

Progetto transfrontaliero Italia-Francia ALCOTRA
Projet transfrontalier Italie-France ALCOTRA



REPORT FINALE

Action 2.6

Evaluation de la performance
des barrages en remblai
homogène soumis au
développement de la
végétation arborescente vis à
vis du mécanisme d'érosion
interne

RISBA

RISCHIO DEGLI SBARRAMENTI ARTIFICIALI
RISQUES DES BARRAGES

Gisèle BAMBARA, Corinne CURT, Patrice MERIAUX, Davide PATROCCO et Massimiliano SENESI

1. Introduction
 2. Démarche méthodologique
 3. Développement d'indicateurs spécifiques pour évaluer l'impact de la végétation dans les barrages en remblai
 4. Méthode d'évaluation de la performance d'un barrage en remblai homogène soumis à la végétation
 5. Application de la méthode : évaluation du barrage de Grengia
-

Les barrages collinaires en remblai de la zone franco-italienne sont souvent soumis à la présence d'une végétation arborescente !

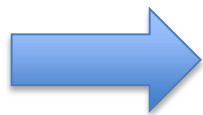


Barrage de Grengia (Italie) – oct. 2014



Barrage près de Gap, France – nov. 2014

Végétation arborescente = composante indésirable



Augmentation de la vulnérabilité de l'ouvrage vis-à-vis du mécanisme de détérioration par érosion interne !





Barrage italien – oct. 2013



Barrage français – nov. 2014



Conduit laissé par une racine décomposée (Zanetti 2010)

**Mort des arbres → Décomposition des racines →
Chemins d'écoulements internes préférentiels → Erosion interne**

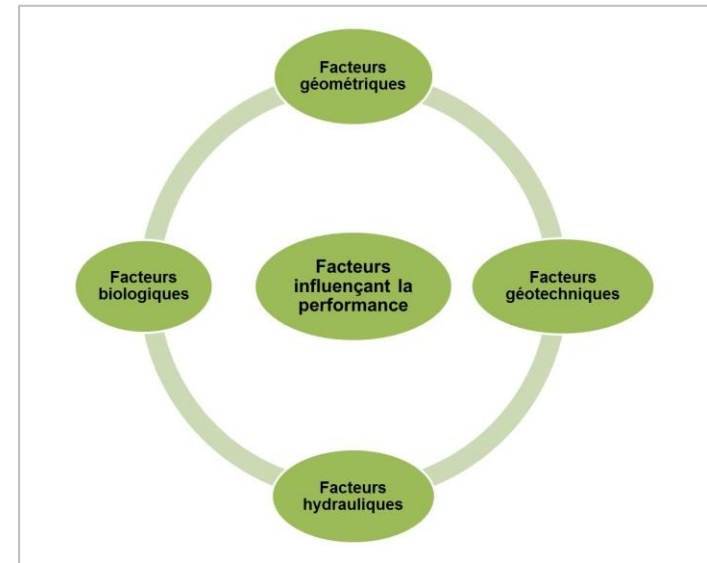
Objectif de l'action 2.6 :

Développer des travaux permettant de mieux **évaluer la performance** d'un barrage collinaire en remblai vis-à-vis du mécanisme d'érosion interne du fait de la présence de végétation arborescente

Ce que l'on cherche



Prendre en compte les **multiples paramètres interdépendant** pour l'évaluation de la performance des barrages collinaires soumis au développement de la végétation arborescente!



