



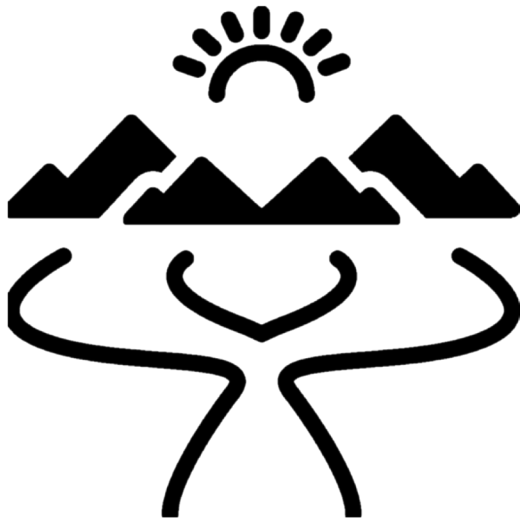
## Maximiser la biodiversité dans les ouvrages de génie végétal

Les phytotechnologies pour la stabilisation des berges  
14 février 2024

Maxime Tisserant, biol., Ph. D.  
Conseiller en aménagement



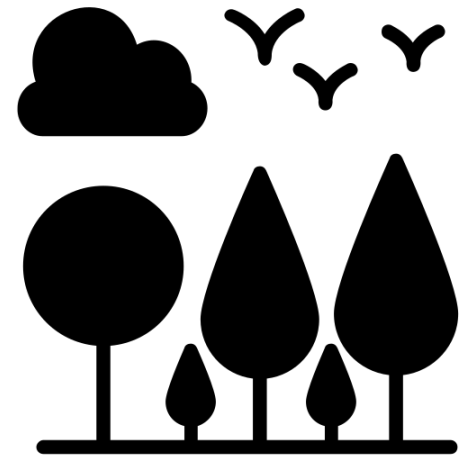
# Introduction



+



+



# Introduction



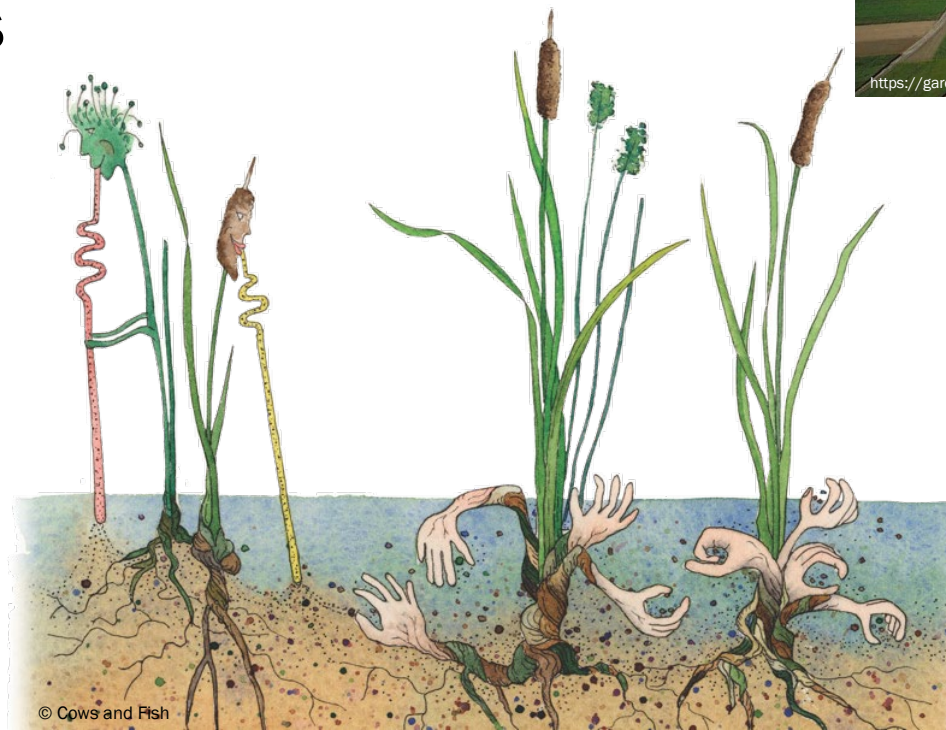
- 🌿 Variété d'habitats
- 🌿 Régimes de perturbation
- 🌿 Flux d'espèces, de matière et d'énergie

# Contexte



## Fonctions écologiques des milieux riverains

- 🌿 Filtration de l'eau
- 🌿 Trappage des sédiments
- 🌿 Circulation d'espèces
- 🌿 Captage des intrants
- 🌿 Ancrage des racines

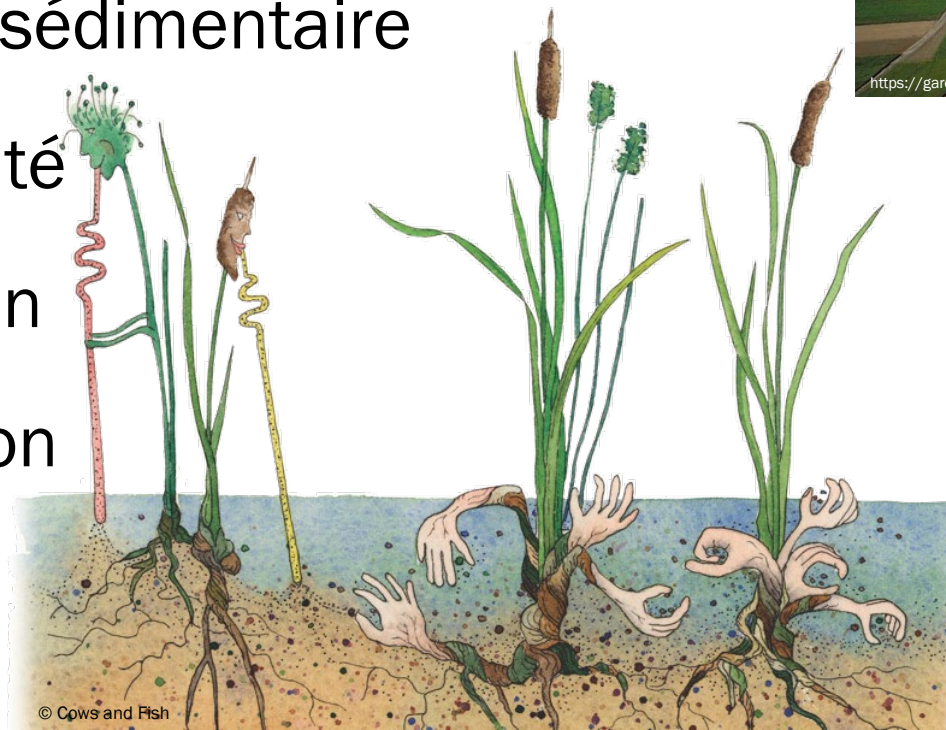


# Contexte



## Services écologiques des milieux riverains

- 🌿 Régulation des crues
- 🌿 Régulation de la charge sédimentaire
- 🌿 Maintien de la biodiversité
- 🌿 Diminution de la pollution
- 🌿 Protection contre l'érosion



