

# H O T S P O T



BIODIVERSITÉ

DANS LES ZONES HUMIDES

BIODIVERSITÉ: DIALOGUE ENTRE RECHERCHE ET PRATIQUE



INFORMATIONS DU FORUM BIODIVERSITÉ SUISSE



15 | MARS 2007



Pour beaucoup de personnes de ma génération, Rothenthurm a été le site d'un événement majeur. Je me rappelle parfaitement cette époque pionnière marquée par l'avènement de la protection des biotopes, lié à l'initiative de Rothenthurm, mais aussi l'élaboration des inventaires, les premiers combats, les tentatives de dilution politique, et les discussions acharnées, parfois virulentes avec les communes, les agriculteurs, les voyageurs et les cantons. Nous avons su calmer les esprits et bénéficier du soutien et de la confiance de la direction de l'OFEFP et du Conseil fédéral, en particulier de Mme Ruth Dreifuss. L'équipe de l'inventaire des marais n'est pas la seule à pouvoir s'enorgueillir de ce bilan positif.

Aujourd'hui, Rothenthurm a perdu de son éclat. La protection du biotope se heurte à des difficultés; de plus, les discours, les formalités et la paperasserie ont remplacé les actes. La classe politique mais parfois aussi les offices concernés parlent un double langage. Certes, ils soulignent l'importance écologique et économique que revêtent la biodiversité, les zones humides ainsi que d'autres sites extensifs pour l'être humain, mais ils manquent de courage dans les cas d'urgence. En même temps, la mise en application des inventaires laisse encore à désirer. Il serait

important de maintenir voire de renforcer nos efforts, et de mettre en place un contrôle convaincant de l'impact des mesures.

20 ans après Rothenthurm, je me félicite donc des acquis, mais je reste déçu face aux difficultés inutiles rencontrées et au fait qu'à peine 3% de la superficie de la Suisse soit mise à la disposition des habitats et des espèces rares. Je crois néanmoins fermement que le travail entamé pourra être mené à terme. La génération fondatrice a fait tout son possible et le fait encore aujourd'hui. Sans une protection systématique des biotopes – introduite grâce à Rothenthurm – les pertes se seraient encore alourdies, ainsi que leurs répercussions sur la biodiversité. La protection des biotopes peut être complétée, mais elle ne peut être remplacée.

Erich Kohli

Directeur de la section Espèces et biotopes  
Office fédéral de l'environnement (OFEV)

#### IMPRESSUM

Le Forum Biodiversité encourage l'échange et la coopération entre la recherche sur la biodiversité, la protection de la nature, l'agriculture et la formation. **HOTSPOT** est l'un des instruments de cet échange. **HOTSPOT** paraît deux fois par an en allemand et en français; il est disponible au format pdf sur le site [www.biodiversity.ch](http://www.biodiversity.ch). Le numéro **HOTSPOT 16|2007**, qui paraîtra en octobre 2007, sera consacré au thème «Biodiversité et climat». **Editeur:** © Forum Biodiversité Suisse, Berne, mars 2007. **Rédaction:** Gregor Klaus (gk), Irene Künzle (ik), Pascale Larcher (pl), Daniela Pauli (dp). **Traduction:** Henri-Daniel Wibaut, Lausanne(fr.); Nicole Carnal (al.). **Mise en page / composition:** Esther Schreier, Bâle. **Impression:** Koelblin-Fortuna Druck, Baden-Baden. **Papier:** RecyMago 115 g/m<sup>2</sup>, 100% recyclé. **Tirage:** 4100 ex. en allemand, 1100 ex. en français. **Contact:** Forum Biodiversité Suisse, Schwarztorstasse 9, CH-3007 Berne, tél. +41 (0)31 312 02 75, fax +41 (0)31 312 16 78, [biodiversity@scnat.ch](mailto:biodiversity@scnat.ch), [www.biodiversity.ch](http://www.biodiversity.ch). **Direction:** Daniela Pauli. **Coût de**

**production:** 15 CHF/ex. Afin de rendre accessibles à toutes les personnes intéressées les connaissances sur la biodiversité, nous aimerions continuer à distribuer gratuitement **HOTSPOT**. Toute aide sera donc bienvenue. **Compte HOTSPOT:** PC 30-204040-6. Les articles sont soumis à un traitement rédactionnel. Ils ne doivent pas forcément refléter l'opinion de la rédaction.

sc | nat

Forum Biodiversität Schweiz  
Forum Biodiversité Suisse  
Forum of the Swiss Academy of Sciences

## BIODIVERSITÉ DANS LES ZONES HUMIDES

- 3 Les marais en Suisse:  
rares et précieux  
Gregor Klaus
- 4 Marais et marécages en mutation  
Andreas Grünig
- 6 Rothenthurm, 20 ans après  
Meinrad Küttel
- 8 La protection des marais est une  
mission de longue durée  
Interview de Rolf Waldis, Meinrad Küchler  
et Christiane Guyer
- 10 Auteurs
- 11 Certains l'aiment pauvre  
Sabine Gusewell et  
Harry Olde Venterink
- 12 La vie dans les marais  
Philippe Grosvernier
- 14 Petits marais en péril  
Matthias Diemer
- 15 Diminution des zones humides  
dans le canton de Zurich  
Andreas Grünig
- 16 Les marais, archives de  
l'environnement  
Brigitta Ammann
- 18 Comment réagissent les tourbières  
aux changements planétaires?  
Alexandre Buttler et Edward Mitchell
- 20 DIRECTION DU DÉVELOPPEMENT ET  
DE LA COOPÉRATION (DDC)  
Sauvegarde des zones humides:  
mesure de lutte contre la pauvreté  
Cordula Ott
- 24 MONITORING DE LA BIODIVERSITÉ  
EN SUISSE (MBD)  
Les Alpes regorgent de mousses  
Urs Draeger
- 26 FORUM BIODIVERSITÉ SUISSE  
Biodiversité dans les écoles  
Lisa Bose und Irene Künzle
- 27 COMMISSION SUISSE  
POUR LA CONSERVATION DES  
PLANTES CULTIVÉES (CPC)  
La vie d'un coordinateur Fruits
- 28 PUBLICATIONS

#### Erratum

Dans le dernier numéro de Hotspot, une erreur de conversion s'est glissée à la page 3: non pas 2 millions de km<sup>2</sup>, mais 2 millions d'ha de forêt tropicale sont transformés chaque année en plantations et en pâturages au Brésil.

En couverture (de haut en bas): Bas-marais (photo Philippe Grosvernier, Reconwillier); Damier noir, *Melitaea diamina* (photo Goran Dušej, Rottenschwil); complexe paludéen de Rothenthurm (photo Albert Marty, Rothenthurm), Rossolis à feuilles rondes, *Drosera rotundifolia* (photo Beat Ernst, Bâle)

# Marais en Suisse: rares et précieux

Gregor Klaus, rédacteur



Photos Meinrad Küttel (1), Philippe Grosvernier (3), Alexandre Buttler (5), Goran Dušej (2, 4, 6)

La Suisse est le seul pays au monde à garantir une protection totale à ses marais: le 6 décembre 1987, 57,8% des électeurs suisses ont approuvé l'initiative dite de Rothenthurm, avec un taux de participation relativement élevé. A l'époque, la plupart des marais n'étaient à vrai dire que de petits îlots dispersés dans un océan de terres vouées à une exploitation intensive (pages 4 et 15). L'agriculture et l'exploitation de la tourbe surtout avaient porté un grave préjudice aux marais (page 4). De plus, une partie des marais avaient été sacrifiés à l'urbanisation ou engloutis dans des lacs de retenue.

Tout de suite après la votation de Rothenthurm, la Confédération se mit à délimiter et à inventorier les restes de marais les plus importants à l'échelle nationale (page 6). L'inventaire national des hauts-marais comprend actuellement 549 marais représentant une surface totale d'environ 1500 ha, soit 0,04% de la superficie du pays. Ce type de marais, naturellement dépourvu d'arbres, ne collecte plus l'eau nécessaire à sa propre végétation que par le biais des précipitations; le niveau d'eau de ces marais peut se situer à plus de dix mètres au-dessus de la nappe phréatique des terres avoisinantes.

L'inventaire fédéral des bas-marais comporte nettement plus de sites que l'inventaire des hauts-marais: au total 1163 marais, représentant une surface de près de 20 000 ha, ont été considérés comme méritant d'être protégés. Comme une bonne partie des bas-marais sont des milieux cultivés qui se

sont développés sur des surfaces défrichées présentant une nappe phréatique élevée, ils doivent faire l'objet d'une exploitation extensive régulière, pour empêcher leur embroussaillage et leur reboisement. Un autre inventaire national dresse la liste des paysages marécageux d'importance nationale. Ces 89 objets se caractérisent par des marais mais n'excluent pas d'autres milieux naturels ou éléments culturels tels que ruisseaux, haies, prairies sèches et hameaux.

La mise en œuvre de la protection des marais incombe aux cantons, qui s'engagent à établir un plan de protection et d'entretien pour chaque site. A vrai dire, il existe des divergences notables entre les cantons sur le plan de la protection des marais (cf. interview page 8). Pourtant, les objectifs quantitatifs de la protection des marais ont été globalement réalisés. Il n'en va pas de même en ce qui concerne la qualité des zones humides: bon nombre de marais sont en danger (page 8). Les causes sont avant tout l'apport en nutriments provenant des parcelles cultivées voisines et de l'atmosphère (page 11), la forte fragmentation des marais (page 14), l'embroussaillage et le reboisement de surfaces dont l'exploitation a été abandonnée (page 14), les systèmes de drainage continuant à fonctionner dans les marais ainsi que la pression croissante exercée sur ces écosystèmes fragiles par les activités de loisir telles que les randonnées en raquettes à neige.

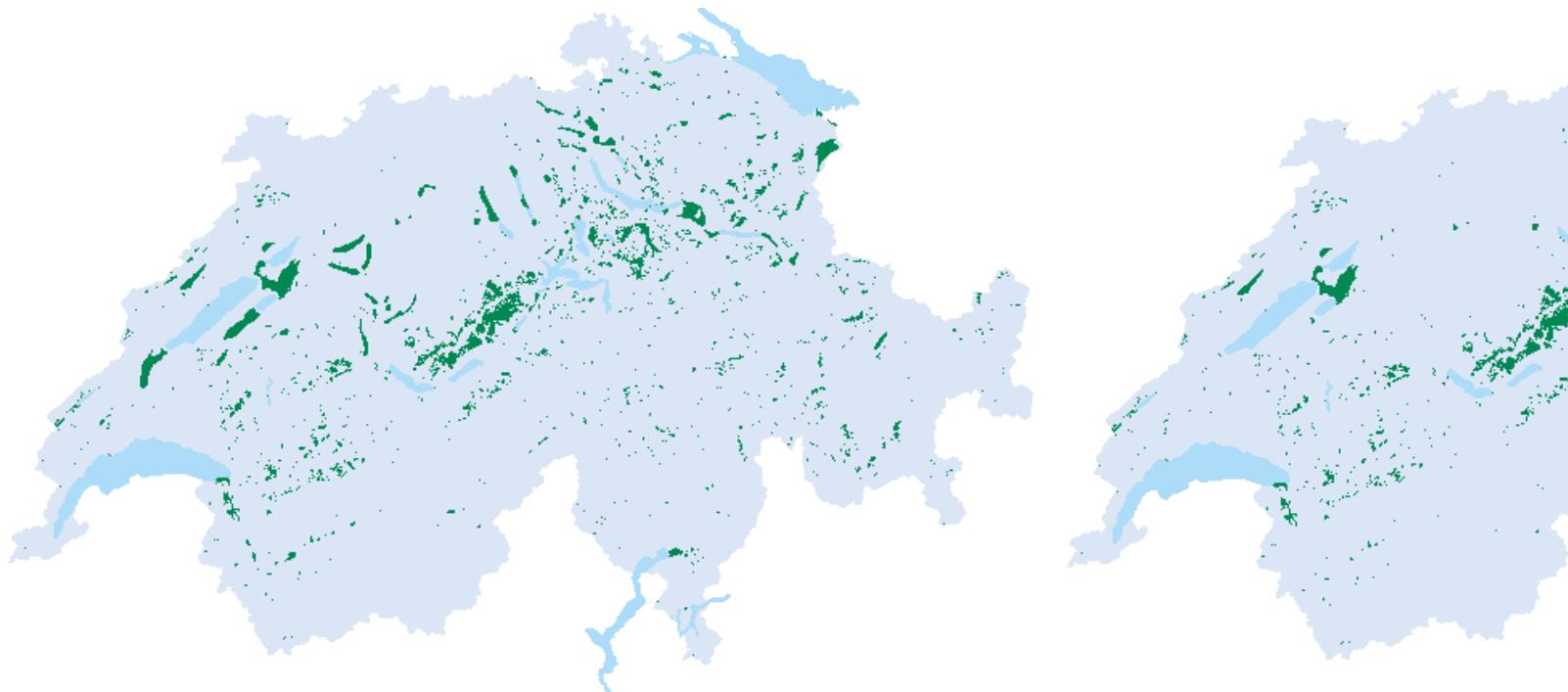
Les marais ne sont pas seulement l'habitat irremplaçable de multiples végétaux et ani-

maux très spécialisés (page 12). Ils jouent également un rôle essentiel sur le plan du régime hydrologique.

Comme les sphaignes peuvent emmagasiner jusqu'à vingt fois leur poids sec en eau, les marais équivalent à une gigantesque éponge. Ils peuvent contribuer à retarder la diffusion des eaux provenant de fortes précipitations. Les marais sont les conservateurs de notre passé naturel et culturel depuis la dernière période glaciaire (page 16). Dans beaucoup de pays, les milieux humides constituent une ressource vitale pour les hommes (page 20). Ils jouent un rôle capital dans le bilan carbone mondial (page 18). L'ensemble des marais de la planète stockent 455 gigatonnes de carbone, soit 60% du carbone de l'atmosphère. Il devrait donc être souhaitable que le carbone lié à la tourbe reste où il se trouve, et que les marais menacés soient régénérés. A l'intérieur des frontières nationales, les Suisses sont très conséquents; ils n'ont pas hésité à exporter leur problème. 72 000 tonnes de tourbe ont été importées en Suisse l'année qui a suivi la votation. Comme la tourbe des marais locaux ne peut plus être exploitée, et que la demande en tourbe s'est accrue dans la population, l'horticulture et l'agriculture, les importations s'élevaient déjà à 100 000 tonnes trois ans plus tard. Durant les dix dernières années, la quantité de tourbe importée a évolué entre 110 000 et 120 000 tonnes – tourbe contenue dans le terreau de jardin et la terre des plants non comprise! ■

# Marais et marécages en mutation

Andreas Grünig, Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8046 Zurich, [andreas.gruenig@art.admin.ch](mailto:andreas.gruenig@art.admin.ch)



## 1800

### Un réseau serré de quelques grands et de nombreux petits marais

A l'apogée post-glaciaire de l'évolution des marais, la surface totale occupée par les marais et les marécages en Suisse devait dépasser 250 000 ha, soit environ 6% de la superficie du pays. A vrai dire, il est à supposer que toutes les zones humides reproduites n'étaient pas naturelles. Parmi les bas-marais des Alpes de flysch septentrionales notamment, qui représentent d'ailleurs la majeure partie des sites palustres d'aujourd'hui (cf. zone entre le lac de Thoune et le lac de Walenstadt sur les cartes 1 et 3), certains devaient sans doute leur existence au défrichage des pâturages alpins effectués au Moyen Age. Les surfaces découvertes ne perdirent pas seulement la fonction d'évaporation remplie par les peuplements d'arbres; le passage plus fréquent du bétail a aussi compacté la couche supérieure du sol. Sous le climat humide des Préalpes – en particulier sur les sols à gley de toute façon gorgés d'eau – il en résulta un excédent d'eau qui favorisa la propagation de la végétation de bas-marais. Cette

interprétation semble logique, mais les études à ce sujet font encore défaut.

A l'inverse de l'extension géographique, le volume total de toutes les tourbières avait dû atteindre son maximum dans la première moitié du XVIII<sup>e</sup> siècle. En 1709, le naturaliste zurichois Johann Jakob Scheuchzer avait suggéré d'extraire la tourbe du marais de Hülstein près de Rüti (ZH) et de brûler ce «bois souterrain». En 1712, il reproduisit le processus d'extraction de la tourbe dans une vignette de sa célèbre carte de la Suisse. La découverte des tourbières et l'exploitation de la tourbe ne tarda pas à se répandre dans tout le pays. Vers la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, l'extraction de la tourbe avait acquis une importance économique dans de nombreuses régions, car le «charbon du pauvre» contribuait à ménager les forêts et à améliorer l'approvisionnement en combustible et offrait de surcroît un rendement contrôlable. Vers 1850, les besoins en combustible du canton de Zurich étaient couverts à 20% par la tourbe!

