



VEGETATION ET DIGUES

- Résultats des travaux de recherche
- Risques pour les ouvrages
- Recommandations de gestion

Caroline ZANETTI



Région
PACA



Agence Nationale de la Recherche
ANR
ERINOH



Travaux de Recherche conduits entre 2007 et 2012

Caractérisation du développement des systèmes racinaires ligneux dans les digues



Syndicat Mixte Interrégional
d'Aménagement
SYMADREM
des Diges du Delta
du Rhône et de la Mer







Plan de la présentation

PROBLEMATIQUE

TRAVAUX DE RECHERCHE

- Structure des systèmes racinaires
- Architecture des racines
- Croissance racinaire
- Décomposition des racines
- Détection des racines



CONCLUSION : Préconisations de gestion

Pour la sécurité des ouvrages hydrauliques la gestion de la végétation s'impose

Objectifs → trouver un compromis entre :

- **sécurité des ouvrages** toujours prioritaire et
- **fonctions écologiques et sociales** de la végétation.

Fonctions E&S de la végétation le long des cours d'eau

- Biodiversité terrestre et aquatique
- Anti-érosive, stabilisation des berges
- Production
- Paysage
- Accueil du public (loisir, pêche...)
- Ombrage
- Dépollution

Malgré les fonctions écologique et paysagère des arbres...

Végétation arborée sur digues = problèmes de sécurité



Surveillance
visuelle



Animaux
fouisseurs



Systèmes
racinaires

absence totale de végétation ligneuse

**Recommandations :
générales***

maintien d'un couvert herbacé ras



QUE FAIRE DES DIGUES DÉJÀ BOISEES ??



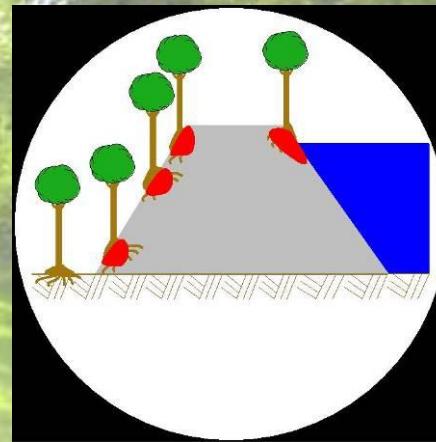
Digues de l'Isère à Grenoble



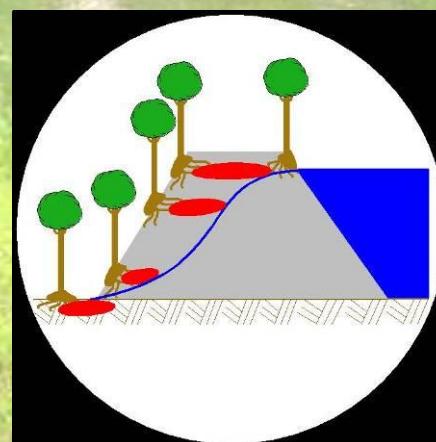
Digue de la Sarre à Sarreguemines

Impacts de l'enracinement des arbres dans les digues

- Érosion externe



- Érosion interne



Risque d'érosion externe : racines vivantes



Risque d'érosion interne : racines décomposées



Objectifs de gestion de la végétation arborée :

- Optimiser la sécurité
- Assurer la diversité biologique
- Assurer les fonctions sociales
- Limiter la fréquence et le coût des entretiens

Travaux de recherche

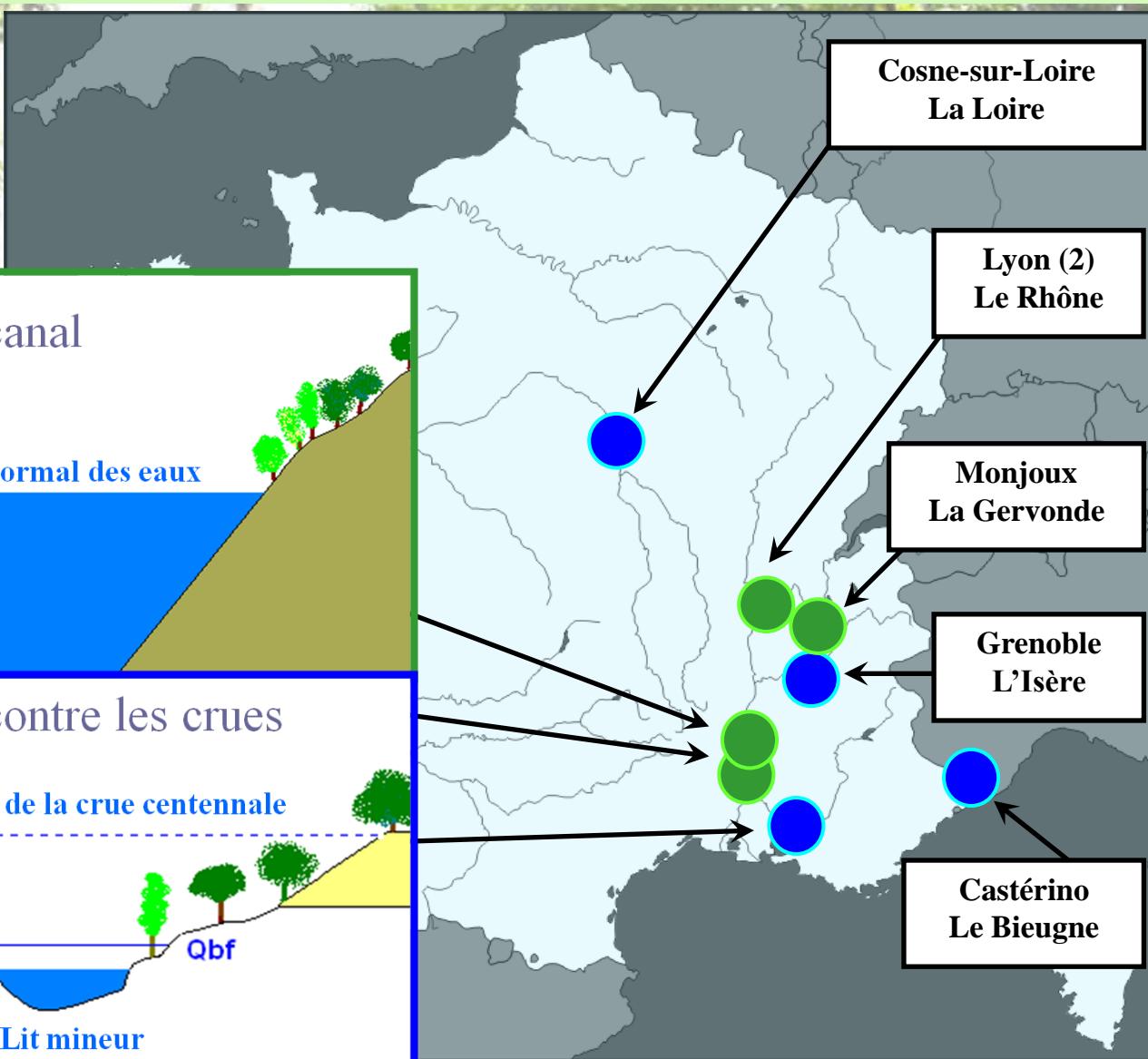
Etude de l'enracinement des arbres dans les digues

