

Zeitschrift: Actes de la Société jurassienne d'émulation
Herausgeber: Société jurassienne d'émulation
Band: 117 (2014)

Artikel: Vingt ans de suivi de la végétation dans un marais soumis à un glissement de terrain
Autor: Feldmeyer Christe, Elizabeth
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-555220>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 13.01.2026

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

Vingt ans de suivi de la végétation dans un marais soumis à un glissement de terrain

Elizabeth Feldmeyer-Christe

En automne 1987, un glissement de terrain modifia en une seule nuit le paysage d'une tourbière du Jura vaudois. Après trois semaines de sécheresse, des pluies diluviennes s'abattirent sur la région pendant une nuit d'orage. Au matin du 26 septembre, les habitants du proche hameau de la Vraconnaz constatèrent, abasourdis, qu'une partie de la tourbière avait glissé, comme une coulée de lave froide, laissant un paysage chaotique et morcelé où des îlots de végétation flottaient sur une mer de tourbe noire avec ici et là des arbres déracinés (Fig. 1).



Fig. 1: Partie supérieure de la tourbière de la Vraconnaz une année après le glissement de terrain (© E. Feldmeyer-Christe, 1988).

Une tourbière est un écosystème très particulier, caractérisé par l'accumulation progressive de tourbe, un sol présentant une très forte teneur en matière organique, peu ou pas décomposée, d'origine végétale. Le milieu est généralement inondé ou gorgé d'eau et le sol très acide et pauvre en éléments nutritifs. Selon l'origine de l'eau, on distingue le haut-marais, alimenté exclusivement par les eaux de pluie, et le bas-marais, qui reçoit en plus les eaux phréatiques minéralisées du sous-sol et des eaux de ruissellement. Les deux types de marais présentent une flore spécifique bien adaptée à ces conditions particulières.

Les glissements de tourbières sont des événements relativement fréquents en Irlande et en Grande-Bretagne, où ils résultent dans la majorité des cas d'un déséquilibre de la structure de la tourbière consécutif à l'exploitation de la tourbe ou à une pâture intensive (1). Ils sont par contre très rares en Suisse. Le glissement de terrain de la Vraconnaz a donc fourni une occasion unique d'étudier la dynamique de la végétation et l'évolution des espèces individuelles à la suite d'un important stress. Comme le glissement a entraîné une perturbation majeure des conditions hydrologiques et pédologiques, on pouvait s'attendre à un rapide déclin de la végétation caractéristique de marais, qui est dépendante de ces conditions, et à une invasion de nouvelles espèces mieux adaptées aux nouvelles conditions.

De nombreuses recherches ont été menées depuis plus de 20 ans dans le but de répondre aux questions suivantes :

Comment réagit la végétation déplacée ? Les différents groupements végétaux affectés par le glissement réagissent-ils de la même façon ? Est-ce que de nouveaux groupements végétaux, mieux adaptés aux nouvelles conditions, apparaissent ?

Quelles espèces montrent une augmentation ou une diminution persistante dans leur abondance ?

A quelle vitesse et par quelles espèces se recolonise la tourbe nue ? Des espèces de marais, des espèces prairiales venues des environs, de nouvelles espèces colonisatrices ?

Cet article présente un résumé des résultats de 20 ans de recherche.

Matériel et méthodes

Présentation du milieu

La tourbière de la Vraconnaz se trouve dans la chaîne calcaire du Jura (Suisse, canton de Vaud) au nord de Sainte-Croix et proche de la frontière

française. C'est une tourbière de pente située dans une large dépression, à une altitude moyenne de 1 090 m. La moyenne annuelle des précipitations est de 1 400 mm et la température annuelle moyenne est de 4,5 °C, avec du gel possible durant presque tous les mois de l'année. Le haut-marais couvre une superficie d'environ 30 ha, auxquels s'ajoutent 25 ha de bas-marais. Comme la majorité des tourbières en Suisse, celle de la Vraconnaz a été exploitée pour sa tourbe dès le XVIII^e siècle : celle-ci servait de combustible à un haut-fourneau près de La Mouille-Mougnon, à un kilomètre de là. L'exploitation s'arrêta à la fin de la Seconde Guerre mondiale et le marais fut ensuite partiellement utilisé comme pâture. Aujourd'hui, la plus grande partie du marais appartient à Pro Natura, organisation phare en matière de protection de la nature et active en Suisse depuis 1909.

La végétation touchée par le glissement présentait une grande diversité due à l'exploitation plus ou moins intensive de la tourbe à laquelle avait succédé la pâture. On y trouvait au nord des groupements de bas-marais alcalins dominés par le trichophore (*Trichophorum cespitosum*) et parcourus de failles et de crevasses à la suite d'anciennes exploitations de la tourbe. Plus au sud, la végétation présentait un mélange de groupements de haut-marais du *Sphagnion magellanici* et des fragments de *Rhynchosporion*, de la lande à callune et des bas-marais acidophiles du *Caricion nigrae*. La tourbière est entourée de pâturages, de prairies et de hêtraies à sapins.

