



Génie Végétal en Rivière de Montagne



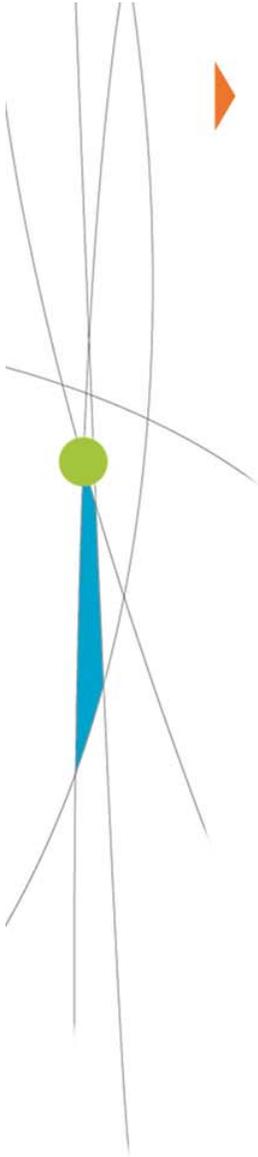
Techniques de génie végétal applicables en rivière de montagne Biodiversité, perspectives historiques et résistance mécanique

Bonneville – 29 septembre 2011

**André Evette, Paul Cavallé, Fabien Espinasse, Nathan
Daumergue, Sophie Labonne, Jean-Baptiste Barré**



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra



Plan de l'intervention

- **Ouvrages de protection de berge et biodiversité**
- **Perspectives historiques**
- **Résistances mécanique**
 - Synthèse bibliographique
 - Retour d'expérience
 - Synthèse
 - Couches de branches à rejet
 - Enrochements végétalisés
 - Banquettes grillagées
 - Des saules, mais pas uniquement : La Myricaire

Ouvrages de protection de berge et biodiversité

- Biodiversité végétale



- Les berges de cours d'eau constituent des zones d'interface (ou écotones) entre milieux terrestres et aquatiques et présentent une très grande richesse biologique, tant pour la flore que pour la faune. Ainsi sur l'Adour, plus de 300 espèces végétales ont été recensées pour 500 mètres de cours d'eau.

Ouvrages de protection de berge et biodiversité

- **Végétaux**



- **Rôle d'ombrage (baisse de 50 % O₂ entre 0 et 30 °C)**
- **Zone tampon diminution de la pollution diffuse**
- **Production de biomasse pour les organismes aquatiques**
- **Fixation des berges**
- **Paysage...**

Ouvrages de protection de berge et biodiversité

- Saules



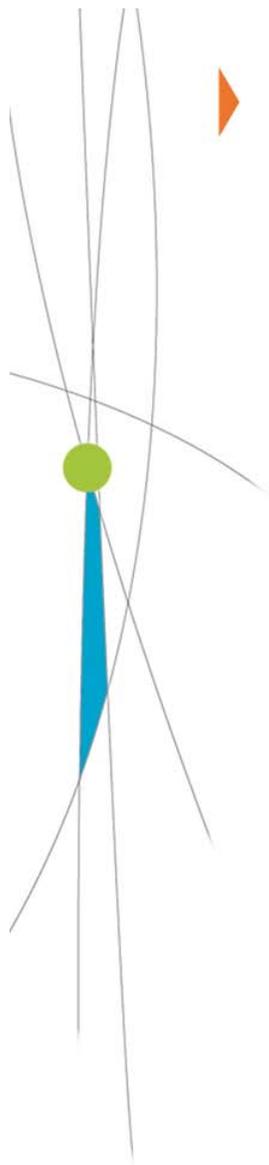
Photo : N Daumergue

5 espèces de saules abritent à elles seules 450 espèces d'insectes

Alimentation essentielle du Castor

Fourrage apprécié

Corridor biologique



Corridor biologique



Corridors biologiques

Confluence
Arve / Giffre



Sources SM3A

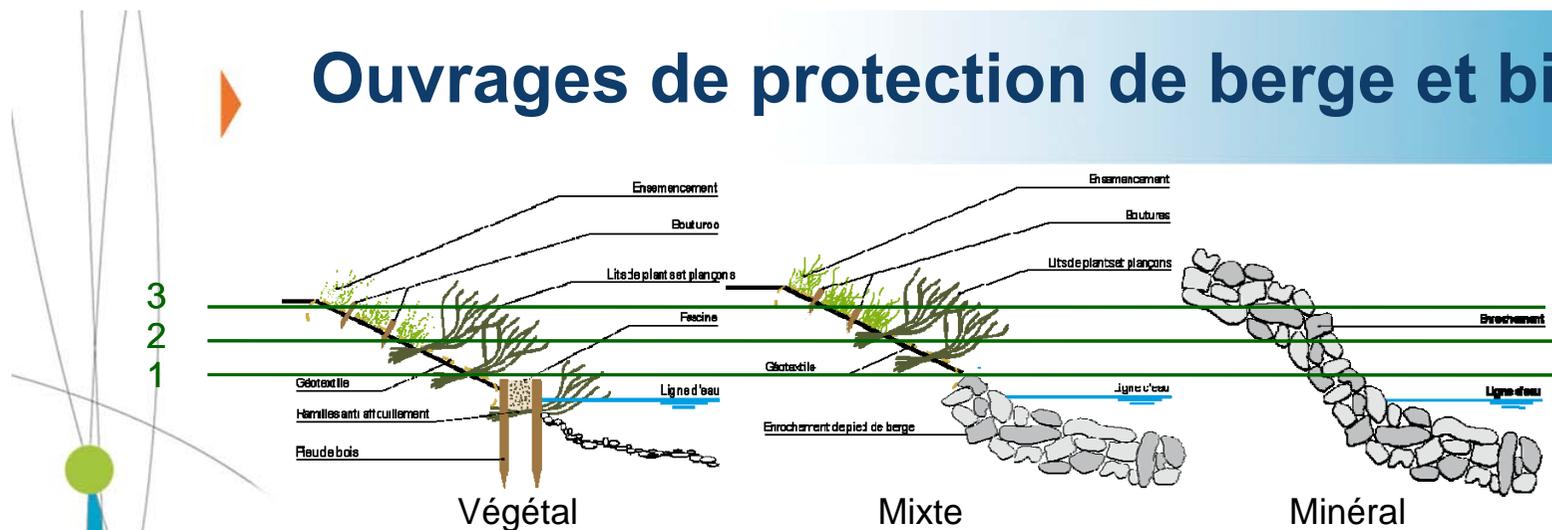
1935



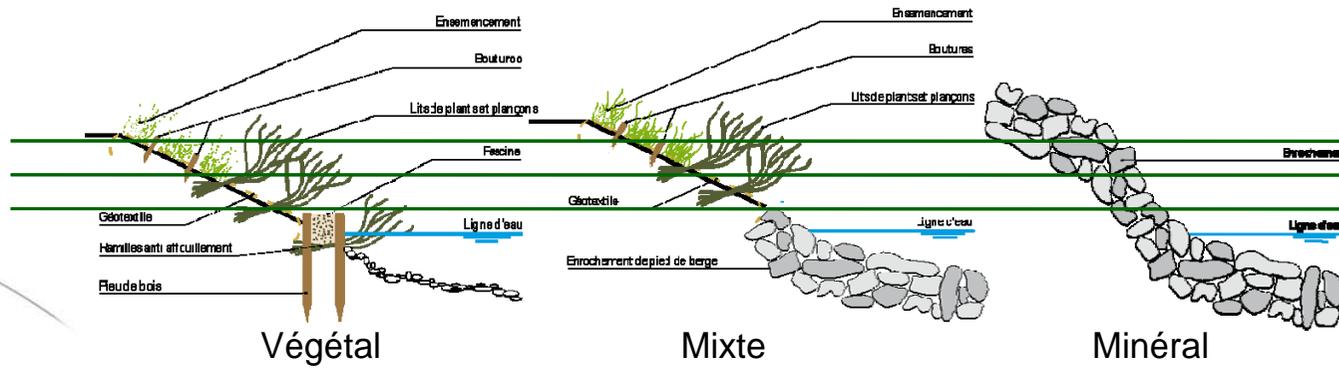
Sources SM3A

2004

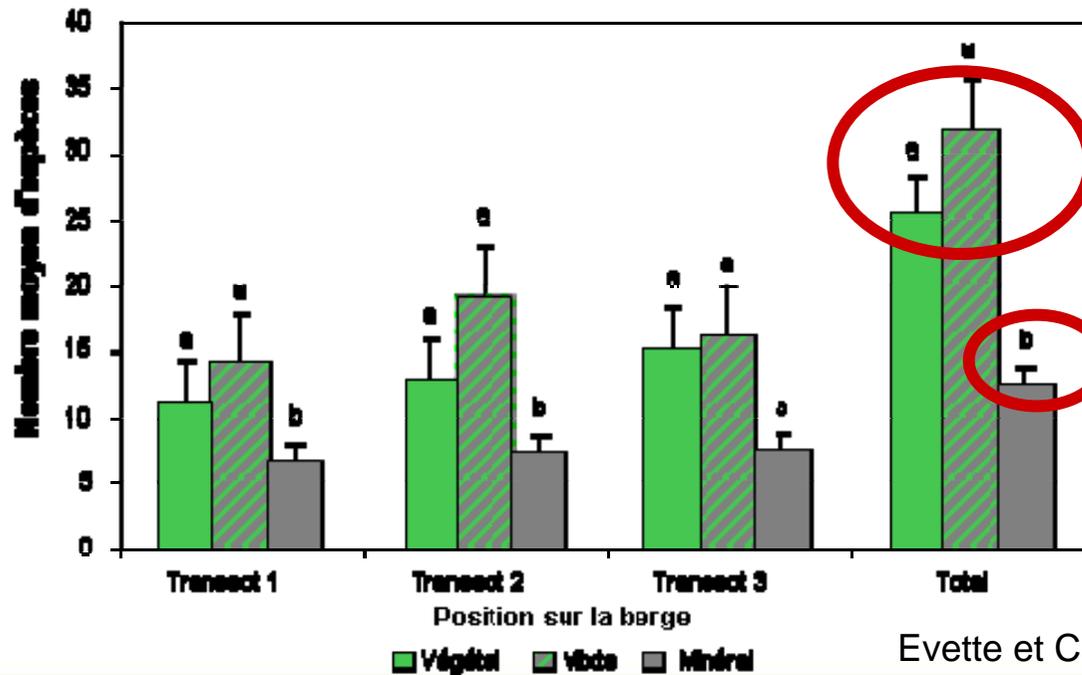
Ouvrages de protection de berge et biodiversité



Ouvrages de protection de berge et biodiversité

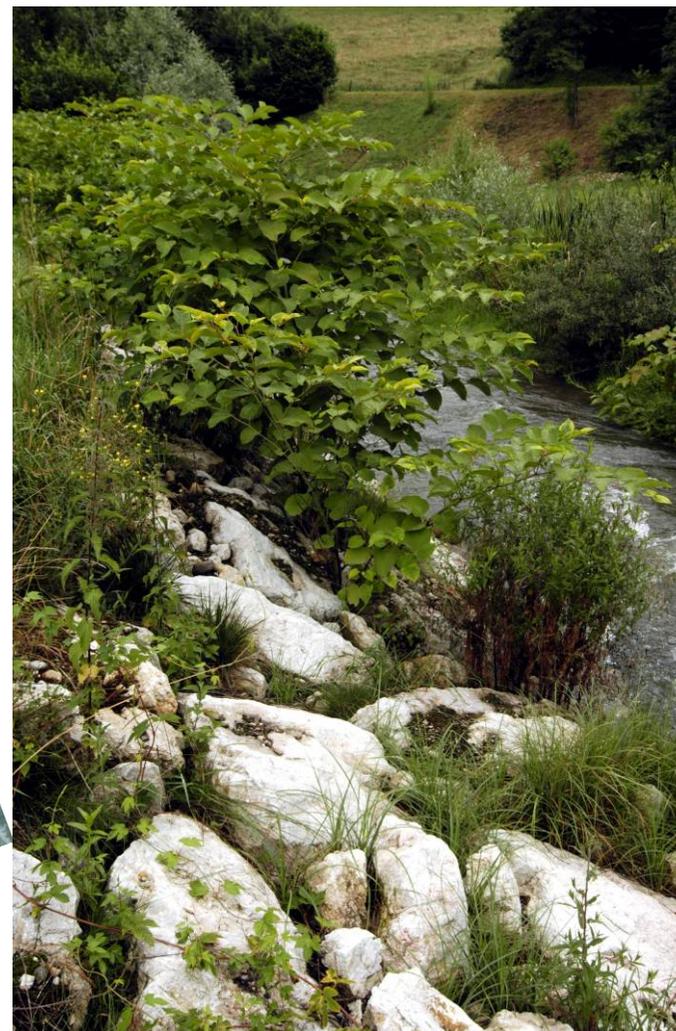


Nombre moyen des espèces végétales présentes sur chaque type d'aménagement en fonction de leur position sur la berge.

