

Fonction érosion de la norme NF EN ISO 10318

Présentation du guide « Erosion »

Philippe Reiffsteck – Christophe Chevalier
Département Géotechnique, Eau et Risques
Science de la terre

Journée technique
« Les géosynthétiques : protection contre
l'érosion »
MIV – 23 Mars 2016



IFSTTAR

Historique

« Recommandations pour l'utilisation des géosynthétiques dans la lutte contre l'érosion »

- 2000
 - reprise de l'existant
 - travail sur le document
- 2001
 - travail sur le document
 - fin de la rédaction
- 2002
 - transfert des documents au CFG
 - validation experts
- 2003
 - dernières corrections
 - validation CFG



Comité de rédaction

- Monsieur ANTOINE DDE 66 SERVICE MARITIME
- Monsieur BRIOIST CETMEF
- Monsieur BRUHIER HUESKER SYNTHETIC
- Monsieur DERACHE FRANCE GABIONS S.A.
- Monsieur DUCOL TEXINOV
- Monsieur FAURE LIRIGM, Univ. J. Fournier, Grenoble
- Monsieur GARCIN BIDIM GEOSYNTHETICS
- Monsieur HERAULT COLBOND GEOSYNTHETICS
- Monsieur POULAIN CEMAGREF Bordeaux
- Monsieur REIFFSTECK LCPC Paris
- Monsieur ROBINET SNCF - Direction de l'Équipement



Sommaire du guide

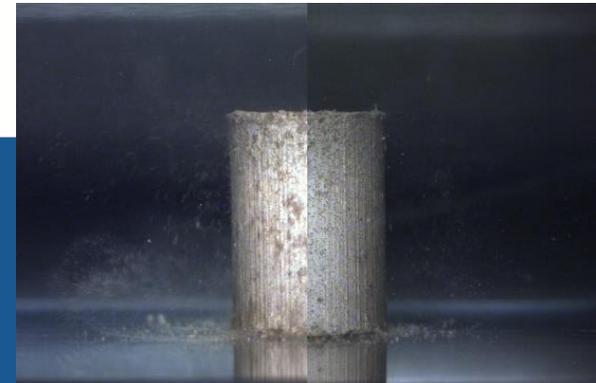
- **Chapitres**
 - I. Enjeux et moyens de la lutte contre l'érosion
 - II. L'érosion pluviale
 - III. L'érosion fluviale
 - IV. L'érosion maritime
 - V. L'érosion éolienne
 - VI. Les érosions anthropique et animalesuivis de : Bibliographie, Index, Exemples de sites, Annexes
- **Structure des chapitres**
 1. Contexte de l'emploi des géosynthétiques
 2. |
 3. | Solutions selon les types d'ouvrage
 - 4... |



Complexité du phénomène : cas de l'érosion pluviale

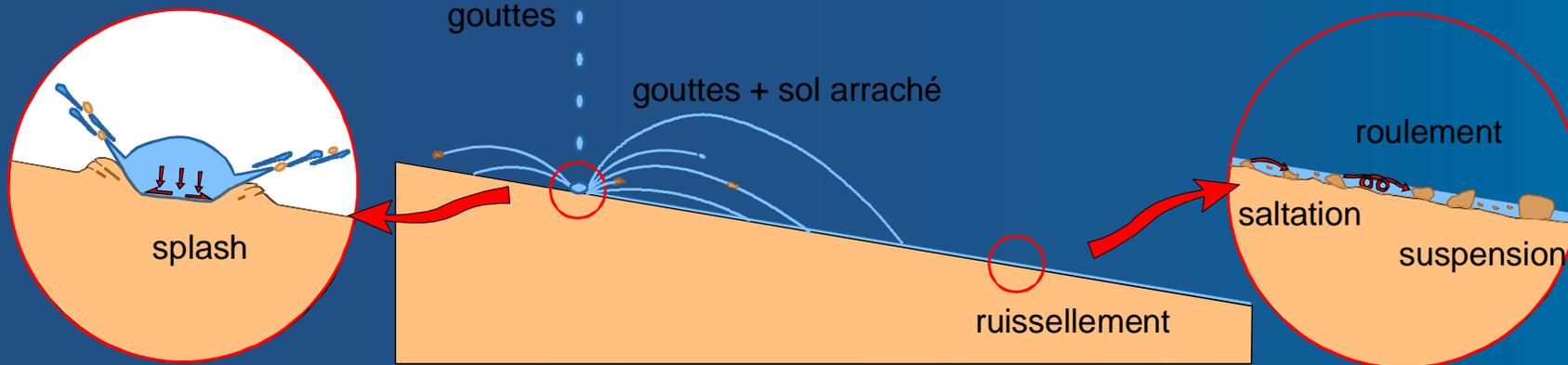
Texture argilo-limoneuse
K45L40S15

Texture argileuse
K65L5S30

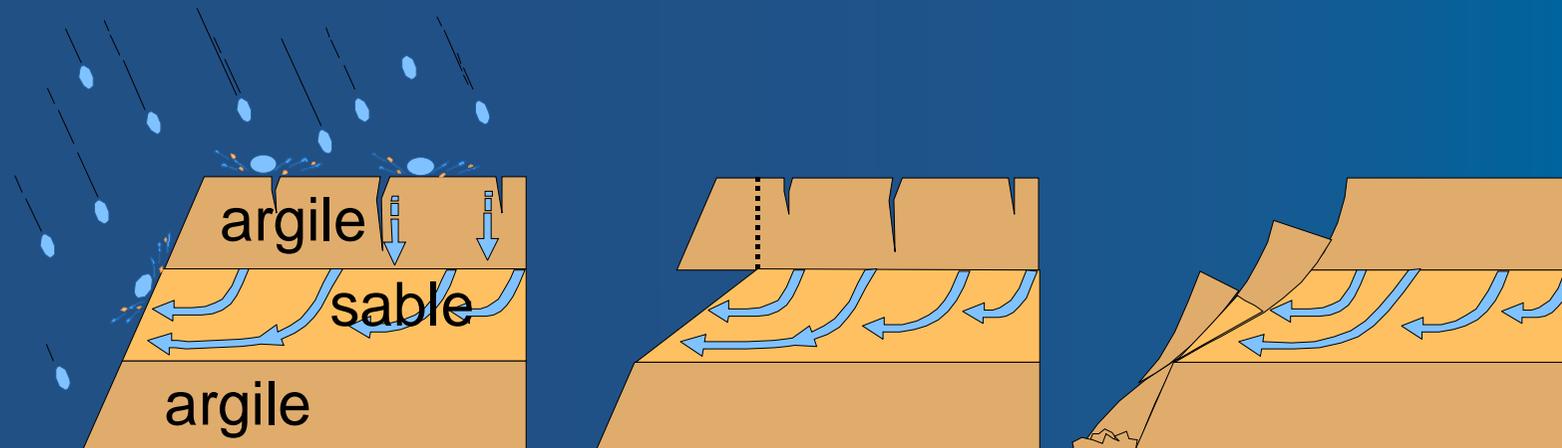


25'

- Les mécanismes de l'érosion pluviale
 - Effet d'impact (splash) - dispersion
 - Ruissellement