- 1- Structure des systèmes racinaires**
- 2- Architecture des racines**
- 3- Croissance en diamètre**
- 4- Décomposition des racines**
- 5- Essais de détection des racines**



Sites d'étude

Ouvrages à charge hydraulique :



Digue de canal

Ligne piézométrique permanente

Niveau normal des eaux

Contre canal

0 20m

Digue de protection contre les crues

Q100

Niveau d'eau de la crue centennale

Ligne
piézométrique
temporaire

0 10m

Lit mineur

Qbf

Moyens et Méthodes

Excavation des souches implantées sur les digues (méthode destructive)

Acquisition des données

► Observation et mesures in situ



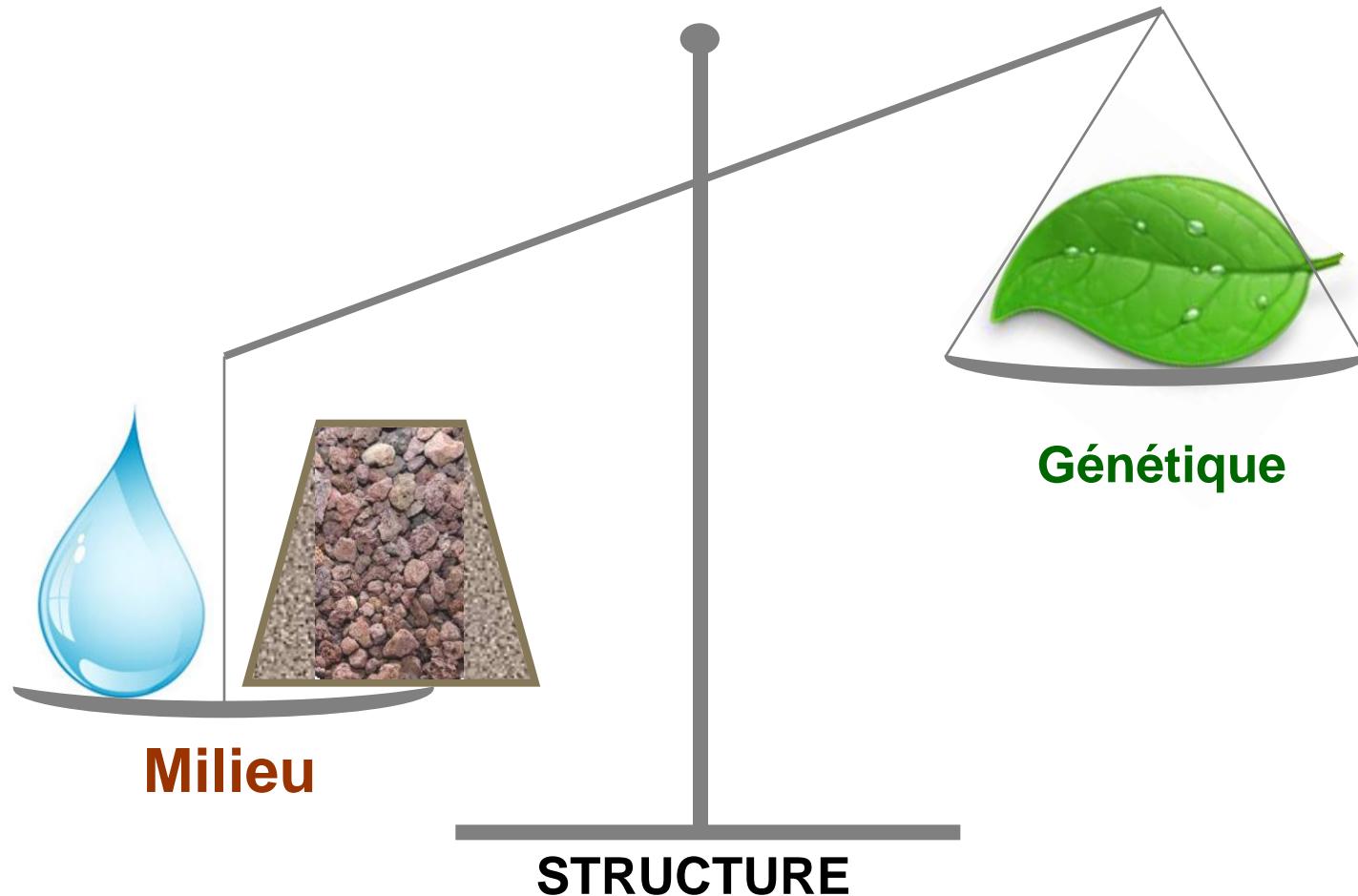
Résultats

- 1- Structure des systèmes racinaires
- 2- Architecture des racines
- 3- Croissance en diamètre
- 4- Décomposition des racines
- 5- Essais de détection des racines



1- Structure racinaire

Paramètres contrôlant la structure des systèmes racinaires



Impact des matériaux sur la structure des systèmes racinaires



Robinier

- ◀ Matériaux grossiers
- ▶ Matériaux fins

Systèmes traçant et mixte peu denses



Systèmes fasciculés denses



Impact des matériaux sur la structure des systèmes racinaires



Systèmes mixte et pivotant

Peuplier

◀ Matériaux grossiers

► Matériaux fins



Systèmes traçant et fasciculé





STRUCTURE RACINAIRE

Forte Influence :

- des matériaux
- de l'accès aux ressources
- des contraintes externes

Faible influence de l'espèce

