



Cultures alternatives sur les terres assolées humides situées à proximité de marais en Suisse

Auteur et autrices

Yvonne Fabian, Catherine Hutchings, Chloé Wüst-Galley,
Katja Jacot, Florian Walder, Annelie Holzkämper



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Impressum

Éditeur	Agroscope Reckenholzstrasse 191 8046 Zurich www.agroscope.ch
Mandant	Office fédéral de l'environnement (OFEV), div. Biodiversité et paysage, 3003 Berne L'OFEV est un office du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC).
Mandataire	Agroscope, Zurich
Contact	yvonne.fabian@agroscope.admin.ch
Download	www.terresassoleeshumides.ch
ISSN	2296-729X
DOI	https://doi.org/10.34776/as190f
Copyright	© Agroscope 2024

Exclusion de responsabilité

La présente étude a été réalisée sur mandat de l'OFEV. Seul le mandataire porte la responsabilité de son contenu. Agroscope décline toute responsabilité en lien avec la mise en œuvre des informations mentionnées ici. La jurisprudence suisse actuelle est applicable.

Table des matières

Zusammenfassung4

Résumé5

Summary6

Riassunto7

1 Situation initiale8

1.1 État des marais8

1.2 Zones tampons de marais suffisantes du point du vue écologique8

1.3 Projet pilote A2.1 du plan d'action Stratégie Biodiversité Suisse «Atténuation des changements climatiques: une utilisation durable est bonne pour les marais suisses»9

1.4 Objectifs du présent rapport10

2 Utilisations actuelles du sol11

2.1 Vue d'ensemble des utilisations du sol11

2.2 Effets possibles de l'utilisation actuelle du sol13

2.2.1 Utilisations non agricoles14

2.2.2 Utilisations agricoles14

3 Effets sur le climat de l'utilisation du sol autour des marais15

3.1 Sols organiques15

3.2 Sols à teneur moyenne en matière organique17

3.3 Sols minéraux17

4 Impact des remblais minéraux et des utilisations alternatives des sols sur le climat17

4.1 Remblayage des sols18

4.2 Exploitations alternative comme les Paludicultures18

5 Utilisations alternatives des sols organiques19

6 Conditions cadres pour des utilisations alternatives des sols telles que les paludicultures.....20

6.1 Rentabilité et promotion21

6.2 Aspects liés à l'exploitation et conditions de site25

7 Conclusion26

8 Remerciements26

9 Bibliographie27

Annexe32

Zusammenfassung

Wirkungskontrollen der Schutzmassnahmen in Mooren zeigen, dass der Nährstoffeintrag in den meisten Untersuchungsflächen zu hoch ist und die Moore laufend trockener werden. Zum einen ist dies der fortlaufenden Wirkung alter Drainagegräben und -leitungen geschuldet, zum anderen aber auch fehlendem Wasser aus den Einzugsgebieten der jeweiligen Moorobjekte. Störungen wie Infrastruktur oder Wasserfassungen im Moorumfeld haben einen qualitativ oder quantitativ negativen Einfluss auf den Wasserhaushalt der Schweizer Moore und können zu Veränderungen und zu einem langfristigen Verlust dieser Lebensräume führen.

Im Pilotprojekt «Eindämmung des Klimawandels: Nachhaltige Nutzungen helfen den Schweizer Mooren» aus dem Aktionsplan Biodiversität (AP SBS), sollen Grundlagen zur Berechnung bzw. Modellierungen des Wasserhaushalts von hydrologischen Einzugsgebieten und Pufferzonen von Moorobjekten verschiedener Ausprägung erarbeitet und zur Verfügung gestellt werden. Anhand einer repräsentativen Auswahl von Moorobjekten wird im Gesamtprojekt aufgezeigt, wie der Schutz und die Nutzung von hydrologischen Einzugsgebieten auf gesamtschweizerischer Ebene umgesetzt werden können. Dabei ist es von zentraler Bedeutung, dass der Einfluss der landwirtschaftlichen wie auch nicht landwirtschaftlichen Infrastrukturen auf die geschützten Moore berücksichtigt und qualitativ, sowie quantitativ abgeschätzt werden, um für die jeweiligen Moorobjekte möglichst effektive Massnahmen umsetzen zu können.

Für diesen Grundlagenbericht, der als vierter Teil des Gesamtprojekts entstanden ist, wurden der Stand des Wissens zu aktuellen und alternativen landwirtschaftlichen Nutzungen von Nassstandorten, und die Nutzung der Wasser- und Kohlenstoffspeicherung organischer und mineralischer Böden aus der Schweiz und Europa aufgearbeitet. Die landwirtschaftlichen Nutzungen werden bezüglich ihrer hydrologischen und ökologischen Auswirkungen auf die Moore in den unterschiedlichen biogeographischen Regionen der Schweiz bewertet. Die in Europa untersuchten alternativen Landnutzungen wie die Beweidung mit leichteren, robusten Rassen von Rindern, Wasserbüffeln, Schafen, Pferden und Ponys, Hirschen und Gänsen, die Bewirtschaftungen von Streueflächen, Feucht-, Frisch- und Nasswiesen, mit z.B. Sumpfdotterblumen, Rohrglanzgras und Grosseggenried, die Bewirtschaftung von Rohrkolben- und Schilfflächen, sowie der Anbau von Weide als Kurzumtriebsplantagen, Torfmoosen und Nassreis in moornahen Flächen haben, durch den höheren Wasserstand, positive Auswirkungen auf die Hydrologie der Moore. Die Anhebung des Wasserspiegels auf organischen Böden führt langfristig zu einer Reduktion ihrer Treibhausgasemissionen. Die Wirtschaftlichkeit der vorgeschlagenen Kulturen ist aktuell gering und die Nutzungen können meist nicht mit geförderten entwässerungsbasierten Nutzungen konkurrieren. Es sollte jede sich bietende Gelegenheit, wie Meliorationsprojekte, genutzt werden um den hydrologischen Zustand von Moorflächen zu verbessern. Betriebe sollten deswegen finanziell unterstützt werden, um die Umstellung zu sichern, um einen etwaigen Ertragsausfall zu kompensieren, einen Anschub für die Erschliessung neuer Märkte zu erhalten sowie die Leistungen des landwirtschaftlichen Betriebes für die Gesellschaft (CO₂-Reduktion, Vernässung des Moorstandortes und Förderung der Biodiversität, etc.) zu entschädigen. Wissenschaftliche Untersuchungen der vorgeschlagenen alternativen Kulturen in der Schweiz sind bisher erst punktuell vorhanden und sollten für den Anbau, die Wirtschaftlichkeit und die Verwertung verstärkt werden.

Résumé

Les contrôles d'efficacité des mesures de protection dans les marais montrent que l'apport en nutriments est trop élevé dans la plupart des surfaces étudiées et que les marais s'assèchent continuellement. Cela est dû, d'une part, à l'effet continu des anciens fossés et conduites de drainage et, d'autre part, au manque d'eau provenant des bassins versants des différents sites marécageux. L'utilisation intensive du sol et les perturbations telles que les infrastructures ou les captages d'eau dans les environs des marais ont une influence qualitative ou quantitative négative sur le régime hydrique des marais suisses et peuvent conduire à des modifications et à une perte à long terme de ces habitats.

Le projet pilote «Atténuation des changements climatiques: une utilisation durable est bonne pour les marais suisses» du plan d'action biodiversité (PA SBS), vise à élaborer et à mettre à disposition des bases pour le calcul ou la modélisation du régime hydrique des bassins versants hydrologiques et des zones tampons d'objets marécageux de différentes natures. À l'aide d'une sélection représentative d'objets marécageux, il sera montré dans le projet global comment la protection et l'utilisation des bassins versants hydrologiques peuvent être mises en œuvre à l'échelle de la Suisse. Il est essentiel de tenir compte de l'influence des utilisations agricoles et non agricoles sur les marais protégés et de l'estimer qualitativement et quantitativement afin de pouvoir mettre en œuvre des mesures aussi efficaces que possible pour les différents objets marécageux.

Ce rapport, réalisé dans le cadre de la quatrième partie du projet global, fait l'état des lieux des connaissances sur les utilisations agricoles actuelles et alternatives des sites humides et sur l'utilisation du stockage de l'eau et du carbone dans les sols organiques et minéraux en Suisse et en Europe. Les utilisations agricoles sont évaluées en fonction de leur impact hydrologique et écologique sur les marais dans les différentes régions biogéographiques de Suisse. Les utilisations alternatives du sol étudiées en Europe, telles que la pâture par des races légères et robustes de bovins, buffles d'Asie, moutons, chevaux et poneys, cerfs et oies, l'exploitation de surfaces à litière, de prairies humides, fraîches et mouillées, de prairies à populage, de peuplements d'alpistes roseaux, de magnocariçaies, de surfaces de massettes et de roseaux, ainsi que la culture de saule à courte rotation, de sphaignes et de riz humide dans les surfaces proches des marais ont des effets positifs sur l'hydrologie des marais grâce à l'élévation du niveau d'eau. L'élévation du niveau d'eau sur les sols organiques entraîne une réduction de leurs émissions de gaz à effet de serre à long terme. La rentabilité des cultures proposées est actuellement faible et les utilisations ne peuvent généralement pas concurrencer les utilisations basées sur le drainage qui bénéficient d'un soutien. Il convient de saisir toutes les occasions qui se présentent, comme les projets d'amélioration foncière, pour améliorer l'état hydrologique des tourbières. C'est pourquoi les exploitations devraient être soutenues financièrement afin d'assurer leur reconversion, de compenser une éventuelle perte de rendement, d'obtenir un coup de pouce pour l'ouverture de nouveaux marchés et de rémunérer les prestations de l'exploitation agricole pour la société (réduction des émissions de CO₂, humidification du site marécageux et promotion de la biodiversité, etc.). Les études scientifiques sur les cultures alternatives proposées en Suisse ne sont encore que ponctuelles et devraient être approfondies, tant en ce qui concerne la mise en place que la rentabilité et la valorisation.

Summary

Assessments of the effectiveness of conservation measures in fens and bogs show that the nutrient input is too high in most of the study areas and that the peatlands continuously become drier. This is partly due to the ongoing effect of old drainage ditches and pipes, but also to a lack of water from the catchment areas of the respective peatland. Intensive land use and disturbances such as infrastructure or water catchments in the fens and bogs surroundings have a qualitatively or quantitatively negative impact on the water balance of Swiss peatlands and can lead to changes and long-term loss of these habitats.

The pilot project "Mitigating climate change: Sustainable land use helps Swiss peatlands" from the Biodiversity Action Plan (AP SBS) aims to develop and provide a basis for calculating and modelling the water balance of hydrological catchment areas and buffer zones of various types of peatlands. A representative selection of fens and bogs sites in the overall project will be used to show how the protection and utilisation of hydrological catchment areas can be implemented at a national level. It is of central importance that the influence of both agricultural and non-agricultural utilisation on the protected fens and bogs is taken into account and assessed both qualitatively and quantitatively in order to be able to implement the most effective measures possible for the respective peatland objects.

For this report, which was created as the fourth part of the overall project, the current state of knowledge on current and alternative agricultural uses of waterlogged sites, as well as the utilisation of water and carbon storage in organic and mineral soils in Switzerland and Europe were analysed. The agricultural uses are evaluated with regard to their hydrological and ecological effects on peatlands in the different biogeographical regions of Switzerland. The alternative land uses investigated in Europe include: Grazing with lighter, robust breeds of cattle, water buffalo, sheep, horses and ponies, deer and geese; the management of litter, damp, fresh and wet meadows, with e.g. marsh marigolds, reed canary grass and large sedge reeds; the management of cattail and reed beds; the cultivation of willow as short-rotation plantations; peat moss and paddy rice. When carried out on those surfaces close to peatlands, these management options have a positive impact on the hydrology of the peatlands due to the higher water level. Raising the water table on organic soils leads to a long-term reduction in their greenhouse gas emissions. The economic viability of the proposed crops is currently low and most of them cannot compete with subsidised drainage-based crops. Every opportunity that arises, such as melioration projects, should be utilised to improve the hydrological conditions of peatlands. Farms should therefore be financially supported in order to secure the conversion, to compensate for any loss of yield, to receive a boost for the development of new markets and to compensate for the services of the farm for society (CO₂ reduction, rewetting of the peatland site and promotion of biodiversity, etc.). Scientific studies of the proposed alternative crops in Switzerland have so far only been carried out selectively and should be intensified with regard to cultivation, economic viability and utilisation.

Riassunto

I controlli dell'efficacia delle misure di protezione nelle paludi dimostrano che l'apporto di nutrienti è troppo elevato nella maggior parte delle superfici d'indagine e che le paludi si inaridiscono progressivamente. Ciò è dovuto, da un lato, all'effetto costante degli antichi fossati e condotte di drenaggio e, dall'altro, alla mancanza di acqua proveniente dai bacini imbriferi dei diversi siti palustri. Le perturbazioni causate, ad esempio, dalle infrastrutture o dalle captazioni d'acqua nelle vicinanze delle paludi hanno un'influenza qualitativa e quantitativa negativa sul bilancio idrico e possono modificare e portare a una scomparsa a lungo termine di questi habitat.

Il progetto pilota «Mitigazione dei cambiamenti climatici: gli usi sostenibili aiutano le paludi svizzere» del piano d'azione Strategia Biodiversità Svizzera (PA SBS) si propone di elaborare e mettere a disposizione basi per il calcolo o la modellizzazione del bilancio idrico dei bacini imbriferi idrologici e delle zone cuscinetto delle paludi di diversa natura. Mediante una selezione rappresentativa di siti palustri, sarà mostrato nel progetto globale come attuare a livello nazionale la protezione e l'utilizzo dei bacini imbriferi idrologici. È fondamentale tenere conto dell'influenza sulle paludi protette delle infrastrutture agricole e non agricole e stimarla in termini qualitativi e quantitativi per attuare misure il più possibili efficaci per le diverse zone palustri.

Questo rapporto, che riguarda la quarta parte del progetto globale, analizza lo stato delle conoscenze sugli usi agricoli attuali e alternativi dei siti umidi e l'utilizzo dello stoccaggio di acqua e di carbonio nei suoli organici e minerali in Svizzera e in Europa. Gli usi agricoli sono valutati in funzione del loro impatto idrologico ed ecologico sulle paludi nelle diverse regioni biogeografiche della Svizzera. Gli usi agricoli alternativi del suolo studiati in Svizzera, come il pascolo con razze più leggere e robuste di bovini, bufali, ovini, cavalli e pony, cervi e oche, le gestioni di terreni da strame, prati umidi, freschi e acquitrinosi, ad esempio con calendule di palude, scagliole palustri e paludi a grandi carici, di tifa e canneti di acqua dolce, la coltura di salici come piantagione a rotazione breve, torbiere a sfagni e riso umido nelle aree vicine alle paludi hanno un impatto positivo sull'idrologia delle paludi grazie all'innalzamento del livello dell'acqua che, nei suoli organici, comporta una riduzione delle loro emissioni di gas serra a lungo termine. La redditività delle colture proposte è attualmente modesta e le utilizzazioni non possono generalmente competere con gli utilizzi basati sul drenaggio che beneficiano di un sostegno. Dovrebbe essere sfruttata ogni possibilità, come i progetti di bonifica, per migliorare lo stato idrologico delle torbiere. Le aziende dovrebbero quindi essere sostenute finanziariamente per assicurare la riconversione, compensare un'eventuale perdita di rendimento, ottenere impulsi all'apertura di nuovi mercati e indennizzare le prestazioni delle aziende agricole per la società (riduzione delle emissioni di CO₂, umidificazione del sito paludoso, promozione della biodiversità ecc). Gli studi scientifici sulle colture alternative prodotte in Svizzera sono limitati e dovrebbero essere approfonditi per la coltura, la redditività e la valorizzazione.

1 Situation initiale

1.1 État des marais

Le suivi des effets de la protection des biotopes en Suisse au cours des dernières années a montré que l'état des hauts-marais et des bas-marais protégés ne cesse de se dégrader (Küchler et al. 2018, figure 1). En près de 10 ans (premier et deuxième relevés menés entre 1997 et 2010), près d'un tiers de tous les marais se sont soit enrichis en éléments nutritifs, soit asséchés ou appauvris en tourbe, et près de 20 % montrent une tendance à la dégradation. Les marais où aucune dégradation n'a été constatée représentent environ 30 % et ceux où une amélioration ou des tendances à l'amélioration sont observées, 20 %. L'amélioration est à mettre au compte notamment des renaturations et, pour les bas-marais, d'un entretien adéquat (Küchler et al. 2018). Des relevés plus récents du suivi des effets, menés entre 2011 et 2017, montrent que la tendance à l'assèchement dans les marais étudiés se poursuit. Alors que les hauts-marais se sont souvent enrichis en éléments nutritifs, l'état des bas-marais n'a dans l'ensemble pas changé depuis 2011 (Bergamini et al. 2018). Le manque d'eau et les apports excessifs en éléments nutritifs menacent ces écosystèmes extrêmement sensibles qui ne peuvent par conséquent plus assurer leurs fonctions (rétention d'eau, stockage du carbone, fonction récréative, etc.) (Grünig 1994). Le manque d'eau dans les biotopes marécageux s'explique par l'effet persistant des anciens fossés et conduites de drainage, de même que par la déviation de l'eau par les routes et autres infrastructures. Les captages d'eau et de sources dans les bassins versants privent également de nombreux marais d'un apport en eau (OFEV 2022). Ces dernières années, les périodes de sécheresse sont allées en augmentant ce qui a encore renforcé le manque d'eau. On s'attend à ce que la fréquence et la durée des périodes de sécheresse continuent d'augmenter à l'avenir dans toutes les régions de Suisse (CH 2018, OFEV 2021).

