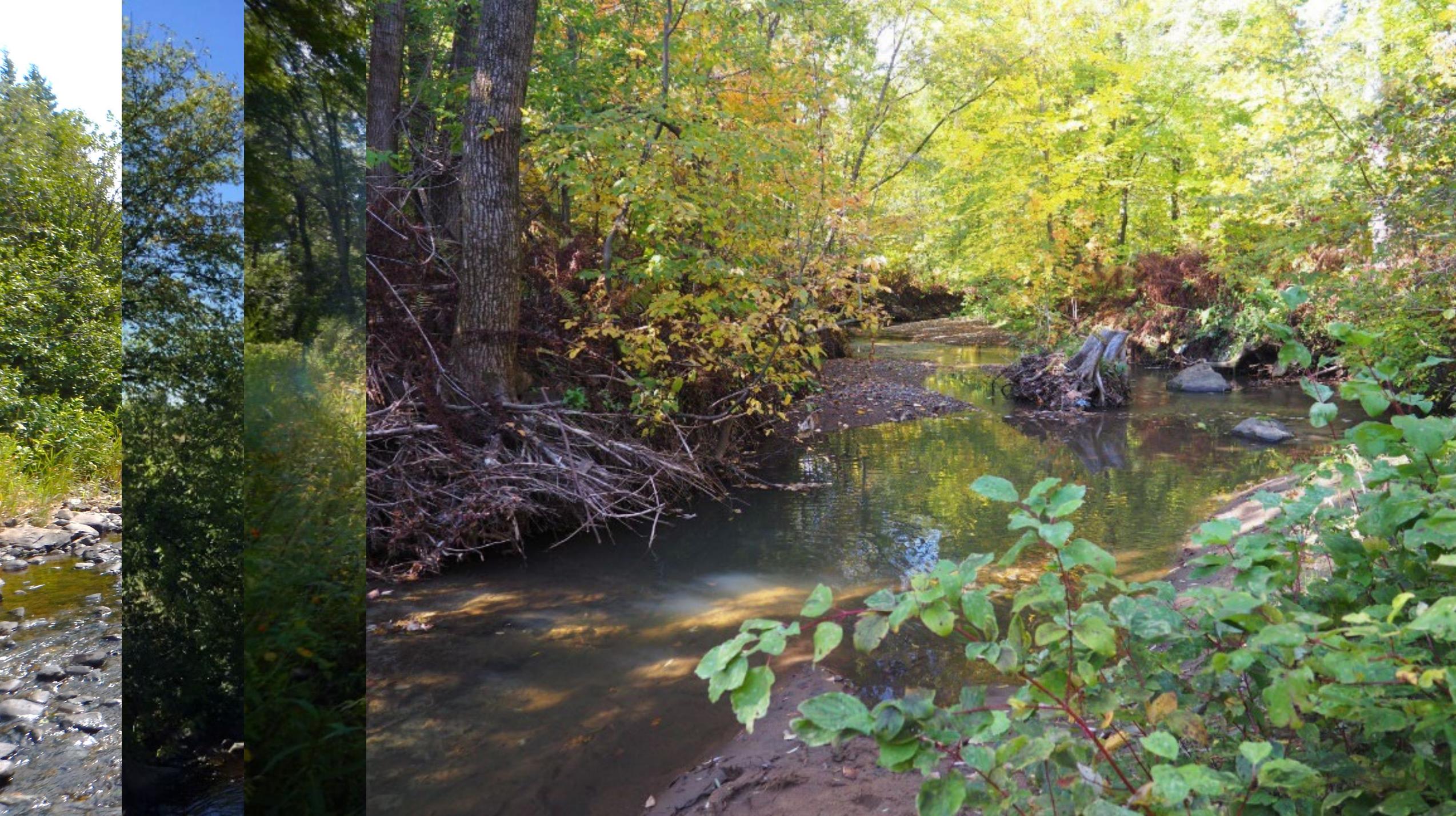




Maximiser la biodiversité dans les ouvrages de génie végétal

Les phytotechnologies pour la stabilisation des berges
14 février 2024

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



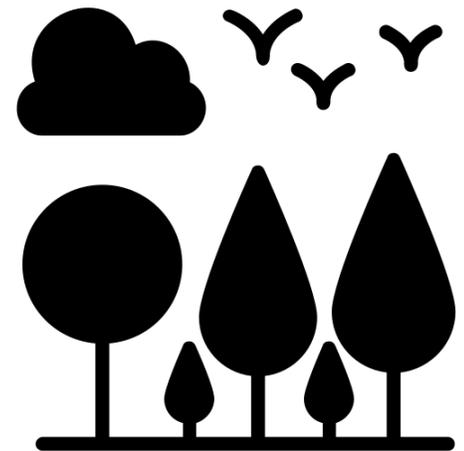
Introduction



+



+



Introduction



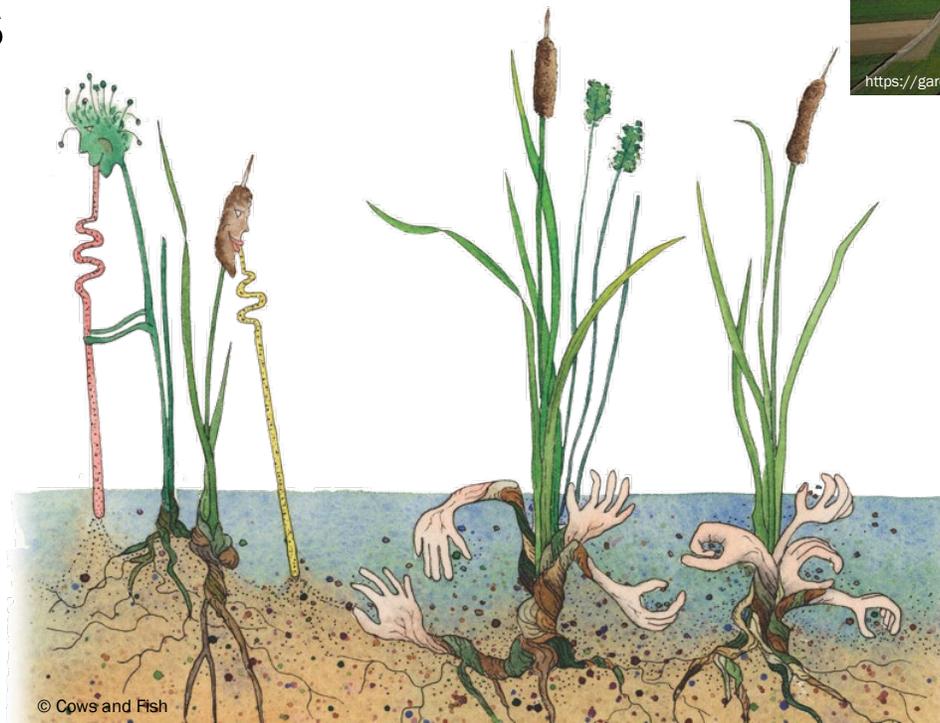
- 🌿 Variété d'habitats
- 🌿 Régimes de perturbation
- 🌿 Flux d'espèces, de matière et d'énergie

