



# Projet **RARE**

Recherche et applications  
pour une restauration  
éclairée des milieux humides

## Le transfert de sol pour la restauration des milieux humides :

## Un potentiel à découvrir



Loiselle, A., Thériault, A., Hugron, S., Bourgeois, B., Guéné-Nachen, M., et Poulin, M.  
18 mars 2026

Colloque RARE – Science et Pratique au service des milieux humides



# Plan de présentation

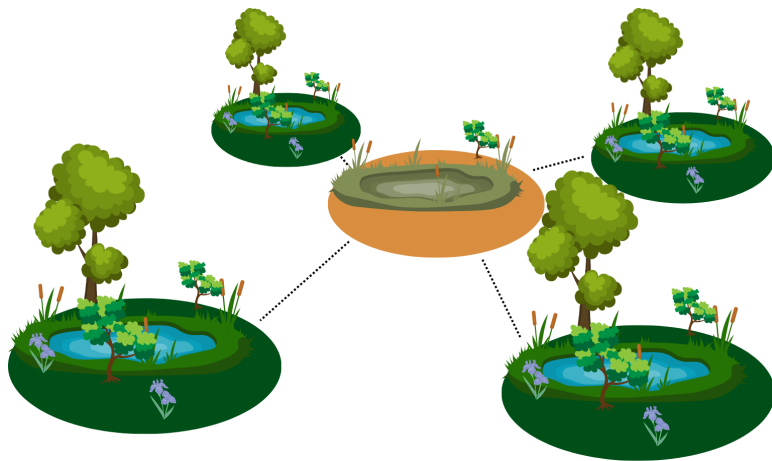
---

1. La végétalisation active
2. Le potentiel du transfert de sol
3. Deux études en mésocosmes
4. Des résultats qui ont du potentiel
5. Ce qu'il faut retenir

