

Utilisation du sol adaptée aux surfaces agricoles hydromorphes

Herbages

Autrices et auteurs: Markus van der Meer, Valentin H. Klaus, Catherine Hutchings, Serge Buholzer, Yvonne Fabian

Aperçu

En Suisse, l'utilisation de la repousse et la pâture des zones humides et objets marécageux protégés sont, en accord avec les services cantonaux, également possibles en dehors de la surface agricole utile. Elles sont notamment pratiquées souvent dans la région d'estivage ainsi que dans des zones protégées comme à la Grande Cariçaie (VD, FR) et au Neeracherried (ZH) [1, 2].

Des informations générales sur la nécessité d'une utilisation adaptée au site des surfaces agricoles humides, ainsi que sur la procédure de remise en eau sont publiées dans Agroscope Transfer n° 539 «Utilisation du sol adaptée aux surfaces agricoles hydromorphes – Contexte et informations générales» [3].

Les prairies humides et détrempées se caractérisent par des niveaux d'eau élevés, compris entre 45 cm de profondeur jusqu'à quelques cm au-dessus du sol. En règle générale, il faut y éviter tout apport de fertilisants. Aux endroits où une remise en eau n'est pas possible, ou seulement en partie, on peut mettre en place des prairies fraîches peu intensives.



Figure 1: Prairie à populage. Photo: Valentin H. Klaus, Agroscope

Les types d'herbages suivants se prêtent à une exploitation extensive ou peu intensive sur des sols agricoles hydromorphes:

- Prairies à litière et cariçaies à humidité variable ou permanente: prairie à molinie naturellement pauvre en éléments nutritifs, pelouse à laiche de Davall, pelouse à laiche brune, magnocariçaie moyennement riche en éléments nutritifs
- Prairies peu intensives humides ou détrempées: prairie à populage (figure 1), pâturage à joncs, prairie à cirse maraîcher, peuplement d'alpistes roseaux
- Prairies peu intensives fraîches: prairie à fromental, prairie à avoine jaunâtre, prairie à agrostide et à fétuque rouge
- Prairies extensives en conditions fraîches comme les prairies de fromental et d'avoine jaunâtre

Après ses utilisations conventionnelles comme fourrage ou litière, le produit de la fauche peut également être exploité comme matière première ou biomasse [4].

Impact sur le site hydromorphe

Diversité biologique

Les prairies et pâturages extensifs, lorsqu'ils sont mis en place et exploités avec précaution, contribuent grandement à la conservation et à la promotion de la flore et de la faune indigènes [5, 6]. Une fine mosaïque de peuplements exploités de diverses manières est le meilleur gage de la richesse en espèces [7]. Les modes d'utilisation traditionnels, pratiqués de longue date (fauche ou pâture) devraient être maintenus, faute de quoi les espèces végétales spécialisées et adaptées à ces milieux pourraient disparaître et les peuplements situés au-dessous de la limite de la forêt s'embroussailler et se reboiser en cas d'abandon de l'exploitation [8].

Les sites remis en eau peuvent avoir une influence très positive sur la diversité et la conservation des espèces indigènes rares. À Rothenturm (SZ), les niveaux d'eau ont été relevés au moyen de simples digues. Les plans d'eau ainsi créés favorisent non seulement une flore riche en espèces, mais offrent un habitat adéquat à une multitude d'insectes et d'amphibiens. Un débroussaillage des surfaces fortement envahies favorise les oiseaux nichant dans les prairies [9]. Grâce à la pâture, le vanneau huppé niche à nouveau dans le Neeracherried et la bécassine y séjourne aussi fréquemment [2].

Comme les prairies à litière et les prairies humides, les prairies à fromental et à avoine jaunâtre exploitées de manière traditionnelle étaient très répandues en Suisse avant l'intensification de la culture fourragère [10]. Ces herbages peu intensifs peuvent également présenter une diversité floristique remarquable, selon le site et l'historique de l'exploitation.

Qualité de l'eau

Une exploitation extensive des herbages s'avère très avantageuse pour la qualité de l'eau. Le renoncement à toute application de pesticides et de fertilisants autour des biotopes sensibles comme les marais a un effet très positif sur la qualité de l'eau.

Émissions de gaz à effet de serre

Du point de vue de la protection du climat, il est judicieux de privilégier des niveaux d'eau affleurant au sol ou légèrement au-dessus, car ce sont les seuls qui permettent de réduire efficacement les émissions de gaz à effet de serre des sols organiques. On ne dispose pas d'information ou d'expérience à ce sujet concernant la Suisse: les valeurs du tableau 1 sont basées sur des données d'Allemagne du Nord (le potentiel de réduction effectif dépend fortement du site, notamment de l'état actuel du sol et de sa teneur en carbone et en éléments nutritifs, du niveau d'eau actuel, des conditions climatiques locales et de l'utilisation actuelle et historique du site, par exemple de l'exploitation de la tourbe [11, 12]).

Pour autant qu'on y maintienne un niveau d'eau élevé en permanence, les **prairies détrempées** dont les niveaux d'eau se situent de 0 à 20 cm de profondeur constituent, en l'état actuel des connaissances, le meilleur choix d'herbages sur des sites agricoles, en termes d'émissions minimales de gaz à effet de serre. Toutefois, les peuplements d'alpistes roseaux (*Phalaris arundinacea* L.) ne forment pas de tourbe et, lorsqu'ils sont exploités en prairie humide, génèrent des émissions nettement plus élevées que la magnocariçaie par exemple. Les laiches sont au contraire de bonnes productrices de tourbe et les grandes laiches conviennent également aux niveaux d'eau dépassant le sol (tableau 2). Les émissions de ces peuplements sont principalement dues au méthane, un gaz à effet de serre puissant mais à courte durée de vie. C'est dans ces peuplements, avec des niveaux d'eau situés en partie au-dessus du sol, que le potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre est le plus élevé (jusqu'à 90 %) [13, 14].

Dans le cas des **prairies humides sur sols organiques**, dont le niveau de la nappe phréatique est compris entre 45 et 15 cm de profondeur, la couche supérieure du sol est aérée en permanence, ce qui favorise les processus de décomposition aérobies, le tassement et l'affaissement du sol. On ne peut limiter les importantes émissions de gaz à effet de serre, qui résultent de cette dégradation progressive des marais, qu'en élevant le niveau d'eau.

Dans les **prairies fraîches sur sols organiques**, avec des niveaux d'eau moyens situés à plus de 45 cm de profondeur, les carbones et les éléments nutritifs qui ont été emprisonnés au moment de la formation de la tourbe sont progressivement libérés au cours des processus de décomposition (minéralisation et humification). Il en résulte un affaissement important des sols. Le drainage et l'exploitation contribuent, au cours du processus d'horizontalisation du sol, à la création d'horizons de compaction qui peuvent entraîner une diminution de l'infiltration et de l'apport en eau, ainsi qu'une stagnation de l'eau. Ces processus entraînent, au fil du temps, une dégradation progressive des propriétés du site sous l'effet de l'exploitation agricole [14].

Tableau 1: Potentiel de réduction à long terme des émissions de gaz à effet de serre, selon les données de Birr et al. [14]

Magnocariçaie	65–90 %
Peuplement d'alpistes roseaux	75 %
Prairie humide	35–45 %
Prairie fraîche	Réduction des émissions de gaz à effet de serre uniquement si on élève le niveau d'eau

Types d'herbages adaptés aux sols agricoles hydromorphes

Ce chapitre présente les types d'herbages répandus en Suisse et exploités de manière extensive ou peu intensive, ainsi que leurs principales caractéristiques (tableau 2). En font partie les prairies humides moyennement riches à pauvres en éléments nutritifs ainsi que les peuplements pouvant être exploités comme prairies humides ou prairies fraîches. Certains types d'herbages ne se prêtent qu'à la fauche, d'autres sont plutôt adaptés à la pâture. Plusieurs conviennent comme prairies de fauche-pâture. Dans les biotopes sensibles tels que les marais et leurs alentours, les races légères de bovins, buffles d'eau, chevaux, moutons, cerfs, et en général aussi les oies, conviennent pour le pâturage ; elles sont décrites dans la fiche Agroscope n° 170 : "Pâturage : Espèces et races" [15]. Selon l'intensité d'utilisation, il convient de respecter les prescriptions de l'ordonnance sur les paiements directs [16] ou de la convention spécifique de protection de la nature conclue avec la commune ou le canton, en ce qui concerne la fertilisation et les dates d'utilisation.

