Zeitschrift: Actes de la Société jurassienne d'émulation
Herausgeber: Société jurassienne d'émulation
Band: 95 (1992)

Artikel: Typologie des milieux tourbeux de l'arc jurassien
Autor: Grosvernier, Philippe / Matthey, Yvan / Mülhauser, Gilles
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-555218

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.10.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Typologie des milieux tourbeux de l'arc jurassien

par Philippe Grosvernier, Yvan Matthey et Gilles Mülhauser

1. INTRODUCTION

Le développement d'une démarche originale pour aborder la gestion des hauts-marais jurassiens

L'ordonnance fédérale sur la protection des hauts-marais est entrée en vigueur au 1er février 1991. Elle régit l'application de la loi fédérale sur la protection de la nature en relation avec la protection intégrale des hauts-marais et marais de transition d'importance nationale. L'exécution des tâches définies par l'ordonnance incombe aux cantons qui peuvent bénéficier d'un appui financier de la part de la Confédération.

C'est dans ce contexte que, grâce à notre expérience en matière de gestion des hauts-marais, nous avons été mandatés par le canton du Jura (Office des eaux et de la protection de la nature / OEPN) pour élaborer un plan de gestion type pour les quinze sites figurant à l'inventaire suisse et sis sur le territoire du canton.

Pour protéger, entretenir et (ré)aménager les hauts-marais jurassiens, nous n'avions en fait **qu'une seule base uniforme de travail, à savoir l'inventaire des hauts-marais de Suisse lui-même.** Cependant, si ce document s'avère être un outil de travail parfaitement adapté à l'échelon national, **les informations qu'il fournit sont beaucoup trop grossières** pour être utilisées en vue de la gestion des milieux tourbeux.

D'autres travaux nous offraient une vision très détaillée de certains hauts-marais, mais ils s'avéraient par contre insuffisants pour une approche uniforme et globale de tous les sites jurassiens: soit ils concernaient trop spécifiquement un seul site (cas particuliers), soit ils ne traitaient en détail que d'un seul aspect (surtout historique), laissant de côté nombre de critères écologiques fondamentaux pour le gestionnaire (voir Bibliographie).

Très vite, il nous est ainsi apparu qu'un tel projet allait nécessiter dans un premier temps le développement d'une **démarche originale.** C'est dans le cadre de l'élaboration du **concept de base de cette démarche** que nous avons mis au point la **typologie des milieux tourbeux** présentée plus loin.

2. CONCEPT GÉNÉRAL DE PROTECTION DES HAUTS-MARAIS

Un concept adapté à l'ensemble de l'arc jurassien

En collaboration étroite et continue entre les auteurs des bureaux NATURA et ECOCONSEIL, confrontés aux mêmes problèmes dans des mandats d'application jurassiens, neuchâtelois et bernois, nous avons élaboré un **concept général d'approche des milieux tourbeux jurassiens.** Cette manière de procéder présentait l'avantage incontestable de nous offrir une vision sur la **totalité des milieux tourbeux de l'arc jurassien.** L'essentiel de nos informations proviennent en effet du canton du Jura, du Jura neuchâtelois et du Jura bernois. Mais nous avons intégré dans nos réflexions des sites comme ceux de la Vallée de Joux et la Vraconnaz dans le Jura vaudois, ainsi que plusieurs sites de Franche-Comté en France voisine.

3. ÉTAT INITIAL DES MILIEUX TOURBEUX

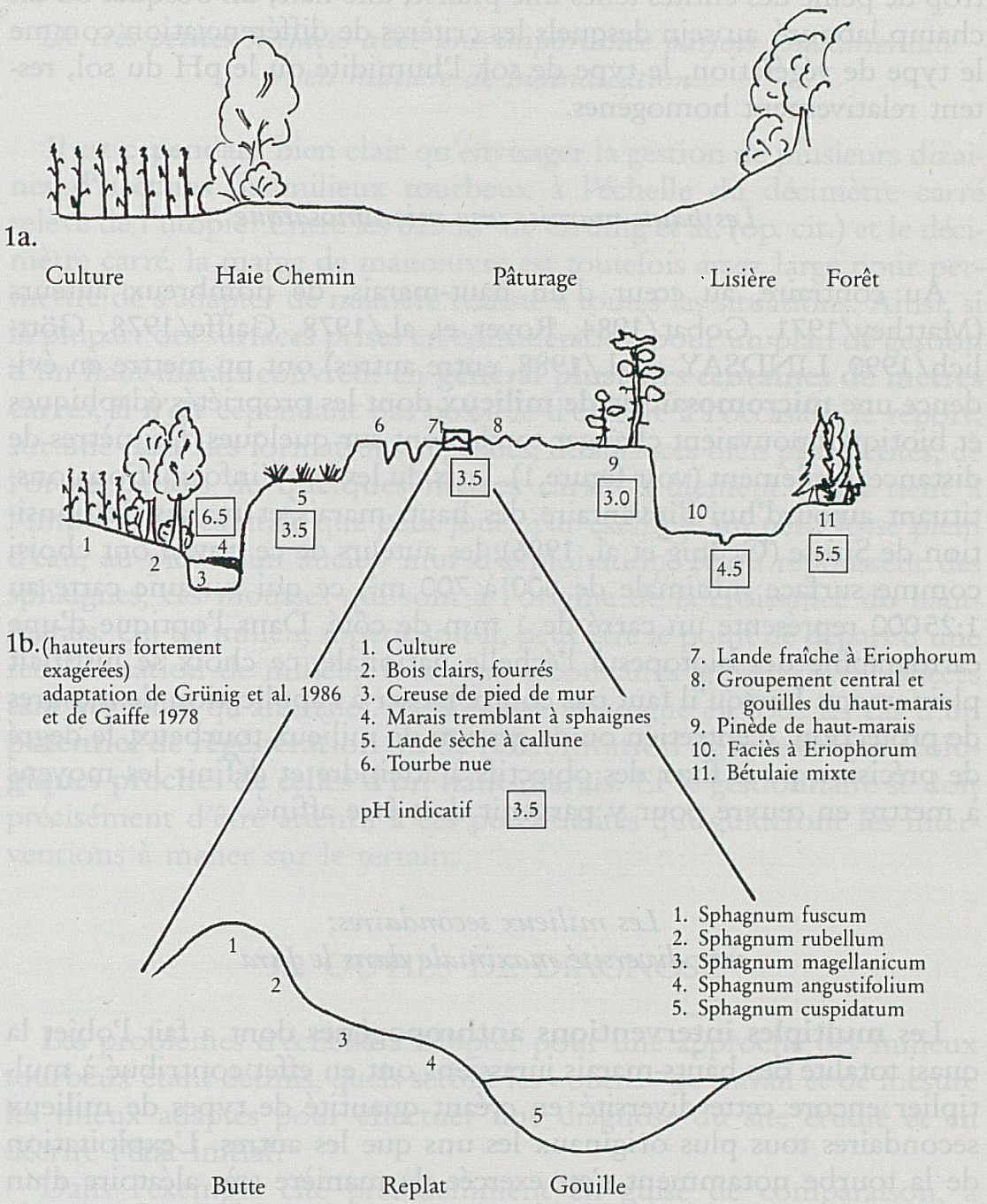
3.1 A QUELLE ÉCHELLE ABORDER LES MILIEUX TOURBEUX?

L'unité de travail sur le terrain: dix mètres ou dix centimètres?

Une des grandes difficultés pour le gestionnaire dans l'approche des milieux tourbeux réside dans le choix d'une **échelle de travail appropriée.** Faut-il par exemple travailler au décamètre, comme on pourrait aisément le concevoir en abordant le fonctionnement écologique d'un

Figure 1

Adaptation des échelles de travail sur le terrain



paysage bocager, ou faut-il plutôt utiliser le décimètre comme unité de mesure pour la délimitation d'entités écologiques fonctionnellement identifiables dans un haut-marais?

Dans un paysage bocager, les entités paysagères et écologiques que l'on peut différencier les unes des autres s'étendent le plus souvent sur quelques mètres, voire sur plusieurs décamètres. On distinguera sans trop de peine des entités telles une prairie, une haie, un bosquet ou un champ labouré, au sein desquels les critères de différenciation comme le type de végétation, le type de sol, l'humidité ou le pH du sol, restent relativement homogènes.

Les hauts-marais: une micromosaïque

Au contraire, au cœur d'un haut-marais, de nombreux auteurs (Matthey/1971, Gobat/1984, Royer et al./1978, Gaiffe/1978, Göttlich/1990, LINDSAY et al./1988, entre autres) ont pu mettre en évidence une **micromosaïque de milieux** dont les propriétés édaphiques et biotiques pouvaient changer totalement sur quelques décimètres de distances seulement (voir figure 1). Lors du levé de l'information constituant aujourd'hui l'inventaire des hauts-marais et marais de transition de Suisse (Grünig et al, 1986), les auteurs de ce travail ont choisi comme surface minimale de 600 à 700 m², ce qui sur une carte au 1:25000 représente un carré de 1 mm de côté. Dans l'optique d'une cartographie des biotopes à l'échelle nationale, ce choix se justifiait pleinement. Lorsqu'il faut par contre passer à l'application de mesures de protection, d'entretien ou de gestion de milieux tourbeux, le degré de précision pour fixer des objectifs à atteindre et définir les moyens à mettre en œuvre pour y parvenir doit être affiné.

Les milieux secondaires: une diversité maximale dans le Jura

Les **multiples interventions anthropogènes** dont a fait l'objet la quasi totalité des hauts-marais jurassiens ont en effet contribué à multiplier encore cette diversité, en créant quantité de types de milieux secondaires tous plus originaux les uns que les autres. L'exploitation de la tourbe notamment s'est exercée de manière très aléatoire d'un site à l'autre, variant considérablement au gré des traditions locales, de l'usage auquel la tourbe était destinée (chauffage individuel, hauts-

fourneaux, terreau horticole), de la multiplicité ou non des propriétaires de parcelles tourbeuses, etc. Les grandes catégories utilisées dans le cadre de l'inventaire des hauts-marais sur le plan national ne fournissent de loin pas suffisamment de **renseignements sur les conditions écologiques** régnant dans les milieux mis en évidence.

