

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. KULCZYNSKI (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 MINÉROGÈNES (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.

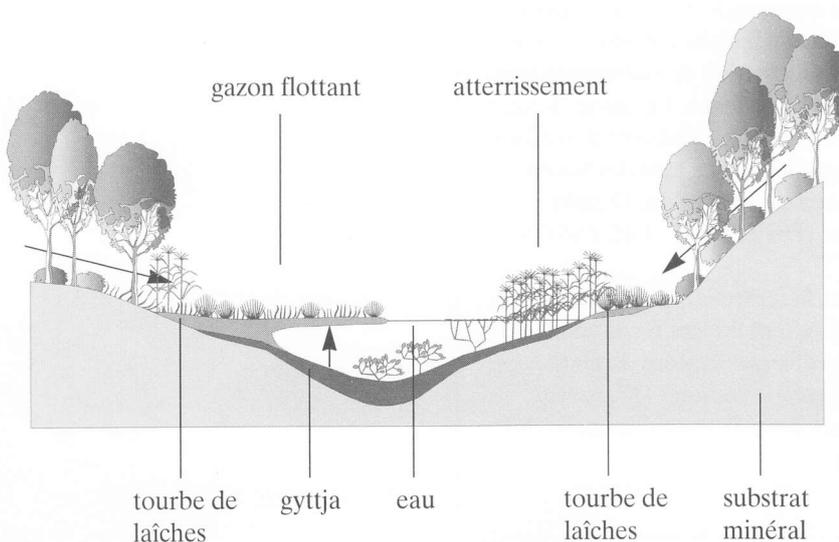


Fig. 1: Coupe schématique à travers un marais d'atterrissement. Des exemples caractéristiques en Suisse sont le lac de Lussy (FR; inventaire des hauts-marais (IHM) No 131), le Höhenschwandmoor (BE; IHM No 511) et la mare de haut-marais de Muntschas (GR; HELD / WORTMANN, 1994; IHM No 90).

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 laïche des bourbiers (*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.

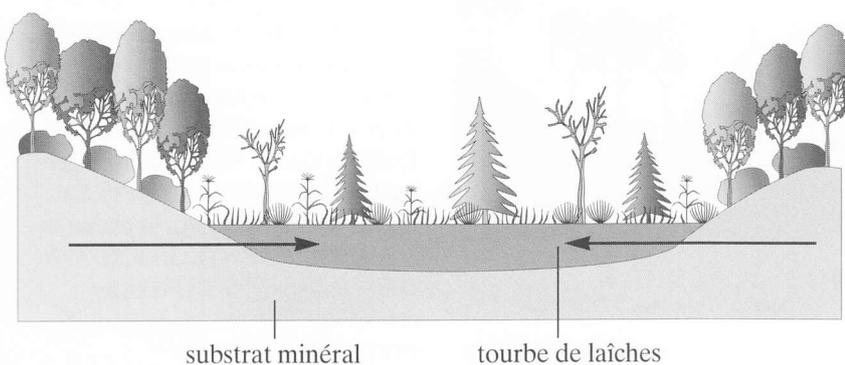


Fig. 2: Chronologie des derniers 20'000 ans.

Source: KÜTTEL (1994).

| Années ¹⁴ C avant le présent | Période géologique | | |
|---|-----------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| 0 | | | |
| 1'000 | Subatlantique | HOLOCENE (époque postglaciaire) | |
| 2'000 | | | |
| 3'000 | | | |
| 4'000 | Subboréal | | |
| 5'000 | | | |
| 6'000 | Atlantique | | |
| 7'000 | | | |
| 8'000 | | | |
| 9'000 | Boréal | | PLEISTOCENE (époque glaciaire) |
| 10'000 | Préboréal | | |
| 11'000 | Dryas récent | | |
| 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 Schwantenu (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 ensembles 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.