Tableau 2: Aperçu des types d'herbages et de leurs principales caractéristiques

Caractéristiques Type d'herbage	Situation	Conditions d'humidité	Niveau d'eau au-dessous du sol	Sol: disponibilité des éléments nutritifs	pH du sol	Rendement dt/MS
Magnocariçaie	plaine (montagne)	humide à inondé	été: 10 - 20 cm hiv.: 5 - 15 cm été: 10 - 0 cm hiv.: 5 - +15 cm	pauvre	neutre (acide)	80 - 120
Pelouse à laiche de Davall	plaine montagne	humide à détrempé	été: 20 - 45 cm hiv.: 15 - 35 cm	pauvre	basique	---
Pelouse à laiche brune	plaine montagne			pauvre	acide	---
Prairie à molinie	plaine montagne	à humidité variable		pauvre	neutre (à basique)	---
Prairie à cirse maraîcher	plaine	humide		moyen	neutre	40 - 60
Prairie à populage Pâturage à joncs	plaine montagne	humide à détrempé	été: 20 - 45 hiv.: 15 - 35 cm plus haut possible	moyen	neutre	20
Peuplement d'alpistes roseaux	plaine	humide à détrempé	été: 10 - 20 cm hiv.: 5 - 15 cm, également plus haut possible	moyen	neutre	30 - 100 (proche de l'état naturel), jusqu'à 130 (culture)
Prairie à fromental	plaine	frais	en moyenne > 45 cm	moyen	neutre	50 - 70
Prairie à avoine jaunâtre	montagne	frais	en moyenne > 45 cm	moyen	neutre	20 - 50
Prairie à agrostide et à fétuque rouge	plaine montagne	frais (à sec)	en moyenne > 45 cm	moyen	neutre (acide)	20

Prairies détrempées pauvres en éléments nutritifs et cariçaies

Les magnocariçaies sont dominées par les grandes laiches et hébergent également une grande diversité d'espèces tolérant l'humidité. En font également partie les espèces qui forment des touradons comme la laiche à épis rapprochés (*Carex appropinquata* Schumach.), la laiche élevée (*Carex elata* All.) et la laiche paniculée (*Carex paniculata* L.). Lorsqu'un tapis herbacé dense se forme, les surfaces sont praticables. Les laiches tolèrent particulièrement bien l'inondation et les variations d'humidité. Fauchées une fois par an, elles peuvent être utilisées comme litière. Si l'on recherche un rendement élevé, les grandes laiches, telles que la laiche à angles aigus (*Carex acutiformis* Ehrh.), la laiche des rives (*Carex riparia* Curtis) ou la laiche aiguë (*Carex acuta* L.), se prêtent à une utilisation productive en conditions humides [14, 17, 18]. Toutefois, leur valeur fourragère est médiocre. En culture, il convient de maintenir un niveau d'eau stable juste au-dessous de la surface du sol durant l'été. On obtient les meilleurs rendements avec une faible inondation estivale. En hiver, un niveau d'eau de 0 à 30 cm au-dessus du sol est tolérable [14, 19]. Les premières années, la mobilisation des éléments nutritifs dans les sols dégradés et remis en eau garantit l'approvisionnement en éléments nutritifs. En outre, l'eau des exutoires riches en éléments nutritifs peut être acheminée à travers la surface, pour autant que cela n'aille pas à l'encontre d'autres objectifs de protection. Sans apport d'éléments nutritifs, des effets d'amaigrissement et par conséquent une baisse des rendements sont à prévoir [14, 19].

Il est possible de récolter la plupart des espèces de laiches une à deux fois, de l'été à la fin de l'automne, lorsque les niveaux d'eau sont abaissés. Selon le niveau de la nappe phréatique, on peut procéder à un assèchement du champ (foin de laiche). Lorsque l'eau affleure le terrain ou que son niveau se situe au-dessus, on recourt à des méthodes de récolte en une étape avec ramassage direct du produit de fauche, ce qui nécessite une technique adaptée [14, 18, 20]. En fonction de l'espèce de laiche mise en place, des rendements de 80 à 120 dt MS ha⁻¹ a⁻¹ sont possibles. Même en cas d'amaigrissement de la surface et des baisses de rendement qui en découlent, on peut s'attendre à des rendements supérieurs à 20 dt MS ha⁻¹ a⁻¹ [14, 19]. S'il est prévu de valoriser thermiquement le foin de laiche, il est judicieux de récolter tardivement, jusqu'à l'automne, car les propriétés combustibles de la biomasse s'en trouvent améliorées. Pour l'utilisation dans des installations de biogaz, la récolte s'effectue en début d'été, ce qui a toutefois des effets dommageables sur la biodiversité et n'est autorisé qu'après concertation dans les aires protégées [14, 18]. L'ensilage de la repousse de prairies humides ne vaut la peine que si la fauche est précoce, ce qui va également à l'encontre des objectifs de promotion de la biodiversité. Les prairies constituées de laiches aiguës (*Carex acuta* L.) fournissent un bon fourrage pour les chevaux, en raison de leur teneur élevée en acides siliciques. Si le sol est suffisamment résistant au piétinement, une pâture précoce et limitée dans le temps est possible. Par contre une pâture ultérieure tardive n'est recommandée qu'à certaines conditions, la valeur fourragère baissant rapidement [14].



Figure 2: Prairies à litière traditionnelles: A) Prairie à molinie avec iris de Sibérie. Photo: Agroscope; B) Prairie à litière fauchée, *Rothenthurm*. Photo: Valentin H. Klaus

Les prairies à litière traditionnelles (figure 2) – **prairies à molinie, pelouses à laiche de Davall et pelouses à laiche brune** – font partie des peuplements exploités de manière très extensive. On les retrouve à différentes altitudes, sur des sites à humidité variable ou permanente. Les prairies à litière ne sont jamais fertilisées et il convient d'éviter un transfert d'éléments nutritifs à partir des surfaces attenantes pour les préserver durablement. Si elles ne sont pas exploitées, ces surfaces s'embroussaillent à long terme. Elles nécessitent donc une utilisation minimale, c'est-à-dire une fauche au moins tous les trois ans, à fin septembre. Les prairies à litière jouent un très grand rôle en termes de conservation de la biodiversité, car elles sont l'habitat exclusif de nombreuses plantes et animaux rares. Elles sont répertoriées dans des inventaires nationaux ou cantonaux des bas-marais [8]. Un apport en éléments nutritifs ou une fauche trop précoce peuvent entraîner un recul des espèces rares et le développement de mégaphorbiaies. Le produit de la fauche est d'une qualité fourragère si médiocre qu'il n'est généralement utilisé que comme litière. Dans la région alpestre, les bas-marais sont également pâturés [8]. En Allemagne, les prairies à litière ont connu un regain d'intérêt ces dernières années comme fourrage d'appoint pour les chevaux et les jeunes animaux dans l'élevage laitier [21].

Prairies humides à détrempées moyennement riches en espèces

La **prairie à populage** (figure 1) et le **pâturage à joncs** (figure 3) sont étroitement apparentés, mais résultent d'utilisations différentes [22]. Ainsi, une surface à litière évolue d'abord en prairie à populage lorsqu'on y apporte des éléments nutritifs et qu'on la fauche, ou en pâturage à joncs si elle est régulièrement pâturée.

La qualité fourragère de ces deux types d'herbages est médiocre à moyenne, selon la composition botanique. Un apport modéré en fumier de stabulation convient pour les deux types, pour autant que cela n'aille pas à l'encontre des objectifs locaux de protection des marais.

La **prairie à populage** est présente de la région de plaine jusqu'aux alpages de basse altitude et sa composition botanique diffère un peu selon l'altitude. Le peuplement végétal ne

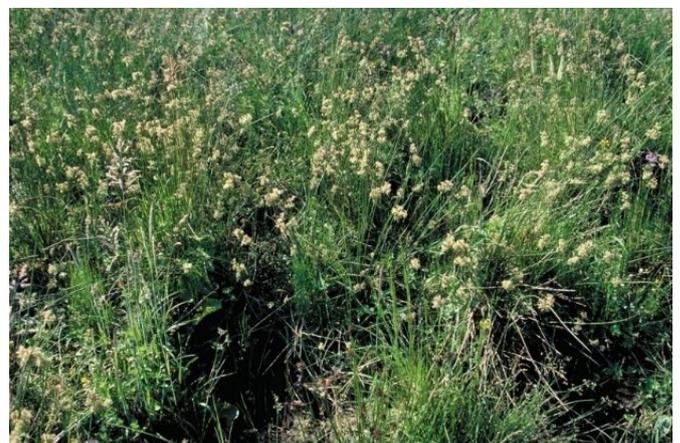


Figure 3: Pâturage à joncs, avec joncs épars. Photo: Agroscope

comporte qu'une faible proportion de graminées, la portance de la couverture végétale est donc faible. Les prairies à populage sont le plus souvent fauchées, celles à renoncule à feuilles d'aconit sont également pâturées lorsque les conditions de sol s'y prêtent. Le **pâturage à joncs** se trouve principalement sur les sites humides à détrempés et les sols lourds dans la région de montagne. Il est exclusivement pâturé, le plus souvent par du jeune bétail [8].