De très petites surfaces avec une importance parfois fondamentale en matière de bioindication

Il est cependant bien clair qu'envisager la gestion de plusieurs dizaines d'hectares de milieux tourbeux à l'échelle du décimètre carré relève de l'utopie! Entre les 625 m² de Grünig et al. (op. cit.) et le décimètre carré, la marge de manœuvre est toutefois assez large pour permettre de s'adapter de manière réaliste à toutes les situations. Ainsi, si la plupart des surfaces prises en considération pour un plan de gestion d'un haut-marais couvrent en **général plusieurs centaines de mètres carrés,** il n'est cependant pas possible d'exclure à l'occasion le report, sur une carte des formations végétales, de surfaces bien plus petites, de l'ordre parfois de **quelques mètres carrés** seulement. Cela tient à l'importance capitale que peut jouer par exemple un petit fossé plein d'eau, au pied d'un ancien mur d'exploitation, et où repoussent des sphaignes, ces mousses qui sont à l'origine de la croissance du haut-marais. Un tel milieu, si petit soit-il, peut être le point de départ d'une recolonisation de milieux tourbeux secondaires appauvris en espèces tant végétales qu'animales. Sa présence témoigne en tous les cas d'un **potentiel de régénération ou de réhabilitation de conditions écologiques proches de celles d'un haut-marais.** Et le gestionnaire se doit précisément d'être attentif à ces potentialités qui guideront les interventions à mener sur le terrain.

3.2 OUTILS DE DIAGNOSE

Les problèmes d'échelle à adopter pour une approche des milieux tourbeux étant définis, quels seront les «outils» de travail et de mesure les mieux adaptés pour effectuer une diagnose du site étudié et en décrire l'état initial?

Dans l'exemple cité précédemment en guise de comparaison, à savoir l'étude d'un paysage bocager, la phytosociologie s'avère en général être une bonne technique de description des types de milieux. La

possibilité de faire appel à différents niveaux syntaxonomiques, hiérarchisés sous la forme d'associations, d'alliances ou de classes, permet en général de s'adapter assez aisément aux conditions particulières d'un site.

La phytosociologie: une méthode mal adaptée à l'étude de milieux fortement perturbés par les activités humaines

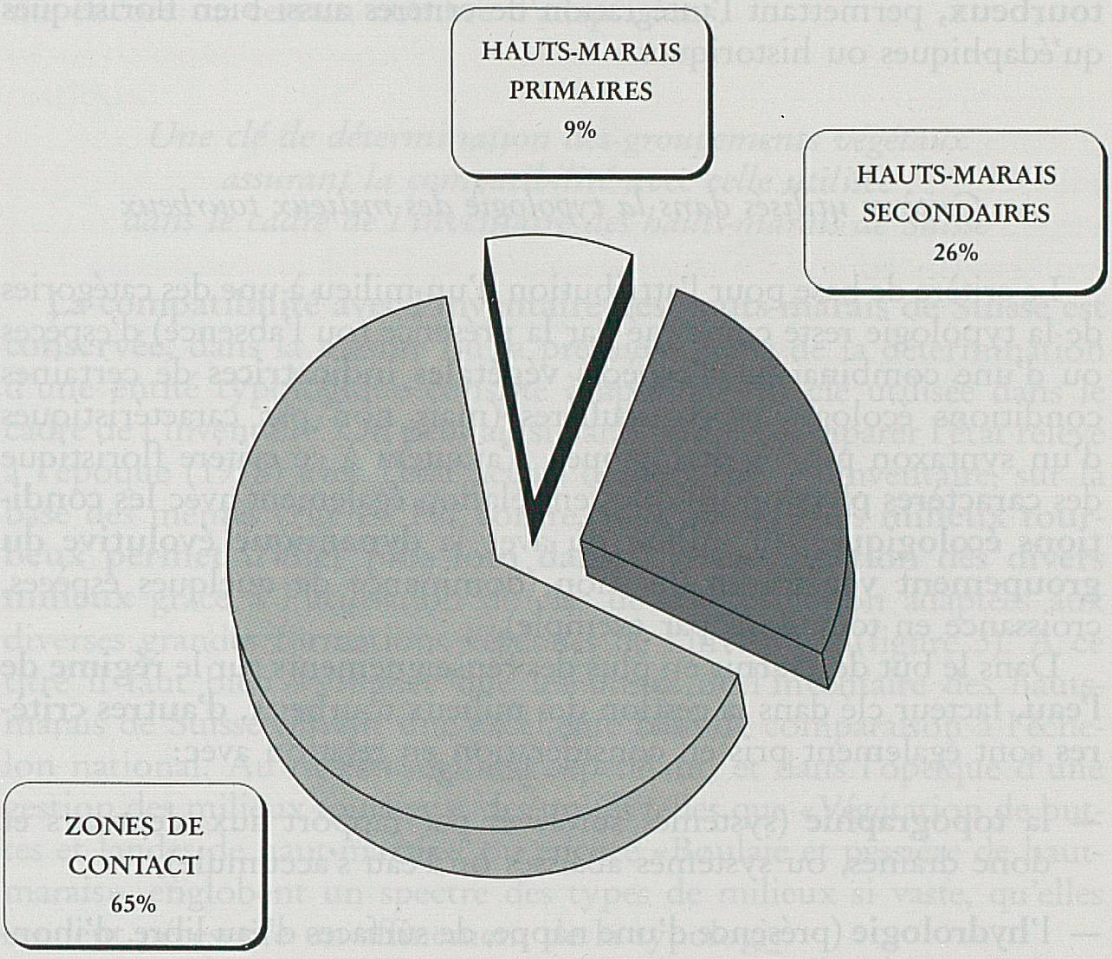
En revanche, le phytosociologue, qui utilise comme unité de travail des surfaces à végétation homogène et à combinaisons caractéristiques d'espèces, se trouve, dans la majeure partie des situations tourbeuses actuelles, fort emprunté.

La phytosociologie (au sens «sigmatiste») s'applique en effet très bien dans des milieux tourbeux intacts, dits aussi primaires, où la flore est encore le résultat d'un long processus évolutif en équilibre dynamique avec les conditions édaphiques et climatiques.

Cependant, **90% des surfaces figurant à l'inventaire des hauts-marais du canton du Jura concernent soit des milieux secondaires, ayant subi une influence humaine qui a perturbé l'évolution naturelle, soit des zones dites «de contact», elles aussi plus ou moins profondément modifiées par les activités humaines** (figure 2). Ceci est également valable en Jura neuchâtelois et Jura bernois. Il en résulte une très grande variabilité floristique en fonction de facteurs édaphiques, mais aussi géobotaniques et historiques locaux. Si bien que la **phytosociologie devient inutilisable,** si ce n'est au niveau de syntaxons d'ordre hiérarchique supérieur, qui n'apportent plus guère d'informations réellement utiles à la gestion d'un milieu. La plupart du temps, **les combinaisons d'espèces caractéristiques font défaut,** les remaniements des sols et des régimes hydriques des milieux conduisent à des situations écologiques hybrides entre divers types de milieux originels. On en vient ainsi à regrouper sous une même dénomination, à défaut d'indications plus précises, des types de milieux pourtant fort différents à divers points de vue.

Figure 2

Proportions des différents types de zones tourbeuses du canton du Jura *



** Selon les données de l'inventaire fédéral des hauts-marais. Les sites No 2 (La Gruère) et 3 (La Chaux-des-Breuleux) sont pris en considération dans leur intégralité, à savoir avec la partie située sur territoire du canton de Berne.*

Une typologie pour les milieux tourbeux: aller au-delà de la composition botanique et des combinaisons d'espèces caractéristiques

Attribuer le label «*Caricion nigrae*» à un milieu ne renseigne que sommairement, et en fonction d'une situation moyenne, sur l'écologie générale du milieu considéré. Mais qu'en est-il du régime hydrique de ce milieu, de son degré d'eutrophisation, des tendances évolutives dont il témoigne et ce en fonction d'une situation particulière? Autant de questions qui restent sans réponses et qui plaident donc en faveur du **développement d'une typologie spécifique aux milieux tourbeux,** permettant l'intégration de critères aussi bien floristiques qu'édaphiques ou historiques.

Critères utilisés dans la typologie des milieux tourbeux

Le critère de base pour l'attribution d'un milieu à une des catégories de la typologie reste constitué par la présence (ou l'absence) d'espèces ou d'une combinaison **d'espèces végétales indicatrices** de certaines conditions écologiques particulières (mais non pas caractéristiques d'un syntaxon phytosociologique). S'ajoutent à ce critère floristique des **caractères physionomiques** en relation également avec **les conditions écologiques du milieu** ou avec la **dynamique évolutive du groupement végétal** en question (dominance de quelques espèces, croissance en touradons par exemple).

Dans le but de fournir en plus des renseignements sur le **régime de l'eau,** facteur clé dans la gestion des milieux tourbeux, **d'autres critères** sont également pris en considération en relation avec:

— la **topographie** (systèmes surélevés par rapport aux alentours et donc drainés, ou systèmes abaissés où l'eau s'accumule);

— l'**hydrologie** (présence d'une nappe, de surfaces d'eau libre, d'inondations périodiques, etc.);

— l'**histoire** (types d'interventions humaines);

— le **taux de boisement;**

— **la présence ou l'absence de sphaignes** (principaux édificateurs de tourbe).

Ces différents **critères complémentaires** constituent ainsi des attributs caractérisant plus en détail les types de végétation décrits.

