

PROJET-PILOTE A2.1 AP SBS

ATTENUATION DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES : UNE UTILISATION DURABLE EST BONNE POUR LES MARAIS SUISSES

Sous-projet 2 : périmètre hydrologique pour les marais



Bassecourt, le 31 octobre 2025

Sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV)

Impressum

Mandant : Office fédéral de l'environnement (OFEV), division Biodiversité et Paysage, CH-3003 Berne

L'OFEV est un office du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC).

Mandataires :

Célien Montavon (CEMeco), Philippe Grosvernier (LIN'eco), Yann Pottier (Marais-tourbières, Emanuel Egger (Natura Consultus), Grégoire Schaub (Natura Consultus)

Auteur/autrice :

Célien Montavon (CEMeco), Emanuel Egger (Natura Consultus), Philippe Grosvernier (LIN'eco)

Direction générale du projet (OFEV) :

Gian-Reto Walther (Div. Biodiversité et paysage)

Support à la direction générale du projet :

Michael Herrmann (PrivatePublicConsulting), Andreas Scharnowski (PrivatePublicConsulting), Lena Gubler (WSL), Florian Knauss (ETH Zürich)

Groupe d'accompagnement :

Samuel Vogel (OFAG), Gudrun Schwilch (OFEV, Div. Sols), Patricia Gerber-Steinmann (CDPNP), Kurt Hollenstein (CIC), Lucas Wettstein (COSAC), Ariel Bergamini (WSL)

REMARQUE: LA PRÉSENTE ÉTUDE / LE PRÉSENT RAPPORT A ÉTÉ RÉALISÉ(E) SUR MANDAT DE L'OFEV. SEUL LE MANDATAIRE PORTE LA RESPONSABILITÉ DE SON CONTENU.

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION	5
1.1	Projet-pilote et sous-projets.....	5
1.2	Notion de périmètre hydrologique.....	5
2	METHODE.....	6
2.1	Participation des cantons	6
2.2	Sélection des objets marécageux	6
2.2.1	Représentation des différents types hydrologiques	7
2.3	Données de base utilisées	8
2.4	Produits livrés	8
3	RÉSULTATS DE L'EXPERTISE DES OBJETS MARÉCAGEUX.....	9
3.1	Types hydrologiques des marais.....	9
3.1.1	Région Jura	10
3.1.2	Région Plateau.....	10
3.1.3	Région Versant nord des Alpes	11
3.1.4	Alpes centrales occidentales	11
3.1.5	Alpes centrales orientales	12
3.1.6	Versant sud des Alpes	12
3.1.7	Types hydrologique et diagnostic du fonctionnement du marais	12
3.2	Périmètre hydrologique assurant la fonction hydrologique de la zone-tampon suffisante du point de vue écologique	12
3.2.1	Etendue du périmètre hydrologique.....	12
3.2.2	Sources de différences entre périmètre hydrologique indicatif (sous-projet 1) et périmètre hydrologique consolidé (sous-projet 2)	14
3.2.3	Statistique : comparaison de l'extension du périmètre hydrologique indicatif (sous-projet 1) et périmètre hydrologique consolidé (sous-projet 2).....	16
3.3	Types de perturbations.....	19
3.3.1	Drainage	21
3.3.2	Routes et chemins.....	22
3.3.3	Modification de cours d'eau.....	22
3.3.4	Abaissement du niveau de la nappe phréatique.....	22
3.3.5	Infrastructures récréatives	22
3.3.6	Modification de terrain, exploitation de tourbe	23
3.3.7	Captage de sources	23

3.3.8 Afforestation	23
4 INSTRUMENTS ET ÉTAT DE LA MISE EN ŒUVRE DANS LES CANTONS.....	25
4.1 Etat des connaissances dans les cantons.....	25
4.2 Instruments d'aménagement du territoire et pistes pour la mise en œuvre	25
4.3 Synergies potentielles avec d'autres périmètres pour la mise en œuvre du périmètre hydrologique.....	26
4.3.1 Sites marécageux.....	26
4.3.2 Zones de protection des eaux	27
4.3.3 Carte des surfaces humides potentielles (Agroscope)	28
4.3.4 Infrastructure écologique.....	28
5 DESCRIPTION DU PROCESSUS ET DIFFICULTÉS ET PISTES POUR LA MISE EN ŒUVRE	29
6 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	31
7 BIBLIOGRAPHIE.....	33
8 ANNEXES	35
Annexe 1 : Glossaire	37
Annexe 2 : schéma du processus Espace Marais.....	41

1 INTRODUCTION

1.1 PROJET-PILOTE ET SOUS-PROJETS

Le contexte dans lequel le projet pilote A2.1 de la Stratégie Biodiversité Suisse s'inscrit est décrit en détail dans le rapport général du projet. Le projet-pilote est divisé en 4 sous-projets distincts :

Le sous-projet 1, sous la responsabilité du bureau geo7 AG, consistait à calculer automatiquement un périmètre hydrologique indicatif pour tous les bas- et hauts-marais d'importance nationale de Suisse en se basant sur les outils SIG.

Le travail réalisé dans le cadre du présent sous-projet 2 (responsabilité du bureau CEMeco-Célien Montavon) avait pour objectif de consolider le périmètre hydrologique indicatif délimité par le bureau geo7 AG en procédant à une vérification de terrain sur un échantillon de 25 objets au minimum dont 1 supracantonal. Pour ce faire, la démarche Espace Marais illustrée en Annexe 2 a été appliquée. Les détails de la démarche sont expliqués sur le site www.marais.ch. Ce « périmètre hydrologique » consolidé devait servir de base pour délimiter la zone-tampon hydrologique des marais.

Le sous-projet 3, sous la responsabilité du bureau Quadra GmbH, utilisait les bases élaborées dans le cadre du sous-projet 2 pour les présenter aux acteurs locaux dans 10 régions de Suisse avec un accent mis sur le domaine de l'agriculture. L'équipe du sous-projet 3 s'appuyait également sur les résultats fournis par le sous-projet 4.

Le travail du sous-projet 4, sous la responsabilité de l'Agroscope, consistait à établir un catalogue des pratiques agricoles alternatives existantes sur les sols humides, dans le cas où la mise en œuvre de la zone-tampon hydrologique exige que les surfaces attenantes au biotope marécageux soient remouillées

1.2 NOTION DE PÉRIMÈTRE HYDROLOGIQUE

Le terme « zone-tampon hydrologique », dérivé du texte juridique, a été adapté au cours du mandat. Ce changement de terminologie est une des principales conclusions de ce projet-pilote et un résultat important pour la mise en œuvre de ces périmètres. En effet, il a été constaté que le terme « zone-tampon » n'est pas approprié pour le périmètre fourni comme base pour assurer la fonction hydrologique de la « zone-tampon suffisante du point de vue écologique » au sens de l'art. 3 des Ordonnances sur les marais d'importance nationale.

Il s'agit avant tout d'un périmètre au sein duquel il convient d'évaluer les projets et des infrastructures existantes en termes d'impact sur le régime local des eaux des biotopes marécageux (Art. 5 al. 2 let. g OBM, let. e OHM). Il ne s'agit pas de tamponner un effet néfaste venu de l'extérieur sur l'hydrologie du biotope mais de garantir un approvisionnement en eau approprié du biotope.

Par conséquent, le terme « périmètre hydrologique » consolidé du marais a été proposé. Il a été discuté avec l'OFEV. Les offices de protection de la nature des cantons ont été sensibilisés à l'importance de la communication autour de cette terminologie dans le cadre d'un workshop sur le thème « mise en œuvre des zones-tampon hydrologique ».

Outre la définition d'un « périmètre hydrologique » consolidé, la démarche Espace Marais prévoit également l'accompagnement des cantons dans le processus de mise en œuvre de la zone-tampon suffisante du point de vue écologique. Ce travail a été effectué dans la mesure du possible, compte tenu du fait qu'il s'agit là d'un processus de longue haleine qui s'est avérée difficilement réalisable dans le cadre d'un projet-pilote.

2 METHODE

Comme mentionné en introduction, la démarche Espace Marais, documentée sur le site www.marais.ch et illustrée en Annexe 2, a été utilisée. L'étape-clé du travail d'expert réalisé dans le cadre du présent sous-projet est la détermination des types hydrologiques des différentes unités constituant un objet marécageux. L'identification des types hydrologiques permet de comprendre le fonctionnement des différentes parties d'un objet marécageux et d'appréhender ainsi l'impact d'une perturbation, présente ou future, au sein de l'objet ou dans son périmètre hydrologique.

2.1 PARTICIPATION DES CANTONS

Une large majorité des cantons a participé au projet-pilote et proposé un objet marécageux à expertiser dans le cadre du travail du sous-projet 2 : AG, AI, AR, BE, FR, GL, GR, JU, LU, NE, NW, OW, SG, SZ, TG, TI, UR, VD, VS, ZG, ZH.

Les cantons de BS et BL n'ont pas d'objet marécageux d'importance nationale. Les cantons de GE, SO et SH ont peu d'objets et la mise en œuvre de la protection est déjà avancée.

En tant que responsables de la protection des milieux naturels d'importance nationale, ce sont les services cantonaux de protection de la nature qui ont été choisis en tant que répondants à l'équipe du sous-projet.

2.2 SÉLECTION DES OBJETS MARÉCAGEUX

26 lieux hébergeant des objets marécageux d'importance nationale proposés par les cantons participants ont été choisis pour une expertise hydrologique. Ceci a été déterminé de manière à avoir au minimum un objet des inventaires par canton et un objet supracantonal (à cheval entre 2 cantons).

Certains de ces lieux présentent un seul objet marécageux au sens des inventaires nationaux, d'autres plusieurs qui peuvent former une seule entité hydrologique (superposition de l'inventaire des haut-marais et bas-marais, marais dans le même compartiment paysager et hydrologique). Les objets ont été traités non pas au sens d'objet des inventaires mais au sens de biogéocénoses (Moorkomplex selon rapport du sous-projet 1, v. glossaire Annexe 1).

Ce sont donc au total 41 objets des inventaires des hauts- et bas-marais qui ont été traités. Leur répartition dans les différentes régions biogéographiques de la Suisse est illustrée sur la Figure 1 ci-dessous.

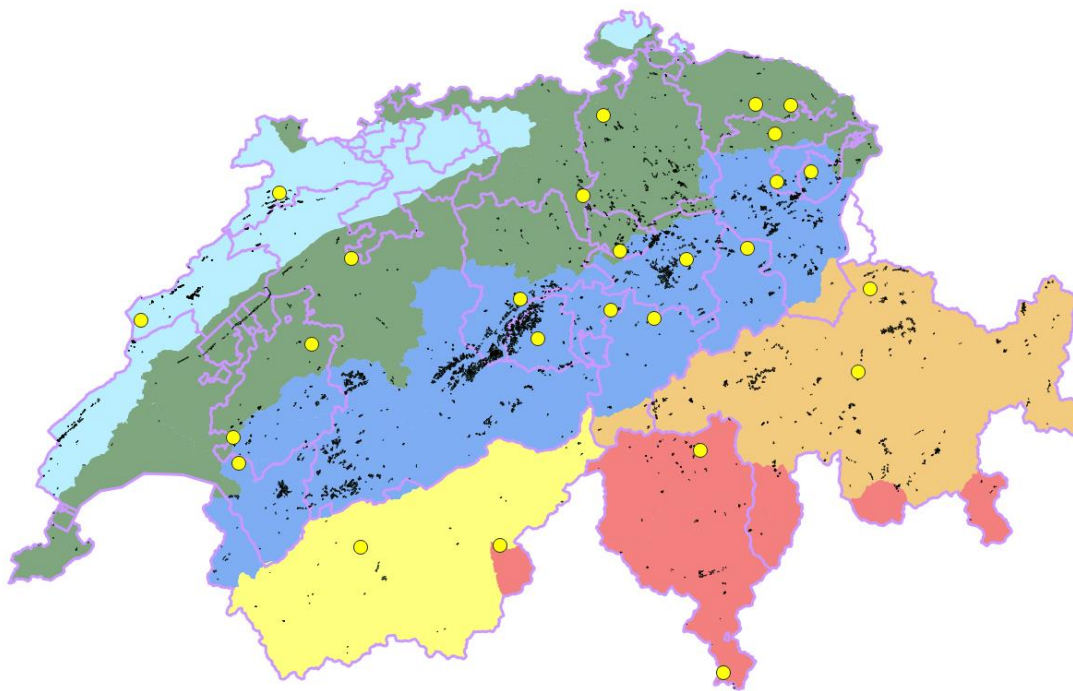


FIGURE 1: SITUATION DES OBJETS MARÉCAGEUX D'IMPORTANCE NATIONALE SÉLECTIONNÉS DANS LES DIFFÉRENTES RÉGIONS BIOGÉOGRAPHIQUES DE LA SUISSE

Dans les cantons des GR, VS et TI, 2 biogéocénoses ont été sélectionnées car chacun de ces cantons représente une région biogéographique à part entière.

2 objets supracantonaux ont finalement été retenus : l'objet Hudelmoos (bas-marais n° 216 + haut-marais n°135, SG/TG) est séparé en deux par la frontière cantonale alors que pour l'objet Les Mosses de la Rogivue (bas-marais n° 1400 + haut-marais n°60, FR/VD), l'objet marécageux est sur le territoire cantonal vaudois et le périmètre hydrologique est sur territoire fribourgeois, ce qui peut sensiblement modifier la problématique de la mise en œuvre.

Certains des lieux sélectionnés et leurs environs se superposent avec d'autres périmètres spéciaux, le but étant d'évaluer si des synergies sont possibles entre le périmètre hydrologique du marais (zone-tampon hydrologique) et ces périmètres. Ainsi 4 régions marécageuses se superposent avec des sites marécageux d'importance nationale, 5 se superposent avec des zones de protection des eaux souterraines. L'Agroscope a publié une carte des surfaces humides potentielles de Suisse (2018). Il s'agissait également d'étudier les potentielles synergies entre le périmètre hydrologique du marais et ces surfaces à fort potentiel de réhumidification. De la même manière, une potentielle synergie avec la trame humide de l'infrastructure écologique devait être investiguée.

2.2.1 REPRÉSENTATION DES DIFFÉRENTS TYPES HYDROLOGIQUES

Dans la mesure du possible, l'ensemble des principaux types hydrologiques des marais au sens de du manuel de conservation des marais en Suisse (Steiner & Grünig 1997) a été pris en compte dans les différentes régions biogéographiques de Suisse, à savoir les types suivants (v. glossaire, Annexe 1) :

- Fluviogène
- Topogène
- Soligène
- Ombrogène
- Limnogène

Cela a pu se faire en partie en choisissant des objets complexes, notamment dans les cantons-région (VS, TI, GR) biogéographique où seuls 2 biogéocénoses marécageuses ont été sélectionnées. La prise en compte de ces différents types hydrologiques avait pour but de mettre en évidence les potentielles différences d'extension du périmètre hydrologique en fonction du type de marais. Les objets marécageux suisses sont, dans de nombreux cas, composés de plusieurs parties présentant des types hydrologiques différents et son rarement des cas d'école d'un type hydrologique défini. Les marais sélectionnés dans le cadre du projet avaient pour prétention de donner une palette représentative des objets hydrogéomorphologiques de Suisse.

2.3 DONNÉES DE BASE UTILISÉES

Le périmètre hydrologique indicatif fourni par geo7 AG (sous-projet 1) a servi de base pour la délimitation du périmètre hydrologique consolidé.