La **prairie à cirse maraîcher** (figure 4C) est apparentée à la prairie à populage. C'est une prairie humide relativement productive. Elle est généralement fauchée une à deux fois par an [23]. Son espèce caractéristique est le cirse maraîcher (*Cirsium oleraceum* L.) qui fait partie de la flore typique des prairies à fromental et à avoine jaunâtre. Le cirse maraîcher est une plante nectarifère et pollinifère importante pour les abeilles, les bourdons, les syrphes et les papillons. Les larves de coléoptères sont en outre friandes de ses graines [8].

L'**alpiste roseau** (*Phalaris arundinacea* L.) est répandu partout en Suisse dans les régions de basse altitude. Il fait partie intégrante de nombreux milieux [22, 27, 28], mais n'est jusqu'à présent guère exploité en tant que peuplement dominant. D'ailleurs, s'il est répertorié comme type de prairie à part entière en Allemagne par exemple (voir Infobox), ce n'est pas le cas en Suisse. Il ne se prête pas à la pâture, mais peut être exploité comme fourrage (foin ou ensilage) [29].

Les peuplements d'alpistes roseaux sont sensibles aux longues périodes d'inondation, mais également aux longues périodes de sécheresse avec des niveaux d'eau moyens situés à plus de 60 cm de profondeur. Ils préfèrent les sites à humidité variable, légèrement humides à détrempés, bien oxygénés, dont la durée d'inondation hivernale n'excède pas deux à trois mois. Ils sont productifs et très concurrentiels sur les sites riches en éléments nutritifs [13, 14, 30, 31]. La productivité est maximale lorsque les peuplements bénéficient d'une inondation régulière de courte durée ou d'une alimentation en eau souterraine bien oxygénée. En cas d'inondation prolongée et de fauche irrégulière et tardive, les alpistes roseaux sont évincés par le roseau, les laiches ou la grande glycérie. Une gestion ciblée de l'eau, évitant l'inondation, s'avère donc nécessaire [14, 13, 32].

Lors de la récolte, il faut veiller à ce que la hauteur de coupe soit d'au moins 10 cm. Une fauche trop précoce et trop fréquente (régulièrement plus de deux fauches par an) peut entraîner une dégradation des peuplements [14, 32-34].

La date de récolte dépend du niveau d'eau et du type d'utilisation envisagé pour la repousse:

- L'alpiste roseau est une graminée fourragère productive et d'assez bonne qualité, pour autant qu'on la fauche avant l'apparition des panicules.
- Pour une valorisation en installation de biogaz, une date de récolte en juin/juillet est recommandée pour obtenir un rendement en gaz élevé.
- Si on le récolte en vue d'une valorisation énergétique sous forme de combustible solide, il est préférable de le faucher le plus tard possible, en novembre ou décembre. Toutefois, des problèmes de conservation (séchage) peuvent alors survenir. Le cas échéant, des techniques adaptées sont nécessaires en raison des niveaux d'eau plus élevés en hiver [13, 14, 26].

Prairies fraîches moyennement riches en éléments nutritifs

La **prairie à fromental**, en région de plaine, et la **prairie à avoine jaunâtre** (figure 4), en région de montagne, sont des prairies grasses traditionnelles riches en espèces, apparentées aux prairies à cirse maraîcher [23]. Agridea a publié une fiche d'information détaillée sur la conservation et la promotion de ces types de prairies [10]. Le fromental ne supporte pas la pâture permanente, raison pour laquelle ces peuplements devraient principalement être exploités comme prairie de fauche. Il est toutefois possible dans certaines circonstances d'y instaurer une pâture printanière précoce (déprimage) et/ou une pâture automnale ultérieure. La **prairie à fromental** de basse altitude tolère deux à trois fauches annuelles. Son peuplement reste stable à long terme, si l'on y instaure une fauche tardive (ou une pâture d'automne) annuelle et qu'on ne fertilise que modérément, si possible avec du fumier bien décomposé. Le foin de la prairie à fromental, lorsqu'elle est fauchée tardivement, affiche des teneurs en énergie et en protéines modestes, mais il convient bien aux chevaux et au jeune bétail et se prête en outre aux mélanges. La valeur fourragère des fauches de regain est nettement plus élevée. La **prairie à avoine jaunâtre** se rencontre à plus haute altitude et se présente également comme une prairie grasse traditionnelle, riche en espèces, lorsqu'elle est fauchée tardivement et fertilisée avec modération. Elle fournit un foin appétent qui convient bien comme fourrage grossier. En outre, elle peut abriter une grande diversité d'espèces [8]. L'avoine jaunâtre est toutefois légèrement toxique à l'état frais [35, 36], c'est pourquoi il est préférable de renoncer à la pâture de ce type de prairie.

Infobox: Exploitation de l'alpiste roseau, état de la mise en œuvre

L'alpiste roseau est considéré en Europe comme une plante fourragère intéressante pour l'élevage (foin, ensilage, litière). Sa culture dans une perspective de préservation de la tourbe est encore à l'étude [24, 25]. Dans l'Europe du Nord, on estime que 20 000 ha d'alpistes roseaux sont cultivés en vue d'une valorisation énergétique. Dans le domaine de la valorisation thermique, l'alpiste roseau est utilisé comme combustible pour la production de chaleur, notamment en Allemagne [14, 20, 26].

En Suisse, on ne lui connaît aucune utilisation et aucune recherche ne s'est encore penchée sur le sujet.

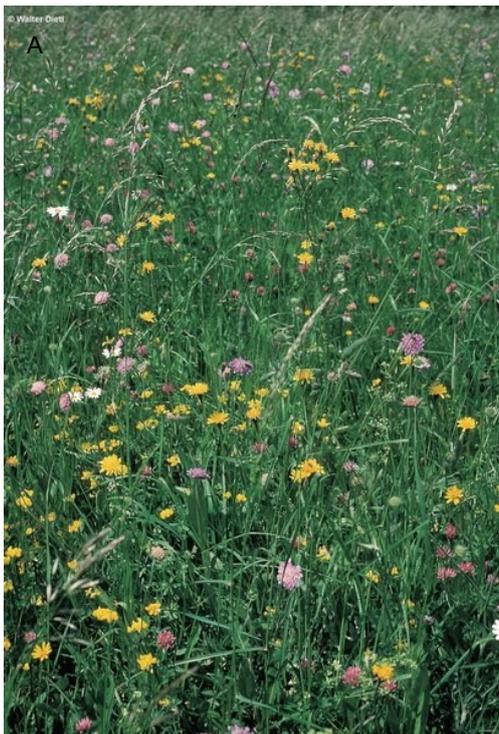


Figure 4: Les trois types de prairies grasses riches en espèces: A) Prairie à avoine jaunâtre des régions d'altitude. Photo: Agroscope; B) Prairie à fromental: formation fraîche typique des régions de basse altitude. Photo: W. Dietl; C) Prairie à cirse maraîcher typique des milieux humides de basse altitude, plus rarement présente en altitude. Photo: W. Dietl

La prairie à agrostide et à fétuque rouge (figure 5) est exploitée comme prairie de fauche, prairie de fauche-pâture ou pâturage, selon le lieu et la situation. Elle est souvent légèrement fertilisée avec du fumier de stabulation. La qualité fourragère est médiocre [8]. La prairie est pâturée quelques semaines par an ou fauchée occasionnellement. On la trouve sur des sols plus ou moins frais à humides, moyennement riches en éléments nutritifs et peu fertilisés, généralement en région de montagne [23].



Figure 5: Prairie à agrostide et à fétuque rouge riche en graminées. Photo: Agroscope

Mise en place de peuplements sur des sites humides ou remis en eau

Emplacements appropriés aux différents types d'herbages

Les herbages et terres assolées exploités auparavant de manière intensive, de même que les jachères riches en éléments nutritifs, se prêtent à la mise en place de **magnocariçaies** moyennement riches en éléments nutritifs, pour autant que le niveau d'eau dans le sol y soit maintenu à hauteur adéquate [14]. La mise en place de prairies à litière pauvres en éléments nutritifs n'est pas possible si l'utilisation antérieure nécessitait une fertilisation intensive. Dans ce cas de figure, il faudrait amaigrir la surface au préalable.