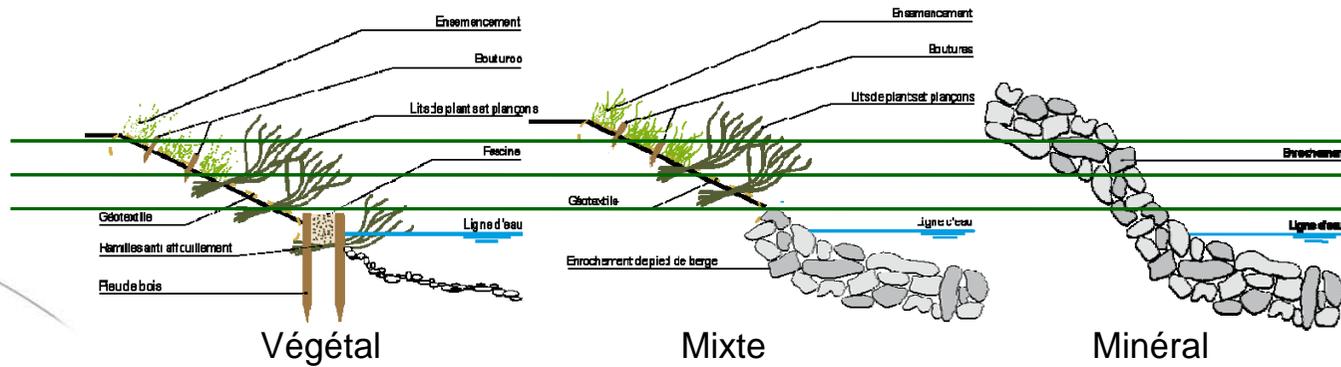


Evette et Cavallé 2011

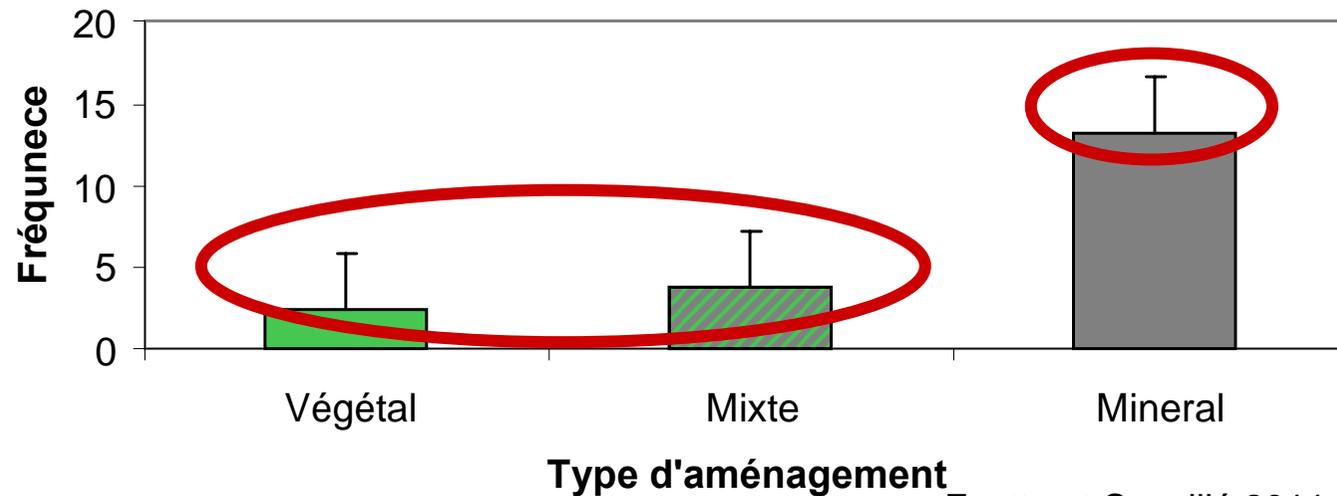
Enrochements et invasives



Invasives sur les berges aménagées



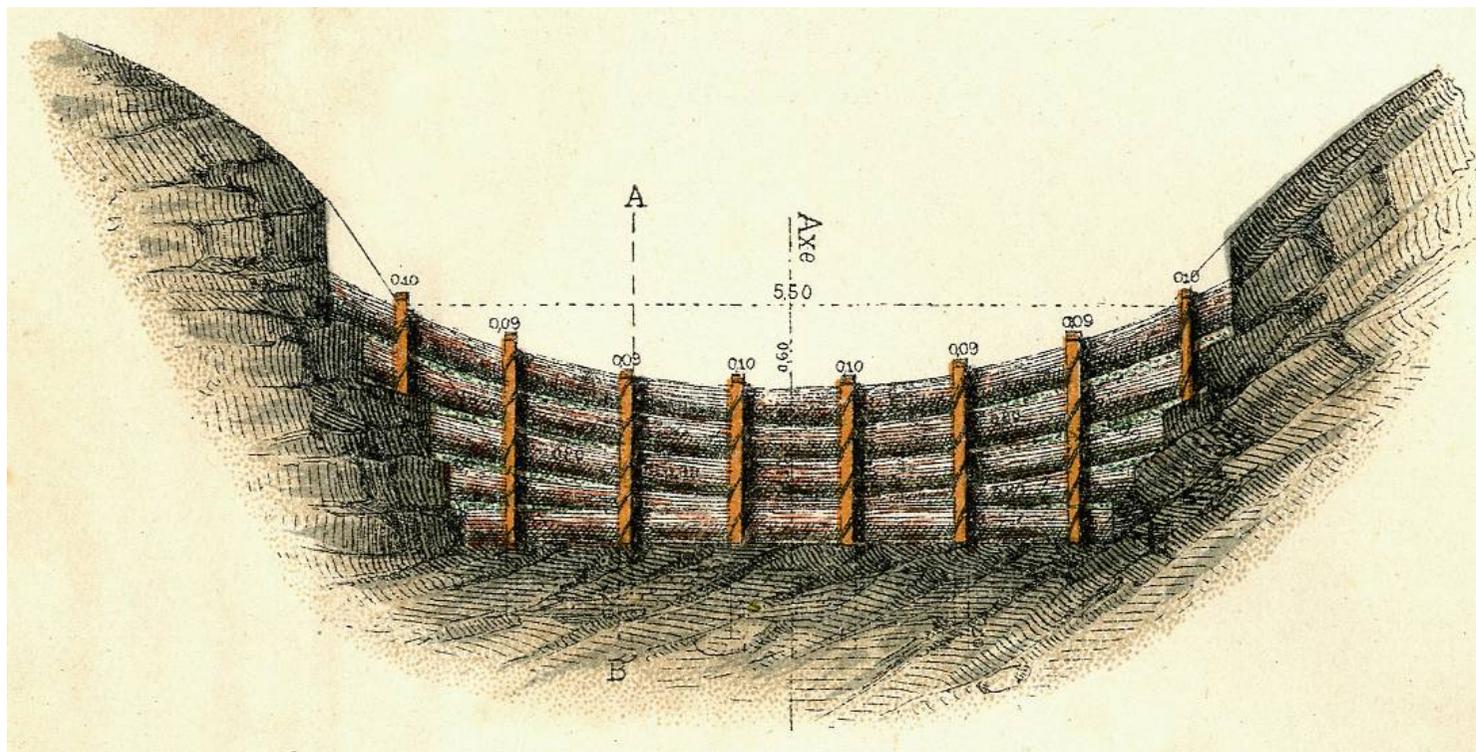
Fréquence moyenne des espèces invasives en fonction du type d'aménagement de berge.