Le glissement

L'événement climatique exceptionnel qui provoqua le glissement est dû à la conjonction d'un état de dessèchement inhabituel de la tourbière après trois semaines de sécheresse et d'un soudain apport d'eau torrentiel, à savoir 180 mm d'eau en une nuit, ce qui constitue un record absolu depuis le début des mesures climatiques dans la région il y a 100 ans. On peut supposer que cet extraordinaire et subit apport d'eau engorga totalement le réseau du système karstique des environs de la tourbière. Ne pouvant plus être absorbée par le sol, l'eau gonfla les sources souterraines dans la partie supérieure de la tourbière et provoqua le décollement du corps tourbeux et sa séparation du sous-sol marneux à la ligne de faiblesse de la tourbière, là où les couches de tourbe coupées perpendiculairement par l'exploitation présentaient déjà de profondes crevasses (2). Quinze hectares de marais furent affectés par le glissement, qui provoqua le déplacement de 150 000 m³ de tourbe sur 300 m (Fig. 2). Une grande partie de la végétation de haut-marais située principalement en bas du glissement fut engloutie dans les dolines¹ bordant le marais. Le glissement conduisit à un patchwork de radeaux tourbeux, de failles et de gouilles ainsi qu'à l'apparition de nouvelles surfaces de tourbe nue. L'eau résiduelle, ne pouvant plus s'écouler dans les dolines, s'accumula pour former de nouveaux étangs dans les bords du glissement.

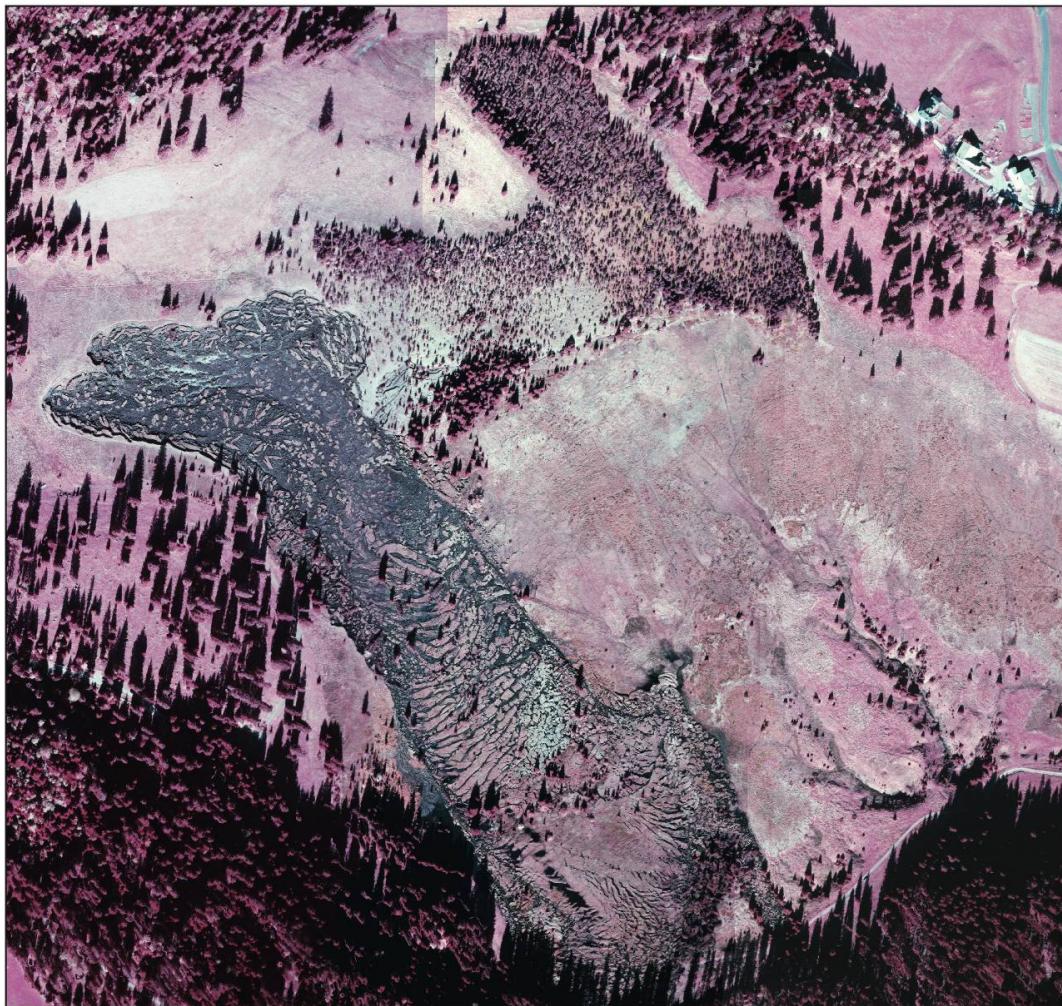


Fig. 2: Photo aérienne de la zone du glissement en octobre 1987, un mois après l'événement (©WSL, Birmensdorf).