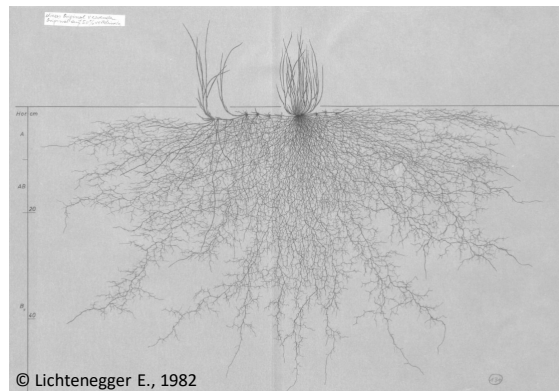
# Contexte



🌿 Stabilisation des couches profondes



🌿 Cohésion des particules de sol



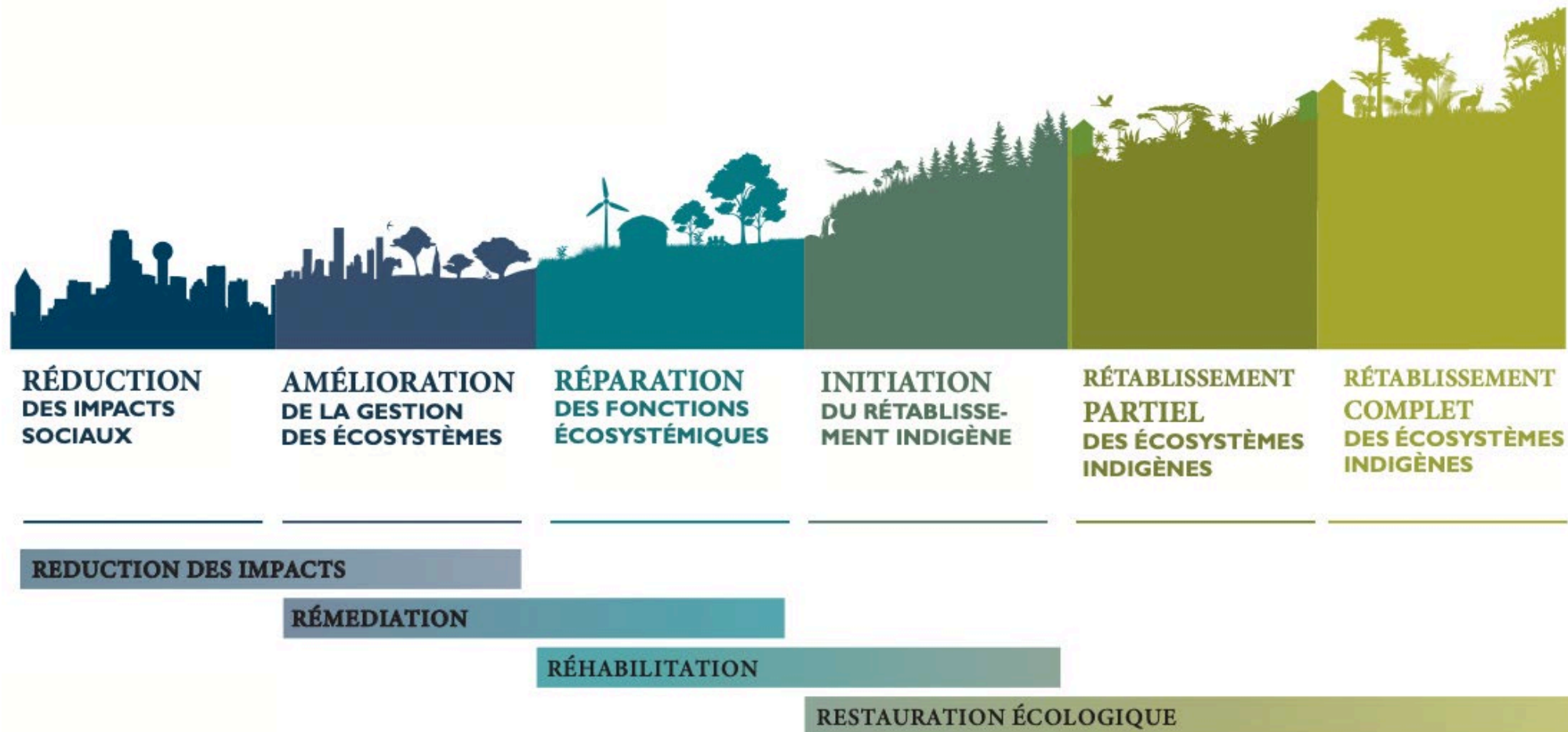
🌿 Effet peigne



🌿 Effet tapis

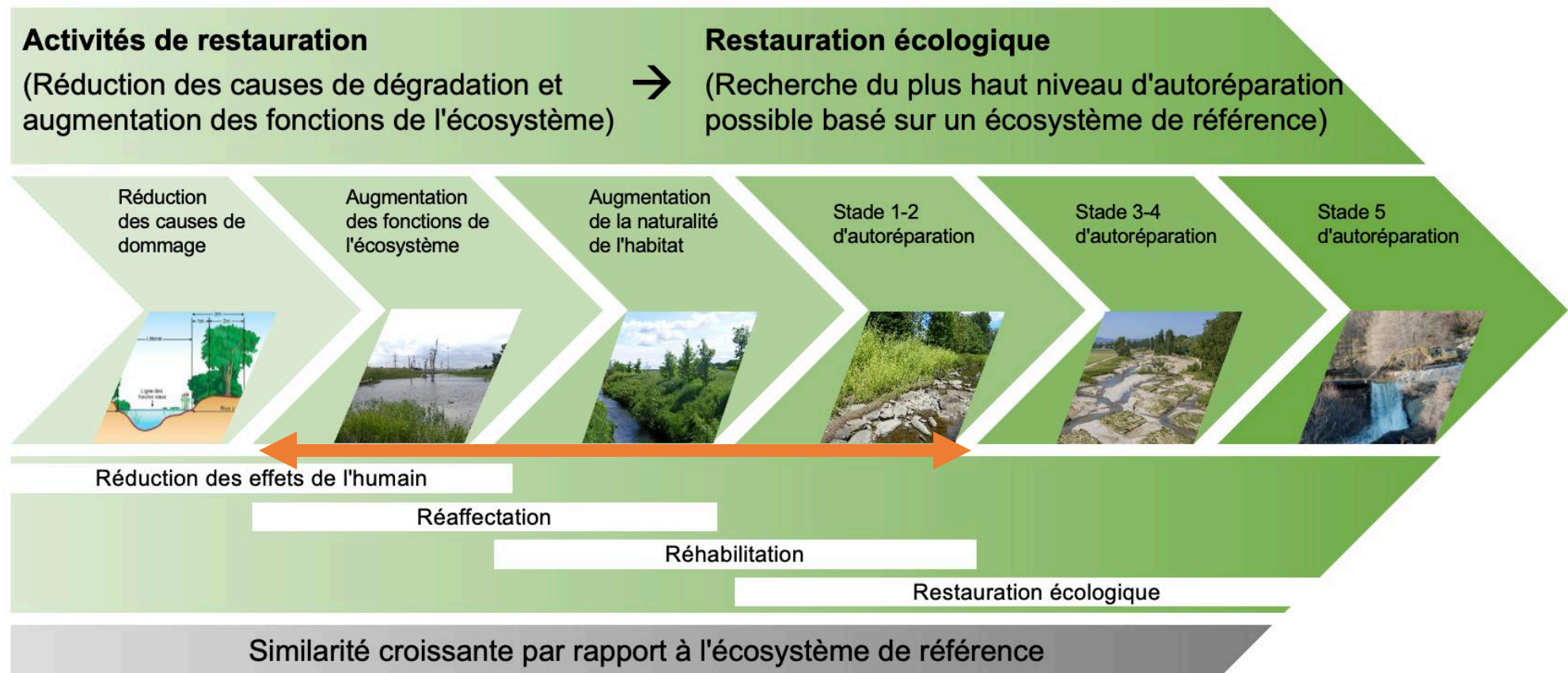


# Introduction



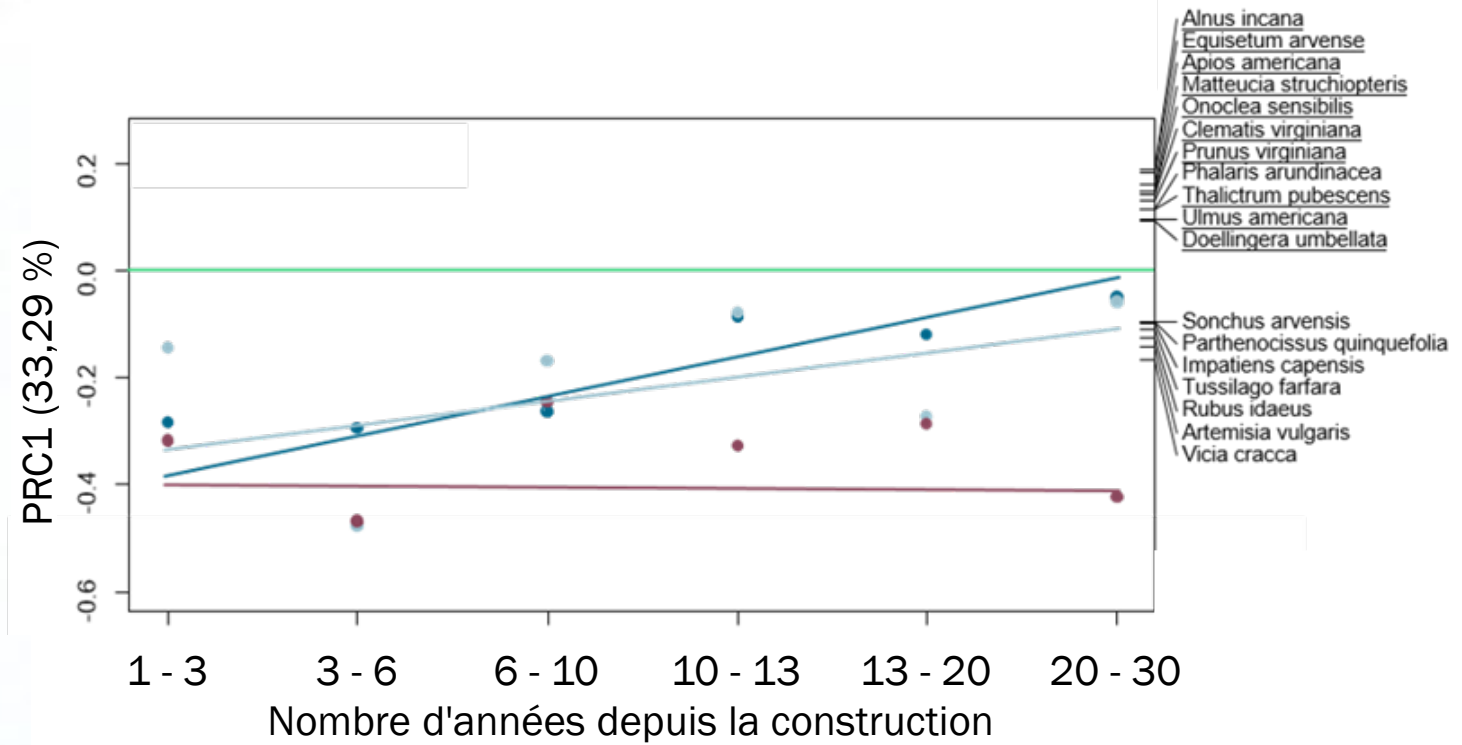
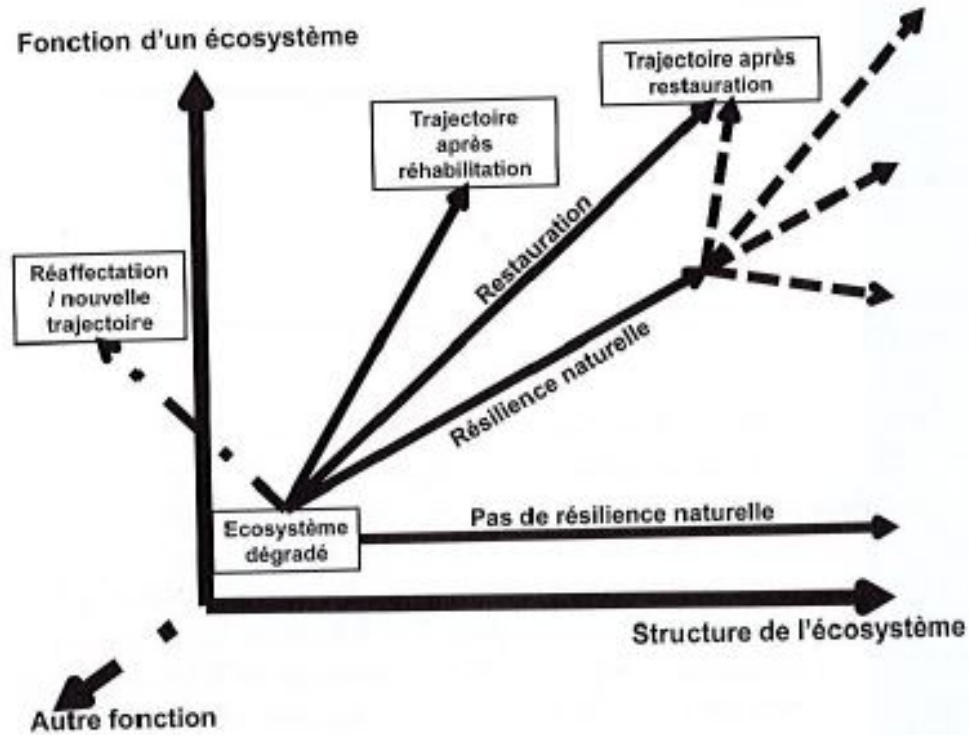