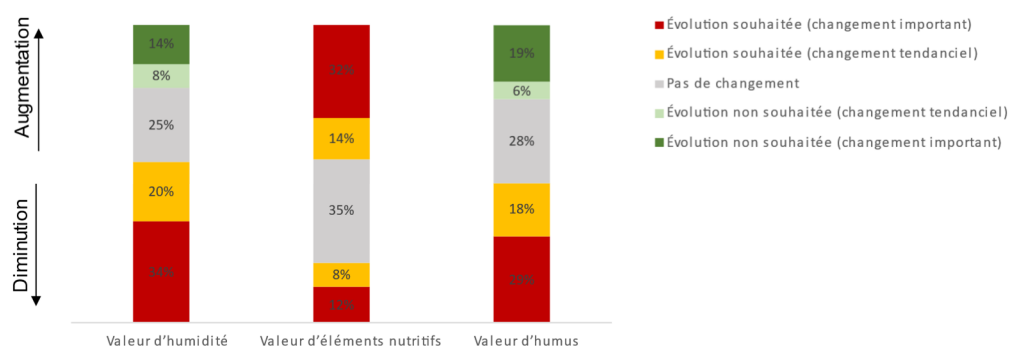


Figure 1: Évolution qualitative des marais dans leur ensemble, en termes d'humidité, d'apport en éléments nutritifs et de teneur en humus (premier relevé 1997-2002; deuxième relevé 2004-2010, Küchler et al. 2018).

1.2 Zones tampons de marais suffisantes du point de vue écologique

En Suisse, les biotopes marécageux d'importance nationale sont protégés dans leur intégralité au niveau constitutionnel. Les articles 4 de [l'ordonnance sur la protection des hauts-marais et des marais de transition d'importance nationale](#) (RS 451.32, ordonnance sur les hauts-marais) et de [l'ordonnance sur la protection des bas-marais d'importance nationale](#) (RS 451.33, ordonnance sur les bas-marais) précisent que:

- Les marais doivent être conservés intacts,
- Dans les zones marécageuses détériorées, la régénération doit être encouragée dans la mesure où elle est judicieuse,
- La flore et la faune indigènes ainsi que les éléments écologiques indispensables à leur existence doivent être conservés et développés et
- Les particularités géomorphologiques doivent être conservées.

Pour atteindre ces objectifs, les cantons doivent:

- Définir précisément les limites des objets et
- Délimiter des zones tampons suffisantes du point de vue écologique (selon art. 14, al. 2 OPN)

La notion de «zones tampons suffisantes du point de vue écologique» a été clarifiée par le Tribunal fédéral pour les biotopes marécageux ([BGE/ATF 124 II 19 consid. 3.a p.22 de 1997](#)) et est définie au chiffre 43 du commentaire LPN. Cet arrêté constitue un précédent et précise qu'une zone tampon suffisante d'un point de vue écologique doit en principe comprendre les surfaces nécessaires pour assurer les diverses fonctions suivantes (Marti et al. 1997, OFEFP 2002):

- Une **zone tampon trophique** (figure 2), afin de réduire ou prévenir l'engraissement indirect des marais pauvres en éléments nutritifs;
- Une **zone tampon biologique** qui sert d'espace vital aux espèces animales et végétales spécifiques des biotopes marécageux et des zones de transition;
- Une **zone tampon hydrologique**, dans laquelle aucune modification du régime hydrique susceptible de compromettre l'approvisionnement en eau nécessaire à la conservation des marais n'est tolérée.

Dans d'autres parties du projet, on utilise parfois une autre terminologie que celle de «zone tampon hydrologique» utilisée ici, par exemple «périmètre hydrologique indicatif». Cela s'explique par le fait que, dans le lot 1, le périmètre d'indication hydrologique des marais a été calculé pour tous les objets nationaux. Le périmètre d'indication hydrologique des marais est une étape préliminaire de la zone tampon hydrologique. Dans le lot 2, on élabore les bases nécessaires au canton pour délimiter la zone tampon hydrologique, pour un marais par canton. Dans les faits, il n'existe pas encore de zones tampons hydrologiques en Suisse actuellement.

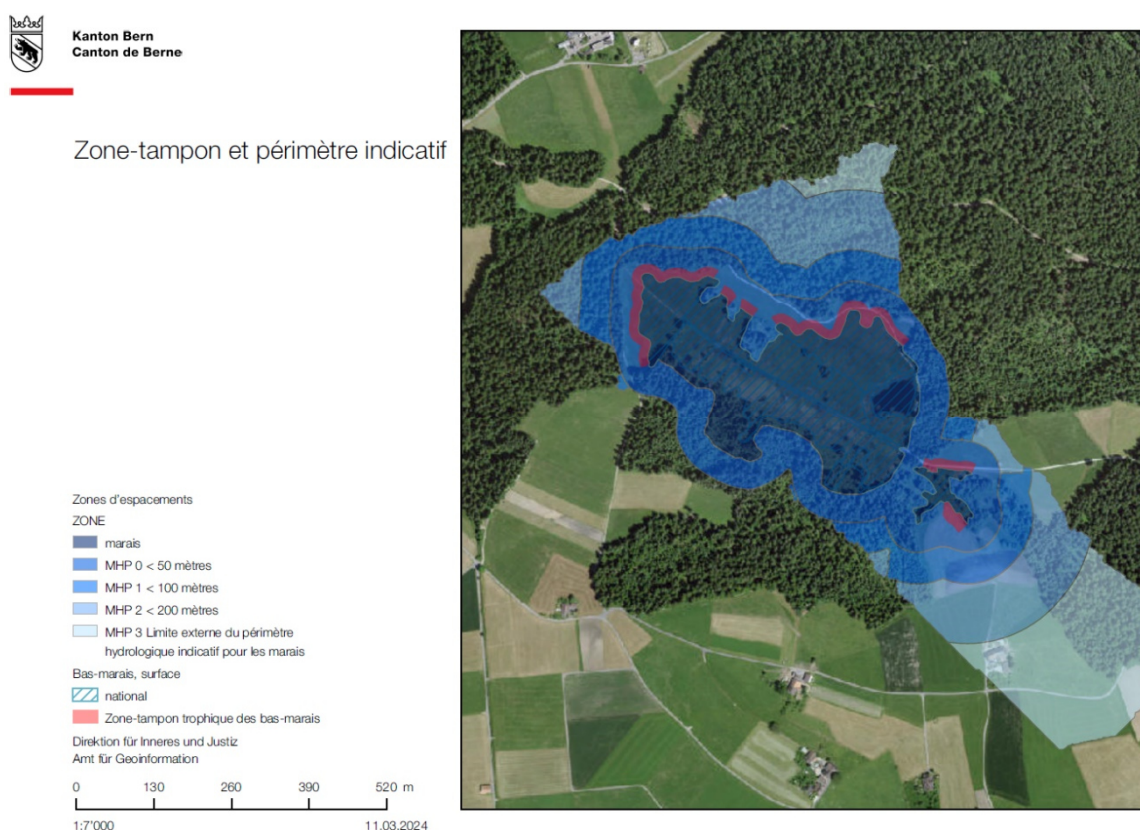


Figure 2: Périmètre hydrologique indicatif et tampon trophique autour d'un bas-marais d'importance nationale dans le canton de Berne.

1.3 Projet pilote A2.1 du plan d'action Stratégie Biodiversité Suisse «Atténuation des changements climatiques: une utilisation durable est bonne pour les marais suisses»

Le projet pilote A2.1 du plan d'action Stratégie Biodiversité Suisse (PA SBS) vise à améliorer l'approvisionnement en eau des marais et à mettre en évidence les possibilités d'utilisation, afin de garantir leur existence à long terme et leur rôle essentiel dans la protection de la biodiversité et du climat. Il s'appuie sur la méthodologie de l'«[espace marais](#)», développée entre 2014 et 2018 par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) avec le soutien de 16 cantons, pour proposer des méthodes d'exploitation adaptées à l'hydrologie des surfaces remises en eau et d'en vérifier l'applicabilité à l'aide d'exemples concrets. L'analyse des

répercussions économiques et sociales, de même que la formulation des mesures d'encouragement nécessaires, se font en collaboration avec au moins 10 cantons des différentes régions biogéographiques et intègrent des représentants de l'agriculture ainsi que des exploitants et des propriétaires concernés.

L'un des principaux objectifs de ce projet pilote est de montrer comment assurer la protection des biotopes marécageux grâce à un approvisionnement suffisant en eau de bonne qualité. Pour cela, il est essentiel de concevoir des routes à fondation perméable et de renoncer aux structures trop drainantes, telles que drains à ciel ouvert, drainages souterrains ou captages d'eau. Une exploitation agricole adaptée, à proximité des marais, peut y contribuer. On peut partir du principe que, selon le type de marais et les perturbations existantes, des solutions très différentes permettront d'atteindre l'objectif. Pour certains marais, des mesures dans le marais protégé pourraient conduire à des améliorations significatives. Pour d'autres, des efforts supplémentaires dans les environs seront nécessaires, par exemple en ralentissant l'écoulement de l'eau accélérée par les drainages dans les surfaces remises en eau. Pour ce faire, Agroscope a analysé les bases existantes, issues d'expériences acquises en Europe en termes d'utilisation adaptée au site autour des biotopes marécageux, et a élaboré des propositions pour la Suisse sous la forme de fiches techniques. Les projets d'amélioration foncière, qui déterminent l'exploitation agricole pour les prochaines décennies, sont une opportunité d'améliorer la situation hydrologique des marais par la remise en eau de surfaces. Pour ces projets d'amélioration foncière, les fiches techniques fournissent un état des lieux des utilisations possibles sur les sites réhumidifiés. Sur cette base, le projet vise à définir, au travers de zones pilotes, quelles formes d'utilisation pourraient être mises en œuvre localement ou à l'échelle suisse, et dans quelles conditions.

1.4 Objectifs du présent rapport

- Collecter les données sur les utilisations actuelles du sol autour des marais en Suisse et évaluer les répercussions possibles en termes d'hydrologie des marais, de risque d'apport en éléments nutritifs et de protection du climat.
- Offrir une vue d'ensemble des formes d'utilisation adaptées au site pour les surfaces situées autour de marais de toutes les régions biogéographiques de Suisse. Démontrer les répercussions possibles de ces utilisations en termes d'hydrologie des marais, de risque d'apport en éléments nutritifs et de protection du climat.
- Mettre en évidence les conditions générales qui iraient à l'encontre d'une utilisation adaptée au site.

2 Utilisations actuelles du sol

2.1 Vue d'ensemble des utilisations du sol

La délimitation des zones tampons hydrologiques des marais étant encore en cours d'élaboration, les surfaces situées à la périphérie de biotopes marécageux protégés ont été utilisées comme approximation pour l'analyse des utilisations actuelles du sol: surfaces jusqu'à 500 m en amont et 25 m en aval du marais inventorié. Le modèle altimétrique swissALTI3D (swisstopo 2020) ainsi que l'inventaire fédéral des bas-marais d'importance nationale (OFEV 2021) et l'inventaire fédéral des hauts-marais et des marais de transition d'importance nationale (OFEV 2017) ont été utilisés à cet effet.

La surface totale des marais protégés est de 282 km² (225 km² de bas-marais et 57 km² de hauts-marais et marais de transition) et celle du rayon calculé ci-dessus, de 948 km². Selon la statistique de la superficie 2013/18 (OFS 2020), 49 % de cette surface n'est pas utilisée à des fins agricoles; la plus grande partie est constituée de forêts (32 % de la surface totale) (figure 3). Les données de l'Office fédéral de l'agriculture ont été utilisées pour le calcul de la surface agricole utile (surface agricole utile 2021) (figure 4). Il s'agit des données collectées par les cantons pour les paiements directs. Par conséquent, seules les exploitations bénéficiant de paiements directs sont prises en compte, ce qui correspond à la majeure partie des exploitations suisses.

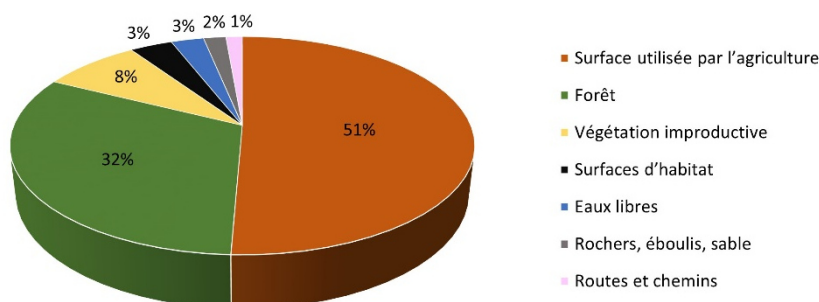


Figure 3: Utilisation du sol des surfaces situées à la périphérie de hauts et bas-marais inventoriés (statistique de la superficie 2013/18).

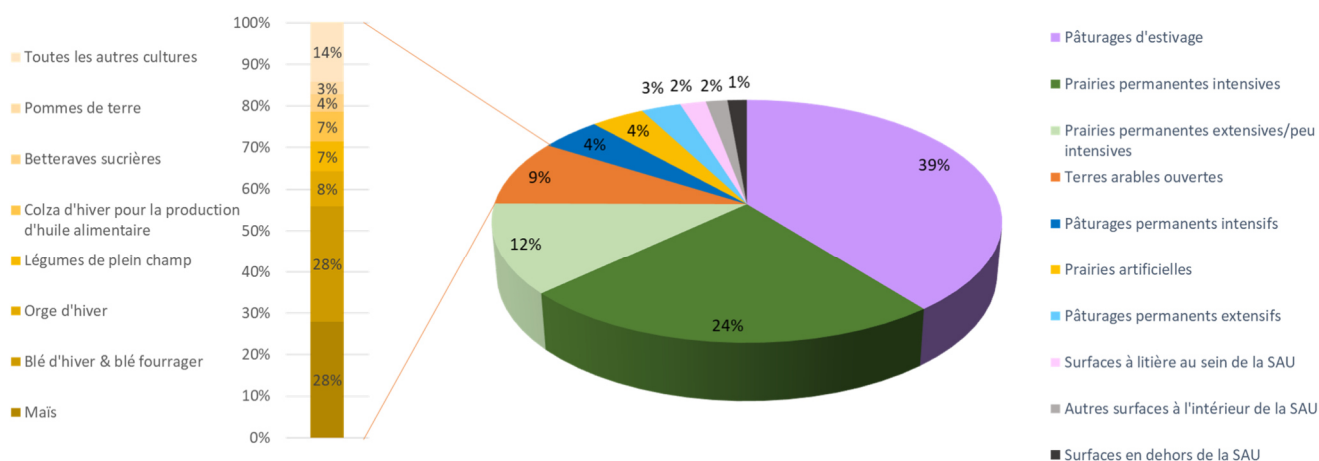


Figure 4: Parts des différentes utilisations dans les surfaces entourant les marais en Suisse (jusqu'à 500 m au-dessus des biotopes marécageux protégés et jusqu'à 25 m au-dessous). Source: calculs basés sur les banques de données suivantes: swisstopo (2020): swissALTI3D Office fédéral de topographie; OFEV (2017): Inventaire fédéral des hauts-marais et des marais de transition d'importance nationale; OFAG (2021): Surfaces agricoles cultivées

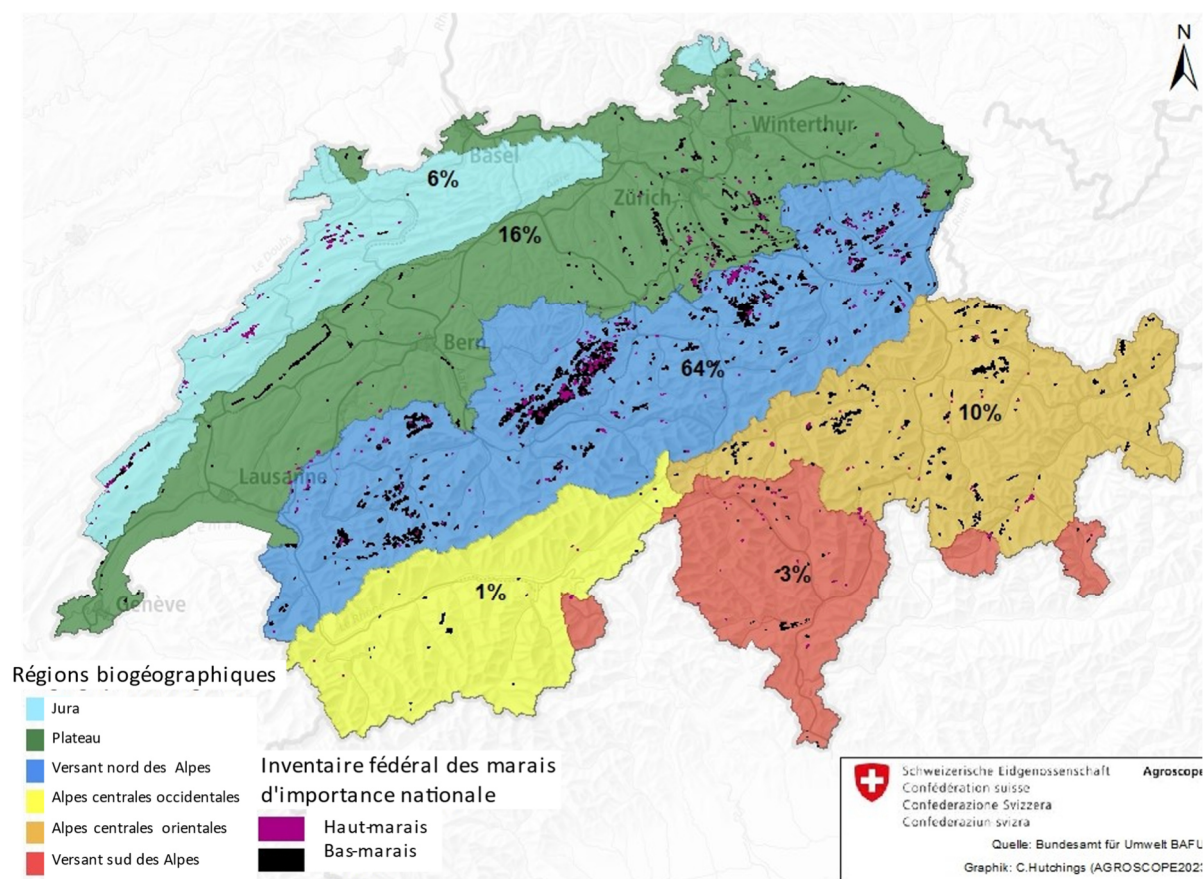


Figure 5: Répartition et pourcentage des marais d'importance nationale par région biogéographique.