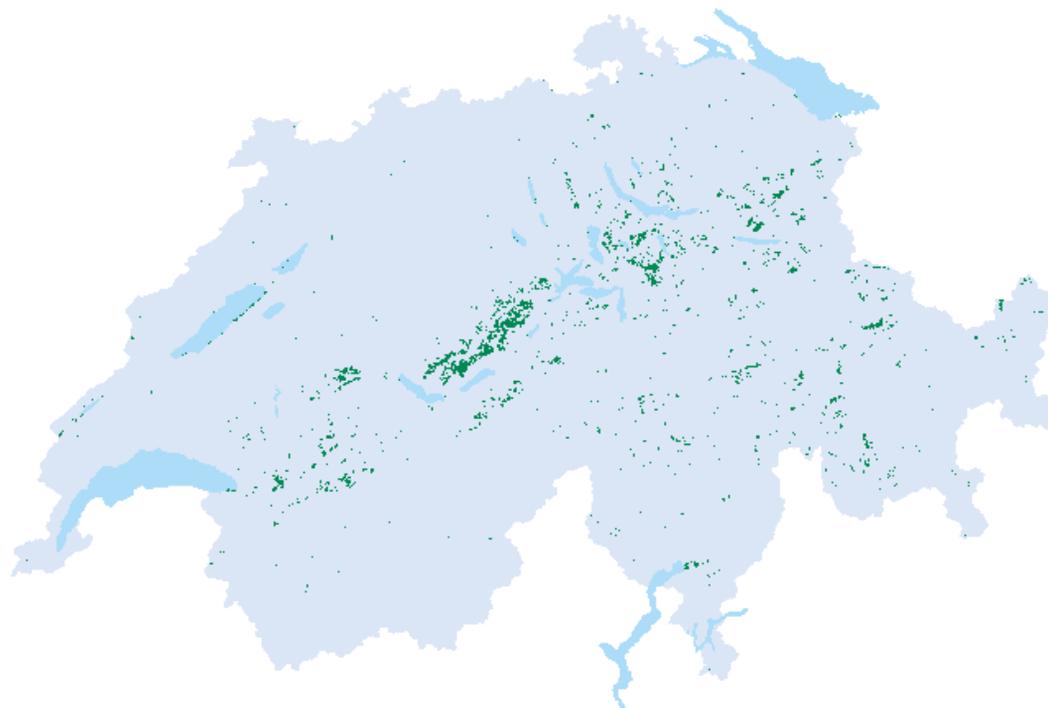
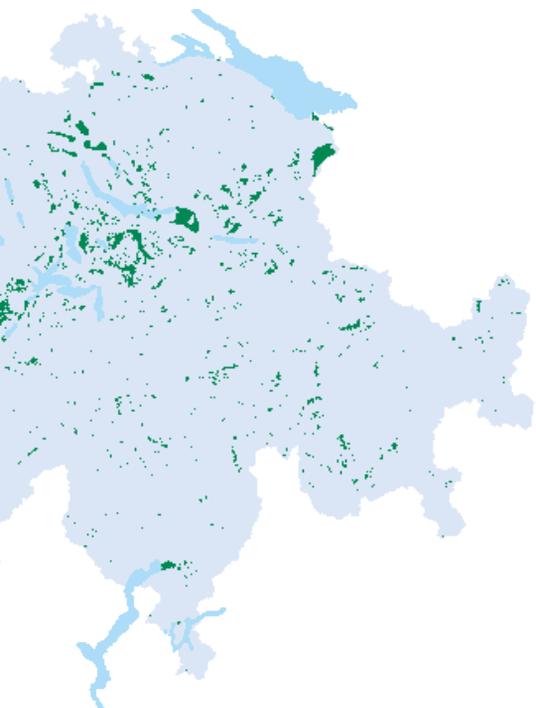
## 1900

### Disparition des grands marais, effritement du réseau

3381 marais manquent par rapport à la carte précédente. A la fin de ce «siècle des corrections de cours d'eau et des régulations de lacs», durant lequel la Linth, le Rhin alpin, le Rhône, la Broye, les cours d'eau du Jura, l'Emme, la Reuss et le Ticino notamment furent régulés, endigués, rectifiés et assainis ou améliorés dans le sens voulu par l'homme, le Plateau suisse surtout, a perdu beaucoup de marais.

Au début du XIX<sup>e</sup> siècle, des idées «éclairées» se répandirent au sujet de la réforme agraire et de l'amendement du sol, à l'instigation de personnalités telles que le Genevois Charles Pictet, qui acheta à Troinex un terrain marécageux pour y tester avec ses fermiers de nouvelles méthodes de drainage, et le Bernois Emmanuel von Fellenberg, qui parvint à assécher parfaitement les secteurs marécageux de son domaine. Parmi les cantons, Genève, Vaud, Thurgovie, Saint-Gall et Berne firent figure de pionniers en matière d'assèchement (cf. cartes 1 et 2). Les premiers drainages

**Base des données:** Sur toutes les cartes, les zones marécageuses >30 ha sont représentées fidèlement; les surfaces <30 ha sont représentées sous forme de points par souci de lisibilité. Ne sont pas représentés les multiples marais parfois inférieurs à quelques ares des régions alpines. La présentation des trois états résulte de la superposition des données provenant des inventaires de la Confédération (ecoGIS: Inventaire des hauts-marais d'importance nationale, situation au 14 mars 2003; inventaires des bas-marais d'importance nationale et régionale, situation au 25 février 2004 et au 1<sup>er</sup> octobre 1994) et des informations correspondantes fournies par la «Carte des marais de Suisse 1903», publiée par Früh et Schröter (1904) et comportant plus de 5400 indications de marais anciens et existants, et numérisée par l'Institut fédéral de recherche WSL en 1997. Source pour les frontières et les lacs: ©swisstopo/GEOSTAT.



## 2000

### Substance de quelques rares marais généralement petits

La destruction persistante des zones humides fut, au XX<sup>e</sup> siècle, un processus insidieux, de plus en plus encouragé par les pouvoirs publics, qui s'accéléra sensiblement durant les deux guerres mondiales sous la pression des pénuries d'approvisionnement en combustibles et en denrées alimentaires, pour ne s'arrêter pratiquement qu'à la fin du siècle. C'est ainsi que la Confédération subventionna l'assèchement de plus de 80 000 ha de marais entre 1885 et 1940, et que 80 000 hectares supplémentaires furent drainés dans le cadre du plan Wahlen entre 1941 et 1947. A peu près la moitié des surfaces restantes furent le plus souvent détruites avec les encouragements de la Confédération et des cantons... jusqu'en 1987, lorsque l'approbation de l'initiative de Rothenthurm mit un terme à la destruction directe des marais. ■

modernes à l'aide de tuyaux d'argile selon le modèle anglais furent installés en 1850 en Thurgovie; 12 ans plus tard, 1540 ha avaient déjà été traités selon cette méthode dans ce canton. Dans le canton de Berne, sous l'impulsion de la société économique, un nombre notable de coopératives d'assainissement furent créées dans la seconde moitié du siècle; elles se virent accorder le droit d'assécher des marais, ce qui fut le cas pour plus de 15 000 ha de zones marécageuses jusqu'à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. En général, on rêvait d'un pays «à la pointe des grands amendements exigés par le XIX<sup>e</sup> siècle, et en raison de quoi, la Suisse ne pouvait plus tolérer de marais improductifs sur son territoire».

Pourtant, l'amélioration systématique des vallées fut souvent retardée jusque durant le XX<sup>e</sup> siècle, car une pénurie soudaine de litière survenue au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle fit en sorte que l'agriculture accorda une valeur particulière aux zones humides pendant quelques décennies. L'extension du réseau ferroviaire européen entraîna un surcroît de concurrence pour les cultures céréalières locales, tandis que le prix de la viande et des

produits laitiers connaissait une forte hausse. La substance de paillage fut de plus en plus recherchée, car non seulement la stabulation mais aussi le cheptel s'accroissaient considérablement. En même temps, la culture céréalière diminua, si bien que la paille se raréfia, et la litière de prairie devint un produit très recherché et finalement plus cher que le foin. Vers la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, les prairies à litière humide avaient même plus de valeur que les champs ou les prés courants. La pénurie de litière ne prit fin que pendant la première guerre mondiale, lorsque le manque de pain stimula à nouveau les cultures céréalières.

# Rothenthurm, vingt ans après

## Une initiative aux vastes conséquences pour la protection des biotopes en Suisse

Meinrad Küttel, Beatenbergstr. 124, CH-3800 Unterseen, meinrad.kuettel@bafu.admin.ch

Des projets de création d'une place d'armes dans les marais de Rothenthurm firent de la protection des marais un centre d'intérêt national dans les années 1980. Depuis l'approbation de l'initiative Rothenthurm en 1987, les marais et les sites marécageux d'importance nationale font l'objet de la protection de la Constitution fédérale.

Rothenthurm reste pour les uns un mot sensible; pour les autres, il symbolise un jalon important dans la jeune histoire de la protection de la nature en Suisse. Avant toute chose, Rothenthurm est une localité de la vallée préalpine qui porte le même nom dans les cantons de Schwyz et de Zoug. Dans cette région riche en marais, le département militaire de la Confédération envisageait, dans les années 1970, de créer une place d'armes. Mais la résistance s'organisa face au projet. Son objectif: sauver le paysage de la destruction. Son instrument: une initiative constitutionnelle, connue sous le nom d'initiative de Rothenthurm. Bien que déclenchée par le projet de place d'armes, l'initiative eut d'emblée un vaste horizon: tous les marais et sites marécageux d'importance nationale et d'une beauté particulière devaient être protégés sans condition. Elle ne prévoyait aucun compromis du genre: «Si les restrictions sont excessives, des dérogations seront possibles.» C'était déjà un gain de qualité dans la protection de la nature et du paysage, car l'état de notre environnement est le fruit de compromis aussi nombreux qu'incroyables, et non le résultat d'une opposition sans condition.

### Protection rigoureuse des marais

Nul ne sait combien croyaient au succès de l'initiative. Et l'on ne peut que spéculer sur les motivations qui ont mené à l'approbation



Pinède de tourbière dans les Alpes: l'eau est le facteur déterminant des zones humides.

de l'initiative le 6 décembre 1987. Il se peut qu'une alliance inconsciente ait réuni les protecteurs de la nature en général et les personnes anti-militaristes ou critiques envers l'armée. Mais ce qui compte, dans toutes les votations, c'est seulement le résultat.

L'additif de 1987 inscrit dans la nouvelle Constitution fédérale assure une protection rigoureuse des marais et des sites marécageux. Mais, au-delà de la protection des marais, l'initiative de Rothenthurm eut une autre conséquence: le renforcement de la compétence fédérale en matière de protection des biotopes. Dès le début des années 1980, l'insuffisance de cette protection était évidente, même si, au contraire de la protection du

paysage, la Confédération pouvait légiférer dans ce domaine. Il est donc compréhensible que l'on ait reproché à l'initiative de Rothenthurm de se concentrer sur un seul type de biotope. Les marais n'étaient pas les seuls types de biotope à nécessiter une plus grande protection. La conséquence, et en même temps la réponse du législateur sous la forme d'une contre-proposition indirecte, a été la révision de la loi sur la protection de la nature et du paysage (LPN) et l'introduction de l'article 18a sqq.

Cette révision entra en vigueur en 1988. La principale nouveauté résidait dans le fait que le Conseil fédéral devait désigner les biotopes d'importance nationale. De plus, il était

stipulé que leur protection devait si possible faire l'objet de conventions entre les propriétaires fonciers et les exploitants. L'association de la protection et de l'exploitation, récemment présentée comme un changement de paradigme en relation avec les nouveaux parcs nationaux et naturels, n'a rien de nouveau, car elle est inscrite depuis longtemps dans la LPN.

L'initiative de Rothenthurm a abouti à une protection rigoureuse des marais et sites marécageux d'importance nationale (obligation inconditionnelle) et à une protection un peu moins rigoureuse des biotopes d'importance nationale (obligation morale). Le seul constat que «les biotopes d'importance nationale doivent être protégés» ne suffit toutefois pas pour qu'ils le soient. Il faut tout d'abord que ces biotopes et les sites marécageux d'importance nationale soient recensés et spécifiés.

Pour les hauts-marais et les marais de transition, des données étaient déjà disponibles. Depuis 1978, les sites subsistants étaient cartographiés par Pro Natura Helvetica, initiative commune de la Ligue suisse pour la protection de la nature (aujourd'hui Pro Natura) et WWF Suisse, avec le soutien de la Confédération. Avec l'additif constitutionnel de 1987 et la révision de la LPN de 1988, les bases légales étaient créées pour mettre en application l'inventaire des hauts-marais. Il en fut de même pour les zones alluviales. Là aussi, un inventaire rudimentaire était disponible, qui portait surtout sur les zones de plaine. Les zones alpines et subalpines n'étaient présentes qu'à titre d'exemple. Cette lacune fut comblée en 2001 et en 2003.

### Faible résistance des cantons à l'inventaire des hauts-marais

La LPN prévoit que le Conseil fédéral définit les biotopes d'importance nationale après consultation des cantons. Les cantons sont ensuite responsables de la protection et de l'entretien, soutenus par la Confédération sur le plan matériel et financier. La résistance des cantons et des propriétaires concernés par la protection des hauts-marais en général mais aussi des zones alluviales n'a pas été très forte hormis quelques cas particuliers. Deux

facteurs expliquent ce phénomène. D'une part, il était évident qu'il ne s'agissait que de quelques surfaces résiduelles, notamment pour les hauts-marais. Ce qui est rare est, par définition, digne de protection. D'autre part, certains acteurs n'ont pas pris au sérieux les dispositions de protection, fidèles au principe selon lequel toute disposition légale peut faire l'objet d'interprétations variées. Mais les premiers jugements de tribunal montrèrent clairement que la protection des marais existait bel et bien.

Après la votation de Rothenthurm, la cartographie des bas-marais et des sites marécageux fut immédiatement entamée. Le processus est en principe identique pour ce genre de projets. Il faut d'abord définir l'objet: Qu'est-ce qu'un bas-marais? Qu'est-ce qu'un site marécageux? Les biotopes peuvent être recensés en fonction de leurs communautés végétales ou en fonction des espèces animales qui l'habitent. Le problème est qu'il n'existe pas, par exemple, pour le terme de bas-marais, une définition générale, scientifiquement reconnue et adaptée aux besoins de la protection des sites. Mais il est intéressant de constater que la résistance aux inventaires nationaux dressés jusqu'à présent (et cela s'applique aussi bien à l'inventaire des biotopes qu'à celui des sites marécageux) ne se cristallisait pas sur les définitions de base mais plutôt sur certains sites.

Il faut ensuite établir la cartographie. Il en résulte un projet d'inventaire soumis à la procédure de consultation auprès des cantons et des organisations intéressées puis affiné avant sa mise en application en annexe à une ordonnance du Conseil fédéral. L'objectif visant à faire franchir sans dommage cette procédure aux projets d'inventaire a été en grande partie réalisé, surtout grâce au soutien de Ruth Dreyfuss, alors Conseillère fédérale, et de Franz-Sepp Stulz, chef de la division Nature de l'Office fédéral de l'environnement, de la forêt et du paysage (OFEPF) et grâce à la persévérance et à l'opiniâtreté de l'équipe de protection des marais de ce même office (aujourd'hui Office fédéral de l'environnement, OFEV).

Les résistances à l'inventaire des bas-marais et surtout à l'inventaire des sites ma-

réceux s'avèrent locales et varient au fil du temps. En fin de compte, une nouvelle politique agraire, issue du soutien accordé à une production qui n'était plus demandée et qui s'efforçait de valoriser le paysage en tant que produit agricole, contribua à accroître leur acceptation. Il devenait intéressant d'entretenir les marais moyennant une indemnisation.

La compétence des cantons en matière de mise en œuvre des inventaires nationaux eut une autre incidence. Il fallait des services techniques et un personnel formé en conséquence. La protection des marais créait des emplois!

### La protection des marais est-elle durable?

Inventaires et ordonnances sont une chose. La réalisation de l'objectif en est une autre. La protection juridique d'un site n'est pas une fin en soi. Il s'agit davantage du maintien de sa quantité (surface) et de sa qualité (flore, faune, particularismes géomorphologiques). La réponse vient du suivi de l'impact. Là aussi, la protection des marais a ouvert la voie, puis s'est engagée dans une impasse avant de trouver enfin la sortie.

