D_6 Primula elatior							r										+	+	+	1.1	+	1.1		+	8
Lamium galeobdolon									+						1.1	3.2		2.1	1.1	2.2	2.1	1.1	2.2	2.2	7
Brachypodium silvaticum																+.2		+	+.3	+		+	+.3		6
Carex silvatica							r°												+.2	+	+		1.3		5
Arum maculatum																					+	+	+	+	4
Equisetum hiemale																						+.2	+	1.1	3
Anemone nemorosa																						+			1
Stachys silvatica																							1.2		1
Pulmonaria officinalis																							+.2		1
Allium ursinum																							r		1
Viola silvestris																							1.1		1
Espèces compagnes																									
Caltha palustris				+.2	2.2	r	+.2	r	2.2		+.2				+	+	2.2	1.2			+	+			13
Angelica silvestris				1.1	+	1.2	+		+	+	1.1		1.1	1.1	+				+		1.1				12
Galium aparine						+.2			+						+		+	+						+	6
Valeriana dioeca				+	+				+		r											1.1			5
Deschampsia caespitosa			+								+.2				r		1.1			+					5
Glechoma hederaceum												1.3						+			1.1			+	4
Equisetum arvense																+		+			1.1		+		4
Ranunculus repens						r			1.3												r			+	4
Sambucus nigra					+													+		1.1					3
Rosa sp.															r			+							2

Accidentelles : Viccia cracca (rel 2 ; +) Knautia silvatica (2 ; 2.1) Carex flacca (2 ; +) Euphorbia amygdaloïdes (2 ; r) Calamagrostis varia (2 et 4 ; + +) Tussilago farfara (4 ; +) Picea abies (4 et 5 ; r° +°) Impatiens parviflora (5 ; +) Urtica dioeca (7 ; +.2) Epilobium sp. (7 ; r) Lycopus europeus (7 ; +.2) Epilobium montanum (7 ; +.2) Salix caprea (4 et 18 ; + 1.1) Salix triandra (16 et 18 ; + +) Ajuga repens (16 et 24 ; + +) Veronica montana (18 ; 1.1) Carpinus betulus (21 ; 2.1) Acer campestre (21 ; 1.1) Oxalis acetosella (22 ; +.3) Heracleum sphondylium australe (22 ; r) Epilobium obscurum ou tetragonum (18 ; +) Abies alba (24 ; r°) Prunus avium (24 ; r)

Ch. ROULIER

Forêts d'aulnes (tableau général II)



phréatique lacutre, car elle est placée à une altitude plus élevée (bas du premier cône de Champ-Pittet : 431,50 mètres, au niveau maximum du Lac : 430,50 mètres). C'est donc le ruisseau qui crée et maintient une nappe phréatique locale et superficielle. Cette nappe subit de faibles variations tant que le cours d'eau l'alimente. En cas de sécheresse ou de changement de cours du ruisseau, le niveau de la nappe s'abaisse rapidement à une profondeur minimale de 40 centimètres. L'aulne noir, malgré ses racines traçantes, semble tout de même disposer en tout temps d'une réserve d'eau suffisante.

7. QUESTIONS, HYPOTHESES

Quelle végétation était installée à l'emplacement des deux cônes de Champ-Pittet avant la première correction des eaux du Jura ? Le bas du premier cône est à 431,50 mètres d'altitude ; le niveau moyen du lac avant la première correction des eaux du Jura était de 432,01 mètres. Il y a 110 ans, le bas de ce cône, actuellement couvert d'un *Schoenetum nigricantis* et d'un *Cladietum marisci*, devait donc se trouver dans la zone de rivage. Les alluvions des ruisseaux étaient probablement emportées et répandues ailleurs par les courants côtiers. Il est probable que la végétation d'alors était une roselière ou peut-être un *Magnocaricion* humide.

Actuellement, le niveau de l'eau est si proche de la surface qu'on peut se demander pourquoi la forêt d'aulne noir a pris pied et non pas une prairie à laîches ou même une roselière ?