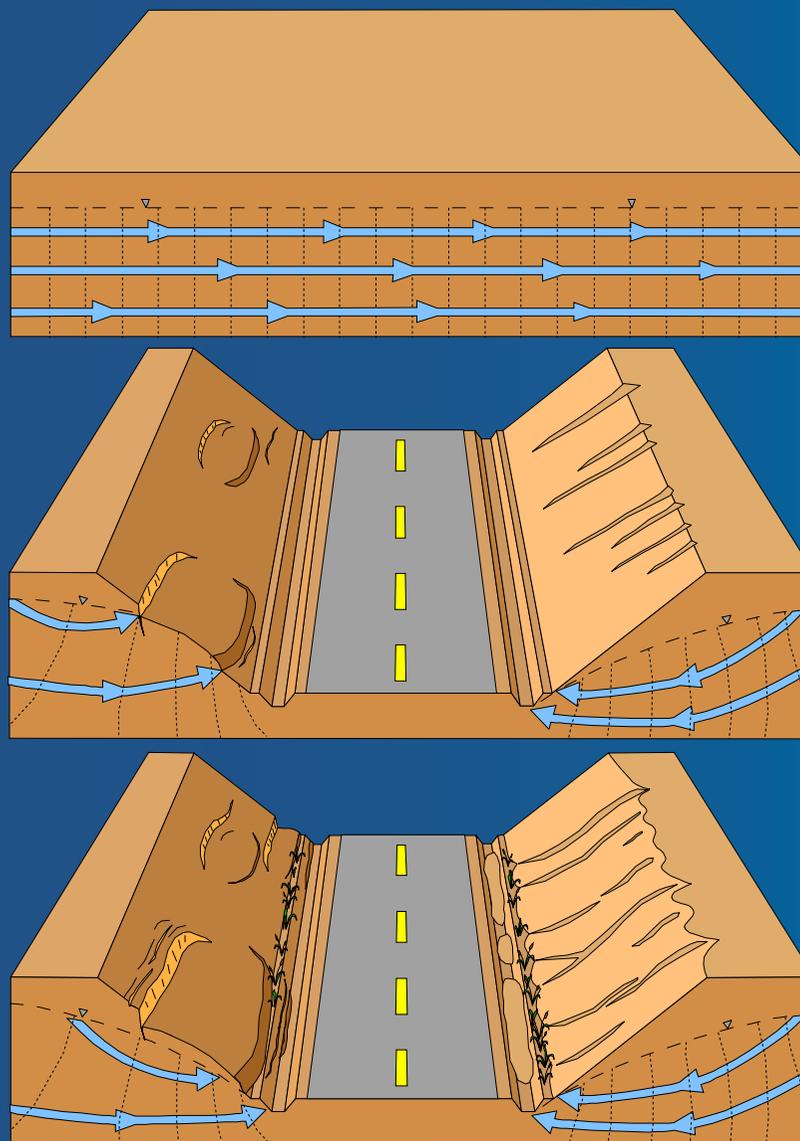


- L'érosion est aussi liée à la structure interne du talus

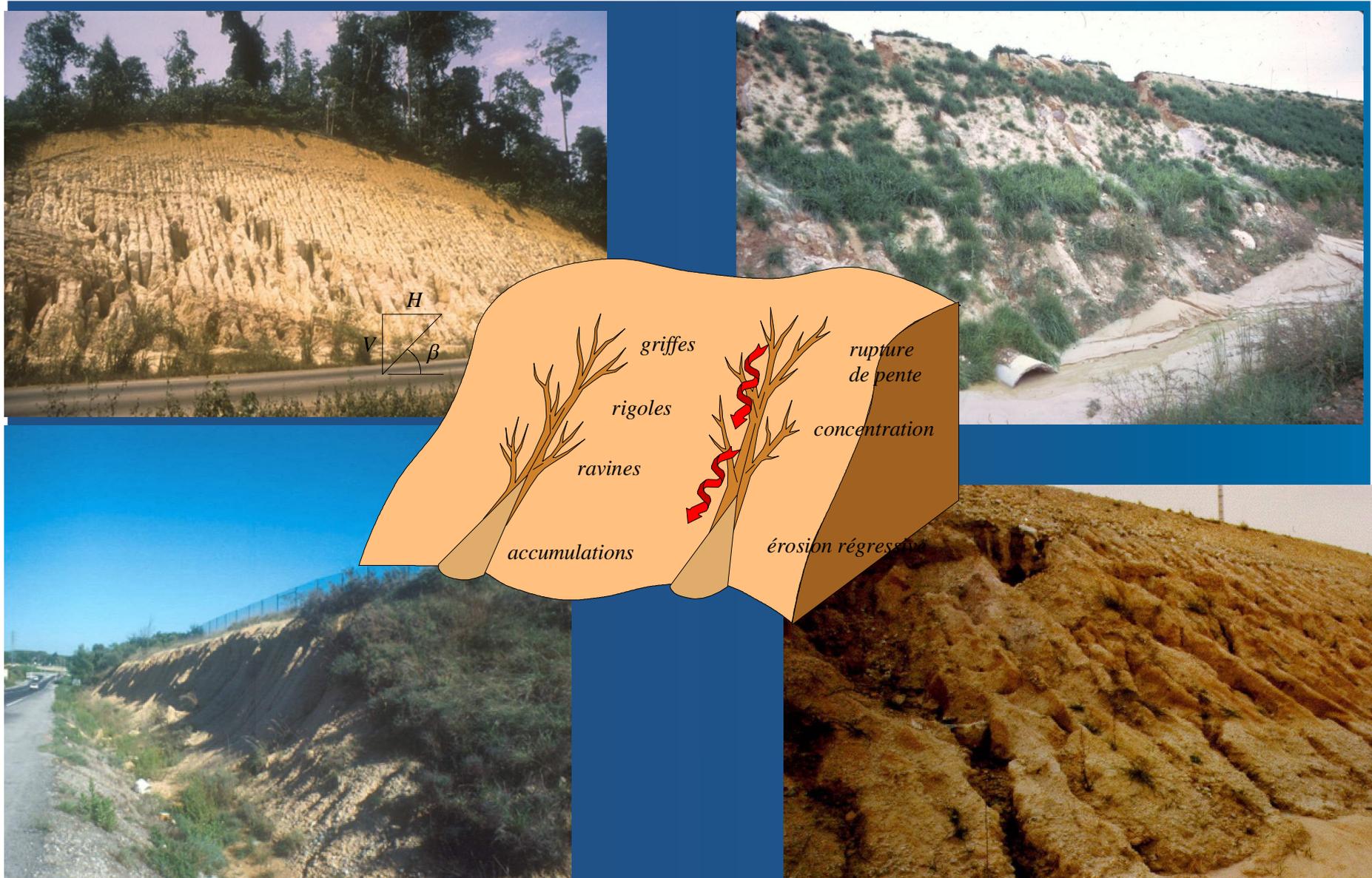


Complexité du phénomène

- Ou à la rencontre d'une nappe par un ouvrage



Érosion Pluviale - Pentees



P. Reiffsteck - C. Chevalier - 23 Mars 2016 - Journée du CFG « Lutte contre l'érosion »

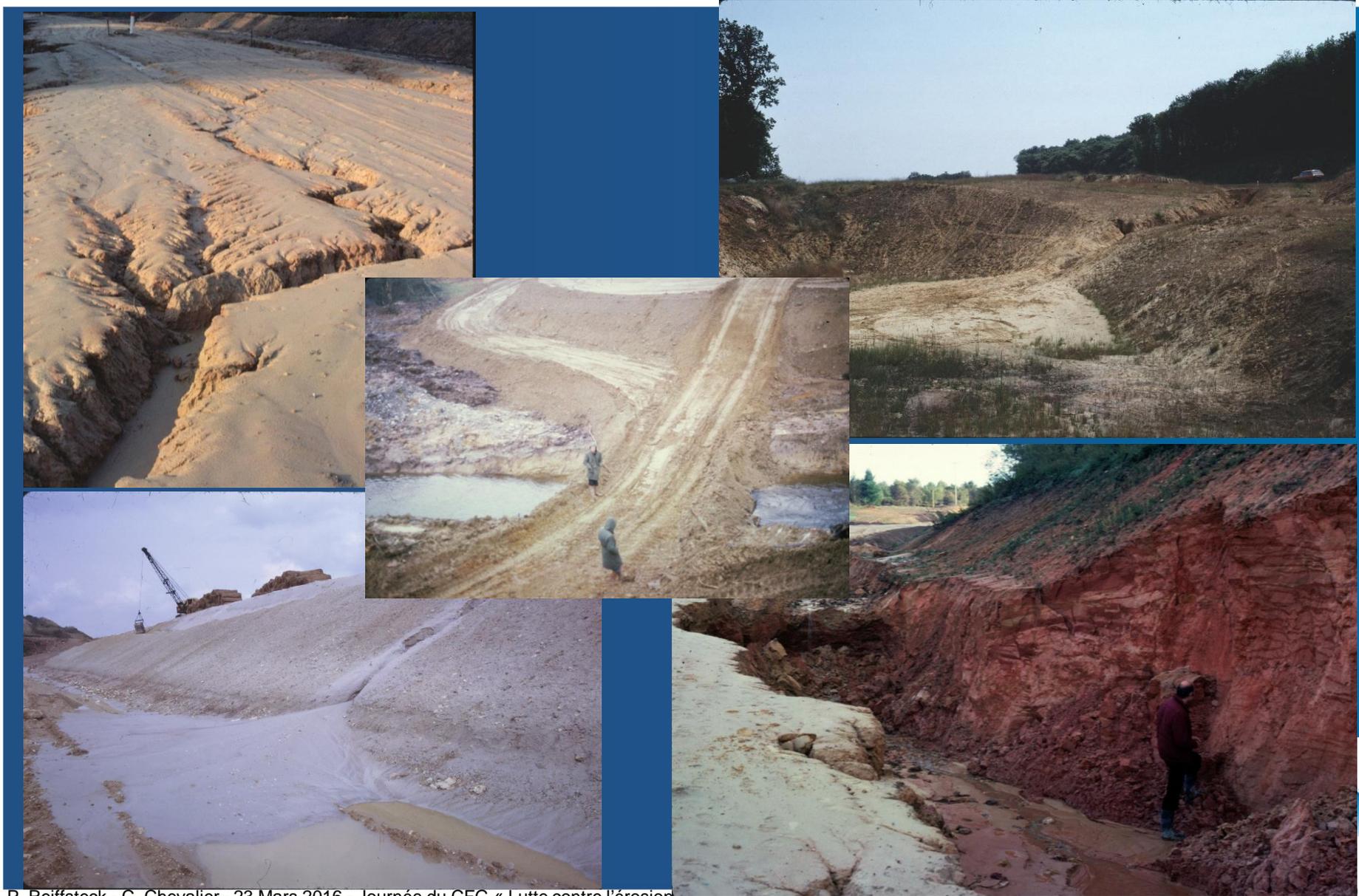
7

Érosion Pluviale - Fossés



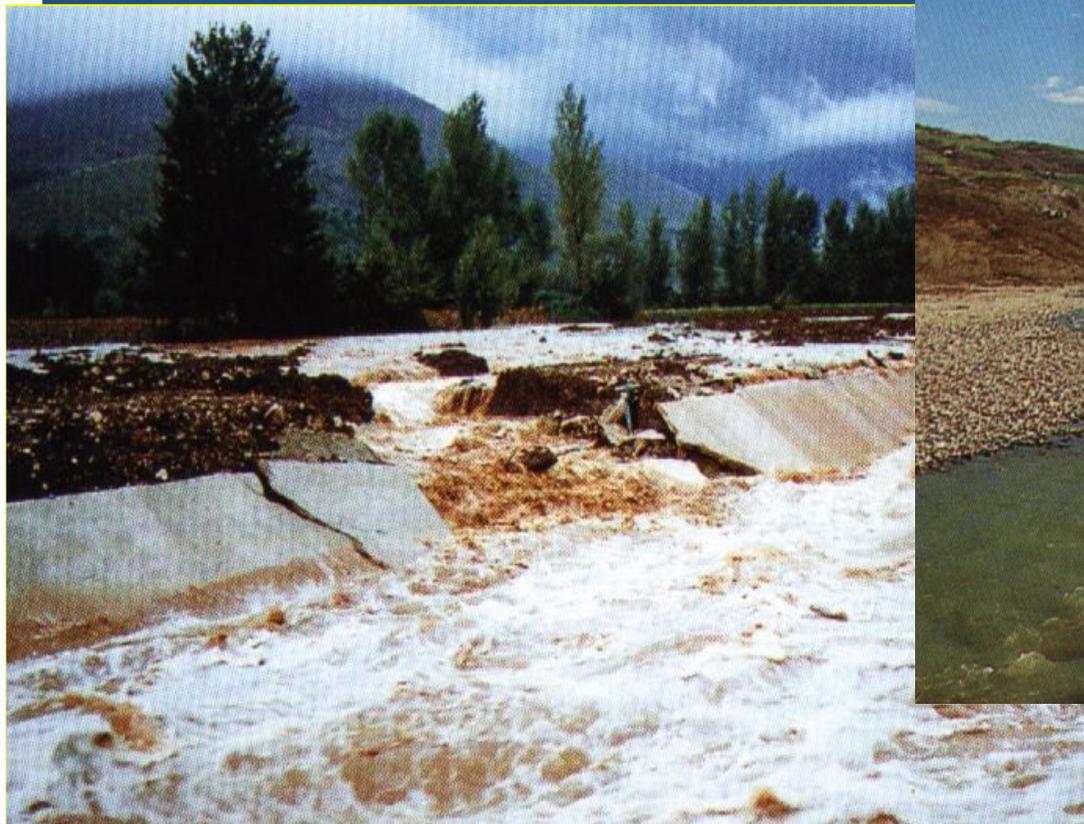
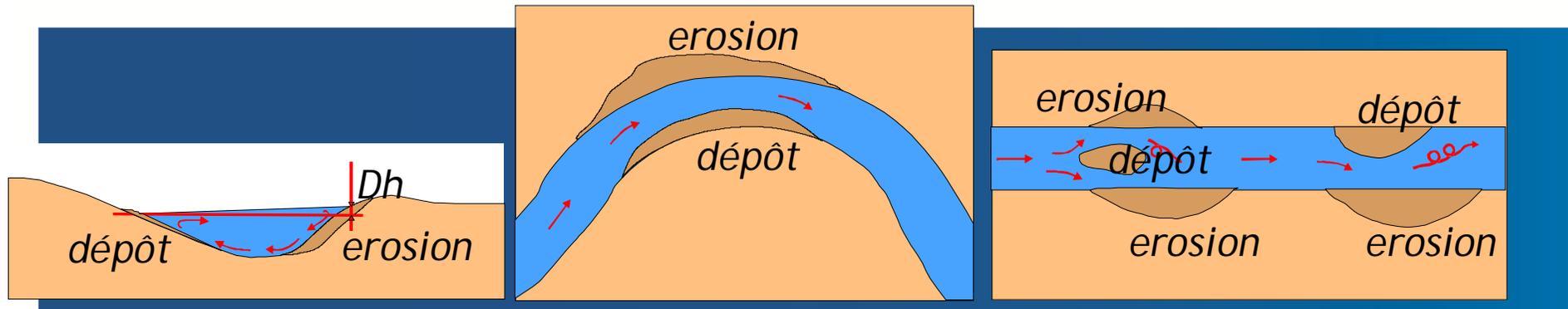
P. Reiffsteck - C. Chevalier - 23 Mars 2016 - Journée du CFG « Lutte contre l'érosion »