Après plus de dix ans, le suivi révèle que les biotopes et sites marécageux sont soumis à des changements qui, globalement, constituent une perte qualitative. Compte tenu du fait que de nombreuses données proviennent du début de la mise en œuvre et que la nature est paresseuse, il est permis de penser que la vitesse de destruction directe des marais et des sites marécageux a nettement diminué durant cette période. Cette hypothèse est confirmée par le nombre croissant des décrets de protection, contrats d'exploitation et régénérations qui laissent augurer un apaisement de la situation. Les premiers résultats concrets du contrôle de l'impact seront connus en 2007. Pour pouvoir mettre en évidence le revirement souhaité, il faudra toutefois encore patienter au moins une dizaine d'années. ■

# «La protection des marais est une mission de longue durée»

Interview de Rolf Waldis, collaborateur scientifique de la division Espèces et biotopes à l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), Meinrad Küchler, chef de projet Suivi des effets de la protection des marais à l'Institut de recherche WSL, et Christiane Guyer, de la division Nature et paysage du service Environnement et énergie du canton de Lucerne

**HOTSPOT: M. Küchler, vous venez du canton de Schwyz, où se situe le site marécageux de Rothenthurm. Comment avez-vous vécu l'initiative du Rothenthurm?**

**Küchler:** Le canton de Schwyz est le seul canton qui ait rejeté la motion. Très honnêtement, je ne m'attendais pas à ce que l'initiative passe. Je ne m'en suis vraiment réjoui que plus tard, lorsqu'il est apparu que l'approbation de l'initiative avait mis en route un processus en matière de protection des biotopes en Suisse. Dans mon canton, à vrai dire, la votation a plutôt eu l'effet contraire dans les premières années: les projets de protection des marais existants ont d'abord disparu dans les tiroirs, en guise de protestation des politiciens et de l'administration contre la décision populaire.

**La mise en œuvre de la protection des marais incombe aux cantons. Quelles conséquences l'adoption de l'initiative a-t-elle eu dans le canton de Lucerne?**

**Guyer:** La plupart des cantons n'ont pas tout de suite été conscients des nouveaux défis qui les attendaient. L'ordonnance sur les hauts-marais dit: «Les objets doivent être conservés intacts». Les différents cantons ont remplis cette mission de manière très variée. Le canton de Lucerne, par exemple, a décidé de mettre en œuvre le plus tôt possible la protection des marais et d'engager des moyens supplémentaires à cet effet. Le personnel a été renforcé et des mandats ont été confiés à des bureaux externes. Il a fallu définir les périmètres et conclure des contrats de gestion. Cette rapidité a aussi convaincu les propriétaires fonciers et les exploitants concernés. Aujourd'hui, la protection des marais fait partie intégrante de notre travail.

**Waldis:** Dans le canton de Lucerne, la protection des marais a été mise en œuvre de manière rapide et pragmatique. Le soutien

politique y a été remarquable. Mais les choses ne se passent pas toujours aussi bien: un parlement cantonal, par exemple, a décidé de ne financer aucune régénération de marais; dans un autre cas, un moratoire a été décrété concernant la protection des sites marécageux. Nous observons tout cela avec attention et essayons d'aplanir les litiges.

**Guyer:** Les bases légales sont excellentes. Les tribunaux se sont toujours prononcés pour la protection des marais. Dans les conflits concernant le périmètre et le zonage, toutes les plaintes déposées auprès du Tribunal administratif du canton de Lucerne ont été rejetées.

**Les objectifs de la protection des marais ont-ils été atteints?**

**Guyer:** Dans le canton de Lucerne, nous avons atteint l'objectif quantitatif: tous les biotopes marécageux sont protégés. Des contrats de gestion ont été conclus pour environ 95% des sites. Mais la question se pose de plus en plus de savoir si la qualité des marais pourra être maintenue. D'après nos observations, l'évolution est plutôt négative dans les marais qui n'étaient que des «demi-marais» lors de leur cartographie. Pour eux, de nombreux compromis ont été acceptés sur le plan de leur gestion.

**Et que dit le contrôle de l'impact au niveau national?**

**Küchler:** Les premiers résultats du deuxième relevé montrent également que la qualité surtout a diminué. Souvent, la diminution a atteint un tel degré que certaines surfaces ne peuvent plus être désignées comme marais. La perte qualitative devient alors une perte quantitative. Mais nous ne devons pas oublier que les bases légales de la protection des marais sont encore très jeunes. C'est seulement après le troisième relevé que nous pourrions dire si la tendance s'est inversée ou

si la dégradation se poursuit. Les chiffres de la 2ème série de relevés seront publiés en septembre 2007. Mais je ne sais pas encore sous quelle forme ils seront publiés et ce que la Confédération en fera. Nous fournirons en tout cas une interprétation de nos relevés.

**Guyer:** Je crois que le suivi des effets est très précieux. C'est une bonne analyse de la situation. A vrai dire, je déplore que les résultats ne puissent être ventilés entre les cantons et ne permettent de tirer aucune conclusion sur les répercussions que les différents modes d'exploitation ont sur l'évolution des marais. Nous ne savons donc pas comment améliorer la situation. Concernant l'azote atmosphérique, nous n'avons aucune possibilité d'intervention. La seule donnée contrôlable est l'exploitation du sol. Mais je ne voudrais pas rejeter la faute sur les agriculteurs. Nous devons aussi faire notre autocritique. Prenons un exemple: pendant des années, nous avons prescrit aux agriculteurs de faucher les prairies le plus tard possible. Aujourd'hui, nous devons reconnaître que, de la sorte, la diversité des espèces de certains types de prairies a diminué et qu'il serait bon d'anticiper les dates d'exploitation.

**Küchler:** Les données fournies par l'analyse de l'impact permettent de répondre à de nombreuses questions. Il faut seulement qu'elles soient posées, par les cantons par exemple. Le suivi a mis en évidence des sites où nous pouvons analyser des problèmes concrets d'apport en nutriments ou d'hydrologie.

**Waldis:** Le suivi des effets vise avant tout à tirer des conclusions sur les espaces naturels de la Suisse. C'est un instrument de contrôle stratégique qui permet de mesurer la température avec précision. Les résultats qualitatifs démontrent l'importance d'un tel suivi. Comment sinon faire des corrections

s'il n'y a aucun suivi? Le suivi des sites marécageux permet de tirer indirectement des conclusions sur la protection des marais dans certains cantons. Nous disposons de résultats pour chaque site marécageux. Nous allons ensuite dans les différents cantons, attirons l'attention sur les problèmes et proposons des possibilités d'amélioration.

### **Comment la Confédération peut-elle sanctionner les cantons récalcitrants?**

**Waldis:** Concernant les hauts-marais et les bas-marais, nous secondons les cantons avec nos moyens, mais nos capacités ne nous permettent pas de vérifier systématiquement les cartographies, les mises sous protection ou même les contrats de gestion. Il n'en va pas de même pour les sites marécageux. Nous insistons pour que les cantons nous permettent de consulter les plans de mises sous protection. Nous essayons ainsi d'atteindre un certain niveau. Même si nous ne sommes que consultés, nos propositions d'amélioration sont en général acceptées.

### **Que se passe-t-il si un agriculteur refuse de signer un contrat de gestion?**

**Guyer:** Je dois souligner que beaucoup d'agriculteurs prennent plaisir à protéger les marais et à faire œuvre de pionnier. D'autres ne suivent le mouvement que si on les motive. Mais il y a aussi des agriculteurs qui ont besoin de directives claires pour entretenir leurs marais. Si un agriculteur refuse de signer un contrat, il ne pourra pas compter son marais dans les 7% de surfaces de compensation écologique ou le déclarer comme éco-surface. Il doit pourtant respecter les dispositions de la protection des marais, faute de quoi il existe une procédure prévoyant la réduction des paiements directs.

**Waldis:** C'est la procédure appliquée dans la majorité des cantons. Mais il y a des cantons plus conséquents et des cantons plus réticents.

**Guyer:** Il ne faut pas oublier que la protection des marais est aussi la protection du patrimoine culturel. Pour que cette protection soit efficace, il importe que l'agriculture soit intacte. Si, par exemple, nous ne nous débarrassons plus de l'herbe fauchée, nous aurons un réel problème. Je pense aussi que nous devrions verser davantage aux agricul-

teurs qui entretiennent parfaitement leurs marais qu'à un agriculteur qui se contente de respecter les consignes minimales. C'est comme pour les produits agricoles: il y a plus d'argent pour la bonne qualité que pour la mauvaise. Nous envisageons, à Lucerne, de modifier dans ce sens notre système de contribution. L'idéal serait que la Confédération axe aussi davantage son système de paiements directs sur la qualité.



Christiane Guyer

Meinrad Küchler

Rolf Waldis

### **Vous sentez-vous bien soutenus par la Confédération?**

**Guyer:** Ce serait bien de recevoir davantage de recommandations et de conseils techniques. Mais nous connaissons aussi le contexte difficile dans lequel évolue l'OFEV en ce moment.

**Waldis:** Je trouve cela intéressant. Notre tâche principale consiste à seconder les cantons. En cas de problème, ils peuvent nous consulter à tout moment, notamment par l'intermédiaire de la Conférence des délégués à la protection de la nature et du paysage (CDPNP). Nous offrons même nos conseils gratuitement – à propos d'un site concret, par exemple – et nous sommes ouverts pour toute aide technique telle que l'exécution d'études axées sur la pratique.

**Guyer:** Mais la CDPNP s'intéresse à bien d'autres problèmes que la protection des marais. De plus, dans les grands cantons, ce ne sont pas les chefs de service qui sont sur le front. Il faudrait peut-être une plateforme spéciale pour les personnes responsables de la protection des marais.

**Waldis:** Il y a déjà des plateformes, orga-

nisées notamment par le SANU, où il est toujours possible de se rencontrer. Je ne crois pas qu'une plateforme supplémentaire soit vraiment nécessaire. Il est plus important que les responsables cantonaux soient conscients qu'ils peuvent nous consulter. Bien sûr, les choses ne vont pas toujours aussi vite chez nous que ne le souhaitent les cantons. Lorsque le canton de Lucerne a voulu aller de l'avant et sollicité notre aide, il a dû commencer

sans l'avoir obtenue, parce que nous avons dû élargir nos bases et intégrer les principaux acteurs. Mais cela ne veut pas dire que nous ne pouvons pas fournir une aide rapide et peu bureaucratique. Peut-être devons-nous toutefois améliorer notre communication vis-à-vis des cantons. Ceux-ci restent nos principaux partenaires. Mais nous avons aussi besoin d'information en retour de la part des cantons.

### **Y a-t-il des questions concrètes adressées aux chercheurs?**

**Guyer:** J'en ai quelques-unes! A commencer par les apports de nutriments dans les marais. Quelles substances sont, par exemple, disponibles pour les plantes, quand et pourquoi? Quelle est la mobilité des nutriments? Comment faut-il exploiter les marais pour promouvoir la biodiversité dans son ensemble? Il y a aussi des questions très pratiques, mais qui méritent une approche scientifique. Je pense au moment idéal pour la fauche et au nombre de coupes dans les bas-marais. Des questions concernant les outils de fauchage et le traitement de l'herbe fauchée attendent d'urgence une réponse.

**Küchler:** L'impact de zones tampons devrait également être examiné de plus près. Il est toujours mis en doute par les agriculteurs. Et les représentants cantonaux sont souvent à court d'arguments. Mais j'aimerais ici souligner encore une fois que les données du suivi des effets permettront de répondre à de nombreuses questions... pourvu que ces questions soient posées. De nombreuses connaissances sur les marais sont aussi publiées dans les revues scientifiques. Cela vaudrait la peine d'effectuer des recherches bibliographiques.

**Waldis:** Nous avons lancé toute une série d'études d'approfondissement sur diverses questions. Nous recevons sans cesse des demandes d'instituts à la recherche de sujets de travaux de diplôme. Malheureusement, je reçois rarement un feed-back.

**Tournons-nous encore vers l'avenir: comment voyez-vous les 20 années à venir?**

**Waldis:** Un défi est à relever: la pression croissante des loisirs sur les derniers sites marécageux encore à peu près intacts. A cela s'ajoute la pression financière: tout ce qui coûte et ne rapporte aucun bénéfice direct est mis en doute. Mais nous avons une législation bien claire en matière de protection des marais. Les inventaires existent en grande partie. C'est maintenant que commence la phase d'exploitation. Il ne s'agit plus du périmètre, mais du maintien de la qualité et d'une gestion centrée sur des objectifs concrets. C'est comme la construction d'une maison: quand elle est finie, il faut l'entretenir sinon elle s'effondre un jour ou l'autre. Les cantons sont nos principaux interlocuteurs. La Confédération doit agir comme une plaque tournante et coordonner; cela implique toutefois que nous soyons perçus et utilisés par les cantons.

**Guyer:** Nous pensions que nous liquiderions vite le dossier Protection des marais. Mais il s'est avéré que cette protection était une mission de longue durée. Nous devons constamment perfectionner la protection des marais, ce qui implique de ne pas perdre de vue la situation et même de l'analyser en contact étroit avec les agriculteurs. ■

*Les questions ont été posées par  
Gregor Klaus et Daniela Pauli*

## Auteurs du dossier

■ **Andreas Grünig** a étudié les sciences natu-



relles à l'EPFZ. Avec Luca Vetterli, il a élaboré l'inventaire des hauts-marais et des marais de transition de 1978 à 1984. En 1990, il a pris la tête du service d'information sur la protection des marais auprès de l'Institut de recherche WSL. Depuis quelques années, il est collaborateur scientifique du groupe de travail Ecologie du paysage / Biodiversité à la Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART.

■ **Meinrad Küttel** a étudié la biologie et la géo-



logie à l'Université de Berne, travaillé en Suède et en Allemagne, passé son doctorat à Berne et dirigé la protection des marais à l'OFEFP de 1991 à 2005. Depuis janvier 2006, il est responsable du Monitoring de la biodiversité en Suisse auprès de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV).

■ **Sabine Güsewell** est privat-docent en



phytoécologie à l'EPF de Zurich. Elle s'intéresse avant tout à la disponibilité des nutriments dans les zones humides et à l'exploitation de l'azote et du phosphore par les plantes.

**Harry Olde Venterink** est collaborateur scientifique à l'EPFZ. Il étudie les cycles alimentaires et carboniques et leurs interactions avec les plantes et les animaux dans les zones humides et les savanes.

■ **Philippe Grosvernier** biologiste indépen-



dant, a effectué sa thèse de doctorat sur la régénération des tourbières dans le Jura. Responsable du Relais Marais Suisse, il coordonne diverses activités de l'OFEV en relation avec la gestion conservatoire des marais en Suisse. Il est également actif dans divers projets de protection, de gestion et de régénération de marais, notamment dans le canton du Jura.

■ **Matthias Diemer** dirige le programme Fo-



rêt au WWF Suisse et enseigne à l'Institut des sciences de l'environnement de l'Université de Zurich. Les travaux de recherche cités dans l'article ont été effectués et publiés par Judit Lienert, Danny Hooftman, Regula Billeter et Karin Oetiker l'Institut des sciences de l'environnement de l'Université de Zurich.

■ **Brigitta Ammann** est professeur de paléo-



écologie à l'Institut de botanique de l'Université de Berne. Elle s'intéresse surtout aux écosystèmes sur diverses échelles spatiales et temporelles. Elle a pris sa retraite durant l'été 2006 et occupe aujourd'hui un poste de médiatrice à l'Université de Berne.

■ **Alexandre Buttler** est professeur à l'Institut



fédéral de recherche WSL et à l'EPF de Lausanne. Il est responsable de la section lau-

sannoise du WSL et directeur du Laboratoire des systèmes écologiques ECOS. Il s'intéresse avant tout à l'écologie de la restauration, notamment aux processus dans les phytocénoses. **Edward Mitchell** dirige le groupe de recherche Zones humides au WSL. Il est professeur affilié de l'Université d'Alaska.

■ **Cordula Ott** est ethnologue et travaille de-



puis 1991 au Centre for Development and Environment CDE (Université de Berne), à l'interface entre recherche et mise en application. Son travail comprend notamment

la mise au point de programmes et d'instruments ainsi que l'information en matière d'exploitation durable des ressources et de développement durable.

# Certains l'aiment pauvre

Sabine Güsewell et Harry Olde Venterink, Institut de biologie intégrative, EPF Zurich, CH-8092 Zurich, [sabine.gusewell@env.ethz.ch](mailto:sabine.gusewell@env.ethz.ch)

Les changements subis par le bilan hydrique et nutritif des marais ont une grande incidence sur la composition de la végétation. La quantité de nutriments disponible pour les plantes dépend de multiples facteurs. Ce savoir est fondamental pour les mesures de revitalisation.

