

Utilisation du sol adaptée aux surfaces agricoles hydromorphes

Massettes et roselières: transformation et commercialisation, rentabilité et impact sur les sites

Catherine Hutchings, Yvonne Fabian

Sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement, en collaboration avec:



Aperçu

Afin de lutter contre l'assèchement et l'eutrophisation des surfaces agricoles hydromorphes et des biotopes marécageux en Suisse et d'en garantir une utilisation durable, il est nécessaire de viser non seulement une extensification, mais aussi une remise en eau des surfaces adéquates. Des informations générales sur la nécessité d'une utilisation adaptée au site 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».

Les massettes et roseaux (figure 1) se prêtent bien à la culture sur des sols hydromorphes. Ces cultures produisent des rendements élevés et stables dans les milieux remis en eau où la teneur en éléments nutritifs est élevée. De plus, la biomasse peut être valorisée sous forme d'énergie, mais aussi de matériaux très divers (par exemple panneaux d'isolation)^a. Outre leur capacité optimale à retenir les éléments nutritifs, les cultures de massettes et de roseaux permettent, en fonction de la méthode de culture, du niveau d'eau et des caractéristiques de la surface, de réduire les émissions de gaz à effet de serre par rapport aux herbages et cultures sur sol asséché.

La présente fiche technique n° 174 renseigne sur les points suivants:

- Transformation et commercialisation
- État de la mise en œuvre de la culture en Europe
- Coûts et recettes
- Paiements directs et surfaces d'assolement
- Impact sur les marais

Pour davantage d'informations sur la culture et la récolte des massettes, voir fiche technique Agroscope n° 172 et pour le roseau, fiche technique Agroscope n° 173.



Figure 1: Roseaux dans la Grande Cariçaie.
Photo: Markus van der Meer, Agroscope

^a Les paragraphes marqués d'un ^a ont été extraits de la publication de Birr et al. (2021), en accord avec les autrices et auteurs.



Transformation et commercialisation

La biomasse des massettes et des roseaux peut être utilisée aussi bien pour la valorisation matière que la valorisation énergétique (figure 2) (voir à ce propos Agroscope Transfer n° 539 «Utilisation du sol adaptée aux surfaces agricoles hydromorphes – Contexte et informations générales»), mais la valeur ajoutée est plus élevée avec la valorisation matière. Dotées de qualités spécifiques, la biomasse des massettes en particulier représente un matériau de construction écologique polyvalent¹. Pour améliorer la commercialisation, des certificats et labels sont envisageables aussi bien pour la valorisation matière qu'énergétique.

Valorisation matière

Dans la plupart des cas, les produits de la récolte de roseaux et de massettes ne présentent pas encore les propriétés nécessaires à une transformation immédiate: un conditionnement préalable est nécessaire^a. Pour cela, la biomasse est transformée en lots homogènes et reproductibles^a. Il existe diverses méthodes de conditionnement: écrasement, déchirement, découpage, broyage et ensilage, ou combinaison de ces différents procédés^{2,a}.

La densité de stockage étant faible, les massettes devraient être transformées autant que possible au niveau régional, afin de maintenir des coûts de transport aussi bas que possible. Un séchage à l'air est nécessaire dans le cas d'une valorisation matière ou d'un stockage de la biomasse. On peut dans ce cas recourir à des installations conventionnelles de séchage du foin^a.



Figure 2: Pellets de massettes, récoltées et transformées dans le canton de Lucerne. Photo: Kulturland 21 GmbH²⁴

Massettes

Matériaux de construction écologiques

Pour fabriquer des panneaux de construction et d'isolation, il est préférable de presser les feuilles et les tiges coupées dans le sens de la longueur puis de les lier avec une colle minérale à base de magnésite^a. Ces panneaux constituent de bons matériaux d'isolation car ils présentent un coefficient de conductivité thermique de $0,035 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$, soit quatre fois moins que le bois^a. Ils sont faciles à manipuler (comme les panneaux d'aggloméré) et possèdent également de bonnes propriétés de portance et de protection contre les incendies^a. En outre, il n'y a pas de risques de moisissures^{2,a}. En Allemagne, plusieurs entreprises les produisent et les commercialisent à petite échelle (par exemple Naporo ou Typhatechnik)^a.