Evette et Cavallé 2011

Perspectives historiques

- Barrage en fascines

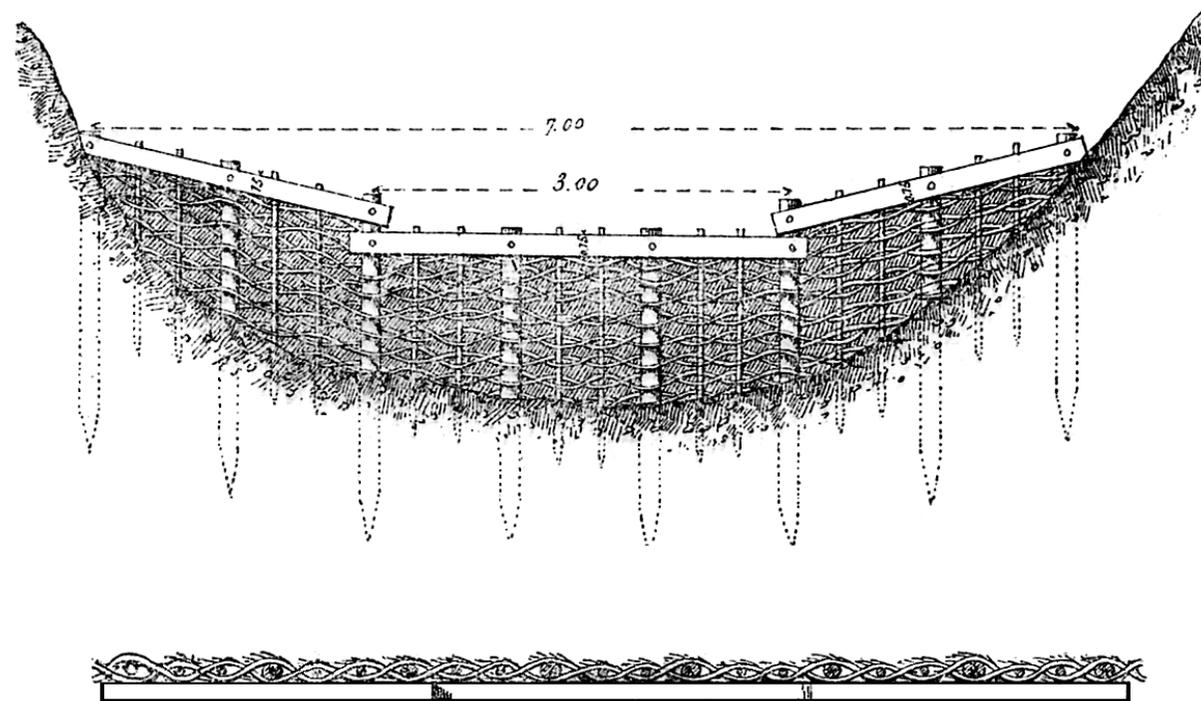


Demontzey, 1875

Labonne et al 2007, Evette et al 2009

Perspectives historiques

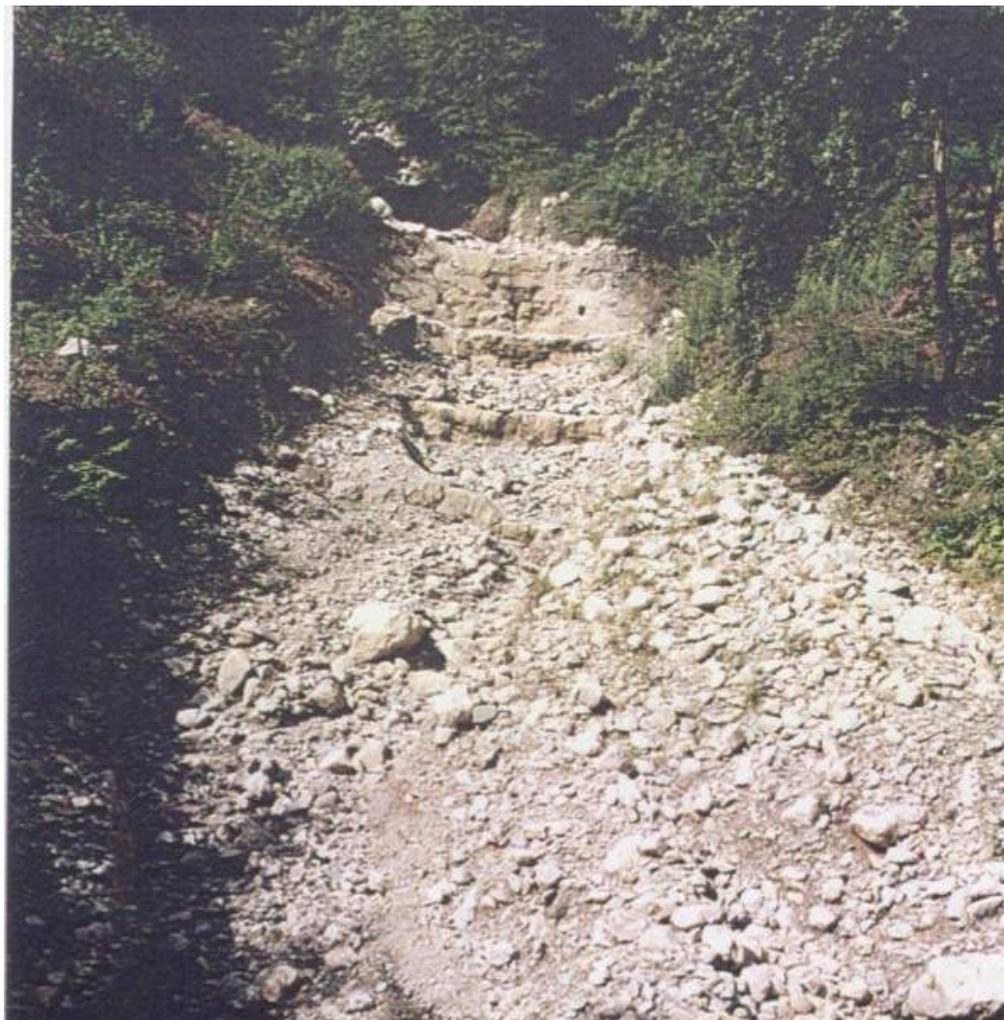
- Barrage en clayonnage



Thiéry, 1891

Labonne et al 2007, Evette et al 2009

Perspectives historiques



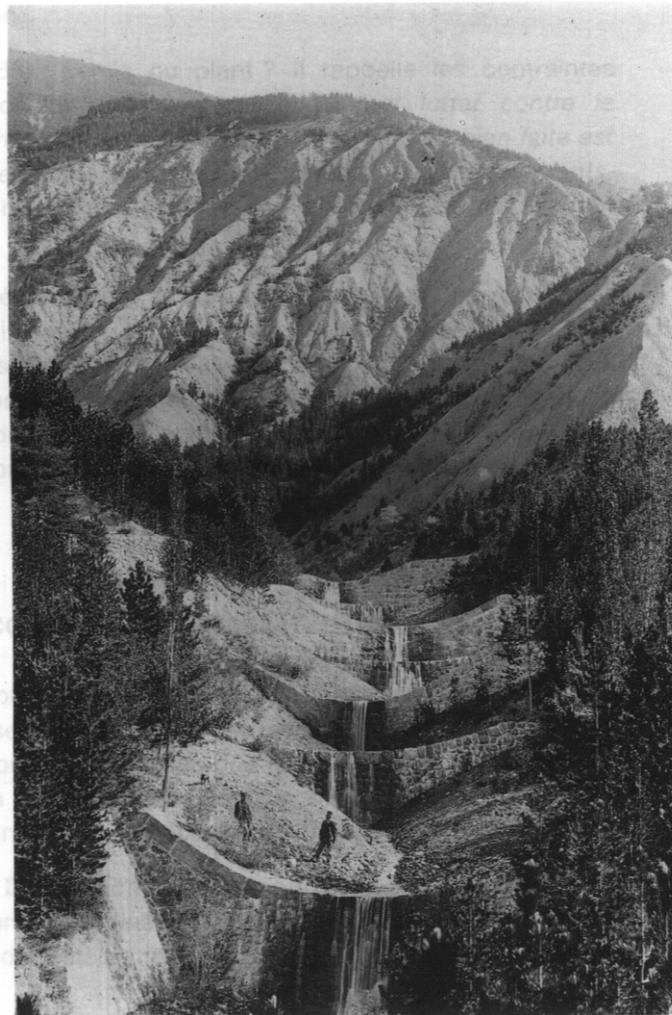
Cliché Charlemagne.

1886

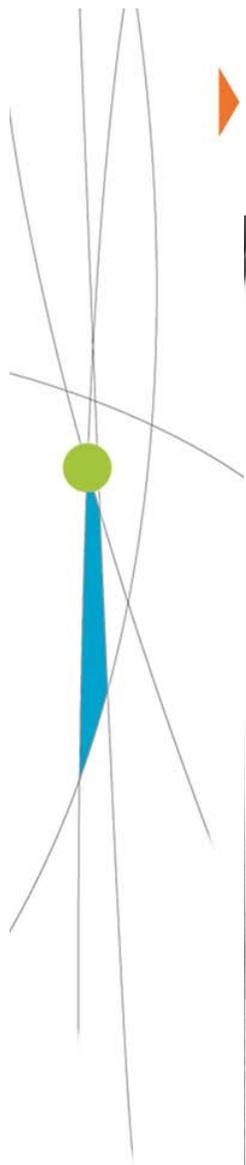
Le même site en
1998

Photo : F. Rey

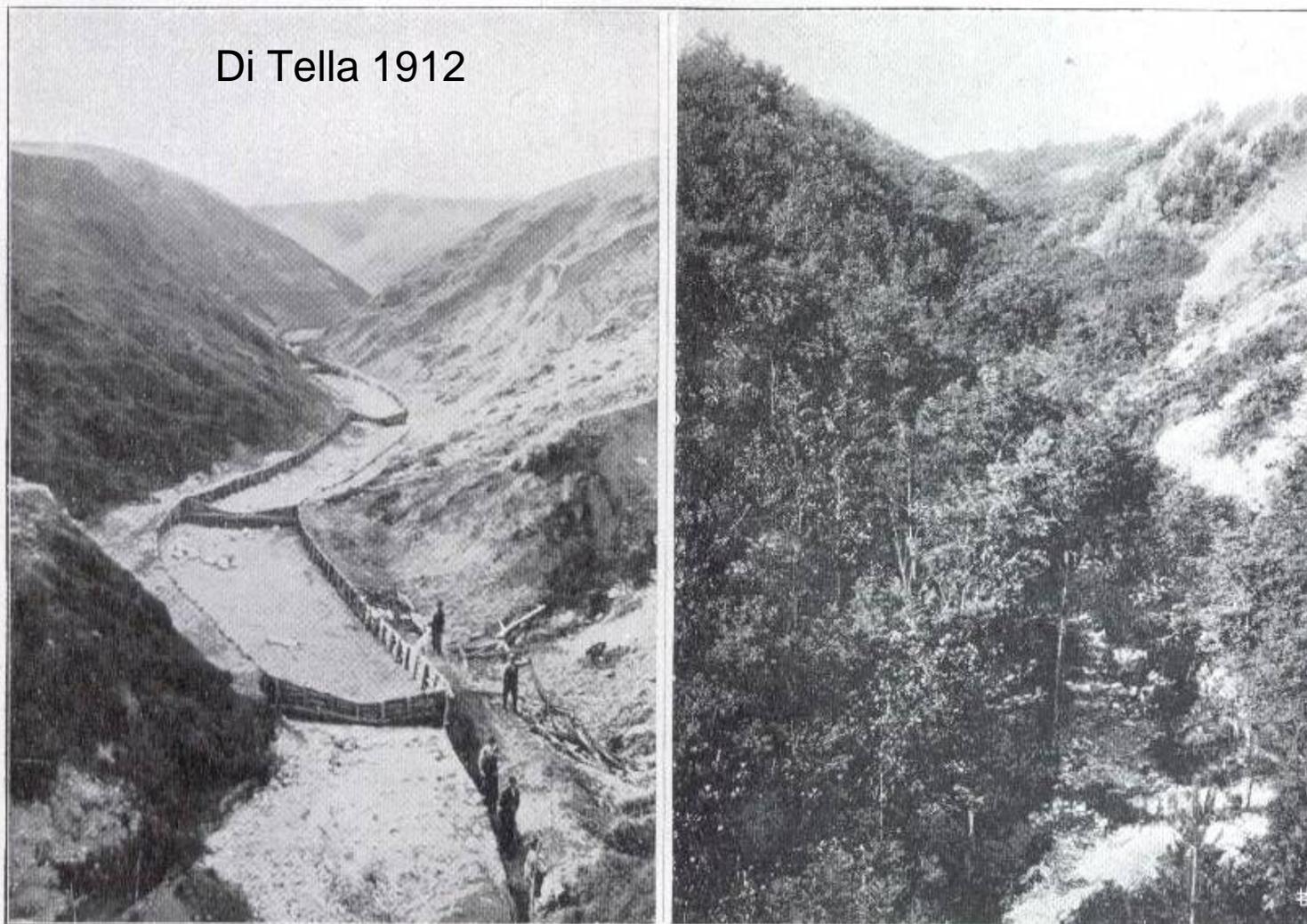
Perspectives historiques



Cependant, après quarante ans de mise en veille, les préoccupations techniques sur le devenir des
Torrent du Bourget (Savoie), en 1887 (à gauche), en 1905 (à droite) Photos Collection ENGREF - Nancy