La plupart des marais sont des milieux riches en nutriments. La disponibilité de l'azote (N) dépend de la dégradation de la tourbe par les microorganismes. Cette dégradation est freinée par l'absence d'autres substances nutritives, par l'humidité, par le froid et l'acidité. La disponibilité de l'azote est accrue par l'apport d'eau riche en nutriments et en oxygène, le drainage ou la sécheresse estivale.

Pour la disponibilité du phosphore (P), outre la dégradation naturelle de la tourbe par les microorganismes, la libération du phosphate par les enzymes des racines de plantes joue aussi un rôle important. L'augmentation des températures et les apports d'azote atmosphérique peuvent stimuler la production de ces enzymes ainsi que l'absorption de P par les racines et ainsi accroître indirectement la disponibilité du P. En revanche, si l'eau contient des ions de calcium et de fer, le phosphate se précipitera sous forme de sels insolubles. Au niveau de la sortie d'eau souterraine riche en base, la disponibilité du P sera donc faible. La précipitation des sels de phosphate peut, à vrai dire, être empêchée par une eau polluée contenant certains anions (sulfates, chlorures). L'eau polluée accroît donc la disponibilité en P, même si sa teneur en P est faible. De plus, à la périphérie des marais ou à proximité de fossés, la disponibilité du P est accrue par des apports provenant des terres cultivées avoisinantes. C'est notamment le cas quand les zones tampons sont trop étroites ou inexistantes.



Pour la végétation des marais, les variations de la disponibilité en N ou P ont des conséquences diverses. Il est possible d'estimer lequel des deux éléments limite la production de biomasse sur la base de la teneur en N ou P du matériel végétal. Si le rapport entre N et P (en grammes) est inférieur à 15, N sera plutôt limitatif; s'il est supérieur à 15, P sera plutôt limitatif. Dans les marais à rapport N/P élevé, les apports en N atmosphérique ont donc peu d'influence sur la production primaire. Ils augmentent toutefois la teneur en N du matériel végétal, ce qui déséquilibre davantage encore le rapport N/P. Cela peut réduire la reproduction des plantes des marais, accroître leur mortalité ou provoquer des troubles du métabolisme. Mais c'est avant tout la composition et la diversité des espèces végétales qui est modifiée, car la prédominance d'une ou de quelques espèces d'herbes ou de laïches est renforcée, alors que de nombreuses autres espèces sont évincées.

Une plus forte disponibilité en P peut accroître la diversité des espèces par la promotion de certaines espèces d'herbacées ou de

Au milieu d'un alpage, la sortie d'une eau souterraine riche en fer (coloration en rouge) provoque sans doute la faible disponibilité du phosphore, nécessaire à la présence de plantes typiques des marais, telles que le trèfle d'eau (*Menyanthes trifoliata*).

mousses. Bon nombre d'espèces végétales menacées à l'échelle nationale ou régionale (laïche de Buxbaum ou linaigrette vaginée, p. ex.) ne sont toutefois présentes que dans des zones humides présentant une faible disponibilité en P. Si celle-ci s'accroît, les espèces peuvent disparaître à l'échelon local.

Certaines mesures de protection de la nature ont des répercussions différentes sur la disponibilité du N et du P: la réhumidification de marais asséchés abaisse souvent la disponibilité en N, mais elle augmente la disponibilité en P. Cela peut être volontaire ou involontaire, selon que la production de biomasse est limitée par l'azote ou le phosphore, et selon que l'on recherche l'accroissement du nombre des espèces ou le maintien de certaines plantes rares. Avant l'adoption de ces mesures, il convient donc de déterminer le mode de limitation des nutriments sur la base du rapport N/P, d'évaluer la présence d'espèces végétales rares et définir les conséquences floristiques recherchées. ■

# La vie dans les marais

## Habitat de spécialistes rares

Philippe Grosvernier, LIN'eco, CH-2732 Reconvillier, ph.grosvernier@lineco.ch

Les marais sont le lieu de rencontre de la terre et de l'eau. Les sols humides permettent le développement d'habitats très variés, depuis les hauts-marais très pauvres en nutriments jusqu'aux magnocariçaises et aux roselières. La faune et la flore y sont donc très variées.

L'élément prédominant des marais est l'eau. Les marais se situent près de sources, dans les aulnaies, les lacs asséchés ou en cours d'assèchement, les cuvettes où l'eau stagne, sur les versants constamment parcourus par les eaux d'infiltration et dans les zones de montagne très arrosées. Il en résulte une diversité de faciès et de composition des espèces. Une grande variété de petits écosystèmes différents caractérisent aussi les biotopes marécageux: un haut-marais intact comprend à la fois des buttes de sphaignes colorées, su-

te vaginée (*Eriophorum vaginatum*) présente, dans sa tige, une cavité qui fonctionne comme un tuba. Elle permet à la linaigrette d'acheminer jusqu'à ses racines l'oxygène qui leur est indispensable dans un sol gorgé d'eau. Parfois, les animaux et les végétaux qui vivent dans les marais doivent aussi faire face à des périodes de sécheresse prolongées. Les mousses ont développé une faculté tout à fait remarquable: dès que l'eau se fait rare, elles s'assèchent presque complètement; elles donnent l'impression d'être mortes. Mais, dès la première pluie, elles reviennent à la vie, comme si de rien n'était.

Les hauts-marais surtout se distinguent non seulement par leur richesse en eau, mais

ont développé une stratégie fascinante en devenant carnivores. Leurs feuilles sont pourvues de glandes collantes et capturent des invertébrés afin de compléter la ration alimentaire.

### Bâtisseurs des marais

Les mousses sont au marais ce que les arbres sont à la forêt. Environ 200 espèces y sont dénombrées (Manneville et al. 2006). Les meilleurs producteurs de tourbe sont les sphaignes du genre *Sphagnum*, qui caractérisent les hauts-marais. Ce sont des mousses très colorées – la palette va du jaune vif au brun foncé en passant par l'orange, le rouge, le rose et le beige. Les sphaignes déterminent



sceptibles de s'assécher parfois, et des gouilles constamment humides ou remplies d'eau. Au cœur de nombreux hauts-marais s'étendent de plus vastes plans d'eau, appelées mares ou «œil de la tourbière». En revanche, les zones périphériques, mieux drainées, peuvent accueillir des tourbières boisées, peuplées de pins et d'épicéas.

### Plans de survie chez les habitants des marais

Face à la prédominance de l'eau, de nombreux habitants des marais ont mis au point des stratégies spécifiques. Ainsi, la linaigret-

aussi par leur acidité et leur pauvreté en nutriments. Comme les éléments végétaux morts sont hermétiquement isolés par la quantité abondante d'eau, aucune décomposition normale ne peut s'effectuer. La formation constante de nouvelles couches de matière végétale fait croître la tourbière. Dans les hauts-marais, l'apport de nutriments se fait donc essentiellement par le biais de l'eau de pluie. Pour assurer leur survie et couvrir leurs besoins en substances nutritives, les jeûneurs des marais doivent mettre au point des stratagèmes sophistiqués. Les rossolis (*Drosera* sp.) et les grassettes (*Pinguicula* sp.)

en grande partie les conditions écologiques en s'appropriant l'eau disponible et en acidifiant activement leur environnement par un échange d'ions: elles cèdent des ions de H<sup>+</sup> en contrepartie des quelques rares ions de nutriments disponibles. Tout autre organisme désireux de vivre dans le haut-marais devra soit s'adapter aux conditions dictées par les sphaignes soit rechercher ailleurs un habitat approprié.

Les hauts-marais comptent parmi les biotopes pauvres en espèces. Seules quelques espèces animales et végétales y trouvent leur compte. La valeur des hauts-marais réside

dans le fait que la survie des spécialistes très rares du biotope dépend directement de la sauvegarde du milieu naturel. Les bas-marais sont nettement plus riches. On y trouve dix fois plus d'espèces végétales que dans les hauts-marais. Les prairies à litières régulièrement fauchées figurent même parmi les écosystèmes de Suisse les plus riches en espèces. Toutefois, leur survie ne dépend pas seulement du type de marais, mais aussi en grande partie de son exploitation. Les bas-marais doivent souvent leur existence à une exploitation agricole extensive sous forme de prairies à foin ou à litière ou de pâturages. Leur évolution future est donc indissociable de celle de l'agriculture. La plupart des papillons affectionnant les zones humides privilégient les vastes marais fauchés plutôt que les pâturages. Les prairies à litière offrent à ces espèces le gîte et le couvert.

Parmi les espèces spécifiques figurent l'azuré des mouillères (*Maculinea alcon*), qui pond ses œufs sur la gentiane des mouillères (*Gentiana pneumonanthe*), aujourd'hui très rare, et l'azuré des paluds (*Maculinea nausithous*), qui préfère les inflorescences de la sanguisorbe officinale (*Sanguisorba officinalis*). Les lycènes du genre *Maculinea* présentent une autre particularité: leurs chenilles se

### La régénération des hauts-marais remplace la dynamique naturelle

La tourbe des hauts-marais a longtemps été exploitée, en Suisse aussi, à titre de «charbon du pauvre» et comme substrat dans les jardins. A tel point que deux tiers des hauts-marais subsistants ne sont plus dans leur état d'origine (EAFV 1986). Défrichés, drainés, asséchés et érodés, ils offrent aujourd'hui, paradoxalement, une très grande diversité de structures et d'habitats. En font partie, les fossés de drainage et les sites secs, laissés à eux-mêmes depuis l'abandon de l'exploitation des hauts-marais. La leucorrhine à gros thorax (*Leucorrhinia pectoralis*), une des plus grandes libellules de Suisse, trouve des conditions de vie idéales dans ces fossés ouverts et dépourvus de végétation. Dans le paysage d'origine, les intempéries et les crues de ruisseaux et de rivières ont créé des conditions adéquates en quantité suffisante. Pourtant, la dynamique naturelle a disparu de notre paysage. Aujourd'hui, la régénération des hauts-marais offre d'excellentes possibilités de favoriser le retour de mares tourbeuses aux conditions hydro-chimiques appropriées; elles peuvent assurer la survie à long terme d'une des espèces de libellules les plus rares de Suisse.

### Un haut-marais sans bas-marais est inutilisable pour les papillons

La chenille du nacré de la canneberge (*Boloria aquilonaris*) se nourrit exclusivement des rameaux rampants de l'airelle canneberge (*Vaccinium oxycoccos*). De même, la chenille du solitaire (*Colias palaeno europome*) est une spécialiste qui se nourrit exclusivement d'airelles des marais (*Vaccinium uliginosum*). A vrai dire, les papillons adultes ont besoin de nectar de fleur. Sur ce plan, les hauts-marais n'ont pas grand-chose à offrir – les plantes à nectar y sont rares. Dès que les papillons, tributaires des hauts-marais durant la première partie de leur vie, sortent de leur chrysalide, ils recherchent des plantes à fleurs dans les environs. Ils les découvriront sous forme de taches de couleur dans les bas-marais, qui côtoient presque toujours les hauts-marais. Pourtant, bon nombre de ces bas-marais n'existent plus aujourd'hui.

### En photo

1 Gentiane de marais *Gentiana pneumonanthe* | 2+7+12 Damier noir *Melitaea diamina* | 3 Leste verdoyant *Lestes virens* | 4 Criquet ensanglanté *Stethophyma grossum* | 5+9 Azuré de la sanguisorbe *Maculinea teleius* | 6+11 Iris de Sibérie *Iris sibirica* | 8 Fadet des tourbières *Coenonympha tullia* | 10 Agrion *Coenagrion hastulatum* | 13 Aeschne azurée *Aeshna caerulea* | 14 Iris des marais *Iris pseudacorus* | 15 Swertie vivace *Swertia perennis*

Daniela Pauli, Zürich (6, 15)



Photos Goran Dušegj, Rottenschwil (1, 2, 4-5, 7-9, 11-12, 14); Daniel Kury, Bâle (3, 10, 13);

font littéralement adopter par les fourmis du genre *Myrmica*. Celles-ci les transportent dans leur nid, où la couvée des fourmis leur sert de nourriture. Le papillon quittera le nid juste après la métamorphose. ■

### Qui vit dans les zones humides?

Groupe d'espèces	Espèces connues en Suisse	Nombre d'espèces passant exclusivement ou principalement une part importante de leur vie dans les marais ou des zones humides limitrophes
Mousses	1100	200
Fougères et plantes supérieures	3000	208 espèces à caractère tourbeux (selon les critères de l'inventaire)
Papillons	196 (indigène)	11+10 (selon espèces-cibles FAL*)
Libellules	74 (CSCF, à partir de 2000)	Peu d'espèces (25-30)
Sauterelles	112 (CSCF, à partir de 2000)	4+14 (selon espèces-cibles FAL*)
Batraciens	20 (indigène)	19 (excepté salamandre noire)
Reptiles	14 (indigène)	4 espèces sont le plus souvent rencontrées dans les marais
Oiseaux	195 oiseaux nicheurs réguliers	Au moins 50

\* <http://www.reckenholz.ch/doc/de/forsch/natur/land/zielarten.html>

### Bibliographie

[www.biodiversity.ch/publications/hotspot/](http://www.biodiversity.ch/publications/hotspot/)

# Petits marais en péril

## Morcellement, exploitation intensive et mise en friche menacent la biodiversité

Matthias Diemer, WWF Suisse, Hohlstrasse 110, CH-8010 Zurich, [matthias.diemer@wwf.ch](mailto:matthias.diemer@wwf.ch)

Dans les petits marais isolés, des espèces courantes peuvent aussi disparaître à long terme. C'est à cette conclusion qu'ont abouti des scientifiques de l'Université de Zurich, qui ont étudié les incidences de la fragmentation des habitats, des changements d'exploitation et de l'abandon des bas-marais. L'évolution de la biodiversité dans des marais en friche depuis longtemps est réversible en cas de reprise de l'exploitation.

Depuis l'adoption de l'initiative de Rothenthurm, les hauts-marais et bas-marais de grande taille sont protégés en Suisse. L'avenir des petits bas-marais, en revanche, est moins rose: ces surfaces, de quelques ares parfois, sont gravement menacées par l'amendement du sol, l'intensification de l'exploitation et l'abandon ou le reboisement des zones humides. La surface des marais ne fait donc pas que se réduire, elle se fragmente aussi de plus en plus. Seuls subsistent quelques îlots, isolés dans un océan de terres vouées à une exploitation intensive, ou entourés de buissons et de forêts. Routes et constructions contribuent aussi au morcellement et au découpage des surfaces restantes.

Les répercussions de cette évolution ont été étudiées durant les années 1995 à 2001, dans le cadre de plusieurs projets de recherche à l'Institut des sciences de l'environnement de l'Université de Zurich. L'un de ces projets s'est intéressé à des espèces fréquentes ou constituant des populations, telles que la laïche de Davall (*Carex davalliana*) et la succise des prés (*Succisa pratensis*). Il a aussi étudié la swertie vivace (*Swertia perennis*) et la tofieldie à calicule (*Tofieldia calyculata*). Les sites observés étaient une bonne quarantaine de bas-marais calcaires de Suisse cen-

trale et orientale, présentant divers degrés de fragmentation et/ou de mise en friche.

La fragmentation des bas-marais a provoqué, chez les espèces étudiées, de profonds changements dans la structure de la population, la croissance et la variabilité génétique. Les bas-marais petits et/ou isolés présentaient moins d'embryons et moins d'individus en reproduction. Ces derniers étaient en outre plus petits et offraient une diversité génétique moindre que les individus peuplant de vastes marais intacts. A long terme, il se pourrait que de petites populations isolées disparaissent. Autre indice étayant cette hypothèse: une étude détaillée de la swertie vivace. La situation actuelle de cette espèce autrefois fréquente a été analysée sur 63 sites historiquement attestés grâce à des spécimens d'herbier. Les résultats donnent à réfléchir: environ un quart des populations étudiées ont disparu au cours du siècle dernier, dont 19% sur des bas-marais intacts! Le taux d'extinction était sensiblement accru par une exploitation plus intensive dans les petits marais et en plaine. De plus, 40% des populations de swerties vivaces recensées comportaient moins de 250 plantes en fleurs, indice d'une menace probable à long terme.

Les répercussions de l'abandon de l'exploitation (renoncement à la litière) sur les espèces étudiées ont été notables. Ainsi, la densité des plants de laïche de Davall et de tofieldie à calicule dans les terres en jachère était en net recul. En revanche, chez la succise des prés, le nombre de plantes et de pousses en fleurs de même que la densité avaient sensiblement augmenté.



Photos Matthias Diemer

Les marais sont de plus en plus petits et isolés. La cause réside avant tout dans l'intensification ou l'abandon de leur exploitation, mais aussi dans l'extension du réseau routier et l'urbanisation.