La plante entière permet de fabriquer, par défibrage, un matériau isolant qui peut être soufflé dans des espaces vides^a. Il se prête à l'isolation thermique en hiver, à la protection contre la chaleur en été, à l'isolation acoustique et peut être utilisé dans les constructions de toitures et de murs^a. La biomasse produite en un an sur un hectare permettrait par exemple d'isoler les toits de six maisons individuelles^a. La technologie pour la production existe et est éprouvée (par exemple Hanffaser Uckermark eG en Allemagne)^{3,a}. Dans le canton de Lucerne, Flumroc AG a fabriqué des panneaux d'isolation dans le cadre du projet massette (voir le chapitre «État de la mise en œuvre en Europe»). De plus, un enduit d'argile mélangé à des graines s'applique plus finement et se travaille mieux.⁴

Alimentation animale et produits alimentaires^a

Les massettes récoltées au début de l'été peuvent être mélangées au fourrage pour les vaches laitières. La teneur en azote et donc en protéines est la plus élevée en juin, avant la floraison⁵. Vers la fin de l'été, les massettes sont plus riches en fibres brutes et peuvent convenir aux vaches taries.

Le pollen récolté en été peut servir à nourrir les acariens prédateurs (auxiliaires en agriculture biologique) et sert de base aux tisanes médicinales en Chine⁵.

Les pousses de massettes sont comestibles, comme celles du bambou⁷. On peut également produire de la farine avec les racines séchées et l'utiliser en complément de la farine de céréales pour la pâtisserie et comme épaississant⁶. Les jeunes plantes se mangent crues ou cuites comme les asperges, après avoir enlevé les feuilles externes⁷.

Épuration des eaux usées^a

Les massettes accumulent les polluants et trouvent une utilisation dans l'épuration des eaux usées dans les zones humides artificielles, les installations de lagunage ou les sols contaminés. Sur un site de démonstration près d'Anklam en Allemagne, on a mis en évidence l'accumulation des pesticides glyphosate et piclorame dans les plantes. Une utilisation comme matériaux de construction ou comme aliments n'est plus possible dans ce cas, mais reste envisageable comme combustible pour la valorisation énergétique.

Horticulture et fleuristerie

L'incorporation aux succédanés de tourbe pour l'horticulture est encore à l'étude^{1,a}. On peut citer le projet [TyphaSubstrat](#) dont l'objectif consiste à étudier la production durable et estimer le potentiel de la biomasse de la massette comme substrat alternatif dans la culture maraîchère. La fabrication de matériaux d'isolation génère environ 15 % de déchets qui pourraient être mélangés à de la biomasse de tourbe par exemple^a. Les inflorescences séchées (épis) sont utilisées comme décoration en fleuristerie^a.

Roseau

Matériaux de construction écologiques

Les roseaux sont traditionnellement utilisés comme matériau de construction pour les toits et l'isolation, mais les toits de chaume restent rares en Suisse. On les trouve principalement dans les cantons d'Argovie, Berne, Soleure et en Suisse romande. La firme [Ber4Roof GmbH](#) est l'une des rares entreprises qui construisent et réparent encore des toits de chaume¹¹. Pour ce type d'utilisation, la teneur en eau des roseaux ne doit pas dépasser 18 %, ce qui est généralement le cas lors d'une récolte en hiver^a. Des tiges droites, flexibles, longues de 1,5–2,3 m et d'un diamètre de 3–12 mm répondent aux exigences d'une telle utilisation^{10,a}.

La fabrication d'enduits isolants et de panneaux coupe-feu à partir de fibres de roseau sont des développements récents^{8,9,a}. Les panneaux coupe-feu peuvent être fabriqués avec des roseaux récoltés en hiver puis liés avec une colle minérale^a. Le roseau remplace ici la paille de céréales ou de colza, car il présente des caractéristiques similaires.

La plante convient également comme support (sans effet isolant) pour les enduits à l'argile ou à la chaux, ainsi que comme adjuvant pour des matériaux de construction tels que les panneaux de construction en argile à base de roseaux¹² et constitue une matière première idéale pour la production de lignine et de cellulose^{31,10,a}.