Érosion Pluviale - Plateformes

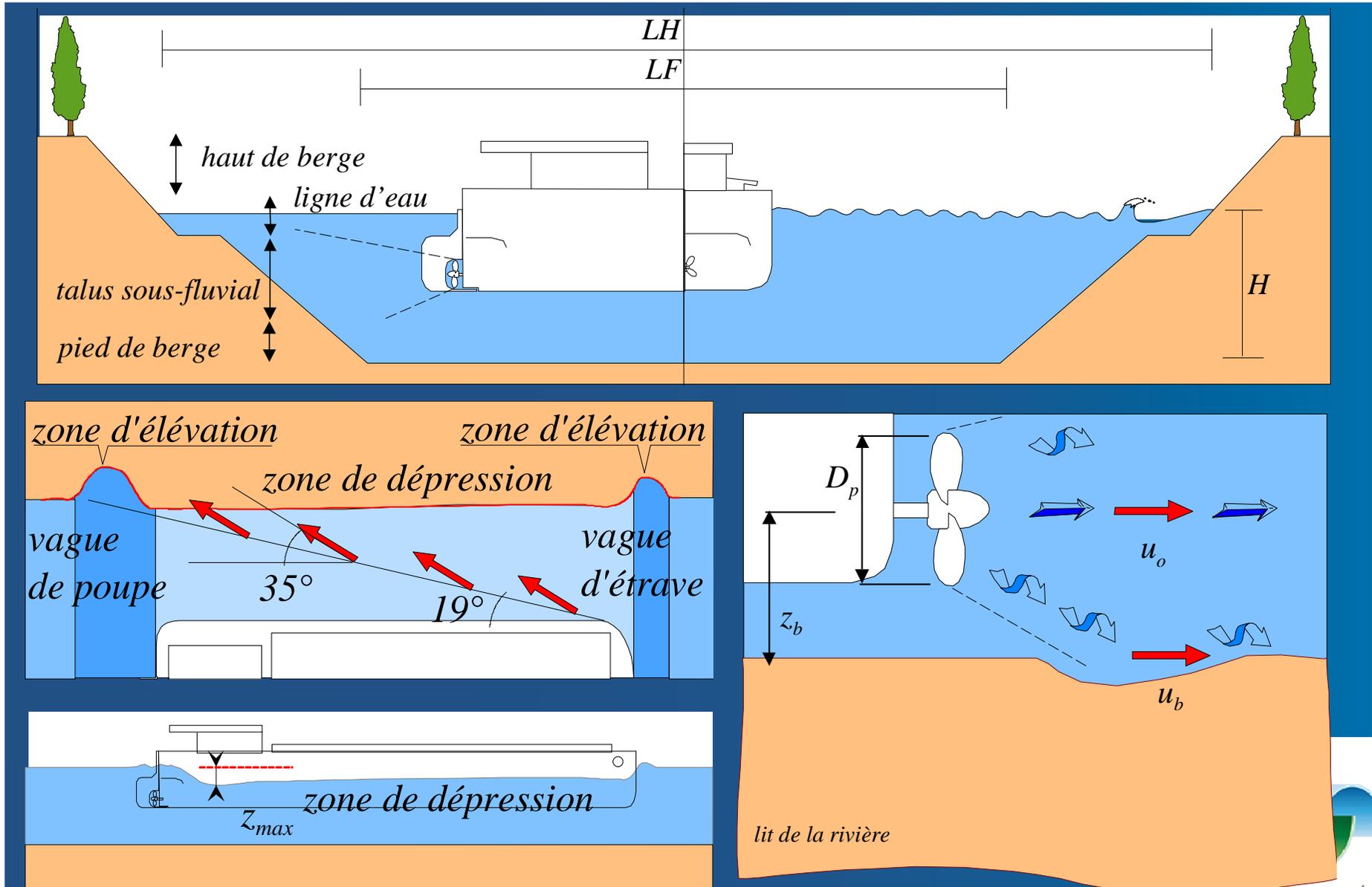


P. Reiffsteck - C. Chevalier - 23 Mars 2016 - Journée du CFG « Lutte contre l'érosion »

Érosion Fluviale

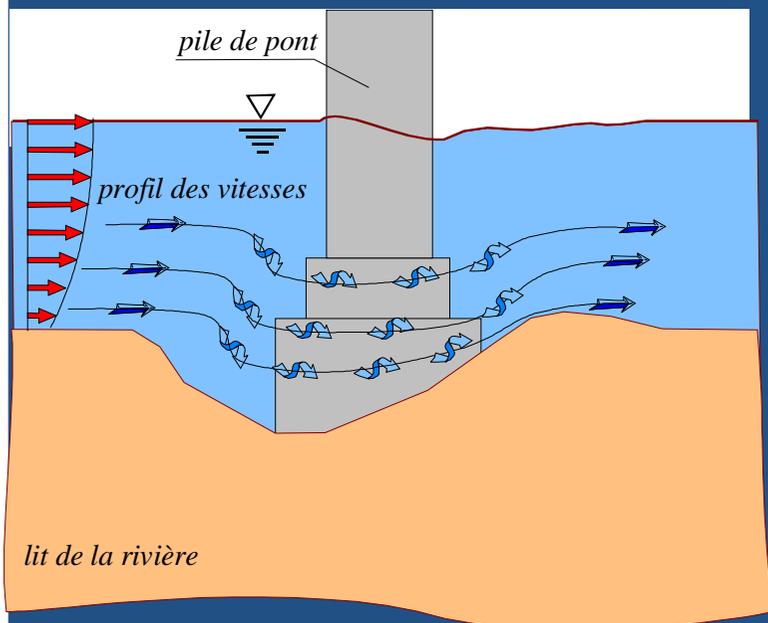


Érosion Fluviale



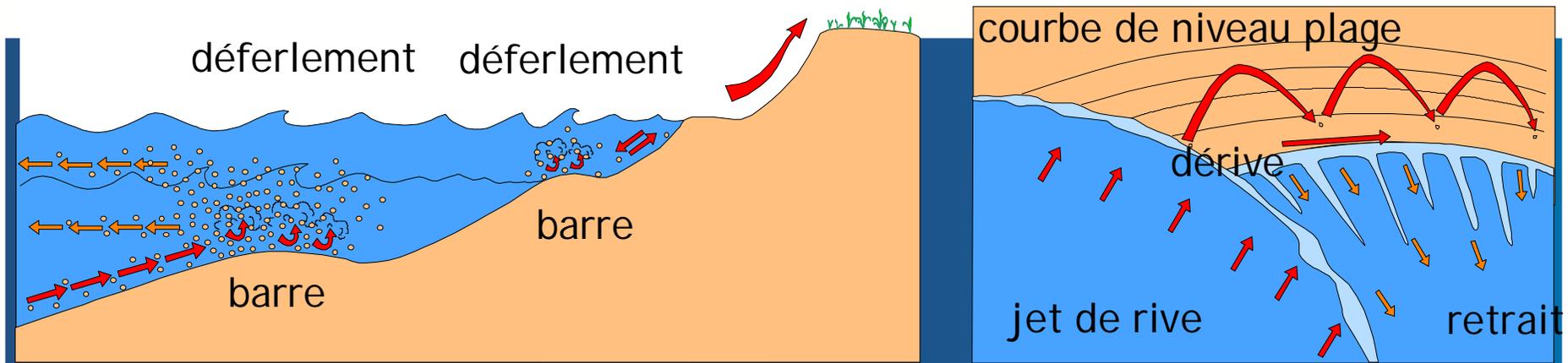


Érosion Fluviale Piles de Ponts



Pont sur le Douro

Érosion Littorale



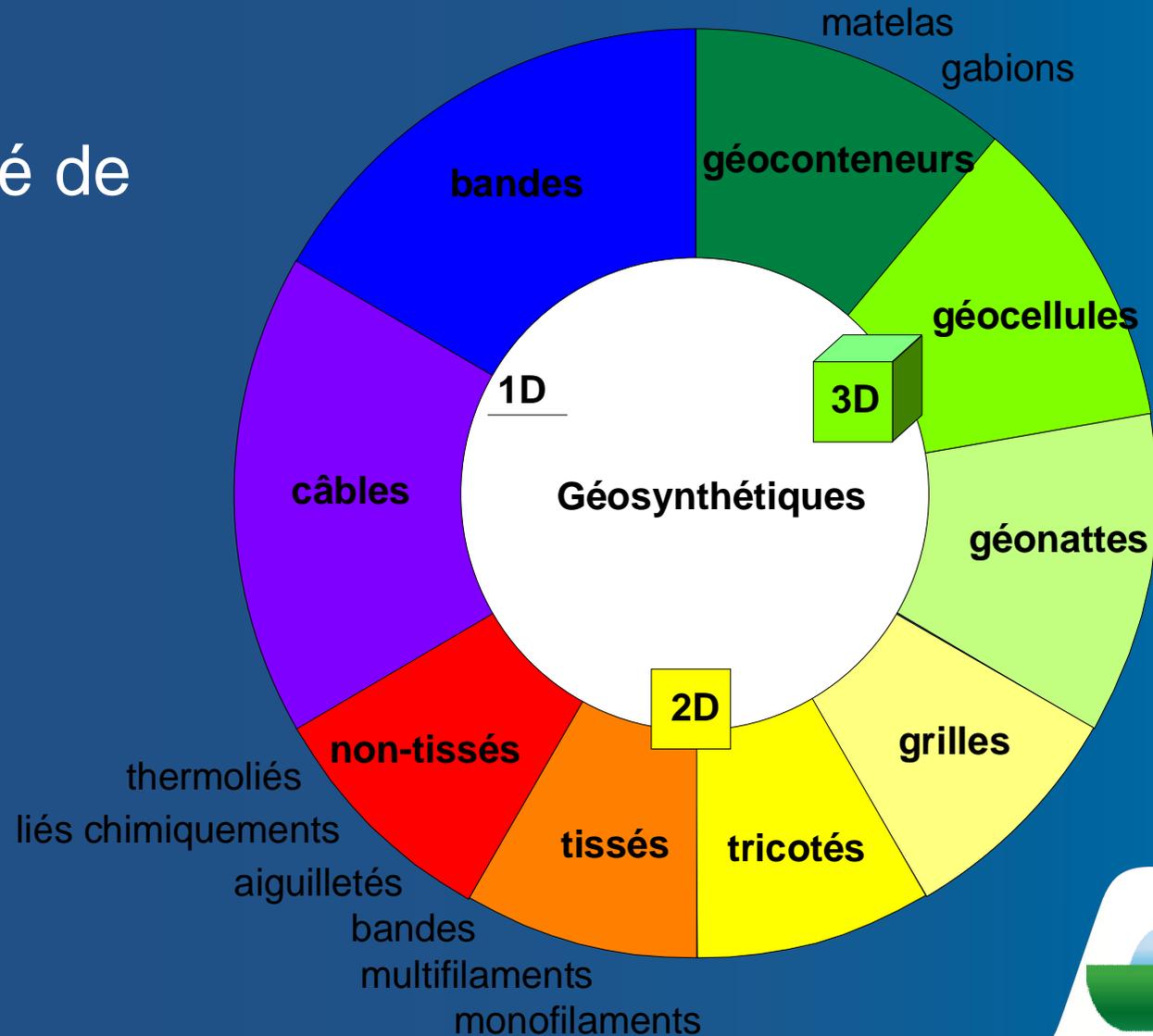
l'érosion



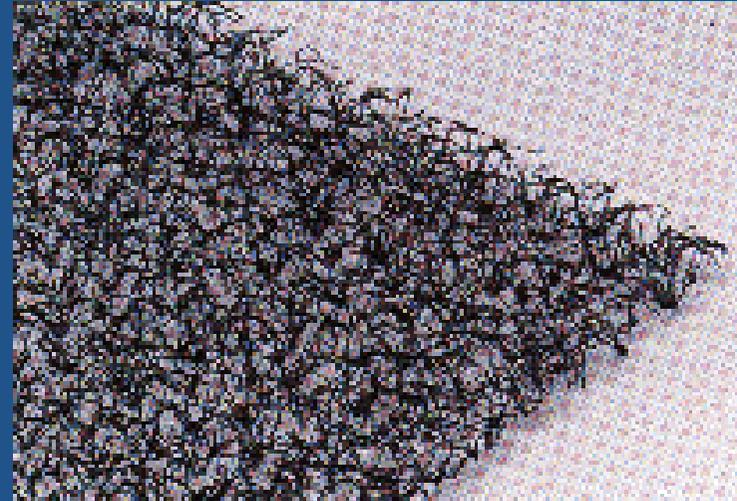
ITALIE - Calabre 1982-1985

Techniques Géosynthétiques de lutte contre l'érosion

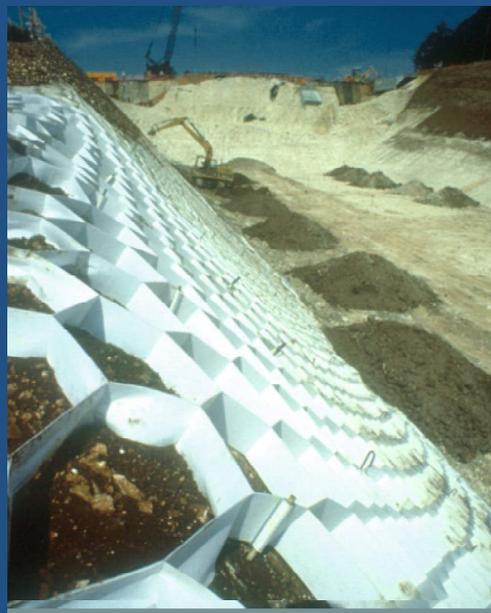
- Choix varié de solutions



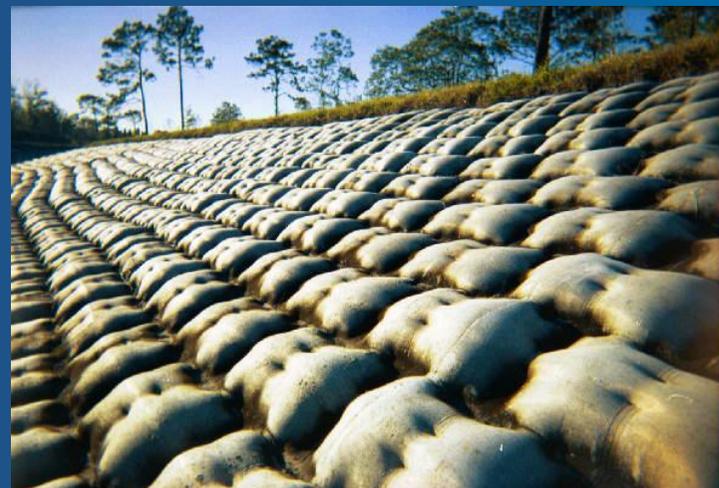
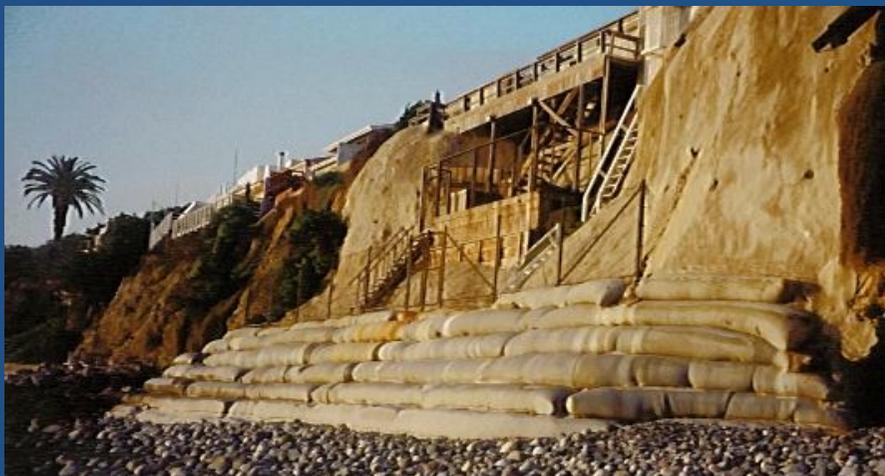
Nattes de renforcement du sol d'apport (RSA)



Systemes de Confinement Géoalvéolaire (CGA)



Systemes de Confinement Géoconteneurs (CGC)



Filtration du sol support sous protection (FSP)



Techniques Géosynthétiques de lutte contre l'érosion

- On voit qu'il est nécessaire de définir deux notions importantes :
 - la notion d'échelle,
 - la notion de fonctions.



Techniques Géosynthétiques de lutte contre l'érosion

Notion d'échelle

- **macro-stabilité** qui concerne la stabilité globale de la pente.
- **micro stabilité** correspond à la stabilité des grains de sol en surface.
- **meso-stabilité** stabilisation d'une épaisseur significative de sol (plusieurs centimètres) sur pente forte, elle est liée à des forces gravitaires statiques

Remarque : **micro-stabilité** corrélable aux sollicitations correspondant à l'effet d'impact des gouttes et à l'effet du ruissellement
→ directement liée à la nature du sol.



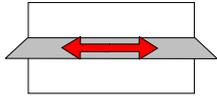
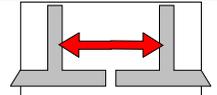
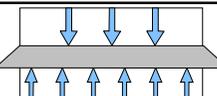
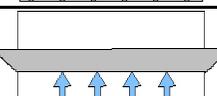
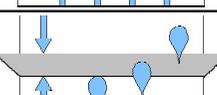
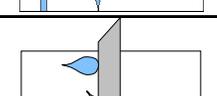
Techniques Géosynthétiques de lutte contre l'érosion

Les techniques

- Systèmes de confinement géoconteneurs (CGC)
- Systèmes de confinement géoalvéolaire (CGA)
- Nattes de renforcement du sol d'apport (RSA)
- Géosynthétiques de protection du sol d'apport (PSA)
- Filtration du sol support sous protection (FSP)
- Végétalisation (VEG).



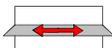
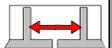
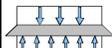
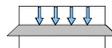
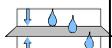
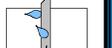
Définition des fonctions

Fonctions	Symbole	Définition
Renforcement armature		mobiliser un effort,
Confinement		envelopper et maintenir dans un volume déterminé un sol ou un matériau
Séparation		prévenir le mélange de deux sols ou matériaux adjacents
Protection		empêcher ou limiter les endommagements localisés
Filtre		s'opposer aux mouvements des particules solides du sol
Drainage		évacuer d'un terrain, d'un sol, l'eau excédentaire



Aide au choix

Intersection fonctions - phénomènes

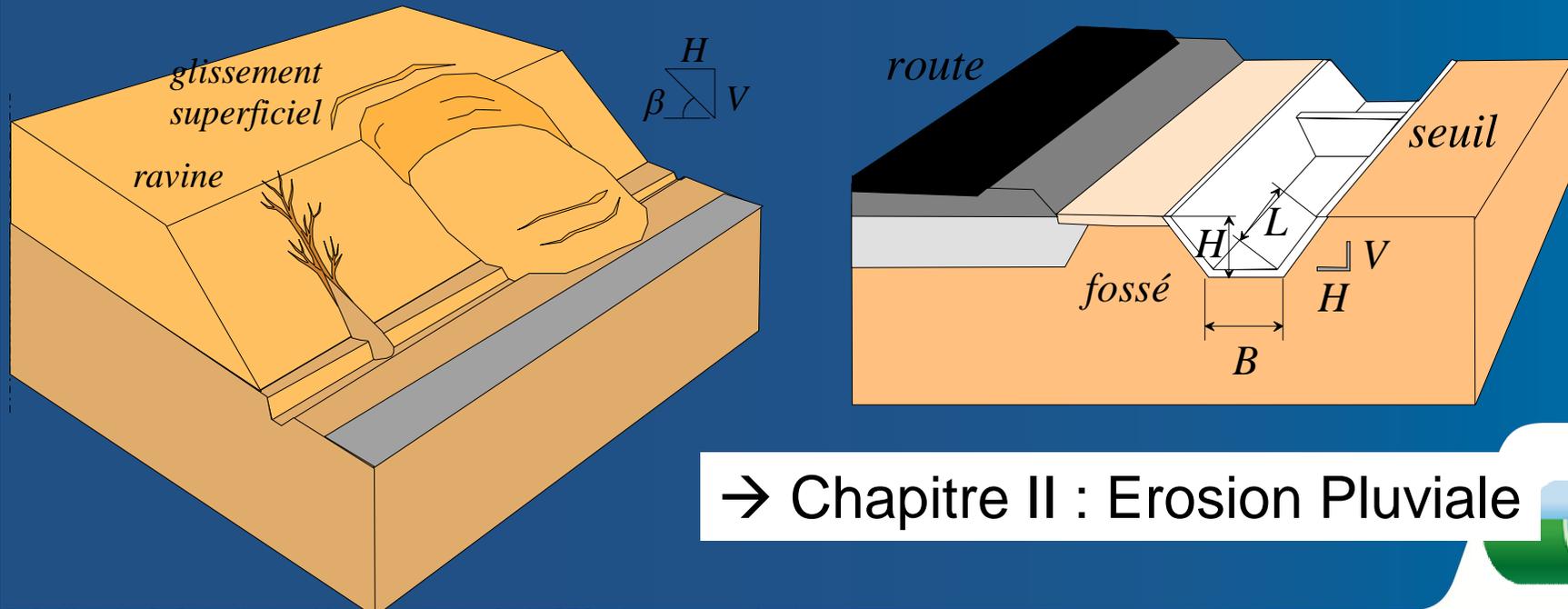
											
Érosion	Phénomène	μR	mR	MR	C	S	μP	mP	MP	F	D
pluviale	pluie	✓					✓	✓			
	courant ou ruissellement fort	✓	✓		✓	✓				✓	✓
fluviale	batillage			✓	✓				✓	✓	
	marnage – marée									✓	
	courant – jet d'hélice				✓	✓		✓			
littorale	houle			✓	✓				✓	✓	
	marée									✓	
	courant				✓	✓			✓		
éolienne	vent	✓			✓		✓		✓		
anthropique	homme		✓			✓		✓	✓		
	animaux							✓			
	véhicules ou engins		✓	✓		✓		✓			



Exemple pour l'érosion pluviale

Ouvrages

- pentes naturelles
- talus de remblais et talus de déblais
- fossés
- plate-formes



→ Chapitre II : Erosion Pluviale

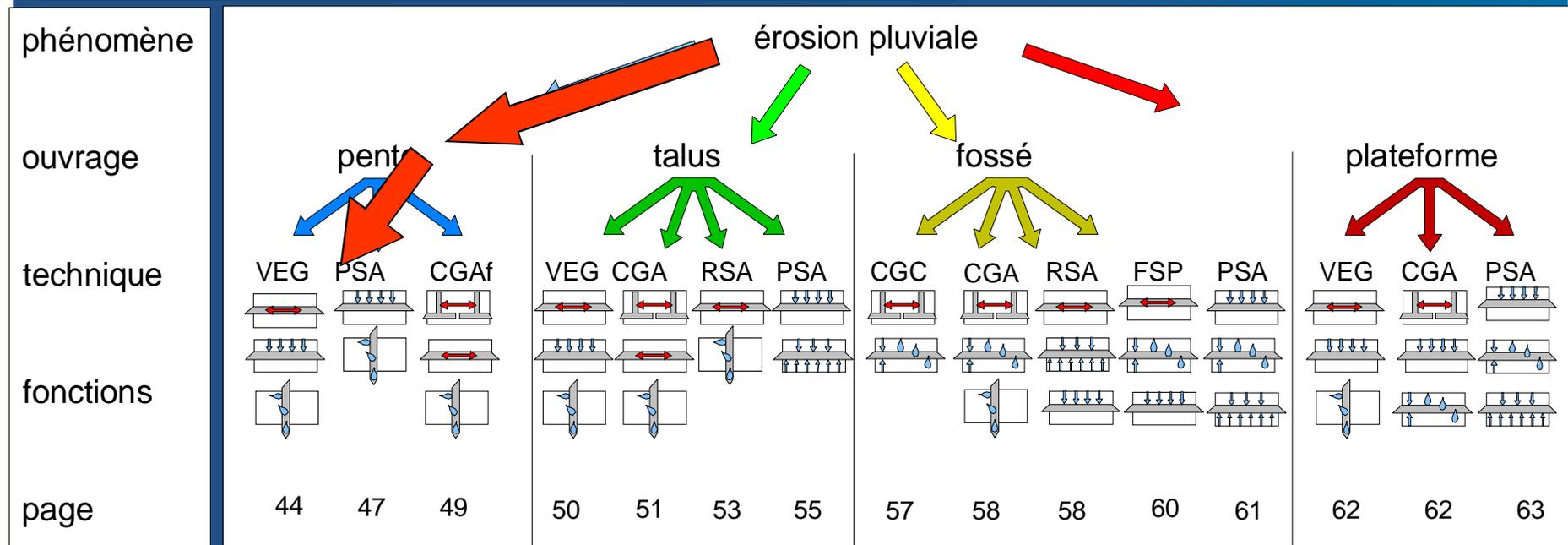


Organigramme de choix

De l'érosion par les fonctions aux techniques

Chapitre II : Erosion Pluviale

II.1 Contexte de l'emploi des géosynthétiques



II.2 Pentes naturelles

II.3 Talus de remblais et talus de déblais

II.4 Fossés

II.5 Plate-formes



Tableau de décision

Pertinence des fonctions proposées par les techniques

- liste des fonctions
- indicateur de pertinence représenté par des croix.

