

Les phytotechnologies pour la stabilisation des berges

Principes et applications



© S de Danieli

André Evette, INRAE

Lucie Labbé, AECOM et ACRSD

Maxime Tisserant, Ville de Montréal

Gabriel Charbonneau, AUBIER Environnement



UNIVERSITÉ
LAVAL

SOCIÉTÉ
QUÉBÉCOISE TECHNOLOGIE
DE **PHYTO**

Introduction au génie végétal

André Evette

LESSEM Grenoble



UNIVERSITÉ
LAVAL



Un monde en changement rapide

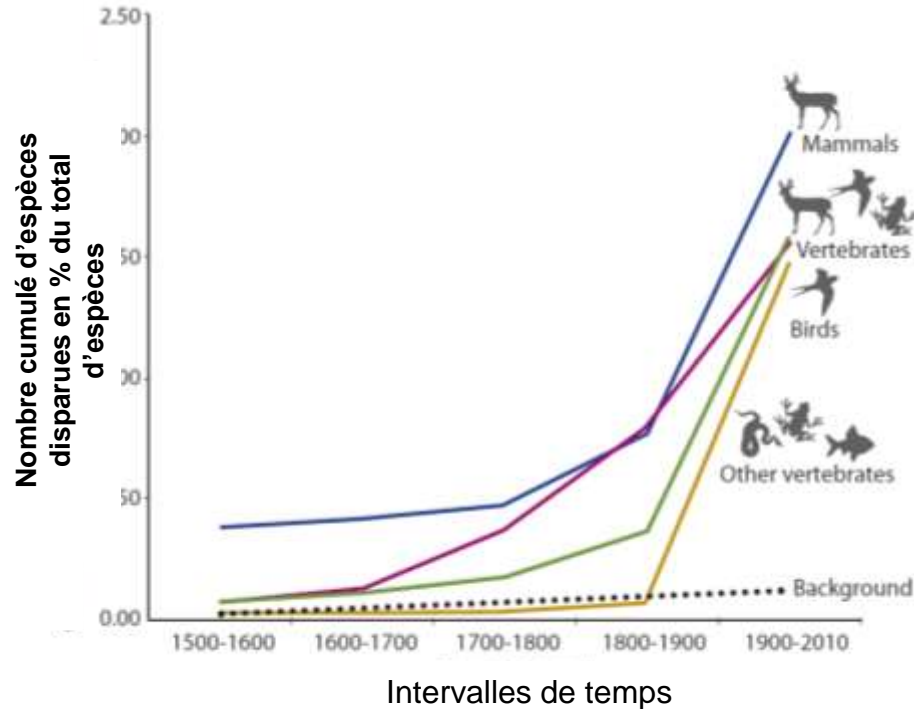
Changement Global

- **Température**
- **Débits**
- Les débits ont tendance à augmenter dans le nord et à diminuer dans le sud

Un monde en changement rapide

Disparition des espèces : 6^{ème} extinction

Nombre cumulé d'espèces de vertébrés reconnus comme disparus par l'IUCN (2012)

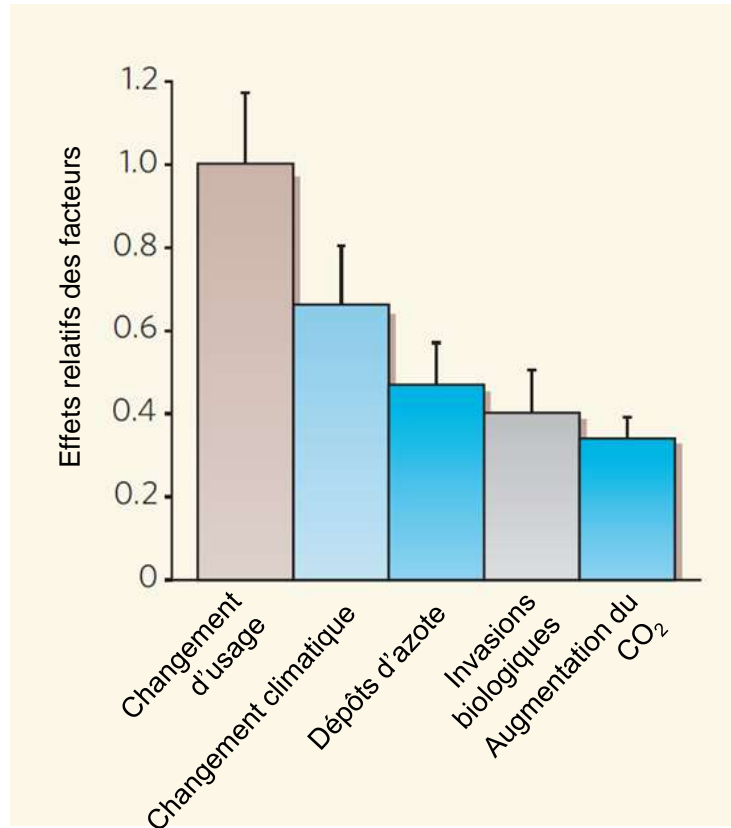


These estimates reveal an exceptionally rapid loss of biodiversity over the last few centuries, indicating that a sixth mass extinction is already under way.