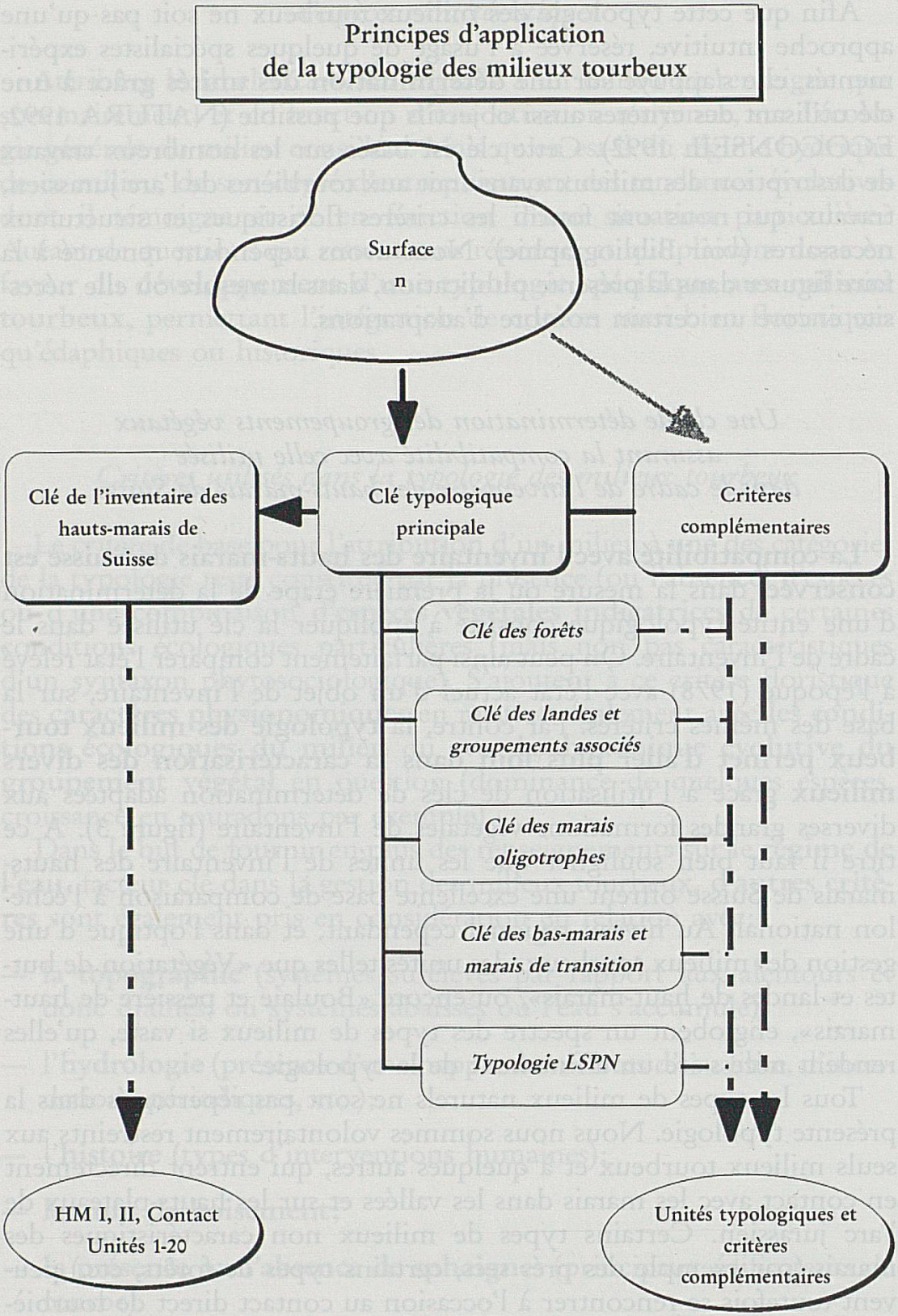
Afin que cette typologie des milieux tourbeux ne soit pas qu'une approche intuitive, réservée à l'usage de quelques spécialistes expérimentés, elle s'appuye sur une **détermination des unités grâce à une clé** utilisant des critères aussi objectifs que possible (NATURA 1992, ECOCONSEIL 1992). Cette clé est basée sur les nombreux travaux de description des milieux ayant trait aux tourbières de l'arc jurassien, travaux qui nous ont fourni les critères floristiques et structuraux nécessaires (voir Bibliographie). Nous avons cependant renoncé à la faire figurer dans la présente publication, dans la mesure où elle nécessite encore un certain nombre d'adaptations.

Une clé de détermination des groupements végétaux assurant la compatibilité avec celle utilisée dans le cadre de l'inventaire des hauts-marais de Suisse

La compatibilité avec l'inventaire des hauts-marais de Suisse est conservée, dans la mesure où la première étape de la détermination d'une entité typologique consiste à appliquer la clé utilisée dans le cadre de l'inventaire. On peut ainsi parfaitement comparer l'état relevé à l'époque (1978) avec l'état actuel d'un objet de l'inventaire, sur la base des mêmes critères. Par contre, **la typologie des milieux tourbeux permet d'aller plus loin dans la caractérisation des divers milieux** grâce à l'utilisation de clés de détermination adaptées aux diverses grandes formations végétales de l'inventaire (figure 3). A ce titre il faut bien souligner que les unités de l'inventaire des hauts-marais de Suisse offrent une excellente base de comparaison à l'échelon national. Au niveau régional cependant, et dans l'optique d'une gestion des milieux tourbeux, des unités telles que «Végétation de buttes et landes de haut-marais», ou encore «Boulaie et pessière de haut-marais», englobent un spectre des types de milieux si vaste, qu'elles rendent nécessaire un affinement de la typologie.

Tous les types de milieux naturels ne sont pas répertoriés dans la présente typologie. Nous nous sommes volontairement restreints aux seuls milieux tourbeux et à quelques autres, qui entrent directement en contact avec les marais dans les vallées et sur les hauts-plateaux de l'arc jurassien. Certains types de milieux non caractéristiques des marais (par exemple des prés secs, certains types de forêts, etc.) peuvent toutefois se rencontrer à l'occasion au contact direct de tourbiè-

Figure 3


Principes d'application
de la typologie des milieux tourbeux
Surface
n
Clé de l'inventaire des hauts-marais de Suisse
Clé typologique principale
Critères complémentaires
Clé des forêts
Clé des landes et groupements associés
Clé des marais oligotrophes
Clé des bas-marais et marais de transition
Typologie LSPN
HM I, II, Contact
Unités 1-20
Unités typologiques et critères complémentaires

res, voire même jusqu'au cœur de ces dernières. Dans de tels cas, ces milieux sont caractérisés sur la base de la «Typologie des milieux naturels de Suisse», développée et publiée par la LSPN (Galland et Gonseth, 1990).

Intégration de considérations zoologiques dès le début

La typologie des milieux tourbeux a été mise au point par un groupe de personnes, spécialisées dans l'étude des hauts-marais et ayant chacune une sensibilité propre des problèmes (botanistes, pédologues et zoologues). Elle s'avère donc profitable à la **description de types de milieux jouant un rôle important d'un point de vue faunistique.**

L'étude des invertébrés n'est pas directement utile ou nécessaire à la diagnose des milieux. Les invertébrés seront plutôt utilisés par la suite, notamment pour l'orientation définitive et précise des mesures de gestion. Par contre, la typologie définie constituera une **base commune** (qui fait souvent défaut dans l'approche de la gestion des milieux naturels) **utile à la fois au zoologue et au botaniste.**

La typologie n'est pas un livre de recettes

Malgré l'usage de critères aussi objectifs que possible dans les clés de détermination des divers types de formations végétales, la typologie ne doit pas être considérée comme un livre de recettes à appliquer telles quelles. Elle reste avant tout un **outil d'aide à la décision** et exige de la part de l'utilisateur une certaine expérience des milieux tourbeux. Elle répond en cela à la **variabilité parfois très grande des types de milieux décrits.** En effet, en écologie, toute classification reste une vue de l'esprit à laquelle il faut conserver une certaine élasticité.

La typologie: un outil de diagnose et de prévision

Face à la multiplicité des types de milieux décrits dans la typologie, et dont la liste figure en annexe, le lecteur sera probablement un peu perplexe! Comment en effet s'y retrouver dans les nombreux «faciès», les «landes» et autres «groupements dérivés»?

Au-delà des subdivisions relativement fines qui ont été distinguées dans les différentes unités (voir les commentaires au chapitre suivant), un certain nombre d'éléments devraient être constamment gardés en mémoire, afin de **situer chaque milieu rencontré dans une perspective de dynamique évolutive des milieux tourbeux.** Avant de chercher à attribuer un milieu à un type donné, on réfléchira avec avantage aux quelques points ci-après.

Tout d'abord, il convient de se demander **si le milieu à évaluer est encore proche d'un état naturel ou si au contraire il a subi une ou des perturbations plus ou moins irréversibles** qui en font un milieu dit «secondaire».

Dans le premier cas, on ne s'attardera pas longtemps sur les différents faciès et groupements secondaires pour se concentrer sur les **quelques milieux primaires** qui composent les marais intacts, à savoir les bas-marais et marais de transition (unités 2.2 à 2.6), les marais oligotrophes (unités 3.1 et subordonnées) et les forêts sur tourbe (unités 4.1 et subordonnées autres que les bétulaies mixtes).

Dans le second cas, il convient de prendre conscience que **chaque type de milieu décrit dans la typologie est censé s'insérer dans une série évolutive:** à partir d'un stade pionnier, issu d'une perturbation, le milieu en question tend à évoluer vers une plus grande diversité, tant spécifique que structurelle, vers une plus grande stabilité, et vers un état proche d'un milieu intact existant. Cette évolution peut, dans certains cas, aboutir à un retour aux conditions écologiques initiales, alors que dans d'autres cas elle mène à un type de milieu différent de ce qui existait à l'origine.