L'apport régulier d'alluvions lors de crues semble le facteur déterminant l'implantation puis le maintien de l'aulnaie ; les espèces dominantes - l'aulne noir, l'aulne blanc, les saules et le frêne - sont des essences qui rejettent de souche. Elles ne doivent ainsi pas souffrir du remaniement répété de la surface du sol. Ces conditions doivent également convenir à un certain nombre d'herbacées vivaces de grande taille, telles *Carex acutiformis*. Par contre, les diaspores des herbacées annuelles doivent subir une sévère sélection, ce qui peut expliquer leur faible nombre dans la zone inondée (relevés 1 à 7).

8. ANALYSE DU TABLEAU

8.1. Présentation du tableau

Vu la difficulté de définir de bonnes espèces caractéristiques des aulnaies alluviales, nous avons adopté une présentation du tableau axée principalement sur la dynamique ; ainsi les relevés ont été classés en fonction du degré d'évolution de la forêt :

- à gauche du tableau figurent les relevés de la très jeune aulnaie au stade de la colonisation des prairies à laîches par les arbustes,
- à droite du tableau figurent les relevés effectués dans l'aulnaie âgée dont la flore indique une tendance vers une forêt moins humide telle que la frênaie.

Les espèces ont également été classées selon le critère dynamique. Des groupes d'espèces à tempérament semblable ont été déterminés ; ainsi les espèces de prairies différencient les stades de la jeune aulnaie (D1 à D3), alors que les espèces à tempérament forestier différencient les stades évolués de cette forêt (D5 à D6).

Par une meilleure description de la structure de la végétation, nous avons séparé les trois strates. Par ailleurs, la physionomie de la végétation a été un critère important pour la détermination des phases.

8.2. Description floristique des phases

8.2.1. Phase juvénile (relevés 1 à 5)

La première phase de la forêt d'aulne noir est différenciée par :

- la présence d'un groupe de onze espèces herbacées de prairies (D1). Parmi celles-ci, on peut relever spécialement *Cladium mariscus* et *Schoenus nigricans*. Ces espèces, très héliophiles, ne vont pas supporter la concurrence de l'aulne noir ; elles disparaissent complètement à la phase suivante,

- la présence d'un groupe de quinze espèces, presque toutes à tempérament prairial (D3). Elles se maintiennent jusqu'à la troisième phase. Parmi celles-ci : *Eupatorium cannabinum, Epilobium palustre, Lythrum salicaria* et *Mentha aquatica* atteignent des tailles remarquables dues au manque de lumière. Nous avons mesuré dans le relevé 5, certains spécimens géants : *Eupatorium* (210 cm), *Epilobium* (184 cm), *Lythrum* (180 cm). Ces espèces confèrent aux trois premières phases une physionomie tout à fait particulière,

- la présence de l'aulne noir sous sa forme arbustive (limitée arbitrairement à une hauteur de cinq mètres). Un fait remarquable est l'étroitesse de la bande de contact prairie-forêt. Dans les transects, l'aulne noir atteint le taux de recouvrement maximum de 5 sur moins de 10 mètres. Dès lors, sa forme arbustive devient disséminée et ne dépasse pas le taux de recouvrement de 1,

- la présence de buissons pionniers ou de lisières (D1) tels *Frangula alnus, Alnus incana* et *Pinus silvestris*. A ce sujet, il faut souligner que ces arbustes ne forment pas le manteau de l'aulnaie comme c'est le cas pour d'autres forêts riveraines (la pinède, par exemple). Ces buissons étaient présents dans la prairie à laîches avant le début de la colonisation par l'aulne noir. Dès l'instant où l'aulne noir avance sur une prairie, il forme seul le manteau de la forêt.

8.2.2. Phase à *Veronica beccabunga* (relevés 6 et 7)

Cette phase est faiblement caractérisée quant au nombre d'espèces. Seule *Veronica beccabunga* (D2) est considérée comme espèce différentielle. Elle possède un important taux de recouvrement (4) et, de ce fait, confère à l'aulnaie une physionomie particulière.

On aurait pu considérer ce groupement comme une variante de la phase 3.