Pour le travail d'expertise, ce sont les données de swisstopo et celles fournies par les cantons qui ont été utilisées. Une liste de ces données est fournie dans chacun des rapports d'expertise des objets sélectionnés.

2.4 PRODUITS LIVRÉS

Pour chacun des 26 lieux étudiés, les produits suivants sont disponibles pour les cantons concernés :

- **Rapport d'expertise** sous la forme d'un Powerpoint + **fiche de synthèse** au format PDF

Le rapport développe les différents résultats des étapes de la démarche Espace Marais (extension de la biogéocénose marécageuse par rapport au périmètre des inventaires, bassins versants classés et périmètre hydrologique consolidé, types hydrologiques des surfaces marécageuses au sein de la biogéocénose, perturbations dans le périmètre hydrologique consolidé). La fiche de synthèse reprend les éléments les plus importants du rapport.

- Jeu de **cartes** au format JPG ou PDF

Le jeu de cartes illustre les résultats des différentes étapes de la démarche Espace Marais développés dans le rapport

- Jeu de **données**

Le jeu de données contient toutes les couches SIG au Format ESRI shapefile utilisées pour la création des cartes. Le répertoire contient également un document Excel détaillant le modèle de données des différentes couches.

- Illustrations **photographiques** au format JPG (si disponible)

Jeu de photographies illustrant certaines situations mentionnées dans le rapport

3 RÉSULTATS DE L'EXPERTISE DES OBJETS MARÉCAGEUX

3.1 TYPES HYDROLOGIQUES DES MARAIS

Un exemple d'objet marécageux composé de différents types hydrologiques est illustré sur la Figure 2 ci-dessous. C'est sous cette forme de carte que les résultats sont présentés dans les produits livrés. L'objet est en grande partie soligène (dépendant des eaux de versant) mais un de ses secteurs a un fonctionnement différent : de la végétation ombrotrophe (v. glossaire, Annexe 1) s'est développée sur le type hydrologique primaire. Le type hydrologique de la végétation est donc secondaire. Cela signifie que la végétation aujourd'hui en place est alimentée par les eaux météoriques mais que la tourbe sous-jacente continue d'être approvisionnée par les eaux de versant. Cette eau est nécessaire sans quoi le niveau de nappe s'effondre. Ces parties du marais continuent d'avoir besoin de l'eau de leur bassin versant.

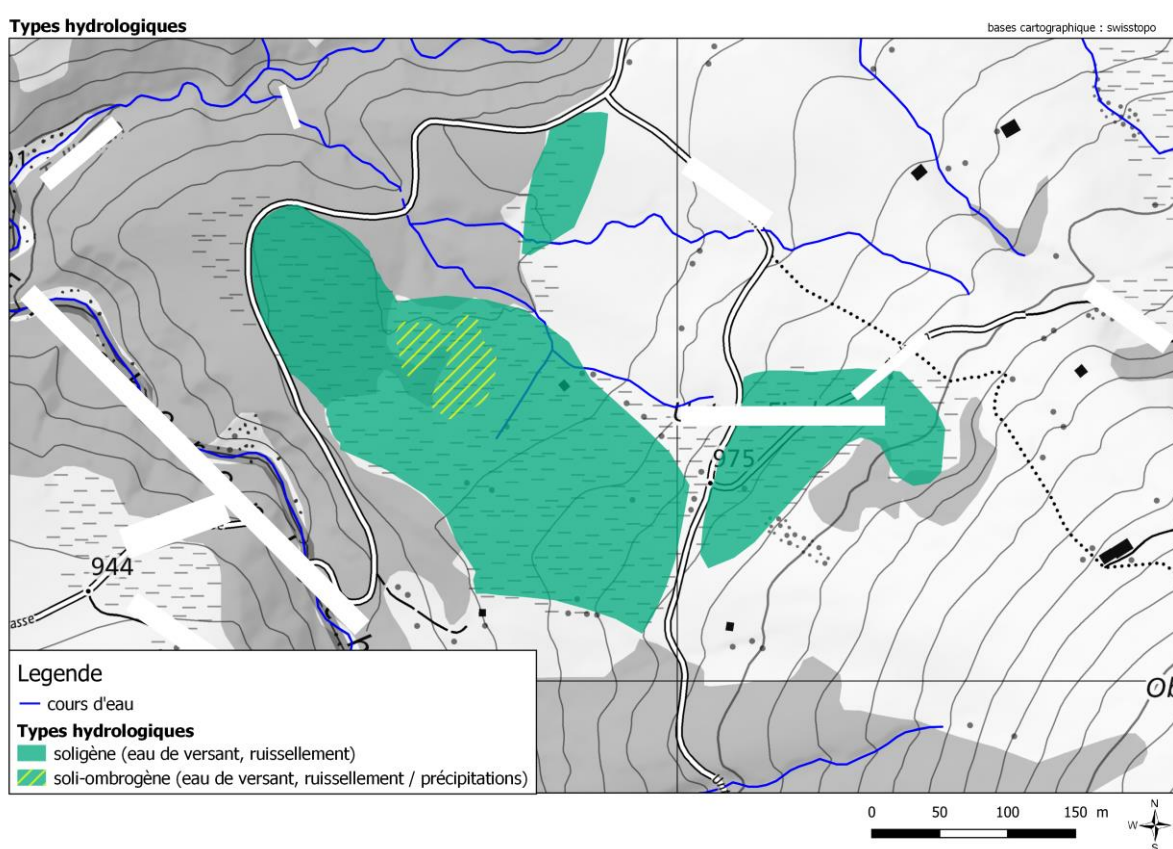


FIGURE 2 : LA CARTE CI-DESSUS ILLUSTRE UN MARAIS COMPOSÉ DE DEUX TYPES HYDROLOGIQUES DIFFÉRENTS. CES TYPES HYDROLOGIQUES SONT DÉCRITS DANS LA LÉGENDE. LE MARAIS EST PRINCIPALEMENT DE TYPE SOLIGÈNE (ALIMENTÉ PAR LES EAUX DE VERSANT, COULEUR VERTE) MAIS PRÉSENTE UN SECTEUR OÙ DE LA VÉGÉTATION OMBROTROPHE (ALIMENTÉ PAR LES PRÉCIPITATIONS) S'EST DÉVELOPPÉE SUR LE MARAIS PRIMAIRE.

Selon nos observations, certains types de marais semblent mieux représentés dans certaines régions biogéographique que d'autres mais l'échantillonnage réalisé ne permet pas de tirer des conclusions scientifiquement étayées : les marais topogènes ont été rencontrés au fond des cuvettes entre les collines morainiques des paysages périglaciaires de l'est du Plateau, les grands marais limnogènes se rencontrent sur le Plateau, les marais fluviogènes se situent principalement dans les vallées fluviales du versant nord des Alpes et du centre du Plateau et dans la plaine du Rhône, les marais soligènes sont les plus courants et sont présents sur le relief, les marais ombrogènes dominent dans le Jura.

Certaines régions présentent des types de marais spécifiques. Les résultats par région sont présentés dans les chapitres dédiés ci-dessous.

3.1.1 RÉGION JURA

4 cantons s'étendent dans la région biogéographique Jura (BE, JU, NE, VD). La majeure partie des biotopes marécageux se trouvent sur des secteurs karstiques de telle manière qu'il n'y a pas de cours d'eau majeur dans les environs et par conséquent pas d'objet de type fluviogène dans ce contexte.

On retrouve cependant des marais fluviogènes au bord de l'Orbe dans la vallée de Joux. Le canton de VD a d'ores et déjà délimité un périmètre hydrologique à ces biotopes avec l'approche Espace Marais, de telle manière qu'il n'était pas judicieux de reprendre cet exemple. Les cours d'eau présents à proximité des biotopes marécageux naissent généralement du drainage naturel du corps de tourbe des hauts-marais (vallée des Ponts, vallée de la Brévine).

Deux hauts-marais ont été choisis dans la région Jura (cantons JU et NE), soit deux objets de type ombrogène. Ces objets ne sont cependant pas ombrogènes stricts : le haut-marais ombrotrophe s'est développé sur des bas-marais de telle manière que nous sommes majoritairement en présence d'objets de type soli-ombrogène (comme dans l'exemple illustré plus haut), soit au moins en partie dépendants des eaux de versant.

L'étendue du périmètre hydrologique est restreinte car le bassin versant est limité par les couches calcaires jurassiques perméables où l'eau s'infiltre. Dans le cas de l'objet NE, des sources se trouvent à la limite des calcaires du Jurassique et du Crétacé assurant un apport constant en eau aux biotopes. L'objet JU est alimenté uniquement par les ruissellements de surface et de subsurface, signe que les conditions climatiques jurassiennes sont (ou étaient) suffisantes pour le développement d'un marais de pente avec un bassin versant restreint.

3.1.2 RÉGION PLATEAU

Le paysage du Plateau est marqué par le passage des glaciers et par les rivières en provenance des Préalpes et cela se traduit dans les types de marais rencontrés.

Des cours d'eau majeurs comme la Reuss ont formé des bras morts qui se sont progressivement atterrés pour former des marais fluviogènes. Les fonds de vallée de tels cours d'eau présentent d'importants aquifères et un niveau de nappe, normalement proche de la surface, permettant l'alimentation du biotope marécageux alors qu'il est déconnecté du lit du cours d'eau. Dans ce genre de cas, le bassin versant du cours d'eau peut être très étendu de telle manière qu'il n'est pas possible de le considérer dans la délimitation du périmètre hydrologique pour le marais. Il s'agit alors de maintenir un niveau de nappe phréatique dans la plaine alluviale suffisamment proche du sol pour permettre l'alimentation du biotope.

D'autres marais fluviogènes naissent des cours d'eau mineurs, de ruisseaux issus des dépôts morainiques. Dans ce cas, la dynamique alluviale est moins marquée et le cours d'eau peut être associé à la formation d'un lac dans les dépressions et, par conséquent, de marais limnogènes dans ce contexte géomorphologique. Ici également c'est le niveau de nappe dans la plaine du cours d'eau qui est déterminant.

Les lacs et les cuvettes glaciaires creusés par l'action du glacier s'atterrissent et forment des marais limnogènes. En certains endroits, on peut espérer retrouver des chaudrons glaciaires (ou kettle) issus de la fonte d'une glace morte. Un tel objet géomorphologique était attendu sur le site du bas-marais n°227 Rüeggenschwiler Moos dans le canton de St-Gall mais après expertise, il s'est avéré que l'objet ne correspondait pas aux critères du chaudron glaciaire. Dans le cas des marais limnogènes sur des plans d'eau de grande envergure, c'est la régulation du niveau du plan d'eau qui est déterminante. Pour les marais se développant sur de petits plans d'eau, le bassin versant joue un rôle important. La méthode de calcul des surfaces hydrologiques déterminantes pour les marais de geo7 ne tient pas compte des bassins versant des plans d'eau supérieur à 1 ha.

De nombreuses dépressions dans les paysages morainiques se combrent par paludification. Les collines morainiques sont très souvent des aquifères qui relâchent de l'eau lentement en pied de versant. Cette restitution de l'eau n'est pas toujours constante de telle manière que la cuvette se ressuie. Nous assistons donc à un remplissage sans passer par la formation d'un plan d'eau. Les précipitations qui tombe sur la moraine contribuent à la recharger en eau et alimentent les biotopes marécageux par ruissellement sur les versants. L'objet dans le canton d'AI situé dans la région biogéographique « versant nord des Alpes » est également de ce type.

3.1.3 RÉGION VERSANT NORD DES ALPES

Une majorité des objets proposés par les cantons et se situant sur le versant nord des Alpes est soligène. Ce type de marais est largement dominant dans cette région biogéographique. Ceci est naturellement lié au relief mais aussi et surtout au climat très pluvieux et à la nature des roches. De nombreux marais de pente se situent sur le complexe Voirons-Wägital, soit une série de nappes de Flysch imperméables (Flysch du Gurnigel (objet VD), Flysch du Schlieren, Flysch de Wägital). Certains marais se développent sur des Wildflysch (objet NW). Les marais de pente dépendent donc souvent de leur bassin versant. On retrouve cependant de nombreux cas où des dépôts morainiques et des masses glissées jouent respectivement le rôle d'aquifère (objet LU) ou de zones percolées (objet AR, GL, OW). Selon les analyses statistiques réalisées par le WSL (Küchler et al., 2018), les marais soligènes sont ceux qui s'est le plus asséchés au cours des dernières décennies.

L'objet vaudois est un marais de pente particulier puisqu'il s'agit d'un marais d'ensellement : les eaux des versants d'écoulent en direction d'une ligne de séparation des eaux et un biotope marécageux se forme sur et de part et d'autre de la ligne de séparation. L'objet NE est également de ce type hydrologique.

Le Breitried (SZ) s'apparente aux marais fluviogènes en lien avec les grands cours d'eau mais dépend de cours d'eau de gabarit moyen car nous nous trouvons au pied des Alpes en tête de bassin versant. Nous retrouvons un marais associé à la nappe phréatique des cours d'eau et mais aussi d'un lac périglaciaire dans lequel les cours d'eau ont formé leurs deltas. Aujourd'hui, le lac est artificiel et ne s'étend plus aussi loin vers l'amont que le lac périglaciaire, mais il joue certainement un rôle majeur sur l'hydrologie régionale. Le cas du Breitried est intéressant car il s'agit en partie d'un marais fluviogène sous l'influence de deux cours d'eau. Ces deux cours d'eau ont un fonctionnement différent l'un de l'autre : la Sihl est un cours d'eau calme qui, avant qu'il ne soit canalisé, méandrait tranquillement dans la plaine. La Minster a par contre un régime de torrent dynamique mais a également été canalisée depuis. Cette dynamique se retrouve toutefois dans les sédiments, ce qui fait que le marais limno-fluviogène s'est moins développé du côté de la Minster.

3.1.4 ALPES CENTRALES OCCIDENTALES

Cette région est plutôt sèche. Hormis les quelques restes de marais fluviogènes autrefois bien plus étendus qu'on retrouve dans la plaine du Rhône (objet BM n° 1363 Poutafontana), la plupart des marais se situent en altitude et sont liés à des lacs de montagne (la Rèche, Lac de Lona, lac de Champex, Lac de Tsofeiret, Lac de Chanrion, Bonigersee).

L'objet Simplonpass/Hopschusee se situe à la limite entre la région Alpes centrales occidentales et versant sud des Alpes. Il s'agit d'un haut-marais sur roche moutonnée typique : l'action du glacier sur le socle cristallin a créé une succession de petites buttes et de dépressions au sein desquelles se développe la végétation marécageuse. Dans le cas du Simplon, les petites dépressions peuvent former des micro-biotopes de type soligène, limnogène, fluviogène ou topogène.

On retrouve ce type de marais au TI et GR où le socle cristallin affleure (p. ex. Bosch de San Remo, col du San Bernardino).

3.1.5 ALPES CENTRALES ORIENTALES

Les Grisons s'apparentent au Valais en termes de climat et de géologie. On relève cependant que le Valais reçoit moins de précipitations et est plus ensoleillé. Ceci pourrait expliquer, outre de nombreux autres facteurs qui n'ont pas été considérés ici, la différence de densité de biotopes marécageux sur le territoire.

Le complexe de marais le plus étendu (bas-marais Triemel/Cunggel, Ried Faninpass, Clun, Fidiser Heuberg, Tanail, Fondei) repose sur des Flysch imperméables (Prättigau Flysch).