Contexte



Fonctions écologiques des milieux riverains

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

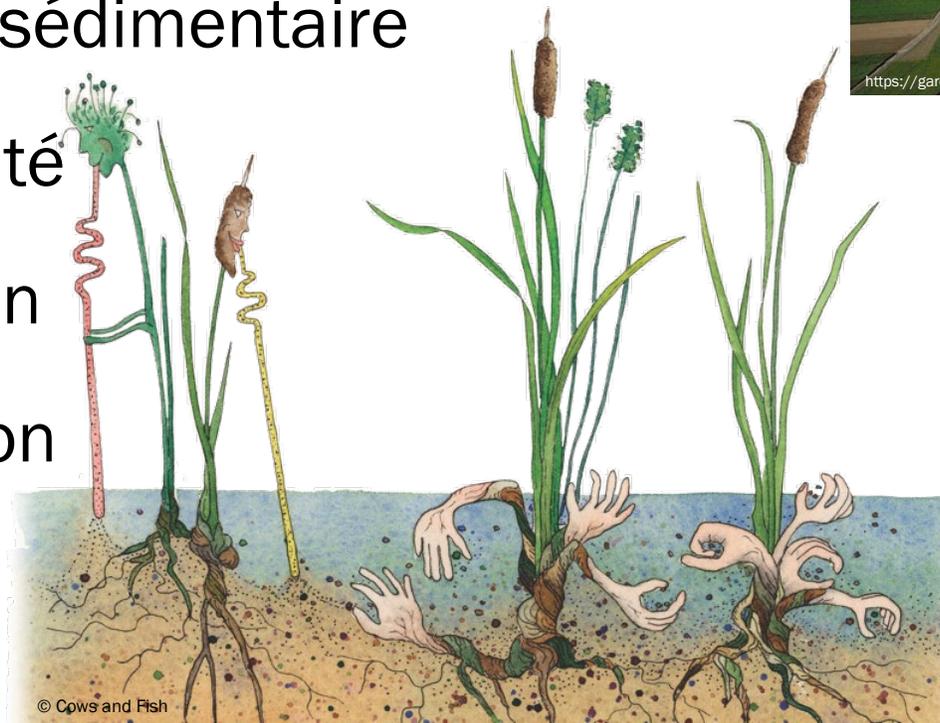


Contexte



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



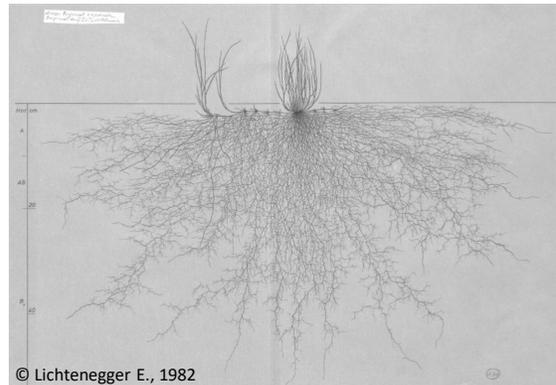
Contexte



🌿 Stabilisation des couches profondes



🌿 Cohésion des particules de sol