8.2.3. Phase à *Carex acutiformis* (relevés 8 à 17)

Cette phase est fortement caractérisée physionomiquement par *Carex acutiformis* qui possède un taux de recouvrement important ; l'aspect du milieu qui en résulte est tout à fait particulier. D'après OBERDORFER (1979) *Carex acutiformis* est lié principalement à l'*Alno-Fraxinetalia* alors que *Carex riparia* (également présent dans cette phase) est plus héliophile et caractéristique du *Magnocaricion*. *Carex acutiformis* a donc une vitalité plus forte que *Carex riparia* dans les aulnaies, alors que la relation est inversée dans le *Caricetum ripariae*.

Trois autres espèces, à taux de présence faible, sont différentielles de cette phase :

- *Convolvulus sepium*, s'enroulant autour des tiges et des feuilles de *Carex acutiformis*,
- *Phalaris arundinacea*, indicateur d'eutrophisation,
- *Epilobium palustre*.

L'aulne noir est ici à son apogée ; il atteint une haute taille et occupe seul la strate arborescente (excepté le relevé 9 effectué dans la forêt d'aulne blanc).

La strate arbustive (DII) s'enrichit de nombreuses espèces qui n'étaient pas présentes dans les deux phases précédentes : certaines, telles *Ribes rubrum* var. *sylvestre* (caractéristique du *Ribo-Alnetum*) et *Prunus padus* (caractéristique du *Pruno-Fraxinetum*) sont liées aux forêts humides de l'*Alno-Fraxinetalia*. La plupart des autres sont caractéristiques des forêts feuillues de l'Europe centrale (*Fraxino-Fagetea*).

On retrouve, très nombreuses, les espèces prairiales du groupe D3 ; elles se maintiennent plus de 40 ans après la colonisation des prairies par les aulnes. Parmi celles-ci, *Galium palustre*, *Solanum dulcamara* et *Lysimachia vulgaris* sont constantes.

Parallèlement aux arbustes, un groupe d'herbacées apparaît (D5), représenté par *Circaea lutetiana*, *Ranunculus ficaria* et *Carex pendula*, caractéristiques de l'*Alno-Fraxinetalia*. Les autres espèces sont, pour la plupart caractéristiques du *Fraxino-Fagetea*. Le groupe D5 est indicateur de la tendance évolutive vers une forêt moins humide.

En résumé, on constate que la phase à *Carex acutiformis* comprend deux lots d'espèces à tempéraments différents :

- les espèces de prairies qui parviennent à se maintenir plusieurs dizaines d'années après l'implantation des aulnes;

- les espèces de forêts qui commencent à prendre une place importante dans la strate herbacée et arbustive.

8.2.4. Phase âgée (relevés 18 à 25)

La phase âgée de l'aulnaie noire est caractérisée par l'apparition de onze nouvelles espèces des *Fraxino-Fagetea*. Les trois plus fréquentes sont : *Primula elatior*, *Lamium galeobdolon* et *Brachypodium silvaticum*.

Cette phase correspond à la diversification de la strate arborescente. Par endroit, *Alnus glutinosa* partage sa place avec *Alnus incana*, *Fraxinus excelsior* ou *Salix alba*. Dans le relevé 25, extrémité du transect 2 de Champ-Pittet, *Fagus silvatica* supplante même *Alnus glutinosa*. *Hedera helix*, pourtant présent dans la strate herbacée de la phase précédente sous sa forme rampante, grimpe sur les troncs et dans les houppiers à partir du relevé 20.

Les arbustes du groupe DII prennent de l'importance, tant en nombre d'espèces qu'en taux de recouvrement.

Les différentielles du groupe D3 ont toutes été supplantées par les espèces forestières d'endroits moins humides.

Le taux de recouvrement des différentielles du groupe D5 augmente, en particulier celui de *Circaea lutetiana* et *Hedera helix* rampant qui, avec *Lamium galeobdolon*, dominent toute la strate herbacée.