Les anciens marais asséchés, utilisés comme herbages, jachères ou cultures avant leur remise en eau, conviennent à la mise en place de **prairies humides et détrempées** pauvres en éléments nutritifs. Les sites dégradés remis en eau, riches en bases et bien approvisionnés en éléments nutritifs et en oxygène se prêtent idéalement à la mise en place de peuplements d'alpistes roseaux. Il convient d'y maintenir une humidité constante du sol, même en été [14].

Les surfaces non inondables, les terres assolées et les herbages semi-intensifs ainsi que les jachères riches en éléments nutritifs conviennent à la mise en place de **prairies fraîches** moyennement riches en éléments nutritifs [14]. Il est probablement nécessaire de les amaigrir pour y établir des herbages riches en espèces. Des fauches répétées (sans fertilisation) peuvent

contribuer au départ à réduire la disponibilité des éléments nutritifs. Techniquement, il est également possible d'ôter la couche arable pour permettre l'établissement de peuplements pauvres en éléments nutritifs [37].

Établissement naturel

Les **grandes laiches** sont particulièrement indiquées lorsqu'on veut remettre en eau des marais précédemment asséchés, puisqu'elles tolèrent en même temps une pauvreté en oxygène au niveau des racines et un approvisionnement important en éléments nutritifs issus de la dégradation de la tourbe [22]. Elles déploient ainsi une remarquable force d'expansion et une productivité élevée. La présence de grandes laiches dans les environs immédiats de la surface favorise la recolonisation. La gestion de l'eau devrait être conçue de manière à exploiter pleinement les effets positifs de la dispersion par l'eau: l'inondation des fossés et leur mise en réseau permettent en effet aux graines et aux parties flottantes des plantes d'atteindre la surface cible. Une inondation importante et prolongée durant la première phase de croissance a toutefois un effet négatif sur l'établissement des plantes. Une colonisation spontanée par des espèces communes de laiches s'inscrit dans un horizon temporel d'environ trois ans [14, 20].

De nombreuses espèces des **prairies humides et détremées** possèdent également des graines flottantes qui peuvent être amenées des surfaces voisines lors d'inondations. En général, plus le sol est travaillé et la vie du sol active, plus les banques de graines dans le sol se dégradent rapidement [38, 39]. Des expériences acquises en Allemagne ont toutefois montré que des graines de l'ancienne végétation de bas-marais pouvaient persister dans le sol, parfois même après 15 à 20 ans d'exploitation. Appliqués régulièrement, le roulage, le hersage et la fauche permettent également l'établissement de prairies humides ou détremées productives sur ces surfaces [14, 33, 40]. Cependant, il faut renoncer au roulage lorsque le sol est très mouillé, car le risque de compactage est dans ce cas élevé.

Après une remise en eau, un **peuplement d'alpistes roseaux** peut se développer dans le processus de succession naturelle. Contrairement à d'autres prairies humides, ce peuplement supporte mal le roulage, car les pousses raides et dressées de l'alpiste roseau (*Phalaris arundinacea* L.) se brisent. Il faut surtout éviter de l'effectuer au printemps, car l'alpiste roseau commence à bourgeonner très tôt. Il convient également d'éviter le roulage après une fauche [14].

Les **prairies fraîches** moyennement riches en éléments nutritifs peuvent, elles aussi, s'établir naturellement. Cependant, des peuplements riches en espèces ne se développent que si les espèces cibles correspondantes poussent à proximité et si leurs graines parviennent effectivement jusqu'au site. Comme ce type de prairie n'est généralement pas inondé, la dispersion des graines par l'eau ne joue aucun rôle dans ce cas.

Ensemencement

En général, étant donné leur force d'expansion, il n'est pas nécessaire d'ensemencer ou de planter des **laiches**. Une implantation artificielle peut être réalisée si nécessaire, mais cela implique un investissement financier important. Cette solution s'impose si les surfaces humides ne sont pas en contact avec les peuplements de laiches initiaux ou que les futures cariçaies doivent être rapidement productives. Il est également possible de constituer des peuplements de manière ciblée à partir de plants issus de graines ou de divisions du rhizome [14, 18, 41].

L'ensemencement de **peuplements d'alpistes roseaux** peut constituer une option si l'on souhaite produire rapidement de la biomasse. Après l'ensemencement, il faut compter jusqu'à trois ans pour que les peuplements offrent un bon rendement. Ceci est valable pour des niveaux d'eau de 15 à 45 cm sous la surface. On ne dispose pas encore d'expérience pratique avec des niveaux d'eau plus élevés. Dans les sites remis en eau ou ceux où le niveau d'eau est élevé en permanence, un abaissement temporaire serait nécessaire pour la mise en place du peuplement. Seul un semis direct à l'aide d'un semoir à disques conviendrait ici, car un labour limiterait fortement la praticabilité [14, 18, 32, 42].

Des mélanges de semences pour les **prairies à fromental, à cirse maraîcher ou à avoine jaunâtre** sont disponibles dans le commerce. Il faudrait, dans la mesure du possible, utiliser des semences et des plants indigènes provenant de la même région pour l'ensemencement [6, 42]. Les services cantonaux de protection de la nature fournissent des informations pour les projets de plus grande envergure. Les méthodes d'enherbement direct, telles que fleur de foin, moisson de prairie, brossage de prairie source [6] semblent, en l'état actuel des connaissances, plus efficaces que les mélanges de semences standard [43]. De plus, l'enherbement direct est préférable du point de vue de la protection de la nature, car il permet de créer un peuplement de génotypes adaptés localement. La fleur de foin, la moisson de prairie ou le brossage conviennent également à la mise en place de prairies humides et détremées. Des informations détaillées sur le sujet peuvent être obtenues auprès d'InfoFlora [44] et de RegioFlora [45]. Cette dernière met également à disposition une base de données des prairies sources potentielles.

Entretien et exploitation à long terme des peuplements

Produits phytosanitaires et fertilisation

Pour conserver des prairies peu intensives riches en fleurs, il convient de réduire les apports en éléments nutritifs et de renoncer aux produits phytosanitaires. Toutefois, un apport en fumier tous les deux ans peut être bénéfique.

Par ailleurs, l'utilisation d'engrais ou de produits phytosanitaires est en principe interdite dans les herbages, aux endroits où l'eau affleure durablement (voir chapitre «Formalités»). Une bande tampon d'au moins 3 m est prescrite le long des eaux superficielles. Les prairies et pâturages frais dont le niveau d'eau moyen est à plus de 45 cm de profondeur ne sont soumis à aucune restriction à cet égard. Pour les prairies et pâturages humides dont les niveaux d'eau se situent au-dessus du sol ou jusqu'à 45 cm de profondeur, la base légale n'est pas (encore) clairement définie, notamment en ce qui concerne les prairies et pâturages remis en eau dont la hauteur de retenue peut être régulée dans des fossés. **Les recommandations ci-dessous sont donc soumises à la réglementation du législateur. En principe: plus le niveau d'eau est élevé, plus le risque de déversement ou d'apport de produits phytosanitaires ou d'éléments nutritifs dans ou en provenance de l'environnement proche est important.**

Exploitation mécanique

Il faut tenir compte des conditions de sol et d'humidité lors de l'exploitation d'**herbages** et adapter la technique en conséquence [46, 47]. Les machines peuvent être adaptées aux conditions de sol grâce aux différents types de châssis disponibles, tels que pneus doubles ou jumelés ou pneus larges à régulation pneumatique [14]. Selon les conditions météorologiques saisonnières, il est parfois nécessaire d'abaisser brièvement le niveau d'eau, lors de la récolte ou des travaux d'entretien par exemple, afin de ménager le sol et la couverture végétale pendant le passage des engins [48]. Sans dispositif de régulation du niveau d'eau, la circulation sur les prairies inondées n'est possible qu'avec des techniques adaptées.

Dans les **peuplements d'alpistes roseaux**, l'entretien de la couverture végétale nécessite une technique adaptée ménageant le sol lorsque le niveau d'eau est affleurant [48]. Il faudrait éviter d'abaisser le niveau d'eau au printemps pour ne pas altérer le stockage de l'eau. La praticabilité est d'autant meilleure que la couverture végétale est dense [14]. Comme les niveaux d'eau sont élevés sur les surfaces remises en eau, notamment en hiver, il faut généralement s'attendre à une récolte tardive de tous les peuplements. Pour des informations plus détaillées, voir la fiche technique Agroscope n° 177 «Techniques adaptées aux surfaces humides» [49].