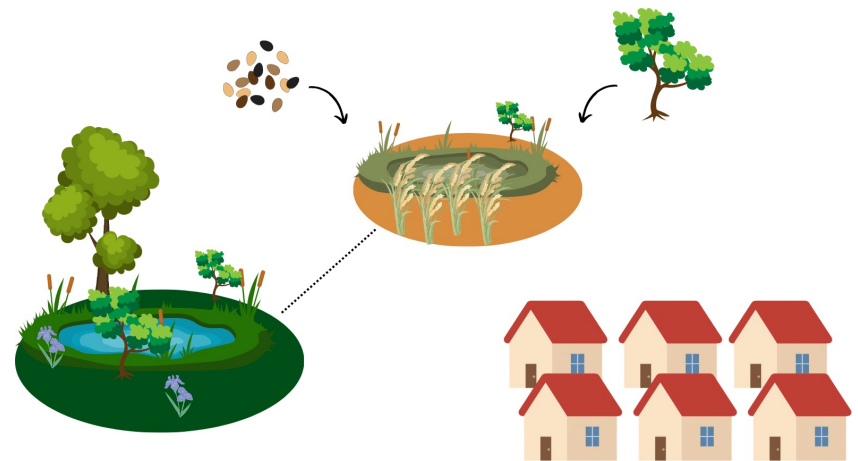


# La végétalisation active

## Végétalisation passive



## Végétalisation active



# La végétalisation active



# La végétalisation active

## Défis :

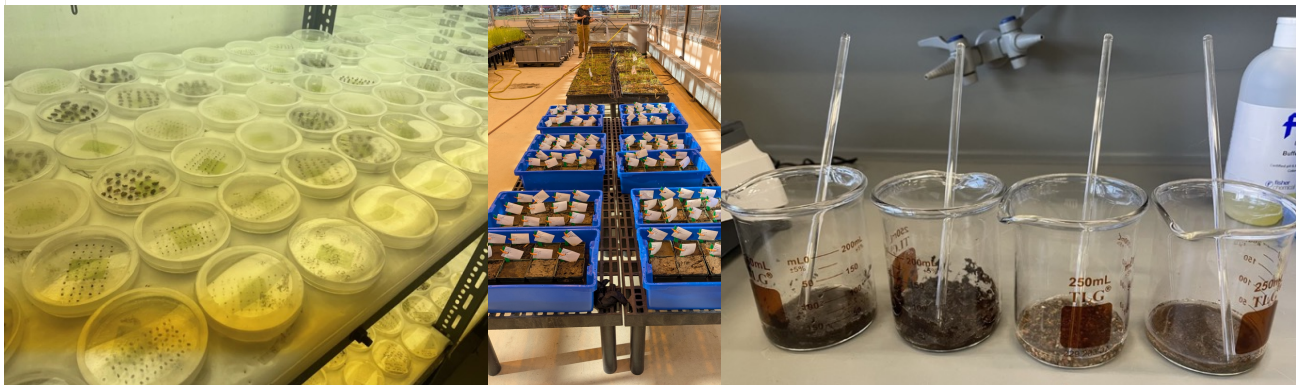
- Connaissances en écologie



# La végétalisation active

## Défis :

- Connaissances en écologie
- Complexité de production et coûts élevés



*Milieu humide Budget*  
9 espèces – 197,37\$/kg



*Milieux Humides*  
16 espèces – 727,65\$/kg

McKay et al., 2005; Vander et al., 2010; Bower et al., 2014; Basey et al., 2015;  
White et al., 2018; Zinnen et al., 2021; Holl et al., 2022;

# La végétalisation active

## Défis :

- Connaissances en écologie
- Complexité de production et coûts élevés
- **Diversité des espèces produites et utilisées**



Olden, 2006

McKay et al., 2005; Vander et al., 2010; Bower et al., 2014; Basey et al., 2015;  
White et al., 2018; Zinnen et al., 2021; Holl et al., 2022;

# La végétalisation active

## Défis :

- Connaissances en écologie
- Complexité de production
- Diversité des espèces produites et utilisées
- **Complexité de la récolte en milieu naturel**

McKay et al., 2005; Vander et al., 2010; Bower et al., 2014; Basey et al., 2015; White et al., 2018; Zinnen et al., 2021; Holl et al., 2022;



# Le transfert de sol

Utiliser la banque de propagules (semences, rhizomes, bulbes, etc) présente dans le sol d'un site donneur pour revégétaliser un site restauré ou créé.



# Le transfert de sol

Utiliser la banque de propagules (semences, rhizomes, bulbes, etc) présente dans le sol d'un site donneur pour revégétaliser un site restauré ou créé.

## Guide de restauration des tourbières

Récolte du matériel végétal et gestion des sites donneurs



# Solutions alternatives?

Sourcer des propagules et des plants dans :