La fauche expérimentale de surfaces en jachère d'âges différents a donné des résultats réjouissants: en l'espace de deux ans, on a assisté à un ajustement par rapport aux surfaces fauchées en permanence et à une nette progression de la diversité des espèces de plantes

vasculaires. Ainsi, l'incidence de l'abandon d'exploitation est certes très visible en raison de l'accumulation de litière et de la colonisation par les plantes ligneuses, tant en ce qui concerne la structure du peuplement en général que la croissance et la structure des populations des espèces observées. Mais elle peut être inversée par une reprise de l'exploitation.

Par contre, les répercussions du morcellement de l'habitat sont à peine perceptibles à l'intérieur des fragments de marais. Pourtant, sur les bas-marais petits et isolés, le recul insidieux de la vitalité de certaines plantes et populations peut avoir de graves retombées à long terme. A cet égard, il importe de rappeler que les espèces étudiées n'étaient nullement des espèces rares, mais plutôt fréquentes et constituant parfois la principale population de ces phytocénoses riches en espèces.

Il ressort des résultats de la recherche que la protection des marais devrait, à l'avenir, prêter une plus grande attention aux changements d'exploitation des petits bas-marais. Cela concerne aussi bien l'intensification de l'exploitation agricole que l'abandon de l'utilisation de la litière ou le retour au pâturage dans les zones de montagne ou à faible structure. Par ailleurs, il faudrait s'efforcer de faire face à la fragmentation insidieuse des marais subsistants riches en espèces et autrefois caractéristiques du paysage. C'est important dans l'optique du réchauffement climatique, qui affectera aussi bien l'hydrologie des petits marais isolés que la compétitivité de certaines espèces. Concernant l'abandon de l'exploitation, il s'est avéré qu'une fauche périodique, en tout cas sur des jachères de moins de quarante ans, en grande partie dépourvues d'arbres, pouvait contribuer à maintenir à long terme la vitalité des individus et des populations d'espèces fréquentes. ■

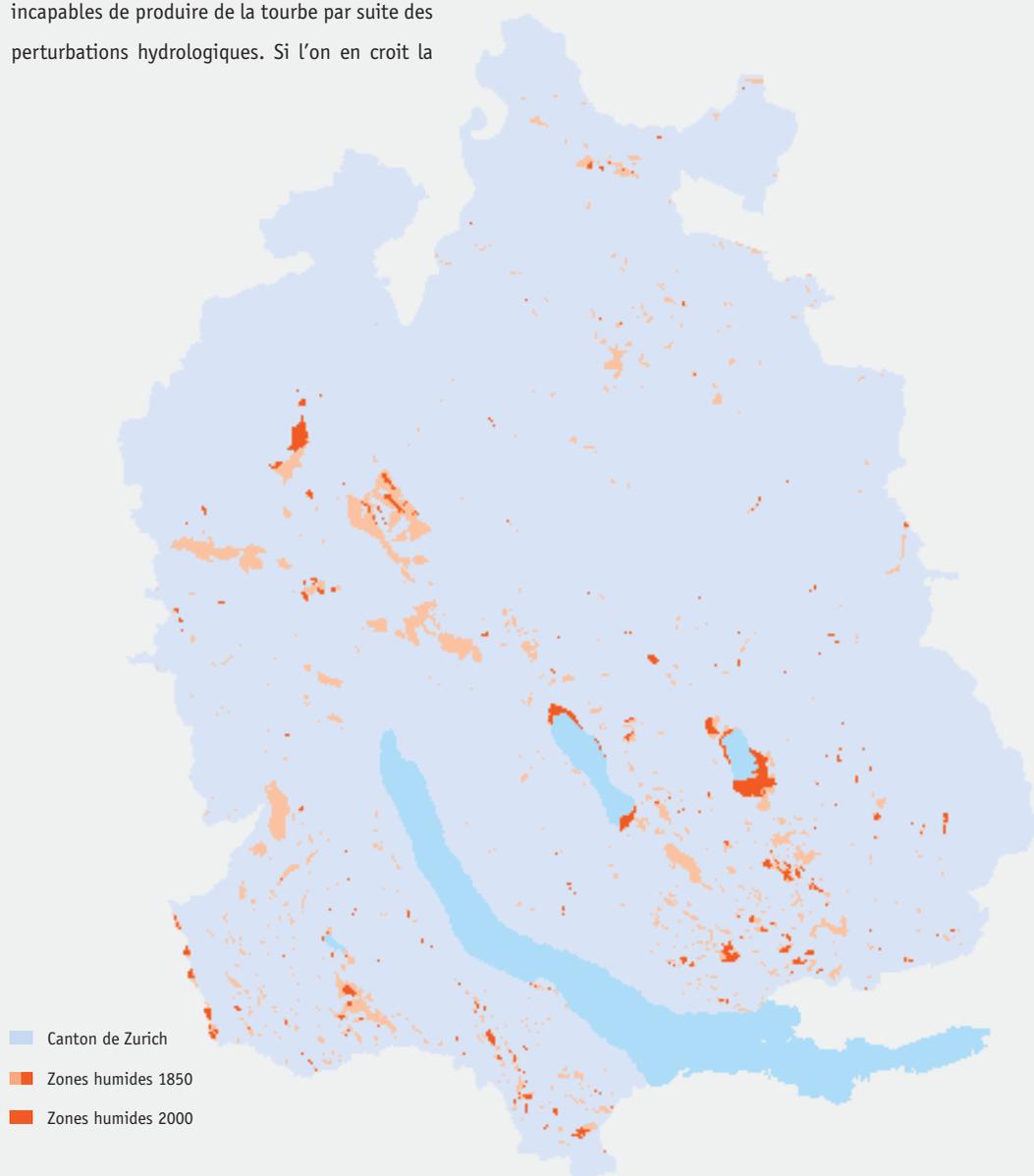
## Diminution des zones humides dans le canton de Zurich entre 1850 et 2000

Andreas Grünig, Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

Les marais se développent souvent sous des formes résultant de processus géomorphologiques qui se déroulent dans les conditions climatiques de la dernière glaciation. Sur le territoire de l'actuel canton de Zurich, les glaciers laissèrent un terrain particulièrement riche, faisant de ce canton l'un des plus riches en marais du Plateau suisse (cf. carte de 1800, p. 4). Au cours des 150 dernières années, l'exploitation de la tourbe, les corrections de cours d'eau, les régulations de lacs, les amendements, le plan Wahlen pendant la seconde guerre mondiale, l'extension constante du milieu urbain et l'intensification de l'exploitation ont provoqué la disparition de tous les grands complexes marécageux et de très nombreux petits marais de l'«archipel zurichois» – hormis le Pfäffikersee et le Neeracherried. Les surfaces restantes consistent en îlots dispersés, incapables de produire de la tourbe par suite des perturbations hydrologiques. Si l'on en croit la

théorie des îles de MacArthur, selon laquelle (1) le nombre des espèces est en général plus réduit sur une île que sur le continent, (2) le nombre des espèces d'une île s'accroît en fonction de sa taille et (3) il décroît en fonction de la distance par rapport à la terre ferme ou à des îles plus grandes, il apparaît que les nombreux sites marécageux subsistants devraient connaître le sort des îlots fortement isolés. ■

Base des données: pour illustrer avec exactitude le recul des zones humides, les données actuelles des trois inventaires de la Confédération (ecoGIS: Inventaire des hauts-marais d'importance nationale, au 14 mars 2003; inventaire des bas-marais d'importance nationale et régionale, au 25 février 2004 et au 1<sup>er</sup> octobre 1994) ont été comparées avec la carte des zones humides historiques du canton de Zurich (1843-1851); © Fachstelle Naturschutz Kanton Zürich, situation 2002).



### Bibliographie

[www.biodiversity.ch/publications/hotspot](http://www.biodiversity.ch/publications/hotspot)

# Les marais, archives de l'environnement

## Reconstitution de l'évolution végétale, climatique et culturelle

Brigitta Ammann, Institut de botanique, Université de Berne, CH-3013 Berne, Brigitta.Ammann@ips.unibe.ch

Les marais sont les conservateurs de l'histoire de l'environnement depuis la dernière glaciation. Les grains de pollen, graines, insectes et métaux lourds emmagasinés dans le milieu humide et acide d'une tourbière permettent de tirer des conclusions sur l'évolution végétale, climatique et culturelle.

Les marais comptent parmi les rares écosystèmes qui écrivent leur autobiographie. En même temps, toute biographie comporte une bonne part d'histoire sur l'environnement proche et lointain. Pourtant, le décryptage de l'histoire écologique n'est pas une entreprise facile. La question se pose en effet de savoir comment établir une échelle temporelle à partir des différentes couches de tourbe et de sédiments. Et quels phénomènes naturels et anthropogènes peut-on répertorier?

La stratification des marais fournit une échelle temporelle relative: les couches les plus anciennes sont en bas, les plus récentes en haut. Mais, pour bien comprendre l'histoire et les processus écologiques, il importe de mettre au point des échelles temporelles absolues. Les radioisotopes constituent le meilleur instrument: le plomb 210 convient pour les 200 dernières années; le radiocarbone ( $^{14}\text{C}$ ) est le moyen standard pour les tourbes datant de 200 à 50 000 ans. Depuis peu, il est possible, grâce à un échantillonnage affiné, d'utiliser la signature apposée aux marais par les tests nucléaires de surface.

Parmi les phénomènes écologiques archivés par des tourbières en croissance constante figurent plusieurs échelles spatiales, à commencer par les informations internes. Elles comprennent notamment la composition des espèces de sphaignes ou d'habitants tels que rhizopodes ou amibes testacées. Cette infor-

mation renseigne sur les différents degrés d'humidité et d'acidité (pH) du marais. Mais des témoins sont aussi stockés dans la tourbe à l'extérieur du marais. C'est le cas du pollen, des graines, des insectes ou des particules de suie provenant d'écosystèmes avoisinants, mais aussi des traces de nature hémisphérique ou globale, telles que l'apport de métaux lourds (fig. p. 17, en haut).

A partir du cœur des sédiments et de la tourbe, nous pouvons, en mesurant et en comptant, établir une matrice pour la biostratigraphie ou la chimiostратigraphie, c'est-à-dire la chronologie de la stratification biologique ou chimique. Ces matrices documentent des schémas spatiaux et temporels. Finalement, nous voulons aussi dériver les processus de ces schémas, ce qui est lié à une interprétation (et donc à des erreurs possibles). Nous présentons ci-après quelques-uns des nombreux processus environnementaux susceptibles d'être reconstitués.

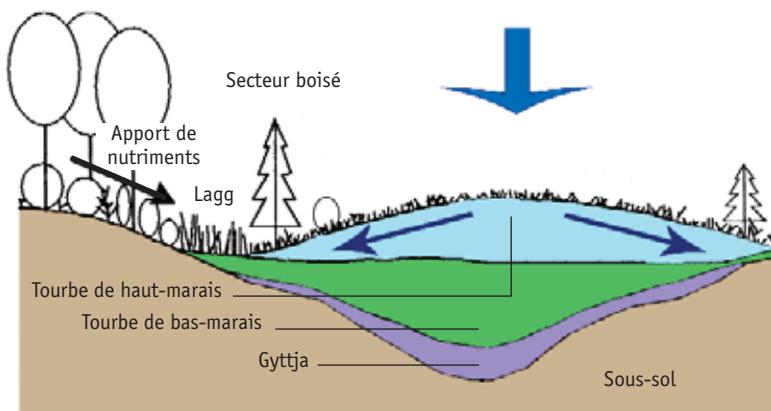
**Début de la croissance du marais:** Les bas-marais peuvent provenir de lacs asséchés ou de sources sur des versants ou apparaître dans des zones alluviales. Dans le centre et le nord-ouest de l'Europe, on observe aussi une paludification provoquée par l'homme préhistorique et historique: le défrichement des forêts a entraîné une réduction de l'évaporation issue de la végétation et du sol, car la surface de l'ensemble du feuillage par unité de surface du sol (indice de surface foliaire) est plus petite dans les prairies et les pâturages que dans les forêts. Ce qui a déclenché une transformation en marais.

**Hydrologie du marais:** Le passage de la tourbe de bas-marais à celle de haut-marais

se manifeste par le remplacement de la tourbe de laïche, linaigrette et mousse brune par la tourbe de sphaigne. En fonction de la quantité d'eau et de nutriments présents dans le paysage, ces transitions ont lieu à des moments différents. Mais de vastes changements climatiques peuvent favoriser une certaine synchronisation, car la différence entre précipitation et évaporation (qui dépendent toutes deux du climat) est un facteur déterminant de la croissance de la tourbe.

**Surfertilisation (eutrophisation):** Les bas-marais peuvent être surfertilisés par un apport latéral d'eau riche en nutriments. Ces apports ont pu être mis en évidence pour des périodes préhistoriques et historiques. Plus grave, toutefois, est l'apport atmosphérique de composés azotés (nitrate et ammonium), qui a fortement augmenté durant les deux derniers siècles et atteint également la végétation des hauts-marais. Les végétaux très spécialisés qui y croissent sont affectés par l'apport de nitrate.

**Evolution du climat:** Humidité et sécheresse sont déterminées par les précipitations et par l'évaporation (qui dépend de la température). La stagnation ou la nouvelle croissance de la tourbe peut indiquer, dans certains cas, une modification du degré d'humidité. De même, le spectre des espèces de sphaignes ou de rhizopodes présentes exprime le degré d'humidité ou de sécheresse. Les besoins spécifiques peuvent être calibrés en fonction des conditions de vie en vigueur. Depuis peu, on recourt également aux rapports d'isotopes stables (carbone  $^{12}\text{C}$  à  $^{13}\text{C}$ , p.ex.) comme instruments de mesure.



### Schéma de l'évolution d'un bassin, d'abord lac, puis bas-marais et enfin haut-marais

Gyttja signifie sédiment lacustre organique. Dans chaque phase, des témoins se déposent dans le sédiment ou la tourbe, qui proviennent des écosystèmes voisins (pollen, graines, insectes, etc.), mais aussi des écosystèmes locaux (crustacés, algues, rhizopodes, etc.). Après leur identification et leur dénombrement, il est possible de reconstituer la dynamique écologique.

### Influence de l'homme par l'exploitation du sol:

Les défrichements survenus dans le bassin versant peuvent modifier le régime hydrologique (cf. paludification plus haut), mais aussi stimuler l'érosion de la pente. Il en résulte un apport de matière riche en nutriments – notamment dans les bas-marais non délimités par un lagg comme un haut-marais (cf. figure ci-dessus). Le retour au pâturage peut être mis en évidence sous deux formes: l'utilisation d'un pâturage proche du marais se traduit par la présence de pollen et de spores de champignons coprophiles (depuis le néolithique); la transformation du marais en pâturage et le piétinement ont pour effet d'accroître l'oxydation et donc de détruire la tourbe et d'y provoquer des discontinuités stratigraphiques. De nombreuses tourbières des Alpes ont révélé une discontinuité post-romaine qui englobe en partie le Moyen-Âge, mais surtout l'ère moderne jusqu'au XIX<sup>e</sup> siècle (cf. figure ci-après).

**Influence de l'homme par l'apport de métaux lourds:** Comme les hauts-marais ne subissent qu'un apport atmosphérique (ab-

sence d'eau de pente), ils constituent d'excellentes «stations de mesure» à long terme des variations de la chimie atmosphérique proche du sol. Dans l'étang de la Gruyère (JU), des géochimistes ont pu montrer, par exemple, que la teneur en plomb de la tourbe présentait les «événements» suivants:

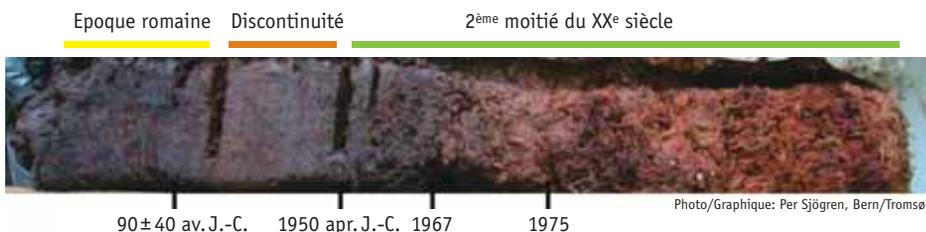
- Environ 35 fois plus de plomb par l'apport de poussière du sol dans la phase de froid du Dryas récent, la couverture végétale étant plus ouverte et donc érodable (env. 12 600–11 500 ans avant aujourd'hui).
- Apport de plomb plus marqué après une éruption volcanique dans le Massif Central (Kilian-Vasset, il y a 9500 ans).
- Apport de plomb plus marqué dû à l'érosion du sol à l'époque des premiers paysans (néolithique, il y a env. 5500 ans).
- Premiers apports non siliceux de l'Antiquité: Phéniciens, Grecs et Romains commencent à extraire le plomb.
- Minimum pendant les Grandes Invasions (baisse de la densité démographique en Europe).