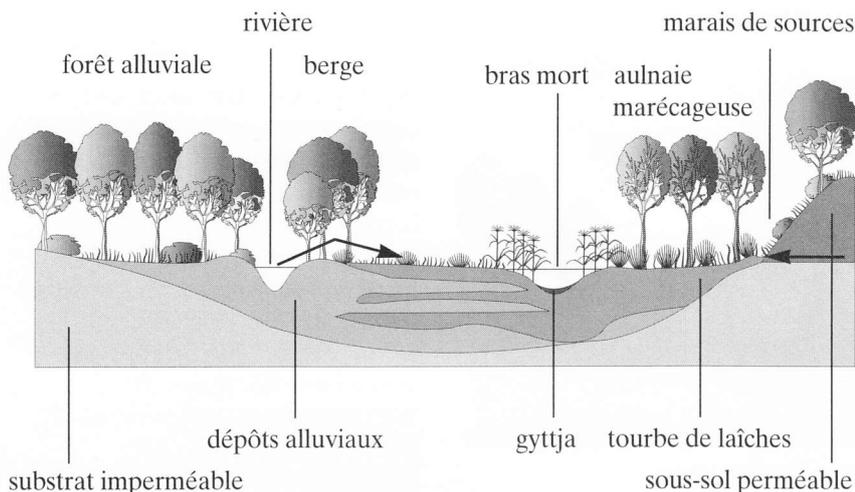


Fig. 4: Coupe transversale schématique à travers un marais d'inondation. Les exemples insignes de Suisse sont l'embouchure du Rhône dans le Léman (VD; IBM No 1378-1382), le Grand Marais dans le Seeland (FR, BE, NE; cf. BUTTLER / MULHAUSER, 1994), la plaine de la Linth (SG, SZ, GL; KOCH, 1926; IBM No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

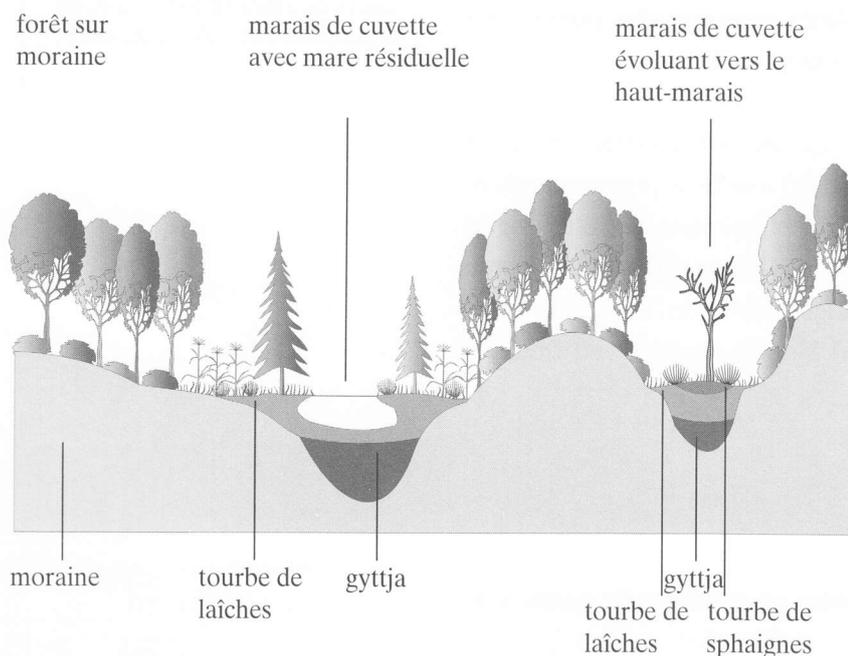


Fig. 5: Coupe transversale schématique à travers un paysage morainique avec deux marais de cuvette. Un exemple de marais de cuvette relativement intact avec mare résiduelle est fourni par le Barchetsee (TG; SCHLÄFLI, 1972; IHM No 133).