Chapitre II : Erosion Pluviale

↳ II.2 Pentes Naturelles

↳ II.2.2 Géosynthétiques de protection du sol d'apport (PSA)

Fonction	Confinement	Renforcement			Protection			Séparation	Filtre	Drainage
		micro	meso	macro	micro	meso	macro			
Pertinence		++	+			+++				+



Érosion pluviale

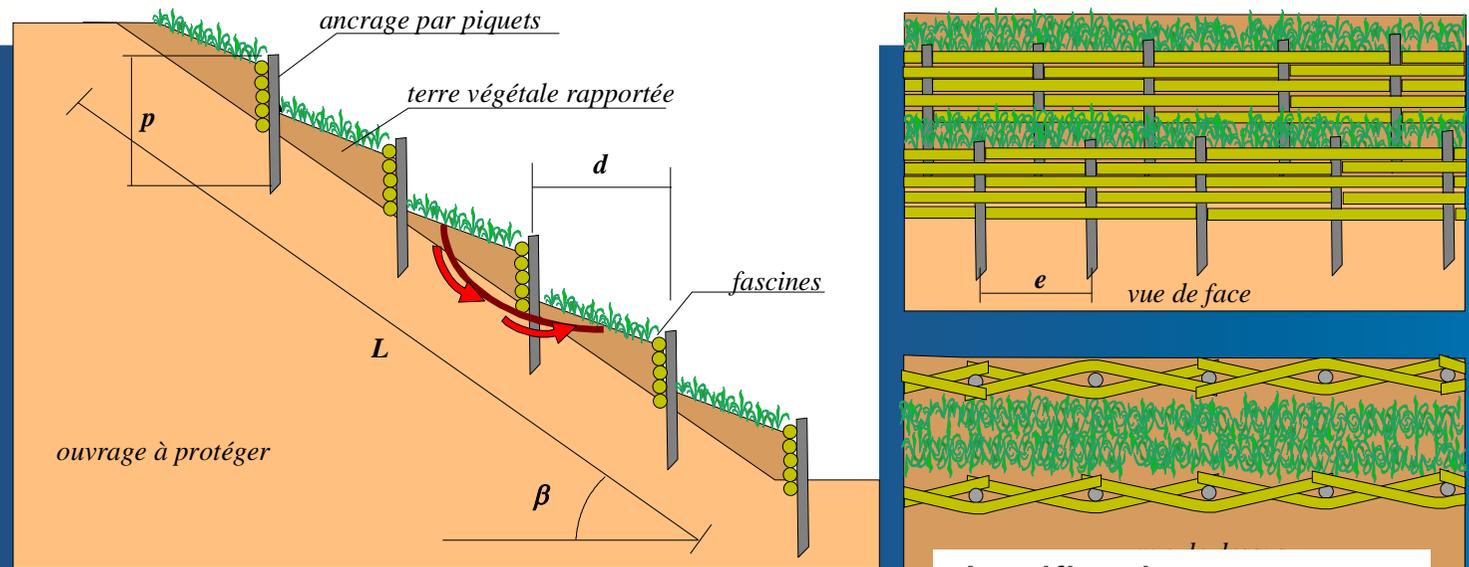
Végétalisation



P. Reiffsteck - C. Chevalier - 23 Mars 2016 - Journée du CFG « Lutte contre l'érosion »

Érosion pluviale

Fascines



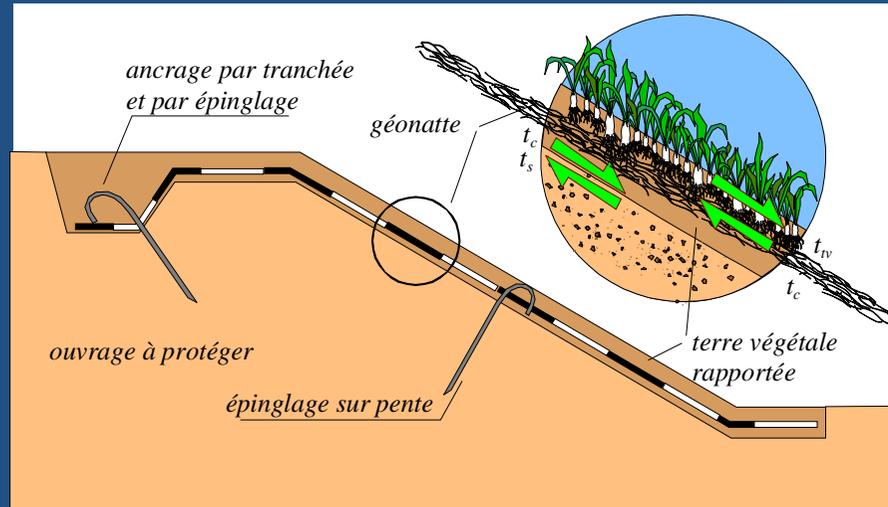
Justification :

- Résistance interne
- Glissement plan
- Efforts latéraux
- Stabilité externe



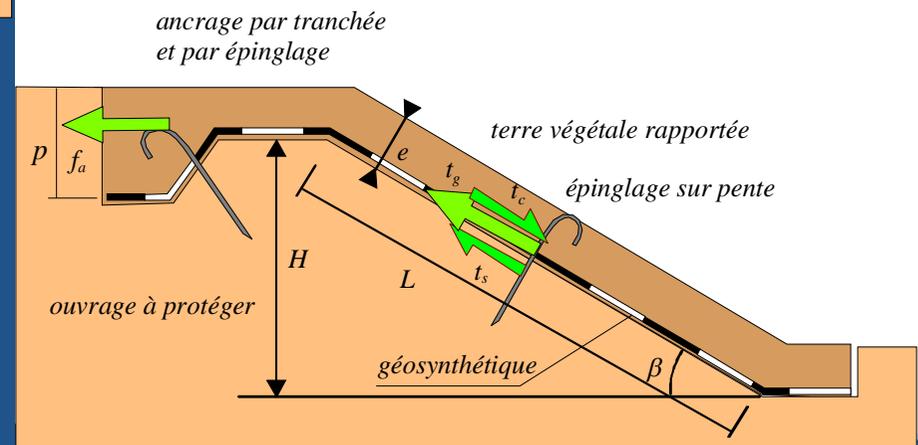
Érosion pluviale

Nattes de renforcement du sol d'apport (RSA)



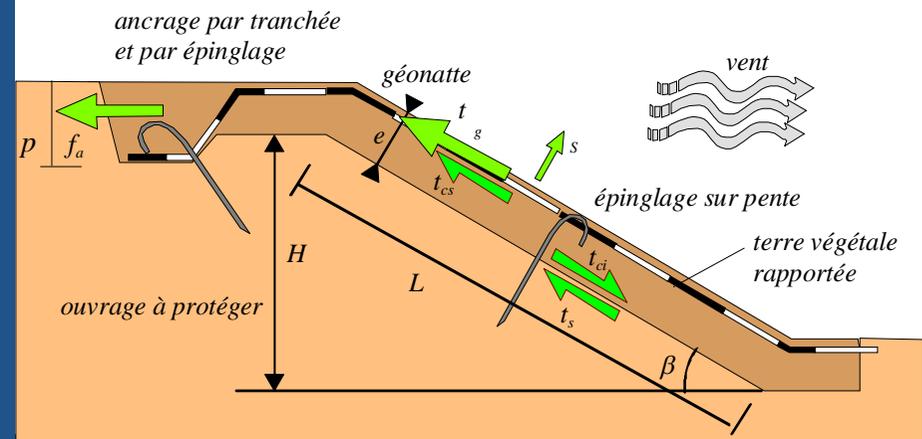
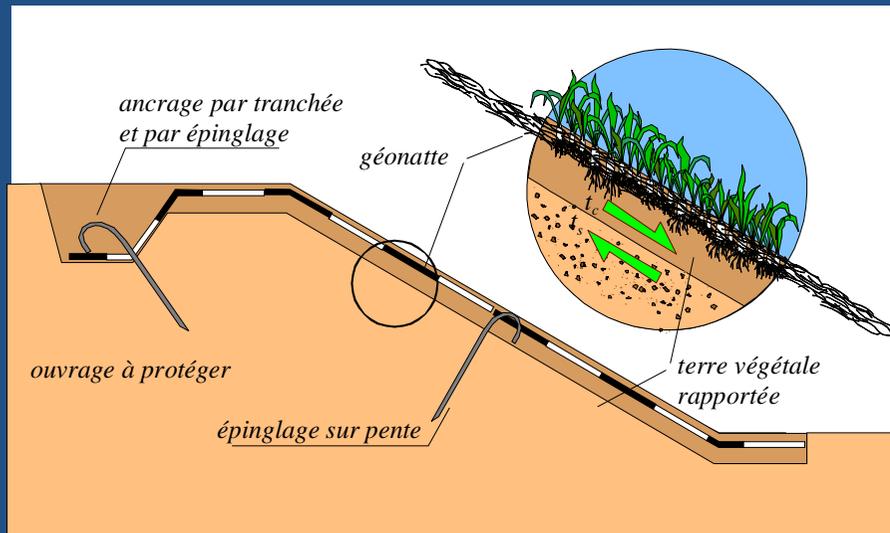
Justification

- Résistance interne (traction)
- Glissement plan
- Ancrages en tête
- Stabilité externe



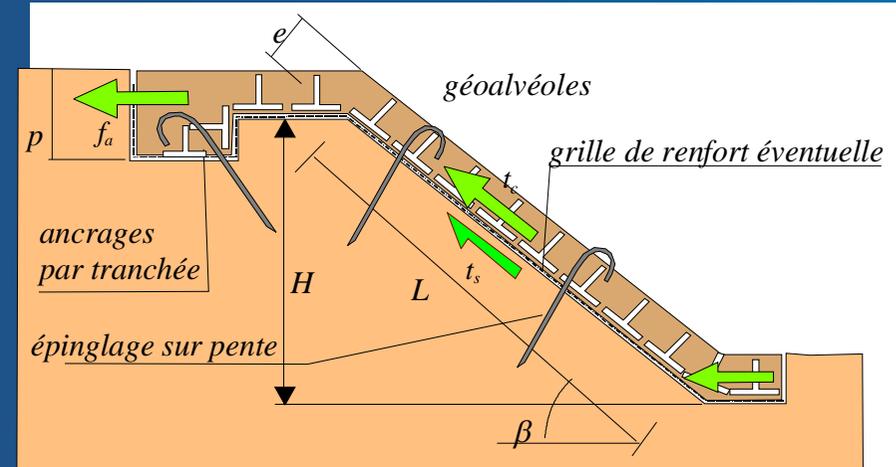
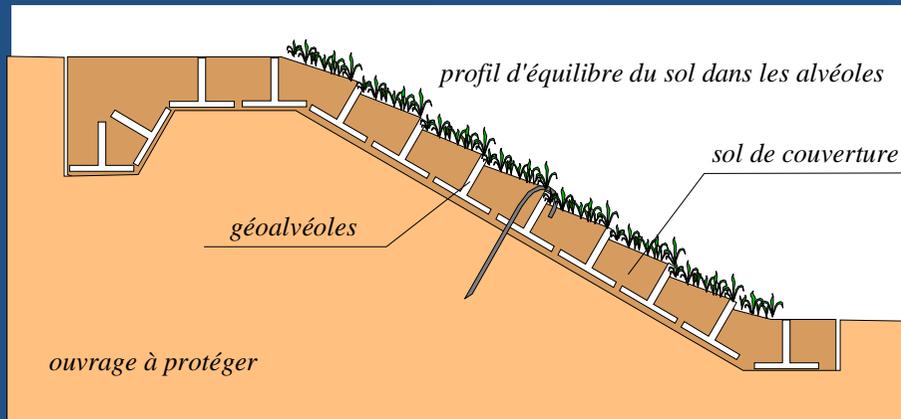
Érosion pluviale

Géosynthétiques de protection du sol d'apport (PSA)



Érosion pluviale

Systemes de confinement géoalvéolaire (CGA)