Proximité de la rivière : accès à l'eau

Résultats

- 1- Structure des systèmes racinaires**
- 2- Architecture des racines**
- 3- Croissance en diamètre**
- 4- Décomposition des racines**
- 5- Essais de détection des racines**



2. Caractéristiques architecturales des racines

Développement des racines selon 3 processus :
élongation, croissance en diamètre, ramification

- Typologie racinaire (Ø / L / E) :



Traçante longue (3 m)



Traçante courte (30 cm)

Souche et racines de Frêne sur digue de canal

Types racinaires chez le pin sylvestre (Castérino)



Pivot
(65 cm)



Traçante Longue
(3,5 m)

Traçante Courte
(1,2 m)



Risque
=
Gros pivots
et
grosses traçantes longues



Architecture et espèces

Les paramètres architecturaux sont similaires sur toutes les espèces étudiées, mais ...

Quelques espèces présentent de très longues et grosses racines :

- peuplier
- robinier
- saule

Peuplier



Robinier



Saule

→ 3 espèces avec des vitesses de croissance en diamètre et en longueur très rapides

Résultats

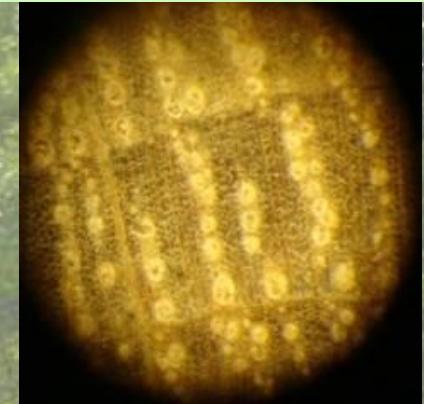
- 1- Structure des systèmes racinaires**
- 2- Architecture des racines**
- 3- Croissance en diamètre**
- 4- Décomposition des racines**
- 5- Essais de détection des racines**



3. Croissance racinaire

► Dendrologie : lecture des cernes de croissance annuels

- Caractérisation de la relation entre le diamètre des racines et leur âge
- Evaluation de la vitesse de croissance des racines