Aux Grisons et aux Tessin, les types hydrologiques des marais dépendent de la situation topographique mais il semble, à première vue, que les marais soligènes dominent.

3.1.6 VERSANT SUD DES ALPES

Tout comme le Valais et les Grisons, le Tessin s'étend majoritairement sur des roches cristallines. Le sud où se trouve l'objet étudié « Pre Murin » se situe cependant sur des roches sédimentaires carbonatées (calcaire, dolomie). Le canton présente un climat contrasté : chaud et ensoleillé au sud et froid au nord, en altitude. C'est notamment là qu'on retrouve le plus de marais avec la plaine du Ticino qui est un marais fluviogène.

Les précipitations sont plus abondantes qu'en Valais et aux Grisons. Elles sont particulièrement abondantes autour du massif du Gotthard.

3.1.7 TYPES HYDROLOGIQUE ET DIAGNOSTIC DU FONCTIONNEMENT DU MARAIS

La détermination du(es) type(s) hydrologique(s) du marais est l'étape clé du travail réalisé dans le cadre du sous-projet 2. La classification des surfaces marécageuses dans un certain type hydrologique permet de matérialiser le fonctionnement hydrologique des surfaces. Ce diagnostic permet d'appréhender l'impact du déficit hydrique lié aux perturbations selon le type (v. chapitre 3.3). Il devient ainsi plus facile d'appréhender l'impact d'un projet dans la zone-tampon hydrologique (ou périmètre hydrologique du marais, chapitre 3.2).

3.2 PÉRIMÈTRE HYDROLOGIQUE ASSURANT LA FONCTION HYDROLOGIQUE DE LA ZONE-TAMPON SUFFISANTE DU POINT DE VUE ÉCOLOGIQUE

3.2.1 ETENDUE DU PÉRIMÈTRE HYDROLOGIQUE

Selon l'approche Espace Marais (www.marais.ch), le périmètre hydrologique délimité est articulé en plusieurs types de surfaces. Ces types de surfaces sont plus ou moins importants et sensibles aux perturbations. On distingue :

- L'objet marécageux à protéger lui-même sous la forme d'une biogéocénose (=Moorkomplex).
- Les surfaces qui contribuent à l'approvisionnement en eau par ruissellement direct dans le marais
- Les surfaces qui alimentent un cours d'eau contribuant à l'hydrologie du marais
- Les surfaces où l'eau s'infiltre et alimente le marais via des sources ou la nappe d'eau.
- Les surfaces alimentant un cours d'eau qui risque d'éroder les sols marécageux.
- Un ourlet sensible de 25 à 50m de large autour du biotope au sein duquel tout drainage et modification de terrain devraient être proscrit. Cet ourlet ne fait pas partie du bassin versant (situé en aval) et n'approvisionne pas le marais en eau mais protège le marais contre la vidange du système.

Le calcul automatique du périmètre hydrologique indicatif grâce aux outils SIG (résultats du sous-projet 1) permet de distinguer la plupart des types de surfaces et leur extension grâce à une

optimisation des algorithmes. Il n'est par contre pas possible d'identifier les surfaces où l'eau s'infiltre. Cette identification doit se faire par une expertise des cartes géologiques et hydrogéologiques et une visite de terrain (observation de la végétation, de la géomorphologie) réalisée dans le cadre du travail du sous-projet 2. Ainsi, une partie des surfaces qui avaient été identifiées comme bassin versant topographique de la biogéocénose marécageuse peut être reclassée comme surface d'infiltration suite à l'expertise. Les surfaces où l'eau s'infiltre peuvent contribuer ou pas à l'approvisionnement en eau du marais. Dans le second cas, les surfaces sont tout simplement exclues des données. On peut notamment citer le cas de la vallée de Joux (VD) où l'eau du versant nord de l'anticlinal du Marchairuz s'infiltre et ressort sous forme de sources en pied de versant et alimente les biotopes marécageux dans la vallée. Sur le versant opposé, le versant sud du Mont Risoux, l'eau s'infiltre et s'écoule dans le karst jusqu'aux grottes de Vallorbe. Elle ne contribue pas à l'alimentation des biotopes de la vallée de Joux.

Il appartient aux cantons, sur les conseils d'un expert, de prendre en compte tout ou partie des surfaces par type pour la délimitation du périmètre hydrologique à mettre en œuvre. L'hydrologie des surfaces où l'eau s'infiltre est moins sensible que les autres surfaces d'alimentation (bassins versants classés). Le principal risque d'atteinte est leur imperméabilisation qui empêcherait l'infiltration. Ainsi l'intégration des surfaces d'infiltration en contexte urbanisé est judicieuse alors qu'on peut réfléchir à la nécessité de les prendre en compte dans un contexte alpin par exemple.

Quant aux bassins versant de cours d'eau présentant un risque d'érosion, ils ne contribuent pas à l'alimentation en eau de la biogéocénose mais peuvent contribuer à son drainage en incisant les cours d'eau à proximité direct du biotope. Par conséquent, il est recommandé d'intégrer ces surfaces au périmètre hydrologique.

Un exemple fictif de périmètre hydrologique consolidé servant de base pour la délimitation d'un périmètre assurant la fonction hydrologique de la zone-tampon suffisante du point de vue écologique d'un objet marécageux est présenté sur la Figure 3.

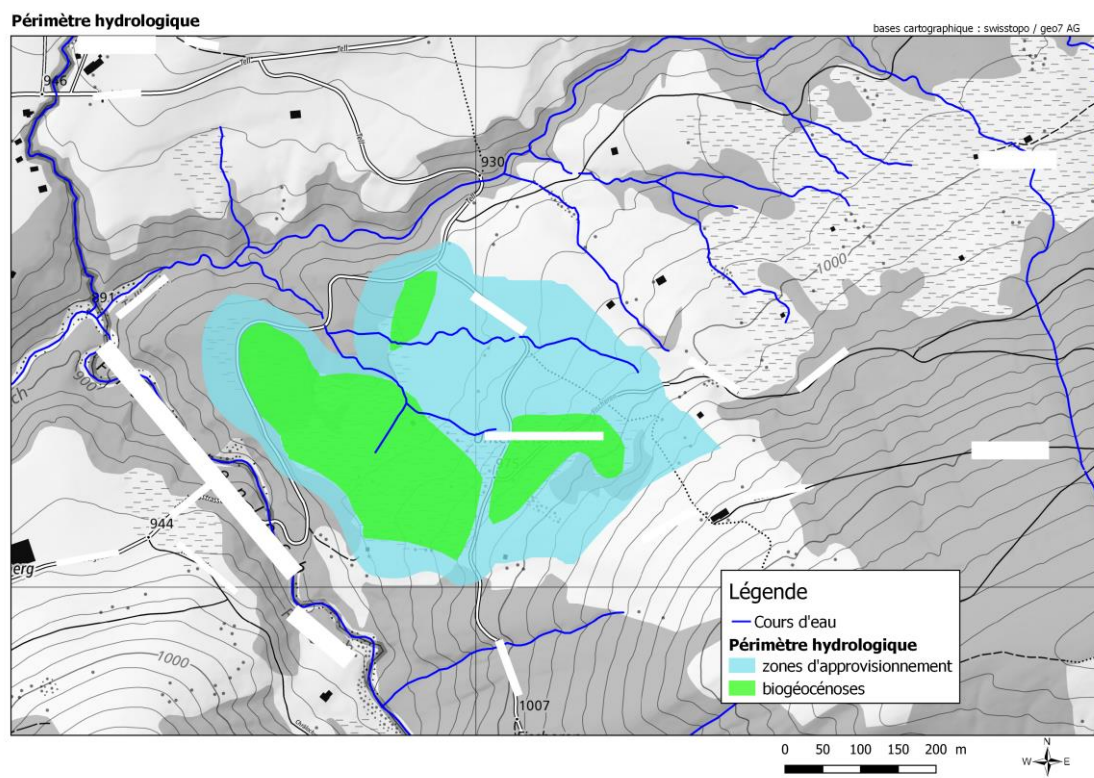


FIGURE 3 : LA CARTE CI-DESSUS ILLUSTRE UN EXEMPLE DE PÉRIMÈTRE HYDROLOGIQUE CONSOLIDÉ (EN BLEU TURQUOISE) PROPOSÉ POUR LES BIOGÉOCÉNOSES ILLUSTRÉES EN VERT. CE PÉRIMÈTRE EST DÉRIVÉ DES BASSINS VERSANTS CLASSÉS PRÉSENTÉS SUR LA FIGURE 4 CI-DESSOUS. LE PÉRIMÈTRE HYDROLOGIQUE DIFFÈRE DE CELUI DES BASSINS VERSANTS CLASSÉS CAR LES SURFACES D'INFILTRATION N'ONT PAS ÉTÉ CONSERVÉES DANS CET EXEMPLE FICTIF.

Ce périmètre découle des bassins versants classés calculés par SIG et corrigés par le travail des experts illustrés en Figure 4 (en bas à gauche). En effet, sur cette carte des bassins versants classés, on observe une surface d'infiltration faisant partie du périmètre hydrologique consolidé. Dans cet exemple fictif, cette surface n'a pas été prise en compte dans le périmètre hydrologique final (Figure 3) car il n'a pas été jugé utile d'intégrer cette surface.

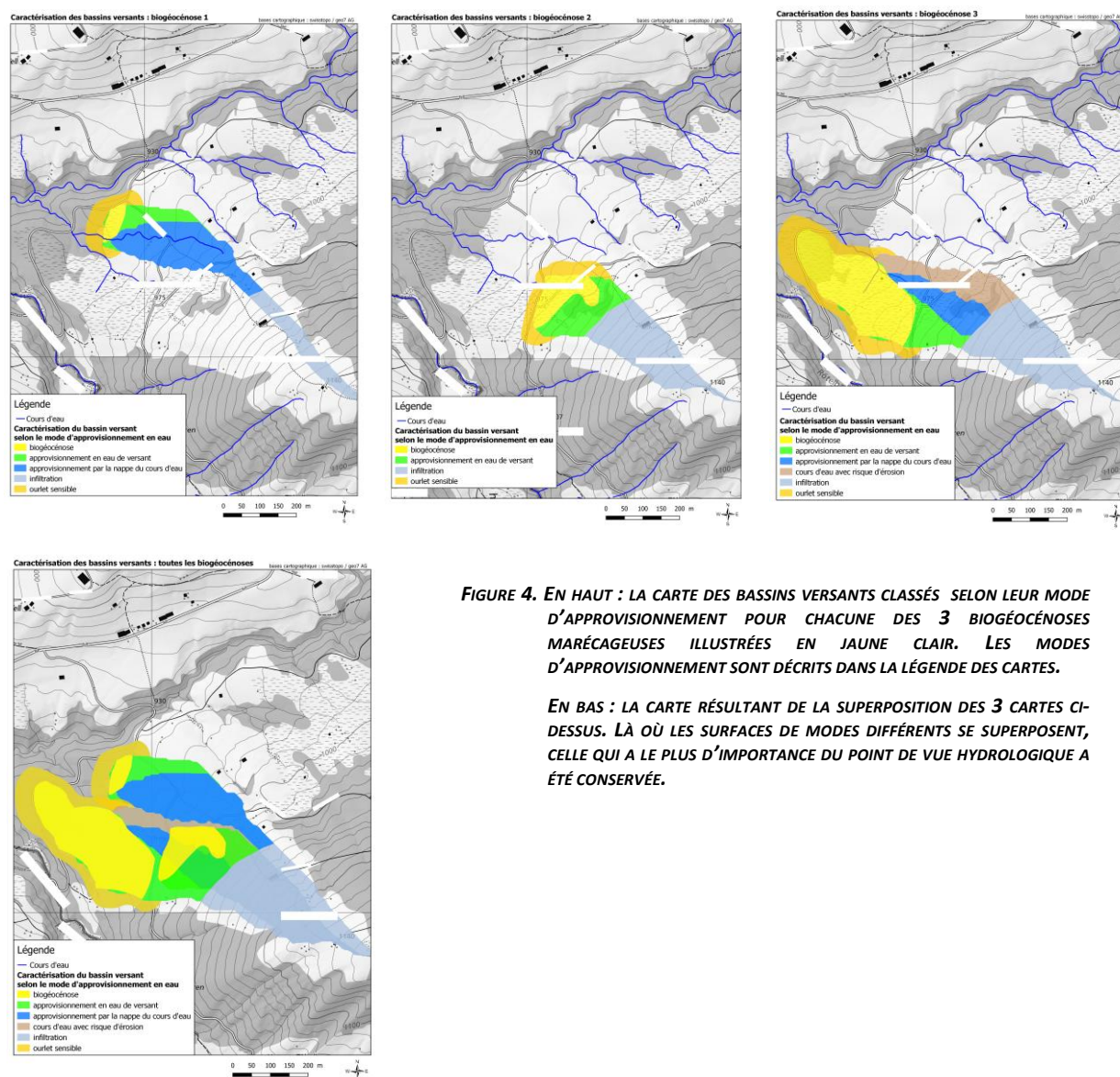


FIGURE 4. EN HAUT : LA CARTE DES BASSINS VERSANTS CLASSÉS SELON LEUR MODE D'APPROVISIONNEMENT POUR CHACUNE DES 3 BIOGÉOCÉNOSES MARÉCAGEUSES ILLUSTRÉES EN JAUNE CLAIR. LES MODES D'APPROVISIONNEMENT SONT DÉCRITS DANS LA LÉGENDE DES CARTES.

EN BAS : LA CARTE RÉSULTANT DE LA SUPERPOSITION DES 3 CARTES CI-DESSUS. LÀ OÙ LES SURFACES DE MODES DIFFÉRENTS SE SUPERPOSENT, CELLE QUI A LE PLUS D'IMPORTANCE DU POINT DE VUE HYDROLOGIQUE A ÉTÉ CONSERVÉE.

3.2.2 SOURCES DE DIFFÉRENCES ENTRE PÉRIMÈTRE HYDROLOGIQUE INDICATIF (SOUS-PROJET 1) ET PÉRIMÈTRE HYDROLOGIQUE CONSOLIDÉ (SOUS-PROJET 2)

Les résultats du travail du sous-projet 1 ont été soumis à un contrôle qualité de la part des experts mis en place dans le cadre du projet-pilote. Ainsi, tous les périmètres hydrologiques indicatifs calculés ont été passés en revue afin d'obtenir un jeu de données fiable sur lequel l'OFEV et les cantons peuvent s'appuyer.

L'optimisation des algorithmes de calcul du périmètre hydrologique indicatif permet d'obtenir des résultats précis en termes d'extension des surfaces d'alimentation (bassin versants classés). Une des principales sources d'erreur vient de la fiabilité des données qui sont utilisées comme base pour le calcul automatique et notamment le TLM3D cours d'eau. L'algorithme présente des limites dans la

différenciation entre ce qui est un vrai cours d'eau et ce qui est un fossé drainant, qui ont souvent été cartographiés comme cours d'eau. Ce problème a cependant pu être résolu en partie déjà au niveau du calcul automatique et en partie par le contrôle qualité au niveau des travaux du sous-projet 1.

Un autre problème avec l'utilisation du TLM3D cours d'eau est le tracé véritable du cours d'eau lorsqu'il a, par exemple, été mis sous tuyau. Dans ce genre de cas, le tracé est extra- et interpolé par swisstopo entre l'entrée de la mise sous tuyau et une sortie identifiée à l'aval. Ceci ne correspond pas toujours à la réalité qui doit être vérifiée sur le terrain (travail sous-projet 2) car cela peut avoir des répercussions sur la délimitation du périmètre hydrologique.