En 2021, les pâturages d'estivage représentaient, selon l'OFAG (2021), près de 40 % de la surface utilisée par l'agriculture à la périphérie des marais protégés, soit l'utilisation agricole la plus importante (figure 5), car la plupart des marais se trouvent dans les zones préalpines ou alpines. Les hauts-marais, bas-marais et marais de transition des inventaires fédéraux se situent en moyenne à 1266 m d'altitude, resp. entre 401 et 2805 m. 24 % de la surface située à la périphérie de marais est utilisée comme prairie permanente intensive et 12 % comme prairie permanente extensive ou peu intensive. Les terres assolées et les prairies artificielles représentent 13 % de la surface utilisée par l'agriculture. Pour ce qui est des terres assolées, les cultures les plus fréquentes y sont le maïs (maïs grain, maïs ensilage, maïs vert et maïs semence) et le blé (blé d'automne, blé de printemps et blé fourrager, selon la [liste des variétés swiss granum](#)) avec 28 % chacun, suivies de l'orge d'automne (8 %), des cultures maraîchères de plein champ (7 %) et du colza d'automne destiné à la production d'huile alimentaire (7 %).

La plus grande partie des marais d'importance nationale inventoriés se situe dans la région biogéographique du versant nord des Alpes, puis suivent le Plateau et les Alpes centrales orientales (figure 5). La part de surface utilisée par l'agriculture varie entre 36 % et 66 % selon la région biogéographique (figure 6a). On observe également une grande disparité entre les parts dévolues aux différentes utilisations agricoles (figure 6b). Alors que les pâturages d'estivage prédominent sur le versant nord des Alpes (66 %), les prairies permanentes prévalent dans les Alpes centrales orientales (87 %) ainsi que sur le Plateau (45 %) où elles devancent les terres arables ouvertes (40 %).

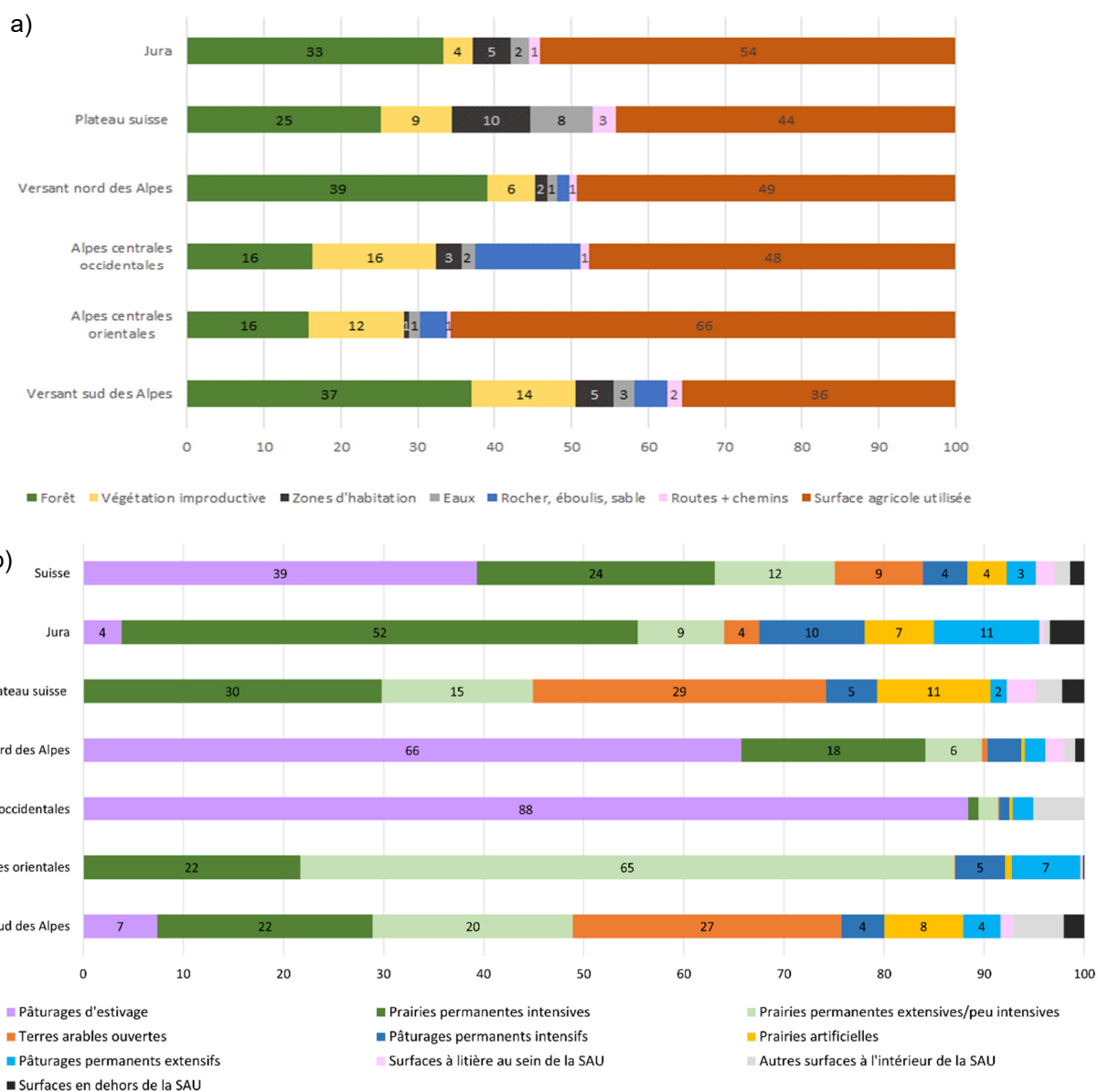


Figure 6: a) Utilisation du sol des surfaces situées à la périphérie des marais inventoriés en Suisse, par région biogéographique (statistique de la superficie 2013/18). b) Utilisation agricole des surfaces situées à la périphérie des marais inventoriés en Suisse, par région biogéographique en 2020 (OFAG 2021).

2.2 Effets possibles de l'utilisation actuelle du sol

Les effets concrets des utilisations actuelles du sol (de même que des utilisations alternatives possibles) autour des marais dépendent essentiellement du fait que la zone soit drainée ou non. Outre la situation de drainage actuelle, de multiples facteurs entrent en ligne de compte, dont la topographie, le climat local, le type et l'état du sol (tourbeux) ainsi que les utilisations historiques. Il convient donc de soumettre à l'examen de spécialistes chaque marais protégé, afin de pouvoir procéder à une évaluation. Pour une sélection d'objets marécageux, un autre volet du projet pilote vise à établir avec précision les bases pour la délimitation de zones tampons hydrologiques, comprenant également les éventuelles perturbations du régime hydrique. Des utilisations non agricoles du sol ont une influence sur les marais protégés, notamment en termes d'hydrologie (figure 7). Celles-ci sont décrites ci-après.

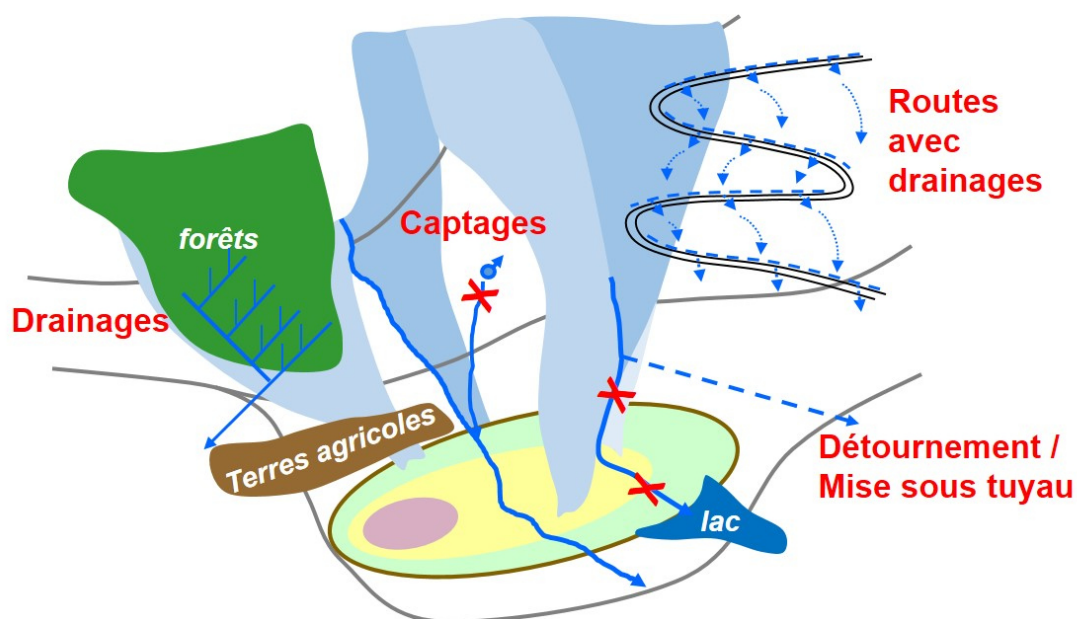


Figure 7: Exemple de perturbations du régime hydrique d'un marais (Espace marais 2023).

2.2.1 Utilisations non agricoles

La forêt représente la plus grande part d'utilisation non agricole autour des biotopes marécageux, avec 32 % de la surface totale. Selon le type d'utilisation de la forêt, la disponibilité de l'eau, de même que sa qualité, peuvent avoir un impact négatif sur le marais. C'est le cas notamment si un drainage en forêt détourne de l'eau et la soustrait ainsi au marais (Shah et al. 2022).

Les surfaces bâties dans les localités, de même que les routes (bien qu'elles ne représentent en termes de surface que 1 % de l'utilisation du sol) peuvent avoir une grande influence sur l'hydrologie du marais. Les surfaces imperméabilisées et les éventuels drainages dévient et accélèrent l'eau. À l'intérieur des localités, les eaux de pluie s'écoulent généralement via les canalisations vers une station d'épuration des eaux usées (STEP) avant d'être déversées plus loin. Quant aux routes situées en dehors des localités, leur surface imperméabilisée entraîne une déviation de l'eau qui, dans ce cas, ne parvient plus jusqu'au marais. De nombreuses routes sont par ailleurs équipées de systèmes de drainage qui concentrent et détournent les flux d'eau. La concentration de l'eau peut provoquer la formation de profondes incisions dans le terrain qui ont pour effet d'abaisser le niveau de la nappe souterraine et soustraient ainsi de l'eau aux marais. De plus, dans de nombreux bassins versants de marais, l'eau est captée à des fins diverses (eau potable, production d'énergie, agriculture, enneigement des pistes de ski) (Espace marais 2023). Il est donc primordial de prendre en compte l'influence des utilisations agricoles et non agricoles sur les marais protégés et de l'évaluer quantitativement afin de pouvoir mettre en œuvre des mesures aussi efficaces que possible pour tous les marais concernés.

2.2.2 Utilisations agricoles

Influence sur l'hydrologie

Outre les conditions de site des surfaces agricoles (topographie, type de sol, climat, etc.), ce sont surtout le type de système de drainage et son état qui influencent l'hydrologie des surfaces situées autour et à l'intérieur des marais protégés. L'emplacement des surfaces drainées et le lieu de déversement ont une grande influence sur l'hydrologie des marais. On sait qu'au début du XX^{ème} siècle déjà, la Suisse ne comptait pratiquement plus aucun marais exempt de drainage (Früh 1904). Sur les sols tourbeux, une exploitation intensive est pratiquement impossible sans drainage. Vu le manque de données pédologiques à l'échelle suisse, on ne sait que peu de chose sur la répartition exacte des types de sol. On peut cependant partir du principe que les biotopes marécageux protégés sont pour la plupart directement limitrophes d'anciens sols tourbeux ou de sols de transition, des sols dont les horizons organiques sont peu profonds ou des sols minéraux riches en carbone (Tiemeyer et. al 2016; Leifeld et. al 2019). La probabilité que des sols organiques actuellement utilisés par l'agriculture soient drainés est élevée. Cette probabilité est toutefois moindre pour les prairies que pour les terres assolées (Tiemeyer et. al 2020). On note cependant de grandes variations dans la

fréquence et la profondeur des drainages entre les différentes surfaces d'herbages et celles d'assolement (Tiemeyer et al. 2020). Gramlich et al. 2018 ont recueilli les données d'études sur les effets des drainages sur l'écoulement de l'eau, l'érosion et les flux de matière et ont mis en évidence les effets des drainages suivants:

- Une augmentation de l'écoulement annuel, le niveau de la nappe étant plus bas après le drainage. Les pertes d'eau varient selon la saison et les cultures. Processus contraires pour les débits de pointe: le drainage souterrain réduit plus rapidement l'écoulement superficiel, mais augmente au contraire la vitesse de l'écoulement souterrain.
- Outre la topographie, les caractéristiques de sol, le type de système de drainage (profondeur de l'installation, distance, etc.) et le climat, l'utilisation du sol influence également l'effet du drainage. Le travail du sol peut accélérer et augmenter l'écoulement souterrain dans les tuyaux (en particulier sur les sols argileux), mais il peut aussi boucher les macropores et les fissures et réduire ainsi l'écoulement. Le type de culture influence également le volume d'évapotranspiration et les différents systèmes racinaires ont un impact sur les lignes d'écoulement préférentielles.
- Dans le cas des sols organiques, le drainage de la tourbe entraîne une augmentation des débits annuels et des débits d'étiage, les débits de pointe étant initialement réduits en raison du niveau d'eau plus bas. Si un sol reste soumis à des conditions de drainage pendant une période prolongée, la matière organique se dégrade. En raison du processus de contraction qui en résulte et de la perturbation de la structure des macropores, la capacité de rétention d'eau des sols continue de décroître. Ce processus provoque une diminution lente mais constante de l'épaisseur des sols jusqu'au niveau du drainage, ce qui favorise la stagnation de l'eau et diminue la fertilité du sol (Wichtmann et al. 2017).

En raison des nombreux facteurs d'influence et surtout de l'importance des systèmes de drainage existants et de leur effet, il n'est pas possible de tirer des conclusions générales sur le type d'utilisation agricole actuelle, sur la base des données disponibles. Les utilisations non agricoles (milieu bâti, routes et chemins, forêt) sont également d'importance cruciale. Les projets d'amélioration foncière offrent la possibilité d'améliorer la situation hydrologique des terres agricoles par la remise en eau de surfaces.

3 Effets sur le climat de l'utilisation du sol autour des marais

L'exploitation des sols et le niveau de drainage qu'elle nécessite peuvent, selon le sol, être à l'origine d'importantes émissions de gaz à effet de serre. Deux facteurs essentiels déterminent les effets sur le climat de l'utilisation des zones tampons: d'une part, la richesse en carbone organique du sol et, d'autre part, le fait que le site soit drainé ou non. Comme il n'existe pas de carte des types de sols à l'échelle nationale ni de carte détaillée des sols organiques et que l'on ne dispose pas non plus d'informations détaillées à l'échelle suisse sur les drainages, il n'est pas possible de quantifier les effets sur le climat de l'utilisation actuelle des zones tampons. Il est toutefois possible d'en estimer les effets probables sur la base des tendances présentées ci-dessous.

3.1 Sols organiques

Dans ce rapport, les sols organiques sont considérés comme des sols formés dans des conditions de saturation en eau et qui présentent un horizon épais, riche en carbone, parfois entrecoupé de couches minérales. Ceux-ci comportent donc aussi bien des sols tourbeux et semi-tourbeux (issus de hauts-marais et en partie de bas-marais) que des sols tourbeux ou semi-tourbeux dégradés. Le carbone organique de ces sols s'est accumulé au cours des siècles, voire des millénaires, dans des conditions de saturation en eau. L'oxygène se diffusant beaucoup plus lentement dans l'eau que dans l'air, la décomposition aérobie de la matière organique est empêchée. Il y a bien une décomposition anaérobie, mais la dégradation est plus lente que l'apport de matière organique, ce qui se traduit par une accumulation – sous forme de tourbe – dans le système (Clymo 1984, Freeman 2001). Ce carbone organique n'est toutefois stable qu'en conditions anaérobies, lorsque le sol est saturé en eau. Le drainage de la tourbe a pour effet d'exposer à l'air (et donc à l'oxygène) le carbone organique, ce qui entraîne une décomposition aérobie plus rapide. Le carbone est alors perdu soit directement sous forme de CO₂, soit sous forme de carbone organique particulaire ou de carbone organique dissous. On estime qu'il s'oxyde en dehors du système, ce qui au final conduit également à des émissions de CO₂ (Wilson et al. 2016).

On dispose de nombreuses données scientifiques attestant que le drainage des sols organiques génère d'importantes émissions de gaz à effet de serre. Celles-ci sont dues principalement aux rejets de CO₂ (Wilson et al. 2016), bien que sur les surfaces

agricoles les émissions de N_2O soient également importantes. On estime que dans la zone tempérée les émissions de CO_2 atteignent 9,5 à 29 t CO_2 ha⁻¹ a⁻¹ selon l'utilisation du sol (Wilson et al. 2016). Il a été démontré à plusieurs reprises que le taux d'émissions de CO_2 diminuait parallèlement à l'élévation du niveau de la nappe souterraine (Evans et al. 2021, Couwenberg et al. 2010, Tiemeyer et al. 2020, Leiber-Sauheitl et al. 2014). Sur la base des données de 149 sites, Tiemeyer et al. (2020) ont par ailleurs démontré que la relation entre le niveau de la nappe souterraine et les émissions de CO_2 ne différait pas fondamentalement selon l'utilisation du sol. Des études ont même mesuré une absorption nette de CO_2 , du moins dans des systèmes proches de l'état naturel, lorsque le niveau de la nappe souterraine se situe de -10 cm à 0 cm (p. ex. Couwenberg et al. 2010, Tiemeyer et al. 2020). On dispose en outre d'indications selon lesquelles le niveau moyen de nappe souterraine en été (Boonman et al. 2022) et la quantité de sol organique sec (autrement dit situé au-dessus du niveau de la nappe souterraine, Paul et al. 2023) influencent davantage les émissions de CO_2 que le niveau moyen annuel de la nappe souterraine.