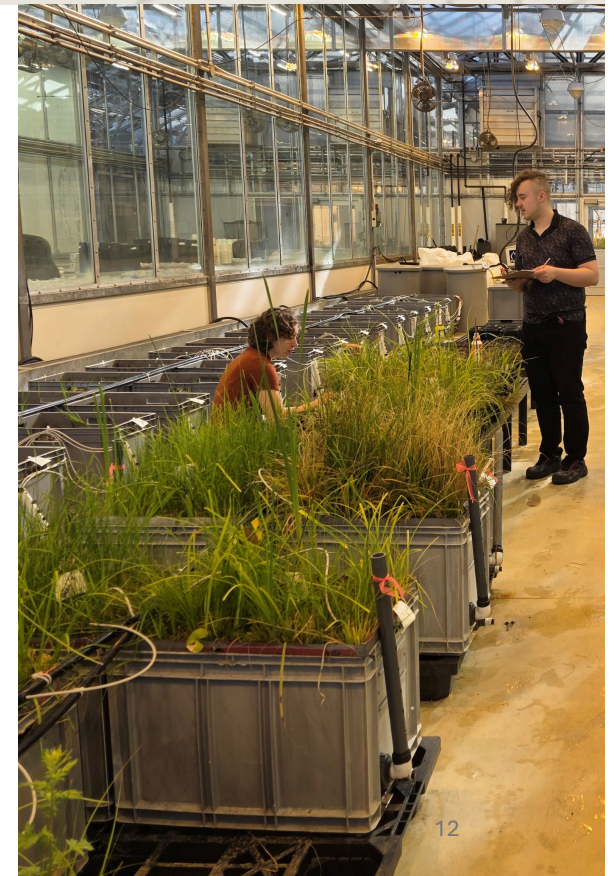


# Le transfert de sol

## Avantages :

- Réduire l'empreinte écologique de la restauration
- Diminuer les coûts de végétalisation
- S'affranchir de la production commerciale
- Maximiser la diversité et les adaptations locale
- Transférer une matrice vivante

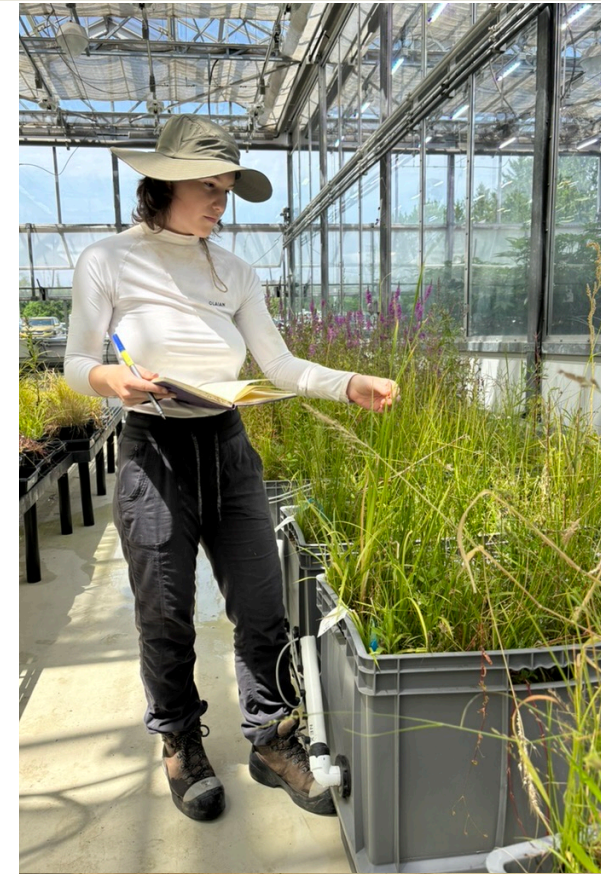
McKnight 1992; Vivian-Smith et Handel 1996; Brown et Bedford 1997; Stauffer et Brooks 1997; McKinstry et Anderson 2005; Shifflet 2005; Hong et al., 2012; Muller et al., 2013; Warrix et al., 2022



# Le transfert de sol

## Des questions demeurent :

- Est-ce que la végétation revient rapidement?
- Quel ratio de transfert peut-on viser?
- Quelles espèces sont favorisées / défavorisées ?
- Qu'est-ce qu'un bon site donneur?
- Est-ce que l'on transfère vraiment ce qu'on a VU sur le terrain?