Un exemple est illustré sur la Figure 5 : le ruisseau à l'est du site a été mis sous tuyau et s'écoule vers le cours d'eau principal à l'exutoire du site de telle manière qu'il n'alimente pas la biogéocénose marécageuse. Dans la réalité, une digue a été mise en place (photo) de manière à ce que le cours d'eau ne s'écoule plus dans le marais comme il le ferait naturellement. La végétation marécageuse a aujourd'hui disparu dans ce secteur. Le bassin versant de ce cours d'eau devrait être intégrée au périmètre hydrologique.

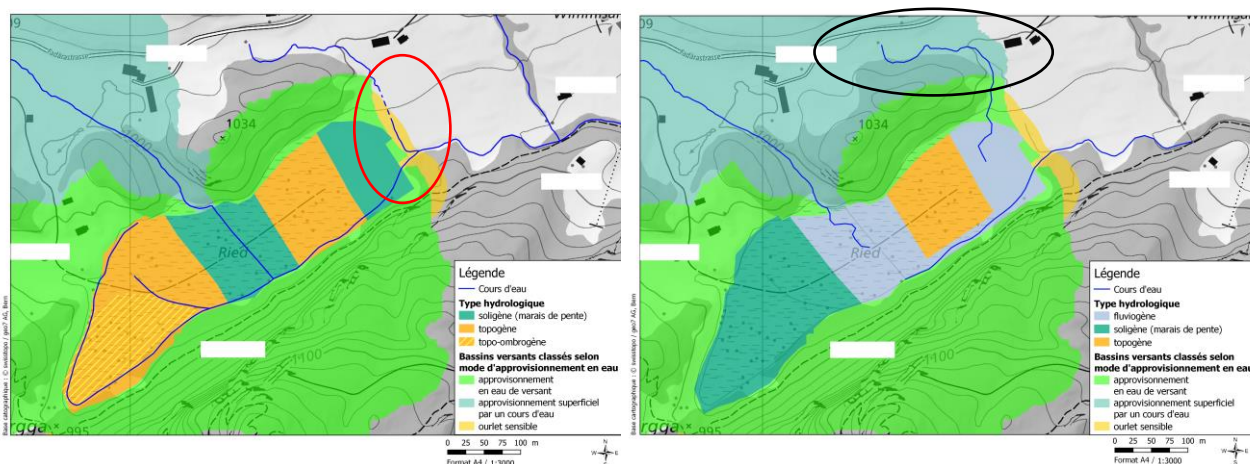


FIGURE 5 : EN HAUT À GAUCHE, LE RUISSEAU EST MIS SOUS TUYAU (ENTOURÉ EN ROUGE) ET S'ÉCOULE VERS LE COURS D'EAU PRINCIPAL. PHOTO EN BAS À GAUCHE, UNE DIGUE A ÉTÉ ÉRIGÉE POUR DÉVIER LE COURS D'EAU HORS DE LA BIOGÉOCÉNOSE. EN HAUT À DROITE, LE BASSIN VERSANT DU COURS D'EAU (ENTOURÉ EN NOIR) DEVRAIT ÊTRE PRIS EN COMPTE DANS LE PÉRIMÈTRE HYDROLOGIQUE. © CEMECO

Un autre exemple est illustré sur la Figure 6 : le ruisseau illustré par un traitillé rose dont le tracé issu de TLM3D cours d'eau n'existe pas. Il s'agit dans la réalité d'un sentier emprunté par le bétail et bordé de végétation buissonnante. Le véritable cours d'eau est illustré en violet. Ceci fausse complètement le calcul automatique des bassins versants.

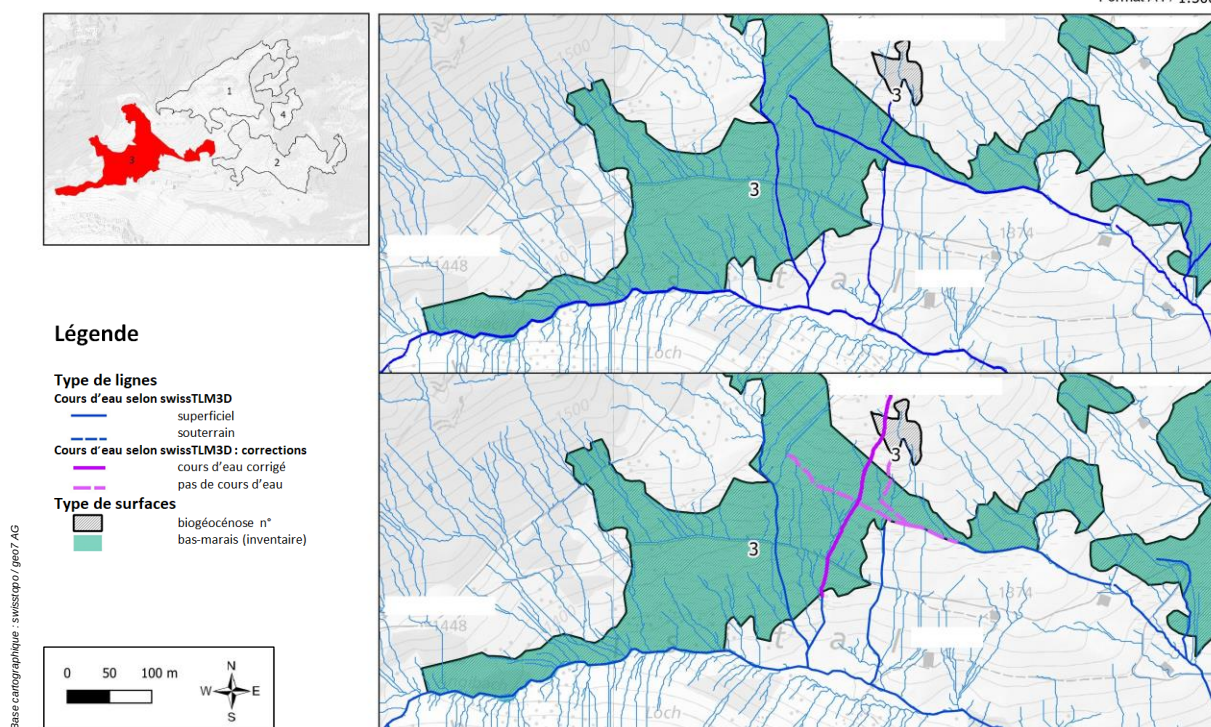


FIGURE 6 : EN HAUT À DROITE, LES DONNÉES SWISSTLM3D COURS D'EAU. EN BAS À DROITE, LES ERREURS CONSTATÉES SUR LE TERRAIN. LE COURS D'EAU ILLUSTRÉ PAR UN TRAITILLÉ ROSE N'EXISTE PAS. LE VÉRITABLE COURS D'EAU EST ILLUSTRÉ EN VIOLET.

Une solution pour résoudre ce problème serait d'avoir des données plus précises que le TLM3D en termes d'inventaire des cours d'eau pour le calcul automatique. Certains cantons disposent de données plus précises mais ce n'est pas toujours le cas. Par conséquent, une visite de terrain reste le meilleur moyen de pallier ce déficit de précision.

3.2.3 STATISTIQUE : COMPARAISON DE L'EXTENSION DU PÉRIMÈTRE HYDROLOGIQUE INDICATIF (SOUS-PROJET 1) ET PÉRIMÈTRE HYDROLOGIQUE CONSOLIDÉ (SOUS-PROJET 2)

Il était attendu des différentes méthodes de délimitation du périmètre hydrologique des marais que l'étendue du périmètre hydrologique indicatif (sous-projet 1) soit plus petite que celle du bassin versant topographique et, qu'à son tour, le périmètre hydrologique consolidé du marais (sous-projet 2) soit moins étendu que le périmètre hydrologique indicatif.

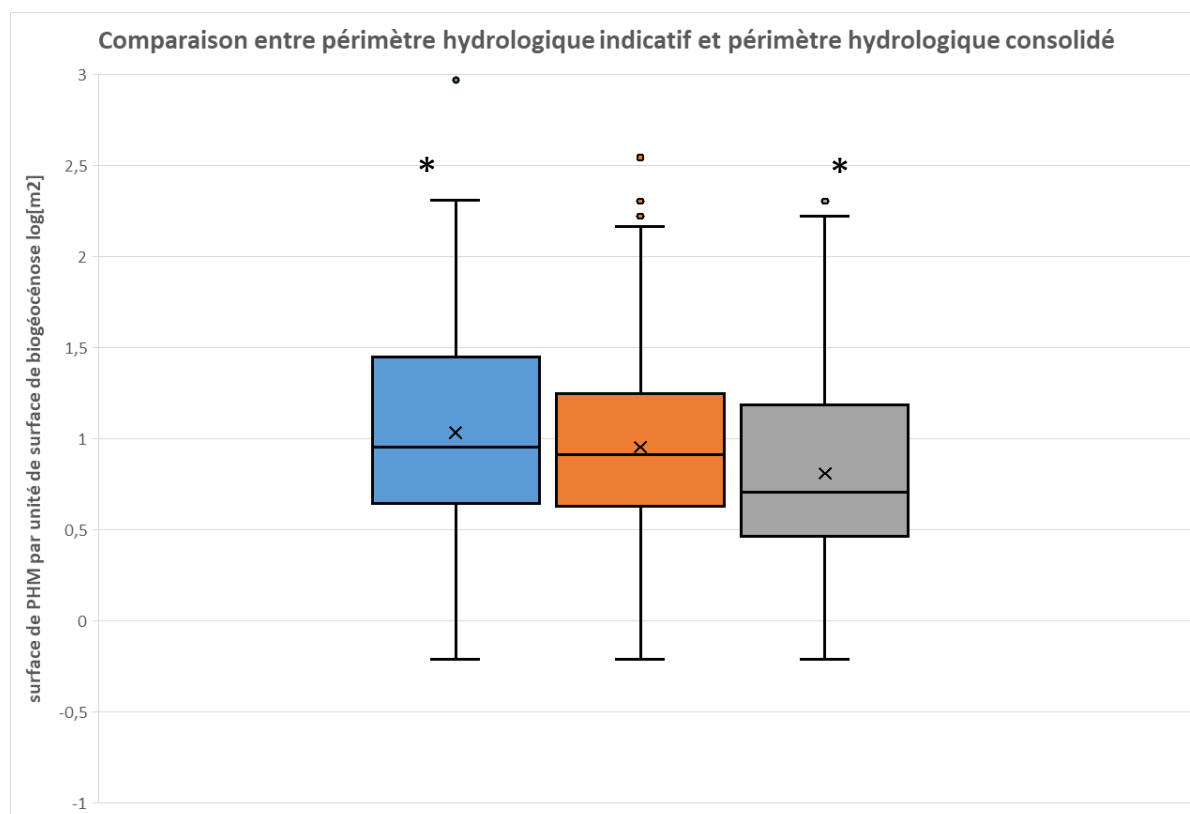
De la même manière, on aurait pu s'attendre à ce que les objets marécageux d'un certain type hydrologique nécessitent un périmètre hydrologique plus restreint que d'autres types. C'est effectivement vrai dans certains cas précis considérés comme cas d'école. De nombreux objets sont complexes et constitués de plusieurs parties au fonctionnement hydrologique distinct, certaines nécessitant des apports du bassin versant, d'autre étant alimentées par la nappe phréatique ou encore ne fonctionnant qu'avec les apports météoriques.

Pour les calculs statistiques, les périmètres hydrologiques des surfaces de type hydrologique différent dans les biogéocénoses marécageuses ont été considérés. Les aires de ces périmètres ont été divisées par la superficie des surfaces qu'ils approvisionnent en eau. Ceci permet de comparer l'aire des périmètres hydrologiques pour des surfaces de même taille.

L'extension du périmètre hydrologique indicatif (résultat sous-projet 1) ne diffère que peu du périmètre hydrologique consolidé (résultat sous-projet 2) (Graphique 1, respectivement box bleu et

orange). Ceci est lié au fait qu'un contrôle qualité a été effectué sur les résultats du sous-projet 1. Les différences sont liées à certaines observations faites sur le terrain ou à une étude approfondie des données de base. Les résultats du sous-projet 1 représentent par conséquent déjà une base fiable de périmètre.

Selon ce qui a été évoqué plus haut, on peut se poser la question si les zones d'approvisionnement en eau sur lesquelles l'eau s'infiltre doivent être prises en compte dans le périmètre hydrologique (chap. 3.2.1). Si ces zones sont écartées du périmètre hydrologique, alors la différence des surfaces entre périmètre hydrologique indicatif et périmètre hydrologique consolidé est plus importante (Graphique 1, respectivement box bleu et gris). Selon les tests statistiques réalisés, la différence est significative dans ce cas (ANOVA, $p=0.02$).



GRAPHIQUE 1: BOXPLOT BLEU : PÉRIMÈTRE HYDROLOGIQUE INDICATIF (N=73. MEDIANE : 0.95). BOXPLOT ORANGE: PÉRIMÈTRE HYDROLOGIQUE CONSOLIDÉ (N=73. LOG10 MEDIANE : 0.912). BOXPLOT GRIS : PÉRIMÈTRE HYDROLOGIQUE CONSOLIDÉ SANS LES BASSINS VERSANTS D'INFILTRATION (N=73. LOG10 MEDIANE : 0.7).

Ce sont les surfaces marécageuses de type fluviogène qui ont les périmètres hydrologiques les plus étendus (Graphique 2, box bleu). Ceci n'est pas étonnant car elles nécessitent la prise en compte des bassins versants du ou des cours d'eau qui les alimentent. Le périmètre hydrologique de ces objets est significativement plus étendu que celui des marais soligènes et limnogènes (ANOVA, respectivement $P=0.0008$ et 0.014).

Contrairement à ce qu'on pouvait penser, les surfaces soligènes ont un périmètre hydrologique relativement restreint (Graphique 2, box orange). On aurait pu en effet s'attendre à ce que des marais approvisionnés par les eaux de pente aient besoin d'un grand bassin versant. Ceci est peut-être lié au fait que de nombreux marais de pente assez étendus se développent sur ou en contrebas de masses glissées, généralement saturées en eau mais dont l'extension est limitée.