Le suivi

Afin de suivre l'évolution de la végétation, 100 placettes ont été installées en juin 1988. Leur emplacement a été choisi de manière à prendre en compte tous les types de végétation présents ainsi que les surfaces de tourbe nue. Chaque placette est orientée nord-sud et marquée avec un piquet de bois à l'angle nord-est. Leur position a été mesurée avec une précision de ± 5 cm. La surface de la majorité des placettes est de 1 m^2 (78); quelques-unes ont 4 m^2 (17) et 5 d'entre elles, situées hors du glissement dans la forêt au nord-est, ont 25 m^2 . Deux placettes ont été perdues depuis le début du suivi.

Toutes les plantes vasculaires et les bryophytes sont notées sur chaque placette avec leur recouvrement selon l'échelle de (3). Le relevé de végétation inclut également une estimation du recouvrement des strates muscinales,

herbacées, buissonnantes et arborées, de la tourbe nue et de l'eau libre. Les placettes sur tourbe nue (10 d'entre elles ne présentaient aucune végétation en 1988 et 11 avaient une ou deux espèces sous forme de pousses de quelques cm) sont relevées chaque année, les autres avec une périodicité de 2 à 5 ans. Un relevé complet de toutes les placettes a été effectué en 1988, 1999 et 2007.

La nomenclature des espèces suit (4) pour les plantes vasculaires et (5) pour les bryophytes.

Analyses statistiques

Pour la végétation déplacée

Les données de végétation ont été soumises à de nombreuses analyses statistiques. La richesse spécifique et l'indice de diversité, exprimé par l'indice de Shannon, ont été calculés pour les années 1988, 1999 et 2007. La richesse spécifique correspond au nombre d'espèces alors que l'indice de diversité prend en compte en plus l'abondance relative des espèces. Par exemple, si 4 espèces se partagent le 100% de recouvrement d'une placette avec chacune un recouvrement de 25%, elles présenteront une parfaite régularité et l'indice de diversité sera maximum, c'est-à-dire 1.

Les changements globaux d'abondance des espèces ont été analysés en calculant les valeurs d'espèces indicatrices *INDVAL* (6) pour les années 1988 et 2007. Cet index permet de mesurer le degré d'abondance relative d'une espèce pour deux années différentes (ici 1988 et 2007). On considère que les espèces dont l'*INDVAL* en 1988 était plus élevé qu'en 2007 ont diminué ou disparu (groupe 1988) alors qu'au contraire, celles dont l'*INDVAL* en 2007 était plus élevé sont nouvelles ou en augmentation (groupe 2007).

Pour mesurer les changements des conditions écologiques du milieu, on a utilisé les valeurs écologiques de (7). Ces valeurs décrivent les besoins des plantes pour différents paramètres comme les besoins en humidité, les exigences en lumière, en nutriments, en degré d'acidité du sol et en teneur en humus.

L'évolution de la végétation a été analysée en considérant les transitions entre les différents groupements végétaux. Chaque relevé de végétation a été attribué objectivement à une alliance basée sur des références externes, c'est-à-dire des relevés de végétation publiés et classifiés. En calculant la proportion du recouvrement des espèces caractéristiques (celles qui définissent un groupement particulier) par rapport au recouvrement de l'ensemble des espèces, on peut suivre l'évolution des différents groupements végétaux.

Pour la tourbe nue

Des analyses particulières ont été effectuées pour les placettes de tourbe nue afin de suivre le processus de recolonisation. La richesse spécifique

moyenne et l'indice de diversité ont été calculés pour chaque année. La fréquence des espèces pour toutes les placettes a été calculée pour les années 1988, 1999 et 2008 afin d'identifier les premières espèces colonisatrices et celles dominantes dans les décades suivantes.

L'analyse de l'évolution des formes biologiques dans le processus de recolonisation des tourbes nues a été réalisée en considérant 5 types : les bryophytes, les cypéracées, les graminées, les herbes non gramoïdes, les buissons et les arbres.

Résultats

Végétation déplacée

Le nombre total d'espèces recensées sur les 98 placettes est passé de 141 en 1988 à 169 en 1999, puis 175 en 2007 (Table 1). Ces changements de la richesse spécifique reflètent à la fois l'arrivée de nouvelles espèces (53 plantes vasculaires et 16 bryophytes) et la disparition d'autres espèces (24 plantes vasculaires et 11 bryophytes). Au niveau des placettes individuelles, la richesse spécifique a augmenté en moyenne de 4,3 espèces (+34%) entre 1988 et 1999 et de 1,3 espèce (+7.5 %) entre 1999 et 2007 (8). Table 1 : Richesse spécifique moyenne et diversité pour trois périodes. Les différences entre les années sont significatives ($p < 0.0001$), (d'après 8, modifié).

	Nombre total d'espèces	Nombre moyen d'espèces par placette	Indice de diversité
1988	141	12.61 ± 8.68	0.56 ± 0.27
1999	169	16.95 ± 7.60	0.65 ± 0.16
2007	175	18.23 ± 6.54	0.61 ± 0.12

Table 1 : Richesse spécifique moyenne et diversité pour trois périodes. Les différences entre les années sont significatives ($p < 0.0001$), (d'après 8, modifié).