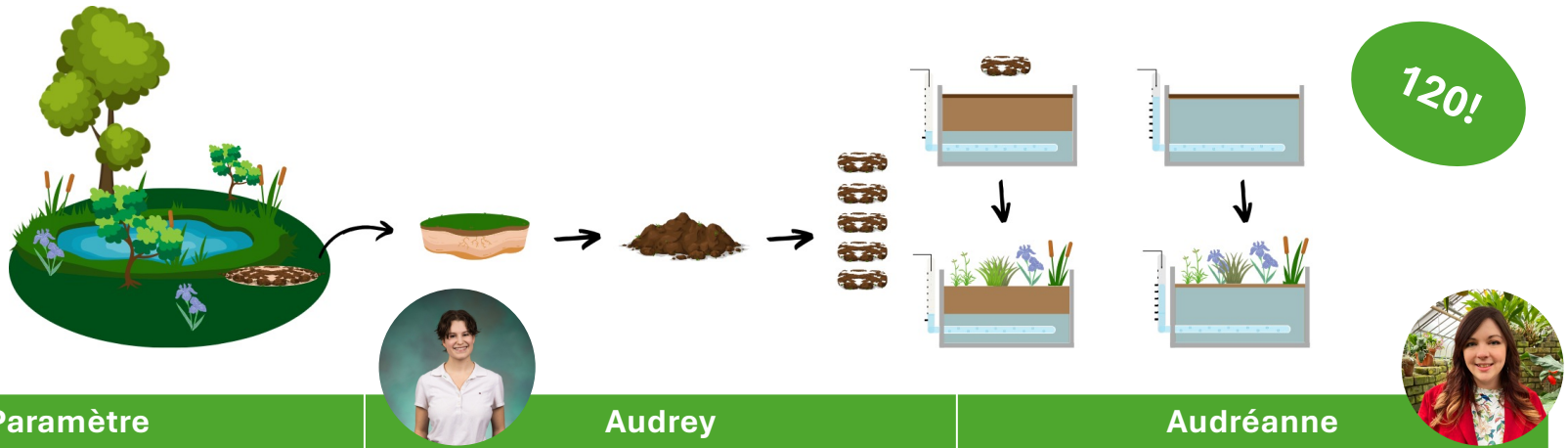


# Le transfert de sol

Communauté observée dans  
la végétation de surface

Expériences en mésocosmes

# Deux études en mésocosmes

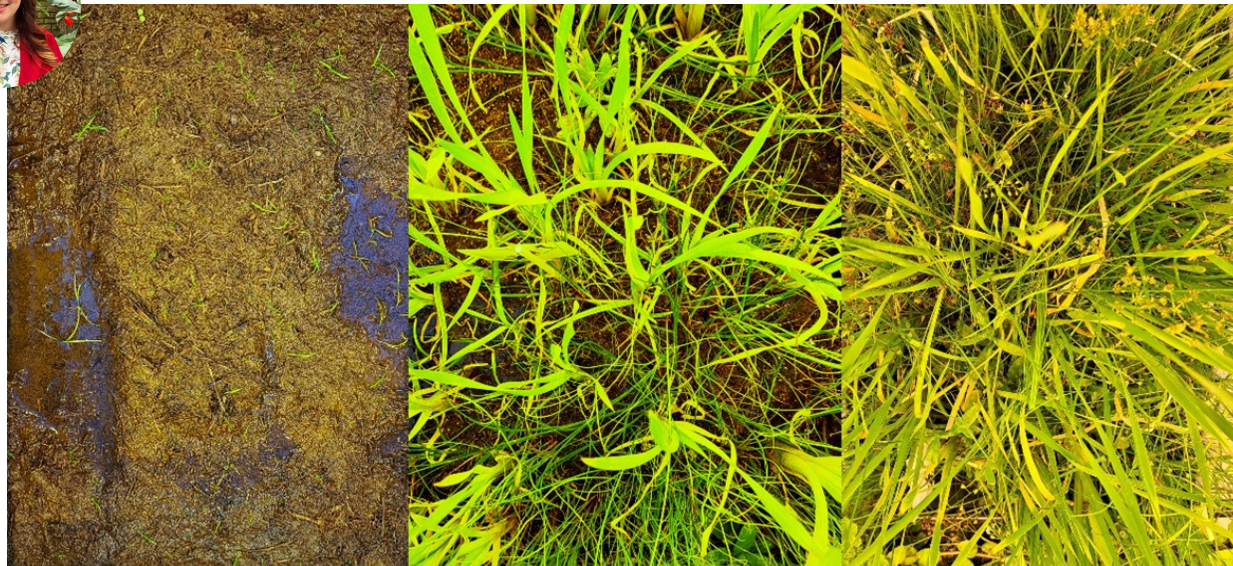


Paramètre	Audrey	Audréanne
Communautés ciblées	(14) Marais et marécages en milieux naturels et sous emprises électriques	(6) Bassins de rétention dominés par les indigènes typiques des MH
Ratio de transfert	1:5	1:4
Niveaux d'eau	0 cm et -15 cm	
Régime hydrique	Constant	Inversion mi-expérience
Durée	18 semaines	25 semaines

# Résultats et implications



Est-ce que la végétation revient rapidement?