Fauche ménageant la faune

La fauche représente toujours une intervention problématique pour les animaux inféodés aux prairies: insectes, amphibiens, reptiles, mammifères et oiseaux nichant au sol [50]. Non seulement les machines font des victimes, mais la fauche modifie les conditions de vie en altérant le milieu, restreignant l'offre alimentaire et les abris disponibles. Des solutions existent pour préserver la faune autant que possible: il s'agit de bien répartir les interventions dans le temps et dans l'espace et de choisir des machines ménageant la faune autant que possible.

On veillera notamment à choisir des faucheuses adaptées. Ainsi, l'utilisation de conditionneuses est fortement déconseillée, car elles sont très dommageables aux insectes. Le renoncement aux faucheuses-conditionneuses est d'ailleurs l'une des conditions préalables à l'octroi de paiements directs pour la qualité II [16]. La motofaucheuse à barre de coupe est la technique la mieux adaptée.

Les autres étapes de travail – épandage, andainage et mise en balle – comportent également des risques pour la faune: comme le passage du tracteur occasionne une bonne part des dégâts, il faudrait limiter le nombre d'interventions au strict nécessaire [51].

Une fauche intervenant tard dans la saison permet non seulement aux plantes de se ressemer, mais ménage également les papillons et les oiseaux. Par beau temps, une fauche très tôt le matin ou tard le soir est également plus favorable aux insectes butineurs, tels que les abeilles. Faucher par temps nuageux ou frais est encore la meilleure façon de les protéger [52]. Il est également recommandé de parcourir la surface avant la fauche, afin d'effaroucher les jeunes mammifères et de leur donner l'occasion de fuir. Une fauche de l'intérieur vers l'extérieur permet aux animaux mobiles de se mettre à l'abri. Une hauteur de coupe supérieure à 10 cm ménage les amphibiens et les reptiles [51]. Les espaces de repli, que laissent la fauche échelonnée et les bandes refuges non fauchées dans et/ou en bordure de parcelles, constituent un facteur de protection essentiel. On recommande de conserver 5–10 % de la parcelle sous forme de bandes de vieilles herbes également en hiver, mais d'alterner les bandes afin d'éviter l'embroussaillage [53]. Pour protéger l'entomofaune, la distance entre deux refuges ne devrait pas excéder 30 m.

Plantes toxiques

Il faut faire particulièrement attention à la présence de plantes toxiques avec les fourrages provenant de sites humides (tableau 3) [36, 54]. La prudence est de mise notamment avec la prêle des marais (*Equisetum palustre* L.). Bien que certaines plantes perdent leur toxicité lors du processus de conservation (foin, ensilage), d'autres comme le colchique d'automne (*Colchicum autumnale* L.), le séneçon aquatique (*Senecio aquaticus* Hill) et, aux endroits plus secs, le séneçon jacobée (*Senecio jacobaea* L.) et le bertéroa blanchâtre (*Berteroa incana* (L.) DC.) restent toxiques même dans le foin et l'ensilage. Si les animaux peuvent se montrer sélectifs lorsque l'offre en foin est suffisante, la probabilité d'intoxication est légèrement réduite [14, 55-58]. Selon le système d'affouragement et l'espèce animale, la consommation sélective lors de l'affouragement à l'étable n'est toutefois possible que de manière limitée.

Exemple d'utilisation conservatoire d'un objet marécageux protégé en Suisse

L'atterrissement progressif de milieux naturels typiques des marais [22] représente un défi dans les réserves naturelles. Dans la Grande Cariçaie [1], la fauche à elle seule s'est avérée insuffisante pour prévenir l'assèchement et la dominance de la roselière dans les magnocariçaies et les étangs. À la place, on y pratique désormais un décapage superficiel de l'humus (20–30 cm) afin de restaurer des surfaces d'eau libre peu profondes, dans lesquelles de nouveaux habitats pourront se développer en 20–30 ans.

La Grande Cariçaie abrite différents types de prairies humides et détrempées, parmi lesquelles des roselières et des magnocariçaies fauchées de manière irrégulière (figure 6). Sur les prairies les plus humides, plus de 70 ha de roselières et de marais sont fauchés chaque hiver au moyen d'un engin adapté monté sur un train de chenilles [48]. 50 ha de sites moins humides sont exploités en automne par des agriculteurs des communes riveraines, à l'aide de machines agricoles adaptées, équipées de pneus à régulation pneumatique. En outre, 5–10 ha sont débroussaillés chaque année à la main ou à l'aide de petites rétropelles ou de broyeurs à rouleaux spécialement adaptés.

Enfin, dans la Grande Cariçaie, 24 ha de marais protégés sont pâturés en été depuis plus de 20 ans. La pâture a mis fin à l'embroussaillage et a permis de conserver durablement six des principaux milieux naturels de la Grande Cariçaie: la pelouse à laiche de Davall, la formation à marisque, la magnocariçaie, la prairie à molinie, la roselière terrestre et la roselière lacustre.

Le produit de la fauche et les autres déchets organiques sont réutilisés et commercialisés via différents canaux de vente:

- Balles de paille: paillis grossier pour les cultures, litière pour le bétail, litière sous forme de pellets pour les chevaux, paillis pour plates-bandes, jardins ou compostage
- Matériaux issus du décapage de surfaces: engrais organiques, terreau pour fleurs, jardins ou compost
- Bois: broyé et utilisé comme combustible dans les centrales thermiques
- Arbustes: broyés pour le compostage

Tableau 3: Les principales plantes toxiques des prairies humides et leur pertinence pour différentes espèces d'animaux de rente (X = toxique; ? = indéterminé). Selon les données de Birr et al. [14].

	Bovins	Chevaux	Moutons	Cervidés	Buffles d'Asie	Oies
Morelle douce-amère	X		X		?	?
Bertéroa blanchâtre		X			?	
Colchique d'automne	X	X	X	X	?	?
Séneçons jacobée et aquatique	X	X	X	X	?	X
Renoncule âcre	X	X	X	X	?	?
Renoncule vénéneuse	X				?	
Prêle des marais	X	X	X	X	X	?
Ciguë aquatique	X		X		X	



Figure 6: Végétation marécageuse dans la Grande Cariçaie (hiver).
Photo: Markus van der Meer, Agroscope

Possibilités de valorisation alternatives pour la repousse d'herbages

Les différents types d'herbages peuvent être utilisés aussi bien pour la valorisation matière que pour la valorisation énergétique. Récoltée en hiver, la biomasse des différents herbages se prête à la transformation en pellets. Si la récolte a lieu en été, il est possible de la valoriser dans des installations de biogaz (aussi comme co-substrat), des installations de fermentation humide (bien broyée et en faibles quantités) ou encore de la valoriser seule pour la fermentation de matières solides. Vous trouverez davantage d'informations sur les aspects juridiques et techniques ainsi que sur les labels possibles dans Agroscope Transfer n° 539 «Utilisation du sol adaptée aux surfaces agricoles hydromorphes – Contexte et informations générales» [3].

Valorisation comme engrais, paillis et litière

Tout comme les engrais de paille, les repousses de prairies humides peuvent être appliquées et incorporées aux surfaces assolées en tant qu'engrais organiques. Les repousses des prairies à litière notamment conviennent pour le paillis, par exemple dans les cultures fruitières, dans l'aménagement paysager et sur les talus de route [14, 58].

Pour une même quantité de matériaux, les pellets dont la densité est de 600–700 kg/m³ nécessitent trois à cinq fois moins d'espace de stockage que les balles de foin cubiques, ce qui réduit non seulement considérablement les coûts de stockage mais également de transport [59]. Les pellets d'herbe provenant de prairies extensives [60] peuvent convenir comme litière, au même titre que les pellets de paille [61].

La litière provenant de prairies à litière a l'avantage d'être bon marché et de ne pas contenir de résidus de pesticides. Elle est donc particulièrement intéressante pour les exploitations biologiques. D'autre part, les distances de transport sont généralement courtes, ce qui permet de maintenir un circuit économique régional [62].

Utilisation d'herbe et de fibres comme matière première et pour la valorisation énergétique

En Suisse, 1,2 million de tonnes de papier sont produites chaque année. 90 % des fibres utilisées proviennent du recyclage de vieux papiers et de cartons [63]. Les papiers et cartons produits à partir d'herbages, pour lesquels il existe des canaux de distribution établis, sont plus durables et respectueux du climat [64] que les produits dérivés de pâte à bois.