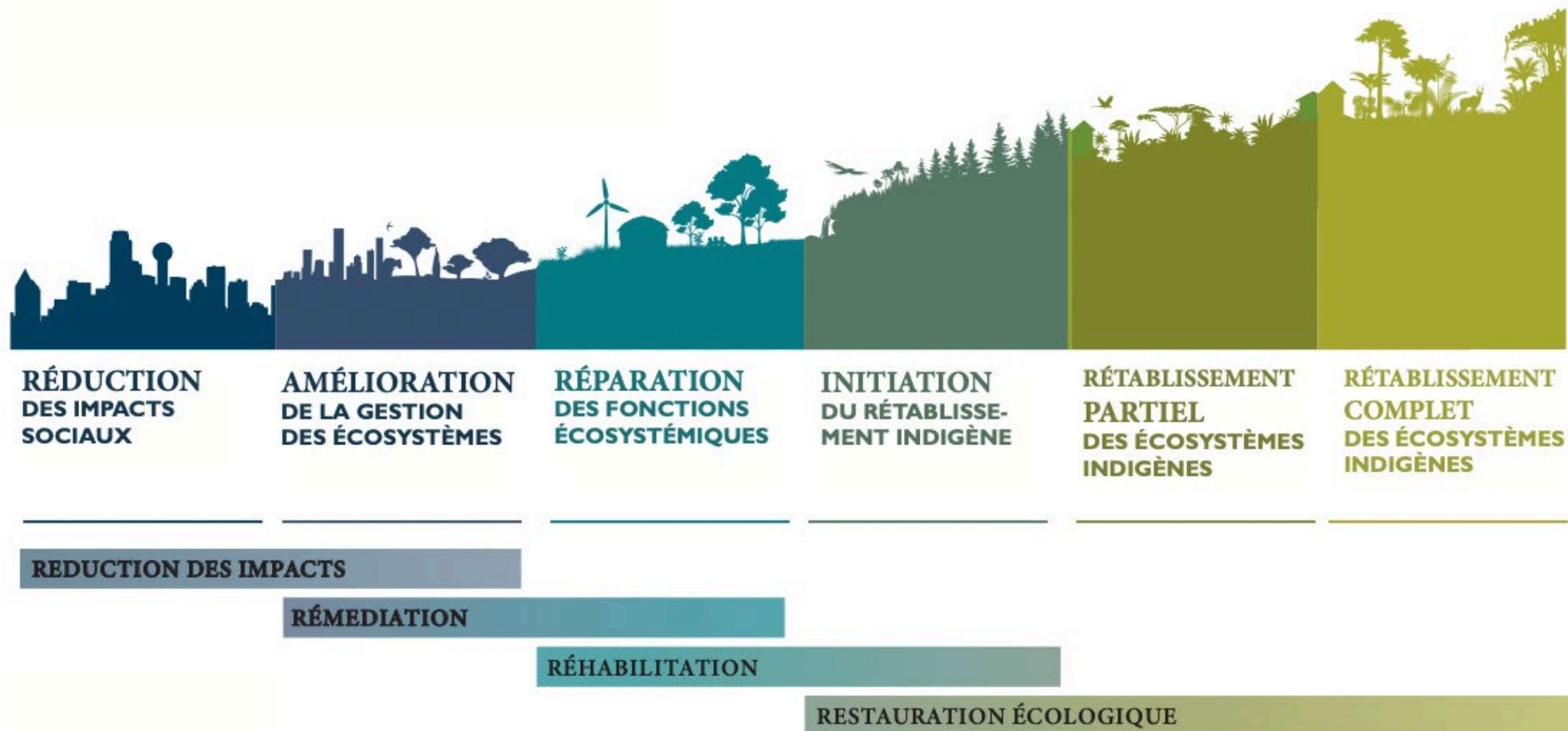
🌿 Effet peigne



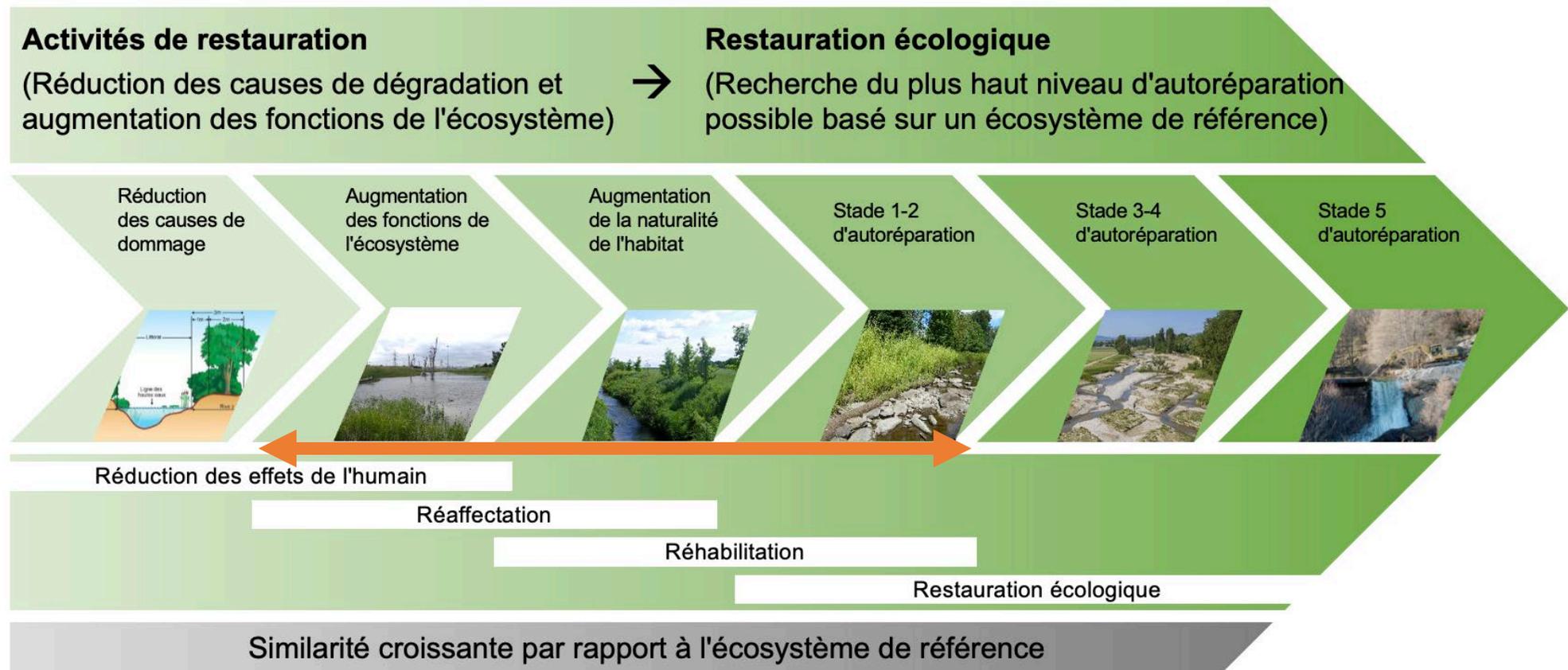
🌿 Effet tapis



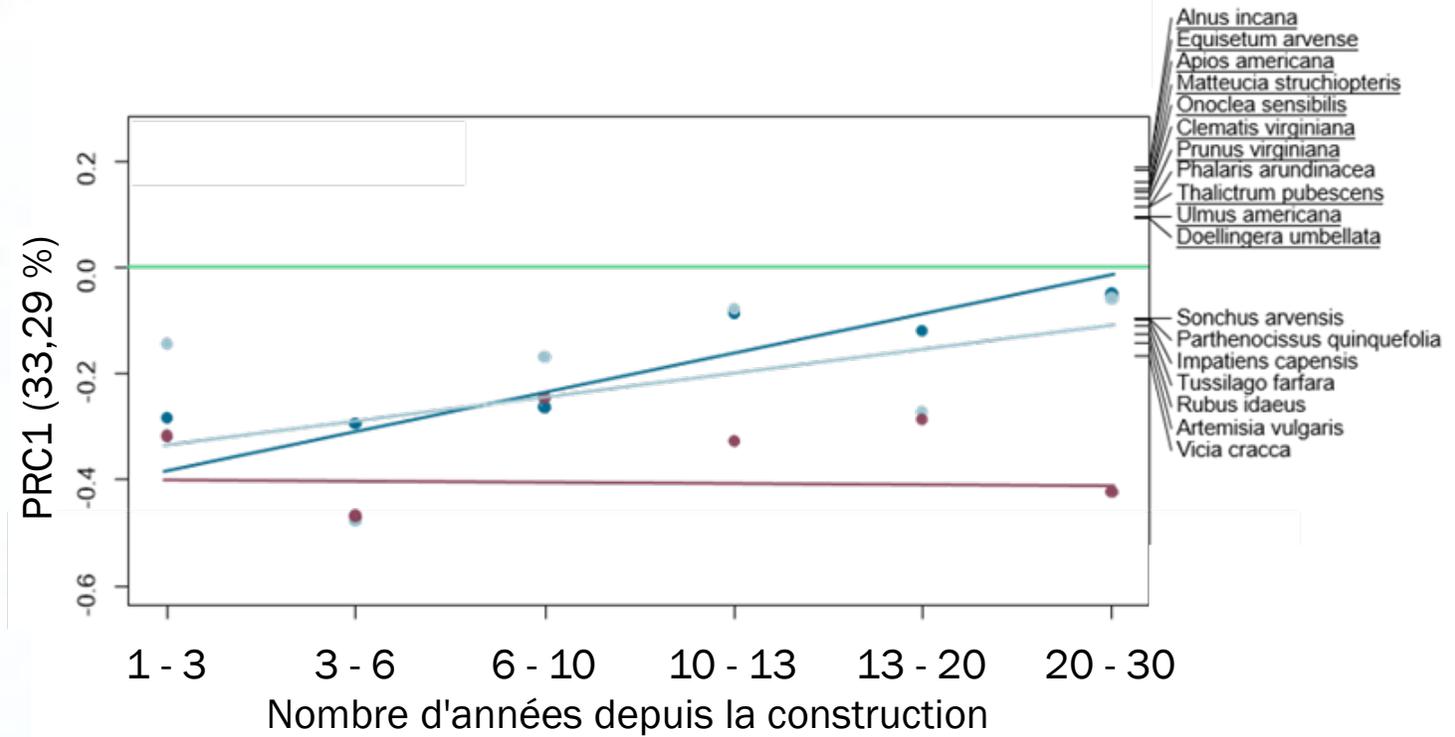
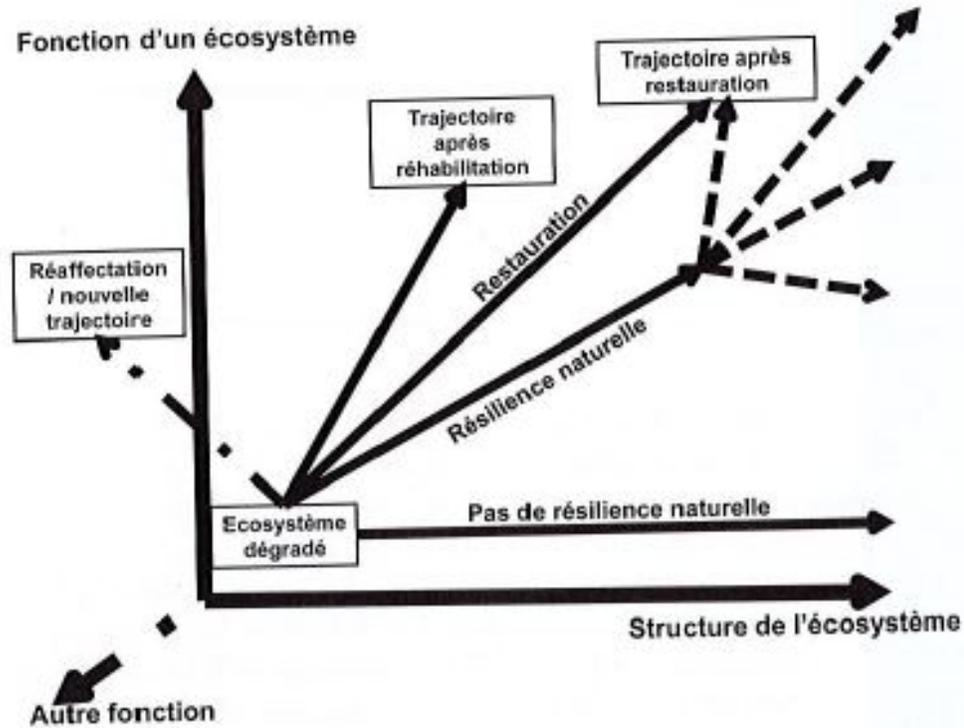
Introduction



Introduction



Introduction



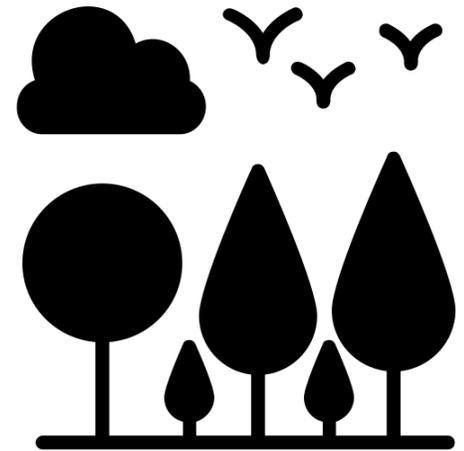
Introduction



Modèles naturels



Physionomie



Diversité végétale ¹¹

Modèles naturels



POURQUOI ?