Ceballos et al 2015

Un monde en changement rapide

Disparition des espèces : 6^{ème} extinction



Principaux facteurs influençant la biodiversité

Thuillier 2007

Un monde en changement rapide

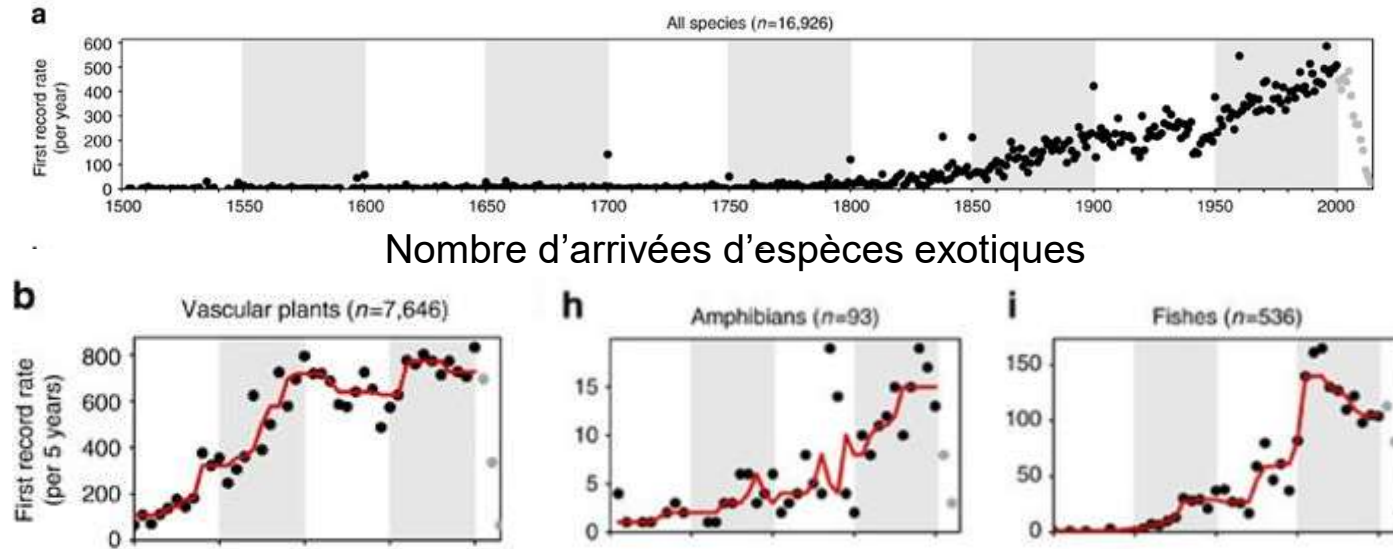
Destruction habitats

- L'artificialisation annuelle est passée de **12 km² à 16 km² par année** entre 2000 et 2010 (pour 6 régions)
- Artificialisation de la surface d'un département français moyen tous les 10 ans soit 576 km² par an, ou **6 terrains de foot par heure** (Agreste 2021).
- Loi Aire espèce **$S = c A^z$** avec S le nombre d'espèces et A la surface des habitats, c et z étant des constantes (Arrhenius 1921)
- Enrayer la perte de biodiversité incantatoire

Un monde en changement rapide

Changements des écosystèmes

- Changement des conditions abiotiques
- Déclin d'espèces (habitats, pathologies...) et arrivée de nouvelles dont les EEE



Un monde en changement rapide

Changements des écosystèmes

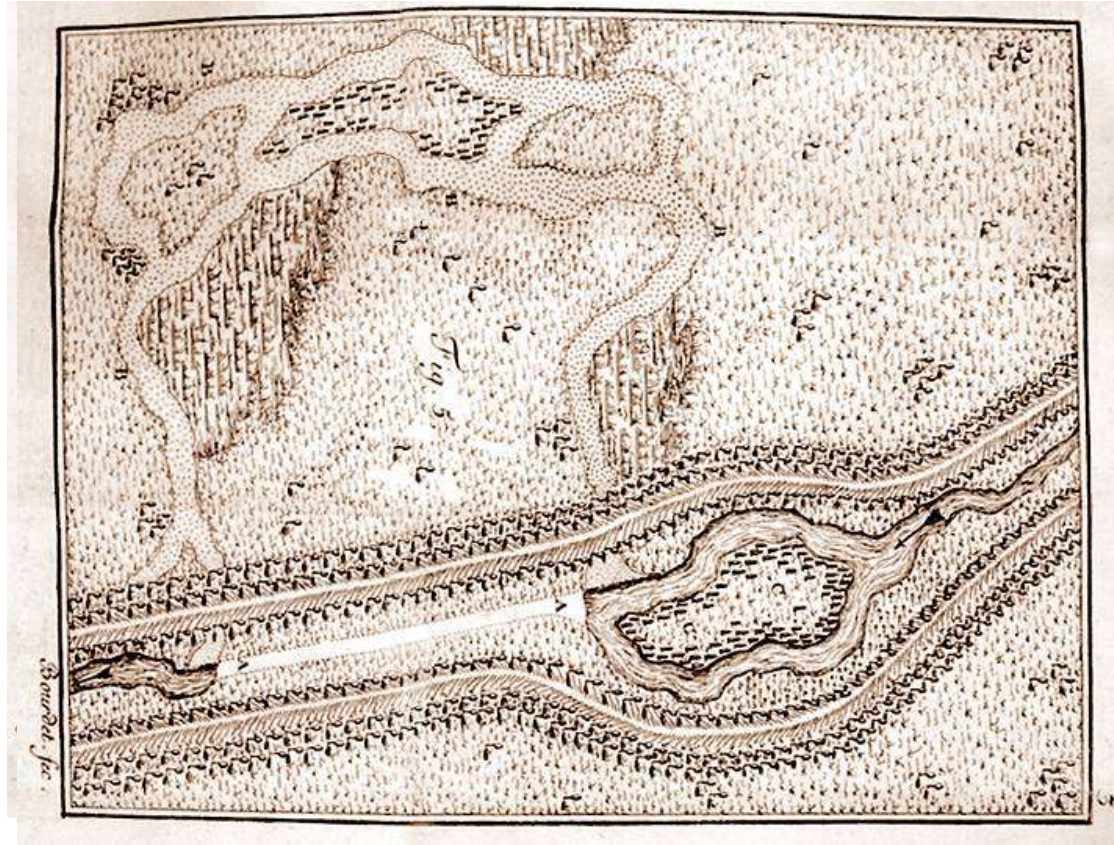
- Changement des conditions abiotiques
- Déclin d'espèces (habitats, pathologies...) et arrivée de nouvelles dont les EEE
- Va s'accélérer