L'essentiel consiste à identifier la tendance évolutive, et donc la série évolutive dans laquelle le milieu à évaluer s'insère, et ensuite à le positionner le long de cette série. On obtient ainsi une information à la fois sur **l'origine du milieu secondaire** concerné et sur **ce qu'il va probablement devenir** (voir illustrations en annexe). La typologie offre donc au gestionnaire un moyen de diagnose des milieux tourbeux, mais constitue aussi un outil prévisionnel quant à l'évolution future des milieux rencontrés.

4. COMMENTAIRES SUR LES UNITÉS DE LA TYPOLOGIE ET LES CLÉS DE DÉTERMINATION

(clés de détermination: voir NATURA 1992 et ECOCONSEIL 1992; typologie détaillée: voir en annexe)

4.1. STRUCTURE DE LA CLÉ PRINCIPALE

La première étape de la détermination des unités typologiques consiste à distinguer à la base un nombre réduit de types ou d'ensembles de types de milieux. Certains, ne posant aucun problème particulier, sont déterminés d'emblée au niveau d'une clé de détermination principale. Il en va ainsi des milieux aquatiques, de quelques types de prés ou pâturages humides et des milieux agricoles. A ce titre, il est clair que pour les aspects de gestion des milieux agricoles, ce sont des critères agronomiques qui devront être pris en considération, alors que la présente typologie n'y fait référence que sur la base de critères biologiques. Pour le reste, quatre grands ensembles sont définis, à chacun desquels correspond une clé particulière. Ces quatre grands ensembles de milieux sont distingués sur la base de leur composition floristique dominante. Il s'agit des forêts sur tourbe, des landes, des marais oligotrophes et des bas-marais et marais de transition (voir figure 4).

La subdivision quelque peu différente des grands ensembles de types de milieux par rapport à celle de l'inventaire suisse correspond en fait à une séparation des unités qui tient compte dès la base de critères de dynamique évolutive et de physionomie des milieux et non pas seulement de critères floristiques ou phytosociologiques. Dans une perspective de gestion intégrée des milieux tourbeux, cette distinction s'avère en effet indispensable. Ceci présente en plus l'avantage de rendre aisément perceptible la distinction des différentes unités sur le terrain et d'appréhender plus facilement la restitution cartographique.

Les milieux déterminés directement au niveau de la clé principale font l'objet d'une attribution séparée aux unités de l'inventaire suisse. Pour les autres, cette attribution se fait au niveau des clés secondaires par détermination au moyen des critères de la clé de l'inventaire suisse.

Figure 4

Structure générale de la clé principale

Pas de la clé principale			Unité typologique	Unité de l'inventaire suisse
MILIEUX AQUATIQUES	OUI		1.1 - 1.9	(12)
NON				
BOISEMENT > 5% *(Pinus mugo, Picea abies, Betula sp)*	OUI	CLÉ DES FORÊTS	4.1 - 4.5	3/5/7/8/10
	Détermination séparée des strates arb. et herb.			
NON				
FACIES SECONDAIRES DOMINÉS PAR 1 ESPÈCE	OUI	CLÉ DES LANDES	3.2 - 3.4	1/6
NON				
RHYNCHOSPORION, SPHAGNION MAGELLANICI	OUI	CLÉ DES MARAIS OLIGOTROPHES	3.1	1/2
NON				
SCHEUCHZERIO-CARICETEA NIGRAE	OUI	CLÉ DES BAS-MARAIS	2.1 - 2.7	4/11/18
NON				
PRÉS ET PRAIRIES HUMIDES	OUI		2.81 - 2.83	9/11/14/18/19
NON				
MILIEUX AGRICOLES	OUI		5.1 - 5.6	8/9/14/15/18
NON				
TYPOLOGIE LSPN 1990				

4.2. COMMENTAIRES SUR LES PRINCIPALES UNITÉS

4.2.1. Les forêts

Tous les types de milieux boisés à plus de 5% et dont les peuplements sont dominés par le pin de montagne *(Pinus mugo)*, l'épicéa *(Picea abies)* ou le bouleau *(Betula sp)*, ainsi que les fourrés et les groupes d'arbres/arbustes isolés sont déterminés séparément. Ainsi tous les types de forêts croissant sur tourbe sont distingués des autres forêts, qui sont, quant à elles, déterminées à l'aide de la typologie de la LSPN (Galland et Gonseth, 1990).

Il est bien des situations, dans les milieux secondaires, où l'attribution d'un milieu à un type de forêt donné pose des problèmes. Souvent, on se trouve en fait en présence d'un groupement de bas-marais, secondairement boisé, le plus souvent par le bouleau *(Betula sp)* ou l'épicéa *(Picea abies)*. On peut en effet retrouver ailleurs exactement le même type de milieu mais non boisé (voir aussi Falinska, 1991). Il est alors vain de tenter d'attribuer à tout pris un tel milieu à un type de forêt décrit du point de vue phytosociologique. Pour cela, il faudrait en effet le plus souvent faire abstraction des strates herbacées et muscinales, ce qui s'avère pour le moins insatisfaisant pour apprécier correctement les caractéristiques écologiques d'un milieu donné, dans une perspective de gestion. On procédera donc à une détermination séparée des strates. La strate arborée sera qualifiée sous la forme d'un «attribut de boisement», et le milieu lui-même déterminé sur la base des strates herbacées et muscinales, en revenant à la clé principale et aux autres clés secondaires.

Dans les autres situations, les strates herbacées et muscinales se sont adaptées au boisement, et il est exclu de retrouver le même groupement végétal sous une forme non boisée. Parmi ces «vraies» forêts, trois unités principales sont distinguées: les pinèdes, les pessières et les bétulaies (unités No 3 et 5 de l'inventaire des hauts-marais de Suisse). Dans la perspective d'une gestion des milieux tourbeux, différents types de forêts ont été définis. Certains se rattachent directement à des associations phytosociologiques décrites, d'autres en sont des dérivés révélateurs soit de tendances évolutives, soit d'atteintes anthropogènes diverses.

4.2.1.1. Pinèdes de haut-marais

Parmi les pinèdes, à part l'association type *(Pino mugo-Sphagnetum* Kästn. et Flöss. 33 em. Neuhäusl), deux autres groupements, très proches du point de vue floristique, mais différents par leurs conditions édaphiques ont été définis.

Suite au drainage, soit par rigoles, soit par un drainage périphérique induit par des murs d'exploitation de la tourbe, la pinède du haut-marais s'assèche (unité 4.11 ASS) et les sphaignes sont les premières à pâtir de cette situation. On assiste ainsi à une forte réduction de la couverture de sphaignes, remplacées par des mousses plus résistantes à la sécheresse. De plus, les pins présentent souvent un port beaucoup plus droit et une taille supérieure à celle des pins tordus et naniformes de l'association type.

Lorsque la pinède a été défrichée, en général sans qu'il y ait eu râclage ou même exploitation de tourbe, ni drainage de la surface en question, le pin *(Pinus mugo)* reconstitue de jeunes peuplements, avec des arbustes à forte vitalité, dans des conditions d'humidité généralement très élevée, proches de celles qui règnent dans les groupements du *Sphagnion magellanici.* Cette «pinède de régénération» (unité 4.11 REG) n'a été observée qu'au contact direct de pinèdes typiques primaires (unité 4.11 TYP).

De par leur étroite parenté du point de vue floristique, ces différentes pinèdes de haut-marais n'ont pas fait l'objet de la définition d'un type particulier de milieu pour chacune d'elle. Elles sont donc toutes trois regroupées sous le type de «pinèdes de haut-marais» (unité 4.11) et sont différenciées par les critères complémentaires «typique», «asséchée» et «régénérée».

4.2.1.2. Pessières sur tourbe

Lorsque l'assèchement de la pinède est suffisamment important et s'exerce sur une longue période (quelques décennies), l'épicéa *(Picea abies)* fait son apparition, colonisant toujours plus abondamment le milieu et y accroissant d'autant plus l'assèchement. Peu à peu, la pinède se transforme ainsi en une pessière où les grands pins de près de 10 m de hauteur et aux troncs droits, souvent sans branches sur les trois quarts de leur hauteur, témoignent encore de l'état précédent du milieu. La «pessière de ceinture — ancienne pinède» (unité 4.13) constitue donc un stade évolutif secondaire, intermédiaire entre une

pinède de haut-marais et une pessière de ceinture. Elle est toujours le résultat d'une intervention humaine ayant modifié les conditions hydriques du milieu et résulte d'un processus probablement irréversible, conduisant le groupement vers la «pessière de ceinture», avec la disparition progressive du pin *(Pinus mugo).*

En marge des hauts-marais, sur la rupture de pente du bombement naturel de la tourbière, là où la nappe est un peu rabattue de par la topographie, se développe une «pessière à sphaignes» (unité 4.12) qui ceinture normalement tout le haut-marais. Elle correspond au *Sphagno-Piceetum* décrit par Richard (1961), tandis que Feldmeyer (1990) en fait une variante à sphaignes du *Bazzanio-Piceetum Br.-Bl.35.*

Richard (op. cit.) lui-même reconnaît la parenté du *Sphagno-Piceetum* avec le *Bazzanio-Piceetum* d'Oberdorfer (1957). Ainsi, le *Sphagno-Piceetum* correspond selon cet auteur à la variante à *Equisetum silvaticum* du *Bazzanio-Piceetum.* Richard (op. cit.) considère en effet le *Bazzanio-Piceetum* comme un «groupe d'associations», qu'il est par ailleurs plus aisé à différencier dans le Jura que sur les sols siliceux de la Forêt-Noire étudiés par Oberdorfer (op. cit.). En fonction du caractère particulier que représentent les hauts-marais acides en paysage calcaire, il est par conséquent possible et même fort utile de reconnaître deux formes du *Bazzanio-Piceetum.*

Dans le prolongement des travaux de Richard (op. cit.), d'autres auteurs ont distingué deux sous-associations du *Sphagno-Piceetum,* à savoir: Buttler et al. (1983) et Gobat (1984) aux Pontins (BE), Gobat (comm. pers.) à Bellelay (BE) et Bartolomé (1990) aux Saignolies (NE). Si des critères floristiques permettent de séparer assez aisément les deux groupements, ce sont avant tout les caractéristiques pédologiques qui sont très différentes d'une sous-association à l'autre. Ainsi, la sous-association «*betuletosum*» (unité 4.12.1) se développe-t-elle sur un sol tourbeux relativement profond et forme la ceinture de végétation externe de la majeure partie des hauts-marais de l'arc jurassien. Elle est caractérisée par la présence du bouleau *(Betula sp)* et de quelques espèces de sphaignes *(Sphagnum palustre, S. magellanicum* ou *S. augustifolium)* en plus de *Sphagnum girgensohnii* qui est commune aux deux sous-associations.