Par contre, les sols organiques asséchés n'émettent que peu ou pas de méthane (CH_4), voire en absorbent, alors qu'une élévation du niveau de la nappe souterraine de -20 cm à -10 cm environ peut entraîner des émissions importantes de CH_4 . Certaines études ont ainsi constaté une augmentation exponentielle des émissions de CH_4 parallèlement à l'élévation du niveau de la nappe souterraine (Tiemeyer et al. 2020, Couwenberg et al. 2011). Cet aspect est fondamentalement problématique, car bien que le CH_4 ait une durée de vie courte, il a un potentiel de réchauffement global très élevé. Il faut toutefois relever que les différences en termes d'émissions de CH_4 peuvent être très importantes et que certains sites produisent de faibles émissions de CH_4 malgré un niveau élevé de la nappe souterraine (Evans et al. 2021, Tiemeyer 2020). Ce niveau élevé semble donc être une condition préalable aux émissions de CH_4 , même s'il n'est pas toujours associé à des émissions de méthane importantes. Cela signifie qu'il devrait être possible d'élever le niveau de la nappe jusqu'au plus près de la surface, tout en maintenant les émissions de CH_4 à un faible niveau. On dispose d'indications selon lesquelles le régime hydrique, les espèces végétales, la composition microbienne du sol et la disponibilité des éléments nutritifs ont une influence sur les émissions de CH_4 en cas de débordement (Paul et Leifeld 2023). Des études scientifiques sur le sujet font toutefois défaut.

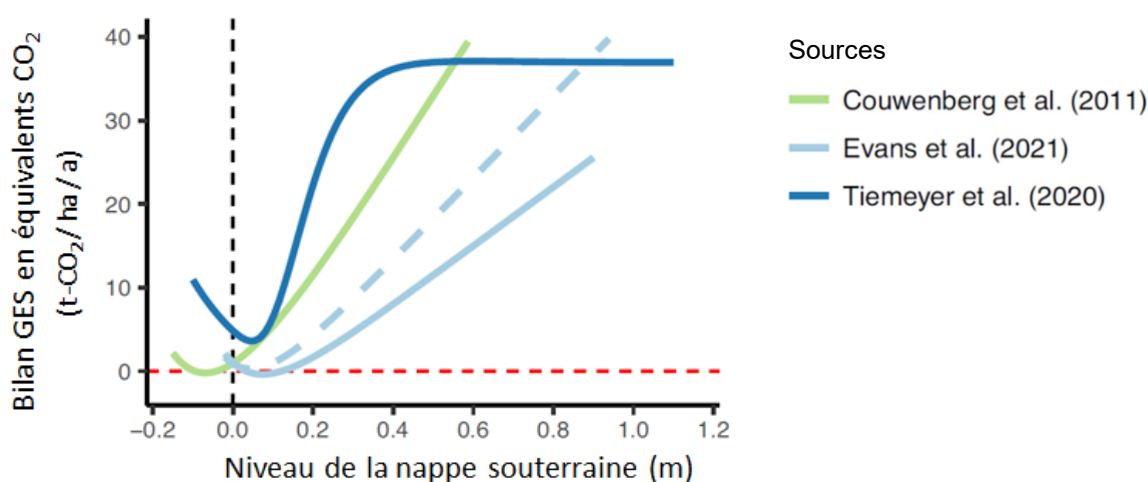


Figure 8: Relation entre le niveau de la nappe souterraine (axe des x) et le bilan des gaz à effet de serre en tonnes d'équivalents CO_2 par hectare et par année (ha / a, axe des y) pour les sols organiques, selon les trois études mentionnées. La profondeur optimale correspond au niveau le plus bas de la courbe, selon Freeman et al. 2022.

D'une manière générale, on peut retenir que lorsqu'on élève le niveau de la nappe souterraine dans les sols organiques drainés, les émissions de CH_4 augmentent à des degrés divers, mais que les émissions de CO_2 diminuent fortement. Ainsi, un niveau de nappe souterraine optimal – en termes d'émissions de gaz à effet de serre – se situerait à quelques centimètres sous la surface. Freeman et al. (2022) estiment cette profondeur à $0,04 \pm 0,03$ m, en se basant sur le potentiel d'effet de serre du CH_4 sur une échelle temporelle de 100 ans (figure 8).

L'impact négatif de l'utilisation agricole des sols organiques sur le climat dépend donc du fait que ceux-ci soient ou non drainés. Plus de 80 % des surfaces situées à proximité de marais sont boisées ou utilisées par l'agriculture. En Suisse, les sols organiques agricoles sont en principe drainés et génèrent par conséquent d'importantes émissions de gaz à effet de serre. En effet, à l'exception des rizières (dont la surface est négligeable), des surfaces à litière et des quelques marais pâturés, l'agriculture dans son ensemble est constituée de cultures « sèches » nécessitant des drainages. Les émissions de gaz à effet de serre, y compris le N_2O , provenant des sols organiques utilisés par l'agriculture sont estimées à environ 920 kt d'équivalents CO_2 /ha/année, ce qui représente près de 12 % des émissions du secteur agricole (OFEV 2024). Des émissions aussi élevées ainsi que la perte de matière organique du sol suggèrent que l'utilisation agricole des sols organiques n'est pas durable. La situation est moins claire

en ce qui concerne les sols organiques forestiers: bien que le drainage permette une meilleure croissance des arbres sur les sols qui présentent une tendance à l'engorgement, la catégorie d'utilisation du sol «forêt» comprend aussi bien des surfaces drainées que non drainées. Il faudrait vérifier dans quelle mesure des modèles altimétriques de haute précision, comme le modèle Alti3D de swisstopo, peuvent indiquer des surfaces forestières drainées. Il est probable que le sol des tourbières boisées perde également du carbone organique (Wilson et al. 2016). On ignore dans quelle mesure cette perte de carbone est compensée à court terme par l'absorption supplémentaire de carbone résultant de la croissance des arbres et par l'utilisation faite du bois. Ainsi, des bilans de carbone aussi bien négatifs que positifs ont été établis pour des forêts marécageuses finlandaises après drainage (Minkinen et al. 2002; Krüger et al. 2016). Il n'existe que peu d'études concernant la zone tempérée et il est difficile de déterminer si les résultats, en termes de climat et de végétation, peuvent être transposés aux conditions suisses. La seule étude menée en Suisse sur des forêts sur sols organiques drainés a révélé une large palette de pertes de carbone à long terme; dans un cas, on a même mesuré un taux comparable à celui des surfaces agricoles (Wüst-Galley et al. 2016).

3.2 Sols à teneur moyenne en matière organique

La mesure des émissions de gaz à effet de serre provenant de sols riches en carbone s'est par le passé concentrée sur des sols particulièrement riches en carbone, typiquement avec au moins 20 à 30 % de carbone organique pour une épaisseur de couche > 40 cm (Leiber-Sauheitl et al. 2014). Cependant, il existe également des sols affichant une teneur en matière organique moyenne. Ceux-ci présentent soit un horizon organique trop peu profond, soit une teneur en carbone organique trop faible pour être considérés comme des sols organiques typiques. Il s'agit soit de sols tourbeux fortement dégradés, soit de sols dans lesquels s'intercalent une couche sableuse ou minérale (Leifeld et al. 2019, Tiemeyer et al. 2016). Les quelques mesures disponibles des émissions de gaz à effet de serre de tels sols montrent que leurs émissions de CO₂ sont comparables à celles de sols plus riches en carbone (Tiemeyer et al. 2016, Höper et al. 2015, Leifeld et al. 2019). On peut donc supposer que le drainage de tels sols a des effets négatifs sur le climat similaires à ceux des sols organiques plus riches en carbone, souvent étudiés.

3.3 Sols minéraux

Quant aux sols minéraux utilisés par l'agriculture en Suisse, on admet généralement qu'ils ne sont en moyenne ni des sources ni des puits de carbone organique à un horizon de plusieurs décennies (OFEV 2024). Cette hypothèse repose sur des modélisations du carbone organique dans le sol et sur des mesures de carbone effectuées par les stations d'observation à long terme. Il est à noter toutefois que certains sites ou régions de Suisse peuvent représenter des puits ou des sources de carbone à cet horizon temporel (Gubler et al. 2020, Moll-Mielewicz et al. 2023, OFEV 2024), car des facteurs spécifiques au site (sol, climat ou exploitation) jouent également un rôle.

Les effets du drainage sur les réserves de carbone ou les flux de CO₂ sont moins bien documentés pour les sols minéraux que pour les sols organiques, notamment parce que l'état de drainage d'un site n'est que rarement mentionné dans les publications y relatives (Leifeld et al. 2019). Leifeld et al. (2019) recensent les connaissances actuelles sur les émissions de gaz à effet de serre des sols minéraux drainés et en concluent que ces sols libèrent du carbone. Le taux de perte de carbone est beaucoup plus faible que pour les sols présentant une teneur en carbone organique moyenne à élevée, mais bien plus important que pour les sols minéraux (naturellement) secs. On peut en outre s'attendre à ce que le potentiel d'émissions de CO₂ à long terme soit plus faible.

4 Impact des remblais minéraux et des utilisations alternatives des sols sur le climat

Les études mentionnées plus haut montrent qu'une augmentation du niveau de la nappe souterraine a un effet positif sur le climat dans le cas de sols riches en carbone situés à proximité de marais et/ou de sols organiques ou riches en carbone drainés par le passé, et ce bien qu'il faille optimiser l'utilisation de la surface pour réduire au minimum les émissions de CH₄. Cette règle générale doit toutefois tenir compte de certaines particularités.

Pour l'exploitation des sols organiques présentés dans ce projet, le niveau de la nappe souterraine recommandé ne devrait pas être inférieur à environ -45 cm. Pour les sols riches en carbone, ceci est important en termes d'émissions de gaz à effet de serre pour les raisons suivantes. Le lien entre le niveau de la nappe souterraine et le bilan des gaz à effet de serre est incertain pour les sols riches en carbone drainés profondément (figure 8). Certaines études (p. ex. Evans et al. 2021) ont montré une diminution linéaire des émissions de CO₂ parallèlement à une élévation du niveau de la nappe souterraine. On peut donc s'attendre à une diminution proportionnelle des émissions de gaz à effet de serre si l'on élève le niveau de la nappe souterraine, passant d'un

drainage profond à un drainage modéré. Tiemeyer et al. (2020) ont par contre montré qu'une diminution des émissions de CO₂ n'était observée que si cette élévation amenait la nappe à un niveau de -30 cm environ. D'autres études (p. ex. Couwenberg 2011) rendent compte d'effets situés à cheval entre ces résultats. Les effets climatiques d'une élévation du niveau de la nappe souterraine pour les sols riches en carbone, d'un drainage profond à un drainage modéré (p. ex. de -100 cm à -50 cm) restent donc globalement incertains et certaines études n'augurent pas de réduction des émissions de gaz à effet de serre associée.

4.1 Remblayage des sols

Le remblayage des sols est de plus en plus pratiqué en Suisse. Il permet de poursuivre l'exploitation agricole de champs qui ne sont plus que difficilement exploitables en raison d'affaissements irréguliers du sol, entraînant une structure instable, une stagnation de l'eau ou un assèchement. Bien que le remblayage minéral ne fasse pas partie des pratiques recommandées autour des marais, il est mentionné ici car il est souvent réalisé sur des sols drainés riches en carbone (qui sont susceptibles de s'affaisser). Il n'existe que peu d'études sur les effets du remblayage en termes d'émissions de gaz à effet de serre. Les données obtenues sur trois sites remblayés avec un mélange de sable en Allemagne montrent que les émissions sont similaires à celles de surfaces agricoles drainées typiques sur des sols organiques (drainés) (Höper et al. 2015). Des mesures continues de CO₂ (au moyen de la méthode Eddy covariance), effectuées dans le cadre d'une récente étude de quatre ans dans le Rheintal saint-gallois, montrent qu'un remblayage minéral ne réduit pas à lui seul les émissions de CO₂. On observe une réduction des émissions de CO₂ uniquement si la tourbe sous-jacente est saturée en eau (Paul et al. 2023).

4.2 Exploitations alternative comme les Paludicultures

La paludiculture est l'exploitation en conditions humides d'anciens sites marécageux pour la production de biomasse. Nos hypothèses mécanistes sur les sols riches en carbone et les mesures effectuées sur de tels sols laissent entrevoir que leur exploitation en paludiculture a – par rapport à l'exploitation sur des sols préalablement asséchés – un effet positif sur le climat. Toutefois, on ne dispose que de peu de mesures des émissions de gaz à effet de serre de la paludiculture, vraisemblablement parce qu'il s'agit d'un mode d'exploitation relativement nouveau. Paul et Leifeld (2023) synthétisent la littérature scientifique sur le sujet. De nombreuses études témoignent d'émissions de CO₂ plus faibles pour les sites où sont mises en place des plantes typiques des paludicultures. En revanche, les émissions de CH₄ peuvent être très élevées, notamment sur les sites soumis à des conditions d'inondation (y compris dans les fossés, p. ex. Daun et al. 2023). Les sols saturés en eau, lorsqu'ils sont fertilisés, émettent en outre davantage de N₂O. Ainsi, un site peut être en même temps un puits de carbone, tout en étant à l'origine d'émissions de gaz à effet de serre (p. ex. Günther et al. 2015, Minke et al. 2016, Daun et al. 2023). L'exploitation doit donc être optimisée de manière à viser des émissions minimales de CH₄ et N₂O. En outre, les fluctuations au cours de l'année et entre les différentes espèces/végétations sont importantes (p. ex. Günther 2015, Minke et al. 2016, Hatala et al. 2012). Pour disposer d'informations plus précises sur le bilan des gaz à effet de serre de la paludiculture, il est nécessaire d'effectuer des mesures sur plusieurs années et, de manière générale, d'en multiplier le nombre.

Il n'existe par ailleurs que très peu d'études sur les émissions de gaz à effet de serre de la paludiculture tenant compte de la récolte. La récolte retire du carbone du système (sous forme de biomasse), ce dont il faut tenir compte dans le bilan de carbone. Daun et al. (2023) ont montré que la culture de sphaignes absorbe du carbone, même en tenant compte de la récolte. En revanche, Günther et al. (2015) ont mis en évidence un bilan de carbone négatif (autrement dit des pertes de carbone) pour le système des massettes et des roseaux dans son ensemble et un bilan de carbone variable selon les années pour la laiche des marais.

La riziculture humide est un autre type de paludiculture prometteur qui assure de plus la production de denrées alimentaires et qui peut être rentable en Suisse. Il n'existe que de rares données sur les émissions de gaz à effet de serre imputables à la riziculture humide en dehors des régions tropicales/subtropicales. Knox et al. (2015) ont établi que la riziculture humide était certes responsable d'émissions de gaz à effet de serre, mais que ces émissions étaient inférieures d'environ 60 % à 70 % à celles de sites proches exploités en cultures sèches. Sur le même site, une absorption nette de gaz à effet de serre avait été constatée au cours des deux années précédentes (Hatala 2012). Les premières mesures effectuées en Suisse (Wüst-Galley et al. 2023) sur la riziculture avec un niveau élevé de la nappe souterraine (mais sans conditions d'inondation) ont montré des émissions de CH₄ très faibles par rapport à celles de la riziculture humide sur sols organiques en zone tempérée. Il manque toutefois des mesures de CO₂ concomitantes ainsi que des mesures sur d'autres années.

Il convient enfin de mentionner que ce chapitre sur la paludiculture concerne des sols riches en carbone, pour lesquels l'élévation du niveau de la nappe souterraine est associée à une réduction des émissions de CO₂, mais à une augmentation des émissions de CH₄. L'inondation de sols minéraux secs présente en revanche un risque d'aggravation du bilan des gaz à effet de serre si les émissions de CH₄ ne sont pas compensées par une réduction des émissions de CO₂. Il est donc essentiel d'examiner les conditions spécifiques au site avant de procéder à des changements d'utilisation.

5 Utilisations alternatives des sols organiques

Des utilisations alternatives des sols organiques promeuvent les objectifs suivants:

- Assurer à long terme l'exploitation agricole en préservant la base de production
- Renforcer à long terme la valeur ajoutée régionale
- Réduire les influences négatives, en termes de régime hydrique et d'éléments nutritifs, sur les biotopes marécageux protégés du bassin versant
- Réduire les émissions de gaz à effet de serre des sols marécageux
- Promouvoir la biodiversité et l'établissement de milieux de substitution pour les espèces animales et végétales rares
- Promouvoir un cadre paysager typique du site

Afin d'atteindre ces objectifs, Agroscope publie dans la série Agroscope Transfer un article contenant des informations générales sur les formes d'utilisation alternatives (Agroscope Transfer n° 539), une fiche technique présentant des techniques adaptées aux surfaces présentant des niveaux d'eau élevés (fiche technique Agroscope n° 177) ainsi que sept fiches techniques consacrées à des utilisations agricoles alternatives:

- **Pâturage** avec des races extensives adaptées aux surfaces humides (fiche technique Agroscope n° 170)
 - Bovins
 - Buffles d'Asie
 - Oies
 - Moutons
 - Cervidés
 - Chevaux
- **Herbages** (fiche technique Agroscope n° 171)
 - Prairies humides et fraîches diverses
 - Surface à litière
 - Peuplement d'alpistes roseaux
 - Magnocariçaie
- **Massettes** et **roseau** (fiches techniques Agroscope n°s 172, 173 et 174)
- **Saules** (*Salix* sp.) (fiche technique Agroscope n° 175)
- **Sphaignes** (fiche technique Agroscope n° 176)

Les utilisations proposées sont des formes d'exploitation extensives ou adaptées aux sites humides à détrempés. Parmi elles figurent les paludicultures: des utilisations productives des sols organiques humides ou réhumidifiés qui préservent la matière organique et minimisent les émissions de CO₂ et l'affaissement. Les utilisations décrites sont des formes connues d'exploitation des zones humides en Suisse et en Europe ou, pour certaines, dans d'autres régions du monde. Quelques-unes sont déjà mises en œuvre dans notre pays (p. ex. surfaces à litière, pâturages humides et [riziculture](#) humide).

Les fiches techniques informent sur l'adéquation au site, la culture, la récolte, la gestion, les paiements directs possibles, les débouchés commerciaux et les effets sur les marais, en termes de régime hydrique, des éléments nutritifs et des émissions de gaz à effet de serre (annexe, tableau A1).

D'autres cultures alternatives sont mentionnées dans la littérature ou ont été testées occasionnellement en Suisse ou à l'étranger:

- Rossolis (*Drosera* sp.) comme plante médicinale
- Myrtilles et aires rouges (*Vaccinium myrtillus* et *V. vitis-idaea*), mûres arctiques (*Rubus chaememorus*) pour la consommation ou comme plantes médicinales
- Ipomée aquatique ou liseron d'eau (*Ipomoea aquatica*) pour la consommation
- Wasabi (*Eutrema japonicum*) pour la consommation

Toutefois, on ne dispose pas de suffisamment d'expériences sur la culture et la rentabilité de ces utilisations alternatives sous nos latitudes pour formuler des recommandations.