Approches retenues : Sûreté de fonctionnement,
Système à base de connaissances



Connaissances des d'experts

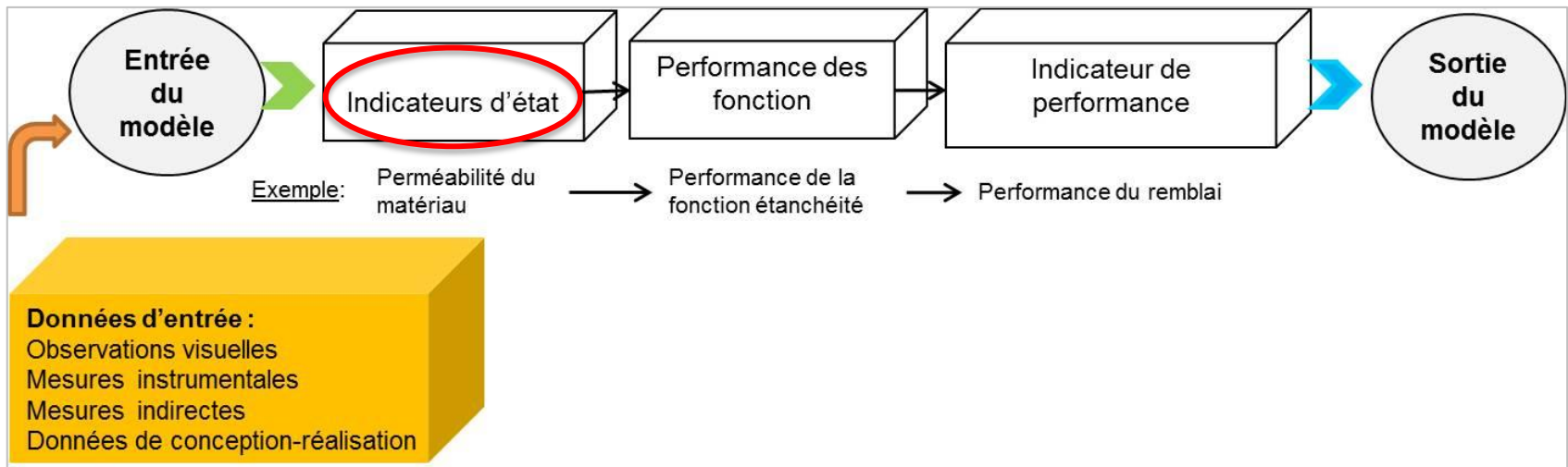


Recueil de connaissances et développement du modèle



Modèle d'évaluation de la performance des barrages (Curt , 2008)

Structure de la méthode



Echelle d'évaluation



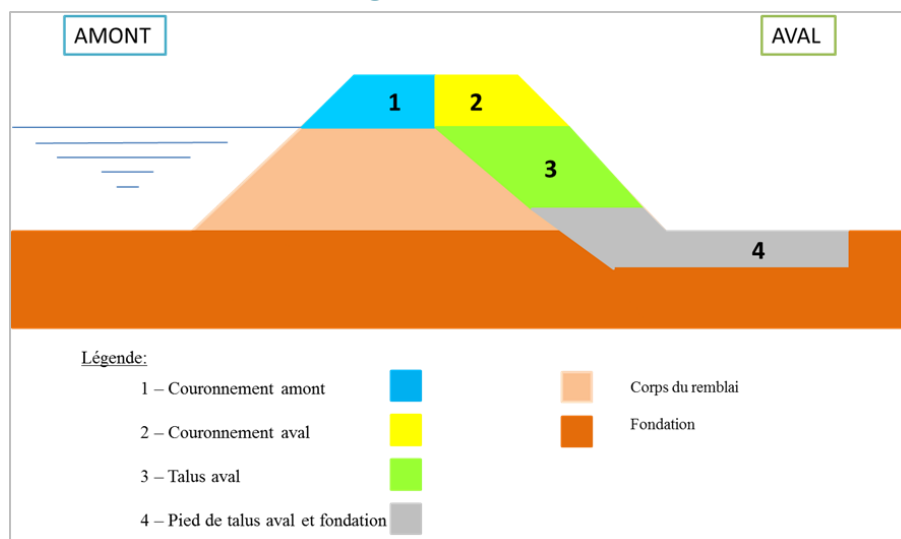
Description des indicateurs:

Nom	
Définition	
Echelle et références	
Caractéristiques de lieu	
Caractéristiques de temps	