Evolution de la réglementation

Attente forte vis-à-vis des scientifiques

- Urgence de trouver des solutions innovantes appliquées
- Accompagnement la séquence éviter, minimiser, compenser
- Gestion des EEE et de ces nouveaux écosystèmes

Des changements aussi pour les cours d'eau



Fascinés tenues par des piquets (Bourdet, 1773)

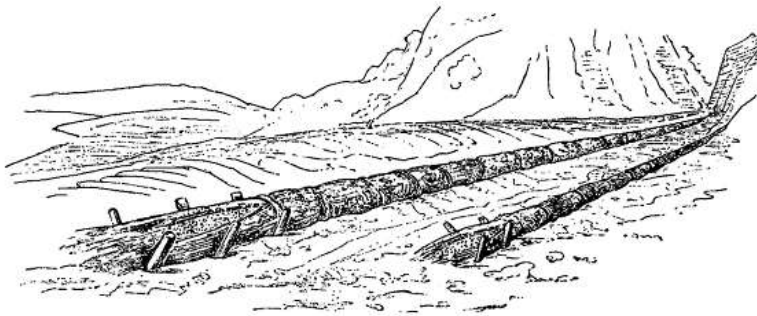
Bourdet. fec.

Des changements aussi pour les cours d'eau

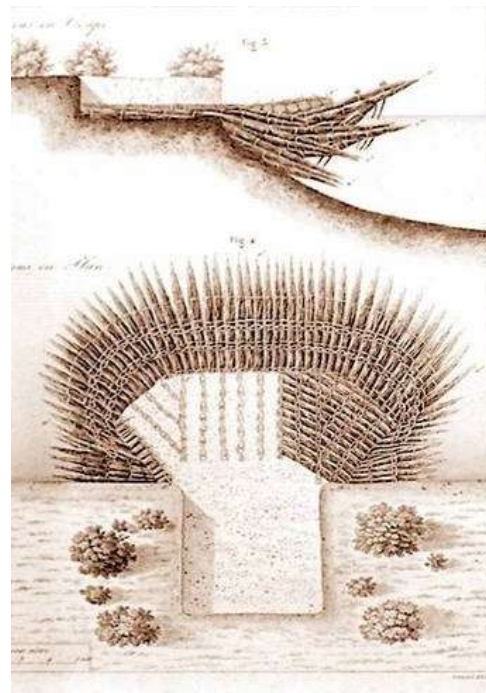
Aménagement de cours d'eau

- Historiquement génie végétal très développé

Labonne et al 2007, Evette et al 2009



Mathieu 1864



Defontaine 1833

Énie Végétal en Rivière

(Lisa Lewis, U.S.D.A. 2000)

Confection historique de fagots pour les fascines en Chine, rouleau de soie
 issu du Voyage d'inspection dans le Sud de l'empereur Kangxi XVIIème
 Siècle © RMN-Grand Palais (MNAAG, Paris) / Michel Urtado



China Early 1900's. Bundling live stems for use in riverbank and dike repair. Kevin Finney



avant J.C. « De Re Rustica »

Carte de Tenochtitlan adressée
au roi d'Espagne
en 1524 par le conquistador
Hernan Cortès

Légende en latin :
« digues pour la protection des
maisons contre les flots du lac »