6 Conditions cadres pour des utilisations alternatives des sols telles que les paludicultures

Les utilisations alternatives proposées pour les sols organiques situés à la périphérie de marais contrastent parfois avec l'utilisation qui en est faite actuellement. Aujourd'hui, les conditions cadres légales pour encourager la reconversion de l'utilisation du sol n'existent pas, de sorte qu'une reconversion n'est généralement pas judicieuse du point de vue de la gestion d'entreprise. Les remises en eau sont des mesures radicales qui nécessitent une planification à long terme. Il peut arriver que des échanges de terrains soient nécessaires, notamment lorsque les agriculteurs intéressés par une paludiculture n'ont pas de terrains aux endroits où la remise en eau ferait le plus sens du point de vue hydrologique. Les projets d'amélioration foncière se prêtent à de tels échanges, mais divers facteurs peuvent remettre en cause le succès de ces projets (tableau 1).

Tableau 1: Obstacles à la mise en œuvre d'une exploitation des marais en conditions humides, à l'exemple des paludicultures (repris de Nordt et. al. 2022 et adapté au contexte suisse)

Soutiens à l'agriculture
• Paiements directs limités à de rares paludicultures. Toutefois, des surfaces à litière ou vouées à la riziculture humide sont déjà soutenues financièrement par des paiements directs en tant que surfaces de promotion de la biodiversité • Soutien à l'exploitation de marais basée sur le drainage entravant la compétitivité des utilisations alternatives • Versement de fonds publics pour le drainage des sols organiques préjudiciable au climat, ce qui renverse le principe du pollueur-payeur et crée de fausses incitations
Cadre juridique
• Valorisation énergétique limitée de la biomasse de chaume car, d'un point de vue juridique, celle-ci n'est pas considérée comme un combustible mais comme un déchet biogène selon l'ordonnance sur la protection de l'air (OPair) • Des autorisations cantonales sont nécessaires par exemple pour la culture de sphagnes (art. 20 LPN et art. 20 al. 1 et annexe 2 OPN) • Manque d'une base juridique imposant une exploitation des sols organiques respectueuse du climat, améliorant le CO₂ dans le sol, favorisant la protection contre les crues et la biodiversité • Inquiétude face aux obligations légales en matière de protection de la nature: questions ouvertes concernant les possibilités de retour à une utilisation plus intensive après l'établissement d'espèces cibles protégées
Aspects opérationnels
• Changement de paradigme: rupture avec les traditions, pression à se justifier, esprit pionnier et prise de risque nécessaires • Coûts d'opportunité et contraintes opérationnelles très variables selon l'exploitation • Investissements de départ élevés (aménagement de la surface, plantation, technique de récolte) qui représentent un obstacle important pour les agriculteurs • Il n'existe pas d'instruments de rémunération efficaces au niveau de l'exploitation pour les bénéfices sociaux importants d'une conversion aux paludicultures ou à d'autres utilisations alternatives du sol (exceptions: riziculture humide, pâture avec des races extensives et surfaces à litière) • Manque d'expériences culturelles à long terme, en termes de gestion du peuplement, d'aléas naturels, d'évolution du rendement • Manque de connaissances: manque de vulgarisation, de formation professionnelle et de formation continue; manque d'exploitations de démonstration
Valorisation de la paludiculture et demande en la matière
• Décalage entre l'offre et la demande (transport de biomasse parfois compliqué, resp. manque de surfaces cultivées) • Peu d'expériences, nouvelles chaînes de produits, manque d'accès au marché • Investissements coûteux pour les installations de valorisation de la biomasse (installation de chauffage, fabrique de panneaux, etc.), peu de structures coopératives existantes • Manque de certifications, brevets, analyses de cycle de vie • Prescriptions pour l'attribution et l'acquisition de biens permettant de développer les marchés des produits et matières premières issus de pratiques écologiques respectueuses du climat

Gestion et disponibilité de l'eau
• Nécessité d'une planification hydrologique complexe et d'une gestion ciblée de l'eau • Risque: pénurie d'eau, manque ou excès d'éléments nutritifs • Obstacles à la remise en eau: dégradation des surfaces attenantes, morcellement de la propriété, obligations liées aux contrats de location • Remise en eau de surfaces isolées techniquement possible mais coûteuse – les approches coopératives par bassin versant sont intéressantes mais demandent un gros investissement
Réticences des utilisateurs, des propriétaires et des riverains
• Manque de volonté de renoncer aux acquis des améliorations foncières (des générations précédentes) • Risques d'investissement et incertitudes concernant la rentabilité (structure de la clientèle, prix à la production, marchés, exploitations de démonstration) • Sécurité de planification insuffisante et complexité institutionnelle • Encouragement de l'élevage et de la production alimentaire davantage que de la production de biomasse à des fins de valorisation matière ou énergétique • Crainte d'une perte de valeur matérielle (caves humides, valeur des terrains) • Atteintes à la qualité de vie (insectes, perte de paysages familiers et de zones de détente connues)
Besoin de financement, coûts pour
• Études préliminaires, expertises hydrologiques, procédures de planification et d'autorisation, surtout pour les grandes surfaces • Infrastructure pour l'élévation du niveau d'eau et la gestion de l'eau • Transformation de la structure de l'exploitation (technique agricole, installations logistiques et de transformation) • Sécurisation des surfaces et/ou compensation pour l'acceptation de l'élévation des niveaux d'eau • Contribution propre à la mise en œuvre de projets pilotes et de démonstration

6.1 Rentabilité et promotion

La rentabilité est un élément central. Elle dépend d'une part des coûts et recettes provenant de la vente des produits de la récolte, d'autre part des indemnités éventuelles et des paiements directs. Il est difficile de fournir des données sur les coûts et recettes des utilisations du sol proposées, car nous manquons encore d'expériences à l'échelle suisse. Seuls quelques projets font état des aspects économiques et ceux-ci ne peuvent être transposés à la Suisse que de manière très limitée. Le tableau 2 ci-dessous fournit un aperçu des calculs, resp. des estimations de quelques utilisations alternatives du sol; des informations plus détaillées sont disponibles dans les fiches techniques relatives aux différents types d'utilisation du sol.

Tableau 2: Coûts, recettes et bénéfices (resp. pertes) par hectare pour des utilisations alternatives du sol dans des scénarios favorables, moyens et défavorables. Les calculs pour les massettes, les roselières et les sphaignes proviennent d'Allemagne. Ces chiffres ne peuvent pas être transposés à l'identique aux conditions suisses. En raison de différences dans les recettes selon le produit vendu et le marché accessible, ainsi que de coûts variables dus par exemple à des méthodes de culture différentes, les données sont entachées d'incertitudes qui entraînent des différences dans les bénéfices ou les pertes.

Utilisation du sol	Scénario	Coûts	Recettes	Bénéfices/pertes	Référence
Massettes EUR/ha/a	Défavorable	4 330	2 106	-2 224	Birr et al. (2021); basé sur Schätzl et al. (2006):
	Moyen	3 630	3 537	-93	
	Favorable	2 760	5 400	2 740	
Roselière EUR/ha/a	Défavorable	495	208	-287	Wichmann (2017)
	Moyen	412	465	53	
	Favorable	538	1 215	677	
Sphaignes EUR/m ³	Défavorable	95	25	-440	Wichmann et al. 2017 et 2020
	Moyen	260	388	113	
	Favorable	425	750	665	
Saules CHF/ha/a	Défavorable	205	29	-40	Waldwissen (2009) et Emme- Forstbaumschulen AG (2023)
	Moyen	294	36	9	
	Favorable	382	44	58	
Riziculture humide CHF/ha/a	Moyen	18 363	28 875	10 513	Indications d'un agriculteur

Des données pour la Suisse sont disponibles pour les utilisations herbagères et pastorales proposées et les marges brutes disponibles pour des utilisations similaires peuvent être reprises (tableau 3). En ce qui concerne les herbages, la marge brute pour les prairies naturelles extensives est de 364 CHF/ha (Agridea 2022). Selon Gazzarin et Rötheli (2011), pour tous les procédés d'entretien extensif des herbages (balles d'ensilage, balles de foin séché au sol, petites balles de foin ventilé), les recettes obtenues sur le marché sont si faibles que les coûts non couverts se situent entre 100 et 2300 CHF/ha selon la région et le procédé. Alors que les surfaces donnent droit aux paiements directs lorsqu'elles sont exploitées comme herbages et surfaces à litière, elles ne peuvent plus être reconnues comme surface agricole utile (SAU) en cas de valorisation énergétique ou de valorisation matière dans le domaine de la construction, selon l'appréciation actuelle de l'OFAG. Par conséquent, **les paiements directs sont supprimés**, ce qui rend la mise en œuvre de la mesure non rentable. Les surfaces pâturées avec les espèces et races proposées peuvent toujours être reconnues comme SAU. L'élevage de bovins rustiques s'avère le plus rentable, mais dépend de la race et de la ligne de produits; certaines races conviennent pour l'élevage à deux fins (tableau 3). En comparant 19 exploitations détenant des «Simmental originales» à 56 exploitations détenant d'autres races en région de montagne, Gazzarin et al. (2022) sont arrivés à la conclusion que les premières produisaient en moyenne 24 % de lait en moins en raison d'un rendement individuel nettement plus faible. Toutefois ce manque à gagner est plus que compensé par des recettes annexes plus élevées provenant de la vente d'animaux et des paiements directs. En ce qui concerne les moutons, l'objectif de production joue également un rôle: alors que la production de viande d'agneau n'est souvent pas suffisamment rentable en Suisse, il serait possible d'obtenir des améliorations financières en mettant davantage l'accent sur la productivité des brebis (Gazzarin 2019).

Les expériences menées à l'étranger montrent que les paludicultures sont pour la plupart actuellement peu rentables et que les utilisations alternatives ne peuvent pas concurrencer les utilisations basées sur le drainage qui bénéficient d'un soutien. C'est pourquoi les exploitations devraient être soutenues financièrement afin d'assurer la reconversion, de compenser une éventuelle perte de rendement, de donner un coup de pouce au développement de nouveaux marchés ou encore de rémunérer les diverses prestations de l'exploitation agricole en faveur de la société (réduction du CO₂, promotion de la biodiversité, etc.). Alors qu'une remise en eau suivie d'une éventuelle exploitation adaptée au site n'est généralement pas intéressante pour le secteur privé, du point de vue de l'économie publique, une reconversion est la meilleure option compte tenu de ces prestations écosystémiques (figure 9). Si l'on transposait ce calcul à la Suisse, il faudrait s'attendre à une différence encore plus grande entre les surfaces

drainées et les surfaces remises en eau: en Allemagne, non seulement la hauteur des subventions agricoles est la même pour toutes les options décrites, mais la part des aides par rapport aux revenus totaux est plus faible (figure 9). En Suisse, la part des aides était en moyenne de 70 % entre 2004 et 2014 (OFS 2022), alors qu'elle n'était que de 48 % en Allemagne (Bonn et al. 2015). Selon la comparaison internationale de l'OCDE, la Suisse figure en deuxième position en termes de soutien apporté à l'agriculture, seule la Norvège la dépassant dans ce domaine (Economiesuisse 2019). Pour les surfaces qui ne sont actuellement pas utilisées de manière adaptée au site, un transfert des paiements directs vers des utilisations du sol plus compatibles avec la conservation des marais et plus favorables à la biodiversité pourrait permettre une reconversion. En Bavière (DE), il existe déjà un «Moorbauernprogramm» destiné aux agriculteurs des marais. Jusqu'ici, seule la conversion des terres assolées en herbages était soutenue (StMELF 2023). À partir de janvier 2024, les prairies humides et détrempées ainsi que les paludicultures bénéficient d'un soutien spécifique (Bittlmayer 2023).

Un programme de soutien à quatre niveaux est prévu:

- 1. Conversion de surfaces assolées en herbages
- 2. Prairies humides avec espèces indicatrices correspondantes
- 3. Niveau d'eau à moins de -20 cm sous le terrain
- 4. Paludicultures

Des primes sont prévues à chaque niveau. Le délai fixé pour les deux premiers niveaux est de 5 ans, afin d'encourager la reconversion. Les niveaux 3 et 4 doivent par contre pouvoir bénéficier d'une aide à long terme, car il faut d'abord développer un marché pour les produits. Le montant des aides n'est pas encore connu, mais pour les niveaux 3 et 4, il sera à peu près comparable aux recettes générées par la culture de maïs destiné au biogaz, relativement courante sur sols organiques en Bavière. Plus le niveau est élevé, plus la contribution est importante (Bittlmayer 2023). La seule promotion des cultures n'est pas suffisante, il faut des mesures de promotion différenciées pour les sols organiques par rapport aux sols minéraux, car les objectifs diffèrent. (Ferré et al. 2019).

Tableau 3: Marges brutes des utilisations alternatives du sol sur les prairies et pâturages humides, ainsi qu'avec les contributions pour utilisation secondaire/paiements directs, y compris les contributions pour surfaces de promotion de la biodiversité (Agridea 2022).

	Marge brute en CHF par année	Marge brute incluant les contributions pour utilisation secondaire et paiements directs en CHF par année
Bovins rustiques, vente directe (marge brute par animal)	3 600	3 992
Élevage de vaches allaitantes BIO Natura-Beef	2 085	2 428
Élevage de vaches allaitantes pour la production de remontes BIO	1 202	1 534
Moutons à viande	284	318
Moutons à viande, BIO	311	345
Moutons à viande, vente directe	313	347
Brebis laitière BIO (base: Lacaune)	1 105	1 154
Daim	155	163
Cerf élaphe	202	218
Élevage de chevaux (franches-montagnes) extensif	-3 068	-2 468
Prairie naturelle PER extensive	364	2 094
Prairie naturelle BIO extensive	554	2 484

Outre le soutien et l'indemnisation par les pouvoirs publics, il existe également **des possibilités de financement par le secteur privé**, par exemple sous forme de certificats carbone, en tant que mesures de remplacement lors de constructions portant atteinte à des milieux dignes de protection. Le soutien financier pour la culture de sphagnes peut également provenir d'entreprises qui ont signé la déclaration d'intention sur la réduction de l'utilisation de tourbe. En Bavière, un projet de pâture avec des buffles d'Asie a également été soutenu en tant que mesure de remplacement pour l'extension d'une autoroute. Les certificats *moorfutures*, qui sont toujours rapidement épuisés, permettent aux entreprises de compenser leurs émissions de CO₂ (Joosten 2013). L'outil *maxmoor* développé en Suisse permet d'estimer quelles émissions de CO₂ peuvent être évitées par une remise en eau de hauts-marais drainés et combien peuvent être compensées (WSL 2019). En utilisant ce standard, les entreprises peuvent compenser leurs émissions de CO₂ par l'intermédiaire de la fondation *myclimate* et cofinancent ainsi la renaturation de hauts-marais (myclimate 2023). La controverse actuelle sur les certificats carbone échangés avec les pays du Sud, dont l'utilité effective est contestée, mal contrôlée et dont les flux financiers ne peuvent être que partiellement retracés (Probst et al. 2023), constitue un argument en faveur d'une utilisation accrue de ces mécanismes au niveau local et de la compensation d'émissions dans le pays.

La **mise en place simultanée d'une chaîne de création de valeur** est centrale, car il n'existe pas encore de débouché en Suisse pour de nombreuses utilisations du sol. En Allemagne, par contre, diverses entreprises fabriquent et commercialisent déjà des produits issus des utilisations alternatives du sol. Le transport de la biomasse s'avérant parfois compliqué, des sites de transformation et des débouchés régionaux sont nécessaires. La Suisse a mené ses premières expériences: la mise en place d'un champ de massettes dans le cadre du projet pilote «Businet Rohrkolben» dans le Wauwilermoos a été financée par regioSuisse et Seecon GmbH. Ce réseau d'organisations, d'institutions et d'entreprises indépendantes a pour objectif l'établissement et l'amélioration de la «chaîne de valeur de la massette». Comme la biomasse disponible au niveau régional n'était pas suffisante, la production de pellets, notamment, n'était pas rentable et a été abandonnée (Kulturland 21 GmbH 2024).

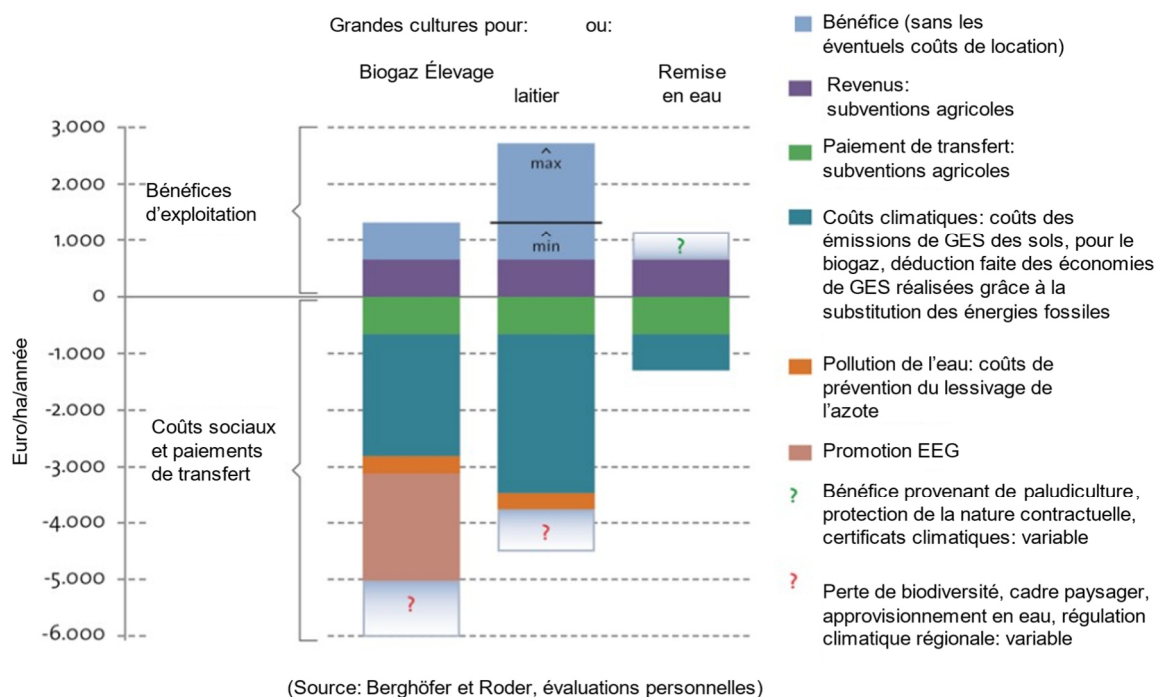


Figure 9: Bénéfices privés, coûts sociaux et paiements de transfert de trois utilisations du sol sur des bas-marais drainés de Basse-Saxe. D'une part, un site drainé utilisé pour la culture de plantes énergétiques pour la production de biogaz, resp. de maïs fourrager (élevage laitier), d'autre part un site remis en eau (adapté de Bonn et al. 2015). EEG: loi sur les énergies renouvelables.