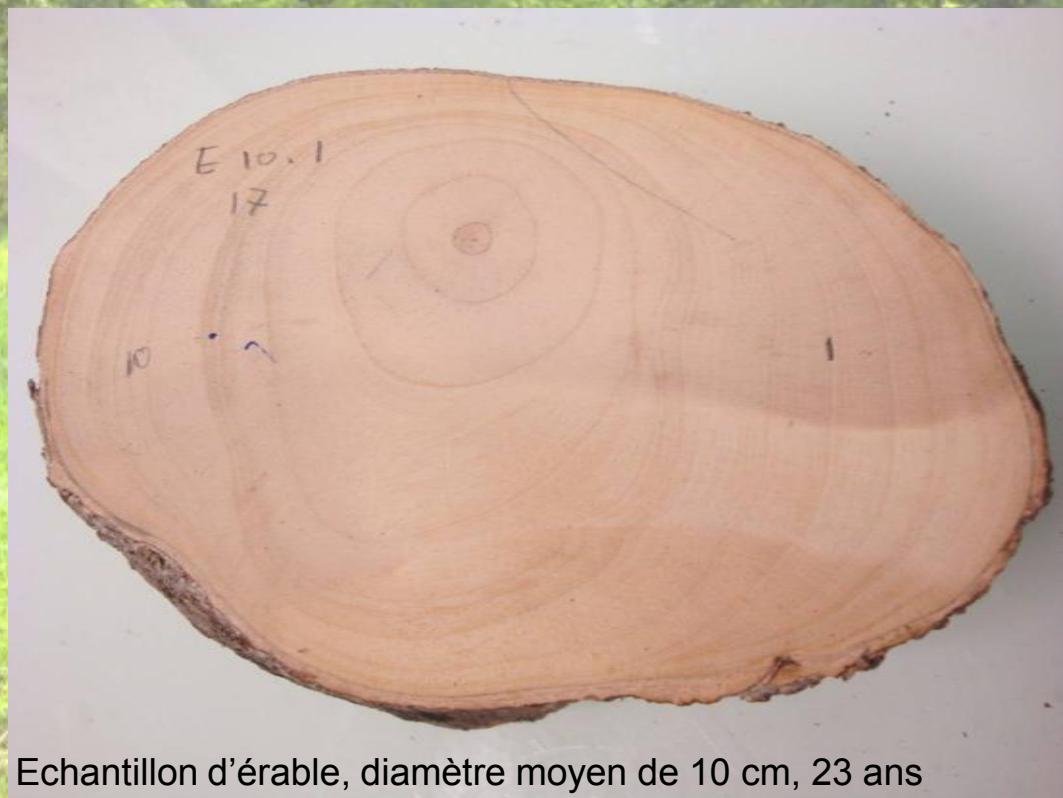


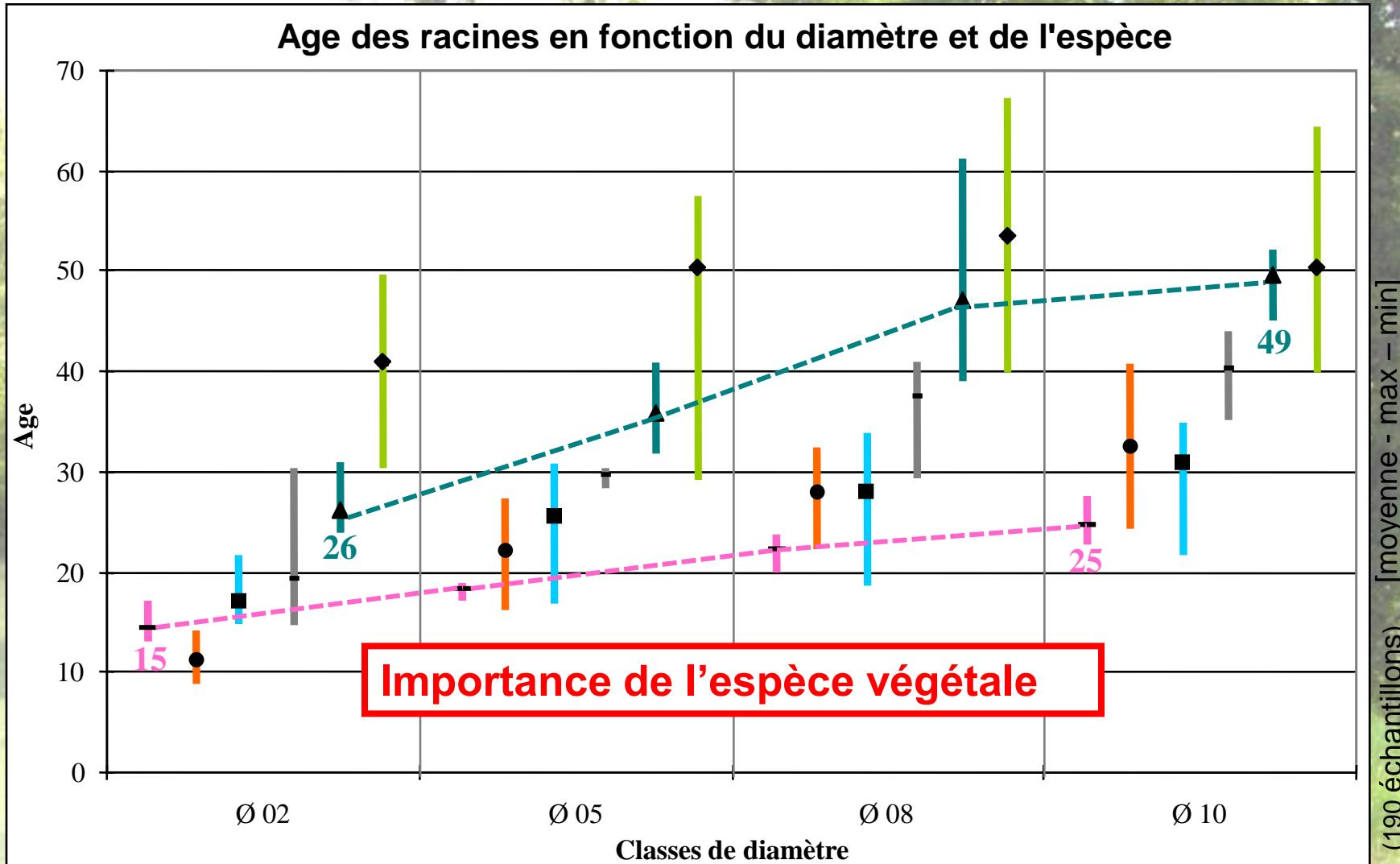
Ponçage

- 80
- 120
- 320
- 400 µm



Lecture
à la loupe
binoculaire



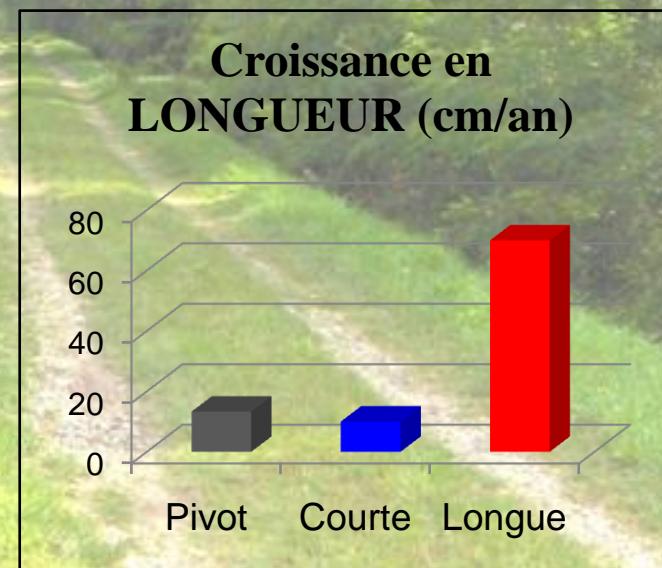
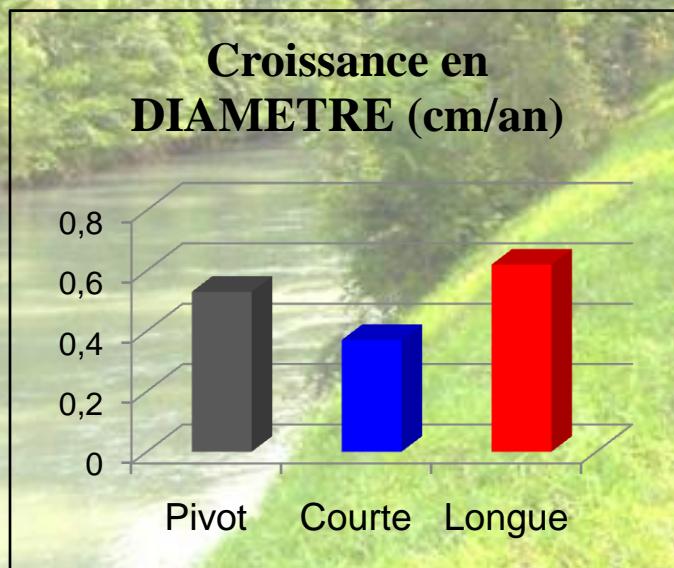
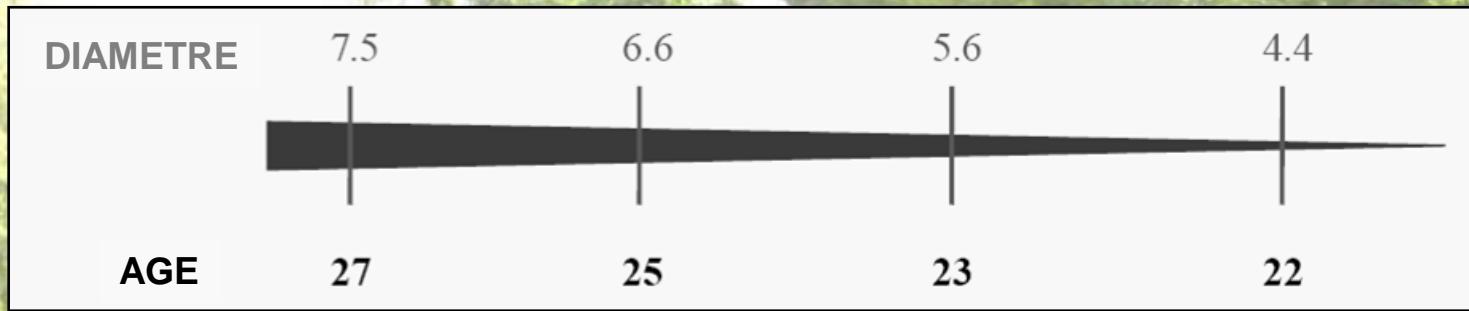


Legend:

- Erable negundo
- Peuplier hybride
- Robinier
- Chêne pubescent
- Mélèze
- Pin sylvestre

Vitesse de croissance →

Vitesse de croissance en diamètre et en longueur des 3 types de racines Ex : le peuplier sur matériaux fins



**Nouvelles données sur la vitesse de croissance des racines :
Longue > Pivot > Courte**

Résultats

- 1- Structure des systèmes racinaires**
- 2- Architecture des racines**
- 3- Croissance en diamètre**
- 4- Décomposition des racines**
- 5- Essais de détection des racines**



4. Décomposition racinaire

- **En fonction de l'architecture racinaire :**

- Gros pivots = risque d'effondrement
- Grosses racines traçantes = risque de renard hydraulique



- **En fonction des matériaux :**

- Peu préjudiciable dans matériaux granulaires (structure et propriétés du remblai conservées)
- Problématique dans matériaux cohésifs (formation de galeries)



- **En fonction des propriétés des racines :**

- Racines fines se décomposant plus rapidement que les grosses
- Conservation de l'écorce et dégradation du bois de cœur
- Existence duramen / aubier ?