# Introduction

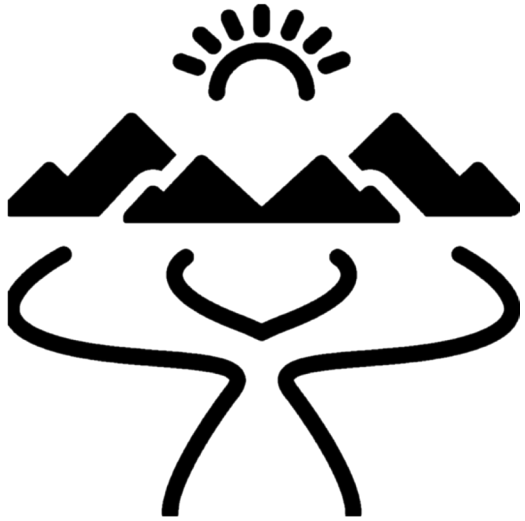




# Introduction



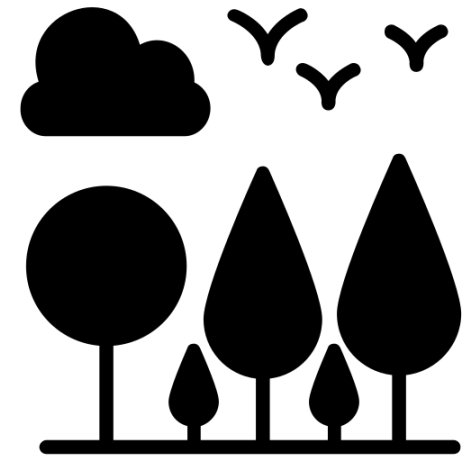
# Introduction



Modèles naturels



Physionomie



Diversité végétale <sup>11</sup>

# Modèles naturels



**POURQUOI ?**

# Modèles naturels



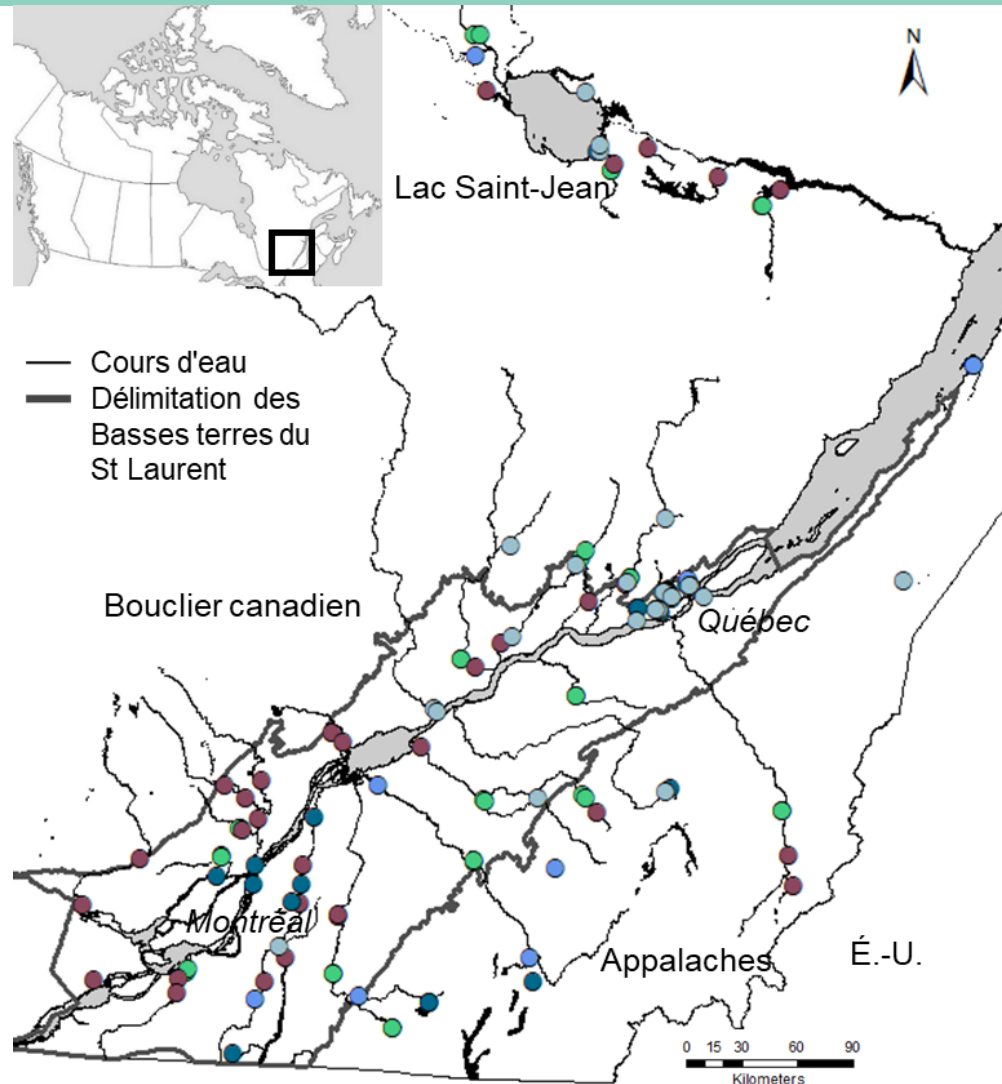
- 🌿 Augmenter le nombre d'espèces candidates
- 🌿 Définir les cibles de restauration
- 🌿 Orienter les métriques de suivi
- 🌿 Identifier les enjeux à la réussite d'un ouvrage