Horticulture

Dans les jardins, les roseaux protègent des regards, du vent et du soleil.

État de la mise en œuvre de la culture en Europe

Les roselières naturelles sont exploitées et utilisées de diverses manières depuis des siècles. De nos jours, la culture de massettes et de roseaux reste toutefois rare en Suisse comme en Europe¹. En Allemagne, les massettes sont récoltées à des fins expérimentales dans des populations établies naturellement suite à la remise en eau de surfaces agricoles^{1,a}. Dans le cadre du [projet CINDERELLA](#), la culture ciblée de différentes espèces de *Typha* a été testée dans cinq régions des Pays-Bas en 2017, sur de nombreuses petites surfaces expérimentales occupant près de trois hectares, ainsi que dans le Mecklembourg-Poméranie-Occidentale en tant que culture pérenne. Quelques projets de culture de massettes et de roseaux sont actuellement en cours en Allemagne, dont le [projet Paludi-PROGRESS](#) dans le Mecklembourg-Poméranie-Occidentale ou le projet MoorLandwirtschaft für Klimaschutz Allgäu ([MoLaKlim](#)) en Bavière.

Mise en œuvre en Suisse

En Suisse, deux projets pilotes de culture de massettes sont en cours dans le canton de Lucerne. À Geuensee, une installation de rétention avec des massettes a été construite en 2003 dans le cadre de la planification générale d'évacuation des eaux, de sorte qu'en cas de fortes pluies, les eaux de l'installation peuvent être retenues, évacuées plus tard et épurées de façon naturelle. Les graines de massettes sont récoltées à la main et leurs fibres transformées en un enduit à base d'argile. Les massettes sont récoltées et broyées à l'aide d'une moissonneuse spéciale puis transformées en matériau de construction et en pellets. En plus de sa capacité de rétention, l'installation a permis de réduire les concentrations en azote et en phosphore dans les eaux rejetées¹⁵. Dans ce projet, les massettes ont été supplantées par des roseaux après quelques années.

En 2007, l'entreprise [Seecon GmbH](#) et l'établissement pénitentiaire de Wauwilermoos ont lancé un deuxième projet en collaboration avec la [Station ornithologique de Sempach](#) dans le Wauwilermoos. Financé par [regio Plus](#), le réseau «[Businet Rohrkolben](#)» a été mis en place par Seecon GmbH. Ce réseau d'entreprises, d'organisations et d'institutions indépendantes a pour objectif de mettre en place et d'améliorer la «chaîne de valeur de la massette». Les effets du champ de massettes sur la biodiversité ont été étudiés par la Station ornithologique: outre diverses espèces d'oiseaux d'eau et des marais, on y trouve aussi des libellules et des amphibiens. Le champ a été reconnu comme surface de promotion de la biodiversité (type surface à litière) par le service de l'agriculture et de la forêt du canton de Lucerne¹⁶.

Comme il n'y a pas suffisamment de massettes récoltées en Suisse, la production industrielle n'était pas rentable. Pour cette raison, mais aussi suite à un changement de personnel à la direction du projet chez Seecon GmbH, les massettes ne sont plus récoltées aujourd'hui dans le Wauwilermoos. Dans les cantons de Bâle-Campagne et de Lucerne, un nouveau projet intitulé «Slow Water» vise à favoriser les systèmes de rétention à l'aide de massettes et de roseaux, mettant également l'accent sur l'utilisation de la biomasse¹³.

Coûts et recettes

Massettes

La mise en place de cultures de massettes étant encore peu avancée, on ne dispose que de peu d'informations sur les coûts et recettes des différents projets. Une analyse du cycle de vie menée aux Pays-Bas pour l'année 2020 a conclu qu'il n'est actuellement pas possible de réaliser un bénéfice avec la commercialisation de panneaux d'isolation¹⁷. En Allemagne, Schätzl et al. (2006) mentionnent des coûts de culture compris entre 2106 et 5400 EUR par ha et par an^{32, a}. Quant aux recettes résultant de la commercialisation comme matériau d'isolation, elles sont estimées entre 2100 et 5400 EUR pour une récolte de 7,8–20 t MS/ha⁴. Ainsi la culture de massettes peut, selon l'emplacement, la méthode de culture et la commercialisation, se solder par une perte de –2224 EUR ou par un bénéfice de +2740 EUR par ha.