A ce stade de l'évolution, on se trouve en présence d'une aulnaie dont la flore herbacée est déjà celle d'une frênaie (*Carici remotae-Fraxinetum* et *Pruno-Fraxinetum* étudiés par DIERSCHKE, 1973).

9. NOMBRE RELATIF D'ESPECES PRAIRIALES ET FORESTIERES

Nous avons établi la proportion d'espèces herbacées de prairies et de forêts pour chacune des phases. Ce rapport varie de la façon suivante :

Phase	rapport : $\frac{\text{Nombre moyen d'espèces prairiales}}{\text{Nombre moyen d'espèces forestières}}$
1	12 : 1
2	10,5 : 0
3 (relevés 8 à 13)	2,9 : 1
3 (relevés 14 à 17)	1,1 : 1
3 totale	1,94 : 1
4	0,24 : 1

Le rapport est révélateur de la tendance évolutive de la forêt d'aulne noir. Il peut, au même titre que l'évolution de la composition floristique, être utilisé comme facteur de différenciation.

10. EVOLUTION DU RECOUVREMENT DES STRATES

Recouvrement en % Phase	Strate herbacée	Strate arbustive	Strate arborescente
1	77%	27%	(30%)
2	95%	5%	80%
3	85%	14%	76%
4	69%	37%	74%
Moyenne	79%	---	77%

En général, le recouvrement de la strate herbacée est élevé, fait remarquable pour une association forestière. Les maxima se trouvant dans les phases 2 et 3 sont dus aux forts recouvrements de *Veronica beccabunga* et *Carex acutiformis*. Les valeurs les plus basses ont été notées aux endroits où une crue récente avait recouvert la végétation en place d'une couche de limon (voir tableau de végétation).

Le recouvrement de la strate arbustive est beaucoup plus variable ; il est important dans la phase 1 grâce à la présence des jeunes aulnes noirs et des buissons pionniers ; il est faible dans la phase 2 et remonte à partir de la phase 3 car le groupe des arbustes forestiers acquiert un développement toujours plus important. Le recouvrement moyen de la strate arbustive n'a pas été calculé car il n'a pas de valeur indicatrice.

Le recouvrement de la strate arborescente (relevés 4 à 25) est de 77 %. Cette particularité permet à un quota de lumière d'atteindre les deux strates inférieures. Elle explique, en particulier, l'important recouvrement de la strate herbacée.

11. EVOLUTION DE LA HAUTEUR DES STRATES

Phase	Hauteur en mètres		
	Strate herbacée	Strate arbustive	Strate arborescente
1	0,6	2,6	9
2	0,4	1,2	14,5
3	1,0	1,9	17,5
4	0,3	2,9	20,8

La strate herbacée la plus élevée se développe dans la phase 3, correspondant à la forêt "adulte". Ce fait est dû à la présence de grandes espèces comme *Carex acutiformis*, *Carex riparia*, *Solanum dulcamara*, *Lysimachia vulgaris*, *Eupatorium cannabinum* et *Epilobium hirsutum*.

L'évolution de la hauteur de la strate arbustive est parallèle à celle de son recouvrement ; elle s'explique de la même façon.

La strate arborescente montre une croissance jusqu'à la hauteur moyenne de 20,8 mètres. La hauteur maximale est de 22,5 mètres. Dans le relevé 25, la hauteur de 28 mètres est celle d'un peuplement de hêtres.

12. AGE ET CROISSANCE D'*ALNUS GLUTINOSA*

Phase	Age moyen de *Alnus glutinosa* (années)	Croissance annuelle du diamètre (cm/an)		Croissance annuelle en hauteur de *A. glutinosa* (m/an)
		A. glutinosa	*A. incana*	
1	16,8	-	-	0,30
2	41	0,46	0,42	0,38
3	42	0,48	0,44	0,34
4	54	0,52	0,43	0,36

Nous avons déterminé l'âge des aulnes noirs lors de chaque relevé et, pour comparaison, l'âge de quelques aulnes blancs.

Pour la phase 1, la moyenne de 16, 8 ans est peu significiative car il existe des spécimens de tous les âges entre 1 et 30 ans.