Les espèces qui ont le plus fortement diminué entre 1988 et 2007 sont des espèces typiques de marais comme la laîche hérisson (*Carex echinata*), la laîche de Host (*Carex hostiana*) et le trèfle d'eau (*Menyanthes trifoliata*), alors que celles qui ont augmenté sont des espèces de prairies humides comme le cirse des marais (*Cirsium palustre*), la fétuque rouge (*Festuca rubra*), l'angélique sauvage (*Angelica sylvestris*), la renouée bistorte (*Polygonum bistorta*) et la reine-des-prés (*Filipendula ulmaria*), de même que des arbres et arbustes comme l'épicéa (*Picea abies*) et le saule noircissant (*Salix myrsinifolia*) (Table 2).

Espèces	<i>INDVAL</i>	Fréquence	
		1988	2007
Groupe 1988			
<i>Carex echinata</i> Murray	0.25	33	11
<i>Carex hostiana</i> DC.	0.16	19	3
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	0.15	20	7
<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC.	0.08	9	1
<i>Carex flacca</i> Schreb.	0.06	8	2
<i>Prunella vulgaris</i> L.	0.06	7	1
<i>Dactylorhiza fistulosa</i> (Moench) Baum. & Künk.	0.05	5	0
<i>Carex pallescens</i> L.	0.04	4	0
<i>Juncus alpinoarticulatus</i> Chaix	0.04	4	0
<i>Juncus articulatus</i> L.	0.04	4	0
<i>Lotus pedunculatus</i> Cav.	0.04	4	0
<i>Dicranum bergeri</i> Hoppe	0.03	3	0
<i>Holcus lanatus</i> L.	0.03	3	0
<i>Primula farinosa</i> L.	0.03	3	0
<i>Sphagnum palustre</i> aggr.	0.02	3	1
Groupe 2007			
<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.	0.45	10	53
<i>Festuca rubra</i> aggr.	0.42	3	44
<i>Angelica sylvestris</i> L.	0.36	2	38
<i>Galium palustre</i> L.	0.3	8	35
<i>Polygonum bistorta</i> L.	0.27	13	36
<i>Crepis paludosa</i> (L.) Moench	0.25	3	27
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	0.2	4	24
<i>Rumex acetosa</i> L.	0.14	1	15
<i>Equisetum fluviatile</i> L.	0.12	0	12
<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	0.11	2	13
<i>Trollius europaeus</i> L.	0.1	0	10
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	0.1	2	11
<i>Hylocomium splendens</i> (Hedw.) Schimp.	0.08	4	11
<i>Genista tinctoria</i> L.	0.07	1	8
<i>Salix myrsinifolia</i> Salisb.	0.06	0	6

Table 2 : Liste des espèces présentant la plus haute valeur pour l'indice *INDVAL* en 1988 et en 2007 (d'après 8, modifié).

Toutes les valeurs écologiques indicatrices indiquent des changements significatifs entre 1988 et 2007. Les valeurs d'humidité, de lumière et d'humus diminuent, alors que celles concernant les éléments nutritifs et l'acidité du sol augmentent (Fig. 3).

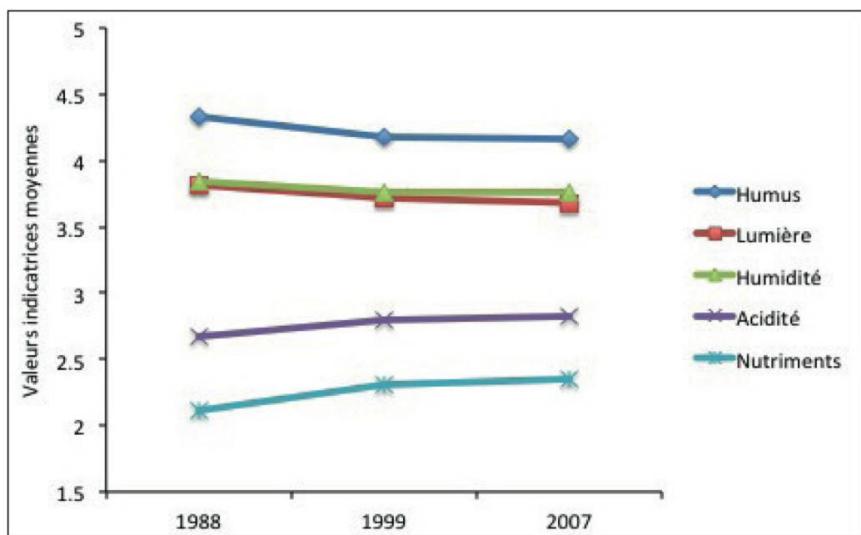


Fig. 3 : Valeurs indicatrices moyennes pour l'humidité, la lumière, l'acidité, les nutriments et l'humus calculés pour 98 placettes en 1988, 1999 et 2007 (d'après 8, modifié).

Les groupements végétaux montrent différentes tendances évolutives avec une diminution marquée des groupements de haut-marais (*Sphagnion magellanici*) et de bas-marais acide et basique (*Caricion nigrae* et *davallianae*), et une augmentation des groupements de prairies humides (*Calthion* et *Filipendulion*) (Fig. 4).