En Suisse, les coûts de construction de l'installation de rétention de Geuensee (LU) en 2001/2002 se situaient entre 25 et 30 CHF par m³ (environ 30 000 CHF par ha). Ces coûts de construction ne représentaient qu'environ 15 % des coûts d'un système de rétention conventionnel et les coûts d'exploitation (frais de personnel, de matériel, de capital), seulement 10 %¹⁵.

Roselières

La mise en place de roselières étant elle aussi à la traîne, il n'existe que peu d'informations sur les coûts et recettes. En se basant sur les données d'enquêtes et d'entretiens avec des exploitants de roselières en Allemagne, aux Pays-Bas, en Autriche et en Pologne, ainsi que sur des données issues de la littérature, Wichmann (2017)¹⁸ a calculé les coûts et recettes pour différents scénarios (cas défavorables à favorables en termes d'heures de travail, de rendement, etc., voir tableau 1). Les coûts de mise en place de la roselière n'ont pas été pris en compte. Selon le guide de paludiculture¹⁹, ces coûts s'élèvent à 2760 EUR/ha. Ce montant comprend le coût des plantes (5000 plantes/ha à 0,44 EUR la plante) et le coût de la main-d'œuvre^{19, a}. La récolte est possible à partir de la quatrième année après la mise en place. Sur une durée de 30 ans et donc 26 années de récolte, on compte sur des recettes de l'ordre de 224 EUR par ha et par an^{19, a}. Il n'existe aucune donnée pour la Suisse, mais si des canaux de production et de distribution existent, les recettes pourraient être nettement plus élevées.

Tableau 1: Estimation des coûts et des recettes (EUR) pour une valorisation matière et une valorisation énergétique du roseau, par ha et par an en Allemagne^a

	Toit de chaume (matière)			Balles de roseaux (combustion)		
	Cas défavorable	Cas moyen	Cas favorable	Cas défavorable	Cas moyen	Cas favorable
Coûts	769	504	838	495	412	538
Recettes	607	1076	2380	208	465	1215
Bénéfice	–162	572	1542	–287	53	677

Paiements directs et surfaces d'assolement

Selon l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG), les cultures de massettes et de roseaux ne sont actuellement pas reconnues comme surfaces agricoles utiles (SAU), mais comme surfaces improductives (code 902) ou comme autres surfaces hors de la SAU (code 998). Elles ne donnent donc pas droit aux paiements directs. Si une conversion pour cultiver la massette ou le roseau est envisagée, il convient d'en discuter avec le service cantonal de l'agriculture. Dans le canton de Lucerne, le champ d'un hectare de massettes dans le Wauwilermoos a été reconnu comme surface à litière et donc aussi comme SAU. Si la surface concernée est actuellement une surface d'assolement (SDA), il serait judicieux de contacter le service cantonal de l'agriculture pour déterminer si la qualité de la SDA est affectée par la hausse du niveau d'eau et par une exploitation adaptée. Selon le principe 18 du plan sectoriel des SDA²⁰, les conditions pour le maintien d'une SDA sont que:

- la qualité du sol est maintenue,
- il est possible d'y obtenir à nouveau, dans un délai d'une année, le rendement habituel dans la région en plantes déterminantes pour l'approvisionnement du pays (colza, pommes de terre, céréales, betteraves à sucre),
- il n'y a pas de décapage du sol.