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.

Bien que les marais de cuvette n'aient qu'une faible surface et soient difficiles à drainer, ils subissent (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.

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.

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.

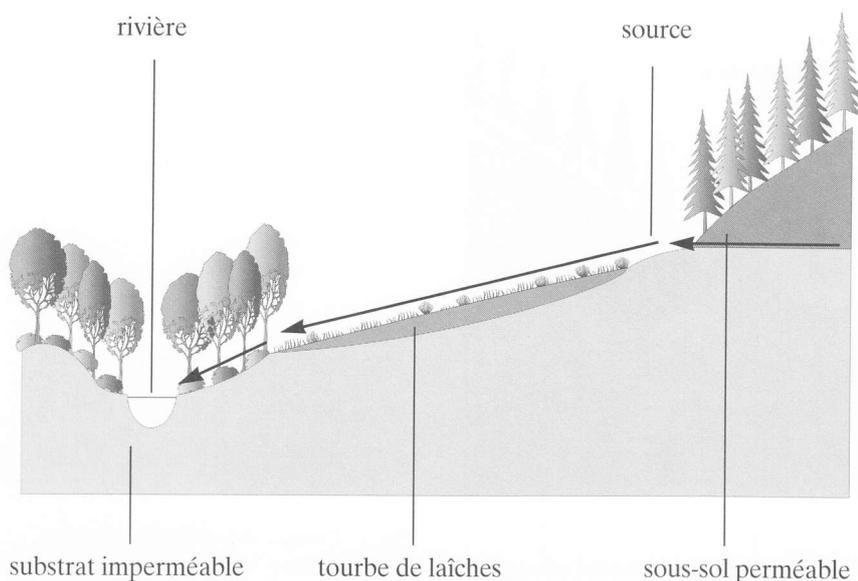


Fig. 6: Coupe transversale schématique à travers un marais de pente ou marais de ruissellement.

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

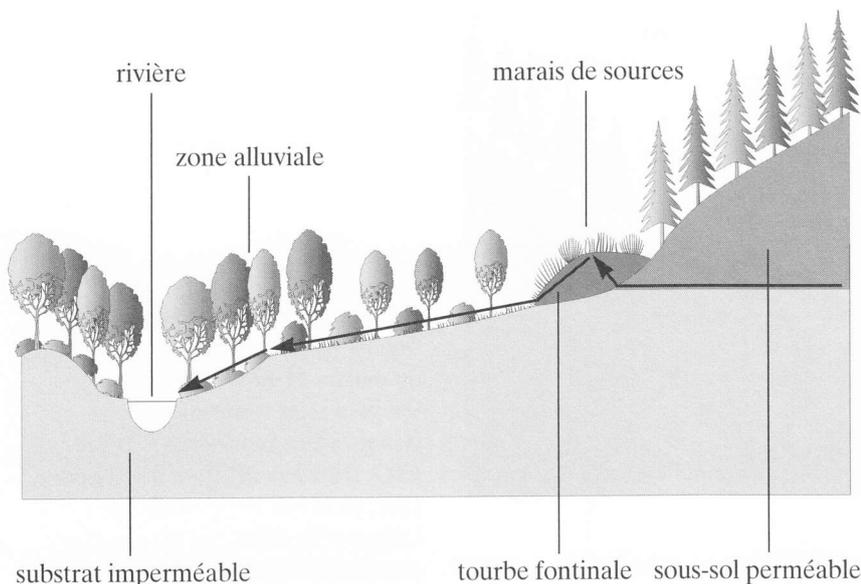


Fig. 7: Coupe transversale schématique à travers un marais fontinal.

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.