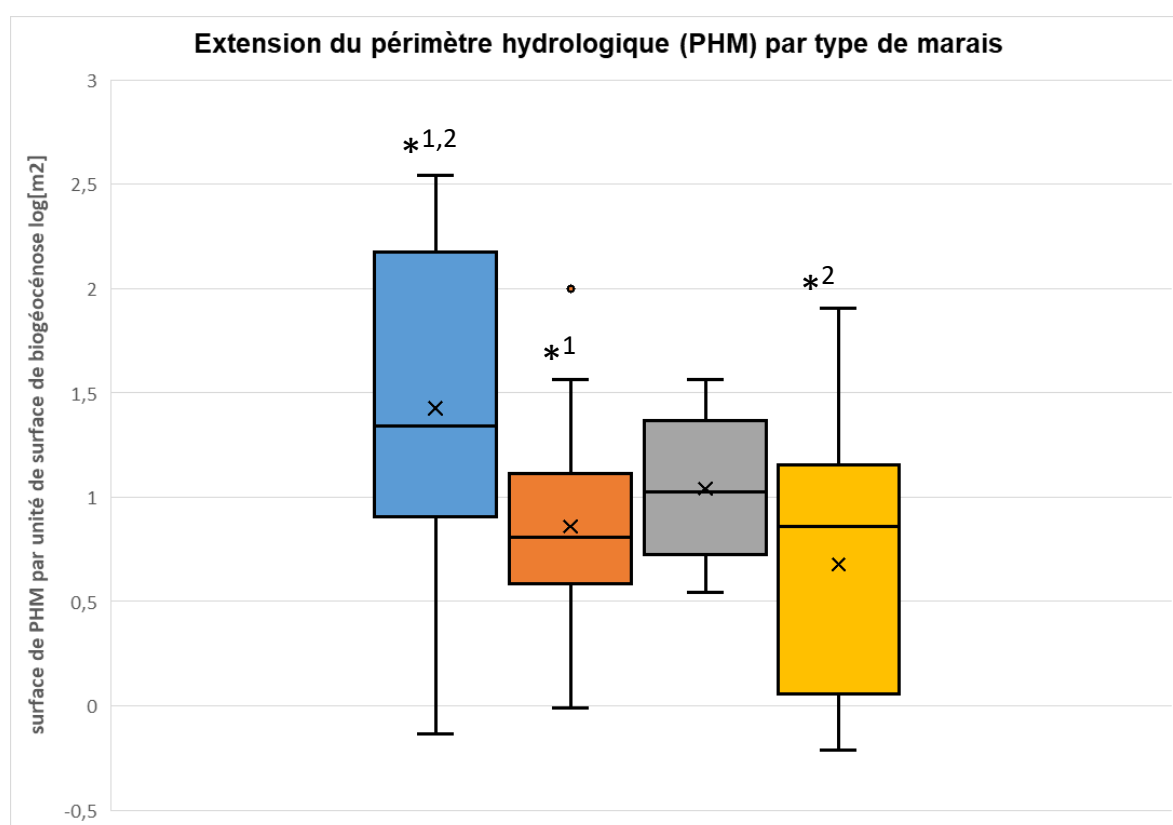
Les marais limnogènes ont les périmètres hydrologiques les plus restreints (Graphique 2, box jaune). Dans ce cas, la végétation marécageuse dépend du niveau d'eau et il suffit que celui-ci soit maintenu pour que le système soit fonctionnel.

Les cas de marais limnogènes se développant sur des lacs étendus (p. ex SZ, GR) et de manière général sur les lacs >1ha ont un périmètre hydrologique quasiment nul car le maintien du niveau est généralement déterminé par la régulation. La prise en compte d'un bassin versant très étendu est donc superflue. Seul un ourlet sensible autour de l'objet les protège du drainage là où il n'est pas en contact avec le plan d'eau. Le niveau du lac est figuré sous la forme d'un tampon et n'a pas de relevance du point de vue de sa superficie. Il en va de même pour les marais reposant sur une nappe phréatique en fond de vallée.

Les surfaces marécageuses topogènes (Graphique 2, box gris) présentent des périmètres hydrologiques de taille intermédiaire. Par contre ces surfaces sont les moins représentés au niveau des échantillons (n=6). L'échantillonnage n'est peut-être pas le plus représentatif.

Les surface marécageuses ombrogènes ont délibérément été écartées de la statistique car, dans la plupart des cas, il s'agit de type hybride (p.ex : soli-ombrogène, limno-ombrogène, ...). Par conséquent, elles représentent davantage le type accompagnant qu'un type ombrogène pur. Il faut s'attendre d'ailleurs à ce que les objets purement ombrogènes n'aient pas besoin de périmètre hydrologique hormis un ourlet sensible (tampon de 25-50m de largeur autour de l'objet).

Seul un seul objet marécageux étudié présentait une surface qualifiée de purement ombrogène. Dans la région Jura, de nombreux haut-marais sont entourés de dolines et n'ont pas de bassins versants (p. ex : HM n° 3, tourbière de la Chaux-des-Breuleux).



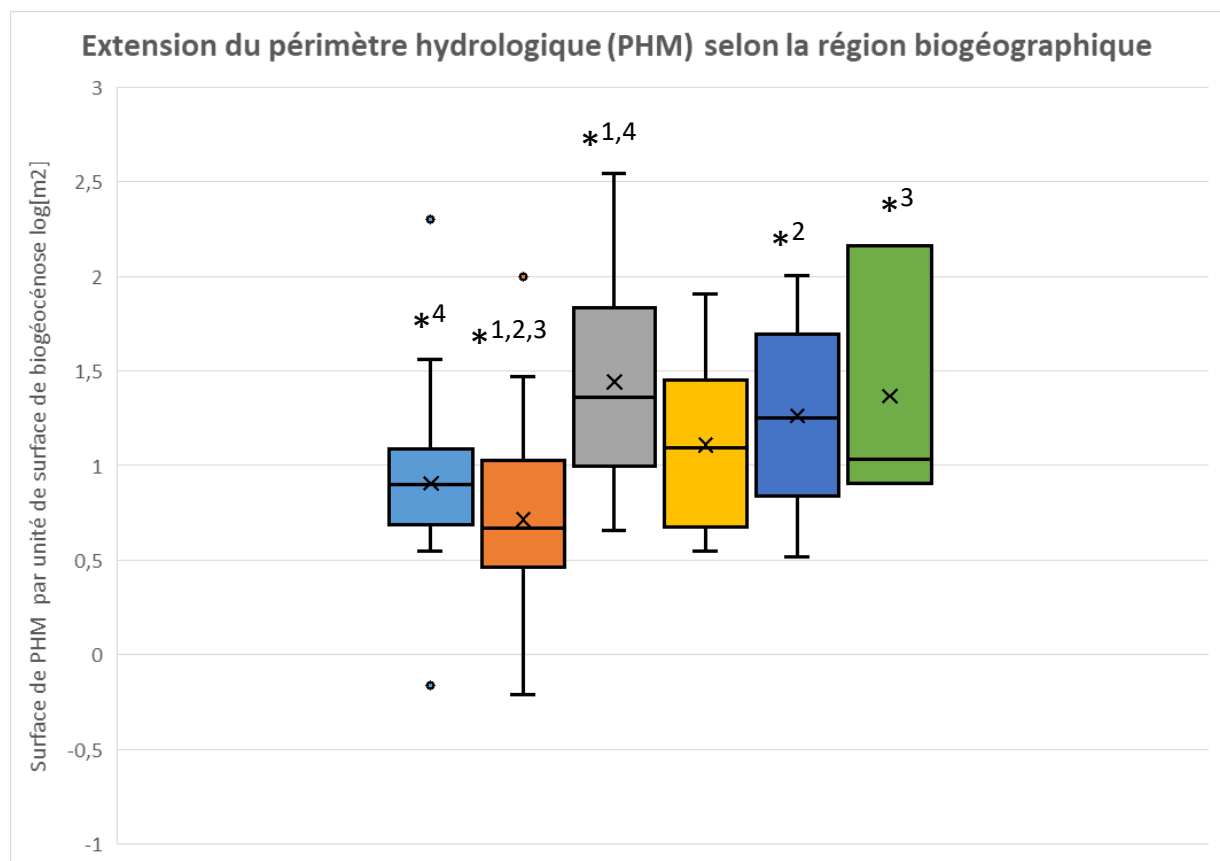
GRAPHIQUE 2: BOXPLOT BLEU : PÉRIMÈTRE HYDROLOGIQUE DES SURFACES MARÉCAGEUSES FLUVIOGÈNES (N=14. MEDIANE : 1.34). BOXPLOT ORANGE : PÉRIMÈTRE HYDROLOGIQUE DES SURFACES MARÉCAGEUSES SOLIGÈNES (N=41. MEDIANE : 0.8). BOXPLOT GRIS : PÉRIMÈTRE HYDROLOGIQUE DES SURFACES MARÉCAGEUSES TOPOGÈNES (N=6. MEDIANE : 1.02). BOXPLOT JAUNES : PÉRIMÈTRE HYDROLOGIQUE DES SURFACES MARÉCAGEUSES LIMNOGÈNE (N=13. MEDIANE : 0.86).

On remarque que les périmètres hydrologiques sont plus étendus dans les régions biogéographiques alpines (Graphique 3, box gris = Alpes centrales orientales, box bleu foncé = versant sud des Alpes, box vert = Alpes centrales occidentales). Le versant sud des Alpes et les Alpes centrales occidentales

présentent cependant peu d'échantillons (n=3). De part ce fait, l'extension du périmètre hydrologique dépend fortement du l'objet marécageux choisis. A titre d'exemple, l'objet Heidsee/Pedra Grossa (bas-marais n°783, Alpes orientales) s'étend par petits patchs sur tout un versant de la montagne. Il a par conséquent un bassin versant et donc un périmètre hydrologique très étendu.

L'étendue du périmètre hydrologique par unité de surface de marais se différencie significativement entre la région versant nord des Alpes et les autres régions alpines (Alpes centrales orientales, $p=0.0003$; Alpes centrales occidentales, $p=0.034$; Versant sud des Alpes, $P=0.023$). Il est difficile d'interpréter ces résultats d'autant que les 3 régions alpines du sud ont peu d'échantillons. Cela s'explique peut-être par le facteur climatique. Le versant nord des Alpes reçoit beaucoup plus de précipitation que les autres régions. De par ce fait, une unité de surface de marais a besoin d'un bassin versant moins étendu dans la région versant nord des Alpes que dans les autres régions.

Le Jura (Graphique 3, box jaune) présente une valeur de médiane assez faible mais l'extension du boxplot est influencée par une seule valeur. L'objet étudié (bas-marais n°1300, haut-marais n°6) n'est pas le plus représentatif des objets marécageux de la région biogéographique car il a un bassin versant relativement étendu, bien que limité par le karst. Il n'avait pas été jugé très pertinent de délimiter un périmètre hydrologique pour un objet exempt de bassin versant comme c'est le cas de beaucoup d'objets dans la région. On pourrait donc s'attendre à une moyenne de superficie des périmètres hydrologiques par unité de surface marécageuse moins étendu pour cette région.



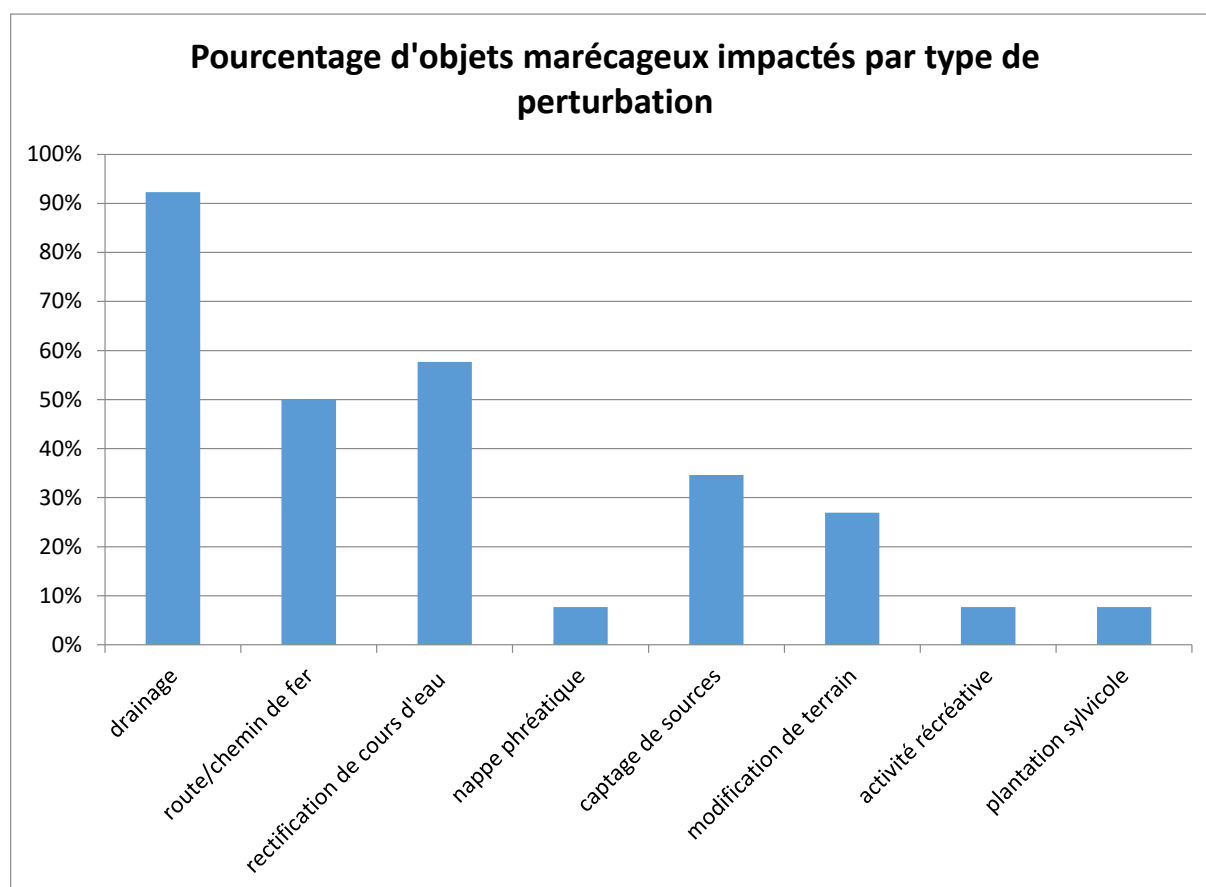
GRAPHIQUE 3: BOXPLOT BLEU CLAIR: PÉRIMÈTRE HYDROLOGIQUE DES SURFACES MARÉCAGEUSES RÉGION PLATEAU (N=16. MEDIANE : 0.9). BOXPLOT ORANGE: PÉRIMÈTRE HYDROLOGIQUE DES SURFACES MARÉCAGEUSES RÉGION VERSANT NORD DES ALPES (N=33. MEDIANE : 0.68). BOXPLOT GRIS: PÉRIMÈTRE HYDROLOGIQUE DES SURFACES MARÉCAGEUSES RÉGION ALPES CENTRALES ORIENTALES (N=10. MEDIANE : 1.36). BOXPLOT JAUNE: PÉRIMÈTRE HYDROLOGIQUE DES SURFACES MARÉCAGEUSES RÉGION JURA (N=6. MEDIANE : 1.09). BOXPLOT BLEU FONCÉ: PÉRIMÈTRE HYDROLOGIQUE DES SURFACES MARÉCAGEUSES RÉGION VERSANT SUD DES ALPES (N=5. MEDIANE : 1.25). BOXPLOT VERT: PÉRIMÈTRE HYDROLOGIQUE DES SURFACES MARÉCAGEUSES RÉGION ALPES CENTRALES OCCIDENTALES (N=3. MEDIANE : 1.03).

3.3 TYPES DE PERTURBATIONS

L'ampleur de l'effet d'une perturbation sur le régime local des eaux dans le périmètre hydrologique du marais dépend du type hydrologique du marais mais, de manière générale, la présence d'une infrastructure comme une route ou un chemin provoque des modifications dommageables au fonctionnement du marais, quel que soit son type.

Selon l'étude statistique de WSL (Küchler et al., 2018), les marais ombrogènes et soligènes sont les plus sensibles aux infrastructures dans un périmètre de 50m autour du biotope. Au sein du biotope lui-même, une perturbation a très souvent un effet marqué.