Modèles naturels



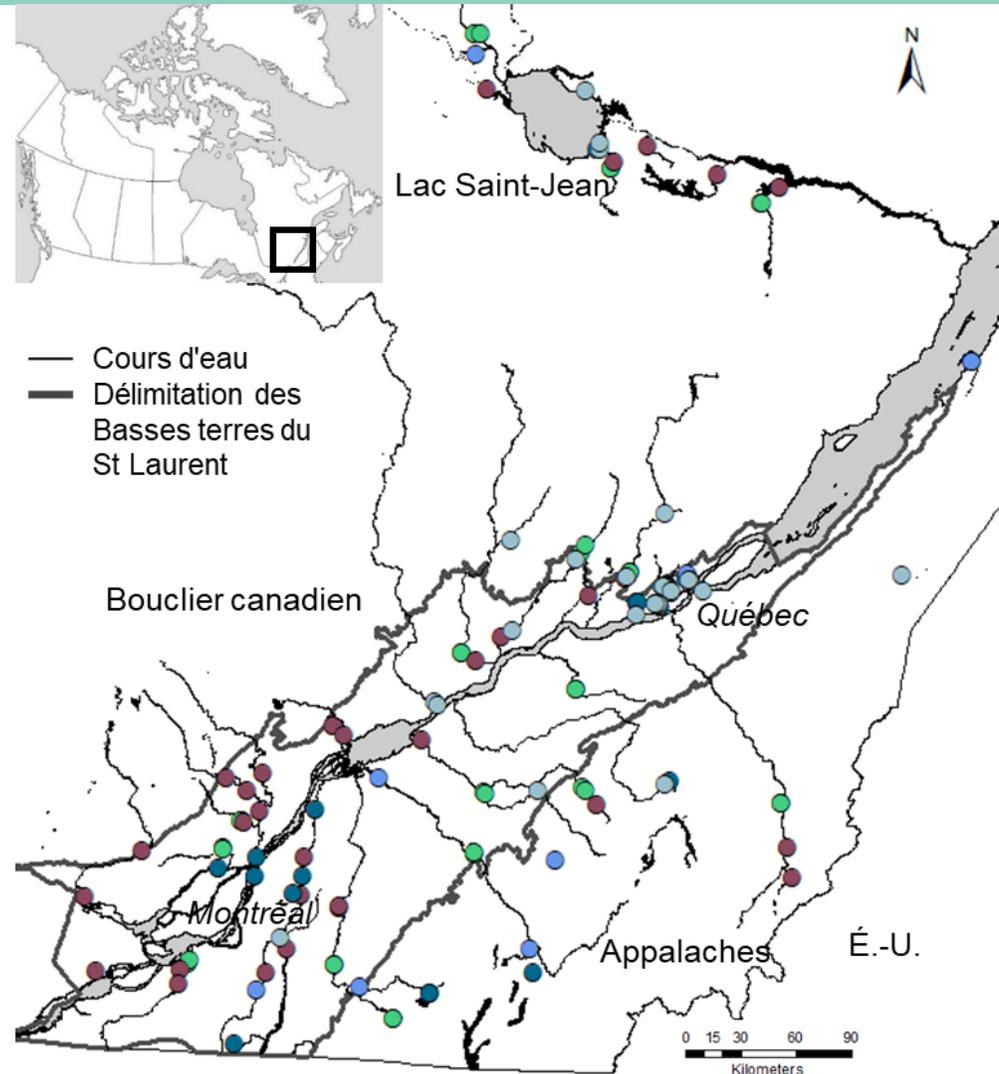
- 🌿 Augmenter le nombre d'espèces candidates
- 🌿 Définir les cibles de restauration
- 🌿 Orienter les métriques de suivi
- 🌿 Identifier les enjeux à la réussite d'un ouvrage

Modèles naturels

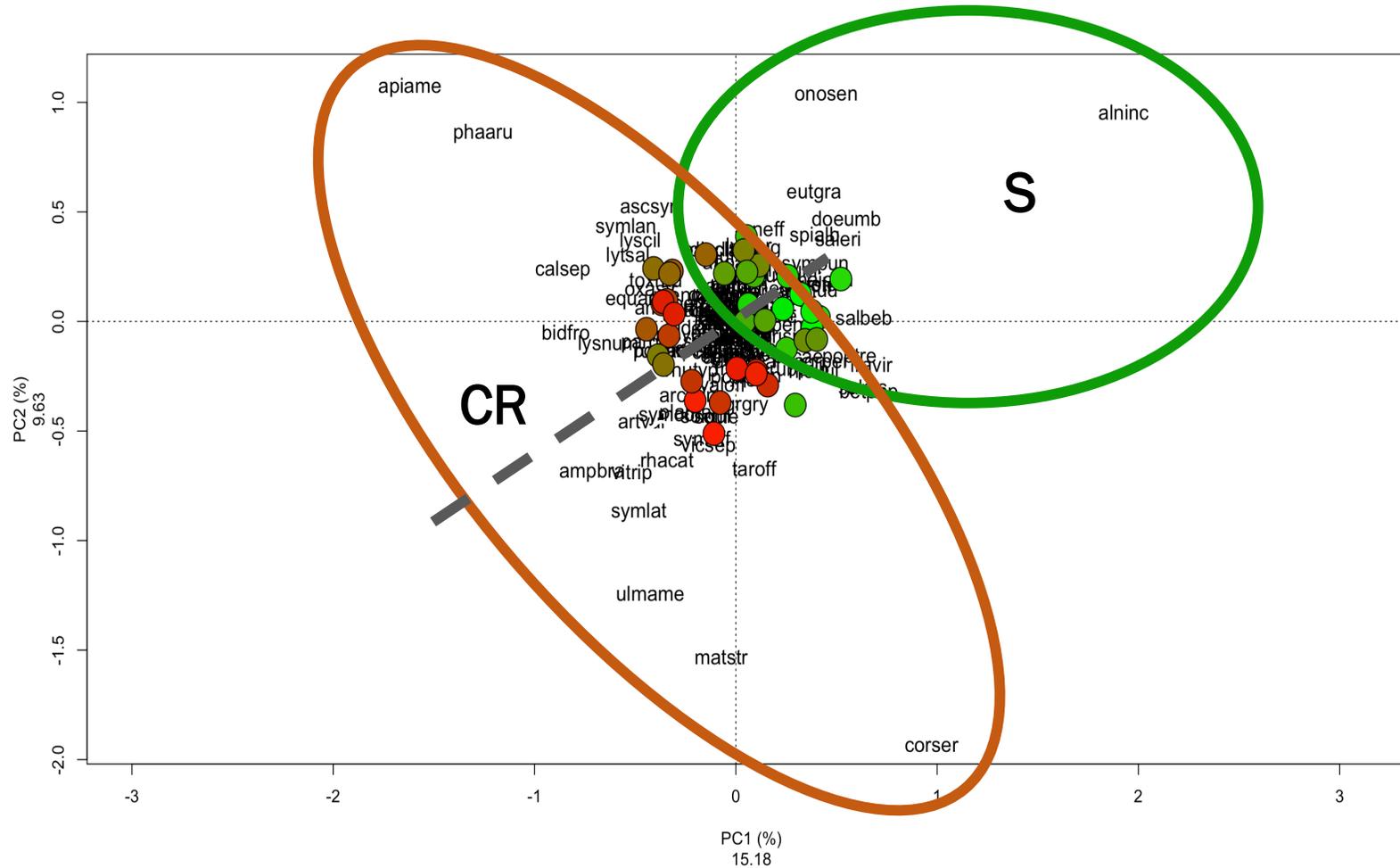


BERGES NATURELLES ?