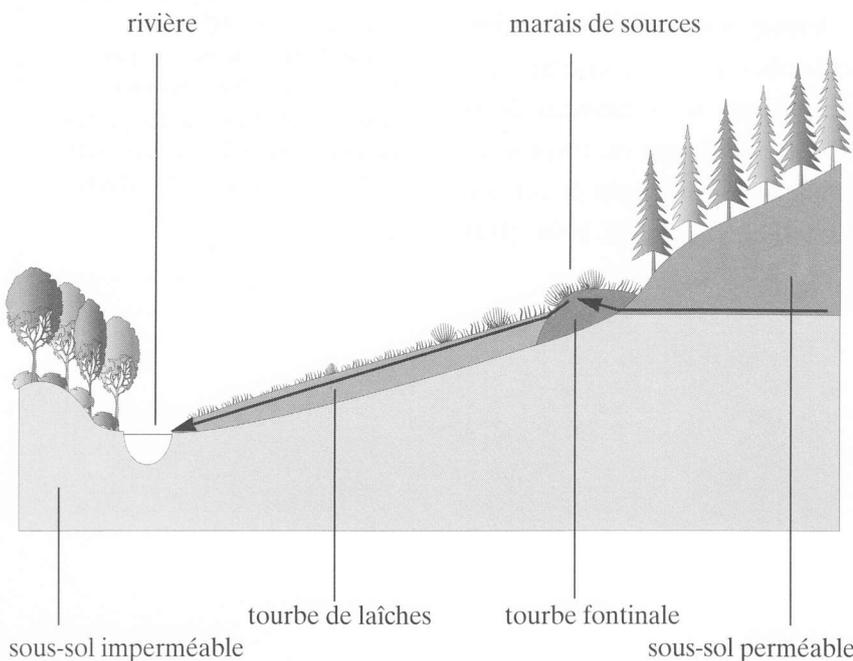


Fig. 8: Coupe transversale schématique à travers un marais de percolation. On peut citer comme exemples classiques Gamperfin (SG; SCHNEEBELI, 1991; IHM No 150) ou La Vraconnaz (VD; FELDMAYER-CHRISTE / MULHAUSER, 1994; IHM No 22).

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 s'écoule 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).

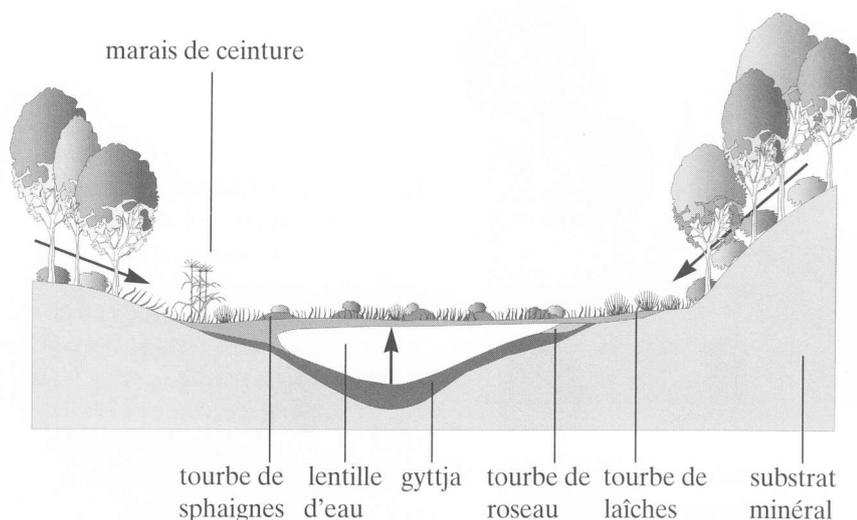


Fig. 9: Coupe transversale schématique à travers un marais de transition. Un exemple classique du Plateau suisse est le Burgmoos ou Chlepfibererimoos (BE/SO; AEBERHARD, 1972; HANGARTNER, 1997; IHM No 76).

