

8<sup>èmes</sup> Journées

Fiabilité des  
MATÉRIAUX & DES STRUCTURES

Aix-en-Provence,  
9 et 10 avril 2014



ECOSYSTEMES CONTINENTAUX  
ECCOREV  
ET RISQUES ENVIRONNEMENTAUX



# Développement et formalisation de mesures pour évaluer la performance, vis-à-vis de l'érosion interne, des digues fluviales

Gisèle Bambara, Corinne Curt, Patrice Mériaux, Michel Vennetier,  
Pierre Vanloot





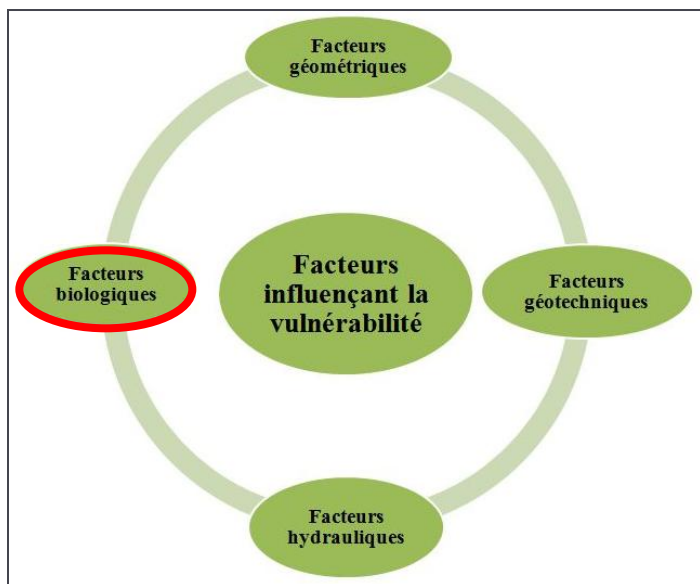
# Plan de présentation

1. Introduction
2. Méthodologie adoptée
3. Développement du modèle d'évaluation de la performance des digues fluviales
4. Exemple d'utilisation des résultats
5. Conclusion / Perspective

# Quelques éléments ... de contexte !

Les digues de protection fluviales et leur sécurité

Leur rôle = **Protéger les populations et leurs biens contre les inondations**



*Digue de protection fluviale de l'Isère (38) \_ 2013*



*Digue de fermeture du barrage de CASTERINO (06) \_ 2013*



- Erosion interne de conduit
- Augmentation globale de la perméabilité

## Double objectif:

- *Disposer d'un modèle robuste pour évaluer de la performance des digues fluviales boisées vis-à-vis du mécanisme de détérioration par érosion interne (EI)*
- *Appréhender la vitesse d'évolution de la décomposition des systèmes racinaires à partir de mesures indirectes*

# Choix d'une méthode et point de départ

## Les systèmes à base de connaissances

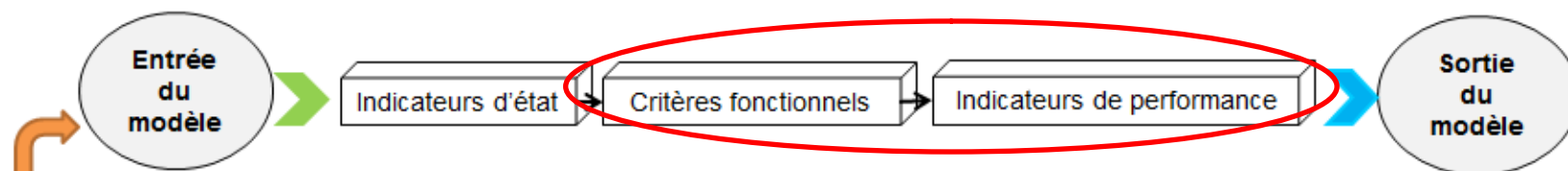
### ❖ Principe

- Méthode basée sur le recueil et la formalisation des connaissances théoriques et heuristiques d'experts du domaine

### ❖ Avantages

- Capable de reproduire le raisonnement d'un expert
- Capable de raisonner avec des données d'origines et de natures diverses