Di Tella 1912

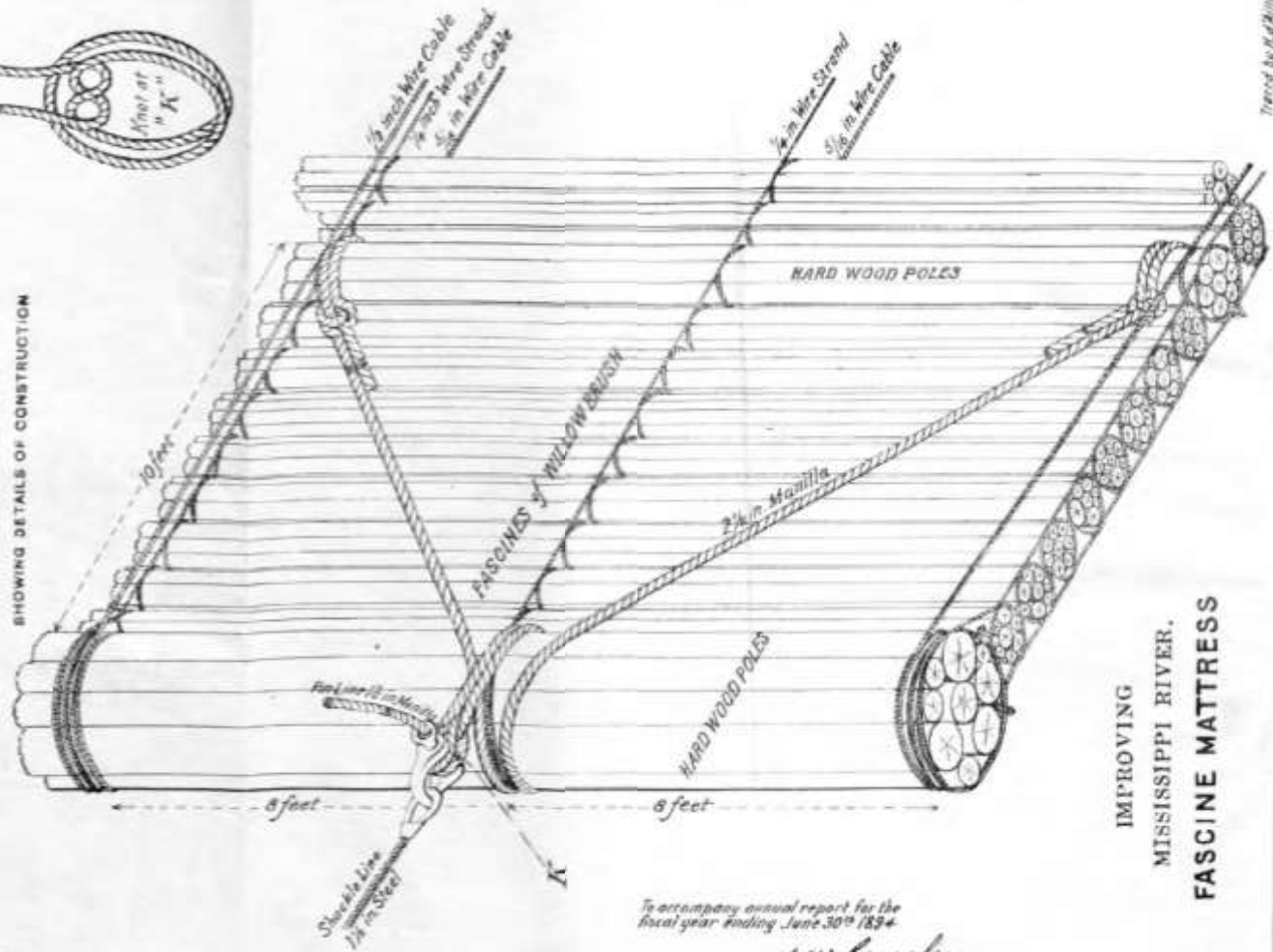


Moustier 1905



PLATE 9

VIEW OF PART OF THE HEAD
IN MAT No. 1
SHOWING DETAILS OF CONSTRUCTION



IMPROVING
MISSISSIPPI RIVER.
FASCINE MATTRESS

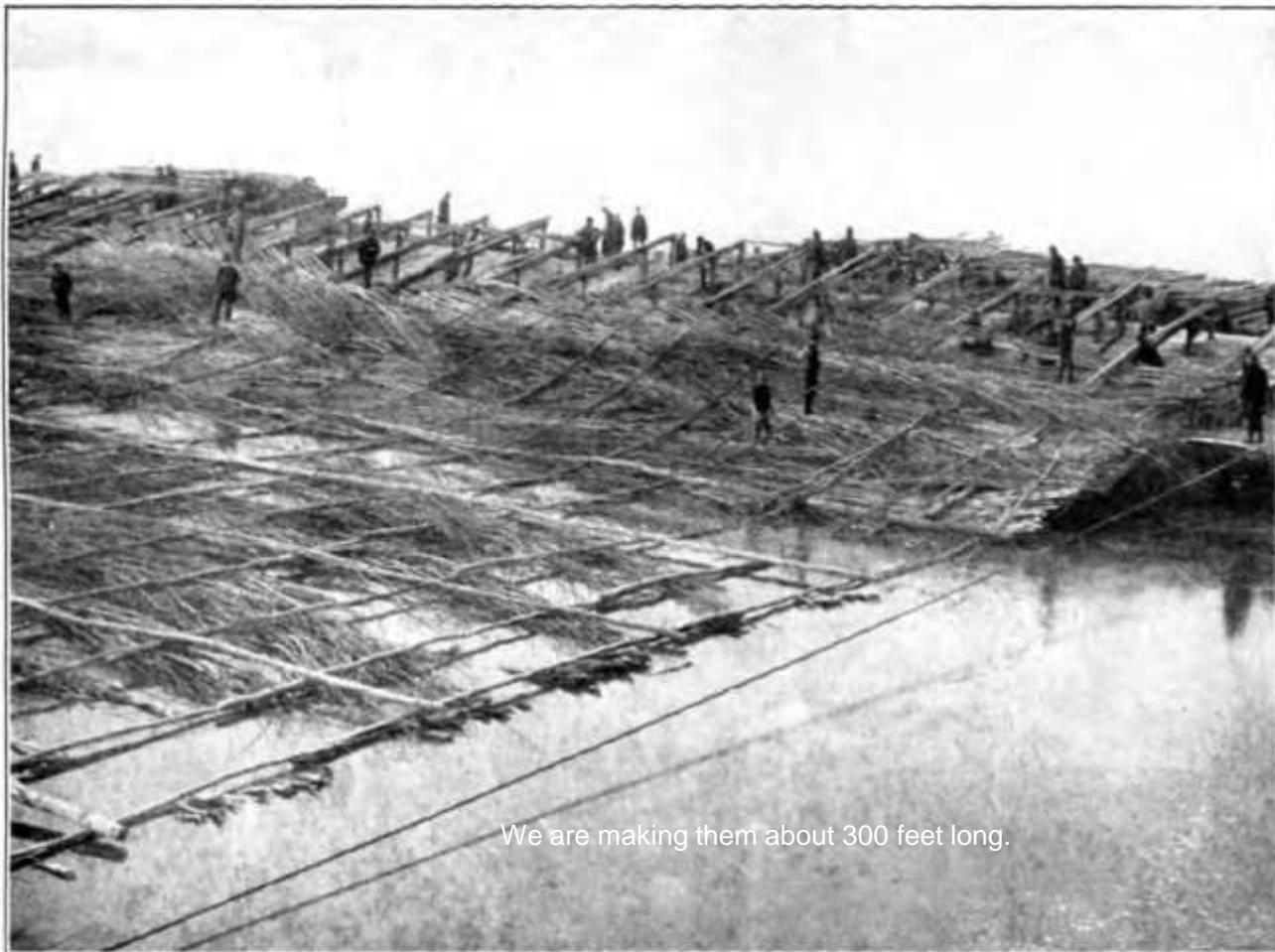
To accompany annual report for the
fiscal year ending June 30th 1894

A. W. Cassler
Captain of Eng'rs.

Drawn by R. C. Meyer.