# Modèles naturels

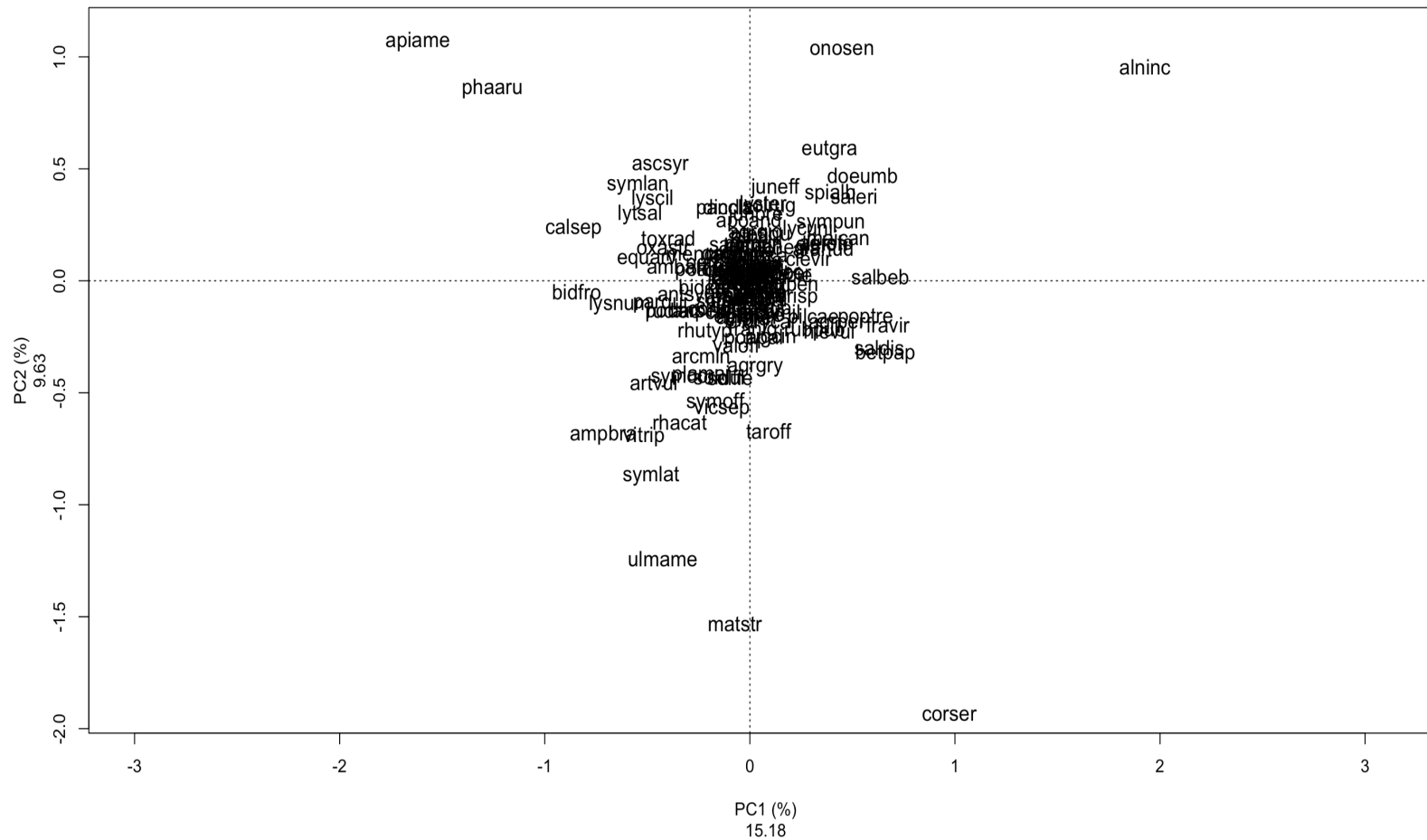


**BERGES NATURELLES ?**

# Modèles naturels

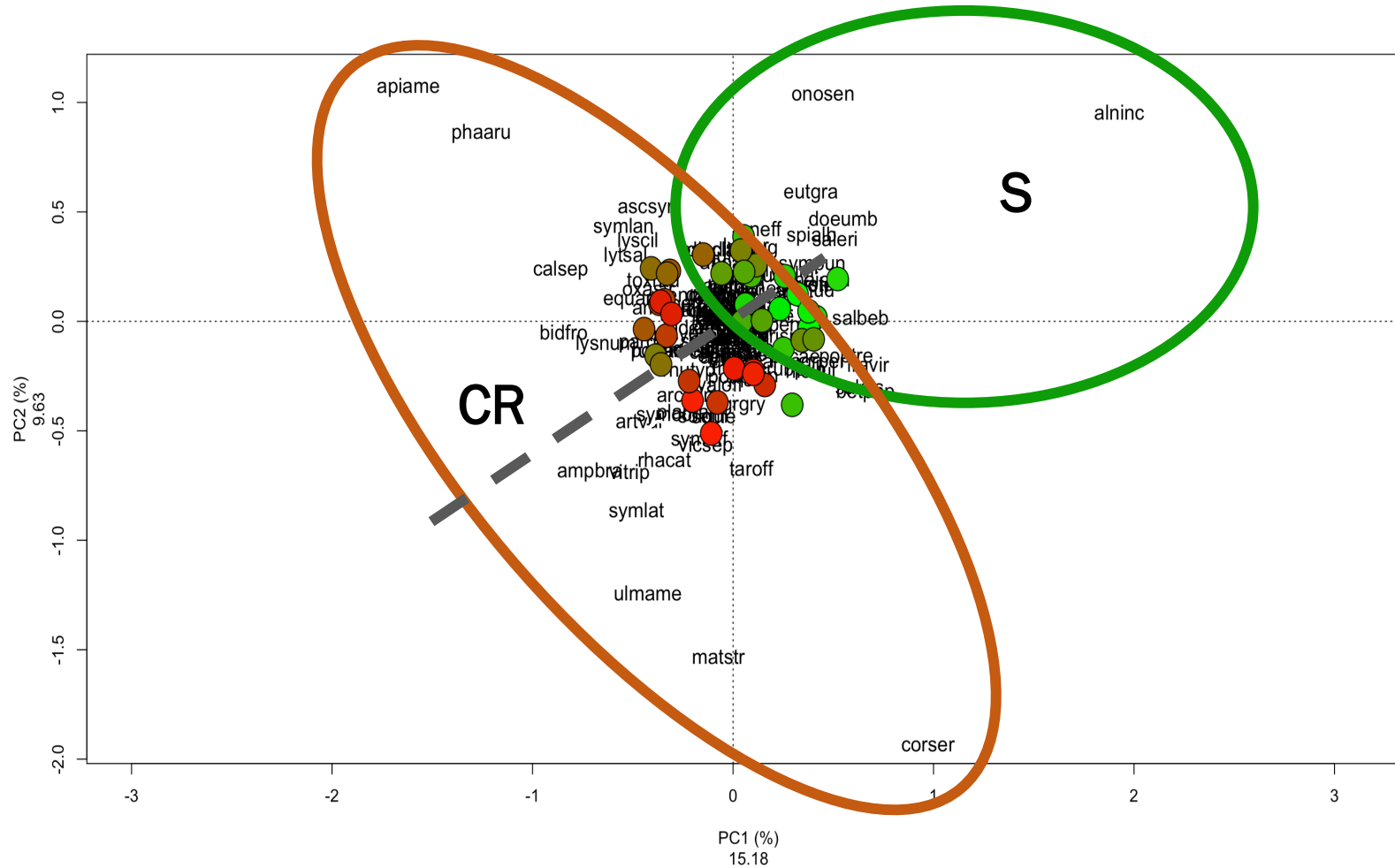


# Modèles naturels

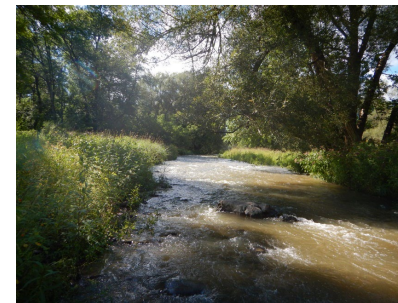
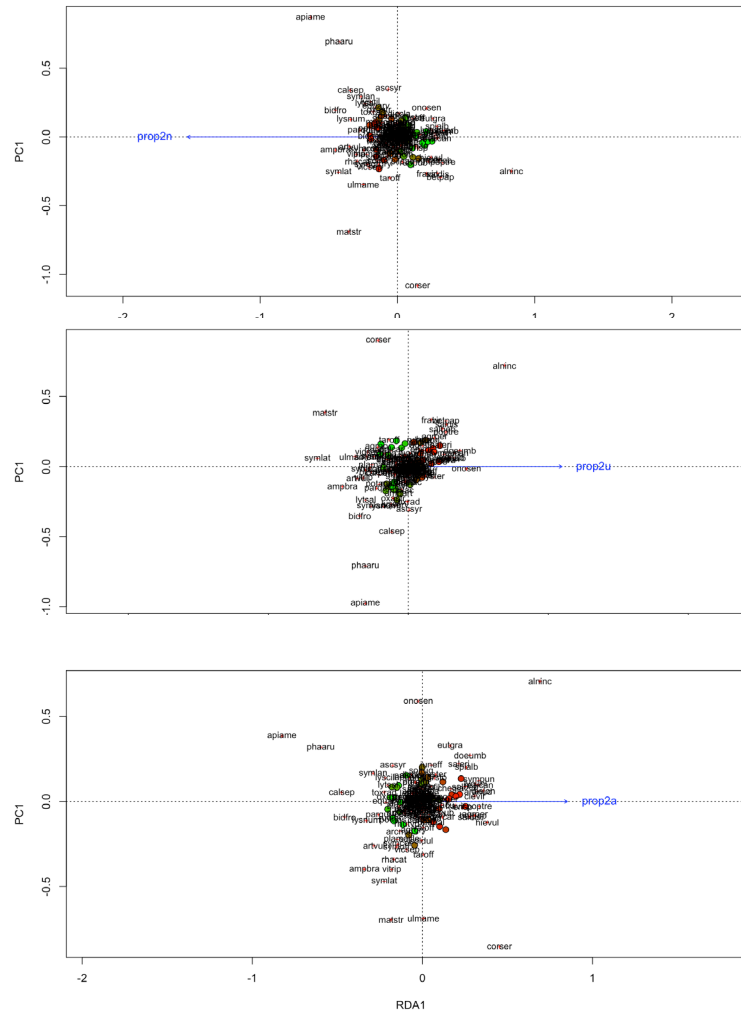




# Modèles naturels

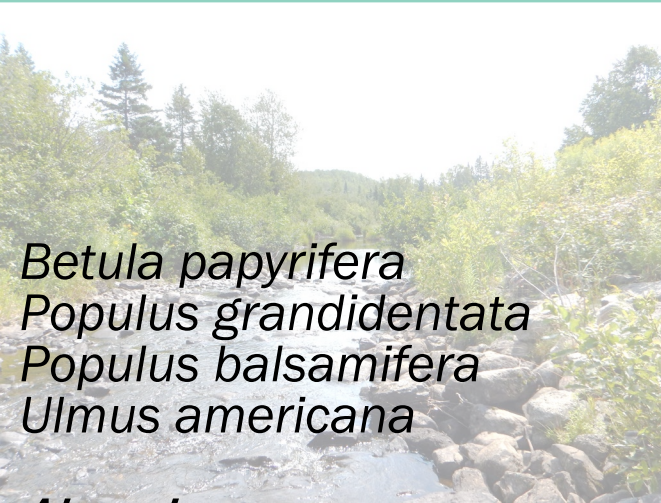


# Modèles naturels





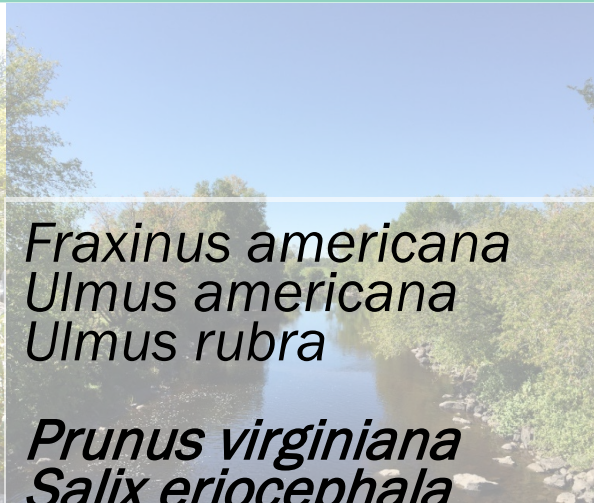
# Modèles naturels



*Betula papyrifera*  
*Populus grandidentata*  
*Populus balsamifera*  
*Ulmus americana*