- Accroissement avec l'exploitation des mines d'argent au Moyen-Âge.
- Forte augmentation à partir de 1840 (industrialisation).
- Diminution des teneurs pendant les récessions dues aux deux guerres mondiales.
- Très forte hausse des concentrations avec l'essence contenant du plomb (début en 1947, maximum en 1979).
- Recul des concentrations depuis l'adoption de l'essence sans plomb; les apports en plomb demeurent toutefois cent fois supérieurs aux normes naturelles.

Ce large éventail de processus montre que les marais sont des archives actives. Tourbe et sédiments sont de remarquables sources d'informations historiques qu'il faut préserver – la destruction de documents historiques ou de livres est irréversible, et finalement un délit envers le patrimoine naturel et culturel. ■

Atmosphère		Pollution atmosphérique
		Métaux lourds Cd Pb
		Acides SO <sub>2</sub> VOCs CO <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
		Nutriments NOx NH <sub>3</sub>
Végétation		Pollen
		Graines/fruits
Hydrologie		Types de tourbe
		Amibes testacées

Graphiques: Peter von Ballmoos; photo sphaigne: Adam Hölzer



**Un monolithe de tourbe** du Jura vaudois, reproduit bien le XX<sup>e</sup> siècle, mais présente une discontinuité post-romaine. La discontinuité peut provenir de l'extraction de la tourbe ou du surpâturage.

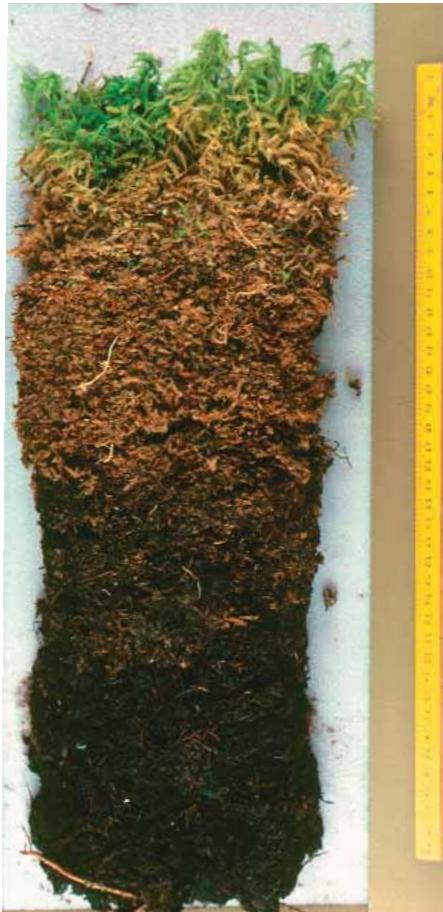
# Comment réagissent les tourbières aux changements planétaires?

## Le réchauffement climatique, obstacle à la régénération

Alexandre Buttler, Laboratory of Ecological Systems, ETH-WSL Lausanne, alexandre.buttler@epfl.ch, et Edward Mitchell, Institut fédéral de recherche WSL, site de Lausanne, edward.mitchell@epfl.ch

Les marais de l'hémisphère nord contiennent 40 à 60% du carbone présent dans l'atmosphère sous forme de CO<sub>2</sub>. Pour que les surfaces exploitées produisent à nouveau de la tourbe et accumulent ainsi le carbone, il faut les régénérer. Plusieurs projets de recherche européens s'intéressent au processus de régénération. Ils étudient également quels effets ont le réchauffement climatique, les variations au régime hydrologique et les apports en substances nutritives sur l'aptitude des tourbières à emmagasiner le carbone.

Photos Alexandre Buttler, Lausanne



La tourbe naît de la décomposition incomplète de la végétation dans un environnement saturé d'eau. Les sphaignes sont particulièrement efficaces pour l'accumulation de matière organique.

Les tourbières sont des écosystèmes «anciens», dont l'origine remonte parfois au tout début de l'holocène, il y a 10 000 ans. Au vu des changements globaux telles que le réchauffement climatique, pollution atmosphérique et perte de biodiversité, les marais sont aussi des objets de recherche «modernes». L'attention des scientifiques se porte actuellement sur deux aspects: les processus liés au carbone stocké dans la matière organique, et la diminution des espèces animales et végétales (Chapman et al. 2003).

### Importants puits de carbone

En Suisse, les mesures de protection des marais visent à maintenir les rares sites qui subsistent à régénérer les surfaces détruites par l'extraction de la tourbe. La contribution des tourbières à la diversité du paysage est certes modeste, à l'exception des Préalpes du nord et de quelques régions du Jura. De même, l'importance des sphaignes par rapport aux processus liés au cycle du carbone et aux gaz à effet de serre s'avère minime. Il en va tout autrement si l'on considère l'ensemble de l'hémisphère nord.

Selon les estimations, les tourbières de l'hémisphère nord contiennent 20 à 30% du carbone organique stocké dans les sols de la planète, ce qui équivaut à 40-60% du carbone de l'atmosphère (Gorham 1991)! Cette réserve de carbone est libérée peu à peu par l'homme: la tourbe est utilisée comme combustible, les sols sont drainés et transformés en surfaces exploitables par l'agriculture et la sylviculture, ce qui accélère la décomposition de la tourbe. Il en résulte la perte d'un habitat précieux pour de nombreuses espèces.

### Concurrence entre les plantes

Les changements globaux influencent aussi la dynamique de la végétation

Lors de la régénération des tourbières, certaines plantes pionnières s'installent d'abord pour coloniser le sol. Dès qu'elles sont installées, elles favorisent l'établissement et la croissance de sphaignes (Grosvernier et al. 1995). Des changements tels que le réchauffement climatique, apport d'azote et augmenta-



Les mousses *Polytrichum strictum* et *Sphagnum rubellum* (rouge)

tion de la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère peuvent influencer la concurrence entre les espèces pionnières et les sphaignes.

Une étude menée dans le cadre du projet européen BERI a révélé que l'apport d'azote par la pollution atmosphérique avait une incidence négative sur les sphaignes: tout en empêchant la régénération des tourbières, l'azote favorise le développement d'autres plantes. Les concentrations plus élevées de CO<sub>2</sub> atmosphérique freinent également la croissance des mousses du genre *Polytrichum* et *Sphagnum*; en fait, cet impact négatif affecte plus les polytriches, ce qui a pour effet de favoriser les sphaignes dans leur lutte pour l'occupation de l'espace (Mitchell et al. 2002).

ces animales et végétales spécialisées. De plus, l'équilibre de tout l'écosystème est rompu, ce qui peut compromettre les services écologiques dont dépend l'être humain, notamment la régulation du régime hydrologique dans le paysage et l'emmagasinement de grandes quantités de carbone.

L'évolution de la matière organique produite par les plantes se joue dans les tout premiers centimètres du sol de la tourbière, dans une sorte d'usine de conversion à deux compartiments, l'acrotelm et le catotelm. L'acrotelm (du grec *acros*=haut et *telma*=marais) est la couche supérieure du sol, où se déroulent les processus biologiques aérobies. La croissance puis le dépérissement d'éléments de plantes produisent la tourbe. Le catotelm (du grec *catos* =bas) est la couche inférieure, saturée en eau, à l'activité biologique nettement plus réduite. Dans cet horizon, les processus biologiques sont anaérobies. Toute modification de cette interface, notamment par le drainage, compromet l'aptitude de cet écosystème à accumuler le carbone des producteurs primaires. Elle peut même produire l'effet contraire, avec comme résultat un déséquilibre qui tend à la minéralisation et qui libère non seulement le carbone jeune produit en une année par les végétaux, mais aussi le carbone déjà fossilisé.

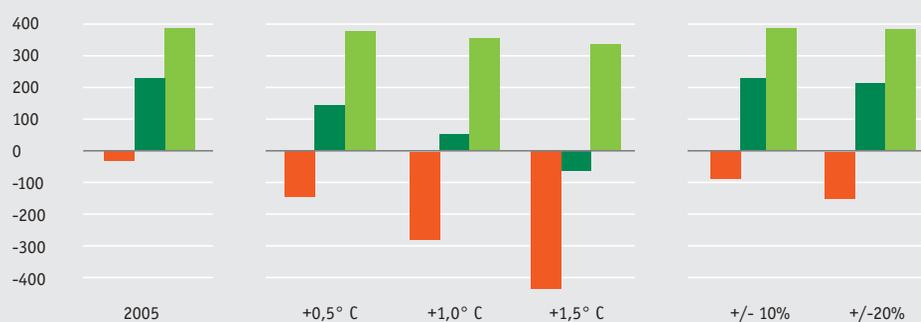
### Nouvelle perspective pour les marais

Étant donné la disparition radicale de la tourbe en Europe, où 52% des tourbières manquent déjà à l'appel – et même 90% aux Pays-Bas et en Suisse (Joosten et Clarke 2002) – et vu la destruction de ces écosystèmes, surtout dans les pays du nord de l'Europe et de l'Amérique, où la tourbe est une ressource importante, les efforts de protection doivent non seulement viser à sauvegarder les sites subsistants, mais aussi à régénérer les surfaces exploitées. De nombreux essais de régénération ont pour but de rétablir une couverture végétale de mousses du genre *Sphagnum*. Les sphaignes sont des producteurs primaires efficaces dans ce milieu extrême. Mais il ne suffit pas de réinstaller des plantes sur ces surfaces dénudées où la température superficielle peut attein-

### Une tourbière en régénération stocke-t-elle ou libère-t-elle le carbone?

De récentes études menées dans le cadre du programme de recherche RECIPE ont révélé quelle quantité de carbone pouvait être stockée aux différents stades de régénération (Samaritani et al., en prép.). Le graphique présente trois stades dans une tourbière du Jura: un stade jeune (22 ans, orange), un stade moyen (31 ans, vert) et un stade avancé (44 ans, vert clair). Les échanges nets de carbone dans l'écosystème ont été mesurés à l'aide d'une cloche couvrant le sol et sa végétation et reliée à un analyseur à infrarouge pour mettre en évidence les variations de la concentration de gaz carbonique. Les mesures résultent de la différence entre le carbone fixé par la photosynthèse brute et le carbone respiré par les plantes et les organismes, y compris dans le sol. L'influence du méthane est ici négligeable. Le bilan a été modélisé pour l'année 2005 sur la base de variables biologiques et environnemen-

tales (surface foliaire, lumière, température du sol et de l'air, niveau d'eau). Des hausses de température de 0,5°/1°/1,5° Celsius ainsi qu'une variation plus forte (10–20%) du niveau d'eau dans le sol ont été simulées. Au-dessus de 0, le système stocke le carbone; en dessous, il en libère. Les résultats de la simulation montrent que les variables environnementales influencent l'efficacité des stades de régénération à divers degrés. Sur la base des modifications globales simulées ici, seul le stade le plus avancé remplit la fonction de stockage dans toutes les variantes. Cette simulation permet aussi de conclure que la régénération sera plus difficile sous un climat aux températures plus élevées ou en cas de plus fortes variations des quantités de pluie.



### Tourbières dans un environnement en mutation

Axe vertical: échanges nets de carbone de l'écosystème (en grammes de CO<sub>2</sub> par m<sup>2</sup> et par an) | Axe horizontal: réchauffement climatique simulé de +0.5, +1.0 et +1.5° Celsius; variations simulées du niveau d'eau dans la tourbière en % | Barres colorées: degrés de régénération du marais:

■ = 22 ans après l'extraction ■ = 31 ans après l'extraction ■ = 44 ans après l'extraction

dre 70 °Celsius; la tourbière doit plutôt être remise en situation d'emmagasiner le carbone. On estime que la capacité de stockage des tourbières nordiques s'élève à environ 70 millions de tonnes de carbone par an, soit à peu près 1% des émissions anthropogènes (Gorham 1991, Clymo et al. 1998).

Depuis plusieurs années, des chercheurs suisses, britanniques, français, allemands et finlandais étudient, dans le cadre de projets internationaux de l'UE, comment régénérer les surfaces exploitées et quand les marais recommencent à «vivre». Le but du programme de recherche «RECIPE» ([www.mcaulay.ac.uk/RECIPE](http://www.mcaulay.ac.uk/RECIPE)) est de définir des di-

rectives contre l'extraction de la tourbe. Il s'agit notamment de déterminer le moment où il faut arrêter l'exploitation de la tourbe avant que l'écosystème n'ait subi des dégâts irréparables. ■

### Bibliographie

[www.biodiversity.ch/publications/hotspot/](http://www.biodiversity.ch/publications/hotspot/)



# Sauvegarde des zones humides: mesure de lutte contre la pauvreté

Cordula Ott, Centre for Development and Environment, Institut géographique, Université de Berne, CH-3008 Berne,  
cordula.ott@cde.unibe.ch

Les zones humides ont longtemps eu la réputation d'être improductives. Elles ont donc souvent été soumises à une exploitation intensive ou frappées d'interdits pour la protection de la biodiversité. La coopération internationale au développement cherche aujourd'hui à réévaluer les zones humides et leurs fonctions sur le plan économique. Cela permet de mettre sur pied des systèmes de gestion qui combinent la protection et l'exploitation de ces zones au profit de la lutte contre la pauvreté et du développement durable.



Photos Christian Poffet (DDC, Bangladesh)

L'anniversaire de la signature de la Convention de Ramsar – le «World Wetland Day» – a été consacré en 2006 au thème des «zones humides, moyens de lutte contre la pauvreté». Rien n'aurait pu montrer plus

clairement à quel point la Convention sur les zones humides s'est élargie au cours des 25 dernières années. Au moment de la signature, la priorité allait encore aux habitats des oiseaux aquatiques; aujourd'hui, certains as-

pects de l'exploitation sont pris en compte. Les zones humides sont considérées comme des écosystèmes essentiels à la protection de la biodiversité, mais aussi au bien-être de la communauté humaine.

Comment cette ouverture s'est-elle produite? Les zones humides comptent parmi les écosystèmes naturels les plus productifs biologiquement, mais elles sont aussi très sensibles aux perturbations. L'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire (EM) (<http://www.millenniumassessment.org>) estime que 60% des écosystèmes sont surexploités. La perte de diversité des espèces ainsi que la réduction des prestations écologiques, économiques et sociales des zones humides progressent rapidement, ce qui a notamment une incidence catastrophique sur les économies de subsistance des pays en développement, comme nous l'observons par exemple dans les deltas de grands et petits fleuves et dans les plaines inondables. Le

## Coraux et mangroves: conséquences de la destruction

Le tsunami qui a dévasté les côtes de l'Asie du sud-est en décembre 2004 avec une violence sans précédent a eu des répercussions effrayantes sur les vies humaines, l'écologie et l'infrastructure. Bien qu'il s'agisse d'une catastrophe naturelle, l'homme a influencé l'ampleur des dégâts: les récifs de corail et les forêts de mangrove auraient pu atténuer l'énergie destructrice du tsunami. Pourtant, les deux écosystèmes avaient été gravement affectés sur le plan qualitatif et quantitatif par des intérêts économiques, tels que l'élevage des crevettes, la canalisation des voies maritimes ou l'infrastructure touristique.

De la même manière, les hommes doivent se sentir coresponsables des conséquences catastrophiques de l'ouragan Katrina d'août 2005 dans le delta du Mississippi et en Alabama. Là aussi, les zones humides du littoral et le delta du fleuve ont été sacrifiés à l'assèchement, à l'exploitation intensive et à l'urbanisme. La mise en valeur économique révèle maintenant ses conséquences: l'ouragan est considéré comme le plus coûteux et le plus mortel de l'histoire des États-Unis.

## Engagement de la DDC

La Direction suisse pour le développement et la coopération (DDC) s'engage dans la lutte contre la pauvreté et pour le développement durable. Une évaluation économique de fonctions encore ignorées des écosystèmes présente aussi un grand intérêt stratégique pour la DDC. La Direction encourage en effet explicitement les approches qui attribuent une valeur économique aux ressources des écosystèmes.

En font partie, la mise au point et l'application de programmes d'indemnisation de prestations écologiques tels que «Payment for Environmental Services» (PES) ou «Compensation for Environmental Services» (CES) et autres mécanismes financiers. En complément d'autres activités dans son domaine de base, la DDC soutient donc aussi la «Bangladesh Community Based Sustainable Management of Tanguar Haor».