Traced by R. C. Meyer

1102047-22. (Face p. 13.)



We are making them about 300 feet long.

NO. 1.—WEAVING SUBAQUEOUS MAT.



NO. 6.—SINKING SUBAQUEOUS MAT—SECOND STAGE.



NO. 7.—SINKING SUBAQUEOUS MAT—CLOSE OF THE OPERATION.

Des changements aussi pour les cours d'eau

Aménagement de berges

- Historiquement génie végétal très développé
- Oubli et passage au génie civil dans les 30 glorieuses

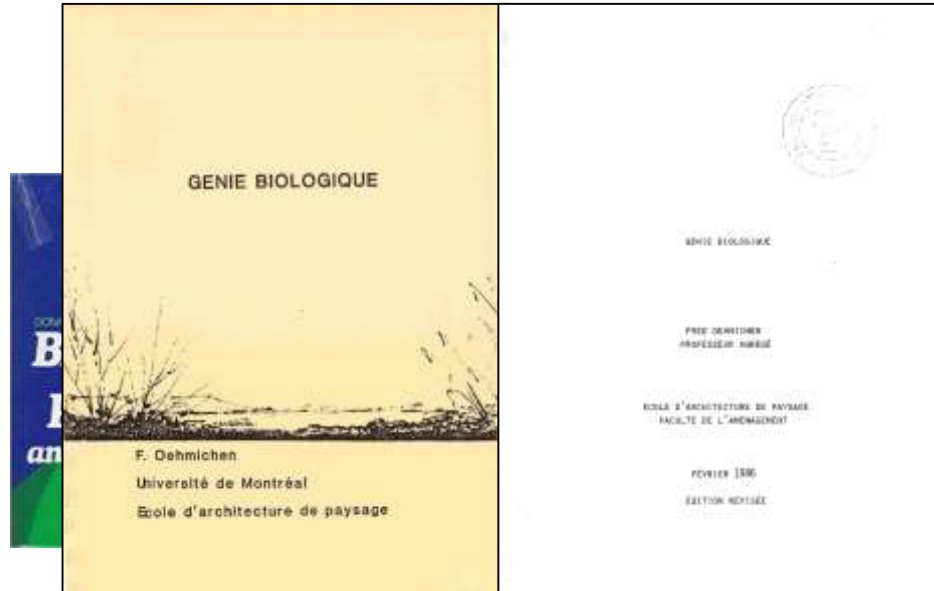


Des changements aussi pour les cours d'eau

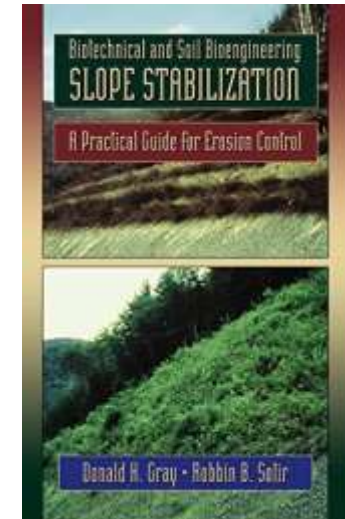
Aménagement de berges

- Historiquement génie végétal très développé
- Oubli et passage au génie civil dans les 30 glorieuses
- Redécouvertes dans les années 80-90