*Alnus incana*  
*Salix eriocephala*  
*Myrica gale*  
*Salix lucida*  
*Spiraea latifolia*

*Calamagrostis canadensis*  
*Juncus effusus*  
*Mentha canadensis*  
*Persicaria maculata*  
*Symphotrichum puniceum*



*Fraxinus americana*  
*Ulmus americana*  
*Ulmus rubra*

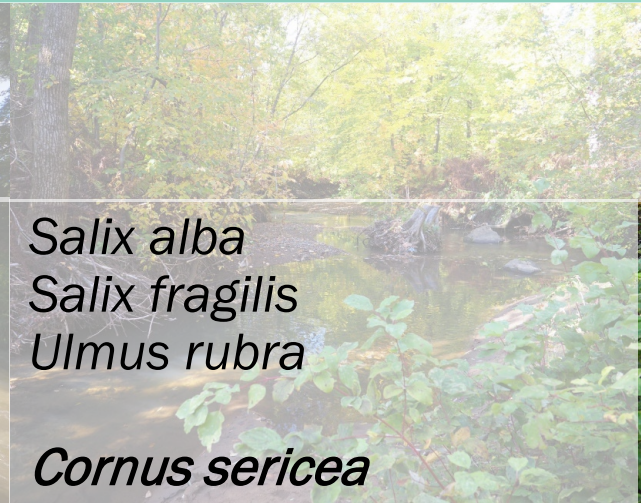
*Prunus virginiana*  
*Salix eriocephala*  
*Salix lucida*  
*Spiraea latifolia*

*Agrostis stolonifera*  
*Calamagrostis canadensis*  
*Juncus effusus*  
*Mentha canadensis*  
*Persicaria maculata*  
*Symphotrichum puniceum*



*Ulmus americana*  
*Salix interior*

*Asclepias syriaca*  
*Bidens frondosa*  
*Festuca rubra*  
*Eutrochium maculatum*  
*Symphotrichum lanceolatum*



*Salix alba*  
*Salix fragilis*  
*Ulmus rubra*

*Cornus sericea*  
*Salix bebbiana*

*Agrostis perennans*  
*Apocynum cannabinum*  
*Impatiens capensis*  
*Matteuccia struthiopteris*

# Modèles naturels



## Thuyaie occidentale

Aulne rugueux

Myrique baumier

Onoclée sensible

Osmonde royale

Spirée à feuilles larges

# Modèles naturels



## Aulnaie haute

Agrostide pérenne

Cornouiller stolonifère

Cerisier de Virginie

Orme d'Amérique

# Modèles naturels



# Modèles naturels



Frênaie rouge à érable argenté

Apocyn chanvrin

Céphalanthé occidental

Saule de l'intérieur

Scirpe des étangs

Scirpe fluviatile

# Modèles naturels



Ormaie d'Amérique à érable argenté

Aulne rugueux

Calamagrostide du Canada

Eupatoire maculée

Impatiente du Cap



# Modèles naturels



## Aulnaie basse

Calamagrostide du Canada

Eupatoire maculée

Fétuque rouge

Peuplier faux-tremble

Spirée à feuilles larges

Verge d'or rugueuse

# Modèles naturels



Saulaie basse à saule à tête  
laineuse et saule soyeux

Aulne rugueux

Eupatoire maculée

Impatiens capensis

Rumex triangulivalvis

Verge d'or du Canada

# Modèles naturels



## Ormaie d'Amérique ouverte

Agrostide fine

Panic clandestin

Paturin des marais

Saule de l'intérieur

Scirpe des étangs

Verge d'or du Canada

# Modèles naturels





# Modèles naturels

## Implications pour la stabilisation de berge

- 🌿 Pied de berge plus exposé aux modalités d'occupation du sol dans le BV
  - 🌿 Pied et milieu de berge → processus exogènes
  - 🌿 Haut de berge → processus autogènes
- 🌿 Parfois, unité drainante anthropisée mais espèces non hydrochores
- 🌿 Prendre en compte la charge solide
- 🌿 Objectif n° 1: stabilité et pérennité avant biodiversité