6.2 Aspects liés à l'exploitation et conditions de site

La rentabilité, de même que d'autres aspects influençant une reconversion, dépendent fortement des objectifs de production actuels et de la structure de l'exploitation concernée. Pour les exploitations détenant des animaux, il est plus judicieux de passer à une utilisation en prairies humides et à la pâture avec des races rustique ou, le cas échéant, avec d'autres espèces animales, étant donné que l'on dispose déjà d'expériences et/ou de machines adéquates. De plus, la biomasse des prairies humides et détrempées peut être en partie valorisée comme fourrage ou litière, et l'exploitation n'est pas dépendante de la création d'un débouché pour les matériaux de construction par exemple. Quant aux exploitations de grandes cultures pures, elles n'ont pas de besoins propres en fourrage ou en litière, de sorte qu'une reconversion en paludiculture est plutôt envisageable. Toutes les formes d'utilisation alternatives représentent des modes d'exploitation relativement peu connus des entreprises. Si un débouché existe, les recettes issues de la valorisation sont plus élevées pour les matériaux de construction. La charge de travail peut également avoir une influence significative sur la décision d'une éventuelle reconversion. Alors que les cultures permanentes (roseaux, massettes, herbages) et la pâture demandent moins de temps de travail et que les roseaux et massettes sont récoltés durant les mois d'hiver, le riz, les sphaignes, le rossolis et toutes les baies nécessitent généralement un important travail manuel.

Dans le Seeland, par exemple, où les cultures maraîchères sont souvent cultivées sur des sols organiques, la riziculture humide ou la culture de sphaignes pourraient être des alternatives. La riziculture humide est déjà pratiquée avec succès dans quatre exploitations du Seeland (cantons de Fribourg et de Berne). La vente directe de riz dégage des bénéfices acceptables lorsque les conditions météorologiques sont favorables (Fabian et al. en préparation). La culture de sphaignes, pour le remplacement de la tourbe ou pour des projets de renaturation, ou celle de rossolis, pour la pharmaceutique, promettent des taux d'emploi élevés et leurs marchés des bénéfices raisonnables (Ferré et al. 2019).

On peut partir du principe qu'une reconversion serait plus indiquée pour des surfaces dont la rentabilité est déjà faible aujourd'hui. Cela concerne notamment les surfaces (sols minéraux ou organiques) dont les systèmes de drainage sont obsolètes. En effet, si les sols marécageux drainés s'affaissent et se rétractent, la productivité diminue également. De plus, la productivité est généralement plus faible dans les régions de montagne qu'en plaine, de sorte que les paiements directs y représentent une part beaucoup plus importante dans le revenu total. L'analyse par Gazzarin et Jan (2022) des données de 42 exploitations laitières professionnelles de diverses régions a par exemple montré que la productivité plus élevée des exploitations de plaine se traduit par une marge brute (hors paiements directs) supérieure de 20 %. Toutefois, le revenu par hectare des exploitations de montagne était deux fois plus haut, en raison de paiements directs plus élevés. Les paiements directs devraient être ajustés en faveur des utilisations du sol stockant le carbone, de manière à ce que celles-ci n'occasionnent pas de pertes financières même si les recettes qu'elles génèrent sont faibles. Des techniques adaptées ou spécialement conçues pour ces surfaces sont déjà mises en œuvre sur les prairies humides et détrempées afin de réduire la pression au sol et de permettre le passage des véhicules. Des techniques simples ont notamment été développées pour l'exploitation dans les régions de montagne (Birr et al. 2021 et Thurner 2023). Certaines sont déjà appliquées en Suisse et – étant donné leur polyvalence – pourraient également être mises en œuvre sur des sols secs ou des sols minéraux.

Il convient de rechercher une solution globale dans le cas des petites surfaces de sol organique proches de marais ou lorsque ces surfaces représentent une faible proportion de l'exploitation. Une remise en eau de surfaces isolées est certes possible techniquement, mais coûteuse. Pour un pays comme la Suisse où les surfaces sont restreintes, l'investissement et les coûts d'une exploitation adaptée doivent être soigneusement évalués. Une conversion en surfaces à litière se prête bien aux surfaces de faible taille, car les marais protégés eux-mêmes sont souvent exploités de cette façon. La culture de massettes et de roseaux convient mieux aux grandes surfaces. Selon les calculs de l'Institut Fraunhofer, il faut une surface d'environ 20 ha pour que la fabrication de panneaux de construction à base de massettes soit rentable pour une entreprise (Krus 2023). Des solutions globales existent. Elles peuvent prendre la forme d'un échange de surfaces ou alors la gestion de l'utilisation peut être déléguée à une exploitation, prestataire de services, pour toutes les surfaces marécageuses au niveau local ou régional. En Bavière (DE), cette méthode est souvent appliquée et tous les coûts du remaniement parcellaire sont alors pris en charge par l'état (Bittlmayer 2023). En Suisse également, les remaniements parcellaires sont soutenus par la Confédération et les cantons (art. 14, al. 1, let. a de l'ordonnance sur les améliorations structurelles).

7 Conclusion

Ce rapport de base recense les utilisations actuelles et alternatives des sites humides en Suisse et dans les pays voisins et en évalue les effets hydrologiques et écologiques sur les différents types de marais en Suisse. Malheureusement, tous les objectifs évoqués au départ ne peuvent être atteints. Une élévation du niveau d'eau dans les sols organiques et les utilisations alternatives du sol peuvent certes contribuer à réduire les émissions de gaz à effet de serre et à améliorer l'hydrologie des marais. Cependant, les utilisations alternatives sont généralement plus extensives que celles qui prévalent actuellement et leur mise en place, la valorisation des produits et l'atteinte d'une rentabilité, demeurent l'exception. Leur influence sur les services écosystémiques et les flux d'éléments nutritifs, de même que sur la biodiversité, n'est que peu, voire pas connu en Suisse.

Les utilisations alternatives du sol ne sont actuellement guère rentables et ne peuvent généralement pas concurrencer les utilisations basées sur le drainage qui bénéficient de subventions. C'est pourquoi les exploitations ont besoin d'un soutien financier pour permettre la reconversion et compenser une éventuelle perte de rendement, mais aussi pour permettre le développement de nouveaux marchés et rémunérer les services rendus à la société (réduction des émissions de CO₂, remise en eau des marais et promotion de la biodiversité, etc.). Cela passe soit par une adaptation des paiements directs, soit par des certificats CO₂, soit par une combinaison des deux mesures. Les conditions cadres pour les cultures proposées devraient faire l'objet d'une étude scientifique et d'un suivi en Suisse. Des ateliers destinés aux agriculteurs concernés, aux décideurs et aux entreprises de valorisation pourraient en améliorer l'acceptation et favoriser la mise en œuvre.

8 Remerciements

Toutes les fiches d'information de la série « Utilisations adaptées au site pour les surfaces agricoles humides » ont été réalisées sur mandat et avec le soutien de l'Office fédéral de l'environnement de la Suisse. Nous remercions tout particulièrement le groupe d'accompagnement du projet pour les discussions scientifiques et pour le contrôle de la qualité de cette publication.

9 Bibliographie

- Abel, S., Barthelmes, A., Gaudig, G., Joosten, H., Nordt, A., & Peters, J. (2019) Klimaschutz auf Moorböden - Lösungsansätze und Best-Practice-Beispiele. GreifswaldMoor Centrum-Schriftenreihe 03
- Agridea (2022) Marges brutes 2022 Céréales, cultures sarclées, autres grandes cultures, cultures fourragères, cultures spéciales, production animale
- Bergamini, A., Ginzler, C., Schmidt, B.R., Bedolla, A., Boch, S., Ecker, K., Graf, U., Küchler, H., Küchler, M., Dosch, O. & Holderegger, R. (2019) Zustand und Entwicklung der Biotope von nationaler Bedeutung: Resultate 2011–2017 der Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz. WSL Bericht. 85, 104 S.
- Birr, F., Abel, S., Kaiser, M., Närmann, F., Oppermann, R., Pfister, S., Tanneberger, F., Zeitz, J. & Luthardt, V. (2021) Zukunftsfähige Land- und Forstwirtschaft auf Flachmooren - Steckbriefe für klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftungsverfahren. 148 S. Auszug aus den BfN-Skripten 616, bearb. Fassung. Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde und Greifswald Moor Centrum (Hrsg.). Eberswalde, Greifswald
- Bittlmayer, H. (Konferenzbeitrag 2023). Klimaschutz durch Moorbodenschutz in Bayern mit der Landwirtschaft. in „Moorschutz praktisch - Moorschutz, Klimaschutz, Artenschutz und Landwirtschaft“ vom 20. - 22. Juli 2023. Leipheim
- Bonn, A., Allott, T., Evans, M., Joosten, H. & Stoneman, R. (2016) *Peatland restoration and ecosystem services: science, practice, policy*. Cambridge University Press. 493 S.
- Bonn, A. Berghöfer, A., Couwenberg, J., Drösler, M., Jensen, R., Kantelhardt, J. & Luthardt V. (2015): Klimaschutz durch Wiedervernässung von Kohlenstoffreichen Böden. In: Hartje, V., Wüstemann H. und Bonn, A. (Hg.): Naturkapital und Klimapolitik – Synergien und Konflikte. Technische Universität Berlin, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ. Berlin, Leipzig, 125-147
- Boonman, C.C.F., Heuts, T.S., Vroom, R.J.E., Geurts, J.J.M. & Fritz, C. (2023) Wetland plant development overrides nitrogen effects on initial methane emissions after peat rewetting. *Aquatic Botany* 184, 103598. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2022.103598>
- Broggi, M.F. (1994) Questions et réponses relatives à l'inventaire des bas-marais. In: Bressoud, B., Broggi, M.F., Gonet, C., Hintermann, U., Grünig, A., Küttel, M., Marti, K., Schlegel, H., Theis, E. (Eds.), *Manuel conservation des marais en Suisse 1*. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage OFEFP, Berne, Suisse
- CH2018 – Climate Scenarios for Switzerland, Technical Report, National Centre for Climate Services, Zurich, 271 p.
- ISBN: 978-3-9525031-4-0
- Clymo, R.S. (1984) The limits to peat bog growth. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B* 303, 605-654.
- Couwenberg, J., Thiele, A., Tanneberger, F., Augustin, J., Bärtsch, S., Dubovik, D., Liashchynskaya, N., Michaelis, D., Minke, M., Skuratovich, A. & Joosten, H. (2010) Assessing greenhouse gas emissions from peatlands using vegetation as a proxy. *Hydrobiologia* 2011. 674, 67–89.
- Couwenberg, J., Thiele, A., Tanneberger, F., Augustin, J., Bärtsch, S., Dubovik, D., Liashchynskaya, N., Michaelis, D., Minke, M., Skuratovich, A. & Joosten, H. (2011) Assessing greenhouse gas emissions from peatlands using vegetation as a proxy. *Wetland Restoration* 674, 67-89.
- Daun, C., Huth, V., Gaudig, G., Günther, A., Krebs, M. & Jurasinski, G., (2023) Full-cycle greenhouse gas balance of a Sphagnum paludiculture site on former bog grassland in Germany. *Science of The Total Environment* 877, 162943. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162943>

- Economiesuisse (2019) Quelle est l'ampleur des aides financières octroyées à l'agriculture suisse en comparaison internationale? <https://www.economiesuisse.ch/fr/dossier-politique/quelle-est-l'ampleur-des-aides-financieres-octroyees-l'agriculture-suisse-en-0>
- Emme-Forstbaumschulen AG (2023) PREISLISTE I AUSGABE I EDITION 2022/2023. Schweizer Pflanzen mit Schweizer Herkunft. https://www.emme-forstbaumschulen.ch/assets/Downloads/AAD211191_Emme_Preisliste_Versand_2023.pdf
- EU Peatlands & CAP Network (2021) Policy Briefing Paper "Definition of paludiculture in the CAP" <https://greifswaldmoor.de/aktuelles/was-eigentlich-ist-paludikultur.html> Zuletzt besucht: 04/2023.
- Espace marais (2023) Identification des principales modifications et perturbations anthropiques du régime hydrologique de la zone tampon hydrique. https://marais.ch/doc/Info_etape_perturbations_methode_EM.pdf
- Evans, C.D., Peacock, M., Baird, A.J., Artz, R.R.E., Burden, A., Callaghan, N., Chapman, P.J., Cooper, H.M., Coyle, M., Craig, E., Cumming, A., Dixon, S., Gauci, V., Grayson, R.P., Helfter, C., Heppell, C.M., Holden, J., Jones, D.L., Kaduk, J., Levy, P., Matthews, R., McNamara, N.P., Misselbrook, T., Oakley, S., Page, S.E., Rayment, M., Ridley, L.M., Stanley, K.M., Williamson, J.L., Worrall, F. & Morrison, R. (2021) Overriding water table control on managed peatland greenhouse gas emissions. *Nature*, 2021. 593(7860), 548-552.
- Ferré, M., Muller, A., Leifeld, J., Bader, C., Müller, M., Engel, S. & Wichmann, S. (2019) Sustainable management of cultivated peatlands in Switzerland: Insights, challenges, and opportunities. *Land Use Policy*, 87.
- Freeman, B., Evans, C., Musarika, S., Morrison, R., Newman, T., Page, S., Wiggs, G., Bell, N., Styles, D., Wen, Y., Chadwick, D., & Jones, D. (2022) Responsible agriculture must adapt to the wetland character of mid-latitude peatlands. *Global Change Biology*, 28.
- Freeman, C., Ostle & N.J., Kang, H. (2001) An enzymic 'latch' on a global carbon store. *Nature* 409, 149.
- Früh, J. & Schröter, C. (1904) Die Moore der Schweiz: mit Berücksichtigung der gesamten Moorfrage.
- Gazzarin C. et Rötheli E. (2011) Les coûts de l'entretien des herbages: rapport ART 740. *Technique agricole*, 12, 2011, 53-62.
- Gazzarin, C. (2019) Systèmes de production optimaux dans l'élevage de brebis: la productivité, clé de la réussite économique. *Agroscope Transfer*, 292, 1-12.
- Gazzarin, C. & Jan, P. (2022) Wirtschaftlich optimale Produktionssysteme in der Mutterkuhhaltung: Eine ökonomische Analyse basierend auf 42 Mutterkuhbetrieben im Tal- und Berggebiet. *Agroscope Science*, 138, 1-34.
- Gazzarin, C., Blättler, T., Bütler, A., Durgiai, B. & Schmid, D. (2022) Bergmilchproduktion mit Zweinutzungskühen – alter Zopf oder wieder rentabel? *Agrarforschung Schweiz*, 13, 190-197.
- Gramlich, A., Stoll, S., Aldrich, A., Stamm, C., Walter, T. & Prasuhn, V. (2018) Einfluss landwirtschaftlicher Drainage auf den Wasserhaushalt, auf Nährstoffflüsse und Schadstoffaustrag. *Agroscope Science*, 73, 1-53.
- Grünig, A. (1994) Mires and Man. mire conservation in a densely populated country – the swiss experience. Excursion guide and symposium proceedings of the 5th field symposium of the International Mire conservation Group (IMCG) to Switzerland 1992. Birmensdorf, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research. 415 p.
- Gubler, L., Ismail, S.A. & Seidl, I. (2020) Biodiversitätsschädigende Subventionen in der Schweiz. Grundlagenbericht. *WSL Bericht* 96. 218 S.
- Gubler, A., Wächter, D., Schwab, P., Müller, M., Keller, A., (2019) Twenty-five years of observations of soil organic carbon in Swiss croplands showing stability overall but with some divergent trends. *Environmental Monitoring and Assessment* 191, 277. 10.1007/s10661-019-7435-y
- Günther, A., Huth, V., Jurasinski, G., Glatzel, S., (2015) The effect of biomass harvesting on greenhouse gas emissions from a rewetted temperate fen. *GCB Bioenergy* 7, 1092-1106. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12214>