Érosion pluviale - Fossés



géonatte



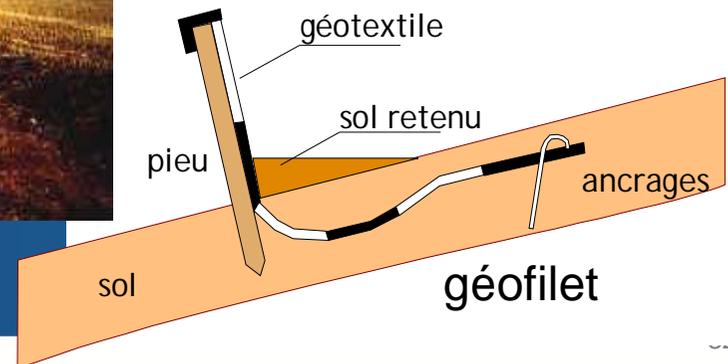
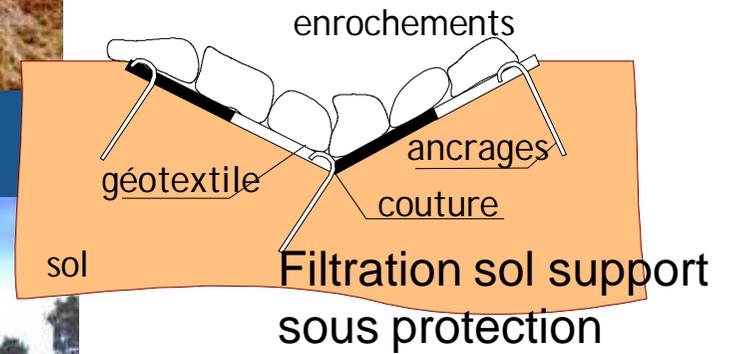
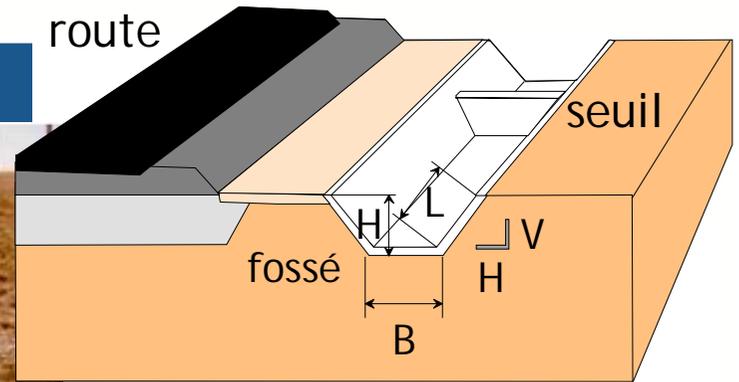
géoconteneur



bionatte

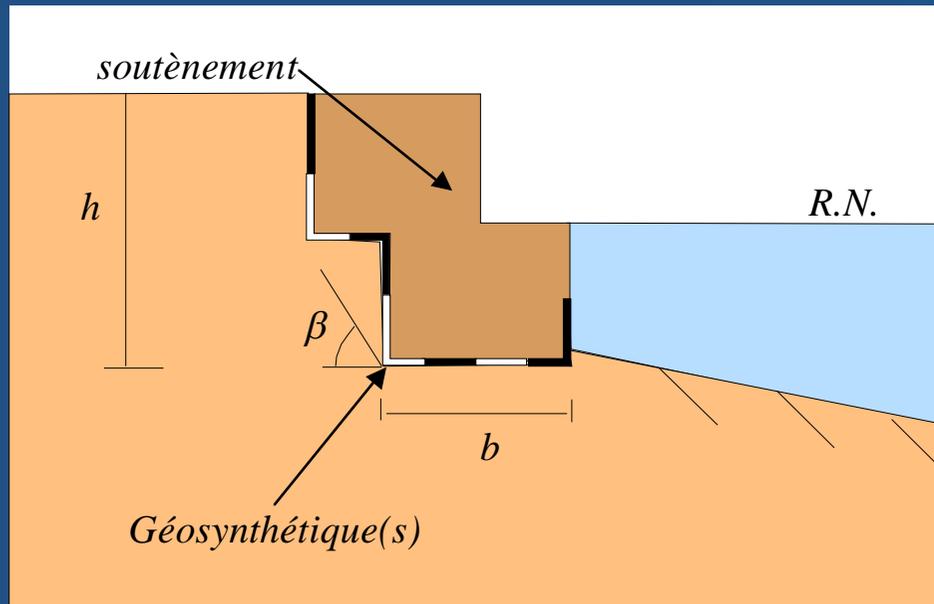


géofilet



Érosion fluviale - Protection de berges

Mur poids



Justification

- Résistance interne
- Renversment,
- Glissement
- Poinçonnement
- Stabilité externe

Érosion fluviale - Protection de berges



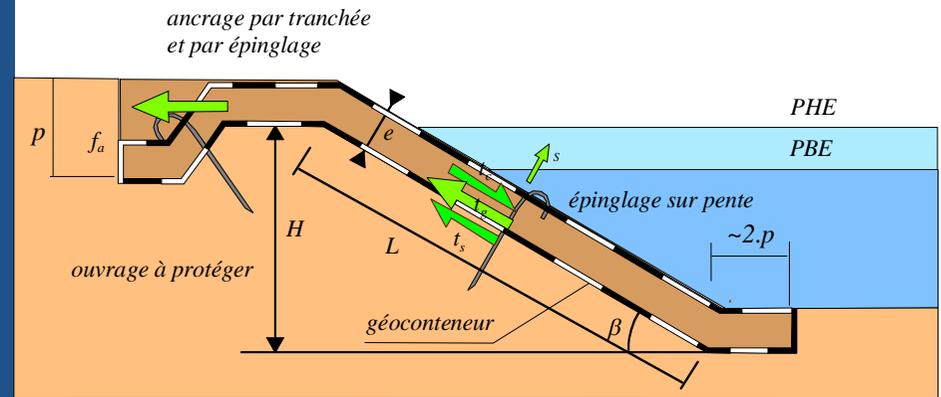
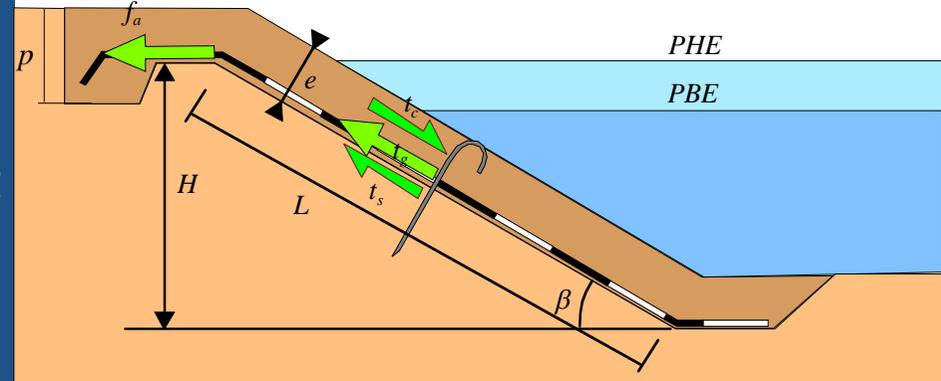
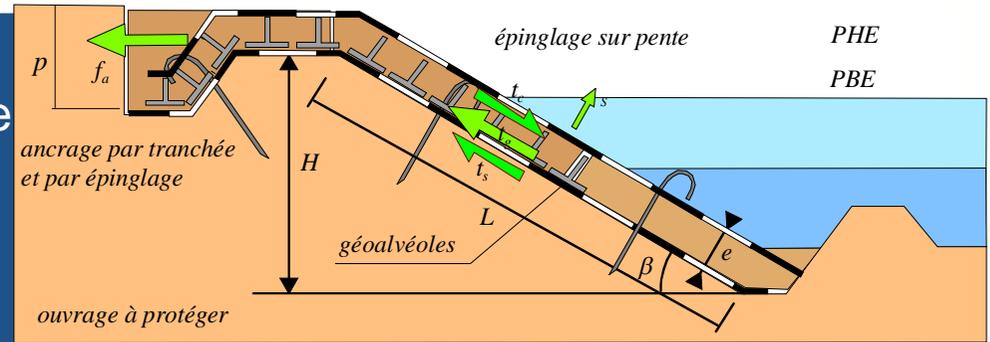
confinement géotextile



renforcement du sol d'apport (avant végét)

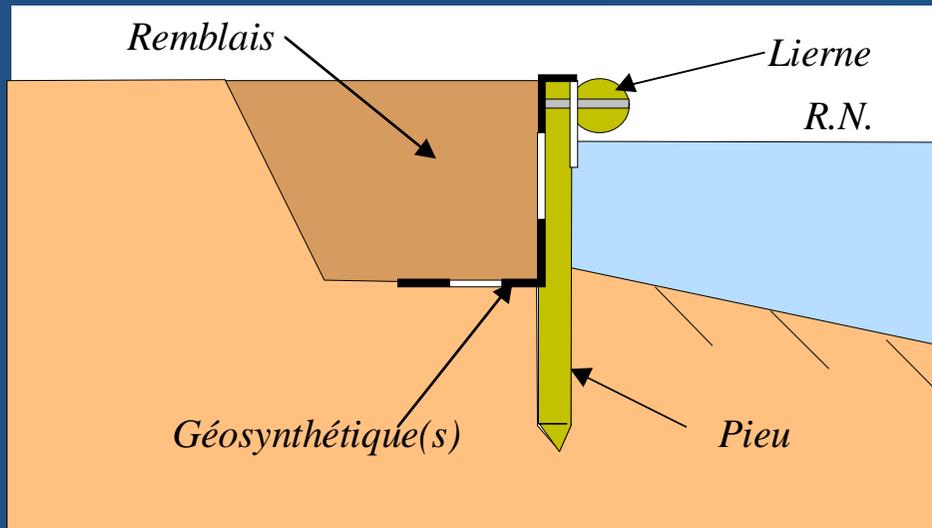


géococonteneur



Érosion fluviale - Protection de berges

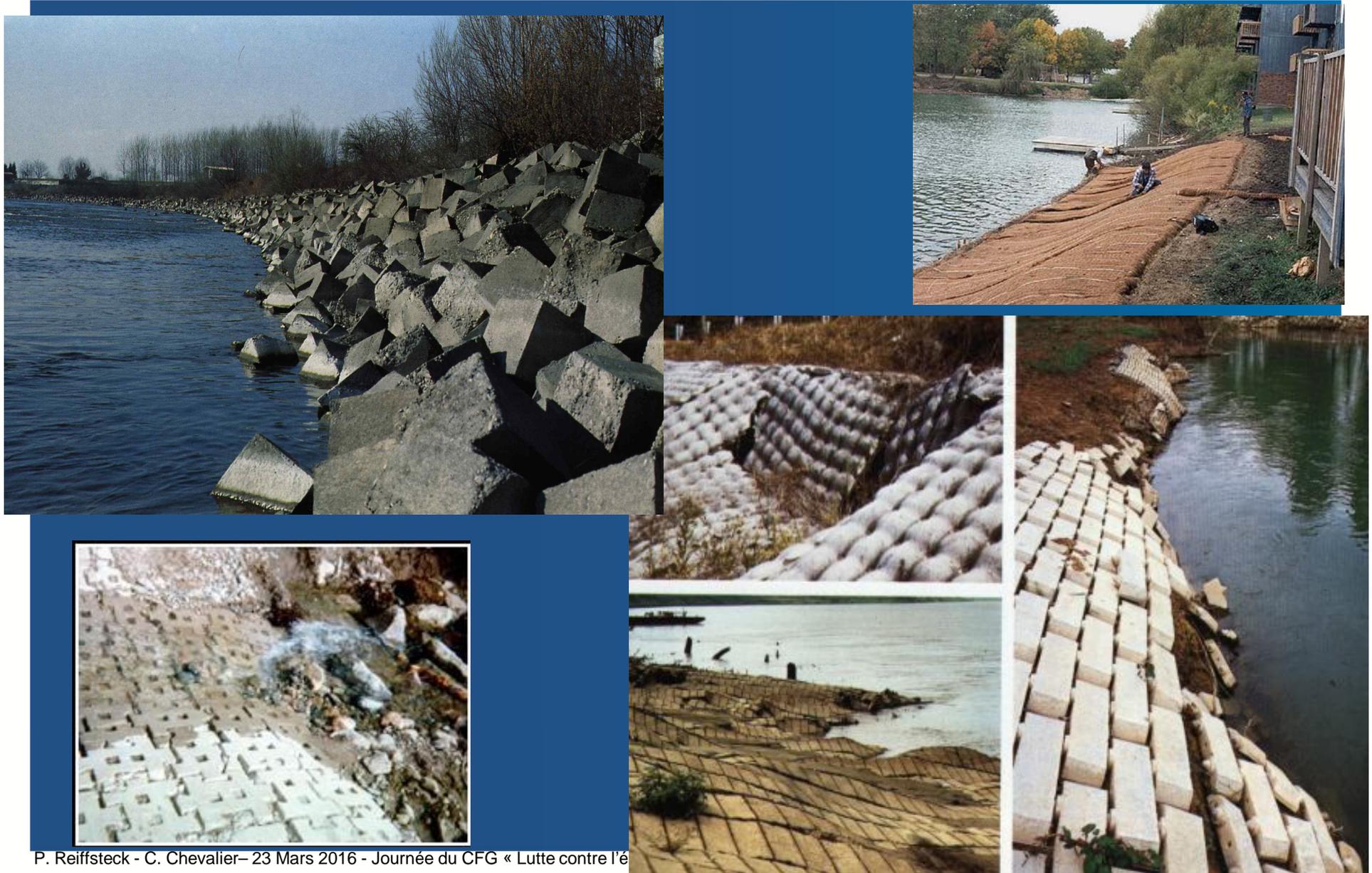
Tunage



Justification

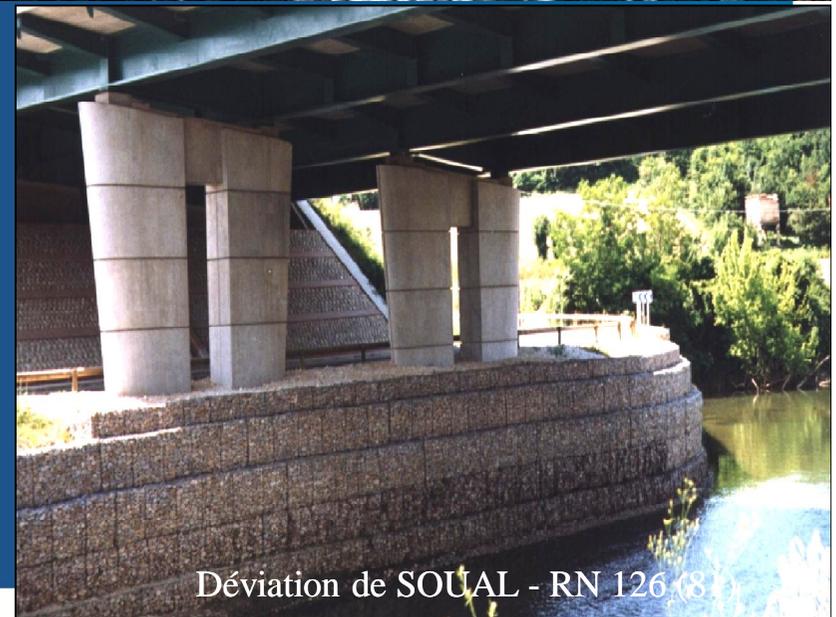
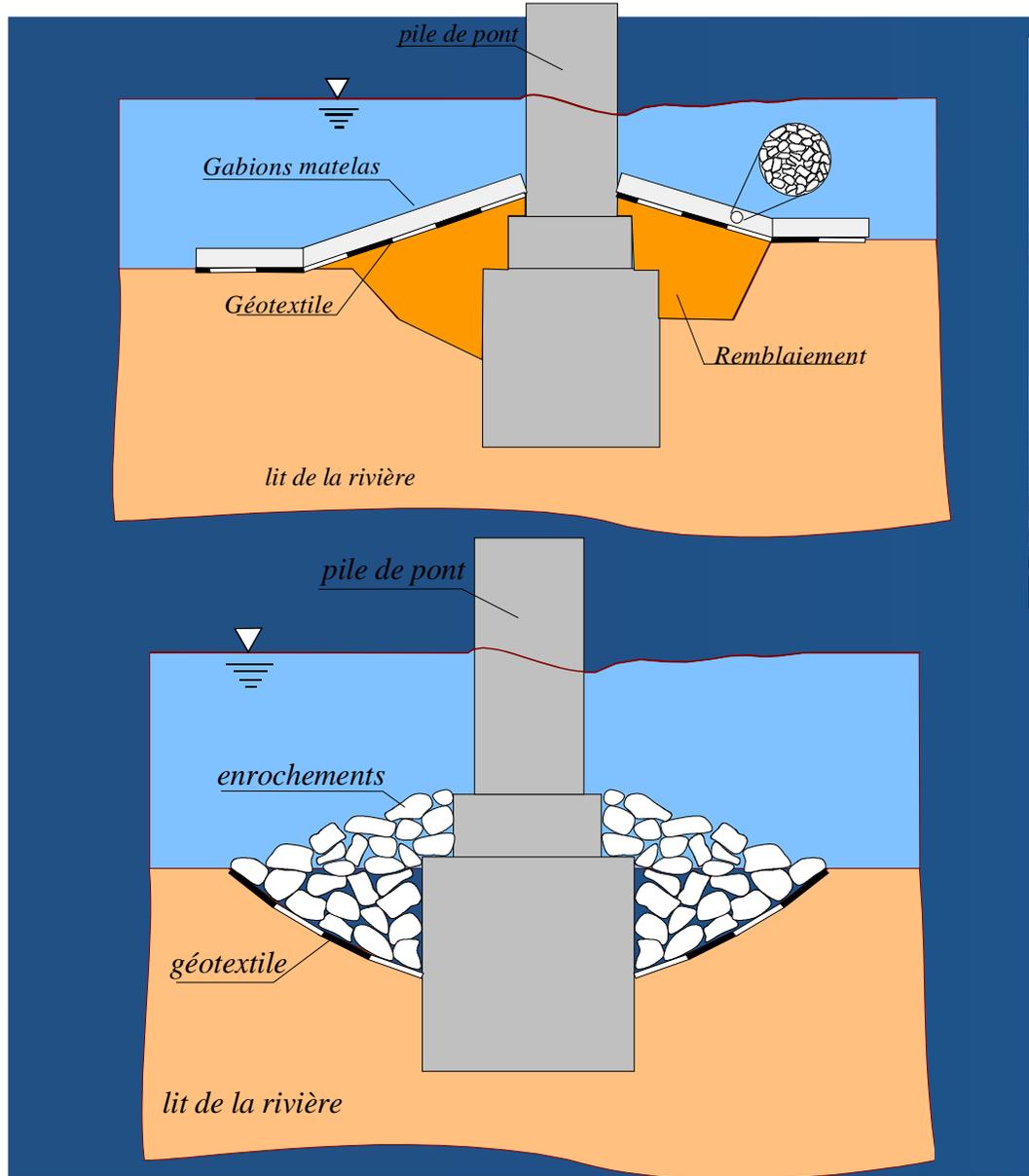
- Résistance interne
- Renversement,
- Glissement (efforts latéraux ?)
- Poinçonnement
- Stabilité externe