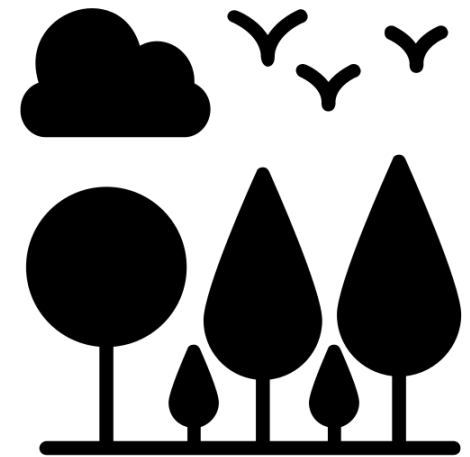
# Modèles naturels



Modèles naturels



Physionomie



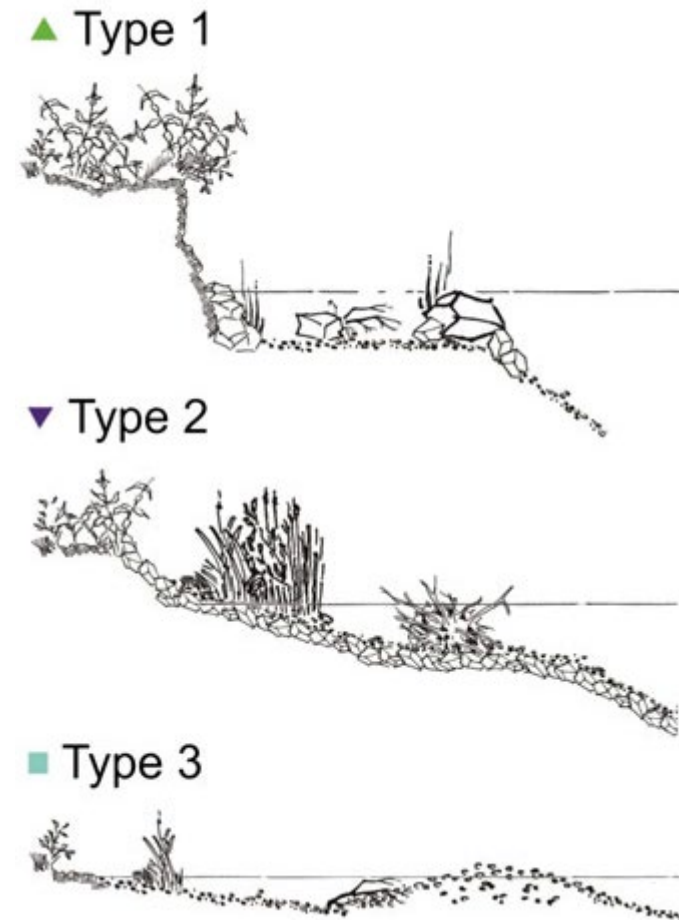
Diversité végétale <sup>30</sup>



# Techniques de stabilisation de berge

## Physionomie des berges

- 🌿 Variété de niches
- 🌿 Microhabitats biogènes
- 🌿 Nombreuses fonctions



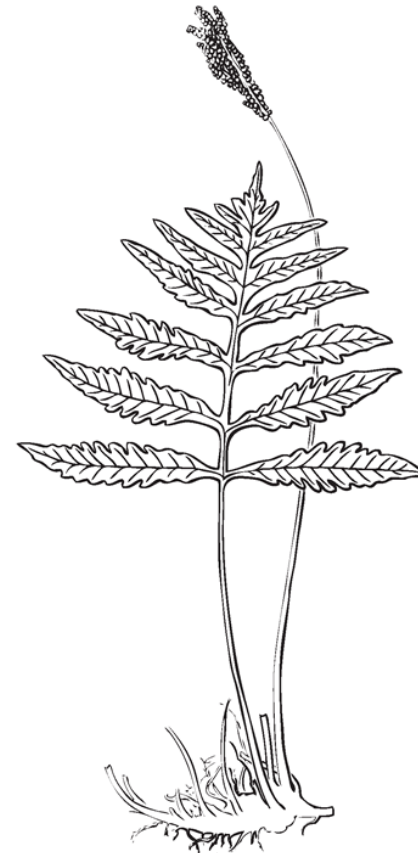


# Techniques de stabilisation de berge

## Techniques végétales de stabilisation de berge

### Techniques linéaires de pied de berge

- Boudins d'hélophytes (coir log)
- Tressage
- Fascines
- Peigne

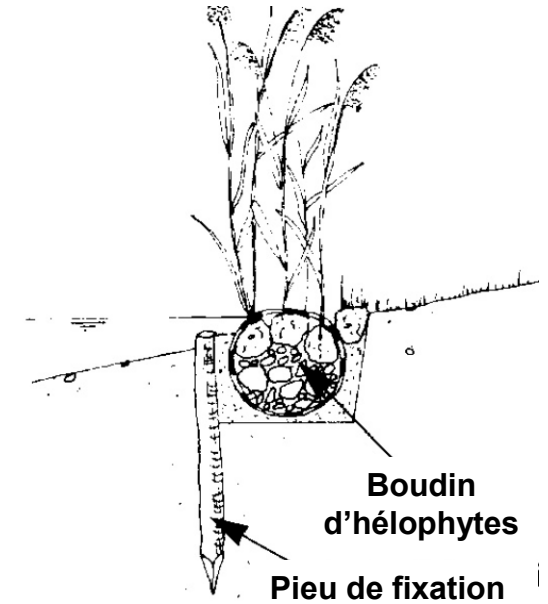




# Techniques de stabilisation de berge



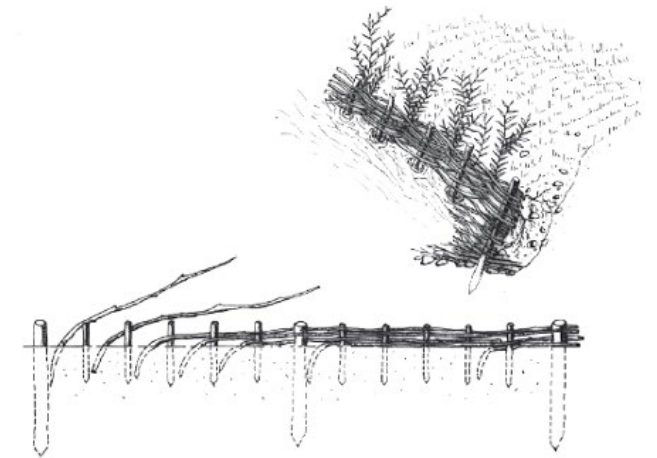
## Boudin d'hélophytes ou *coir log*



# Techniques de stabilisation de berge



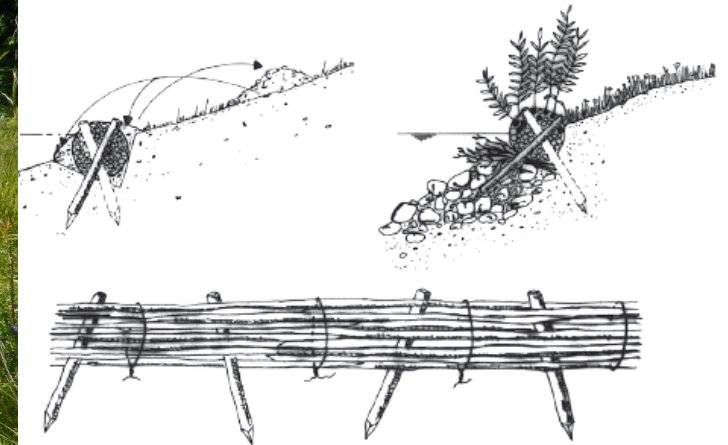
## Tressage



# Techniques de stabilisation de berge



## Fascine

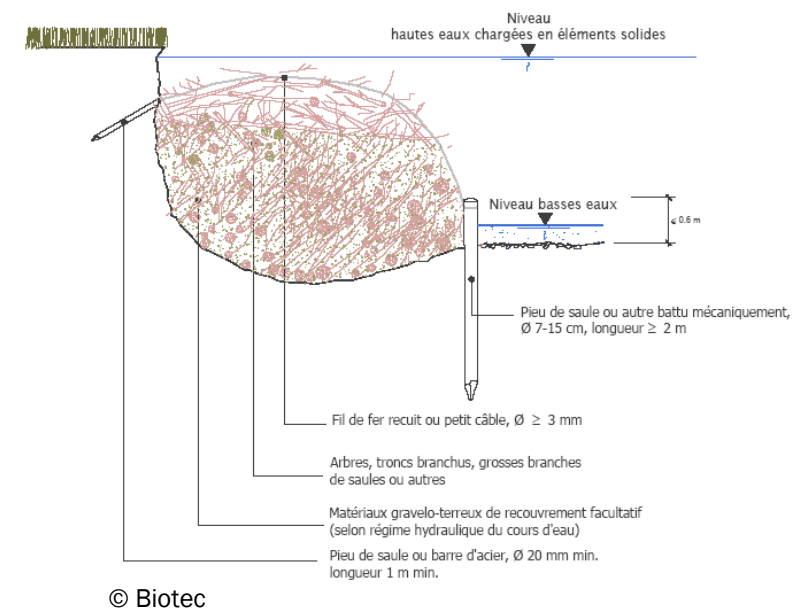


© Zeh 2007



# Techniques de stabilisation de berge

## Peigne végétal





# Techniques de stabilisation de berge

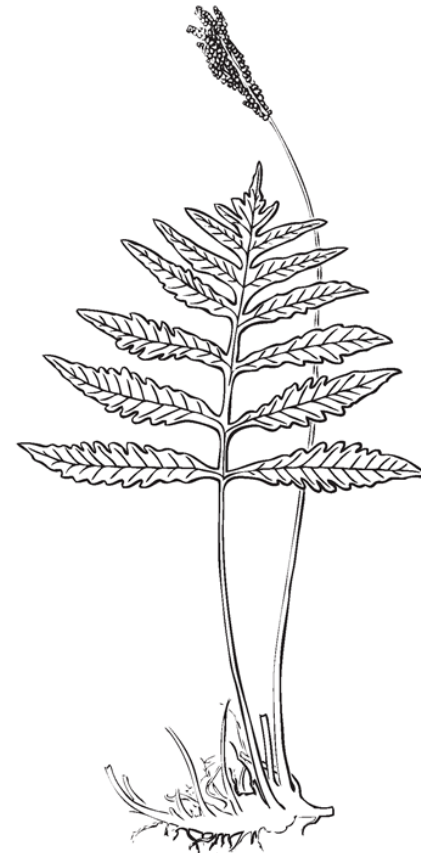
## Techniques végétales de stabilisation de berge

### Techniques linéaires de pied de berge

- Boudins d'hélophytes (coir log)
- Tressage
- Fascines
- Peigne

### Techniques surfaciques

- Ensemencement & plantations
- Couches de branches à rejet
- Matelas de branches
- Lits de plants et plançons
- Caissons végétalisés