Les matériaux isolants organiques [65] sont bien établis sur le marché. Outre le bois, le chanvre et la laine de mouton, couramment utilisés, le roseau et l'herbe de prairie offrent également d'intéressants débouchés. Ils conviennent pour l'isolation des toits et des sols [66]. Des matériaux de construction durables de ce type sont nécessaires [67] pour atteindre les objectifs énergétiques. Des associations professionnelles de premier plan s'inspirent de modes de construction traditionnels afin de développer des méthodes et matériaux de construction modernes. L'argile revêt dans ce contexte une importance particulière, car elle se mélange parfaitement à d'autres matériaux, tels que la paille et l'herbe. Malheureusement, on ignore à l'heure actuelle s'il existe une clientèle en Suisse pour la fibre d'herbe, dans l'industrie du papier et de la construction.

Dopée par l'objectif d'une production d'énergie neutre pour le climat, la valorisation énergétique de la biomasse est en plein essor en Suisse et devrait encore se développer, par exemple dans le domaine des pellets et autres produits composés d'herbe. Vous trouverez davantage d'informations sur l'utilisation énergétique dans Agroscope Transfer n° 539 «Contexte et informations générales» [3].

Production de protéines à partir de la fauche de surfaces herbagères

Des recherches sur l'extraction de protéines à partir de graminées ont débuté récemment. Celles-ci peuvent constituer une alternative au soja pour l'alimentation de la volaille par exemple, mais également pour l'alimentation humaine [68, 69]. Il convient toutefois de noter que la teneur en protéines du produit de fauche est ici très faible, en raison de la fauche tardive des herbages extensifs. C'est pourquoi cette forme de valorisation convient mieux aux peuplements semi-intensifs ou intensifs.

Paiements directs et surfaces d'assolement

Les herbages extensifs et peu intensifs sont soumis à l'ordonnance sur les paiements directs. S'ils sont utilisés comme source d'énergie ou comme matière première, la situation n'est pas encore clairement définie; l'évaluation dépend notamment des niveaux d'eau. Des contributions peuvent être perçues en conséquence (tableau 4). Pour les magnocariçaiques et les peuplements d'alpistes roseaux, il convient de clarifier la situation avec le service cantonal de l'agriculture avant toute conversion. Dans le canton de Lucerne, un champ de massettes a ainsi pu bénéficier de paiements directs en tant que surface à litière. Les différentes utilisations qui en sont faites n'affectent pas la qualité de surface d'assolement (SDA) d'une parcelle, et celle-ci peut continuer à être reconnue comme SDA.

Formalités

L'enherbement au moyen du produit de fauche ou de semences obtenus localement exige le respect des réglementations cantonales. Les exigences précises et la procédure à suivre sont fixées par les services cantonaux en charge de l'agriculture et de la protection de la nature [6, 70]. Agrofutura offre un service conseil à cet effet [71]. De nombreux cantons prévoient des subventions pour de telles procédures d'enherbement naturel.

L'application de produits phytosanitaires et d'engrais est interdite dans les eaux superficielles, la zone S1 de protection des eaux souterraines, les marais et les roselières [72-74]. Une bande tampon d'au moins 3 m de large est en outre prescrite le long des eaux superficielles. Il est interdit d'y appliquer des engrais et des produits phytosanitaires. Dans le cadre des prestations écologiques requises, l'interdiction des produits phytosanitaires s'applique sur une largeur minimale de 6 m. Le long des petits cours d'eaux et canaux de drainage qui conduisent de l'eau moins de 180 jours par an, cette largeur reste par contre fixée à 3 m, et cela également dans le cadre des prestations écologiques requises; les instructions d'utilisation des produits phytosanitaires doivent toutefois être respectées. Les cantons et les communes peuvent imposer des conditions plus strictes [16, 75].

Informations complémentaires

- *En allemand*: Birr et al. (2021): Steckbriefe. In: F. Närmann, F. Birr, M. Kaiser, M. Nerger, V. Luthardt, J. Zeitz, B.J. Tanneberger F., (Hrsg) (2021): Klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorböden. BfN-Skripten 616. Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg.
- *En français*: Le Blévec et al. (2018): Guide technique d'aménagement et de gestion des zones humides du Finistère; Conseil départemental du Finistère, Service des espaces naturels et des paysages.

Tableau 4: Droit aux contributions des surfaces de prairies

Type	SAU: codes cultures	Contributions à la biodiversité	Autres paiements directs possibles
Prairie fraîche ou prairie humide, extensive ou peu intensive	SAU: 611 ou 612 (613 sans SPB)	SPB prairie extensive ou peu intensive avec qualité QI, QII, mise en réseau	Sécurité de l'approvisionnement réduit Paysage cultivé CSP PLVH CSP contribution bio Qualité du paysage
Prairies à litière	Si les exigences de l'art. 21 OTerm sont respectées: SAU: 851 ou 936; si non SAU: 902 ou 998	SPB prairie à litière avec qualité QI, QII, mise en réseau	Pour 851: Paysage cultivé CSP contribution bio Qualité du paysage
Peuplement d'alpistes roseaux	SAU Si le produit est destiné à l'affouragement animal, la surface peut être considérée comme surface herbagère permanente (p. ex. codes 613, 612 si les exigences sont remplies) S'il est utilisé comme litière, les exigences de l'art. 21 OTerm doivent être remplies: code 851 S'il est utilisé comme biomasse ou combustible solide: 902 ou 998 ou en accord avec le canton	Pas de SPB	Aucun
Magnocariçaie	Si la surface était auparavant en SAU et utilisée comme prairie à litière, les exigences de l'art. 21 OTerm doivent être remplies: code 851 Si le produit est destiné à l'affouragement animal, la surface peut être considérée comme surface herbagère permanente (p. ex. codes 613, 612 si les exigences sont remplies) S'il est utilisé comme biomasse ou combustible solide: 902 ou 998 ou en accord avec le canton	Pas de SPB	Aucun

Codes cultures:

611: Prairies extensives (sauf pâturages)

612: Prairies peu intensives (sauf pâturages)

613: Autres prairies permanentes (sauf pâturages)

851: Surfaces à litière dans la SAU

902: Autres surfaces improductives

936: Surfaces à litière dans la région d'estivage

998: Autres surfaces en dehors de la SAU

CSP: Contributions au système de production

PLVH: Contribution pour la production de lait et de viande basée sur les herbages

SPB: Surfaces de promotion de la biodiversité

Remerciements

Toutes les fiches d'information de la série «Utilisation du sol adaptée aux surfaces agricoles hydromorphes» ont été élaborées sur mandat et avec le soutien de l'Office fédéral de l'environnement.

En accord avec M. Birr et ses co-auteurs et co-auteurs, certaines parties des fiches d'information ont été reprises de leur publication, notamment en ce qui concerne les peuplements d'alpistes roseaux, la magnocariçaie, les émissions de gaz à effet de serre, car il n'existe guère de données empiriques à ce sujet en Suisse. Les passages repris sont signalés en conséquence.

Nous remercions tout particulièrement Manuel Schneider et Patricia Gerber-Steinmann pour le contrôle qualité du texte, et l'eADCF pour les photos mises à disposition.