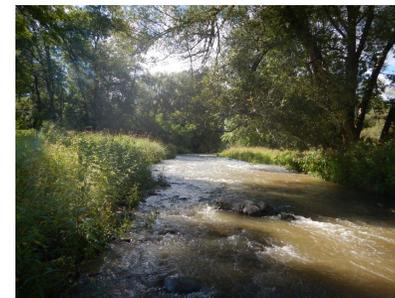
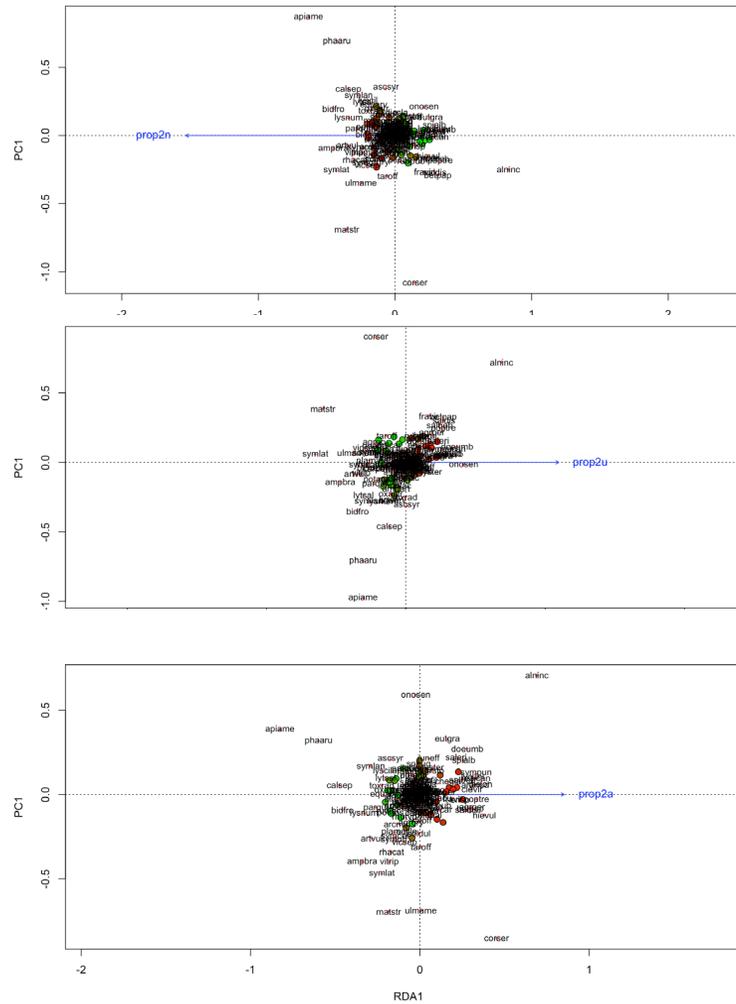
Modèles naturels



Modèles naturels

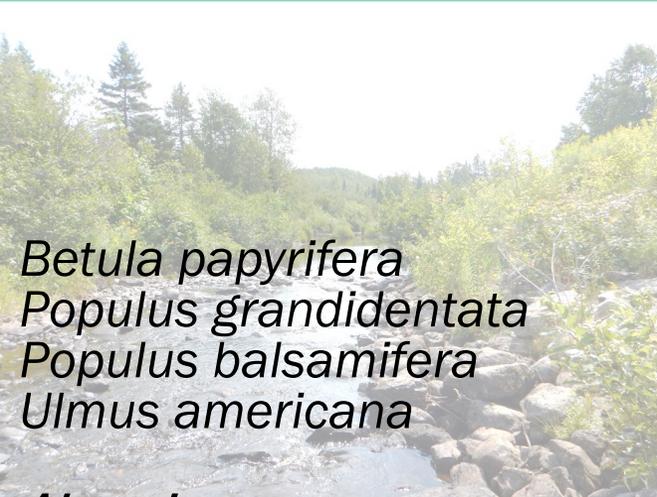


Modèles naturels





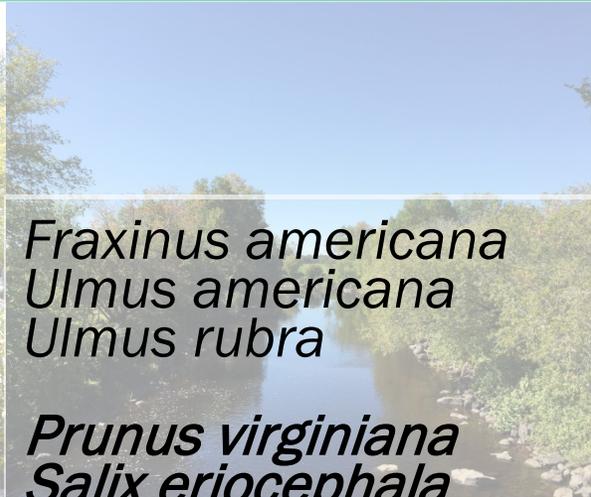
Modèles naturels



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

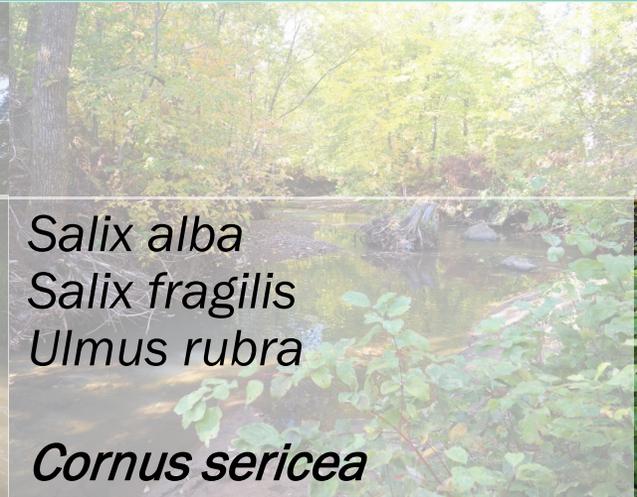
Prunus virginiana
Salix eriocephala
Salix lucida
Spiraea latifolia