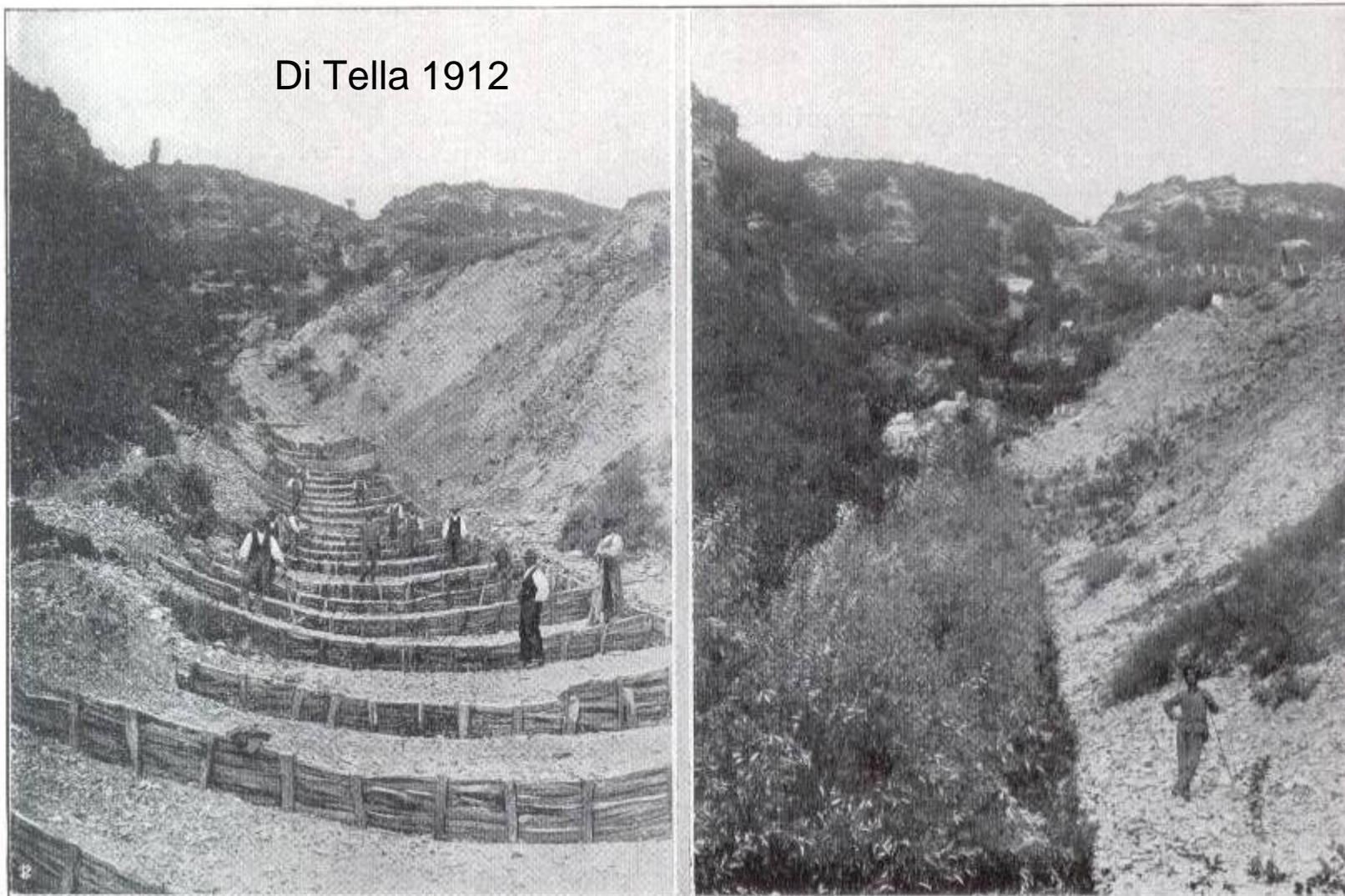
Perspectives historiques



Di Tella 1912

Evette et al 2009

Perspectives historiques



Que dit Newton ?

Technique	Résistance mécanique τ en N/m ²		
	A la réalisation	1 à 2 ans après	3 ou 4 ans après
Enherbement	4 ⁽³⁾ -20 ⁽³⁾	25-30 ⁽³⁾	30 ⁽³⁾ -100 ⁽²⁾
Boutures	10 ⁽³⁾	60-150 ⁽³⁾	7-60 ⁽³⁾
Boudin d'hélophytes	10 ⁽³⁾ -30 ⁽²⁾	20-60 ⁽³⁾	50 ⁽³⁾ -165 ⁽¹⁾
Clayonnages	10 ^(2,3)	10-15 ⁽³⁾	10 ⁽³⁾ -120 ⁽¹⁾
Fascines	20 ⁽³⁾ -60 ⁽²⁾	50 ⁽³⁾ -60 ⁽³⁾	80 ⁽²⁾ -250 ⁽⁴⁾
Saules		50-70 ⁽⁴⁾	100-140 ⁽⁴⁾ 800 (20 ans) ⁽⁴⁾
Plantation d'arbre	20 ⁽²⁾		120 ⁽²⁾
Lit de plants et plançons	20 ^(2,3)	120 ⁽³⁾	140 ^(2,3)
Couche de branches à rejet	50 ^(2,3) -150 ⁽³⁾	150 ⁽³⁾ - 300 ⁽³⁾	300 ^(2,3) -450 ⁽³⁾
Caissons végétalisés	500 ⁽³⁾	600 ⁽³⁾	600 ⁽³⁾
Enrochements	Végétalisés	100 ⁽³⁾ -200 ⁽²⁾	300 ⁽²⁾ -350 ⁽³⁾
	Nus	250 ⁽²⁾	250 ⁽²⁾

(1) Faber 2004 (2) Schiechl et Stern 1996 (3) Venti et al 2003 (4) Lachat 1994

Que dit Newton ?

Technique	Résistance mécanique τ en N/m ²		
	A la réalisation	1 à 2 ans après	3 ou 4 ans après
Enherbement	4 ⁽³⁾ -20 ⁽³⁾	25-30 ⁽³⁾	30 ⁽³⁾ -100 ⁽²⁾
Boutures	10 ⁽³⁾	60-150 ⁽³⁾	7-60 ⁽³⁾
Boudin d'hélophytes	10 ⁽³⁾ -30 ⁽²⁾	20-60 ⁽³⁾	50 ⁽³⁾ -165 ⁽¹⁾
Clayonnages	10 ^(2,3)	10-15 ⁽³⁾	10 ⁽³⁾ -120 ⁽¹⁾
Fascines	20 ⁽³⁾ -60 ⁽²⁾	50 ⁽³⁾ -60 ⁽³⁾	80 ⁽²⁾ -250 ⁽⁴⁾
Saules		50-70 ⁽⁴⁾	100-140 ⁽⁴⁾ 800 (20 ans) ⁽⁴⁾
Plantation d'arbre	20 ⁽²⁾		120 ⁽²⁾
Lit de plants et plançons	20 ^(2,3)	120 ⁽³⁾	140 ^(2,3)
Couche de branches à rejet	50 ^(2,3) -150 ⁽³⁾	150 ⁽³⁾ - 300 ⁽³⁾	300 ^(2,3) -450 ⁽³⁾
Caissons végétalisés	500 ⁽³⁾	600 ⁽³⁾	600 ⁽³⁾
Enrochements	Végétalisés	100 ⁽³⁾ -200 ⁽²⁾	300 ⁽²⁾ -350 ⁽³⁾
	Nus	250 ⁽²⁾	250 ⁽²⁾

Que dit Newton ?

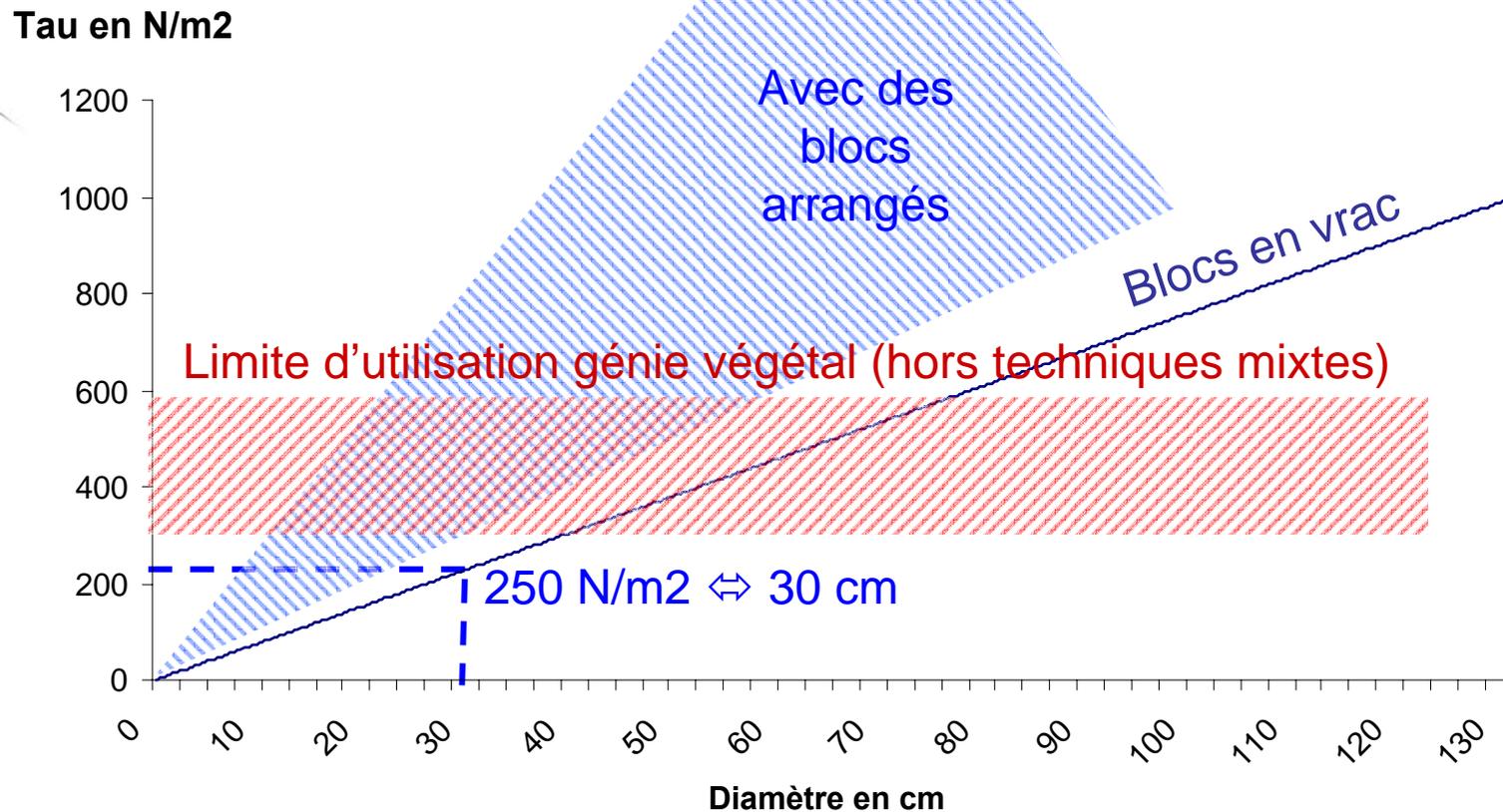
Technique		Résistance mécanique τ en N/m ²		
		A la réalisation	1 à 2 ans après	3 ou 4 ans après
Lit de plants et plançons		20 ^(2,3)	120 ⁽³⁾	140 ^(2,3)
Couche de branches à rejet		50 ^(2,3) - 150 ⁽³⁾	150 ⁽³⁾ - 300 ⁽³⁾	300 ^(2,3) - 450 ⁽³⁾
Caissons végétalisés		500 ⁽³⁾	600 ⁽³⁾	600 ⁽³⁾
Enrochements	Végétalisés	100 ⁽³⁾ -200 ⁽²⁾	100 ⁽³⁾ -300 ⁽³⁾	300 ⁽²⁾ -350 ⁽³⁾
	Nus	250 ⁽²⁾	250 ⁽²⁾	250 ⁽²⁾