Pour de plus amples informations:

[www.deza.ch](http://www.deza.ch)

[www.deza.org.bd](http://www.deza.org.bd)



changement climatique mondial accélère la spirale de la dégradation. Si les zones humides ne peuvent plus assumer leur fonction de protection et de régulation, les épisodes climatiques extrêmes mèneront vite à la catastrophe. Exemples récents: les répercussions de l'ouragan Katrina dans le delta du Mississippi ou le tsunami en Asie du sud-est (cf. encadré p. 20).

Pourtant, la communauté internationale réagit et s'attache à orienter les efforts fournis dans le secteur de l'environnement et du développement vers un développement durable. Peu importe qu'il s'agisse d'accords locaux ou mondiaux, d'efforts menés par des agences de développement, des gouvernements ou la société civile, l'essentiel est de coordonner les mesures pour aboutir à un régime écologique cohérent, susceptible de maintenir et d'optimiser le potentiel de développement des ressources et des écosystèmes subsistants. Le souci de protéger les écosystèmes



A gauche: Un atout – échasses pour oiseaux, maison et plantes. Au milieu, terre ou eau?

A droite: Habitat d'espèces d'oiseaux endémiques et migrateurs

En bas: Systèmes d'exploitation sophistiqués et adaptés: «champs d'eau»

## Perception globale des zones humides

Sur les 748 à 778 millions d'ha de zones humides (estimation prudente), soit 6% de la superficie de la Terre, plus de 146 millions ont été, jusqu'à présent, mis sous la protection de la Convention de Ramsar (plus de 1631 zones humides dans 153 pays membres; situation en novembre 2006). La Convention se base sur une large définition des zones humides, qui comprend marais, marches, oasis, estuaires, zones proches du littoral, récifs de corail plats et même surfaces artificielles telles que champs d'épandage, viviers et lacs de barrage. Pourtant, l'estimation de l'Evaluation des écosystèmes pour le millénaire est encore nettement supérieure: plus de 1280 millions d'ha! De nombreuses zones humides se situent en Europe septentrionale, en Sibérie centrale, sur les côtes du sud-est asiatique, en Amazonie et dans le bassin de Pantanal en Amérique du Sud, ainsi que dans les plaines fluviales d'Afrique centrale. Les trois plus vastes zones humides sont les plaines de Sibérie occidentale, l'Amazonie et les plaines de la baie d'Hudson. Les zones humides des pays en développement et en transformation se caractérisent par une exploitation extensive ou intensive et constituent souvent la base d'une économie de subsistance.

mes s'accompagne ainsi du désir plus dynamique et plus complexe de promouvoir une exploitation durable. Mais que pouvons-nous faire pour que les zones humides satisfassent cette préoccupation supplémentaire?

#### «Water for Food» ou «Water for Nature»?

Dans les pays en développement, les zones humides, parfois gigantesques, ont souvent été une zone centrale de grandes cultures, comme en Mésopotamie, au Sri Lanka ou dans la vallée du Nil, par exemple. Aujourd'hui encore, elles jouent un rôle essentiel pour l'économie des pays en développement. Un inventaire de ces zones sur le plan international révèle deux tendances:

*Conversion en terres cultivées:* pour promouvoir un développement économique urgent et la lutte contre la pauvreté, les pays en développement ou en transformation misent sur une production agricole intensive. Dans les pays industrialisés comme la Suisse, ce processus a déjà causé la perte d'une bonne partie des zones humides. Tantôt celles-ci sont directement transformées, tantôt leur bassin versant est modifié de telle sorte que l'équilibre dynamique du système est rompu. Systèmes d'irrigation, barrages, assèchements, canalisations et imperméabilisations sont tous des facteurs par lesquels l'homme influence le cycle de l'eau à l'intérieur ou à l'extérieur des zones humides. Flux perturbés, manques d'eau et dessèchements privent la diversité des espèces d'une base vitale. S'y ajoutent la pollution et la destruction de la couverture végétale.

*Création de zones protégées:* alarmés par la dégradation écologique et l'appauvrissement de la population, certains pays mettent de plus en plus souvent leurs zones humides sous protection. Mais cela ne suffit pas en général pour remédier à la surexploitation et à la destruction. La pression économique interne et externe est trop forte. Les mesures de protection restent souvent sans effet parce qu'elles ne peuvent être contrôlées ou ne peuvent être respectées par une population tributaire des ressources des zones humides pour vivre. Les intérêts économiques des élites et la corruption sont aussi des facteurs

importants de surexploitation et de pillage de ces ressources.

Pour la population locale, qui dépend de zones humides en bon état, les dégradations comme les interdictions ont des effets catastrophiques. Culture, élevage, chasse, pêche et cueillette forment ensemble des économies de subsistance souvent trop complexes. Ce sont souvent parmi les couches les plus démunies, dépourvues de ressources suffisantes ou sans terre, que la survie dépend presque totalement des zones humides en tant que source de nourriture et de revenu. Si des communautés ne peuvent couvrir leurs besoins vitaux d'une manière traditionnelle, elles s'exposeront à l'effondrement de leur mode de vie, à la paupérisation et à l'exode.

Dans ce contexte tendu, il faut tenir compte du rapport entre l'homme et la nature, et bien l'évaluer. Devons-nous penser aux hommes en premier lieu, à un développement économique qui leur bénéficie? «Water for Food»? Ou accordons-nous la priorité à la sauvegarde de la nature et de l'écosystème par rapport aux besoins des hommes? «Water for Nature»? Ce n'est pourtant qu'un dilemme apparent. A long terme, en effet, les accroissements de production à des fins alimentaires et par souci de combattre la pauvreté se heurtent aux limites de la nature et à la préservation des ressources naturelles. Les acteurs du développement et les gouvernements ont donc pour mission d'identifier les synergies, les solutions win-win et les compromis nécessaires, permettant que les zones humides soient exploitées pour le bien-être des

hommes sans être menacées. Il va sans dire qu'il n'y a pas de solution standard et que chaque région, chaque contexte exige une forme spécifique de «protection/exploitation». Prenons un exemple.

#### Nouveau système de gestion pour le Tanguar-Haor

Le district de Sunamgani englobe la plus vaste région de plaine dans le nord-est du Bangladesh. Le bassin se compose de multiples dépressions tectoniques, appelées «haors», qui se transforment en immenses terres inondées pendant des mois à la mousson et convertissent en îles les 46 villages. La plupart des 40 000 habitants n'ont pas de terre ou sont des paysans de subsistance, tributaires de la diversité, de la productivité et de la qualité de l'écosystème.

Durant les dernières décennies, l'état écologique de l'haor s'est nettement détérioré. Les défrichements effectués pour aménager des habitations, des champs ou des pâturages ont fait disparaître une bonne partie des forêts. La région se montre plus sensible aux inondations et aux cyclones. La population s'est encore appauvrie. Les pêcheurs notamment, qui avaient traditionnellement accès à l'haor, ont été privés de leur moyen de subsistance par des élites économiques et politiques qui s'approprient les droits de pêche.

Depuis 2001, le gouvernement a réagi: en 2003, le Tanguar-Haor a été placé sous la protection de la Convention de Ramsar. Une interdiction totale d'exploitation a permis un certain redressement de la biodiversité. Mais comme une interdiction ne peut

#### Acteurs internationaux importants en matière de zones humides

Site officiel de la Convention	<a href="http://www.ramsar.org">www.ramsar.org</a>
Wetland International	<a href="http://www.wetlands.org">www.wetlands.org</a>
Convention on Migratory Species (Bonn Convention)	<a href="http://www.cms.int">www.cms.int</a>
Evaluation des écosystèmes pour le millénaire (EM)	<a href="http://www.unmillenniumproject.org">www.unmillenniumproject.org</a>
Synthèse EM: Les zones humides et l'eau	<a href="http://www.maweb.org/en/products.aspx">www.maweb.org/en/products.aspx</a>
CBD Convention sur la diversité biologique	<a href="http://www.biodiv.org">www.biodiv.org</a>
UICN Union mondiale pour la nature	<a href="http://www.iucn.org">www.iucn.org</a>

être une option durable pour la population, le gouvernement cherche d'autres solutions. L'objectif est de concevoir, avec la population et les acteurs du développement locaux et internationaux, un système de gestion capable de concilier le souci de protection et le désir de développement. Une exploitation durable des ressources doit relever le niveau de vie et garantir le système de gestion dans la durée.

Il va sans dire qu'un tel plan de gestion n'est pas facile à réaliser. Les défis ne man-

qu岸ent pas, tant sur le plan écologique que social et économique. De longs processus de négociation ainsi qu'une analyse bien documentée s'imposent. Les intérêts individuels et les structures du pouvoir vont certes souvent à l'encontre du bien de la communauté, mais le Tanguar-Haor a l'avantage de pouvoir bénéficier des efforts analogues déjà entrepris dans les régions voisines et des expériences acquises à l'échelle mondiale.

Il est peut-être plus important encore de reconnaître que la valeur économique des zones humides a été largement sous-estimée. Jusqu'à présent, seules les prestations de l'écosystème faciles à identifier ou à quantifier, comme la production de poissons, fai-

sent l'objet d'une évaluation, mais d'autres fonctions des zones humides, telles que le stockage ou l'épuration de l'eau, l'emménagement de CO<sub>2</sub> ou le maintien d'une grande biodiversité, sont rarement recensées. L'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire préconise l'estimation économique comme instrument efficace afin d'identifier totalement les services rendus par l'écosystème et de les intégrer dans les décisions de politique de développement. Les réévaluations montrent que, même en cas de dégradation, le rendement économique de zones humides non converties dépasse bien souvent celui des zones converties en terres cultivées. Pour la population dépendante des zones humides, les conséquences sont loin d'être négligeables. Tout d'abord, l'importance des zones humides comme moyen de subsistance est intégrée dans le calcul; ensuite, de nouvelles conceptions d'exploitation peuvent être à l'origine de nouvelles options.

Le thème des « zones humides, moyens de lutte contre la pauvreté », choisi pour le World Wetland Day, représente à cet égard la conséquence logique d'une approche qui réévalue les zones humides régionales et locales à partir d'une définition globale du problème. L'attention est enfin portée sur le rôle que les zones humides peuvent jouer dans la lutte contre la pauvreté. Les interdictions d'utilisation et les simples mesures de renaturation ne constituent pas de réelles options. Mais si les zones humides font l'ob-



Spécialistes au travail



Pendant des mois sur une île

quent pas, tant sur le plan écologique que social et économique. De longs processus de négociation ainsi qu'une analyse bien documentée s'imposent. Les intérêts individuels et les structures du pouvoir vont certes souvent à l'encontre du bien de la communauté, mais le Tanguar-Haor a l'avantage de pouvoir bénéficier des efforts analogues déjà entrepris dans les régions voisines et des expériences acquises à l'échelle mondiale.

#### **Valeur économique: les zones humides contre la pauvreté**

Bien entendu, il importe de reconnaître que des écosystèmes tels que les zones humides ne peuvent être considérés isolément. Une approche intégrant les rapports entre les ressources en eau et l'environnement, entre les biotopes, les habitats et les écosystèmes permettra de mieux comprendre et de mieux gérer les écosystèmes. Confortés par les recommandations de l'Évaluation des

écosystèmes pour le millénaire, de plus en plus d'acteurs coopèrent avec les gouvernements des pays en développement et en transformation en vue de mettre en place des stratégies efficaces pour la gestion des zones humides.

Il est peut-être plus important encore de reconnaître que la valeur économique des zones humides a été largement sous-estimée. Jusqu'à présent, seules les prestations de l'écosystème faciles à identifier ou à quantifier, comme la production de poissons, fai-

jet d'une exploitation durable, elles ne contribueront pas seulement à la lutte contre la pauvreté au profit de la population rurale, mais elles favoriseront aussi la sauvegarde de notre système global qu'est la Terre. ■



## Monitoring de la biodiversité en Suisse

# Les Alpes regorgent de mousses

Urs Draeger, Bureau de coordination MBD, draeger@comm-care.ch

**Plus de 1000 espèces de mousses croissent en Suisse. Élément important de la diversité biologique, elles sont surveillées par le MBD. Il s'avère que le plus grand nombre de mousses ne se trouvent pas dans les zones humides telles que prairies humides et marais, comme on pourrait le croire, mais dans les forêts et les pâturages des Alpes.**

Les mousses croissent en masse dans les zones humides telles que les marais, où elles forment de véritables tapis verts. Pourtant, bien que les mousses représentent souvent la majeure partie de la biomasse, il serait faux de les désigner comme plantes typiques des zones humides. «La plupart des mousses vivent dans des cuvettes couvertes de neige pendant presque toute l'année», dit Norbert Schnyder, qui détermine les mousses pour le MBD. Ce spécialiste de la Forschungsstelle für Umweltbeobachtung, bureau d'écologie de Rapperswil, en explique les raisons: «Les mousses sont sensibles à la concurrence et poussent souvent là où les plantes à fleurs ont du mal à vivre. Les combes à neige, dont la phase végétative ne dure que trois mois, attirent donc les mousses».

Les chiffres du MBD confirment cette estimation: sur ses surfaces d'échantillonnage de 10 m<sup>2</sup>, situées dans des combes à neige, croissent en moyenne environ 19 espèces de mousses. Hormis les forêts de conifères subalpines (18 espèces/surface) et les pâturages alpins (17), les combes à neige comptent parmi les habitats les plus riches en espèces de mousses. En comparaison, les surfaces équi-

valentes des zones humides ne présentent que 9 mousses différentes.

### Pourquoi les mousses?

Les mousses figurent parmi les trois groupes d'espèces surveillés par le MBD sur les quelque 1600 petites surfaces d'échantillonnage de l'indicateur Z9, qui sert à mesurer la diversité des espèces. Ces petites plantes discrètes se prêtent bien au monitoring, qui ne nécessite aucun spécialiste des mousses pour les collecter et emporter les échantillons au laboratoire. Tout botaniste en est capable lorsqu'il recherche des plantes vasculaires. Aucune inspection complémentaire n'est donc requise.

Les mousses permettent en outre d'identifier certaines caractéristiques importantes du site. «Comme elles ne possèdent pas de vraies racines, mais de courts rhizoïdes pour se fixer, les mousses sont tributaires de la nature de la surface du sol», explique Norbert Schnyder. «Elles sont plus sensibles que la plupart des plantes aux variations de précipitations et à l'humidité de l'air. Ainsi, elles constituent une sorte de baromètre de la qualité des microhabitats».

Environ la moitié des 1080 espèces de Suisse ont pu être découvertes par les biologistes sur les surfaces du MBD. Les autres leur ont échappé car le réseau du MBD ne couvre que rarement les sites spécifiques où vivent de nombreuses espèces de mousses. A l'inverse, l'approche basée sur le hasard dans le choix des surfaces d'échantillonnage offre au MBD des découvertes intéressantes: «Nous trouvons parfois des espèces de mousses là où

nous ne les soupçonnions pas», précise Norbert Schnyder. «Par exemple, une hépatique jugée rare, *Fossombronia pusilla*, que nous trouvons sur certains pâturages piétinés. Les experts du MBD doivent précisément inspecter des sites que les bryologues boudent en général.» Il s'est ainsi avéré que certaines espèces de mousses étaient plus fréquentes que ne le croyaient les spécialistes.

### Mousses redécouvertes

Parfois, la méthode du MBD permet même des découvertes sensationnelles. L'hépatique *Sphaerocarpos texanus* avait été observée plusieurs fois entre Fully et Martigny, en Bas-Valais, à l'époque de la première guerre mondiale. Quand la première Liste rouge fut établie, l'espèce était introuvable. Sans doute des vigneronns avaient-ils entre-temps planté des vignes sur les sites en question. En 2002, des collaborateurs du MBD découvrirent cette hépatique disparue sur un champ non loin de Bâle. Le nouveau site se trouve en bordure sud d'une zone de diffusion qui s'étend le long du Rhin jusqu'à la plaine du Rhin supérieur.

Lors d'une recherche ciblée d'espèces menacées à l'échelle mondiale (Indicateur Z4), le MBD a aussi redécouvert une mousse que l'on croyait disparue depuis longtemps: *Distichophyllum carinatum*. Il s'agit d'une des espèces de mousses les plus rares. Les chercheurs la découvrirent en 1979 dans le Melchtal OW, qui se situe ainsi parmi les six sites au monde où cette espèce a été observée. Par la suite, elle n'avait plus été vue ailleurs bien que les spécialistes l'aient activement recherchée lors de l'établissement des Listes rouges. Dans les

### Taille des chemins et des routes insignifiante pour la diversité végétale

Les botanistes du MBD suivent un itinéraire prescrit avec précision lorsqu'ils parcourent une surface d'échantillonnage et qu'ils déterminent la diversité des espèces de plantes vasculaires. Pour que les relevés puissent être reproduits – le trajet sera absolument identique pour les deuxièmes relevés – et que les coûts soient réduits, l'itinéraire suit si possible les routes et les chemins existants. Mais ceux-ci ont une incidence sur leur environnement: sel, fauchage des talus ou ensoleillement supérieur, par exemple. Plus les routes seraient larges, a-t-on toujours présumé, plus l'impact de ces facteurs serait notable sur la diversité des espèces.