Sources

1. La Grande Cariçaie (2023): Une palette d'outils pour les marais – Pacage; URL: <https://grande-caricaie.ch/fr/travaux-dentretien/travaux-dans-les-marais/#fauchage-elbotel>; dernière consultation 02/2023
2. BirdLife Suisse (2023): Pâturage par des vaches highland; URL: <https://www.birdlife.ch/de/ab/beweidung>; dernière consultation 02/2023
3. Fabian Y., Hutchings C., Wüst-Galley C., Jacot K., Walder F., Holzkämper A., Klaus V. H., van der Meer M., Kay S. (2024): Utilisation du sol adaptée aux surfaces agricoles hydromorphes – Contexte et informations générales; Agroscope Transfer, n° 539 /2024
4. OFEN (2020): Énergie de la biomasse; URL: <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/approvisionnement/energies-renouvelables/energie-de-la-biomasse.html>; dernière consultation 02/2023
5. Amor E. (Éd.) (2017): Les prairies humides de fauche; Les cahiers techniques d'Auvergne-Rhône-Alpes
6. AGRIDEA (Éd.) (2015): Enherbement direct de prairies riches en espèces dans l'agriculture – Guide pratique pour l'utilisation de semences régionales dans les surfaces de promotion de la biodiversité; AGRIDEA, édition 2015
7. AGRIDEA (Éd.) (2010): Pâturages extensifs - un milieu précieux pour la flore et la faune; Agridea Fiche technique
8. ADCF (2023): Association pour le développement de la culture fourragère ADCF, Nyon; URL: <https://www.eagff.ch/fr/connaitre-les-plantes-des-prairies/types-de-prairies/introduction-contexte>; dernière consultation 02/2023
9. Ducry A. and Schuck M. (2020): Im Einsatz für die Wiesenbrüter – Aufwertungen in Rothenthurm; ornis 5/20
10. AGRIDEA (Éd.) (2015): Erhaltung und Förderung von Fromental- und Goldhaferwiesen; Agridea Merkblatt 2752
11. Middleton B. A., Holsten B., van Diggelen R. (2006): Biodiversity management of fens and fen meadows by grazing, cutting and burning. Applied Vegetation Science 9(2): 307–316.
12. Hochberg H., Hochberg E., Zart S. (2017): Nachhaltige Bewirtschaftung der Rohrglanzgraswiesen auf Niedermoor. Tagungsband der 61. Jahrestagung der AGGF in Berlin/Paulinenaue (2017): 69-72.
13. Oehmke C. and Abel S. (2016): Ausgewählte Paludikulturen. In: Paludikultur – Bewirtschaftung nasser Moore: Klimaschutz, Biodiversität, regionale Wertschöpfung (Éd. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), S. 22-38. Stuttgart: Schweizerbart.
14. Birr F., Kaiser M., Luthardt V., Närmann F., Oppermann R., Pfister S., Zeitz J. (2021): Steckbriefe. In: Närmann, F. et al. - Klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorböden. BfN-Skripten 616. Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg. URL: <https://dss-torbos.de/bewirtschaftungsoptionen.html>; dernière consultation: 02/2023
15. van der Meer M., Hutchings C., Fabian Y., Buholzer S. (2024): Série «Utilisation du sol adaptée aux surfaces agricoles hydromorphes»; Pâturage: espèces et races; Agroscope Fiche technique, n° 170 / 2024
16. Chancellerie fédérale (Éd.) (2013): Ordonnance sur les paiements directs versés dans l'agriculture (État au 1^{er} janvier 2021); URL: <https://fedlex.data.admin.ch/filestore/fedlex.data.admin.ch/eli/cc/2013/765/20230314/fr/pdf-a/fedlex-data-admin-ch-eli-cc-2013-765-20230314-fr-pdf-a-1.pdf>; dernière consultation 02/2023
17. Prochnow A. and Kraschinski S. (2001): Angepasstes Befahren von Niedermoorgrünland. DLG-Merkblatt 323. 16 S. Frankfurt a.M.: Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft.
18. Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern (Éd.) (2017): Umsetzung von Paludikultur auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Mecklenburg-Vorpommern. Fachstrategie zur Umsetzung der nutzungsbezogenen Vorschläge des Naturschutzkonzeptes. 98 S. Schwerin: Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern
19. Greifswald Moor Centrum (2016): Nasswiesen (Carex ssp.) - Landwirtschaft auf nassen Mooren. https://www.moorwissen.de/doc/paludikultur/imdetail/steckbriefe_pflanzenarten/Flyer%20Nasswiese.pdf. Zuletzt geprüft: 01/2020
20. Dahms T., Oehmke C., Kowatsch A., Abel S., Wichmann S., Wichtmann W., Schröder C. (2017): Paludi-Pellets-Broschüre: Halmgutartige Festbrennstoffe aus nassen Mooren. 63 S. Greifswald: Universität Greifswald.
21. DVL - Deutscher Verband für Landschaftspflege e.V. (Éd.) (2014): Vom Landschaftspflegematerial zum Biogas – ein Beratungsordner. DVL-Schriftenreihe „Landschaft als Lebensraum“, Nr. 22. 94 S. Ansbach: DVL e.V.
22. Delarze Raymond, Gonseth Yves, Eggenberg Stefan, Vust Mathias (2015): Guide des milieux naturels de Suisse – Écologie – Menaces – Espèces caractéristiques; 3^{ème} édition; ISBN 978-3-7225-0149-9
23. ARGE Heumilch Österreich (2023): Wiesenarten, Weiden und Almen bestimmen; <https://www.heumilch.com/urgut-zur-natur/wiesen-weiden-almen/>; dernière consultation 03/2023
24. HSWT (Éd.) (2016): Paludikulturen für Niedermoorböden in Bayern - Etablierung, Klimarelevanz & Umwelteffekte, Verwertungsmöglichkeiten und Wirtschaftlichkeit (MOORuse); URL: <https://forschung.hswt.de/forschungsprojekt/958-mooruse>; dernière consultation 02/2023
25. Zwack B., Weiß D., Schmidt E., Kraut M., Diepolder M., Hartmann S., Gosch L., Brehier C., Drösler M., Freibauer A. (2023): Etablierung von Nassgrünland auf wiedervernässten Niedermoorstandorten zur Raufutterproduktion; <https://www.lfi.bayern.de/iab/kulturlandschaft/262620/index.php>; dernière consultation 02/2023
26. Greifswald Moor Centrum (2016): Rohrglanzgras (Phalaris arundinacea) - Landwirtschaft auf nassen Mooren. https://www.moorwissen.de/doc/paludikultur/imdetail/steckbriefe_pflanzenarten/Flyer%20Rohrglanzgras.pdf. Zuletzt geprüft: 01/2020.
27. Info Flora (2023): Liste complète TypoCH; URL: <https://www.infoflora.ch/fr/milieux/recherche.html>; dernière consultation 03/2023
28. ZHAW (2013): Lebensräume der Schweiz - Ufer und Feuchtgebiete; URL: https://www.lebensraeume.unr.ch/lebensraumbereiche/ufer_und_feuchtgebiete/; dernière consultation 02/2023

