

Dynamique de la végétation au bord du grand glacier d'Aletsch (Alpes suisses)

Autor(en): **Richard, J.L.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse**

Band (Jahr): **83 (1973)**

Heft 3

PDF erstellt am: **03.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-58447>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Dynamique de la végétation au bord du grand glacier d'Aletsch (Alpes suisses)

par *J.L. Richard*

Institut de Botanique de l'Université, Neuchâtel
(avec la collaboration de J. Kretz) ¹⁾

Manuscrit reçu le 6 juin 1973

1. Situation, géologie, climat.

La réserve d'Aletsch, créée en 1933, occupe une surface de 250 ha sur la rive gauche du grand glacier d'Aletsch, dans le Haut-Valais (fig. 1). Elle s'étend sur un versant exposé au nord, entre 1500 et 2300 m d'altitude. Sa limite inférieure est formée par le glacier. Elle comprend donc tout l'étage subalpin jusqu'à la limite supérieure des arbres. La forêt d'Aroles et de Mélèzes (*Rhododendro-Cembretum*) ²⁾ couvre la moitié de la surface; un quart est occupé par des landes d'arbrisseaux nains (*Rhododendro-Vaccinietum*, *Cetrario-Loiseleurietum*, *Empetro-Vaccinietum*) et des associations de combes à neige (*Salicetum herbaceae*); enfin, le dernier quart est le domaine d'une végétation pionnière installée sur les terrains abandonnés par le glacier en décrue.

Le sous-sol est entièrement formé de gneis, plus ou moins façonné par l'activité glaciaire. Deux moraines latérales superposées, parallèles à la rive gauche du glacier, sont bien visibles:

- a) celle du stade de Daun, datant de 7000 avant J.C. et située vers 2150 m d'altitude,
- b) celle qui fut déposée entre 1650 et 1850 et dont la crête s'étend vers 1900 m d'altitude.

¹⁾ J. Kretz, alors candidat au diplôme d'enseignement secondaire du canton de Lucerne, a effectué, pendant l'été 1971, le relevé des placettes établies par Lüdi. C'est grâce à lui que cette étude a pu être menée à bien et je l'en remercie sincèrement.

²⁾ J'ai proposé (*Richard* 1968, p. 15–16) de remplacer le nom de *Rhododendro-Vaccinietum cembretosum* Br.-Bl. 1927 par celui de *Rhododendro-Cembretum* Bartoli 1966 em. *Richard* 1968, puisqu'il s'agit d'une forêt où l'Arole est l'arbre principal.

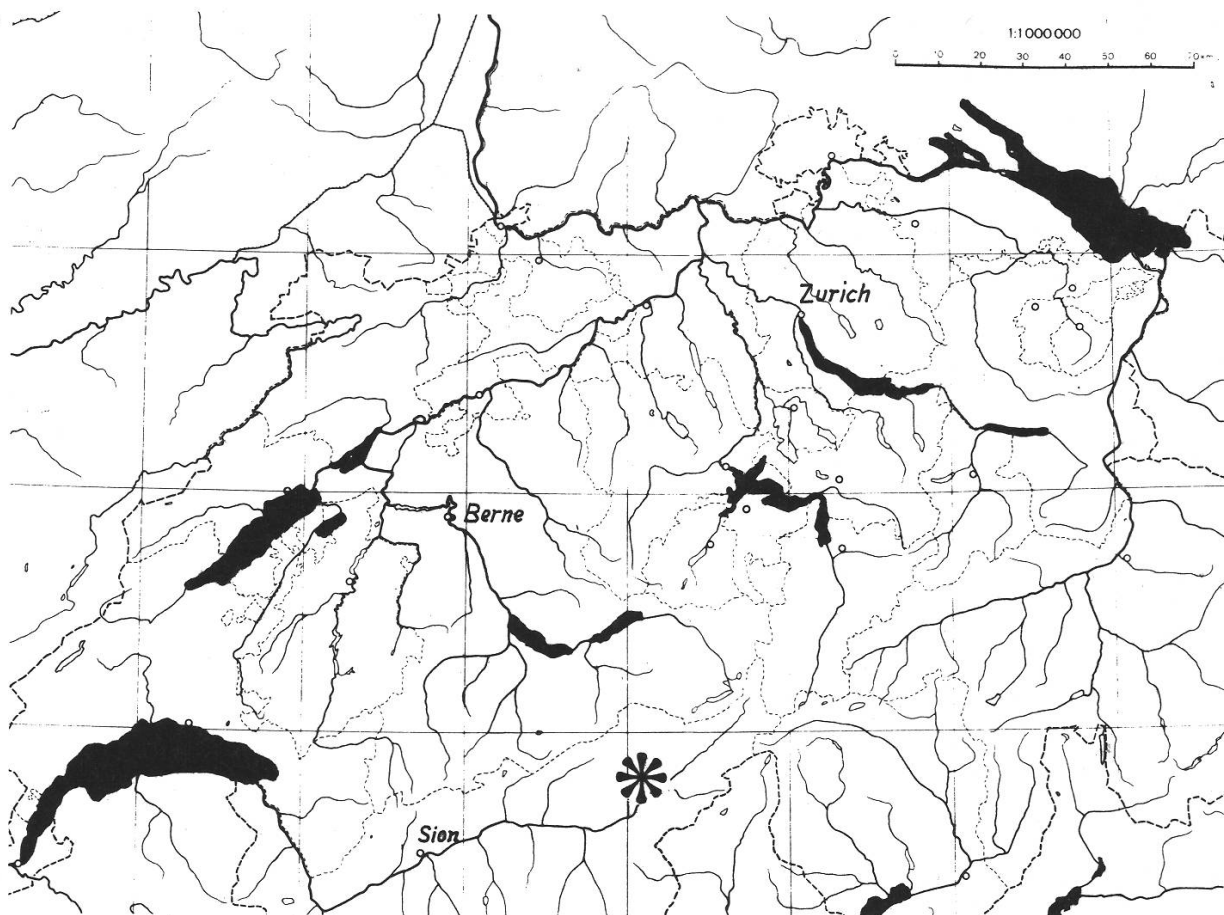


Fig. 1: Situation.

Ces moraines, essentiellement siliceuses, comprennent cependant une faible proportion de roches calcaires provenant du massif de la Jungfrau.

Le climat est continental, mais relativement humide en comparaison de celui du Valais central, avec une température annuelle moyenne de $+1,1^{\circ}\text{C}$ à 2040 m d'altitude (moyenne de janvier: $-6,5^{\circ}$, moyenne de juillet: $+10,1^{\circ}$) et des précipitations annuelles de l'ordre de 1200 m.

2. Histoire du glacier.

Le grand glacier d'Aletsch, qui est, avec ses 22 km, le plus long des Alpes, fut l'un des agents naturels qui contribuèrent le plus à façonner le paysage actuel. L'évolution de la végétation dépend si étroitement de son histoire qu'il est nécessaire d'en rappeler les phases principales, même si certains points restent hypothétiques.

Au stade de Daun (7000 avant J.C.), le glacier atteignait donc l'altitude de 2150 m au milieu de la réserve et se déversait par les gorges de la Massa jusqu'au fond de la vallée du Rhône. Pour la suite, et jusqu'au 17^e siècle, les points de

repère sont si rares qu'on en est réduit à des hypothèses. D'après ce que l'on sait de l'extension des céréales et de la vigne au Moyen-Age et d'après la présence au début du 20e siècle de quelques Aroles millénaires à proximité immédiate de plusieurs moraines récentes, on peut penser que c'est vers 1200 après J.C. que les glaciers alpins atteignirent leur minimum d'extension de l'époque historique et que les variations restèrent ensuite relativement faibles jusqu'à l'époque actuelle. Des traces de civilisation non datées pour le moment illustrent peut-être la dernière crue du glacier d'Aletsch dès la fin du 16e siècle: ce sont les restes de trois bisses superposés traversant la réserve horizontalement. Selon toutes probabilités leurs captages étaient au fond de la vallée, peu en aval de la langue du glacier qu'on doit situer à plusieurs kilomètres en amont de l'extrémité actuelle. A une époque qu'on doit situer avant le 17e siècle, une partie de la vallée située en amont de la réserve (et occupée aujourd'hui par le glacier) était donc probablement libre de glace et peut-être même partiellement boisée.

A la fin du 16e et au début du 17e siècle, on assiste à une crue générale des glaciers alpins et l'on sait qu'en 1653 une procession fut organisée au bord du glacier d'Aletsch dans l'espoir d'enrayer son avance, car il détruisait la forêt et les bisses.

D'autre part, les études des glaciologues fixent le premier maximum glaciaire de l'époque historique dans la première moitié du 17e siècle et le second vers 1850. Il est donc vraisemblable que les captages des bisses furent successivement détruits par l'avance du glacier à la fin du 16e siècle, ce qui obligea les habitants des villages de Ried et de Bitsch à construire deux fois un nouveau bisse au-dessous du précédent, car sans l'eau du glacier pour irriguer les cultures, la vie devenait impossible sur le versant sud.

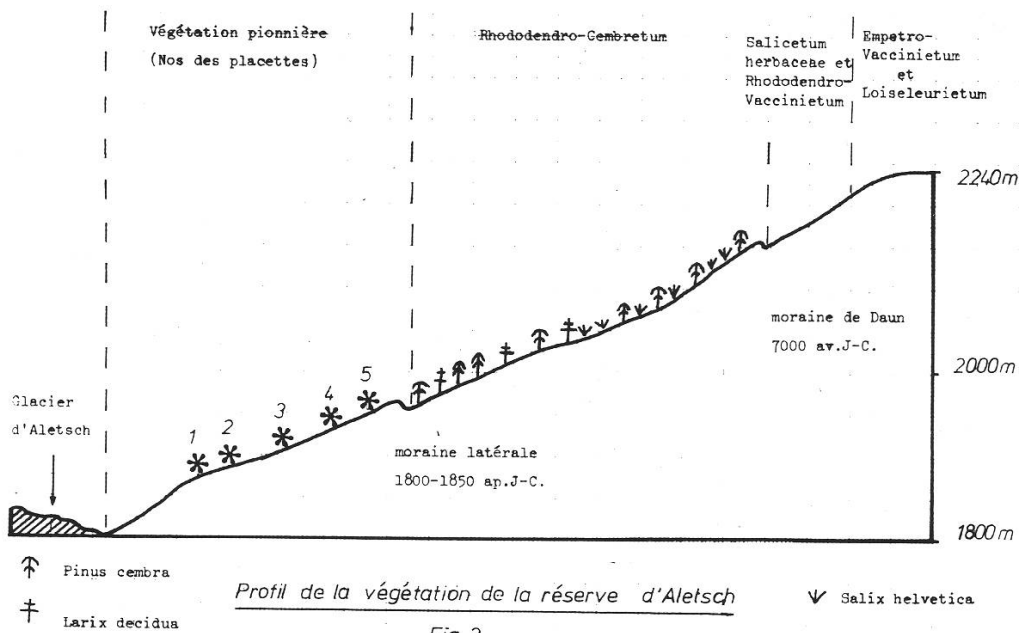
A partir de 1850, grâce au réchauffement général du climat, le glacier commence à se retirer. D'après les anciens documents cartographiques on peut chiffrer ce retrait à 2 km en 90 ans, soit 22 m par an. Vis-à-vis du milieu de la réserve le glacier s'est abaissé de 140 m pour la même durée, soit 1,50 m par an. Depuis 1945, il s'est même abaissé de plus de 2 m par an en moyenne! Ainsi, depuis 120 ans, le glacier libère chaque année des surfaces qui sont peu à peu colonisées par la végétation et c'est la dynamique de cette végétation qui est l'objet de cette note.

Etude de la dynamique de la végétation.

En plus de sa valeur inestimable pour la conservation d'écosystèmes menacés de disparition et pour l'éducation du public, la réserve intégrale d'Aletsch offre une occasion unique d'étudier l'évolution de la vie végétale et animale à l'étage subalpin. L'Institut de Sylviculture de l'E.P.F. à Zurich s'est attaché à l'étude de l'évolution de la structure de la forêt à partir de 1922 (*Fischer* 1966, *Hess* 1934 et 1943) tandis que l'Institut de Géobotanique de l'E.P.F. prépara l'étude de la dynamique de la végétation (*Lüdi* 1945 et 1950). J'ai analysé moi-même les associations végétales et j'ai dressé la carte phytosociologique de la réserve (*Richard* 1968).

Nord

Sud



C'est grâce aux travaux de Lüdi qui établit en 1944 les premières placettes et de J. Kretz qui en fit le relevé en 1971, qu'il m'est possible de faire aujourd'hui le point de la situation. Il va de soi que l'évolution devra être suivie par des relevés périodiques et je propose de ne plus laisser s'écouler 27 ans avant le prochain inventaire, mais de faire dorénavant le relevé des placettes tous les 10 ans. On aura soin d'appliquer strictement la technique d'évaluation de *Braun-Blanquet* (1964, p. 39) afin que les relevés successifs soient comparables ³⁾.

Le faite de la moraine de 1850 partage la réserve en deux paysages végétaux totalement différents (fig. 2):

a) au-dessus, une vieille forêt clairière d'Aroles (*Pinus cembra*) et de mélèzes (*Larix decidua*) dont l'origine remonte à 9000 ans, avec des arbres mult centenaires dont les plus vieux dépassent 1000 ans; à ce Rhododendro-Cembretum correspondent des Podzols humo-ferrugineux entièrement décarbonatés, filtrants, avec une épaisse couche d'humus brut tourbeux dont le pH est de l'ordre de 4. C'est le climax de l'étage subalpin supérieur des Alpes internes.

b) au-dessous, une végétation ouverte, composée essentiellement d'Epilobes (*Epilobium fleischeri*), de Saxifrages (*Saxifraga aizoides*), de Trèfles (*Trifolium pallescens*, *Trifolium badium*), de Saules nains (*Salix retusa*, *S. reticulata*, *S. herbacea*, *S. hastata*, *S. purpurea*, *S. foetida*) avec un petit nombre d'espèces pionnières fugaces comme *Oxyria digyna*, *Linaria alpina*, *Cerastium pedunculatum*, quelques espèces calcicoles comme *Arabis alpina*, *Dryas octopetala* et de très jeunes arbres héliophiles comme *Populus tremula*, *Betula pendula*, *Larix decidua*

³⁾ Les placettes choisies par Lüdi sont malheureusement beaucoup trop étendues, donc inhomogènes, ce qui se traduit par un nombre d'espèces trop élevé. Dorénavant, afin de respecter d'une part la continuité, d'autre part le critère d'homogénéité, les relevés successifs se feront:

a) pour les placettes originales

b) pour de nouvelles placettes homogènes beaucoup plus petites, situées dans les placettes originales.

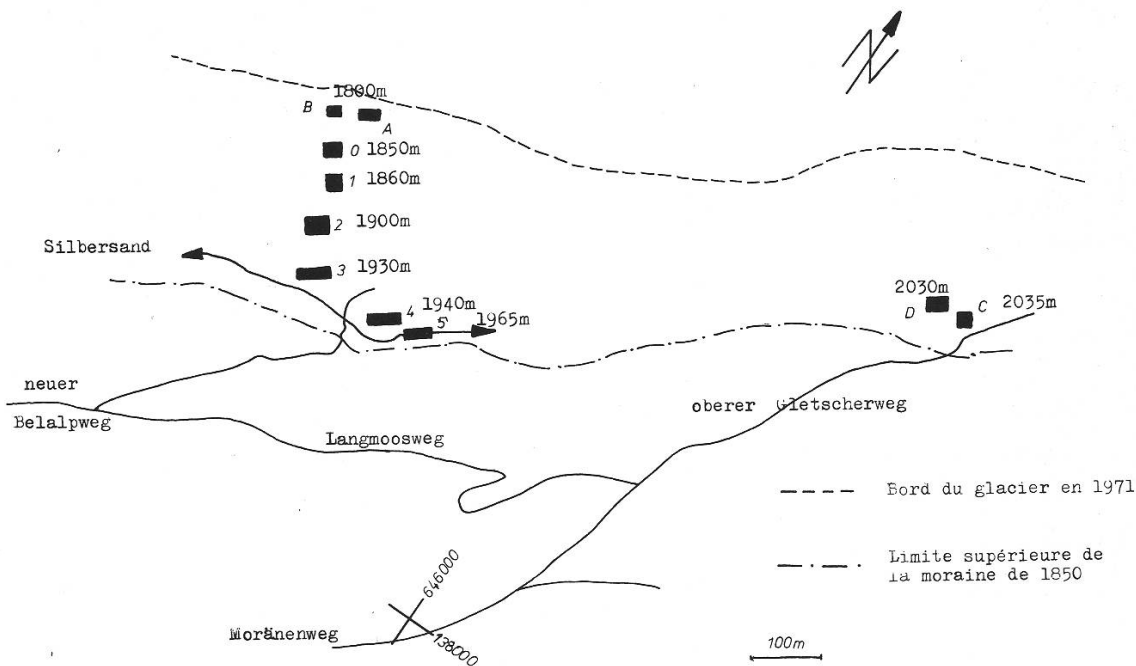


Fig. 3: Réserve d'Aletsch. Plan de Situation des Placettes.

et *Picea abies*; à ces stades pionniers correspondent des sols juvéniles de texture sableuse et graveleuse, avec des blocs de toutes dimensions; ces sols qui n'ont pas d'argile et très peu d'humus, ne sont que partiellement décarbonatés en surface et ont un pH neutre ou faiblement acide (7,5–5,7).

En 1944, Lüdi établit les premières placettes sur une ligne perpendiculaire à l'axe du glacier. Comme celles-ci s'échelonnent régulièrement entre le faite de la moraine latérale et le bord du glacier, chacune correspond à un stade de succession, les plus éloignées du glacier étant les plus âgées. Nous connaissons donc l'âge approximatif des différentes placettes depuis l'année où elles ont émergé du glacier en retrait (fig. 2 et 3). En voici la liste:

Placette	Altitude m	Année de la libération par le glacier	Année de l'établissement de la placette	Age de la station en 1971 ans
A	1805	1967	1971	4
B	1800	1967	1971	4
0 (4)	1850	1945	1948	26
1 (5)	1860	1939 ± 1	1944	32 ± 1
2	1900	1920 ± 5	1944	51 ± 5
3	1930	1900 ± 5	1944	71 ± 5
4	1940	1875 ± 10	1944	96 ± 10
5	1960	1860 ± 10	1944	111 ± 10
C*	2035	1860 ± 10	1971	111 ± 10
D*	2030	1860 ± 10	1971	111 ± 10

* Les placettes C et D ont été établies environ 1 km en amont, dans le but de voir jusqu'à quel point le climat local plus froid de cette région ralentissait l'évolution.

4) No 1 des graphiques accompagnant la présente note.

5) Cette placette située trop près de la placette 0, ne figure pas dans les graphiques de la présente note.

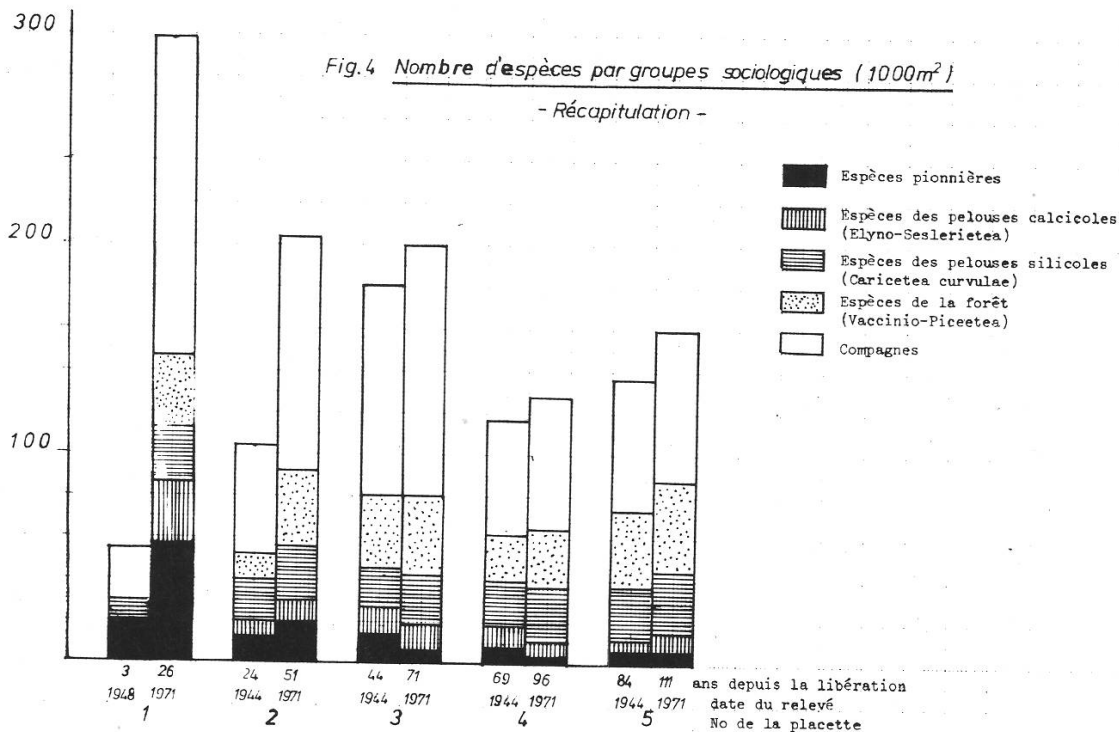
Ceci nous permet non seulement de donner un âge approximatif à chacun des différents stades, mais la comparaison des relevés successifs nous apprendra à mieux connaître le comportement dynamique de chacune des espèces.

Lors de l'établissement de la carte phytosociologique (Richard 1968, p. 11-14), j'avais distingué les 5 stades suivants:

No	âge	espèces importantes
1	5- 10 ans	<i>Oxyria</i> , <i>Cerastium pedunculatum</i> , <i>Linaria alpina</i> .
2	25- 30 ans	<i>Oxyria</i> , <i>Cerastium</i> , <i>Salix sp. pl.</i> , <i>Rhacomitrium</i> .
3	30- 60 ans	<i>Salix sp. pl.</i> , <i>Trifolium pallescens</i> , <i>Trifolium badium</i> .
4	60-100 ans	<i>Salix sp. pl.</i> , <i>Trifolium</i> , <i>Rhododendron</i> , <i>Empetrum</i> .
5	plus de 100 ans	<i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Rhododendron</i> , <i>Larix</i> , <i>Picea</i> .

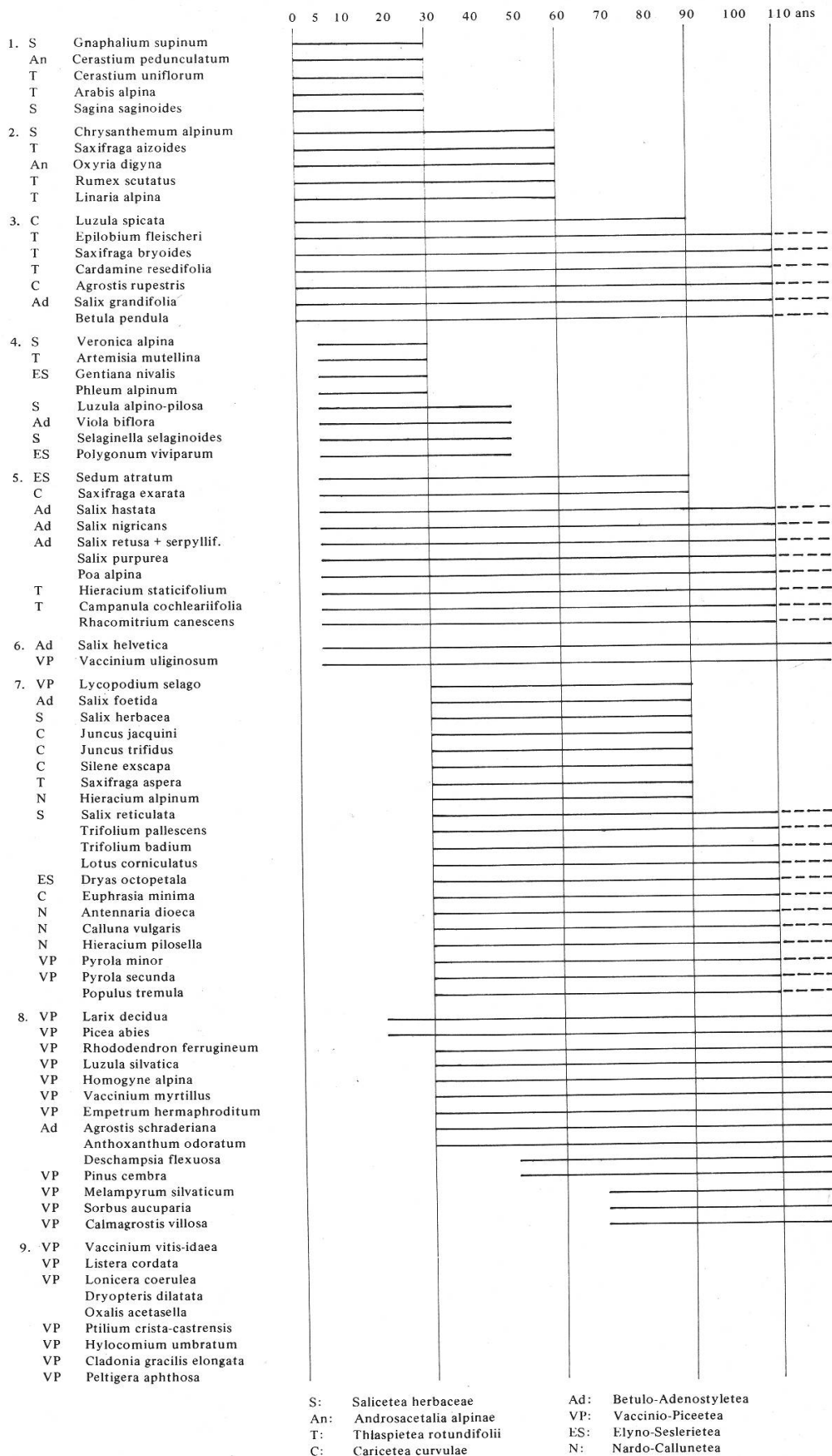
Aujourd'hui, en combinant les résultats des deux premiers relevés floristiques successifs (1944 et 1971) des placettes avec les nombreux relevés isolés ayant servi à l'établissement de la carte de 1968, on peut montrer l'enchaînement des différents groupes d'espèces dans le temps et leur durée d'existence en fonction de l'âge des sols ⁶⁾.

Le tableau 1, établi en fonction de la date d'installation des espèces par rapport à l'âge relatif de chaque placette, fait apparaître 9 catégories de plantes:



⁶⁾ Dorés et déjà, il s'avère indispensable de compléter cette étude floristique par des données pédologiques telles que la teneur en carbonates, la profondeur de décarbonatation, le pH, la teneur en humus, la stratification en horizons et la profondeur d'enracinement, valeurs qui se modifient également en fonction du temps écoulé.

Tab. 1: Comportement dynamique des principales espèces sur la moraine latérale du grand glacier d'Aletsch.



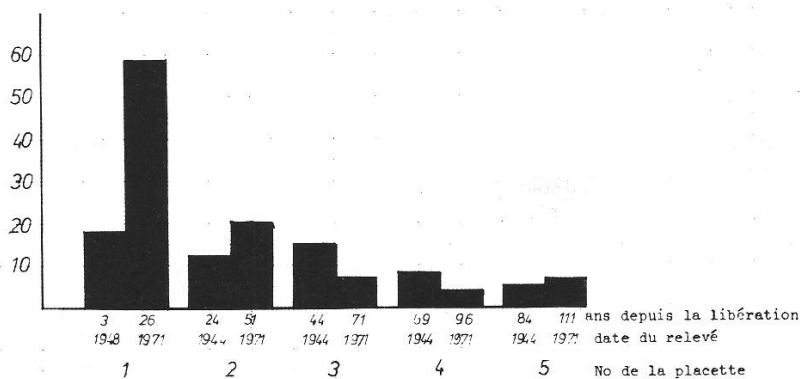
Catégorie	Installation n. d'années après l'apparition du sol	Disparition n. d'années après l'apparition du sol	Espèces représentatives et observations
1	3– 4	30	<i>Cerastium pedunculatum</i> et autres espèces succombant rapidement à la concurrence.
2	3– 4	60	<i>Saxifraga aizoides</i> . Si <i>Linaria alpina</i> persiste aussi longtemps, c'est probablement à la faveur de conditions spéciales de relief. Je pense que cette espèce devrait faire partie de la première catégorie.
3	3– 4	90–110*	<i>Epilobium fleischeri</i> . Installation précoce de <i>Betula</i> .
4	5– 10	30–50	<i>Luzula alpino-pilosa</i> .
5	5– 10	90–110*	<i>Salix hastata</i> , <i>Salix retusa</i> .
6	5– 10	∞	<i>Vaccinium uliginosum</i> . Parmi les 3 espèces du genre, c'est <i>V. uliginosum</i> qui possède la plus large amplitude écologique et fait preuve ici d'un tempérament de pionnier.
7	30	90–110*	<i>Trifolium pallescens</i> . <i>Dryas octopetala</i> , taxé comme calcicole, ne s'installé que sur des sols ayant subi une certaine maturation. Lüdi (1945) signale un pH de 5,9 dans les racines de <i>Dryas</i> . Contrairement à ce qu'on peut observer à l'étage subalpin du Jura, <i>Lycopodium selago</i> et les Pyroles qui sont fréquents parmi les pionniers, ne subsistent pas dans la vieille forêt climacique.
8	20– 50	∞	<i>Rhododendron ferrugineum</i> . Le Mélèze et l'Épicéa, espèces héliophiles supportant la sécheresse, s'installent bien avant l'Arole!
9	200–300	∞	<i>Listera cordata</i> , espèce sténoïque, représente le climax de l'étage subalpin sur mousses et humus brut acide.

* probablement plus tard. La durée des observations ne permet de le préciser.

Si l'on compare l'évolution du nombre d'espèces ⁷⁾ (fig. 4) entre 1944 et 1971 pour 5 placettes échelonnées du bas en haut de la moraine latérale, on s'aperçoit que c'est dans la placette la plus proche du glacier (donc la plus jeune) que l'augmentation est de beaucoup la plus spectaculaire et que cette augmentation a tendance à s'atténuer dans les placettes plus élevées et plus anciennes où la compétition joue un rôle de plus en plus prépondérant.

Fig.5 Evolution du nombre d'espèces par groupes sociologiques (1000m²)

a) Espèces pionnières (*Androsacetalia alpinae* et *Salicetalia herbaceae*)



La comparaison par groupe sociologique est encore plus intéressante:

a) le nombre des espèces pionnières des *Androsacetalia alpinae* et des *Salicetalia herbaceae* (fig. 5) accuse une forte augmentation sur les sols bruts de la placette No 1 (près du glacier). Dans les autres placettes, celui-ci a tendance à s'égaliser et à diminuer, à cause de la compétition (en particulier des mousses et lichens comme *Rhacomitrium canescens* et *Stereocaulon alpinum*) et de la maturation progressive des sols.

b) les espèces des pelouses calcicoles (*Elyno-Seslerietea*) (fig. 6) passent de 0 à 27 sur les sols bruts et non décarbonatés de la placette No 1, tandis que leur nombre se stabilise aux alentours de 10, puis de 8 dans les placettes les plus éloignées du glacier où la décarbonatation des sols s'intensifie.

c) les espèces des pelouses acidophiles (*Caricetea curvulae*) (fig. 6), qui s'installent dès les premières années, augmentent dans toutes les placettes, même dans les plus éloignées du glacier. En effet, les sols se décarbonatant de plus en plus profondément, aussi longtemps que la compétition n'est pas limitante il n'y a pas de raison pour que le nombre des espèces acidophiles cesse d'augmenter.

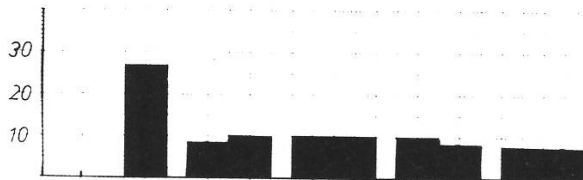
⁷⁾ Dans tous les graphiques, le nombre d'espèces est calculé arbitrairement pour une surface de 1000 m². La comparaison des taux de recouvrement aurait été encore plus instructive; malheureusement, la notation adoptée par Lüdi en 1944 ne m'a pas permis de l'établir.

d) enfin, les espèces de la forêt (*Vaccinio-Piceetea*) (fig. 7), après une phase d'installation en masse dans la placette No 1, poursuivent leur augmentation, sauf dans la placette No 3⁸⁾.

La figure 8 traduit l'évolution de la hauteur moyenne des arbres, par essence, et illustre l'avance très nette du Bouleau et du Mélèze, la situation intermédiaire de l'Épicéa (dont le départ est retardé par l'abrutissement intense par les chamois) et le retard considérable de l'Arole (*Pinus cembra*) auquel il faudra encore de longues années pour devenir dominant et former le climax.

Fig. 6.

b) Espèces des pelouses calcicoles (*Elyno-Seslerietea*)



c) Espèces des pelouses acido-philites (*Caricetea curvatae*)

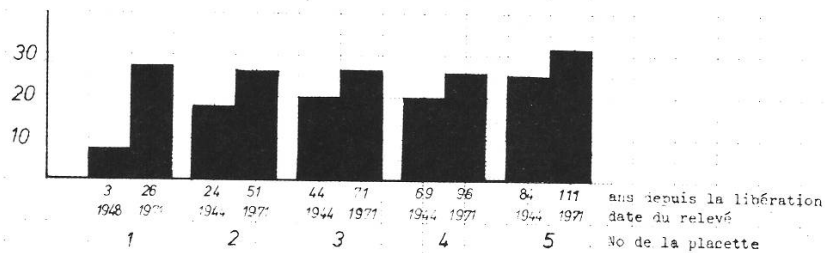
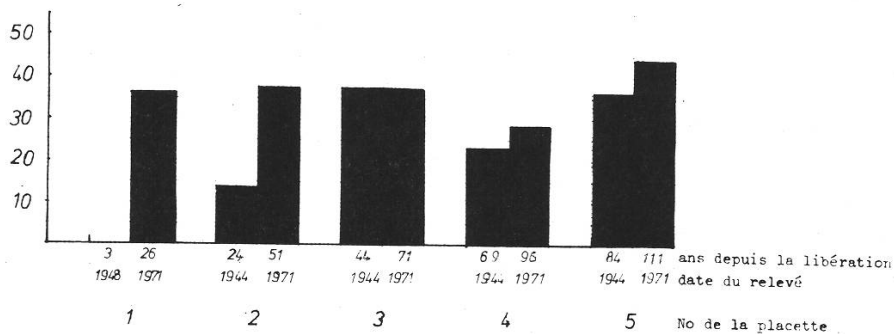
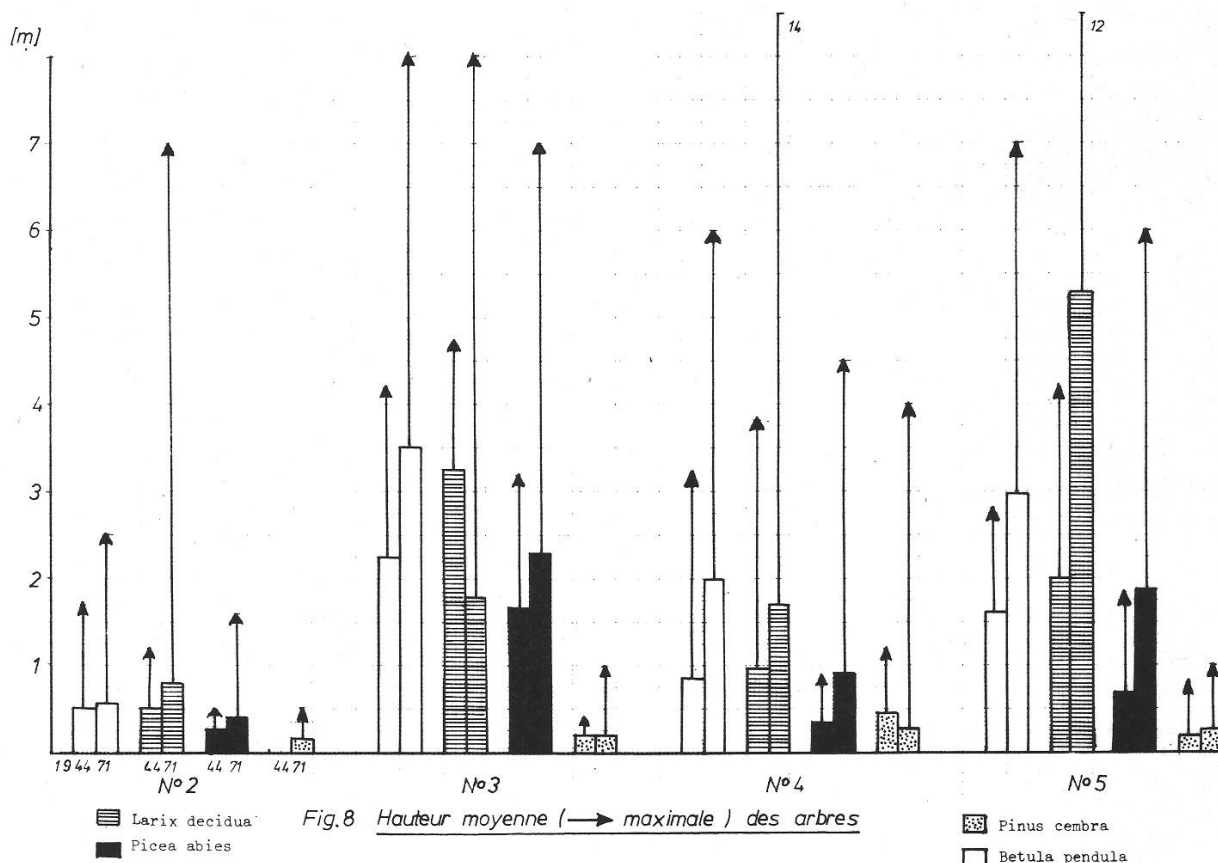


Fig. 7 Espèces de la forêt

(*Vaccinio - Piceetea*)



⁸⁾ Dans la placette No 3, si le nombre d'espèces n'augmente pas, la somme des taux de recouvrement (estimée) des espèces forestières, par contre, est en augmentation.



Conclusions et résumé

La dynamique de la végétation sur une moraine siliceuse de l'étage subalpin libérée par un glacier en retrait se caractérise par une série génétique de stades successifs. 3 ou 4 ans déjà après la fonte de la glace débute une période d'installation relativement courte (une trentaine d'années) pendant laquelle la grande majorité des espèces des stades pionniers transitoires *et* du climax prennent pied, c'est-à-dire avant que les phénomènes de compétition et de profondes modifications physico-chimiques du sol ne limitent leur nombre. Dès la fin de cette période, une partie des premiers colonisateurs aura disparu (p. ex. *Gnaphalium supinum*, *Carastium pedunculatum*, *Sagina saginoides*, *Veronica alpina*, *Artemisia mutellina*, *Gentiana nivalis*) pour être remplacée par les espèces qui formeront pour finir le climax. L'Epicéa, le Mélèze, *Vaccinium uliginosum*, *Empetrum hermaphroditum* et *Rhododendron ferrugineum* s'installent longtemps avant qu'un microclimat forestier quelconque ne s'établisse. Quelques années après les premiers colonisateurs s'installent déjà de nombreuses espèces sociales des pelouses alpines (p. ex. *Salix retusa*, *Dryas octopetala*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium pallescens*, *Trifolium badium*, *Selaginella selaginoides*, *Polygonum viviparum*, *Juncus jacquini*, *Juncus trifidus*) qui contribuent puissamment à transformer le sol par accumulation d'humus. *Carex curvula* qui forme la base des pelouses à l'étage alpin n'a jamais

été constaté dans ces groupements pionniers. Ces espèces des pelouses disparaissent à leur tour à l'ombre de la jeune forêt où dominant pour commencer le Bouleau, le Tremble (*Populus tremula*) et le Mélèze. Dans cette forêt qui est encore loin de représenter le climax, l'Arole persistera longtemps en sous-étage, protégé par le Mélèze, le Bouleau, le Tremble et l'Épicéa. Enfin, les espèces sciaphiles inféodées au microclimat forestier humide ne s'installeront que beaucoup plus tard (*Listera cordata*, *Oxalis acetosella*, *Dryopteris dilatata*, *Adenostyles alliariae*, etc.). Aucune d'entre elles ne figure encore dans les placettes les plus anciennes qui ont été libérées par le glacier il y a 110 ans.

Si l'évolution de la végétation et des sols semble être rapide pendant les 50 premières années, c'est-à-dire jusqu'au stade où dominant passagèrement les espèces sociables des pelouses (stade à *Salix sp. pl.*, *Trifolium*, *Dryas* et *Lotus*), celle-ci se ralentit progressivement par la suite, du moins en ce qui concerne les modifications visibles, et rien ne laisse supposer que la garniture complète des espèces du climax (le Rhododendro-Cembretum) pourra remplacer définitivement les espèces des pelouses dans les 50 prochaines années. Dans les conditions les plus favorables d'un versant nord, à 1900 m d'altitude, il faut au moins 200 ans (probablement même beaucoup plus) pour former un podzol humo-ferrugineux recouvert d'une couche d'humus brut et de mousses suffisamment épaisse pour exclure toute trace des stades pionniers. Au versant sud ou au-dessus de 2000 m d'altitude, l'évolution sera encore beaucoup plus lente.

L'analyse de quelques facteurs pédologiques comme la profondeur de décarbonatation, le pH, la teneur en humus et l'épaisseur de l'horizon Ao compléteront ultérieurement cette étude qui n'est qu'un des membres d'une longue série de relevés périodiques destinés à mieux connaître un des aspects de la vie sauvage hors de l'influence de l'homme.

Zusammenfassung

Auf einer vom zurückweichenden Gletscher freigegebenen Urgesteinsmoräne in der subalpinen Stufe wird die Vegetationsentwicklung durch eine genetische Reihe von sich folgenden Stadien gekennzeichnet. Drei oder vier Jahre nach dem Wegschmelzen des Eises beginnt die erste Phase der Installation, die nur etwa dreissig Jahre dauert und während welcher sich die meisten Arten sowohl der pionierartigen Übergangsstadien als auch der Klimaxvegetation einstellen, d.h. also längst bevor sich Erscheinungen der Spross- und Wurzelkonkurrenz und auch der physikalisch-chemischen Veränderungen im Boden bemerkbar machen und die Artenzahl einschränken. Gegen Ende dieser Periode verschwinden einige der ersten Einwanderer, so u.a. *Gnaphalium supinum*, *Cerastium pedunculatum*, *Sagina saginoides*, *Veronica alpina*, *Artemisia mutellina* und *Gentiana nivalis*; sie machen Arten Platz, die später die Klimaxassoziation aufbauen, nämlich Fichte und Lärche, *Vaccinium uliginosum*, *Empetrum hermaphroditum* und *Rhododendron ferrugineum*, die sich also einstellen, längst bevor sich das Waldmikroklima herausgebildet hat.

Schon einige Jahre nach dem Erscheinen der ersten Ansiedler machen sich zahlreiche Arten der Alpenrasen breit (z.B. *Salix retusa*, *Dryas octopetala*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium pallescens*, *Trifolium badium*, *Selaginella selaginoides*, *Polygonum viviparum*, *Juncus jacquini*, *Juncus trifidus*) und verändern den Boden durch Humusanreicherung stark. Dabei ist die Tatsache bedeutsam, dass *Carex curvula* in solchen Pionierstadien nie angetroffen worden ist, obwohl sie den Hauptstock der Rasen der alpinen Stufe ausmacht.

Die Rasenpflanzen ihrerseits verschwinden im Schatten des jungen Waldes, in welchem zuerst Birke, Zitterpappel und Lärche dominieren. Zwar zeigt ein solcher Wald bei weitem nicht schon die Zusammensetzung der Klimaxvegetation, doch vermag sich die Arve unterwüchsig im Schutze von Lärche, Birke, Zitterpappel und Fichte bereits dauernd zu halten, während jene Arten, die auf das feuchte Bestandesklima des Waldes angewiesen sind, erst sehr viel später einwandern (es sind *Listera cordata*, *Oxalis acetosella*, *Dryopteris dilatata*, *Adenostyles alliariae* u.a.). Keiner dieser empfindlichen Zeiger der Klimavegetation findet sich in den untersuchten Dauerquadraten, auch nicht in den ältesten, die vom Eise vor 110 Jahren freigegeben worden sind.

Bis zum Zeitpunkt, in dem die Arten der alpinen Rasen vorübergehend dominieren (es ist das Stadium von *Salix sp. pl.*, *Trifolium*, *Dryas* und *Lotus*), verläuft die Entwicklung sowohl der Vegetation als auch des Bodens verhältnismässig rasch, verlangsamt sich aber in der Folge, vor allem, was die sichtbaren Veränderungen betrifft, und nichts deutet darauf hin, dass die vollständige Artengarnitur des Klimaxwaldes, des Rhododendro-Cembretum, in den folgenden 50 Jahren die Rasenarten zu ersetzen imstande sein wird. In der Tat benötigt ein Eisenpodzol, um auszuwachsen und mit seiner Rohhumusaufgabe und den zahlreichen Moosen und Flechten die letzten Spuren der Pionierstadien auszumerzen, auch im günstigsten Fall in Nordlage und 1900 m Höhe mindestens 200 Jahre. Am Südhang und über 2000 m Höhe dürfte die Entwicklung noch weit langsamer verlaufen.

Das Studium einiger Bodenfaktoren wie Entkarbonatungstiefe, pH, Humusgehalt und Mächtigkeit des A₀ werden diese Untersuchungen vervollständigen, Glieder einer langen Kette sich regelmässig folgender Aufnahmen, die dazu bestimmt sind, die Lebensvorgänge besser kennen zu lernen, dort, wo der Einfluss des Menschen nicht hinreicht.

Prof. J.-L. Richard
Institut de Botanique de l'Université
CH-2000 Neuchâtel 7

Bibliographie

- Braun-Blanquet J. 1964. Pflanzensociologie. 3e édit. *Springer*.
- Jochimsen M. 1963. Vegetationsentwicklung im hochalpinen Neuland. *Ber. Naturwiss. Med. Ver. Innsbruck* 53.
- 1970. Die Vegetationsentwicklung auf Moränenböden in Abhängigkeit von einigen Umweltfaktoren. *Alpin-Biologische Studien. Veröff. Univ. Innsbruck*, 46/II.
- 1972. Pollenniederschlag und rezente Vegetation in Gletschervorfeldern der Alpen. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* Bd. 85, H. 1–4.
- Kretz J. 1972. Kontrolle und Aufnahme der Vegetation in den Dauerflächen auf dem Jungmoränengebiet des Aletschreservates. *Mscr.*
- Lüdi W. 1945. Besiedlung und Vegetationsentwicklung auf den jungen Seitenmoränen des grossen Aletschgletschers. *Ber. Geobot. Forschungsinstitut Rübel f. das Jahr 1944*.
- 1950. Die Pflanzenwelt des Aletsch-Reservates bei Brig. *Bull. Murithienne*. 67.
- Oberdorfer E. 1959. Borstgras- und Krummseggenrasen in den Alpen. *Beitr. naturk. Forsch. SW-Deutschland* 18/1.
- Richard J.L. 1968. Les groupements végétaux de la Réserve d'Aletsch. *Mat. levé géobot. Suisse* 51.

Annexe

Brève description des placettes (Etat en 1971)

No 5: 30 x 13 m = 390 m²

1944 Sur la croupe morainique, 150 m au NE du point d'intersection (Coord. 645675/138275) du nouveau sentier de Belalp avec cette même croupe.

Altitude moyenne:	1965 m.
Strate arborescente:	30%. Mélèze dominant. Hauteur 12 m.
Strate arbustive:	55%. Rhododendron dominant.
Strate herbacée:	55%. Salix retusa, Empetrum hermaphroditum et Vaccinium myrtillus dominants.
Mousses et lichens:	50%.

No 4: 60 x 10 m = 600 m²

1944 10 m à droite du sentier qui descend vers le glacier.

Altitude moyenne:	1940 m. Bas de la pente et cuvette.
Strate arborescente:	40%. Mélèze dominant. Hauteur max. 14 m.
Strate arbustive:	75%. Rhododendron et Salix helvetica dominants.
Strate herbacée:	65%. Empetrum, Vaccinium myrtillus, Vaccinium uliginosum et Calluna dominants.
Mousses et lichens:	50%.

No 3: 43 x 10 m = 430 m²
1944 Sur un plateau, environ 80 m au-dessous du point d'intersection du sentier avec la moraine.
Altitude moyenne: 1930 m.
Strate arborescente: 30%. Bouleau dominant. Hauteur max. 8 m.
Strate arbustive: 50%. Salix helvetica dominant.
Strate herbacée: 60%. Vaccinium myrtillus, Trifolium pallescens, Epilobium fleischeri dominants.
Mousses et lichens: 50%.

No 2: 32 x 15 m = 480 m²
1944 Environ 70 m au-dessous de D3.
Altitude moyenne: 1900 m.
Strate arborescente: 12%. Mélèze dominant. Hauteur max. 7 m.
Strate arbustive: 20%. Epicéa dominant.
Strate herbacée: 70%. Trifolium pallescens, Trifolium badium, Vaccinium uliginosum dominants.
Mousses et lichens: 50%.
En 1971, la placette a été amputée de 270 m² (taillis de Alnus viridis bordant un ruisseau temporaire).

No 1: 20 x 16 m = 320 m²
1944 Environ 100 m plus bas que D2.
Altitude moyenne: 1860 m.
Strate arbustive: 7%. Epicéa dominant.
Strate herbacée: 25%. Epilobium fleischeri dominant.
Mousses et lichens: 40%.
En 1971, la placette a été amputée de sa partie occidentale, inhomogène, de 480 m².
Les relevés de cette placette ne figurent pas sûr les graphiques!

No 0: 30 x 10 m = 300 m²
1948 Environ 30 m plus bas que D1, sous un rocher.
Altitude moyenne: 1850 m.
Strate arbustive: 5%.
Strate herbacée: 25%. Epilobium fleischeri et Saxifraga aizoides dominants.
Mousses et lichens: 40%.
Cette placette fut ajoutée par Lüdi en 1948. Elle fut libérée par le glacier en 1944.
Dans les graphiques, cette placette porte le No 1!

B: 6,5 x 11,5 m = 75 m²
1971 Environ 80 m plus bas que D0.
Altitude: 1800 m. 10 m au-dessus du glacier en 1971.
Strate herbacée: 5%. Saxifraga aizoides et Sagina saginoides
dominants.
Mousses et lichens: 2%.
Cette placette fut libérée par le glacier en 1967, elle ne figure pas sur les
graphiques de cette publication.

A: 17 x 12,5 m = 212 m²
1971 A quelques mètres au NE de B.
Altitude: 1805 m.
Strate herbacée: 0,5%.
Cette placette fut libérée par le glacier en 1967, elle ne figure pas sur les
graphiques de cette publication.

C: 10 x 7 m = 70 m²
1971 Environ 40 m au nord du point (646350/138825) où le „oberer
Gletscherweg“ croise la crête de la moraine, derrière la Moosfluh.
Altitude: 2035 m. Bas d'une pente.
Strate arbustive: 30%. Salix helvetica et Rhododendron
dominants.
Strate herbacée: 70%. Empetrum dominant.
Mousses et lichens: 40%.
Cette placette ne figure pas sur les graphiques de cette publication.

D: 11 x 8 m = 88 m²
1971 Altitude: 2030 m. 30 m à l'ouest de la base de la placette C.
Terrasse.
Strate arbustive: 20%. Salix helvetica dominant.
Strate herbacée: 75%. Salix retusa dominant.
Mousses et lichens: 30%..
Cette placette ne figure pas sur les graphiques de cette publication.