► Expérimentation : évaluation de la vitesse de décomposition en conditions contrôlées

Objectif : Observation de l'évolution du pourrissement et estimation de la vitesse de décomposition des racines en fonction de l'espèce et du diamètre

Mise en place de dispositifs de suivi de la décomposition racinaire

1- Découpe et prélèvement des échantillons de racines





2- Mesure et pesée des échantillons de racines



3- Positionnement des échantillons dans les paniers et étiquetage

4- Mise en place des paniers avec les échantillons



5- Remblaiement des paniers et repérage



► Expérimentation : premiers résultats après 2 et 4 ans

La décomposition racinaire dépend de :



- Espèce
- Diamètre

Dégradation au centre de la racine



Action des champignons, insectes et racines vivantes

avancé

Robinier



Peuplier



Frêne



Chêne



Pin



Mélèze



Niveau de décomposition des racines

modéré

Effet de l'espèce, du diamètre, des matériaux, du climat local

Thèse Irstea en cours depuis octobre 2012 (Gisèle Bambara)

Résultats

- 1- Structure des systèmes racinaires**
- 2- Architecture des racines**
- 3- Croissance en diamètre**
- 4- Décomposition des racines**
- 5- Essais de détection des racines**

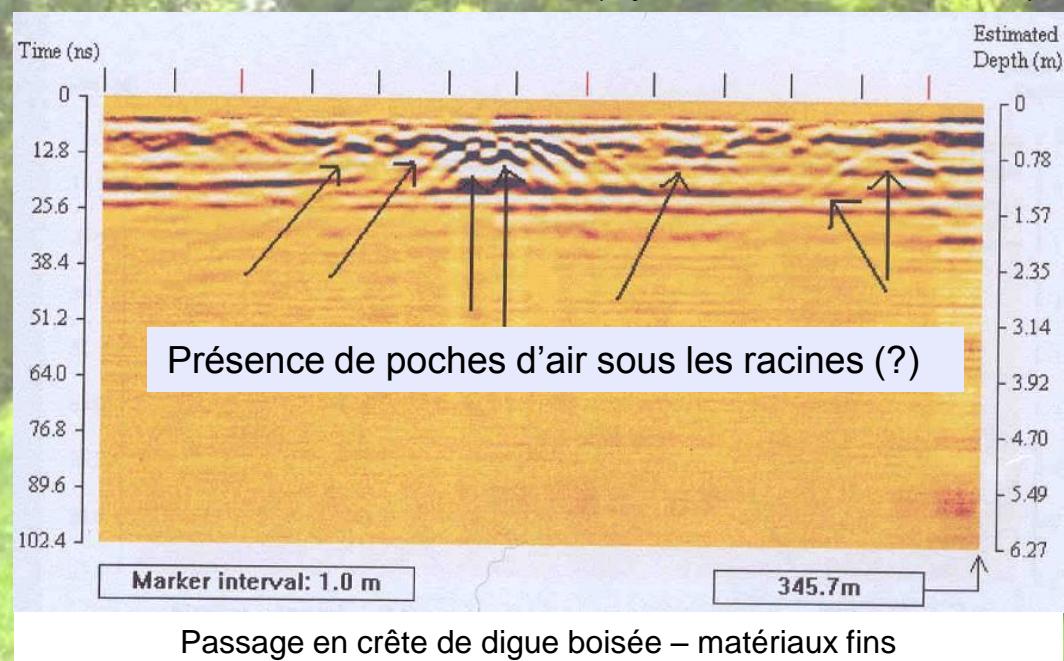


5- Techniques de détection des racines

Radar de sondage souterrain

- Mauvaise détection des racines dans matériaux argilo-limoneux (70 cm maximum)
- Détection aléatoire dans matériaux grossiers : problème des nombreux échos

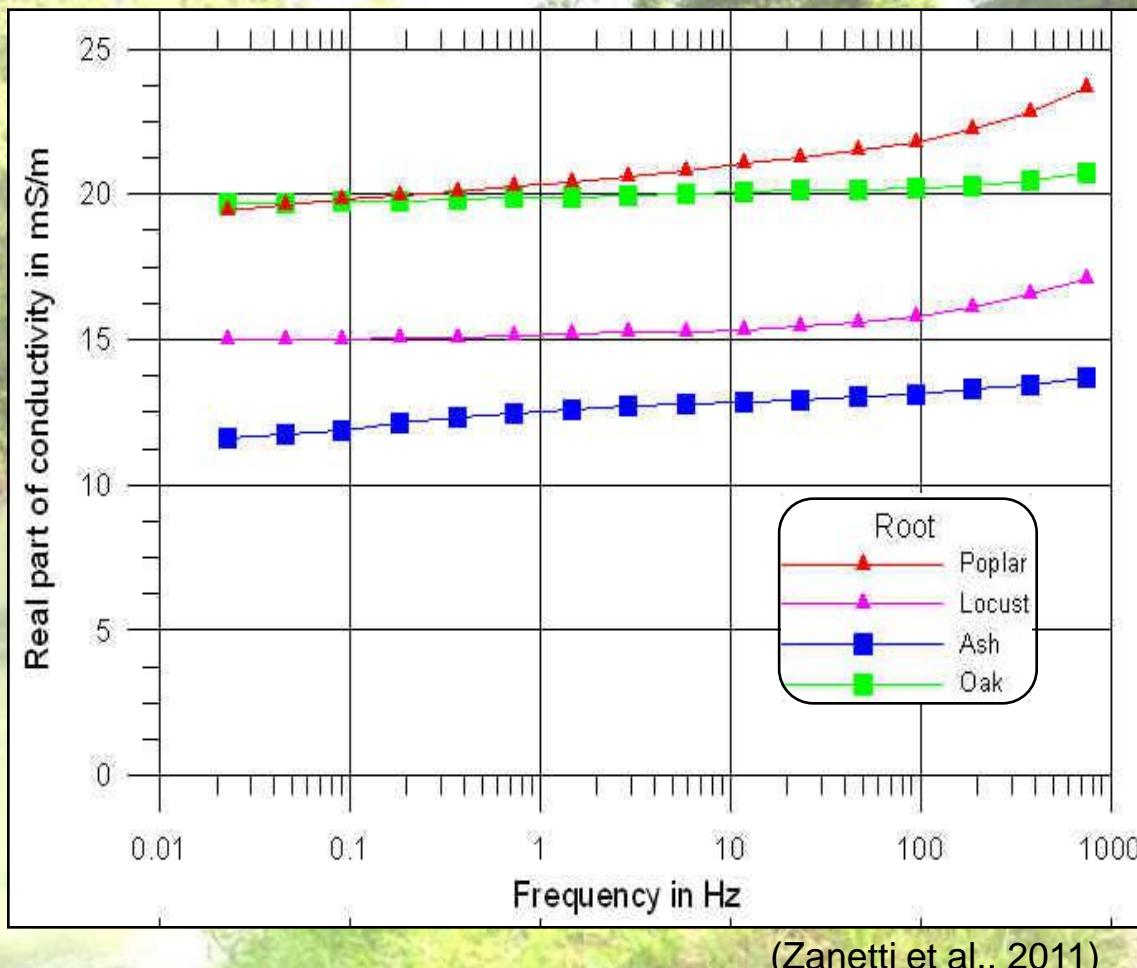
(Hydraulic Danish Institute)