L'âge des arbres des phases 2 et 3 est pratiquement le même. C'est une des raisons qui nous fait plutôt considérer la phase à *Veronica beccabunga* comme une variante de la phase à *Carex acutiformis*.

Dans la phase 4, les aulnes noirs atteignent l'âge moyen de 54 ans (maximum 65 ans). Comme vu plus haut, c'est à partir de ce stade que l'aulne noir est efficacement concurrencé par le frêne ou d'autres essences.

Lorsque l'aulne blanc était présent à l'état arborescent (relevés 7, 8, 15, 19, 22, 24), son âge s'est avéré régulièrement inférieur à celui de l'aulne noir. La différence moyenne d'âge est de 5,4 ans pour les six relevés. Nous n'avons pas trouvé d'explication à ce fait.

Croissance de l'*Alnus glutinosa* et *A. incana*

Pour l'aulne noir, la croissance moyenne annuelle du diamètre est comprise entre 0,46 et 0,52 cm/an (phases 2, 3, 4).

Nous ne sommes pas parvenues à déterminer précisément l'âge de croissance maximale de l'aulne noir. D'après les mesures, les croissances supérieures à 0,50 cm/an se rencontrent chez des individus de 31 à 53 ans.

Les indications permettent de faire une comparaison avec la croissance annuelle du peuplier carolin de la région d'Yvonand. En bonnes conditions, le peuplier a une croissance de 2 à 4 centimètres de diamètre par an. Ces chiffres se passent de commentaire et permettent de comprendre le peu économique de l'aulne noir face au peuplier.

Pour l'aulne blanc, la croissance annuelle est de 0,42 à 0,44 cm/an, donc légèrement inférieure.

La croissance annuelle en hauteur a également été déterminée chez l'aulne noir ; elle est de 0,30 m/an à la phase 1 où les arbres sont encore jeunes et n'ont probablement pas encore de conditions pédologiques optimales. La croissance est comprise entre 0,34 et 0,38 centimètres dans les phases 2 à 4.

13. NIVEAU DE L'EAU A L'EPOQUE DES RELEVES

Le niveau de l'eau mesuré à l'époque des relevés a une bonne valeur indicatrice car celui-ci varie assez peu pendant la période de végétation.

Le niveau moyen se situe à la surface du sol dans la phase 1 (+ 1 cm) et aux environs de -12 centimètres dans les phases 2 et 3. La phase 4 est caractérisée par une nappe phréatique beaucoup plus profonde : en moyenne -46 centimètres.

14. TEXTURE ET EPAISSEUR DU SOL

Tous les échantillons pris dans la forêt d'aulne noir présentent une proportion de limon ; avec la méthode utilisée (pourtant peu précise), nous avons constaté que la texture du sol variait entre les deux pôles : limon argileux et sable limoneux.

Le seul sol ne contenant que de l'argile en surface est celui du relevé 9 (forêt d'aulne blanc).

Comme vu plus haut, cinq sols contiennent de la matière organique en surface. La présence d'humus en faible quantité ne semble pas, à première vue, influencer la composition floristique.

La profondeur de la roche en place (molasse) a pu être déterminée car la tarière utilisée n'arrivait pratiquement pas à l'entamer. Ce facteur est déterminant car on peut mettre en parallèle la profondeur du substrat et le degré d'évolution de la forêt.

	Epaisseur moyenne des alluvions
Phase 1	21 centimètres
Phases 2 et 3	47 à 70 centimètres
Phase 4	minimum 70 centimètres

On constate donc que l'épaisseur des sédiments augmente de la phase 1 à la phase 4. D'après les mesures d'altitude des deux transects de Champ-Pittet l'épaisseur des alluvions devrait atteindre 1,32 mètres au sommet du premier cône et 3,45 mètres au sommet du deuxième (si l'on postule que la surface de la zone riveraine était horizontale avant les dépôts d'alluvions).