# Techniques de stabilisation de berge



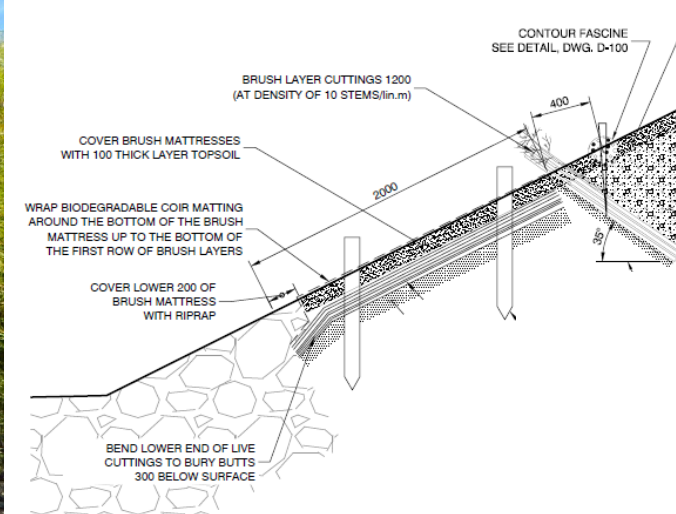
## Ensemencement & plantations





# Techniques de stabilisation de berge

## 🌿 Couches de branches à rejet

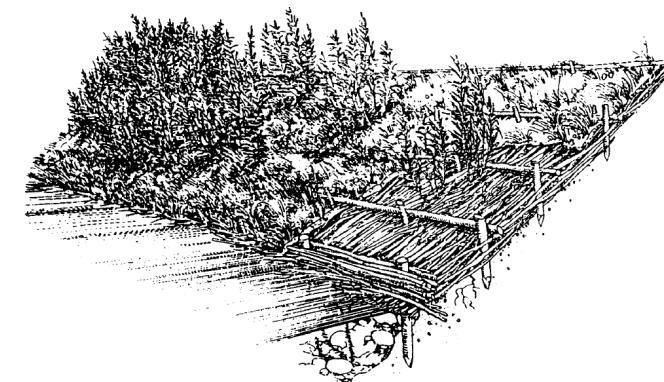


© Terra Erosion Control



# Techniques de stabilisation de berge

## 🌿 Matelas de branches



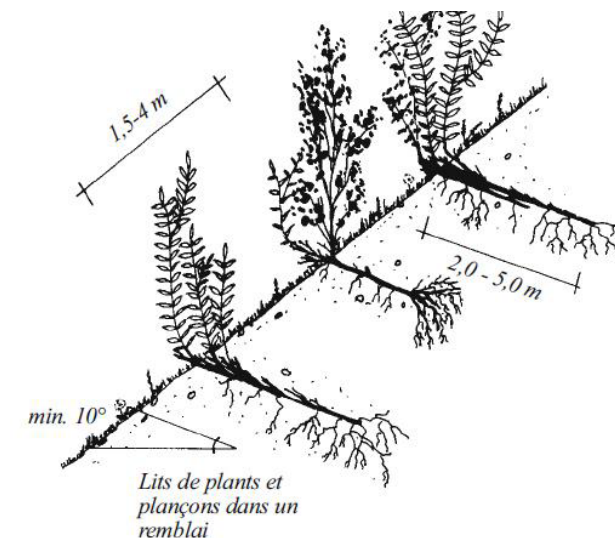
© Terni, 2003





# Techniques de stabilisation de berge

## Lits de plants et plançons

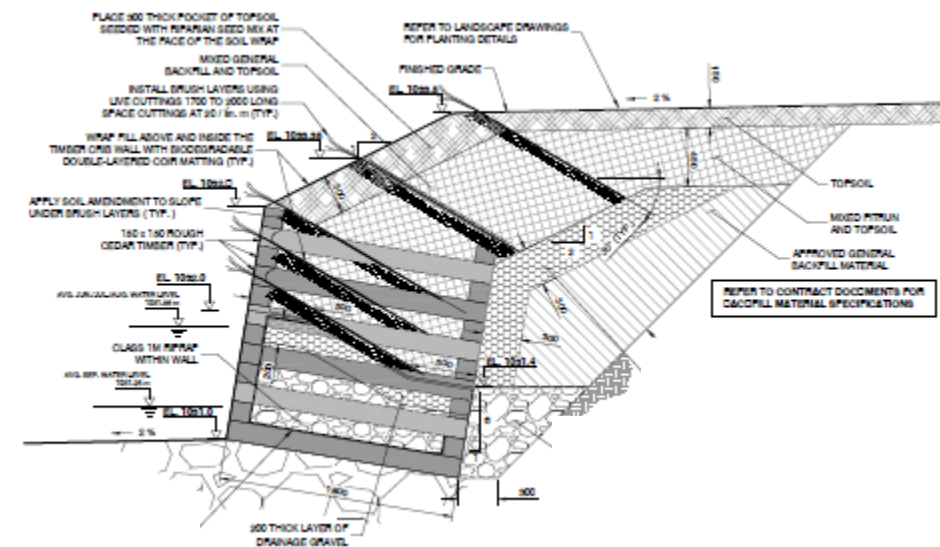


© Aqua Terra Solutions



# Techniques de stabilisation de berge

## Caissons végétalisés

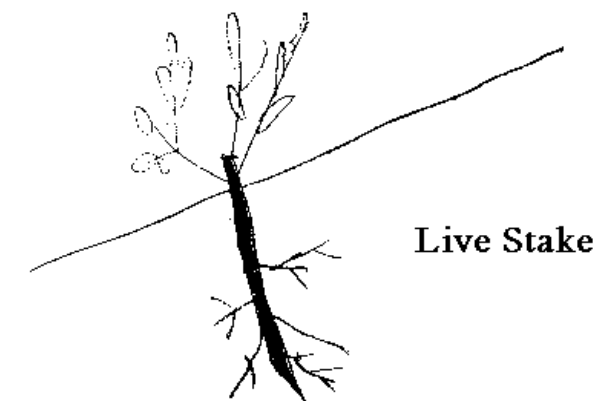


© Terra Erosion Control



# Techniques de stabilisation de berge

## Pieux vivants





# Techniques de stabilisation de berge

## Combinaisons de techniques



Pied de berge

Fascines

Fascine

Tressage

Caissons végétalisés

Enrochement de pied de berge

Enrochement de pied de berge

Partie supérieure de la berge

Boutures + ensemencement

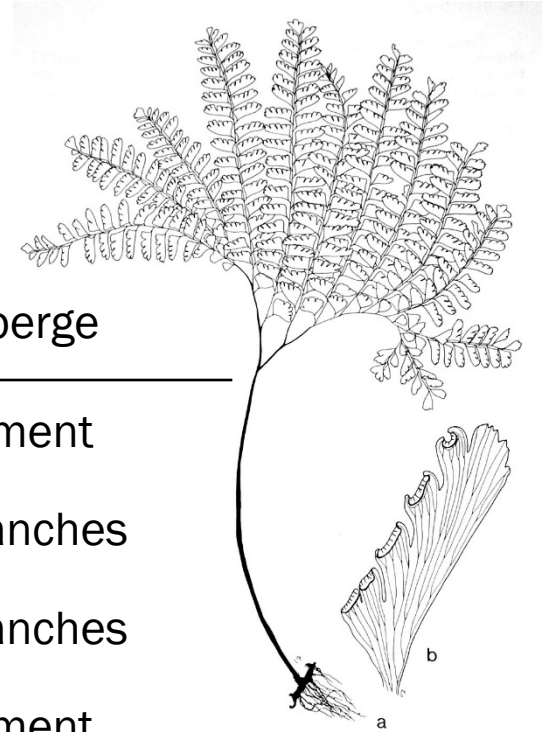
Matelas / Couches de branches

Matelas / Couches de branches

Boutures + ensemencement

Matelas / Couches de branches

Lits de plants et plançons





# Techniques de stabilisation de berge

## *Biodiversité dans les enrochements*

- 🌿 Pourquoi ?
  - 🌿 Résistance mécanique
  - 🌿 Intégration paysagère
  - 🌿 Biodiversité
  - 🌿 Lutte aux EVEC





# Techniques de stabilisation de berge

## *Biodiversité dans les enrochements*

### 🌿 Comment ?

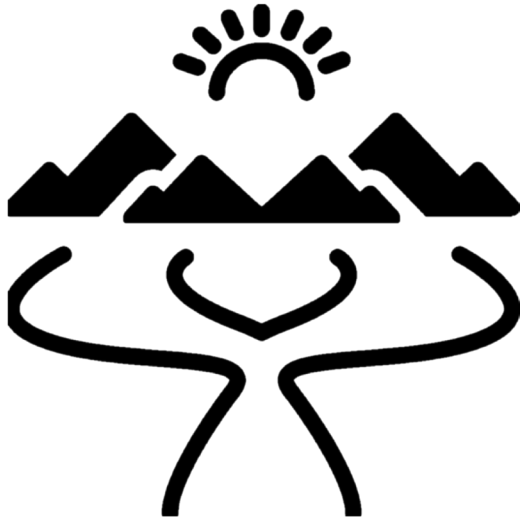
- 🌿 Insertion de boutures dans les interstices (ou par forage)
- 🌿 Utilisation de lits de plants et plançons
- 🌿 Comblement des interstices et ensemencement (pelle ou lance)
- 🌿 Terre ensemencée sur le haut de berge



© Pierre Raymond



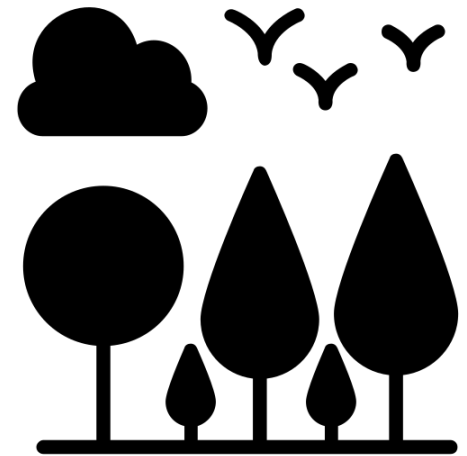
# Techniques de stabilisation de berge



Modèles naturels

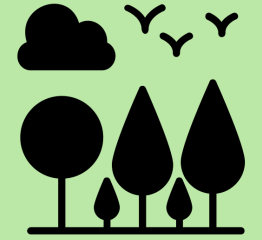


Physionomie



Diversité végétale <sup>47</sup>

# Diversité végétale

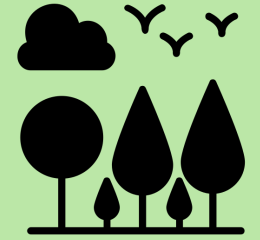


Constat: nombre restreint de saules arbustifs utilisés couramment en génie végétal et en plantation en berge

- 🌿 Grande difficulté d'identifier les saules arbustifs (critères obsolètes, hybridation, phénologie des caractères)
- 🌿 Absence de diversité en pépinière
- 🌿 Aucune donnée sur la capacité d'autres saules à bouturer et à croître rapidement



# Diversité végétale



## Traits des espèces

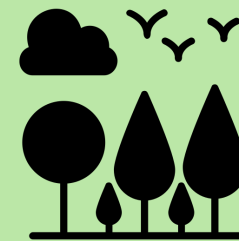
- 🌿 Fortes capacités de régénération
- 🌿 Vitesse de croissance élevée (parties aériennes et souterraines)
- 🌿 Rapport de biomasse  $\frac{\text{aérienne}}{\text{Souterraine}}$  en faveur des racines
- 🌿 Port multitiges
- 🌿 Parties souterraines denses et profondes

→ Espèces pionnières avec de fortes capacités de bouturage et une affinité pour les milieux humides

💡 Trait fonctionnel: Caractéristique morpho-physio-phénologique mesurable à l'échelle de l'individu, sans référence à l'environnement



# Diversité végétale



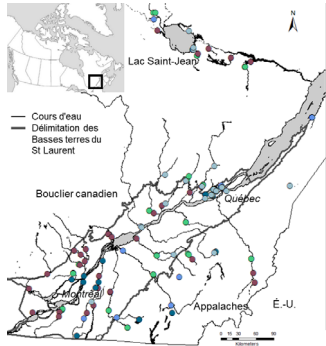
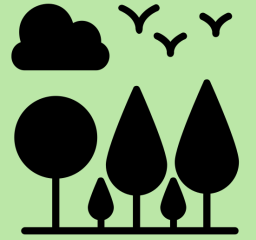
## Choix des espèces

- 🍃 Famille des *Salicaceae*, genre *Salix* & *Populus*
- 🍃 Monde : entre 300 & 500 espèces (forte hybridation, polymorphisme)
- 🍃 Québec : **25 espèces de saules arbustifs indigènes (MH)**
- 🍃 Graines petites, faible longévité
- 🍃 Taux de croissance très rapide (0,5 à 1 m)
- 🍃 Tolérance à l'anaérobiose prolongée
- 🍃 Capacité de multiplication par fragments et drageons



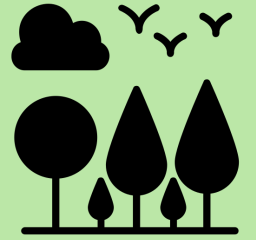
Salix spp.