(1) Faber 2004 (2) Schiechl et Stern 1996 (3) Venti et al 2003 (4) Lachat 1994

Frossard, P. A. et A. Evette (2009). "Le génie végétal pour la lutte contre l'érosion en rivière : une tradition millénaire en constante évolution." Ingénieries - Eau Agriculture Territoires

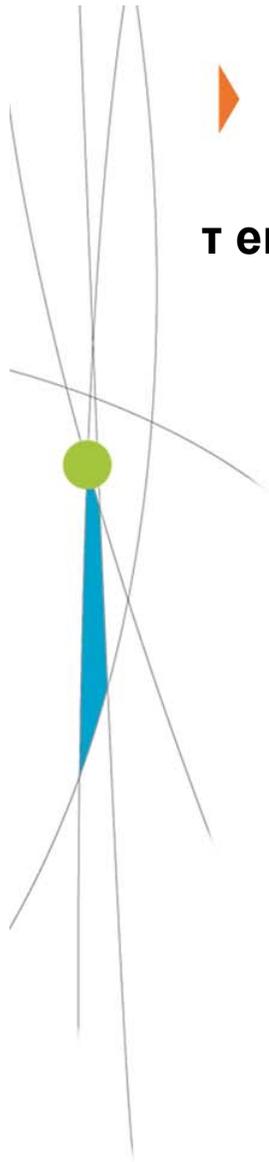
Résistance et diamètre des blocs

Schéma indicatif : limite des connaissances

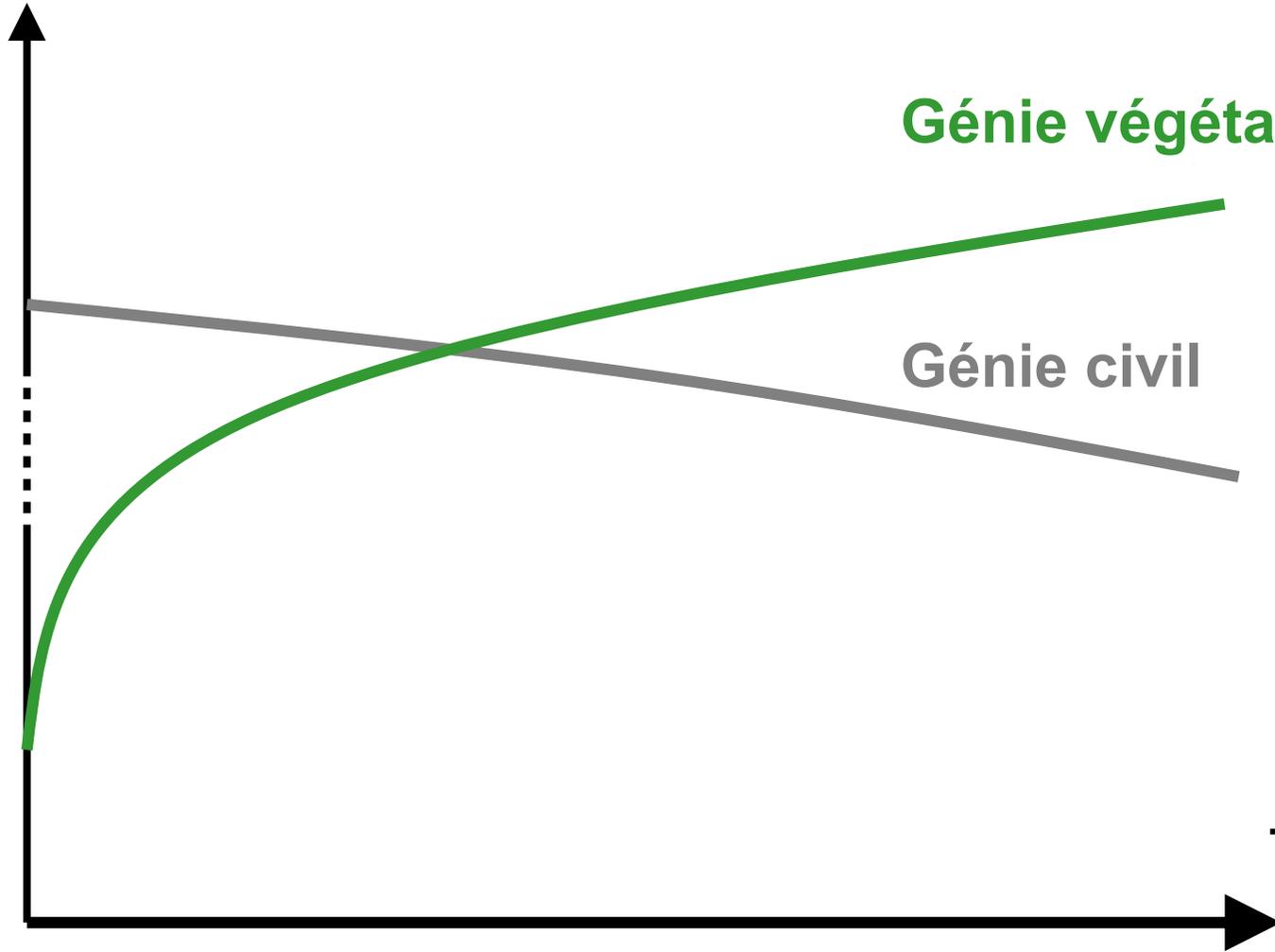


$$T = 0.047g(ps-p)*D(m)$$

Résistance des ouvrages au cours du temps



τ en N/m²

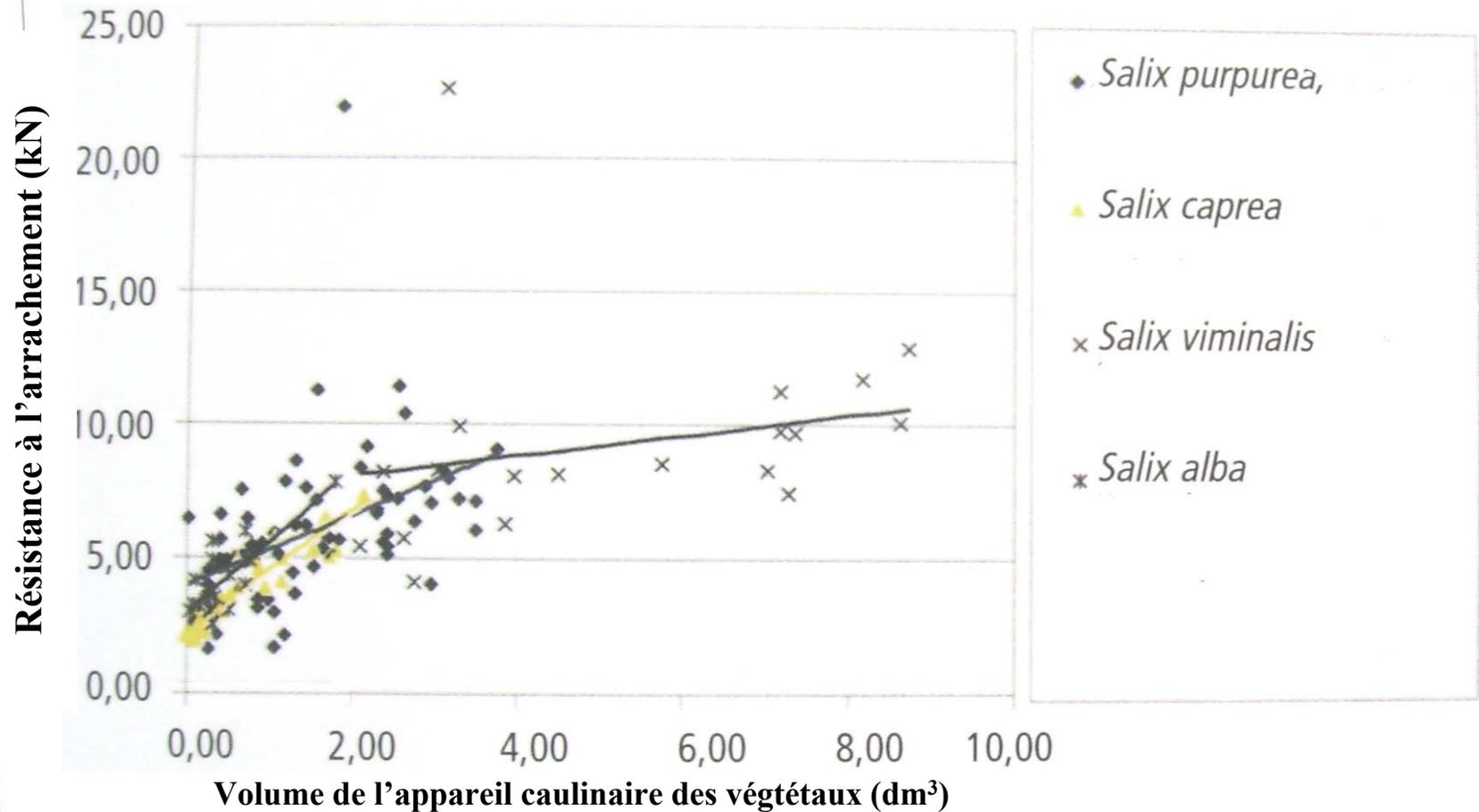


Génie végétal

Génie civil

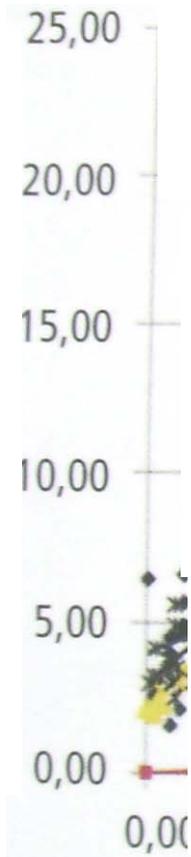
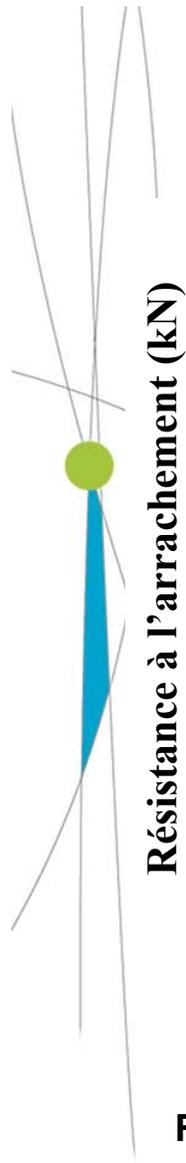
Temps

Résistance à l'arrachement



Résistance à l'arrachement de différentes tiges de saules de 3 ans (d'après Vollsinger et al, 2000, dans Florineth, 2007)

Résistance à l'arrachement



Les végétaux testés ont une résistance 5 à 10 fois supérieure à la force du courant exercée sur les parties aériennes

Un ouvrage de génie végétal ne cède pas à cause de l'arrachement par la force du courant sur la partie caulinare

Un ouvrage de génie végétal cède généralement par érosion interne du substrat en lien avec les parties racinaires des plantes