- Hatala, J.A., Detto, M., Sonnentag, O., Deverel, S.J., Verfaillie, J. & Baldocchi, D.D. (2012) Greenhouse gas (CO₂, CH₄, H₂O) fluxes from drained and flooded agricultural peatlands in the Sacramento-San Joaquin Delta. *Agriculture, Ecosystems and the Environment* 150, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2012.01.009>
- Höper, H., 2015. Treibhausgasemissionen aus Mooren und Möglichkeiten der Verringerung. *TELMA* 5, 133-158.
- Hutchings, C., Spiess, E. & Prasuhn, V. (2023) Abschätzung diffuser Stickstoff- und Phosphoreinträge in die Gewässer der Schweiz mit MODIFFUS 3.1, Stand 2020. *Agroscope Science*, 155, 1-161.
- Joosten, H. (Konferenzbeitrag 2023) Erfolgreicher Klimaschutz ohne Moore – undenkbar! in „Moorschutz praktisch - Moorschutz, Klimaschutz, Artenschutz und Landwirtschaft“ vom 20. - 22. Juli 2023. Leipheim
- Joosten, H., Brust, K., Couwenberg, J., Gerner, A., Holsten, B., Permien, T., Schäfer, A., Tanneberger, F., Trepel, M. & Wahren, A. (2013) MoorFutures®. Integration von weiteren Ökosystemdienstleistungen einschließlich Biodiversität in Kohlenstoffzertifikate. Standard, Methodologie und Übertragbarkeit in andere Regionen. BfN-Skripten, Band 350. 130 S. Bonn: Bundesamt für Naturschutz
- Knox, S.H., Sturtevant, C., Matthes, J.H., Koteen, L., Verfaillie, J. & Baldocchi, D. (2015) Agricultural peatland restoration: effects of land-use change on greenhouse gas (CO₂ and CH₄) fluxes in the Sacramento-San Joaquin Delta. *Glob. Chang. Biol.*, 21, 750-765.
- Krüger, J.P., Alewell, C., Minkinen, K., Szidat, S. & Leifeld, J. (2016) Calculating carbon changes in peat soils drained for forestry with four different profile-based methods. *Forest Ecology and Management* 381, 29-36. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.09.006>
- Krus, M. (Konferenzbeitrag 2023) Neuer tragfähiger und dämmender Baustoff aus Rohrkolben (Typha) in „Moorschutz praktisch - Moorschutz, Klimaschutz, Artenschutz und Landwirtschaft“ vom 20. - 22. Juli 2023. Leipheim
- Kühler, M., Bergamini, A., Bedolla, A., Ecker, K., Feldmeyer-Christe, E., Graf, U. & Holderegger, R. (2018) Moore der Schweiz: Zustand, Entwicklung, Regeneration Haupt Verlag.
- Leifeld, J., Vogel, D. & Bretscher, D. (2019) Treibhausgasemissionen entwässerter Böden. *Agroscope Science*, 74, 27.
- Leiber-Sauheitl, K., Fuß, R., Voigt, C. & Freibauer, A. (2014) High CO₂ fluxes from grassland on histic Gleysol along soil carbon and drainage gradients. *Biogeosciences* 11, 749-761. <https://doi.org/10.5194/bg-11-749-2014>
- Leupi, E. (1994) Les marais à petites laiches de la Suisse et leurs sols. In: Bressoud, B., Broggi, M.F., Gonet, C., Hintermann, U., Grünig, A., Küttel, M., Marti, K., Schlegel, H., Theis, E. (Eds.), Manuel conservation des marais en Suisse 1. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage OFEFP, Berne, Suisse
- Marti, K., Krüsi, B.O., Heeb, J. et Theis, E. (1997) Clé de détermination des zones-tampon. Guide pour déterminer des zones-tampon suffisantes du point de vue écologique pour les marais. 2^{ème} édition. Série L'environnement pratique. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, 52 p.
- Minkinen, K., Korhonen, R., Savolainen, I. & Laine, J. (2002) Carbon balance and radiative forcing of Finnish peatlands 1900–2100 – the impact of forestry drainage. *Glob. Chang. Biol.* 8, 785-799. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.2002.00504.x>
- Moll-Mielewicz, J., Keel, S.G. & Gubler, A. (2023) Organic carbon contents of mineral grassland soils in Switzerland over the last 30 years. *Agr. Ecosyst. Environ.* 342, 108258. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.108258>
- myclimate (2023) Renaturierung von Schweizer Hochmooren. <https://www.myclimate.org/de-ch/aktiv-werden/klimaschutzprojekte/renaturierung-von-schweizer-mooren/>
- Nordt, A., Wichmann, S., Risse, J., Peters, J. & Schäfer, A. (2022) Potenziale und Hemmnisse für Paludikultur. Hintergrundpapier zur Studie „Anreize für Paludikultur zur Umsetzung der Klimaschutzziele 2030 und 2050“. Hsg. v. Deutsche Emissionshandelsstelle im Umweltbundesamt (DEHSt). Berlin.
- OFAG (2021) [Surfaces agricoles cultivées \(admin.ch\)](#)

- OFEV (2017) Inventaire fédéral des hauts-marais et des marais de transition d'importance nationale
- OFEV (2021) Effets des changements climatiques sur les eaux suisses. Hydrologie, écologie et gestion des eaux. Office fédéral de l'environnement, Berne. Connaissance de l'environnement n° 2101: 134 p.
- OFEV (2021) Inventaire fédéral des bas-marais d'importance nationale
- OFEV (2022) Une utilisation durable est bonne pour les marais suisses
https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/biodiversite/info-specialistes/biodiversitaetspolitik/strategie-et-plan-daction-pour-la-biodiversite/aktuelle_projekte/nachhaltige_nutzungen_mooren.html. Dernière consultation: 04/2023
- OFEV (2024) Inventaire des gaz à effet de serre de la Suisse 1990–2021. Berne, Suisse
- Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP) (2002) Manuel conservation des marais en Suisse
- OFS (2020) Statistique de la superficie 2013/18. Section Géoinformatique, Neuchâtel. Office fédéral de la statistique
- OFS (2022) Subventions dans l'agriculture en comparaison européenne.
<https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/catalogues-banques-donnees.assetdetail.23828764.html>
- Paul, S., Alewell, C. & Leifeld, J. (2023) Final Report: 'Climate Relevance of organic soils: GHG Balance of Soil Coverages and Climate Policy Assessment. Bundesamt für Umwelt, BAFU, Bern, pp. 1-37.
- Paul, S. & Leifeld, J., (2023) Management of organic soils to reduce soil organic carbon losses. In: Rumpel, C. (Ed.), Understanding and fostering soil carbon sequestration. Burleigh Dodds Scientific Publishing, Cambridge, UK, pp. 617–680.
- Probst, B., Toetzke, M., Kontoleon, A., Diaz Anadon, L., Hoffmann, V. H. (2023) Systematic review of the actual emissions reductions of carbon offset projects across all major sectors, DOI: 10.21203/rs.3.rs-3149652/v1
- Schätzl, R., Schmitt, F., Wild, U. & Hoffmann, U. (2006): Gewässerschutz und Landnutzung durch Rohrkolbenbestände. Wasserwirtschaft 96, 24-27.
- Shah, N.W., Baillie, B.R., Bishop, K., Ferraz, S., Högbom, L. & Nettles, J. (2022) The effects of forest management on water quality, Forest Ecology and Management, 522, 120397, ISSN 0378-1127, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120397>.
- StMELF, Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, (2023) Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen (AUKM). <https://www.stmelf.bayern.de/foerderung/foerderung-von-agrarumweltmassnahmen-in-bayern/index.html>
- swisstopo (2020) swissALTI3D. Office fédéral de topographie
- Tiemeyer, B., Albiac Borraz, E., Augustin, J., Bechtold, M., Beetz, S., Beyer, C., Drösler, M., Ebli, M., Eickenscheidt, T., Fiedler, S., Förster, C., Freibauer, A., Giebels, M., Glatzel, S., Heinichen, J., Hoffmann, M., Höper, H., Jurasinski, G., Leiber-Sauheittl, K., Peichl-Brak, M., Roßkopf, N., Sommer, M. & Zeitz, J. (2016) High emissions of greenhouse gases from grasslands on peat and other organic soils. Global Change Biology, 22 (12), 4134-4149.
- Tiemeyer, B., Freibauer, A., Borraz, E.A., Augustin, J., Bechtold, M., Beetz, S., Beyer, C., Ebli, M., Eickenscheidt, T., Fiedler, S., Förster, C., Gensior, A. & Morag, L.B. (2020) A new methodology for organic soils in national greenhouse gas inventories: Data synthesis, derivation and application. Ecological Indicators, 109. 105838. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105838>
- Turner, S. (Konferenzbeitrag 2023) Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) Ergebnissen der Projekte MOORuse und MoorBewi zur Etablierung, Ernte und Erntegutverwertung mit Maschinenvorführung. in „Moorschutz praktisch - Moorschutz, Klimaschutz, Artenschutz und Landwirtschaft“ vom 20. - 22. Juli 2023. Leipzig

- Waldwissen (2009) Arbeitszeitbedarf im bäuerlichen Forst. <https://www.waldwissen.net/de/technik-und-planung/forsttechnik-und-holzernte/waldarbeit/arbeitszeitbedarf-energieholz>
- Wichmann, S., Prager, A. & Gaudig, G. (2017) Establishing Sphagnum cultures on bog grassland, cut-over bogs, and floating mats: procedures, costs and area potential in Germany. *Mires and Peat*, 1-20.
- Wichmann, S., Krebs, M., Kumar, S. & Gaudig, G. (2020) Paludiculture on former bog grassland: Profitability of sphagnum farming in North West Germany. *Mires and Peat*, 26.
- Wichtmann, W., Schröder, C. & Joosten, H. (Hrsg.) (2017) Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore: Klimaschutz, Biodiversität, regionale Wertschöpfung. Stuttgart: Schweizerbart
- Wilson, D., Blain, D., Couwenberg, J., Evans, C.D., Murdiyarso, D., Page, S.E., Renou-Wilson, F., Rieley, J.O., Sirin, A., Strack, M. & Tuittila, E.-S. (2016) Greenhouse gas emission factors associated with rewetting of organic soils. *Mires and Peat* 17, 1-28. <https://doi.org/10.19189/MaP.2016.OMB.222>
- WSL (2019) Klimaschutz durch Hochmoorschutz. max.moor - CO₂-Kompensation durch Hochmoorrenaturierung in der Schweiz. <https://www.wsl.ch/de/projekte/klimaschutz-durch-hochmoorschutz-1.html#tabellement1-tab3>
- Wüst-Galley, C., Grünig, A. & Leifeld, J. (2015) Locating organic soils for the Swiss greenhouse gas inventory. *Agroscope Science* 26, 1-100.
- Wüst-Galley, C., Heller, S., Ammann, C., Paul, S., Doetterl, S. & Leifeld, J. (2023) Methane and nitrous oxide emissions from rice grown on organic soils in the temperate zone. *Agr. Ecosyst. Environ.* 356, 108641. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108641>
- Wüst-Galley, C., Mössinger, E. & Leifeld, J. (2016) Loss of the soil carbon storage function of drained forested peatlands. *Mires and Peat* 18, 1-22. <https://doi.org/10.19189/MaP.2015.OMB.189>

Annexe

Tableau A1: Utilisations alternatives pour les sols organiques (à proximité de marais). Une explication des évaluations est donnée ci-dessous.

FT = fiche technique, SAU = surface agricole utile, GES = gaz à effet de serre, OTerm = ordonnance sur la terminologie agricole

Infos sur l'évaluation L'évaluation est une première estimation basée sur des informations encore partielles, en particulier dans le contexte helvétique. Elle constitue un aperçu, permettant la comparaison entre les utilisations du sol. De nombreux facteurs dépendent du site (type de marais, type de sol, état actuel du sol, utilisation actuelle et structure de l'exploitation, etc.). L'effet sur l'hydrologie du marais, en particulier, ne peut pas être évalué indépendamment du site. L'influence peut varier en fonction du type de marais, du type d'adaptation du niveau d'eau (irrigation et/ou élévation du niveau de la nappe souterraine), de la situation dans la zone tampon, du système de drainage, etc. Les opérations de remise en eau doivent être planifiées et réalisées dans les règles de l'art. Les niveaux d'eau optimaux sur la surface sont indiqués pour chaque type d'utilisation proposé.			
Risque d'apport en éléments nutritifs (par rapport aux terres assolées / herbages intensifs)	Potentiel de réduction des GES (par rapport aux terres assolées / herbages intensifs sur sols marécageux)	Rentabilité (relative, comparées les unes aux autres)	Obstacles à la reconversion
1: peu ou pas de réduction du risque à attendre	1: pas ou peu de réduction des émissions de GES à attendre	1: mauvaise, perte ou pratiquement pas de bénéfice à attendre actuellement	1: obstacles très divers et/ou très importants: reconversion impossible sans subventions ou compensations suffisantes pour les prestations de ces utilisations du sol (protection du climat, promotion de la biodiversité)
2: réduction moyenne à attendre	2: potentiel de réduction moyen	2: modeste	2: obstacles à la reconversion moyens à importants
3: réduction plus importante à attendre ou puits d'éléments nutritifs	3: potentiel de réduction relativement élevé	3: bonne	3: faibles à moyens
			Obstacles à la reconversion pris en compte (liste non exhaustive): • autre/nouveau mode d'exploitation, généralement assorti de grandes incertitudes (manque d'expériences en CH, en partie également en Europe) • coûts d'acquisition élevés • non SAU • faible rentabilité • absence de débouchés commerciaux

Infos sur le niveau d'eau Le niveau d'eau se base sur Joosten et al. (2013), car nombre des utilisations alternatives proposées sont basées sur l'expérience allemande et la cartographie des sols suisses ne permet pas une classification suffisamment détaillée. Les fiches techniques détaillées consacrées aux différentes utilisations du sol indiquent quelles sont les valeurs cibles concrètes des niveaux d'eau en été et en hiver. Des niveaux d'eau inférieurs sont possibles, notamment dans le cas de la pâture, mais les émissions de gaz à effet de serre des sols marécageux sont alors plus élevées. La classification CH encore actuelle, selon la Station fédérale de recherche en agroécologie et agriculture, est indiquée ci-dessous. Les cartes des sols dans les géoportails cantonaux comportent pour certaines des informations permettant d'évaluer les niveaux d'eau.			
Niveau d'eau selon Joosten et. al (2013)			
Niveau d'eau	Hiver – niveau d'eau au-dessous (-) au-dessus (+) de la surface (niveau d'eau médian à long terme de la saison humide)	Été – niveau d'eau au-dessus (+) / au-dessous (-) de la surface (niveau d'eau médian à long terme de la saison sèche)	Médianes annuelles des niveaux d'eau (entre parenthèses, répartition CH)
5+	+10 à -5 cm	+0 à -10 cm	env. 10 cm sous le terrain à 10 cm au-dessus (R5)
4+	-5 à -15 cm	-10 à -20 cm	env. 5 - 20 cm sous le terrain (R4/R5)
3+	-15 à -35 cm	-20 à -45 cm	env. 15- 45 cm sous le terrain (R3/R4)
2+	-35 à -70 cm	-45 à -85 cm	env. 35 – 85 cm sous le terrain (R2/R3)
Réf: Joosten, H., Brust, K., Couwenberg, J., Gerner, A., Holsten, B., Permien, T., Schäfer, A., Tanneberger, F., Trepel, M. et Wahren, A. (2013) MoorFutures®. Integration von weiteren Ökosystemdienstleistungen einschließlich Biodiversität in Kohlenstoffzertifikaten. Standard, Methodologie und Übertragbarkeit in andere Regionen. BfN-Skripten, Band 350. 130 S. Bonn: Bundesamt für Naturschutz.			
Station fédérale de recherche en agroécologie et agriculture (1997) Cartographies et évaluation des sols agricoles			
Émissions de GES La plupart des utilisations du sol proposées se basant sur des expériences réalisées en Allemagne, il est difficile d'estimer le potentiel de réduction des GES pour la Suisse. Actuellement, il n'existe que peu de mesures des GES sur les surfaces hydromorphes où l'utilisation du sol est adaptée, si bien que l'approche GEST (types de sites d'émissions de GES) est souvent utilisée dans le nord de l'Allemagne. Cette répartition se fonde sur une analyse de la littérature, dans laquelle sont évalués les valeurs d'émissions extrapolées à partir de mesures annuelles ainsi que les paramètres annexes tels que niveau d'eau, niveau trophique, type de sol, acidité et composition de la végétation dans les marais d'Europe centrale (Joosten et al. 2013). Cette approche n'est toutefois que difficilement transposable à la Suisse, dont le parcellaire est morcelé et hétérogène (Gubler 2020). Le potentiel de réduction dépend de l'état actuel du sol, de sa teneur en carbone et en éléments nutritifs, du niveau d'eau actuel, du climat local et de l'utilisation actuelle et historique du sol (p. ex. exploitation de la tourbe) et doit donc être clarifié sur place, au cas par cas.			

Fiche technique utilisation du sol (FT n°) pour la Suisse	Type d'utilisation du sol	Étage altitudinal	Utilisation actuelle de la surface et aptitude	SAU utilisation	Actuellement non SAU Valorisation et utilisation	Niveau d'eau cible	Évaluation			
							Éléments nutritifs	GES	Rentabilité	Reconversion
Magnocariçaie FT 171	Prairie	Plaine (montagne)	Herbages intensifs ou surfaces assolées pouvant être remis en eau.	1-2 coupes. Valorisation comme litière, paillis, herbe et fibres végétales, matière première, matériau d'isolation et de construction, énergie. Le rhizome bien développé assure une bonne portance, de sorte que des machines conventionnelles suffisent malgré le niveau d'eau élevé. Possible même dans les cuvettes. Meilleur potentiel de réduction des émissions de GES de tous les types d'herbages proposés.	Valorisation comme paillis, fibres végétales, matière première, matériau d'isolation et de construction, énergie. Le rhizome bien développé assure une bonne portance, de sorte que des machines conventionnelles suffisent malgré le niveau d'eau élevé.	4/5	2/3	3	1/2	1 ou 2
Pelouse à laiche de Davall FT 171	Prairie humide basique, pauvre en éléments nutritifs	Plaine montagne	Herbages intensifs ou surfaces assolées sur lesquels une légère élévation du niveau d'eau est possible.	Comme surface à litière (si les exigences selon art. 21 et art. 16 al. 1 OTerm sont remplies). Utilisation comme prairie extensive (1 coupe) et rarement comme pâturage dans la région alpestre. Valorisation principalement comme litière ou comme fourrage d'appoint pour les chevaux et les jeunes animaux dans l'élevage laitier.	Valorisation multiple comme paillis, herbe, fibres végétales, matière première, matériau d'isolation et de construction, énergie.	3	2/3	2	1/2	2
Pelouse à laiche brune FT 171	Prairie humide acide, pauvre en éléments nutritifs	Plaine montagne	Herbages intensifs ou surfaces assolées sur lesquels une légère élévation du niveau d'eau est possible.	SAU comme surface à litière (si les exigences selon art. 21 et art. 16 al. 1 OTerm sont remplies). Utilisation comme prairie extensive (1 coupe) et rarement comme pâturage dans la région alpestre. Valorisation principalement comme litière ou comme fourrage d'appoint pour les chevaux et les jeunes animaux dans l'élevage laitier.	Valorisation multiple comme paillis, herbe, fibres végétales, matière première, matériau d'isolation et de construction, énergie.	3	2/3	2	1/2	2
Prairie à molinie FT 171	Prairie humide pauvre en éléments nutritifs, de pH neutre	Plaine montagne	Herbages intensifs ou surfaces assolées sur lesquels une légère élévation du niveau d'eau est possible.	SAU comme surface à litière (si les exigences selon art. 21 et art. 16 al. 1 OTerm sont remplies). Utilisation comme prairie extensive (1 coupe) et rarement comme pâturage dans la région alpestre. Valorisation principalement comme litière ou comme fourrage d'appoint pour les chevaux et les jeunes animaux dans l'élevage laitier.	Valorisation multiple comme paillis, herbe, fibres végétales, matière première, matériau d'isolation et de construction, énergie.	3	2/3	2	2	3
Prairie à cirse maraîcher FT 171	Prairie humide peu intensive	Plaine	Herbages intensifs ou surfaces assolées sur lesquels une légère élévation du niveau d'eau est possible.	1-2 coupes. Valorisation principalement sous forme de foin.	Valorisation multiple comme paillis, herbe, fibres végétales, matière première, matériau d'isolation et de construction, énergie.	3	2	2	2	3