Détermination des indicateurs d'état nécessaires à l'évaluation de la végétation arborescente

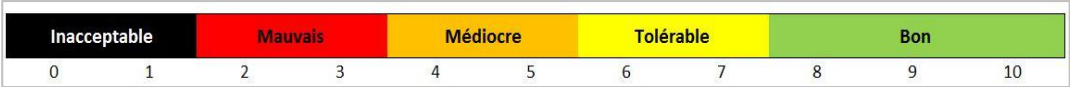
- *Densité des individus*
- *Volume racinaire par individu*
- *Type de structure racinaire par individu*
- *Degré de décomposition de la souche ou des racines ligneuses d'un individu*

□ Implantation de la végétation arborée sur le barrage



Densité des individus

- ❑ Premier des indicateurs d'état spécifiques à la végétation à prendre en compte
- ❑ Témoin indirect de l'emprise des racines dans le remblai ou ses abords

Nom	Densité des individus
Définition	Plus la densité des individus est élevée, plus les hétérogénéités de perméabilité dans le remblai peuvent apparaître, notamment lors de la décomposition des systèmes racinaires. (On regarde prioritairement les gros arbres pour cet indicateur).
Echelle et référence	 <p>10 : absence d'individus 5-4 : présence d'un individu par 10 m² 3-2 : présence de 2 à 5 individus par 10 m² 1-0 : présence supérieure à 5 individus par 10 m²</p>
Caractéristiques de lieu	Crête, talus amont, talus aval
Caractéristiques de temps	Mesure réalisée lors d'un examen visuel axée sur la qualification de la végétation présente sur l'ouvrage.

Volume racinaire par individu

Prévision des conséquences en termes **d'augmentation globale de la perméabilité** du remblai lors la décomposition racinaire.



Diamètre important à la souche = Volume racinaire important



Mesure du diamètre au collet

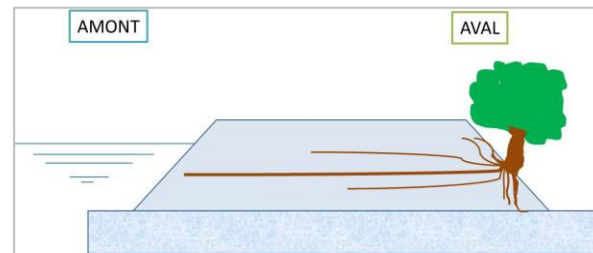
Densité des individus + Volume
racinaire par individu

Volume racinaire global
pour le profil analysé

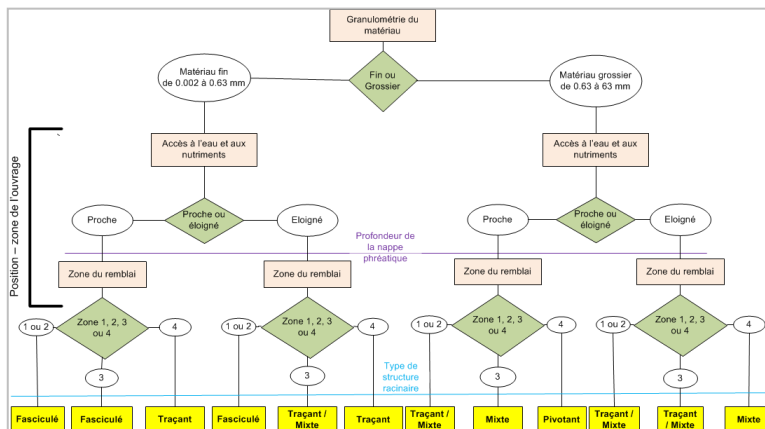
Type de structure racinaire des individus

Différents types de structures racinaires **peuvent être plus ou moins préjudiciables** lors de la décomposition des racines ligneuses vis-à-vis du mécanisme d'érosion interne.