Schiechtl 1980



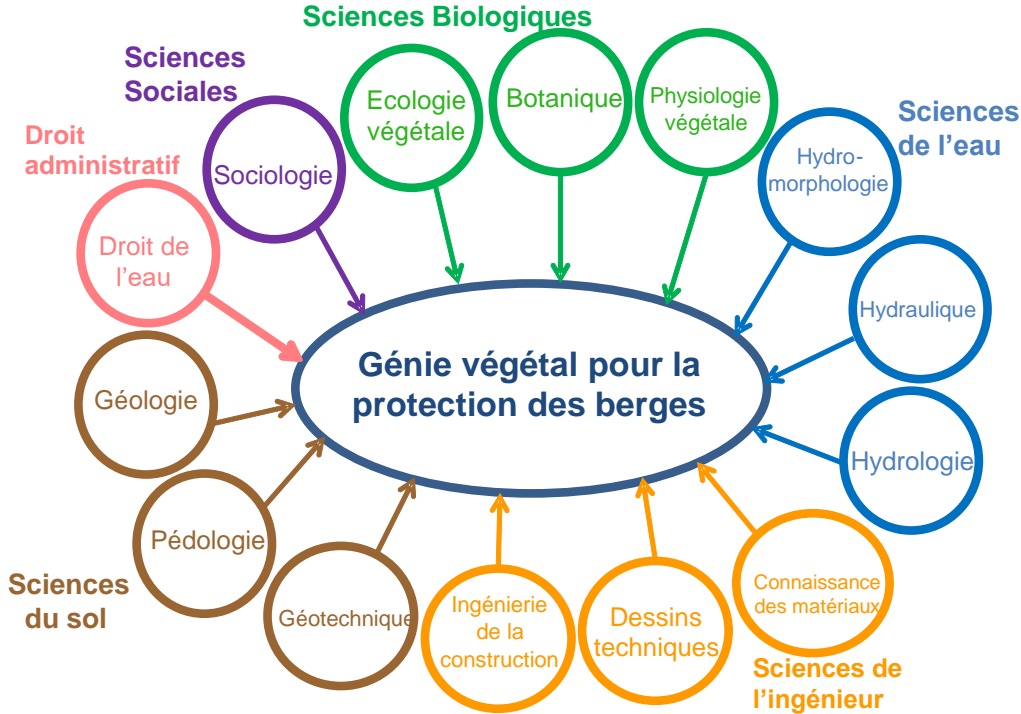
Gray & Sotir 1996



Définition du génie végétal

- Copier les modèles naturels: « L'art alors se bornera à imiter la nature, à s'emparer de ses procédés, et à opposer habilement les forces de la vie organique à celles de la matière brute » (Surell 1841)
- Notions d'ouvrage et de végétation sont centrales, on s'appuie sur les lois physiques de l'ingénierie mais aussi les lois biologiques, en utilisant des plantes vivantes comme matériaux de construction (Kruedener 1951, Schiechtl et Stern 1996)
- Emploi de végétaux dans des ouvrages d'ingénierie construits pour traiter des problèmes liés à l'érosion et aux glissements superficiels (Clark et Hellin 1996, Schiechtl et Stern 1996).
- Outil pour passer des filtres (ou seuils) abiotiques comme des pentes fortes ou instables et/ou des processus érosifs et rétablir les trajectoires successionales sur ces sites (Polster 2016).

Le génie végétal en rivière, une approche interdisciplinaire à la croisée des sciences biologiques, de l'eau, de l'ingénieur, du sol



Modifié d'après Frossard 1992

Objectifs



Objectifs

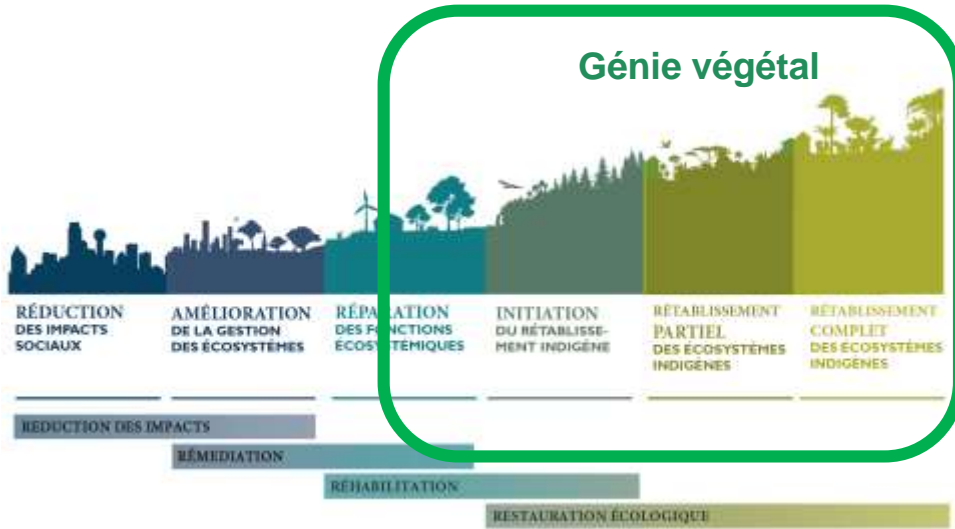


Protection durable des enjeux humains :

Restauration des fonctions écologiques et récréatives

Bien fixer les objectifs : protection, restauration, EEE...

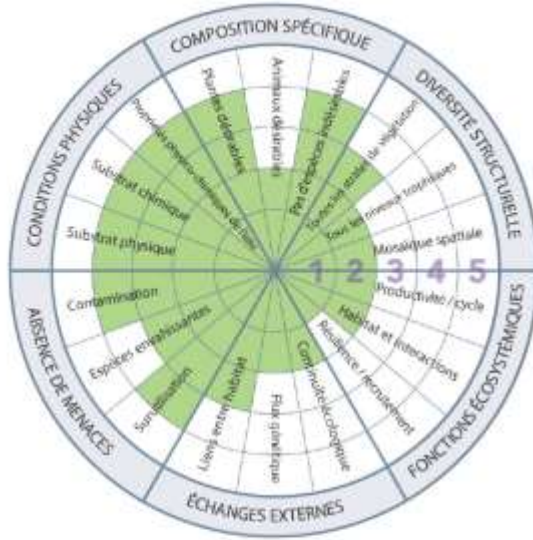
La restauration écologique : principes



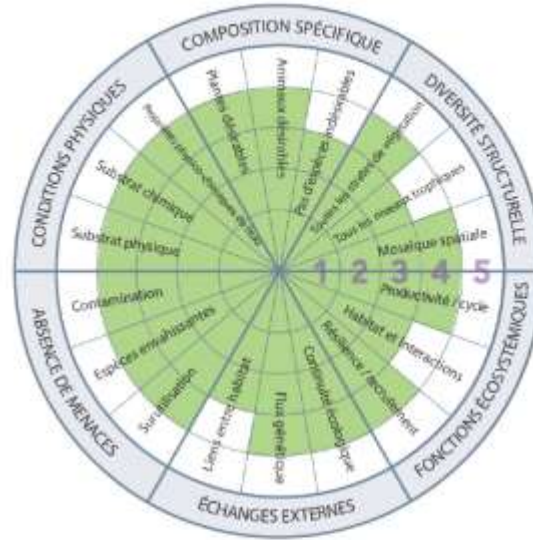
1. La RE **engage** les parties prenantes
2. La RE s'appuie sur **plusieurs types de connaissances**
3. La pratique de la RE est guidée par des **écosystèmes de référence indigènes**, tout en tenant compte des changements environnementaux
4. La RE soutient les processus de **régénération naturelle**
5. Le **rétablissement écosystémique est évalué** par rapport à des buts et objectifs clairs en se servant d'indicateurs mesurables
6. La RE cherche le **plus haut niveau possible** de rétablissement
7. La RE gagne de la **valeur cumulative** une fois appliquée à grande échelle
8. La RE fait partie d'un **continuum d'activités restauratrices**