Le Graphique 4 ci-dessous renseigne sur la fréquence des perturbations dans le périmètre hydrologique des objets étudiés. On remarque ainsi que la plupart des objets étudiés subissent les effets du drainage (92%). 58% des objets présentent un cours d'eau dans leur périmètre hydrologique dont le lit a été modifié et qui perturbe l'approvisionnement en eau. 50% sont perturbés par la présence d'un chemin ou d'une route. Ces 3 types de perturbation sont de loin les plus fréquentes. Viennent ensuite le captage de source et les modifications de terrain (respectivement 35% et 27%).



GRAPHIQUE 4: FRÉQUENCE DE LA PRÉSENCE DES PERTURBATIONS PAR TYPE AYANT UN IMPACT SUR L'HYDROLOGIE DES MARAIS DANS LES 26 LIEUX MARÉCAGEUX ÉTUDIÉS.

Un exemple de carte des perturbations est illustré sur la Figure 7 ci-dessous. L'exemple contient des exemples des perturbations les plus fréquentes, à savoir :

- Drainage
- Routes, chemins

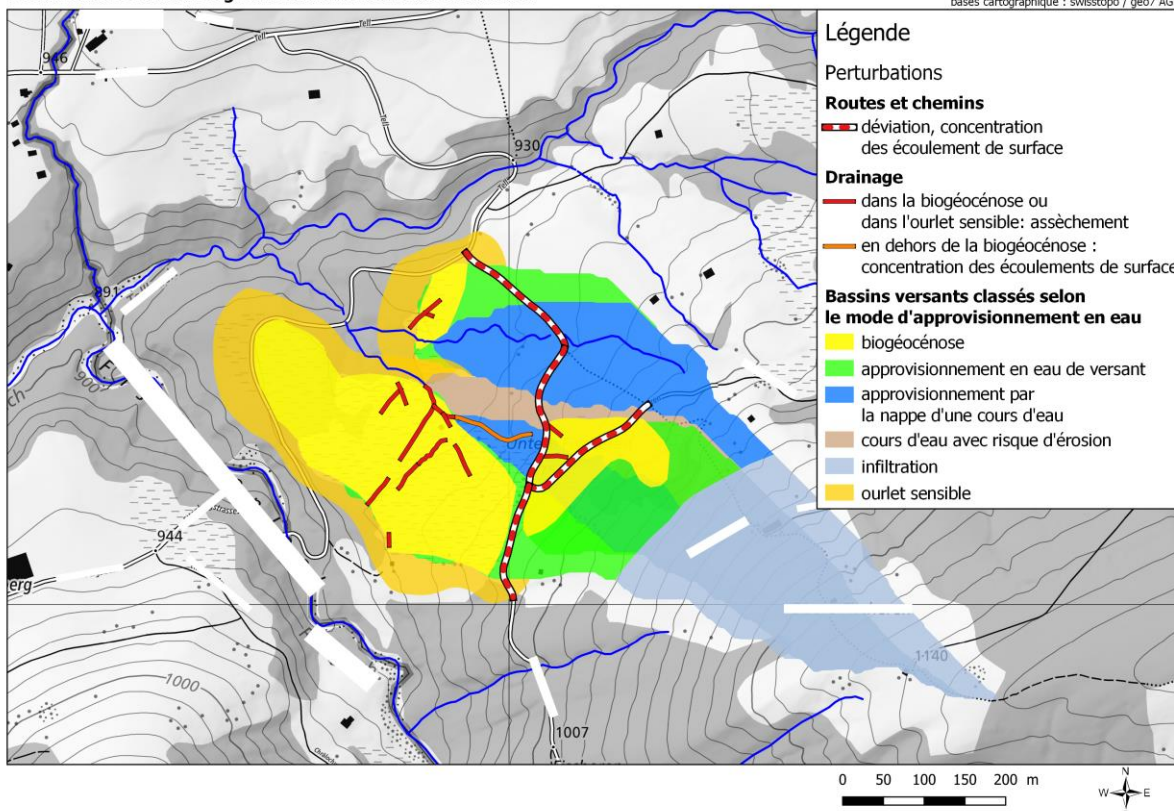


FIGURE 7: ILLUSTRATION DE TYPES DE PERTURBATIONS POSSIBLES RENCONTRÉES DANS LE PÉRIMÈTRE HYDROLOGIQUE DU MARAIS. LEUR DESCRIPTION FIGURE DANS LA LÉGENDE DE LA CARTE.

Les brefs descriptifs ci-dessous expliquent comment les différents types de perturbations identifiées nuisent au régime hydrologique du marais.

3.3.1 DRAINAGE

La quasi-totalité des objets étudiés subissent les effets du drainage dans leur périmètre hydrologique, soit dans le biotope lui-même ou dans sa zone d'approvisionnement en eau. Dans les biotopes, le drainage a principalement un effet d'assèchement sur les surfaces marécageuses. Dans la zone d'approvisionnement, le drainage peut avoir plusieurs effets :

- Déviation de l'eau hors de la zone d'approvisionnement en eau et donc déficit d'approvisionnement.
- Déviation d'eau additionnelle en direction de la zone d'approvisionnement avec risque d'érosion des surfaces marécageuses si les écoulements supplémentaires arrivent concentrés dans la biogéocénose.
- Déviation de l'eau au sein de la zone d'approvisionnement et concentration avec déficit sur les surfaces marécageuses privées d'eau et risque d'érosion sur les surfaces où un surplus d'eau arrive.

3.3.2 ROUTES ET CHEMINS

Globalement les routes et chemins peuvent présenter les mêmes effets que le drainage. Ceci est d'autant plus vrai que la plupart de ces infrastructures sont souvent dotées de fossés drainants afin d'empêcher l'eau d'endommager le coffrage : l'eau est collectée le long de l'infrastructure et relâchée à l'aval ponctuellement à l'aide de passages sous forme de tuyaux.

Dans le cas d'un des objets étudiés, une route cantonale traverse le biotope d'importance nationale, ce qui représente bien entendu une perturbation majeure. Cette infrastructure est en place depuis très longtemps. Une étude est actuellement en cours pour appréhender l'effet de son démantèlement sur l'hydrologie du site.

3.3.3 MODIFICATION DE COURS D'EAU

Les cours d'eau et la manière dont ils approvisionnent les surfaces marécageuses en eau peuvent être impactés de différentes manières, que ce soit de manière directe ou indirecte.

Par la manière directe, on modifie le lit du cours d'eau, et ainsi son régime hydrologique, en rendant son tracé rectiligne et/ou en incisant son lit plus profondément qu'à l'origine. Un tracé rectiligne accélère l'évacuation de l'eau alors que les lits incisés favorisent le drainage des surfaces adjacentes.

Par la manière indirecte, on va modifier le régime hydrologique du cours d'eau en l'utilisant comme collecteur de drainage : les fossés drainants et drains souterrains d'un bassin versant connectés au cours d'eau vont augmenter son débit en période de crue et favoriser l'érosion de son lit. Lorsqu'il traverse les surfaces marécageuses, le cours d'eau a alors un effet drainant ou peut éroder les surfaces de sols sensibles.

3.3.4 ABAISSEMENT DU NIVEAU DE LA NAPPE PHRÉATIQUE

On rencontre cette perturbation essentiellement dans les cas de marais dont l'hydrologie dépend uniquement d'un niveau de nappe élevé sur les surfaces adjacentes au biotope. Ce sont donc principalement les objets marécageux reposant dans l'aquifère des cours d'eau de fond de vallée qui sont concernés. Le principal problème dans le contexte suisse réside dans le fait que les fonds de vallées sont pour la plupart habités et exploités. L'exploitation agricole traditionnelle nécessitant des sols ressuyés, l'approvisionnement en eau de tels objets marécageux est menacé.

On pourrait rencontrer le même problème pour les objets marécageux des berges des grands lacs. Ce n'est pourtant pas le cas car le niveau de la plupart de ceux-ci est régulé depuis très longtemps en Suisse et les biotopes marécageux limnogènes, plus plastiques de par leur position, se sont adaptés au niveau actuel des lacs. Les marais limnogènes de plaine ont davantage souffert jusqu'à présent, du bétonnage des berges. Les sécheresses de plus en plus fréquentes et leur impact sur le niveau des lacs ainsi que les vidanges trop fréquentes des lacs de retenue pourraient représenter un nouveau défi pour ce type de marais. Nous n'avons cependant pas relevé ce problème parmi les objets étudiés.

3.3.5 INFRASTRUCTURES RÉCRÉATIVES

Ce type de perturbation ne concernait que deux objets étudiés dans le cadre du projet-pilote.

Dans le premier cas, il s'agissait d'infrastructures d'enneigement artificiel dont l'installation a nécessité la mise en place de conduites d'eau souterraines dans le périmètre hydrologique du marais. Selon l'aménagement de la tranchée creusée pour l'installation des conduites, celle-ci peuvent avoir un effet drainant sur les surfaces marécageuse ou perturber l'approvisionnement en eau. Il a également été relevé que la pratique du ski sur une couche de neige insuffisante avait provoqué l'endommagement de la végétation et l'érosion des sols des surfaces marécageuses.

L'enneigement artificiel n'est, en soit, pas une perturbation très impactante pour les marais d'après le peu de recul que nous avons sur ce sujet : le travail des machines doit être fait sur sol gelé et la couche de neige doit être suffisamment importante pour empêcher le phénomène décrit plus haut.

Il est à relever que le tassement de la neige par damage retarde sa fonte, ce qui engendre un développement tardif de la végétation sur le tracé des pistes. Il est important de noter que la neige artificielle est plus concentrée en ions majeurs que la neige naturelle. Parmi ces ions, le calcium (Ca^{2+}) est un élément présent dans la neige artificielle. L'enneigement artificiel devrait par conséquent être pratiqué uniquement sur les marais alcalins.

Le second objet étudié était entouré par un golf qui s'étendait sur tout le périmètre hydrologique du marais. Dans le cas présent, la présence du golf n'a pas été relevée comme perturbation majeure. Cette activité est cependant gourmande en eau pour l'arrosage artificiel des greens. Leur entretien nécessite également l'emploi de nombreux produits phytosanitaires qui ne doivent en aucun cas aboutir dans le marais.

3.3.6 MODIFICATION DE TERRAIN, EXPLOITATION DE TOURBE

Ce type de perturbation rassemble toutes sortes de modifications de terrain que ce soit dans les biotopes eux-mêmes ou dans leurs bassins versants d'approvisionnement en eau.

On peut notamment citer le nivellement de surfaces pour créer des pistes de ski, la création de digues afin de dévier le tracé d'un ruisseau, le creusage de plans d'eau dont les berges peuvent avoir un effet drainant sur les surfaces marécageuses adjacentes, l'exploitation de la tourbe qui peut engendrer la création de tertres surélevés qu'il est alors impossible à alimenter en eau, le dépôt de matériau et remblai sur des surfaces autrefois marécageuses.

3.3.7 CAPTAGE DE SOURCES

Tout prélèvement d'eau dans le périmètre hydrologique du marais est en soit une perturbation potentielle. Il est délicat de diagnostiquer si le captage d'eau aura un impact sur l'hydrologie du marais car il se peut que l'eau soit parfois excédentaire. Les captages d'eau devraient faire l'objet d'un bilan hydrologique du marais par secteur afin de déterminer si le marais risque de souffrir d'un déficit hydrique ou pas.

Nous revenons sur cette problématique au chapitre 4.3.2.

3.3.8 AFFORESTATION

L'étude statistique de WSL (Küchler et al, 2018) a prouvé que la présence de forêt dans les environs des marais est corrélée avec un assèchement des surfaces marécageuses. En effet, les arbres et notamment les conifères ont besoin de beaucoup d'eau (Duranel et al., 2016), notamment en phase de croissance. De nombreuses surfaces de bas-marais sont issues du défrichement non seulement de leur emplacement mais également de leur bassin versant.

La Figure 8 ci-dessous illustre l'évolution du boisement du bassin versant d'une tourbière en 1936, 1994 et aujourd'hui.



FIGURE 8: EVOLUTION DE LA FORÊT DANS LE BASSIN VERSANT D'UN HAUT-MARAI ENTRE 1936 (EN HAUT) ET AUJOURD'HUI (EN BAS). LA SURFACE ENTOURÉE EN ROUGE A ÉTÉ PLANTÉE D'ÉPICÉAS DANS LES ANNÉES 1990 (CENTRE). ©SWISSTOPO

4 INSTRUMENTS ET ÉTAT DE LA MISE EN ŒUVRE DANS LES CANTONS

4.1 ÉTAT DES CONNAISSANCES DANS LES CANTONS

Au début du projet-pilote, de grandes disparités dans l'état des connaissances sur la fonction hydrologique de la zone-tampon suffisante du point de vue écologique des marais existaient entre les services cantonaux de protection de la nature. Ceci s'explique, d'une part, par le fait que certains cantons ont commencé de travailler sur ce thème dès la publication de la démarche « Espace Marais » à l'issue d'un premier projet-pilote 2014-2018 conçu pour le développement de la méthode. D'autre part, cela s'explique par le récent départ en retraite de toute une génération dans les offices de protection de la nature cantonaux et son remplacement par de nouvelles personnes.

En effet, de nombreux représentants des cantons avaient déjà pris part au projet-pilote 2014-2018 qui s'était clôturé par l'organisation d'un workshop en 2020 à Olten. De nombreuses nouvelles personnes ont cependant participé au workshop organisé en août 2022 pour le lancement du projet-pilote A2.1 et ont pu mettre leurs connaissances à niveau. Ces personnes se sont ensuite beaucoup impliquées dans le projet.

La prise en main de cette thématique nouvelle nécessite de l'investissement de telle manière que de nombreux offices de protection de la nature ont émis la volonté de concentrer les efforts au sein de leurs services avant d'impliquer les autres instances cantonales concernées. Cette décision s'est avérée judicieuse car la terminologie de « zone-tampon hydrologique » a été revue au cours du projet-pilote (v. chapitre 1). Une bonne communication et compréhension mutuelle est cruciale pour le bon déroulement du processus de délimitation et de mise en œuvre de la zone-tampon suffisante du point de vue écologique.

Un deuxième workshop autour de ce thème a été organisé dans le cadre du projet-pilote en août 2024. Les services de protection de la nature ont eu l'opportunité d'inviter les autres acteurs cantonaux concernés lorsque cela leur paraissait judicieux. Des représentants de l'agriculture et de la protection des eaux ont ainsi pris part à l'événement.

4.2 INSTRUMENTS D'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET PISTES POUR LA MISE EN ŒUVRE

Contrairement à la zone-tampon trophique (fonction trophique de la zone-tampon suffisante du point de vue écologique), le périmètre hydrologique des marais est généralement assez étendu mais n'est pas un périmètre où des directives précises de restriction de l'utilisation peuvent être édictées. Par conséquent, il ne s'agit pas d'un périmètre à mettre sous protection mais au sein duquel il convient de prendre les dispositions nécessaires pour garantir l'approvisionnement en eau au marais.

De tels outils d'aménagement du territoire n'existent pas dans les cantons de telle manière à ce que, pour l'heure, ce périmètre revêt dans la plupart des cas un caractère indicatif. La plupart des cantons proposent de l'utiliser au niveau des autorités cantonales dans le cadre de procédures de permis de construire quand il s'agit de prendre position sur de nouveaux projets. Selon l'avis de la majorité des services de protection de la nature, le périmètre hydrologique indicatif calculé automatiquement (résultat sous-projet 1, disponible pour tous les marais d'importance nationale de Suisse) est suffisant dans ce cas de figure pour une première appréciation des projets. Le canton de Berne joue ici un rôle de précurseur en ayant inscrit le périmètre hydrologique dans le plan directeur cantonal. Les données ont été rendues publiques sur le géoportail cantonal en mars 2024.