### ❖ Point de départ : Modèle d'évaluation de la performance des digues fluviales



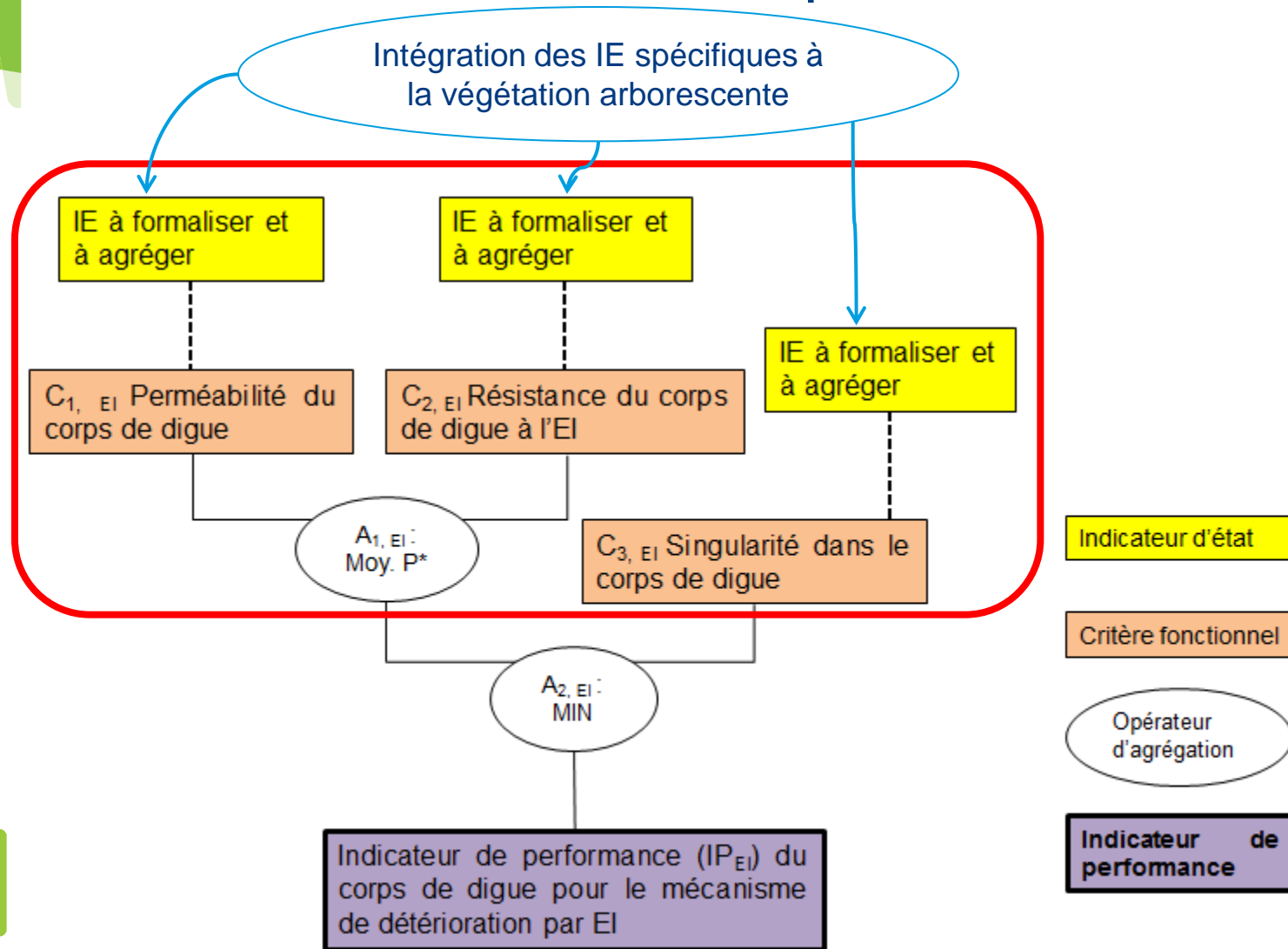
Thèse de Marc Vuillet (2012)

8<sup>ème</sup> JOURNÉE  
FIABILITÉ DES  
MATÉRIAUX  
ET DES  
STRUCTURES  
09 AVR. 2014

**Données d'entrée :**  
Observations visuelles  
Mesures instrumentales  
Mesures indirectes  
Données de conception-réalisation

irstea

# Modèle d'évaluation de la performance



# Elaboration du modèle d'évaluation

## Méthode de Sureté de fonctionnement

- ❖ Analyse fonctionnelle
- ❖ Analyse des Modes de Défaillances et de leurs effets (AMDE)