➤ *Longues racines horizontales*



Indicateur d'état évalué par l'ingénieur en fonction des différents paramètres influençant la structure racinaire d'un individu → Utilisation d'une **clé d'aide à l'identification**



Caractérisation racinaire globale au droit du profil

Degré de décomposition de la souche ou des racines ligneuses d'un individu

Développement d'une mesure indirecte



Isère (2008)

Etude sur :

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

Castérino (2009)



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 « Degré de décomposition ».
Indicateur essentiel pour l'évaluation de **la potentialité aux écoulements** dû à la présence de végétation arborescente au droit du profil analysé

Déploiement de la méthode

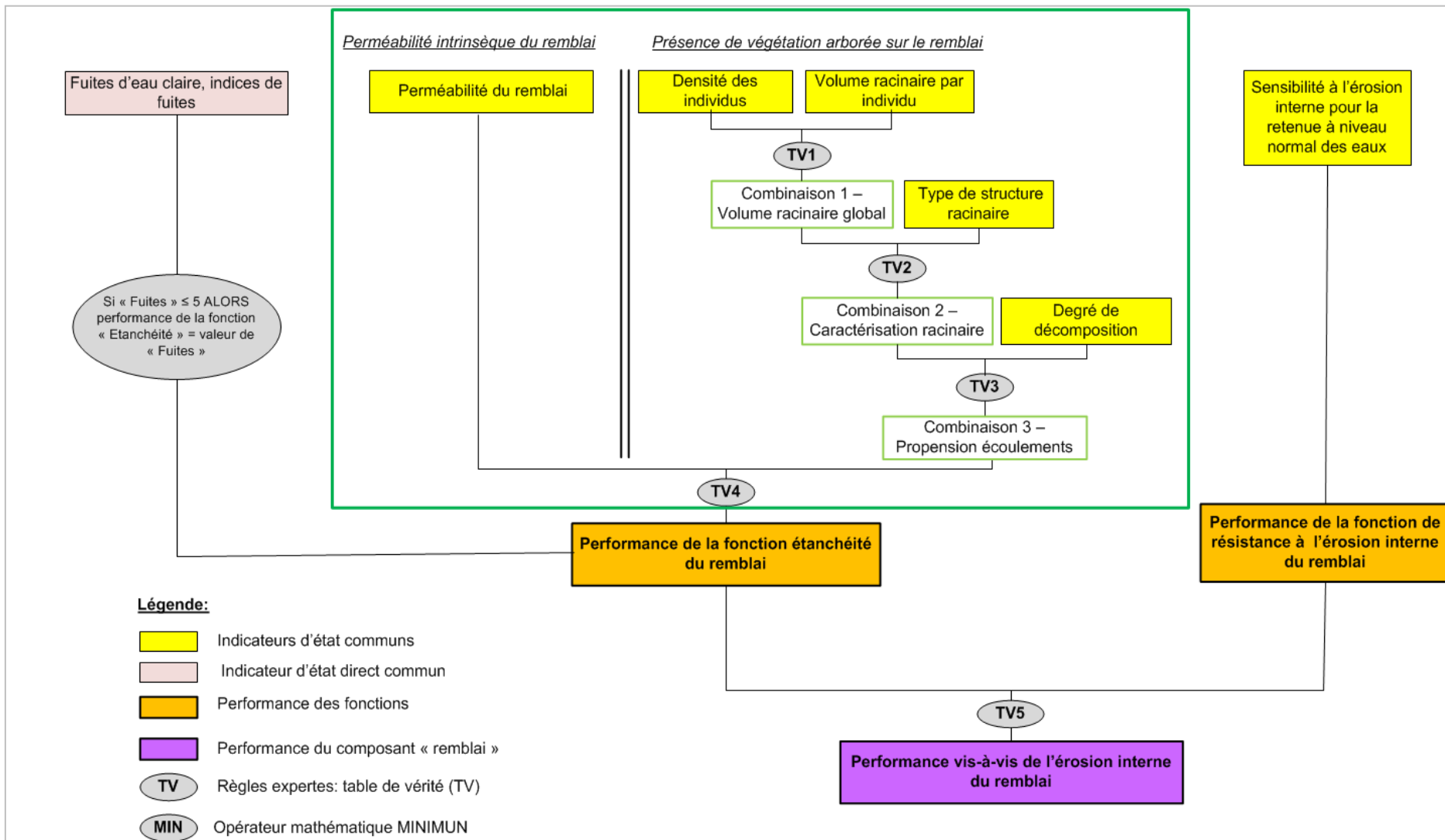
La méthode a été déployée pour l'évaluation de la performance d'un barrage collinaire en remblai sans drains ni instruments d'auscultation vis-à-vis du mécanisme d'érosion interne :