Selon l'avis de certains services de protection de la nature, l'utilisation du « périmètre hydrologique » consolidé des marais (résultat sous-projet 2) est nécessaire lorsque des mesures de restauration doivent être prises dans le cadre de la réparation des atteintes (Art. 8 OBM et OHM) et de l'amélioration du régime local des eaux (Art. 5 al.2 let. e OHM et Art. 5 al.2 let. g OBM). La majorité

des services de protection de la nature privilégient le périmètre hydrologique consolidé pour la procédure de mise sous protection car les données sont plus fiables.

Une synthèse des instruments de mise en œuvre en matière d'aménagement du territoire des différents cantons ont été livrés sous forme d'annexe avec le présent rapport mais n'est pas rendu public. Dans le questionnaire que nous avons fait aux cantons, nous avons eu l'occasion de constater que certains d'entre eux avaient déjà délimité des périmètres hydrologiques pour certains de leurs objets marécageux d'importance nationale en se basant sur des méthodes autre qu'Espace Marais.

4.3 SYNERGIES POTENTIELLES AVEC D'AUTRES PÉRIMÈTRES POUR LA MISE EN OEUVRE DU PÉRIMÈTRE HYDROLOGIQUE

Parmi les différents objets marécageux sélectionnés pour le travail du sous-projet 2, plusieurs ont été choisis, selon notre cahier des charges, de manière à ce que leur bassin versant soit localisé au sein d'une aire protégée ou bénéficiant de propriétés particulières afin d'étudier les potentielles synergies pour la mise en œuvre du périmètre hydrologique.

Ces pistes ont été discutées avec les cantons lors d'un Workshop autour de la thématique « mise en œuvre de la fonction hydrologique de la zone-tampon suffisante du point de vue écologique ».

4.3.1 SITES MARÉCAGEUX

4 objets marécageux sélectionnés se trouvent au sein d'un site marécageux d'importance nationale mais lors des discussions menées au cours du Workshop, ce sont 2 exemples des cantons de FR et VD qui ont été présentés car un retour d'expérience pouvait être apporté de la part des cantons dans la mise en œuvre du périmètre hydrologique.

4.3.1.1 RETOURS D'EXPÉRIENCE

Le site marécageux n° 33 Les Gurles (FR) abrite le haut-marais n°58 et le bas-marais n° 1094 qui se superposent au niveau de la zone de contact du haut-marais. Le périmètre hydrologique indicatif de la biogéocénose marécageuse formée par ces 2 objets se situe en grande partie dans le périmètre du site marécageux. Dans le cadre de la mise en œuvre du site marécageux, le Service des forêts et de la nature, section nature et paysage, est en train d'élaborer un règlement, assorti d'un plan. Ceux-ci visent à détailler les différents éléments protégés et les dispositions y relatives. La légalisation de ce règlement n'est pas encore planifiée.

Dans le canton de VD, le périmètre hydrologique a été délimité pour tous les objets marécageux sis sur la Commune du Chenit. Une grande partie de ces objets sont situés dans le périmètre du site marécageux n°21. Le service de la protection de la nature a demandé l'intégration du périmètre hydrologique des marais dans le projet de mise à jour du plan d'affectation communal, processus qui était en cours au moment du Workshop. Même si les périmètres hydrologiques ne sont pas encore en vigueur, l'emprise du site marécageux permet au canton d'être consulté lors de nouveaux projets. C'est notamment le cas pour un projet de réfection du système d'évacuation des eaux usées dans la localité du Brassus pour lequel le Canton a demandé à la Commune de restituer les eaux claires aux marais.

4.3.1.2 BASES LÉGALES

L'art. 4 al. 1 let. b de l'Ordonnance sur les sites marécageux stipule que « *les éléments et les structures caractéristiques des sites marécageux seront sauvegardés, notamment ... les biotopes* ». Cet article s'appuie sur les Ordonnances sur la protection des marais. Les biotopes doivent être désignés (Art. 5 al. 2 let. b).

Les Ordonnances sur la protection des marais donnent les bases légales pour la protection des biotopes et du régime local des eaux.

4.3.2 ZONES DE PROTECTION DES EAUX

Les secteurs et zones de protection des eaux visent avant tout à garantir la qualité de l'eau. Les Lois et Ordonnances sur la protection des eaux favorisent en priorité l'infiltration des eaux lorsqu'elles ne sont pas polluées. Dans ce sens, ces bases légales sont plutôt positives pour la protection des marais.

5 objets marécageux comptaient des zones de protection des eaux dans leur périmètre hydrologique parmi les exemples choisis. Dans 2 des cas étudiés, ces sources ne jouent pas de rôle fondamental dans l'approvisionnement en eau de la biogéocénose marécageuse.

Un des objets étudiés repose sur des masses glissées et un vallum morainique. Ce genre de formations représentent souvent des aquifères et permettent le développement de biotopes marécageux. De nombreux captages de sources sont présents au sein même du biotope pour alimenter la commune en eau.

Aujourd'hui, certaines surfaces situées sur le vallum morainique et classées à l'inventaire ne répondent plus aux critères des bas-marais d'importance nationale (Figure 9). Il n'a pas été possible de déterminer la cause de ce changement de qualité dans le cadre du projet-pilote. Comme le propose l'approche Espace Marais, il conviendrait de mener une étude complémentaire pour répondre aux questions restées en suspens. Dans le cas présent, il s'agirait d'étudier l'évolution de la nappe d'eau dans cet aquifère depuis le début des captages et d'établir un bilan hydrologique du site.



FIGURE 9: LES SURFACES DE VÉGÉTATION AU PREMIER PLAN FIGURENT À L'INVENTAIRE DES BAS-MARAIS D'IMPORTANCE NATIONALE MAIS NE REMPLISSENT PLUS LES CRITÈRES. ELLES SONT COLONISÉES PAR LA FOUGÈRE-AIGLE. EN CONTREBAS, LES SURFACES PRÉSENTENT UN FACIÈS DE BAS-MARAIS BEAUCOUP PLUS TYPIQUE. © CEMECO

Sur la base de l'expérience acquise dans le présent projet, il paraît que des synergies entre la mise en œuvre du périmètre hydrologique des marais et les zones de protection des eaux ne sont pas toujours compatibles, le captage de sources étant plutôt à l'origine d'une perturbation du régime hydrologique du marais. La possibilité de captage d'eau dans le périmètre hydrologique d'un marais dépend avant tout du bilan hydrologique des sources, à savoir si l'eau est excédentaire. En contexte de changement climatique, la situation devrait être périodiquement réévaluée.

4.3.3 CARTE DES SURFACES HUMIDES POTENTIELLES (AGROSCOPE)

Dans sa publication de 2018, l'Agroscope rendait public une carte de la Suisse des potentielles terres (assolées) humides. Sans grande surprise, le périmètre de nombreux objets marécageux se superpose avec les surfaces présentant le plus grand potentiel d'humidité. C'est également souvent le cas pour le périmètre hydrologique des marais. Par conséquent, il s'agissait d'analyser si une synergie existe entre ces surfaces à haut potentiel d'humidité et la mise en œuvre du périmètre hydrologique du marais.

Selon notre état de connaissance, un approvisionnement en eau approprié du marais ne nécessite pas, dans de nombreux cas, que les terres adjacentes soient elles-mêmes remouillée : l'eau qui est retenue ou détournée dans le bassin versant peut être restituée en bordure de biotope de manière appropriée (diffuse). Si cette eau est chargée en nutriments, elle devrait être restituée à la limite de la zone-tampon trophique de manière à ce que celle-ci puisse remplir son rôle d'épuration.

Dans certains cas, la remise en eau des terrains adjacents au marais semble cependant nécessaire. En effet, dans les cas où le marais repose sur la nappe phréatique d'un fond de vallée et est approvisionné par celle-ci, seule une remontée suffisante du niveau de nappe permet un fonctionnement hydrologique correct.

Dans ce cas de figure, la carte des zones humides potentielles de l'Agroscope pourrait être un bon indicateur des surfaces attenantes à remouiller. En effet, les cartes réalisées dans le cadre du présent sous-projet indiquent l'influence de la nappe souterraine sous la forme d'un ourlet sensible autour de l'objet. Ces cartes ne précisent donc pas l'extension des surfaces concernées par une remise en eau. Cet aspect devrait être étudié plus amplement.

Au vu de ce qui est dit au chapitre 3.1.2, les marais reposant dans la nappe phréatique semblent se trouver plutôt dans la région biogéographique « Plateau ». C'est également dans cette région que l'on retrouve l'essentiel des grandes cultures agricoles. La cohabitation pourrait ainsi représenter un certain défi pour la mise en œuvre du périmètre hydrologique des marais.

4.3.4 INFRASTRUCTURE ÉCOLOGIQUE

Une possible synergie du périmètre hydrologique des marais avec la trame humide de l'infrastructure écologique a brièvement été évoquée dans les groupes de discussion du Workshop. La nécessité de remouiller certaines surfaces pour assurer l'approvisionnement en eau au marais pourrait profiter à l'infrastructure écologique en créant des aires de mise en réseaux autour des aires centrales que sont les biotopes d'importance nationale. Selon notre état des connaissances, ce sont avant tout les cours d'eau et les espaces réservés aux eaux qui sont actuellement pressentis comme aires de mise en réseau dans la trame humide de l'infrastructure écologique. Cette thématique devrait être approfondie.

5 DESCRIPTION DU PROCESSUS ET DIFFICULTÉS ET PISTES POUR LA MISE EN ŒUVRE

Les différentes pistes et difficultés dans la mise en œuvre de la fonction hydrologique de la zone-tampon suffisante du point de vue écologique ont été évoquées tout au long du présent rapport. A au moment de la publication du rapport, très peu de cantons sont engagés dans le processus de mise en œuvre.

L'une des grandes difficultés du point de vue juridique réside dans le fait qu'aucun instrument d'aménagement du territoire n'existe à l'heure actuelle pour rendre le périmètre hydrologique contraignant sans qu'il ne devienne un périmètre protégé. Ceci est d'autant plus important que ces périmètres sont souvent assez étendus par rapport à ceux de la zone-tampon trophique.

En ancrant les périmètres hydrologiques des marais dans son plan directeur, Berne est le canton le plus avancé et la solution adoptée semble susciter l'intérêt de nombreux autres cantons. Cette solution est effectivement tout à fait intéressante mais présente l'inconvénient que le périmètre hydrologique est contraignant uniquement pour les autorités.

Au moment du présent projet-pilote, le service de protection de la nature du canton de Berne utilisait les bases fournies par le calcul du périmètre hydrologique indicatif des marais pour établir une marche à suivre afin de trier les projets par catégorie. Cette marche à suivre sert à déterminer dans quels cas le projet peut être admis sans contre-indication et dans quels cas il faut aller jusqu'à une étude hydrologique de la part d'un expert. Ce processus est décrit plus en détail dans le rapport du sous-projet 1.

De nombreux cantons ont, l'intention d'utiliser le périmètre hydrologique indicatif dans le processus de dépôt public pour les nouveaux projets. Cette solution de mise en œuvre semble réaliste sur le court et moyen terme.

Une autre difficulté concerne les marais qui reposent sur la nappe phréatique des fonds de vallée et se trouvent en contexte agricole. Dans l'état de nos connaissances actuelles, seule une remontée de la nappe phréatique à un niveau proche du sol permet de garantir un approvisionnement adéquat de ce type de marais. Ce type de marais se retrouve principalement dans la région du Plateau mais également dans les fonds de vallée, dans la nappe des cours d'eau importants. C'est dans ces régions que le tissu bâti est le plus dense et qu'on retrouve les grandes cultures agricoles.

La solution technique pour de tels objets qui permettrait de remplir la fonction hydrologique de la zone-tampon suffisante du point de vue écologique serait donc de remonter le niveau de la nappe d'eau et d'adapter l'exploitation agricole là où les terrains sont remouillés. Un catalogue de pratiques agricoles sur sols mouillés a été établi par l'équipe de travail du sous-projet 4. Ces pratiques agricoles, avant tout mises en œuvre dans les pays voisins, sont cependant encore marginales en Suisse et devraient être développées et adaptées pour notre territoire. Il s'agirait également de déterminer si des synergies peuvent être mises en place pour de telles surfaces avec la trame humide de l'infrastructure écologique et/ou la mise en place de terres assolées humides.

Pour d'autres types d'objets qui se trouveraient en contexte agricole, des solutions techniques existent afin de restituer l'eau au marais sans avoir d'impact majeur sur l'exploitation. A titre d'exemple, des mesures de restauration hydrologique sont sur le point d'être réalisées sur le bas-marais d'importance nationale n°3901 (JU). Les eaux de drainage des parcelles agricoles attenantes seront ramenées à la surface du sol en bordure de la zone-tampon trophique et ainsi restituées au marais. Ces mesures permettent de remplir la fonction trophique et hydrologique de la zone-tampon suffisante du point de vue écologique en restituant l'eau au marais d'une part et en l'épurant à travers le tampon trophique d'autre part. Une compensation a été discutée avec les exploitants impactés. L'objet n°3901 a fait l'objet d'une étude dans le cadre du travail du sous-projet 3.

L'agriculture n'est de loin pas la seule mise en cause dans la mise en œuvre du périmètre hydrologique. Ce sont d'ailleurs avant tout les infrastructures qui sont problématiques pour l'hydrologie et pas les pratiques agricoles elles-mêmes. Parmi les infrastructures les plus impactantes, les routes et chemins sont souvent pointés du doigt.

Dans ce cas également, il existe des solutions techniques pour rendre les chemins marais compatibles. Un article paru dans différentes revues dont le N+L INSIDE (Grosvernier et al., 2018) étudie l'impact hydrologique de plusieurs types de chemin marais compatibles. Le bas-marais n°3901 est lui-même également longé par un chemin adapté à l'hydrologie du marais. Ce chemin a fait l'objet d'une étude hydrologique (Montavon et al., 2018) qui montre que l'eau peut désormais s'écouler en direction du marais de manière diffuse alors que l'ancien chemin la détournait hors du bassin versant.

Les types hydrologiques des marais ne sont pas la seule spécificité qui différencie les régions biogéographiques de la Suisse. Les analyses statistiques montrent que les périmètres hydrologiques consolidés sont moins étendus sur le versant nord des Alpes que dans les autres régions alpines. Ceci est vraisemblablement lié à la pluviométrie plus importante au nord des Alpes. Au premier abord, on peut penser que cela facilitera l'acceptance des périmètres par les acteurs locaux. Il ne faut cependant pas oublier que la densité de marais est également plus importante sur le versant nord des Alpes. Par conséquent, les périmètres hydrologiques couvrent également une certaine surface du territoire.

Les cantons de BE, LU et OW sont particulièrement concernés. C'est également le cas du canton de SZ. Dans ces cas précis, de nombreux marais d'importance nationale se trouvent au sein de sites marécageux (Gantrisch, Rotmoos/Eriz, Habkern/Sörenberg, Hilferenpass, Gleubenberg, Klein Entlen, Rothenthurm, Ibergeregge). Ces aires bénéficient d'une certaine protection et les cantons peuvent profiter d'une synergie dans la mise en œuvre du périmètre hydrologique.