**Semaine 1 :**  
**2 %**

**Semaine 12 :**  
**70 %**

**Semaine 25 :**  
**98%**

# Résultats et implications



Est-ce que la végétation revient rapidement?



**Semaine 4 :**  
**41 %**

**Semaine 8 :**  
**81 %**

**Semaine 18 :**  
**92%**

# Résultats et implications

Quel ratio de transfert peut-on viser?



**Ratio :**  
**1:4**



**Ratio :**  
**1:5**

(Brown et Bedford, 1997; Bullock et coll., 1997; Kirmer et al 2010; Sparks et al 2013; Stauffer 1997; Stauffer et Brooks, 1997; Warrix et coll., 2022, Hugron et coll., 2020; Breton et coll., 2026)

# Résultats et implications

Est-ce que l'on transfère ce que l'on a vue?



Taux de transfert  
21% et 29%



Marais 34%  
Marécage arbustif 38%  
Marécage arborescent 16%



(Buisson et al., 2018; Chenot et al., 2017; Fowler et al., 2015; Gerrits et al., 2023; Hugron et al., 2020; Liu et al., 2014 ; McKnight, 1992; Muller et al., 2013; Wilson et al., 1993)

# Résultats et implications

Est-ce que l'on transfère ce que l'on a vue?



Banque de propagules  
46% et 81 %



# Résultats et implications



## Quelles espèces sont favorisées / défavorisées?

### Favorisées

- *Juncus effusus*, *tweedyi* et *bufonius*
- *Carex* sp.
- *Eleocharis obtusa*
- *Epilobium* sp.
- *Typha* sp.
- *Lythrum salicaria*

**Indigènes typiques des milieux humides**

(FANEC, 2000; Larson & Titus, 2018 ; NRCS, 2025 ; Yakimowski et al., 2005)