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

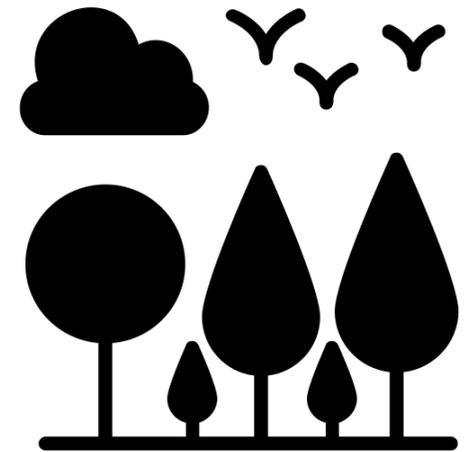
Modèles naturels



Modèles naturels



Physionomie



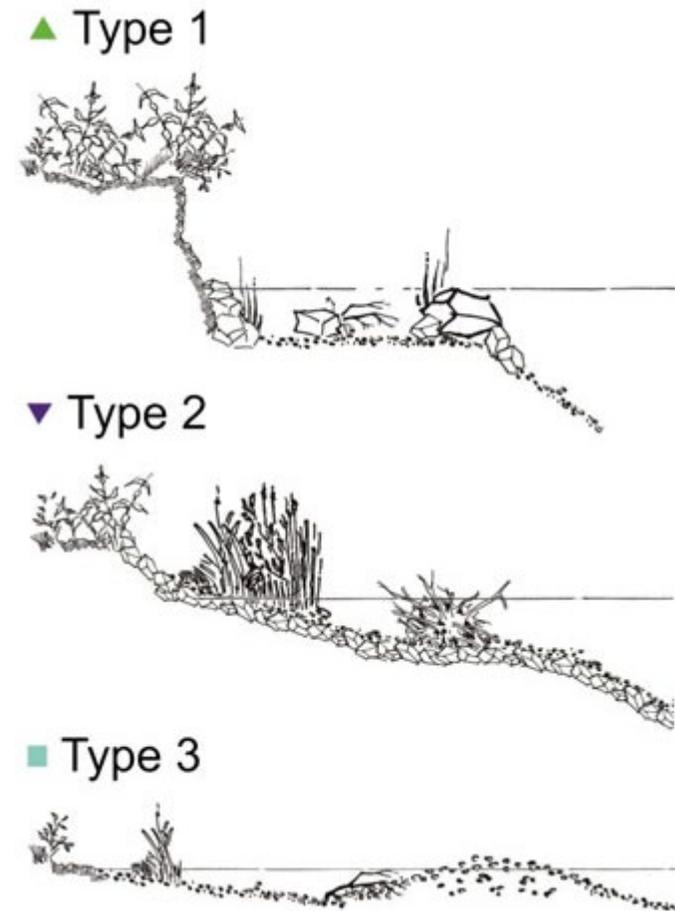
Diversité végétale ³⁰



Techniques de stabilisation de berge

Physionomie des berges

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



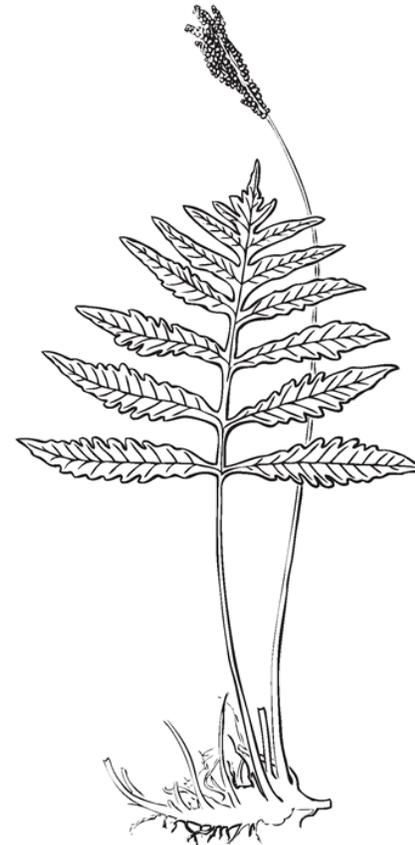


Techniques de stabilisation de berge

Techniques végétales de stabilisation de berge

Techniques linéaires de pied de berge

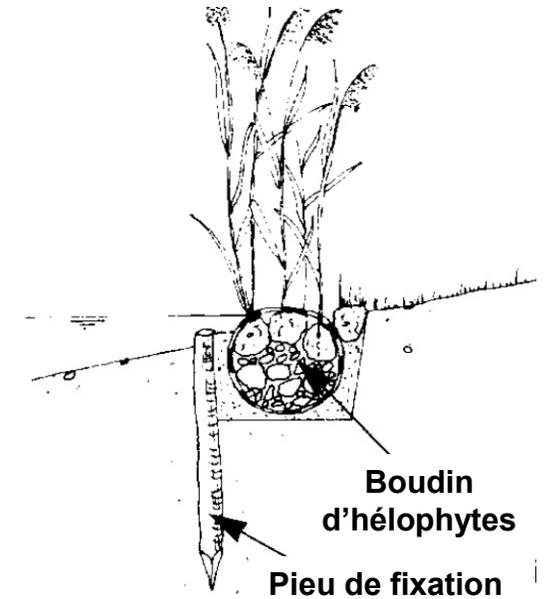
- Boudins d'hélophytes (coir log)
- Tressage
- Fascines
- Peigne



Techniques de stabilisation de berge



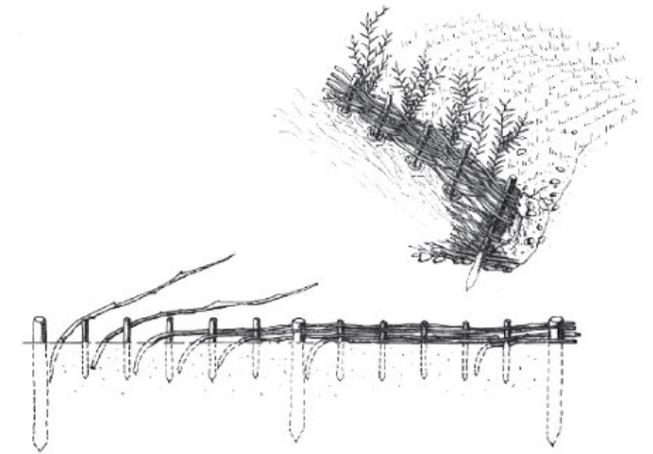
Boudin d'hélophytes ou *coir log*



Techniques de stabilisation de berge



Tressage

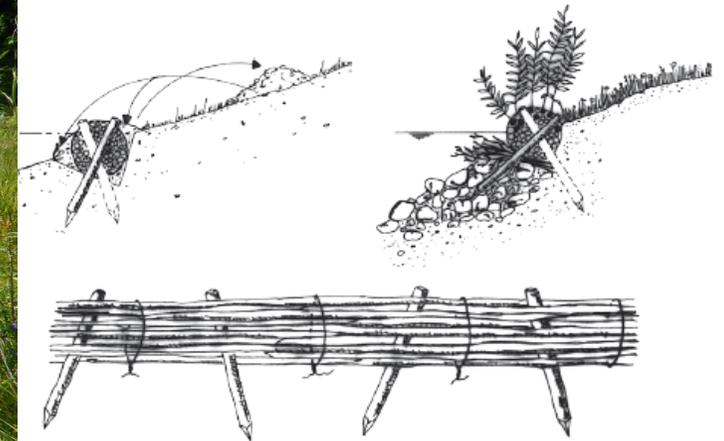


© Zeh 2007

Techniques de stabilisation de berge



Fascine

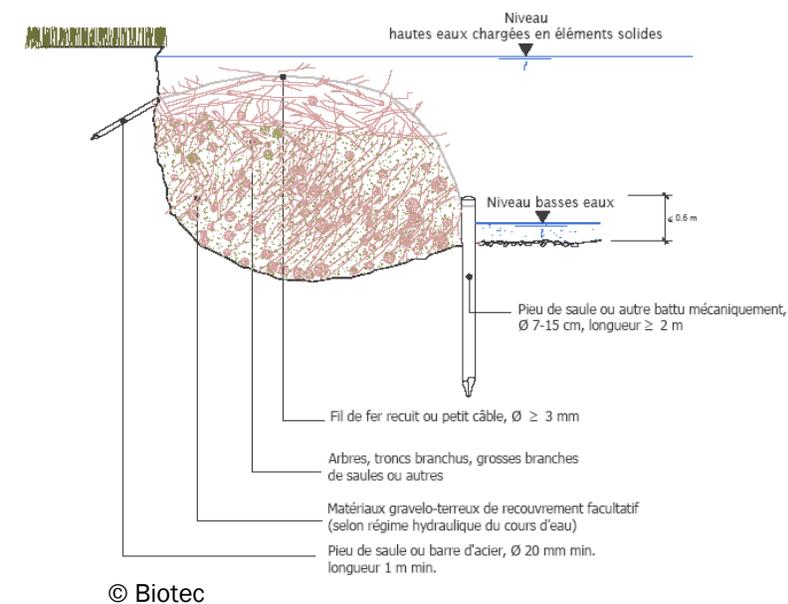


© Zeh 2007



Techniques de stabilisation de berge

Peigne végétal





Techniques de stabilisation de berge

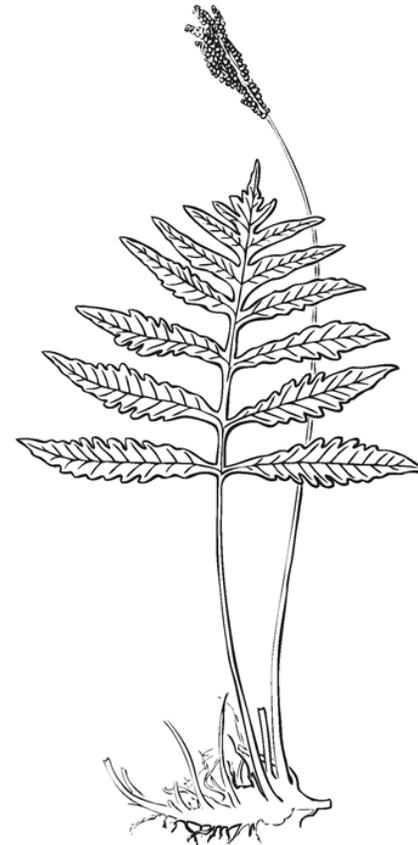
Techniques végétales de stabilisation de berge