Gann et al (2019) International principles and standards for the practice of ecological restoration. Restoration Ecology S1-S46.

Objectifs et évaluation : écologique et territoriaux !



L'état initial du projet



Après 10 ans

Roue de rétablissement écologique est un outil permettant d'exprimer la progression du rétablissement des attributs écosystémiques par rapport à ceux d'un modèle de référence. Dans cet exemple, la première roue représente l'état de chaque attribut évalué à l'état initial du projet. La seconde roue représente un projet de restauration après 10 ans, où plus de la moitié des attributs ont atteint un état de 4 étoiles



Exemple d'une **Roue des avantages sociaux** pour aider au suivi du degré auquel un projet ou programme de restauration écologique atteint ses cibles et buts de développement social

Protection des biens et
des personnes
Cadre de vie (Atténuation
(puits de C) et adaptation
au CC



Biodiversité terrestre
Biodiversité aquatique
Contrôle des EEE
Espèces menacées



Atténuation et
adaptation au
changement
climatique



Réduction des
risques naturels



Développement
socio-
économique



Santé humaine



Sécurité
alimentaire



Sécurité de
l'approvisionnement
en eau

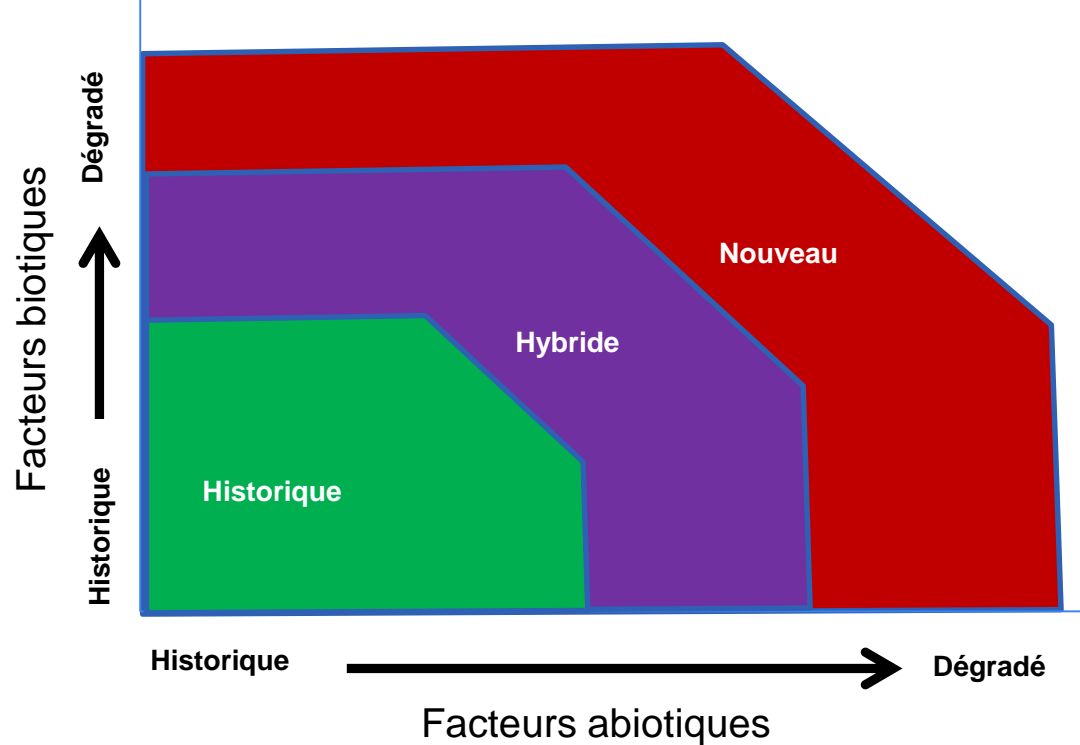


Dégradation
environnementale
et perte de
biodiversité

Historique : l'écosystème reste dans son domaine de variabilité historique

Hybride : écosystèmes dont les paramètres biotiques et abiotiques ont été modifiés

Nouveau : écosystèmes dont les paramètres biotiques et abiotiques ont été fortement modifiés conduisant à une possible irréversibilité





ybi

urs



Avantages du Génie Végétal sur le Génie Civil

- Augmentation de la résistance avec le temps**
- Résistance souple au courant = dissipation d'énergie**
- Capacités de déformation et d'adaptation**
- Accueil d'une plus grande biodiversité**
- Retour des fonctions écologiques de la ripisylve**
- Matière première peu coûteuse**
- Utilisation de matériaux locaux**
- Dépense moindre d'énergie**



Avantages du Génie Végétal sur le Génie Civil

- Augmentation de la résistance avec le temps
- Résistance souple au courant = dissipation d'énergie
- Capacités de déformation et d'adaptation
- Accueil d'une plus grande biodiversité
- Retour des fonctions écologiques de la ripisylve
- Matière première peu coûteuse
- Utilisation de matériaux locaux
- Dépense moindre d'énergie