→ Méthode peu fiable et difficultés d'interprétation des radargrammes

Détection électrique

Test en laboratoire



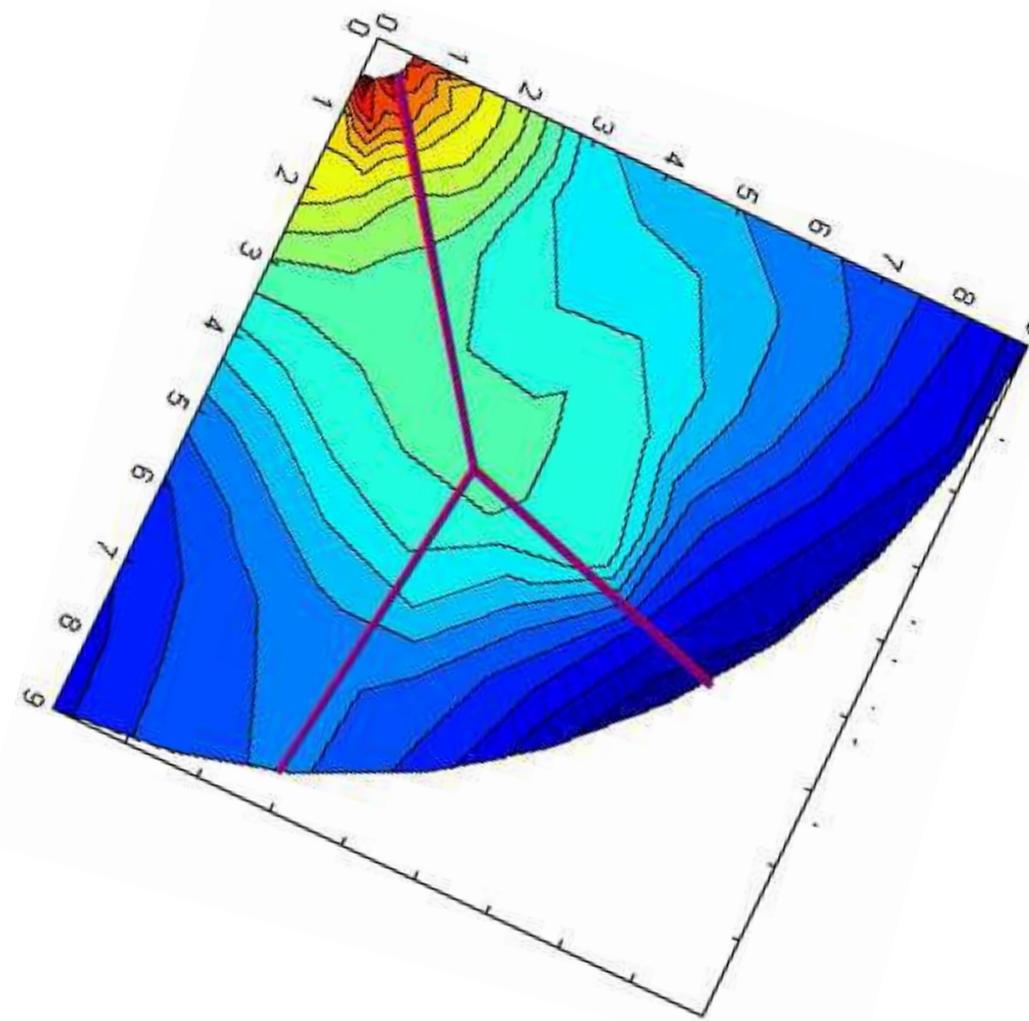
(Zanetti et al., 2011)

Peuplier
Chêne
Robinier
Frêne

↑ Conductivité des échantillons hors matériaux

Détection électrique

Test sur site



→ Résultats encourageants

Thèse Irstea en cours depuis octobre 2012 (Benjamin Mary)

Conclusions



SYNTHESE

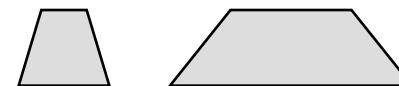
Type de matériaux



Architecture



Dimensions



Espèces



Risques pour
les digues
boisées

Types



Conséquence pratique pour la gestion de la végétation ligneuse

Peuplier, Robinier et Saule :

- espèces les plus présentes sur les digues et
- les plus dangereuses pour les ouvrages
 - développement de très longues et grosses racines
 - vitesse de décomposition rapide