- Evaluation de la performance du **remblai**
- Evaluation de la performance de la **fondation**
- Evaluation de la performance de **l'interface remblai – fondation**



Présentation de la méthode pour l'évaluation de la performance du remblai

Méthode d'évaluation de la performance du remblai d'un barrage collinaire en remblai homogène soumis à la présence de végétation arborescente



Applications réalisées dans le cadre du projet RISBA

La méthode d'évaluation de la performance des barrages en remblai soumis à la présence de végétation arborescente vis-à-vis du mécanisme d'érosion interne a été appliqué sur **7 barrages** non auscultés (3 barrages italiens, région de Cunéo et 4 barrages français, département des Hautes-Alpes) :

- 3 barrages en remblai homogène (2 en Italie et 1 en France)
 - 1 barrage en remblai avec masque amont en béton (Italie)
 - 1 barrage en remblai avec masque amont en argile équipé de drains (France)
 - 1 barrage en remblai zoné équipé de drains (France)
 - 1 barrage en remblai zoné équipé de drains uniquement dans le remblai (France)
-

Description du barrage



Vue depuis la crête



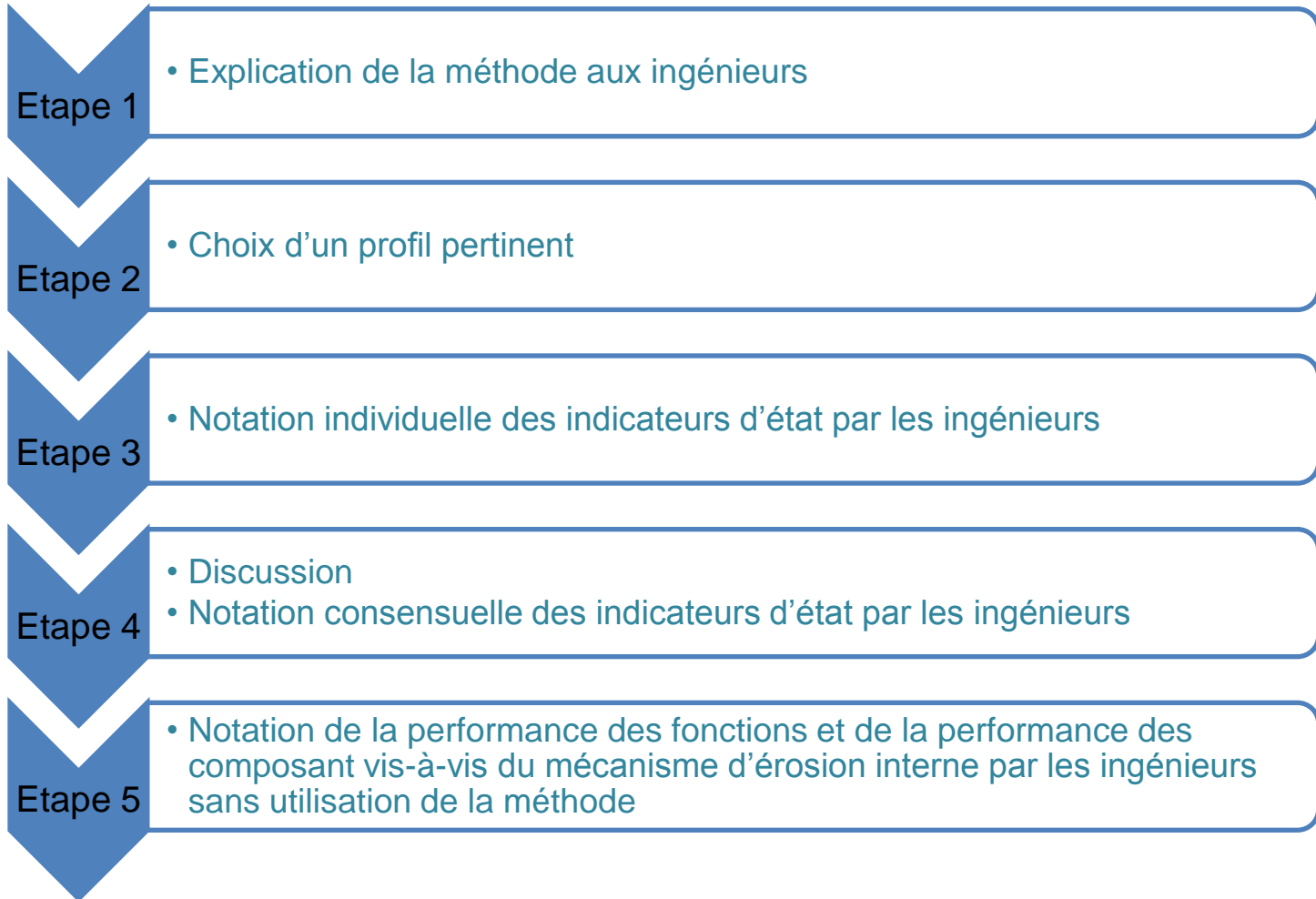
Vue depuis le pied de talus aval

- Barrage en remblai homogène non drainé
- Fonctions : irrigation et loisirs
- Construit en 1971 en déblai - remblai
- Hauteur d'environ 10 mètres
- Capacité maximale d'environ 30 000 m³
- Instruments d'auscultation non relevés
- Sondages carottés et essais pénétrométriques SPT réalisés en 2012
- Végétation arborescente présente sur le couronnement aval (pin, épicéa, chêne, ...)
- Coupes d'arbres réalisé en 2004



Informations nécessaires à l'évaluation des indicateurs d'état par les ingénieurs experts