15. CONSERVATION DES FORETS D'AULNE NOIR

15.1. Situation

L'étude de la dynamique des forêts d'aulne noir débouche en particulier sur deux constatations :

- malgré leur âge relativement jeune, ces forêts présentent plusieurs phases bien différentes,

- la dernière phase, malgré la présence de l'aulne noir qui domine la strate arborescente, possède une flore herbacée de la frênaie (voire même de hêtraie), donc une composition végétale de forêt plus sèche.

D'autre part, l'aulne noir n'apparaît pratiquement que sous sa forme arborescente à partir de la phase 2. Sa présence dans la strate arbustive est parfois représentée par de frêles rejets de souches ne dépassant guère la hauteur de un mètre. Donc, entre l'état arborescent et l'état de rejet, l'aulne noir n'apparaît sous aucune forme d'âge intermédiaire.

A la mort des arbres "adultes", l'aulne noir va être supplanté partiellement ou complètement par d'autres essences : le frêne nous paraît le mieux placé pour prendre sa relève, ceci pour les raisons suivantes :

- le frêne, s'il est mal adapté à un sol inondé en permanence (phase 1), se développe très bien dans un sol riche à humidité élevée (phases 2, 3, 4) ; il doit pour cela bénéficier de conditions de lumière suffisantes,

- dans 23 relevés sur 25, le frêne est présent, soit sous forme de semis, soit sous forme d'arbustes ou même d'arbres. Lorsqu'un aulne noir périt, la trouée dans la strate arborescente permet à une quantité de lumière supplémentaire d'atteindre le sol ; le frêne en profite et occupe rapidement l'espace disponible.

15.2. Etude d'un cas particulier : le deuxième transect de Champ-Pittet

C'est dans ce transect que la zonation de la forêt d'aulne noir est la mieux développée ; toutes les phases décrites dans le tableau général y sont représentées.

Une partie du cône n'est plus alimentée par le ruisseau. Il s'y développe une végétation appartenant à la phase 4 (relevés 20,22 et 24). Le frêne arbustif et arborescent y possède une vitalité remarquable (taux de recouvrement : 3 à 4).

Pour avoir une idée précise de l'époque d'implantation du frêne et de sa densité, nous avons procédé de la façon suivante :

- délimitation d'une surface de 120 mètres carrés,
- relevé de la végétation (relevé 24),
- coupe des jeunes frênes,

- dénombrement des jeunes frênes,
- détermination de leur âge sur un échantillon représentant environ la moitié des frênes coupés.

RESULTATS

Nombre de frênes coupés sur la surface de 120 mètres carrés : 435 individus.

Densité des jeunes frênes : environ 4 individus au mètre carré.

Echantillonnage pour la détermination de l'âge : 205 individus. La fig. 3 présente le graphe de la répartition des différents âges.

Sur celui-ci, on remarque que 96% des jeunes frênes se sont implantés dans la forêt d'aulne noir pendant les dix dernières années. Il semble, d'après la forme pyramidale du graphe que les conditions écologiques soient devenues graduellement favorables à l'implantation du frêne. Il n'est donc pas possible de déterminer avec exactitude l'époque où le ruisseau a cessé d'alimenter cette partie du cône d'alluvions. On peut néanmoins admettre que cet évènement a eu lieu dix à douze ans auparavant, soit dans les années 1966-1968.

Vu la densité élevée des jeunes frênes et l'absence quasi totale de rajeunissement de l'aulne noir, il est évident qu'à moyenne échéance, la frênaie supplantera l'aulnaie. Peut-on y remédier ?

16. PROPOSITION D'ENTRETIEN

Avant d'entreprendre les travaux destinés à maintenir la forêt d'aulne noir, à la défendre contre sa tendance à la conversion en frênaie, il faut se demander pourquoi l'on désire agir contre ce phénomène naturel. Le problème est ici rigoureusement semblable à celui de l'entretien des prairies à laîches (voir LSPN (1979) étude n° 2). La conclusion est d'ailleurs la même : "il s'agit de conserver, le long des rives du Lac de Neuchâtel, un échantillonnage de milieux aussi varié que possible".

Les belles aulnaies sont rares dans cette région, les frênaies sont plus fréquentes.