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-

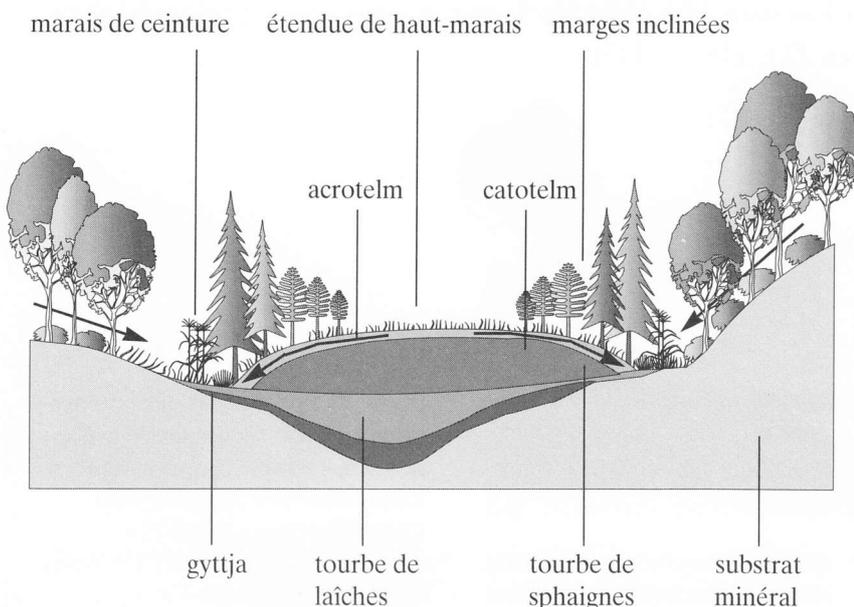


Fig. 10: Coupe transversale schématique à travers un haut-marais résultant de l'atterrissement d'un lac. On peut citer comme exemples en Suisse la Sagne de Pré Rodet (VD; MITCHELL, 1995; IHM No 36), le Torfriet près de Pfäffikon (ZH; IHM No 102) et le Robenhauserriet (ZH; IHM No 103). Les termes acrotelm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

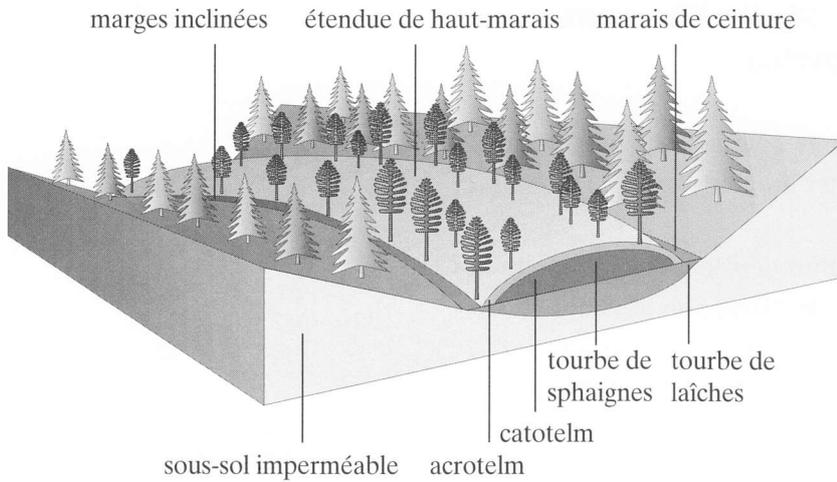


Fig. 11: Bloc-diagramme d'un haut-marais d'ensellement qui a évolué à partir d'un marais de paludification. On peut citer comme exemples Les Tenasses (VD; COSANDEY, 1964; IHM No 85), les marais de la crête du Niremout (FR; IHM No 128), le Boggenmoor (GL; HOFFMANN-GROBETY, 1946; IHM No 246) ou la Tourbière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