Érosion fluviale - Protection de berges



P. Reiffsteck - C. Chevalier - 23 Mars 2016 - Journée du CFG « Lutte contre l'érosion »

Érosion fluviale – Protection des piles de ponts

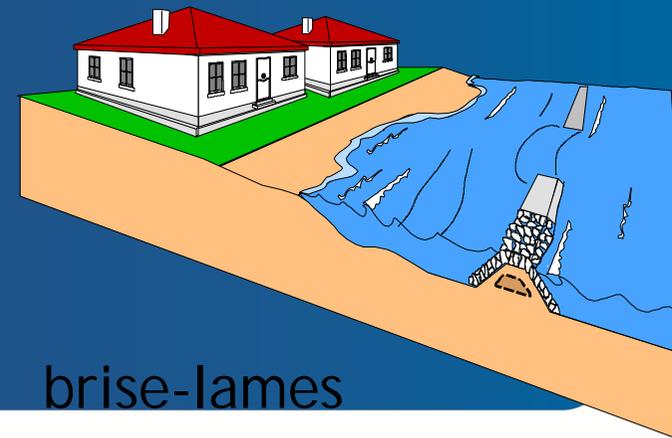
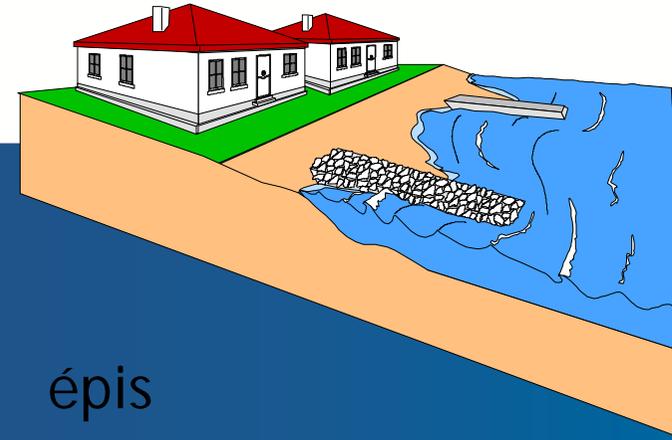


P. Reiffsteck - C. Chevalier – 23 Mars 2016 - Journée du CFG « Lutte contre l'érosion »

Déviation de SOUAL - RN 126 (81)

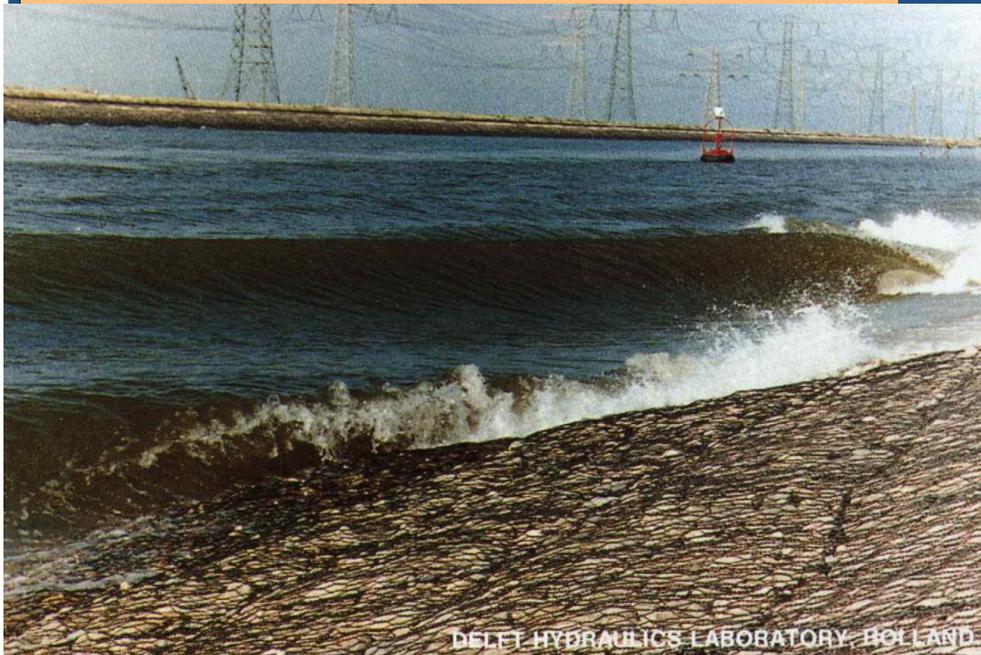
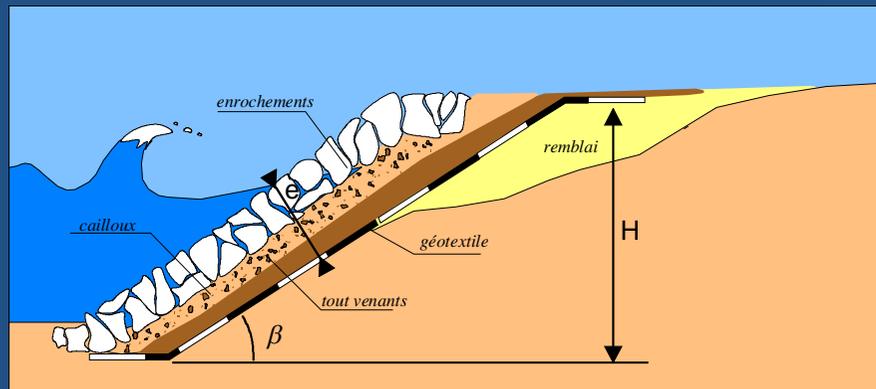
Érosion littorale

- Protections transversales
 - les épis
- Protections longitudinales
 - protection haut de plage
 - brises lames



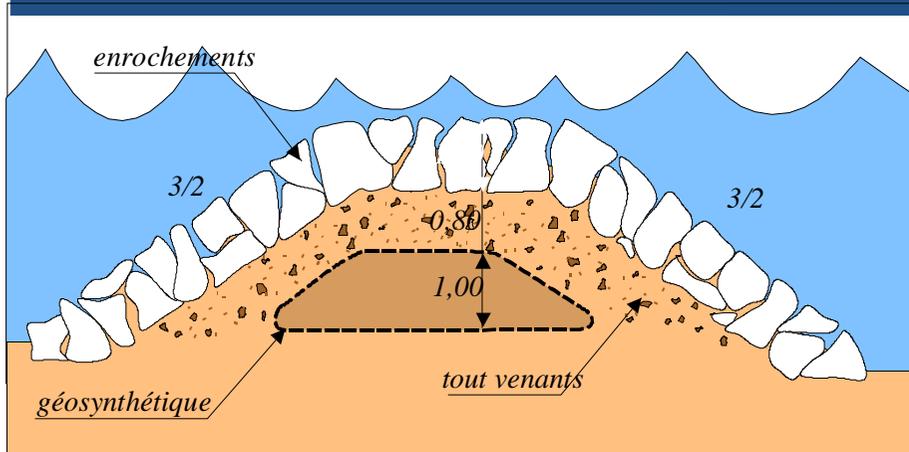
Érosion littorale

Protections de haut de plage



Érosion littorale

Brise-lames et épis

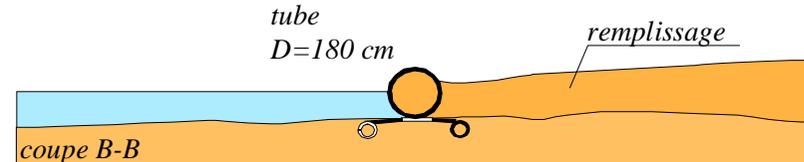
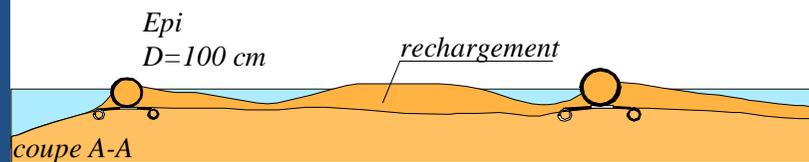
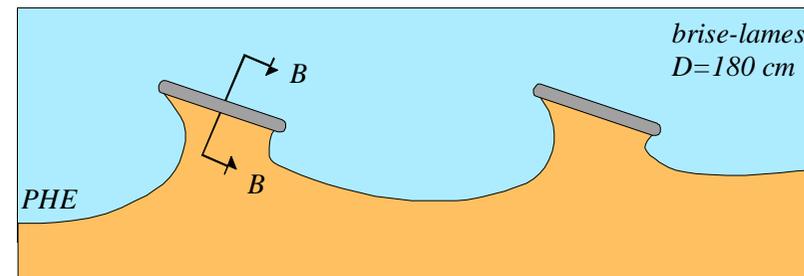
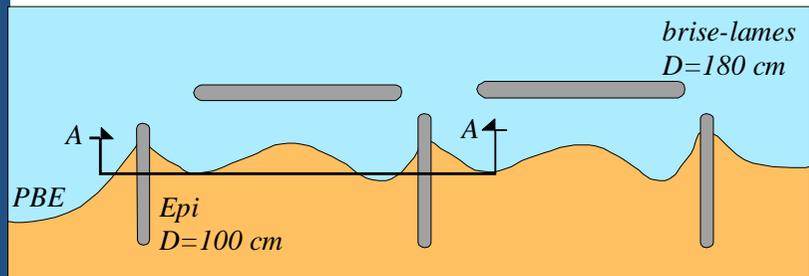
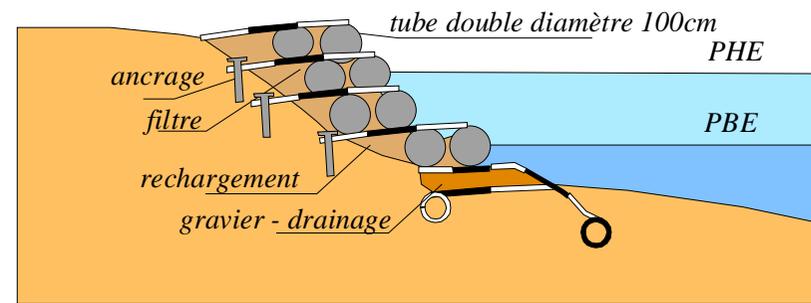
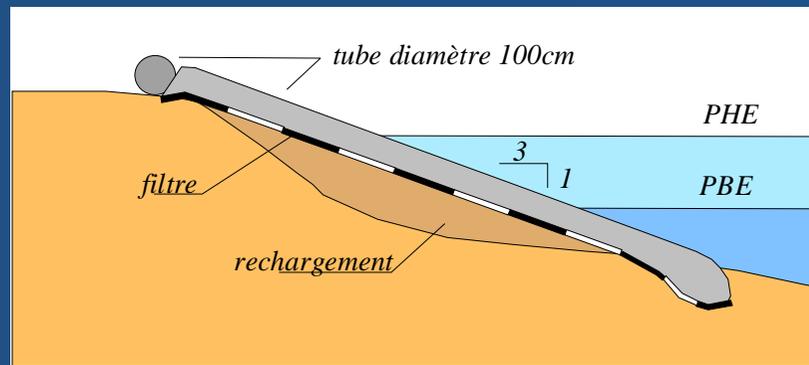


Questions : vulnérabilité



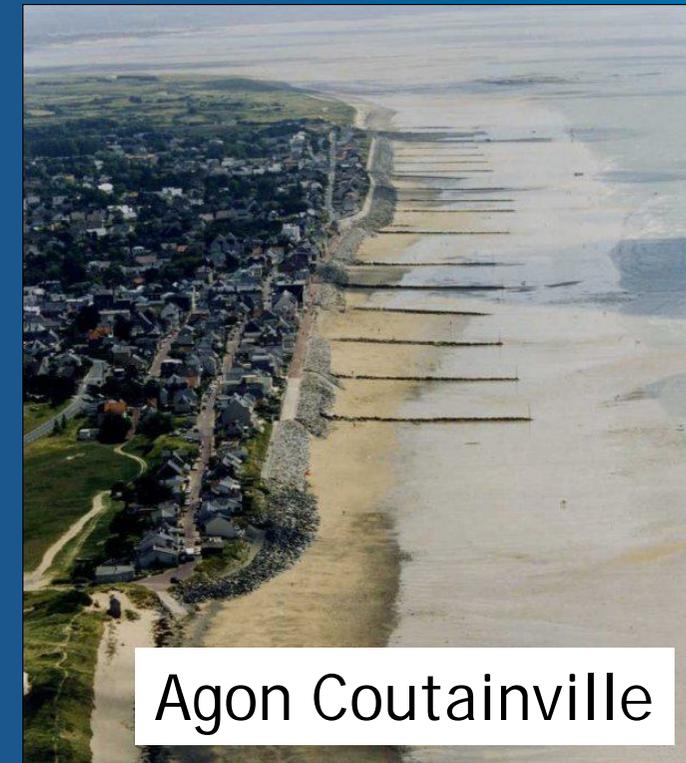
Érosion littorale

Brise-lames et épis (système de confinement géoconteneurs)