Avantages du Génie Végétal sur le Génie Civil

- Augmentation de la résistance avec le temps**
- Résistance souple au courant = dissipation d'énergie**
- Capacités de déformation et d'adaptation**
- Accueil d'une plus grande biodiversité**
- Retour des fonctions écologiques de la ripisylve**
- Matière première peu coûteuse**
- Utilisation de matériaux locaux**
- Dépense moindre d'énergie**
- Main d'œuvre locale spécialisée**



Avantages du Génie Végétal sur le Génie Civil

- Augmentation de la résistance avec le temps**
- Résistance souple au courant = dissipation d'énergie**
- Capacités de déformation et d'adaptation**
- Accueil d'une plus grande biodiversité**
- Retour des fonctions écologiques de la ripisylve**
- Matière première peu coûteuse**
- Utilisation de matériaux locaux**
- Dépense moindre d'énergie**
- Main d'œuvre locale spécialisée**
- Production réutilisable**



Avantages du Génie Végétal sur le Génie Civil

- Augmentation de la résistance avec le temps**
- Résistance souple au courant = dissipation d'énergie**
- Capacités de déformation et d'adaptation**
- Accueil d'une plus grande biodiversité**
- Retour des fonctions écologiques de la ripisylve**
- Matière première peu coûteuse**
- Utilisation de matériaux locaux**
- Dépense moindre d'énergie**
- Main d'œuvre locale spécialisée**
- Production réutilisable**
- Meilleure insertion paysagère**



Avantages du Génie Végétal sur le Génie Civil

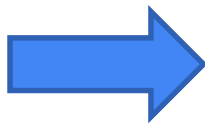
- Augmentation de la résistance avec le temps**
- Résistance souple au courant = dissipation d'énergie**
- Capacités de déformation et d'adaptation**
- Accueil d'une plus grande biodiversité**
- Retour des fonctions écologiques de la ripisylve**
- Matière première peu coûteuse**
- Utilisation de matériaux locaux**
- Dépense moindre d'énergie**
- Main d'œuvre locale spécialisée**
- Production réutilisable**
- Meilleure insertion paysagère**
- Usages locaux de la végétation : vannerie, bois, fourrage...**



Le génie végétal demande un **changement de paradigme**

Redéfinir performances, acceptation et partage des risques, humilité et audace

Génie civil : paradigme dominant
du « prédire et contrôler »,



Génie végétal : « paradigme adaptatif », basé sur
l'expérimentation et le raffinement itératif



Un peu de lecture

Sciences Eaux & Territoires
INRAE

INRAE - Sciences Eaux & Territoires - Numéro 27 - 2023

Quels enjeux à relever pour accroître l'utilisation du génie végétal en territoire urbain ?

Éléonore MOULAY, André DUTTE, Mayline COUET, Clémence MORINAY, Stéphane VIRELLET, Catherine LUCARIEL

INRAE - Sciences Eaux & Territoires - Numéro 27 - 2023

Le génie végétal pour la stabilité des berges en milieu urbain

Le génie végétal pour la stabilité des berges en milieu urbain est une approche innovante qui combine les techniques de génie civil et de génie végétal. Cette approche vise à améliorer la stabilité des berges en utilisant des plantes et des végétaux pour renforcer les sols et réduire l'érosion. Les enjeux à relever pour accroître l'utilisation du génie végétal en territoire urbain sont nombreux. Tout d'abord, il est nécessaire de sensibiliser les décideurs et les citoyens aux avantages de cette approche. Ensuite, il est important de développer des outils et des méthodes pour évaluer l'efficacité et la durabilité des solutions de génie végétal. Enfin, il est essentiel de favoriser la collaboration entre les différents acteurs impliqués dans la gestion des berges en milieu urbain.

INRAE - Sciences Eaux & Territoires - Numéro 27 - 2023

Sciences Eaux & Territoires
INRAE

INRAE - Sciences Eaux & Territoires - Numéro 27 - 2023

Promouvoir le génie végétal au Québec

André DUTTE, Monique POULIN, Mayline COUET, Clémence MORINAY

INRAE - Sciences Eaux & Territoires - Numéro 27 - 2023

Le génie végétal pour la stabilité des berges en milieu urbain

Le génie végétal pour la stabilité des berges en milieu urbain est une approche innovante qui combine les techniques de génie civil et de génie végétal. Cette approche vise à améliorer la stabilité des berges en utilisant des plantes et des végétaux pour renforcer les sols et réduire l'érosion. Les enjeux à relever pour accroître l'utilisation du génie végétal en territoire urbain sont nombreux. Tout d'abord, il est nécessaire de sensibiliser les décideurs et les citoyens aux avantages de cette approche. Ensuite, il est important de développer des outils et des méthodes pour évaluer l'efficacité et la durabilité des solutions de génie végétal. Enfin, il est essentiel de favoriser la collaboration entre les différents acteurs impliqués dans la gestion des berges en milieu urbain.

INRAE - Sciences Eaux & Territoires - Numéro 27 - 2023

Sciences Eaux & Territoires

INRAE - Sciences Eaux & Territoires - Numéro 27 - 2023

Le génie végétal pour la protection des berges de cours d'eau au Québec : état des lieux et perspectives pour les Basses-terres du Saint-Laurent

Monique Poulain, André Dutte, Mayline Couët, Clémence Morinay, Stéphane Virellet, Catherine Lucariel

www.set-revue.fr

INRAE - Sciences Eaux & Territoires - Numéro 27 - 2023