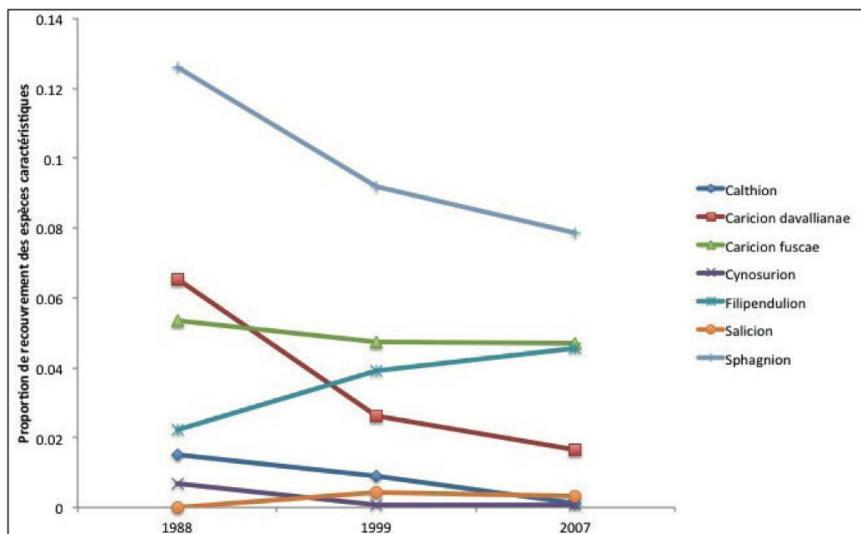


Fig. 4 : Changements des différents groupes végétaux après le glissement. Les valeurs sont données pour les années 1988, 1999 et 2007. Les changements sont significatifs entre les années ($p < 0.05$) avec une tendance linéaire ($p < 0.05$) pour le *Sphagnion magellanici*, le *Caricion davallianae* et le *Filipendulion* (d'après 8, modifié).

Tourbes nues

Evolution de la diversité

Le nombre total d'espèces sur les 21 placettes est passé de 19 en 1988 à 114 en 2008 (Table 3). La très faible valeur de l'indice de diversité des premières années reflète les premières étapes de la colonisation, avec de grandes variations du nombre d'espèces. Alors que le nombre d'espèces continue de croître jusqu'en 2008, l'indice de diversité se stabilise.

Vingt et un ans après le glissement, la végétation est majoritairement herbacée, dominée par les laîches et les herbes non gramoïdes. La première bryophyte établie en 1988 est le polytric commun (*Polytrichum commune*), qui s'est maintenu jusqu'en 1988 avec un très faible recouvrement. Les premiers arbres à s'installer, comme pousses, ont été l'épicea (*Picea abies*) en 1989, et le saule cendré (*Salix cinerea*) et le saule marsault (*Salix caprea*) en 1990 (Table 4).

Année	Nombre total d'espèces	Nombre moyen d'espèces par placette	Indice de diversité
1988	19	1.24 ± 1.44	0.35 ± 0.47
1990	46	5.18 ± 3.79	0.38 ± 0.29
1992	64	7.5 ± 3.98	0.32 ± 0.29
1994	76	9.36 ± 4.46	0.42 ± 0.21
1996	90	13.25 ± 5.87	0.55 ± 0.19
1998	89	14.77 ± 5.62	0.56 ± 0.17
2000	90	16.66 ± 6.97	0.55 ± 0.15
2002	100	15.94 ± 7.73	0.56 ± 0.18
2004	98	19.33 ± 8.16	0.53 ± 0.15
2006	100	17.83 ± 5.89	0.57 ± 0.11
2008	114	18.54 ± 6.92	0.62 ± 0.12

Table 3 : Richesse spécifique moyenne et indices de diversité des 21 placettes sur tourbe nue de 1988 à 2008 (d'après 9, modifié).

	1988	1999	2008
Cypéracées			
<i>Carex rostrata</i> Stokes	18.2	81.8	72.7
<i>Juncus alpinoarticulatus</i> Chaix	9.1	13.6	
<i>Eriophorum angustifolium</i> Honck.	4.5	45.4	31.8
<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	4.5	4.5	
<i>Juncus effusus</i> L.	4.5	27.3	31.8
<i>Carex panicea</i> L.		45.4	54.5
<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard		36.4	63.6
<i>Carex flava</i> aggr.		27.3	18.2
<i>Trichophorum cespitosum</i> (L.) Hartm.		22.7	27.3