Procédure



Traitement des résultats

Evaluation des indicateurs d'état

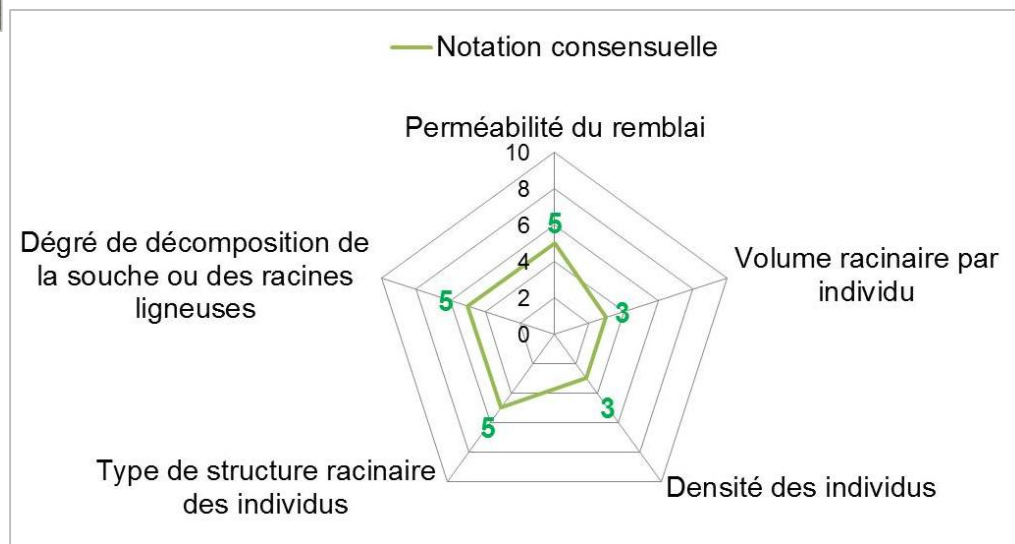


Profil évalué

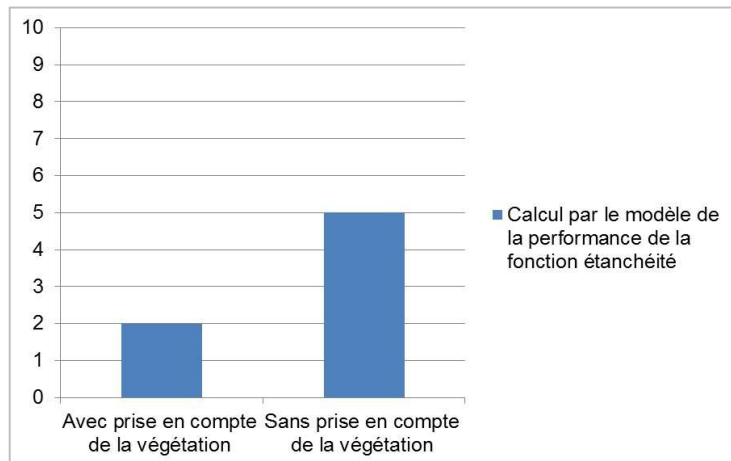
- Profil de 5 mètres de long
- Largeur de crête de 10 mètres
- Pentes talus aval : 80% puis 70% (rupture de pente)
- Densité de végétation élevée : 2 à 5 individus par 10m² (3 individus vivants, 2 morts et 1 individu ayant rejeté)



Souche morte et souche ayant rejeté

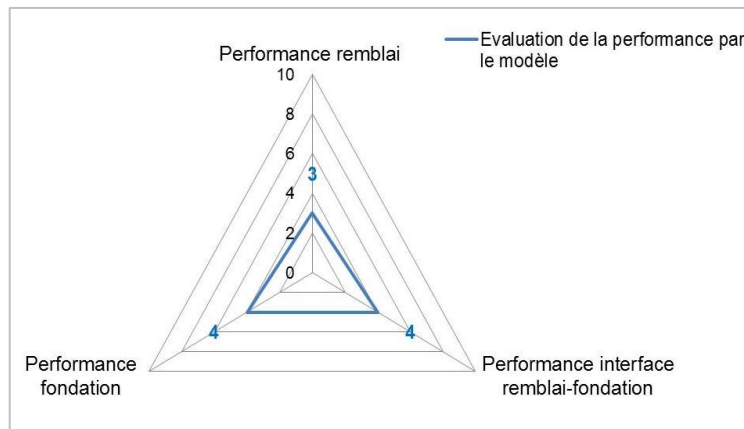


Evaluation des fonctions et de la performance vis-à-vis du mécanisme d'érosion interne



- Performance mauvaise avec prise en compte de la végétation
- Performance médiocre sans prise en compte de la végétation

Dégradation significative de la fonction lors de la prise en compte de la végétation arborée



Les notes de performances obtenues reflètent l'opinion des experts vis-à-vis de la sécurité de cet ouvrage.

Des adaptations et améliorations des méthodes préexistantes d'évaluation de la performance des barrages en remblai vis-à-vis du mécanisme d'érosion interne ont été réalisées.

Elles permettent :

- De **prendre en compte** la composante « **végétation arborescente** » dans la méthode grâce au développement d'indicateurs spécifiques ;
- **D'évaluer la performance des petits barrages collinaires** qui ne sont pas forcément équipés de drains ni d'instruments d'auscultation ;

Au total **sept applications** ont été réalisées dans le cadre du projet RISBA. Elles ont permis de démontrer la **robustesse** de la méthode notamment par le fait qu'elle est capable de reproduire le raisonnement d'un expert.



Barrage des B... (France, Gap)