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



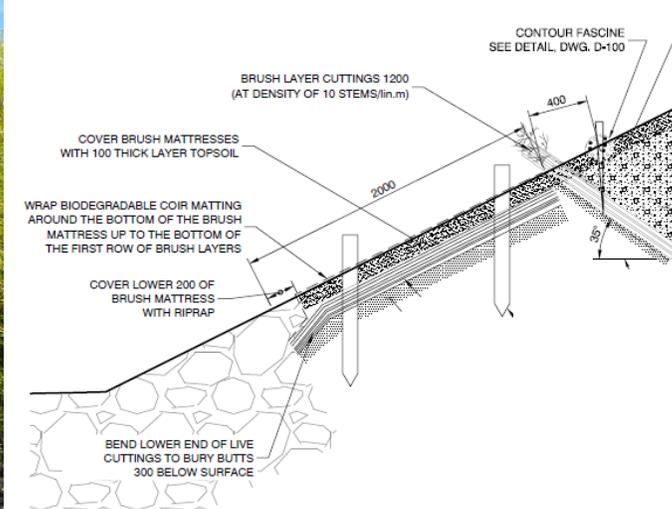
Ensemencement & plantations





Techniques de stabilisation de berge

🌿 Couches de branches à rejet

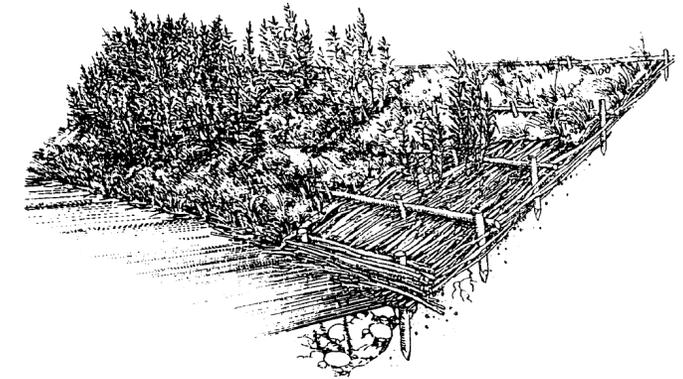


© Terra Erosion Control

Techniques de stabilisation de berge



🌿 Matelas de branches

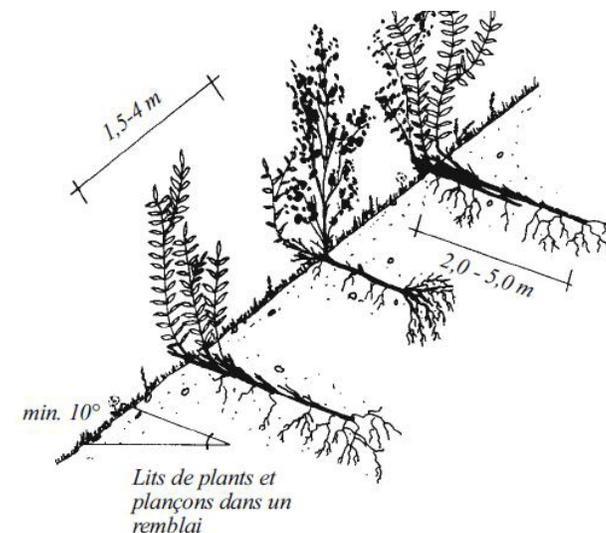


© Terni, 2003



Techniques de stabilisation de berge

Lits de plants et plançons

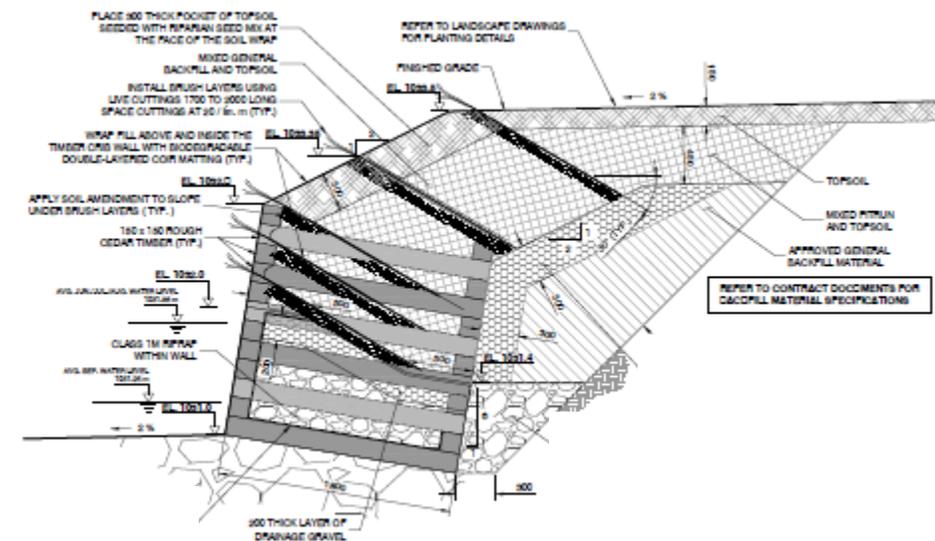


© Aqua Terra Solutions



Techniques de stabilisation de berge

🌿 Caissons végétalisés

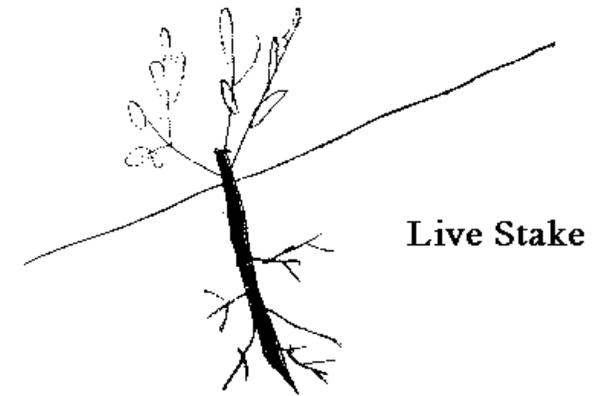


© Terra Erosion Control



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

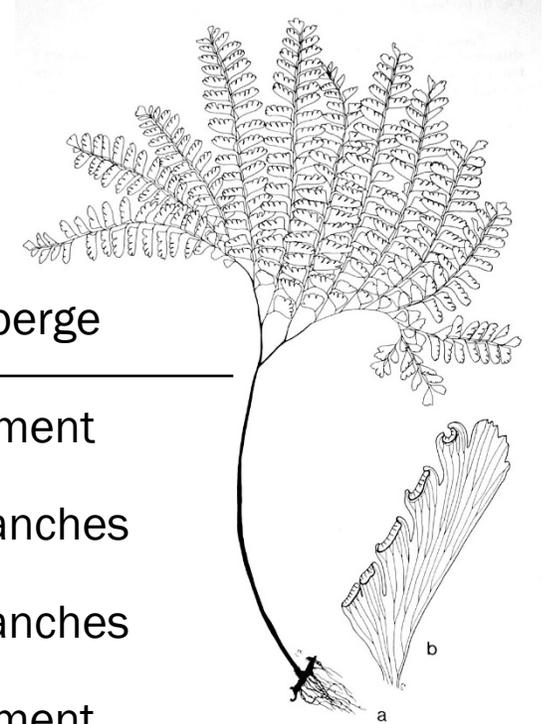
Matelas / Couches de branches

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



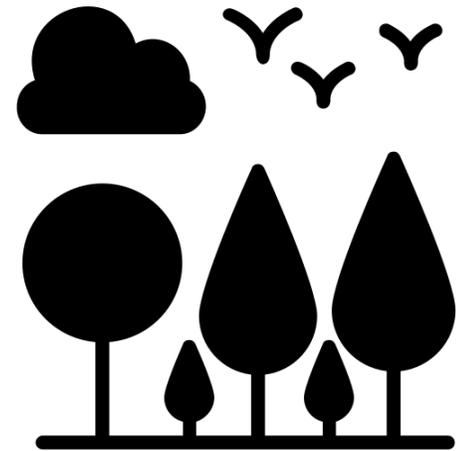
Techniques de stabilisation de berge



Modèles naturels

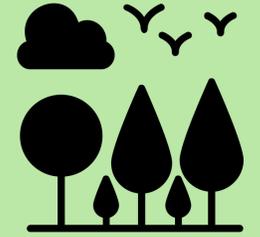


Physionomie



Diversité végétale

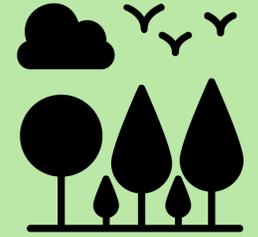
Diversité végétale



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