	1988	1999	2008
<i>Carex davalliana</i> Sm.	18.2	36.4	
<i>Carex echinata</i> Murray	18.2	18.2	
<i>Carex pulicaris</i> L.	18.2	22.7	
<i>Carex hostiana</i> DC.	13.6	13.6	
<i>Eleocharis quinqueflora</i> (Hartmann) O. Schwarz	9.1	4.5	
Graminées			
<i>Agrostis capillaris</i> L.	4.5	4.5	9.1
<i>Molinia caerulea</i> (L.) Moench	4.5	27.3	36.4
<i>Phleum pratense</i> aggr.	4.5	4.5	
<i>Poa trivialis</i> L.		27.3	36.4
<i>Festuca rubra</i> aggr.		13.6	18.2
<i>Anthoxanthum odoratum</i> aggr.			13.6
<i>Agrostis stolonifera</i> aggr.			9.1
<i>Briza media</i> L.			9.1
Herbes non graminoides			
<i>Epilobium palustre</i> L.	22.7	31.8	36.4
<i>Veronica beccabunga</i> L.	9.1	4.5	
<i>Epilobium angustifolium</i> L.	4.5	18.2	
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	4.5	4.5	4.5
<i>Ranunculus acris</i> L.	4.5		4.5
<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.		50	45.4
<i>Equisetum palustre</i> L.		50	36.4
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch.		40.9	45.4
<i>Succisa pratensis</i> Moench		40.9	54.5
<i>Caltha palustris</i> L.		36.4	36.4
<i>Galium uliginosum</i> L.		36.4	40.9
<i>Galium palustre</i> L.		36.4	40.9
<i>Rumex acetosa</i> L.		31.8	
<i>Swertia perennis</i> L.		31.8	27.3
<i>Viola palustris</i> L.		31.8	45.4
<i>Crepis paludosa</i> (L.) Moench		27.3	36.4
<i>Epilobium montanum</i> L.		22.7	18.2
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.		22.7	31.8
<i>Parnassia palustris</i> L.		22.7	9.1
<i>Valeriana dioeca</i> L.		22.7	22.7
<i>Leontodon hispidus</i> L.		18.2	9.1
<i>Silene flos-cuculi</i> (L.) Clairv.		18.2	4.5
<i>Dactylorhiza maculata</i> (L.) Soó		13.6	31.8
<i>Pedicularis palustris</i> L.		13.6	9.1
<i>Pinguicula vulgaris</i> L.		13.6	9.1
<i>Polygonum bistorta</i> L.		13.6	13.6
<i>Sanguisorba officinalis</i> L.		13.6	22.7

	1999	2008
<i>Angelica sylvestris</i> L.	9.1	40.9
<i>Myosotis palustris</i> aggr.	9.1	13.6
<i>Hypericum maculatum</i> Crantz	9.1	
<i>Tussilago farfara</i> L.	9.1	4.5
<i>Vicia cracca</i> L.	9.1	18.2
<i>Equisetum fluviatile</i> L.		27.3
<i>Fragaria vesca</i> L.		13.6
<i>Galeopsis tetrahit</i> L.		13.6
<i>Crepis mollis</i> (Jacq.) Asch.		9.1
<i>Geum rivale</i> L.		9.1
<i>Lathyrus pratensis</i> L.		9.1
Buissons et arbres		
<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	45.4	31.8
<i>Salix cinerea</i> L.	18.2	22.7
<i>Salix repens</i> L.	13.6	27.3
<i>Salix myrsinifolia</i> Salisb.		22.7
<i>Salix caprea</i> L.		13.6
Bryophytes		
<i>Campylium stellatum</i> (Hedw.) J. Lange & C. Jens.	40.9	40.9
<i>Calliergonella cuspidata</i> (Hedw.) Loeske	27.3	45.4
<i>Bryum pseudotriquetrum</i> (Hedw.) Gaertn., Meyer & Scherb	22.7	4.5
<i>Drepanocladus revolvens</i> aggr.	18.2	13.6
<i>Climacium dendroides</i> (Hedw.) Web. & Mohr	13.6	13.6
<i>Calliergon giganteum</i> (Schimp.) Kindb.	13.6	4.5
<i>Plagiomnium affine</i> aggr.	9.1	36.4
<i>Aulacomnium palustre</i> (Hedw.) Schwaegr.	9.1	9.1
<i>Brachythecium rivulare</i> Schimp.		31.8
<i>Atrichum undulatum</i> (Hedw.) P. Beauv.		9.1
<i>Cratoneuron filicinum</i> (Hedw.) Spruce		9.1
<i>Rhytidadelphus squarrosus</i> (Hedw.) Warnst.		9.1

Table 4 : Fréquence relative des espèces sur 21 placettes calculées pour les années 1988, 1999 et 2008 (d'après 9, modifié).

Changement temporel des formes biologiques

Le schéma du processus de colonisation des tourbes nues varie fortement selon le type biologique (Fig. 5). Durant la première décennie, les cypéracées dominent largement, avec un point culminant en 1997, où leur recouvrement atteint 61 %. Elles se sont établies très tôt, et déjà en 1991, 4 ans après le glissement, elles couvraient 34 % des surfaces de tourbe nue. Cette rapide

colonisation était due en particulier à la laîche à bec (*Carex rostrata*), une espèce de marais très commune présente dans presque toutes les placettes en 1999. Le recouvrement des graminées, par contre, ne dépasse jamais 4 %. Les herbes non gramoïdes, présentes dans les premiers stades de succession, ne commencent à augmenter qu'en 1996, où leur recouvrement atteint 22 %, principalement grâce au cirse des marais (*Cirsium palustre*). Les bryophytes mettent du temps à s'installer car elles sont fortement dépendantes d'une humidité plus ou moins permanente du sol, que la tourbe disloquée par le glissement ne pouvait plus offrir.