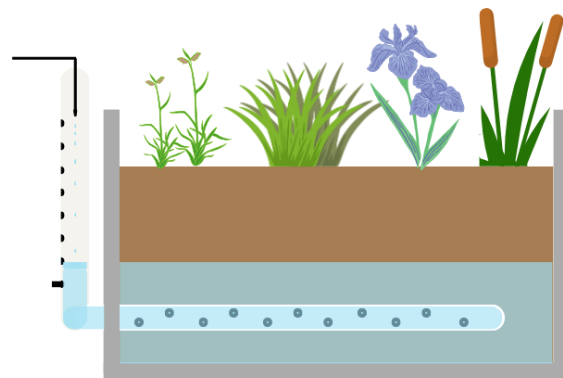
### Défavorisées

- Espèces rhizomateuses
  - *Scirpus microcarpus*
- Espèces ligneuses

# Résultats et implications



## Influence du niveau d'eau



Recouvrement

=

Richesse

>>>

Proportion d'exotiques

>>>

Diversité

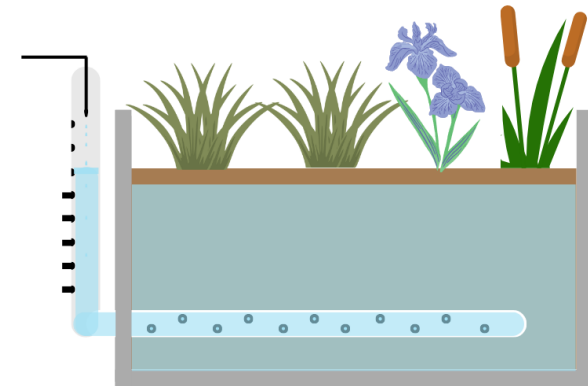
>>>

Dominance des hygrophytes

<<<

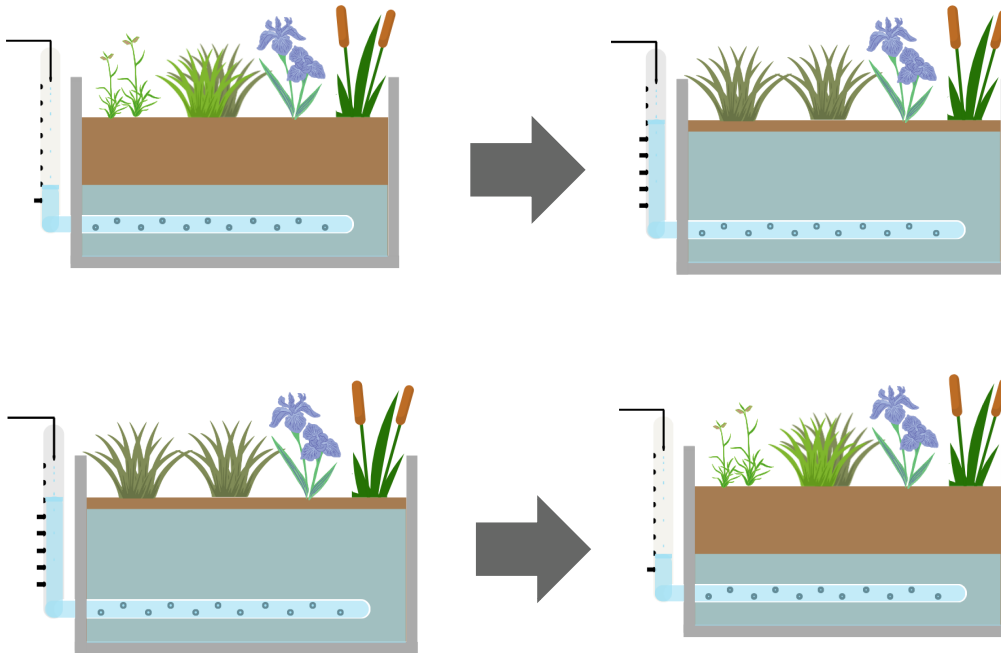
Indice de similarité

=



# Résultats et implications

## Influence du niveau d'eau



Très peu de changement dans  
l'identité des espèces présentes



Importance du niveau d'eau initial

# Ce qu'il faut retenir

## Réponses... et autres questions!

- Est-ce que la végétation revient rapidement?
- Quel ratio de transfert peut-on viser?
- Quelles espèces sont favorisées / défavorisées ?
- Qu'est-ce qu'un bon site donneur?
- Est-ce que l'on transfère vraiment ce qu'on a VU sur le terrain?