Le MBD a fait vérifier s'il y avait effectivement une corrélation entre la configuration des routes et des chemins et la diversité des végétaux. A cet effet, un modèle\* a été utilisé, capable de calculer la corrélation entre certains facteurs, tels que topographie, climat ou exploitation du sol, et la diversité des espèces.

Il est apparu que l'impact apparent pouvait s'expliquer par d'autres paramètres. Ainsi, si la diversité des végétaux est la plus faible à l'écart des chemins, ce n'est pas parce qu'il n'y a pas de chemin, mais parce que les surfaces d'échantillonnage dépourvues de chemins se trouvent le plus souvent en haute montagne, où la diversité est faible de toute façon. De même, la topographie, le climat et l'exploitation du sol expliquent des effets qui semblaient tout d'abord liés à la configuration des chemins.

Comme le type de chemin n'influence pas la diversité, peu importe en fin de compte que la diversité des plantes soit mesurée le long de routes goudronnées ou de sentiers de terre ou encore à travers champs. Le MBD étudiera aussi prochainement dans quelle mesure les routes et les chemins peuvent modifier la composition des espèces végétales.

\* Wohlgemuth T., Nobis M., Kienast F., Plattner M. (en cours de révision). Model-predicted patterns of the vascular plant diversity on the landscape scale in Switzerland – linear features prevail. J. Biogeogr.

Listes rouges de 1992 et de 2004, *Distichophyllum carinatum* est donc considérée comme disparue. En octobre 2005, des collaborateurs du MBD ont trouvé quelques exemplaires de cette plante discrète. Apparemment, une petite partie de la population a survécu et s'est à nouveau un peu répandue.

Il est plutôt peu probable que les années à venir réservent d'autres sensations, car les premiers relevés du MBD sont achevés et qu'aucune nouvelle surface ne sera explorée. La deuxième série de relevés, entamée en 2006, montrera cependant si la diversité des mousses en général s'accroît ou décroît, et permettra aussi d'en tirer des conclusions sur la qualité des habitats. ■

Sous [www.biodiversitymonitoring.ch](http://www.biodiversitymonitoring.ch), vous trouverez des données ainsi que des informations sur le Monitoring de la biodiversité en Suisse.



En haut: *Calliergonella cuspidata*: espèce de mousse la plus fréquente des zones humides.

En bas: *Sphaerocarpos texanus*: cette hépatique n'avait plus été observée depuis 80 ans quand des collaborateurs du MBD la redécouvrirent en 2002.

### Espèces de mousses les plus fréquentes des zones humides

La fréquence indique le nombre de surfaces sur lesquelles une espèce a été trouvée.

Surfaces inspectées: 25.

Mousse	Fréquence
<i>Calliergonella cuspidata</i>	68%
<i>Climacium dendroides</i>	44%
<i>Plagiomnium affine</i> aggr.	40%
<i>Brachythecium rutabulum</i>	32%
<i>Plagiomnium undulatum</i>	28%
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	28%
<i>Chiloscyphus polyanthos</i>	24%
<i>Campyllum stellatum</i>	24%
<i>Cirriphyllum piliferum</i>	24%
<i>Brachythecium rivulare</i>	20%
<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	20%
<i>Cratoneuron decipiens</i>	20%
<i>Thuidium recognitum</i> aggr.	20%

Sur environ 1600 surfaces sélectionnées au hasard, d'une superficie de dix mètres carrés, seules 25 se situent dans des zones humides. Cela révèle à quel point les zones humides se sont raréfiées en Suisse. Trois espèces de mousses sont particulièrement fréquentes sur ces surfaces: *Calliergonella cuspidata* pousse sur 17 des surfaces inspectées, *Climacium dendroides* – qui ressemble à un minuscule sapin – sur 11 et l'espèce apparentée *Plagiomnium affine* aggr. sur 10 surfaces.

## Biodiversité dans les écoles

Lisa Bose et Irene Künzle, Forum Biodiversité Suisse, CH-3007 Berne, [bose@scnat.ch](mailto:bose@scnat.ch), [kuenzle@scnat.ch](mailto:kuenzle@scnat.ch)

**Sur la voie du développement durable, la formation joue un rôle essentiel. Pourtant, dans les écoles, la biodiversité avant tout est traitée en parent pauvre. Le Forum Biodiversité s'engage pour que notre principale ressource naturelle soit thématifiée dans les écoles et l'opinion publique.**



Photo Beat Schulthess

La journée GEO de la diversité des espèces offre aux écoles l'occasion de participer à la collecte de données sur la biodiversité.

Lors de la 6<sup>ème</sup> Conférence des parties de la Convention sur la biodiversité 2002, la communication, la formation et la sensibilisation à l'écologie dans le public était un thème central. La Conférence décida de mettre sur pied un programme dans ce sens (CEPA – Communication, Education and Public Awareness). Dans ce contexte, le Forum Biodiversité s'est fixé comme objectif de diffuser le thème de la biodiversité dans le public. Il entend transmettre des connaissances, mais aussi sensibiliser divers groupes cibles à la valeur de la sensibilité.

A ce sujet, la formation scolaire joue un rôle essentiel. Mais selon des vérifications effectuées par le Forum Biodiversité, le terme de biodiversité fait défaut dans de nombreux programmes des cantons alémaniques. De

même, l'offre en moyens pédagogiques correspondants est plutôt maigre. Certains aspects importants comme la connaissance des espèces ou les corrélations écologiques sont certes traités en biologie, mais un point de vue global qui aborderait, par exemple, la valeur ou l'exploitation durable de la biodiversité, fait largement défaut. En Suisse romande, le thème est un peu mieux intégré dans l'enseignement, et il existe du matériel pédagogique sur le sujet ([www.biodiversity.ch/services/teaching\\_aids](http://www.biodiversity.ch/services/teaching_aids)).

La biodiversité ne fera son entrée dans les écoles que si le thème est ancré dans les programmes. Le Forum Biodiversité s'investit dans ce sens. Une possibilité est offerte avec le projet HarmoS (Harmonisation de la scolarité obligatoire) lancé par la Conférence suisse des directeurs cantonaux de l'instruction publique (CDIP). Dans le cadre de ce projet, les bases du développement et de l'évaluation de normes sont élaborées pour divers secteurs de l'enseignement en fin de 2<sup>ème</sup>, 6<sup>ème</sup> et 9<sup>ème</sup> années. Dans un deuxième temps, des programmes pédagogiques seront conçus pour les diverses régions linguistiques. En complément, et surtout en Suisse alémanique, il s'agit de mettre au point de bons moyens pédagogiques sur le sujet.

Les futurs enseignants doivent aussi recevoir les connaissances requises durant leur formation, pour pouvoir concevoir des «cours de biodiversité» efficaces. De même, il faudrait que des cours de formation permanente, tels que ceux sur la connaissance des espèces organisés par Naturama Argovie ([www.naturama.ch](http://www.naturama.ch)), ceux de la KARCH ([www.karch.ch](http://www.karch.ch))

ou l'Académie d'été organisée pour la première fois en 2005 (HOTSPOT 13|2006), soient soutenus, encouragés et perfectionnés à l'attention des enseignants.

Dans l'optique de la décennie des Nations unies de l'éducation au développement (2005–2014), des efforts sont aussi entrepris en Suisse: ainsi, dans son programme d'activités, la CDIP s'est fixé pour objectif d'intégrer le concept de développement durable dans les programmes scolaires. Mais nul ne sait encore quelle importance revêtira le thème de la biodiversité. Dans d'autres pays, surtout les pays baltes et nordiques, la diversité biologique est un des aspects fondamentaux de l'éducation au développement durable. A l'occasion d'une rencontre européenne d'experts de la science, de l'éducation et de la politique, en novembre 2006 à Helsinki, à laquelle le Forum Biodiversité a aussi pris part, les participants ont notamment revendiqué un meilleur accès aux connaissances issues de la recherche sur la biodiversité, l'intégration des écoles dans les relevés d'espèces et les projets de protection, l'amélioration de la formation des enseignants ainsi qu'une décennie de la biodiversité ([www.epbrs.org](http://www.epbrs.org)). ■

### Autres informations

**Moyens pédagogiques** liés à l'exposition «toile de vie»: [www.biodiversite.ch/ecoles](http://www.biodiversite.ch/ecoles). **Exposition:** jusqu'au 20. 5. 2007 au Musée d'histoire naturelle de Bâle (en allemand); jusqu'au 29. 4. 2007 au Muséum d'histoire naturelle de La Chaux-de-Fonds (en français) | Etat de la biodiversité et programme scolaire **NATUR 2/07:** 8.–12. 3. 2007, Foire de Bâle, [www.natur.ch](http://www.natur.ch).

## La vie d'un coordinateur Fruits

Hanspeter Kreis, SKEK-CPC Coordinateur «Fruits», Bernhuserstrasse 35, CH-8588 Zihlschlacht, skek@kreplant.ch

**Depuis trois ans, Hanspeter Kreis est collaborateur scientifique de la Commission suisse pour la conservation des plantes cultivées (CPC). L'ancien pépiniériste et maître agriculteur coordonne la sauve-garde et l'exploitation durable dans le secteur des fruits, depuis la sélection des variétés jusqu'aux arbres plantés dans une collection. Son dossier comporte actuellement 31 projets répartis dans toute la Suisse. Son lieu de travail est à Zihlschlacht TG au beau milieu de l'une des plus vastes zones fruiticoles de Suisse.**

L'extension et l'achèvement des diverses collections de fruits battent leur plein et auront été en grande partie accomplies fin 2006. Environ 80% de toutes les variétés trouvées sont maintenant conservées. La recherche des variétés restantes équivaut à un travail de détective qui s'étendra sur plusieurs années. A la différence de certains pays voisins, ce sont de grandes organisations non gouvernementales ainsi que de petits groupes de travail et autres associations qui encouragent et réalisent la sauvegarde des ressources génétiques en Suisse. Le soutien financier est accordé par l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG). Cette façon de procéder exige un gros travail de coordination. Chaque jour, des questions se posent sur les collections de fruits. Je collecte ces questions et les traite au sein des groupes d'experts Fruits et Pomologie. Au bureau de Nyon, les modes de travail des groupes d'intérêt pour d'autres types de culture sont également har-

monisés. Une partie importante de mon travail consiste à évaluer et à coordonner les projets soumis dans le secteur des fruits, à inspecter les sites prévus pour les collections et à fournir une assistance technique aux participants des projets.

tion des entrées dans le domaine des fruits font également partie de mon travail de coordinateur. Il s'agit de prendre contact avec les pays voisins et d'échanger les expériences. A moyen terme, il sera indispensable de se mettre d'accord sur les variétés de fruits que les différents pays devront conserver.

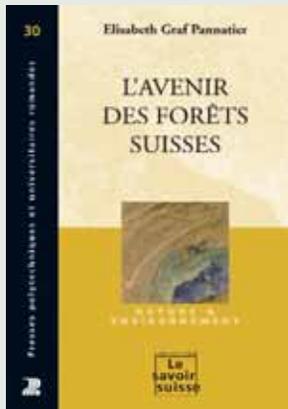


A gauche: Excursion d'étudiants de l'EPF dans une collection de fruits; à droite: Hanspeter Kreis

Dès cette année, trois projets commenceront la description des accessions trouvées. La réunion des synonymes et la séparation des homonymes sont un travail passionnant; les variétés inconnues sont inventoriées, décrites et documentées. L'accompagnement et la coordination de ces projets constituera un grand défi dans les années à venir. Les analyses d'ADN pourraient apporter un soutien précieux au travail de description.

La Base de données nationale ([www.bdn.ch](http://www.bdn.ch)) accueille l'ensemble des arbres plantés dans une collection de fruits. Les descriptions sont aussi directement entrées dans la base de données. La surveillance et l'évalua-

Une collection de fruits en plein champ est exposée à des dangers constants: intempéries, champignons, phytoplasmes, virus, souris et insectes. Je ne perds donc jamais de vue les variétés manquantes dans les différentes collections, pour pouvoir combler les lacunes en temps opportun. En 2006, plusieurs entretiens ont été nécessaires avec l'OFAG pour régler le problème des phytoplasmes et des virus. ■



## La forêt en poche

(ik) Sous le titre «Le Savoir suisse», les Presses polytechniques et universitaires romandes ont lancé en 2002 une nouvelle série de livres de poche dans le but de diffuser le fruit de la recherche suisse auprès d'un large public sous une forme accessible. Paru dans cette série, *L'Avenir des forêts suisses* fait le point de la situation des forêts suisses sous une forme claire et concise; l'ouvrage présente aussi des solutions possibles pour que les forêts puissent encore, à l'avenir, jouer leur rôle de protection contre les catastrophes naturelles, de sauvegarde de la di-

versité des espèces, de stockage de l'eau, de poumon vert et de lieu de détente. Il se fonde sur de nombreuses études et contient une vaste bibliographie ainsi qu'un glossaire et des données importantes sur la forêt suisse.

*L'avenir des forêts suisses*. Elisabeth Graf Pannatier (2005). Collection le Savoir suisse. Presses polytechniques et universitaires romandes PPUR. 144 pages, CHF 16.



## Un jeu pour petits et grands

(pl) Ce jeu de 7 familles, «La faune et la flore des marais et des rivières» a pour objectif d'initier petits et grands à la connaissance de la faune et de la flore des zones humides et des rivières. Il participe également à la découverte de la biodiversité dans ces écosystèmes. Tout en s'amusant, nous parcourons ce bel environnement. Nous y trouverons, entre autres, les familles de papillons, d'insectes, de fleurs, d'arbustes, de biotopes, de poissons, de mammifères. On y joue comme à un jeu de 7 familles traditionnel. En début de partie, on distribue

7 cartes à chacun des joueurs. Le surplus est mis en stock pour servir de pioche. Le gagnant est celui qui réunit le plus de familles. Le Comité des marais et rivières du pays de Redon et de Vilaine est un lieu de vie associative, de création pédagogique. Il dispense aussi des conseils environnementaux.

Comité des marais et rivières du pays de Redon et de Vilaine. Commande: Téléphone +33 299 71 17 69; e-mail Comite.marais.vilaine@wanadoo.fr. Env. EUR 2,50.



## Des mouches sous toutes les coutures

(pl) Cet ouvrage regroupe les photos de représentants de 80 familles de diptères vivant en Europe. Les personnes intéressées jetteront d'abord un coup d'œil sur les magnifiques photos et apprécieront ainsi les détails du corps, notamment les yeux à facettes, de la plupart des mouches. Le but est de renoncer aux préjugés contre un groupe d'insectes. En effet, les diptères jouent des rôles clés dans la nature notamment pour l'élimination de cadavres et d'excréments. Pour assurer la qualité extraordinaire des photos, les insectes devaient arriver vivants

au studio. Et pour que le tour d'horizon de la diversité des familles de diptères de notre continent soit aussi complet que possible, 43 familles supplémentaires sont illustrées dans un petit fascicule complémentaire, avec des photographies faites à partir de spécimens de collection.

*Mouches et moustiques, un album de famille*. J.-P. Haenni et G. Haldimann (2006). Musée national d'histoire naturelle, Luxembourg, éd. 195 pages. Commande: Musée d'histoire naturelle de La Chaux-de-Fonds. Tél. +41 (0)32 967 60 71. Env. CHF 25.

## Nos amies les fourmis

(pl) Cet ouvrage vous présente de façon claire et très complète la biologie et l'écologie des fourmis des bois. Pendant plus de 30 ans, les auteurs ont mené de nombreuses études au sein du Parc jurassien vaudois, en collaboration avec des chercheurs étrangers et plusieurs étudiants de l'Université de Lausanne. Richement illustré, ce travail est l'une des rares références de vulgarisation scientifique traitant des fourmis en langue française. Mais pourquoi le Parc jurassien vaudois? Certainement parce que les fourmis des bois y ont trouvé des conditions idé-

ales pour se développer. Elles ne souffrent ni de l'exploitation forestière relativement faible, ni de passage du bétail. Ce livre est dédié à Georges Gris, myrmécologue amateur et talentueux. Membre de la Société vaudoise d'entomologie, il s'intéressa aux fourmis dès son plus jeune âge, profitant de ses loisirs pour assouvir sa passion.

*Fourmis des bois du Parc jurassien vaudois*. D. Cherix, A. Freitag et A. Maeder (2006). Parc jurassien vaudois & Musée de zoologie, Lausanne. 120 pages. Commande: www.parc-jurassien.ch. CHF 22.