Volume de l'appareil caulinare des végétaux (dm³)

Résistance à l'arrachement de différentes tiges de saules de 3 ans à la force exercée par un courant de 4 m/s. Mesures en canal (d'après Vollsinger et al, 2000, dans Florineth, 2007)

Retour d'expérience

- 18 ouvrages en France et Italie



Retour d'expérience

- 18 ouvrages en France et Italie

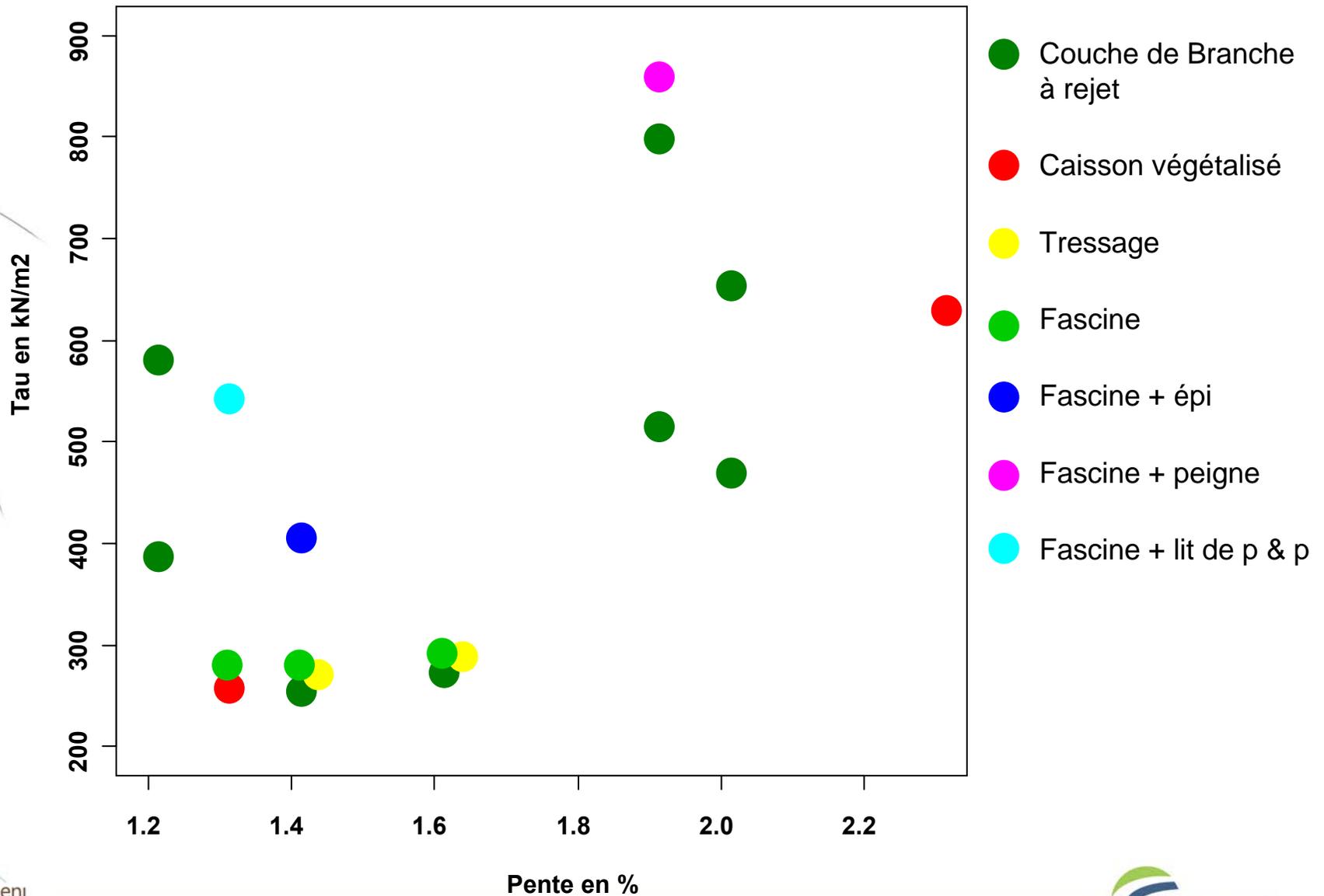
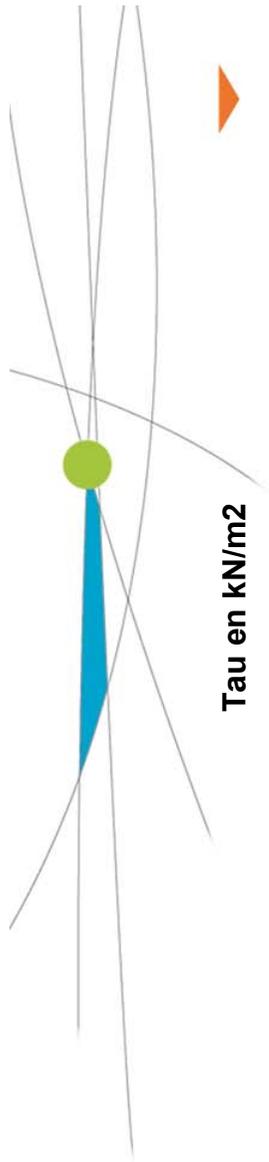


Topographie

Granulométrie

Données (techniques, hydrologie, enjeux...)

Retour d'expérience Géni'Alp



Riffiano

1992

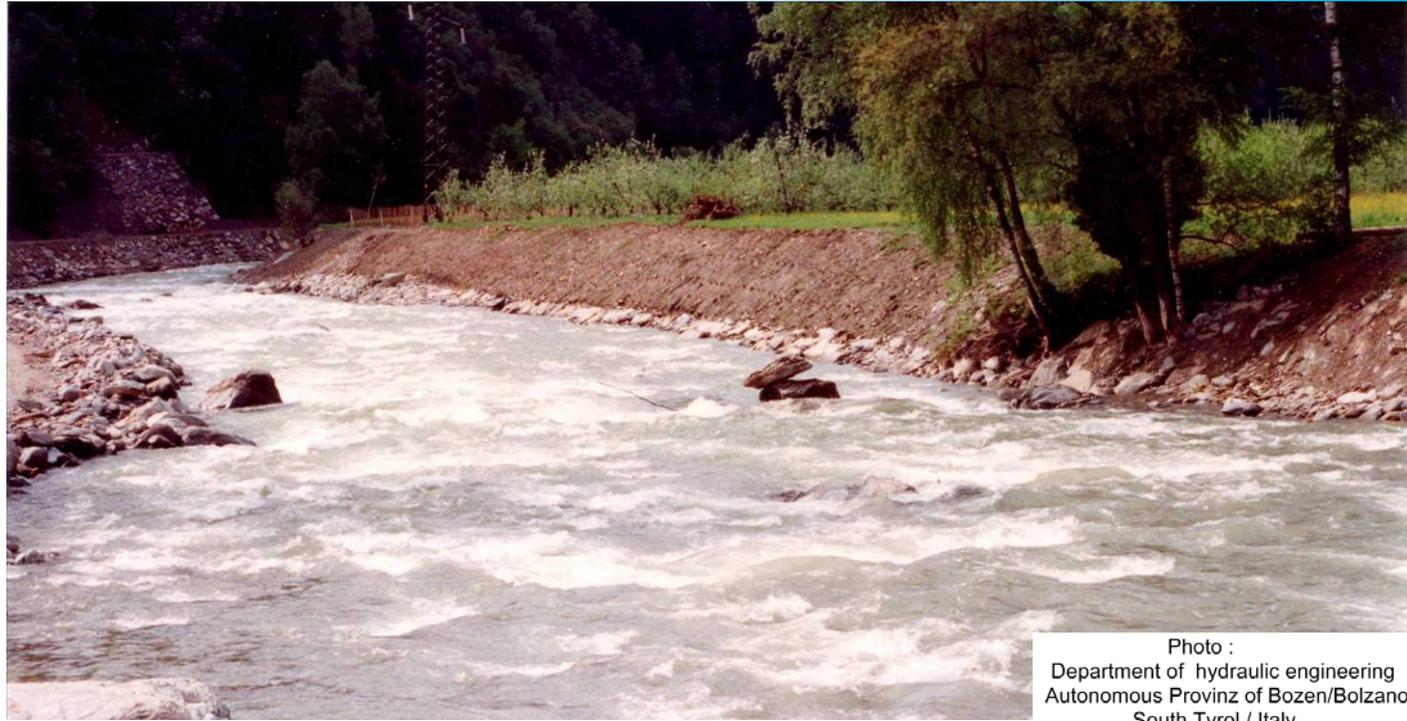


Photo :
Department of hydraulic engineering
Autonomous Provinz of Bozen/Bolzano
South Tyrol / Italy

2011





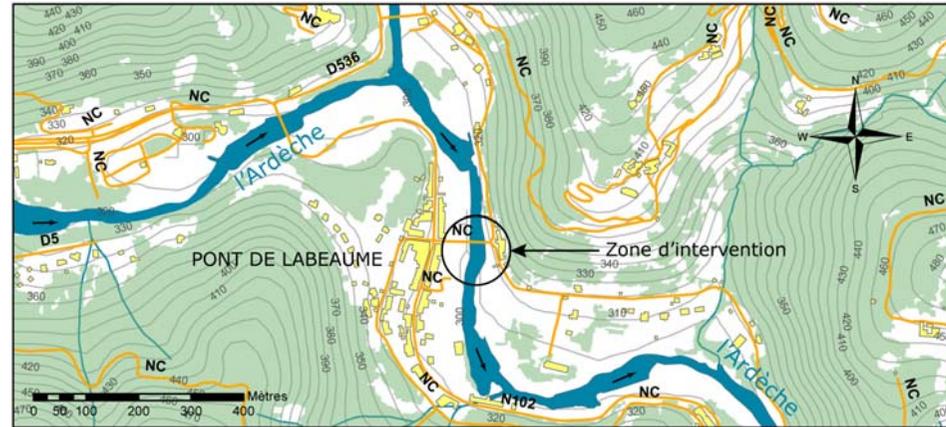
Photo :
Department of hydraulic engineering
Autonomous Provinz of Bozen/Bolzano
South Tyrol / Italy

L'Ardèche à Pont de Labeaume

Pente 1,2 %

Protection d'un terrain communal

Conception et réalisation : CFPF



Sources CFPF

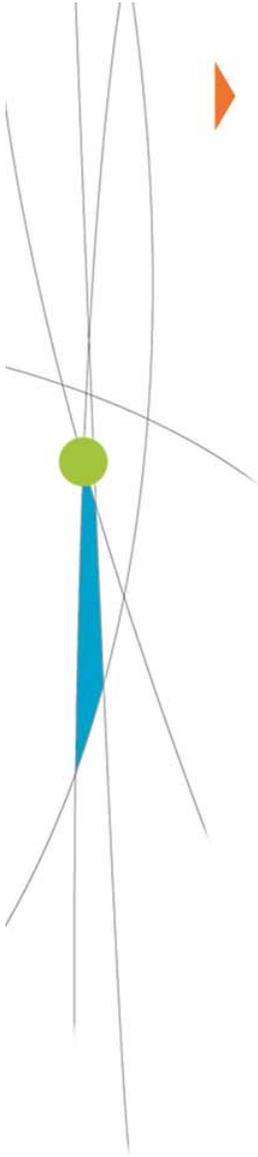
03-1999



Photo N Daumergue

1999

2011



Enrochements végétalisés

- **A réserver aux seuls cas où l'enrochement est la seule solution**
- **Pis aller sur le plan milieux naturels**
- **Le génie végétal c'est notamment copier les modèles naturels fonctionnels aux environs**
- **Ce ne sont pas des techniques de génie végétal au moins en rivière de plaine (génie biotechnique ?)**
- **Gestion du parc existant ?**

▶ Berges naturelles

Et en montagne ?