Impact sur les surfaces agricoles hydromorphes

Émissions de gaz à effet de serre

Des niveaux d'eau affleurant au sol, voire au-dessus du sol, assurent une saturation en eau permanente des sols hydromorphes. Sur les tourbières, cela permet non seulement de conserver la tourbe, mais aussi d'en constituer par l'intermédiaire des roseaux²¹. Concernant les massettes, il n'est pas prouvé qu'elles participent à la formation de la tourbe en Europe centrale²¹. Lorsque les niveaux d'eau sont proches du sol ou juste au-dessus, les émissions sont principalement constituées de méthane (CH₄), un gaz à effet de serre puissant mais de courte durée de vie qui se décompose en CO₂ et en hydrogène au contact de l'air. Si le niveau d'eau est relevé puis stabilisé au-dessus du sol pendant toute l'année, les émissions de méthane par les massettes restent presque inchangées, tandis que celles de CO₂ sont fortement réduites. Il faut compter avec des émissions de méthane parfois très élevées lors de la mise en place des massettes. Il est toutefois possible de les réduire en diminuant la disponibilité en matière organique facilement décomposable, telle que la biomasse de l'année précédente, sur la surface inondée²².

Dans le cas des roseaux, l'impact climatique des émissions de méthane est atténué si le niveau d'eau est plus élevé, car la forte croissance du roseau lui permet de capter plus de CO₂ de l'atmosphère. C'est pourquoi, dans le nord de l'Allemagne, on ne prévoit aucune augmentation globale des émissions à long terme sur d'anciens bas-marais inondés en été. Avec des niveaux d'eau situés de 10 cm sous terre à 10 cm au-dessus du sol, les émissions par les cultures de massettes et de roseaux sont réduites de 70–80 % par rapport aux terres cultivées sur des sols marécageux drainés. Pour la Suisse, on ne dispose encore d'aucune information ni expérience à ce sujet. Le potentiel de réduction effectif dépend entre autres de l'état du sol, de sa teneur en carbone et en éléments nutritifs, du niveau d'eau actuel, du climat local ainsi que des utilisations actuelle et historique du sol (par exemple extraction de tourbe). On peut supposer que les roseières inondées en permanence, de même que l'utilisation des roseaux comme matériaux de construction émettent moins de gaz à effet de serre, puisque les émissions de méthane sont compensées par le captage de CO₂ de l'atmosphère. La culture de roseaux s'avère ainsi le type d'exploitation le plus respectueux du climat et des sols marécageux.

Diversité biologique

La fauche avec évacuation de la biomasse limite la formation d'une couche de litière dans les roseières et probablement aussi dans les cultures de massettes (on dispose de moins d'études à ce sujet) et amène plus de lumière au sol. Ce sont surtout des petites espèces des milieux ouverts, à croissance lente, héliophiles et thermophiles, qui en profitent. On favorise ainsi le développement de roseières hétérogènes et plus riches en espèces que dans les peuplements non exploités. Cet effet est plus prononcé lors de la fauche estivale qu'hivernale. En règle générale, le développement de roseières hétérogènes est également lié à une augmentation de la diversité faunistique. La fauche est plutôt négative pour la faune, surtout si elle intervient au moment de la nidification. Ainsi, les oiseaux qui se cachent dans les roseières pour nicher, comme la marouette poussin ou la locustelle luscinoïde, sont privés de leur nid si la couche de litière est enlevée. L'évacuation de la biomasse aérienne limite le développement des espèces appréciant l'ombre et susceptibles de dégrader la litière. Pour réduire les effets inhibiteurs, il est recommandé d'utiliser des techniques respectueuses de la biodiversité (par exemple faucheuses à barre de coupe plutôt que rotatives, fauche haute), de mettre en place des jachères tournantes annuelles, de conserver des surfaces résiduelles pour que les espèces nichant dans les roseaux y trouvent refuge (à l'image des 10 % de bandes refuges dans les prairies extensives), d'aménager des fossés favorisant la biodiversité (par exemple entretien unilatéral ou échelonné des fossés) et de respecter des périodes d'utilisation adaptées.