Érosion littorale

Brise-lames et épis



Érosion éolienne

Sable et neige

sens du vent



saltation

0 5 cm

sens du vent



reptation

sens du vent



10.h 5.h 15.h 30.h

sens du vent

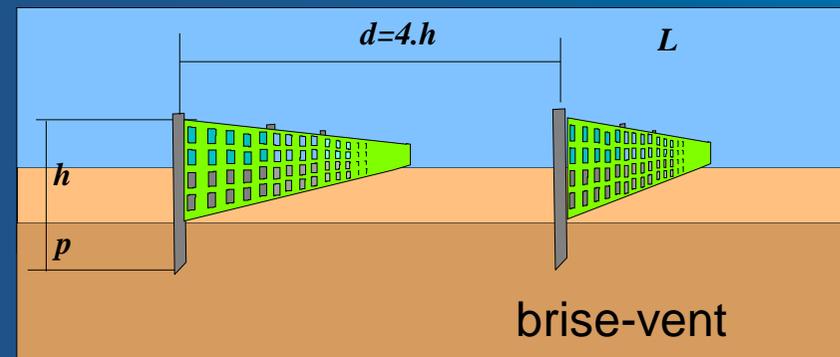


-2.h 10.h



végétalisation

OU



brise-vent

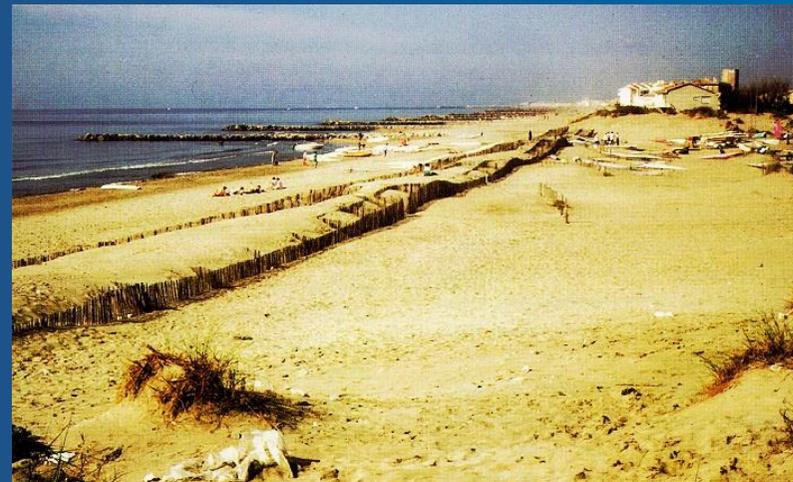
Érosion éolienne

Végétalisation

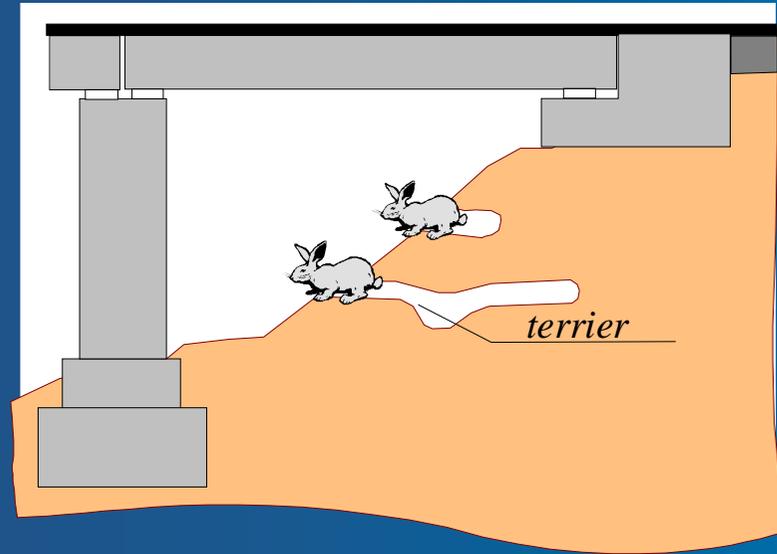


Érosion éolienne

Brise-vent

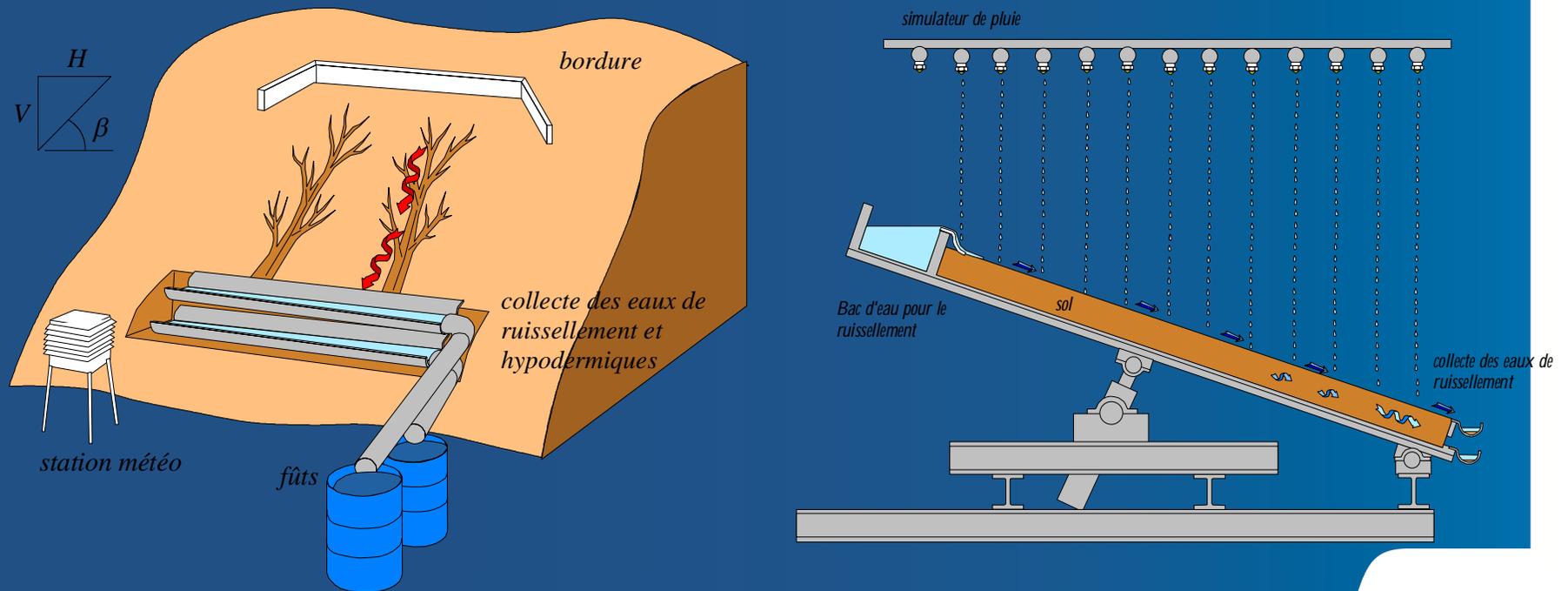


Érosion anthropique et animale



Caractérisation de l'érosion ?

- Pas de techniques de dimensionnement :
→ Expérimentations en extérieur ou en chambre



Contexte

- Constat : mesurer la sensibilité à l'érosion et la dispersion d'ouvrages géotechniques
- Travaux antérieurs : ASTM, WES, USDA, NSW Uni

- Cadre institutionnel :

- Opérations de recherche LCPC

- 11M053
 - 11M103



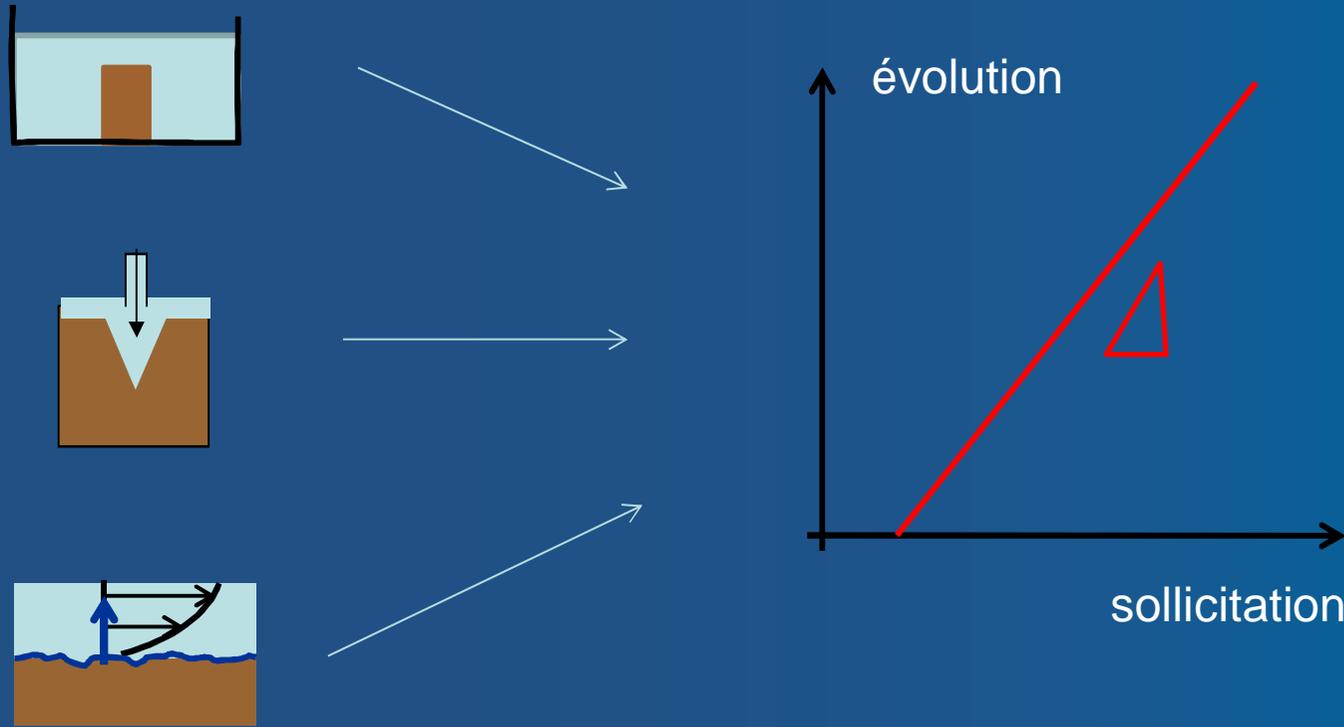
- ANR & PN

- ERINOH 2008-2011
 - SSHEAR 2015-2019
 - DIGUE2020 2016-2019



Erosion et modélisation ?

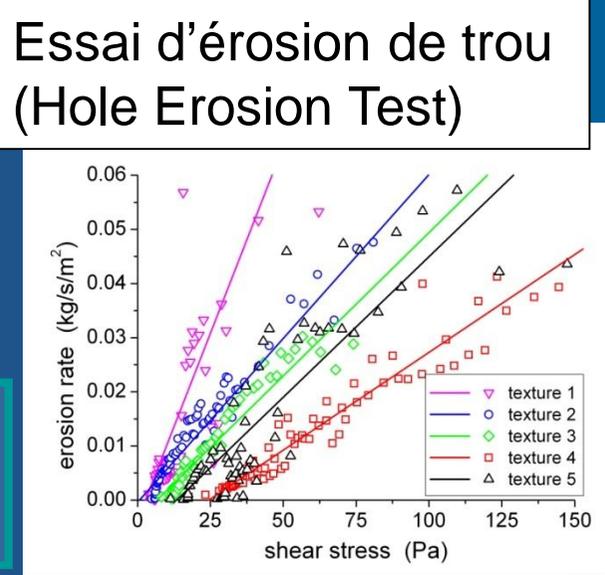
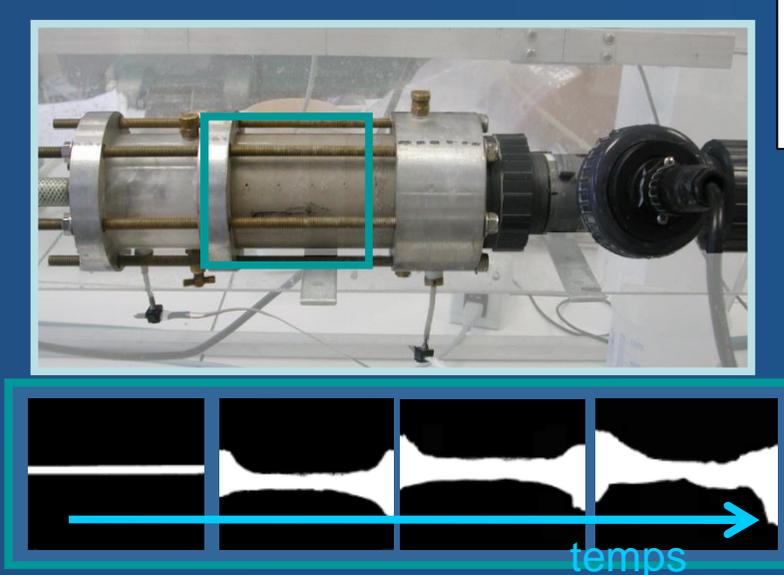
- Objectif affirmé de recherche appliquée entreprise.



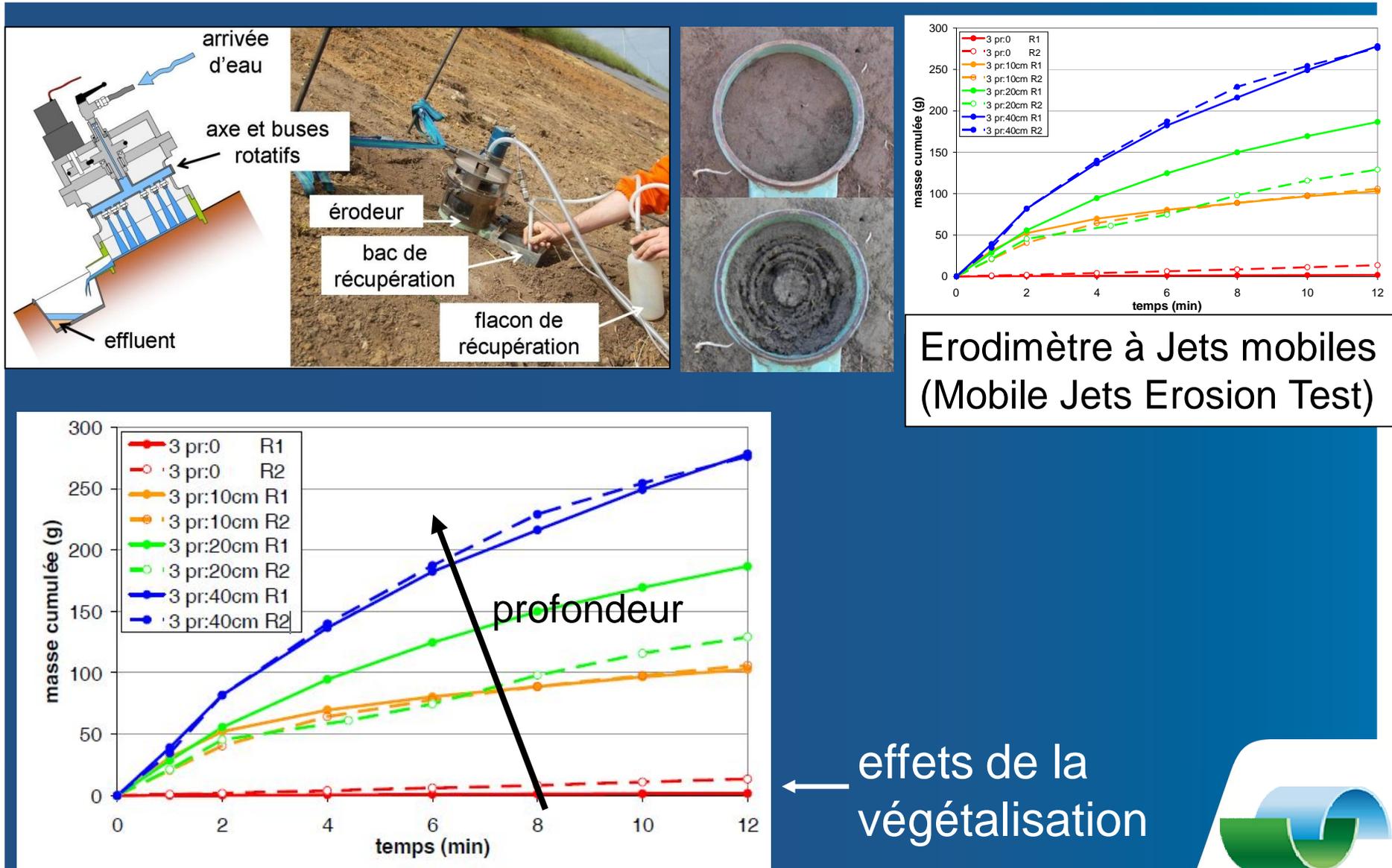
- Panel de sollicitations testées par les expérimentateurs



Caractérisation de l'érosion ?