Pour les objets qui ont été étudiés et par la connaissance que nous avons du terrain, la région Jura semble jouir des périmètres hydrologiques les plus restreints. Dans le canton du Jura, les tourbières sont très souvent entourées de dolines. Dans le canton de Berne, on les retrouve souvent dans des synclinaux ou des combes anticlinales étroites. Dans le canton de Neuchâtel, les hauts-marais des vallées tourbeuses de la Brévine et des Ponts sont souvent des tertres de tourbe résiduelle qui n'ont pas été exploités et qui reposent sur la nappe des couches géologiques du Crétacé. Leur périmètre hydrologique est généralement assez restreint. Dans le canton de Vaud, la vallée de Joux est un cas particulier car il s'agit d'un des seuls complexe de marais du Jura de type fluviogène. Par conséquent son périmètre hydrologique est assez étendu. Les objets marécageux de type fluviogène de cette vallée se trouvent au sein d'un site marécageux d'importance nationale.

6 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

En participant et en s'impliquant dans le projet-pilote, les services cantonaux de protection de la nature ont eu l'occasion de faire plus ample connaissance avec la thématique de la fonction hydrologique de la zone-tampon suffisante du point de vue écologique et de prendre conscience des difficultés que pouvaient représenter le processus de mise en œuvre du périmètre hydrologique garantissant cette fonction.

Une fois que la mesure des tenants et aboutissants prise au sein de ces services, il conviendra d'impliquer les autres services de l'état puis des acteurs locaux. La maîtrise des différentes notions et une bonne communication sont donc des facteurs clé. L'un des résultats importants du projet-pilote A2.1 est que le terme de « zone-tampon hydrologique » utilisé jusqu'à présent pour désigner le périmètre assurant la fonction hydrologique de la zone-tampon suffisante du point de vue écologique doit être revu. Le terme « périmètre hydrologique » a été proposé par les mandataires et discuté avec l'OFEV. En effet, le périmètre défini n'est pas une zone protégée au sein de laquelle des restrictions claires sont en vigueur. Il s'agit d'avantage d'un secteur au sein duquel il convient d'étudier l'impact des projets planifiés et des infrastructures déjà en place sur l'hydrologie du marais qu'il protège. Il ne s'agit pas de tamponner une influence néfaste venue de l'extérieur du marais.

La notion de zone-tampon suffisante du point de vue écologique évoquée plus haut et de ses différentes fonctions (trophique, hydrologique, biologique) doit également être expliquée sans ambiguïté. A notre sens, les trois fonctions de la zone-tampon devraient être mises en œuvre en une seule étape dans les cas où la zone-tampon trophique n'est pas encore en vigueur. En effet, il pourrait s'avérer délicat d'expliquer aux acteurs concernés pourquoi on revient plusieurs fois discuter de zone-tampon ou de périmètre protégeant les marais. De plus, il peut y avoir des synergies entre les mesures techniques qui pourraient être mises en place pour la zone-tampon trophique et le périmètre hydrologique. Le dimensionnement de telles mesures en une seule opération sera plus intéressant du point de vue financier.

Selon les discussions que nous avons eues avec les services de protection de la nature, la plupart des cantons n'a pas, à l'heure actuelle, les outils d'aménagement du territoire nécessaires pour la mise en œuvre du périmètre hydrologique. Une majorité pense utiliser le périmètre hydrologique à titre indicatif à l'interne des services de l'état dans le cadre de procédure de dépôt public. Pour cet usage, une majorité des services de protection de la nature estime que le périmètre hydrologique indicatif calculé dans le cadre du sous-projet 1 est suffisant en termes de précision. Si un périmètre devait être mise en œuvre et devenir contraignant pour les propriétaires, le périmètre hydrologique consolidé délimité dans le cadre du présent sous-projet 2 serait préférentiellement utilisé car il est plus précis.

Nous approuvons cette approche car, comme expliqué dans le présent rapport, des erreurs inhérentes aux données de base utilisées (TLM3D cours d'eau) lors du calcul géomatique peuvent engendrer des périmètres hydrologiques indicatif qui ne sont pas tout à fait corrects. Dans certains cas peu nombreux, le périmètre calculé pourrait s'avérer incorrect.

Nous rappelons cependant que les données susmentionnées ont fait l'objet d'un contrôle qualité de la part d'experts et qu'elles restent tout à fait valables. Elles ont l'avantage d'être disponibles pour la totalité des marais d'importance nationale des deux inventaires fédéraux (hauts- et bas-marais). La seule façon d'en améliorer encore la qualité serait de procéder à des vérifications de terrain, travail qui a été réalisé dans le cadre du présent sous-projet 2. Ce travail est fastidieux à l'échelle de la Suisse.

De la même manière, la démarche Espace Marais (Annexe 2) réalisée dans son intégralité comme cela a été fait dans le cadre du travail du sous-projet 2 ne garantit pas forcément que le périmètre hydrologique livré soit consolidé définitivement. Espace Marais est une approche simplifiée qui prévoit une expertise de terrain d'une journée. Il peut s'avérer que de nouvelles questions

surviennent lors de cette visite auxquelles nous ne pouvons pas répondre par les méthodes usuelles. Des études complémentaires pour y répondre sont alors proposées dans le rapport de synthèse de chaque objet étudié.

Les résultats livrés dans le cadre du sous-projet 2 permettent également aux services de protection de la nature d'avoir un diagnostic de l'objet marécageux traité et de comprendre ainsi son fonctionnement hydrologique. Ces informations permettent au gestionnaire ou à des bureaux tiers d'appréhender l'impact des projets futurs qui pourraient être réalisées dans le périmètre hydrologique.

Le rapport livré met également en évidence les perturbations déjà présentes dans la biogéocénose et dans le périmètre hydrologique. Ces informations permettent aux cantons d'identifier et de « ...remettre en état les objets déjà atteints » (art. 8 OBM et OHM) et d' « ...améliorer le régime local des eaux » (art. 5 al.2 let. g OBM et art. 5 al. 2 let OHM). De nombreux services de protection de la nature voient cette application directe pour les résultats du sous-projet 2, ce qui est tout à fait pertinent. Selon les observations faites et les discussions qui ont été menées au Workshop en 2024, de nombreuses perturbations sont encore actives au sein même des biotopes marécageux. Il conviendrait de réparer ces atteintes en priorités.

7 BIBLIOGRAPHIE

Arrêt du Tribunal Fédéral ATF 124 II 19 (1997)

Duranel A., Thompson J.R, Burningham H., Cubizolle H., Durepaire P. Modelling the impacts of catchment afforestation on the hydrological condition of groundwater-dependent acidic valley mires. Conference: "Groundwater: Managing our Hidden Asset" - International Association of Hydrogeologists & Hydrogeological Group of the Geological Society, 13-14 September 2016

Grosvernier Ph., Montavon C., Käser D., Brunner Ph., Hunkeler D., Staubli P. Impact hydrologique des routes adaptées aux marais de pente. N+L INSIDE 2018/1

Küchler, M., Küchler, H., Bergamini, A., Bedolla, A., Ecker, K., Feldmeyer-Christe, E., Graf, U & Holderegger, R. 2018. Moore der Schweiz - Zustand, Entwicklung, Regeneration. Bristol-Schriftenreihe 55, Haupt Verlag. 258pp.

Montavon C., Grosvernier Ph, Berdat E., Brunner Ph, Hunkeler D., Staublie P., Etude de la perméabilité hydraulique d'un chemin bordant le bas-marais En Pratchie à Dampfreux (JU). Géomatique Suisse 7-8/2021.

Ordonnance du 21 janvier 1991 sur la protection des hauts-marais et des marais de transition d'importance nationale (Ordonnance sur les hauts-marais). RS 451.32

Ordonnance du 7 septembre 1994 sur la protection des bas-marais d'importance nationale (Ordonnance sur les bas-marais). RS 451.33

Steiner, G. M. & Grünig, A. 1997. Les types hydrologiques de marais en Suisse. Manuel de Conservation des marais en Suisse, Vol. 2, 3.1.1. OFEFP, Berne. 21pp.

Szerencsits E., Prasuhn V., Churko G., Herzog F., Utiger C., Zihlmann U., Walter T., Gramlich A. Karte potentieller Feucht-(Acker-)Flächen in der Schweiz. Agroscope Science, 72, 2018.

8 ANNEXES

Liste des annexes

ANNEXE 1 : GLOSSAIRE

ANNEXE 2 : SCHÉMA DU PROCESSUS ESPACE MARAIS

ANNEXE 1 : GLOSSAIRE

Bassins versants classés

Le périmètre hydrologique (indicatif ou consolidé) est subdivisé en sous-bassins versants classés selon leur mode d'approvisionnement en eau de la biogéocoenose (=Moorkomplex). On distingue

- Les surfaces qui contribuent à l'approvisionnement en eau par ruissellement direct dans la biogéocoenose;
- Les surfaces qui alimentent un cours d'eau contribuant à l'hydrologie de la biogéocoenose;
- Les surfaces où l'eau s'infiltre et alimente la biogéocoenose via des sources ou la nappe d'eau ;
- Les surfaces alimentant un cours d'eau qui risque d'éroder les sols marécageux ;
- Un ourlet sensible de 25 à 50m de large autour du biotope au sein duquel tout drainage et modification de terrain devraient être proscrite. Cet ourlet ne fait pas partie du bassin versant (situé en aval) et n'approvisionne pas le marais en eau mais protège le marais contre la vidange du système.

Biogéocénose (=Moorkomplex)

Si l'on veut pouvoir conserver la végétation caractéristique figurant dans les inventaires (la pointe de l'iceberg), il faut s'assurer du bon fonctionnement de ce que l'on appelle la « biogéocénose » (l'iceberg complet, avec sa partie immergée), soit l'ensemble fonctionnel constitué de la végétation caractéristique de marais et des surfaces reposant sur des sols tourbeux, paratourbeux ou organiques qui forment l'entité géomorphologique et qui doivent être suffisamment approvisionnées en eau, conformément à l'art. 5 des ordonnances fédérales sur la protection des marais qui stipule qu'il faut veiller à ce que «le régime local des eaux soit maintenu et, si cela favorise la régénération du marais, amélioré».

Objet marécageux des inventaires fédéraux

Les marais suisses sont protégés par deux inventaires fédéraux des biotopes d'importance nationale :

- l'inventaire des bas-marais d'importance nationale ;
- l'inventaire des hauts-marais et des marais de transition d'importance nationale ;

Les objets de ces inventaires ont été répertoriés sur la base de critères de végétation établis dans des clés et instructions cartographiques définies par l'OFEV. La végétation des bas-marais, marquée par les espèces vasculaires, se différencie fondamentalement de la végétation des hauts-marais caractérisée principalement par les bryophytes et quelques espèces vasculaires spécialisées. Par conséquent, deux inventaires ont été créés.

Cette définition des objets basée sur une végétation patrimoniale de grande valeur contraste avec la définition du marais faite par la démarche Espace Marais qui tend à définir un biotope à protéger pour ces espèces sous la forme d'une biogéocénose (ou Moorkomplex).

Périmètre hydrologique indicatif

Ce périmètre permet d'assurer l'approvisionnement en eau du marais en appliquant le principe d'inversion du fardeau de la preuve. Les porteurs de projet au sein de ce périmètre doivent fournir la preuve qu'il ne perturbe pas l'approvisionnement en eau du marais ou proposer une solution pour y remédier

Il est calculé de manière automatique dans le cadre du travail du sous-projet 1. Il représente :

- le bassin versant topographique d'un Moorkomplex défini articulé en différents (sous-) bassins versants classés selon leur mode d'approvisionnement du Moorkomplex (par ruissellement de surface, via un cours d'eau) ;
- le Moorkomplex lui-même ;
- un ourlet sensible de 25 à 50m de large autour du Moorkomplex là où la surface n'est pas couverte par un sous-bassin versant ;

Ce périmètre peut avoir été adapté après le contrôle qualité et ne pas correspondre au bassin versant topographique.

Périmètre hydrologique consolidé

Ce périmètre est le résultat du travail réalisé dans le cadre du présent sous-projet 2. Le périmètre hydrologique indicatif (résultat sous-projet 1) est corrigé/vérifié en fonction de l'identification des types hydrologique du marais, des perturbations et des observations faites sur le terrain, soit le travail d'expertise réalisé par des spécialistes marais.

Le périmètre hydrologique est donc consolidé et permet d'assurer la fonction hydrologique de la zone-tampon suffisante du point de vue écologique.

Zone-tampon suffisante du point de vue écologique

La notion de « zone-tampon suffisante du point de vue écologique » a été clarifiée sans ambiguïté par le Tribunal fédéral (ATF 124 II 19 de 1997). Cet arrêté, qui fait jurisprudence, précise qu'une zone-tampon suffisante du point de vue écologique des biotopes marécageux doit en principe comprendre les surfaces nécessaires pour assurer les diverses fonctions suivantes :

- une fonction hydrique, sous la forme d'un périmètre au sein duquel aucune modification du régime hydrique susceptible de compromettre l'approvisionnement en eau nécessaire à la conservation des marais n'est tolérée;
- une zone-tampon trophique, qui doit réduire ou prévenir l'engraissement indirect des marais pauvres en substances nutritives;
- une fonction biologique, sous la forme d'un périmètre qui sert d'espace vital aux espèces animales et végétales spécifiques des biotopes marécageux et des zones de transition.

Types hydrologiques des marais

Selon le contexte hydro-géomorphologique dans lequel il s'est développé, un marais pourra être classé dans un type hydrologique au sens du manuel de conservation des marais de Suisse (Steiner & Grünig 1997). Le suffixe –gène traduit l'origine de la genèse, à savoir dans quelles conditions le marais s'est formé. On fait la distinction avec le suffixe –trophe, à savoir comment il est approvisionné en eau de nos jours. Ainsi, un marais fluviogène, soit originellement approvisionné par un cours d'eau, peut de nos jours se retrouver isolé de sa source d'approvisionnement en eau initiale et ne plus être approvisionné que par les eaux météoriques (ombrotrophie).

Le manuel distingue les types hydrologiques principaux suivants :

Fluviogène : le marais s'est développé et fonctionne sous l'influence des débordements et de la nappe d'un cours d'eau (Überflutungsmoor).

Topogène : le marais se forme par paludification dans une cuvette fermée où les apports en eau ne suffisent pas à former un lac.

Limnogène : le marais se développe sur les berges d'un plan d'eau et dépend du niveau d'eau de celui-ci. Souvent la végétation se développe et finit par couvrir toute la surface du plan d'eau.

Soligène : les marais soligènes se forment et sont approvisionnés sous l'influence des eaux de pente (Hangmoor). On distingue les marais soligènes de ruissellement alimentés par les eaux de versant des marais de percolation (Quellmoor) qui sont alimentés également en contexte de pente mais alimenté par des sources ou des apports diffus.

Ombrogène : le marais ombrogène se forme et se développe sous l'influence des eaux météoriques (pluie, neige, brouillard). Ce sont donc des haut-marais dont les espèces caractéristiques sont adaptées à la vie dans des conditions pauvres en minéraux et en nutriments. Il arrive fréquemment que les hauts-marais se développent secondairement sur un type primaire (les autres types hydrologiques) lorsque l'accumulation de tourbe les affranchit de la nappe minérale. Les hauts-marais purement ombrogènes sont rares en Suisse.

ANNEXE 2 : SCHÉMA DU PROCESSUS ESPACE MARAIS