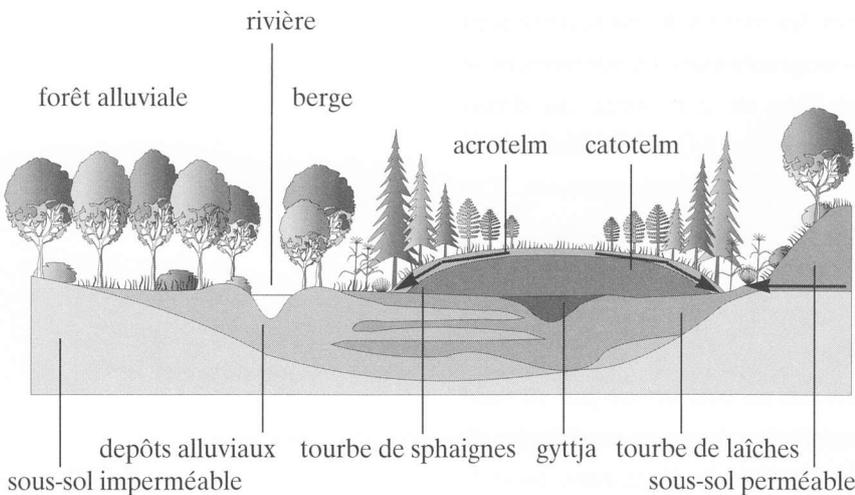


Fig. 12: Coupe transversale schématique à travers un haut-marais de vallée qui a évolué à partir d'un marais d'inondation.

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.

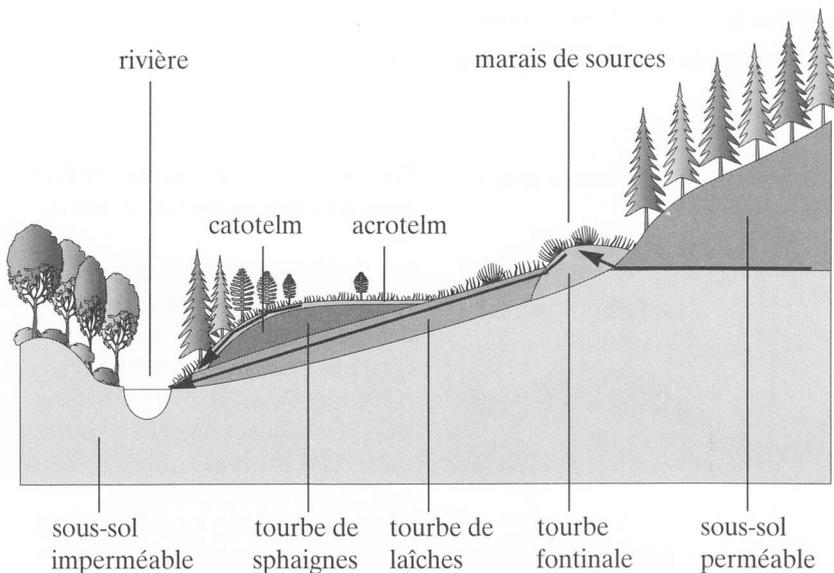


Fig. 13: Coupe schématique transversale à travers un haut-marais de pente qui a évolué à partir d'un marais de percolation. Des exemples caractéristiques en sont: la Mouille de la Vraconnaz (VD; IHM No 22), le Breitmoos (BE; IHM No 517), Laubersmadghack (LU; IHM No 315), Gamperfin (SG; IHM No 150).

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.