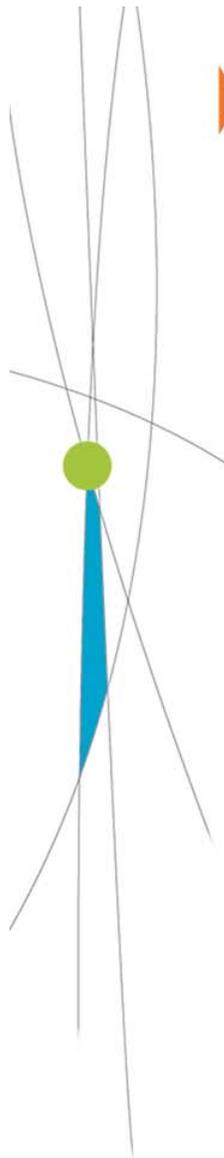


Photo : N. Daumergue

Berges naturelles



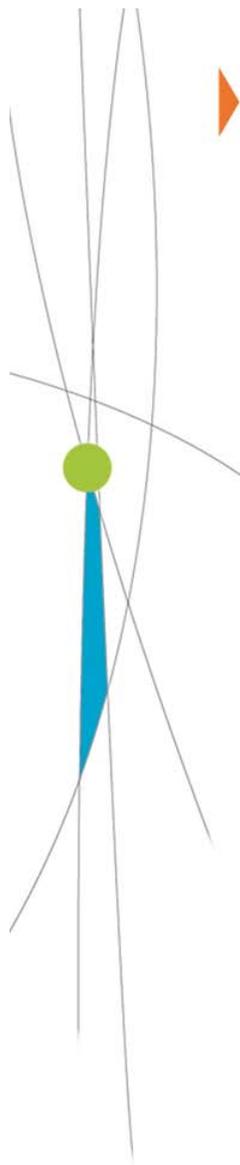
Enrochements végétalisés



Enrochements végétalisés



Enrochements végétalisés



Différentes techniques

- Cf exposé de Franck Baz de cet après midi



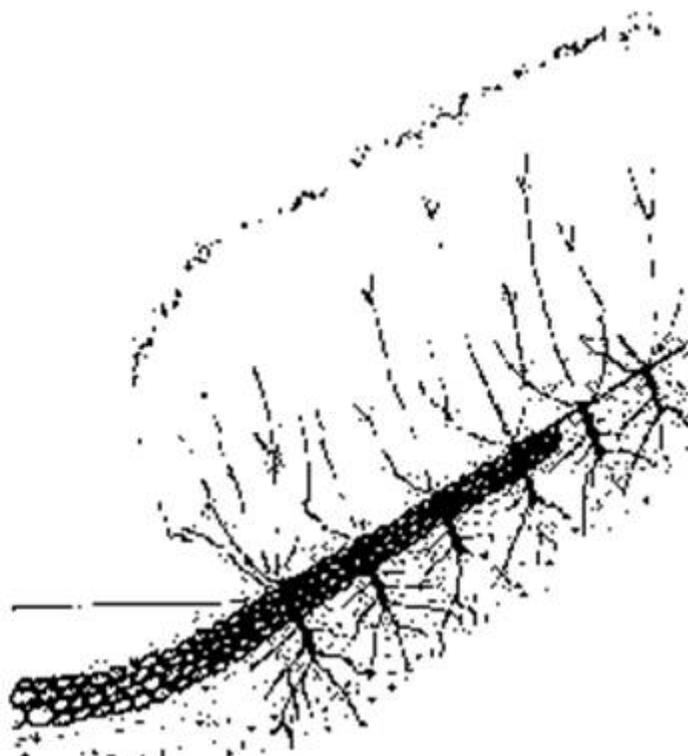
Février 2011



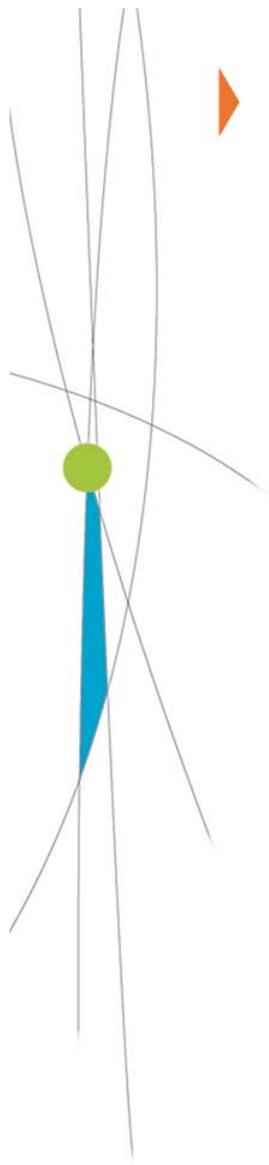
Septembre 2011

Enrochements végétalisés

Protection de pied en pierres et lits de
bouture

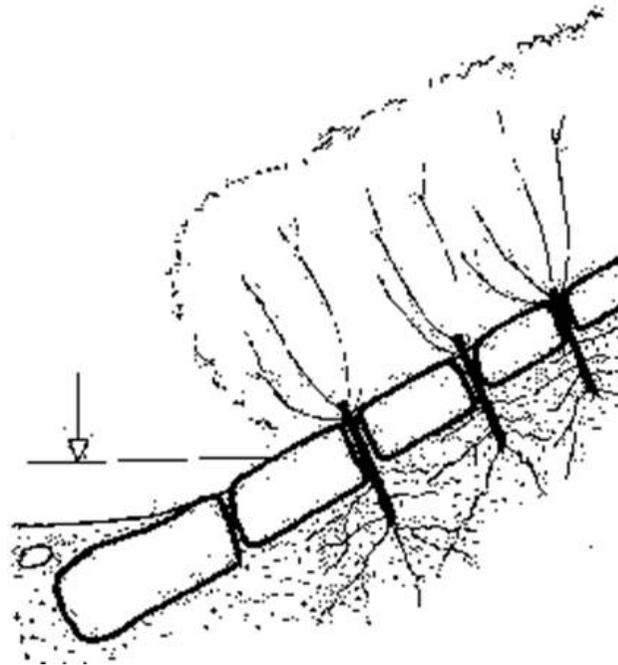


Schiechtl 1996



Enrochements végétalisés

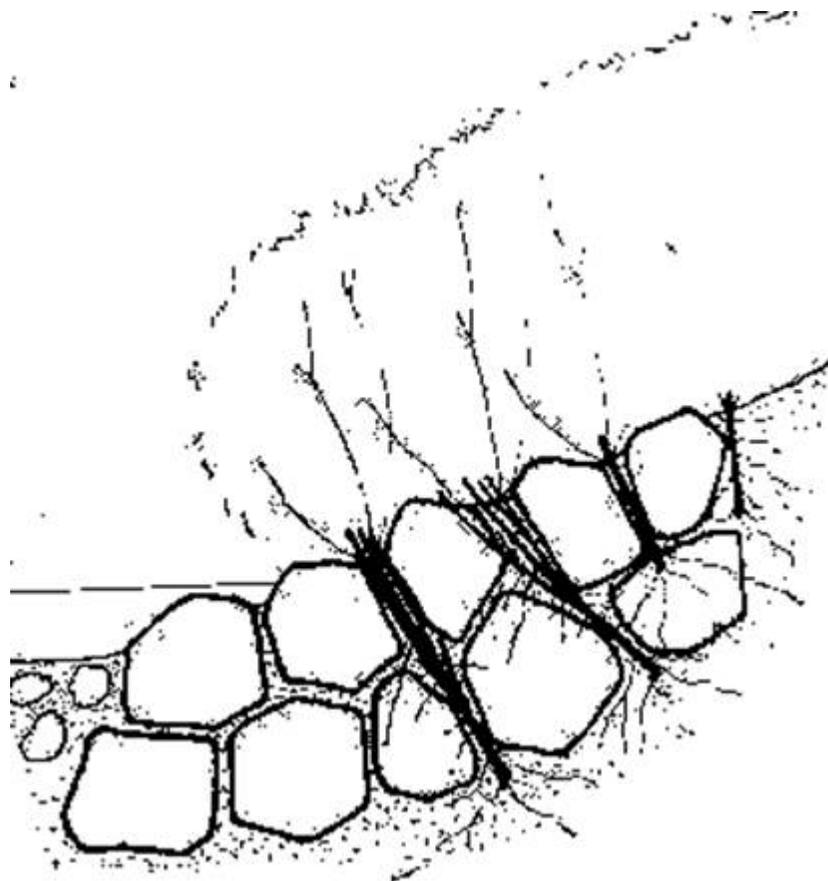
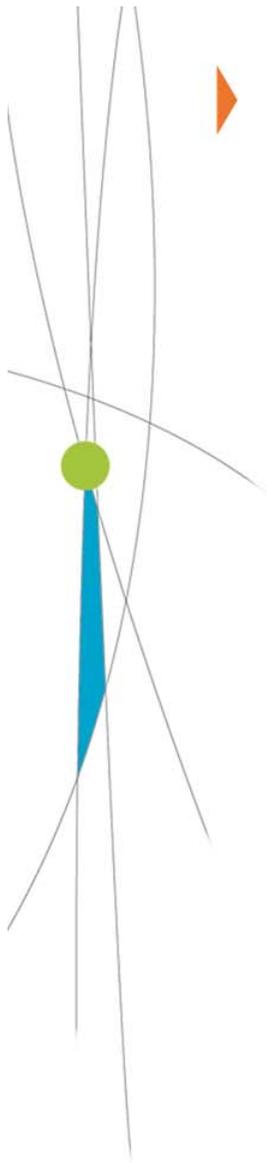
Revêtement en pierres avec
bouturages interstitiels