Au contraire, la sous-association «*blechnetosum*» (unité 4.12.2) présente un sol beaucoup plus différencié, avec une nette tendance à la podzolisation. Sous un mor acide et relativement peu profond, on rencontre généralement un horizon à texture limoneuse, lessivé, avec au-dessous un horizon d'accumulation, séparé de la roche-mère par un horizon à gley. La sous-association à *Blechnum spicant* constitue ainsi

une transition originale entre les milieux tourbeux et leur environnement calcaire dans le Jura. Or, la détection et la délimitation d'un tel type de transition sont fondamentales pour la conservation des équilibres dynamiques qui assurent le maintien d'un haut-marais au bas d'une pente à sol calcique. C'est pourquoi, la typologie des milieux tourbeux de l'arc jurassien tient compte de cette distinction très fine entre les deux sous-associations décrites par Richard (op. cit.).

Vers l'extérieur du haut-marais, le tapis de sphaignes se fait plus rare et disparaît même dans bien des cas. La nappe d'eau dans le sol y est considérablement rabattue et la flore herbacée et muscinale spécifiquement très appauvrie. Souvent, le sol n'est recouvert que d'une litière d'aiguilles et de brindilles d'épicéa *(Picea abies)*, sur laquelle n'apparaissent que de façon très dispersée quelques mousses et herbacées. Il s'agit là d'une «pessière de contact» (unité 4.14) entre le haut-marais et les environs. Le groupement correspond bien au *Bazzanio-Piceetum Br.-Bl. 35* typique décrit par Feldmeyer (op. cit.). Il se développe également souvent à l'intérieur même du haut-marais lorsque celui-ci a été fortement perturbé et asséché par l'exploitation de la tourbe.

4.2.1.3. Bétulaies mixtes

Les forêts de bouleau *(Betula sp)* en tourbière présentent une physionomie et une composition floristique très variables selon les situations. Toujours secondaires, donc issues de modifications anthropogènes du milieu, il n'est pas aisé d'attribuer ces groupements à un syntaxon phytosociologique connu. Bien des faciès pionniers des bétulaies de tourbières apparaissent comme un boisement précoce d'un groupement herbacé existant par ailleurs également sous une forme non boisée. Dans de tels cas, la seule strate arborée ne suffit pas à «forcer» ces groupements dans une association commune, ni à en décrire une nouvelle association.

Parmi les milieux rencontrés dans les tourbières du Jura, un type de bétulaie se rapproche toutefois suffisamment du *Vaccinio uliginosi-Betuletum* de Feldmeyer (op. cit.), bien que le caractère spécifique du bouleau reste à définir entre *Betula pubescens* et *Betula carpatica* pour les tourbières du Jura. Ces forêts ressemblent le plus souvent à une pessière de ceinture où domine le bouleau. Elles sont caractérisées par la présence simultanée de *Vaccinium myrtillus, Vaccinium vitis-idaea, Pleurozium schreberi* et *Sphagnum magellanicum* ou *Sphagnum nemoreum.* La strate des vacciniées est généralement bien développée et for-

tement recouvrante. Les sphaignes apparaissent le plus souvent par taches isolées, de taille plus ou moins grande (de 1 à quelques mètres carrés) et semblent comme «posées» sur la couverture dense de litière des feuilles de bouleau *(Betula sp).* Les «bétulaies mixtes» (unité 4.15) semblent ainsi attester une recolonisation active du milieu par les sphaignes.

Dans les autres cas enfin, on procédera à une description séparée du couvert arborescent (attributs de boisement, unités 4.2 à 4.5) et du groupement herbacé et muscinal. Ce dernier sera déterminé par un retour à la clé principale et un renvoi aux autres clés secondaires.

4.2.2. Les landes et les groupements associés

Le terme de «lande» est souvent utilisé pour décrire toutes sortes de types de milieux très variables, tant du point de vue de leur physionomie que de leur composition floristique et, par conséquent, également des communautés faunistiques qui y vivent. Face à ce kaléïdoscope de groupements tous secondaires, issus d'interventions anthropogènes très diverses mais ayant toujours profondément modifié les conditions écologiques générales du haut-marais initial, il était relativement difficile de trouver un point commun qui permette d'isoler les «landes» au sens large, des autres types de milieux tourbeux. Finalement, c'est la dominance d'une espèce (sous-arbrisseau), formant faciès, et le caractère paucispécifique de la flore qui caractérisent au mieux l'ensemble de ces milieux. La quasi absence des espèces des *Scheuzerio-Caricetea nigrae* distingue en outre les «landes» des bas-marais et des marais de transition.

Pour plus de clarté et de cohérence dans la terminologie, le terme de «lande» n'a été retenu que pour les groupements correspondant à la définition première d'une lande (Delpech et al. 1985), à savoir les groupements dominés par des sous-arbrisseaux chaméphytiques (unités 3.12 à 3.24).

Les autres groupements sont définis par le terme de «faciès» (Mulhauser, 1989), autrement dit des groupements végétaux dominés par une espèce qui donne sa physionomie au milieu. Il s'agit en règle générale de stades pionniers, parfois stables sur plusieurs décennies, mais qui tôt ou tard évoluent vers des milieux plus diversifiés. Aucune référence bibliographique ne permet de rattacher ces milieux à une quelconque association végétale. Trop fragmentaires et pauvres en espèces, ces groupements sont très certainement appelés à évoluer vers un nombre plus restreint de types de milieux par évolution convergente.

La typologie reflète ainsi une variabilité des types de «landes» au sens large que l'on peut probablement considérer aujourd'hui comme maximale, dans la mesure où les interventions humaines dans les hauts-marais devraient cesser à très court terme (sauf pour des objectifs zoologiques ou botaniques ponctuels), laissant ainsi les milieux tourbeux évoluer à nouveau plus librement.

4.2.3. Les marais oligotrophes

Tous les milieux apparentés au *Rhynchosporion* et au *Sphagnion magellanici* sont regroupés sous cette dénomination. Il s'agit, pour la très grande majorité, de milieux primaires, caractérisés soit par la présence de *Scheuchzeria palustris* ou *de Rhynchospora alba,* soit par le cortège des espèces caractéristiques du *Sphagnion magellanici,* et notamment les sphaignes dont le recouvrement est généralement supérieur à 75%. Ce sont les milieux qui, du point de vue de la protection au sens de la conservation des milieux tourbeux, ont le plus de valeur de par les espèces végétales ou animales particulièrement rares qu'ils hébergent.

Outre les associations bien typées du *Caricetum limosae* Osv. 23 (unités 3.12.1 et 3.12.2) et les gouilles à *Rhynchospora* (unité 3.11), plusieurs types du *Sphagnetum magellanici* (Malcuit 29) Kästn. et Flöss. 33 ont été distingués et attribués à des types de milieux différents (unités 3.13 et 3.14). Cette façon très minutieuse de procéder peut paraître quelque peu excessive. Mais eu égard à la rareté des groupements centraux de hauts-marais encore primaires aujourd'hui, une attention particulière doit leur être accordée afin de déceler des tendances évolutives susceptibles d'orienter correctement d'éventuelles mesures de gestion.

Les principaux critères de distinction sont le degré d'humidité ou «d'imbibition» permanente et les conditions trophiques du milieu considéré. L'aile humide, voire inondée, du groupement est ainsi représentée par le type à *Sphagnum cuspidatum,* accompagnée par *Scheuchzeria palustris* ou *Carex limosa* (unité 3.13.2). Elle a été relevée par de nombreux auteurs dans le Jura suisse et français. Elle fait partie du «complexe buttes-gouilles» du centre du haut-marais et révèle d'excellentes conditions de développement du haut-marais. Dans des situations secondaires (défrichées et drainées), Feldmeyer (op. cit.) mais aussi Royer et al (1978) dans le Jura français, ont mis en évidence une

variante du *Sphagnetum magellanici* à *Sphagnum tenellum* (unité 3.13.1). C'est un cas très rare de l'association en situation secondaire, où *Sphagnum tenellum* remplace *Sphagnum cuspidatum.*

Suite à un léger assèchement naturel, le *Sphagnetum magellanici* peut évoluer vers une forme de paraclimax apparemment assez stable où apparaissent souvent *Sphagnum fuscum* et *Trichophorum caespitosum* (unité 3.14.2). Dans de très rares cas, ce type peut être issu de l'incendie d'une pinède de haut-marais (Royer et al., op. cit.).

Le type à *Sphagnum fuscum* ou *Trichophorum caespitosum* correspond au *Sphagnetum fusci* décrit par Matthey (1964), au *Sphagnetum magellanici trichophoretosum caespitosi* du Jura français (Royer et al, op. cit.) et à la variété à *Scirpus caespitosus* des Franches-Montagnes (Feldmeyer, op. cit.).