Caractérisation de l'érosion ?



Conclusions

- techniques géosynthétiques : des techniques de lutte contre l'érosion efficace
 - élaborées pour stabiliser les pentes pendant la période d'implantation de la végétation
 - quasi-inexistence à l'heure actuelle de méthode générale et fiable de dimensionnement des techniques anti-érosion. De plus: méthodes proposées pour un procédé donné non- transposables aux autres procédés
 - seule l'expérimentation semble être à l'heure actuelle un moyen fiable de cerner les potentialités d'un nouveau produit du fait de la diversité des procédés ainsi que la spécificité de chaque phénomène érosif
- guide "Recommandations pour l'utilisation des géosynthétiques dans la lutte contre l'érosion" proposé par le CFG disponible sur support papier et numérique : CD ou téléchargeable sur le site web du CFG





**Recommandations pour l'utilisation des
géosynthétiques dans la lutte contre l'érosion**

Édition de janvier 2003

<http://www.cfg.asso.fr>

↳ **PUBLICATIONS, SUPPORTS PÉDAGOGIQUES**

↳ Guides de recommandations

↳ Lutte contre l'érosion

[http://www.cfg.asso.fr/publications-supports-pedagogiques/
referentiels-techniques/recommandations/lutte-contre-lerosion](http://www.cfg.asso.fr/publications-supports-pedagogiques/referentiels-techniques/recommandations/lutte-contre-lerosion)



Merci de votre attention



Érosion pluviale

- L'équation universelle de perte des sols

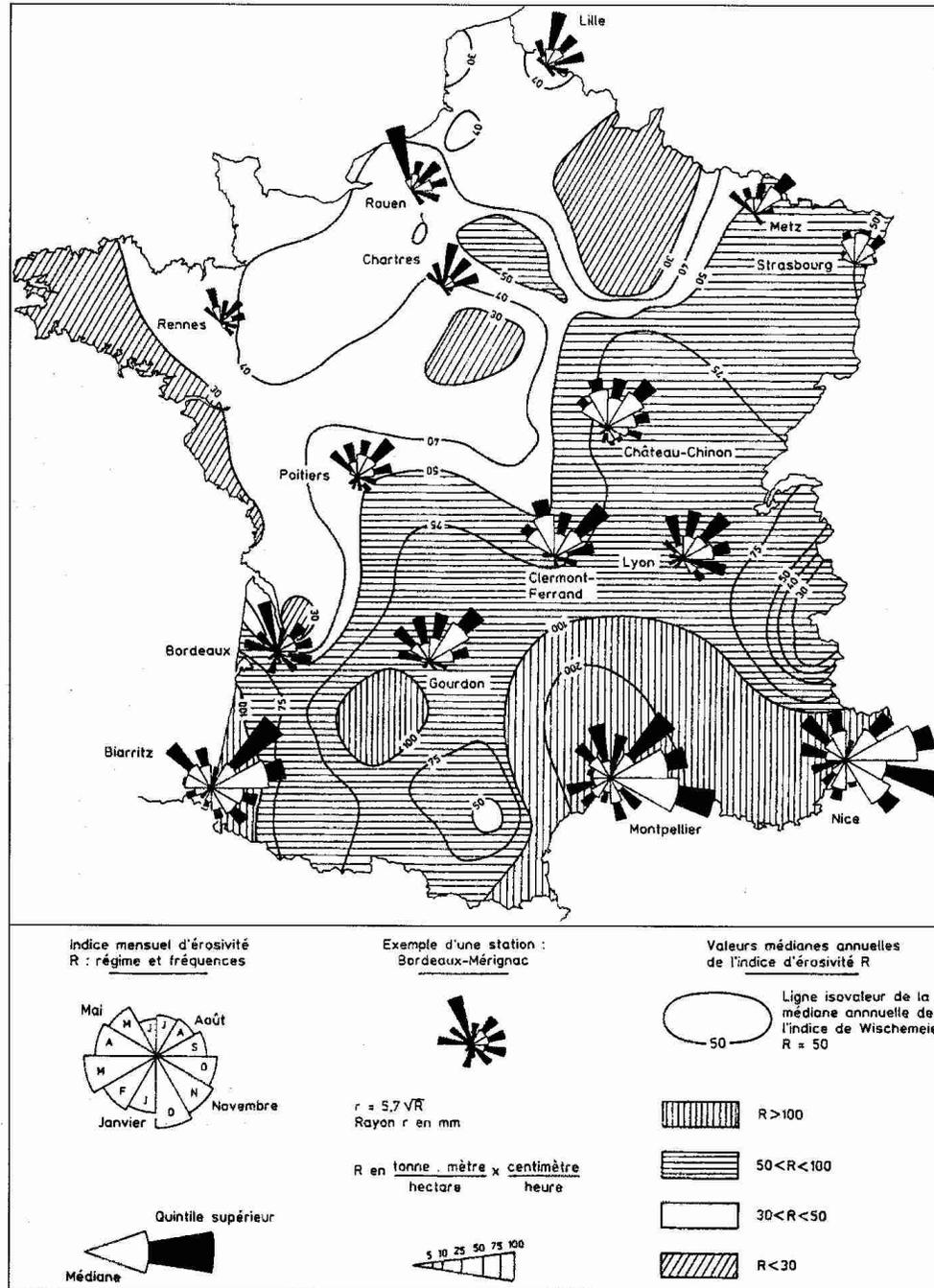
$$E=R.K.LS.CP$$

où

- E, l'érosion représentant la masse de sol perdue par unité de surface et de temps
- R, l'érosivité de la pluie, qui est une quantification de l'agressivité de celle-ci.
- K, l'érodabilité du sol, présentant les mêmes unités que E.
- LS, le facteur topographique, produit de la longueur L et de la pente
- CP, produit du facteur de couverture végétale C et du facteur d'aménagement du terrain P

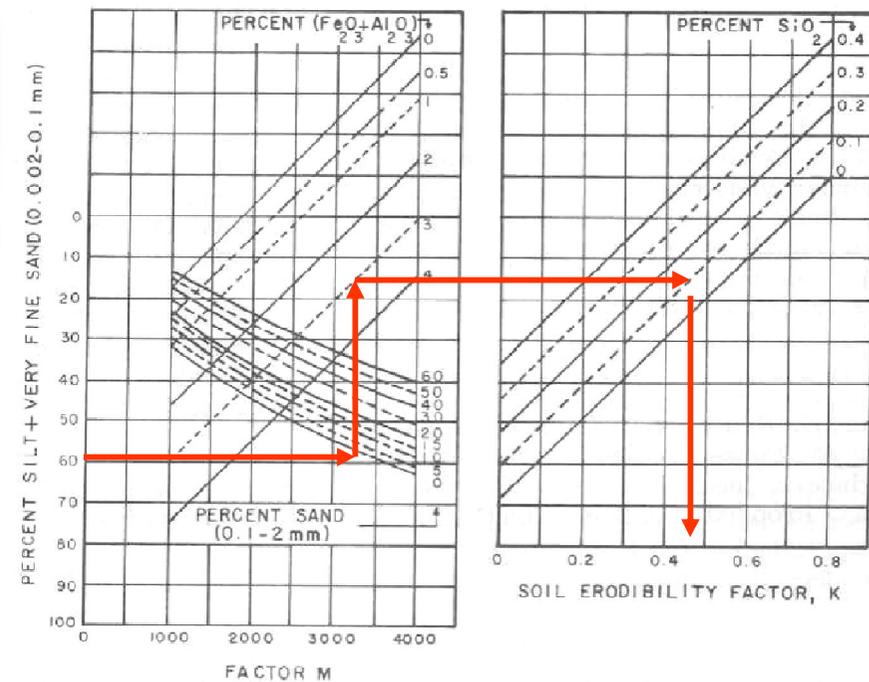
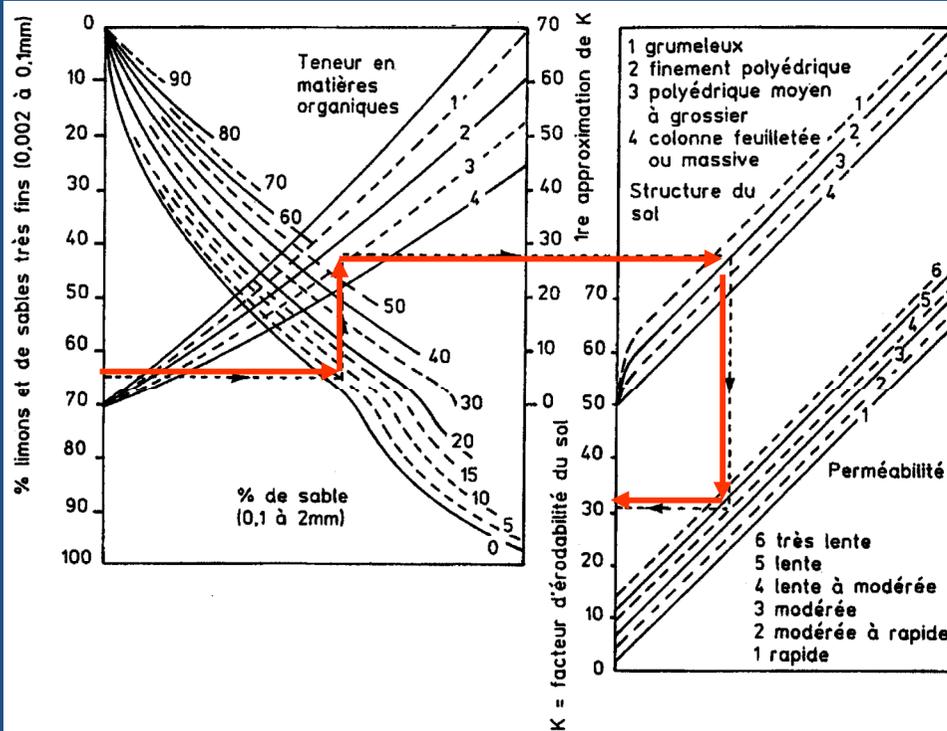


- Érosivité R



Érosion pluviale

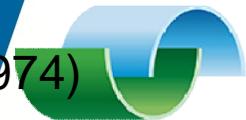
- Érodabilité K



Procedure: With appropriate data, enter scale at left and proceed to points representing the soils % sand (0.1-2mm), % $(Fe_2O_3 + Al_2O_3)$ content and % (SiO_2) content, in that sequence. Interpolate between plotted curves.

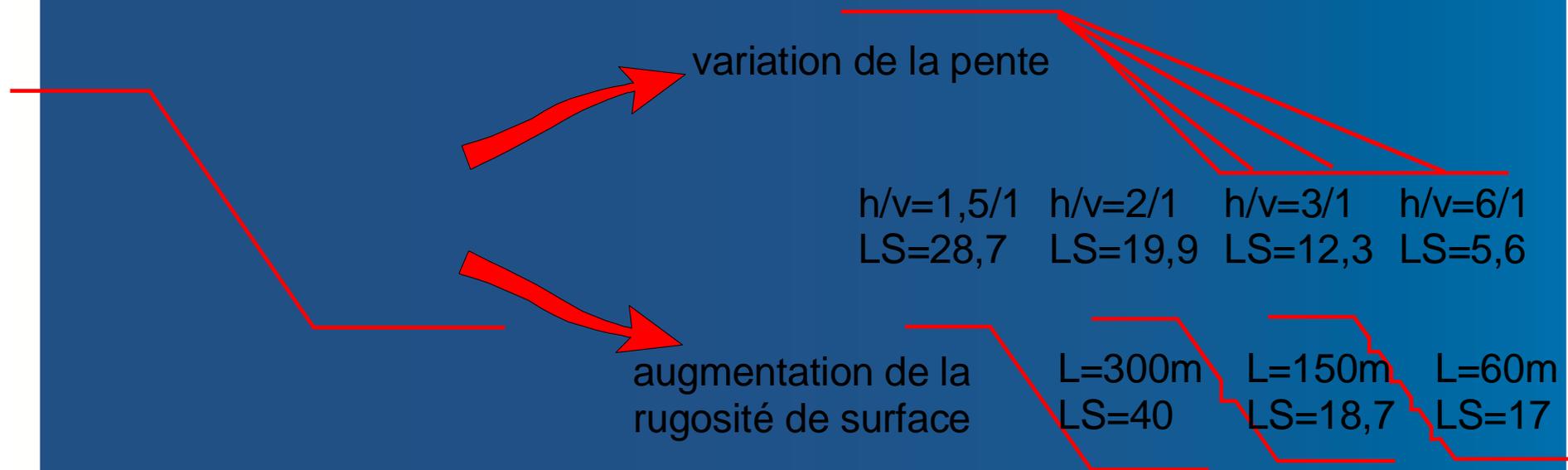
Sols agricoles
(Wishmeier, Johnson et Cross en 1971)

Sols découverts
(Roth, Nelson et Romkens, 1974)



Érosion pluviale

- Les facteurs L, S, P et C sont ainsi les seuls facteurs sur lesquels l'homme peut agir dans la nature pour changer la valeur de E, l'érosion



Type d'action sur les facteurs de l'équation universelle de perte des sols (d'après Hénensal, 1993)



Érosion pluviale

- C et P sont des coefficient définis comme le rapport entre l'érosion sur sol nu et l'érosion sous une couverture végétale ou sous des techniques anti-érosion données
 - C facteur de **couverture végétale** (il varie de 1 à 0,001 sous couvert forestier)
 - P facteur **d'aménagement du terrain** (il varie de 1 à 0,1 sur sol protégé)

	technique	densité	valeur
C	Sans couverture	0	1
	Couverture en cailloux	34 kg/m ²	0,05
	Couverture en mulch	112 kg/m ²	0,25
		450 kg/m ²	0,02
P	Sans structures de surface		1
	Avec terrasses suivant les courbes de niveau		0,90
	Avec structures suivant les courbes de niveau		0,45

Action des géosynthétiques