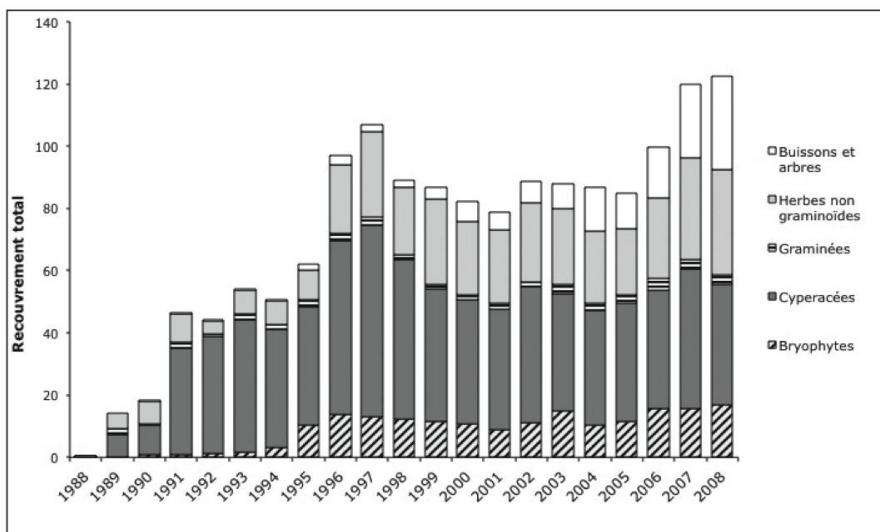


Fig. 5 : Pourcentage moyen de recouvrement de 5 formes biologiques au cours des 21 années qui ont suivi le glissement de terrain (d'après 9, modifié).

La situation change au bout de 10 ans avec une diminution du recouvrement des cypéracées, qui restent cependant la forme biologique dominante. Le recouvrement des herbes non gramoïdes reste stable alors que celui des buissons et des arbres augmente nettement pendant la deuxième décennie.

Discussion

Le glissement de terrain de 1987 a modifié profondément les conditions pédologiques et hydrologiques du marais. Au vu de cet extraordinaire bouleversement, on pouvait s'attendre à une modification radicale de la végétation, mais ce n'est pas ce qui a été constaté : les changements survenus sont peu spectaculaires et très lents. On a effectivement observé que la partie touchée

par le glissement est devenue plus sèche, moins acide et plus riche en substances nutritives, et que l'embuisonnement gagne chaque année du terrain. Pourtant, les groupements végétaux de 1988 sont toujours présents, même si leur composition floristique s'est quelque peu modifiée. Tous les groupements végétaux n'ont cependant pas réagi de la même manière. Le groupement de haut-marais (*Sphagnum magellanicum*) montre un net recul car il est très dépendant d'une nappe phréatique stable. Alors que la végétation de bas-marais acide s'est maintenue, celle de bas-marais basique s'est raréfiée. En outre, un nouveau groupement arborescent à saules s'est développé dans la partie supérieure du glissement, là où la tourbe a été lessivée presque jusqu'au sous-sol minéral.

Le plus grand changement concerne l'augmentation significative du nombre d'espèces. Cette observation est conforme à ce qui est décrit dans la littérature : un bouleversement favorise l'augmentation de la richesse spécifique. Cela s'explique par le principe dit d'«exclusion compétitive», qui dit que deux espèces qui sont en compétition pour les mêmes ressources ne peuvent pas coexister si les autres facteurs écologiques sont constants. L'une des deux doit disparaître et seule la plus compétitive subsiste. Un bouleversement permet d'éviter cette exclusion compétitive, car la modification des conditions écologiques permet à des espèces moins compétitives de s'installer.

Les espèces favorisées par le glissement sont des espèces de prairies grasses humides, des ubiquistes, des espèces pionnières sur sol nu et des espèces arbustives et arborées. Toutes ont profité d'une meilleure offre en matières organiques, devenues disponibles à la suite de la minéralisation de la tourbe exposée à l'air et des nouveaux écoulements d'eau chargés en matières nutritives provenant des pâturages adjacents. La perturbation a d'autre part entraîné une diminution ou une disparition d'espèces typiques de marais. Ces espèces sont adaptées à un milieu humide pauvre en substances nutritives et ne subsistent que difficilement dans un milieu plus sec et plus riche en matières nutritives.

Un autre aspect passionnant de la recherche est le processus de recolonisation des tourbes nues. Les premières études ont montré que l'installation des espèces pionnières durant les premières années était largement due au hasard, et que le processus de réinstallation était très lent (2). Quatre placettes sont restées dépourvues de végétation jusqu'en 1990, et une jusqu'en 1991. La tourbe nue constitue un milieu particulièrement inhospitalier car l'absence de végétation rend le sol instable et sa couleur noire entraîne des variations importantes de température entre le jour et la nuit. De plus, un sol nu ne peut pas réguler sa teneur en eau, ce qui conduit à des épisodes alternés de sécheresse et d'inondation. Il n'est donc pas étonnant que seules de rares espèces puissent s'installer et survivre dans un tel environnement. Le pourcentage de recouvrement de la végétation 20 ans après le glissement n'atteint que 35%