Dans les situations où le pin de montagne *(Pinus mugo)* n'atteint pas un taux de recouvrement suffisant pour que le groupement soit considéré comme boisé (>5%), le milieu est attribué au *Sphagnetum magellanici* à *Pinus mugo* (unité 3.14.3). L'apparition du pin *(Pinus mugo)* peut en effet traduire une tendance évolutive spontanée vers un boisement de la surface ouverte du centre du haut-marais. Ce phénomène a été particulièrement marqué ces dernières années, comme divers auteurs l'ont remarqué sur la base de l'observation de photos aériennes anciennes et récentes (Buttler et al, 1983; Matthey, 1984; Grosvernier, 1984; Pariat, 1989). Schulthess (1990) a en outre bien mis en évidence les liens de cause à effet existant entre le drainage, même superficiel et périphérique, du haut-marais et l'accroissement de la densité et de la vitalité des peuplements du pin *(Pinus mugo).* Une telle évolution peut être fatale aux groupements les plus rares du centre du haut-marais!

Enfin, deux variantes ont été retenues pour le *Sphagnetum magellanici* typique (unité 3.14.1) en fonction des conditions trophiques auxquelles est soumis le milieu. On distingue ainsi un type ombrotrophe, typique du haut-marais alimenté uniquement par l'eau de pluie et donc particulièrement pauvre en éléments nutritifs, et d'autre part, un type minérotrophe, qui caractérise le *Sphagnetum magellanici* d'un haut-marais soligène, soumis à un flux d'eaux minéralisées en contact avec le sous-sol rocheux. Cette influence se traduit par l'apparition de diverses espèces du *Caricion nigrae,* habituellement absentes du *Sphagnion magellanici,* ombrotrophe.

4.2.4. *Les bas-marais et marais de transition*

Les bas-marais et les marais de transition offrent la plus grande variabilité des types de milieux. A un ensemble de milieux floristiquement diversifiés, présentant une certaine stabilité évolutive et correspondant à des associations végétales décrites, s'oppose tout un groupe de types de milieux qui, comme dans le cas des landes, sont caractérisés par une ou deux espèces végétales formant faciès. Il s'agit le plus souvent de groupements pionniers, pouvant s'avérer stables pendant plusieurs années comme Falinska (op. cit.) l'a mis en évidence sur une série évolutive de bas-marais en Pologne. Cependant, ces milieux sont destinés, tôt ou tard, à évoluer par diversification progressive de leur flore. Il est ainsi fort probable que le grand nombre actuel de types de bas-marais et marais de transition se réduise considérablement à l'avenir par évolution convergente.

C'est le plus souvent dans ces faciès pionniers de bas-marais que l'on rencontre des groupements tantôt boisés, tantôt non boisés, qui ont justifié la distinction entre «vraies forêts» et «attributs de boisement» dans la clé des forêts. Associer de tels milieux à des associations forestières se révèle le plus souvent impossible, à moins de ne considérer pratiquement que la strate arborescente!

Parmi les milieux diversifiés, dont l'appartenance à telle ou telle association végétale ne pose pas de problème particulier d'identification, les travaux fouillés de Gallandat (1982), Royer et al. (op. cit.) et Feldmeyer (op. cit.) ont servi de base essentielle à la sélection des critères utilisés dans la clé.

Si la distinction entre bas-marais acidoclines (unité 2.6) et alcalins (unité 2.4) était relativement simple à faire, les critères de définition du *Parnassio-Caricetum nigrae* Oberd. 57 (unité 2.5) n'étaient pas évidents à cerner. Finalement, Gobat (op. cit.) a fourni, grâce à ses descriptions détaillées de transects sur les contacts naturels de différentes tourbières de la Vallée de Joux (VD), les indications nécessaires. Fort proche du *Caricetum davallianae* Dutoit 24 em. Görs 63, auquel le groupement emprunte la plupart de ses espèces, le *Parnassio- Caricetum nigrae* se développe essentiellement au contact des hauts-marais, dans une zone de transition avec les bas-marais acidoclines environnants. Contrairement au *Caricetum davallianae*, il croît par contre sur un sol tourbeux, dont l'épaisseur atteint quelques décimètres, et non pas sur un sol superficiel, à horizon organique superposé à même la roche-mère. Cette description rejoint en outre les indications contenues dans le travail de Marmy (1984) à la Gruère dans les Franches-

Montagnes (JU). Enfin, Oberdorfer (1977) mentionne le caractère intermédiaire du groupement entre bas-marais acidoclines et alcalins. Selon cet auteur, c'est avant tout la dureté de l'eau qui est déterminante pour le maintien de l'association. Il souligne aussi les très nombreuses menaces (amendements divers, mises en pâture) qui pèsent sur ces types de bas-marais très sensibles à toute modification des conditions écologiques intermédiaires qui les caractérisent. Ces particularités confèrent par conséquent aux bas-marais subneutroclines sur tourbe une valeur diagnostique d'autant plus importante pour le maintien des hauts-marais en paysage karstique.

5. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Le développement de cette typologie originale servira donc de base de travail pour la cartographie des milieux tourbeux du Jura, dans le contexte de l'application des mesures de protection fixées par les exigences légales fédérales.

Au-delà de l'outil de travail que constitue la typologie, nous avons veillé à conserver une compatibilité aussi étroite que possible avec d'autres systèmes de classification des milieux naturels. La structure hiérarchisée des entités typologiques permet ainsi, grâce aux niveaux hiérarchiques supérieurs, de rattacher chaque milieu décrit à une unité phytosociologique reconnue (alliance ou association). Par ce biais, il est en outre possible aussi d'établir des liens avec d'autres typologies existantes, notamment celles de la LSPN (Galland et Gonseth, op. cit.).

Enfin, et c'est là certainement une des perspectives les plus intéressantes, cette typologie des milieux tourbeux intègre dès sa conception des critères zoologiques quant à la définition et à la délimitation des types de milieux. Dans l'optique d'une meilleure gestion des milieux naturels à protéger, une telle manière de procéder offre un «langage» commun au zoologue et au botaniste. Chacun peut ainsi travailler sur les aspects spécifiques à son domaines d'étude en sachant que la synthèse et l'intégration des observations recueillies de part et d'autre pourront être effectuées sans problèmes, puisque les unités écologiques sur le terrain sont les mêmes.

De là à entrevoir la protection et la gestion d'autres types de milieux que les hauts-marais sous le même angle, il n'y a qu'un pas... qu'il reste à franchir.

Philippe Grosvernier,
Natura, Etudes en biologie appliquée,
2722 Les Reussilles

Yvan Matthey et Gilles Mülhauser,
Ecoconseil, Bureau d'études
en biologie de l'environnement,
2300 La Chaux-de-Fonds

BIBLIOGRAPHIE

AEBY P. 1990. Mise en place de méthodes permettant de suivre l'évolution de la nappe, du sol, de la flore et de la faune dans les milieux perturbés par l'obturation de tarreaux de deux tourbières des Franches-Montagnes (tourbière de La Chaux-des-Breuleux / Etang de la Gruère). Trav. lic., Université de Neuchâtel, script, 162 pp.

BARTOLOME B. 1990 Etude pédologique et phytosociologique de la tourbière des Saignolies (NE). Trav. lic., Université de Neuchâtel, script 154 pp.

BINZ, A. / HEITZ, CH. 1986. Schul- und Exkursionsflora für die Schweiz. Schwabe & Co Basel.

BUTTLER A., CORNALI P. et RICHARD J.-L. 1983. La tourbière des Pontins sur Saint-Imier. Mat. pour le levé géobot. de la Suisse, fasc. 59.

CHRISTEN A. et FRUTSCHI C. 1987. Creux-de-l'Epral. Etude Phytosociologique et Ecologique d'une tourbière des Franches-Montagnes (JU). Trav. lic., Université de Neuchâtel, script 47 pp.

DELPECH R., DUME G., et GALMICHE P. 1985. Typologie des stations forestières — Vocabulaire. Ministère de l'agriculture / Direction des forêts. Institut pour le développement forestier.

ECOCONSEIL 1990. Etude du glissement survenu en 1987 à la Vraconnaz. Suivi scientifique des invertébrés aquatiques. Rapport saison 1988. Script 16 pp.

ECOCONSEIL 1991. Etude du glissement survenu en 1987 à la Vraconnaz. Suivi scientifique des invertébrés aquatiques. Rapport saison 1990. Script 22 pp.

ECOCONSEIL 1991. Etude biologique. In: Etude des zones tourbeuses de la Vallée des Ponts-de-Martel. Rapport intermédiaire, septembre 1991. Laboratoire d'Ecologie Végétale, Université de Neuchâtel. Script 28 pp. et annexes.

ECOCONSEIL 1992. Décret concernant la protection des marais, des sites marécageux et des zones alluviales d'importance nationale dans le canton de Neuchâtel. Rapport intermédiaire: Vallée de la Brévine / Présentation générale et description par objet. Script 67 pp. et annexes.

FALINSKA K. 1991. La dynamique des phytocénoses et des populations dans les paysages des prairies abandonnées. Colloques phytosociologiques, XII — Phytosociologie et paysage, Versailles, 1988: 459 - 481. J. Cramer Verlag, Berlin - Stuttgart.

FELDMEYER-CHRISTE E. 1987. Les groupements végétaux de la tourbière de La Chaux-des-Breuleux dans les Franches-Montagnes (JU). Bull. Soc. vaud. Sc. Nat.; 78(3): 283 - 304.

FELDMEYER-CHRISTE E. 1990. Etude phyto-écologique des tourbières des Franches-Montagnes (Cantons du Jura et de Berne, Suisse). Mat. pour le levé géobot. de la Suisse, fasc. 66.

GAIFFE M. 1978. Observations pédologiques dans les zones humides de Bonneveaux-Frasne. In Publications du Centre Universitaire d'Etudes Régionales (CUER) No 2, Besançon: 187 - 205.