Laisser l'évolution naturelle se dérouler, c'est prendre le risque de perdre un élément rare et caractéristique de nos marais boisés.

Les moyens envisageables qui permettraient peut-être de sauvegarder l'aulnaie sont les suivants :

- détourner périodiquement le cours des ruisseaux, ou le séparer en deux bras, de façon qu'ils alimentent la totalité de la surface du cône. En maintenant un degré élevé d'inondation, on arriverait peut-être à enrayer l'implantation massive du frêne,
- pratiquer assez tôt des éclaircies sélectionnant les aulnes les plus vigoureux au détriment des frênes concurrents. Il faudrait obtenir une forêt équilibrée sur le plan des âges et non pas un peuplement équienne.

Mais avant d'entreprendre un tel entretien, il est nécessaire de procéder à des essais aux endroits peu dommageables car les données bibliographiques manquent à ce sujet.

Si l'entretien des aulnaies se généralisait, il faudrait garder un certain nombre de zones témoins pour y suivre la dynamique naturelle de ces forêts.

Graphe de la répartition des âges d'un échantillon de jeunes frênes (Champ-Pittet, 1978).

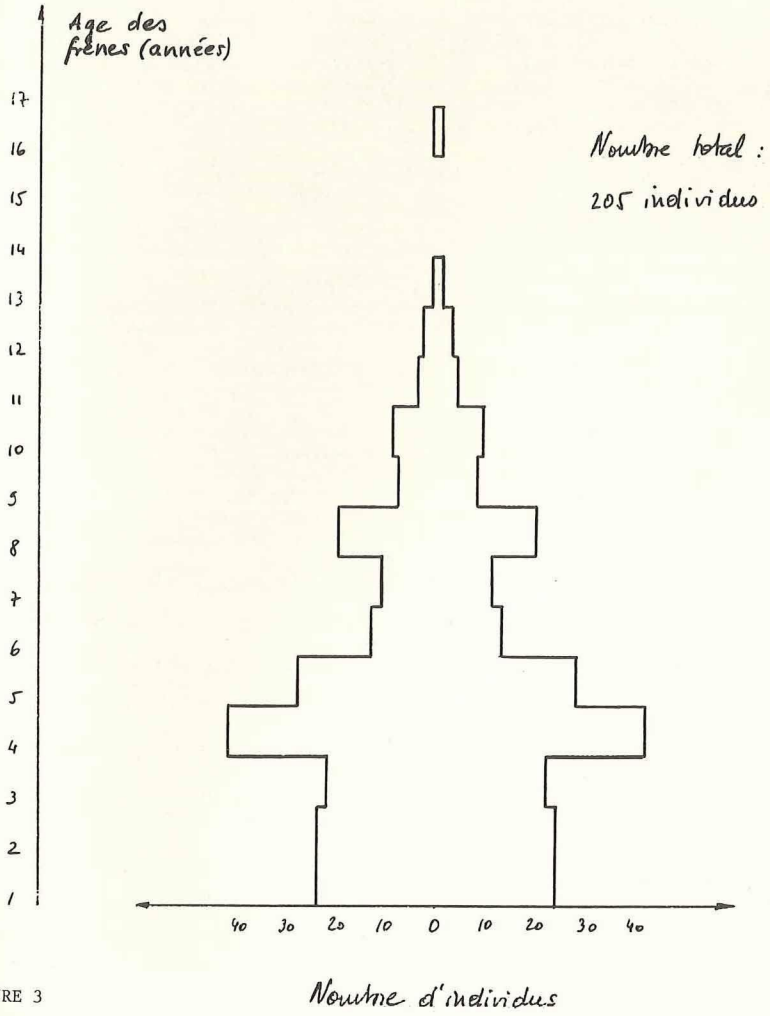


FIGURE 3

17. CONCLUSION

D'une manière générale, deux élements nous paraissent remarquables dans la forêt d'aulne noir :

1°) La rapidité des processus dynamiques. Au début de cette étude, nous pensions que l'évolution de tous les milieux boisés était beaucoup plus lente que celle des prairies à laîches et des roselières. Dans le cas de la forêt d'aulne noir, il n'en est rien. Cette forêt représente un stade transitoire faisant partie de la succession :

- Prairie à laîches - aulnaie noire (phases 1,2,3,4) - frênaie.