29. Hartmann S., Lunenberg T. (2013): Rohrglanzgras – *Phalaris arundinacea* L.; Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF); URL: <https://www.lfl.bayern.de/ipz/gruenland/027730/>; dernière consultation 02/2023
30. Wichmann S., Wichtmann W. (Éd..) (2009): Bericht zum Forschungs- und Entwicklungsprojekt Energiebiomasse aus Niedermooren (ENIM). 190 S. Greifswald: Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald und DUENE e. V.
31. Petersen A. (1953): Die Gräser: als Kulturpflanzen und Unkräuter auf Wiese, Weide und Acker. Berlin: Akademie-Verlag.
32. Klapp E. und Opitz von Boberfeld W. (2006): Taschenbuch der Gräser. Erkennung und Bestimmung, Standort und Vergesellschaftung, Bewertung und Verwendung. 264 S. Stuttgart: Eugen Ulmer KG.
33. Kreil W., Simon W., Wojahn E. (1982): Futterpflanzenanbau: Empfehlungen, Richtwerte, Normative. Bd. 1 Grasland. 152 S. Berlin: VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag.
34. Geber U. (2002): Cutting frequency and stubble height of reed canary grass (*Phalaris arundinacea* L.): Influence on quality and quantity of biomass for biogas production. *Grass and Forage Science* 57: 389-394.
35. Löffler M. (2021): Giftpflanzen auf Futterwiesen; Ikonline; URL: <https://noe.lko.at/giftpflanzen-auf-futterwiesen+2400+3384617/>; dernière consultation 03/2023
36. CliniPharm CliniTox (2023): Institut für Veterinärpharmakologie und -toxikologie; Stichwortsuche; <https://www.vetpharm.uzh.ch/cpthome.htm>; dernière consultation 03/2023
37. Zak D., Meyer N., Cabezas A., Gelbrecht J., Mauersberger R., Tiemeyer B., Wagner C., McInnes R. (2017): Topsoil removal to minimize internal eutrophication in rewetted peatlands and to protect downstream systems against phosphorus pollution: A case study from NE Germany; *Ecological Engineering*, 103, pp. 488-496.
38. Klaus V. H., Hoefer C. J., Fischer M., Hamer U., Kleinebecker T., Mertens D., Schäfer D., Prati D., Hölzel N. (2018): Contribution of the soil seed bank to the restoration of temperate grasslands by mechanical sward disturbance. *Restoration Ecology* 26: 114-122 doi: external page10.1111/rec.12626call_made
39. Klaus V. H., Schäfer D., Prati D., Busch V., Hamer U., Hoefer C. J., Kleinebecker T., Mertens D., Fischer M., Hölzel N. (2018): Effects of mowing, grazing and fertilization on soil seed banks in temperate grasslands in Central Europe. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 256: 211-217 doi: external page10.1016/j.agee.2017.11.008call_made
40. Kratz R. and Pfadenhauer J. (Éd..) (2001): Ökosystemmanagement für Niedermoore. Strategien und Verfahren zur Renaturierung. 317 S. Stuttgart: Ulmer.
41. Roth S., Seeger T., Poschod P., Pfadenhauer J., Succow M. (2001): Etablierung von Röhricht und Seggen. In: Ökosystemmanagement für Niedermoore. Strategien und Verfahren zur Renaturierung (Éd.. von R. Kratz & J. Pfadenhauer), S. 125-134. Stuttgart: Ulmer.
42. CPS (2009): Recommandations pour la production et l'utilisation de semences et de plants de fleurs sauvages indigènes; Commission suisse pour la conservation des plantes sauvages, Domaine de Changins, Nyon
43. Bischoff W. (2022): Blumenwiesenansaat mit dem Mahdgutübertragungsverfahren, Standardsaatgut und Spezialsaatgut: ein Vergleich; Ergebnisse der Erfolgskontrolle von Mahdgutübertragungen im Rahmen des Projekts Regio Flora im Auftrag von Pro Natura
44. Info Flora (2023): URL: <https://www.infoflora.ch/fr/conservation-des-especes/semences-plantes-sauvages.html>; dernière consultation 02/2023
45. Regio Flora (2023): Förderung der regionalen Vielfalt im Grünland; URL: <https://www.regioflora.ch/de/startseite-de/>; dernière consultation 02/2023
46. Le Blévec M., Dallemagne H., Porcher-Déchar C. (2018): Guide technique d'aménagement et de gestion des zones humides du Finistère; Conseil départemental du Finistère, Service des espaces naturels et des paysages: 78-96
47. Pôle relais Tourbières (2016): La gestion par fauche des milieux humides de la Réserve naturelle nationale du lac de Remoray; Retour d'expérience
48. Eitel SA (2023): Expérience et innovations au service de la nature; [Nos équipements – Eitel SA \(eltel-sa.ch\)](https://www.eltel-sa.ch); dernière consultation 03/2023
49. Hutchings C., Fabian Y. (2024): Série «Utilisation du sol adaptée aux surfaces agricoles hydromorphes»; Techniques adaptées aux surfaces humides; Agroscope Fiche technique, n° 177 / 2024
50. Schiess-Bühler C., Frick R., Stäheli B., Furi R. (2011): Erntetechnik und Artenvielfalt in Wiesen; AGRIDEA, 2. Auflage, November 2011
51. Humbert J. Y., Richner N., Sauter J., Walter T. (2010): Effet sur la faune des processus de récolte des prairies; Rapport ART 724
52. Fluri P., Frick R., Jaun A. (2000): Bienenverluste beim Mähen mit Rotationsmäherwerken; Schweizerisches Zentrum für Bienenforschung; Mitteilung Nr. 39
53. Chevillat V. (2023): Préserver les habitants des prairies lors du fauchage; <https://www.bioactualites.ch/principes/durabilite/biodiversite/prairies-ecologiques/preserver-les-habitants-des-prairies-lors-du-fauchage>; dernière consultation 03/2023
54. Gämperle R. and Stäheli B. (2019): Herbstzeitlosen (*Colchicum autumnale* L.) - Lebenszyklus, Giftigkeit, Bekämpfungsmöglichkeiten; Strickhof
55. Hutter C.-P. (Éd..) (1993): Wiesen, Weiden und anderes Grünland: Biotope erkennen, bestimmen, schützen. 152 S. Stuttgart, Wien: Weitbrecht Verlag in K. Thienemanns Verlag.
56. Klapp E. (1954): Wiesen und Weiden. Behandlung, Verbesserung und Nutzung von Grünland. 519 S. Berlin: Parey.
57. Briemle G. (2000): Giftpflanzen des Grünlandes. Wirkung auf Nutztier und Mensch, sowie Bekämpfungsmaßnahmen. Wissenstand: 2000. 24 S. Aulendorf: Bildungs- und Wissenszentrum Aulendorf (LVVG).
58. Briemle G., Eickhoff D., Wolf R. (1991): Mindestpflege und Mindestnutzung unterschiedlicher Grünlandtypen aus landschaftsökologischer und landschaftkultureller Sicht: Praktische Anleitung zur Erkennung, Nutzung und Pflege von Grünlandgesellschaften. 160 S. Karlsruhe: Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 60.
59. Wurst A.-X. (2020): Fourrage ou litière en pellets compressés; *Revue UFA*; URL: <https://www.ufarevue.ch/fre/technique-agricole/pellets-au-champ>; dernière consultation 03/2023
60. Energie-experten (2013): Graspellets: Heizenergie von der grünen Wiese; URL: <https://www.energie-experten.org/news/graspellets-heizenergie-von-der-gruenen-wiese>; dernière consultation 02/2023
61. Hagenbuch S. (2020): Strohpellets: Herstellung und Einsatz; In: diegrüne, Schweizer Agrarmedien AG, Münchenbuchsee

62. Bayerisches Landesamt für Umwelt (2021): Streuwiesen; URL: <https://www.lfu.bayern.de/natur/streuwiesen/index.htm>; dernière consultation 03/2023
63. OFEV (2023): Papier et carton; URL: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/dechets/guide-des-dechets-a-z/papier-et-carton.html>; dernière consultation 02/2023
64. Wikipedia (2023): Graspapier; URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/Graspapier>; dernière consultation 02/2023
65. Energieheld Schweiz (2023): Die wichtigsten Dämmstoff-Arten im Vergleich; URL: <https://www.energieheld.ch/daemmung/daemmstoffe#daemmstoff-art-vergleich>; dernière consultation 02/2023
66. Bawos (2019): Naturdämmstoffe; Bauen und Wohnen in der Schweiz; URL: <https://bawos.ch/naturdaemmstoffe/>; dernière consultation 02/2023
67. NNBS (2018): Réseau Construction durable Suisse; URL: <https://www.nnbs.ch/-/fachtagung-eco-bau-und-nnbs-2018-innovative-bauweisen>; dernière consultation 02/2023
68. Stuhlemmer (2022): Proteine aus Grünland-Schnitt; URL: <https://www.innovations-report.de/fachgebiete/oekologie-umwelt-naturschutz/proteine-aus-gruenland-schnitt/>; dernière consultation 02/2023
69. Stuhlemmer and Elsner (2022): Proteine aus Grünland-Schnitt: Erste Fütterungsversuche verlaufen erfolgreich; URL: https://agrar.uni-hohenheim.de/detailansicht-extern?tx_ttnews%5Btt_news%5D=57092&cHash=7e391b5d43c927538bda8327de095a16; dernière consultation 02/2023
70. Küng S. (2023): Schnittgutübertragung zur Aufwertung von extensiven Wiesen; Strickhof; <https://www.strickhof.ch/>; dernière consultation 02/2023
71. Vydziel H. (2021): Direktbegrünungen ZH, 2021 - 2023; <https://www.agrofutura.ch/projektereferenzen/diektbegrueunungen-zh-2021-2023>; dernière consultation 02/2023
72. Chancellerie fédérale (Éd.) (1998): Ordonnance sur la protection des eaux (OEaux) (État au 1^{er} avril 2020); URL: https://fedlex.data.admin.ch/filestore/fedlex.data.admin.ch/eli/cc/1998/2863_2863_2863/20230201/fr/pdf-a/fedlex-data-admin-ch-eli-cc-1998-2863_2863_2863-20230201-fr-pdf-a.pdf; dernière consultation 02/2023
73. Chancellerie fédérale (Éd.): Ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques, ORRChim (État au 1^{er} décembre 2022); URL: <https://www.fedlex.admin.ch/eli/oc/2022/1/fr>; dernière consultation 02/2023
74. OFEV (Éd.) (2016): Eaux: Lois et ordonnances; URL: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/eaux/droit/lois-ordonnances.html>; dernière consultation 02/2023
75. KIP/PIOCH et AGRIDEA (Éd.) (2017): Bordures tampon, comment les exploiter; URL: www.agridea.ch; dernière consultation 02/2023

Impressum

Éditeur	Agroscope Reckenholzstrasse 191 8046 Zürich www.agroscope.ch
Renseignements	Yvonne Fabian, yvonne.fabian@agroscope.admin.ch
Traduction	Service linguistique Agroscope
Download	www.terresassoleeshumides.ch/
Mandataire	Office fédéral de l'environnement (OFEV) Division Biodiversité et paysage, CH-3003 Berne L'OFEV est un office du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC).
Copyright	© Agroscope 2024

Remarque

La présente étude / le présent rapport a été réalisé(e) sur mandat de l'OFEV. Seul le mandataire porte la responsabilité de son contenu.

Exclusion de responsabilité

Agroscope décline toute responsabilité en lien avec la mise en œuvre des informations mentionnées ici. La jurisprudence suisse actuelle est applicable.