GALLAND P. et GONSETH Y. 1990. Typologie des milieux de Suisse. Ligue Suisse pour la Protection de la Nature, Bâle.

GALLANDAT J.-D. 1982. Prairies marécageuses du Haut-Jura. Mat. pour le levé géobot. de la Suisse, fasc. 52.

GILLET F., de FOUCAULT B. et JULVE P. 1991. La phytosociologie synusiale intégrée — Objets et concepts. In prep.

GOBAT J.-M. 1984. Ecologie des contacts entre tourbières acides et marais alcalins dans le Haut-Jura suisse.

GÖTTLICH K.-H. 1990. Moor- und Torfkunde. 3. neubearbeitete Auflage. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

GROSVERNIER PH. 1984. La tourbière de la Gruère (Franches-Montagnes). Phytosociologie et pédologie. Trav. lic., Université de Neuchâtel, script 78 pp.

GRÜNIG A., VETTERLI L. et WILDI O. 1986. Les hauts-marais et marais de transition de Suisse. Rapports Ins. Féd. Rech. For. 281. Birmensdorf.

ISOVIITA P. 1966. Studies on Sphagnum l.i. Nomenclatural revision of the european taxa. Ann. Bot. Fenn. 3.

LINDSAY R.-A., CHARMAN D.-J., EVERINGHAM F., O'REILLY R. M., PALMER M. A., ROWELL T. A. and STROUD D. A. 1988. The flow Country. The peatlands of Caithness and Sutherland. NATURE CONSERVATION COUNCIL, Ratcliffe and Oswald ed. Peterborough.

MARMY F. 1984. Etang de la Gruère — Hydrologie et végétation des bas-marais et des prairies de la réserve. Trav. lic., Université de Neuchâtel, script 103 pp.

MATTHEY W. 1964. Observations écologiques dans la tourbière du Cachot. Bull. Soc. Neuch. Sc. Nat.; 87: 103 - 135.

MATTHEY W. 1971. Ecologie des insectes aquatiques d'une tourbière du Haut-Jura. Revue Suisse Zool.; 78(2): 367 - 536.

MATTHEY Y. 1984. Le complexe des tourbières des Ponts-de-Martel. Trav. lic., Université de Neuchâtel, script 80 pp.

MÜLHAUSER G. 1989. Contribution à l'écologie des milieux tourbeux secondaires et de leurs communautés d'Arthropodes épigés (vallée des Ponts-de-Martel, Jura neuchâtelois). Trav. lic., Université de Neuchâtel, script 55 pp.

MÜLHAUSER G., PRONINI P., WERFFELI B., AEBY P. et MÜLHAUSER B. 1987. Les Arthropodes de la Mouille de la Vraconnaz. Bull. rom. Ent.; 5: 1 - 91.

NATURA 1989. Etude multidisciplinaire des hauts-marais de Bellelay. Rapport de synthèse. Naturschutzinspektorat des Kantons Bern. Script 63 pp. et annexes avec cartes.

NATURA 1989. Un plan de gestion pour les hauts-marais de Bellelay. Bericht 1988, Naturschutzinspektorat des Kantons Bern. Sonderdruck aus den Mitt. der Nat. Forsch. Ges. in Bern. Neue Folge, Band 46.

NATURA 1991. Plan de gestion de la tourbière de Plain de Saigne (commune de Montfaucon, JU). Office des eaux et de la protection de la nature, canton du Jura. Script 180 pp., 4 cartes.

NATURA 1992. Mise en application de l'inventaire des hauts-marais dans le canton du Jura. Concepts et définitions. Typologie des milieux tourbeux, avec clés de détermination. Office des eaux et de la protection de la nature, canton du Jura. Script 25 pp. et annexes.

OBERDORFER E. 1977. Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil I. 2. stark bearbeitete Auflage, VEB. G. Fischer Verlag, Jena.

OBERDORFER E. 1979. Pflanzensoziologische Exkursionsflora. Ulmer, Stuttgart.

OFFICE FÉDÉRAL DE L'ENVIRONNEMENT, DES FORÊTS ET DU PAYSAGE 1990. Inventaire des bas-marais d'importance nationale (Projet mis en consultation). Département Fédéral de l'Intérieur, Berne.

PARIAT I. 1988. Etude phytosociologique et pédologique des tourbières de Bellelay. Trav. lic., Université de Neuchâtel, script 64 pp.

RICHARD J.-L. 1961. Les forêts acidophiles du Jura. Etude phytosociologique et écologique. Mat. pour le levé géobot. de la Suisse, fasc. 38.

ROBERT J. 1988. Etude de quelques groupes clés de la faune entomologique de la réserve naturelle de Bellelay (Jura bernois). Trav. lic., Université de Neuchâtel, script 138 pp.

ROYER J.-M., VADAN J.-C., GILLET F., AUMONNIER J.-P. et M.F. 1978. Etude phytosociologique des tourbières acides et alcalines du Haut-Doubs. Réflexions sur leur régénération et leur genèse. In Publications du Centre Universitaire d'Etudes Régionales (CUER) No 2, Besançon.

RUNGE F. 1990. Die Pflanzengesellschaften Mitteleuropas. Aschendorff Verlag, Münster.

SCHULTHESS J. 1990. Der Einfluss von Entwässerung auf die Bewaldung eines Hochmoores. Eine Studie zur rezenten Bewaldungsentwicklung am Etang de la Gruère (JU). Diplomarbeit, Universität Zürich. Script 190 pp.

SMITH A.J.E. 1978. The moss flora of Britain and Ireland. Cambridge University Press.

SUCCOW M. 1988. Landschaftsökologische Moorkunde. Gebrüder Borntraeger, Berlin / Stuttgart.

SUCCOW M. & JESCHKE L. 1986. Moore in der Landschaft. H. Deutsch Ver. Thun und Frankfurt/Main.

VANDENBERGHEN C. 1982. Initiation à l'étude de la végétation. Jardin botanique national de Belgique, Meise.

TYPOLOGIE DÉTAILLÉE

1. MILIEUX AQUATIQUES (eau libre, y.c. végétation flottante)

1.1 Ecoulements naturels

1.11 Ruisseau
1.12 Rigole (hors tourbe; forme de dissolution du calcaire)
1.13 Ecoulement préférentiel (sur tourbe, non creusé)

1.2 Drainage à ciel ouvert

1.21 Drain superficiel (profondeur: 10 - 30 cm / largeur: 30 - 50 cm)
1.22 Tarreau (profondeur: >30 cm / largeur: >50 cm)
1.23 Fossé, collecteur à ciel ouvert (plusieurs mètres de large)

1.3 Etang, mare

1.4 Bassin, fontaine, abreuvoir

1.5 Point d'eau, vasque

1.6 Dépression humide

1.7 Gouille sur tourbe nue

1.8 Faille (de distension dans la tourbe)

1.9 Creuse (exploitation de la tourbe)

1.91 Grande fosse
1.92 Petite fosse
1.93 Creuse de pied de mur

2. BAS-MARAIS ET MARAIS DE TRANSITION

2.1 Groupements de mousses purs

2.11 Tapis tremblant de mousses (autres que sphaignes)
2.12 Tapis tremblant de sphaignes

2.2 Marais de transition

2.21 Marais tremblant à *Carex rostrata* ou *C.elongata*
2.22 Marais tremblant à *Carex lasiocarpa*
2.23 Marais tremblant à *Carex limosa* et *Scorpidium scorpioides*

2.3 Bas-marais à grandes laiches *(Carex appropinquata* ou autres)

2.4 Bas-marais alcalin *(Caricion davallianae)*

2.5 Bas-marais subneutrocline sur tourbe à *Carex davalliana (Parnassio-Caricetum nigrae)*

2.6 Bas-marais acidocline à *Carex nigra (Caricion nigrae)*

2.7 Stades pionniers

2.71 Radeau à *Potentilla palustris* et/ou *Menyanthes trifoliata*
2.72 Faciès à *Carex rostrata* et/ou *E.elongata*
2.73 Faciès à *Carex lasiocarpa*
2.74 Faciès à *Carex nigra*
2.75 Faciès à *Scirpus silvaticus*
2.76 Faciès à *Polygonum bistorta*
2.77 Faciès à *Molinia caerulea*
2.78 Faciès à *Agrostis stolonifera*
2.79 Faciès à herbacées mésophiles *(Nardus, Agrostis, Anthoxanthun...)*

2.8 Prés humides

2.81 Mégaphorbiaie humide *(Filipendulion)*
2.82 Pré eutrophe humide *(Calthion)*
2.83 Pâturage humide *(Cynosurion/Calthion)*

2.9 Espèces bénéficiant de la proximité d'une assise minérale *(attribut superposable à une autre unité)*

2.91 *Phragmites australis*
2.92 *Typha latifolia*

3. HAUTS-MARAIS ET GROUPEMENTS DÉRIVÉS

3.1 Marais oligotrophes

3.11 Gouilles à *Rhynchospora alba (Rhynchosporion)*
3.12 Gouilles du *Caricetum limosae*
3.12.1 Gouilles du *Caricetum limosae* à *Sphagnum cuspidatum*
3.12.2 Gouilles du *Caricetum limosae* à *Sphagnum angustifolium*
3.13 Gouilles du *Sphagnetum magellanici*
3.13.1 Gouilles du *Sphagnetum magellanici* à *Sphagnum tenellum*
3.13.2 Gouilles du *Sphagnetum magellanici* à *Scheuchzeria palustris*
3.14 Centre du haut-marais avec *Sphagnetum magellanici* typique
3.14.1 Centre du haut-marais avec *Sphagnetum magellanici* typique
3.14.2 Centre du haut-marais avec *Sphagnetum magellanici* à *Sphagnum fuscum* ou *Trichophorum caespitosum*
3.14.3 Centre du haut-marais avec *Sphagnetum magellanici* à *Pinus mugo*