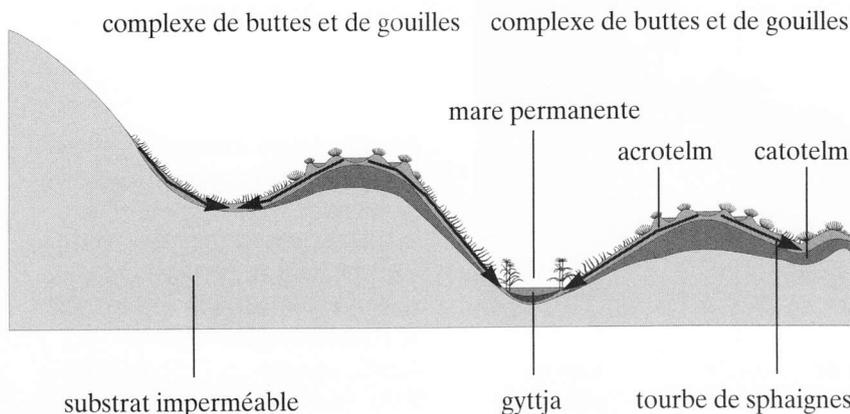


Fig. 14: Coupe transversale schématique à travers un marais de couverture.

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.

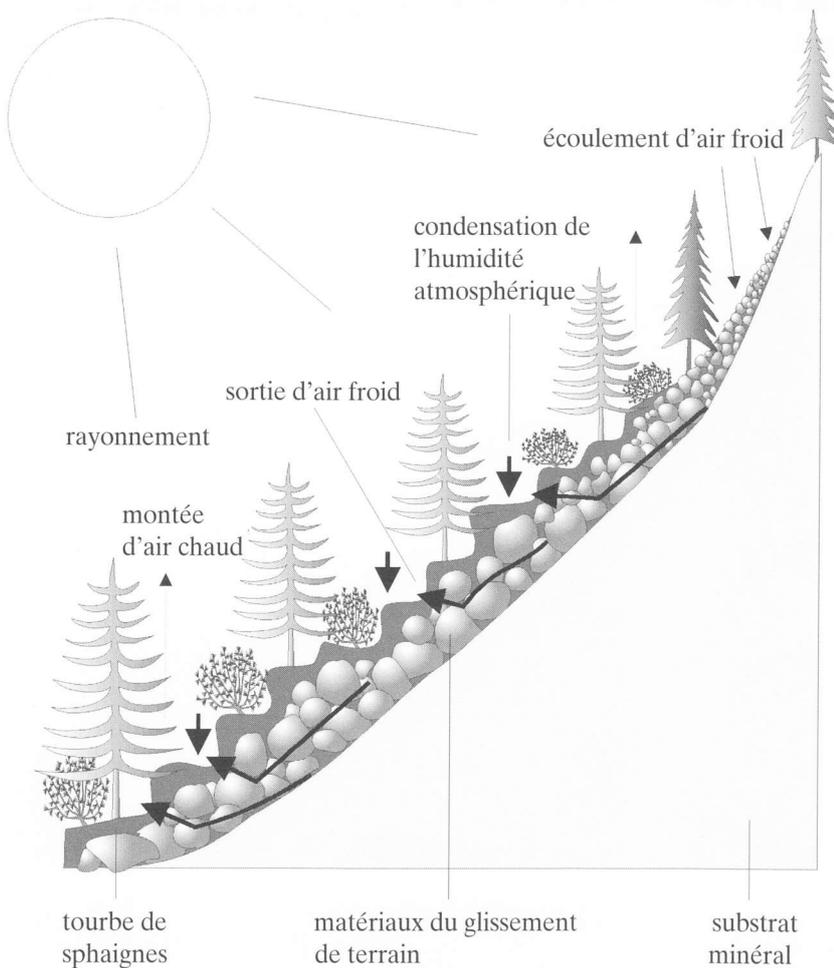


Fig. 15: Coupe transversale schématique à travers un marais d'eau de condensation. En Suisse, on ne rencontre de tels marais, sous forme rudimentaire, que sur l'éboulis de blocs du Creux du Van (NE) ou dans les dolines de Zwiischet Mythen (SZ).

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 Cariçaie. 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 Schwantenu. 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 Moorgesichte 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. Hochsch., 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): Moor-kundliche und vegetationsgeschichtliche Untersuchungen an einem Moorsee an der Waldgrenze im Wallis. *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 (Hérémente, 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. Hochsch., 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