# Diversité végétale



Espèce	Pied de berge		Milieu de berge		Haut de berge	
	Fréq.	Abond.	Fréq.	Abond.	Fréq.	Abond.
<b>Salix bebbiana</b>	7	10%	3	7%	7	5%
<b>Salix discolor</b>	6	16%	3	3%	6	4%
<b>Salix eriocephala</b>	18	16%	16	23%	7	7%
<b>Salix interior</b>	7	7%	4	8%	0	0%
<b>Salix lucida</b>	0	0%	0	0%	1	10%
<b>Salix pellita</b>	4	6%	2	18%	1	6%
<b>Salix pentandra*</b>	3	9%	1	2%	2	3%
<b>Salix petiolaris</b>	2	2%	0	0%	0	0%
<b>Salix sericea</b>	1	3%	1	6%	1	4%
<b>Salix triandra*</b>	0	0%	1	10%	1	6%

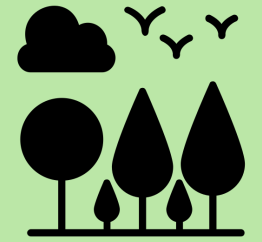
# Diversité végétale



## Approvisionnement

- 🌿 Autant que possible, latitudes identiques entre site donneur et site d'implantation
- 🌿 Respecter la concordance entre les périodes de dormance et d'implantation
- 🌿 Approvisionnement:
  - 🌿 En pépinière
  - 🌿 In situ: VASCAN, audits, emprise HQ

# Diversité végétale



© Gilles Ayotte (haut) & Arthur Haines (bas)



# Projets



🌿 Restauration de berge: diversification des espèces et des techniques



Travail de la berge :  $N_{\text{moyen}}$  et  $Q_2$

Sélection des espèces : inventaires

Implantation de pieux vivants (tests de reprise, croissance et résistance) et tests de boutures de myrique baumier

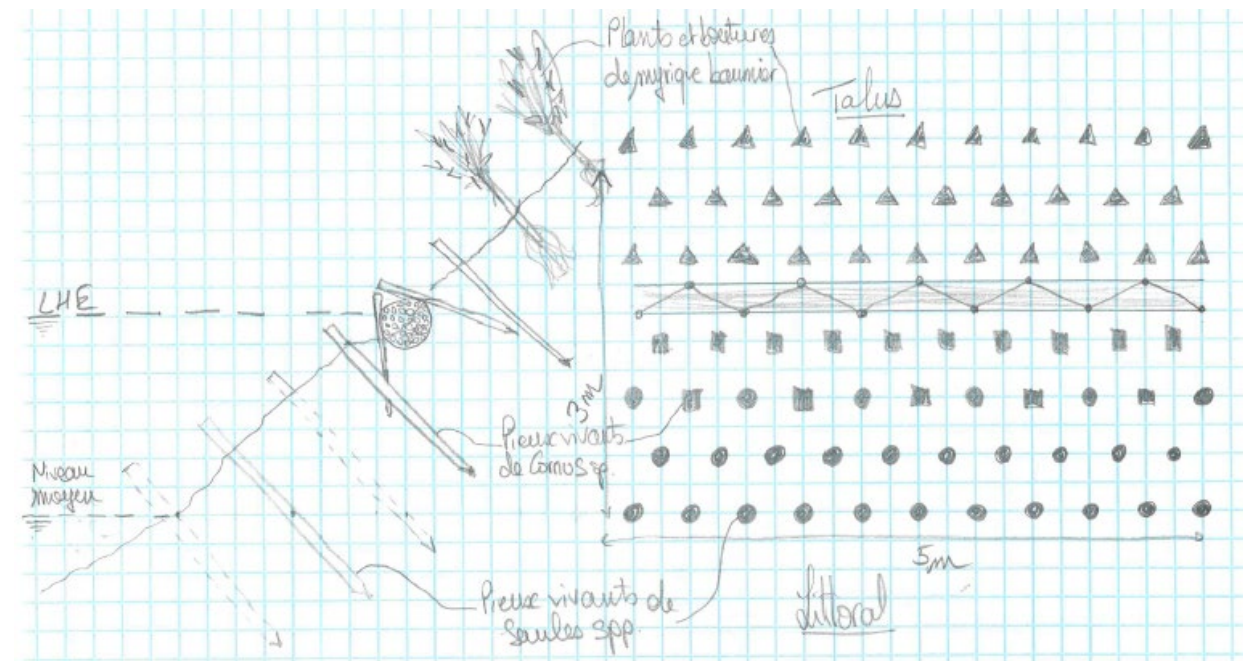
# Projets



- 🌿 Restauration de berge: diversification des espèces et des techniques

Implantation de 4 techniques sur la base des modèles :

- Boudins d'hélophytes
- Pieux vivants
- Fascines
- Plants / boutures



4 espèces d'hélophytes : *Carex*, *Pontederia*, *Bolboschoenus*, *Spartina*  
4 espèces d'arbustes : *Salix* spp., *Cornus*, *Myrica*

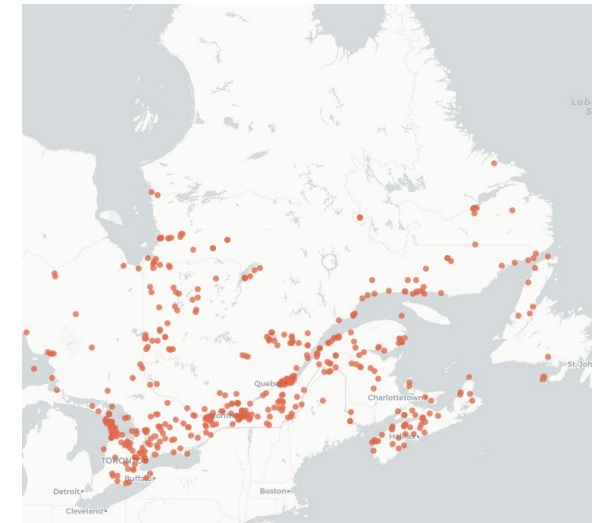
# Projets



🌿 Évaluation du potentiel de bouturage de *Salix* spp.

Sélection d'espèces arbustives de saules répandues dans le sud du Québec et Montréal

Tests de la capacité de reprise et de croissance en conditions semi-contrôlées

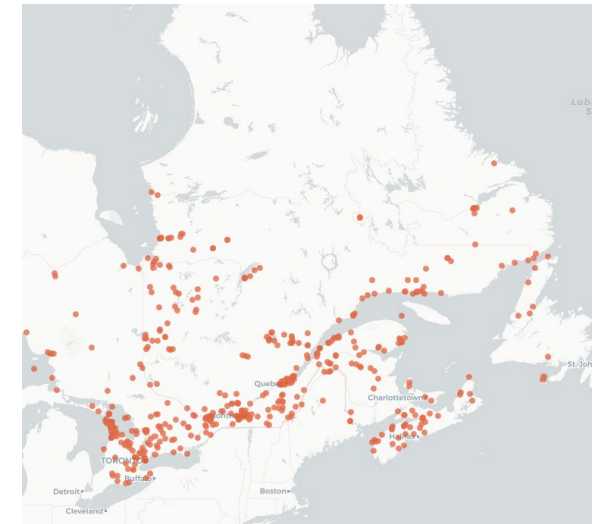




# Projets



## 🌿 Évaluation du potentiel de bouturage de *Salix* spp.





# Conclusion

Comment améliorer la biodiversité en aménagement de berge ?

## *Génie végétal*

- 🌿 Prendre en compte les modèles naturels et la composition du BV
  - 🌿 Ex : Mettre à profit des techniques qui favorise le trappage de sédiments et le recrutement des espèces hydrochores si fort transport solide



# Conclusion

Comment améliorer la biodiversité en aménagement de berge ?

## *Génie végétal*

🌿 Dès l'implantation de l'ouvrage, dans le choix des espèces

🌿 ↗ des espèces = ↗ des niches + ↗ des fonctions de stabilisation

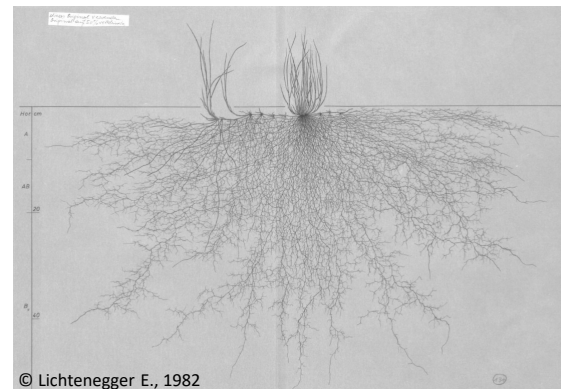
🌿 Effet tapis



🌿 Effet peigne



🌿 Cohésion des particules de sol



© Lichtenegger E., 1982



🌿 Stabilisation des couches profondes

# Conclusion



Comment améliorer la biodiversité en aménagement de berge ?

## *Génie végétal*

- 🌿 Dès l'implantation de l'ouvrage, dans le choix des espèces
  - 🌿 ↗ des espèces = ↗ des niches + ↗ des fonctions de stabilisation
- 🌿 Au Québec, trois espèces de salicacées utilisées (+  $\approx$  *Cornus sericea*)
  - 🌿 *Salix interior*
  - 🌿 *Salix eriocephala*
  - 🌿 *Salix discolor*

# Conclusion



Comment améliorer la biodiversité en aménagement de berge ?

## *Génie végétal*

- 🌿 Prendre en compte les modèles naturels et la composition du BV
- 🌿 Dès l'implantation de l'ouvrage, dans le choix des espèces
- 🌿 Diversifier les espèces dans la végétalisation du pied et du haut de berge dans les deux strates



# Merci !

Maxime Tisserant, biol., Ph. D.

✉ [maxime.tisserant.1@gmail.com](mailto:maxime.tisserant.1@gmail.com)