3.2 Landes à sous-arbrisseaux

3.21 Lande à *Calluna vulgaris*
3.22 Lande à *Calluna vulgaris* en mosaïque avec *Eriophorum vaginatum*
3.23 Lande à *Vaccinium uliginosum*
3.24 Lande à *Betula nana*

3.3 Faciès à herbacées cespiteuses

3.31 Faciès à *Eriophorum vaginatum*
3.32 Faciès à *Eriophorum vaginatum* et mousses
3.33 Faciès à *Eriophorum vaginatum*, mousses et sous-arbrisseaux
3.34 Faciès à *Trichophorum caespitosum*
3.35 Faciès à *Molinia caerulea*
3.36 Faciès à *Molinia caerulea* et *Polygonum bistorta*
3.37 Faciès à *Molinia caerulea* et *Calluna vulgaris*

3.4 Faciès de tourbe nue et de mousses

3.41 Tourbe nue
3.42 Faciès à *Polytrichum alpestre (= strictum)*
3.43 Faciès à *Polytrichum commune* ou *P.formosum*
3.44 Faciès à mousses forestières (avec *Pleurozium schreberi, Rhytidiadelphus sp, Hylocomium sp...)*

3.5 Murs d'exploitation

3.51 Mur vertical
3.52 Mur éboulé
3.53 Mur en surplomb

4. FORÊTS ET ATTRIBUTS DE BOISEMENT

4.1 Forêts

4.11 Pinède de haut-marais *(Pino mugo - Sphagnetum magellanici)*
4.12 Pessière à sphaignes *(Sphagno - Piceetum)*
4.12.1 Pessière à sphaignes et à bouleau *(Sphagno - Piceetum betuletosum)*
4.12.2 Pessière à sphaignes et à *Blechnum (Sphagno - Piceetum blechnetosum)*
4.13 Pessière de ceinture sur tourbe, ancienne pinède *(Sphagno - Piceetum* à *Pinus mugo)*
4.14 Pessière de contact *(Bazzanio - Piceetum)*
4.15 Bétulaie mixte *(Vaccinio uliginosi - Betuletum pubescentis)*

4.2 Boisements denses

4.21 Pessière pure
4.22 Pinède pure
4.23 Bétulaie pure
4.24 Forêt feuillue mélangée *(Betula sp, Populus tremula, Salix sp)*
4.25 Forêt mixte (feuillus et conifères)

4.3 Boisements clairs

4.31 Pessière pure
4.32 Pinède pure
4.33 Bétulaie pure
4.34 Saulaie pure
4.35 Bois feuillu mélangé *(Betula sp, Populus tremula, Salix sp)*
4.36 Bois mixte (feuillus et conifères)

4.4 Fourrés

4.41 *Betula*
4.42 *Salix sp*
4.43 Rubus sp
4.44 Autres

4.5 Groupes d'arbres ou d'arbustes et arbres isolés

4.51 *Picea abies*
4.52 *Pinus mugo*
4.53 *Betula pubescens*
4.54 *Populus tremula*
4.55 *Salix sp*
4.56 Autres

5. MILIEUX AGRICOLES

5.1 Pâturage permanent

5.2 Herbage engraissé permanent

5.3 Prairie ou pâturage mixte

5.4 Prairie grasse semée, âgée

5.5 Prairie grasse récemment semée, culture

5.6 Terre ouverte (labour)

AUTRES TYPES DE MILIEUX: selon typologie LSPN

CRITÈRES TYPOLOGIQUES COMPLÉMENTAIRES

Code	Description
TYP	typique
REG	régénéré
HUM	humide
ASS	asséché
OMB	ombrotrophe
MIN	minérotrophe
OLI	oligotrophe
MES	mésotrophe
EUT	eutrophe
TEM	temporaire (ruisseaux, drains, mares...)
PER	permanent (ruisseaux, drains, mares...)

Illustration de la typologie

Photo A:

faciès à trèfle d'eau et potentille des marais (d'après dia de Philippe Grosvernier).

Les anciennes fosses d'exploitation, où subsiste un plan d'eau après l'abandon de l'exploitation, sont recolonisées par des faciès à laiches *(Carex sp)* ou à trèfle d'eau *(Menyanthes trifoliata)* et potentille des marais *(Potentilla palustris)*, par exemple.

Photo B:

marais tremblant à laiches (d'après dia d'Yves Leuzinger).

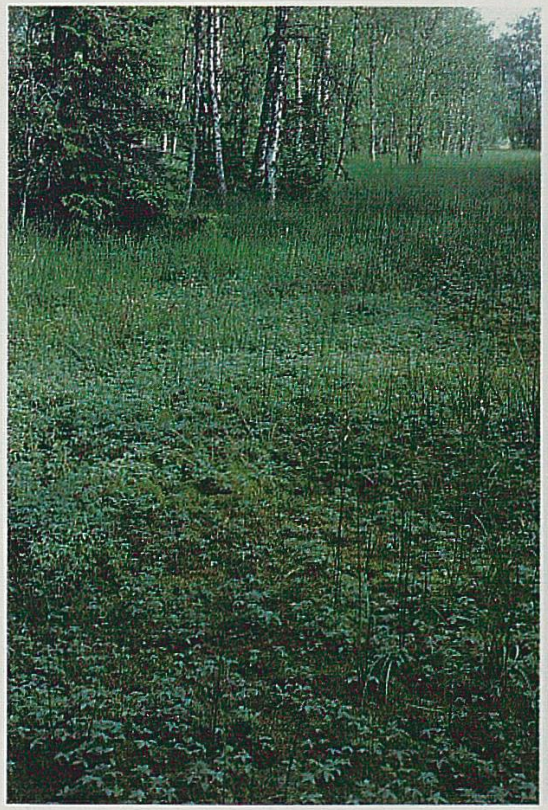
Photo C:

lande à linaigrette, mousses et chaméphytes avec boisement clair de bouleau (d'après dia d'Yves Leuzinger).

Au fur et à mesure de l'atterrissement du milieu, les sphaignes *(Sphagnum sp)*, ces mousses spécialisées des milieux tourbeux acides, s'implantent et recommencent à former de la tourbe. A terme, le milieu peut s'atterrir totalement et la végétation initiale du haut-marais se réimplanter avec des sous-arbrisseaux et parfois même un boisement secondaire de bouleau *(Betula sp)*.

A

B



C

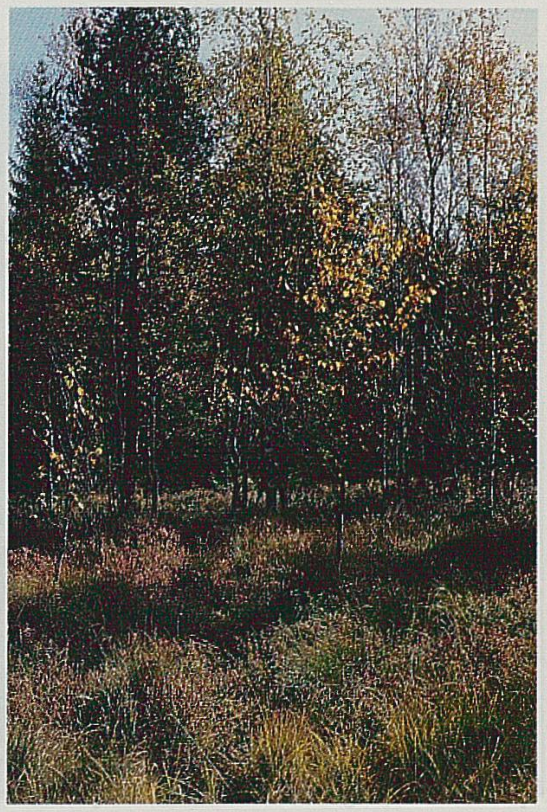


Illustration de la typologie

Photos A et B:

Vallée des Ponts, Martel-Dernier (d'après dias de Gilles Mülhauser).

Les deux photos illustrent le passage d'un milieu nu (A) à un milieu dominé par des herbacées cespiteuses (B). Cette succession de milieux, marquée par une légère pente, est due à l'historique de préparation de la surface du sol pour l'exploitation de la tourbe (front de taille manuelle).

Sur la photo A, l'unité choisie selon la typologie est la 3.41 (tourbe nue). Quelques taches de *Polytrichum strictum* et quelques touffes de *Trichophorum caespitosum* commencent de s'implanter sans former un faciès bien individualisable (3.42, resp. 3.34). Sur la photo B est représenté un faciès très pur à *Trichophorum caespitosum* (unité 3.34); à l'arrière-plan, on remarque des taches grisâtres trahissant la présence de lande à *Calluna* (3.21).

A

B

Illustration de la typologie

Les photos ci-contre représentent trois types de milieux ayant subi la même exploitation et possédant le même potentiel. En fonction de leur affectation actuelle, ces surfaces ont évolué vers des physionomies différentes (ayant leur importance pour la faune notamment).

Photo A:

tourbière de Chanteraine (d'après dia de Pierre-Alain Fürst).

Ce faciès à linaigrette *(Eriophorum vaginatum)* représente la zone la plus dynamique; suffisamment humide, les sphaignes y sont bien implantées. Elle est classée dans le type 3.32 (humide).

Photo B:

tourbière de Chanteraine (d'après dia de Pierre-Alain Fürst).

Ce milieu est en train de perdre la même attribution que le précédent à cause du pâturage qui y est pratiqué et qui déstructure les touffes de linaigrette *(Eriophorum vaginatum)*. On passe à un type de pâturage humide mésotrophe (2.83).

A

B

C

Photo C:

tourbière de Chanteraine (d'après dia de Pierre-Alain Fürst).

Ce milieu a perdu la même attribution que le premier ci-dessus à cause d'un assèchement plus prononcé (drainage). Les touffes de linaigrette *(Eriophorum vaginatum)* sont complètement dominées par la molinia *(Molinia cœrulea)*. On est en type 3.35.