**Merci!**



# Bibliographie

- Basey, A. C., Fant, J. B. et Kramer, A. T. (2015). Producing native plant materials for restoration: 10 rules to collect and maintain genetic diversity. *Native Plants Journal*, 16(1), 37-53. <https://doi.org/10.3368/npj.16.1.37>
- Bower, A. D., Clair, J. B. St. et Erickson, V. (2014). Generalized provisional seed zones for native plants. *Ecological Applications*, 24(5), 913-919. <https://doi.org/10.1890/13-0285.1>
- Breton, G., Guéné-Nanchen, M. et Rochefort, L. (2026). Long-term assessment of the Moss Layer Transfer Technique for the restoration of Sphagnum-dominated peatlands. *Restoration Ecology*, 34(1), e70212. <https://doi.org/10.1111/rec.70212>
- Brown, S. C. et Bedford, B. L. (1997). Restoration of wetland vegetation with transplanted wetland soil: An experimental study. *Wetlands*, 17(3), 424-437. <https://doi.org/10.1007/BF03161432>
- Budelsky, R. A. et Galatowitsch, S. M. (2000). Effects of water regime and competition on the establishment of a native sedge in restored wetlands. *Journal of Applied Ecology*, 37(6), 971-985. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2000.00540.x>
- Buisson, E., Jaunatre, R., Römermann, C., Bulot, A. et Dutoit, T. (2018). Species transfer via topsoil translocation: lessons from two large Mediterranean restoration projects. *Restoration Ecology*, 26(S2). <https://doi.org/10.1111/rec.12682>
- Bullock, J. M. (1998). Community translocation in Britain: Setting objectives and measuring consequences. *Biological Conservation*, 84(3), 199-214. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(97\)00140-7](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(97)00140-7)
- Chenot, J., Jaunatre, R., Buisson, E. et Dutoit, T. (2017). Long-term effects of topsoil transfer assessed thirty years after rehabilitation of dry alluvial quarries in Southeastern France. *Ecological Engineering*, 99, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.11.010>
- Craft, C. (2022). *Creating and restoring wetlands: From theory to practice* (2nd edition). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823981-0.00013-7>
- Ding, X., Su, P., Zhou, Z. et Shi, R. (2019). Belowground Bud Bank Distribution and Aboveground Community Characteristics along Different Moisture Gradients of Alpine Meadow in the Zoige Plateau, China. *Sustainability*, 11(9), 2602. <https://doi.org/10.3390/su11092602>
- Flora of North America Editorial Committee. (2000). *Flora of North America*, Vol. 22  
Magnoliophyta: Alismatidae, Arecidae, Commelindae (in part), and Zingiberidae. Oxford University Press. Oxford, United Kingdom, 352 p.
- Fowler, W. M., Fontaine, J. B., Enright, N. J. et Veber, W. P. (2015). Evaluating restoration potential of transferred topsoil. *Applied Vegetation Science*, 18(3), 379-390. <https://doi.org/10.1111/avsc.12162>
- Gerrits, G. M., Waenink, R., Aradottir, A. L., Buisson, E., Dutoit, T., Ferreira, M. C., Fontaine, J. B., Jaunatre, R., Kardol, P., Loeb, R., Magro Ruiz, S., Maltz, M., Pärtel, M., Peco, B., Piqueray, J., Pilon, N. A. L., Santa-Regina, I., Schmidt, K. T., Sengl, P., ... Wubs, E. R. J. (2023). Synthesis on the effectiveness of soil translocation for plant community restoration. *Journal of Applied Ecology*, 60(4), 714-724. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14364>
- Holl, K. D., Luong, J. C. et Brancalion, P. H. S. (2022). Overcoming biotic homogenization in ecological restoration. *Trends in Ecology & Evolution*, 37(9), 777-788. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2022.05.002>
- Hugron, S., Guéné-Nanchen, M., Roux, N., LeBlanc, M.-C. et Rochefort, L. (2020). Plant reintroduction in restored peatlands: 80% successfully transferred – Does the remaining 20% matter? *Global Ecology and Conservation*, 22, e01000. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01000>
- Kiehl, K., Kirmer, A., Donath, T. W., Rasran, L. et Hölzel, N. (2010). Species introduction in restoration projects – Evaluation of different techniques for the establishment of semi-natural grasslands in Central and Northwestern Europe. *Basic and Applied Ecology*, 11(4), 285-299. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2009.12.004>