Qualité de l'eau

Les sols organiques et saturés d'eau tels que les tourbières ne sont pas seulement des puits de carbone, ils stockent aussi à long terme de grandes quantités d'azote et de phosphore, car la matière organique se décompose lentement dans ces sols sont donc pauvres en oxygène. En cas d'exploitation intensive avec accumulation d'éléments nutritifs dans le sol, la remise en eau peut entraîner une mobilisation des éléments nutritifs, surtout au début. Les massettes et les roseières peuvent absorber ces éléments nutritifs rapidement et efficacement, et la récolte de la biomasse permet de les retirer de la surface. Cependant, l'azote reste un facteur limitant pour ces cultures, car il a été perdu dans l'atmosphère lors de l'aération des sols organiques pendant des années et qu'il est évacué avec la biomasse de massettes et de roseaux. L'apport d'eau riche en éléments nutritifs favorise non seulement la production de biomasse, mais aussi l'absorption d'azote et de phosphore^{14,23,24}. Les cultures de massettes et de roseaux sont donc idéales pour les surfaces agricoles hydromorphes. Mais si elles sont mises en place dans une zone où des pesticides sont utilisés, l'accumulation de pesticides rend la biomasse impropre à de nombreuses utilisations, notamment comme matériaux de construction^{25,26,a}.

Dans le cas d'un site marécageux protégé par exemple, le degré de réduction de l'apport en produits phytosanitaires et en éléments nutritifs, que permet la culture de massettes ou de roseaux sur des surfaces adjacentes, dépend du site. L'efficacité de la rétention des éléments nutritifs varie entre 20 et 95 %^{27,28}. La topographie, le climat, les caractéristiques du sol, le système de drainage et l'utilisation antérieure influencent le volume des apports²⁷. Par exemple, sur un sol au pH inférieur à 4, l'absorption d'éléments nutritifs par les massettes et les roseaux est réduite. Par ailleurs, davantage d'éléments nutritifs sont absorbés quand l'eau reste longtemps dans la surface de rétention, mais si l'eau stagne moins, cela entraîne un lessivage des éléments nutritifs

et donc des effets négatifs sur les surfaces voisines²⁴. L'appauvrissement en éléments nutritifs est optimal quand la récolte a lieu au début de la floraison et que la production de biomasse et la concentration en éléments nutritifs sont maximales¹⁴. Si le roseau est récolté en septembre ou en octobre, les effets positifs à long terme sur la qualité de l'eau sont minimales car les éléments nutritifs sont déjà redistribués dans les rhizomes¹⁴. Comparé au roseau, la massette semble avoir une plus grande capacité d'absorption des éléments nutritifs, en particulier du phosphore^{14,24,29,30}.

L'effet positif des massettes sur la qualité de l'eau a également été constaté dans l'installation de rétention de Geuensee. Depuis sa mise en service, les concentrations d'ammonium, de nitrate, d'azote total, de phosphore total et d'orthophosphate ont été mesurées tous les deux mois dans les eaux entrantes et sortantes. La concentration de tous les paramètres mesurés étaient en moyenne un peu plus faible, mais pas de manière significative¹⁵.

Informations complémentaires

Diverses informations sur les massettes, les roseaux et d'autres paludicultures ainsi que sur des projets de cultures en Europe sont disponibles (uniquement en allemand) sous: mowi.botanik.uni-greifswald.de/

Diverses informations sur la récolte, le transformation et la rentabilité des pellets de roseaux, de laiches, d'alpistes roseaux et de massettes en Allemagne sont disponibles dans la brochure (uniquement en allemand) «Paludi-Pellets: Halmgutartige Festbrennstoffe aus nassen Mooren» (Dahms et al., 2017): mowi.botanik.uni-greifswald.de/paludi-pellets-broschuere.html

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 sur les cultures alternatives dans les bas-marais allemands, car il n'existe guère d'expériences à ce sujet en Suisse.

Nous remercions tout particulièrement Patricia Gerber-Steinmann pour le contrôle de qualité de cette fiche.