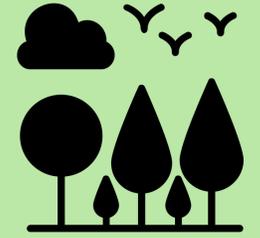
- 🌿 Fortes capacités de régénération
- 🌿 Vitesse de croissance élevée (parties aériennes et souterraines)
- 🌿 Rapport de biomasse $\frac{\text{aérienne}}{\text{Souterraine}}$ en faveur des racines
- 🌿 Port multitiges
- 🌿 Parties souterraines denses et profondes

→ 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



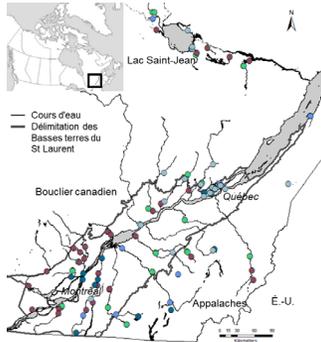
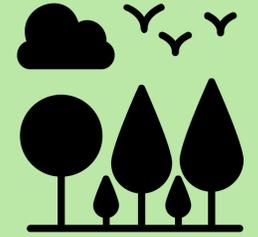
Choix des espèces

- 🌿 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



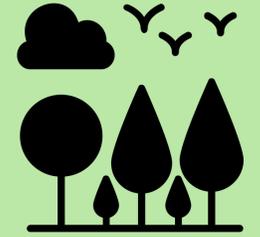
Salix spp.

Diversité végétale



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

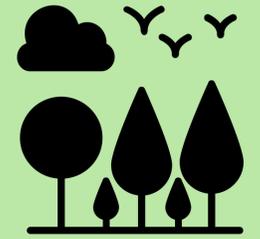
Diversité végétale



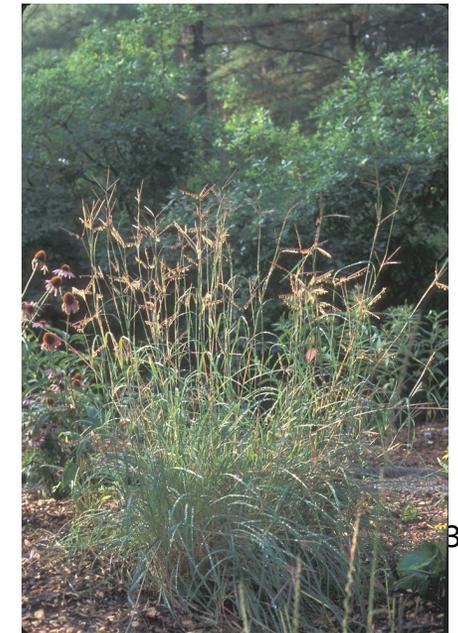
Approvisionnement

- 🌿 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_{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

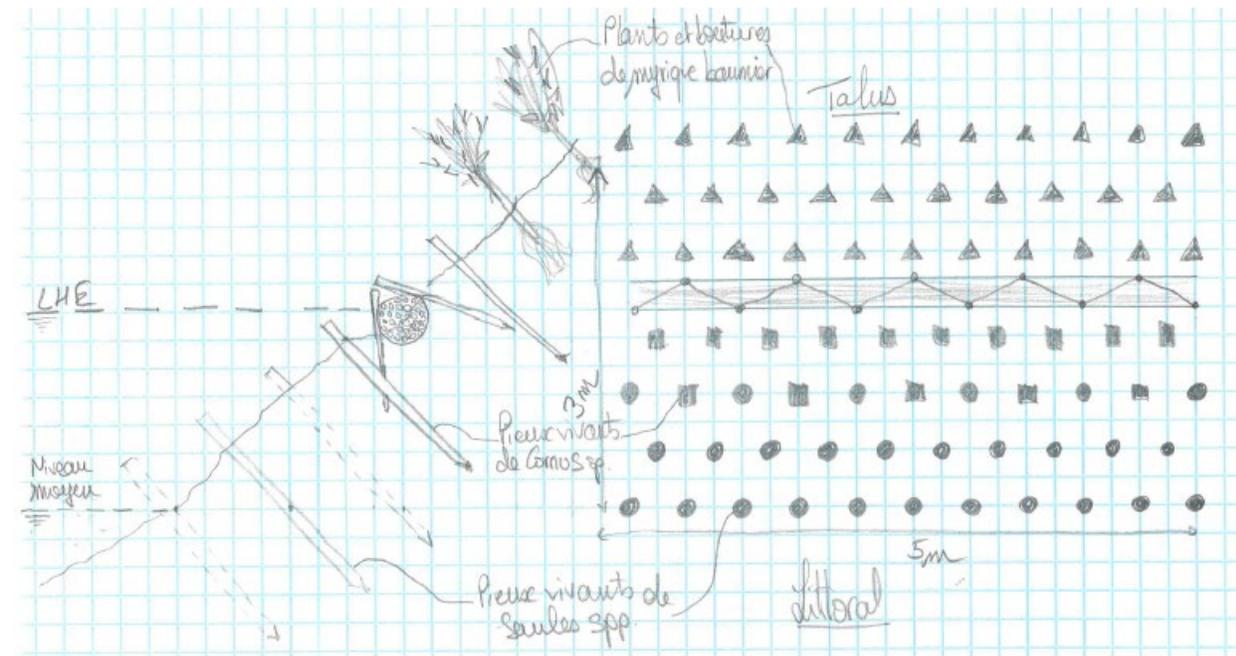
Projets



- 🌿 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

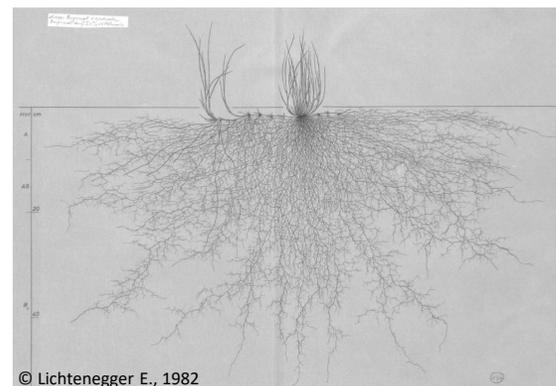
🌿 Effet tapis



🌿 Effet peigne



🌿 Cohésion des particules de sol



🌿 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