Schiechtl 1996

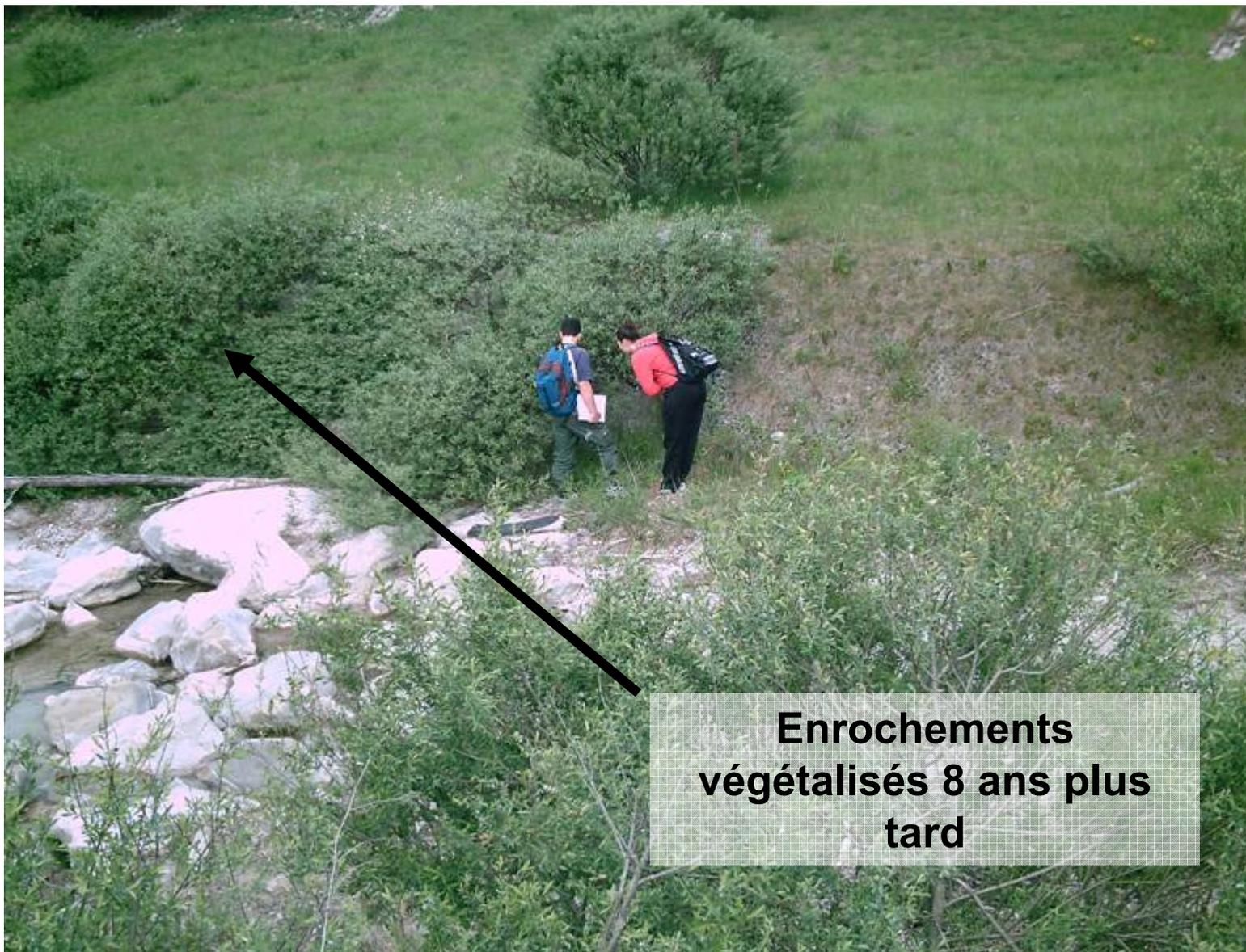
Enrochements végétalisés

Enrochements avec couches de branches



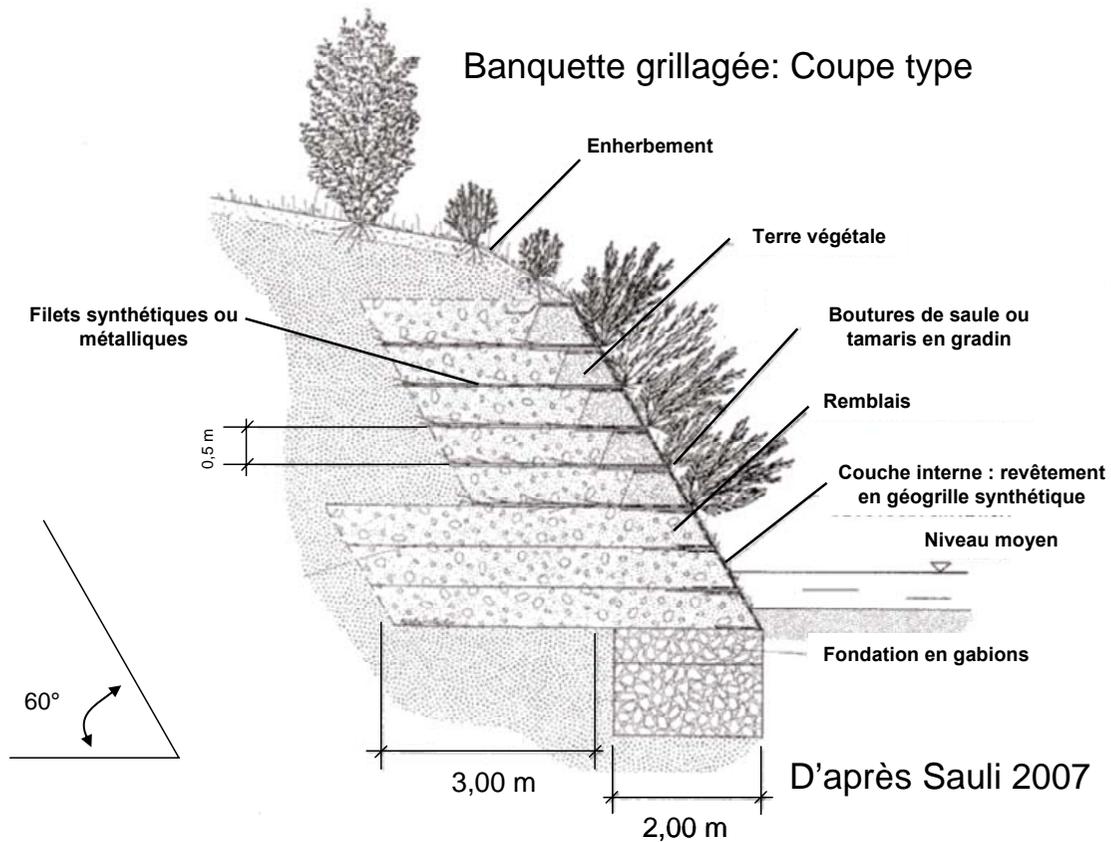
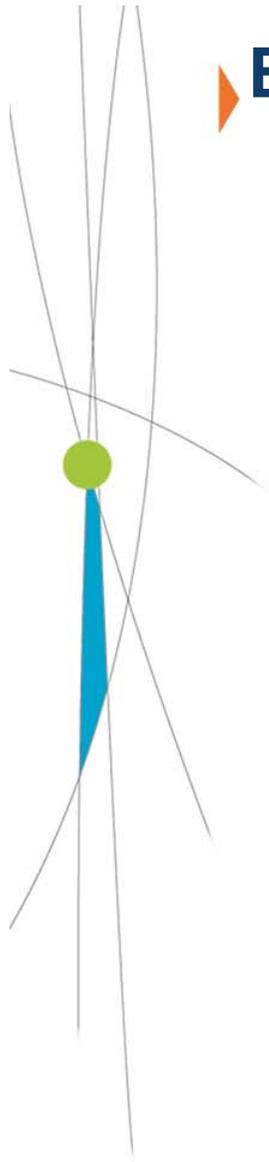
Schiechtl 1996

3 Quelques techniques



**Enrochements
végétalisés 8 ans plus
tard**

Banquettes grillagées



Mais, ce n'est pas du génie végétal

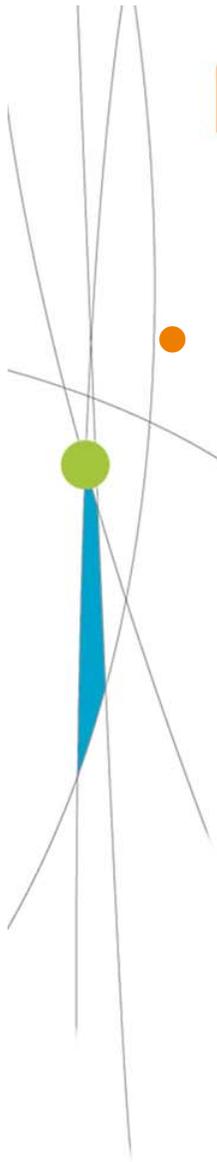
3 Quelques techniques

- **Banquettes grillagées**

Description

Forte résistance

Absence d'entretien

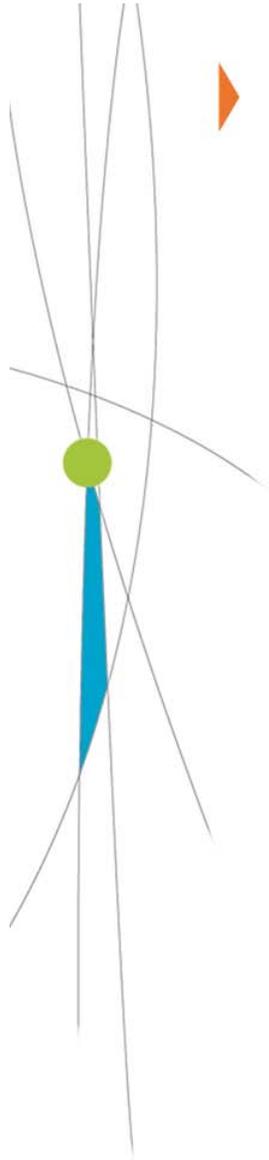


3 Quelques techniques



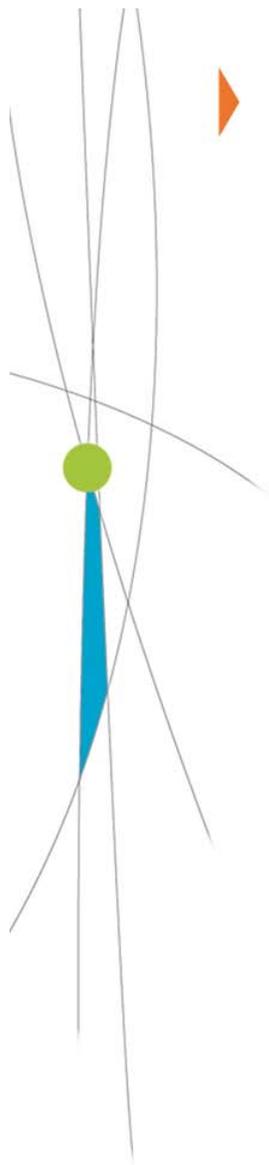
Des saules mais pas uniquement

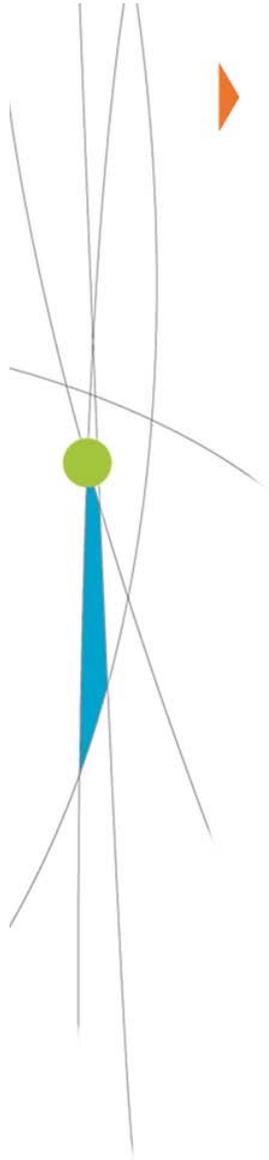
- ***Myricaria germanica* ou Tamarin d'Allemagne**
 - Compagne des saules
 - Bonne reprise au bouturage
 - Espèce en régression à l'échelle Alpine
 - Faible hauteur, milieux perturbés
 - Moins appétante pour le castor
 - Bonne résistance à la sécheresse



Des saules mais pas uniquement

- *Myricaria germanica* ou Tamarin d'Allemagne





Des saules mais pas uniquement

- ***Myricaria germanica*** ou Tamarin d'Allemagne



Des saules mais pas uniquement

- ***Myricaria germanica*** ou Tamarin d'Allemagne