dans 4 placettes et 60% dans 4 autres. Les espèces pionnières sont principalement des pousses et des propagules, qui ont persisté dans le sol, et des propagules ayant immigré depuis des îlots de végétation voisins comme la laîche à becs (*Carex rostrata*), le jonc épars (*Juncus effusus*) et la linaigrette à feuilles étroites (*Eriophorum angustifolium*). Les espèces arrivées la première année des pâturages et prairies voisins comme la renoncule âcre (*Ranunculus acris*) et la phléole des prés (*Phleum pratense*) n'ont pas persisté. Au fil des années, toutes les formes biologiques montrent une augmentation régulière, avec une prépondérance marquée des laîches (*Carex* ssp.). On note cependant une décroissance générale au bout de 10 ans. Celle-ci peut s'expliquer par l'importante accumulation sur le sol des feuilles mortes de laîches. Cette litière entrave le développement non seulement des laîches mais aussi de toutes les espèces herbacées. Les jeunes arbres et arbustes ne souffrent pas de cette situation car, 12 ans après le glissement, ils ont atteint une taille suffisante pour dépasser la couverture herbacée. On voit en effet qu'ils se développent de plus en plus au cours de la deuxième décennie suivant le glissement. Il peut sembler surprenant que les bryophytes ne soient pas affectées par la présence de la litière, mais comme elles colonisent surtout les surfaces ouvertes, elles ne sont pas directement influencées par les laîches (9).

Conclusion

Vingt ans après le glissement de terrain qui a modifié de façon spectaculaire la tourbière de la Vraconnaz, on constate une lente évolution de la végétation vers des groupements de bas-marais, de mégaphorbiaie² et de forêt de saules. Les changements sont lents et les effets du glissement encore actifs. Les études de la succession végétale sur les tourbes nues ont montré que des processus dynamiques sont toujours à l'œuvre. Le potentiel de récupération du marais reste difficile à prédire, car il dépend principalement du rétablissement des conditions hydrologiques. Pour qu'un marais retrouve sa capacité à former de la tourbe, il faut une humidité suffisante et une teneur modérée en substances nutritives. Une telle évolution a déjà été observée dans l'histoire des tourbières en Irlande (10). Le suivi de ce glissement reste donc un sujet d'étude passionnant.

Après sa maturité au Lycée cantonal de Porrentruy, Elizabeth Feldmeyer-Christe a obtenu son diplôme de biologie à l'Université de Genève, puis son doctorat ès sciences en phytosociologie et écologie à l'Université de Lausanne.

Elle est collaboratrice scientifique à l’Institut de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL à Birmensdorf. Ses recherches se concentrent sur la dynamique des communautés végétales dans l’écosystème de tourbière et les réponses de la végétation aux perturbations.

Actuellement, elle participe au projet de monitoring des biotopes d’importance nationale de Suisse, qui vise à montrer si ces biotopes (prairies et pâtrages secs, zones alluviales, marais et sites de reproduction des batraciens) évoluent conformément aux objectifs de protection.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) Warburton J., Holden J. & Mills A. J. 2004. Hydrological controls of surficial mass movement in peat. *Earth-science Reviews* 67, 139-156.
- (2) Feldmeyer-Christe E. 1995. La Vraconnaz, une tourbière en mouvement. *Dynamique de la végétation dans une tourbière soumise à un glissement de terrain*. *Botanica Helvetica* 105, 55-73.
- (3) Braun-Blanquet J. 1964. *Pflanzensoziologie: Grundzüge der Vegetationskunde*. Springer, Vienne.
- (4) Aeschimann D. & Heitz C. 2006. *Index synonymique de la Flore de Suisse et territoires limitrophes (ISFS)*. 2^e ed. CRSF/ZDSF, Genève.
- (5) Schnyder N., Bergamini A., Hofman H., Müller N., Schubiger-Bossard C. & Urmi E. 2004. *Liste rouge des Bryophytes menacées en Suisse*. OFEFP, FUB & NISM, Berne.
- (6) Legendre P. & Legendre M. 2006. *Numerical ecology*. Elsevier Science, Amsterdam.
- (7) Landolt E. 1977. *Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora*. Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Techn. Hochschule. Stiftung Rübel.
- (8) Feldmeyer-Christe E. & Küchler M. 2009. Secondary succession in a Swiss mire after a bog burst. *Botanica Helvetica* 119, 77-86.
- (9) Feldmeyer-Christe E., Küchler M. & Wildi O. 2011. Patterns of early succession on bare peat in a Swiss mire after a bog burst. *Journal of vegetation science* 22, 943-954.
- (10) Caseldine C. & Gearyb A. 2005. A multiproxy approach to reconstructing surface wetness changes and prehistoric bog bursts in a raised mire system at Derryville Bog co. Tipperary, Irlande. *The Holocene* 15, 585-601.

NOTES

¹ Une doline est une excavation circulaire fermée de nature karstique, à fond plus ou moins plat, due à la dissolution de la roche-mère calcaire, pouvant avoir dix à plusieurs centaines de mètres de diamètre.

² La mégaphorbiaie désigne une formation végétale composée de grandes (1.5 à 2 m) plantes herbacées vivaces, qui se développe sur un sol frais et humide.