Fiche technique utilisation du sol (FT n°) pour la Suisse	Type d'utilisation du sol	Étage altitudinal	Utilisation actuelle de la surface et aptitude	SAU utilisation	Actuellement non SAU Valorisation et utilisation	Niveau d'eau cible	Éléments nutritifs	GES	Rentabilité	Reconversion
Prairie à fromental FT 171	Prairie fraîche peu intensive	Plaine	Surfaces assolées ou herbages intensifs sur lesquels une exploitation en conditions humides n'est pas possible ou n'est pas recherchée.	Généralement 2 coupes + 1 pacage / année.	Valorisation comme paillis, herbe, fibres végétales, matière première, matériau d'isolation et de construction, énergie.	2	2	1	2	3
Prairie à populage Pâturage à jongs FT 171	Prairie humide peu intensive	Plaine montagne	Herbages intensifs ou surfaces assolées sur lesquels une légère élévation du niveau d'eau est possible.	Valorisation principalement sous forme de foin. De nombreuses espèces/races animales rustiques permettent une bonne valorisation du fourrage grossier.	Valorisation multiple comme paillis, herbe, fibres végétales, matière première, matériau d'isolation et de construction, énergie.	3	2	1/2	2	3
Peuplement d'alpistes roseaux FT 171	Prairie détrempeée peu intensive	Plaine	Herbages intensifs ou surfaces assolées pouvant être remis en eau.	Jusqu'à 3 coupes. Valorisation principalement sous forme de foin, notamment pour les chevaux. Selon les recherches du Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, l'alpiste roseau est, avec la fétuque élevée à feuilles souples, l'espèce la mieux adaptée aux sites humides pour le fourrage (jeune bétail, animaux taris, animaux à lactation tardive).	Biomasse pour biogaz. Fibres végétales utilisées comme matière première, matériau d'isolation et de construction.	4	2	3	2	3
Prairie à avoine jaunâtre FT 171	Prairie fraîche peu intensive	Montagne	Surfaces assolées ou herbages intensifs sur lesquels une exploitation en conditions humides n'est pas possible ou n'est pas recherchée.	Valorisation principalement sous forme de foin pour le fourrage.	Valorisation multiple. Fibres végétales utilisées comme matière première, matériau d'isolation et de construction, énergie.	2	1	1	2	3
Prairie à agrostide et à fétuque rouge FT 171	Prairie fraîche peu intensive	Plaine montagne	Surfaces assolées ou herbages intensifs sur lesquels une exploitation en conditions humides n'est pas possible ou n'est pas recherchée.	Possible aussi comme pâturage fauché ou pâturage. Selon les recherches du Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, la fétuque élevée à feuilles souples est, avec l'alpiste roseau, l'espèce la mieux adaptée aux sites humides pour le fourrage (jeune bétail, animaux taris, animaux à lactation tardive).	Biomasse utilisée comme matériau d'isolation et de construction, énergie. Herbe et fibres végétales utilisées comme matière première.	2	1	1	2	3

Fiche technique utilisation du sol (FT n°) pour la Suisse	Type d'utilisation du sol	Étage altitudinal	Utilisation actuelle de la surface et aptitude	SAU utilisation	Actuellement non SAU Valorisation et utilisation	Niveau d'eau cible	Éléments nutritifs	GES	Rentabilité	Reconversion
Bovins FT 170	Pâturage	Plaine montagne	Surfaces où une exploitation en conditions humides est possible. Une extensification est également possible avec des races conventionnelles.	Diverses races rustiques se prêtent à la pâture des surfaces humides. Généralement pour la viande, mais il peut aussi s'agir de races à deux fins (viande et lait). Sur les bas-marais notamment, élevage de bovins Highland. Recommandé pour les exploitations d'élevage bovin.		3/4	1 / 2	2	2	2 / 3
Buffles d'Asie FT 170	Pâturage	Plaine montagne	Surfaces où une exploitation en conditions humides est possible.	Pour la viande ou les produits laitiers. Déjà pratiqué en Suisse sur des sites secs et humides.	Lorsque le niveau d'eau est élevé (5 ou 6), év. non SAU.	4/5	1 / 2	2 / 3	2	2 / 3
Chevaux et poneys FT 170	Pâturage	Plaine montagne	Surfaces où une exploitation en conditions humides est possible. Une extensification est également possible avec des races conventionnelles	Diverses races se prêtent à la pâture des surfaces humides. Dans certains cas, élevés pour la viande.	Revenus provenant de l'offre de loisirs et de l'hippothérapie.	3/4	1 / 2	2	2	2 / 3
Cervidés FT 170	Pâturage	Plaine montagne	Notamment pour les surfaces où une exploitation en conditions plus humides est possible. Une extensification est également possible avec des races conventionnelles.	Daim, cerf Sika, cerf du père David et cerf élaphe se prêtent à la pâture des surfaces humides. Revenus provenant de la reproduction ou de la viande.		3/4	1 / 2	2	2	2 / 3
Races de moutons extensives rustiques FT 170	Pâturage	Plaine montagne	Surfaces pour lesquelles une remise en eau complète n'est pas possible ou n'est pas souhaitée, car la plupart des races ovines ne sont pas adaptées aux conditions humides.	Seules quelques races ovines sont adaptées aux conditions humides (notamment. Skudde, Shetland). Les moutons sont recommandés pour les surfaces où l'on ne souhaite qu'une remise en eau partielle. Toutefois, il existe probablement des solutions plus économiques pour ces surfaces. Viande, lait et laine comme produits secondaires.		3	1 / 2	1	1// 2	2 / 3
Oies FT 170	Pâturage	Plaine montagne	Surfaces où une exploitation en conditions plus humides est possible. Une extensification est également possible avec des races conventionnelles.	Diverses races rustiques pour la viande ou les plumes.		3/4	1 / 2	2	1 / 2	1 / 2

Fiche technique utilisation du sol (FT n°) pour la Suisse	Type d'utilisation du sol	Étage altitudinal	Utilisation actuelle de la surface et aptitude	SAU utilisation	Actuellement non SAU Valorisation et utilisation	Niveau d'eau cible	Éléments nutritifs	GES	Rentabilité	Re-conversion
Saules (<i>Salix</i> sp.) FT 175	Sylviculture	Plaine montagne	Surfaces situées dans la zone de transition entre les terres assolées ou les herbages et les surfaces humides. Les saules s'adaptent très bien aux différentes conditions climatiques et pédologiques.	Sur les terres assolées peuvent être déclarés comme "matières premières renouvelables pluriannuelles". Valorisation comme amendement du sol.	Litière ou plaquettes pour la valorisation énergétique. Recommandé uniquement pour les surfaces situées dans la zone de transition humide/sec qui sont déjà humides ou pourraient être partiellement remises en eau afin de garantir l'approvisionnement en eau dans le marais voisin. D'autres recherches sont nécessaires concernant les émissions de GES; le risque d'apports diffus d'éléments nutritifs est réduit; contribue à structurer le paysage, ce qui est favorable la biodiversité.	3	2/3	inconnu	2	2
Roselière (<i>Phragmites</i> sp.) FT 173+174	Paludiculture	Plaine	Sols tourbeux plats, dégradés, détrempés ou remis en eau avec un bon apport en éléments nutritifs.	non SAU	Valorisation matière ou énergétique. Potentiel élevé de réduction des émissions de GES, peut également fonctionner comme puits de CO ₂ . Tampon trophique et effets positifs sur la biodiversité. Coûts d'acquisition importants pour une technique adaptée à un niveau d'eau élevé. Utilisation rentable dans le secteur de la construction en Allemagne. Pas encore de débouché en Suisse. La mise en place n'est possible qu'avec des subventions. La mise en place de la chaîne de valeur doit être menée en parallèle.	5/6	3	3	1	1
Massettes (<i>Thypha</i> sp.) FT 172 + 174	Paludiculture	Plaine	Sols tourbeux plats, dégradés, détrempés ou remis en eau avec un bon apport en éléments nutritifs.	non SAU	Valorisation matière ou énergétique. Potentiel élevé de réduction des émissions de GES. Tampon trophique év. tampon de PPh. Effets positifs sur la biodiversité. En raison du niveau d'eau élevé, il s'agit d'un mode d'exploitation inédit et donc sujet à de nombreuses incertitudes et à des coûts d'acquisition élevés (technique). Expériences développées surtout en Allemagne ainsi que dans le cadre d'un projet en Suisse (canton LU). Optimal pour une utilisation dans le domaine de la construction. Pas encore de débouché en Suisse. La mise en place n'est possible qu'avec des subventions. La mise en place de la chaîne de valeur doit être menée en parallèle.	5/6	3	3	1	1

Fiche technique utilisation du sol (FT n°) pour la Suisse	Type d'utilisation du sol	Étage altitudinal	Utilisation actuelle de la surface et aptitude	SAU utilisation	Actuellement non SAU Valorisation et utilisation	Niveau d'eau cible	Éléments nutritifs	GES	Rentabilité	Re-conversion
Sphaignes (<i>Sphagnum</i> sp.) FT 176	Paludiculture	Plaine montagne	Surfaces de hauts-marais remises en eau ou humides et dégradées et utilisées auparavant comme herbages ou sur lesquelles on extrayait de la tourbe.	non SAU	La régulation du niveau d'eau est de première importance. La biomasse peut être utilisée comme succédané de tourbe en horticulture et pour la restauration de tourbières. Option d'utilisation du sol prometteuse pour les hauts-marais. Marché (succédané de tourbe) à fort potentiel et effet positif sur tous les aspects environnementaux. Actuellement, à recommander uniquement à petite échelle, comme projet de recherche ou en lien étroit avec la recherche, car la culture n'est pas encore établie; divers projets en cours en Allemagne. Doit être soutenue, car la rentabilité n'est pas assurée pour le moment.	5	3	2/3	1	1
Rossolis (<i>Drosera</i> sp.) FT Sphaignes 176	Paludiculture	Plaine montagne	Hauts-marais dégradés, en combinaison avec la culture de sphaignes.	non SAU	Culture en combinaison avec des sphaignes. La régulation du niveau d'eau est de première importance. Le rossolis est récolté dans divers pays et commercialisé avec succès comme produit phytopharmaceutique (également en Suisse). Actuellement, culture à petite échelle, à recommander comme projet de recherche, car on ne dispose pas de suffisamment d'expériences et la rentabilité est incertaine. Effet positif sur tous les aspects environnementaux.	5	3	2/3	1	1
Riziculture humide (<i>Oryza</i> sp.) FT Agridea	Paludiculture	Plaine	Bas-marais dégradés avec un bon approvisionnement en éléments nutritifs. Uniquement sur des surfaces situées à proximité de cours d'eau ou plans d'eau alimentés en eau toute l'année, dans lesquels il est possible de pomper jusqu'à 5000 m ³ par année.	Valorisation pour la consommation. La régulation du niveau d'eau est de première importance. Mise en place et étudiée avec succès en Suisse depuis 2017. Culture de plants possibles, machine adaptée nécessaire pour la mise en place. Potentiellement très intéressante d'un point de vue économique en vente directe à la ferme. Utilisation de PPh non autorisée en riziculture humide. Fertilisation recommandée jusqu'à 110 kg N/ha maximum. Le riz humide ne peut pas être cultivé à l'intérieur de la zone tampon trophique de marais.	-	5	inconnu	2	2/3	2

Fiche technique utilisation du sol (FT n°) pour la Suisse	Type d'utilisation du sol	Étage altitudinal	Utilisation actuelle de la surface et aptitude	SAU utilisation	Actuellement non SAU Valorisation et utilisation	Niveau d'eau cible	Éléments nutritifs	GES	Rentabilité	Reconversion
Aulne glutineux (<i>Alnus glutinosa</i>) en futaie pas de FT	Sylviculture	Plaine montagne	Sols tourbeux profonds dégradés et remis en eau, avec un bon approvisionnement en éléments nutritifs et une eau du sol en mouvement.	non SAU	Valorisation comme bois de placage et bois de sciage. Débouchés possibles en Suisse. Les bactéries du système racinaire fixent l'azote. Les émissions de GES sont encore peu connues. D'autres expériences de culture et des clarifications sur les besoins en eau sont nécessaires pour déterminer l'aptitude de surfaces situées à proximité de marais.	4	2	2	2/3	2
Aulne glutineux (<i>Alnus glutinosa</i>) en taillis pas de FT	Sylviculture	Plaine montagne	Sols tourbeux peu profonds dégradés et remis en eau, zones périphériques de surfaces remises en eau.	non SAU	Valorisation énergétique sous formes de bûches, plaquettes et pellets. Valorisation matière également pour panneaux de particules et panneaux de fibres ou dans l'industrie du papier et de la cellulose. Débouchés possibles en Suisse. Les bactéries du système racinaire fixent l'azote. Les émissions de GES sont encore peu connues. D'autres expériences de culture et des clarifications sur les besoins en eau sont nécessaires pour déterminer l'aptitude de surfaces situées à proximité de marais.	4	2	2	2	2
Canneberge à gros fruits (cranberry) pas de FT	Baies	Plaine montagne	Sols de hauts-marais dégradés qui ne peuvent pas être remis en eau jusqu'en surface; sites en bordure de hauts-marais.	Pour la consommation, fraîche ou transformée. La culture conventionnelle sur des sols tourbeux drainés est courante. Faible besoin en azote. L'effet sur l'environnement tout comme la culture sont peu connus. Recommandée pour des surfaces tests. Selon Abel et al. (2022), très prometteuse pour la paludiculture en zone tempérée.	-	3	inconnu	1, aucune expérience connue	2/3	inconnu
Canneberge pas de FT	Baies	Plaine montagne	Sols de hauts-marais dégradés qui ne peuvent pas être remis en eau jusqu'en surface; sites en bordure de hauts-marais; marais de transition.	Se consomme en compote ou confiture. Connue dans le nord-est de l'Europe, en lien avec des projets de protection de la nature. Récolte à la main uniquement et donc coûts importants pour la culture et la récolte. Recommandée pour des surfaces tests. Selon Abel et al. (2022), très prometteuse pour la paludiculture en zone tempérée.	-	3	inconnu	1, aucune expérience connue	2/3	inconnu

Fiche technique utilisation du sol (FT n°) pour la Suisse	Type d'utilisation du sol	Étage altitudinal	Utilisation actuelle de la surface et aptitude	SAU utilisation	Actuellement non SAU Valorisation et utilisation	Niveau d'eau cible	Éléments nutritifs	GES	Rentabilité	Reconversion
Myrtille pas de FT	Baies	Plaine montagne	Sols de hauts-marais dégradés qui ne peuvent pas être remis en eau jusqu'en surface; sites en bordure de hauts-marais; marais de transition. Se prête vraisemblablement bien aux systèmes agroforestiers.	Pour la consommation ou dans le domaine médical. Pas encore domestiquée, mais les expériences réalisées avec des cultures de myrtilles sont probablement transposables. Le rhizome étendu peut réduire le risque d'érosion du sol. Sinon, on ignore presque tout des effets sur l'environnement (Abel et al. 2022). Ne peut être recommandée que pour des surfaces tests.	-	3	inconnu	1, aucune expérience connue	2/3	inconnu
Airelle rouge pas de FT	Baies	Plaine montagne	Sols tourbeux qui ne peuvent pas être remis en eau jusqu'en surface ou sols minéraux. Sur les sols minéraux, la croissance et le rendement sont plus faibles.	Se consomme fraîche ou transformée (jus, compote, etc.). Les baies et feuilles sont utilisées dans le domaine médical. Vente directe possible, rentabilité probablement bonne si la récolte n'est pas manuelle. Faible besoin en éléments nutritifs, mais lutte nécessaire contre les mauvaises herbes. On en sait peu sur la culture et les effets sur l'environnement. Recommandée pour la première fois comme surface test.	-	3	inconnu	1, aucune expérience connue	2/3	inconnu
Roseau de Chine pas de FT	Autres	Plaine	Surfaces sur lesquelles une remise en eau complète n'est pas possible ou n'est pas recherchée. A des exigences climatiques et pédologiques similaires à celles du maïs. Convient également aux terrains en pente. Peu étudiée en tant que paludiculture: l'emplacement optimal n'est pas connu.	Culture connue en Suisse sur des sites secs. Valorisation matière et énergétique variée. Commercialisation en Suisse par la Communauté d'intérêt Miscanthus (IGM). La culture dans les zones tampons hydrologiques n'est que partiellement recommandée, car peu connue en tant que paludiculture. Il existe de meilleures options pour les sites humides à détrempés. Cultivée sur des sites secs pour remplacer le maïs et comme tampon trophique. Pour ces sites, d'autres utilisations du sol qui bénéficient de paiements directs et favorisent la biodiversité, comme les prairies peu intensives ou extensives, seraient à prendre en compte.	-	4	2	inconnu	3	3
Utilisation actuelle avec un niveau d'eau élevé ou en combinaison avec une couche de surface minérale pas de FT	Autres	Plaine montagne	Surfaces sur lesquelles une remise en eau complète n'est pas possible ou n'est pas recherchée. Convient également aux terrains en pente. Peu étudiée en tant que paludiculture: l'emplacement optimal n'est pas connu.	Options: 1. Élever le niveau d'eau en hiver 2. Réduire la surface drainée/asséchée 3. Une couche de surface minérale (env. 20-40 cm) avec un niveau d'eau adapté facilite l'exploitation (meilleure praticabilité). La conversion est moins importante que pour les paludicultures/prairies humides (potentiel de réduction des émissions de GES des sols tourbeux). Des recherches complémentaires sont nécessaires.	Surfaces partielles avec mares/paludiculture	variable, év. seulement comme surfaces partielles	inconnu, variable	variable	3	2