2°) La spécialisation de l'aulnaie noire. Cette forêt est strictement inféodée aux cônes d'alluvions de ruisseaux provenant de l'arrière-pays et aboutissant dans la zone riveraine. Elle ne représente donc pas, dans la région étudiée, l'aboutissement de la succession des marais sur sol profond, comme nous le présumions au début de ce travail. Elle représente un type de végétation spécialement bien adapté à des conditions particulières.

Les forêts d'aulnes ne couvrent qu'une faible proportion de la surface des forêts riveraines. Les autres peuplements méritent sans tarder une étude approfondie.

BIBLIOGRAPHIE

BINZ, A. et THOMMEN, E., 1966. - Flore de la Suisse. Ed. du Griffon. Neuchâtel.

BODEUX, A., 1955. - *Alnetum glutinosae. Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem.* N.F. 5, 114-137.

BRAUN-BLANQUET, J. et PAVILLARD, J., 1928. - Vocabulaire de sociologie végétale. Montpellier.

DIERSCHKE, H., HULBUSCH, K.-H. und R. TÜXEN, 1973. - Eschen-Erlen-Quellwälder am Südwestrand der Bückeberge bei Bad Eilsen, zugleich ein Beitrag zur örtlichen Pflanzensoziologischen Arbeitsweise. *Mitt. Flor-soz. Arbeitsgem.*, N.F. 15/16, 153-164.

ELLENBERG, H. und F. KLOTZLI, 1972. - Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. *Mitt. Schweiz. Anstalt forst. Versuchswesen*, 48, Heft 4, 587-930.

GINGINS, F., 1976. - Aulnaie marécageuse des Monod. Travail de certificat. Université de Lausanne.

HESS, H.-E., LANDOLT, E. und R. HIRZEL, 1972. - Flora der Scheiz. Birkhäuser Verlag Basel, 3 vol.

KELLER, L., 1969-1970. - Etude des groupements végétaux de la réserve de Cheyres. *Bull. Soc. frib. Sci. nat.*, 59, 47-59.

KLOTZLI, F., 1969. - Zur Oekologie nordschweizerischer Bruchwälder. *Ber geobot. Inst. ETH. Rübel* 39, 56-123.

KUHN, N., 1967. - Natürliche Waldgesellschaften und Waldstandorte der Umgebung von Zürich. *Veröff. geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel*, 40.

LANG, G., 1973. - Die Vegetation des westlichen Bodenseegebietes. *Pflanzensoziologie*, 17, 1-451.

LSPN, 1979. - Etude n° 2 : Urgence de l'entretien des prairies à laîches, état de l'embroussaillement. Groupe de travail "Rives du Lac de Neuchâtel". Auteur : ROULIER, Ch.

LSPN, 1979. - Etude n° 3 : Valeur écologique des forêts et recommandations pour leur entretien. Groupe de travail "Rives du Lac de Neuchâtel". Auteur : ROULIER, Ch.

MOOR, M., 1958. - Pflanzengesellschaften Schweizerischen Flussauen. *Mitt. Schweiz. Anstalt forst. Versuchswesen* 34, Heft 4, 221-360.

MOOR, M., 1976. - Gedanken zur Systematik mitteleuropaïscher Laubwälder. *Journal forestier suisse*, 5, 327-340.
MOOR, M., 1978. - Die Klasse der Eschen- Buchenwälder (*Fraxino-Fagetea*). *Phytocoenologia*, 4, 433-445.
OBERDORFER, E., 1979. - Pflanzensoziologische Exkursions Flora. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart.

Rapport adjoint à la carte de la végétation et de l'impact de l'homme de la rive sud du Lac de Neuchâtel, 1977. - Etude réalisée sur mandat de la Division pour la protection de la nature et du paysage de l'Inspection fédérale des forêts, par les Universités de Neuchâtel et de Lausanne et l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich.