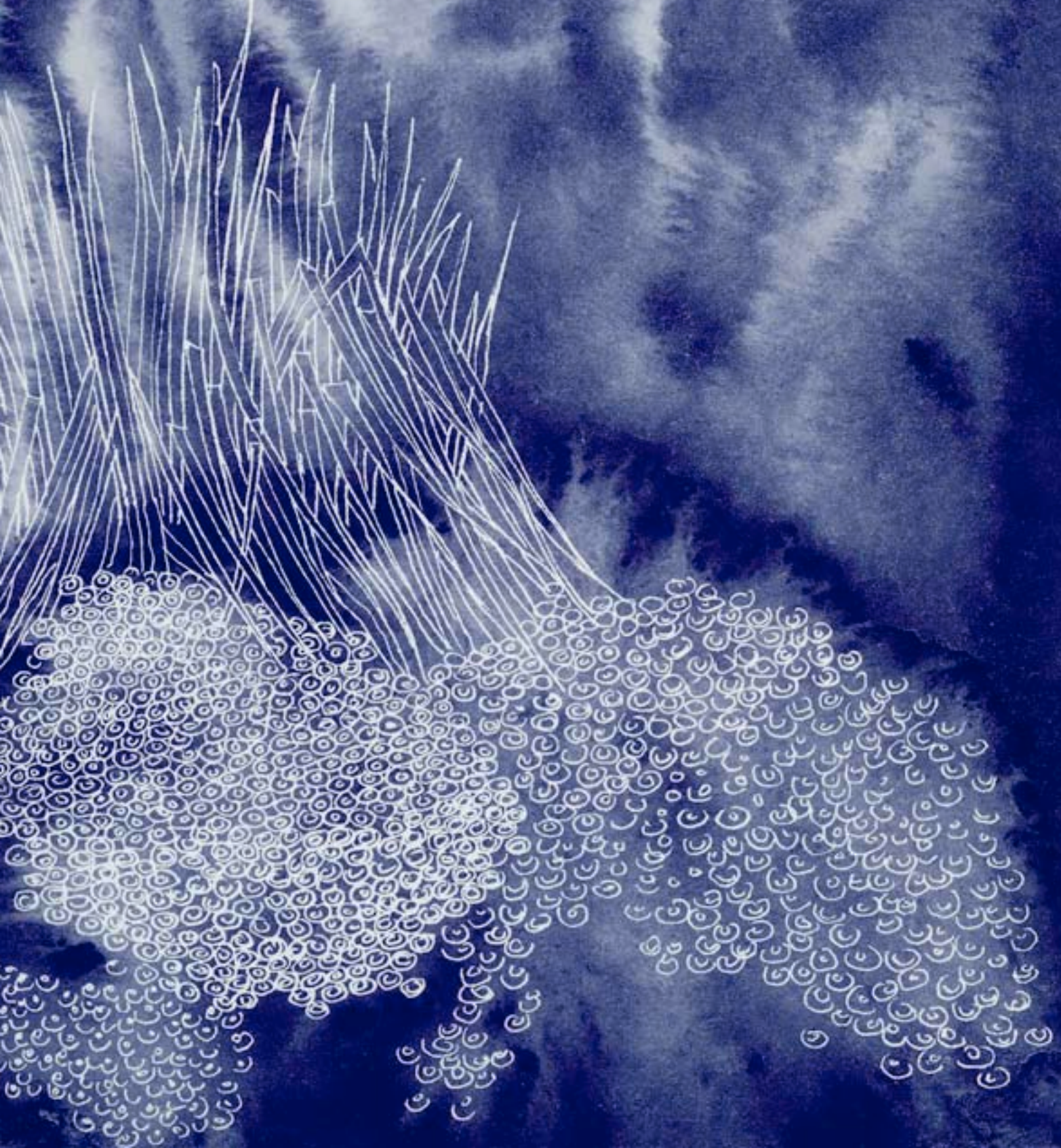


Entwicklung und Bedeutung der Moore und Moorlandschaften
Développement et importance des marais et des sites marécageux
Formazione e importanza delle paludi e delle zone palustri



Ecologie et hydrologie des marais

De tout temps, l'homme a su qu'il y avait au moins deux types de marais, comme en témoigne l'existence ancienne d'une paire de termes pour désigner les marais dans diverses langues (GROSSE-BRAUCKMANN, 1996). A l'origine, ils font référence à des différences de végétation opposant les marais couverts de lande et de mousses (tourbières, landes marécageuses) et les marais riches en graminées, cypéracées et autres espèces herbacées (marais et prairies marécageuses). Cette distinction a longtemps constitué la base de la classification des marais en Europe centrale, car elle exprimait en même temps les grandes différences stationnelles de conditions pédologiques (bases, nutriments).

Mais une telle subdivision en marais ombrogènes et minérogènes tient peu compte de la répartition mondiale et de la grande diversité de ces milieux. En conséquence, il existe aujourd'hui toute une série de classifications marquées par les connaissances et les intérêts de leurs auteurs. Les marais ont ainsi été classés en fonction de leur morphologie, de leur structure, de leur hydrologie, de leur chimisme, de leur composition spécifique ou de leurs unités de végétation (cf. GORE, 1983). De nombreux auteurs se sont efforcés de réunir plusieurs de ces paramètres dans leur typologie. Malgré tout, presque chaque pays riche en marais de l'hémisphère nord possède sa propre typologie des marais. Dans ces dernières années seulement, on a entrepris d'unifier à l'échelle mondiale, et en anglais, les différentes classifications nationales des marais. Les travaux prendront encore quelques années.

La typologie des marais présentée ici tient compte des conditions de l'Europe centrale et en particulier de celles des Alpes. On a essayé de tenir compte du maximum de paramètres et des conventions internationales actuelles. Les critères principaux de distinction sont l'hydrologie, le chimisme et la végétation des marais.

Lors de projets de régénération de marais, les informations sur la typologie et l'hydrologie des marais peuvent avoir une importance décisive dans le succès ou l'échec de l'entreprise. Dans la pratique, une bonne clarification ne permet pas seulement une meilleure estimation du potentiel de régénération, et donc une formulation plus réaliste des objectifs de développement, mais est une condition d'une réalisation efficace et économique des mesures nécessaires.

BIBLIOGRAPHIE

GORE, A.J.P. (1983): Introduction to Mires: Swamp, Bog, Fen and Moor - General Studies. Ecosystems of the World 4A, 1-34, Elsevier Amsterdam, Oxford, New York.

GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1996): Ansprache und Klassifikation von Torfen und Mooren als Voraussetzung für Moorkartierungen (vor allem aus bodenkundlicher Sicht). Abh. Nat.wiss. Ver. Bremen 43, 2, 213-237.

ADRESSE DES AUTEURS

Prof. Dr Gert M. Steiner
Institut für Pflanzenphysiologie
Abteilung für Vegetationsökologie
und Naturschutzforschung
CP 285
A-1091 Vienne

Andreas Grünig
Service de consultation pour la protection des marais
Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage
Zürcherstrasse 111
CH-8903 Birmensdorf

TRADUCTION

Dr Benoît Bressud
Rue de Cordé 4
1957 Ardon

Manuel
Conservation des Marais
en Suisse 1
2 / 1997

Les types hydrologiques de marais en Suisse

1 INTRODUCTION

Les marais se développent surtout là où les précipitations et les eaux souterraines assurent un apport d'eau important et où le relief très accidenté, avec des dépressions ou de faibles pentes, ralentit l'écoulement. Dans les marais en croissance, où la tourbe s'accumule, le niveau de la nappe ne s'abaisse guère à plus de 20 cm de la surface pendant la période de végétation. Cela conditionne le climat au voisinage du sol et influence l'approvisionnement des plantes et des animaux en air, en nutriments et en substances minérales. Les tourbes développées provoquent une rétention d'eau si bien que le régime hydrique du marais se modifie aussi au cours de son développement. KULCYNISKI (1949) a reconnu que les différences de régime hydrique déterminent différents types de marais, qualifiés par SUCCOW/JESCHKE (1986) de **hydrologisch-entwicklungsgeschichtlich** ou plus brièvement d'hydrologiques.

Le régime hydrique d'un marais dépend de nombreux autres facteurs, notamment des conditions de précipitations et d'évaporation, de la fréquence et de l'intensité des gelées, du relief, de la perméabilité du sous-sol du marais, ainsi que des relations avec les eaux superficielles. Le bassin versant avec ses flux superficiels et souterrains d'eau et de substances joue également un rôle important. Tous ces facteurs peuvent d'autre part influencer la taille, le relief et la microtopographie, la couverture végétale, le substrat (qualité de la tourbe) et donc aussi les propriétés hydrauliques et hydrologiques du corps tourbeux.

Enfin, le régime hydrique doit être considéré avec ses relations multiples et ses interactions depuis le début de la formation de nos marais, donc sur une durée qui peut atteindre 15'000 ans. Pendant ce long laps de temps, certains facteurs ont dû se modifier foncièrement, notamment sous l'influence des corps tourbeux en développement, si bien que de nombreux marais ont certainement appartenu à différents «types écologiques» au cours de leur existence. En plus des processus naturels comme les changements climatiques, les interventions humaines (cf. vol. 1, contribution 3.2.1), notamment, ont joué un grand rôle dans le développement des marais et de leur régime hydrique (SUCCOW / JESCHKE, 1986; HUTTER et al., 1997).

Pour l'Europe centrale, SUCCOW (1988) a proposé de subdiviser les marais minérogènes ou géogènes en sept types hydrologiques en fonction de leur situation hydrologique (apport d'eau) et des processus de

Le régime hydrique d'un marais dépend du niveau et de la durée de la nappe, de son amplitude de fluctuation, des conditions d'alimentation, d'écoulement et d'infiltration, ainsi que des possibilités de remontée capillaire des eaux souterraines.

formation de la tourbe qui en dépendent. Avec les marais ombrogènes, cela fait huit types hydrologiques de marais que l'on peut considérer comme types principaux (cf. encadré). Les types de marais forment aussi des combinaisons caractéristiques. Au cours du développement d'un marais, les processus naturels de formation de la tourbe ou des influences humaines peuvent en outre entraîner une superposition de différents types fondamentaux. Pour cette raison, les huit types hydrologiques fondamentaux peuvent être subdivisés quant à leur développement en marais de type primaire, secondaire et tertiaire.

Les marais suivants, qui se sont directement formés à partir du substrat minéral, font partie des marais primaires:

- les marais d'atterrissement dont le développement commence avec les premiers apports de sédiments dans un plan d'eau et se termine avec sa disparition (= atterrissement complet);
- les marais de paludification qui résultent de l'élévation des eaux souterraines;
- les marais d'inondation dont les dépôts organiques sont liés à des substrats minéraux longtemps inondés (p. ex. zones alluviales);
- les marais de pente (marais de ruissellement) dont la tourbe s'est développée sur des pentes à sol minéral à la suite du ruissellement permanent de l'eau;
- les marais fontinaux qui doivent leur existence à un écoulement d'eau de sources hors d'un sol minéral.

Les **marais secondaires** apparaissent lorsque le régime hydrique initial cesse dans les marais primaires. Les représentants caractéristiques de ce groupe sont:

- les marais de percolation qui se développent sur des marais de paludification, de ruissellement ou d'atterrissement;
- les marais de cuvette qui proviennent en général de marais d'atterrissement, mais parfois aussi de marais de paludification;
- les marais de paludification qui se développent sur d'anciens marais d'atterrissement, souvent après un long intervalle de temps;
- les marais pluviaux qui croissent sur des marais d'atterrissement, de paludification ou de pente.

Les marais pluviaux qui se développent directement sur un sous-sol minéral sont des marais de type primaire. La plupart proviennent cependant de marais d'atterrissement, de paludification ou de ruissellement et appartiennent donc aux marais de type secondaire. Lorsqu'ils résultent de marais de percolation, il s'agit de **marais tertiaires**.

Classification des types de marais de Suisse d'après des critères hydrologiques généraux (A-D) ou spéciaux (1-8)

A Marais minérogènes (bas-marais)

- Marais topogènes ou morphogènes
 - 1 marais d'atterrissement
 - 2 marais de paludification
 - 3 marais d'inondation
 - 4 marais de cuvette
- Marais soligènes ou rhéogènes
 - 5 marais de pente ou de ruissellement
 - 6 marais fontinaux
 - 7 marais de percolation

B Marais ombro-minérogènes (marais de transition)

C Marais ombrogènes (hauts-marais)

- 8a marais pluviaux
- 8b marais de couverture
- 8c marais d'eau de condensation

D Complexes de marais (combinaison des types de marais A et/ou B et/ou C)

2 MARAIS MINEROGENES (BAS-MARAIS)

Les marais minérogènes sont des marais dont l'équilibre hydrique dépend surtout de l'eau phréatique.

2.1 Marais topogènes ou morphogènes

Ce terme réunit des marais à nappe phréatique en général plane et immobile, liés à certaines formes topographiques comme les dépressions, les cuvettes et les fonds de vallée.

2.1.1 Marais d'atterrissement

Ce type de marais est lié aux eaux calmes qui, au cours du postglaciaire, ont atterri à cause de dépôts de gyttja dans leur totalité ou dans les zones peu profondes des berges (fig. 1). Le principal responsable de cette évolution est l'augmentation de la sédimentation biogénique pendant l'Atlantique, une période à températures régulières et à humidité élevée (cf. fig. 2). Pendant la période suivante (Subboréal), en partie plus sèche, un déficit hydrique s'est manifesté dans de nombreux cas, ce qui a favorisé une progression de la formation de tourbe depuis la rive (JANKE, 1978; KLOSS, 1980 et 1987; LANGE, 1986 et SUCCOW / LANGE, 1984). A la fin de cette période d'atterrissement, pendant la période plus humide du Subatlantique, des formations marécageuses secondaires (marais de paludification) se sont souvent développées sur les marais d'atterrissement existants (cf. chiffre 1.1.2).

Les **gyttjas** sont des sédiments limniques organiques ou mélangés de substances organiques (AG BODENKUNDE, 1982).

Les **tourbes** sont des sédiments sédentaires, terrestres ou semi-terrestres, formés principalement de mousses, de cypéracées et de graminées.

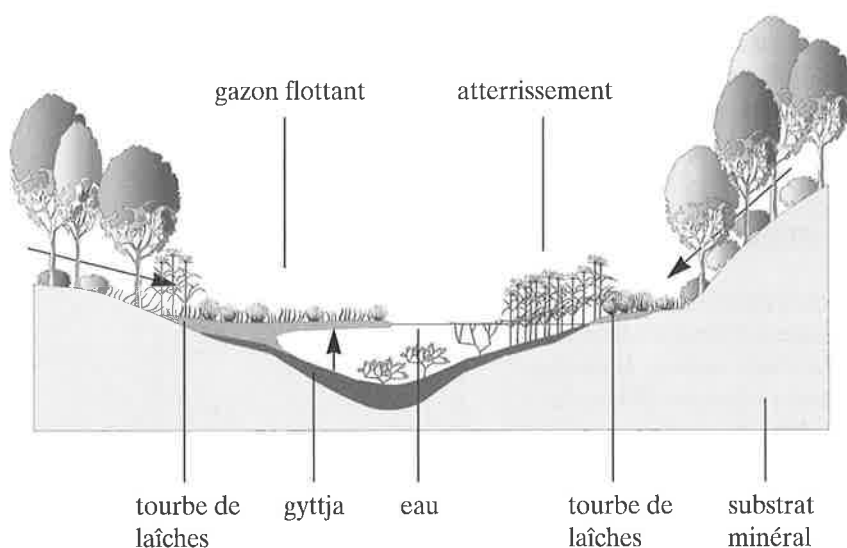


Fig. 1: Coupe schématique à travers un marais d'atterrissement. Des exemples caractéristiques en Suisse sont le lac de Lussy (FR; inventaire des hauts-marais (IHM) No 131), le Höhenschwandmoor (BE; IHM No 511) et la mare de haut-marais de Muntschas (GR; HELD / WORTMANN, 1994; IHM No 90).

L'hydrologie des marais d'atterrissement est marquée par les écoulements superficiels en provenance des environs et par de faibles échanges hydriques avec le plan d'eau lui-même à cause des couches imperméables de gyttja. Cela a également des conséquences sur les apports de nutriments. Ils ne peuvent se faire que par le bord aquatique du marais et leur concentration décroît rapidement pendant la traversée du corps tourbeux. La sédimentation biogénique entraîne de plus un progressif appauvrissement en nutriments dans les eaux calmes dépourvues d'arrivée d'eau. De tels marais d'atterrissement sont donc en règle générale oligotrophes, si l'on fait abstraction des bords influencés par les apports d'eau.

Les berges des eaux stagnantes avec des échanges d'eau sont toujours plus riches en nutriments (mésotrophes à eutrophes) et caractérisées par une végétation typique, comme p. ex. au Lauenensee (BE; Inventaire des hauts-marais (IHM) No 561). Les influences anthropogènes comme l'abaissement de la nappe et surtout l'eutrophisation croissante ont fortement contribué à la modification des conditions stationnelles et à la banalisation de la végétation, comme au Bützisee dans le Robenhauserried (ZH; MESSIKOMMER, 1928; LANFRANCHI, 1985; IHM No 103), au Seeweidsee (ZH; HANGARTNER,

Gazons flottants

La modification des conditions trophiques des eaux, en particulier par l'eutrophisation actuelle, peut provoquer la production de gaz dans les tourbes subaquatiques (p. ex. tourbe de roseau, de marisque, de prêles), le décollement de la couverture de tourbe et la formation de radeaux de tourbe (gazons flottants spontanés). Une autre cause de formation de tels gazons flottants a été l'utilisation des eaux stagnantes marécageuses comme étangs pour la baignade. La retenue artificielle entraîne aussi le décollement des tourbes subaquatiques, la formation de radeaux de tourbe et une évolution avec formation de tourbe terrestre. Le gazon flottant du Lunzer Obersee dans les Préalpes autrichiennes calcaires (cf. GAMS, 1927) est un exemple d'une telle évolution, mais ici ce sont des tourbes d'origine terrestre qui flottent et la cause en est climatique. D'autres exemples sont connus dans la Forêt Noire (DIERSSEN / DIERSSEN, 1984).

Dans les eaux plus pauvres en nutriments, la formation de gazons flottants d'atterrissement est fréquente. Ils résultent du lent recouvrement de la surface de l'eau par des rhizomes de diverses espèces de plantes comme le trèfle d'eau (*Menyanthes trifoliata*), le comaret (*Potentilla palustris*) ou la lâche des boursiers (*Carex limosa*), parmi lesquelles les sphaignes peuvent ensuite se développer.

1997; IHM No 109) ou à l'exutoire du Totsee (LU; IHM No 437, Inventaire des bas-marais (IBM) No 1241).

2.1.2 Marais de paludification

Les marais de paludification (fig. 3), un type de marais largement répandu en Europe centrale, se sont formés pendant les phases d'apport d'eau important comme le Tardiglaciaire, l'Atlantique ou le Subatlantique (cf. fig. 2). Alors que dans les montagnes moyennes et dans la région alpine, la plupart des marais de paludification sont d'origine tardiglaciaire, il y a eu deux phases de formation à basse altitude, une tardiglaciaire (Allerød) et une autre qui a débuté à la fin de l'Atlantique (LANGE et al., 1978). Une élévation lente et régulière de la nappe a provoqué le développement de marais étendus directement sur le substrat minéral (cf. SJÖRS, 1983) ou sur des formations marécageuses déjà existantes, comme des marais d'atterrissement ou d'inondation.

Dans les marais de paludification, la circulation de l'eau peut être autant horizontale que verticale, ce qui entraîne une submersion de la surface du marais après de fortes pluies et une forte baisse du niveau de la nappe après une longue période sèche. A cause de cette dynamique et de la libération des nutriments qui lui est associée, les marais de paludification sont le plus souvent mésotrophes ou eutrophes à basse altitude en Europe. Dans les Alpes, le milieu est cependant souvent oligotrophe parce que les précipitations réussissent à imprégner le corps tourbeux de façon homogène et que les événements extrêmes comme un assèchement ou une inondation sont très rares, si bien que les nutriments sont à peine mobilisés. Dans ces conditions, les sphaignes peuvent exprimer de façon croissante leurs avantages concurrentielles, ce qui provoque l'accumulation de tourbe de *Sphagnum* et finalement la formation de hauts-marais ou marais pluviaux.

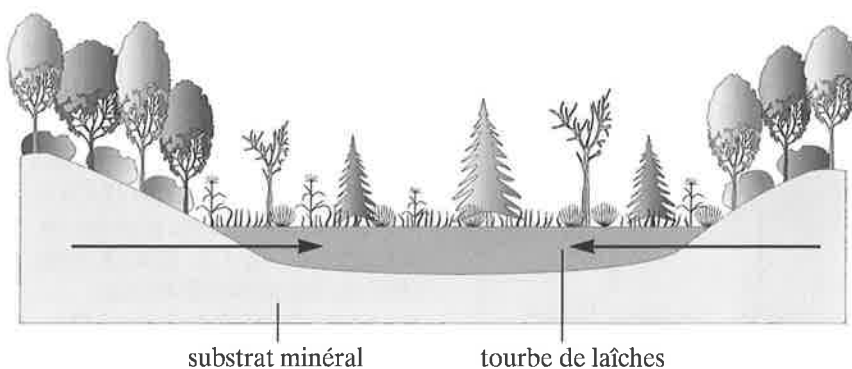


Fig. 2: Chronologie des derniers 20'000 ans.
Source: KÜTTEL (1994).

Années ¹⁴ C avant le présent	Période géologique	
0		
1'000	Subatlantque	HOLOCENE (époque postglaciaire)
2'000		
3'000		
4'000	Subboréal	
5'000		
6'000		
7'000	Atlantique	
8'000		
9'000	Boréal	
10'000	Préboréal	
11'000	Dryas récent	PLEISTOCENE (époque glaciaire)
12'000	Allerød	
13'000	Bølling	
14'000	Dryas ancien	
15'000		
16'000		
17'000	Würm tardif	
18'000		
19'000		
20'000		

Fig. 3: Coupe transversale schématique à travers un marais de paludification. On peut citer comme exemples classiques de marais dont le corps tourbeux hydraté de façon homogène par la pluie a permis la formation de haut-marais: Les Mosses près de Sâles (FR; FRÜH / SCHRÖTER, 1904; IHM No 59), la Tourbière des Veaux (JU; WELTEN, 1964; IHM No 4) ou le Schwantenau (SZ; HAAB / WALTER, 1994; IHM No 304).

Pour ces raisons, les marais d'Europe centrale de la deuxième phase (subatlantique) de formation ont le plus souvent conservé leur caractère de marais de paludification (p. ex. la Tourbière des Veaux, JU; WELTEN, 1964; IHM No 4), alors que la plupart des marais de paludification du Tardiglaciaire ont évolué en hauts-marais à l'Atlantique. Dans les régions inférieures, presque tous furent sacrifiés lors de la colonisation humaine. Pour cette raison, les marais de paludification (ou hauts-marais secondaires) ne se rencontrent plus aujourd'hui que dans les régions élevées ou comme stations résiduelles de faible taille et souvent très dégradées. On peut citer comme exemples typiques Les Mosses près de Sâles (FR; FRÜH / SCHRÖTER, 1904; IHM No 59), le Schwantenau (SZ; IHM No 304) ou le Gontenmoos (AI; IHM No 163). Dans la région alpine, ce type de marais est particulièrement fréquent sur les ensellements classiques (cf. fig. 11), comme p. ex. au col des Mosses (VD; IHM No 554), sur le Boggenberg (GL; HOFFMANN-GROBETY, 1946; IHM No 246) ou sur le Helchen (AI; IHM No 164).

2.1.3 Marais d'inondation

Ce type de marais est lié aux sols de vallée avec de longues périodes d'inondation (fig. 4). Les inondations ont entraîné au cours du temps, par sédimentation, une élévation du lit des rivières et des secteurs voisins de la vallée, une séparation de la rivière et des zones alluviales les plus éloignées, un moins bon écoulement des crues et une élévation de la nappe phréatique liée à la rivière. Ces conditions ont permis, avec l'aide des sources de pied de versant, le développement de marais en bordure de la vallée.

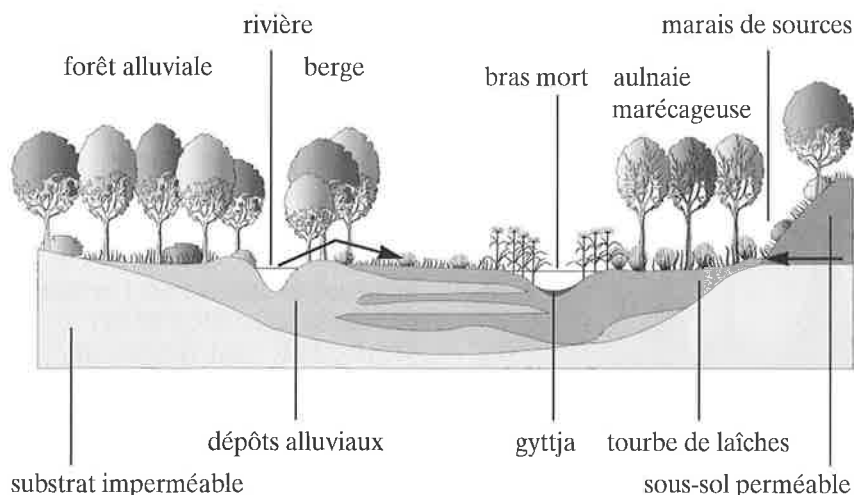


Fig. 4: Coupe transversale schématique à travers un marais d'inondation. Les exemples insignes de Suisse sont l'embouchure du Rhône dans le Léman (VD; IBM No 1378-1382), le Grand Marais dans le Seeland (FR, BE, NE; cf. BUTTLER / MULHAUSER, 1994), la plaine de la Linth (SG, SZ, GL; KOCH, 1926; IBM No 198 et No 1834) et les marais des Bolle di Magadino (TI; IBM No 2299 et 2314).

La succession des horizons pédologiques des marais d'inondation est caractéristique: les horizons tourbeux alternent avec les horizons sédimentaires. La teneur minérale de la tourbe est très élevée. Contrairement à l'idée reçue, ce type de formations marécageuses n'est pas limité aux basses altitudes. On le rencontre aussi dans les vallées alpines, souvent directement au contact des langues glaciaires (marais de retenue à méandres d'après GAMS, 1958). Un exemple encore bien conservé de Suisse est l'Ar du Tsan (VS; BRESSOUD, 1980; IBM No 1453). Les grandes vallées alpines étaient également remplies de marais d'inondation étendus, qui ont souvent évolué secondairement en hauts-marais, comme p. ex. le Breitried (SZ; IHM No 305). Comme les marais d'inondation de basse altitude, ils ont dû s'effacer devant une utilisation agricole croissante des sols de vallée, si bien qu'aujourd'hui il reste peu de surfaces.

2.1.4 Marais de cuvette

Ce n'est qu'au cours de ces 20 dernières années que l'on a découvert grâce à des recherches stratigraphiques que les marais de cuvette présentent des conditions tout à fait spécifiques qui justifient de les réunir dans un type hydrologique de marais distinct (SUCCOW, 1988). Du point de vue hydrologique, ces marais sont très fortement marqués par leur bassin versant. Par leur développement, il s'agit de marais secondaires (cf. § 1): après une première phase d'atterrissement, le corps tourbeux du marais de cuvette peut atteindre 10 à 15 m

Les marais de cuvette se forment dans des dépressions du terrain aux flancs raides, fermées, mais non totalement étanches. Ils sont caractéristiques des paysages de glace morte où ils remplissent les dépressions laissées par la fonte (cf. fig. 5); ils peuvent aussi se développer dans des dépressions karstiques.

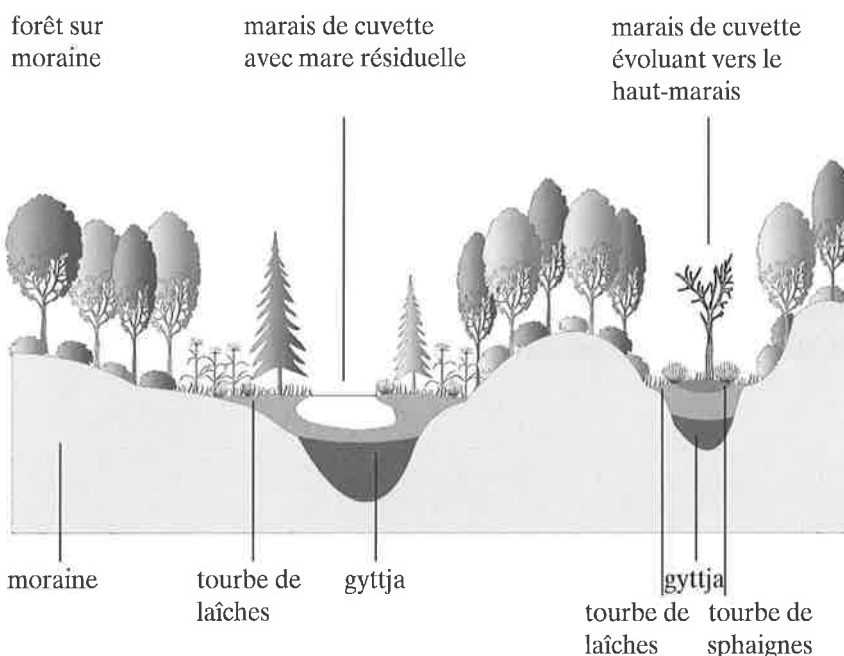


Fig. 5: Coupe transversale schématique à travers un paysage morainique avec deux marais de cuvette. Un exemple de marais de cuvette relativement intact avec mare résiduelle est fourni par le Barchetsee (TG; SCHLÄFLI, 1972; IHM No 133).

d'épaisseur dans des conditions favorables. La croissance du marais ne s'arrête que si le corps tourbeux ou le niveau d'écoulement s'élève au-dessus de la cuvette.

Les couches stratigraphiques des marais de cuvette sont très homogènes. Le plan d'eau fut d'abord soumis à un processus d'atterrissement lors de la fonte de la glace morte. Différentes couches de gyttja se déposèrent sur une épaisseur pouvant atteindre plusieurs mètres. Cette phase aquatique s'est terminée en règle générale par le dépôt de tourbes de mousses brunes peu décomposées, riches en gyttja, sur une épaisseur atteignant 3 m. A la fin de cette phase d'atterrissement et avant le début de la croissance de la tourbe proprement dite, des lacunes prononcées de la sédimentation eurent lieu en général d'après les observations de LANGE (1986). Ces lacunes correspondent à la période du Préboréal et du Boréal (sur environ 2000 ans), mais peuvent aussi s'étendre du Boréal au Subatlantique récent (sur environ 6000 ans).

La végétation des marais de cuvette mûrs présente une zonation caractéristique, car un manque de nutriments se fait sentir au centre du plan d'eau au cours du processus d'atterrissement. Il favorise la formation de types de végétation oligotrophes où prédominent les sphaignes. Les particularités des sphaignes modifient le régime hydrique (cf. vol. 1, contribution 3.1.2); au centre du marais, l'influence de l'eau de pluie est de plus en plus forte. En même temps, un apport continu d'eau et de nutriments a lieu par les bords (sous forme d'eau de surface, mais aussi d'eau d'infiltration des flancs de la cuvette), si bien que finalement une végétation plutôt minérotrophe domine sur les bords et une végétation plutôt ombrotrophe au centre.

L'élément déterminant du développement des marais de cuvette est la subtile interaction entre le climat et le substrat minéral, qui doit assurer à long terme un approvisionnement suffisant, mais non excessif en eau de la dépression. Le régime hydrique des marais de cuvette intacts dépend de l'écoulement superficiel et de l'infiltration, c.-à-d. de la perméabilité initiale du sous-sol.

Bien que les marais de cuvette n'aient qu'une faible surface et soient difficiles à drainer, ils subirent (et subissent) une forte pression anthropogène. Le drainage à l'aide de tuyaux, l'exploitation de la tourbe et l'apport excessif de nutriments depuis les surfaces agricoles du bassin versant ont provoqué d'importantes modifications de la végétation. Le Taumoos (AG; KESSLER, 1985; IHM No 82) constitue un exemple classique.

2.2 Marais soligènes ou rhéogènes

Les marais possédant une nappe mobile en situation de pente sont qualifiés de soligènes ou de rhéogènes.

2.2.1 Marais de pente ou marais de ruissellement

Les marais de ruissellement sont les marais de pente les plus fréquents en montagne. Ils se sont formés pendant presque toutes les phases du Postglaciaire. Leur hydrologie est conditionnée par les eaux superficielles qui proviennent de l'extérieur, ruissellent à la surface du marais et provoquent au moins des conditions d'humidité temporaires. Ce régime permet le développement de milieux relativement bien approvisionnés en oxygène et en nutriments où se forment finalement des corps tourbeux plutôt bien décomposés, denses et peu épais.

En Suisse, les marais de pente se sont formés principalement sur des sols riches en argile, compacts et lourds, qui se gorgent naturellement d'eau (flysch, schistes lustrés). Sur les pentes douces, des marais de pente naturellement dépourvus d'arbres se sont même développés, surtout lorsqu'un bassin versant étendu alimentait en permanence en eau le corps tourbeux en formation. Dans les régions aux précipitations abondantes, ce type de marais a souvent évolué en marais de percolation ou en marais pluvial (cf. fig. 13), du moins en bordure inférieure d'un marais.

Cependant, la plupart des marais de pente se sont développés après défrichement et mise en pâture, c.-à-d. sur des sols comprimés par les activités humaines; ils sont donc encore relativement jeunes et leur corps tourbeux ne dépasse pas quelques douzaines de centimètres. Depuis le 17^e siècle, on y a récolté en quantité croissante de la litière pour le bétail (GRÜNIG / STEINER, 1994). L'exportation régulière de biomasse et de nutriments a transformé de très nombreux prés à litière en stations mésotrophes particulièrement riches en espèces.

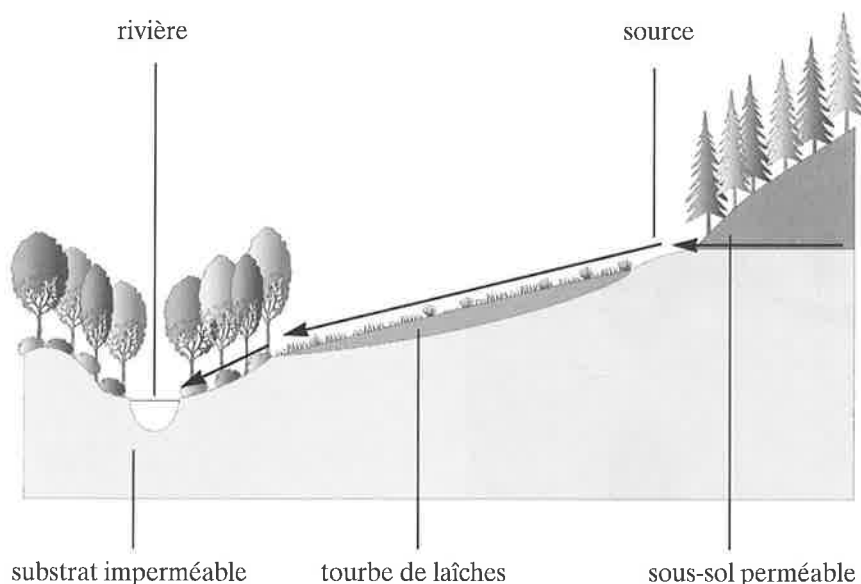


Fig. 6: Coupe transversale schématique à travers un marais de pente ou marais de ruissellement. On peut citer comme exemples typiques les marais de Breitried (ZG; IBM No 2887), de Lischboden (BE; IBM No 3115) ou de Palü Lunga (GR; IBM No 701), qui sont tous utilisés comme prés à litière.

L'abandon de l'exploitation soignée de la litière entraîne une augmentation de la biomasse et des nutriments, ce qui provoque à long terme un changement de la végétation et un appauvrissement en espèces et se termine par un retour à la forêt. Dans les Préalpes, de nombreux marais de pente connaissent actuellement une telle évolution. Plus étendues encore sont les surfaces de marais de pente qui ont été reboisées au cours des dernières décennies après un drainage systématique ou mises en culture intensive après une fumure massive, comme le Luchterlimoos (LU, IBM No 3398).

2.2.2 Marais fontinaux

Ces formations marécageuses très petites (fig. 7), souvent développées au-dessus de sources artésiennes, sont caractérisées, comme les marais de pente, par des tourbes fortement décomposées en raison de l'apport permanent d'eau fraîche et donc d'oxygène. De nombreux marais fontinaux, en particulier à basse altitude, résultent probablement de défrichements humains et sont donc relativement jeunes. La végétation des marais fontinaux calcaires est dominée par des mousses qui peuvent éliminer à leur surface le calcaire biogénique. Cela conduit fréquemment à la formation d'importants dépôts de calcaire fontinal (tufs). Des exemples caractéristiques en sont la Hueb près de Zurich (ZH; IBM No 869) ou la partie supérieure de la Chastenmatt (NW; IBM No 2717).

Malgré leur petitesse, les marais fontinaux font partie des marais les plus menacés. Comme les marais de pente, ils dépendent de bassins versants relativement étendus et leur végétation très spécialisée réagit de façon extrêmement sensible aux changements de la qualité de

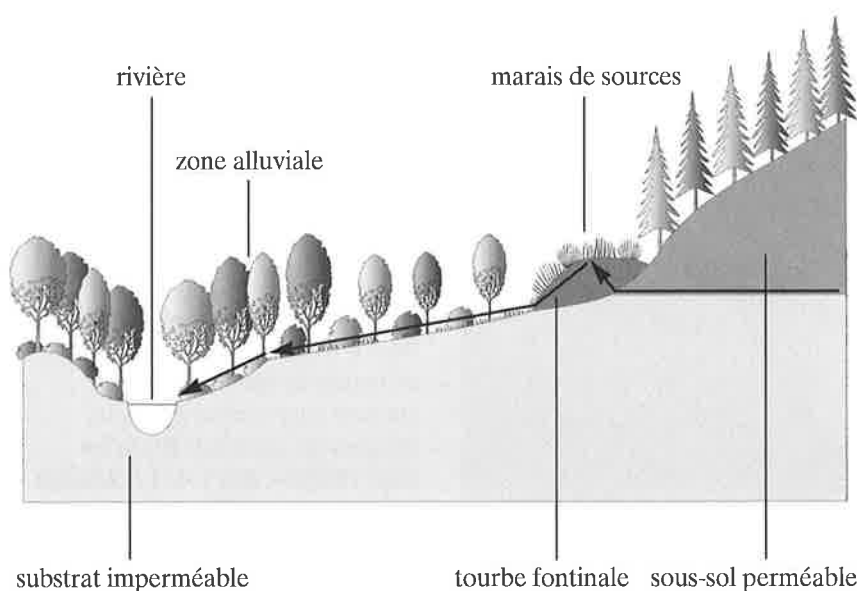


Fig. 7: Coupe transversale schématique à travers un marais fontinal.

l'eau. Une eutrophisation du bassin versant entraîne la disparition des mousses fontinales et l'apparition d'espèces des milieux eutrophes. Ceci peut très rapidement déboucher sur la destruction de la totalité de l'écosystème et donc aussi sur des changements drastiques de l'hydrologie des environs.

2.2.3 Marais de percolation

KULCZYNSKI (1949) a été le premier à reconnaître l'existence de ce type de marais largement répandu dans l'hémisphère Nord (fig. 8). La formation de tourbe se fait peu au-dessous de la surface du sol grâce à une circulation d'eau phréatique minérale. Le courant continu d'eau phréatique permet le développement rapide et continu d'une tourbe lâche à fort potentiel d'extension. La surface du marais varie en fonction des apports d'eau, si bien que l'eau phréatique minérale n'apparaît jamais en surface. Les marais de ce type sont souvent associés à des marais fontinaux ou se développent sur des horizons d'infiltration qui se rencontrent souvent en bordure de formes concaves de la topographie (p. ex. au pied des flancs de vallée ou des moraines). Comme tous les marais soligènes, les marais de percolation sont faciles à drainer. Ils réagissent aussi de façon très sensible aux changements d'apport et de qualité de l'eau.

Dans les vallées des anciennes rivières du nord de l'Europe moyenne, les marais de percolation forment avec les marais d'inondation d'importantes formations marécageuses de vallée. La situation est analogue dans les vallées alpines et les paysages morainiques du piémont.

Les corps tourbeux des marais de pente ou marais de ruissellement sont le plus souvent superficiels et présentent en règle générale des tourbes très décomposées, qui ne peuvent pratiquement plus se développer en cas d'exploitation agricole extensive par exemple.

En revanche, **les tourbes des marais de percolation ne sont que peu décomposées**. De légères perturbations peuvent déjà rendre étanche la tourbe et transformer de façon irréversible le très sensible écosystème que représente le marais de percolation en un marais de pente soumis à un régime de ruissellement.

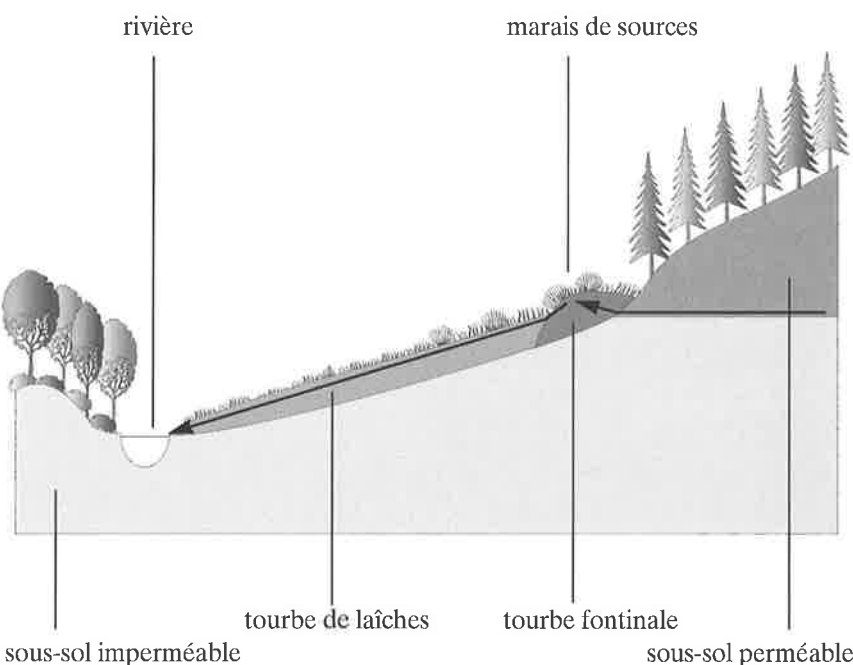


Fig. 8: Coupe transversale schématique à travers un marais de percolation. On peut citer comme exemples classiques Gamperfin (SG; SCHNEEBELI, 1991; IHM No 150) ou La Vraconnaz (VD; FELDMEYER-CHRISTE / MULHAUSER, 1994; IHM No 22).

Lorsque les conditions sont remplies, ce type de marais se rencontre aussi en altitude. Si la pente devient trop forte, l'eau ne coule plus à travers le corps tourbeux, mais sourd en surface et ruisselle sur le marais et le versant. Les mélanges de marais de percolation et de ruissellement sont en conséquence fréquents en altitude. Ils sont en revanche plutôt rares en plaine.

Les marais de percolation ne sont pas de type primaire. Ils ont succédé à des marais fontinaux, d'atterrissement, de paludification, d'inondation, de pente ou de ruissellement dans des phases d'apport d'eau supérieur. Ce qui caractérise les marais de percolation des régions aux précipitations abondantes, c'est l'appauvrissement croissant de l'eau de pluie lors de son cheminement à travers le corps tourbeux, si bien qu'une végétation oligotrophe peut se développer toujours plus en bordure inférieure du marais. En fonction des conditions climatiques, des marais de pente peuvent se développer dans de telles situations. Ce type de marais était particulièrement répandu dans la région alpine. Aujourd'hui, on ne les rencontre plus que dans les régions élevées peu exploitées par l'agriculture, comme c'est le cas au Breitmoos (BE; GROSSENBACHER, 1980; IHM No 517) ou au Stächelegg-Ghack (LU; HELD / VON GUNTEN, 1994; IHM No 312).

Comme les marais de pente et les marais de ruissellement, de très nombreux marais de percolation ont été pâturés ou exploités pour la litière. Contrairement aux marais de pente, les atteintes dues à l'exploitation modifient l'écosystème marais de percolation dans une mesure bien supérieure, presque irréversible. Le tassement de la tourbe par le piétinement du bétail, de légers drainages superficiels et le durcissement des couches de tourbe superficielles qui en résulte agissent déjà du point de vue hydrologique comme un accroissement de la pente. L'eau ne s'écoule plus à travers toute l'épaisseur du corps tourbeux mais ruisselle en surface. Un exemple impressionnant de cet état de choses est le Gross Moos (GL; GRÜNIG / STEINER, 1994; IHM No 245).

Les marais de percolation à hydrologie non perturbée sont très rares aujourd'hui. Les anciens marais de percolation présentant un régime de ruissellement provoqué par l'homme sont bien plus fréquents, comme p. ex. les marais de la région du Faninpass (GR; WEGMÜLLER, 1976; MARTI / EGLI, 1994; IBM Nos 738, 742, 744).

3 MARAIS OMBRO-MINÉROGENES (MARAIS DE TRANSITION)

Les marais ombro-minérogènes sont des marais à régime hydrique mixte, phréatique et pluvial.

Ce type de marais (appelé également marais intermédiaire) caractérise les phases de développement des hauts-marais où se fait le passage du bas-marais, conditionné par les eaux minérales, au haut-marais, conditionné par les eaux météoriques.

Ces formations se rencontrent souvent dans la région alpine. Les gazons flottants, en particulier, qui se sont déjà libérés du régime des eaux stagnantes et ne sont plus approvisionnés que par l'eau de pluie, tendent dans les régions où la neige est abondante à la formation de marais de transition. Le poids de la neige enfonce le gazon flottant au-dessous de la surface de l'eau, ce qui permet au corps tourbeux de s'imbiber complètement. L'apport de nutriments qui en résulte favorise le développement de plantes de bas-marais, qui normalement ne poussent pas dans les hauts-marais (p. ex. au Lej da Staz GR; HELD / WORTMANN, 1994; IHM No 92 ou au Boniger See VS; MARKGRAF, 1969; IHM No 431).

En raison de la faible taille des hauts-marais, les effets de bordure atteignent souvent le centre du marais et y provoquent un régime hydrique mixte. Dans les marais de percolation, des zones de mélange d'eau peuvent aussi apparaître. Enfin, des marais de transition sont apparus récemment dans des localités où les dernières variations climatiques ou l'influence humaine ont entraîné un changement du régime hydrique, p. ex. dans les fossés de tourbage comme à la Chaux-des-Breuleux (BE/JU; IHM No 3) ou aux Embreux (JU; IHM No 5) ou dans des marais réhydratés (Hagenmoos, ZH; IHM No 117).

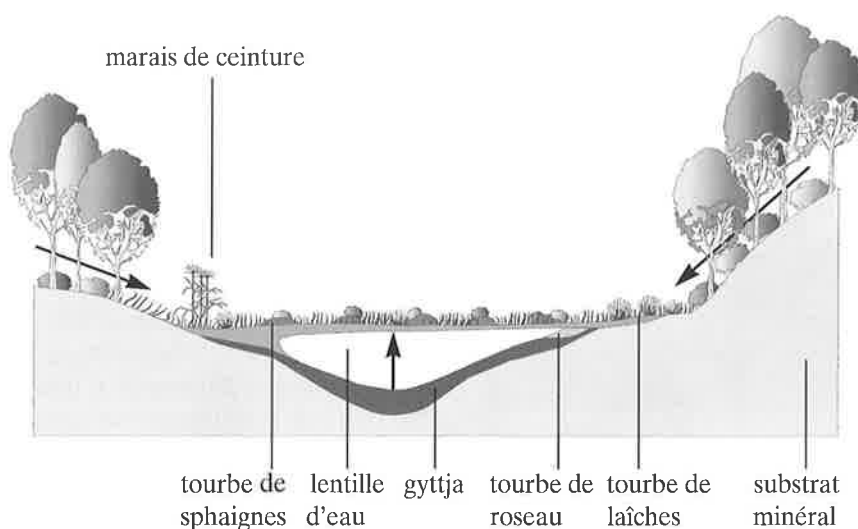


Fig. 9: Coupe transversale schématique à travers un marais de transition. Un exemple classique du Plateau suisse est le Burgmoos ou Chlepfibererimoos (BE/SO; AEBERHARD, 1972; HANGARTNER, 1997; IHM No 76).

4 MARAIS OMBROGENES (HAUTS-MARAIS)

Marais approvisionnés surtout par les eaux météoriques.

4.1 Marais pluviaux

Les hauts-marais (fig. 10 - 13) se distinguent par une lentille d'eau spécifique, emmagasinée surtout à partir de l'eau de pluie et indépendante de l'eau phréatique des environs. Le développement d'un haut-marais est lié à l'existence de certaines espèces de sphaignes, qui s'élèvent au-dessus du niveau de l'eau phréatique minérale et qui en raison de leur capacité de rétention d'eau peuvent constituer leur propre lentille d'eau dans le sol ou le marais.

Les sphaignes ne se distinguent pas seulement par leur grande capacité de rétention d'eau. Leurs parois cellulaires sont des échangeurs d'ions très actifs, ce qui leur permet d'absorber les substances minérales apportées par la pluie en échange d'ions hydrogène. Ces deux propriétés conduisent à une hydratation et à une acidification du milieu et caractérisent tous les types de hauts-marais. Peu d'espèces peuvent pousser dans ces conditions oligotrophes acides; la végétation des hauts-marais est donc identique partout dans le monde et se caractérise par une extrême pauvreté spécifique (cf. vol. 1, contribution 2.2.8).

A l'exception des hauts-marais d'origine qui se sont développés directement sur le substrat dépourvu de végétation, la plupart des hauts-marais résultent d'une évolution des types de marais topogènes condi-

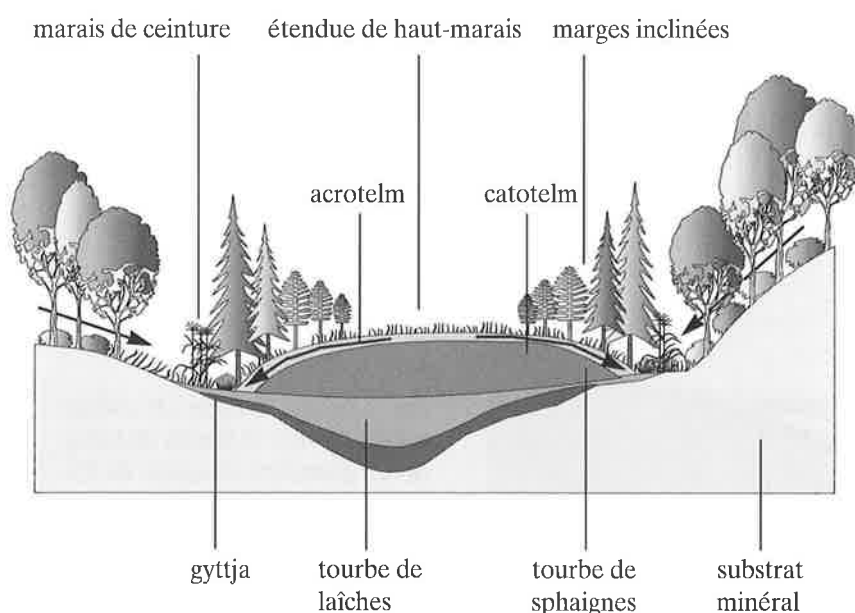


Fig. 10: Coupe transversale schématique à travers un haut-marais résultant de l'atterrissement d'un lac. On peut citer comme exemples en Suisse la Sagne de Pré Rodet (VD; MITCHELL, 1995; IHM No 36), le Torfriet près de Pfäffikon (ZH; IHM No 102) et le Robenhauserriet (ZH; IHM No 103). Les termes acrotelm et catotelm sont expliqués dans le volume 1, contribution 3.1.2.

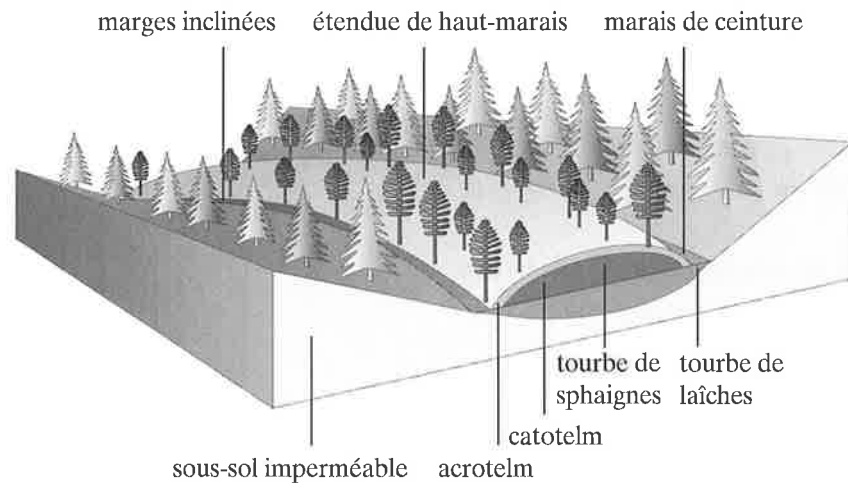


Fig. 11: Bloc-diagramme d'un haut-marais d'ensellement qui a évolué à partir d'un marais de paludification. On peut citer comme exemples Les Tenasses (VD; COSANDEY, 1964; IHM No 85), les marais de la crête du Niremunt (FR; IHM No 128), le Boggenmoor (GL; HOFFMANN-GROBETY, 1946; IHM No 246) ou la Tourbière des Veaux (JU; WELTEN, 1964; IHM No 4).

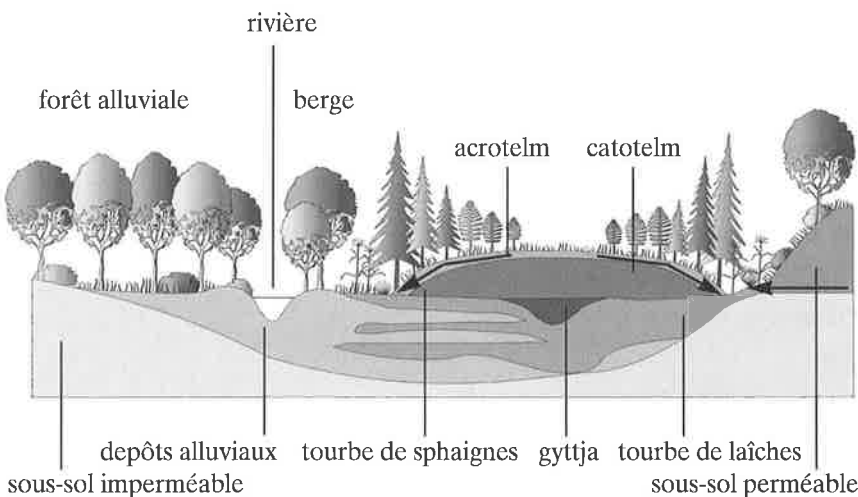


Fig. 12: Coupe transversale schématique à travers un haut-marais de vallée qui a évolué à partir d'un marais d'inondation. Des exemples classiques sont les célèbres marais du Sihltal près d'Einsiedeln (SZ; DÜGGELI, 1903), qui ont été détruits en 1937 par le lac de barrage du Sihlsee. Aujourd'hui, seul le Breitried (SZ; IHM No 305), en tant que dernier lambeau, peut nous donner une impression d'un haut-marais de vallée; son hydrologie est cependant très modifiée.

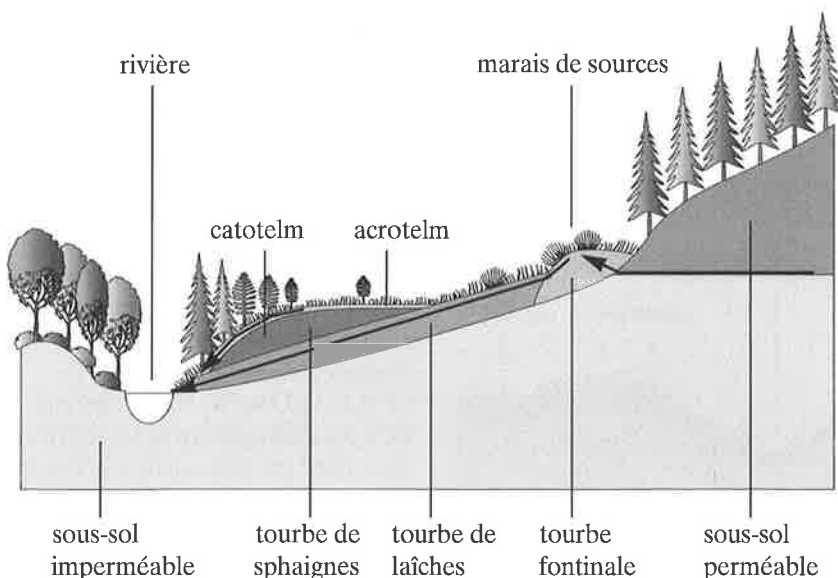


Fig. 13: Coupe schématique transversale à travers un haut-marais de pente qui a évolué à partir d'un marais de percolation. Des exemples caractéristiques en sont: la Mouille de la Vraconnaz (VD; IHM No 22), le Breitmoos (BE; IHM No 517), Laubersmadghack (LU; IHM No 315), Gamperfin (SG; IHM No 150).

tionnée par le climat (cf. § 1.1 et fig. 1, 3-5 et 10-12); leur présence est donc associée à certaines formes topographiques.

Sous nos conditions climatiques tempérées, parmi les marais soligènes, seuls les marais de percolation évoluent en hauts-marais (cf. fig. 8 et fig. 13).

Les conditions climatiques permettant un développement étendu des hauts-marais se rencontrèrent au cours de l'Holocène pendant l'Atlantique.

4.2 Marais de couverture

Contrairement aux hauts-marais, qui se développent dans la plupart des cas à partir de bas-marais topogènes, les marais de couverture sont largement indépendants des formes topographiques. Ils recouvrent le sol comme une couverture et se sont, dans de nombreux cas, directement développés sur le sous-sol minéral (fig. 14). Un climat extrêmement océanique est une condition de leur développement. Les marais de couverture se rencontrent en Irlande, en Ecosse, dans l'ouest de la Norvège, le Kamtchatka, Terre-Neuve et sur quelques îles du Pacifique. On en rencontre aussi dans des régions montagneuses très humides de Scandinavie et des Alpes.

Ce qui caractérise l'hydrologie d'un marais de couverture par rapport aux hauts-marais normaux, c'est la mobilité nettement supérieure de l'eau de pente propre au marais. Cela a des conséquences pour la végétation. Bien que les conditions nutritives soient oligotrophes, de nouveaux ions sont apportés continuellement aux racines par la circulation de l'eau, de sorte que pour les plantes le milieu devient mésotrophe et que la végétation des parties de marais de couverture les plus pentues est de type bas-marais.

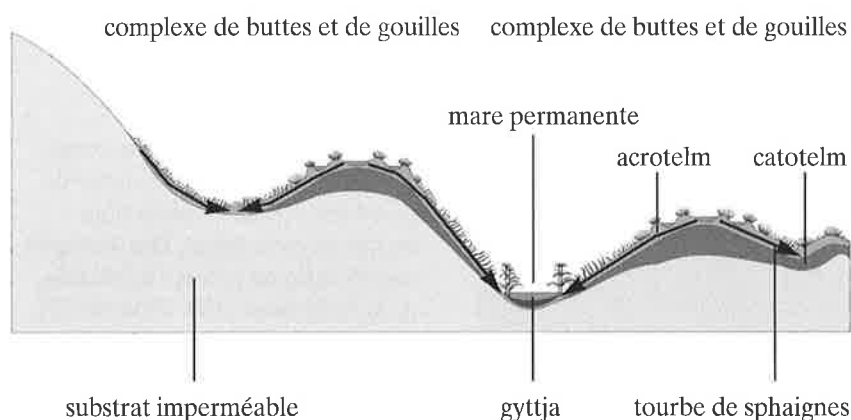


Fig. 14: Coupe transversale schématique à travers un marais de couverture.

Les formations marécageuses suivantes de Suisse ont un caractère de marais de couverture : sur l'Alp Chaltenbrunnen (BE; SCHAFFNER-GALLIKER, 1994; IHM No 302), sur le Zugerberg (ZG; HÖHN, 1921; IHM No 170) ou au Schlänggli dans le site marécageux de Rothenthurm (SZ; KLÖTZLI et al., 1973; IHM No 303).

4.3 Marais d'eau de condensation

Les marais d'eau de condensation, décrits pour la première fois par SCHAEFTLEIN (1962), se forment sur des éboulis grossiers et des glissements de terrain très raides où, en été, des sorties d'air froid à la surface de l'éboulis entraînent la condensation de l'air extérieur chaud et humide (fig. 15). Là où l'air sort, diverses mousses, surtout des sphaignes, peuvent se développer jusqu'à former un tapis continu sur lequel s'installe finalement une végétation de haut-marais. Une nappe propre au marais n'a pu être observée qu'une fois pour l'instant; habituellement, on n'observe qu'un matériau de sphaignes humide, largement non décomposé, pouvant atteindre 1.5 m.

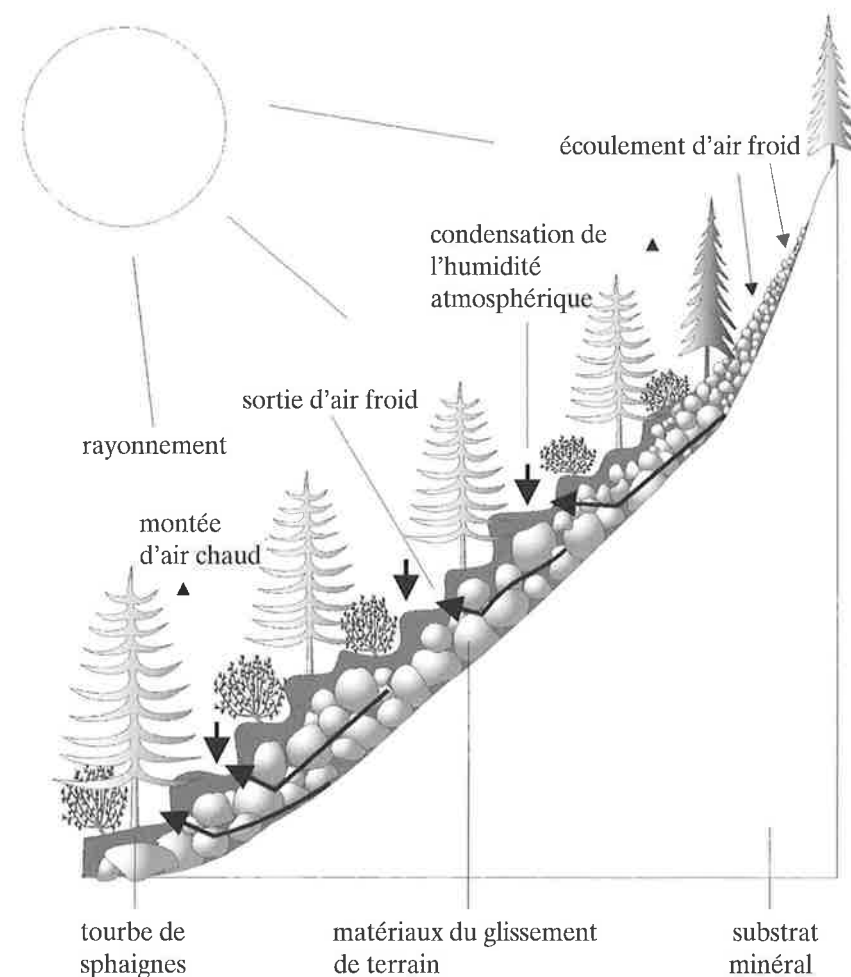


Fig. 15: Coupe transversale schématique à travers un marais d'eau de condensation. En Suisse, on ne rencontre de tels marais, sous forme rudimentaire, que sur l'éboulis de blocs du Creux du Van (NE) ou dans les dolines de Zwiischet Mythen (SZ).

5 COMPLEXES DE MARAIS

On comprend sous ce terme les marais composés à la fois de parties de haut-marais et de bas-marais. Ce type de marais est répandu dans la zone boréale où il est désigné par le terme finnois aapamoor. Il s'agit de marais de pente à faible déclivité avec une succession, parallèlement aux courbes de niveau, de crêtes tourbeuses de hauts-marais et de dépressions linéaires de bas-marais. Plus la pente est forte, plus les crêtes tourbeuses sont rapprochées. En terrain presque plat, les crêtes tourbeuses deviennent irrégulières et forment des structures en réseau. Ce type de formations marécageuses est extrêmement rare en Europe centrale et ne se rencontre qu'en altitude.

L'origine des crêtes tourbeuses et des dépressions est encore inconnue. Des sondages ont cependant montré que les crêtes existaient dès le début et ne se sont pas développées au cours du temps (RUBEC, 1988). SAKAGUCHI (1980) a fourni à ce jour la meilleure explication de ces phénomènes : la formation des crêtes repose sur des mécanismes analogues à ceux observés lorsque de l'eau de pluie s'écoule sur des sols de faible déclivité et laisse derrière elle des bandes de débris (p. ex. litière d'aiguilles d'épicéas).

Le meilleur exemple suisse de marais structuré est certainement le complexe marécageux de l'Essertse (VS), qui s'étend de 2'330 à 2'500 m d'altitude (ROH / REY, 1989).

BIBLIOGRAPHIE

- AEBERHARD, F. (1972): Soziologisch-ökologische Untersuchungen im Naturschutzgebiet Burgmoos (Bern-Solothurn). Diss. Systematisch-Geobotanisches Institut der Universität Bern, 105 S.
- BRESSOUD, B. (1980): La végétation du bas-marais de l'Ar du Tsan (Val de Réchy, 2'185 m, Nax, Valais). Bull. Murithienne 97, 3-24.
- BUTTLER, A. / MULHAUSER, G. (1994): The result of a century of hydrological control – the fenlands of La Grande Caricaie. In: Grünig, A. (ed.): Mires and Man. Mire conservation in a densely populated country – the Swiss experience. Excursion guide and symposium proceedings of the 5th field symposium of the International Mire Conservation Group (IMCG) to Switzerland 1992. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, Birmensdorf, 173-180.
- COSANDEY, F. (1964): La tourbière des Tenasses sur Vevey. Matér. levé géobot. Suisse 45, 320 p.
- DIERSSEN, B. / DIERSSEN, K. (1984): Vegetation und Flora der Schwarzwaldmoore. Beih. Veröff. Natursch. Landsch. Pfl. Baden-Württ. 39, Karlsruhe, 512 S.
- DÜGGELI, M. (1903): Pflanzengeographische und wirtschaftliche Monographie des Sihltales bei Einsiedeln. Vierteljahrsschr. Nat.forsch. Ges. Zürich 48, 49-270.
- FELDMEYER-CHRISTE, E. / MUHLHAUSER, G. (1994): A moving mire – the burst bog of la Vraconnaz. In: Grünig, A. (ed.): Mires and Man. Mire conservation in a densely populated country – the Swiss experience. Excursion guide and symposium proceedings of the 5th field symposium of the International Mire Conservation Group (IMCG) to Switzerland 1992. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, Birmensdorf, 181-186.
- FRÜH, J. / SCHRÖTER, C. (1904): Die Moore der Schweiz mit Berücksichtigung der gesamten Moorfrage. Beitr. z. Geol. d. Schweiz, Geotechn. Ser., Verlag A. Francke, Bern, 751 S.
- GAMS, H. (1927): Die Geschichte der Lunzer Seen, Moore und Wälder. Int. Rev. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrograph. 18 H 5/6, 305-387.
- GAMS, H. (1958): Die Alpenmoore. Jb. Ver. z. Schutz d. Alpenpflanzen u. -tiere 1958, 15-28.
- GROSSENBACHER, K. (1980): Die Hoch- und Übergangsmoore des Kantons Bern: eine Übersicht. Mitt. Nat.forsch. Ges. Bern 37, 81-130.
- GRÜNIG, A. / STEINER, G.M. (1994): Moorregeneration im Gross Moos, Gemeinde Oberurnen, Kanton Glarus. Bericht über die Renaturierungsmöglichkeiten. Kantonales Amt für Umweltschutz, Glarus, Bericht (unveröff.), 78 S.
- HAAB, R. / WALTER, T. (1994): The fauna of a cut over peat bog – the mires of Schwantenau. In: Grünig, A. (ed.): Mires and Man. Mire conservation in a densely populated country – the Swiss experience. Excursion guide and symposium proceedings of the 5th field symposium of the International Mire Conservation Group (IMCG) to Switzerland 1992. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, Birmensdorf, 147-154.
- HANGARTNER, R. (1997): Langzeit-Veränderungen der Vegetation und Flora in Übergangsmooren des nordschweizerischen Mittellandes. Philosophische Fakultät II der Universität Zürich, Zürich, Diplomarbeit (unveröff.), 142 S.
- HELD, T. / VON GUNTEN, B. (1994): The area richest in mires – the community of Flühli-Sörenberg. In: Grünig, A. (ed.): Mires and Man. Mire conservation in a densely populated country – the Swiss experience. Excursion guide and symposium proceedings of the 5th field symposium of the International Mire Conservation Group (IMCG) to Switzerland 1992. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, Birmensdorf, 161-172.
- HELD, T. / WORTMANN, M. (1994): Unappreciated by the cross-country skiers – the outstanding mires in the famous Upper Engadine. In: Grünig, A. (ed.): Mires and Man. Mire conservation in a densely populated country – the Swiss experience. Excursion guide and symposium proceedings of the 5th field symposium of the International Mire Conservation Group (IMCG) to Switzerland 1992. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, Birmensdorf, 218-233.
- HOFFMANN-GROBETY, A. (1946): La tourbière de Bocken. Ber. Geobot. Inst. Eidgenöss. techn. Hochsch., Stift. Rübel 1945, 11-41.
- HÖHN, W. (1921): Moosdünen und Höckerbildungen auf schweizerischen Mooren. Nat. Tech. 2, 358-364.
- HUTTER, C.-P. (Hrsg.) / KAPFER, A. / POSCHLOD, P. (1997): Sümpfe und Moore: Biotope erkennen, bestimmen, schützen. Weitbrecht, Stuttgart, 135 S.
- JANKE, W. (1978): Schema der spät- und postglazialen Entwicklung der Talungen der spätglazialen

Haffstauseeabflüsse. Wiss. Z.E.-M.-Arndt-Univ. Greifswald, math.-nat.R. 27 1/2: 39-41.

KESSLER, E. (1985): Das Taumoos ein Hochmoor-Schutzobjekt von nationalem Interesse. Stiftung Reusstal, Jahresbericht 22, 20-32.

KLOSS, K. (1980): Pollenanalysen zur Vegetations-, Siedlungs- und Moorgeschichte am Südrand der ostmecklenburgisch – brandenburgischen Seenplatte. Arch. Natursch. u. Landschaftsf. 20/4, 203-212.

KLOSS, K. (1987): Pollenanalysen zur Vegetationsgeschichte, Moorentwicklung und mesolithisch – neolithischen Besiedlung im Unteren Rhinluch bei Friesack, Bez. Potsdam. Veröff. Mus. Ur- u. Frühgesch. Potsdam 21.

KLÖTZLI, F. / MEYER, M. / ZÜST, S. (1973): Exkursionsführer. In: Landolt, E. (Hrsg.): Pflanzengesellschaften nasser Standorte in den Alpen und Dinariden. Ergebnisse der 13. Tagung der Ostalpin-dinarischen Gesellschaft für Vegetationskunde. Veröff. Geobot. Inst. Eidgenöss. techn. Hochschule, Stift. Rübel 51, 40-95.

KOCH, W. (1926): Die Vegetationseinheiten der Linthebene, unter Berücksichtigung der Verhältnisse in der Nordostschweiz. Jahrb. Nat.wiss. Ges. St. Gallen 61, 144 S.

KULCZYNSKI, M.ST. (1949): Peat Bogs of Polesie. Mem. Acad. Pol. Sci. Ser.B. 15, 556 pp.

KÜTTEL, M. (1994): Die Bedeutung der Moore als Datenquellen für die Umweltgeschichte. Moorhandbuch der Schweiz, Band 1, Beitrag 3.2.1.

LANFRANCHI, M. (1985): Standortkundliche Untersuchung in den Schwingrasenkomplexen des

Robenhauserriedes am Pfäffikersee, vom Spätsommer und Herbst 1984. 3 Teile, 37 + 9 S., Fotodokumentation (unveröff.)

LANGE, E. (1986): Vegetationsentwicklung im NSG "Fenn in Wittenmoor" und dessen Umgebung. Arch. Natursch. u. Landschaftsf. 26/4, 243-252.

LANGE, E. / SCHLÜTER, H. / GRINGMUTH-DALLMER, E. (1978): Zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte des Frankenwaldes. Flora 167, 81-102.

MARKGRAF, V. (1969): Moorkundliche und vegetationsgeschichtliche Untersuchungen an einem Moorsee an der Waldgrenze im Walis. Bot. Jahrb. Syst. Pflanzengesch. Pflanzengeogr. 89, 1-63.

MARTI, K. / EGLI, C. (1994): Alpine low intensity land use – the Faninpass and the Fideriser Heuberge. In: Grünig, A. (ed.): Mires and Man. Mire conservation in a densely populated country – the Swiss experience. Excursion guide and symposium proceedings of the 5th field symposium of the International Mire Conservation Group (IMCG) to Switzerland 1992. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, Birmensdorf, 240-245.

MESSIKOMMER, E. (1928): Verlandungserscheinungen und Pflanzensukzessionen im Gebiete des Pfäffikersees. Vierteljahrsschr. Nat.forsch. Ges. Zür. 73, 286-306.

MITCHELL, E.A.D. (1995): The postglacial developmental history of the Praz-Rodet bog, Vallée de Joux, Swiss Jura. Institut de botanique de l'Université de Neuchâtel, Neuchâtel, Masters thesis (unveröff.), 112 S.

ROH, P.-D. / REY, C. (1989): Les marais de l'Essertse (Hérémence, VS). Bull. Murithienne 107, 167-185.

RUBEC, C.D.A. (ed. 1988): Wetlands of Canada. National Wetlands Working Group, Canada Committee on Ecological Land Classification Ser. No. 24, 452 p., Minister of Supply and Services, Canada.

SAKAGUCHI, Y. (1980): On the Genesis of Banks and Hollows in Peatbogs. Bull. Dept. Geogr. Univ. Tokyo 12, 35-58.

SCHAEFTLEIN, H. (1962): Ein eigenartiges Hochmoor in den Schladminger Tauern. Mitt. naturwiss. Ver. Stmk. 92, 104-119.

SCHAFFNER-GALLIKER, R. (1994): The largest primary altitudinal bog in Switzerland – the Chaltenbrunnen mire. In: Grünig, A. (ed.): Mires and Man. Mire conservation in a densely populated country – the Swiss experience. Excursion guide and symposium proceedings of the 5th field symposium of the International Mire Conservation Group (IMCG) to Switzerland 1992. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, Birmensdorf, 207-212.

SCHLÄFLI, A. (1972): Vegetationskundliche Untersuchungen am Barchetsee und weiteren Toteisseen der Umgebung Andelfingens. Mitt. Thurgau. Nat.forsch. Ges. 40, 19-84.

SCHNEEBELI, M. (1991): Hydrologie und Dynamik der Hochmoorentwicklung. Eidgenöss. techn. Hochschule, Zürich, Diss. ETH Nr. 9366, 133 S.

SJÖRS, H. (1983): Mires of Sweden. In Gore, A.J.P. (ed.): Mires: Swamp, Bog, Fen and Moor. – Regional Studies – Ecosystems of the World 4B, Elsevier Amsterdam, Oxford, New York, p. 69-94.

SUCCOW, M. (1988): Landschaftsökologische Moorkunde, Fischer, Jena, 340 S.

SUCCOW, M. / JESCHKE, L. (1986): Moore in der Landschaft. Urania-Verlag, Leipzig, 268 S.

SUCCOW, M. / LANGE, E. (1984): The Mire Types of the German Democratic Republic. In Moore, P.D. (ed.): European Mires, 149-175, Academic Press, London.

WEGMÜLLER, P. (1976): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in den Thuralpen und im Faningebiet (Kantone Appenzell, St. Gallen, Graubünden/Schweiz). Bot. Jahrb. Syst. 97, 226-307.

WELTEN, M. (1964): La Tourbière des Genevez. Einige bildungsgeschichtliche und vegetationskundliche Beobachtungen. Mitt. Nat.forsch. Ges. Bern 21, 67-73.

ADRESSE DES AUTEURS

Prof. Dr Gert M. Steiner
Institut für Pflanzensoziologie
Abt. für Vegetationsökologie
und Naturschutzforschung
CP 285
A-1091 Vienne

Andreas Grünig
Service de consultation pour la protection des marais
Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (FNP)
Zürcherstrasse 111
CH-8903 Birmensdorf

TRADUCTION

Dr Benoît Bressoud
Rue de Cordé 4
1957 Ardon

Manuel
Conservation des marais
en Suisse 1
2 / 1997

1 STRUCTURES SUPERFICIELLES

Un haut-marais intact est un corps tourbeux bombé en forme de verre de montre, dont la surface est colonisée par une végétation spécialisée. Les restes morts de cette végétation, dominée par diverses espèces du genre *Sphagnum* (sphaignes), édifient le corps tourbeux. La surface des hauts-marais est totalement isolée du sol minéral et du régime des eaux souterraines par l'important corps tourbeux. Les hauts-marais, en tant qu'écosystèmes autonomes, sont comme des gouttes d'eau dans le paysage environnant, et constituent le plus souvent les derniers restes de nature primitive.

2 STRUCTURE ET FONCTION DU CORPS TOURBEUX

Un haut-marais non perturbé est constitué de deux couches (IVANOV, 1953; ROMANOV, 1968; INGRAM, 1978). La couche supérieure, vivante, appelée acrotelm, mesure 50 à 100 cm d'épaisseur. En dessous, le catotelm constitue la masse essentielle, qui détermine la forme du marais. Le catotelm peut dépasser 10 m d'épaisseur et se compose de matériel végétal mort (tourbe) et d'eau.

La nappe du marais se trouve toujours dans l'acrotelm dont la structure lâche permet un échange d'air et d'eau. La position de la nappe, et donc aussi la quantité d'eau de l'acrotelm, peuvent fortement varier en fonction du climat, ce qui a également pour conséquence une influence variable de l'air.

La limite entre l'acrotelm et le catotelm est la zone au-dessus de laquelle les conditions hydriques et les processus de décomposition changent rapidement et au-dessous de laquelle les conditions restent stables dans une large mesure. Cet horizon peut être trouvé en enregistrant en continu pendant plusieurs années les variations du niveau de la nappe. Le point le plus bas signale cet horizon (BRAGG, 1982).

La plupart des publications sur l'hydrologie des marais traitent de l'exemple des hauts-marais. Ils figurent ici comme représentants de tous les types de marais qui offrent des conditions comparables. Ce sont en particulier les marais de paludification, de percolation et de transition (cf. vol. 1, contribution 3.1.1). Même si leur approvisionnement en eau se fait surtout ou en partie par la nappe phréatique (la pluie participe toujours), ils possèdent cependant des structures superficielles semblables, une constitution en deux couches et réagissent de façon similaire aux drainages et à l'apport de substances nutritives.

L'**acrotelm** se compose pour l'essentiel de sphaignes serrées. La croissance des sphaignes produit sans cesse de la biomasse nouvelle. Les parties anciennes des sphaignes meurent lentement, se décomposent et forment de la tourbe nouvelle. En conséquence, la biomasse passe au-dessous du niveau phréatique du marais et le processus de décomposition cesse par manque d'oxygène. Comme l'apport par le haut se poursuit, la tourbe peut s'accumuler de cette façon. En plus des sphaignes, les rhizomes et les racines des plantes supérieures constituent l'acrotelm et lui donnent sa consistance, ce qui nous permet de marcher sur les hauts-marais.

L'acrotelm communique avec le monde extérieur, il échange avec lui du matériel et de l'énergie. Les processus se déroulent, comme dans le sol minéral, grâce à des micro-organismes aérobies; une décomposition complète de la biomasse est empêchée par le manque d'oxygène en profondeur. Il se forme de la tourbe qui contient en grande quantité du carbone élémentaire.

Le **catotelm** est le véritable corps tourbeux. Il se compose principalement d'eau et contient par ex. moins de matières solides que le lait (EGGELMANN, 1988). Ses propriétés physiques sont, en comparaison de l'acrotelm, uniformes et stables. Il est toujours saturé en eau et la concentration d'oxygène est insignifiante. Parfois, les racines des plantes supérieures pénètrent dans le catotelm et entraînent de légers changements des conditions. Même les micro-organismes sont très peu nombreux, ce qui ne permet qu'une décomposition anaérobie très lente du matériel tourbeux.

La perméabilité du catotelm est plusieurs fois inférieure à celle de l'acrotelm (ROMANOV, 1968; INGRAM, 1978; IVANOV, 1981; BRAGG, 1982). Tous les processus se déroulent très lentement dans le catotelm. Ses propriétés physiques, chimiques et biologiques ne changent que très peu dans l'espace et dans le temps. Malgré tout, le catotelm joue un rôle essentiel dans l'écologie des hauts-marais.

3 LENTILLE D'EAU PHREATIQUE

En raison de sa teneur en eau, on peut, d'après INGRAM (1992), considérer le haut-marais comme un type très particulier de lac, qui se voûte en forme de verre de montre au-dessus de sa cuvette.

INGRAM (1982) a jeté une des bases de notre compréhension actuelle de la fonction et de l'organisation de ces écosystèmes en développant sa "groundwater mound theory" (théorie de la lentille d'eau phréatique). Une lentille d'eau phréatique peut se rencontrer dans n'importe quel type de sol (CHILDS, 1969). Le concept se démontre le mieux dans la bande de sol comprise entre deux fossés de drainage qui atteignent le sous-sol imperméable (fig. 1).

Lorsque la pluie tombe de façon uniforme sur le sol, l'eau s'infiltre verticalement en direction de la nappe phréatique et latéralement en direction du fossé le plus proche. La façon dont l'eau s'infiltre à travers les pores du sol dépend de sa structure. La conductivité des marnes et des moraines de fond est influencée par la teneur en argile et par la densité; celle de la tourbe, par le type de tourbe et par son degré de décomposition.

Lorsque la quantité de pluie dépasse la quantité d'eau infiltrable, l'eau s'accumule dans le sol et la nappe phréatique bombe. De cette façon, l'infiltration induite par la force de gravité s'accroît. Si la quantité de pluie (apport) et d'eau infiltrée (exportation) s'équilibrent, le système parvient à un état d'équilibre, où la nappe phréatique présente une forme bombée.

La théorie de la lentille d'eau dit qu'un haut-marais intact fonctionne comme une unité hydraulique et donc écologique et que sa forme extérieure est déterminée par la façon dont l'eau et la végétation interagissent. Bien plus, les conditions de croissance des groupements végétaux ne sont remplies que si la forme du marais est conforme à la théorie. Ces relations sont de première importance pour la protection des marais intacts et la gestion des hauts-marais dégradés.

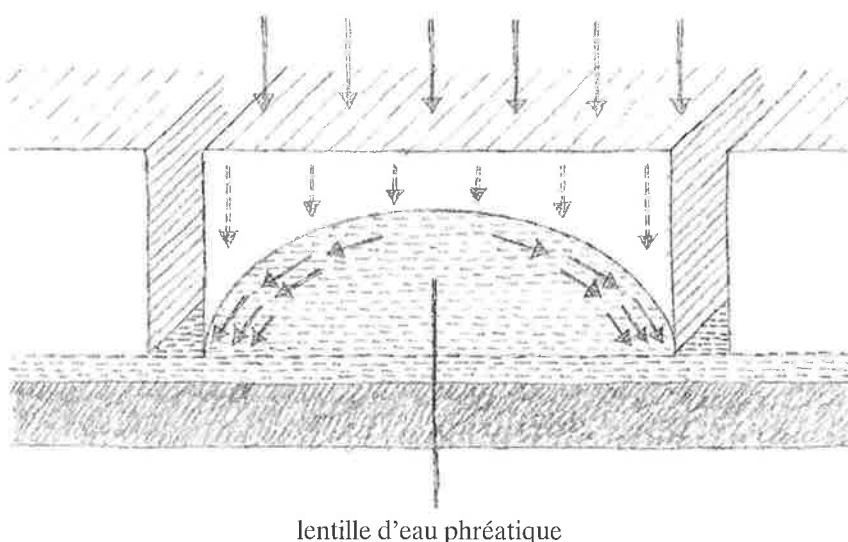


Fig. 1: Formation d'une lentille d'eau phréatique dans le sol entre deux fossés de drainage.

nappe phréatique
substrat imperméable

Le catotelm d'un haut-marais possède aussi une nappe phréatique bombée de ce type, qui représente un état d'équilibre entre la pluie et l'infiltration ralentie de l'eau à travers la tourbe. Dans des conditions climatiques constantes, le catotelm peut croître jusqu'à ce que l'état d'équilibre déterminé par le climat soit atteint. Cet état a aussi la forme d'une lentille.

Mais l'atmosphère est un fournisseur plutôt irrégulier de précipitations. Dans ces conditions, comment l'apport régulier d'eau nécessaire à la conservation du catotelm est-il assuré? L'explication réside dans le fait que l'eau de pluie doit d'abord traverser l'acrotelm, qui peut stocker cette eau. La dynamique de cette accumulation est illustrée dans la figure 2.

L'acrotelm a, de plus, des propriétés qui permettent d'équilibrer les différents mouvements d'eau et de conserver une nappe phréatique constante.

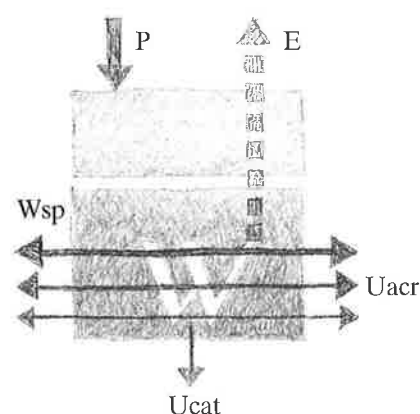
L'acrotelm comme "tampon" de quantités de précipitations différentes

La porosité de l'acrotelm décroît avec la profondeur. En conséquence, la même quantité d'eau provoque un changement nettement supérieur du niveau d'eau dans le marais lorsque ce niveau est bas. De plus, la conductivité hydraulique des sphaignes vivants ou morts depuis peu est 10'000 fois supérieure à celle du matériel mort, nettement plus compact, à la base de l'acrotelm (ROMANOV, 1968; BRAGG, 1982). De cette façon, l'élévation du niveau d'eau lors de fortes pluies est limitée par un drainage latéral accru. Cet effet empêche également un écoulement incontrôlé de l'eau excédentaire à la surface du marais et l'érosion consécutive. D'autre part, la densité supérieure des couches inférieures de l'acrotelm empêche ce drainage latéral pendant les périodes sèches (INGRAM / BRAGG, 1984) et donc une trop grosse perte d'eau. A cela s'ajoute que la colonne capillaire s'abaisse par temps sec dans la zone de l'acrotelm non saturée, ce qui empêche une perte d'eau par évapotranspiration depuis les couches plus profondes. Un phénomène similaire peut également s'observer dans les sols sableux. De cette façon, l'acrotelm constitue une barrière variable contre une trop forte perte d'eau par évapotranspiration (INGRAM, 1983). Il est vrai que cette barrière peut être franchie par les racines profondes des plantes, ce qui peut entraîner une aggravation de l'assèchement en cas d'hydrologie perturbée.

La perte d'eau continue, bien que très lente, à travers le catotelm dans le substrat provoque un besoin permanent d'apport d'eau, assuré par l'acrotelm. En même temps, l'acrotelm agit comme filtre climatique en

Fig. 2: Circulations d'eau dans l'acrotelm.

P = précipitations,
E = évapotranspiration +
interception,
Wsp = niveau d'eau,
Uacr = drainage latéral,
Ucat = apports d'eau au catotelm,
W = eau stockée.



Fonctionnement de l'acrotelm: La pluie tombe à la surface du marais, d'abord sur la couverture végétale. Une partie de l'eau s'évapore sans atteindre la surface du sol (interception). L'eau qui pénètre l'acrotelm doit d'abord franchir une zone non saturée où elle peut aussi s'évaporer (évaporation) ou être prélevée par les racines des plantes et rejetée par les feuilles (transpiration). Le reste de l'eau infiltrée atteint la nappe phréatique et contribue ainsi à son élévation. De l'eau peut aussi se perdre ici par évapotranspiration, ou s'infiltrer latéralement en direction du bord du marais ou pénétrer dans le catotelm.

atténuant les pointes positives et négatives et en fournissant exactement la quantité d'eau nécessaire au catotelm.

Le haut-marais ne se contente pas de réagir de façon souple aux variations climatiques à court terme. Il s'adapte également aux changements à moyen terme (c.-à-d. sur plusieurs décennies) de l'approvisionnement en eau (SCHNEEBELI, 1991). Si celui-ci diminue, la nappe phréatique se déplace dans le catotelm. La partie du catotelm qui n'est plus saturée en eau, et se trouve donc davantage en contact avec l'air extérieur, devient une partie de l'acrotelm, qui augmente ainsi en volume. Les processus de décomposition aérobies amorcés conduisent avec le temps à une épaisseur normale de l'acrotelm, mais sur une lentille d'eau phréatique plus profonde. Si l'apport d'eau augmente, la nappe interne s'élève et une partie de l'acrotelm passe dans le catotelm en tant que couche moins hydratée. Cela provoque de nouveau une élévation de la lentille d'eau phréatique. Cela démontre également que la surface d'un haut-marais, voûtée en demi-ellipse, est largement déterminée par la forme de la lentille d'eau phréatique.

Ces conditions hydriques peuvent être exprimées par la formule de l'encadré. Elle intègre les processus qui jouent, à travers l'acrotelm et le climat, un rôle dans un approvisionnement continu en eau. Selon cette théorie, il y a pour chaque quantité d'eau fournie au catotelm une certaine lentille d'eau phréatique. La perméabilité du catotelm, la forme et la taille du marais, les processus de filtration de l'acrotelm font que la surface du marais se trouve toujours 50 - 100 cm au-dessus du niveau d'eau phréatique. De cette façon, la théorie de la lentille d'eau phréatique n'explique pas seulement l'énigme de la goutte d'eau dans le paysage, mais offre également une base de calcul pour des modèles descriptifs de la forme superficielle d'écosystèmes réels de hauts-marais.

Conditions hydriques de l'acrotelm

L'équation suivante montre les relations quantitatives entre les différentes sortes d'humidité de l'acrotelm pendant une période déterminée.

$$P - E - U_{acr} - G - W = U_{cat}$$

Légende:

P = précipitations

E = évapotranspiration + interception

U_{acr} = drainage latéral

G = perte d'eau par la base du marais

W = eau stockée

U_{cat} = apports d'eau au catotelm

4 LIMITES DE LA CROISSANCE DES HAUTS-MARAIS

La théorie définit, dans des conditions environnementales constantes, la lentille d'eau phréatique déterminée par le climat et la taille du marais comme la limite hydrologique de la croissance du haut-marais. Mais chaque marais n'a pas réellement atteint cette limite, il peut encore se trouver en croissance.

Cette limite biologique (CLYMO, 1978) est déterminée par les processus de croissance et de décomposition dans le marais. Dans des conditions constantes, le catotelm perd de la substance, lentement mais de façon continue, par les processus anaérobies de décomposition, ce qui doit être compensé par l'accumulation progressive de tourbe par l'acrotelm. Pendant la phase de croissance du développement des marais, cette accumulation de la tourbe l'emporte sur la perte de substance, le marais croît et le catotelm devient de plus en plus épais. En augmentant de volume, le catotelm perd aussi toujours plus de substance. La limite biologique de la croissance est atteinte lorsque se réalise l'équilibre entre la croissance et la décomposition du catotelm. Dans des conditions favorables de l'environnement, cette limite biologique de la croissance peut aussi se trouver en dessous de la limite hydrologique, si bien que celle-ci ne peut être atteinte.

BIBLIOGRAPHIE

BRAGG, O.M. (1982): The Acrotelm of Dun Moss - Plants, Water and Their Relationships. Ph.D. Thesis, University of Dundee.

CHILDS, E.C. (1969): An Introduction to the Physical Basis of Soil Water Phenomena. John Wiley & Sons Ltd., London.

CLYMO, R.S. (1978): A Model of Peat Bog Growth. In: O.W. Heal / D.F. Perkins (Ed.): Production Ecology of British Moors and Montane Grasslands. Springer Verlag, Berlin: 187-223.

EGGELSMANN, R.R.F. (1988): Wiedervernässung von Hochmooren. Die Geowissenschaften 6, 317-322.

INGRAM, H.P.A. (1978): Soil Layers in Mires: Function and Terminology. Journal of Soil Sciences 29: 224-227.

INGRAM, H.P.A. (1982): Size and Shape in Raised Mire Ecosystems: A Geophysical Model. Nature 297, No. 5864: 300-303.

INGRAM, H.P.A. (1983): Hydrology. In: A.J.P. Gore (Ed.): Mires: Swamps, Bog, Fen and Moor; Ecosystems of the World 4A. Elsevier, Amsterdam.

INGRAM, H.P.A. (1992): Introduction to the Ecohydrology of Mires in the Context of Cultural Perturbation. In: O.M. Bragg, P.D. Hulme, H.P.A. Ingram / R.A. Robertson (Ed.): Peatland Ecosystems and Man: An Impact Assessment. Department of Biological Sciences, University of Dundee.

INGRAM, H.P.A. / BRAGG, O.M. (1984): The Diplotelmic Mire: Some Hydrological Consequences Reviewed. Proceedings of the VII. International Peat Congress, Dundee, I.P.S. 1: 220-234

IVANOV, K.E. (1953): Gidrologija Bolot. Gidrometeoizdat, Leningrad.

IVANOV, K.E. (1981): Water Movement in Mirelands. A. Thomson & H.P.A. Ingram (Transl.). Academic Press, London.

ROMANOV, V.V. (1968): Hydrophysics of Bogs. Israel Programme for Scientific Translations, Jerusalem.

SCHNEEBELI, M. (1991): Hydrologie und Dynamik der Hochmoorentwicklung. Eidgenöss. tech. Hochsch., Diss. ETH Nr. 9366, Zürich, 133 S.

ADRESSE DES AUTEURS

Prof. Dr Gert M. Steiner
Institut für Pflanzenphysiologie
Abteilung für Vegetationsökologie
und Naturschutzforschung
CP 285
A-1091 Vienne

Andreas Grünig
Service de consultation pour la protection des marais
Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (FNP)
Zürcherstrasse 111
CH-8903 Birmensdorf

TRADUCTION

Dr Benoît Bressoud
Rue de Cordé 4
1957 Ardon

Manuel
Conservation des marais
en Suisse 1
2 / 1997

1 INTRODUCTION

Depuis des siècles, les marais sont asséchés – en premier lieu dans l'intérêt d'une utilisation agricole plus intensive. Le plus souvent, ces interventions n'avaient qu'une influence locale. Ce n'est qu'avec un meilleur équipement technique qu'il a été possible de modifier de façon ciblée l'équilibre hydrologique de paysages entiers en peu de temps et à grande échelle.

Des modifications peuvent apparaître déjà après quelques années. Elles sont irréversibles ou ne peuvent être réparées qu'en plusieurs décennies ou même plusieurs siècles.

2 CAUSES DE L'ASSECHEMENT

2.1 Drainages agricoles

Les grandes améliorations sont largement terminées. Pourtant, la mécanisation de l'agriculture place la protection des marais devant de nouveaux problèmes. Alors que le nettoyage des fossés se faisait autrefois à la main, les machines sont utilisées aujourd'hui. Les fraiseuses de fossés et les excavatrices permettent de drainer des marais entiers en peu de temps. Ainsi, d'anciens fossés étroits de quelques décimètres seulement de profondeur, qui n'évacuaient que l'eau de surface, deviennent des canaux de drainage profonds et efficaces. De cette manière, même dans le cadre de l'entretien régulier, beaucoup de marais sont nettement plus drainés qu'il y a quelques décennies encore.

De plus, d'anciens systèmes de drainage ont encore une influence aujourd'hui: Il faut souvent des dizaines d'années avant qu'un nouvel état d'équilibre s'installe, à un niveau inférieur, après une intervention dans l'équilibre hydrologique d'un marais. Et lorsque l'équilibre hydro-

Fig. 1: Lorsque des fossés sont ouverts à la fraiseuse, plusieurs problèmes écologiques apparaissent immédiatement. Une grande partie de la biocénose typique des eaux est détruite, et les bords verticaux des fossés créent des obstacles infranchissables pour beaucoup de petits animaux. La répartition du matériel d'excavation aux alentours porte atteinte à la végétation. Photo: M. Grabher



logique d'un site est modifié sur de grandes surfaces, les fossés qui asséchaient initialement le marais seulement en surface ont soudain des conséquences importantes. Ces changements à grande échelle sont difficiles à contrôler.

2.2 Endiguement

Les nombreux endiguements de nos cours d'eau permettent d'éviter, même en période de crues, des inondations autrefois répandues. Les rivières et les ruisseaux endigués ont en outre une vitesse d'écoulement supérieure. En conséquence, le fond du lit se creuse et la nappe phréatique s'abaisse.

Même les aménagements hydroélectriques influencent l'équilibre des eaux souterraines en écrétant les débits de pointe des rivières. Ce sont souvent les crues qui approvisionnent les eaux souterraines et contribuent en maints endroits à un niveau phréatique élevé.

2.3 Recolonisation forestière

La transformation des marais en surfaces forestières a deux causes: le reboisement volontaire et la recolonisation. La recolonisation spontanée de marais non exploités est plus fréquente que le reboisement intentionnel. Les bas-marais asséchés sont particulièrement concernés car ils sont aptes au boisement.

Le boisement détruit la structure du sol qui a mis des siècles ou des millénaires à se développer et influence l'équilibre hydrologique. Pendant les mois d'été, lorsque le rayonnement solaire est intense, la surface du feuillage plus grande que celle de la végétation basse de marais provoque une évaporation accrue. Cela abaisse encore le niveau des eaux souterraines, ce qui a surtout des conséquences lorsque l'équilibre hydrologique est déjà perturbé par d'autres mesures.

3 CONSEQUENCES ECOLOGIQUES DE L'ASSECHEMENT

3.1 Sol

L'assèchement provoque surtout deux changements :

- Tassement du sol: L'assèchement modifie le terrain tourbeux. La tourbe saturée d'eau diminue de volume, et le sol se tasse. La structure de la tourbe change aussi; le sol devient souvent presque imperméable. Il peut en résulter un engorgement secondaire par de l'eau stagnante.
- Minéralisation de la tourbe et libération de nutriments: L'assèchement entraîne un début de décomposition de la tourbe par les micro-organismes, ce qui libère des nutriments. Dans certaines régions marécageuses, la minéralisation de la tourbe fait partie des processus qui chargent le plus les eaux souterraines et les eaux de surface. Alors que les marais en croissance captent du carbone et des nutriments, les marais asséchés et intensément exploités libèrent plus de dioxyde de carbone et d'azote qu'ils n'en prélèvent.

La vitesse de minéralisation de la tourbe dépend de la valeur du pH de la tourbe. Un milieu très acide offre des conditions de vie défavorables aux micro-organismes. La minéralisation de la tourbe est retardée ou ne débute que si les conditions extrêmes du sol sont en quelque sorte neutralisées par des engrais. Sur les terrains tourbeux basiques, ce processus peut au contraire débiter peu après l'abaissement du niveau des eaux souterraines.



Fig. 2: Des peuplements étendus de solidages dans les bas-marais sont souvent la conséquence d'un équilibre hydrologique perturbé.
Photo: M. Grabher

3.2 Végétation

Plus le niveau des eaux souterraines était initialement élevé, plus un drainage a d'influence sur la végétation (KLÖTZLI, 1969).

L'assèchement provoque d'abord la régression des espèces des sols humides à détrempés. La diminution des espèces se traduit au début par l'absence de floraison et de fructification des plantes particulièrement sensibles. Des espèces comme la linaigrette à feuilles étroites (*Eriophorum angustifolium*), le peucedan des marais (*Peucedanum palustre*) ou les joncs aggloméré et diffus (*Juncus conglomeratus*, *Juncus effusus*) survivent parfois pendant des années, voire des décennies, et lors d'un examen superficiel, cette lente régression des espèces masque alors les processus réels. A moyen terme, les plantes robustes prennent cependant le dessus et évincent les plus sensibles, qui sont aussi le plus souvent les espèces de marais rares et menacées. La molinie (*Molinia caerulea*) domine alors non seulement les hauts-marais asséchés, mais aussi les bas-marais acides asséchés.

La minéralisation de la tourbe déclenchée par l'assèchement libère les nutriments en quantité comparable à une fumure massive. Cela favorise l'extension des espèces les plus concurrentielles qui peuvent le mieux utiliser l'offre élevée en nutriments. Il s'agit surtout de hautes herbes comme la reine des prés (*Filipendula ulmaria*), la valériane officinale (*Valeriana officinalis*) ou l'eupatoire chanvrine (*Eupatorium cannabinum*). On rencontre aussi des espèces rudérales comme la moutarde des champs (*Sinapis arvensis*), présentes de façon générale dans les milieux fortement influencés par l'homme comme les décombres. L'indicateur le plus fréquent d'un dérangement est cependant le solidage géant d'Amérique du Nord (*Solidago gigantea*), qui forme de denses peuplements mono spécifiques et qui peut évincer complètement la végétation originelle. Dans certains bas-marais, c'est une conséquence de l'assèchement.

Dans beaucoup de prés à litière de Suisse, le roseau (*Phragmites australis*) s'est étendu au cours des dernières décennies au point de concurrencer fortement les plantes des marais de petite taille et héliophiles. GÜSEWELL / KLÖTZLI (1998) n'ont trouvé dans les prés à litière marécageux au bord du Katzenssee, du Greifensee, du lac de Zurich et du Pfäffikersee aucune relation directe entre l'humidité du sol et la biomasse de roseau. En revanche, la mobilisation de nutriments occasionnée par l'assèchement peut contribuer à l'extension du roseau (BRÜLISAUER, 1996).

Si un marais est drainé, une communauté de plantes d'un niveau plus sec se développe habituellement. Dans le cas des prés à litière, les choses sont en général plus compliquées :

- On constate fréquemment un appauvrissement en espèces, sans que des espèces nouvelles voire menacées apparaissent d'abord, ou l'apparition d'indicateurs d'eutrophisation.
- Les marais à petites laïches alcalins (*Caricion davallianae*, p. ex. les groupements à laïche de Davall ou à choins), et les différents groupements des prairies à molinie (*Molinion*) se transforment en mégaphorbiées humides (*Filipendulion ulmariae*) ou en prés à litière dominés par le roseau.
- Les marais à petites laïches très acides (*Caricion nigrae*, surtout l'association à laïche brune) deviennent d'abord plutôt des groupements à molinie pauvres en espèces. Si une minéralisation de la tourbe est en cours, les indicateurs d'eutrophisation se répandent rapidement ici aussi.

3.3 Faune

Les drainages influencent la faune de différentes manières: Le changement de végétation induit par l'assèchement modifie déjà les structures de l'habitat et l'offre de nourriture pour beaucoup d'animaux.

Si le niveau phréatique baisse, les espèces du sol peuvent coloniser des horizons plus profonds; les vers de terre, par exemple, deviennent plus fréquents. Les espèces typiques des marais en revanche se raréfient. Dans les marais asséchés, les périodes de faibles précipitations du début de l'été peuvent entraîner la perte de toute une génération de larves des sauterelles sensibles, car pour les spécialistes des lieux humides un approvisionnement suffisant en eau de contact est important (MEYER et al., 1995).

L'abaissement du niveau phréatique entraîne la disparition de beaucoup de milieux particuliers comme les petites gouilles (p. ex. dépressions remplies d'eau) qui constituent de précieux biotopes pour les oiseaux des prairies, les amphibiens et de nombreuses espèces d'insectes. Les fossés de drainage ne constituent pour les espèces spécialisées des marais que des biotopes de remplacement insuffisants s'ils sont eutrophisés par les apports de substances dus à l'agriculture ou à la minéralisation de la tourbe. En outre, un entretien intensif des fossés (surtout au moyen d'une fraiseuse de fossés) empêche le développement de populations stables.

La survie de certains insectes dépend de la présence de quelques espèces de plantes, voire d'une seule. La disparition de ces plantes consécutive à l'assèchement entraîne aussi la disparition des espèces animales qui leur sont liées.

L'assèchement entraîne aussi une banalisation de la faune vivant à la surface du sol (épigée). Cela a été démontré pour les araignées et différents groupes d'insectes (p. ex. les carabes) (cf. MEYER et al., 1995).



Fig. 3: En barrant les fossés de drainage, l'équilibre hydrologique des bas-marais peut être influencé de façon positive.

Photo: M. Grabher

3.4 Renaturation

Des expériences de renaturation des bas-marais concernent notamment les lieux humides de la Reuss et de la Glatt (KLÖTZLI, 1989). Elles montrent que la difficulté de la renaturation est proportionnelle aux modifications du sol induites par les drainages et l'exploitation. Souvent, une véritable renaturation, c.-à-d. le rétablissement de l'état originel, n'est pas possible, mais tout au plus une réhydratation (temporaire). Dans les régions pluvieuses, si les bas-marais non influencés par les eaux souterraines s'acidifient de plus en plus, ce sont au mieux des marais à petites laïches pauvres en espèces (groupements à *Carex nigra*; cf. PFADENHAUER / KLÖTZLI, 1996) qui se développent.

4 CONCLUSIONS

Dans la protection des marais, la conservation d'un équilibre hydrologique intact est une tâche prioritaire. Presque tous les problèmes de protection de la nature – de l'exploitation intensive à l'eutrophisation, en passant par l'embuissonnement – ont un rapport direct ou indirect avec l'hydrologie.

Dans les marais utilisés de façon traditionnelle dont l'équilibre hydrologique est perturbé, l'exploitation extensive doit être poursuivie pour freiner les évolutions négatives: Les bas-marais en voie d'assèchement se modifient plus lentement lorsqu'ils sont exploités de façon extensive plutôt que laissés en friche (FOJT / HARDING, 1995; HÖFNER / STEINER, 1987).

Il ne suffit que dans de rares cas de se contenter de barrer les fossés de drainage. Le plus souvent, un projet hydrologique plus vaste est nécessaire: Grâce à la modélisation du terrain et des eaux souterraines et en tenant compte de la structure du sol et de la conductibilité de l'eau contenue dans la tourbe, il est possible de pronostiquer les effets des mesures de renaturation.

La renaturation efficace d'un bas-marais n'est souvent possible que grâce à un apport d'eau extérieur. Seule de l'eau non chargée de nutriments peut servir à cet usage.

BIBLIOGRAPHIE

BRÜLISAUER, A. (1996): Zu den Ursachen der Verschilfung von Streuwiesen im Schweizer Mittelland. OFEFP, Berne (non publié).

FOJT, W. / HARDING, M. (1995): Thirty years of change in the vegetation communities of three valley mires in Suffolk, England. J. Appl. Ecology 32: 561-577.

GÜSEWELL, S. / KLÖTZLI, F. (1998): Abundance of common reed (*Phragmites australis*), site conditions and conservation value of fen meadows in Switzerland. Acta Bot. Neerl. 47: 113-129.

HÖFNER, I. / STEINER, G. M. (1987): Auswirkungen von Mahd und Grundwasserentnahme auf ein Kopfbinsenmoor. In: Schubert, R. / Hilbig, W.: Erfassung und Bewertung anthropogener Vegetationsveränderungen. Teil 2. Wiss. Beiträge Martin Luther-Universität Halle-Wittenberg: 75-91.

KLÖTZLI, F. (1969): Die Grundwasserbeziehungen der Streu- und Moorwiesen im nördlichen Schweizer Mittelland. Matériaux pour le levé géobotanique de la Suisse, Fascicule 52. Huber, Berne.

KLÖTZLI, F. (1989): Nässerwerden von Streuland durch Stauhaltung der Reuss. Jahresberichte der Stiftung Reusstal, 26. Jahrgang: 22-34.

MEYER, E. / STEINBERGER, K.-H. / GÄCHTER, E. / KOPF, T. / PLANKENSTEINER, U. (1995): Fauna. In: Grabher, M. / Lutz, S. / Meyer, E.: Einfluß von Entwässerungen auf Boden, Vegetation und Fauna im Naturschutzgebiet Rheindelta. Schriftenreihe Lebensraum Vorarlberg, Band 22.

PFADENHAUER, J. / KLÖTZLI, F. (1996): Restoration experiments in middle European wet terrestrial ecosystems: an overview. Vegetatio 126: 101-115.

ADRESSE DE L'AUTEUR

Markus Grabher
Umweltbüro
Margarethendamm 40
A-6971 Hard

TRADUCTION

Dr. Benoît Bressoud
Rue de Cordé 4
1957 Ardon

Manuel
Conservation des marais
en Suisse 1
1/1998

Histoire du développement et de l'exploitation

L'homme montre un comportement partagé à l'encontre des marais. D'une part, nous jouissons de ces sites primitifs, variés et porteurs d'inspiration pour nos loisirs, d'autre part, lorsque nous pensons en termes d'exploitation, l'importance de ces marais nous apparaît toute différente. Aujourd'hui que l'utilisation des paysages est allée très loin, les derniers marais restent pratiquement les seules surfaces d'expansion pour les installations qui requièrent une certaine distance par rapport aux zones bâties. Entre cet aspect actuel et l'ancienne importance que les marais revêtaient en tant que terres agricoles extensives, nous avons assisté à la phase des grandes améliorations; durant cette période, les marais représentaient une lourde charge ou pour le moins un désavantage au niveau de la production. A cause de leur faible rendement agricole, on a tenté par des moyens techniques d'augmenter la productivité de ces surfaces.

Tous ces aspects ont contribué à la disparition des marais et continuent de nos jours à faire pression sur ces biotopes. Les articles suivants tentent d'éclairer la relation que l'homme entretient à l'égard des marais.

Manuel
Conservation des marais
en Suisse 1
2/1994

L'importance des marais comme source de données pour l'histoire de l'environnement

3.2.1

1 INTRODUCTION

En relation avec l'inventaire des marais d'importance nationale, de nombreux documents ont été rédigés au sujet de la beauté des marais et de leur valeur biologique et écologique pour les espèces animales et végétales menacées. Le fait que les marais sont aussi dignes de protection d'un point de vue géologique a rarement été pris en considération. Le présent écrit est centré non sur les biocénoses actuelles des marais mais sur leurs ancêtres, c'est-à-dire les restes et les sédiments.

Les marais constituent des archives, et cela sous divers aspects: pour l'histoire du paysage mais aussi pour celle des écosystèmes, des associations végétales et même d'espèces particulières. Ces archives peuvent être lues et fournir ainsi de nouvelles connaissances, p.ex. au sujet de l'évolution du climat, des glaciers ou de l'exploitation des terres. Quelques exemples de domaines très divers seront présentés ci-dessous. Ils visent à montrer qu'une protection conséquente doit aussi être soutenue de ce point de vue.

2 LES MARAIS EN TANT QU'ARCHIVES

2.1 La végétation des marais, témoin de l'exploitation agricole

Principe: Une exploitation déterminée des terres entraîne des caractéristiques correspondantes du sol et de la végétation. Cela signifie que l'exploitation du sol peut se déduire de la structure du sol et de la composition de la végétation.

Chez nous, seuls les zones centrales des hauts-marais, les parties très mouillées des bas-marais et des marais de transition, les stations alluviales pionnières, les pelouses alpines, les rochers et les éboulis ne sont pas boisés à l'état naturel. Cela signifie que la végétation de la plupart des autres régions non boisées est la conséquence de l'activité humaine. Cela est également valable pour les bas-marais des étages montagnard et subalpin, qui résultent de défrichements ou de drainages (abaissement du niveau de lacs) immédiatement suivis par une exploitation sous forme de prairie permanente. Les marais entourant le lac de Sempach (Zellmoos, Juchmoos, Schorenmoos, etc.) sont des exemples d'une exploitation consécutive à un drainage. Ce fait permet de comprendre pourquoi leur conservation nécessite un mode d'exploitation déterminé. Si l'on veut les préserver, il faut les exploiter d'une manière adaptée ou, à la rigueur, les entretenir. En conséquence, l'état des bas-marais renseigne sur leur exploitation passée, mais aussi actuelle.

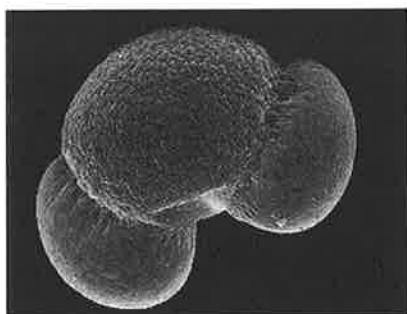
2.2 Les dépôts marécageux, archives précieuses

La végétation actuelle témoigne de l'exploitation récente et contemporaine du sol. Les dépôts marécageux peuvent être mis à profit en tant qu'archives sur la base de leur texture, de leur structure ou de leur composition. C'est valable aussi bien pour les sédiments marécageux que pour les sédiments lacustres. En réalité, leurs contours sont souvent très découpés, tant verticalement que latéralement.

Principe général: Les restes des plantes mortes (racines, parties de tiges, organes de reproduction et de dissémination comme le pollen et les spores, etc.) ne sont généralement pas totalement minéralisés dans les marais, mais déposés et recouverts d'autres restes par la sédimentation. C'est ainsi que se constitue la tourbe. Les restes organiques peuvent aussi être enfouis dans des sédiments limniques comme la gyttja ou la craie lacustre.

Fig. 1: Exemples de micro et de macrorestes botaniques; 1-6, 9: Grains de pollen (1-6 Vue prise au microscope électronique à balayage, 5 Structure striée de l'exoderme, 9 Coupe équatoriale); 7, 8: Graines
Sources: 1-6: L. Wick, Uni Berne
9: tiré de ERDTMAN (1963)
7, 8: Dessins de l'auteur

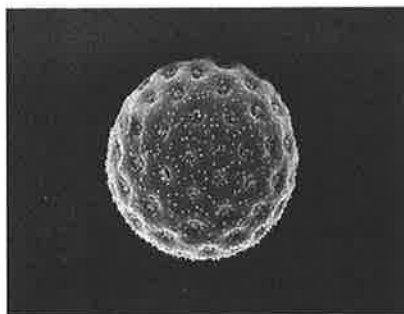
1



10 µm

pin sylvestre
Pinus sylvestris

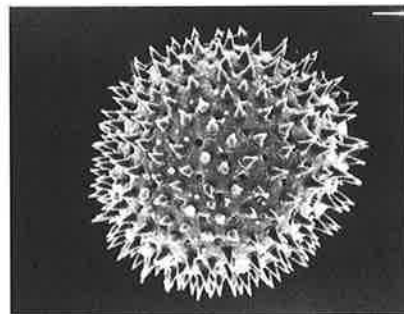
2



10 µm

chénopode blanc
Chenopodium album

3



10 µm

mauve négligée
Malva neglecta

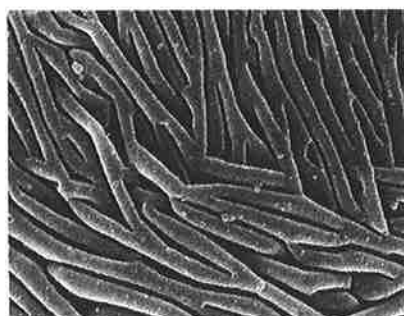
4



10 µm

érable sycomore
Acer pseudoplatanus

5



1 µm

érable de Montpellier
Acer monspessulanum

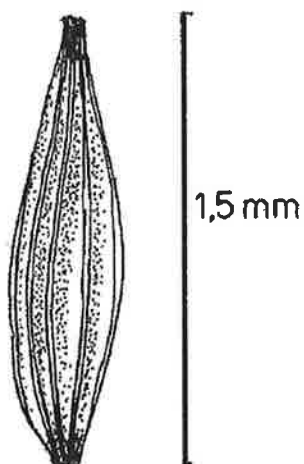
6



10 µm

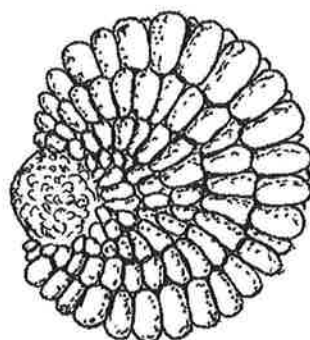
armoïse du Valais
Artemisia vallesiaca

7



laiteron rude
Sonchus asper

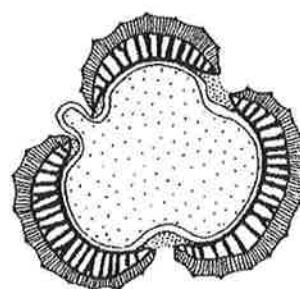
8



1 mm

silène vulgaire
Silene vulgaris

9



10 µm

armoïse
Artemisia

Les sédiments renferment également des restes animaux (p.ex. daphnies, rhizopodes, coléoptères, mollusques, vertébrés etc.). Il s'y trouve de plus des particules minérales ou chimiques (p.ex. aérosols, voir GÖRRES, 1991; poussières de roches ou cendres volcaniques comme celles du lac de Laach dans l'Eifel, RFA; le volcan fit éruption il y a environ 11'000 14C ans) et des précipitations chimiques (substances humiques sous forme de dopplérite, calcaire sous forme de craie lacustre ou de marne).

Pour l'étude, les couches sont mises en évidence au moyen de fossés ou de forages. La succession se fait généralement verticalement. La profondeur correspond ainsi à l'axe chronologique. Toutefois, comme la sédimentation obéit à des règles biologiques, géologiques et climatiques, l'axe chronologique n'a pas forcément un tracé linéaire, mais le plus souvent irrégulier. Les échantillons sont ensuite analysés sur la base des méthodes les plus diverses, à l'oeil nu, au microscope ou par des procédés chimico-physiques.

2.3 Diverses méthodes d'analyse

L'analyse des restes macroscopiques sert à l'étude de l'évolution de la végétation locale. La reconstitution de la végétation avoisinante est possible dans une certaine mesure sur la base de l'étude des restes végétaux les plus grands (analyse des macrofossiles botaniques). Entrent en considération les parties de tiges, les racines et autres organes qui ne sont normalement pas disséminés très loin. Leur détermination taxonomique peut être plus ou moins poussée (famille jusqu'à espèce, voire même sous-espèce, voir SCHOCH et al., 1988).

Les analyses de fossiles macroscopiques conviennent encore à d'autres buts que la détermination de l'évolution de la végétation locale (LANG/TOBOLSKI, 1985): répartition de différents groupes à différentes époques, interprétations climatiques et écologiques.

L'analyse des restes macroscopiques est devenue une importante méthode des sciences naturelles et une branche séparée de la botanique (paléo-éthnobotanique) en relation avec les fouilles préhistoriques. Dans des conditions favorables et en tenant compte d'autres résultats, p. ex. détermination d'os, le mode d'exploitation des établissements préhistoriques correspondants peut être élucidé (JACOMET, 1985).

Les macrofossiles animaux, qui se trouvent également dans les sédiments lacustres et marécageux, peuvent fournir des informations sur le paléoclimat ou la paléoécologie (voir p.ex. SCOTT/WILKINSON,

1985). Toutefois, comme ces restes sont beaucoup plus rares que les macrofossiles végétaux, il n'est généralement guère possible d'en tirer des interprétations statistiques.

Une reconstruction des conditions régionales de végétation et des écosystèmes peut également être réalisée à l'aide de restes microscopiques. Dans ce domaine, l'une des principales méthodes est l'**analyse des pollens** décrite en détail par FAEGRI/IVERSEN (1989). Elle peut être considérée comme faisant partie des méthodes micropaléontologiques et constitue simultanément une partie de la palynologie (science des pollens et des spores).

L'analyse des pollens tire parti du fait qu'ils se sont amalgamés aux sédiments lors du dépôt de ceux-ci. Le pollen, comme d'ailleurs les spores de fougères et de mousses, possède une couche externe (exine, sporoderme) très résistante au processus de réduction. Cette couche présente un décor caractéristique des familles, des genres, voire même des espèces. A l'aide de ces caractéristiques et d'autres particularités comme le nombre, la situation et la forme des ouvertures des tubes polliniques, il est possible de déterminer parfois jusqu'à l'espèce les grains de pollen et les spores de fougères ou de mousses.

Les proportions en pour cent des types de pollen et de spores découverts sont déterminées par comptage dans les différents échantillons, ce qui permet de reconstituer la végétation antérieure et ses variations. Les résultats sont représentés dans des diagrammes polliniques. Une échelle chronologique peut être établie sur la base de détermination radiométrique de l'âge, en particulier au moyen de la méthode du radiocarbène. Nombre de résultats peuvent être obtenus de l'interprétation de ces données, comme par exemple la répartition d'une espèce à une période déterminée et ses voies de migration (p.ex. sapin blanc, *Abies alba*: ZOLLER, 1964; buis, *Buxus sempervirens*: WEGMÜLLER, 1984), les vitesses de dissémination, etc.

L'analyse des pollens reste la méthode qui fournit les renseignements les plus détaillés sur les anciennes conditions de végétation et sur les aspects les plus divers des conditions de vie. Si les résultats de l'analyse des pollens sont en outre mis en relation avec les résultats d'autres études (p.ex. analyses des restes macroscopiques, analyses des restes animaux, analyses chimiques et physiques des sédiments, interprétation mathématique des données), il est possible de reconstituer approximativement les écosystèmes et leur évolution au cours des temps (voir p.ex. AMMANN, 1989; KÜTTEL, 1990).

2.4 Quelques résultats de l'analyse des pollens

LANG (1985) présente une nouvelle compilation des travaux d'analyses de pollens en Suisse portant sur les 15'000 dernières années. Le bref aperçu ci-après se base sur les études mentionnées dans cette compilation. Pour la dernière période chaude (interglaciaire Riss-Würm) et la dernière période glaciaire (Würm), on peut se référer à KÜTTEL (1989) et à WEGMÜLLER (1992) et aux travaux qu'ils citent. Les indications chronologiques qui suivent sont toujours données en années 14C à partir d'aujourd'hui (a BP).

La dernière phase de la période glaciaire du Würm (Würm tardif) a commencé vers 25'000 a BP et s'est terminée au début de l'holocène, vers 10'000 a BP. Durant cette période, les fleuves de glace alpins recouvraient de grandes parties du Plateau et se sont retirés, par intervalles entrecoupés de nouvelles avancées et d'arrêts, jusqu'à leur extension actuelle. Dans le même temps, la végétation et, avec elle, les conditions de vie des animaux, l'homme inclus, se sont fondamentalement modifiées. Au début, les sols bruts nouvellement libérés par les glaces étaient occupés par des associations pionnières résistant au froid. A partir d'environ 16'000 a BP, c'est-à-dire au début du Tardiglaciaire würmien, la proportion de plantes des steppes s'est accrue. Il s'agit principalement, à côté de diverses espèces d'armoises, surtout d'hélianthèmes, d'éphédres et d'arroches.

Quelque 2'000 ans plus tard, les conditions climatiques s'étaient suffisamment améliorées pour que les bouleaux nains puissent se répandre. Ils se rencontrent encore aujourd'hui dans quelques tourbières et constituent des reliques glaciaires rares. Les analyses de coléoptères et de trichoptères dans les sédiments de cette époque témoignent de températures moyennes en juillet de 10 à 12 °C. Il aurait donc pu y avoir de la forêt. Mais ce n'est que vers 12'700 a BP qu'a débuté, dans toutes les stations basses et moyennes de Suisse, ce que l'on désigne aujourd'hui comme recolonisation forestière post-glaciaire. Le bouleau nain fut remplacé par des genévriers et des argousiers, puis par des bouleaux arborescents. Après quelque 700 ans, le pin sylvestre fit son apparition et la limite de la forêt monta jusqu'à plus de 1'500 m. Entre 11'000 et 10'000 a BP, le climat se détériora à nouveau, dernier soubresaut de l'ère glaciaire. La forêt s'éclaircit à sa limite supérieure et la proportion entre bouleau et pin se modifia en faveur du bouleau.

Ce n'est qu'au début de l'holocène, à partir de 10'000 a BP, que de nouvelles essences arborescentes firent leur apparition, tandis que les différences climatiques et par conséquent régionales se renforçaient. En outre, l'homme avait commencé à exercer une influence à des périodes variées dans les différents paysages. Le développement de la forêt commença au début de l'holocène par une phase d'essences de lumière suivie d'une transition vers les essences d'ombre vers le milieu de l'holocène. La phase des essences d'ombre est déjà perturbée par la colonisation, qui culmine avec les prairies surengraissées et les monocultures de maïs largement répandues sur le Plateau.

Développement de la végétation (pourcentage des grains de pollen)

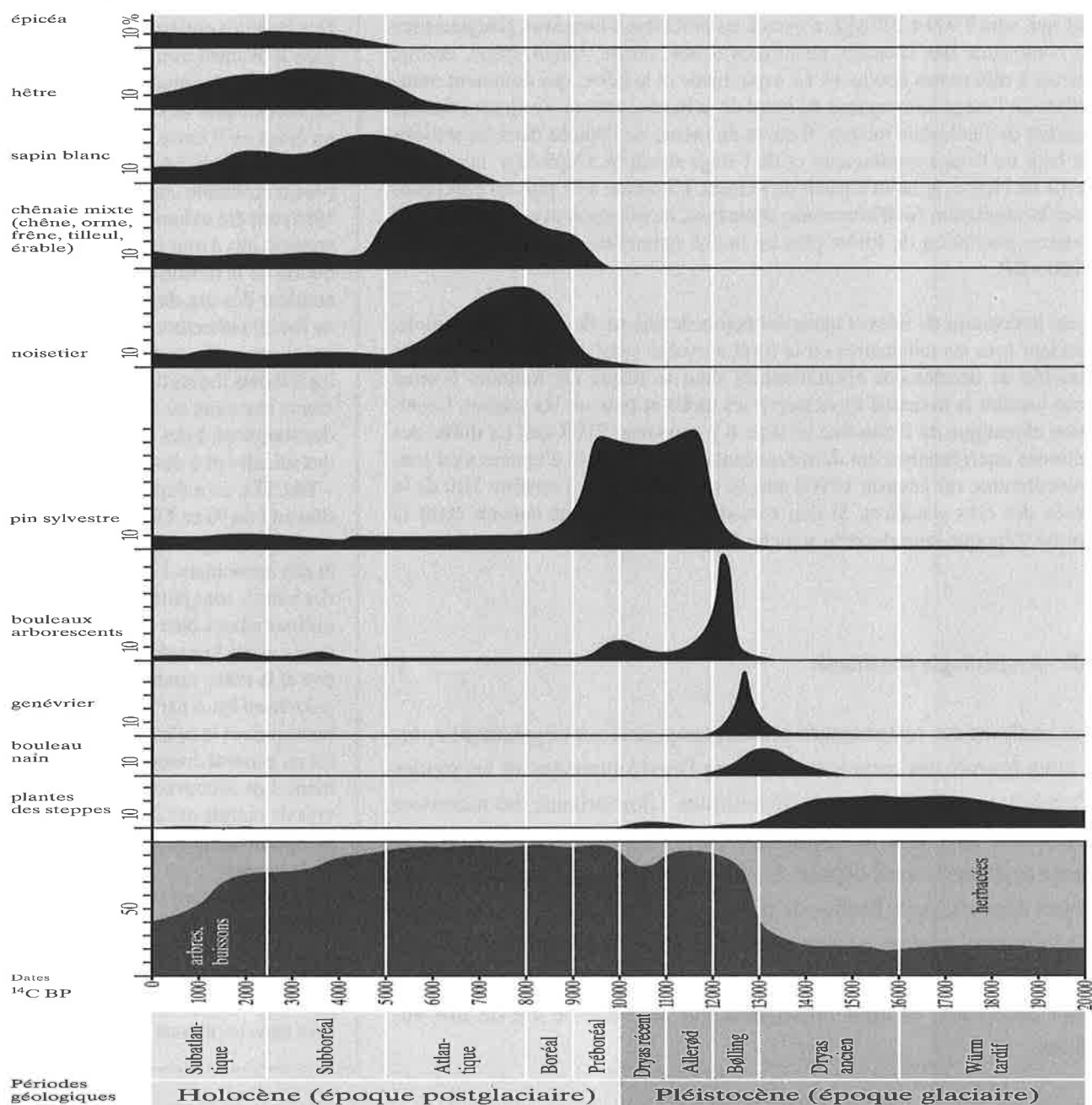


Fig. 2: Aperçu de l'histoire de la végétation pendant les dernières 20'000 ans 14C. Le diagramme pollinique donne le pourcentage des grains de pollen des différents taxons par rapport au nombre total. Ces pourcentages ne correspondent pas aux proportions des espèces dans la nature en raison de leur production différente de pollen.
Source: KÜTTEL (1993)

La phase des essences de lumière a été initiée par la dissémination du noisetier qui, vers 9'000 a BP déjà, a évincé les pineraies à bouleaux postglaciaires en compagnie des chênaies mélangées (orme, chêne, tilleul, frêne, érable; arrivés à différentes époques). Le sapin blanc et le hêtre, qui dominent naturellement l'étage montagnard du Nord de la Suisse, vinrent s'y ajouter dans le courant de l'holocène moyen. Il en va de même de l'épicéa dans les stations du haut de l'étage montagnard et de l'étage subalpin. L'épicéa a immigré à partir de l'Est et le sapin à partir de l'Ouest. L'homme a de plus en plus influencé la végétation (défrichements, drainages, rectification et canalisation des rivières, plantation de forêts plus ou moins naturelles, etc.) depuis environ 5'000 a BP.

Il est intéressant de relever quelques points de vue particuliers. Par exemple, pendant tous les millénaires où la forêt a évolué sans entretien, il n'est pas possible de déceler des effondrements dont le risque est toujours évoqué pour justifier la nécessité de desservir les forêts et pouvoir les soigner. L'optimum climatique de l'holocène se situe il y a environ 5'000 ans. La durée des périodes interglaciaires des dernières centaines de milliers d'années s'est toujours étendue sur environ 10'000 ans, ce qui correspond à environ 1/10 de la durée des ères glaciaires. Si l'on considère ces conditions comme étant la norme, l'époque interglaciaire actuelle devrait déjà être terminée.

2.5 Archéologie des marais

Les analyses des restes macro et microscopiques sont également aptes à nous fournir des renseignements sur l'environnement et les modes d'exploitation des hommes préhistoriques. L'importance des marais va cependant bien au-delà, le principe étant toujours le même. Quelque chose se dépose ou est déposé. Le marais se développe par-dessus. Les objets déposés, p.ex. haches de pierre, engins de pêche, foyers, restes d'habitations, tessons, ne sont pas entièrement ou pas du tout détruits. Après quelques milliers d'années, les objets préhistoriques sont à nouveau découverts et nous renseignent sur le mode de vie de nos ancêtres.

Des localités entières (p. ex. dans le Wauwilermoos), quelques outils, des squelettes (p. ex. un éléphant des forêts avec un épieu en if entre les côtes; en RFA), mais aussi des cadavres (vue d'ensemble chez DIECK, 1986) ont été exhumés dans des creuses, mis à jour par la diminution de la tourbe ou, dans le meilleur des cas, dans le cadre de fouilles effectuées par des archéologues. Ces cadavres sont les témoins muets d'ensevelissements normaux ou consécutifs à des supplices, à des accidents, à des suicides et à des exécutions – TACITE en a déjà fait mention en l'an 98 en Germanie – mais également à des meurtres et des assassinats. Les cadavres des marais sont parfois extraordinairement bien conservés, avec encore la corde autour du cou et le crâne fendu. Ils sont colorés en brun par les acides humiques et le calcaire des os est en général dissous naturellement. Les découvertes de cadavres de marais ont diminué avec la mécanisation de l'extraction de la tourbe.

Un grand nombre se sont probablement minéralisés avec la diminution de la tourbe. DIECK (1986) indique la découverte d'au moins 60 cadavres dans les marais de la Suisse.

3 DE L'IMPORTANCE DES ARCHIVES MARECAGEUSES

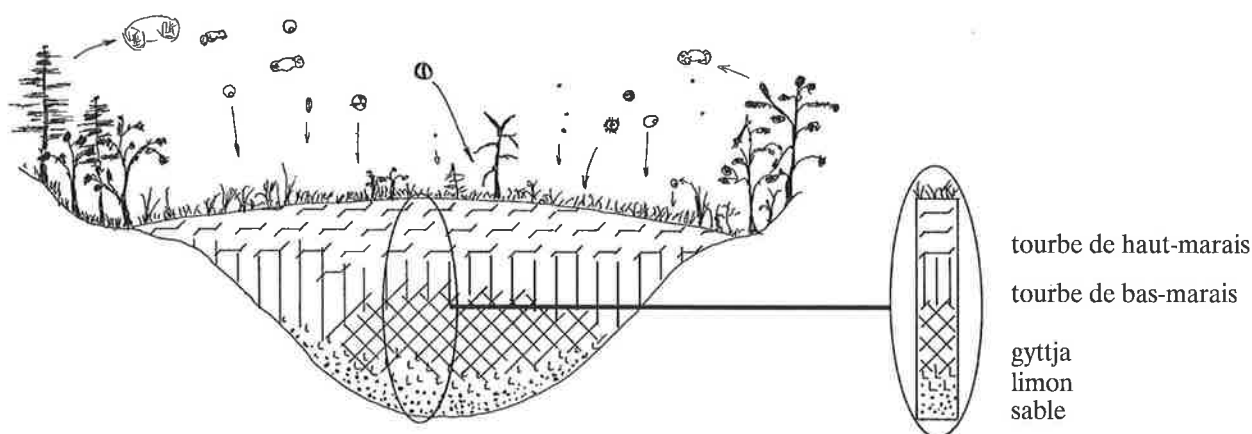
L'importance multiple des archives marécageuses pour les sciences les plus diverses sera mise en évidence sur la base de deux exemples.

Exemple 1: Il n'est pas toujours facile de déterminer dans quelle mesure les modifications de paysage sont dues à l'homme et dans quelle mesure elles sont d'origine naturelle. Il existe une hypothèse selon laquelle une partie au moins du dépérissement des forêts, dont l'origine ne peut être clairement attribuée aux immissions de polluants, aurait une cause naturelle. Elle résulterait de l'effondrement de peuplements surannés, ce qui serait compréhensible dans le cadre de la théorie des cycles en mosaïque (REMMERT, 1991). Le dépérissement est mis en relation avec la phase de désintégration. Etant donné qu'un cycle unique se déroule sur plusieurs siècles, il est compréhensible que cela échappe à notre observation directe. L'analyse pollinique nous fournit une porte de sortie. Les résultats obtenus jusqu'ici suggèrent que de tels cycles en mosaïque ne se produisent pas dans les forêts d'Europe centrale, tout au moins pas sur de grandes surfaces (douzaines d'hectares), si bien que cette hypothèse d'une cause naturelle du dépérissement des forêts est à écarter.

Exemple 2: Depuis quelques années, l'effet de serre de différents gaz de l'atmosphère fait l'objet de vives discussions (vue d'ensemble dans GRASSL/KLINGHOLZ, 1990). Il est important de savoir dans quelle mesure ces phénomènes contribuent au réchauffement du climat terrestre et si les augmentations quantifiables de ces gaz ont effectivement entraîné une augmentation mesurable des températures. Pour être en mesure de l'apprécier, il faut disposer de valeurs de référence, en particulier en ce qui concerne les variations climatiques naturelles sans influence de l'homme. Ces processus s'étendent eux aussi sur des centaines et des milliers d'années. Les physiciens de l'atmosphère, les climatologues et les théoriciens des cycles doivent disposer, pour contrôler leurs modèles et leurs représentations, d'indications sur l'évolution des températures moyennes annuelles et d'autres paramètres climatiques au cours des 18'000 dernières années ou, mieux encore, des 130'000 dernières années. Ils souhaitent cependant avoir aussi des renseignements sur la rapidité de ces modifications. Les palynologues sont parvenus, avec la collaboration en particulier de physiciens des isotopes (détermination radiométrique des âges, analyse isotopique de l'oxygène, etc.), à fournir les indications correspondantes. Un résultat: Les variations de températures à long terme mesurées

jusqu'ici en Europe centrale se situent toujours dans la fourchette des variations naturelles de ces 10'000 dernières années. Cela n'est pas pour autant rassurant, car cela ne nous donne aucune indication sur les mécanismes actuellement en cours ni sur leur évolution future.

Quintessence: Les marais ne sont pas seulement des biotopes pour des espèces en voie de disparition ou rares et des réservoirs d'eau, mais aussi des archives de l'histoire du paysage.



Science (Choix)	Objet	Reconstruction (Exemples)
Botanique	Restes macroscopiques Restes microscopiques	Végétation Succession Mésoclimat Age
Zoologie	Restes macroscopiques Restes microscopiques	Faune Micro- et mésoclimat
Anthropologie	Os Cadavres des marais	Conditions sociologiques et démographiques, Maladies
Archéologie	Ustensiles Structures Immeubles	Modes de vie
Physique	Isotopes Eléments	Age Climat, surveillance de l'environnement
Chimie	Eléments Liaisons	Surveillance de l'environnement Histoire de l'environnement, processus diagénétiques
Géologie, Minéralogie	Particules minérales	Histoire de l'environnement, processus diagénétiques Paléo-écosystèmes et leur évolution

Fig. 3: Aperçu des branches de la science qui s'intéressent aux sédiments marécageux.
Source: Représentation de l'auteur

4 EXIGENCES

Les marais doivent également être protégés comme sources de données. Ce but de protection peut être atteint au mieux lorsque les marais sont saturés en eau et qu'il y règne des conditions de réduction, si bien que les dépôts ne sont pas perturbés. Par bonheur, ce but concorde avec celui de la conservation de la végétation typique des marais. Il survient toutefois un conflit d'intérêts lorsque les marais sont utilisés pour y créer des gouilles, p.ex. comme lieu de frai pour les amphibiens. Pour autant que cela soit réalisé par inondation au moyen d'un barrage, cette création est compatible avec les buts de protection de la géologie des marais. En revanche, si l'on creuse dans des couches de sédiments marécageux non perturbés – comme c'est généralement le cas – cela entre indiscutablement en contradiction avec une protection générale et intégrale des marais. Pour de tels projets, il faut absolument faire appel à un palynologue compétent à un stade précoce de la planification.

BIBLIOGRAPHIE

- AMMANN, B. (1989): Late-Quaternary palynology at Lobsigensee, Diss. Bot. 137, 157 p.
- COOPE, G. R. (1977): Fossil coleopteran assemblage as sensitive indicators of climatic changes during the Devensian (Last) cold stage, Phil. Trans. R. Soc. London B 280, 313- 340.
- DIECK, A. (1986): Der Stand der europäischen Moorleichenforschung im Jahr 1986 sowie Materialvorlage von anthropologischen und medizinischen Sonderbefunden, Telma 16: 131-158.
- ERDTMAN, G. (1963): Introduction till palynologin, Natur och Kultur, 198 p.
- FAEGRI, K. / IVERSEN J. (1989): Textbook of Pollen Analysis, Wiley, 328 p.
- FRÜH, J. / SCHRÖTER, C. (1904): Die Moore der Schweiz, Beitr. z. Geol. der Schweiz. Geotechnische Serie, III. Lfg.: 750 S.
- GÖRRES, M. (1991): Über den Eintrag anorganischer Nährstoffe in ombrogene Moore als Indikator der ehemaligen Aerosolbelastung, Diss. Bot. 181: 1-196.
- GRASSL, H. / KLINGHOLZ, R. (1990): Wir Klimamacher. Auswege aus dem globalen Treibhaus, Gutenberg 296 S.
- JACOMET, S. (1985): Botanische Makroreste aus den Sedimenten des neolithischen Siedlungsplatzes AKAD-Seehofstrasse am untersten Zürichsee. Die Reste der Uferpflanzen und ihre Aussagemöglichkeiten zu Vegetationsgeschichte, Schichtentstehung und Seespiegelschwankungen, Zürcher Studien zur Archäologie, Juris, 94 S.
- KÜTTEL, M. (1989): Züge der jungpleistozänen Vegetations- und Landschaftsgeschichte der Zentralschweiz. Revue de Paléobiologie 8: 525-614.
- KÜTTEL, M. (1990): Der subalpine Schutzwald im Urserental – ein inelastisches Ökosystem, Bot. Helv. 100: 183-197.
- KÜTTEL, M. (1993): Pollen als Datenträger für Vegetations- und Klimageschichte, Mitt. Natf. Ges. Luzern 33: 59-68.
- LANG, G. (1985): Palynological research in Switzerland 1925-1985 – a documentation of investigations concerning the last 15,000 years, Diss. Bot. 87: 11-82.
- LANG, G. / TOBOLSKI, K. (1985): Hobschensee - Late glacial and Holocene environment of a lake near the timberline, Diss. Bot. 87: 209-228.
- REMMERT, H. (1991): The mosaic-cycle concept of ecosystems. Ecological Studies 85, 168 p.
- SCHOCH, W.H. / PAWLIK, B. / SCHWEINGRUBER, F. H. (1988): Botanische Makroreste, Haupt, 227 p.
- SCOTT, A. E. / WILKINSON, B. (1985): Fossil assemblages of Coleoptera and Trichoptera at Lobsigensee, Diss. Bot. 72: 157-162.
- WEGMÜLLER, S. (1984): Zur Ausbreitungsgeschichte von *Buxus sempervirens* L. im Spät- und Postglazial in Süd- und Mitteleuropa, Diss. Bot. 72: 333-334.
- WEGMÜLLER, S. (1992): Vegetationsgeschichtliche und stratigraphische Untersuchungen an Schieferkohlen des nördlichen Alpenvorlandes, Denkschriften. Schweiz. Akad. Naturw. 102: 1-82.
- ZOLLER, H. (1964): Zur postglazialen Ausbreitungsgeschichte der Weisstanne (*Abies alba* Mill.) in der Schweiz. Schweiz. Z. Forstwesen 1964, 681-700.

GLOSSAIRE

aérosol substances en suspension dans l'atmosphère

analyse des pollens expression souvent utilisée comme synonyme pour l'histoire de la végétation basée sur l'étude du pollen

analyse des macrorestes étude de restes botaniques ou animaux de grande dimension

anthropogène causé par l'homme

biocénose association d'animaux et de plantes

chitine constituant chimique du squelette externe (p.ex. insectes)

détermination taxonomique détermination de l'appartenance systématique d'un être vivant

exine exoderme résistant des grains de pollen

gyttja sédiment boueux à teneur en matière organique élevée, déposé au fond de l'eau

matrice sédimentaire substance de base des sédiments

méthode du radiocarbone la teneur en carbone 14 radioactif d'un échantillon est mesurée indirectement au-dessus des restes ou directement à l'aide d'un accélérateur et permet d'en déterminer l'âge. Cet âge ne correspond pas absolument à des années de calendrier, mais peut être corrigé pour les 10'000 dernières années.

organismes indicateurs organismes qui signalent certaines conditions écologiques de l'environnement

paléo-éthnobotanique étude des restes botaniques en relation avec les découvertes pré et protohistoriques de l'homme ou de ses activités

paléoclimatique qui concerne les conditions climatiques des temps passés

paléoécologique qui concerne les conditions écologiques des temps passés

palynologie étude des pollens et des spores

palynologue spécialiste des pollens et des spores

pollen poussière de cellules reproductives mâles des plantes à fleurs

sédiments limniques sédiments lacustres

ADRESSE DE L'AUTEUR

PD Dr M. Küttel
OFEFP, Division Protection
de la nature
Hallwylstrasse 4
3003 Berne

TRADUCTION

Yves Berger
Ingénieur forestier EPFZ/SIA
Chemin Montant 14
2017 Boudry

RENSEIGNEMENTS

Systematisch-Geobotanisches
Institut der Universität Bern
Abteilung Palynologie
Altenbergrain 21
3013 Bern

Manuel
Conservation des marais
en Suisse 1
2/1994

Historique du développement de marais choisis

3.2.2

1 INTRODUCTION

Les marais sont des formations en quatre dimensions, étant donné que leur développement spatial a une composante temporelle. C'est une constatation tout à fait triviale, qui souligne toutefois que le développement historique d'un marais doit être étudié si l'on veut décrire ce dernier à peu près correctement. Concrètement, cela signifie que l'on ne peut se contenter d'effectuer un sondage/coupe et d'en décrire et dater la stratigraphie, mais qu'un réseau de sondages devrait être mis en place sur l'ensemble du marais.

Il existe un modèle général du développement des marais qui est présenté dans tous les manuels ou articles généraux (p.ex. MARTI 1992) et qui comprend les étapes suivantes: compactage du sous-sol, eaux dormantes (argile, limon, craie lacustre, gyttja), bas-marais (tourbe minérale, c.-à-d. tourbe de *Cyperaceae* ou d'*Hypnaceae*, tourbe de forêt marécageuse), marais de transition (tourbe de marais de transition) et, comme dernier élément, le haut-marais (tourbe de *Sphagnum*). Le modèle général décrit bien une succession botanique mais est en même temps lié à une suite déterminée des strates de sédiments. Tous les types de marais d'Europe centrale peuvent être définis d'après leurs sédiments en se référant au modèle général. Les différences consistent essentiellement dans l'absence de certaines strates ou dans un ordre différent de celles-ci (p.ex. sédiments d'eaux stagnantes sur de la tourbe de bas-marais à la suite d'une montée des eaux).

Le développement historique de quelques marais choisis sera présenté ci-après (voir fig. 1).

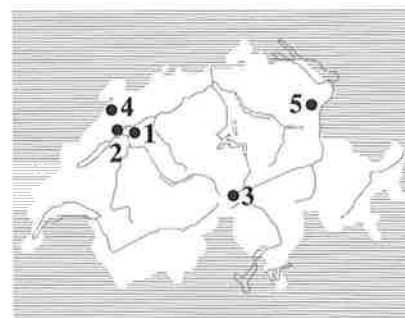


Fig. 1: Situation des marais;

- 1 Lörmoos;
- 2 Heidenweg;
- 3 Höhenbiel;
- 4 Les Embreux;
- 5 Turbenriet, Gamperfin

2 LÖRMOOS (INVENTAIRE DES HAUTS-MARAIS N° 71)

Le Lörmoos (commune de Wohlen) est un petit marais situé dans un paysage de moraines et de drumlins au nord-ouest de Berne, à 583 m d'altitude. C'est à la fois un exemple de l'évolution classique d'un marais atterri et un élément de l'important groupe de marais du Plateau suisse qui ont largement perdu leur caractère oligotrophe par suite du drainage, de la minéralisation de la tourbe qui s'en est suivie et de l'engraissement. Le niveau de l'eau du Lörmoos a été abaissé en 1917. Par la suite, il s'est fortement embroussaillé. Aujourd'hui, il n'en reste que deux petites parties de haut-marais (GROSSENBACHER, 1980). ZWAHLEN (1985) a étudié le marais en effectuant 45 sondages en suivant un transect en long et un autre en travers.

Le Lörmoos est situé sur un bassin revêtu d'argile glaciaire. Ce dernier est recouvert de gyttja argileuse puis de gyttja détritique. La teneur en matière organique de la gyttja argileuse est faible (maximum env. 10 %) et augmente dans la gyttja détritique jusqu'à plus de 80 %. Ces trois strates ont une épaisseur maximale d'env. 3.5 m et sont, de plus, d'origine limnique. Elles forment l'essentiel du remplissage du bassin. De la tourbe à laïches recouvre sans transition la gyttja, par endroits avec de la tourbe brune. Une couche de tourbe à *Sphagnum* pouvant atteindre 1 m recouvre le tout.

Des analyses polliniques réalisées sur une carotte prélevée au centre du marais fournissent des indications temporelles sur son développement (fig. 2). Il faut toutefois relever qu'une limite de strate n'aura pas forcément le même âge sur l'ensemble de la surface. La transition entre la gyttja argileuse et la gyttja détritique se situe dans le Bølling précoce. La tourbe de bas-marais se situe dans le Subatlantique tardif. Cela signifie que la tourbe de haut-marais date de plusieurs centaines d'années. Le stade du haut-marais est par conséquent relativement jeune en comparaison de l'ensemble du marais. Les analyses polliniques ont en outre montré que la sédimentation ne s'est pas réalisée de manière continue, du moins dans la carotte analysée. En effet, entre la fin de la sédimentation de la gyttja et le début de la tourbe de bas-marais, il manque une strate de plusieurs milliers d'années, la cause de cette absence étant inconnue.

Il existe des marais qui se sont également développés à partir d'une phase limnique, sans toutefois atteindre le stade du haut-marais. Le Heidenweg (Chemin des Päïens) au lac de Bienne en fait partie.

Structure temporelle (unités chronostratigraphiques)

Holocène: Unité géologique comprenant les 10'000 dernières années ¹⁴C, se subdivise en:

- **Subatlantique:** 2'500 - 0 ans BP (0 = AD 1950)
- **Subboréal:** 5'000 - 2'500 ans BP
- **Atlantique:** 8'000 - 5'000 ans BP
- **Boréal:** 9'000 - 8'000 ans BP
- **Préboréal:** 10'000 - 9'000 ans BP

Portion finale de l'époque glaciaire:

- **Dryas récent:** 11'000 - 10'000 ans BP
- **Allerød:** 12'000 - 11'000 ans BP
- **Bølling:** 13'000 - 12'000 ans BP

3 HEIDENWEG SUR LE LAC DE BIENNE (INVENTAIRE DES BAS-MARAIS N° 2383)

Le Heidenweg constitue la liaison terrestre entre Cerlier et l'Ile de St-Pierre, dans le lac de Biemme, à 429.5 m d'altitude. Il s'agit d'un des bas-marais d'un seul tenant les plus grands du Plateau suisse. AMMAN-MOSER (1975) a étudié en détail la végétation actuelle et le développement historique.

Les grandes lignes du développement de ce marais constituent un exemple valable pour bien d'autres qui se sont créés par suite de l'abaissement du niveau d'un lac (p.ex. la Grande Cariçaie sur le lac de Neuchâtel). En effet, le Heidenweg n'est apparu qu'entre 1872 et 1874 en conséquence de l'abaissement du niveau du lac de Biemme de 2.15 m, dans le cadre de la première correction des eaux du Jura. Le sous-sol sur lequel la végétation de bas-marais s'est développée après l'assèchement se compose de craie lacustre, ce qui n'est guère étonnant vu l'histoire de sa formation. Les 5 à 15 cm supérieurs ont en général une couleur humique. Les associations végétales les plus répandues sont les roselières, les marais à laîche élevée, les marais à choin et les marais à cladium marisque.

Les grandes lignes de l'évolution de la sédimentation sont simples (voir fig. 2). De la vase calcaire sableuse et glaiseuse repose sur de la glaise (= Lehm par opposition à argile = Ton) sableuse et se transforme en craie lacustre. La transformation en craie lacustre se situe, pour la chronologie, au début de l'Allerød. La glaise sableuse en revanche date du début du Tardiglaciaire. La sédimentation ne s'est toutefois pas effectuée d'une manière continue. Dans tous les profils, certaines strates font défaut (hiatus), correspondant à plusieurs milliers d'années. Depuis l'époque romaine, le seul sédiment déposé est de la craie lacustre, à l'exception de la couche la plus récente.

Le Heidenweg est un exemple de bas-marais très jeune sur sous-sol limnique. L'amorce de l'atterrissement est artificielle, puisqu'elle résulte de l'abaissement du niveau du lac déjà mentionné.

Les bas-marais ne sont pas tous récents ou anthropogènes. Ils peuvent être beaucoup plus vieux que le présent exemple, surtout lorsqu'ils n'ont pas pu poursuivre leur développement pour des raisons climatiques. C'est le cas par exemple lorsque la température n'est plus assez élevée pour la croissance des sphaignes. Ces conditions se rencontrent

aux étages alpin et subalpin supérieur, où des bas-marais ont pu se constituer entre autres par atterrissement de petits lacs ou étangs. Un exemple en est le marais du Höhenbiel dans le Witenwasseral qui constitue un cas particulier en ce sens qu'il contient également une petite couche de tourbe de sphaignes ombrogènes.

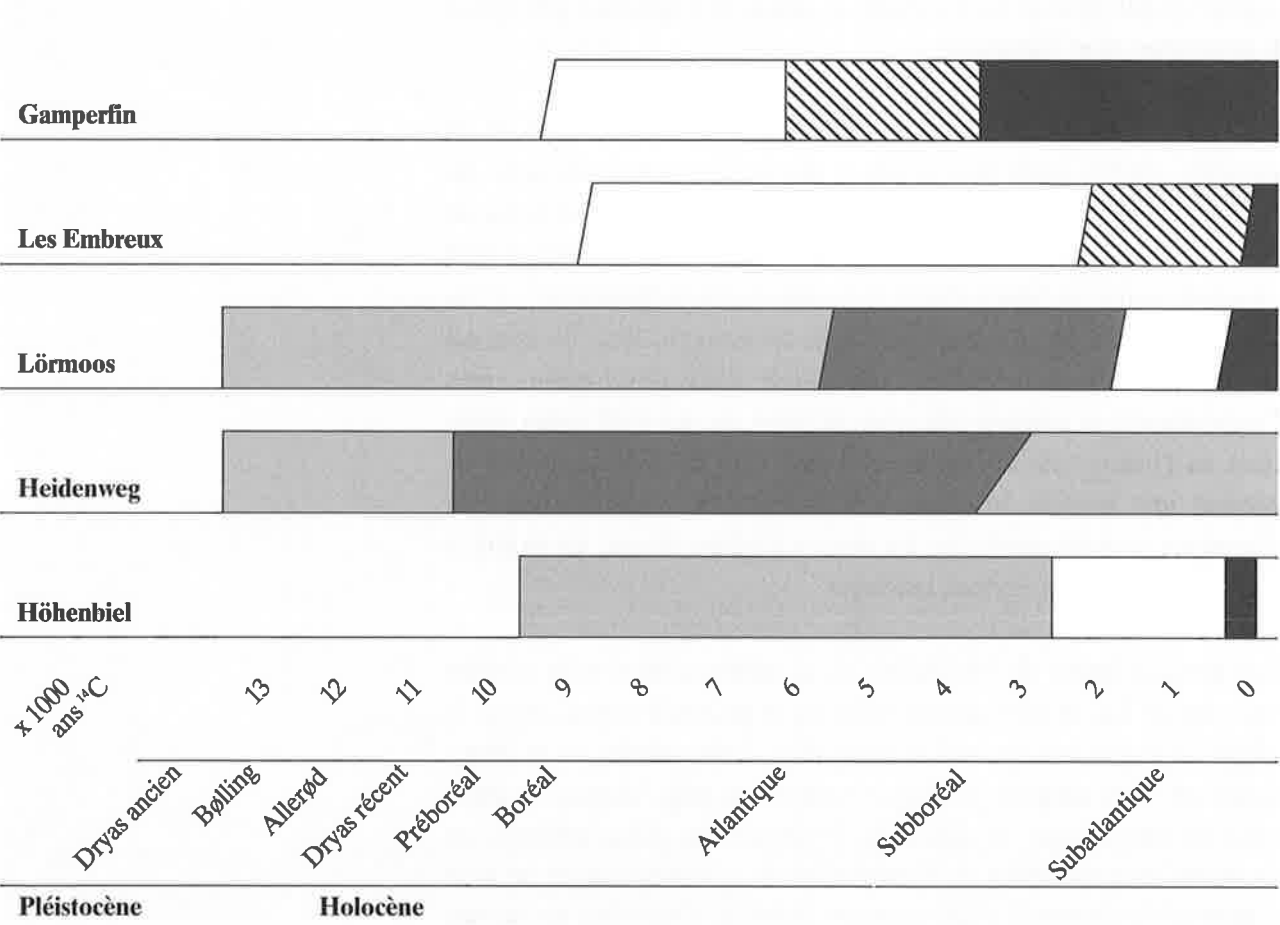


Fig. 2: Evolution schématique dans le temps de différents marais

- Lac / étang
- Bas-marais
- Marais de transition
- Haut-marais
- Hiatus (absence d'une strate)

4 BAS-MARAIS REGIONAL DE HÖHENBIEL

Le Höhenbiel est un sommet arrondi de 1970 m d'altitude dans le Witenwasserental, une vallée latérale de la vallée d'Urseren, dans le canton d'Uri. Le bas-marais occupe une dépression située sur le sommet arrondi. La stratigraphie de cet objet a été publiée par KÜTTEL (1990). La végétation actuelle est passablement perturbée. Le trichophore gazonnant (*Scirpus cespitosus*) domine. Il n'est même pas certain que de la tourbe y ait été exploitée.

Le profil du centre a la structure suivante (voir fig. 2): Une couche argilo-limoneuse située à une profondeur entre 402 et 413 cm est surmontée jusqu'à 300 cm par une gyttja dont la teneur en minéraux diminue vers le haut. Celle-ci est elle-même couverte d'une gyttja détritique grossière qui passe à 168 cm à une tourbe de bas-marais (tourbe à cypéracées et à hypnacées), laquelle forme également le substrat de la végétation actuelle. Entre 20 et 55 cm ainsi qu'entre 77 et 79 cm, on trouve dans la tourbe des restes de sphaignes ombrotrophes.

Au niveau chronologique, les sédiments de fond (argile - limon) appartiennent à la fin du Dryas récent. Dès le Préboréal, la proportion organique augmente constamment dans la gyttja et se situe à quelque 90 % à partir du milieu de l'Atlantique. La transition entre la gyttja et la tourbe se situe dans le Subboréal (env. 3'200 BP). Les couches comportant des sphaignes datent toutes deux du Subatlantique. Ce marais est donc un bas-marais depuis plus de 3'000 ans, avec entre-temps une tendance au haut-marais.

Les marais ne se constituent pas forcément par atterrissement. Un sous-sol imperméable peut lui aussi entraîner la formation d'un marais. C'est souvent le cas pour les marais datant du Jurassique.

5 LES EMBREUX (INVENTAIRE DES HAUTS-MARAIS N° 5)

Le marais des Embreux est situé dans les Franches-Montagnes, dans la commune des Genevez, canton du Jura, entre 1005 et 1025 m d'altitude, dans un vallon orienté du nord-est au sud-ouest. Ce marais a été étudié par HUBSCHMID & LANG (1985). Les principaux résultats se présentent comme suit:

La stratigraphie est semblable dans tous les sondages. Une tourbe à roseau et bouleaux repose sur le sous-sol argileux et passe en général à une tourbe à hypnacées de faible épaisseur. Celle-ci est recouverte de tourbe à scheuchzérie, suivie dans la partie centrale du marais par de la tourbe à sphaignes. Enfin, on rencontre de la terre tourbeuse (tourbe minéralisée), surtout dans les bords, par suite de drainages. Il n'a pas été trouvé de sédiments limniques.

Selon les analyses polliniques, le développement du marais a commencé au début de l'Holocène (fig. 2). Les sédiments du fond ont leur origine jusque dans le Préboréal. Pendant plusieurs milliers d'années, les Embreux ont été un marais oligotrophe à bouleaux (boulaie). Vers la fin du Subboréal, il en est issu un bas-marais ouvert, riche en hypnacées. Les groupements à scheuchzérie (marais de transition) se sont répandus à partir du Subatlantique. Ils ont formé une couche de tourbe qui dépasse parfois les 3 m d'épaisseur. Les tourbes à sphaignes sont apparemment ici aussi de formation récente.

Les Embreux sont donc un haut-marais issu d'un bas-marais sur sous-sol imperméable.

Cette évolution n'est pas une exception dans les Franches-Montagnes, comme le confirment les études de WELTEN (1964) sur la Tourbière des Genevez (= La Tourbière au sud des Veaux, No 4 de l'Inventaire des hauts-marais). Cette tourbière n'est pas située dans un creux, mais au contraire sur une légère éminence qui surplombe les environs de 1 à 2 m. WELTEN n'a même pas trouvé une véritable couche de tourbe fibreuse ou de tourbe de bas-marais à la base de la tourbière. La tourbe à sphaignes (d'une épaisseur maximale de 130 cm) repose au contraire directement sur la surface de dégradation de l'argile oxfordien. La formation du haut-marais n'a débuté que dans la période la plus récente de l'Holocène, vers la fin du Subboréal.

En soi, il est plutôt étonnant que les tourbières soient fréquentes dans une chaîne calcaire comme le Jura plissé (v. GRÜNIG et al., 1986, p. 40). GERBER & MONTBARON (1990) ont recherché la relation entre les structures géologiques et tectoniques et le développement des hauts-marais et des marais de transition dans l'est des Franches-Montagnes. Ils ont trouvé que les marais étaient étroitement liés à certaines formations géologiques. Il s'agit en particulier des argiles et des marnes de l'Oxfordien des anticlinaux érodés (vallées isoclinales), ainsi que des marnes tertiaires glaiseuses ou argileuses en forme de galettes dans les synclinaux. Les tourbières sur sédiments quaternaires sont exceptionnelles dans le Jura. Un point important réside dans la limitation des hauts-marais par les formations karstiques environnantes. La croissance latérale de ces tourbières est restreinte par les roches karstiques dans lesquelles se forment des dolines. En conséquence, les hauts-marais des Franches-Montagnes se forment sur les crêtes et les croupes hydrologiques. Ils ne se forment pas à partir de marais atterris.

Des marais indépendants à l'origine peuvent se réunir par croissance latérale, comme par exemple le Turbenriet à Gamperfin.

6 TURBENRIET, GAMPERFIN (INVENTAIRE DES HAUTS-MARAIS N° 150)

Le Turbenriet est situé à Gamperfin, commune de Grabs SG, dans le Haut-Toggenbourg, entre 1300 et 1350 m d'altitude. Son extension latérale et sa croissance verticale ont été déterminées sur la base de 43 sondages répartis selon une grille de 50 m de côté (FÄH, 1986, SCHNEEBELI et al., 1989, SCHNEEBELI, 1991). Des analyses polliniques ont été réalisées sur un profil standard à l'emplacement le plus profond, comportant probablement à la base les sédiments les plus anciens, sur les strates basales des différents points de la grille et sur des échantillons prélevés à différentes profondeurs le long de deux transects. En outre, 10 échantillons du profil standard ont été datés au ¹⁴C (données SMA de fibres d'*Eriophorum vaginatum*).

Le sous-sol du Turbenriet, un épaulement d'une pente de 3 à 20 %, est constitué de marne d'Amden recouverte d'une moraine de fond glai-so-argileuse. Le marais est traversé dans le sens de la pente par trois moraines qui ne s'élèvent toutefois pas jusqu'à la surface et n'apparaissent que faiblement dans le relief.

La stratigraphie du profil standard de 510 cm de profondeur dans la dépression située derrière la moraine inférieure débute au fond par 8 cm d'argile comportant des gravillons de matériaux cristallins (fig. 2). Des débris organiques sont déjà mélangés à la couche immédiatement au-dessus. La majeure partie des sédiments est constituée de tourbe à cypéracées comprenant une proportion importante d'hypnacées à partir d'une profondeur de 272 cm. *Eriophorum vaginatum* a été l'un des importants formateurs de tourbe. A partir de 150 cm, les sphaignes prennent le relais. Le passage du bas-marais au marais de transition n'est pas nettement marqué, car on rencontre d'une manière étonnante la linaigrette engainante, aujourd'hui une espèce de haut-marais, avec le roseau qui est une espèce typique des bas-marais. A partir de 337 cm, la présence de restes de laîche des bourniers et de scheuchzérie des marais a été attestée, c.à-d. des espèces de gouilles de tourbière ou de marais de transition.

Il n'y a pas de phase limnique nettement marquée. La tourbière semble s'être développée sur un sol à gley ou dans une mare très peu profonde à l'époque préboréale. Les espèces de marais de transition apparaissent autour de 6'650 ans BP, les sphaignes à partir de 4'200 ans BP.

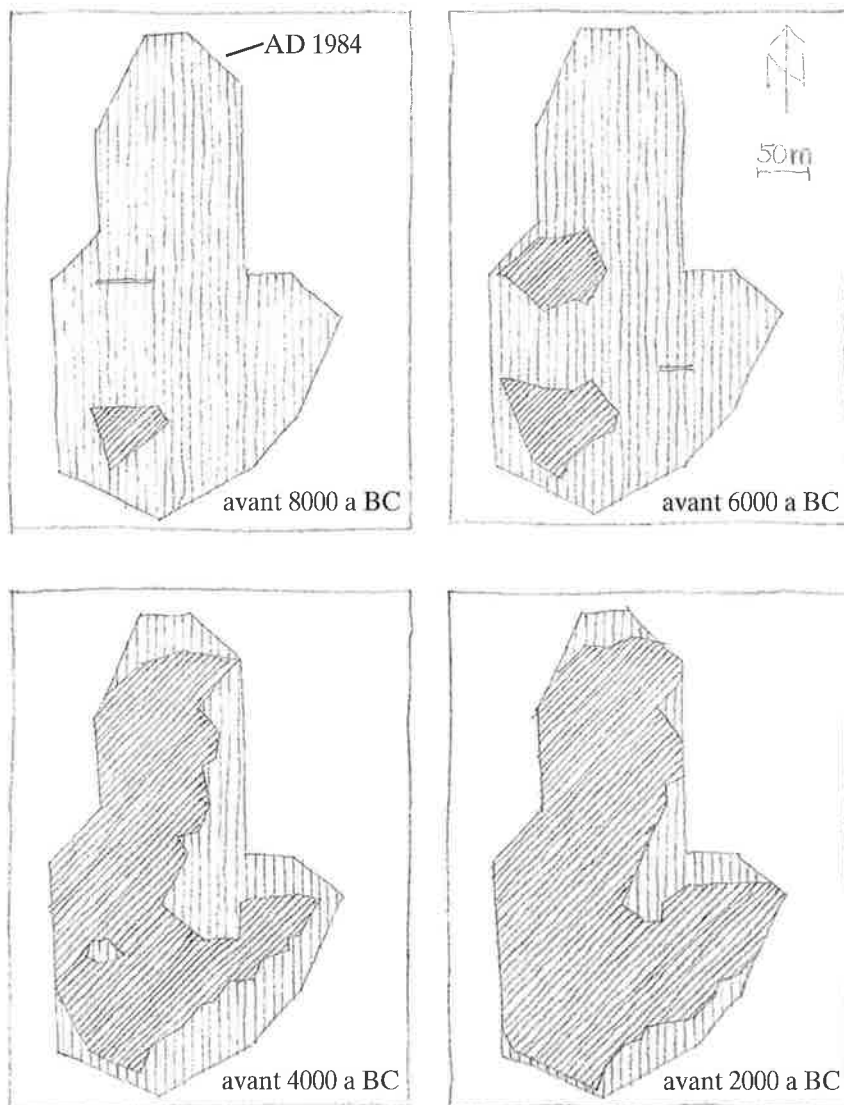


Fig. 3: Extension spatiale du Turbenriet, Gamperfin. Dessin modifié d'après SCHNEEBELI (1991), données ^{14}C calibrées.

Turbenriet 1984
marais

L'extension spatiale du marais est intéressante (fig. 3). La formation du marais a débuté dans une dépression en amont de la moraine inférieure durant le Préboréal. Un autre point initial est apparu un peu plus tard dans le creux en aval de la moraine immédiatement au-dessus. Un troisième centre, nettement moins marqué et encore plus récent, se situe dans la dépression la plus élevée. Ces différents centres se sont développés de préférence vers l'amont, se sont réunis avec le temps et ont continué leur croissance verticalement. L'extension du marais est limitée à l'ouest par un ruisseau, à l'est par des emposieux, au nord et au sud par des pentes raides. Le mode de croissance esquissé a entraîné le déplacement du centre du marais, et donc de sa partie la plus humide, vers le haut, alors qu'il se situait dans le creux inférieur au commencement de son développement au début de l'Holocène.

7 BAS-MARAIS ANTHROPOGENES DANS LES ALPES

Les bas-marais de la zone de flysch au nord des Alpes constituent une grande partie des marais actuels de la Suisse. Il est donc très étonnant que leur formation soit mal connue. Un certain nombre d'entre eux représentent certainement des stades de dégradation de haut-marais ou des stades d'atterrissement. Beaucoup se sont toutefois développés sur des sols à gley. Dans les années 70, MAX WELTEN a émis l'hypothèse que quelques-uns résultent des défrichements réalisés pour créer des alpages. Il est parti du fait que le défrichement a entraîné une diminution de l'évapotranspiration, augmentant ainsi les excédents d'eau sur les sols imperméables et permettant à la végétation des bas-marais de se répandre. Cette interprétation paraît logique, mais des études dans ce sens font encore défaut.

BIBLIOGRAPHIE

- AMMANN-MOSER, B. (1975): Vegetationskundliche und pollen-analytische Untersuchungen auf dem Heidenweg im Bielersee. Beiträge zur geobot. Landesaufn. Schweiz 56: 1-76.
- FÄH, J. (1986): Erste Ergebnisse der Untersuchung zur Entwicklung eines Hangmoores im Oberen Toggenburg (Kanton St. Gallen). Telma 16: 23-30.
- GERBER, E. / MONTBARON, M. (1990): Les tourbières du Jura plissé septentrional dans leur cadre morpho-structural. Cahiers de l'Institut de Géographie de Fribourg (Suisse) Nr. 7: 31-44.
- GROSSENBACHER, K. (1980): Die Hoch- und Übergangsmoore des Kantons Bern: eine Übersicht. Mitteilungen Natf. Ges. Bern N. F. 37: 81-130.
- GRÜNIG, A. / VETTERLI, L. / WILDI, O. (1986): Les hauts-marais et marais de transition de Suisse - résultats d'un inventaire. Rapports IFRF 281, Birmensdorf, 58 p.
- GRÜNIG, A. / VETTERLI, L. / WILDI, O. (1986): Die Hoch- und Übergangsmoore der Schweiz. Eidg. Anst. forstl. Versuchswesen, Ber. Nr. 281: 1-62.
- HUBSCHMID, F. / LANG, G. (1985): Les Embreux - Holocene environments of a mire in the Swiss Jura mountains. Diss. Bot. 87: 115-125.
- KÜTTEL, M. (1990): Zur Vegetationsgeschichte des Gotthardgebietes. Mitt. Natf. Ges. Luzern 31: 99-111.
- MARTI, K. (1992): Concepts "haut-marais", "bas-marais" et "site marecageux". Manuel Conservation des marais en Suisse, vol. 1, contribution 2.1.1, 16 p.
- SCHNEEBELI, M. (1991): Hydrologie und Dynamik der Hochmoorentwicklung. Diss ETH Zürich Nr. 9366, 133 S.
- SCHNEEBELI, M. / KÜTTEL, M. / FÄH, J. (1989): Die dreidimensionale Entwicklung eines Hanghochmoores im Toggenburg, Schweiz. Vierteljahresschrift Natf. Ges. Zürich 134: 1-32.
- WELTEN, M. (1964): La Tourbière de Genevez. Mitteilungen Natf. Ges. Bern N. F. 21: 67-73.
- ZWAHLEN, R. (1985): Lörmoos - Late-glacial and holocene environments of an ancient lake on the central Swiss Plateau. Diss. Bot. 87: 171-184.

GLOSSAIRE

Anticlinal: Structure géologique, voûte de plissement

Données SMA: Détermination radiométrique de l'âge par mesure de la teneur en isotope carbone ¹⁴C par spectrométrie de masse à accélération

Gyttja: Sédiments limniques constitués essentiellement de matériaux organiques plus ou moins fortement décomposés

Hiatus: Absence d'une strate

Hypnaceae: Hypnacées, mousses brunes

Isoclinal: Structure géologique, plis à flancs parallèles

Sédiments limniques: Sédiments lacustres

Oxfordien: Unité géologique du Jurassique

Stratigraphie: Description des couches

Synclinal: Structure géologique, creux de plissement

ADRESSE DE L'AUTEUR

PD Dr M. Küttel
OFEFP,
Division protection de la nature
Hallwylstrasse 4
3003 Berne

TRADUCTION

Yves Berger
Ingénieur forestier EPFZ/SIA
Chemin Montant 14
2017 Boudry

Manuel
Conservation des marais
en Suisse 1
1/1996

Histoire de l'utilisation des bas-marais en Suisse

1 A CHAQUE MARAIS SON HISTOIRE

S'appuyant sur des exemples concrets, la présente contribution essaie d'expliquer la physionomie actuelle des marais en retraçant l'histoire de leur utilisation. Les répercussions des principaux modes d'exploitation des bas-marais sur les communautés de plantes et d'animaux qu'ils hébergent y sont présentées sous différentes perspectives. Mais la présente contribution veut également mettre à disposition les connaissances rassemblées sur les effets d'anciens modes d'utilisation des marais car l'analyse de ces pratiques, anciennes ou toujours actuelles, doit permettre de dégager pour chaque marais le mode d'utilisation, de conservation et d'aménagement lui convenant le mieux.

Pendant longtemps, et tout particulièrement à l'aube du dix-neuvième siècle, l'exploitation des marais fut dictée par des nécessités matérielles. L'importance économique de ces sites particuliers culmina entre 1850 et le début du vingtième siècle. Les trois dernières décennies coïncident en revanche avec le déclin de l'attrait financier des marais.

2 DES FORMES D'UTILISATION VARIEES

2.1 Des marais servant de pâturages

D'après RINGLER (1981), les marais ont de tout temps joué un rôle de tampon et de réserve dans le système de pacage de vastes étendues. Vu leur faible productivité et la carence en substances minérales de leur végétation, les marais n'ont jamais été en tête de liste des surfaces données en pâture aux bestiaux. Mais, dans un système de pacage, les marais font office de "soupape de sécurité". Une trop grande charge pesant sur eux trahit une utilisation excessive ou un pacage inapproprié des alpages proprement dits.

L'exemple d'Oberiberg: pâturage et utilisation des prés à litière

Le site marécageux d'Ibergeregg (No 25, SZ), un site typique de la région du flysch, se caractérise par une disposition en mosaïque de hauts-marais et de bas-marais dans des clairières de la pessière subalpine. Gourmande en bois de feu, la verrerie de la localité schwytoise de Küssnacht a été à l'origine du déboisement considérable de ce site. La majeure partie des surfaces mises à nu devinrent des pâturages et des prés à litière. Les bas-marais principalement

ont été soumis jusqu'au vingtième siècle à une utilisation qu'on peut qualifier d'intensive, vu le contexte de l'époque, en tant que pâturages et prairies à litière (HOEHN-UCHSNER, 1936). Au printemps, la région émaillée de marais s'étendant de Furggelenstock à Minster était laissée en pâture à plus d'un millier de moutons. Cette même zone était broutée par des bovins (vaches taries) qui y paissaient de l'été jusqu'à l'automne. Dès la mi-septembre, la litière restante était fauchée avant d'être mise sur meules permanentes.

Le nanisme frappant dont témoignait la flore des marais de pente était une conséquence directe de cette utilisation intensive. Certaines plantes des bas-marais étaient exceptionnellement petites. L'important piétinement causé par le bétail et l'utilisation locale excessive modifièrent en certains endroits les conditions naturelles d'écoulement des marais de pente, ce qui provoqua la création de poches d'eau et de formes caractéristiques des bas-marais (stades de dégradation). La fumure naturelle apportée par les ruminants permit l'établissement de plantes nitrophiles, étrangères au peuplement (crépide dorée par exemple). La surexploitation des bas-marais en tant que pâturages et prairies à litière se traduisit par une productivité laissant à désirer (manque de plantes élevées dans la litière). Ces éléments expliquent que le pacage et la production de litière se reportèrent toujours davantage vers les régions boisées et sur les hauts-marais.

2.2 Des marais servant de prairies à litière et de prés de fauche

Les prairies à litière (le plus souvent des bas-marais) sont d'anciens biotopes exploités par l'homme. Elles ont été conservées en tant que groupements permanents consécutifs à une fauche régulière, reconduite durant de nombreuses années.

Au début du siècle dernier, beaucoup de bas-marais du Plateau étaient encore des communaux où l'on menait paître les bestiaux. D'après FRÜH / SCHRÖTER (1904), les marais servirent de pâturages pour les chevaux depuis des temps immémoriaux, ce que tendent à confirmer d'une part les dents et les fers à cheval qu'on y trouve fréquemment et d'autre part certains toponymes germaniques désignant des marécages tels "Rossboden" ou "Rossriet", termes que l'on peut traduire approximativement par "terre ou marécage des chevaux". Il faut en outre relever que ces régions fournissent depuis longtemps des cypéracées utilisées tant pour l'affouragement des chevaux que pour la constitution de leur litière.

La culture céréalière largement répandue sur le Plateau vers 1800 fournissait une part importante de la litière utilisée dans les écuries. Au cours de la seconde moitié du dix-neuvième siècle, la céréaliculture déclina rapidement. Le rail permit l'importation de céréales bon marché en provenance de l'Est (STEBLER, 1892). Les paysans pas-

sèrent donc de la culture à l'élevage, plus rémunérateur, et durent se tourner vers une autre source de litière que la paille d'orge ou de blé qui faisait cruellement défaut. La litière de marais devint alors un ersatz de qualité à la paille de céréale, rare et donc hors de prix. Inutile de dire qu'elle fut âprement convoitée. On conseilla même aux paysans de transformer les marécages qui s'y prêtaient et les prairies grasses humides en prairies à litière à fort rendement (marais à grandes laîches et à molinie) en y plantant ou semant des cypéracées puis en les irriguant (STEBLER, 1892 et 1898). C'est à la fin du siècle, et plus tard également, que, sur les anciens communaux du Plateau, se constituèrent les prairies à litière qui se sont conservées jusqu'à nous. Négociée au prix fort, la litière excédentaire des régions grandes productrices (plaine de la Linth, partie saint-galloise de la vallée du Rhin, vallée de la Glatt) était surtout exportée vers des contrées tournées vers l'exploitation herbagère, gourmandes en litière (Toggenbourg, Oberland zurichois, Appenzell).

L'utilisation de la litière joua un rôle prépondérant dans les Préalpes également. Par endroits, à Eriz (vallée en amont de Steffisburg, dans le canton de Berne) ou à Appenzell Rhodes-Intérieures, de grands alpages préalablement pâturés furent exploités pour leur litière. Dans le Toggenbourg ou dans la partie supérieure de l'Emmental, l'utilisation de la litière des marais était partie intégrante d'un système d'utilisation de nombreux matériaux à litière (litière de fougère, de sycamore, de mauvaises herbes des prairies, de nard, de callune fausse-bruyère, de tourbe, de sciure et de litière de forêt (STEBLER, 1903).

On ne sait pas grand-chose de l'importance que revêtit la production de litière dans de grandes parties de la région alpine. D'assez vastes étendues de prairies à litière devaient certainement occuper le fond des vallées alpines du Rhône, du Rhin et du Tessin. On sait que dans le Prättigau inférieur (à Fanas, Fideris et Luzein), des alpages et des domaines communaux servaient de prairies à litière (STEBLER, 1898). A Lugnez, au Heinzenberg ou encore dans la vallée de Conches, une utilisation de second ordre consistait à faucher les marais situés sur les pâturages, ou entre les prés de fauche, pour en exploiter la litière. En divers endroits, les prairies de fauche acides, comme on les désignait, étaient exploitées à tour de rôle pour le foin et la litière, en fonction des réserves de fourrage disponibles (STEBLER, 1897). Dans le Jura, les marais à litière étaient plutôt rares si l'on excepte toutefois la vallée de Joux et dans une moindre mesure le Jura bernois.

Les surfaces qui, aux grandes heures de la litière, étaient encore “des terres bonnes productrices de litière” se muèrent dans les années vingt en vils marécages dans le contexte des améliorations foncières encouragées à coup de subventions fédérales pendant les années de guerre (AMSTUTZ / KÄMMLEIN, 1988). L'intérêt porté à la litière s'amenuisa surtout sur l'ensemble du Plateau alors qu'il persista dans certaines régions des Préalpes (Suisse centrale, Toggenbourg), parfois même jusqu'à nos jours. Sur le Plateau, ce sont avant tout les marais difficiles à drainer qui ont été sauvegardés (OFFICE FEDERAL DES FORETS, 1983).

Exemple de Böschen, région du Greifensee inférieur (Greifensee/Schwerzenbach, ZH): utilisation échelonnée de la litière

Jusqu'au dix-huitième siècle, les prairies marécageuses de la vallée de la Glatt étaient surtout utilisées comme pâturages. C'est seulement vers 1850 que les paysans exploitèrent ces marais en qualité de prairies à litière vu le boom qui à l'époque caractérisa la demande de ce matériau (WINKLER, 1936). L'exploitation de litière de marais par les paysans s'est poursuivie à petite échelle jusqu'en 1965 avant que des motifs d'ordre économique ne viennent mettre un frein à cette pratique, surtout en raison de l'étroitesse des parcelles (commune de Greifensee). L'entretien des prairies à litière qui commencèrent à s'embuissonner fut ultérieurement assuré par les organisations de protection de la nature. Sur le territoire de la commune de Schwerzenbach, d'assez importantes surfaces de prairies à litière sont à nouveau exploitées de nos jours.

Les facteurs extérieurs ci-après ont conditionné les pratiques d'utilisation de la litière mises en oeuvre par les petits paysans et ont involontairement contribué à l'émergence de biotopes marécageux aux structures variées et, partant, à la diversité actuelle des espèces colonisant la région de Böschen (ANDRES et al., 1987):

- les engrais étaient rares de sorte que les paysans exploitaient le cycle interne des matières nutritives des plantes pour maintenir leur rendement. La fauche de la litière intervenait en règle générale en automne, à la fin du cycle de développement des principales plantes à litière: dans les prairies à laïches, la fauche avait lieu dès septembre, dès la fin octobre ou au début novembre dans les prairies à molinie. Les espèces à floraison tardive (gentiane pneumonanthe notamment) avaient ainsi le temps de disséminer leurs graines.
- à cause de l'étroitesse des parcelles, l'exploitation se faisait sur des terres exiguës, à l'échelle individuelle.
- on exploita également - à la main, à l'aide de chevaux ou de boeufs puis plus tard encore au moyen de faucheuses légères à un essieu - des surfaces très marécageuses ou difficiles d'accès. On pense que le pâturage des prairies à litière, auparavant répandu, a dû s'interrompre dès le début du siècle vu que le piétinement occasionné par les bestiaux et les dégâts qui lui sont consécutifs auraient quasiment empêché toute fauche.



Fig. 1: Canal du Neeracher Riet.
Photographie: E. Mühlethaler

■ si un paysan faisait ses regains avec quelque retard ou avait engrangé suffisamment de réserves, une parcelle de prairie à litière pouvait rester inexploitée l'espace d'un an. A l'inverse, si un agriculteur se trouvait momentanément moins occupé ou si ses réserves fourragères venaient à manquer en cours d'été, il pouvait procéder à une coupe précoce. Certains prairies marécageuses n'étaient même fauchées qu'une fois l'hiver venu.

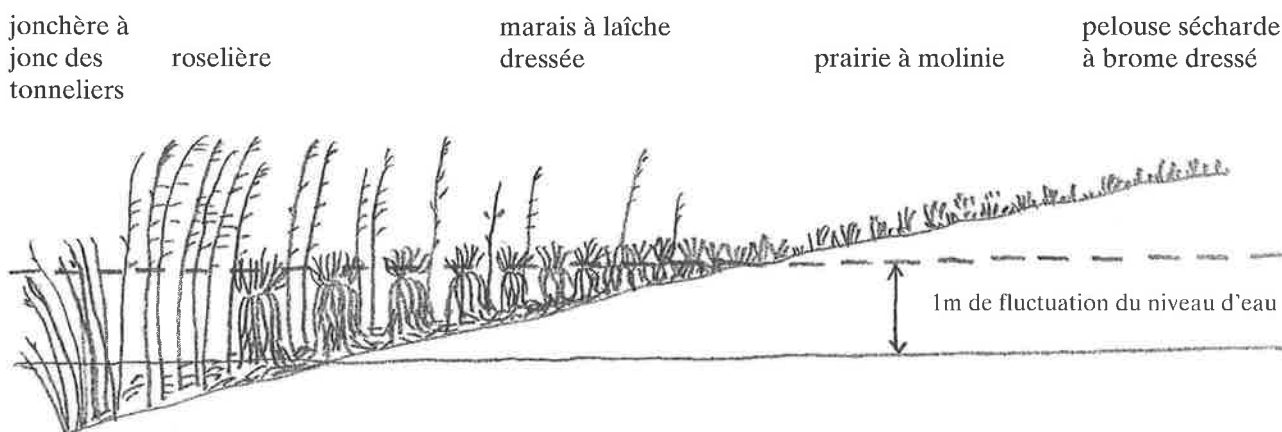
Des prairies marécageuses extraordinairement riches, présentant une large palette de groupements variés de bas-marais, ont pu être conservées grâce à cette mosaïque d'utilisations. Les stades successifs de l'atterrissement sont par endroit intégralement conservés, de la roselière jusqu'aux prairies sèches à litière. Rien que dans les rares marais à choins et les prairies à molinie croissent une douzaine d'espèces différentes d'orchidées et d'autres espèces typiques telles le choin noirâtre, la succise des prés, la parnassie des marais et la gentiane pneumonanthe.

Exemple: le Neeracher Ried (ZH): irrigation par submersion et utilisation de la litière

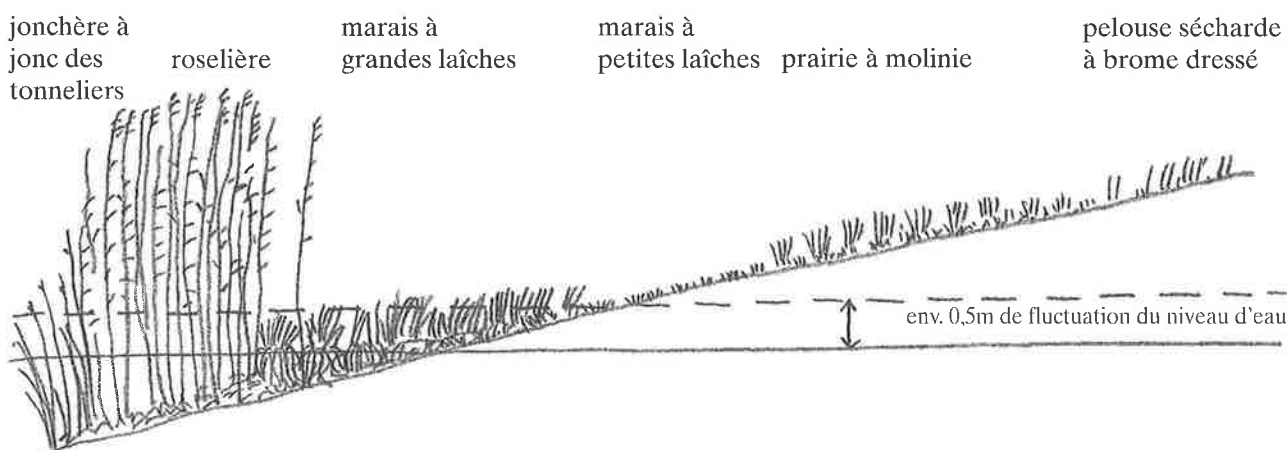
Avec le Steinmaurer Ried et les lacs de Neer et de Stadel, le Neeracher Ried constitue le dernier grand vestige de l'ancien lac de 3 à 4 km² de superficie qui occupait l'ombilic du glacier du Rhin-Linth. D'une superficie de 101 hectares, cet ensemble constitue aujourd'hui le plus grand bas-marais du nord du Plateau.

Des documents datant du quinzième au dix-septième siècle montrent que le Neeracher Ried était un pâturage communal. Vers 1800, des conflits relatifs aux droits de pacage et le croissant besoin de terres entraînèrent l'éclatement des communaux entre les collectivités publiques locales. On suppose que c'est alors que commença l'exploitation du Neeracher Ried en tant que prairie à litière. Comme la production de cette matière dépendait des crues des cours d'eau proches, la Glatt et le Fischbach, des corrections de ces rivières firent craindre une baisse de production de la litière tant convoitée. 1891 coïncida

SCHEMA DE LA ZONATION AU NEERACHER RIET



ZONATION NORMALE DES PRAIRIES A LITIERE



avec la mise en place d'un système sophistiqué d'irrigation et de drainage destiné à améliorer l'exploitation et la production de plantes à litière. Le creusement de canaux et la construction d'écluses permirent d'irriguer et de drainer certaines parties du marais. Les cycles d'irrigation faisaient l'objet d'un règlement particulier et visaient une production maximale de litière sur les prairies marécageuses inondées (VETTER, 1989; cf. fig. 1). Aujourd'hui, l'irrigation n'a plus comme but final la production de litière mais vise la pérennité des vastes marais à grandes laïches, tributaires de l'irrigation, et des plans d'eau ouverts (canaux, étangs).

L'irrigation artificielle provoque la raréfaction des groupements à petites laïches (cf. fig. 2). D'assez vastes prés à molinie alternant avec des prairies sécharde, des mégaphorbiées et autres marais à grandes laïches ne se rencontrent que dans la partie sud du marais, à l'abri des effets de l'irrigation. Ces zones peu profondes, inondées au printemps, s'exondent dans le courant de l'été. Dès 1890, date à laquelle le nouveau régime hydrique fut introduit, maintes sources mentionnent que de grandes parties du marais furent envahies par des touradons (Ch. Glauser, communication orale). Selon toute vraisemblance, le marais comptait auparavant d'importantes surfaces couvertes de

Fig. 2: Schéma de zonation du Neeracher Riet. En raison de l'irrigation artificielle, les marais à petites laïches sont rares dans le Neeracher Riet. L'apport d'eau très riche en éléments nutritifs a par ailleurs favorisé la propagation de la roselière. Source: Modifié d'après ELLENBERG/KLÖTZLI (1967)

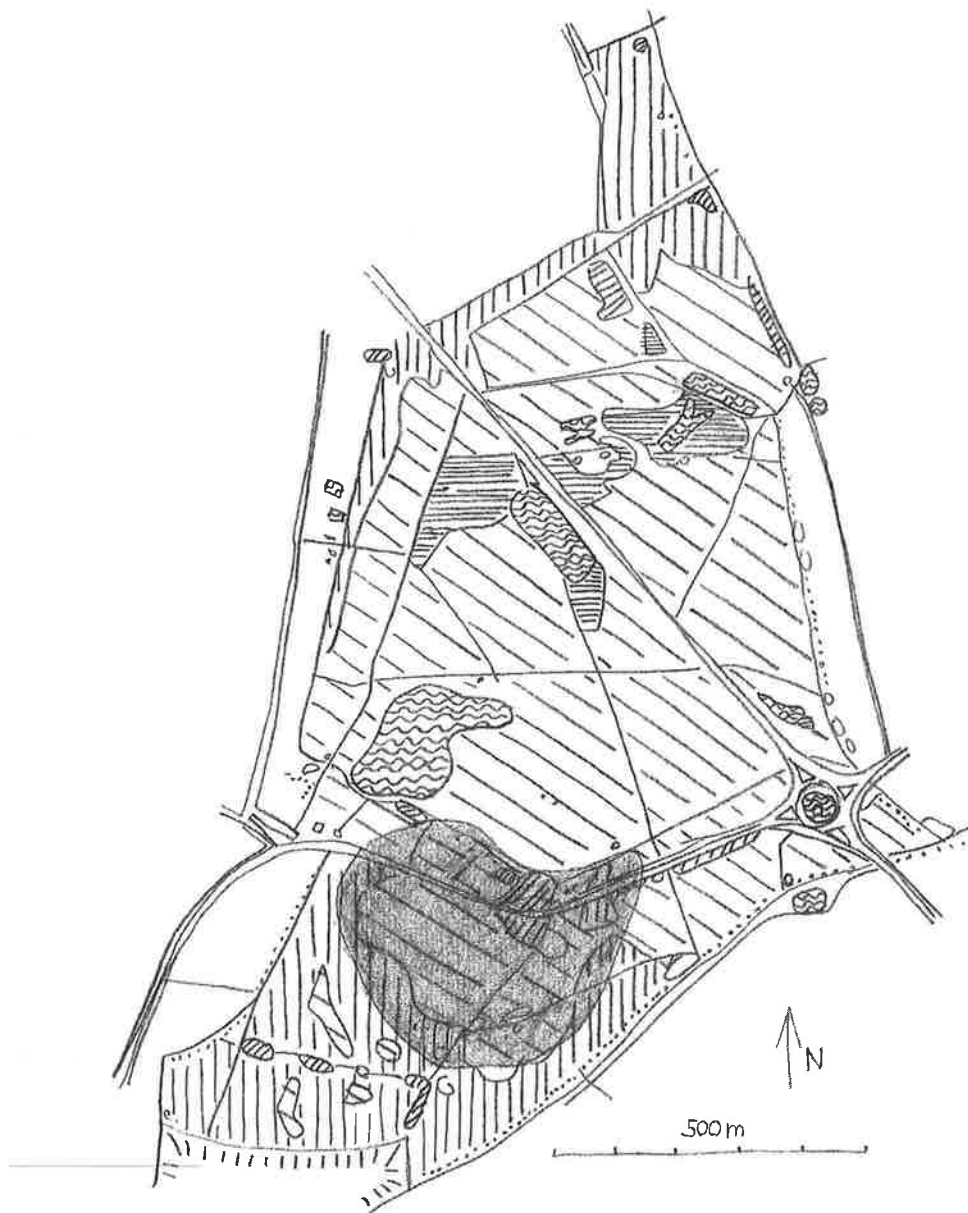


Fig. 3: Végétation et habitat du sympétrum jaune d'or dans le Neeracher Ried. Bien adapté aux variations du niveau des eaux, le sympétrum rouge-sang est fréquent au nord et au centre du marais mais beaucoup plus rare au sud. Déposés en septembre sur un substrat humide à sec, ses oeufs résistent bien à la période sèche automnale et hivernale. Un proche parent de cette libellule, le sympétrum jaune d'or, dépose ses oeufs en été, dans des lieux qui seront de nouveau inondés l'automne venu; ce comportement garantit la survie des larves à la période froide. On ne rencontre de grandes populations de cette libellule que dans le marais à grandes laïches du secteur sud où l'influence de la submersion artificielle est inexistante.

-  Forêt, arbres, buissons
-  Surfaces d'eau libre
-  Roselière
-  Marais à grandes laïches
-  Mégaphorbiée humide, prairie à moline, pelouse sèche
-  Habitat du sympétrum jaune d'or

Source: modifié, d'après SCHINZ et al. (1977) et MÜLLER (1987)

petites laïches. On peut penser par ailleurs que les touradons de grandes laïches actuels doivent être encore plus imposants qu'à l'époque. A noter aussi que les variations du niveau des eaux ont grandement favorisé la croissance de la laïche élevée. L'apport d'eau très riche en éléments nutritifs provenant du voisinage (KLÖTZLI, 1967) a contribué à l'atterrissement de toutes les surfaces inondées d'une certaine importance et de tous les fossés de tourbage, à l'exception toutefois de certains plans d'eau creusés artificiellement. On remarquera finalement que les roselières colonisent d'année en année des surfaces plus étendues.

Le Neeracher Ried fait partie des derniers grands ensembles de prairies à li-tière irriguées par submersion de grandes surfaces tels qu'ils étaient typiques de nombreux bas-marais du Plateau suisse au début du siècle. Les peuplements de grandes laïches, en sus de la diversité d'autres associations de bas-



marais, font la valeur botanique de ce périmètre, surtout connu par ailleurs en tant que réserve ornithologique.

Les modifications parfois radicales du niveau des eaux ont entraîné des adaptations écologiques très spécifiques de la micro-faune du marais. Ainsi les petits plans d'eau profonds, peu affectés par l'abaissement du niveau des eaux (canaux, étangs et dépressions inondées) ont largement contribué à la diversité des espèces de libellules. En revanche, dans le marais à grandes laïches, en extension, en majeure partie asséché en automne et en hiver, seules quelques espèces spécialisées, rares parfois, sont à même de constituer des populations assez importantes capables de survivre (MÜLLER, 1987). Ces espèces passent l'hiver sous forme d'oeufs et terminent leur développement au cours de la période de végétation suivante. En revanche, les espèces de libellules dont les larves doivent passer un ou plusieurs hivers dans les marais à grandes laïches ne parviennent pas à s'y développer (cf. fig. 3) du fait de l'assèchement hivernal.

2.3 Des marais exploités pour leur tourbe

A la grande période de son extraction, la tourbe était exploitée dans la quasi-totalité des marais du Plateau. Dans la région alpine, on ne l'extrayait en revanche que de certains bas-marais (de l'Oberalp par

Fig. 4: Il était rare que l'on procède au tourbage dans la région alpine. La photo montre une zone d'extraction de tourbe située à l'Oberalp.
Photographie: E. Mühlethaler

exemple; fig. 4). Cette activité a d'une part favorisé des types de végétation de tourbières rares (gazons flottants) dans le sens où des stades précurseurs de l'atterrissement se sont constitués; dans le très humide Neeracher Ried par exemple, elle a d'autre part engendré certains secteurs inutilisables pour l'agriculture, au grand dam des autres utilisateurs du site. L'extraction détruit souvent carrément le marais. Dans le cas du Bannriet (SG), son exploitation a créé une juxtaposition de divers groupements secondaires comprenant les structures les plus variées propices tant aux plantes qu'aux animaux.

Exemple de Bannriet/Spitzmäder: extraction de tourbe et utilisation des prairies à litière

L'imposant marais d'Isenriet près d'Altstätten (SG), un des plus vastes bas-marais du Plateau suisse selon FRÜH / SCHRÖTER (1904), couvrait encore quelque 35 kilomètres carrés au début du vingtième siècle. De nos jours, la partie marécageuse composite transformée par l'homme et utilisée extensivement ne recouvre plus que 1,6 % de l'ancien Isenriet. Ces vestiges sont localisés surtout dans la zone d'extraction de la tourbe des communes d'Altstätten et d'Oberriet. L'histoire de l'utilisation de l'Isenriet est marquée du sceau de l'atterrissement naturel croissant des marécages et des efforts entrepris par l'homme pour les assécher. Jusqu'à la fin du dix-neuvième siècle, les marécages impropres à la culture et les forêts marécageuses furent partiellement utilisés comme pâturage pour les ruminants, et surtout pour les chevaux. On cultivait du maïs et des pommes de terre sur les terres plus sèches jouxtant l'Isenriet.

La division des communaux de la vallée du Rhin intervenue en 1771 entre les collectivités publiques locales, coïncida avec un changement radical de l'utilisation du marais. Dès lors, une grande partie des surfaces servit à la production de litière. Dans cette vallée, l'extraction de la tourbe commença peu après 1700, mais ne connut son apogée que vers 1800 (STEINMÜLLER, 1804). Alors que la carte du canton de Saint-Gall dessinée par Eschmann dans les années 1840 à 1846 ne signalait quasiment aucune cabane de tourbier, Früh, lui, en décomptait déjà plus d'une centaine en 1896. FRÜH (cité par SIEBER, 1983) écrit à ce sujet: *"Im St.Galler Rheintal war der Torf jedenfalls um die Mitte des 18. Jahrhunderts als Brennmaterial bekannt. 1767 wurden beispielsweise 'Schollen' oder 'Turben' für die Pfarrkirche Widnau gestochen und 1771 soll aus dem Isenriet bereits eine Menge Torf abgeführt worden sein."* (Dans la vallée saint-galloise du Rhin, les qualités de combustible de la tourbe étaient déjà connues au milieu du dix-huitième siècle environ. En 1767, on extrayait par exemple des mottes de tourbe pour la paroisse de Widnau et une bonne quantité du combustible de l'Isenriet devait avoir été exploitée en 1771 déjà).

L'extraction industrielle n'intervint qu'ultérieurement dans cette vallée, aux alentours du dix-neuvième siècle. Au contraire des pratiques qui se répandirent ailleurs en Suisse, la tourbe industrielle ne fut ici extraite qu'à la main jusqu'en 1965.

L'histoire de l'utilisation de l'Isenriet a influencé la diversité des espèces qu'on y rencontre. Les plantes steppiques héliophiles, les espèces de haute

montagne et celles croissant dans les forêts buissonnantes ou de pins sylvestres ont pu coloniser les prairies à litière plus sèches, en voie d'embuissonnement, de ce marais de basse altitude (M. Kaiser, communication orale). Cette réalité a largement contribué à la fameuse richesse végétale des marais de la vallée du Rhin, encadrés par des régions alpines. L'extraction de la tourbe y a encore accru la diversité des biotopes. Les zones d'extraction de la tourbe se caractérisent par une mosaïque de parcelles marécageuses de différents niveaux, par des périmètres plus au moins exploités et bénéficiant de conditions stationnelles sèches à très humides. La palette comprend les stades de colonisation les plus divers. A côté des parcelles exploitées, des bandes marécageuses peuplées d'espèces végétales typiques et rares, provenant des anciennes et vastes prairies à litière, ont été conservées. Sur les surfaces fraîchement exploitées, là où la tourbe était entreposée ou encore sur les bords des fossés de tourbage à nu, des plantes pionnières des sols incultes, des espèces rudérales et des mauvaises herbes des champs se sont établies. D'innombrables groupements d'ourlet dus au tourbage pratiqué jadis, avec des représentants des unités de végétation les plus diverses, forment de véritables mosaïques. Dans les zones marécageuses de Bannriet et de Spitzmäder, on a jusqu'ici recensé quelque 431 espèces végétales.

Ces structures diversifiées revêtent par ailleurs une grande importance pour les espèces animales. Les fossés de tourbage jouent un rôle de tout premier ordre pour toutes les espèces liées d'une manière ou d'une autre aux eaux stagnantes. Relevons à ce propos la présence des tritons lobé et crêté, ainsi que celle de la rainette verte.

L'utilisation nuancée du marais pratiquée jusqu'ici a permis la conservation d'une palette de biotopes changeant rapidement, répondant aux besoins multiples d'innombrables espèces (VEREIN PRO RIET RHEINTAL).

3 CONCLUSIONS

Il existe une concordance assez nette entre l'utilisation traditionnelle des marais, notamment l'exploitation de la litière, et les exigences de protection et d'entretien des marais. Cette observation vaut aussi bien pour l'époque de fauche, bien adaptée à la spécificité des marais, que pour la mosaïque d'utilisations mise en oeuvre et la fauche échelonnée. Dans les zones situées à une certaine altitude, une exploitation extensive et parfaitement appropriée des prairies peut aussi répondre aux objectifs de conservation des marais.

L'utilisation traditionnelle des marais était idéalement intégrée dans le calendrier des travaux agricoles. Elle correspondait aux objectifs, à nouveau très actuels, d'une exploitation harmonieuse pratiquée sur l'ensemble des surfaces et nuancée en terme d'intensité.

Des formes d'exploitation particulières à long terme, des utilisations excessives voire irréversibles dans leurs conséquences, ont engendré des formes végétales particulières ou créé des niches écologiques dignes d'être conservées à l'heure actuelle.

Un régime de propriété différent et d'autres conditions d'exploitation prévalent aujourd'hui. La contrainte économique d'exploiter les marais est caduque. Il importe de continuer de mettre en oeuvre et de perfectionner les formes d'utilisation traditionnelles dans l'intérêt de la conservation des marais. Un tel objectif implique la recherche de nouvelles voies susceptibles de réinsérer les marais dans des cycles fermés de systèmes d'utilisation et d'entretien. Le dédommagement de prestations écologiques par l'Etat constitue un premier pas capital dans ce sens.



Fig. 5: Ces cabanes à litière à l'abandon témoignent de l'intérêt décroissant de l'agriculture pour la litière des marais.

Photographie: M.F. Broggi

BIBLIOGRAPHIE

AMSTUTZ, P./ KÄMMLEIN, B.

(1988): Der Landschaftswandel in der Linthebene. In: Bund Schweiz. Landschaftsarchitekten (Ed.): Naturschutzkonzept Kaltbrunner Riet, anthos spezial 1, Zürich, 104 p., avec une carte de végétation en couleur.

ANDRES, F. / BOSSHARD, A. /

STROHMAYER, S. / WOHLGEMUTH, T. (1987): Der Einfluss einer kurzzeitigen Brache in einem anthropogenen Kleinseggenried auf Aspekte von Boden, Mikroflora, Vegetation und Fauna. Gedanken über den naturschützerisch optimalen Zustand. Travail consécutif au diplôme, Geobot. Inst. ETH, Stift. Rübel, Zürich, 375 p.

ELLENBERG, H. / KLÖTZLI, F.

(1967): Vegetation und Bewirtschaftung des Vogelreservates Neeracher Riet. Ber. Geobot. Inst. ETH, Stift. Rübel, Zürich, 37:88-103, avec une carte de végétation en annexe.

FRÜH, J. / SCHRÖTER, C. (1904):

Die Moore der Schweiz - mit Berücksichtigung der gesamten Moorfrage. Beitr. z. Geol. d. Schweiz, Geotechn. Ser., 3.Lief., 751 p., avec une carte des marais de Suisse au 1:530'000.

HÖHN-OCHSNER, W. (1936): Vege-

tationsstudien in Oberiberg (Schwyz). Die hygrophilen Pflanzengesellschaften. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 46: 365-411.

KLÖTZLI, F. (1967): Umwandlung

von Moor- und Sumpfgesellschaften durch Abwässer im Gebiet des Neeracher Riets. Ber. Geobot. Inst. ETH, Stift. Rübel, Zürich, 37: 104-112.

MÜLLER, A. (1987): Die Libellen,

Heuschrecken und Tagfalter des Neeracher Riedes (1985/86). Mscr.

non publié destiné à la Société suisse pour l'étude des oiseaux et leur protection (Ala), 17 p.

OFFICE FEDERAL DES FORETS

(Ed., 1983): Entretien des zones humides en Suisse. Guide et directives pour l'entretien des prairies à lièvre et l'utilisation des produits de fauche, Berne, 75 p. + annexes.

RINGLER, A. (1981): Die Alpen-

moore Bayerns - Landschaftsökologische Grundlagen, Gefährdung, Schutzkonzept, Ber. d. Akad. f. Naturschutz Landsch.-Pflege 5, 4-98, Laufen / Salzach.

SCHINZ, J./ MÜLLER, W. /

BÜHLMANN, J. (1977): Die Vogelwelt des Neeracher Rieds und seiner Umgebung. Vjschr. der Natf. Ges. in Zürich, 122: 413-439.

SIEBER, R. (1983): Torfstechen im

Rheintal. Drei Länder - ein Aussterben des Handwerk. Editions Büchel Druck AG, Oberriet, 93 p.

STEBLER, F. G. (1892): Die Anlage

und Behandlung der Streuwiesen und der Wert der verschiedenen Streumaterialien. Zürich, sans mention de l'éditeur, 34 p.

STEBLER, F. G. (1897): Beiträge zur

Kenntnis der Matten und Weiden der Schweiz. XI. Die Streuwiesen der Schweiz, Landw. Jahrbuch der Schweiz 11: 1-84.

STEBLER, F. G. (1898): Die besten

Streuepflanzen. IV. Teil des Schweizerischen Wiesenpflanzenwerkes. K.J. Wyss, Bern, 148 p.

STEBLER, F. G. (1903): Alp- und

Weidewirtschaft. Parey-Verlag, Berlin, 240-242.

STEINMÜLLER, J. R. (1804): Be-

schreibung der Schweizerischen Alpen- und Landwirtschaft: Zweites Bändchen, welches die Alpen- und

Landwirtschaft der Kantone Appenzell und der St.Galler Bezirke Rheintal, Sar und Werdenberg enthält.

VETTER, R. (1989): Das Neeracher

Ried (1. Teil). "Neujahrsblatt" der Gemeinde Neerach, 1-52.

VETTER, R. (1990): Das Neeracher

Ried (2. Teil). "Neujahrsblatt" der Gemeinde Neerach, 1-42.

WINKLER, E. (1936): Veränderungen der Kulturlandschaft im zürcherischen Glattal. Mitt. der Geogr.-Ethnogr. Ges. Zürich 36: 4-163.

ADRESSE DE L'AUTEUR

Erich Mühlethaler, dipl. Geograph
Encarden 51
7152 Sagogn (GR)

TRADUCTION

Jean-François Zurbriggen
Traduc Sion
R. du Rawyl, 21
1950 Sion

Manuel
Conservation des marais
en Suisse 1
2/1994

Histoire de l'utilisation des hauts-marais et des marais de transition

3.2.4



Fig. 1: Site marécageux de La Chaux d'Abel (BE/JU): Voie ferrée utilisée pour exploiter la tourbe et fossé d'extraction dans la pinède de tourbière.

Photographie: E. Mühlethaler

1 DES TEMOINS MENACES DE NOS PAYSAGES ORIGINELS

Les hauts-marais font partie des derniers témoins vivants de nos paysages originels. Les hauts-marais primaires sont des biotopes naturels non touchés par l'exploitation agricole ou forestière, si l'on excepte le piétinement des animaux en pâture; ils n'ont en général pas besoin d'être utilisés.

Les hauts-marais secondaires sont marqués surtout par le drainage, l'extraction de la tourbe et/ou une utilisation agricole extensive. Environ deux tiers des hauts-marais de notre pays entrent dans cette catégorie. Comme ils sont presque toujours perturbés par un abaissement artificiel des eaux, leur préservation nécessite le plus souvent une utilisation agricole extensive faute de quoi ils se couvriraient de forêts ou de buissons. Il est nécessaire, pour la plupart de ces marais, d'exploiter la litière ou d'ôter les buissons de manière précautionneuse et sélective.

Les atteintes portées aux hauts-marais ou leur destruction sont souvent la conséquence de l'histoire de leur utilisation.

1

MANUEL

CONSER-
VATION
DES
MARAIS
EN
SUISSE

2 EXTRACTION DE LA TOURBE

Le pacage pratiqué pendant des siècles avait, au 16^e siècle déjà, ruiné de façon catastrophique d'innombrables forêts de Suisse. Le bois, le plus précieux des matériaux de construction et des agents énergétiques, devint rare sur le Plateau et dans les Préalpes surtout, consécutivement aux coupes claires effectuées et à la destruction quasi complète de vastes forêts provoquée par l'essor des activités commerciales et artisanales et l'explosion démographique dont le 17^e siècle fut le théâtre. Johann Jakob Scheuchzer, médecin de la ville de Zurich, décrivit pour la première fois en 1712 ce qu'il appelait le "bois souterrain" (la tourbe) entassé dans les grands entrepôts de Rüti (dans l'Oberland zurichois). Il recommanda l'extraction de la tourbe à des fins énergétiques (FRÜH / SCHRÖTER, 1904).

Grands détenteurs de propriétés foncières, les cloîtres suivirent bientôt ce conseil. Au cours de la première moitié du 18^e siècle, l'extraction de la tourbe pour ses qualités combustibles fut plutôt hésitante dans les différents marais de Suisse. Elle s'accéléra à la fin du siècle avec la répartition des communaux. Les percées technologiques du 19^e siècle exercèrent également une influence sur le tourbage, effectué manuellement jusque là. C'est principalement entre 1850 et 1920 que l'on s'attaqua aux tourbières à l'aide de machines (PROBST et al., 1923).

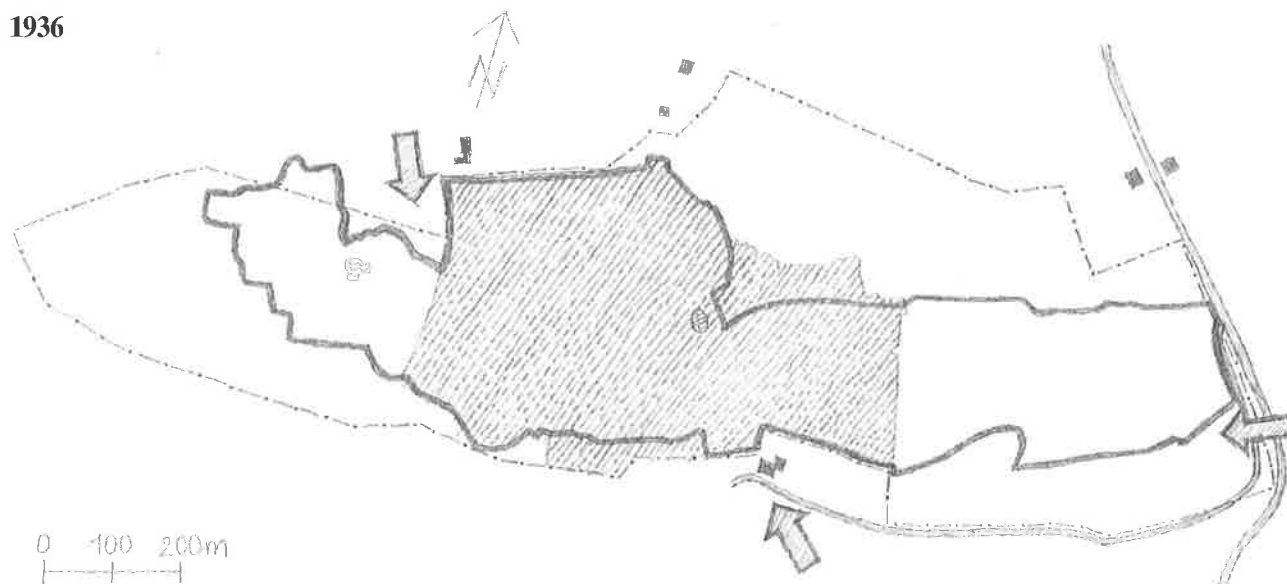
La Suisse exploita la tourbe - et continue à le faire - pour ses qualités combustibles. Elle s'intéressa également à d'autres produits à base de ce matériau. Le tourbage connut une dernière apogée durant la Seconde Guerre mondiale, lorsque les importations de charbon et de pétrole

Fig. 2: Carte du haut-marais des Pontins (BE). Les limites de l'extraction de la tourbe telles qu'elles apparaissent vues du ciel (1936 et 1951).

Source: modifié d'après BUTTLER et al. (1983)

-  Extraction au 19^e et au début du 20^e siècles
-  Extraction pendant la Première Guerre mondiale
-  Principales zones d'extraction
-  Limites de la réserve

1936



s'effondrèrent. La lutte qui s'engagea pour mettre la moindre parcelle de terrain en culture (WAHLEN, 1946) entraîna l'utilisation agricole de nombreux marais.

Ce n'est que lorsque le développement de l'économie forestière privée et l'importation de combustibles meilleur marché prirent leur essor que le tourbage pratiqué pour couvrir les besoins individuels perdit sa rentabilité (SIGG, 1989; WILDERMUTH, 1974).

Exemple du haut-marais des Pontins: extraction industrielle de la tourbe synonyme de profondes cicatrices

Le Plateau et la Tourbière des Pontins se trouvent au sud-ouest de Saint-Imier, à 1'100 m d'altitude dans le canton de Berne.

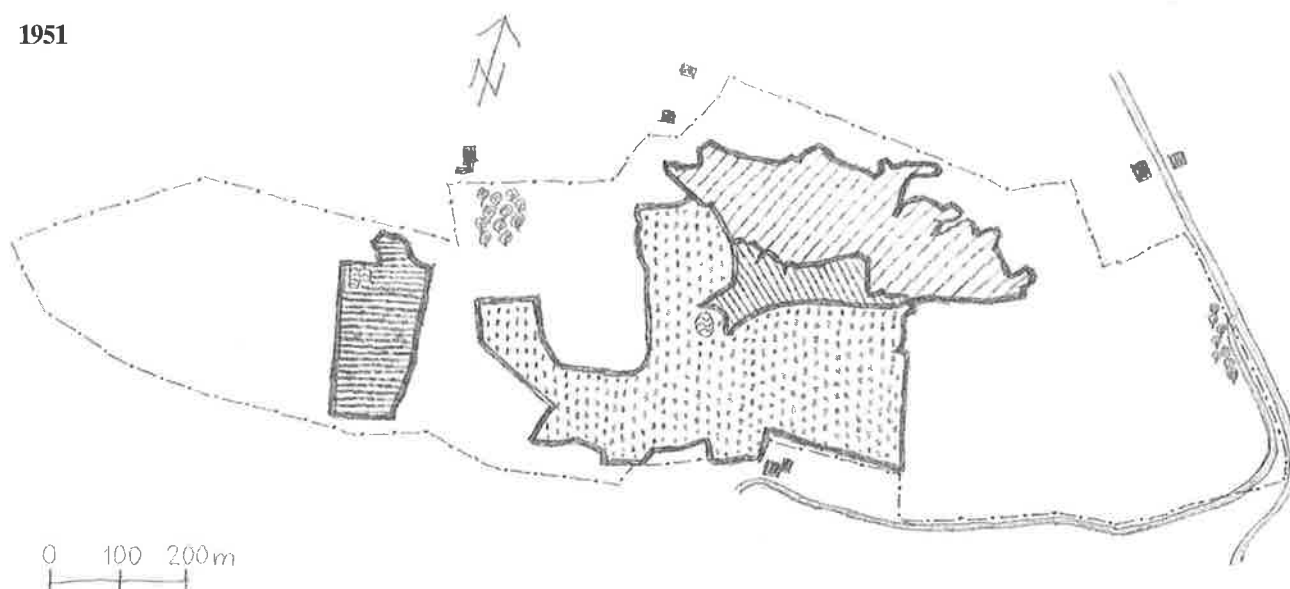
D'une superficie de 25 ha, ce haut-marais s'étend à l'ouest de la route cantonale Saint-Imier-Neuchâtel et se divise en trois parcelles différemment affectées par l'extraction de la tourbe. Du haut-marais de pente originel, seule une assez grande partie, à l'ouest, a été conservée plus ou moins intacte comme pinède de tourbière primaire (BUTTLER et al., 1983).

Au 19e et au début du 20e siècles, la quasi-totalité de ce haut-marais fut exploitée (à l'aide de machines également pendant les guerres mondiales), à l'exception donc de la partie ouest, qui ne fut jamais touchée, et du secteur nord-est de la partie centrale. L'exploitation du centre du marais se fit surtout au cours de la Première Guerre mondiale alors que durant la seconde, on exploita complètement le secteur sis à l'est de l'étang central où l'on préleva 4 à 5 m de tourbe. On y atteignit même l'horizon de craie. Un fossé y fut creusé à la même époque: il donna naissance à l'actuel étang de la Cerlière. Durant cette période, le déboisement ne concerna vraisemblablement que les forêts originelles de ceinture.

Entre 1943 et 1954 environ, d'importantes quantités de tourbe furent retirées de la plaine centrale à des fins maraîchères. Les derniers tourbages eurent

-  Seulement défrichement
-  Extraction jusqu'à l'horizon de craie
-  Extraction dans la zone des fossés de l'Etang de la Cerlière
-  Extraction dans le secteur de la plaine centrale (tourbe de jardin depuis 1943)
-  Limites de l'extraction
-  Plantations
-  Limites de la réserve

1951



lieu en 1975-76 (BUTTLER et al., 1983). En 1947, le canton de Berne protégea la pinède originelle de tourbière encore intacte et plaça sous protection la totalité du marais, à l'exception de ses secteurs périphériques.

Comme le haut-marais de la Chaux-des-Breuleux (cf. fig. 3), celui des Pontins illustre parfaitement les multiples stades d'exploitation par lesquels une pinède de tourbière originelle passe, de son stade initial à sa destruction quasi irréversible, sans parler de divers stades intermédiaires. Il est parfois aisé, en observant la végétation actuelle, de suivre l'histoire de l'utilisation des différentes parcelles de ce haut-marais. Avant de prendre d'éventuelles mesures de régénération, il y a lieu d'évaluer quelles parties de la tourbière sont particulièrement rares ou de grande valeur (typées, riches en espèces) et doivent être conservées en l'état. BUTTLER et al. (1983) classent les éléments primaires de haut-marais que sont les pinèdes de tourbière et les gazons flottants (Grande Mare) comme dignes d'une protection inconditionnelle. Il faut maintenir le plus efficacement possible l'eau dans les secteurs exploités du haut-marais, par exemple en retenant l'eau des fossés de drainage. Ce mode de faire permet de créer de nouveaux plans d'eau et contribue à recréer un milieu favorable au haut-marais. Quoi qu'il en soit, une étude des conditions hydrologiques et des flux d'éléments nutritifs entre le voisinage et le marais devrait précéder tout effort dans ce sens.

Exemple du Böldlerried, site marécageux riche en drumlins de Wetzikon-Hinwil: du haut-marais d'autrefois au site marécageux marqué par les fossés de tourbage et les prés à litière.

Les marais du Böldlerried sont nés de l'atterrissement d'un ancien lac en bordure d'un glacier (WILDERMUTH, 1974).

Les paysans exploitaient ces marais déjà avant l'époque de l'extraction de la tourbe. Ils faisaient paître leurs troupeaux dans les forêts marécageuses, lesquelles diminuèrent à vue d'oeil. Ils plantèrent des haricots et du lin et installèrent des jardins familiaux à la périphérie de ce site marécageux. En 1725, les habitants d'Unterwetzikon commencèrent à extraire la tourbe du marais de Böldlerried (ZOLLINGER, 1980). Si l'utilisation de ce matériau fut initialement strictement réglementée, des parcelles étant attribuées aux différents exploitants, ce système périclita ensuite en raison du grand nombre de tourbiers intéressés. L'exportation de tourbe vers le lac de Zurich ou vers d'autres destinations fut bientôt interdite dans de nombreux villages de l'Oberland et, dès 1747, également à Unterwetzikon. Aussi ne fut-il plus possible d'extraire de la tourbe que pour couvrir ses propres besoins.

Pénurie de bois, crise du textile et famine caractérisent la fin du 18^e siècle dans l'Oberland zurichois. Le recul de la culture des céréales et le passage à une économie herbagère favorisèrent le tourbage: les petits paysans furent incités à mener une occupation lucrative annexe durant la période moins active s'étendant des foins aux regains. Presque chaque marais fut alors éventré par les chercheurs d'or noir (fig. 4). L'extraction connut son apogée vers 1900.

Mais cette exploitation et le pacage des animaux ne faisaient pas bon ménage dans la majorité des sites marécageux. Le rachat des droits de pacage par les propriétaires intéressés à extraire la tourbe donna le signal pour l'exploitation de l'Oberhöfler Ried, une des tourbières les plus productives et donnant le meilleur matériau de tout l'Oberland. Témoins d'une véritable "ruée vers l'or", les cabanes de tourbier poussèrent comme des champignons. On assista à une nouvelle apogée de l'extraction de la tourbe durant les deux guerres mondiales. On extrayait parfois la tourbe jusqu'au niveau de la nappe phréatique: dans



les marais de Hinwil et d'Oberhöfler, où l'épaisseur de tourbe atteignait autrefois plusieurs mètres, on parvenait à opérer cinq extractions successives ou plus. Pour arriver au matériau tant prisé, les tourbiers attaquaient à grands coups de pics et de pieds-de-biche et à grand renfort de poudre noire les verrous molassiques et morainiques qui avaient retenu jusque là l'eau des marais, et ce afin d'abaisser les rigoles d'écoulement ou d'en créer de nouvelles.

L'exploitation de la tourbe modifia totalement le relief originel. Le niveau des couches de tourbe qui atteignait l'orée de la forêt actuelle s'abaisse de plusieurs mètres. Les anciennes tourbières bombées se présentent aujourd'hui comme des dépressions marécageuses profondes, plates, où pousse une végétation dominante de bas-marais. L'abaissement progressif de la tourbe a même déplacé la ligne de partage des eaux dans le Oberhöfler Ried d'un kilomètre en direction du sud-est et l'eau, qui s'écoulait autrefois vers le sud-ouest du marais, prend aujourd'hui la direction du nord.

Le tourbage modifia également complètement la végétation. La forêt tourbeuse qui poussait autrefois dans les dépressions entre les drumlins disparut, à quelques restes près. L'extraction de la tourbe, le pâturage, l'utilisation de la litière, la culture des champs et la culture fourragère créèrent des fossés d'extraction, des parcelles de lande tourbeuse, des marais, des champs et des prairies. L'ancien haut-marais de Böndler fut entièrement détruit par l'extraction de la tourbe et sa végétation de tourbière régressa vers un stade de succession antérieur. L'extraction de l'or noir alla de pair avec le creusement de nombreux fossés, ultérieurement atterris. Comme le niveau superficiel du marais s'abaisse considérablement à la suite de l'enlèvement de plusieurs

Fig. 3: Stades d'exploitation du haut-marais de La Chaux-des-Breuleux (JU/BE). Au premier plan, le secteur non exploité (défriché) asséché. Une végétation typique de bas-marais a colonisé la partie fortement exploitée au second plan (peuplement de laîche rostrée).

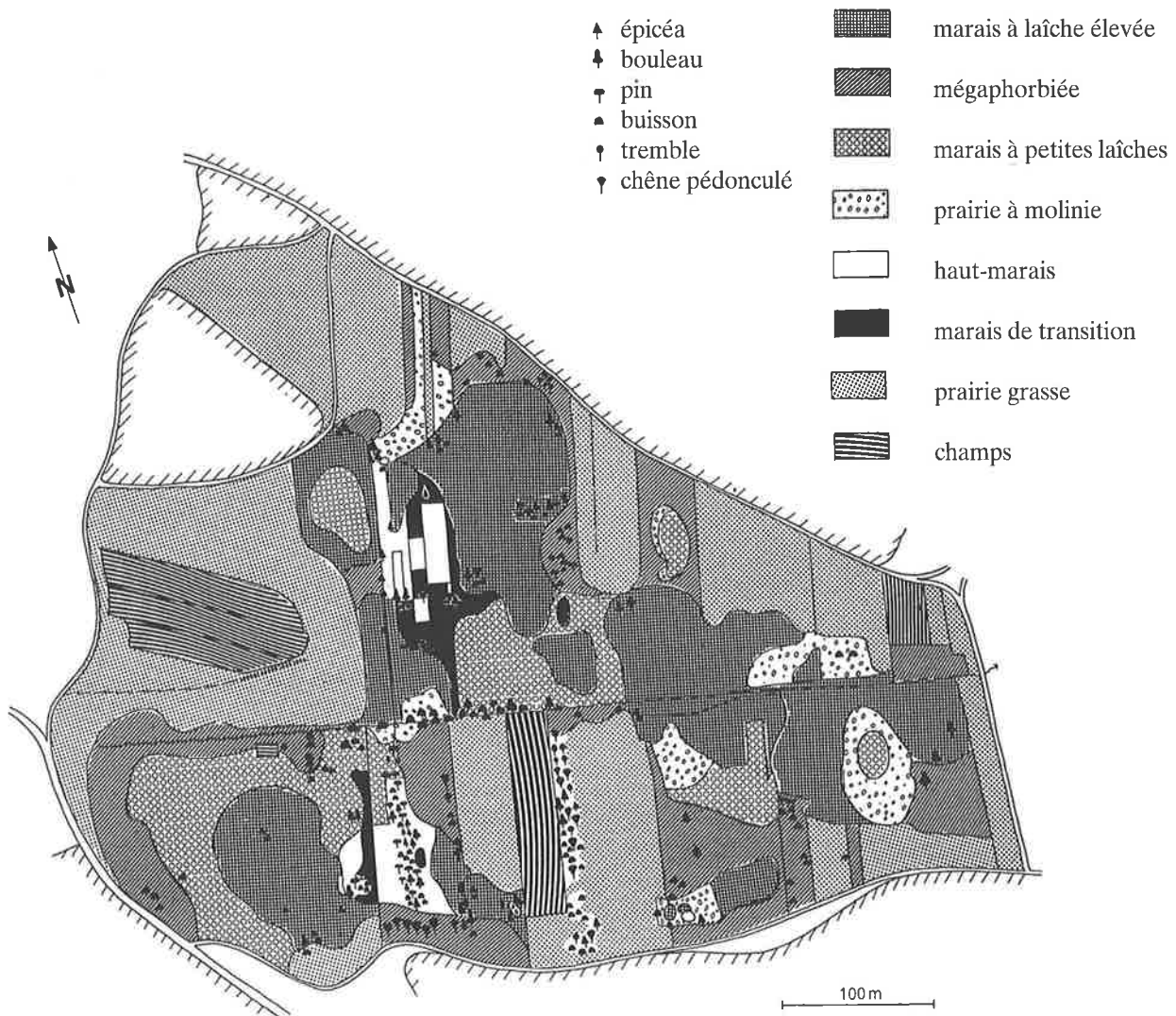
Photographie: E. Mühlethaler

couches de tourbe, les racines des plantes atteignirent le niveau de la nappe phréatique. Une végétation typique de bas-marais s'installa alors. Ici et là, vu l'atterrissement progressif qui eut lieu, certaines parties s'élevèrent au-dessus du niveau de la nappe en constituant des secteurs de marais de transition. Par endroits, une végétation caractéristique de hauts-marais s'est de nouveau installée aujourd'hui.

La mosaïque de végétation (fig. 4) reflète à peu près le régime de la propriété. Les limites nettes et rectilignes des différentes associations végétales correspondent souvent aux confins des parcelles. Celles-ci furent exploitées à plus ou moins grande profondeur. Nombre d'entre elles furent régulièrement fauchées pour leur litière, d'autres se recouvrirent de buissons. Aujourd'hui, l'agriculture n'a quasiment plus cours que dans les secteurs plus secs. Des parcelles isolées de marais se transformèrent en prairies grasses pauvres en espèces ou en champs. A leur voisinage, la végétation est menacée par les engrais apportés par les eaux, ce que trahissent les ourlets de mégaphorbiée. D'autres prairies marécageuses ou fossés d'exploitation atterrissés se sont couverts d'arbres ou ont été reboisés (WILDERMUTH, 1974 et 1983; WILDERMUTH et al., 1982)

Fig. 4: Carte de végétation du Böndlerried. Les limites bien marquées et rectilignes des différentes associations végétales sont frappantes; elles correspondent souvent aux limites des biens-fonds.

Source: WILDERMUTH (1974)



3 DES MARAIS SERVANT DE PATURAGES

De vastes territoires des Préalpes et des Alpes ont été exploités depuis des siècles jusqu'aux plus hautes altitudes. L'importance des hauts-marais sis au milieu des pâturages alpins fut toujours très modeste pour l'agriculture de montagne au cours des périodes où les effectifs de bétail étaient faibles (RINGLER, 1981). Les rares hauts-marais restants demeurent difficilement exploitables aujourd'hui par l'agriculture vu leur teneur élevée en eau et leur acidité et, partant, leur faible production fourragère. Le taux de charge de nombreux alpages s'est en maints endroits tant accru, récemment seulement, du fait de l'estivage de "bétail en pension" venu des plaines, qu'on observe parfois des animaux broutant dans des hauts-marais ou, pire, y être retenus par une clôture. Les bovins haute performance actuels sont par ailleurs plus lourds que les races d'autrefois et occasionnent donc un piétinement plus dommageable. La pression sur les hauts-marais servant de pâturages dépend souvent aussi de la situation particulière ou de l'accès des surfaces concernées. A cet égard, la gestion des pacages (taille des parcelles, clôtures) et la disponibilité de points d'abreuvement sur les pâturages avoisinants revêtent un rôle certain. Les hauts-marais des Préalpes ou des Alpes sis à proximité de bons pâturages s'avèrent les moins perturbés par le bétail.

4 UTILISATION DE LA LITIÈRE

On utilise la litière non seulement dans les bas-marais mais encore dans les tourbières hautes, et surtout dans les sites marécageux à utilisation mixte pâturage - litière (zone de flysch de Suisse centrale, Toggenburg) ou dans les régions grandes productrices de litière (tourbières près d'Einsiedeln, Breitried). L'utilisation traditionnelle de la litière dans les tourbières humides exigeait généralement un soin particulier et le choix de moyens adaptés pour la transporter en lieu sec (travail manuel, recours à des animaux de trait ou à des appareils légers). Le passage de l'exploitation manuelle de la litière à son exploitation mécanique favorisa la tendance à la pratique d'un drainage plus intensif. Le potentiel de régénération des hauts-marais perturbés s'en trouva affecté. La récolte de la litière a souvent modifié de fond en comble la couverture végétale des hauts-marais originels ou précédemment débarrassés de leur tourbe.

L'exemple du haut-marais de Totmoos (Giswil, OW)

L'utilisation de la litière détermine la physionomie du Totmoos. Un groupement à sphaignes et à scirpes cespiteux fortement marqué par la fauche caractérise ce haut-marais secondaire sis dans la région de Glaukenbüelen (Obwald) (DIETL, 1972; GRÜNIG et al., 1984). Cette mosaïque recouvre 130 ares et ne présente pas de structure en buttes et en gouilles. La végétation se compose d'espèces typiques des hauts-marais et des bas-marais (scirpe cespiteux, linaigrette engainante, andromède à feuilles de polium, laïche rostrée, laïche hérisson, notamment). Elle est par ailleurs riche en sphaignes. La coupe régulière favorise une uniformisation à grande échelle et empêche la constitution de buttes de sphaignes ainsi que l'apparition de pins et d'arbrisseaux nains. A leur place s'est installée une association artificielle comprenant des espèces de bas-marais (laïche brune notamment) (HÖHN-OCHSNER, 1936). Les sphaignes sont en revanche constamment piétinées par le bétail. On trouve de petites gouilles de marais de transition où poussent le comaret et la scheuchzérie des marais au milieu de la tourbière haute à sphaignes et à scirpes cespiteux. L'utilisation traditionnelle de la litière reste utile à la conservation de ce site marécageux. Il faut en revanche supprimer le pacage qui y est pratiqué.

5 UTILISATIONS FORESTIERES

Lors des grands défrichements de forêts qui prirent place entre le haut Moyen-Age et le milieu du 19^e siècle, les pinèdes originelles de tourbière ne furent guère épargnées. L'essartage (arrachage, brûlage) pratiqué en maints endroits fit reculer la pinède et ouvrit la voie au pâturage ou à l'utilisation de la litière. Ce n'est qu'exceptionnellement que des peuplements de pins parvinrent à se réinstaller sur des hauts-marais pâturés ou fauchés. L'apparition d'épicéas isolés, aux racines superficielles, dans les hauts-marais pâturés n'a le plus souvent pas remplacé convenablement les peuplements de pins originaux qui stabilisaient le sol et offraient une bonne résistance à l'érosion. L'essartage, et surtout le pacage, provoquèrent l'érosion de la substance même des hauts-marais, au premier chef des marais de montagne (RINGER, 1981). Les reboisements et les drainages effectués dans le cadre de projets sylvicoles et hydrauliques ont souvent contribué, jusqu'à une période récente, à la destruction de pinèdes de tourbière ou de sols tourbeux de grande valeur (par exemple dans la zone de flysch d'Obwald).

L'essartage pratiqué dans les pinèdes et le pâturage subséquent ont fortement dégradé la végétation des hauts-marais. Souvent, seuls les pins émaillant la végétation de bas-marais rappellent les pinèdes de tourbière d'autrefois.

6 UTILISATIONS ANNEXES

L'abbé Ulrich d'Einsiedeln recommanda, dès la fin du 16^e siècle déjà, de planter des légumes dans les "parties marécageuses des communaux". En tout cas, les "jardins sur tourbe" ou les "champs de choux" étaient connus partout au 18^e siècle. On pouvait en observer de la vallée du Rhin au pays de Vaud et des vallées du Jura aux Préalpes, entre 900 et 1100 mètres d'altitude. A la fin du siècle, on cultivait différentes sortes de chou, des pommes de terre, des carottes et plus rarement de l'avoine, de l'orge de printemps, du seigle, de l'amidonier, du blé, des pois, des haricots, du lin ou même du colza dans les secteurs marécageux propices à la culture (FRÜH/SCHRÖTER, 1904). Les "champs bombés sur tourbe" de la vallée de la Sihl, près d'Einsiedeln, ainsi que de la vallée supérieure de la Biber, près de Rothenturm, avaient acquis une notoriété certaine (fig. 5).

Exemple de la vallée de la Sihl près d'Einsiedeln: des champs bombés sur tourbe

Pendant des siècles, les vastes tourbières des environs d'Einsiedeln furent considérées comme des "marais putrides et inutiles". Ce n'est qu'au début du 17^e siècle que débuta la culture de ces très vastes étendues, sous la surveillance de "maîtres d'essartage" (KÜCHLER et al., 1980). Un mercenaire français aurait été le premier à apporter des pommes de terre à Schwyz en 1727. Leur plantation (Gumeln en suisse alémanique) dans les zones marécageuses d'Einsiedeln coïncida également avec la première extraction qui y fut pratiquée (vers 1748) (DÜGGELI, 1903; STIRNEMANN, 1969). A la fin du siècle dernier, même si le rude climat d'Einsiedeln ne permettait pas aux pommes de terre d'arriver chaque année à maturité (FRÜH / SCHRÖTER, 1904), on notait de vastes champs de pommes de terre tant dans les grandes zones marécageuses proches de Rothenthurm que dans les secteurs périphériques des célèbres hauts-marais de Todtmeer, noyés sous le barrage de la Sihl en 1937, ainsi que dans les marais préservés de Schwantenau, Roblosen et Studen (Breitried-Schützenried).

Le sol détrempé des marais exigeait une technique de drainage particulière. Les champs formaient de longues bandes étroites. Des systèmes de profonds fossés rectangulaires permettaient d'écouler l'eau en excédent. Pour que les parois des fossés ne s'effondrent pas sur elles-mêmes, un petit ruban de végétation originale était préservé entre le fossé et la surface cultivée proprement dite. Outre des pommes de terre, on plantait des carottes, des choux, des fèves et de l'orge. Depuis 1900, et particulièrement après la construction de la retenue de la Sihl qui forma le lac du même nom, la culture de la pomme de terre déclina régulièrement. On l'abandonna pour des raisons économiques (STIRNEMANN, 1969). Aujourd'hui, une production herbagère intensive est pratiquée sur les sols des marais drainés ainsi que dans les périmètres abandonnés par la culture des pommes de terre.

A la suite de l'utilisation intensive des anciens champs bombés sur tourbe, par exemple dans le Schützenried, le terrain tourbeux s'est affaissé consécutivement au maintien de l'eau à un niveau artificiellement bas et à l'oxygénation

Fig. 5: Champs bombés sur tourbe dans le Schwantenau à Einsiedeln (SZ).

Photographie: V. Condrau



de la tourbe. Le sol drainé par les fossés des champs de pommes de terre se tasse également toujours davantage à cause du passage de véhicules lourds. Si l'on ne parvient pas à stopper l'affaissement du sol marécageux, les herbages intensifs à l'entour des prairies à litière menacent de se voir à nouveau inondés. On ne pourrait contrer ces affaissements qu'en élevant le niveau de la nappe phréatique, ce qui transformerait également les herbages en marais. Les drainages améliorés demandés par les paysans menaceraient selon toute probabilité le complexe marécageux de Breitried situé dans le même contexte hydrologique. L'exploitation mécanique partiellement inadaptée des prairies à litière sensibles au tassement (végétation typique de bas-marais, de marais de transition et de haut-marais secondaire) menace le Breitried et plus précisément les raretés botaniques qui y prospèrent. La coupe de la litière reste indispensable dans certains secteurs pour empêcher qu'ils ne s'embruissent. D'après des observations récentes, d'autres parties du marais à végétation de haut-marais secondaire se régénèrent également sans fauchage de la litière; les sphaignes y poussent à foison (R. Haab, communication orale). Poursuivre l'exploitation de la litière dans ces secteurs-là détruirait à nouveau la couverture de sphaignes régénérée et, partant, porterait atteinte à la force d'autorégénération des étendues de hauts-marais.

7 ABANDONNER TOUTE UTILISATION: UNE CHANCE POUR NOS HAUTS-MARAIS

L'utilisation des hauts-marais, ancienne ou encore pratiquée, ne répond que dans de rares cas aux exigences d'une protection de la nature respectueuse de ce type de biotope rare. La faible proportion des hauts-marais primaires subsistants et l'état actuel des hauts-marais secondaires reflètent la pression engendrée par l'utilisation à laquelle ils ont été soumis durant les siècles derniers. La destruction directe de ces biotopes, les atteintes agricoles et forestières multiples (drainage, pacage, reboisement, etc.), l'exploitation de la tourbe, la construction ainsi que les utilisations touristiques et militaires ont contribué à ce que seuls des fragments perturbés subsistent des nombreux hauts-marais autrefois étendus. L'état ou l'utilisation actuelle du voisinage de ces biotopes, dont dépend directement leur survie, ne satisfont que rarement aux exigences d'une protection efficace. Il est donc indispensable de renoncer à ces utilisations synonymes d'atteintes multiples si l'on entend préserver les surfaces de hauts-marais restantes.

BIBLIOGRAPHIE

BUTTLER, A. / CORNALI, P. / RICHARD, J.-L. (1983): La tourbière des Pontins sur Saint-Imier. Phytosociologie, éléments d'écologie et perspectives d'aménagement (avec carte de la végétation). Mat. Levé Géobot. Suisse 59: 1-79.

DIETL, W.: (1972): Die Vegetationskartierung als Grundlage für die Planung einer umfassenden Alpverbesserung im Raume Glaubenbüelen (Obwalden). In: Dietl, W., Lienert, L. (1972): Alpwirtschaft und Landschaftspflege im Gebiet Glaubenbüelen (OW), Landenberg Druckerei, Sarnen, 243 p., avec une carte de végétation en couleur au 1:5000.

DÜGGEI, M. (1903): Pflanzengeographische und wirtschaftliche Monographie des Sihltales bei Einsiedeln. Vjschr. Natf. Ges. Zürich 48: 49-270, avec une carte de végétation au 1:25'000.

FRÜH, H. / SCHRÖTER, C. (1904): Die Moore der Schweiz - mit Berücksichtigung der gesamten Moorfrage. Beitr. z. Geol. d. Schweiz, Geotechn. Ser., 3 Lief., 751 p., avec une carte des marais de Suisse au 1:530'000.

GRÜNIG, A. / VETTERLI, L. / WILDI, O. (1984): Inventaire des hauts-marais et marais de transition de Suisse. Non publié, env. 2100 pp., 489 cartes 1:25 000, déposé à l'Institut fédéral de recherches forestières, 8903 Birmensdorf.

HÖHN-OCHSNER, W. (1936): Vegetationsstudien in Oberiberg (Schwyz). Die hygrophilen Pflanzengesellschaften. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 46: 365-411.

KÜCHLER, M. / HENSLE, K. / KÄLIN, W. (1980): Einsidler Turp. Schriften des Vereins "Fürs Chärnehus" 4: 1-27, Einsiedeln.

PROBST, E. / SCHMIDLIN, H. / ZIMMERLI, N. (1923): Die Torf- ausbeutung in der Schweiz in den Jahren 1917-1921. Manuscrit non publié, 4 volumes, 620 p. Déposé à la Bibliothèque nationale, Berne.

RINGLER, A. (1981): Die Alpenmoore Bayerns - Landschaftsökologische Grundlagen, Gefährdung, Schutzkonzept. Ber. d. Akad. f. Naturschutz Landsch.-Pflege 5: 4-98.

SIGG, C.R. (1989): Moornutzung und Moorgefährdung in der Schweiz. Der Gartenbau, Sondernummer: Hochmoore und Torf, 4: 175-178.

STIRNEMANN, E. (1969): Das frühere Einsiedler Sihlgebiet vor dem Aufstau. Blätter der Vereinigung pro Sihltal 19: 17-30.

WAHLEN, F.T. (1946): Das Schweizerische Anbauwerk 1940-1945. Neujahrsblatt 148, Beiheft 5, Nat.forsch. Ges. in Zürich, Hrsg., 87 p.

WILDERMUTH, H., (1974): Naturschutz im Zürcher Oberland. Verlag AG, Buchdruckerei Wetzi- kon, 211 p.

WILDERMUTH, H., (1983): Hat die Natur noch eine Chance? Tages-Anzeiger Magazin 19 (1983): 17-24.

WILDERMUTH, H. / HANTKE, R. / BURNAND, J. (1982): Die Drumlinlandschaft des Zürcher Oberlandes. Vjschr. Natf. Ges. Zürich 127: 19-28.

ZOLLINGER, J. (1980): Die "Kohle des armen Mannes". Die vergessene Betriebsamkeit in den Torfmooren. Heimatspiegel (Illustrierte Beilage zum Zürcher Oberländer) 8: 57-63.

ADRESSE DE L'AUTEUR

Erich Mühlethaler
dipl. Geograph, Oekologe OeVS
muschnas - Arbeitsgemeinschaft für
Landschafts- und Naturschutzfragen
Encarden 51
7152 Sagogn

TRADUCTION

Jean-François Zurbriggen
Traduc Sion
R. du Rawyl 21
1950 Sion

Manuel
Conservation des marais
en Suisse 1
2/1995

Importance des marais et des sites marécageux pour la protection des espèces

3.3

Les marais ont une grande importance pour la protection des espèces. Les plantes des marais ont, avec les plantes aquatiques et les mauvaises herbes et rudérales, la plus forte proportion d'espèces menacées. La menace est particulièrement forte dans les régions de cultures intensives du Plateau et le Nord de la Suisse. Dans ces régions, les surfaces de marais et de végétation riveraine ont notoirement diminué depuis le milieu du siècle passé à la suite des améliorations foncières et de la correction des cours d'eau. Les prairies inondées ou humides recouvrent aujourd'hui sensiblement moins de 10% des surfaces occupées un siècle auparavant. Faute d'entretien, même des réserves naturelles reconnues perdent souvent de la valeur. De nombreux marais des étages montagnard et subalpin s'emboîssonnent aussi peu à peu parce que la litière n'est plus fauchée.

Dans le présent chapitre, l'importance des marais pour la protection des espèces est démontrée à l'aide de quelques contributions. L'attention est surtout portée sur les aspects de la protection des espèces animales parce que les buts de conservation et de développement sont souvent fixés essentiellement en fonction de la protection de la végétation et que l'élément dynamique risque d'être négligé. Pour la protection des espèces animales, les structures et leur agencement spatial jouent un rôle important. Dans ce contexte, la prise en considération des sites marécageux est d'un intérêt tout particulier.

Les contributions suivantes ont un rapport étroit avec celles du chapitre 3.4 (espèces et communautés typiques des marais) qui présente les exigences d'espèces particulières quant à leur espace vital. Le présent chapitre au contraire traite des fonctions de l'espace vital que les types de végétation ou certains de leurs éléments peuvent remplir.

Manuel
Conservation des marais
en Suisse 1
1/1995

Importance des sites marécageux pour la protection des espèces animales au plan national

3.3.1

1 INTRODUCTION

De nombreuses espèces animales rares et très menacées vivent dans les sites marécageux. Pour beaucoup de ces espèces, les sites marécageux constituent l'espace vital exclusif ou principal. Toute une série d'espèces, en revanche, ne sont pas inféodées aux biotopes marécageux, mais plutôt caractéristiques des complexes "marais-forêt" ou "marais-eau" ou des paysages de cultures extensives.

Pour la mise en œuvre de la protection des sites marécageux, des buts de protection concrets doivent être formulés par la Confédération et les cantons dans l'annexe de l'Ordonnance sur les sites marécageux et dans les concepts de protection, d'entretien ou d'utilisation. Ces buts de protection doivent prendre en compte toutes les valeurs des sites marécageux, notamment la présence d'espèces rares et menacées. Un mandat de l'OFEFP (HINTERMANN et al., 1994) **a montré quelles espèces animales menacées sur le plan national dépendent des sites marécageux pour leur survie en Suisse.**

1**MANUEL**CONSER-
VATION
DES
MARAIS
EN
SUISSE

2 METHODE

Les sites marécageux sont en principe d'une importance particulière pour la survie d'une espèce lorsqu'elle se rencontre plus fréquemment dans les sites marécageux que dans le reste de la Suisse. Les buts de protection de ces espèces doivent être pris en compte dans les buts de protection des sites marécageux correspondants. Les sites marécageux peuvent naturellement être importants pour d'autres espèces menacées, mais, sur le plan national, ils ne sont pas concernés en premier lieu par les mesures de protection de ces espèces.

Sont considérées comme menacées à l'échelle nationale toutes les espèces qui, d'après la dernière liste rouge (DUELLI, 1994), appartiennent à la catégorie 1 (en danger d'extinction), 2 (très menacées), 3 (menacées) ou 4 (seulement endémiques). Les groupes zoologiques encore dépourvus de liste rouge ne sont pas pris en compte, pas plus que les espèces pour lesquelles les données de répartition à l'échelle nationale sont nulles ou incomplètes.

Les sites marécageux couvrent 2.2% du territoire national. Le pourcentage varie selon les régions de 0.7% sur le Plateau à 10% dans les Préalpes (OFEFP, 1992). Pour tenir compte des connaissances lacunaires sur la répartition des espèces menacées et pour éviter dans toute la mesure du possible de considérer à tort une espèce comme caractéristique des sites marécageux, des critères stricts ont été fixés.

Un site marécageux est d'une importance particulière pour la survie d'une espèce lorsque, en liaison avec le degré de menace, l'une des conditions suivantes est remplie:

Espèces de la catégorie 1 de la liste rouge:

au moins une localité dans un site marécageux doit être prouvée.

Espèces de la catégorie 2 de la liste rouge:

- pour les espèces dont l'aire principale est nettement **dans les Préalpes: au moins 20%** de toutes les localités connues doivent se situer dans les sites marécageux;
- pour **toutes les autres espèces: au moins 5%** de toutes les localités connues doivent se situer dans les sites marécageux.

Espèces de la catégorie 3 de la liste rouge:

- pour les espèces dont l'aire principale est nettement **dans les Préalpes: au moins 40%** de toutes les localités connues doivent se situer dans les sites marécageux;
- pour **toutes les autres espèces: au moins 10%** de toutes les localités connues doivent se situer dans les sites marécageux.

Endémiques (partie de la catégorie 4 de la liste rouge):

au moins une localité dans un site marécageux doit être prouvée.

Dans des cas justifiés, on peut s'écarter de ces normes.

Les données sur la répartition actuelle des espèces menacées utilisées pour l'appréciation de leur fréquence dans les sites marécageux proviennent de différentes sources (détails dans HINTERMANN et al., 1994). En règle générale, il s'agit **d'inventaires** ou **de banques de données nationales**. Pour des considérations de principe (par ex. possibilité de comparaison), aucun inventaire ponctuel n'a été utilisé pour l'appréciation de la fréquence relative.

3 RESULTATS PAR GROUPES ZOOLOGIQUES

3.1 Aperçu

Des informations suffisantes pour permettre une appréciation n'existent que pour environ 25% de toutes les espèces des listes rouges (catégories de menace 1-3) (cf. tab. 1). **Pour un quart de ces espèces, les sites marécageux sont d'une importance particulière.** Ils contribuent donc de façon essentielle à la survie de ces espèces.

Groupe zoologique	positif	négatif	indé-terminé	non examiné	total'
mammifères (sans les chauves-souris)	2	20	1	0	23
chauves-souris	0	15	0	0	15
oiseaux (nicheurs)	31	105	0	0	136
reptiles	2	10	0	0	12
amphibiens	0	19	0	0	19
poissons / cyclostomes	10	18	0	0	28
abeilles	0	0	3	260	263
fourmis	2	0	5	40	47
papillons de jour	10	18	0	72	100
tipules	0	0	0	46	46
carabes/cicindèles	3	1	20	127	151
coléoptères aquatiques (hydradéphages)	0	0	0	97	97
névroptéroïdes	0	0	0	21	21
orthoptères	2	3	20	42	67
libellules	8	39	0	0	47
éphémères	2	0	5	29	36
mollusques	3	3	10	90	106
(écrevisse) ²	1	0	0	0	1
total	76	251	64	824	1215

Tab. 1: Importance des sites marécageux pour la survie d'espèces menacées de différents groupes zoologiques.

positif: nombre d'espèces des listes rouges pour la survie desquelles les sites marécageux sont d'une importance particulière;

négatif: nombre d'espèces des listes rouges pour la survie desquelles les sites marécageux ne sont pas d'une importance particulière;

indéterminé: présence attestée dans les sites marécageux, mais importance de ceux-ci pour ces espèces inconnue;

non examiné: présence des espèces dans les sites marécageux non examinable par manque de données.

Source: HINTERMANN et al. (1994)

1 Seulement les espèces des catégories de menace 1-3

2 Pas de liste rouge officielle

3.2 Quelques exemples

A titre d'illustration, quelques espèces qui dépendent des sites marécageux pour leur survie à l'échelle nationale sont présentées dans ce paragraphe. Elles ont été choisies pour offrir un éventail aussi large que possible de situations et de problèmes. Le choix n'est cependant pas représentatif des sites marécageux.

La **sauterelle** *Tetrix ceperoi* aime les habitats chauds et humides et vit sur les sols sableux découverts des berges des lacs et des cours d'eau et sur les surfaces de graviers. Dans le cas du lac de Neuchâtel, ces biotopes dépendent étroitement de la dynamique riveraine. Si la survie de *Tetrix ceperoi* est un but de protection, la dynamique doit rester possible. Inversément, la dynamique riveraine contribue fortement à l'érosion des bas-marais. Du point de vue de la protection botanique des bas-marais, l'érosion devrait donc être arrêtée. Les concepts de protection et de gestion du site marécageux de la Grande Cariçaie doivent mettre en évidence les solutions possibles à ce conflit entre buts de protection.

Le **blongios nain** (*Ixobrychus minutus*) est un oiseau nicheur des grandes zones d'atterrissage. Sa présence se concentre aujourd'hui très fortement dans les sites marécageux. Parmi les 40-60 couples reproducteurs qui subsistent actuellement, lors des meilleures années on en compte 20-25 dans la Grande Cariçaie. Le blongios nain niche dans les roselières denses. Pour sa protection, il est nécessaire de conserver d'assez grandes surfaces de roseaux d'un seul tenant et à l'abri des dérangements.

La **locustelle tachetée** (*Locustella naevia*) affectionne comme biotope les marais riches en buissons. Pour sa protection, il faut favoriser ou préserver les milieux humides intermédiaires entre les marais et les forêts riveraines qui apparaissent au cours des processus d'atterrissage. La protection des espèces végétales s'applique à lutter contre l'embuissonnement des bas-marais. Dans les concepts de protection des sites marécageux qui hébergent encore la locustelle tachetée, il convient de fixer les buts prioritaires et les moyens de les atteindre.

Particulièrement dans la région Nord des Alpes, les localités du **grand tétras** (*Tetrao urogallus*) coïncident avec les sites marécageux. Dans ces régions vit plus d'un cinquième de la population totale. La conservation du grand tétras revêt donc un intérêt prépondérant dans les sites marécageux.



Fig. 1: *Tetrix ceperoi*, de la famille des Tétrigides
Photo: H. Bellmann

Fig. 2: Blongios nain (*Ixobrychus minutus*)
Photo: B. Renevey

Fig. 3: Locustelle tachetée (*Locustella naevia*)
Photo: A. Labhardt

Le grand tétras est inféodé aux grandes forêts de montagne avec des peuplements clairiérés et étagés possédant une grande proportion de vieux bois. La qualité de l'habitat du grand tétras est donc influencée de façon essentielle par le mode d'exploitation (ou de non-exploitation) forestière. Dans les mesures de protection, il convient donc aussi de prévoir une exploitation forestière conforme aux exigences de cette espèce menacée.

La **thécla du prunier** (*Fixsenia pruni*) est une espèce sédentaire et très localisée. Comme habitat, elle affectionne les lisières des chênaies bordées de prés maigres où se rencontre sa plante-hôte (*Prunus spinosa*). Comme la thécla du prunier est menacée de disparition, chaque localité est d'importance nationale. Lors de l'utilisation ou de l'entretien futurs des sites marécageux occupés par cette espèce, il faut porter une attention particulière à la sauvegarde des lisières des chênaies thermophiles.

Le **solitaire** (*Colias palaeno*) est un papillon typique des hauts-marais. Il y trouve sa plante-hôte, l'airelle des marais (*Vaccinium uliginosum*). Pour survivre, il a besoin également du nectar des plantes à fleurs des prairies environnantes. La conservation du solitaire n'est assurée que si les mesures de protection s'appliquent non seulement au haut-marais, mais également à ses environs (cf. tome 1, contribution 3.4.1). Ce principe est certainement plus facile à appliquer dans les sites marécageux, où la conservation des espèces menacées fait partie des buts de protection, que dans les biotopes marécageux isolés.

La très menacée **leucorrhine à gros thorax** (*Leucorrhinia pectoralis*; cf. tome 1, contribution 3.4.2) vit dans les régions marécageuses parsemées d'étangs, de gouilles et de fosses de tourbage mésotrophes, qu'elle colonise pendant une phase déterminée de l'atterrissement. La garantie de conditions de vie favorables à la leucorrhine à gros thorax (conserver ou recréer des fosses de tourbage) peut entraîner un conflit d'intérêts lorsqu'il est prévu de régénérer un haut-marais au même endroit. Les concepts de protection et de gestion doivent donc décider des buts prioritaires et chercher à concilier les différents intérêts.



Fig. 4: Grand tétras (*Tetrao urogallus*)

Photo: F. Labhardt



Fig. 5: Azuré de mouillères (*Maculinea alcon*); une autre espèce de papillon de jour pour la survie de laquelle les sites marécageux sont d'une très grande importance.

Photo: E. Knapp

4 RESULTATS PAR SITES MARECAGEUX

Plus de la moitié de tous les sites marécageux, à savoir 49 sur 91, sont d'une importance particulière pour la protection des espèces animales à l'échelle nationale. Les résultats par régions sont les suivants:

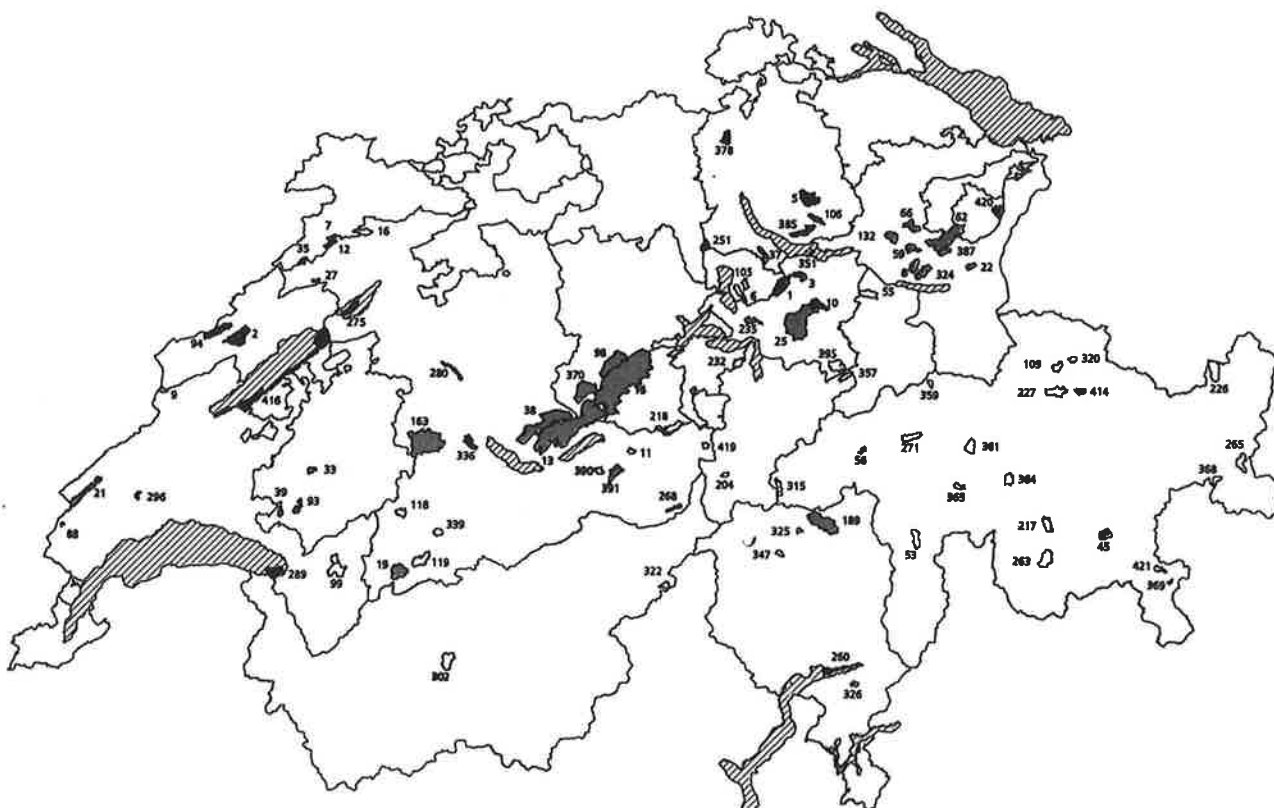
- **Jura:** 60% des sites marécageux sont d'une grande importance pour la protection des espèces. Ils le sont surtout pour les papillons et les libellules. La vallée de Joux est en plus un site remarquable pour l'avifaune.
- **Plateau** (sans les sites marécageux des lacs, des zones d'atterrissage et des plaines alluviales): 60% de tous les sites marécageux sont d'une importance particulière pour la protection des espèces. Les libellules représentent le groupe zoologique ayant le plus grand nombre de localités connues importantes sur le plan national.
- **Préalpes:** 82% de tous les sites marécageux sont d'une importance particulière pour la protection des espèces, la plupart en tant que biotope du grand tétras. Plutôt rares sont les localités importantes d'un point de vue national pour d'autres espèces. Les objets qui se trouvent dans la zone de transition avec le Plateau (Rothenthurm, Schwantenau, Breitried) possèdent une diversité supérieure en espèces menacées.

Fig. 6: Localisation des sites marécageux les plus précieux pour la protection des espèces animales à l'échelle nationale.

- Sites marécageux avec plus de 10 espèces positives des listes rouges
- Sites marécageux avec 4-10 espèces positives des listes rouges
- Sites marécageux avec 1-3 espèces positives des listes rouges

Noms des sites marécageux: cf. tab. 2 ou OFEFP (1992).

Source: HINTERMANN et al. (1994)





■ **Alpes** (Nord et Sud des Alpes, Alpes centrales): 14% de tous les sites marécageux sont d'une importance particulière pour la protection des espèces. En plus du grand tétras, ceci vaut surtout pour les papillons et les libellules.

■ **Lacs, zones d'atterrissement et plaines alluviales:** tous les sites marécageux de cette catégorie sont d'une importance particulière pour la protection des espèces de tous les groupes zoologiques examinés. Ils le sont principalement pour les oiseaux, les poissons, les libellules et les papillons.

D'un point de vue quantitatif également, les sites marécageux des lacs et des plaines alluviales ont une importance primordiale. La Grande Cariçaie et les Bolle di Magadino sont l'habitat de respectivement 41 et 25 espèces de la liste rouge dépendant des sites marécageux pour leur survie (cf. tab. 2 et fig. 1).

Fig. 7: Eau morte en voie d'atterrissement près de Lischedo dans le site marécageux des Bolle di Magadino. Tous les sites marécageux des lacs et des zones d'atterrissement ont une importance primordiale pour la protection des espèces.

Photo: Hintermann & Weber AG

Espèces	Nombre d'espèces des listes rouges	Nombre d'espèces positives des listes rouges	Espèces	Nombre d'espèces des listes rouges	Nombre d'espèces positives des listes rouges
1 Rothenthurm	24	9	106 Wetzikon/Hinwil	17	2
2 Les Ponts-de-Martel	14	4	132 Unter Hüttenbüel	2	1
3 Schwantenu	20	7	163 Gurnigel/Gantrisch	5	1
5 Pfäffikersee	22	16	189 Lucomagno/Dötra	4	1
7 Etang de la Gruère	10	4	235 Sägel/Lauerzersee	6	2
8 Hinter Höhi	1	1	251 Maschwander Allmend	9	8
10 Breitried / Unteriberg	21	7	260 Bolle di Magadino	57	25
12 La Chaux-des-Breuleux	1	6	275 Petersinsel	16	8
13 Habkern/Sörenberg	4	1	280 Aare/Giessen	10	3
15 Glaubenberg	11	2	289 Les Grangettes	30	12
19 Lauenensee	2	2	296 Les Marais des Monod	8	4
21 Vallée de Joux	27	7	324 Vorder Höhi	1	1
22 Gamperfin	2	1	326 Monti di Medeglia	6	3
25 Ibergereg	2	1	336 Amsoldingen	6	5
33 Les Gurles	1	1	351 Frauenwinkel	10	10
35 La Chaux d'Abel	9	4	370 Hilferenpass	3	1
37 Hirzel	13	3	378 Neeracher Ried	14	13
38 Rotmoos/Eriz	7	2	385 Lützelsee	21	9
39 Lac de Lussy	1	1	387 Gräppelen	3	1
45 Stazerwald	3	2	391 Grosse Scheidegg	5	1
59 Wolzenalp	3	2	414 Durannapass	2	2
62 Schwägalp	5	1	416 Grande Cariçai	125	41
66 Chellen	2	1	420 Fänerenspitz	4	4
93 Le Niremunt	1	1			
94 La Brévine	15	4			
98 Klein Entlen	3	1			
			nombre minimal de toutes les espèces signalées des listes rouges)	207	

Tab. 2: Répartition dans les sites marécageux des espèces examinées des listes rouges (seuls sont mentionnés les sites avec au moins une espèce positive des listes rouges).

Nombre d'espèces des listes rouges: nombre minimal d'espèces présentes des listes rouges pour lesquelles existent des données utilisables (le nombre effectif d'espèces présentes des listes rouges est nettement supérieur).

Nombre d'espèces positives des listes rouges: espèces qui dépendent des sites marécageux pour leur survie.

Source: HINTERMANN et al. (1994)

5 UTILISATION DES RESULTATS

5.1 Valeur des résultats

La présente évaluation des sites marécageux d'un point de vue faunistique est partielle et ne constitue donc pas une évaluation globale comme celle qui sert de base à l'inventaire des sites marécageux. Les critères faunistiques utilisés mettent cependant en évidence des aspects complémentaires d'évaluation. D'un point de vue faunistique, les sites marécageux des Préalpes apparaissent ainsi plutôt d'importance secondaire à l'échelle nationale par rapport aux sites marécageux des lacs et des zones d'atterrissement. En revanche, les résultats sont en général différents si l'on tient compte également des autres données zoologiques ainsi que des aspects floristiques, culturels et paysagers.

5.2 Buts de protection et leur mise en application

Le but du projet consistait à montrer

- pour la survie de quelles espèces menacées à l'échelle nationale les sites marécageux sont importants d'après les données existantes
- quels sites marécageux sont particulièrement importants pour la protection des espèces au plan national.

La transposition des résultats doit en conséquence se faire sur deux plans. Pour la protection des espèces, les résultats seront utilisés par exemple dans le cadre des programmes nationaux de protection des espèces ou lors de l'élaboration de concepts spécifiques de protection. Pour la protection des biotopes et des sites marécageux, les résultats doivent être pris en compte dans la fixation des buts de protection. Dans les sites marécageux d'une importance particulière pour la protection des espèces au plan national, il faut assurer les conditions nécessaires au maintien et au développement de populations viables des espèces concernées. HINTERMANN et al. (1994) proposent des buts et des solutions de mise en pratique.

BIBLIOGRAPHIE

Une liste complète de références se trouve dans HINTERMANN et al. (1994). Elle comprend notamment les sources traitant de la répartition des différents groupes zoologiques.

DUELLI, P. (1994): Listes rouges des animaux menacés de Suisse, Liste rouge de l'OFEFP, Berne, 93 p.

HINTERMANN, U. / LUDER, R. / WEBER, D. / WYSS, P. (1994): Moorlandschaften und nationaler Artenschutz; Bedeutung der Moorlandschaften für den faunistischen Artenschutz. Rapport sur mandat de l'OFEFP, Berne, non publié, 138 p.

OFEFP (éd., 1992): Inventaire des sites marécageux d'une beauté particulière et d'importance nationale. Cahier de l'environnement 168, Berne, 221 p. + annexe.

DEMANDE DE RENSEIGNEMENTS

Le rapport résumé dans la présente contribution (HINTERMANN et al., 1994) s'appuie sur des banques de données nationales. Les expertises et inventaires concernant des cantons ou des objets ne peuvent être pris en compte. Les données existantes ne sont donc pas définitives et doivent être actualisées en permanence. C'est pourquoi, en vue d'une révision du rapport "Moorlandschaften und nationaler Artenschutz" (probablement en 1995/96), nous serions très reconnaissants pour tout renseignement sur des inventaires et expertises concernant des objets et contenant des données sur la présence dans les sites marécageux d'espèces menacées au plan national (merci d'adresser les informations directement à l'adresse de l'auteur).

ADRESSE DE L'AUTEUR

Urs Hintermann
Hintermann et Weber AG
Öko-Logische Beratung Planung
Forschung
Hauptstrasse 52
4153 Reinach

TRADUCTION

Dr Benoît Bressoud
Bureau d'études écologiques
R. de Cordé
1957 Ardon

Manuel
Conservation des marais
en Suisse 1
1/1995

Petits biotopes aquatiques des marais et leur importance pour les plantes et les animaux

3.3.2

1 INDICATIONS GENERALES SUR LES BIOTOPES AQUATIQUES DES MARAIS

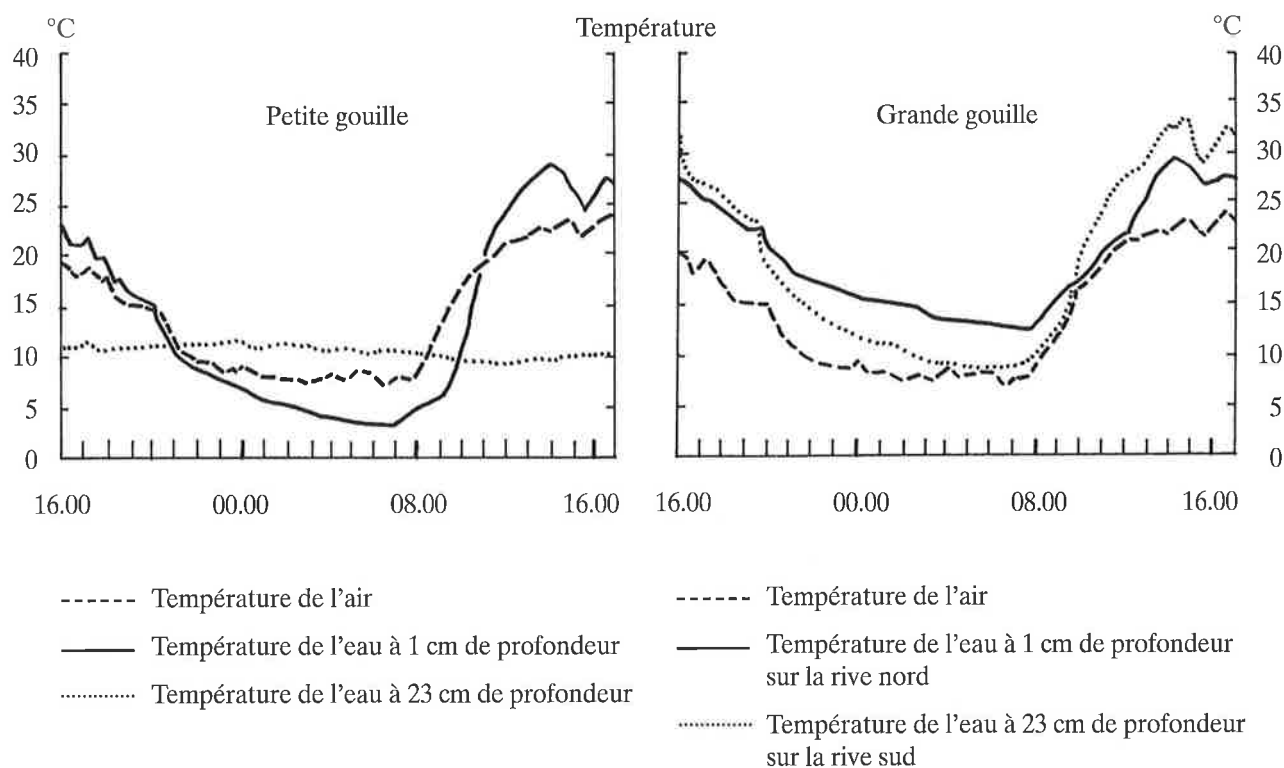
A l'état naturel ou proche de la nature, les marais se caractérisent par des sols fortement imbibés d'eau. L'eau n'atteint toutefois la surface que par places et souvent sur de petites étendues. Les biotopes aquatiques des marais sont souvent peu profonds. La profondeur de l'eau libre n'atteint fréquemment que quelques centimètres. Ces endroits peuvent s'assécher régulièrement en surface. Les biotopes aquatiques d'une profondeur supérieure à 1,5 m sont rares. A côté des biotopes aquatiques naturels, les marais en recèlent d'autres qui ont été créés par l'exploitation de l'homme, par exemple les creuses de tourbe et les fossés de drainage.

Les biotopes aquatiques des marais se distinguent des autres par quelques caractéristiques:

- La couleur brun foncé est typique des eaux marécageuses. Elle provient de la présence d'acides humiques résultant de la décomposition incomplète des plantes mortes. Ces acides empêchent la décomposition microbienne des substances organiques et augmentent l'acidité de l'eau marécageuse.
- Les conditions de température particulières des eaux marécageuses sont également remarquables (voir fig. 1).

Fig. 1: Variations de température dans deux gouilles de haut-marais au cours d'une journée d'été. Par suite de la coloration foncée de l'eau, la température superficielle d'une gouille peu profonde peut dépasser 30°C lors d'une journée ensoleillée d'été et descendre au voisinage de zéro pendant la nuit. Toutefois, une profondeur de 20 à 30 cm suffit pour que la température soit à peu près constante (exemples de la Forêt Noire).

Source: d'après STERNBERG (1990) modifié



La colonisation des biotopes aquatiques des marais par les plantes et les animaux dépend principalement de deux facteurs: la composition chimique de l'eau et l'altitude. Seuls quelques rares organismes se rencontrent exclusivement dans les eaux marécageuses. Nombre d'espèces vivent également dans d'autres zones humides. Toutes sont cependant tributaires d'eau libre leur vie durant ou au moins pendant certaines phases.

Les biotopes aquatiques des hauts-marais sont extrêmement pauvres en substances nutritives, car ils ne sont alimentés que par l'eau atmosphérique. La pauvreté en substances nutritives a pour conséquence une production végétale très faible dans l'eau. Il s'ensuit que les conditions font défaut pour une faune riche en espèces. Le manque de substances nutritives a également entraîné le développement de modes d'alimentation extrêmement spécialisés. Quelques plantes se procurent l'azote et le phosphore en capturant des insectes. C'est un fait connu que les petits crustacés et les larves d'insectes ont pour principale source d'azote les micobactéries acidophiles. Le manque de calcium a pour conséquence l'absence d'animaux à coquille calcaire (escargots, mollusques). L'acidité de l'eau empêche les poissons et les amphibiens de coloniser les zones centrales des hauts-marais, alors que certains insectes sont très peu sensibles aux acides humiques.

Dans les biotopes aquatiques plus riches en substances nutritives et moins acides – p.ex. dans les creuses mésotrophes des stations basses – la diversité floristique et faunistique est beaucoup plus grande. Cependant, ces stations sont colonisées par de nombreux organismes qui sont également capables de vivre en dehors des marais. Certains d'entre eux peuvent constituer une sérieuse concurrence pour les espèces marécageuses très spécialisées. En cas de fort enrichissement en substances nutritives - par engraissement au travers du sol ou de l'air - ils évincent les espèces typiques des marais. De nombreuses stations marécageuses suisses sont aujourd'hui dans ce cas.

De petites gouilles de bas-marais constituent déjà des lieux de ponte importants pour certaines espèces d'amphibiens. En revanche, les oiseaux ne s'installent que sur des pièces d'eau d'une certaine importance. Lorsque le bord de l'eau est occupé par une roselière dense, la rousserolle effarvate y niche.

2 TYPES DE BIOTOPES AQUATIQUES

Les petits biotopes aquatiques dans les marais se distinguent par une série de caractéristiques, dont la situation, la surface d'eau, la profondeur, la vitesse d'écoulement, les variations du niveau de l'eau, les conditions de température, la teneur en substances nutritives et l'acidité. L'énumération qui suit renferme une description des différents types (voir fig. 2).

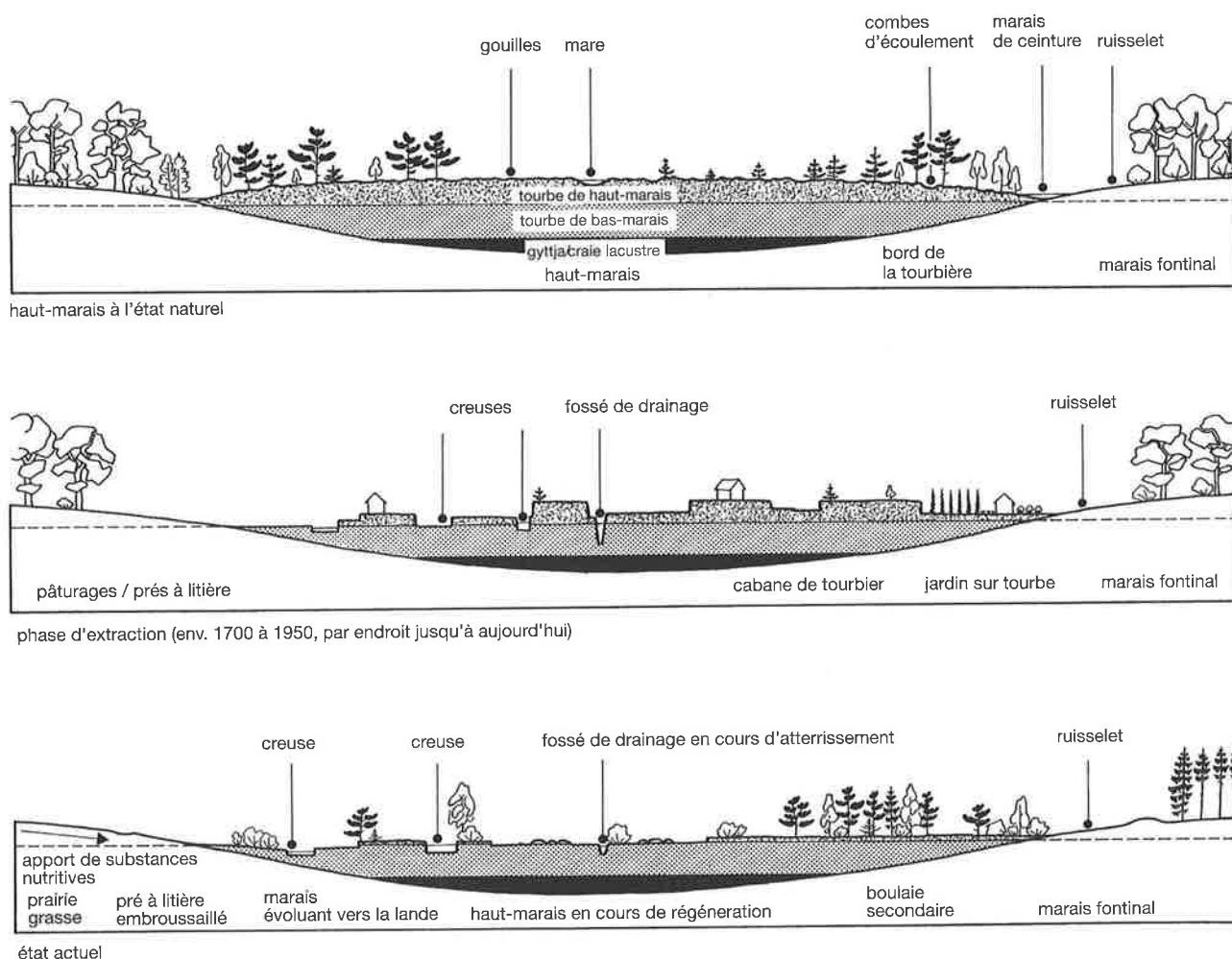


Fig. 2: Schéma de la situation de petits biotopes aquatiques naturels et artificiels dans un haut-marais, avant, pendant et après la période d'exploitation.
Source: WILDERMUTH (1978)

2.1 Mare de haut-marais

Accumulation d'eau en forme d'étang pouvant couvrir quelques ares, d'une profondeur de quelques mètres, souvent au centre d'un haut-marais. Les bords sont souvent constitués d'un tapis flottant de plantes fortement entremêlées (gazon flottant).

Les mares sont dystrophes, c'est-à-dire que leur eau est colorée en brun par les acides humiques, acide (pH entre 4 et 5) et extrêmement pauvre en substances nutritives.

Flore et faune sont pauvres en individus comme en espèces. La présence d'algues unicellulaires planctoniques, principalement des desmidiacées et des diatomées, est typique pour les zones centrales des hauts-marais. Des sphaignes (p.ex. *Sphagnum cuspidatum*) se développent sous l'eau ou dans les zones inondables en bordure des mares. Elles forment souvent des tapis flottants entremêlés avec de longs rhizomes de différentes phanérogames.

Espèces caractéristiques des gazons flottants:

le carex des boursiers (*Carex limosa*), la scheuchzérie des marais (*Scheuchzeria palustris*), le ményanthe trifolié ou trèfle d'eau (*Menyanthes trifoliata*), la linaigrette à feuilles étroites (*Eriophorum angustifolium*), les rhynchospora blanc et brun rougeâtre (*Rhynchospora alba*, *R. fusca*), ainsi que quelques bryophytes (mousses et hépatiques). Plusieurs espèces spécialisées de daphnies et de rotifères vivent parmi le plancton des mares, tandis que les acariens aquatiques et quelques insectes parviennent à subsister sur les bords, sous le tapis flottant de sphaignes. Il faut relever en particulier la larve de l'aesche subarctique (*Aeshna subarctica*) qui n'a été découverte en Suisse qu'en 1979.

2.2 Gouille de haut-marais

Dépression peu profonde et mouillée d'un haut-marais (voir fig. 3). Les gouilles se dessinent entre de petites buttes couvertes de mousse et ne dépassent généralement pas quelques mètres carrés, leur profondeur n'atteignant que quelques centimètres. Elles sont couvertes d'une végétation de marais de transition et de haut-marais. Les eaux peu profondes avec une végétation de gouille se rencontrent également dans les marais en cours de régénération (p.ex. dans des creuses recolonisées) et dans les marais fontinaux calcaires.

L'eau des gouilles de haut-marais subit des variations de température importantes au cours des journées ensoleillées d'été. Leur pH se situe entre 4 et 5.

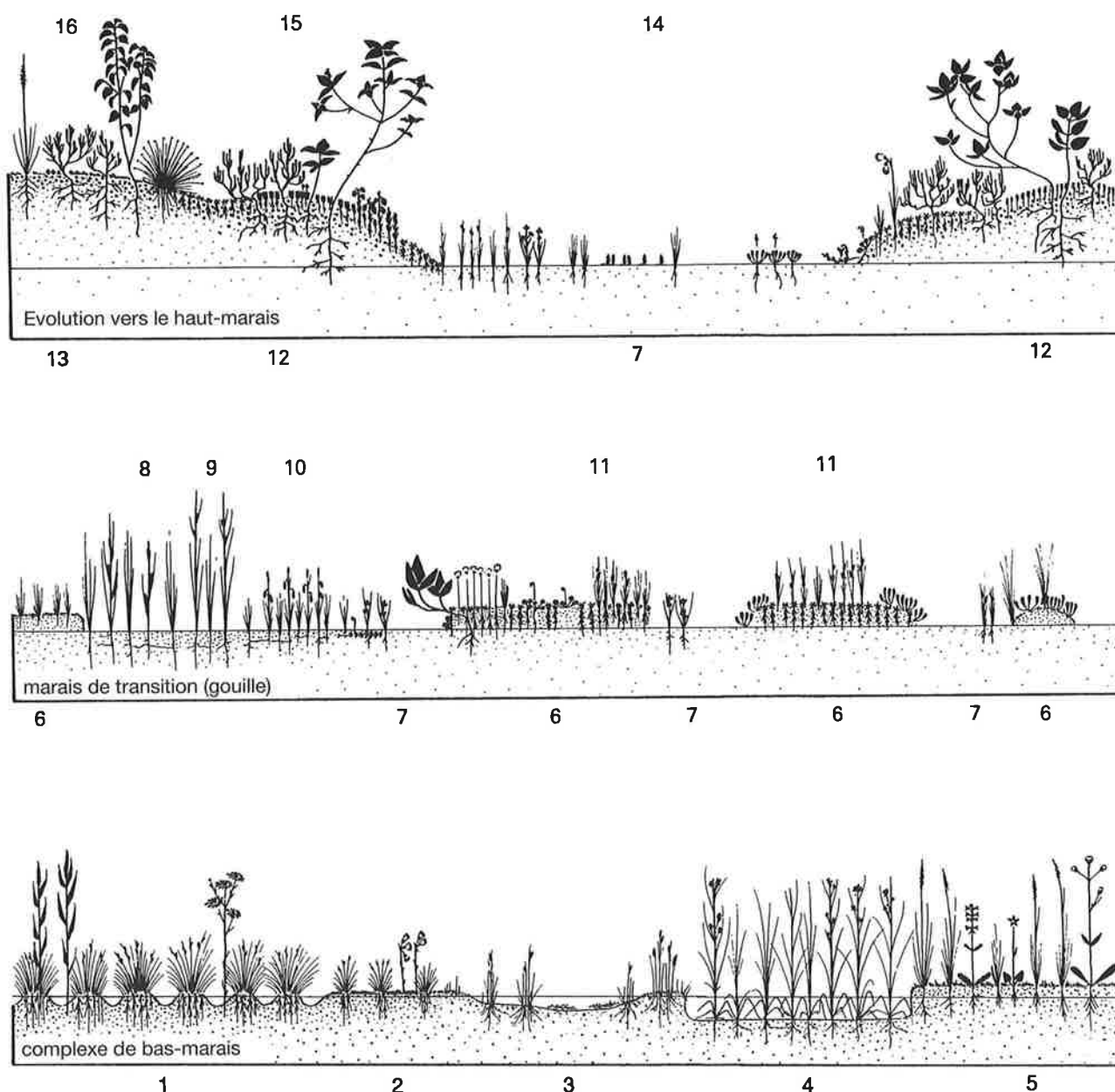


Fig. 3: Coupe à travers de petites pièces d'eau et leur végétation dans un haut-marais, un marais de transition et un bas-marais (étage collinéen à montagnard).

1-5: Bas-marais. 1 Marais à carex élevé, 2 Marais à petits carex ou à choin, 3 Gouille de source calcaire, 4 Marais à marisque, 5 Prairie à molinie.

6-7: Marais de transition (creuse atterrie). 6 Gazon flottant à rhynchospora blanc (*Rhynchospora alba*, 11), 7 Gouille à carex renflé

(*Carex rostrata*, 8), carex à fruits velus (*Carex lasiocarpa*, 9), carex des boursiers (*Carex limosa*, 10), scheuchzérie des marais (*Scheuchzeria palustris*), lycopode inondé (*Lepidotis inundata*), rossolis intermédiaire (*Drosera intermedia*, 14).

12-13: Evolution vers le haut-marais avec gouille (7), buttes (12) et lande de tourbière (13).

15: Callune (*Calluna vulgaris*) et bouleau nain.

16: Callune et bourdaine (*Frangula alnus*).

Source: WILDERMUTH (1976)

Le rossolis intermédiaire (*Drosera intermedia*), le lycopode inondé (*Lepidotis inundata*) et l'utriculaire intermédiaire (*Utricularia intermedia*) se développent dans les gouilles à niveau changeant et à sol plus stable, en particulier sur les boues tourbeuses nues. La cordulie arctique (*Somatochlora arctica*) vit presque exclusivement dans les gouilles. Elle pond souvent ses oeufs dans de minuscules flaques et dans des gouilles riches en végétation.

2.3 Combe d'écoulement

Rigole d'écoulement dans un haut-marais. L'eau en excès s'écoule en ruisselets depuis le centre bombé de la tourbière, partiellement en surface et partiellement sous la couverture végétale. Les endroits où l'eau disparaît dans le sous-sol s'appellent des pertes.

2.4 Marais de ceinture

Marais en bordure d'une tourbière, dans lequel l'eau s'écoulant du centre bombé de la tourbière s'amoncelle et se mélange avec l'eau des environs contenant des sels minéraux (pH entre 5 et 6). Les marais de ceinture renferment souvent des emplacements d'eau ouverte. Celle-ci est plus riche en substances nutritives que celle des gouilles et des combes d'écoulement.

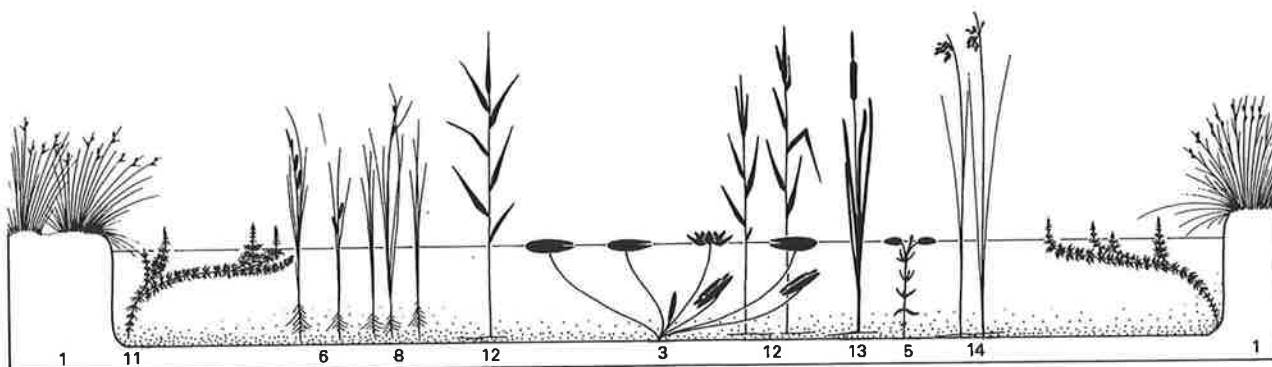
2.5 Mare de creuse

Mare artificielle créée par extraction de tourbe. L'extraction de tourbe à petite échelle s'est raréfiée depuis la fin de la deuxième guerre mondiale. Nombre d'anciennes creuses sont aujourd'hui entièrement recouvertes de végétation. Certaines ont été récemment régénérées ou même créées pour des raisons de protection de la nature. Aménagées dans les règles de l'art et en tenant compte de l'hydrologie du marais, elles constituent une compensation importante pour certains types de pièces d'eau marécageuses naturelles détruites. Leur eau n'est souvent que légèrement acide, voire neutre (pH en creuse fraîche: 5 à 6,5) et plus riche en substances nutritives que celle des gouilles. C'est pourquoi la flore et la faune y sont plus riches en espèces.

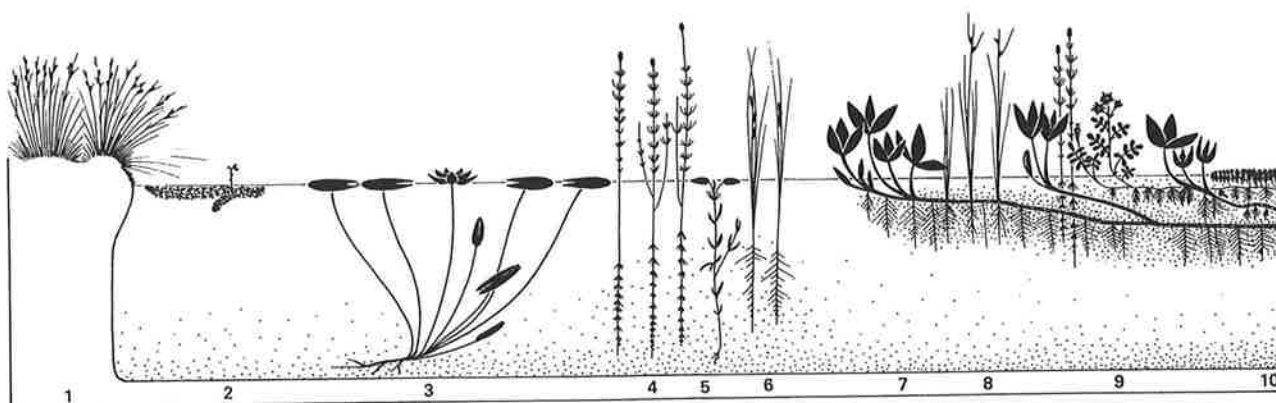
Les creuses dont l'eau est un peu plus riche en substances nutritives présentent une diversité floristique supérieure (voir fig. 4). La diversi-

Espèces animales caractéristiques des creuses du Plateau riches en substances nutritives

La ranatre linéaire (*Ranatra linearis*), la pyrale (*Nymphula nymphaeata*), l'hydrophile brun (*Hydrous piceus*), plusieurs espèces de libellules (voir fig. 5), la sangsue (*Hirudo medicinalis*), de petits coquillages (*Pisidium*, *Sphaerium*), des mollusques aquatiques tels les planorbides (*Planorbis*) et les limnéides (*Limnaea*, *Radix*), la dolomède (*Dolomedes fimbriatus*), l'araignée pirate (*Pirata piraticus*), l'araignée aquatique (*Argyroneta aquatica*); outre les espèces d'amphibiens très répandues (grenouille rousse, crapaud commun, triton alpestre), le triton ponctué (*Triturus vulgaris*), le triton crêté (*T. cristatus*) et la petite grenouille verte (*Rana lessonae*), la couleuvre à collier (*Natrix natrix*).



A: creuse en bordure de marais



B: creuse dans la zone centrale d'un marais

Fig. 4: Profils de végétation à travers deux creuses.

A Creuse en bordure du marais. L'éventail des espèces indique l'apport de substances nutritives en provenance des environs du marais. Les massettes, les rubaniers et les roseaux peuvent y prospérer vigoureusement au point que l'association végétale typique en soit presque totalement évincée.

B Creuse dans la zone centrale d'un marais sans influence de substances nutritives des environs.

1 Carex élevé (*Carex elata*), 2 Utriculaire négligée (*Utricularia neglecta*), 3 Nénuphar blanc (*Nymphaea alba*), 4 Prêle des eaux courantes (*Equisetum fluviatile*), 5 Potamot nageant (*Potamogeton natans*), 6 Carex renflé (*Carex rostrata*), 7 Ményanthe trifolié (*Menyanthes trifoliata*), 8 Carex à fruits velus (*Carex lasiocarpa*), 9 Comaret des marais (*Potentilla palustris*), 10 Gazon flottant avec sphaignes (*Sphagnum* sp.), 11 Myriophylles (*Myriophyllum* sp.), 12 Roseau (*Phragmites australis*), 13 Massette à larges feuilles (*Typha latifolia*), 14 Jonc des tonneliers (*Scirpus lacustris*).

Source: WILDERMUTH (1976)

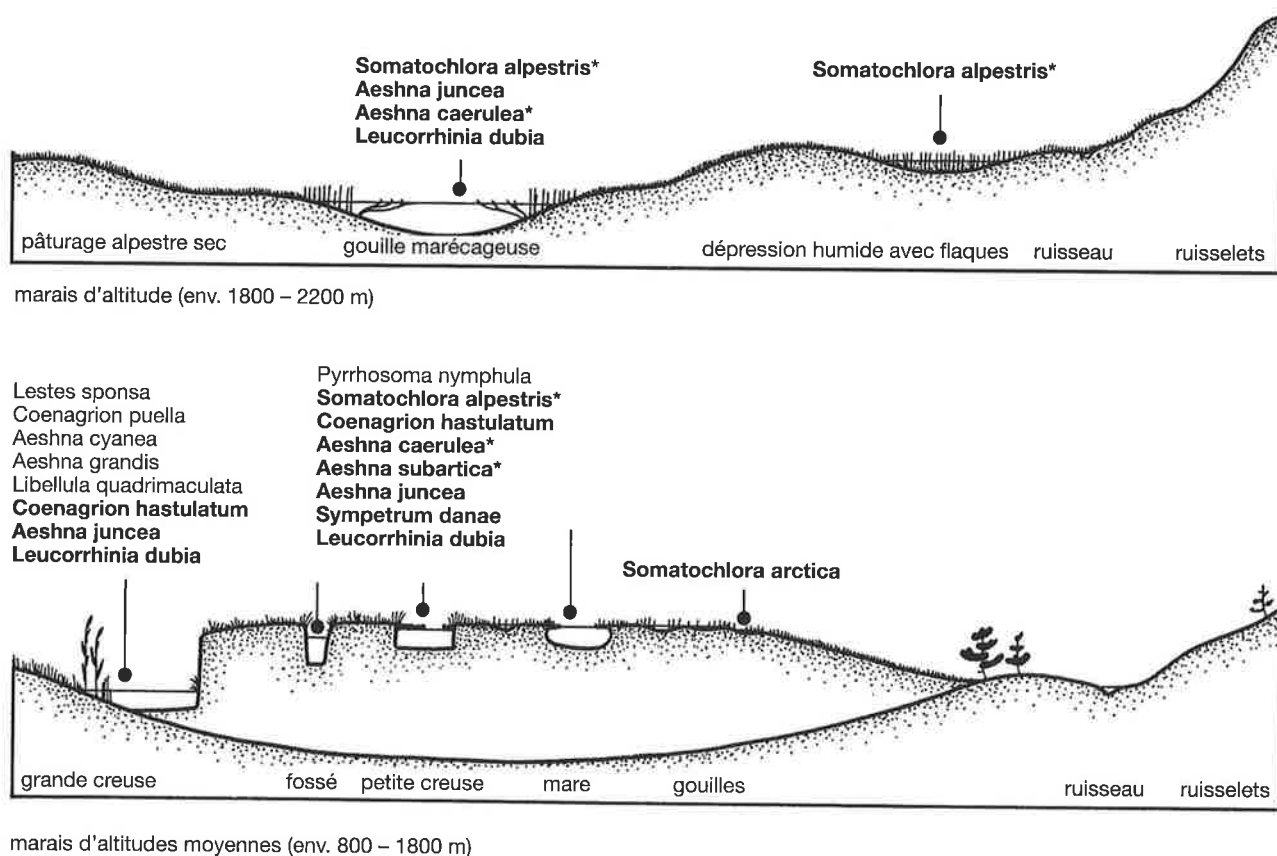


Fig. 5: Schéma simplifié de répartition des libellules spécifiques des pièces d'eau des marais en Suisse.

En gras: Espèces dont l'aire de répartition se situe principalement dans les marais.

* = seulement dans les Alpes. Les autres spécificités régionales de la faune ne sont pas prises en considération. Pour les noms scientifiques des libellules, voir MAIBACH / MEIER, 1987.

Source: Schéma de l'auteur

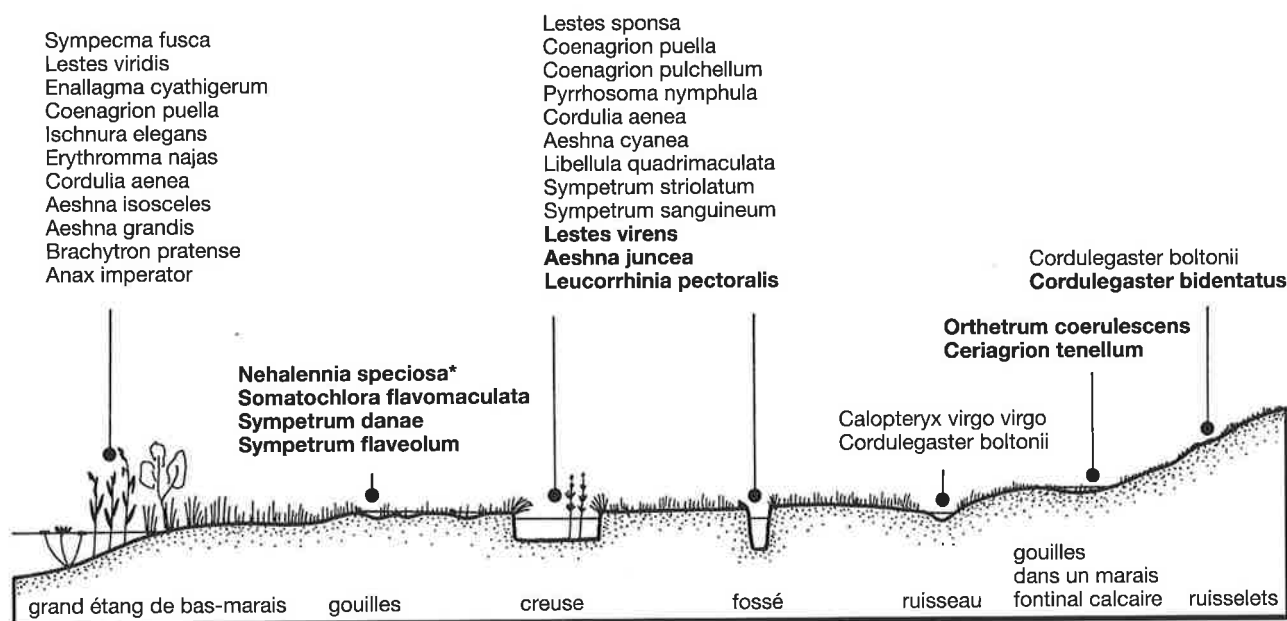
té faunistique est la plus grande dans les creuses du Plateau riches en substances nutritives et n'abritant pas de poissons, pour autant qu'elles ne soient pas eutrophisées (voir encadré).

2.6 Fossé (fossé de drainage)

Entaille artificielle, généralement linéaire, dans le sol tourbeux, servant au drainage. Dans les prés à litière, l'eau était autrefois retenue pour favoriser la croissance de la végétation et on la laissait s'écouler avant de faucher.

2.7 Bas-marais inondé

Les associations végétales proches de la nappe phréatique, comme les marais à carex élevé (*Caricetum elatae*), les marais à choin (*Primulo-Schoenetum*) et les marais à marisque (*Cladietum marisci*), passent en général une partie de l'année sous l'eau (voir fig. 3). Sur les rives des



marais de basses altitudes (env. 400 – 800 m)

lacs, elles peuvent être régulièrement inondées. L'eau libre et peu profonde est neutre, voire légèrement basique. Elle renferme des carbonates et des substances nutritives. Ces habitats aquatiques particuliers sont devenus très rares en Suisse par suite de la régulation du niveau des lacs. Dans le Bodan (Wollmatinger Ried), 43 espèces de libellules ont été recensées dans de telles eaux périodiques (SCHMIDT, 1990). Cela correspond à plus de la moitié des espèces d'Europe centrale, dont quelques spécialistes qui figurent pour la plupart sur les listes rouges (DUELLI, 1994).

Parmi les insectes caractéristiques de ces prairies se trouve le sympétrum à l'abdomen déprimé (*Sympetrum depressiusculum*), qui compte, comme nombre des espèces animales citées, parmi les spécialistes de ces stations devenues rares.

2.8 Ruisselet fontinal

Ecoulement étroit, souvent de la largeur d'une main et fréquemment ramifié, d'eau de source dans un marais de pente. Les bords des ruis-

selets sont colonisés par une végétation hygrophile souvent riche en mousse. De tels groupements fontinaux se distinguent dans la composition de leurs espèces selon que l'eau s'écoule de sols calcaires ou siliceux. L'eau est toute l'année fraîche, soumise à de faibles variations de température et mal, voire très mal oxygénée.

Les ruisselets fontinaux sont pauvres en espèces, mais habités par des spécialistes, en particulier lorsque l'eau ne renferme pas d'ions calcaires et de bicarbonates.

Les suintements sur sous-sol calcaire sont couverts de cratoneurum changé (*Cratoneurum commutatum*). Le saxifrage faux aizoon (*Saxifraga aizoides*) et les grassettes (*Pinguicula sp.*) s'installent sur du tuf calcaire, sur les bords des ruisselets souvent couverts d'une végétation éparse. Dans les Alpes centrales sur roche siliceuse, les groupements fontinaux sont principalement constitués de mousses (*Bryum schlei-cheri*) ou de cardamine amère (*Cardamine amara*).

Un animal étonnant des eaux riches en sels minéraux est la larve du cordulégastre bidenté (*Cordulegaster bidentatus*), qui se nourrit principalement de gammarus ou crevettes d'eau douce (*Gammarus*).

2.9 Source en flaque

Source dont l'eau, fraîche toute l'année, s'amoncelle à sa sortie du sol dans une dépression en forme de bassin et s'écoule en surface. Les sources en flaque se situent généralement au pied d'une pente, dans une dépression de terrain et parfois au milieu d'une cuvette maréca-geuse.

2.10 Ruisseau de marais

Petit cours d'eau traversant un marais. Si la pente est faible, il se forme des méandres avec des bords érodés et instables. L'eau peut provenir en tout ou en partie du marais et être de ce fait colorée en brun. La teneur en substances nutritives et l'acidité découlent de l'origine de l'eau.

Parmi les libellules, une des espèces caractéristiques est le cordulégastre annelé (*Cordulegaster boltoni*). D'autres espèces de libellules peuvent s'y installer, comme le caloptéryx vierge (*Calopteryx virgo*), ainsi que différentes espèces de trichoptères, d'éphémères et de plécoptères. En outre, le chrysope (*Osmylus chrysops*) passe sa phase larvaire dans les rives boueuses des ruisselets.

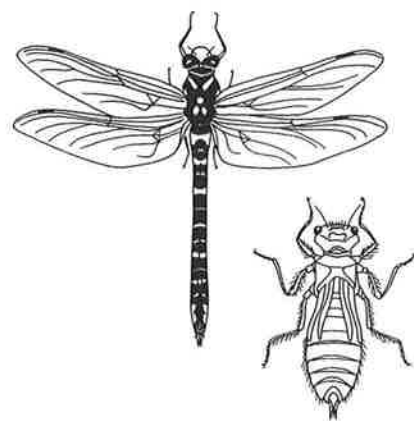
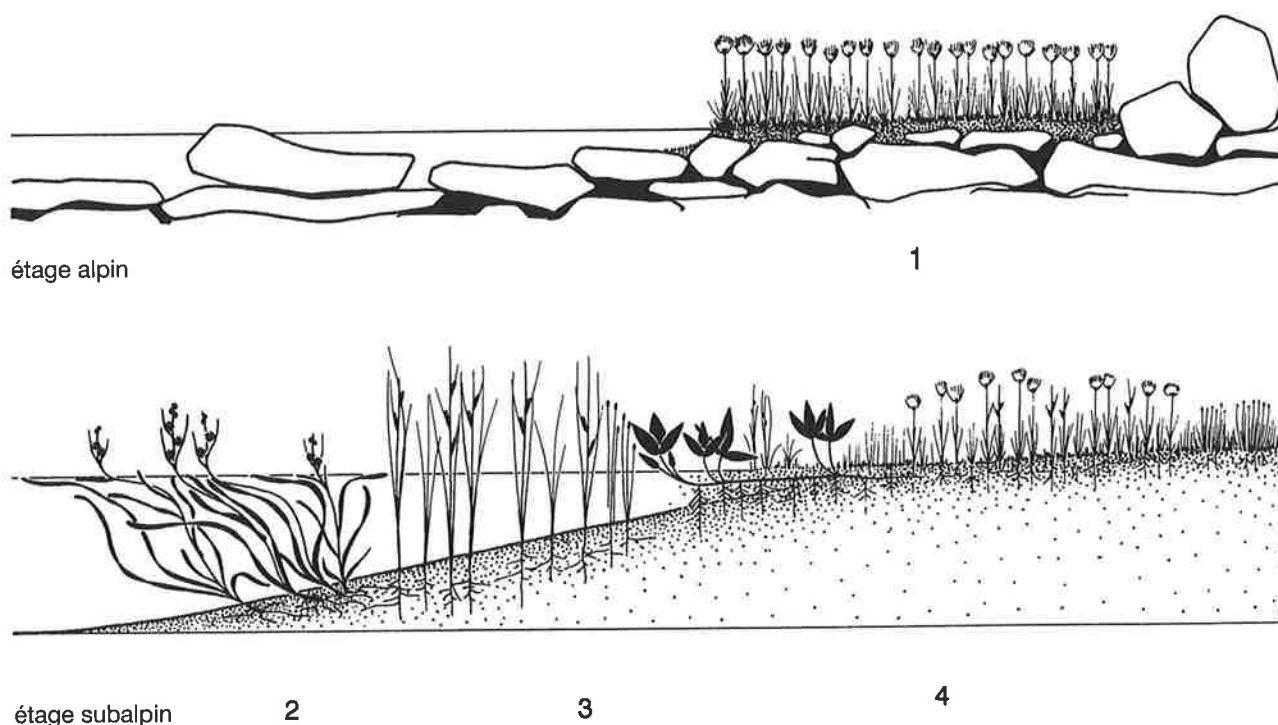


Fig. 6: Cordulégastre annelé (*Cordulegaster boltonii*) avec larve.
Source: Schéma de l'auteur



2.11 Gouille marécageuse d'altitude

Petite dépression des étages subalpin ou alpin inférieur, dans laquelle l'eau atmosphérique s'est accumulée et dont les bords sont couverts de végétation marécageuse. Le fond est constitué de vase organique. De telles pièces d'eau peuvent se rencontrer en dehors de marais, au milieu de pâturages secs. L'eau est acide, pauvre en substances nutritives et en calcium, même si la dépression étanche repose sur une roche calcaire.

Les gouilles marécageuses d'altitude possèdent une flore particulière. Dans les dépressions de forme régulière, il se crée plusieurs ceintures de végétation concentriques. Les zones les plus profondes sont couvertes d'une dense végétation de rubanier à feuilles étroites (*Sparganium angustifolium*), auquel s'associe fréquemment la callitriche des marais (*Callitriche palustris*). Suit, en direction de la rive, une ceinture de linaigrette de Scheuchzer (*Eriophorum scheuchzeri*), particulièrement remarquable à l'époque de la fructification, avec ses toupets blancs, puis une ceinture de carex brun (*Carex nigra*). La succession n'est cependant pas toujours la même. La linaigrette peut être remplacée par de denses populations de carex renflé (*Carex rostrata*). A l'étage alpin, la linaigrette se rencontre souvent aussi seule (Fig. 7).

Les gouilles marécageuses des étages subalpin et alpin renferment relativement peu d'espèces animales, mais celles-ci sont typiques. Dans les gouilles des tourbières d'altitude, ce sont l'aeschne des joncs

Fig. 7: Profil de végétation à travers la zone d'atterrissement de deux étangs aux étages subalpin et alpin. 1 Marais à linaigrette de Scheuchzer (*Eriophorum scheuchzeri*), 2 Ceinture de rubanier à feuilles étroites (*Sparganium angustifolium*), 3 Ceinture de carex renflé (*Carex rostrata*), héléocharis (*Eleocharis* sp.) et ményanthe trifolié (*Menyanthes trifoliata*), 4 Marais à carex brun avec linaigrette de Scheuchzer puis, plus à l'intérieur des terres, trichophore gazonnant (*Scirpus cespitosus*). Source: WILDERMUTH (1978)

(*Aeshna juncea*), la cordulie des Alpes (*Somatochlora alpestris*) et la leucorrhine douteuse (*Leucorrhinia dubia*). Les amphibiens les plus fréquents sont la grenouille rousse (*Rana temporaria*) et le triton alpestre (*Triturus alpestris*).

3 IMPORTANCE DES PETITS BIOTOPES AQUATIQUES DU POINT DE VUE DE LA PROTECTION DU PAYSAGE ET DES ESPECES

Les biotopes aquatiques des marais sont des portions de paysage auxquelles beaucoup de gens sont sensibles. Les étangs alpins couverts de linaigrette ou les creuses habillées de tapis de nénuphars en fleurs exercent un attrait similaire. Leur valeur esthétique dans le paysage est indiscutable. Les biotopes aquatiques des marais comptent par conséquent au nombre des éléments précieux des sites marécageux. Comme ils sont à la base de l'existence d'un grand nombre d'espèces rares et menacées, ils revêtent une grande importance pour la protection des espèces. Cela est également vrai pour les eaux minuscules, comme les gouilles, les ruisselets et les dépressions périodiquement inondées. Elles constituent l'habitat exclusif ou principal de nombreux spécialistes végétaux et animaux. Avec la diminution des zones humides de la Suisse, ces espèces sont devenues si rares qu'il a fallu les inscrire sur les listes rouges (voir LANDOLT, 1991; DUELLI, 1994). Pour des raisons de protection des espèces, il est indispensable d'accorder davantage d'attention à ces habitats minuscules.

4 MENACE ET PROTECTION

Outre les menaces générales pesant sur les marais par drainage, extraction de tourbe, tourisme, etc., il existe quelques dangers spécifiques pour les petits biotopes aquatiques:

- Les creuses et les petites dépressions de terrain sont fréquemment comblées par des déchets (p.ex. foin en décomposition) ou de la terre, souvent dans l'intention d'aplanir le sol pour faciliter la fauche mécanique de la litière.

- Les creuses situées dans de petits marais sont parfois plantées de nénuphars rouges, peuplées de poissons rouges et bordées de bancs pour les promeneurs. La conséquence en est une perturbation de la biocénose naturelle. Ces "étangs décoratifs" attirent le public, entraînant des dommages permanents à la végétation environnante.
- Ces pièces d'eau sont totalement détruites lorsqu'elles sont transformées en mares à canards.
- Les engrais s'écoulant des environs peuvent perturber les petits biotopes aquatiques non seulement dans les zones marginales, mais aussi au milieu des marais, lorsqu'ils sont en liaison avec des fossés de drainage et d'autres cours d'eau.
- Les travaux d'entretien peuvent également causer des dégâts considérables à la flore et à la faune lorsque les fossés de drainage sont nettoyés sur toute leur longueur en une seule fois, à la machine, de façon exagérément profonde.
- Des modifications durables de l'approvisionnement en substances nutritives, et par conséquent de la faune et de la flore, peuvent survenir lorsque les matériaux extraits des fossés de drainage ou des creuses atterries sont entassés ou éparpillés sur la surface du marais.
- Lorsque, dans un marais de pente, les ruisselets fortement ramifiés sont dérivés en un ruisseau commun pour faciliter la fauche de la litière, cela a des conséquences fatales pour la communauté des groupements fontinaux.
- Lorsque le bétail utilise les gouilles des alpages comme abreuvoirs, des dommages dus au piétinement apparaissent dans la zone d'atterrissement.

Habituellement, les petits biotopes aquatiques seront protégés globalement avec l'ensemble de la surface du marais (y.c. zones-tampon). Ils feront l'objet d'une protection particulière à l'intérieur des sites marécageux, lorsqu'ils se trouvent en dehors des biotopes marécageux.

Des mesures de protection individuelle sont tout au plus indiquées là où des gouilles de type marécageux se trouvent isolées et disséminées dans les alpages à exploitation intensive ou quand des fossés de drainage et des ruisseaux ont leur origine à l'extérieur du marais. S'il s'agit d'eau chargée de substances nutritives, il convient de neutraliser l'apport. Si cela n'est pas possible, il faut veiller par des mesures techniques à ce que l'eau chargée ne puisse pénétrer dans la surface de marais et de là dans les gouilles et les creuses.

Vous trouverez d'autres indications sur la protection, l'entretien et la création de petits biotopes aquatiques dans le volume 2, chapitre 2.1.

BIBLIOGRAPHIE

DUELLI, P. (1994): Listes rouges des animaux menacés de Suisse. Liste rouge de l'OFEFP, Berne, 93 p.

LANDOLT, E. (1991): Plantes vasculaires menacées en Suisse – listes rouges nationale et régionales. Liste rouge de l'OFEFP, Berne, 183 p.

MAIBACH, A. & C. MEIER (1987): Atlas de distribution des libellules de Suisse (Odonata). Doc. faun. Helv. 4, 231 p.

SCHMIDT, B. (1990): Faunistisch-ökologische Untersuchungen zur Libellenfauna (Odonata) der Streuwiesen im NSG Wollmatingerried bei Konstanz. Naturschutzforum 3/4: 39-80.

STERNBERG, K. (1990): Autökologie von sechs Libellenarten der Moore und Hochmoore des Schwarzwaldes und Ursachen der Moorbinding. Diss. Univ. Freiburg i.Br.

WILDERMUTH, H. (1976): Der Pfäffikersee. Druckerei Wetzikon AG, Wetzikon, 144 S.

WILDERMUTH, H. (1978): Natur als Aufgabe. Schweiz. Bund für Naturschutz, Basel, 298 S.

ADRESSE DE L'AUTEUR

PD Dr H. Wildermuth
Haltbergstrasse 435
8630 Rüti

TRADUCTION

Yves Berger
Ingénieur forestier EPFZ / SIA
Chemin Montant 14
2017 Boudry

Manuel
Conservation des marais
en Suisse 1
1/1995

Importance et entretien du roseau

3.3.3

1 CARACTERISTIQUES DU ROSEAU

Le roseau (*Phragmites australis*) appartient à la famille des graminées et peut atteindre sur les berges des lacs suisses, selon les conditions stationnelles, une hauteur de 2 à 4 m. Son rhizome forme un système de stolons très ramifié de plusieurs mètres de longueur (BINZ-REIST, 1989). Il se multiplie presque exclusivement de façon végétative par les pousses des rhizomes. De nombreuses graines capables de germer sont certes produites, mais elles ne se développent en plantules de roseau capables de survivre que dans des conditions particulièrement favorables, à l'abri de la concurrence. Le roseau colonise des stations très diverses jusqu'à plus de 1'900 m d'altitude. Les conditions optimales permettant au roseau de former des peuplements purs sont caractérisées par un bon à très bon apport de substances nutritives, une humidité ou une submersion permanente et la pleine lumière. Les tiges possèdent entre l'extrémité de la tige et les racines des cavités tubulaires qui l'approvisionnent en oxygène.

Au printemps, les bourgeons formés l'année précédente sur le rhizome donnent de nouvelles tiges qui se distinguent par une forte croissance en longueur (jusqu'à 4,5 cm par jour). En automne, les substances nutritives se retirent en grande partie des tiges dans le rhizome et la partie aérienne de la plante meurt. Une partie des tiges sèches de roseau, fortement imprégnées d'acide silicique, restent encore debout 2 à 3 ans.

2 PEUPLEMENTS DE ROSEAU

Les roselières forment la végétation riveraine naturelle au bord de nombreux lacs et cours d'eau, ce qui permet de distinguer les roselières de lacs et d'étangs des roselières de rivières et de fleuves. Elles sont distinctes des roselières terrestres.

Le centre d'une roselière est constitué le plus souvent par une "monoculture" de roseau, une espèce presque cosmopolite. Les deux espèces de massettes (*Typha angustifolia*, *Typha latifolia*) peuvent aussi dominer (ELLENBERG, 1996). Au bord des cours d'eau, l'alpiste roseau (*Phalaris arundinacea*) est fréquent. Les roselières comprennent encore différents groupements végétaux (p. ex. jonchère à jonc des tonneliers, groupement à grande glycérie), mais en Suisse c'est la roselière qui est la plus répandue (cf. volume 1, contribution 2.2.5).

Au bord de nombreux lacs suisses, un recul des peuplements de roseau a été constaté ces dernières décennies. Actuellement, les peuplements semblent s'être à nouveau stabilisés en différents endroits où des mesures ont été prises pour leur protection. D'autre part le roseau se répand toujours plus au détriment de la végétation de bas-marais dans les stations assez sèches, ce qui se traduit en différents lieux par un véritable envahissement par le roseau (cf. paragraphe 4).



Fig. 1: peuplement de roseau dans la zone d'atterrissement d'un petit biotope aquatique.
Foto : M.F. Broggi

3 BIOCENOSE DE LA ROSELIERE

Les peuplements de roseau sont pauvres en phanérogames. Mais, pour la biomasse, ils font partie des communautés végétales les plus productives des régions tempérées. Ils constituent la base alimentaire directe ou le biotope d'espèces animales et végétales en relation les unes avec les autres dans un même réseau trophique.

Pour la faune, les roselières de lacs et d'étangs sont importantes (BLAB, 1986), alors que le roseau n'a qu'une importance bien plus modeste dans le secteur terrestre des milieux humides. En raison de sa tige de plus faible diamètre et/ou solidité, le roseau terrestre n'offre pas d'habitat convenable à de nombreux habitants de la roselière. La fauche automnale fréquente ne laisse pas subsister les vieilles tiges de roseau comme lieu d'hivernage. Enfin, la plupart du temps, la liaison directe avec l'eau libre, décisive pour de nombreux habitants des roseaux, fait défaut (OSTENDORP, 1993).

3.1 Utilisation du roseau et de son revêtement

Comme le roseau est fortement imprégné d'acide silicique, il ne peut être directement utilisé comme source de nourriture que par quelques spécialistes, principalement des insectes. Le roseau ne constitue une base alimentaire que pour de rares mammifères comme le rat musqué (*Ondatra zibethicus*), le ragondin (*Myocastor coypus*) ou le campagnol terrestre (*Arvicola terrestris*) et oiseaux comme la foulque (*Fulica atra*) (HÜRLIMANN, 1951; OSTENDORP, 1993). Dans le cadre de tentatives de pâture extensive de surfaces humides, il s'est avéré que les toutes jeunes tiges de roseau surtout pouvaient aussi être mangées par les races robustes de bovins (p. ex. les vaches écossaises) et les chevaux (WALTHER, 1994).

Il existe en revanche toute une série d'espèces d'insectes végétariens qui rongent fréquemment la paroi de la tige des roseaux en croissance, se nourrissent de la moelle de la tige pendant l'été et hivernent ensuite dans les tiges desséchées. Il s'agit de différentes espèces de Cécidomyi-dés, de Cloropidés et de papillons (surtout des familles des Noctuidés, des Cossidés et des Pyralidés). Les galles en forme de cigare sont une image fréquente de parasitisme. Les roseaux servent aussi de source de nourriture pendant la période de végétation à de nombreux autres "suceurs de la sève des feuilles" (notamment des pucerons, des cicadelles et des espèces de cochenilles et d'acariens).

La couche d'algues sous la surface de l'eau est de plus "broutée" par une multitude d'animaux aquatiques (des ciliés aux petits crustacés, aux escargots et aux larves d'insectes).

3.2 La roselière comme quartier d'hiver des invertébrés

Les vieilles tiges de roseau constituent un lieu d'hivernage apprécié des invertébrés. NEUMANN / KRÜGER (1991) ont ainsi trouvé dans les tiges mortes de roseau brisées par le vent quelque 24 espèces différentes d'insectes et d'araignées. Les cavités de la tige de roseau offrent un site d'hivernage relativement sec, protégé de l'immersion et du gel. Les espèces sensibles au froid peuvent aussi hiverner dans les tiges creuses et remplies d'air sous la surface de l'eau et profiter ainsi du pouvoir-tampon thermique de l'eau. De nombreux Arthropodes - cloportes, acariens, araignées et surtout carabes et staphylins - s'installent pour l'hiver et gagnent au printemps les herbes ou le sol du voisinage. En été, les tiges mortes servent aussi d'abri diurne à quelques espèces animales comme l'araignée *Clubiona phragmites*.

3.3 La roselière comme lieu d'alimentation

Les consommateurs primaires présents dans les peuplements de roseau sont à leur tour la proie d'araignées, de larves de guêpes, de coléoptères, de poissons, d'oiseaux et de mammifères insectivores. La diversité des espèces de prédateurs vivant dans l'eau (vers, sangsues, petits crustacés, larves de moustiques, hydracariens) est nettement supérieure à celle des animaux chassant sur les tiges non submergées de roseau.

Les oiseaux recherchent de façon ciblée les larves forant les tiges des papillons, des Cécidomyidés et des Cloropidés. De plus, on trouve entre les tiges et la litière sur le sol une importante quantité d'Arthropodes qui offrent une nourriture abondante au rouge-gorge, au troglodyte, à l'accenteur mouchet et au bruant des roseaux (NEUMANN / KRÜGER, 1991).

En hiver, avec leur riche population d'Arthropodes en hivernage, les tiges de roseau représentent une source de nourriture importante pour les passereaux insectivores. Jusqu'à 20% des tiges occupées par les insectes peuvent être visitées, surtout par la mésange bleue et par la mésange charbonnière (FRÖMEL, 1980). Les graines sont aussi consommées par les oiseaux en hiver (p. ex. mésange à moustache).

3.4 Les oiseaux dans les roseaux

De tous les organismes qui vivent dans la roselière, les oiseaux sont les mieux étudiés.

Les zones de roseaux représentent un lieu de nidification important pour une multitude d'espèces d'oiseaux. Les critères déterminants pour le choix de l'emplacement du nid sont notamment la surface du peuplement de roseau, le type d'environnement, la structure du roseau (roseaux vieux/jeunes, denses/clairsemés, purs/mélangés à d'autres espèces) et la diversité de l'habitat.

C'est ainsi que de nombreuses espèces ne nichent que dans les roseaux hauts et denses et certaines de préférence dans des peuplements de roseaux vieux de plusieurs années (p. ex. le râle d'eau et la marouette poussin). Certaines espèces (les rousserolles turdoïde et effarvate) utilisent directement les vieux roseaux pour y suspendre leur nid. Des espèces menacées de disparition en Suisse sont aussi liées aux vieux peuplements denses de roseau: le butor blongios, le héron pourpré et le busard des roseaux.

De nombreuses autres espèces ne sont pas inféodées aux peuplements de roseau, mais s'y rencontrent de préférence (p. ex. la poule d'eau, la foulque macroule, le grèbe huppé, le grèbe à cou noir et différentes espèces de canards; OLBERG, 1952).

De plus, les environs peuvent être déterminants pour le choix de l'emplacement du nid en raison de la nourriture offerte, p. ex. pour le bruant des roseaux. Cette espèce ne niche que dans les ceintures de roseau en bordure d'une zone marécageuse (SCHIESS, 1989).

Les peuplements de roseau hébergent aussi différentes espèces qui viennent s'y nourrir et n'y séjournent que sporadiquement. Il s'agit notamment du héron cendré qui chasse les poissons entre les tiges ou différentes espèces d'hirondelles qui chassent les insectes sur les roseaux. Lors de leur migration, de nombreuses espèces utilisent les roseaux pour dormir ou se reposer (p. ex. l'étourneau, la bergeronnette grise).

4 LES PEUPELEMENTS TERRESTRES DE ROSEAU ET L'ENVAHISSEMENT DES BAS-MARAIS PAR LE ROSEAU

Le roseau atteint certes sa vitalité optimale dans les roselières, c.-à-d. avec une humidité ou une submersion constante et passe pour une espèce de la roselière. Pourtant l'espèce est largement répandue dans de nombreux autres types de milieux humides, à savoir les bas-marais, les hauts-marais et les prairies marécageuses, comme en témoignent les anciennes études de la végétation. Mais dans les dernières décennies, on a observé des tiges de roseau dans différents milieux humides de Suisse sur des surfaces auparavant dépourvues de roseaux, ainsi qu'un accroissement de la densité des tiges sur des surfaces déjà colonisées par le roseau. Cet envahissement par le roseau a pu être prouvé par MARTI / MÜLLER (1993) par comparaison avec une cartographie de 1976 pour un choix de bas-marais zurichois. Elles constatèrent un accroissement de la densité des roseaux dans 33% des objets et une décroissance dans seulement 5%.

Le facteur décisif pour la présence du roseau en milieu terrestre (c.-à-d. non submergé en permanence) est son pouvoir concurrentiel face aux autres espèces des milieux humides. Il est déterminé par l'apport d'éléments nutritifs et d'eau et par l'exploitation. Le roseau pénètre surtout dans les milieux eutrophes (GÜSEWELL / KLÖTZLI, 1998; BRÜLISAUER / KLÖTZLI, 1998; GÜSEWELL / EDWARDS, 1999), surtout en l'absence de fauche ou en cas de fauche automnale tardive (BRIEMLE / ELLENBERG, 1994). En revanche, le niveau de la nappe phréatique ou la valeur pH du sol ne jouent apparemment aucun rôle significatif dans les bas-marais de Suisse présentant une tendance à l'envahissement par le roseau (BRÜLISAUER / KLÖTZLI, 1998).

Seul ou avec les hautes herbes fréquentes dans les surfaces envahies par le roseau, ce dernier influence la composition spécifique de ces surfaces. Les surfaces envahies par le roseau hébergent en général davantage d'espèces supportant l'ombre, moins d'espèces de la Liste rouge ou typiques des marais (GÜSEWELL / KLÖTZLI, 1998). Les surfaces fortement envahies par le roseau sont le plus souvent dominées par la laïche fausse laïche aiguë (*Carex acutiformis*), la reine des prés (*Filipendula ulmaria*) et quelques espèces des prairies marécageuses et sont en général très pauvres en espèces (cf. fig. 2). Pour cette raison, l'envahissement de surfaces de bas-marais par le roseau n'est pas souhaité. En revanche, une densité moyenne du roseau (moins de 200 g/m²) ne semble pas avoir d'influence significative sur

les autres espèces, même lorsque le roseau domine nettement la végétation à la fin de l'été. Cela résulte vraisemblablement du développement relativement tardif du roseau au printemps, ce qui n'influence guère les conditions de lumière jusqu'en été dans les surfaces moyennement envahies par le roseau (GÜSEWEL / EDWARDS, 1999).

Espèces sur 4 m²

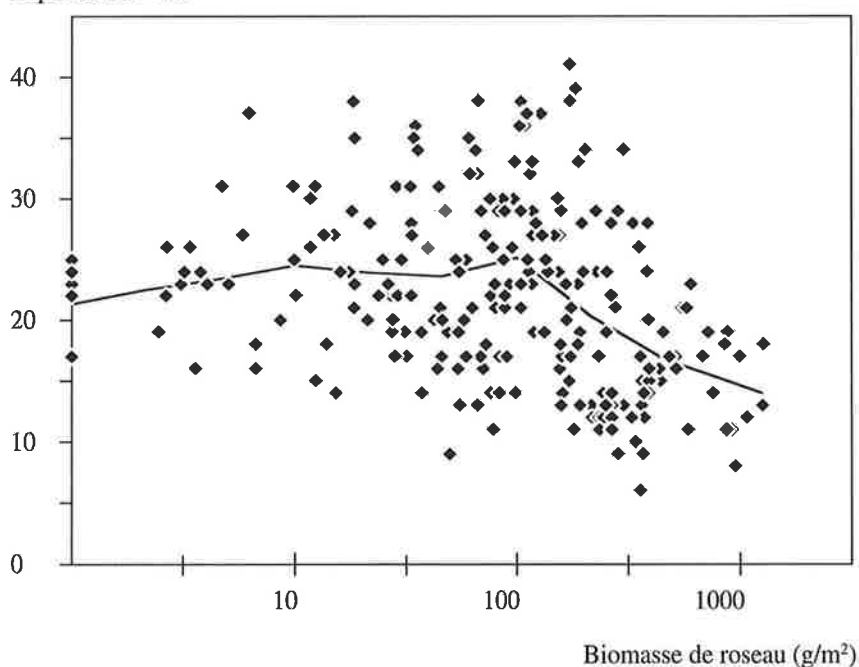


Fig. 2: Nombre d'espèces sur 240 quadrats dans des bas-marais des environs de Zurich en relation avec la biomasse aérienne du roseau. La ligne relie les valeurs moyennes (calculées après subdivision de l'abscisse en 10 sections égales).

5 PROPOSITIONS POUR LA COUPE DU ROSEAU

5.1 Peuplements de roseau

Concernant les effets de la fauche sur les espèces d'insectes forant les tiges, les affirmations sont contradictoires. Seul le noctuidé *Archanara geminipunctata* est complètement éliminé par la coupe du roseau. D'autres espèces ne sont guère influencées et d'autres réagissent différemment en fonction de la station (KAMPICHLER et al., 1994). La fauche comme moyen de lutte contre le dépérissement du roseau du côté des eaux observé en de nombreux endroits est controversée.

En revanche, certains principes sont connus qu'il faut respecter lors d'une coupe des roseaux.

- La fauche des peuplements de roseau doit être effectuée en tenant compte des intérêts de différents groupes d'espèces (exigences différentes quant à la nourriture et au biotope de différentes espèces animales). La fauche doit se faire par secteurs, comme le recommandent de nombreux auteurs (FRANZ, 1989; BLAB, 1986; EGLOFF, 1984). L'objectif est une roselière bien structurée avec des secteurs à roseaux vieux de plusieurs années. Il faut donc renoncer à la fauche complète de peuplements étendus de roseau.

- Pour les surfaces de roseau de quelque étendue, des plans d'entretien sont nécessaires qui permettent une structuration adaptée à l'objet. Ils possèdent une composante spatiale (quels secteurs sont fauchés ?) et une composante temporelle (quand et à quels intervalles ?). Ils doivent assurer une diversité élevée, une mise en réseau et une taille suffisantes des différentes surfaces.

- En général, les mesures d'entretien devraient se cantonner au côté terrestre de la ceinture de roseau.

- Les surfaces sont fauchées de préférence sur sol gelé et avec des faucheuses à pression mécanique aussi faible que possible.

- Dans l'intérêt de la faune, il faut complètement renoncer au brûlis des peuplements de roseau.

5.2 Bas-marais et prairies marécageuses envahies par le roseau

Comme mesure de lutte contre l'envahissement par le roseau de bas-marais et de prairies marécageuses régulièrement fauchés en automne, on recommande en général d'avancer la date de fauche ou, si l'on conserve la fauche automnale, d'effectuer une fauche précoce supplémentaire (p. ex. en juin) (EGLOFF, 1984; cf. volume 2, contribution 1.1.2). Mais ces mesures ne sont au mieux couronnées de succès qu'à moyen ou long terme (cf. fig. 3).

La fauche plus précoce ou supplémentaire enlève certes au roseau davantage de substances nutritives, mais la concurrence des autres espèces est aussi réduite, et, en cas d'offre suffisante en substances nutritives, les pertes peuvent apparemment être compensées pendant un certain temps par un prélèvement supérieur de substances nutritives ou par les réserves souterraines. C'est pourquoi les essais de courte durée (moins de 5 ans) ne présentent le plus souvent aucun effet de la fauche (ROWELL et al., 1985; EGLOFF, 1986; GÜSEWELL, 1998). L'étude des effets à long terme doit être poursuivie. On peut tout de même déjà en déduire les premières recommandations:

Biomasse de roseau à fin juin (g/m^2)

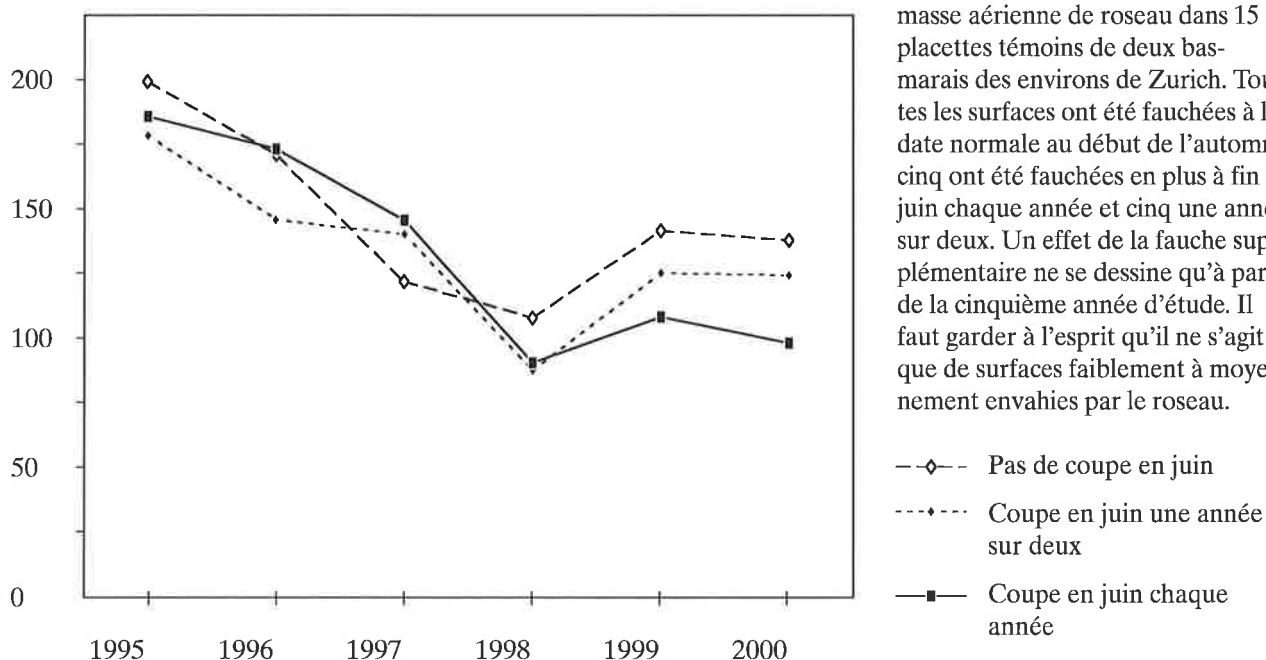


Fig. 3: Développement de la biomasse aérienne de roseau dans 15 placettes témoins de deux bas-marais des environs de Zurich. Toutes les surfaces ont été fauchées à la date normale au début de l'automne, cinq ont été fauchées en plus à fin juin chaque année et cinq une année sur deux. Un effet de la fauche supplémentaire ne se dessine qu'à partir de la cinquième année d'étude. Il faut garder à l'esprit qu'il ne s'agit que de surfaces faiblement à moyennement envahies par le roseau.

- ◇— Pas de coupe en juin
- ◇--- Coupe en juin une année sur deux
- Coupe en juin chaque année

■ Dans les cas où un fort envahissement par le roseau résulte de l'absence de fauche pendant plusieurs années, il suffit souvent de reprendre la coupe annuelle pour rétablir une densité modérée de roseaux (GRYSEELS, 1989; BRIEMLE / ELLENBERG, 1994; GÜSEWELL et al., 2000).

■ Les essais de fauche à long terme dans les bas-marais faiblement envahis par le roseau au bord du lac de Neuchâtel ont montré que dans des conditions oligotrophes un accroissement de la densité du roseau est exclu quelle que soit l'exploitation et qu'une fauche hivernale suffit pour contrôler le roseau (GÜSEWELL et al., 2000). Par conséquent, pour influencer l'envahissement par le roseau, une réduction de l'apport en substances nutritives devrait être déterminante dans tous les cas. Mais, là aussi, il s'agit d'une mesure dont on ne peut attendre d'effet qu'à long terme.

■ Pour lutter à court terme contre le roseau, la pâture par des chevaux ou des vaches de races robustes pourraient s'avérer la mesure la plus efficace, car ces animaux mangent justement de préférence les jeunes tiges de roseau et ainsi les endommagent en les broutant et en les piétinant (cf. WALTHER, 1994). De tels essais sont menés en Suisse depuis 1996.

BIBLIOGRAPHIE

- BLAB, J. (1986): Grundlagen des Biotopschutzes für Tiere. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, Heft 24, Kilda-Verlag, 257 p.
- BINZ-REIST, H.R. (1989): Mechanische Belastbarkeit natürlicher Schilfbestände durch Wellen, Wind und Treibzeug. Veröff. Geobot. Inst. ETH 101, 536 p.
- BRIEMLE, G. / ELLENBERG, H. (1994): Zur Mahdverträglichkeit von Grünlandpflanzen. Natur Landschaft 69: 139-147.
- BRÜLISAUER, A. / KLÖTZLI, F. (1998): Habitat factors related to the invasion of reeds (*Phragmites australis*) into wet meadows of the Swiss Midlands. Z. Ökol. Natursch. 7: 125-136.
- EGLOFF, T. (1984): Richtlinien zur Bewirtschaftung und Pflege von Riedern und Mooren im Sinne des Naturschutzes. Schweizerischer Bund für Naturschutz, 55 p.
- EGLOFF, T. (1986): Auswirkungen und Beseitigung von Düngungseinflüssen auf Streuwiesen. Eutrophierungssimulation und Regenerationsexperimente im nördlichen Schweizer Mittelland. Veröff. Geobot. Inst. ETH 89: 1-183.
- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen - in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 5e éd., 1095 p.
- FRANZ, D. (1989): Zur Bedeutung flussbegleitender Schilf-/Brennnessel- und Gebüschstreifen für die Vogelwelt und deren Gefährdung durch Mahd. Schriftenreihe Bayer. Landesamt für Umweltschutz, Heft 92, Munich, Beiträge zum Artenschutz 8: 61-69.
- FRÖMEL, R. (1980): Die Verbreitung im Schilf überwinternder Arthropoden im westlichen Bodenseegebiet und ihre Bedeutung für die Vögel. Die Vogelwarte 30: 218-254.
- GRYSEELS, M. (1989): Nature management experiments in a derelict reedmarsh. II. Effects of summer mowing. Biol. Cons. 48: 85-99.
- GÜSEWELL, S. (1998): Does mowing in summer reduce the abundance of *Phragmites australis* in fen meadows? Bull. Geobot. Inst. ETH 64: 23-35.
- GÜSEWELL, S. / KLÖTZLI, F. (1998): Abundance of common reed (*Phragmites australis*), site conditions and conservation value of fen meadows in Switzerland. Acta Bot. Neerl. 47: 113-129.
- GÜSEWELL, S. / EDWARDS, P. (1999): Shading by *Phragmites australis*: a threat for species-rich fen meadows? Appl. Veg. Sci. 2: 61-70.
- GÜSEWELL, S. / LE NEDIC, C. / BUTTLER, A. (2000): Dynamics of common reed (*Phragmites australis* Trin.) in Swiss fens with different management. Wetlands Ecology and Management 8/4.
- HÜRLIMANN, H. (1951): Zur Lebensgeschichte des Schilfs an den Ufern der Schweizer Seen. Pflanzengeographische Kommission der Schweizerischen naturforschenden Gesellschaft, Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz, Heft 30, Verlag Hans Huber, Berne, 225 p.
- KAMPICHLER, CH. / MISSLINGER, B. / WAITZBAUER, W. (1994): Der Einfluss des Schnitts auf die endophage Fauna des Schilfes (*Phragmites australis*). Z. Ökologie u. Naturschutz 3 (1994): 1-9.
- MARTI, K. / MÜLLER, R. (1993): Überprüfung des Pufferzonen-Schlüssels der BFÖ (1986) auf seine Wirksamkeit in der Praxis. Bericht zuhanden des Amtes für Raumplanung des Kantons Zürich.
- NEUMANN, D. / KRÜGER, M. (1991): Schilfhalm im Winter - Überwinterungsquartier für Insekten und Spinnen sowie Nahrungsquelle für insektivore Singvögel, Natur und Landschaft 66: 166-168.
- OLBERG, G. (1952): Vögel im Schilf. Die neue Brehm-Bücherei, Heft 61, 68 p.
- OSTENDORP, W. (1993): Schilf als Lebensraum. Beih. Veröff. Naturschutz. Landschaftspflege Bad.-Württ. Heft 68: 173-280.
- ROWELL, T.A. / GUARING, L. / HARVEY, H.J. (1985): The experimental management of vegetation at Wicken Fen, Cambridgeshire. J. Appl. Ecol. 22: 217-227.
- SCHIESS, H. (1989): Schilfbestände als Habitatsinseln von Vögeln. Eidgen. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf, Bericht Nr. 321, 48 p.
- WALTHER, B. (1994): Biotopmanagement mit dem Schottischen Hochlandrind (*Bos taurus primigenius scoticus*): Ökologische Auswirkungen eines Wechselweidekonzeptes auf Fauna und Flora einer Riedwiese in der Petite Camargue Alsacienne, thèse, Bâle, 208 p.

ADRESSE DES AUTEURS

Dipl. Biol. Rudolf Staub
RENAT GmbH
Schulhausstrasse 20
9470 Buchs

Dr Sabine Güsewell
Geobotanisches Institut ETH
Zurich
Gladbachstrasse 114
8044 Zurich

TRADUCTION

Dr Benoît Bressoud
Bureau d'études écologiques
Rue de Cordé, 4
1957 Ardon

Manuel
Conservation des marais
en Suisse 1
2/1998

La diversité spécifique des bas-marais des Préalpes

1 INTRODUCTION

Les bas-marais figurent parmi les biotopes d'Europe centrale les plus riches en espèces. Un seul bas-marais des Préalpes peut héberger jusqu'à 48 espèces de mousses, 128 de plantes à fleurs, 28 de papillons de jour et 10 d'orthoptères (BERGAMINI, 2000; PEINTINGER, 1999; WETTSTEIN / SCHMID, 1999). Beaucoup de ces espèces sont spécialisées et leur répartition est étroitement liée à celle du biotope bas-marais.

Entre 1994 et 1999, une équipe scientifique de l'Institut pour les sciences de l'environnement de l'Université de Zurich, sous la direction du Prof. Bernhard Schmid, a examiné quels facteurs étaient importants pour la diversité spécifique en général et pour la taille des peuplements d'espèces choisies des bas-marais préalpins. Les questions suivantes ont été mises au premier plan:

- La diversité spécifique dépend-elle de la taille des bas-marais?
- Est-elle influencée par l'interconnexion des bas-marais dans le paysage et par la présence d'espaces naturels à proximité du marais?
- De la pâture ou de la fauche (pré à litière), quel est le mode d'exploitation qui favorise la plus grande diversité spécifique? Quelle est l'influence de l'intensité de la pâture?
- Comment agissent la taille du marais et son utilisation sur l'abondance et la structure de la population des plantes caractéristiques et sur la diversité des insectes qui en dépendent?
- Jusqu'à quel point la diversité spécifique dépend-elle de l'offre en nutriments du sol et de la production de biomasse par les plantes?

Au total, 36 marais calcaires à petites laïches des cantons de Schwyz, de Glaris, des deux Appenzell et de St-Gall ont été étudiés (cf. fig. 1). Tous sont situés entre 800 et 1'400 m et sont d'une taille comprise entre 0.9 et 18.5 ha. La moitié des surfaces est pâturée de manière plus ou moins intensive; l'autre est composée de prés à litière fauchés à la fin de l'été. Ces 36 marais ont été choisis au hasard dans les inventaires des bas-marais des cantons précités. Les résultats obtenus sur les surfaces directement étudiées peuvent donc être généralisés à toute la région.

Entre 1995 et 1997, la diversité spécifique des mousses, des plantes à fleurs, des orthoptères et des papillons de jour a été relevée. L'abondance et la structure de la population des plantes caractéristiques, ainsi que la diversité spécifique des insectes qui en dépendent, ont été étudiées à travers l'exemple de la succise des prés (*Succisa pratensis*).

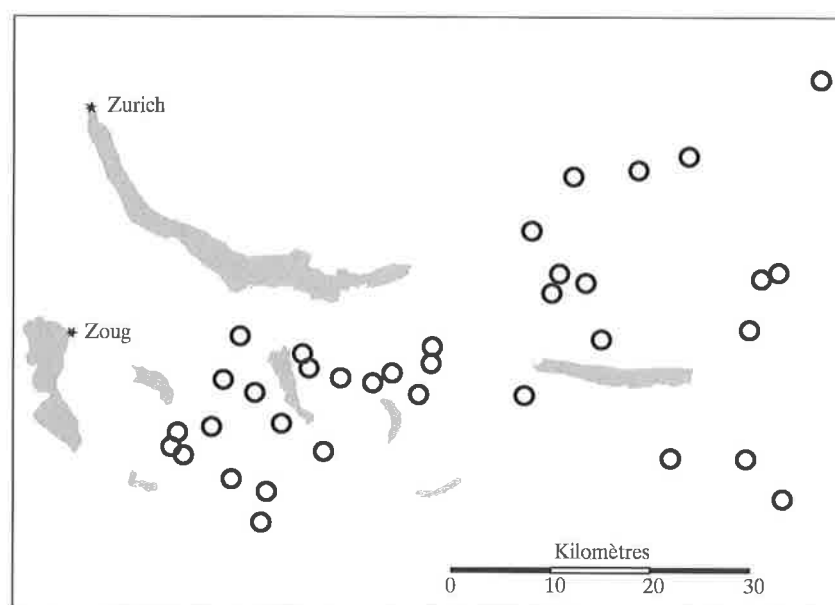
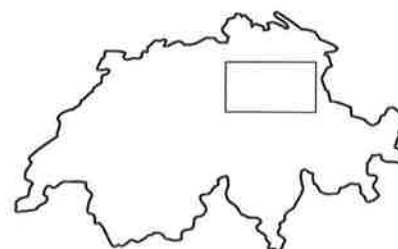


Fig. 1: Aperçu de la répartition spatiale des bas-marais étudiés. Les 36 surfaces étudiées représentent un choix aléatoire pour la région préalpine. Les objets ont été repris de l'Inventaire des bas-marais d'importance locale, régionale et nationale des cantons de Schwyz, des deux Appenzell, de Glaris et de St-Gall. Une moitié des marais est pâturée, l'autre est fauchée annuellement (prés à litière).



2 DE QUOI DEPEND LA DIVERSITE SPECIFIQUE DES BAS-MARAIS?

2.1 Taille du marais

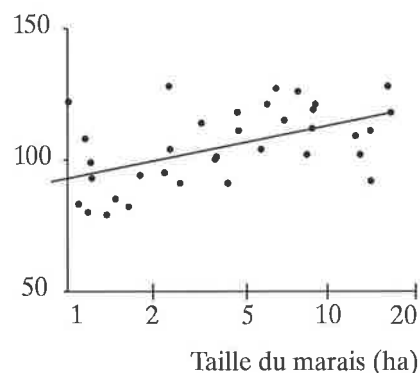
La taille d'un bas-marais est un facteur très important pour la diversité spécifique. Plus celui-ci est grand, plus le nombre d'espèces de **mousses** (BERGAMINI, 2000) et de **plantes à fleurs** (PEINTINGER, 1999) qu'il héberge est important (cf. fig. 2). La diversité spécifique des insectes en dépend également: Les marais les plus étendus offrent un espace vital pour un nombre supérieur d'espèces d'**orthoptères** et de **papillons de jour** (WETTSTEIN / SCHMID, 1999), l'augmentation du nombre des espèces spécialisées étant prédominante.

Les marais de surface réduite sont généralement plus homogènes que les grands et n'offrent ainsi d'espace vital qu'à quelques communautés d'espèces. La diversité spécifique diminue donc en parallèle avec la taille du marais. Dans le cas des plantes à fleurs, il est cependant surprenant de constater que la densité en espèces, donc le nombre d'espèces par mètre carré, se réduit fortement dans un même groupement végétal (PEINTINGER, 1999). Ceci dépend probablement de la disparition d'espèces caractéristiques dont la taille des populations descend, dans les petits marais, en dessous d'un minimum vital. DI GIULIO (1996) a démontré que les marais de taille réduite hébergeaient réellement des populations plus petites à travers l'exemple d'une espèce caractéristique, la succise des prés (*Succisa pratensis*).



Fig. 2: La diversité spécifique des plantes à fleurs et des mousses augmente avec la taille des bas-marais (échelle logarithmique).

Nombre d'espèces de plantes à fleurs par marais



Nombre d'espèces de mousses par marais

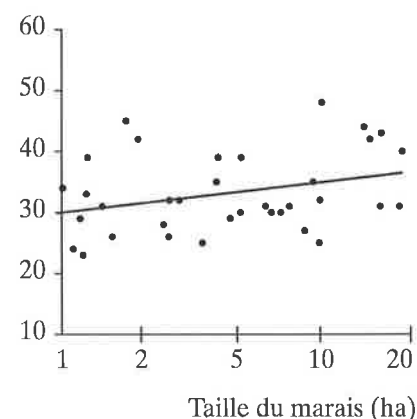


Fig. 3: Le nacré de la sanguisorbe (*Brenthis ino*) préfère les bas-marais fauchés de grande taille.
Photo: W. Wettstein

2.2 Alentours et interconnexion des marais dans le paysage

L'interconnexion des surfaces de marais entre elles et avec leur environnement influence d'une manière particulièrement forte la diversité spécifique des **papillons de jour** (WETTSTEIN / SCHMID, 1999). Pour un bas-marais déterminé, plus le nombre de biotopes équivalents à proximité est élevé, plus il hébergera d'espèces de papillons de jour différentes (cf. fig. 5). La variété des autres milieux des alentours du marais – prés de fauche maigres, pâturages extensifs ou lisières bien structurées – influence également de manière positive le nombre d'espèces de papillons de jour présents dans le marais. L'environnement et l'interconnexion des marais sont au contraire moins importants pour des organismes peu ou pas mobiles tels que les **orthoptères** ou les **plantes**.

2.3 Mode d'exploitation

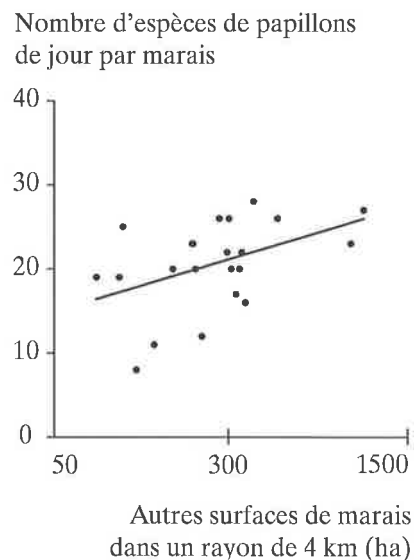
Dans les Préalpes, les prés à litière hébergent en moyenne 10% d'espèces de **plantes à fleurs** en plus que les bas-marais pâturés (cf. fig. 6). Certaines espèces ne se trouvent presque que dans les prés à litière. C'est notamment le cas de la grande astrance (*Astrantia major*), de la scorzonère peu élevée (*Scorzonera humilis*) ou de la scabieuse colom-

Fig. 4: Le criquet ensanglanté (*Mecostethus grossus*) est un orthoptère protégé. Dans les bas-marais étudiés, il a été observé 4 fois plus souvent dans les pâturages que dans les prés à litière.

Photo: W. Wettstein



Fig. 5: Plus un bas-marais est étroitement relié à d'autres, plus le nombre d'espèces de papillons de jour qui y vivent est élevé. La surface des autres marais présents dans un périmètre de 4 km autour de l'objet d'étude a été considérée comme mesure des interconnexions (échelle logarithmique).



baire (*Scabiosa columbaria*). La diversité botanique des bas-marais pâturés de manière extensive est pourtant aussi importante que celle des prés à litière. Mais, plus la pâture s'intensifie, moins l'on trouve de plantes typiques des bas-marais (PLATTNER, 1996). En cas de forte pression de la pâture, la succise des prés (*Succisa pratensis*), par exemple, ne produit plus assez de graines pour assurer la relève. Les populations se réduisent graduellement (BÜHLER, 1996). A l'opposé, plusieurs plantes comme la petite douve (*Ranunculus flammula*) ou le blysmus comprimé (*Blysmus compressus*) sont plus ou moins exclusivement liées aux endroits fortement perturbés des pâturages.

La situation des **mousses** est à l'opposé de celle des plantes à fleurs (BERGAMINI, 2000). Les bas-marais pâturés hébergent 20% d'espèces en plus que les surfaces fauchées (cf. fig. 6).

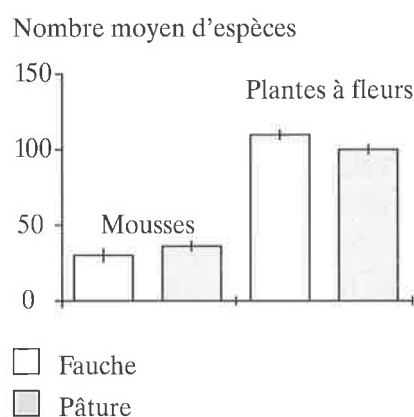
Les orthoptères et les papillons de jour réagissent de façon exactement opposée au mode d'exploitation. Alors que les prés à litière hébergent plus d'espèces de **papillons de jour**, les surfaces pâturées se caractérisent par une diversité plus élevée en **orthoptères**. En outre, les espèces de papillons de jour menacées se rencontrent beaucoup plus fréquemment dans les prés à litière que dans les bas-marais pâturés (WETTSTEIN / SCHMID, 1999).

2.4 Production de biomasse et offre en nutriments

Les bas-marais qui offrent la plus grande diversité de **plantes à fleurs** ont une augmentation de la biomasse relativement faible d'environ 300 g de matière sèche par mètre carré (PAULI, 1998). Cela correspond à environ la moitié de la biomasse sèche d'une prairie à fenasse au moment de la première coupe (ELLENBERG, 1996). Que la biomasse diminue ou augmente, le nombre d'espèces diminue. Si l'on compare la diversité spécifique et la concentration de nutriments dans le sol (mesurée entre juillet et septembre sur 288 placettes d'essai), on observe qu'un doublement de la concentration de nitrates dans le sol s'accompagne de la perte de trois à quatre espèces par deux mètres carrés.

Beaucoup d'espèces de **papillons de jour** préfèrent les endroits peu productifs. Leur diversité spécifique est donc la plus grande dans les bas-marais à faible production de biomasse. Au contraire, la diversité spécifique des **orthoptères** est maximale dans les formations de hautes herbes luxuriantes et très productives (WETTSTEIN / SCHMID, 1999).

Fig. 6: Le mode d'exploitation des bas-marais préalpins agit différemment sur la diversité spécifique des mousses et des plantes à fleurs: Les bas-marais pâturés hébergent davantage d'espèces de mousses et moins d'espèces de plantes à fleurs que les prés à litière. Les rectangles représentent le nombre moyen d'espèces des deux modes d'exploitation. Les traits verticaux correspondent à l'erreur-type des moyennes.



3 PROTECTION DE LA DIVERSITE SPECIFIQUE DANS LES BAS-MARAIS

La surface, le mode d'exploitation et la productivité des bas-marais préalpains influencent différemment la diversité spécifique des mous-ses, des plantes à fleurs, des orthoptères et des papillons de jour:

- Si, pour les plantes à fleurs et les orthoptères, le mode d'exploita-tion et la productivité sont les facteurs les plus importants, ce sont la qualité des environs des marais et leur interconnexion dans le paysage qui jouent le plus grand rôle pour les papillons de jour, qui se dé-placent.
- La diversité spécifique des papillons de jour et celle des plantes à fleurs sont en corrélation positive (WETTSTEIN, 1997). Plus la po-pulation de succise des prés (*Succisa pratensis*) est grande, plus le nombre d'espèces d'insectes qui exploitent cette espèce caractéris-tique comme plante-hôte est élevé (DI GIULIO, 1996).
- Un facteur agit pareillement sur tous les groupes d'organismes étu-diés: Une réduction de la surface des marais entraîne la diminution de la diversité spécifique.

Les constatations exposées ci-dessus mènent à formuler les recom-mandations suivantes en vue de la conservation de la diversité spéci-fique des bas-marais:

- La taille d'un bas-marais est le facteur le plus important pour la diversité spécifique tant floristique qu'entomologique. Il est donc particulièrement important de conserver intacts les marais de grande taille qui subsistent.
- D'un point de vue biologique, il n'existe pas de marais sans valeur, pouvant être sacrifiés à la légère. D'une part, chaque surface isolée contribue à la diversité spécifique au niveau paysager. D'autre part, même les petites surfaces pauvres en espèces peuvent héberger des plantes ou des insectes rares. De plus, chaque bas-marais isolé con-tribue à l'interconnexion de ces biotopes dans le paysage.
- La diversité spécifique des insectes mobiles comme les papillons de jour dans les bas-marais est augmentée par la présence dans les alen-tours de prairies de fauche riches en espèces, de pâtures extensives et de forêts bien structurées. La protection globale des marais ne devrait donc pas être limitée au périmètre marécageux. Les alentours des marais, tout comme l'ensemble du paysage, devraient également être pris en compte, comme le précise le concept des sites marécageux.
- Seule une utilisation diversifiée des bas-marais peut créer les condi-tions favorables pour une grande diversité spécifique. Il faut donc

absolument éviter de formuler des instructions d'exploitation uniques pour de grands secteurs. La diversité floristique est certes dans l'ensemble plus élevée dans les prés à litière que dans les bas-marais pâturés. Mais les espèces qui se trouvent presque exclusivement dans les pâturages disparaissent quand ce mode d'exploitation est complètement abandonné.

■ Dans les Préalpes suisses, un paysage exploité extensivement, riche en structures et comprenant une grande part de bas-marais garantit la plus grande diversité spécifique en ce qui concerne les groupes d'organismes vivant dans ces derniers. Cela confirme que les concepts de protection formulés pour les sites marécageux sont un complément important à la protection des marais isolément.

BIBLIOGRAPHIE

BERGAMINI, A. (2000): Diversität von Moosen in Flachmooren: Einfluss von Bewirtschaftung, Höhenlage und Grösse der Moore. Thèse, Institut für Systematische Botanik, Universität de Zurich.

BÜHLER, C. (1996): Populationsstruktur und Morphologie von *Succisa pratensis* Moench in Flachmooren unterschiedlicher Bewirtschaftung und Höhenlage. Travail de diplôme, Botanisches Institut, Universität de Bâle.

DI GIULIO, M. (1996): Die phytophage Insektengemeinschaft des Teufelsabbiss (*Succisa pratensis*). Travail de diplôme, Institut für Umweltwissenschaften, Universität de Zurich.

ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 5e éd. Ulmer, Stuttgart.

PAULI, D. (1998): Plant species diversity and productivity in wetland communities: Patterns and processes. Thèse, Institut für Umweltwissenschaften, Universität de Zurich.

PEINTINGER, M. (1999): The effect of habitat area and management on species diversity in montane wetlands. Thèse, Institut für Umweltwissenschaften, Universität de Zurich.

PLATTNER, M. (1996): Diversität und Artenzusammensetzung der Vegetation in Flachmooren in Abhängigkeit von Nutzung, Höhenlage, Flächengrösse und verschiedenen Bodenparametern. Travail de diplôme, Botanisches Institut, Universität de Bâle.

WETTSTEIN, W. (1997): Vielfalt von Heuschrecken und Tagfaltern in voralpinen Flachmooren: Unterschiedlicher Einfluss von Höhenlage, Bewirtschaftung und Habitatfragmentierung. Travail de diplôme, Institut für Umweltwissenschaften, Universität de Zurich.

WETTSTEIN, W. / SCHMID, B. (1999): Conservation of arthropod diversity in montane wetlands: effect of altitude, habitat quality and habitat fragmentation on butterflies and grasshoppers. *Journal of Applied Ecology* 36: 363–373.

ADRESSE DE L'AUTEUR

Dr. Daniela Pauli
Forum Biodiversité Suisse
SANW
Bärenplatz 2
3011 Berne

TRADUCTION

Dr. Benoît Bressoud
Rue de Cordé 4
1957 Ardon

Manuel
Conservation
des marais en Suisse 1
1/1998

Espèces et communautés typiques des marais

PROTECTION DES ESPECES ET PROTECTION DES BIOTOPES S'INFLUENCENT RECIPROQUEMENT

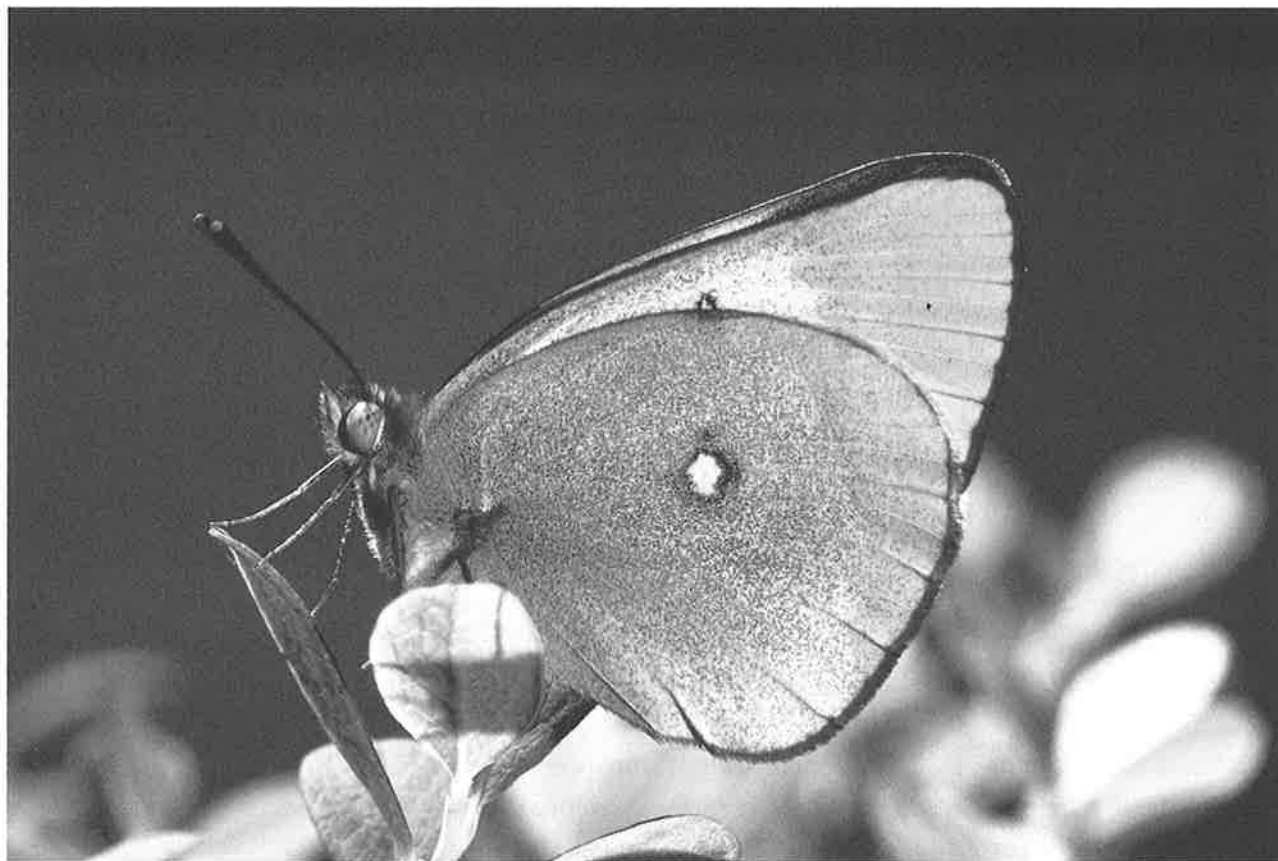
Manuel
Conservation des marais
en Suisse 1
1/1992 (rév. 94)

La protection des espèces implique la protection et l'entretien appropriés des biotopes, comme on l'a compris depuis longtemps. En effet, une espèce ou une communauté particulière n'a de chance de survie que si elle dispose d'un espace vital adéquat suffisamment grand. Cela est d'autant plus indispensable pour les espèces dont les populations sont isolées.

A son tour, la protection des espèces fournit les conditions-cadre de la protection des biotopes. En effet, la protection des biotopes, si elle comprend leur maintien et leur entretien appropriés, ne peut être réalisée que si elle tient compte des espèces les peuplant naturellement. C'est ainsi que les espèces à sauvegarder servent elles-mêmes de référence pour les buts et les mesures de protection.

Les contributions publiées dans ce chapitre se proposent de documenter les exigences de différentes espèces à l'égard de leur espace vital. Une attention particulière est en outre réservée aux aspects zoologiques, afin de pouvoir à l'avenir considérer davantage les exigences d'espace vital propres aux animaux lors de la définition des buts de protection et des mesures d'entretien et d'aménagement.

Le Solitaire – *Colias palaeno* (LINNE, 1761)



1 FICHE SIGNALÉTIQUE

Le Solitaire est un Rhopalocère de grandeur moyenne appartenant à la famille des Pierides. Ses six pattes sont formées et fonctionnelles. La face supérieure de l'aile est de couleur jaune soufre chez le mâle et blanche chez la femelle. Contrairement aux autres espèces de *Colias*, la bande submarginale brune est sans taches. La face inférieure des ailes postérieures est de couleur gris-jaune chez le mâle et gris verdâtre chez la femelle. La chenille est verte avec une ligne latérale jaune; la chrysalide, de type succinct, est également verte, avec une ligne latérale caractéristique de couleur blanc-jaune sur les segments postérieurs. Les papillons n'ont qu'une génération annuelle et volent pendant un mois environ de fin juin à début août (selon l'altitude). La chenille hiverne au deuxième ou troisième stade larvaire. La nymphe dure environ deux semaines.

Fig. 1: Un Solitaire mâle, fraîchement éclos.

Photo: F. Bink



2 EXIGENCES POUR LEUR MILIEU VITAL

Le Solitaire est lié à la présence de *Vaccinium uliginosum* (airelle des marais), unique plante-hôte de la chenille. Cette plante croît dans les landes buissonnantes basses de la zone subalpine; elle aime les sols acides, pauvres en matières azotées. Dans les stations plus basses, elle ne pousse que dans les hauts-marais, dans les parties plus sèches des bords de tourbières et dans les lisières de forêts marécageuses.

Une sous-espèce du Solitaire (*Colias palaeno europome*) vit dans les hauts-marais. Elle se distingue génétiquement et morphologiquement de la sous-espèce subalpine (au-dessus de 1600 m) *Colias palaeno europomene*.

La sous-espèce vivant dans les hauts-marais a besoin de surfaces d'un minimum de 10 ha, comprenant de nombreuses landes secondaires ouvertes et la présence obligatoire de la plante-hôte. Le Solitaire évite les zones boisées. Ce papillon a en outre besoin d'une offre en fleurs nectarifères très riche. Comme celles-ci ne poussent pas dans les hauts-marais, le papillon doit chercher sa source d'énergie et de nourriture dans les lisières de tourbière. Les papillons montrent une préférence pour les inflorescences de type capitule (KUGLER, 1970) comme celles des Compositae et des Dipsacaceae.

Le Solitaire est un bon voilier. Malgré cela, il quitte rarement le domaine du marais. De temps en temps, quelques papillons marqués sont retrouvés à plusieurs kilomètres du lieu de marquage (RÜETSCHI et SCHOLL, 1985, RÜETSCHI, 1988).

Fig. 2: La chenille se nourrit de *Vaccinium uliginosum*, l'unique plante-hôte du Solitaire.
Photo: J. Rüetschi

Fig. 3: La chrysalide, de type succincte, est verte et présente une ligne latérale caractéristique, de couleur blanc-jaune.
Photo: J. Rüetschi

3 DISTRIBUTION DE L'ESPECE

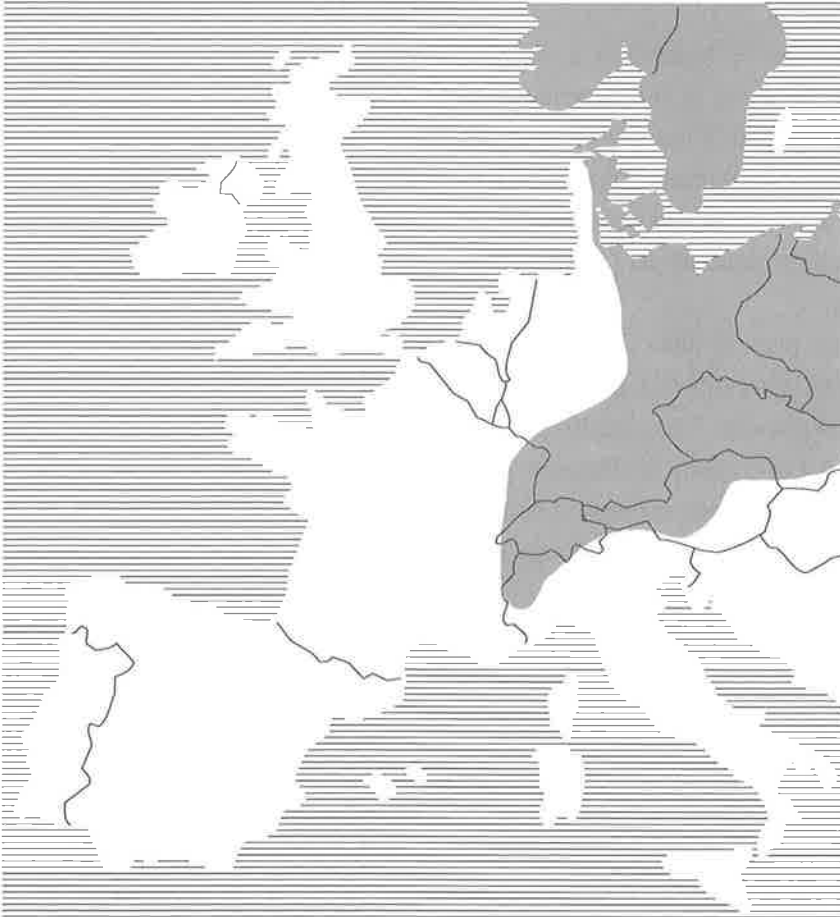


Fig. 4: Le Solitaire vit en Europe du Nord et dans les Alpes. Il survit en tant que relique de l'époque glaciaire dans les hauts-marais d'Europe centrale.

Source: HIGGINS/RILEY (1978) modifié.

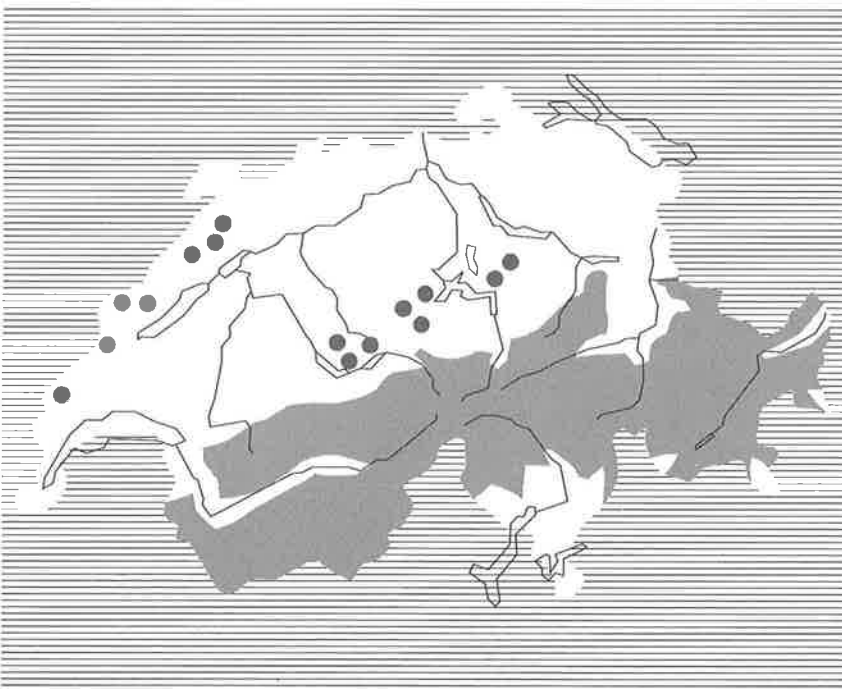


Fig. 5: En Suisse, le Solitaire est répandu dans les Alpes. Par contre, il est rare dans les Préalpes et dans le Jura où il ne vit plus que dans les hauts-marais d'une certaine importance qui subsistent.

Source: LSPN (1987) modifié.

4 FACTEURS DE MENACE, DISPARITION DU MILIEU VITAL

L'exploitation massive de grandes surfaces de tourbières a eu pour conséquence la destruction des hauts-marais et le rétrécissement de nombreux biotopes. Leur taille a diminué jusqu'à une surface critique où la population de papillons est décimée progressivement. Certains groupes ne comptent plus que 10 à 20 individus par génération et sont de ce fait très vulnérables. Un autre facteur limitant est l'offre insuffisante de fleurs en bordure de tourbière.

Au siècle passé, le Solitaire était encore présent dans certains marais du Plateau comme par exemple au Gumligenmoos (BE). Aujourd'hui toutes les populations du Plateau ont disparu. L'exploitation de la tourbe pendant la guerre a conduit à l'extinction de l'espèce dans certains marais du Jura et des Préalpes, comme par exemple à la tourbière des Pontins (BE), où le dernier exemplaire attesté date de 1911 (RÜETSCHI, 1988).

Diverses tentatives de réintroduction de l'espèce (RÜETSCHI, 1988) ont montré qu'il est très difficile de compenser ces pertes de surface.

5 DEGRE DE MENACE, STATUT DE PROTECTION

La sous-espèce de Solitaire qui vit dans le Jura et dans les Préalpes est menacée d'extinction dans toute l'Europe. Celle qui vit dans les Alpes n'est pas menacée (GONSETH, 1987).

L'espèce est protégée sur tout le territoire suisse depuis l'entrée en vigueur, le 1er février 1991, de l'Ordonnance sur la protection de la nature et du paysage.

6 MESURES DE PROTECTION

Pour protéger le Solitaire, les mesures suivantes doivent être prises en considération:

- La protection intégrale de toutes les surfaces où vit le Solitaire, c'est-à-dire les hauts-marais et les franges herbacées attenantes qui doivent être cultivées extensivement.
- La mise en place d'un réseau reliant directement les landes ouvertes et les franges herbacées, en organisant si nécessaire un essartage ponctuel là où de telles communications manquent.
- Le recensement et le contrôle régulier des populations existantes.
- L'amélioration des essais de réintroduction dans les hauts-marais par une recherche accrue dans le domaine.

En restreignant l'usage de la tourbe, on peut diminuer les motivations économiques conduisant à la disparition des marais et donc de l'espace vital du Solitaire aussi ailleurs qu'en Suisse, en Allemagne du Nord par exemple.

BIBLIOGRAPHIE

MAEY, H. (1986): Der Hochmoorgelbling *Colias Palaeno Linnaeus* 1761 und seine Unterarten, Mitt. der Arbeitsgem.rheinisch-westf. Lepidopterogene V, Beiheft 1.

GONSETH, Y. (1987): Atlas de distribution des Papillons diurnes de Suisse (*Lepidoptera, Rhopalocera*). Documenta faunistica Helvetiae 6, Neuchâtel, 242 pp.

HIGGINS, L.G. / RILEY, N.D. (1991): Guide complet des papillons d'Europe et d'Afrique du Nord, Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, 272 pp.

KUGLER, H. (1970): Blütenökologie. Stuttgart, Fischer.

LIGUE SUISSE POUR LA PROTECTION DE LA NATURE (Ed. 1987): Les papillons de jour et leurs biotopes, Bâle, 512 pp.

RÜETSCHI, J. / SCHOLL, A. (1985): Mobilität individuell markierter *Colias palaeno europome* (*Lepidoptera, Pieridae*) in einem inselartig zersplitterten Areal. Revue suisse Zool. 92 (4): 803-810.

RÜETSCHI, J. (1988): Wiedereinbürgerungsversuch von *Colias palaeno europome* (Esper, 1777) (*Lepidoptera, Pieridae*). Nota lepid. 11 (3): 223-230.

WEIDEMANN, H. (1986): Tagfalter. Bd. 1, 288 pp. Neumann-Neudamm, Melsungen

SOURCE DE RENSEIGNEMENTS

Centre Suisse de Cartographie de la Faune, Terreaux 14, 2000 Neuchâtel.

ADRESSE DE L'AUTEUR

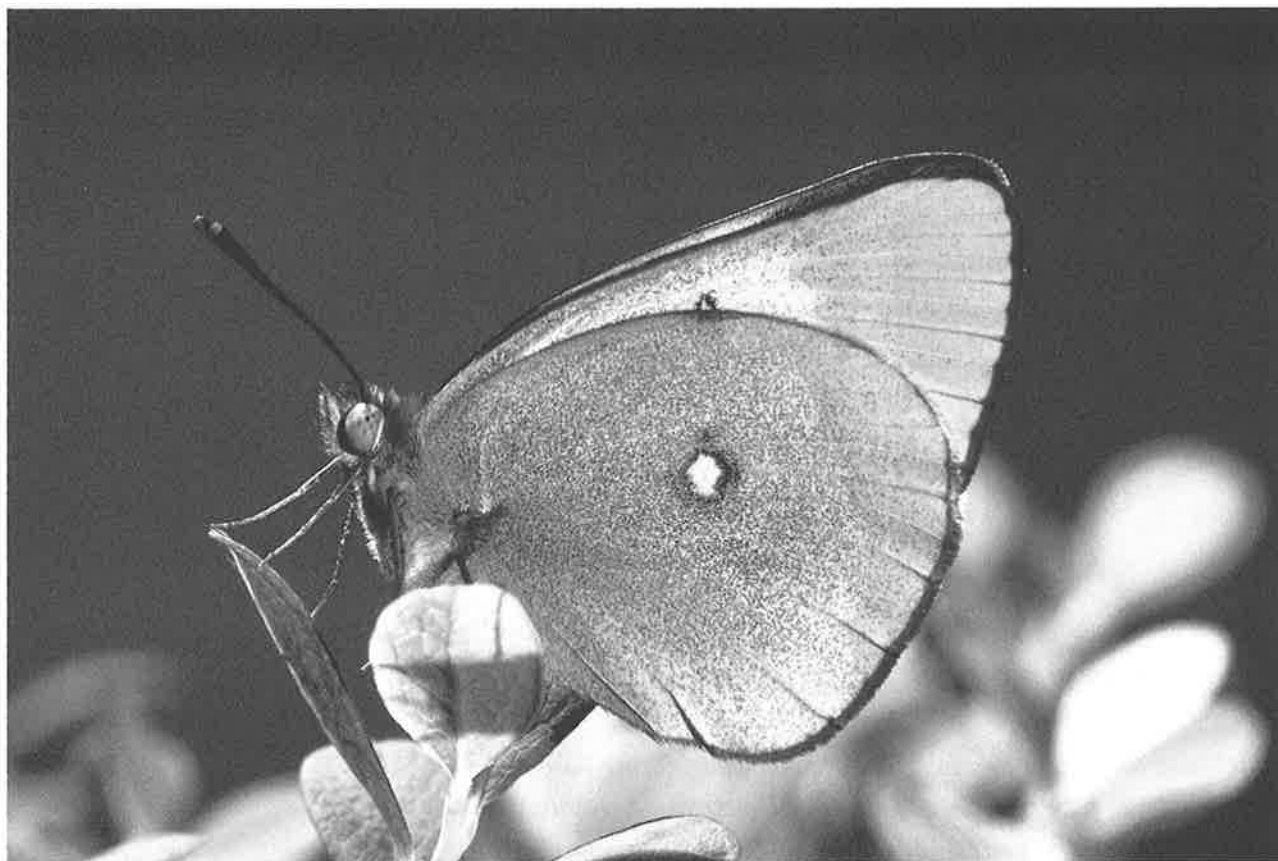
Jörg Rüetschi
Zoologisches Institut
Universität Bern
Baltzerstr. 3
3012 Bern

TRADUCTION

Catherine Boroffio
lic. biol.
Alte Post
8847 Egg

Manuel
Conservation des marais
en Suisse 1
1/1992 (rév. 94)

Le Solitaire – *Colias palaeno* (LINNE, 1761)



1 FICHE SIGNALÉTIQUE

Le Solitaire est un Rhopalocère de grandeur moyenne appartenant à la famille des Piérides. Ses six pattes sont formées et fonctionnelles. La face supérieure de l'aile est de couleur jaune soufre chez le mâle et blanche chez la femelle. Contrairement aux autres espèces de *Colias*, la bande submarginale brune est sans taches. La face inférieure des ailes postérieures est de couleur gris-jaune chez le mâle et gris verdâtre chez la femelle. La chenille est verte avec une ligne latérale jaune; la chrysalide, de type succinct, est également verte, avec une ligne latérale caractéristique de couleur blanc-jaune sur les segments postérieurs. Les papillons n'ont qu'une génération annuelle et volent pendant un mois environ de fin juin à début août (selon l'altitude). La chenille hiverne au deuxième ou troisième stade larvaire. La nymphe dure environ deux semaines.

Fig. 1: Un Solitaire mâle, fraîchement éclos.

Photo: F. Bink



2 EXIGENCES POUR LEUR MILIEU VITAL

Le Solitaire est lié à la présence de *Vaccinium uliginosum* (airelle des marais), unique plante-hôte de la chenille. Cette plante croît dans les landes buissonnantes basses de la zone subalpine; elle aime les sols acides, pauvres en matières azotées. Dans les stations plus basses, elle ne pousse que dans les hauts-marais, dans les parties plus sèches des bords de tourbières et dans les lisières de forêts marécageuses.

Une sous-espèce du Solitaire (*Colias palaeno europome*) vit dans les hauts-marais. Elle se distingue génétiquement et morphologiquement de la sous-espèce subalpine (au-dessus de 1600 m) *Colias palaeno europomene*.

La sous-espèce vivant dans les hauts-marais a besoin de surfaces d'un minimum de 10 ha, comprenant de nombreuses landes secondaires ouvertes et la présence obligatoire de la plante-hôte. Le Solitaire évite les zones boisées. Ce papillon a en outre besoin d'une offre en fleurs nectarifères très riche. Comme celles-ci ne poussent pas dans les hauts-marais, le papillon doit chercher sa source d'énergie et de nourriture dans les lisières de tourbière. Les papillons montrent une préférence pour les inflorescences de type capitule (KUGLER, 1970) comme celles des Compositae et des Dipsacaceae.

Le Solitaire est un bon voilier. Malgré cela, il quitte rarement le domaine du marais. De temps en temps, quelques papillons marqués sont retrouvés à plusieurs kilomètres du lieu de marquage (RÜETSCHI et SCHOLL, 1985, RÜETSCHI, 1988).

Fig. 2: La chenille se nourrit de *Vaccinium uliginosum*, l'unique plante-hôte du Solitaire.

Photo: J. Rüetschi

Fig. 3: La chrysalide, de type succincte, est verte et présente une ligne latérale caractéristique, de couleur blanc-jaune.

Photo: J. Rüetschi

3 DISTRIBUTION DE L'ESPECE

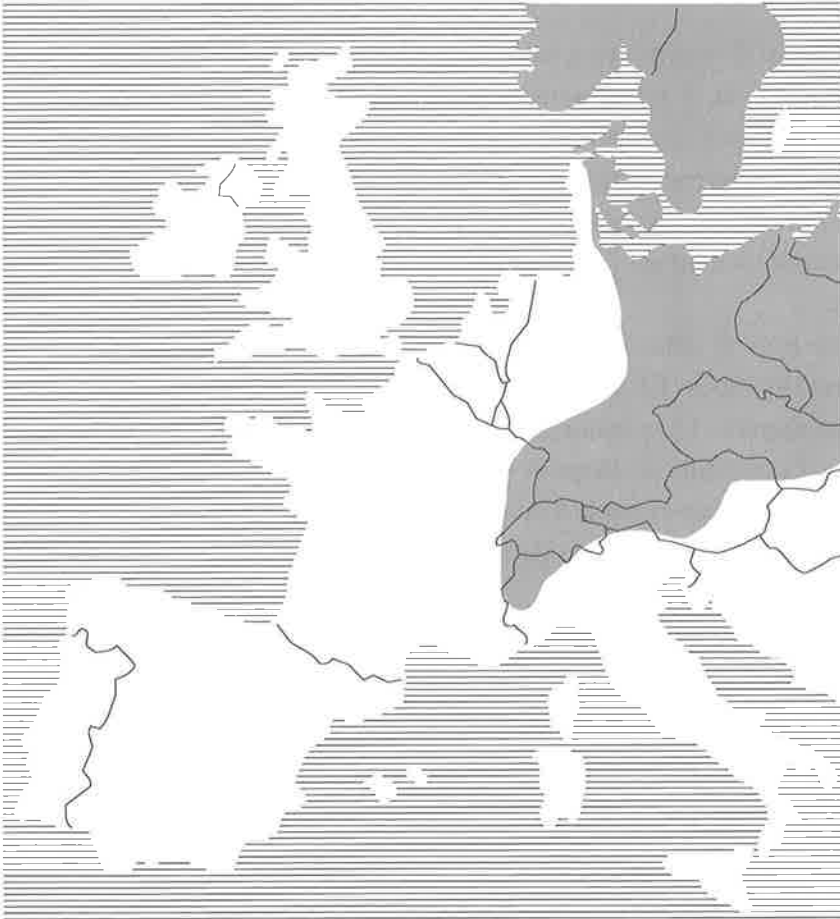


Fig. 4: Le Solitaire vit en Europe du Nord et dans les Alpes. Il survit en tant que relique de l'époque glaciaire dans les hauts-marais d'Europe centrale.

Source: HIGGINS/RILEY (1978) modifié.

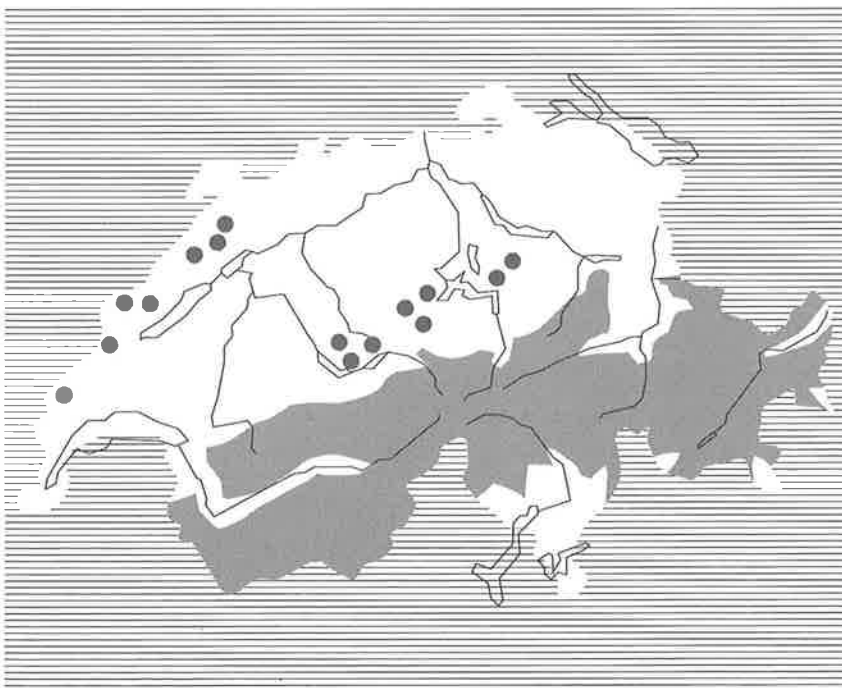


Fig. 5: En Suisse, le Solitaire est répandu dans les Alpes. Par contre, il est rare dans les Préalpes et dans le Jura où il ne vit plus que dans les hauts-marais d'une certaine importance qui subsistent.

Source: LSPN (1987) modifié.

4 FACTEURS DE MENACE, DISPARITION DU MILIEU VITAL

L'exploitation massive de grandes surfaces de tourbières a eu pour conséquence la destruction des hauts-marais et le rétrécissement de nombreux biotopes. Leur taille a diminué jusqu'à une surface critique où la population de papillons est décimée progressivement. Certains groupes ne comptent plus que 10 à 20 individus par génération et sont de ce fait très vulnérables. Un autre facteur limitant est l'offre insuffisante de fleurs en bordure de tourbière.

Au siècle passé, le Solitaire était encore présent dans certains marais du Plateau comme par exemple au Gumligenmoos (BE). Aujourd'hui toutes les populations du Plateau ont disparu. L'exploitation de la tourbe pendant la guerre a conduit à l'extinction de l'espèce dans certains marais du Jura et des Préalpes, comme par exemple à la tourbière des Pontins (BE), où le dernier exemplaire attesté date de 1911 (RÜETSCHI, 1988).

Diverses tentatives de réintroduction de l'espèce (RÜETSCHI, 1988) ont montré qu'il est très difficile de compenser ces pertes de surface.

5 DEGRE DE MENACE, STATUT DE PROTECTION

La sous-espèce de Solitaire qui vit dans le Jura et dans les Préalpes est menacée d'extinction dans toute l'Europe. Celle qui vit dans les Alpes n'est pas menacée (GONSETH, 1987).

L'espèce est protégée sur tout le territoire suisse depuis l'entrée en vigueur, le 1er février 1991, de l'Ordonnance sur la protection de la nature et du paysage.

6 MESURES DE PROTECTION

Pour protéger le Solitaire, les mesures suivantes doivent être prises en considération:

- La protection intégrale de toutes les surfaces où vit le Solitaire, c'est-à-dire les hauts-marais et les franges herbacées attenantes qui doivent être cultivées extensivement.
- La mise en place d'un réseau reliant directement les landes ouvertes et les franges herbacées, en organisant si nécessaire un essartage ponctuel là où de telles communications manquent.
- Le recensement et le contrôle régulier des populations existantes.
- L'amélioration des essais de réintroduction dans les hauts-marais par une recherche accrue dans le domaine.

En restreignant l'usage de la tourbe, on peut diminuer les motivations économiques conduisant à la disparition des marais et donc de l'espace vital du Solitaire aussi ailleurs qu'en Suisse, en Allemagne du Nord par exemple.

BIBLIOGRAPHIE

MAEY, H. (1986): Der Hochmoorgelbling *Colias Palaeno Linnaeus* 1761 und seine Unterarten, Mitt. der Arbeitsgem.rheinisch-westf. Lepidopterogene V, Beiheft 1.

GONSETH, Y. (1987): Atlas de distribution des Papillons diurnes de Suisse (*Lepidoptera, Rhopalocera*). Documenta faunistica Helvetiae 6, Neuchâtel, 242 pp.

HIGGINS, L.G. / RILEY, N.D. (1991): Guide complet des papillons d'Europe et d'Afrique du Nord, Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, 272 pp.

KUGLER, H. (1970): Blütenökologie. Stuttgart, Fischer.

LIGUE SUISSE POUR LA PROTECTION DE LA NATURE (Ed. 1987): Les papillons de jour et leurs biotopes, Bâle, 512 pp.

RÜETSCHI, J. / SCHOLL, A. (1985): Mobilität individuell markierter *Colias palaeno europome* (*Lepidoptera, Pieridae*) in einem inselartig zersplitterten Areal. Revue suisse Zool. 92 (4): 803-810.

RÜETSCHI, J. (1988): Wiedereinbürgerungsversuch von *Colias palaeno europome* (Esper, 1777) (*Lepidoptera, Pieridae*). Nota lepid. 11 (3): 223-230.

WEIDEMANN, H. (1986): Tagfalter. Bd. 1, 288 pp. Neumann-Neudamm, Melsungen

SOURCE DE RENSEIGNEMENTS

Centre Suisse de Cartographie de la Faune, Terreaux 14, 2000 Neuchâtel.

ADRESSE DE L'AUTEUR

Jörg Rüetschi
Zoologisches Institut
Universität Bern
Baltzerstr. 3
3012 Bern

TRADUCTION

Catherine Boroffio
lic. biol.
Alte Post
8847 Egg

Manuel
Conservation des marais
en Suisse 1
1/1992 (rév. 94)

La Leucorrhine à gros thorax (*LEUCORRHINIA PECTORALIS*) une libellule rare des tourbières

3.4.2

1 MODE DE VIE DE LA LEUCORRHINE A GROS THORAX

Par leurs couleurs éclatantes, leurs ailes étincelantes et leur vol fascinant, les libellules sont parmi les insectes aquatiques les plus surprenants. Quatre-vingts espèces environ vivent en Suisse.

Dans le groupe des libellules spécialisées dans les marais, outre la Leucorrhine à gros thorax (*Leucorrhinia pectoralis*) se trouvent: la Leucorrhine douteuse (*Leucorrhinia dubia*), l'Aeshne subarctique (*Aeshna subartica*) et la Cordulie arctique (*Somatochlora arctica*). La Leucorrhine à gros thorax, décrite ci-après, est une espèce directement intéressée par la protection des marais.

Comme toutes les espèces recensées chez nous, *Leucorrhinia pectoralis* passe la majeure partie de son cycle dans l'eau. Le stade larvaire aquatique dure presque deux ans et le stade adulte, terrestre, dure à peine 3 semaines. Ce dernier sert à la dissémination et à la reproduction de l'espèce.

Après s'être métamorphosés en insectes capables de voler, les jeunes passent par une période de maturation de 1 à 2 semaines dans les environs des marais. Ils reviennent ensuite vers les gouilles de la tourbière pour s'accoupler et pondre leurs oeufs. Les larves éclosent encore la même année. Elles subissent ensuite 8 à 9 mues et passent deux hivers sous l'eau. Au printemps suivant, au mois de mai, elles



Fig. 1: Mâle au stade juvénile avec sa coloration intermédiaire.

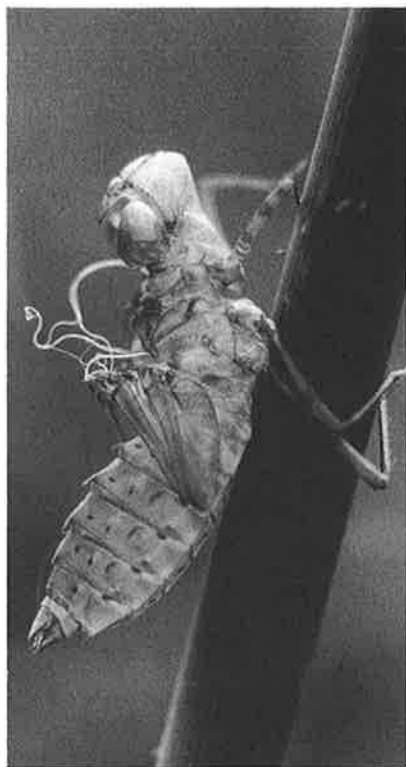


Fig. 2 : Exuvie restant après la métamorphose.

Fig. 3 : Fossé d'exploitation partiellement recouvert de végétation – biotope idéal pour un développement optimal de l'espèce.

Photos: H. Wildermuth

rampent hors de l'eau sur une tige, subissent leur dernière mue et se transforment en insectes capables de voler. L'exuvie reste à l'endroit de la métamorphose. La présence d'exuvies démontre le succès du développement de l'espèce à cet endroit.

Leucorrhinia pectoralis montre un comportement prédateur à tous les stades de sa vie. Comme larve, elle se nourrit de petits animaux aquatiques tels qu'organismes unicellulaires, petits crustacés, larves d'insectes et d'amphibiens.

Les adultes chassent toutes sortes d'insectes. Ils se nourrissent souvent même en vol. Mais les chasseurs sont aussi régulièrement chassés. Beaucoup de larves sont les victimes d'autres prédateurs tels que poissons, punaises aquatiques ou de plus grosses larves de libellules du genre *Aeshna* par exemple. Certains adultes en pondant leurs oeufs finissent leur vie dans les toiles d'une araignée ou l'estomac d'une grenouille. *Leucorrhinia pectoralis* fait ainsi partie intégrante de la chaîne alimentaire de son milieu vital.

- La Leucorrhinie à gros thorax (*Leucorrhinia pectoralis*) est la plus grande des 5 espèces européennes du genre. Le nom scientifique du genre *Leucorrhinia* signifie "nez blanc" et se réfère à la couleur blanc verdâtre de la tête.

- La longueur du corps chez le mâle est de 38-40 mm, et chez la femelle de 36-39 mm. La grandeur de l'aile atteint 70 mm.

- Chez le mâle, le corps est noir avec 6 taches colorées sur la partie postérieure. Les cinq premières sont brun rouge, la sixième est jaune citron. Chez les jeunes mâles, les 5 premières taches sont d'abord jaunes puis rouges.

- Les femelles ont la même couleur que les mâles mais toutes les taches sont jaunâtres.

- La larve peut atteindre 23 mm de long et a une couleur indistincte gris-brun.

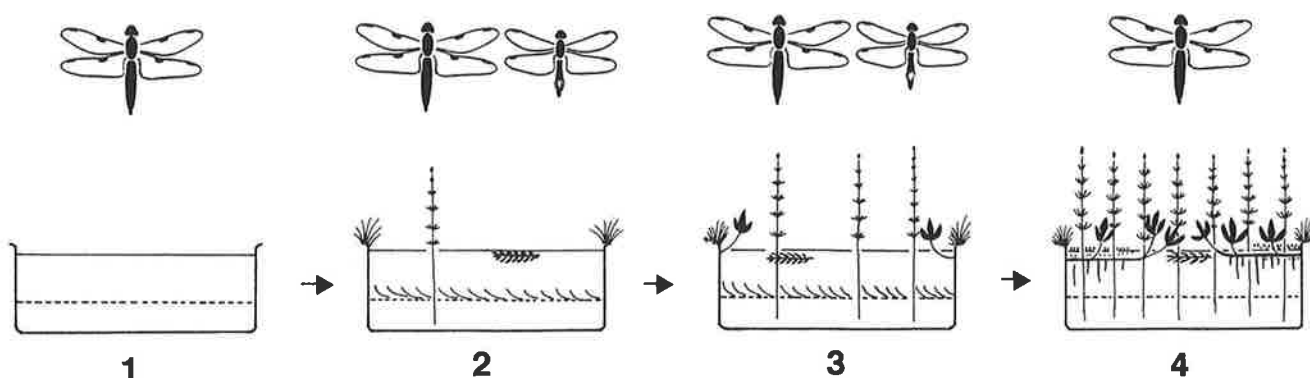
- La période de vol dure de mi-mai à mi-juillet, avec le maximum d'activité dans la première moitié de juin.

- Les espèces proches de *Leucorrhinia pectoralis* sont la Leucorrhinie douteuse (*Leucorrhinia dubia*), la Leucorrhinie à large queue (*Leucorrhinia caudalis*) et la Leucorrhinie à front blanc (*Leucorrhinia albifrons*). La Leucorrhinie douteuse est relativement fréquente dans les hauts-marais d'altitude tandis que les deux autres espèces ne sont présentes qu'en de rares endroits.

2 EXIGENCES DANS LE CHOIX DU BIOTOPE AQUATIQUE

Par son mode de vie amphibie, *Leucorrhinia pectoralis* a besoin d'un biotope aquatique **et** terrestre. Le milieu aquatique joue un rôle plus important pour le développement de l'espèce que le milieu terrestre. *Leucorrhinia pectoralis* est très exigeante sur la qualité du milieu aquatique, contrairement à certaines espèces comme *Libellula quadrimaculata*. A l'origine, elle se développait dans les dépressions humides en bordure de tourbière ayant une légère teneur en substances nutritives. Mais celles-ci ont complètement disparu du Plateau suisse. *Leucorrhinia pectoralis* a trouvé comme milieu de remplacement certaines fosses d'extraction. L'étang idéal doit avoir une couverture végétale de 5 à 30%. Au-dessus et au-dessous de cette limite, les étangs ne sont pas favorables au développement de l'espèce. Ils doivent contenir des structures végétales verticales (tiges) et horizontales (feuilles nageantes et tapis d'algues flottants). Les mâles utilisent ainsi la végétation comme reposoir. Ils y surveillent également leur territoire et attendent les femelles. La surface minimale de ces plans d'eau doit être de 8 m².

Fig. 4: Quatre différents stades de l'atterrissement d'un fossé d'exploitation avec colonisation du milieu par *Libellula quadrimaculata* et *Leucorrhinia pectoralis*. Cette dernière ne colonise que les stades 2 et 3.
Source: Illustration de l'auteur



Les conditions favorables pour le développement optimal des oeufs et des larves sont (WILDERMUTH, 1992):

- une profondeur d'eau maximale de 30 - 50 cm (mais le plan d'eau ne doit jamais s'assécher)
- un substrat de vase tourbeuse sombre (donc non minéral)
- la présence de caches dans la végétation immergée
- une qualité d'eau mésotrophe (conductibilité électrique entre 100 et 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$)
- un milieu plus ou moins neutre (faible concentration en hydrogène, pH entre 6.5 et 7.5)
- une dureté de l'eau plutôt basse (3 - 8 °dH)

Pendant la période de croissance, les jeunes adultes se nourrissent et se reposent dans les lisières des bois et des haies, surtout dans les tourbières boisées. Un faible boisement des surfaces de tourbières est vraisemblablement aussi une des conditions obligatoires pour le développement optimal de l'espèce.

3 UNE LARGE DISTRIBUTION MAIS UNE FAIBLE DENSITE

La répartition de *Leucorrhinia pectoralis* s'étend entre le sud de la Scandinavie, les Pyrénées, les Balkans et les monts Altaï en Asie orientale. La Leucorrhinie à gros thorax manque dans les parties chaudes du sud de l'Europe et dans les Iles Britanniques. Sa distribution est partout très lacunaire.

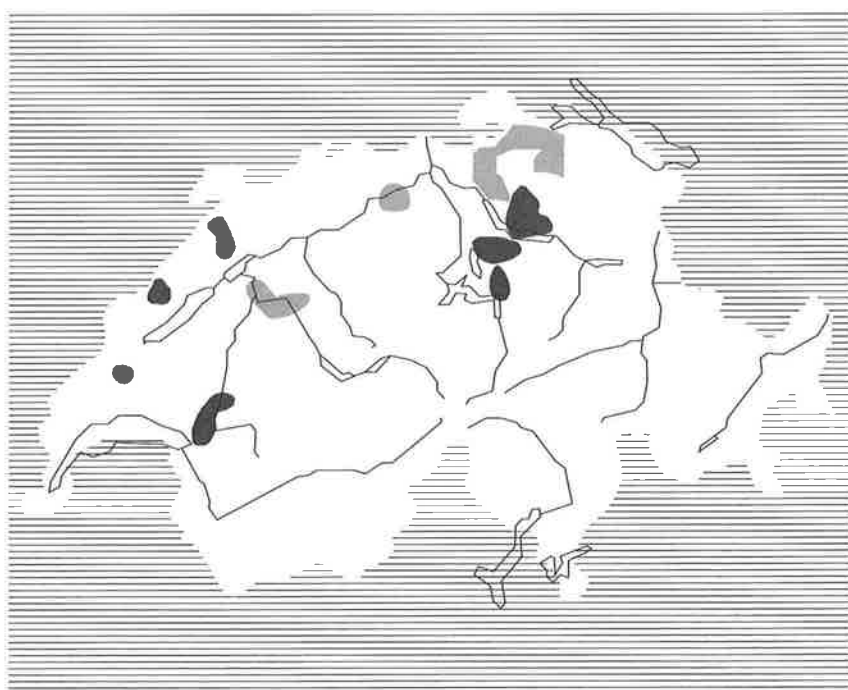
En Suisse, 47 localités ont été répertoriées dont 41 sur le Plateau et le reste dans le Jura et les Préalpes fribourgeoises. Beaucoup de ces lieux ont aujourd'hui disparu.

Le centre de gravité de la répartition se trouve aujourd'hui dans le canton de Zurich. Il faut ajouter quelques stations en Suisse romande et en Suisse centrale (WILDERMUTH, 1991). Ces principaux lieux de distribution sont à une altitude comprise entre 400 et 600 m. Ils ont une température moyenne annuelle de 8° - 8.5° degrés, ce qui correspond à un climat relativement doux.

4 UNE ESPECE FORTEMENT MENACEE



Fig. 5: Distribution de *Leucorrhinia pectoralis* en Europe et en Suisse.
Source: ASKEW (1988) modifié et WILDERMUTH (1992)



■ localités avant 1970
■ localités depuis 1970

Leucorrhinia pectoralis appartient à la liste européenne des 22 espèces en danger (VAN TOL et VERDONK, 1988). En Suisse, l'espèce a disparu de 23 des 47 localités répertoriées à cause de la destruction continuelle et systématique des marais sur le Plateau. Il ne reste que 8 stations sûres où l'espèce peut se développer (WILDERMUTH, 1991). En raison de son déclin et de sa rareté actuelle, l'espèce est placée sur la liste rouge en catégorie 2, très menacée (MAIBACH et MEIER, 1987). Elle est également protégée au niveau fédéral depuis 1991.

5 MESURES DE PROTECTION

Protéger une espèce signifie mettre à sa disposition un environnement vital adéquat et de dimension suffisante. Pour *Leucorrhinia pectoralis*, le critère important est la qualité du biotope aquatique. Les eaux ne doivent en aucun cas contenir des poissons. *Leucorrhinia pectoralis* peut voler au-dessus d'étangs contenant des poissons mais l'espèce ne s'y développera pas. En effet, des études quantitatives (comptage d'exuvies) ont montré que **le développement n'est possible que dans des eaux sans poissons**. Même des vairons peuvent anéantir une population (WILDERMUTH, non publié).

Les adultes ne se trouvent que dans des étangs présentant un certain stade d'atterrissement. Quand l'extraction de tourbe est faible, les creuses sont en voie d'atterrissement. Grâce à certaines mesures, ce phénomène peut être stoppé, voire même inversé. Pour cela, la végétation doit être en partie enlevée. L'arrachage des roseaux et de leurs longs rhizomes est particulièrement important. A certains endroits appropriés, il est judicieux de créer de nouveaux points d'eau.

Pour ce faire, il y a plusieurs facteurs à observer:

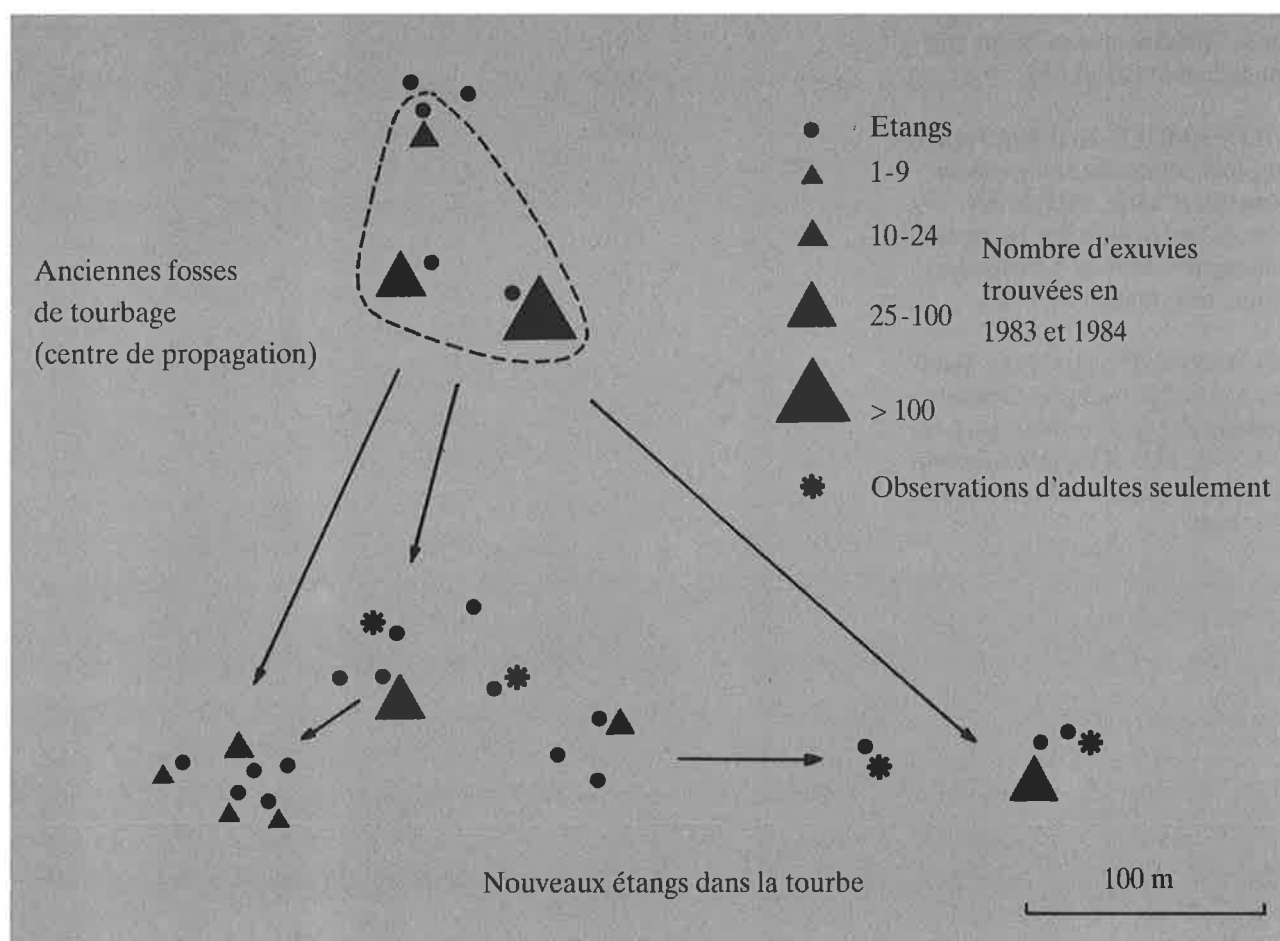
- Les creuses ne doivent pas être dans des tourbières penchées afin d'éviter le drainage des parties supérieures.
- Elles ne doivent pas être proches les unes des autres ou à proximité d'un fossé de drainage, car même avec une très faible pente, la circulation de l'eau peut être augmentée et en conséquence ces étangs jouer indirectement le rôle de fossés de drainage.
- Elles ne doivent pas être créées là où existe un danger de diffusion de substances nutritives en direction de zones oligotrophes.

- Dans les marais eutrophes, la tourbe extraite au moment du creusage ne doit pas être déposée ou éparpillée dans le marais, car elle détruit le micro-relief, et ainsi l'habitat de certaines espèces animales ou végétales. De plus cette tourbe en se décomposant amène également de l'engrais, qui favorise une colonisation du terrain par des espèces de mégaphorbiée.
- Ces étangs créés ne doivent être placés que dans des endroits où ils ne nuisent pas à des associations végétales de valeur ou à des couches sédimentaires intactes (voir vol. 1, contribution 3.2.1).
- De nouveaux plans d'eau augmentent l'attractivité des marais pour les visiteurs. Par des mesures de protection adéquates, un préjudice éventuel aux marais peut être évité.

Avec la création et l'entretien de gouilles adéquates dans la tourbière, il faut s'attendre à ce que *Leucorrhinia pectoralis* s'installe à nouveau là où elle avait disparu depuis des années.

Fig. 6: *Leucorrhinia pectoralis* colonisant un plan d'eau nouvellement créé dans une ancienne zone d'exploitation de tourbe de l'Oberland zurichois

Source: WILDERMUTH (1986)



BIBLIOGRAPHIE

ASKEW, R.R. (1988): The dragonflies of Europe, Harley Books, Martins, Great Horkesley, Colchester GB, 291 pp.

MAIBACH, A. / C. MEIER (1987): Atlas de distribution des libellules de Suisse (*Odonata*), avec liste rouge, Doc. Faun. Helv. 4, 231 pp.

VAN TOL, J. / M.J. VERDONCK (1988): The protection of dragonflies (*Odonata*) and their biotopes. Council of Europe, Strasbourg (Nature & Environ. Ser. 38).

WILDERMUTH, H. (1986): Die Auswirkungen naturschutzorientierter Pflegemassnahmen auf die gefährdeten Libellen eines anthropogenen Moorkomplexes, Natur und Landschaft 61 (2), 51 - 55.

WILDERMUTH, H. (1991): Verbreitung und Status von *Leucorrhinia pectoralis* (Charp., 1825) in der Schweiz und in weiteren Teilen Mitteleuropas (*Odonata: Libellulidae*). Opusc. zool. flumin. 74, 1 - 10.

WILDERMUTH, H. (1992): Habitate und Habitatwahl der Grossen Moosjungfer (*Leucorrhinia pectoralis*) Charp. 1825 (*Odonata, Libellulidae*), Z. Ökologie und Naturschutz 1, 3-21, Jena.

ADRESSE DE L'AUTEUR

Dr. Hansruedi Wildermuth
Langenrainstrasse 5
8304 Hinwil

TRADUCTION

Catherine Baroffio
Alte Post
8847 Egg

Manuel
Conservation des marais
en Suisse 1
2/1994

Le grand tétras – un habitant des complexes marais-forêt



Fig. 1: Coq de bruyère à la parade.
Photo: C. Marti

1 EXIGENCES POUR L'HABITAT

Le grand tétras est un habitant typique de la taïga, lorsque l'on considère l'ensemble de son aire de répartition. GLUTZ VON BLOTZHEIM (1985) décrit les exigences d'habitat du grand tétras de manière concise et marquante: "Les conditions de vie les plus favorables se trouvent dans les forêts primitives peu dérangées mixtes et très strati-
fiées, riches en clairières et en chablis avec des tourbières et des landes (...)." Cela signifie en clair (cf. fig. 2):

- un riche mélange d'essences avec une forte proportion de sapin blanc et de pin (dont les aiguilles sont consommées comme nourriture hivernale) et, selon les régions, aussi de hêtre;
- une fermeture des houppiers lâche à clairiérée (degré de recouvrement maximal 50 à 70%);
- une structure étagée, d'aspect jardiné, de la forêt;
- une bonne accessibilité au vol (pistes d'envol, peuplements avec peu de tiges);
- une strate d'arbustes nains bien développée, composée principalement de myrtilles;
- une forte proportion de vieux bois et de bois mort sur pied ou à terre;
- des surfaces ouvertes (clairières, trouées dans le peuplement et stations avec une végétation clairsemée suite à des coupes), importantes surtout pour les poules lors de l'élevage des poussins;

- des stations avec des hautes herbes (mégaphorbiaies);
 - des zones en lisière forestière, en particulier des transitions de la forêt vers les hauts et bas-marais ainsi que vers les pâturages et alpages faiblement boisés et exploités de manière extensive.
- L'absence de dérangement de l'espace est un élément central pour l'habitat du grand tétras.

Le grand tétras évite les peuplements purs d'épicéas, les peuplements dénués de végétation au sol, les perchis fermés et sombres ainsi que les grandes surfaces de rajeunissements.

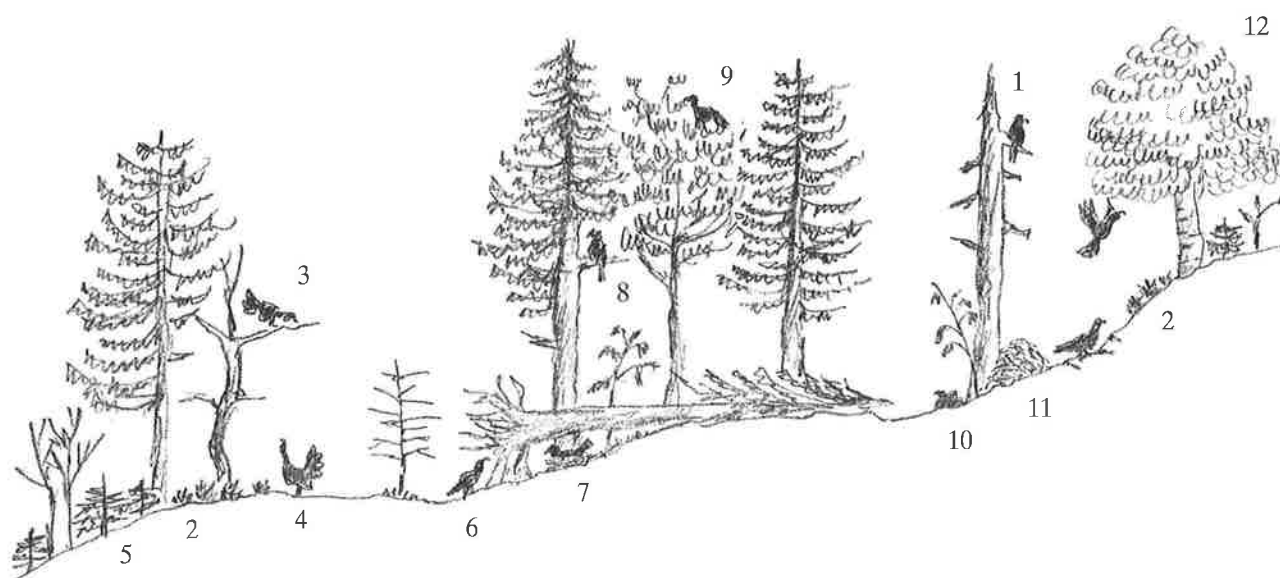


Fig. 2: Schéma de l'habitat d'un grand tétras.
Source: Selon MARTI / MOLLET (2000), modifié.

- | | | | |
|---|--|----|---|
| 1 | Côte à découvert | 7 | Nid protégé |
| 2 | Myrtilles | 8 | Côte couverte |
| 3 | Arbre de parade | 9 | Pin sylvestre et sapin blanc (aiguilles comme nourriture hivernale) |
| 4 | Arène au sol | 10 | Bain de sable |
| 5 | Jeunes épicéas | 11 | Fourmilière |
| 6 | Prélèvement de petits cailloux entre les racines d'un arbre abattu | 12 | Hêtre (bourgeons) |

2 REPARTITION DU GRAND TETRAS EN SUISSE

On rencontre les principales caractéristiques de l'habitat du grand tétras chez nous plus particulièrement à l'étage subalpin des Alpes et Préalpes ainsi que dans la chaîne du Jura. C'est là que l'on trouve de vastes zones forestières clairiérées naturelles ou résultant d'une longue exploitation traditionnelle. Les peuplements forestiers ouverts ou semi-ouverts sont ici étroitement imbriqués avec l'exploitation traditionnelle des alpages. Un cordon d'habitats du grand tétras s'étire des Préalpes fribourgeoises et bernoises vers les territoires voisins des cantons de Lucerne et d'Obwald et, à travers le canton de Schwyz, jusqu'en Suisse orientale (cantons de St-Gall et les deux Appenzell). On trouve d'autres centres de répartition sur le Jura et dans le canton des Grisons.

3 MENACES ET DIMINUTIONS DE L'AIRE (DE REPARTITION)

Les populations de grand tétras sont depuis longtemps en régression dans toute l'aire de répartition d'Europe centrale (GLUTZ VON BLOTZHEIM et al., 1973; KLAUS et al., 1986; LECLERCQ, 1988). Alors qu'au début des années septante, au moins 1'100 coqs paraient encore en Suisse, la population dénombrée au printemps est tombée entre 550 et 650 coqs en 1985 (MARTI, 1986). Différents indices viennent corroborer une poursuite de la diminution de la population depuis lors. Dans certains cas, l'espèce a carrément disparu. L'observation d'un recul s'est faite même dans les principaux centres de répartition du grand tétras (Jura vaudois et canton de Schwyz) (SCHMID et al., 1998). Dans la liste rouge, le grand tétras est classé selon les régions comme menacé, très menacé ou alors en danger d'extinction (ZBINDEN et al., 1994).

Une des causes déployant depuis longtemps des effets sur la perte d'habitats favorables est liée à l'exploitation forestière. L'exploitation régulière des forêts, les reboisements et la suppression du pacage en forêt ont fait disparaître les forêts clairiérées. Ces modifications ont pris des dimensions impressionnantes aux basses et moyennes altitudes avec pour conséquence des peuplements monostrates, équiennes et fermés. Les forêts riches en matériel sur pied d'âge moyen sont souvent trop denses pour le grand tétras et même dans la forêt jardinée classique, on atteint sur de bonnes stations de tels volumes de bois que le peuplement devient trop sombre et trop fermé (EIBERLE, 1984).

Les nombreux dérangements qui ont entre-temps aussi atteint les zones reculées et les habitats les mieux adaptés constituent depuis quelques temps un autre élément important pour le recul des populations.

4 L'IMPORTANCE DES MARAIS ET DES SITES MARÉCAGEUX POUR LE GRAND TÉTRAS

Dans les Préalpes, cette mosaïque de paysages forestiers à demi ouverts se rencontre principalement dans les zones avec une forte proportion de marais. Le grand tétras n'utilise pas la surface ouverte du marais, mais les zones en bordure de marais, où l'on rencontre une mosaïque de surfaces de transition entre les habitats ouverts et fermés. Par ailleurs, dans les zones riches en marais, la strate d'arbustes nains formée de myrtilles, très importante pour le grand tétras, est largement répandue.

Le cantonnement de la forêt et des pâturages ainsi que l'intensification de l'exploitation ont entraîné une perte de qualité d'habitat sur bien des surfaces d'alpages. C'est la raison pour laquelle les complexes forêt-marais qui sont exploités de manière traditionnelle et ne sont ni drainés ni reboisés constituent des surfaces de repli d'importance primordiale pour la protection du grand tétras.

Les aires de répartition du grand tétras montrent aujourd'hui également un fort recouvrement avec les sites marécageux d'importance nationale dans les zones de montagne (cf. fig. 3). Le mandat légal de protection des biotopes marécageux et des sites marécageux vient donc aussi appuyer les nécessités de la protection du grand tétras.

La gélinotte est aussi liée à la forêt; comme parente du grand tétras, elle pose des exigences un peu différentes pour son habitat. Elle trouve cependant aussi dans les grands sites marécageux des biotopes adaptés et elle accompagne ici toujours la présence du grand tétras.

5 PROTECTION DU GRAND TETRAS

Les habitats du grand tétras ne coïncident pas partout avec des biotopes ou des sites d'importance nationale et la protection du grand tétras exige des mesures qui dépassent la protection des marais, respectivement des sites marécageux. Pour la conservation des habitats favorables au grand tétras, on considérera les éléments suivants (représentation détaillée dans MARTI / MOLLET, 2000).

5.1 Desserte forestière et exploitation

En relation avec la desserte, il faut différencier les **zones sans desserte** et les **zones déjà desservies**:

Zones sans desserte: L'attribution des fonctions de la forêt se décide au début de chaque planification forestière. Dans les zones d'habitats du grand tétras, on peut aussi bien renoncer à une exploitation (en délimitant toutefois des réserves de dimensions suffisantes) ou pratiquer une exploitation proche de la nature et adaptée. Cela signifie qu'il faut viser des caractéristiques d'habitats favorables au grand tétras.

Lorsque la planification forestière dans le périmètre concerné s'oriente vers l'exploitation, cette dernière doit se réaliser en priorité à l'aide d'infrastructures autres que les routes forestières et les pistes à machines. Ceci est également valable lorsque la valorisation des habitats constitue une part des objectifs de gestion. Par ailleurs, les dessertes de base doivent aussi tenir compte des besoins d'habitat. S'il n'est pas possible de s'orienter vers une gestion compatible avec le grand tétras, il faut repenser la décision fondamentale et envisager de renoncer à l'exploitation (OFEFP, 2000).

Secteurs déjà desservis: Afin de garantir la meilleure tranquillité possible dans l'habitat du grand tétras, les routes et pistes forestières existantes menant à des secteurs occupés par cette espèce doivent être fermées à la circulation, conformément à l'art. 15 LFo. Des mesures supplémentaires sont aussi imaginables, telles que l'abandon voire le démantèlement de certaines dessertes dans des régions sensibles, au profit d'une exploitation par câble-grue ou hélicoptère. De telles mesures devraient s'inscrire dans un plan régional de protection du grand tétras.

La délimitation de réserves forestières constitue une autre mesure. La présence d'une population de grand tétras dans un site marécageux d'importance nationale va notablement influencer l'admissibilité d'interventions et d'exploitations. Dans ce cas, les activités qui pourraient menacer cette population ne sont pas admises.

5.2 Entretien des biotopes marécageux et exploitation agricole

- Il faut conserver les complexes semi-ouverts forêt-marais sur de grandes surfaces.
- Il faut poursuivre l'exploitation extensive des bas-marais, en conservant de petits massifs boisés jouant un rôle structurant.
- Il faut tenir compte des besoins d'habitat du grand tétras lors du débroussaillage des bas-marais. Dans certaines zones, il faut laisser des buissons pour que subsiste une zone de transition entre les surfaces ouvertes et les zones de bordure habitées par le grand tétras. Les buissons offrent par ailleurs un habitat pour la gélinotte.
- Il faut renoncer à intensifier l'exploitation des alpages et autres surfaces de pâturages (notamment pas d'engrais chimiques, de fumier de poules et d'herbicides).

5.3 Autres exploitations

Pour ménager les habitats sensibles du grand tétras, la déviation de sentiers pédestres est, le cas échéant, nécessaire.

Une chasse suffisante des ongulés sauvages est nécessaire pour garantir un développement abondant de la strate d'arbustes à baies.

5.4 Calendrier des interventions

Toutes les mesures seront prises en dehors des périodes de parade et d'élevage du grand tétras. Elles ne doivent pas commencer avant mi-juillet et être achevées au plus tard au début avril et, pour ménager le grand tétras en hiver, si possible à fin janvier déjà.

BIBLIOGRAPHIE

EIBERLE, K. (1984): Waldbauliche Voraussetzungen für die Existenz des Auerhuhns. Feld, Wald, Wasser. Schweiz. Jagdzeitung, 31 (2): 23-32.

GLUTZ VON BLOTZHEIM, U.N. / BAUER, K.M. / BEZZEL, E. (1973): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Tome 5, Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt a. M.

GLUTZ VON BLOTZHEIM, U.N. (1985): Les tétraonidés. Station ornithologique suisse de Sempach, 32 p.

KLAUS, S. / ANDREEV, A.V. / BERGMANN, H.-H. / MÜLLER, F. / PORKERT, J. / WIESNER, J. (1986): Die Auerhühner. Neue Brehm-Bücherei Band 86, Wittenberg-Lutherstadt.

LECLERCQ, B. (1988): Le grand coq de bruyère ou Grand Tétrás. Sang de la terre, Paris.

MARTI, C. (1986): Verbreitung und Bestand des Auerhuhns *Tetrao urogallus* in der Schweiz. Ornithol. Beob. 83: 67-70.

MARTI, C. / MOLLET, P. (2000): Aide-mémoire le grand tétras et gestion des forêts 2. éd., OFEFP, Berne.

OFEFP (éd., 2000): Grand Tétrás et Gélinoite des bois: protection dans la planification forestière régionale, Berne.

SCHMID, H. / LUDER, B. / NAEF-DAENZER, B. / GRAF, R. / ZBINDEN, N. (1998): Atlas des oiseaux nicheurs de Suisse. Répartition des oiseaux nicheurs en Suisse et au Liechtenstein 1993-1996. Station ornithologique suisse, Sempach.

ZBINDEN, N. / GLUTZ VON BLOTZHEIM, U.N. / SCHMID, H. / SCHIFFERLI, L. (1994): Liste des oiseaux nicheurs de Suisse avec le degré de menace dans les différentes régions. Liste rouge des espèces animales menacées de Suisse, OFEFP- Série Liste rouge, Berne, 24-30.

RENSEIGNEMENTS

Station ornithologique suisse,
6204 Sempach, tél. 041 / 462 97 00

Groupe de coordination pour la protection des marais, OFEFP,
3003 Berne, tél. 031 / 322 78 28

Direction fédérale des forêts,
secteur faune sauvage, 3003 Berne,
tél. 031 / 324 78 64

REMERCIEMENTS

Nous remercions nos nombreux collègues du projet de protection du grand tétras, en particulier Ruedi Hess et Niklaus Zbinden qui nous ont fait de précieuses suggestions et on relu de manière critique cette contribution.

ADRESSE DES AUTEURS

Dr. Christian Marti
Station ornithologique suisse
6204 Sempach

Ing. for. dipl. Franz Rudmann
Ibergstrasse 48
9630 Wattwil

TRADUCTION

Philippe Poget
Ingénieur forestier EPFZ / SIA
Chemin Merdisel 22
1242 Satigny

Manuel
Conservation des marais
en Suisse 1
1/1998

Les reptiles des zones marécageuses

3.4.4

1 INTRODUCTION

Les reptiles peuvent s'observer dans presque tous les marais de Suisse. La grandeur, la situation et la structure de chaque marais va largement déterminer quelles espèces on pourra rencontrer. On désignera comme habitant "typique" des marais le lézard vivipare (*Lacerta vivipara*), la couleuvre à collier (*Natrix natrix*) ainsi que la vipère péliade (*Vipera berus*). Cette dernière espèce se rencontre, à basse altitude, exclusivement dans les hauts-marais et les marais de transition.

L'importance du rôle joué par les biotopes marécageux pour la cistude d'Europe (*Emys orbicularis*), espèce disparue en Suisse, reste encore à découvrir. On admet que la cistude était présente principalement dans les eaux peu profondes des forêts alluviales. Le tableau 1 récapitule les espèces observées dans les zones marécageuses et leur rattachement aux divers types de marais.

Espèces	Haut-marais			Bas-marais		
	colli-néen	monta-gnard	au-dessus	colli-néen	monta-gnard	au-dessus
Vipère péliade (<i>Vipera berus</i>)	★	●	?	-	○	?
Couleuvre à collier (<i>Natrix natrix</i>)	○	○	?	●	●	○
Couleuvre tessellée (<i>Natrix tessellata</i>)	-	-	-	○	-	-
Couleuvre vipérine (<i>Natrix maura</i>)	-	-	-	○	-	-
Couleuvre d'Esculape (<i>Elaphe longissima</i>)	-	-	-	○	-	-
Couleuvre verte et jaune (<i>Hierophis viridiflavus</i>)	-	-	-	○	-	-
Coronelle lisse (<i>Coronella austriaca</i>)	?	?	-	?	?	-
Orvet (<i>Anguis fragilis</i>)	○	○	○	○	○	○
Lézard vivipare (<i>Lacerta vivipara</i>)	●	●	○	●	●	○
Lézard des souches (<i>Lacerta agilis</i>)	?	-	-	○	○	-
Lézard vert (<i>Lacerta bilineata</i>)	-	-	-	○	○	-
Cistude d'Europe (<i>Emys orbicularis</i>)	?	-	-	†	-	-

Tab. 1: Rattachement des reptiles suisses aux divers biotopes marécageux.

- ★ L'espèce dépend très fortement de ce type de biotope
- présence importante
- présence
- † considérée comme éteinte en Suisse
- pas de présence
- ? situation indéfinie

La présence, même passée, de la cistude d'Europe dans les hauts-marais n'a encore jamais été élucidée.

2 LES EXIGENCES ENVERS L'HABITAT

Les reptiles ont des exigences diverses selon les espèces à l'égard de leurs habitats; les serpents sont en général plus exigeants que les lézards. Ils ont cependant tous l'exigence commune d'un habitat richement structuré. La présence d'abris bien ensoleillés et non dérangés est particulièrement importante (cf. fig. 1).

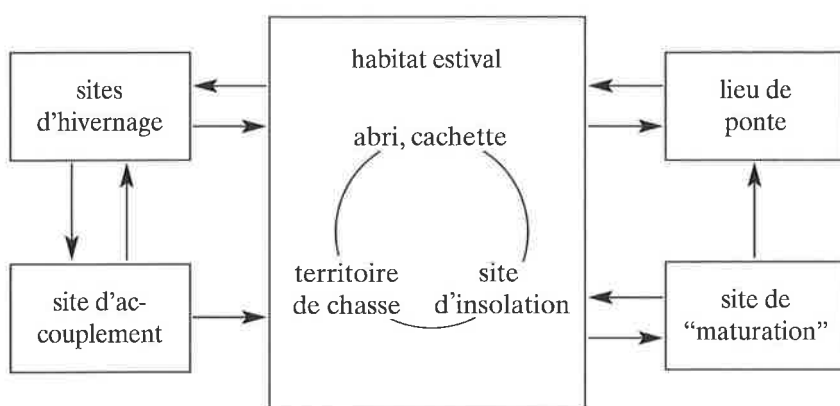


Fig. 1: Représentation simplifiée des principaux éléments d'un habitat de reptiles.

Les divers éléments de l'habitat sont utilisés différemment. Ils forment les maillons d'une chaîne qui ne fonctionne que dans son ensemble. Les barrières (naturelles ou construites) entre les différents éléments structurels peuvent détruire l'habitat des reptiles.

■ **Sites d'insolation et abris, cachettes:** Petites structures "à l'abandon", bien ensoleillées et protégées, comme des ourlets d'herbes fanées, des arbustes nains, des broussailles basses et couvrantes, des buttes de laîches et d'herbes, des arbres renversés, des assiettes racinaires arrachées, des accumulations de bois mort, etc... Les petites structures créées par les activités humaines sont aussi utilisées: tas de pierres, murs de pierres sèches, tas de branches ou de bois, restes de bois à terre (tronc, souches, etc.), tas d'herbes fanées, de feuilles, de roseaux, de laîches, etc.

■ **Sites d'accouplement:** En général des emplacements bien ensoleillés, où se tiennent les femelles prêtes à l'accouplement. De telles places se situent souvent à proximité des sites d'hivernage.

■ **Sites de "maturation":** Emplacements particulièrement ensoleillés et protégés dans lesquels les femelles gestantes des espèces vivipares vont porter à terme leurs jeunes, respectivement les femelles ovipares font "mûrir" les oeufs dans leur corps.

■ **Lieux de ponte:** Emplacements appropriés où les femelles peuvent pondre, par exemple tas de feuilles ou de foin en décomposition. De tels emplacements peuvent devenir des éléments clés pour la survie d'une population. Les lieux de ponte particulièrement adaptés sont visités par divers individus. On connaît ainsi des accumulations de plusieurs milliers d'œufs de couleuvre à collier (KABISCH, 1978).

■ **Territoires de chasse:** Ces territoires présentent des structures variées avec un éventail correspondant de proies.

■ **Sites d'hivernage:** Emplacements hors gel et hors d'atteinte des hautes eaux, comme des trous de rongeurs, des assiettes racinaires, toutes sortes de tas de pierres, bois, branches et analogues, des arbres renversés, etc. En bordure de l'habitat, des éléments comme les ouvrages en maçonnerie, les murgiers, les tas de fumier et autres sont utilisés.

■ **Corridors de liaison:** Eléments linéaires comme des haies, des surfaces en friche, des fossés, des rives, des talus de chemins de fer et de routes, des lisières forestières qui permettent de relier les divers structures et biotopes entre eux.

3 DONNEES SUR LES PRINCIPAUX HABITANTS DES MARAIS

Nous allons décrire par la suite trois espèces de reptiles qui sont fortement rattachées aux biotopes marécageux.

3.1 La vipère péliade (*Vipera berus*)

La vipère péliade constitue avec la vipère aspic (*Vipera aspis*) la seule espèce de serpent venimeux en Suisse. Le dessin vertébral sombre en zigzag est caractéristique pour cette espèce. Dans certaines populations on trouve cependant aussi des individus entièrement noirs. Le corps est court et trapu, comparé à celui des inoffensives couleuvres. La tête paraît anguleuse et se distingue légèrement du cou. La pupille fendue verticalement est caractéristique pour les deux serpents venimeux de Suisse. Les vipères péliades donnent naissance à des jeunes individus (vipéreaux) entièrement développés. Ces derniers sont immédiatement indépendants et se nourrissent principalement de jeunes grenouilles rousses (*Rana temporaria*) et de lézards vivipares (*Lacerta vivipara*). Les adultes mangent principalement des petits mammifères.

Aucun autre serpent de Suisse n'est aussi fortement lié aux biotopes marécageux que la vipère péliade, du moins à basse altitude. Sur la Plateau, on ne la rencontre que dans les hauts-marais et leurs abords immédiats. Son habitat englobe aussi bien les parties mouillées que les surfaces plus sèches et "dégradées" (landes, prairies à molinie embuissonnées). Les lisières forestières bien ensoleillées en bordure des marais revêtent par ailleurs une grande importance. Dans les situations alpines, la vipère péliade ne dépend plus aussi fortement des marais. Elle colonise alors les landes d'arbustes nains, les alpages, etc. (NEU-MEYER 1987 et 1992; MOSER, 1988).

On rencontre la vipère péliade en Suisse principalement dans l'espace alpin entre 1'200 et 2'100 m d'altitude. Elle monte exceptionnellement jusqu'à 2'680 m mais ne descend que rarement en dessous de 1'200 m (SCHNEPPAT / SCHMOCKER, 1983). Le centre de gravité de la répartition se situe dans les Alpes orientales. On ne connaît que quelques présences sur le Plateau et dans le Jura, avec des populations très petites et en voie de disparition. Il faut admettre que cette espèce se rencontrait autrefois dans des hauts-marais aujourd'hui détruits. Dans les collines du sud de l'Allemagne, où l'on rencontre encore de vastes



Fig. 2: Vipère péliade (*Vipera berus*).

Photo: G. Dušej

biotopes de hauts-marais, la vipère péliade est largement répandue. Mais là aussi, les populations ont dramatiquement diminué au cours des dernières décennies (BAUER, 1987).

A basse altitude, l'augmentation actuelle de la colonisation par la forêt des derniers hauts-marais où l'on rencontre la vipère péliade constitue une menace aiguë pour cette espèce. Les surfaces qui évoluent vers une lande et les prairies à molinie embroussaillées représentent certes des nouvelles structures de biotopes précieuses pour cette espèce, mais il reste nécessaire d'intervenir par des mesures adaptées pour empêcher la poursuite de cette succession.

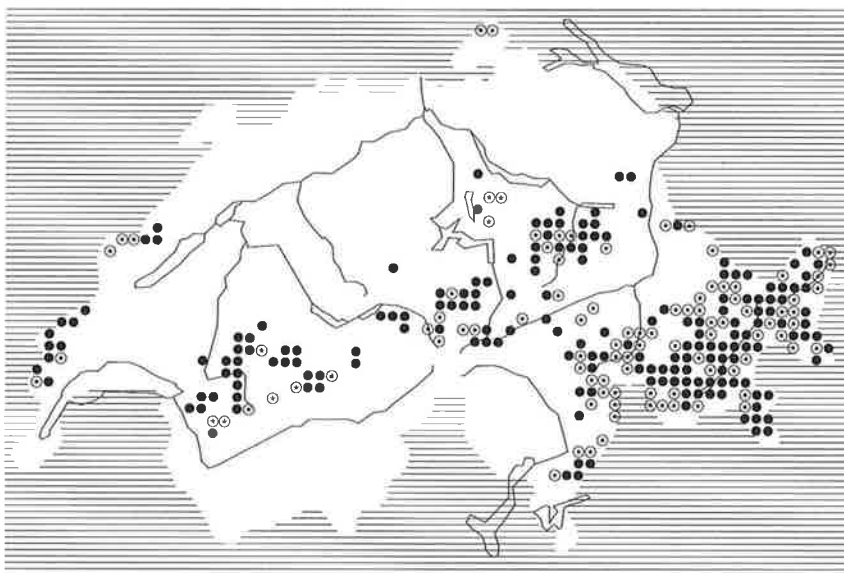


Fig. 3: Carte de répartition de la vipère péliade.

● 1980-1999
⊕ avant 1980

Source: HOFER et al. (2001)

3.2 La couleuvre à collier (*Natrix natrix*)

La couleuvre à collier est bien la plus connue et la plus largement répandue de nos espèces de serpents. On la reconnaît en général facilement par le dessin typique de sa tête avec deux demi-lunes jaunes à l'arrière. On rencontre plus rarement des individus monocolores, parfois même entièrement noirs. La couleuvre à collier peut atteindre une longueur totale supérieure à 1 m. Elle nage très bien et se nourrit principalement d'amphibiens. La couleuvre à collier est ovipare. Les femelles, plus grosses, peuvent contribuer des années durant au maintien d'une population en pondant jusqu'à 40 œufs par an.



Fig. 4: Couleuvre à collier (*Natrix natrix*).

Photo: G. Dušej

Bien que la couleuvre à collier soit fortement liée aux ruisseaux et aux habitats marécageux, on la rencontre souvent dans d'autres types d'habitats, par exemple dans les lisières forestières riches en buissons, sur les talus de chemins de fer ou même dans les éboulis subalpins. Les populations les plus nombreuses se trouvent cependant dans les zones marécageuses et alluviales de basse altitude, ainsi que sur les rives proches de l'état naturel des eaux dormantes. On a observé au cours des dernières décennies une augmentation de la colonisation d'habitats de substitution comme les gravières, les jardins ou les parcs.

Les couleuvres à collier ont besoin d'habitats étendus et richement structurés. Outre des cachettes et des sites d'insolation, il faut aussi qu'on y trouve des cours d'eau riches en amphibiens, des sites de ponte et des sites d'hivernage.

Il est rare aujourd'hui de trouver de grandes populations de couleuvres à collier avec plusieurs dizaines d'individus. Les inventaires herpétologiques cantonaux actuels signalent une diminution dramatique des populations dans toute la Suisse. Les disparitions sont concentrées dans les zones humides de dimensions réduites et isolées (DUŠEJ / BILLING, 1991; HOFER, 1991; KADEN, 1988). Outre la perte générale de zones humides proches de l'état naturel, d'autres facteurs comme le découpage des grands complexes de biotopes par de nouvelles barrières et la perte de certains éléments structuraux vitaux jouent un rôle décisif pour le recul des populations. La survie des couleuvres à collier n'est souvent pas garantie, même dans les réserves naturelles existantes. De nombreuses zones humides sont extrêmement pauvres en petites structures, car leur entretien ne se réalise qu'en suivant des considérations botaniques. Il n'est ainsi pas rare que les petits cours d'eau riches en amphibiens fassent défaut.

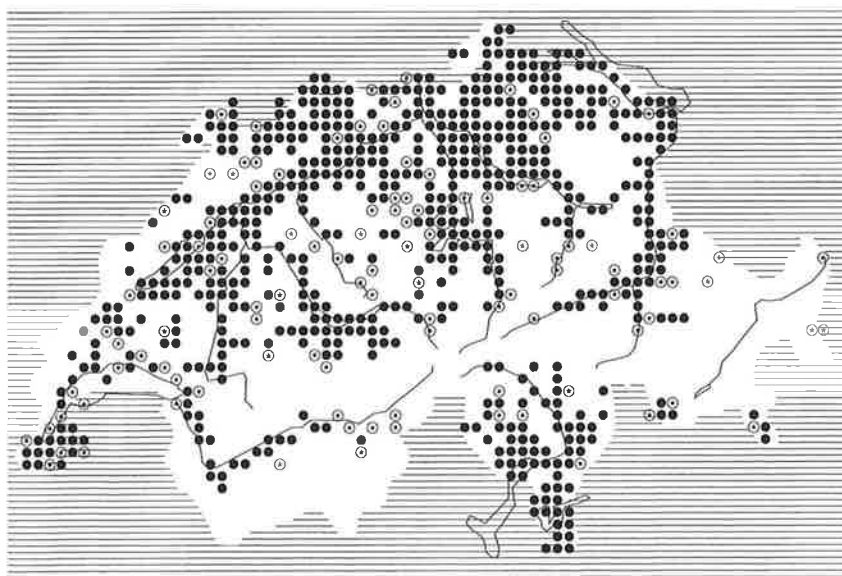


Fig. 5: Carte de répartition de la couleuvre à collier.

● 1980-1999

⊕ avant 1980

Source: HOFER et al. (2001)

3.3 Le lézard vivipare (*Lacerta vivipara*)

Le lézard vivipare est le plus petit des lézards indigènes. On le rencontre dans un grand nombre d'habitats, mais il montre un fort lien avec les biotopes marécageux. Le dessin et la couleur sont très variables. Il n'y a pas de différences notables entre les sexes. Pour les individus mâles, le ventre est plus tacheté (KRAMER / STEMMLER, 1986). Les individus noirs ne sont pas rares, également chez les nouveaux-nés. Les lézards vivipares sont plutôt des animaux farouches qui disparaissent presque sans bruit au moindre dérangement. Ils évitent les grosses chaleurs et la sécheresse. L'accouplement a lieu en avril / mai. Les lézards vivipares mettent bas des jeunes entièrement développés qui sont encore enveloppés dans une fine membrane (ovoviviparie). Ils atteignent la maturité sexuelle après 2 ans environ (DELY / BÖHME, 1984).

Les lézards vivipares peuvent coloniser des habitats plus humides et plus froids que tous les autres lézards indigènes. L'ovoviviparie leur fournit pour cela des avantages. Comme les femelles ne sont pas liées à des sites spécifiques pour la ponte des œufs, elles peuvent utiliser de manière optimale l'énergie solaire durant la période de maturation des œufs. En cas d'inondation, elles vont chercher d'autres sites de "maturation" à l'extérieur de la zone de danger.

Les plus nombreuses populations de lézards vivipares se rencontrent dans les hauts-marais et marais de transition qui sont des milieux richement structurés. Il n'est cependant pas rare que les lézards vivipares colonisent aussi des zones humides pauvrement structurées comme les parvocariçaies et les mégaphorbiaies. Ces animaux sont capables dans de tels habitats d'utiliser chaque possibilité d'ensoleillement, aussi infime soit-elle. Ils grimpent sur les hautes herbes ou sur les piquets des clôtures de pâturages et sur les panneaux d'information de la protection de la nature. Les sites d'insolation de prédilection sur lesquels on pourra bien observer les lézards vivipares sont les souches, les tas de branches et les arbres renversés. On rencontre souvent plusieurs individus simultanément sur de tels emplacements. Les principaux habitats des lézards vivipares se situent dans les Alpes et dans le sud du Jura. On rencontre cette espèce relativement rarement sur le Plateau.



Fig. 6: Lézard vivipare (*Lacerta vivipara*).

Photo: G. Dušej

Comme tous les autres reptiles habitant les marais, le lézard vivipare est aussi fortement touché par la destruction des zones humides. De nombreuses présences, notamment sur le Plateau, ont ainsi disparu. Et dans les zones protégées existantes aussi, la situation n'est pas toujours optimale. Un entretien orienté principalement vers la conservation de valeurs floristiques va évincer des petites structures importantes pour les reptiles. Il n'est pas rare que des tas de litière en bordure de réserves naturelles soient brûlés alors que les lézards les avaient déjà adoptés comme abri.

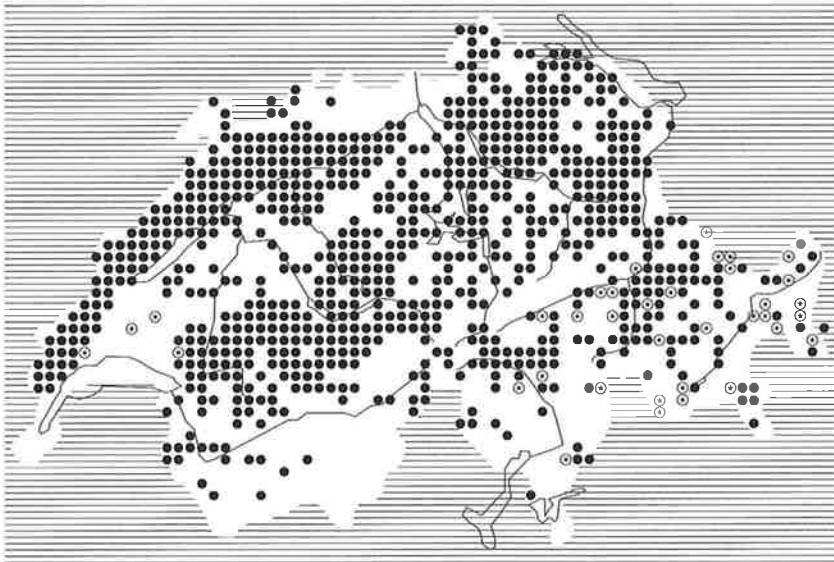


Fig. 7: Carte de répartition du lézard vivipare.

● 1980-1999

⊕ avant 1980

Source: HOFER et al. (2001)

4 MESURES DE PROTECTION

Une protection efficace des reptiles nécessite des connaissances précises de leurs présences actuelles, de leur potentiel et de l'utilisation spatiale de leur habitat. Les besoins vont varier selon la station et les particularités locales de sorte qu'il n'est pas possible de fournir une "recette" générale. Il faut prévoir d'évaluer chaque situation avec le concours d'un herpétologue. Le centre de coordination pour la protection des amphibiens et des reptiles de Suisse (KARCH) à Berne peut transmettre les coordonnées de tels spécialistes.

4.1 Principes de base

Une protection efficace des reptiles doit prévoir de prendre en compte les principes suivants:

- **Inventorier les présences:** De nombreuses présences d'importance supra-communale sont déjà incluses dans des inventaires disponibles auprès des autorités cantonales concernées. Dans les zones où de tels relevés font défaut, il faut réaliser des inventaires. Pour une évaluation rapide par un spécialiste, 2 à 4 reconnaissances sont en général suffisantes. Outre la reconnaissance des espèces, il faut également relever tous les éléments de biotopes d'intérêt vital. Il s'agit principalement des cachettes et de sites d'insolation, des territoires de chasse, des sites de "maturation" et des lieux de ponte ainsi que des sites d'hivernage.
- **Protection des éléments essentiels des biotopes:** Il faut protéger tous les éléments importants des habitats et, le cas échéant, y pratiquer un entretien extensif adéquat pour les conserver. Il est judicieux d'inscrire les principales mesures dans les plans d'entretien correspondants.
- **Optimisation de l'habitat:** Les reptiles ont besoin d'une mosaïque d'emplacements ouverts et partiellement couverts. Il faut éclaircir avec ménagement des surfaces fortement embroussaillées ou boisées. A l'inverse, il faut tolérer un embroussaillage partiel, respectivement laisser en friche des surfaces ouvertes et sans structures. De nombreux habitats pour reptiles manquent de petites structures. La création de nouvelles cachettes ou de site d'insolation adaptés permet d'y remédier rapidement (cf. aussi chiffre 4.2).
- **Mise en réseau:** Il faut relier les diverses parties de biotopes ainsi que les plus grands milieux pour permettre de garantir une survie à long terme. Les reptiles se déplacent volontiers le long d'éléments linéaires, riches en cachettes comme des haies (surtout des haies basses), des

talus, des rives, des fossés, des bandes en friche, des lisières et d'autres structures de ce type.

■ **Contrôle des résultats et optimisation des mesures:** Le succès des mesures doit faire l'objet d'un contrôle. Comme la plus grande part des reptiles n'atteint la majorité sexuelle qu'entre 3 et 5 ans, un accroissement significatif des populations va nécessiter une durée analogue.

4.2 Adaptation des mesures d'entretien

La majorité des marécages sont entretenus selon des considérations principalement botaniques. Les bas-marais par exemple sont fauchés selon un rythme relativement fixe sur pratiquement l'ensemble de la surface. Pour les reptiles, ceci aboutit à deux stades de végétation défavorables:

- De grandes surfaces se retrouvent complètement nues durant l'automne, l'hiver et le printemps. Par l'absence de cachettes et d'abris, de grandes surfaces deviennent inhospitalières pour les reptiles, car ils s'y trouveraient livrés à leurs ennemis.
- En été ces mêmes surfaces sont couvertes d'une haute couche herbacée ou d'une mégaphorbiaie de sorte que les strates proches du sol sont entièrement ombragées et deviennent en grande partie inhabitables pour les reptiles.

Les mesures d'entretien peuvent être améliorées en faveur des reptiles sans pour autant devoir abandonner les principaux aspects de la pratique actuelle. Il suffit en général d'effectuer, surtout en bordure des habitats correspondants, un entretien favorable aux reptiles. On se basera pour cela sur les éléments suivants:

- **Ourlets d'herbes fanées:** Le long des haies, de lisières forestières exposées au sud ainsi qu'en bordure de prairies marécageuses on aménagera un ourlet herbeux de 3 à 5 m de large. Il sera fauché tous les trois ans (chaque année un tiers de la surface).
- **Îlots d'herbes fanées:** Environ 5 à 10% des prairies marécageuses ouvertes devraient rester non fauchés durant une année au moins sous forme de petites îles. L'emplacement de ces îlots d'herbes fanées sera modifié chaque année, pour éviter l'apparition de dépréciations qualitatives sur le plan botanique (p. ex. par eutrophisation et feutrage des herbes).
- **Haies basses:** Dans les prairies marécageuses, la proportion de buissons devrait atteindre 15 à 20%. Il faut favoriser les arbustes sous forme de haies basses peu denses, principalement aux emplacements bien ensoleillés.



Fig. 8: Ourlets d'herbes fanées
Photo: G. Dušej



Fig. 9: Zone de fauche spéciale
Photo: G. Dušej

■ **Zones de fauche spéciales:** Dans les surfaces avec une forte proportion de roseaux ou de hautes herbes, il faut prévoir, déjà au début de l'été, de faucher une bande de 2 à 5 m de large pour que les couches proches du sol soient à nouveau ensoleillées. Les emplacements particulièrement adaptés pour cela sont les lisières forestières bien ensoleillées, les haies, les limites entre les terres cultivées et les bas-marais, etc. (attention de ne pas blesser des animaux lors de la fauche).

■ **Petites structures:** Le long des limites, il faut offrir plus de cachettes, de sites d'insolation ainsi que d'autres petites structures. La création, aux endroits adaptés, de cours d'eau propices à la ponte des amphibiens permet par exemple d'améliorer l'offre alimentaire pour la couleuvre à collier.

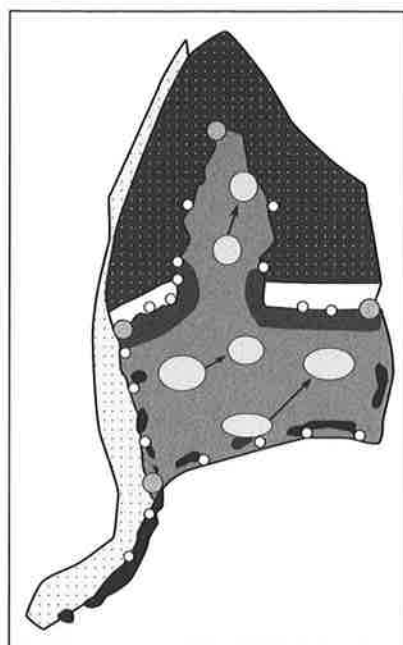
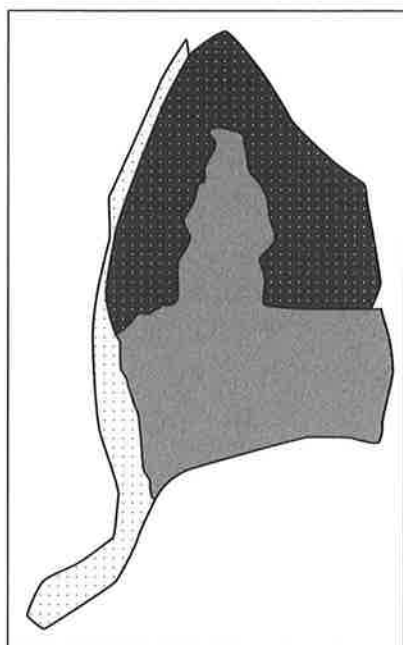


Fig. 10: Représentation simplifiée et idéalisée d'un entretien de bas-marais adapté aux reptiles.

A gauche: pratique usuelle à ce jour avec fauche étendue; pas de petites structures.

A droite: entretien plus favorable aux reptiles avec création de petites structures adaptées.

- prairie (fauche annuelle)
- forêt
- eaux
- manteau forestier riche en buissons
- haie basse peu dense (3 à 5 ans)
- zones d'herbes fanées, fauche spéciale
- îlot "itinérant" d'herbes fanées
- cache/site d'insolation
- site d'hivernage/lieu de ponte

BIBLIOGRAPHIE

BAUER, S. (1987): Verbreitung und Situation der Amphibien und Reptilien in Baden-Württemberg. In: HÖLZINGER, J./ SCHMID, G. (1987): Die Amphibien und Reptilien Baden-Württembergs. Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg. Band 41. Landanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.

DELY, O.G. / BÖHME, W. (1984): *Lacerta vivipara* - Waldeidechse. Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas (Hrsg. W. BÖHME), Bd. 2/I. Aula-Verlag, Wiesbaden, 362-393.

DUŠEJ, G. / BILLING, H. (1991): Die Reptilien des Kantons Aargau - Verbreitung, Ökologie und Schutz. Mitt. Aarg. Naturf. Ges. XXXIII: 233-335.

HOFER, U. / MONNET, J.-C. / DUSEJ, G. (2001): Les reptiles de Suisse. Birkhäuser, Bâle.

HOFER, U. (1991): Die Reptilien des Kantons Bern. Mitt. Naturf. Ges. Bern, N. F., 48: 153-208.

KABISCH, K. (1978): Die Ringelnatter. Neue Brehm Bücherei, A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt.

KADEN, D. (1988): Die Reptilien des Kantons Thurgau. Mitt. thurg. naturf. Ges. 49: 51-95.

KRAMER, E. / STEMMLER, O. (1986): Schematische Verbreitungskarten der Schweizer Reptilien. Revue suisse Zool., 93(3): 779-802.

MOSER, A. (1988): Untersuchung einer Population der Kreuzotter (*Vipera berus* L.) mit Hilfe der Radiotelemetrie. Inaugural-Disserta-

tion der Philosophisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Basel.

NEUMEYER, R. (1987): Density and seasonal movements of the adder (*Vipera berus* L. 1758) in a subalpine environment. *Amphibia-Reptilia*, 8: 259-276.

NEUMEYER, R. (1992): Die Kreuzotter. Lebensweise und Schutzmöglichkeit. Hrsg. Koordinationsstelle für Amphibien und Reptilienschutz in der Schweiz (KARCH), Bern.

SCHNEPPAT, U. / SCHMOCKER, H. (1983): Die Verbreitung der Reptilien im Kanton Graubünden. Jber. Natf. Ges. Graubünden 100.

ADRESSE DES AUTEURS

Goran Dušej
Büro für faunistische
Felduntersuchungen
Käserestrasse 12
8919 Rottenschwil

Dr Herbert Billing
Planungs- und Naturschutzamt
des Kantons Schaffhausen
Beckenstube 11
8200 Schaffhausen

Heinz Bolzern
Büro für Naturschutzökologie
Bellerivestrasse 39
6006 Luzern

Dr Ueli Hofer
Muséum d'histoire naturelle
Bernastrasse 15
3005 Berne

TRADUCTION

Philippe Poget
Ingénieur forestier EPFZ
Chemin Merdisel 22
1242 Satigny

Manuel
Conservation des marais
en Suisse 1
2 / 1998