Conséquence pratique pour la gestion de la végétation ligneuse

- abattre les arbres et laisser les souches en place est la pire des solutions
- si on laisse les souches, il faut prévoir de purger et reconstituer la digue ou en assurer l'étanchéité
- on peut couper les arbres qui rejettent pour limiter leur taille (!\ taille des souches↗ !)
- solution idéale sur long linéaire => plan de gestion

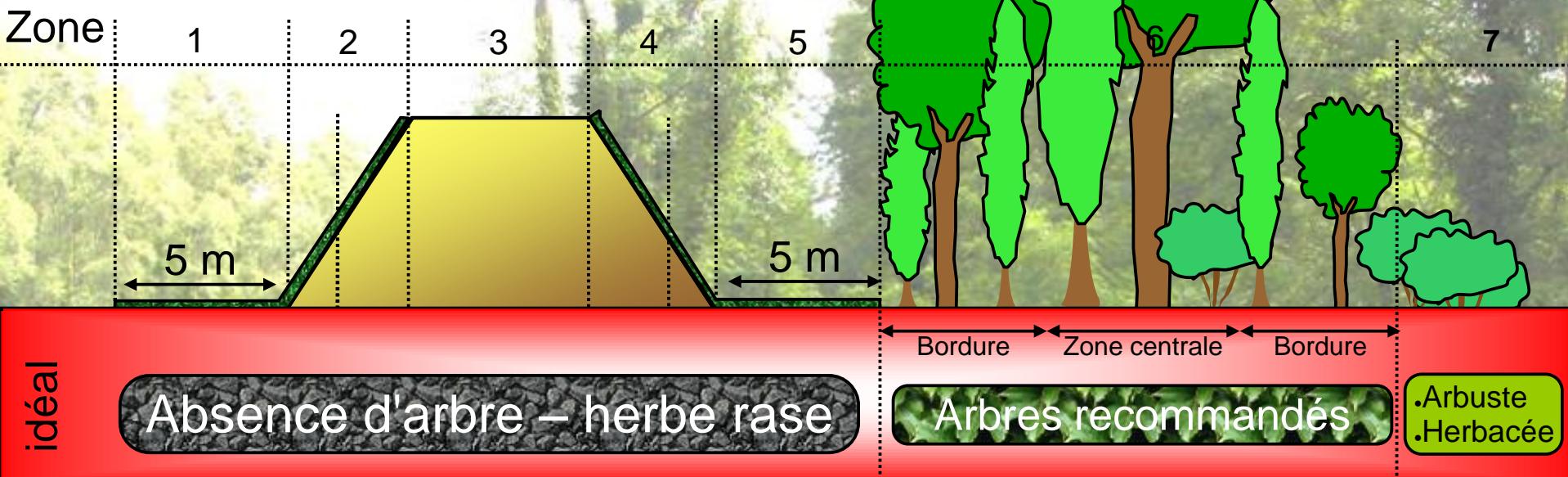
Plan de gestion

- = actions planifiées dans le temps
- visant à un objectif de structure idéale
 - en partant d'une structure de végétation initiale
 - en optimisant la sécurité de la digue tout au long du processus et en étalant les coûts

SECTORISATION ET PRIORISATION

III  un plan de gestion à construire pour chaque cas

Synthèse sur coupe-type



Perspectives

- **Guide de recommandations** : traitement et gestion de la végétation ligneuse développée sur les ouvrages hydrauliques en remblai (parution mi 2013)



- **Deuxième Colloque National sur les digues en juin 2013**

Suite au colloque technique « Sécurité des digues fluviales et de navigation » organisé par le CFBR et le MEDD à Orléans les 25 et 26 novembre 2004 :

Digues 2013

<http://digues2013.irstea.fr/>

Colloque National Digues Maritimes et
Fluviales de Protection contre les
Submersions



DIGUES MARITIMES ET FLUVIALES
DE PROTECTION CONTRE LES SUBMERSIONS

2 ÈME COLLOQUE NATIONAL
12-14 JUIN 2013, AIX EN PROVENCE



Accueil Contexte Thématisques Comités Dates Programme Inscription Manuscrits Exposants Infos pratiques Contacts Photos

Accueil

Deuxième Colloque National

Digues Maritimes et Fluviales de Protection contre les Submersions

Contexte, état des pratiques et avancées

**Du 12 au 14 juin 2013 à Aix en
Provence**



irstea

DIGUES MARITIMES ET FLUVIALES
DE PROTECTION CONTRE LES SUBMERSIONS

2^{ÈME} COLLOQUE NATIONAL
12-14 JUIN 2013, AIX EN PROVENCE

Cfbr
comité français
des barrages
et réservoirs

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable
et de l'Energie

Comité

Président

Paul ROYET (Irstea)

Comité d'Organisation

Paul ROYET (Irstea)

Stéphane BONELLI (Irstea)

Martine SYLVESTRE (Irstea)

<http://digues2013.irstea.fr/>

Membres du Comité Scientifique

Fabien ANSELMET (IRPHE)

Stéphane BONELLI (Irstea)

Gérard DEGOUTTE (CTPBOH)

Benoit HOUDANT (CFBR)

Patrick LEDOUX (CETE Méd.)

Thibaut MALLET (SYMADREM)

Didier MAROT (Gem)

Jean MAURIN (DREAL Centre)

Thierry MONIER (Artélia – Sogreah)

Sergio PALMA-LOPES (IFSTTAR)

Michel PINHAS (AD Isère)

Gilles RAT (MEDDE – DGPR)

Nathalie ROSIN-CORRE (Tractebel

Engineering – Coyne et Bellier)

Akim SALMI (ISL)



Merci de votre attention

Des questions ?