Sources

- ^a Birr, F., Abel, S., Kaiser, M., Närmann, F., Oppermann, R., Pfister, S., Tanneberger, F., Zeitz, J. & Luthardt, V. (2021): Zukunftsfähige Land- und Forstwirtschaft auf Niedermooren - Steckbriefe für Klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftungsverfahren. 148 p. Auszug aus den BfN-Skripten 616, bearb. Fassung. Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde und Greifswald Moor Centrum (Hrsg.). Eberswalde, Greifswald.
- ¹ Wiedow, D. & Burgstaler, J. (2016): Stoffliche Nutzung von Biomasse aus Paludikultur. In: Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), p. 43-45. Stuttgart: Schweizerbart.
- ² Fritsch, A. & Theuerkorn, W. (2017): Typha-Natur – Bau-Technik. In: Denkmal und Energie (hrsg. von B. Weller und S. Horn), p. 100-113. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- ³ Universität Greifswald (2013): Endbericht VIP – Vorpommern Initiative Paludikultur. <https://www.moorwissen.de/doc/paludikultur/projekte/vip/endbericht/Endbericht%20%20BMBF%20Verbundprojekt%20VIP%20-%20Vorpommern%20Initiative%20Paludikultur.pdf>; dernière consultation: 01/2020
- ⁴ Businet Rohrkolben (2023): Flyer Businet Rohrkolben. https://www.rohrkolben.ch/files/flyer_businet_rohrkolben.pdf
- ⁵ Geurts, J. & Fritz C. (Hrsg.) (2018): Paludiculture pilots and experiments with focus on cattail and reed in the Netherlands. Technical report Cinderella Project. 71 p. Nijmegen: Radboud University.
- ⁶ Claassen, P.W. (1919): A Possible New Source of Food Supply. The Scientific Monthly, p. 179-185.
- ⁷ Morton, J.F. (1975): Cattail (*Typha* ssp.) - Weed problem or potential crop? Economic botany 29, p. 7-29.
- ⁸ König, U., Burgstaler, J. & Wiedow, D. (2016): Box 3.9: Ein ökologischer Dämmputz mit Schilf. In: Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), p. 44. Stuttgart: Schweizerbart.
- ⁹ Wollert, A. (2016): Box 3.4: Brandschutzplatte aus Schilf. In: Paludikultur – Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), p. 33. Stuttgart: Schweizerbart.
- ¹⁰ Wichmann, S. & Köbbing, J.F. (2015): Common reed for thatching – A first review of the European market. Industrial crops and products 77, p. 1063-1073.
- ¹¹ Gebäudehülle Schweiz (2020): Schilfdächer: ein Schweizer Kulturgut. <https://stefankuehnis.ch/2020/12/schilfdaecher-ein-schweizer-kulturgut/>
- ¹² Brix, H. (2003): Plants used in constructed wetlands and their functions. In: Proceedings of the 1st international seminar on the use of aquatic macrophytes for wastewater treatment in constructed wetlands, Lisboa, Portugal (May 2013), p. 1-30.
- ¹³ Communication personnelle S. Heeb, Seecon (2023).
- ¹⁴ Geurts, J.J.M., Oehmke, C., Lambertini, C., Eller, F., Sorrell, B.K., Mandiola, S.R., Grootjans, A.P., Brix, H., Wichtmann, W., Lamers, L.P.M., Fritz, C. (2020): Nutrient removal potential and biomass production by *Phragmites australis* and *Typha latifolia* on European rewetted peat and mineral soils. Science of the Total Environment, 747, art. n° 141102
- ¹⁵ Kulturland 21 GmbH (2004): Nachhaltiges Geuensee – Innovative Landnutzungssysteme. Schlussbericht 2004
- ¹⁶ Graf, R. (2014): Rohrkolbenanbau – eine Chance für die Artenvielfalt?. Ornithologische Beobachter. Band 111, p. 93-106.
- ¹⁷ de Jong, M., van Hal, O., Pijlman, J., van Eekeren, N., Junginger, M. (2021): Paludiculture as paludifuture on Dutch peatlands: An environmental and economic analysis of *Typha* cultivation and insulation production Science of the Total Environment, 792, art. n° 148161
- ¹⁸ Wichmann, S. (2016): Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Paludikulturen - Perspektiven für die Nutzung Brandenburgischer Moore. Präsentation am 14.10.2016. https://lung.mv-regierung.de/dateien/lfs_vortrag_16_03_31_wichmann.pdf; dernière consultation: 01/2020
- ¹⁹ LUP - Luftbild Umwelt Planung GmbH (2012): Aktivierung der Klimaschutzfunktion von Niedermoorflächen in der Landeshauptstadt Potsdam. Handlungsleitfaden «Paludikultur». 42 p. https://www.potsdam.de/sites/default/files/documents/Leitfaden-Paludikultur_2012.12_21%5B1%5D.pdf; dernière consultation: 01/2020
- ²⁰ Office fédéral du développement territorial ARE (2020): Plan sectoriel des surfaces d'assolement. Berne.
- ²¹ Oehmke, C. & Abel, S. (2016): Ausgewählte Paludikulturen. In: Paludikultur – Bewirtschaftung nasser Moore (hrsg. von W. Wichtmann, C. Schröder & H. Joosten), p. 22-38. Stuttgart: Schweizerbart.
- ²² Hahn-Schöfl, M., Zak, D., Minke, M., Gelbrecht, J., Augustin, J. & Freibauer, A. (2011): Organic sediment formed during inundation of a degraded fen grassland emits large fluxes of CH₄ and CO₂. Biogeosciences 8, p. 1539-1550.
- ²³ Vroom, R.J.E., Xie, F., Geurts, J.J.M., Chojnowska, A., Smolders, A.J.P., Lamers, L.P.M., Fritz, C. (2018): *Typha latifolia* paludiculture effectively improves water quality and reduces greenhouse gas emissions in rewetted peatlands. Ecological Engineering, 124, p. 88-98.
- ²⁴ Vroom, R.J.E., Geurts, J.J.M., Nouta, R., Borst, A.C.W., Lamers, L.P.M., Fritz, C. (2022): Paludiculture crops and nitrogen kick-start ecosystem service provisioning in rewetted peat soils. Plant and Soil, 474 (1-2), p. 337-354.
- ²⁵ Theuerkorn, W. (2014): Neuer Baustoff aus Rohrkolben. In: Neuer Baustoff für umweltfreundliche und bautechnische Sanierung in der Denkmalpflege (hrsg. von Deutsche Bundesstiftung Umwelt), p. 20-27. Osnabrück: DBU.
- ²⁶ LM M-V (Hrsg.) (2017): Umsetzung von Paludikultur auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Mecklenburg-Vorpommern. Fachstrategie zur Umsetzung der nutzungs-bezogenen Vorschläge des Moorschutzkonzeptes. 98 p. Schwerin: Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern.