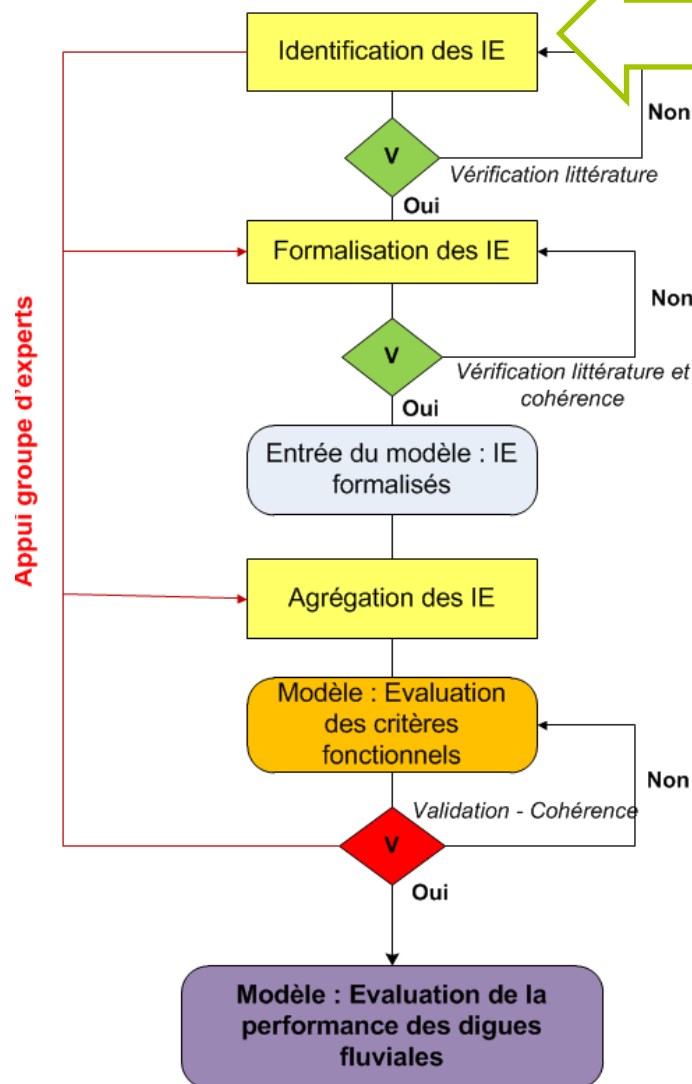
### ❖ Constitution d'un comité d'expertise

3 experts du domaine:

Patrice Mériaux  
Laurent Peyras  
Rémy Tourment

### ❖ Animation et préparation des séances

Gisèle Bambara  
Corinne Curt



09 AVR. 2014



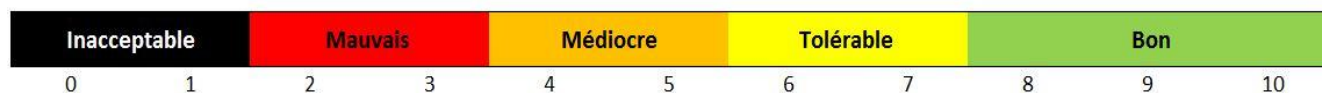
# Identification et formalisation des IE

Critère  $C_{1, EI}$  « Perméabilité du corps de digue »

$C_{1, EI}$  Perméabilité du corps de digue

- IE1– Fuites (eau) ou indices de fuites (zones humides)
- IE2 – Perméabilité du matériau
- IE3 – Géométrie de la digue
- IE4 – Volume racinaire par individu**
- IE5 – Densité des individus**
- IE6 – Type de structure racinaire des individus**
- IE7 – Degré de décomposition de la souche ou des racines ligneuses d'un individu**

Échelle d'évaluation double : échelle ordinale et échelle d'intervalle



Grille de formalisation :

Nom	Définition	Echelle et références	Caractéristique de lieu	Caractéristique de temps

Permet l'utilisation des indicateurs d'état de manière répétable et reproductible

# Développement de mesures indirectes

Evolution de la vitesse de décomposition des racines ligneuses



Isère (2008)

Castérino (2009)

Etude sur :

- 2 dispositifs expérimentaux,
- 6 espèces différentes,
- 5 diamètres de racines différents



**Analyse en Laboratoire**



Analyse de l'évolution chimique de la décomposition des racines par SPIR



Estimation de la masse volumique par déplacement d'eau

Analyse des résultats à l'aide des outils chimiométriques :

- Analyse en composantes principales (ACP)
- Régression des moindres carrés partiels (PLS)

Permet d'établir les références de l'indicateur IE7 « Degré de décomposition »



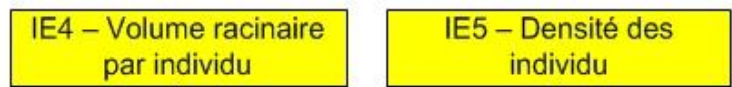
Perméabilité intrinsèque de la digue



TV1

		IE2 Perm. du mat.													
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
IE3 Géométrie	0														
	1														
	2		0	1	1	1	2	4	4	4	5	5	5		
	3		1	1	1	1	2	4	4	4	5	5	5		
	4		1	1	2	2	3	3	4	5	8	8	8		
	5		1	1	3	3	3	3	5	5	8	8	8		
	6		2	2	4	4	5	6	6	6	8	8	8		
	7		2	2	4	5	5	6	7	7	8	8	9		
	8		3	3	4	5	6	7	8	8	8	9	10		
	9		3	3	4	5	6	7	8	9	9	9	10		
	10		3	3	4	5	6	7	9	9	10	10	10		