# Bibliographie

- Larson, M. A. & Titus, J. E. (2018). Urban wetland seed bank profiles in south-central New York State<sup>1</sup>, 2. *The Journal of the Torrey Botanical Society*, 145(2), 126. <https://doi.org/10.3159/TORREY-D-17-00034.1>
- Liu, Q., Jiang, M., Lyu, X. & Wang, G. (2014). A Review of Similarity between Soil Seed Bank and Aboveground Vegetation in Wetlands. *Acta Ecologica Sinica*, 34(24). DOI: [10.5846/stxb201303120403](https://doi.org/10.5846/stxb201303120403)
- Mahaney, W. M., Wardrop, D. H. et Brooks, R. P. (2005). Impacts of sedimentation and nitrogen enrichment on wetland plant community development. *Plant Ecology*, 175(2), 227-243. <https://doi.org/10.1007/s11258-005-0011-2>
- McKay, J. K., Christian, C. E., Harrison, S. & Rice, K. J. (2005). “How Local Is Local?” – A Review of Practical and Conceptual Issues in the Genetics of Restoration. *Restoration Ecology*, 13(3), 432-440. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2005.00058.x>
- McKnight, S. K. (1992). Transplanted seed bank response to drawdown time in a created wetland in East Texas. *Wetlands*, 12(2), 79-90. <https://doi.org/10.1007/BF03160589>
- Natural Resources Conservation Service. (2025). *PLANTS Database*. United States Department of Agriculture. Accessed October 13, 2025. <https://plants.usda.gov>
- Phartyal, S. S., Rosbakh, S., Ritz, C. & Poschlod, P. (2020). Ready for change: Seed traits contribute to the high adaptability of mudflat species to their unpredictable habitat. *Journal of Vegetation Science*, 31(2), 331-342. <https://doi.org/10.1111/jvs.12841>
- Purre, A.-H., Truus, L. et Ilomets, M. (2021). A Decade of Vegetation Development on Two Revegetated Milled Peatlands With Different Trophic Status. *Mires and Peat*, 27. <https://doi.org/10.19189/MaP.2019.BG.StA.1928>
- Sparks, E. L., Cebrian, J., Biber, P. D., Sheehan, K. L. et Tobias, C. R. (2013). Cost-effectiveness of two small-scale salt marsh restoration designs. *Ecological Engineering*, 53, 250-256. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2012.12.053>
- Streever, B. et Zedler, J. (2000). To plant or not to plant. *BioScience*, 50(3), 188. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2000\)050%255B0188:TPONTP%255D2.3.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2000)050%255B0188:TPONTP%255D2.3.CO;2)
- Vander Mijnsbrugge, K., Bischoff, A. et Smith, B. (2010). A question of origin: Where and how to collect seed for ecological restoration. *Basic and Applied Ecology*, 11(4), 300-311. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2009.09.002>
- Vivian-Smith, G. et Handel, S. N. (1996). Freshwater wetland restoration of an abandoned sand mine: Seed bank recruitment dynamics and plant colonization. *Wetlands*, 16(2), 185-196. <https://doi.org/10.1007/BF03160692>
- White, A., Fant, J. B., Havens, K., Skinner, M. & Kramer, A. T. (2018). Restoring species diversity: Assessing capacity in the U.S. native plant industry. *Restoration Ecology*, 26(4), 605-611. <https://doi.org/10.1111/rec.12705>
- Wilson, S. D., Moore, D. R. J. et Keddy, P. A. (1993). Relationships of marsh seed banks to vegetation patterns along environmental gradients. *Freshwater Biology*, 29(3), 361-370. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.1993.tb00770.x>
- Yakimowski, S. B., Hager, H. A. et Eckert, C. G. (2005). Limits and effects of invasion by the nonindigenous wetland plant *Lythrum salicaria* (purple loosestrife): a seed bank analysis. *Biological Invasions*, 7(4), 687-698. <https://doi.org/10.1007/s10530-004-5858-y>
- Yetka, L. A. et Galatowitsch, S. M. (1999). Factors Affecting Revegetation of *Carex lacustris* and *Carex stricta* from Rhizomes. *Restoration Ecology*, 7(2), 162-171. <https://doi.org/10.1046/j.1526-100X.1999.72008.x>
- Zinnen, J., Broadhurst, L. M., Gibson-Roy, P., Jones, T. A. et Matthews, J. W. (2021). Seed production areas are crucial to conservation outcomes: benefits and risks of an emerging restoration tool. *Biodiversity and Conservation*, 30(5), 1233-1256. <https://doi.org/10.1007/s10531-021-02149-z>