- ²⁷ Walton, C.R., Zak, D., Audet, J., Petersen, R.J., Lange, J., Oehmke, C., Wichtmann, W., Kreyling, J., Grygoruk, M., Jabłońska, E., Kotowski, W., Wiśniewska, M.M., Ziegler, R., Hoffmann, C.C. (2020): Wetland buffer zones for nitrogen and phosphorus retention: Impacts of soil type, hydrology and Vegetation. *Science of the Total Environment*, 727, art. n° 138709
- ²⁸ Jabłońska, E., Winkowska, M., Wiśniewska, M., Geurts, J., Zak, D., Kotowski, W. (2021): Impact of vegetation harvesting on nutrient removal and plant biomass quality in wetland buffer zones. *Hydrobiologia*, 848 (14), p. 3273-3289.
- ²⁹ Ren, L., Eller, F., Lambertini, C., Guo, W.-Y., Brix, H., Sorrell, B.K. (2019): Assessing nutrient responses and biomass quality for selection of appropriate paludiculture crops. *Sci. Total Environ.* 664, p. 1150–1161.
- ³⁰ Zak, D., Gelbrecht, J., Zerbe, S., Shatwell, T., Barth, M., Cabezas, A., Steffenhagen, P. (2014): How helophytes influence the phosphorus cycle in degraded inundated peat soils – implications for fen restoration. *Ecol. Eng.* 66, p. 82–90.
- ³¹ Greifswald Moor Centrum (2016): Schilf (*Phragmites australis*) - Landwirtschaft auf nassen Mooren. https://www.moorwissen.de/files/doc/paludikultur/imdetail/steckbriefe_pflanzenarten/Flyer%20Schilf.pdf; dernière consultation: 03/2023
- ³² Schätzl, R., Schmitt, F., Wild, U. & Hoffmann, U. (2006): Gewässerschutz und Landnutzung durch Rohrkolbenbestände. *Wasserwirtschaft* 96, p. 24-27.

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.