Présence de végétation arborée sur la digue



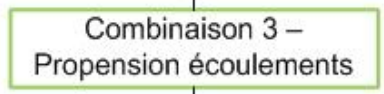
TV2



TV3



TV4



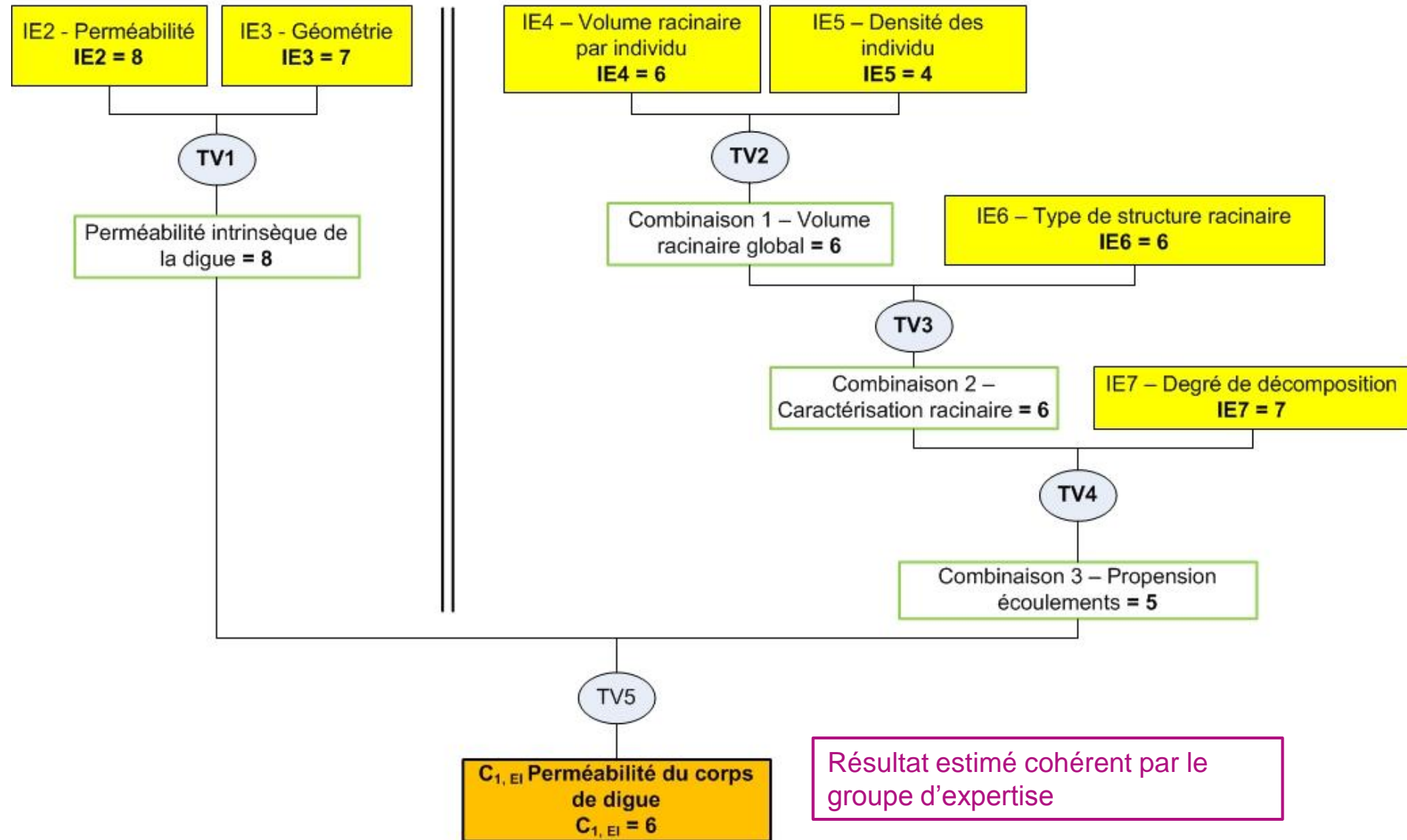
TV5

**C<sub>1, EI</sub> Perméabilité du corps de digue**



### Perméabilité intrinsèque de la digue

### Présence de végétation arborée sur la digue





# Conclusion

... et perspectives !

- Modèle complet et robuste à chaque niveau hiérarchique
- Prise en compte de la végétation arborée au travers d'indicateurs d'état spécifiques
- Introduction de mesures indirectes permettant d'affiner l'évaluation experte
- A venir : validation du modèle sur des cas réels

# MERCI POUR VOTRE ATTENTION



*Dispositif expérimental \_ Digue de Castérino 2013*



*Dessouchage \_ Digue de l'Isère 2013*

Pour mieux affirmer ses missions, le Cemagref devient Irstea



[www.irstea.fr](http://www.irstea.fr)