

# “LE DIGHE: CONOSCENZA E’ SICUREZZA” "LES BARRAGES: LA CONNAISSANCE EST LA SÉCURITÉ"

LAURENT PEYRAS - KARIMA AROUI

*Seminario tecnico transfrontaliero del progetto Alcotra Resba - Torino 19, Giugno 2018*  
Séminaire technique transfrontalier du projet Alcotra Resba – Turin 19, juin 2018



# WP 3 - Vulnérabilité et vigilance des barrages



PRÉFET DE LA SAVOIE



# PLAN

---

- Présentation générale du WP3
- Organisation du WP3
- Actions du WP3 et livrables



Retenue d'altitude-Cemagref-Décembre 2015

## Présentation générale du WP3

### - *Problématique - Besoins*

- En Italie et en France , les barrages transfrontaliers peuvent produire des risques pour les populations et les biens
- Soumis à des aléas spécifiques : hydrologique, sismique, gravitaire, géologique
- Il existe des outils sophistiqués pour les grands barrages, mais coûteux ou mal adaptés pour les ouvrages de petites à moyennes tailles
- L'évaluation des aléas naturels, de la vulnérabilité et la surveillance des barrages est essentielle pour les propriétaires, les exploitants et l'administration de contrôle
- Besoin d'harmoniser et de partager les pratiques entre l'Italie et France pour l'évaluation de la vulnérabilité et surveillance des barrages

### - *Objectifs*

- les activités prévues dans le WP3 visent à accroître **la connaissance sur les aléas naturels de montagne, la vulnérabilité des barrages transfrontaliers et améliorer leur surveillance.**



**Interreg**  
**ALCOTRA**  
Fonds européen de développement régional  
Fondo europeo di sviluppo regionale



**RESBA**  
Résilience des barrages  
Resilienza sugli sbarramenti



Exemples en France et Italie d'un petit barrage agricole, d'un barrage altitude pour la neige de culture et d'un barrage hydroélectrique

## Les partenaires du WP 3



**Interreg**

**ALCOTRA**

Fonds européen de développement régional  
Fondo europeo di sviluppo regionale



UNION EUROPÉENNE  
UNIONE EUROPEA



**IRSTEA :**

WP3.1, WP3.2, WP3.3, WP3.4

**Ecole Polytechnique de Turin :**

WP3.2, WP3,3

**Vallée d'Aoste :**

WP3.1, WP3.4

**Région Piémont :**

WP3.1, WP3.2

**Université Savoie (USMB) :**

WP3.4

**DREAL Rhône Alpes :**

WP3.1, WP3.2

**ARPA Piémont :**

WP3.2



**POLITECNICO  
DI TORINO**

Région Autonome  
Vallée d'Aoste



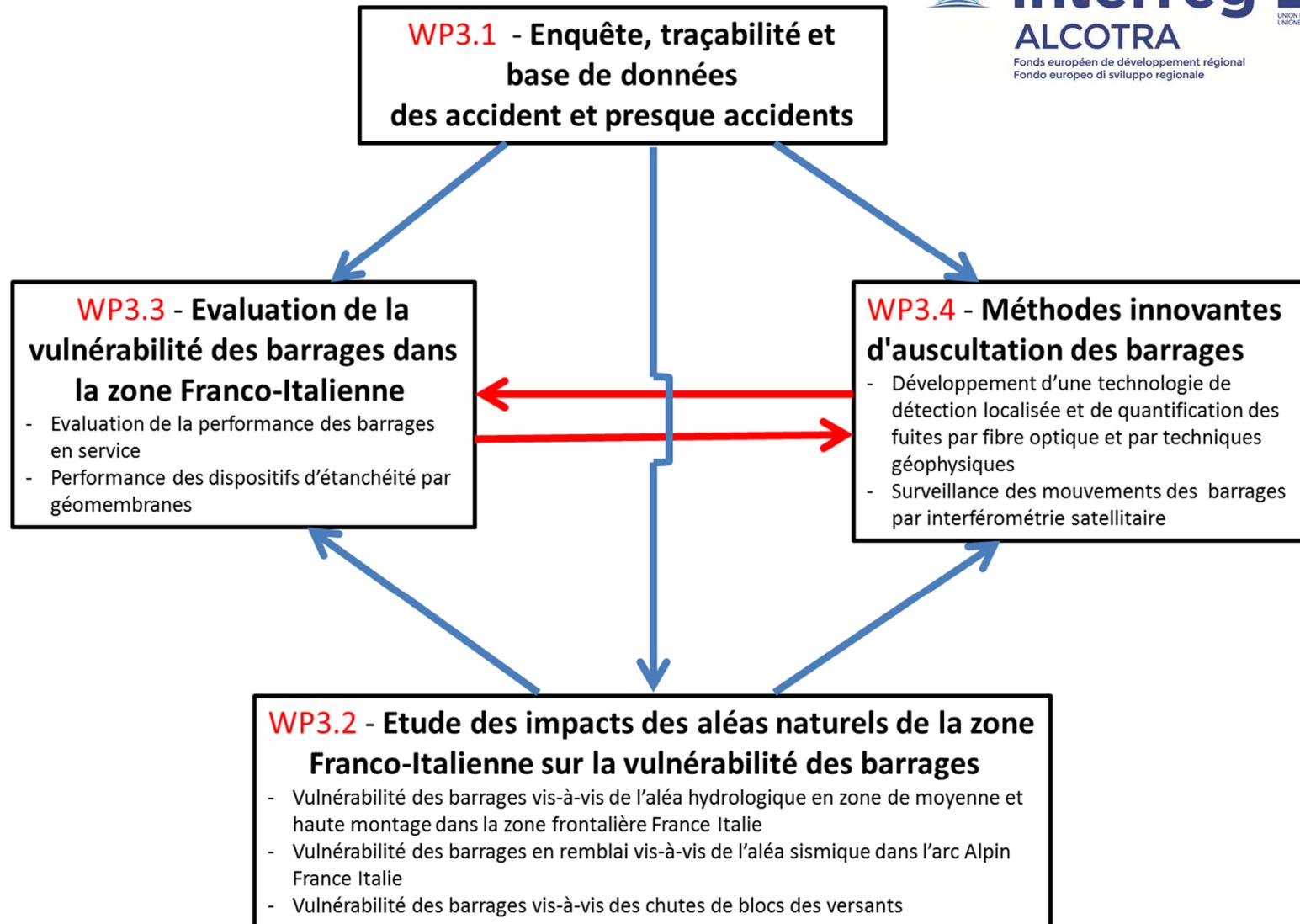
Regione Autonoma  
Valle d'Aosta



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



# Organisation générale du WP3



## Actions du WP3 et livrables

### WP3.1. Enquête, traçabilité et base de données des accidents et presque accidents des barrages de la zone transfrontalière Italie - France

- Recueillir le retour d'expérience sur des incidents et accidents :
  - enquête commune IRSTEA, territoire d'Aoste, Région du Piémont sur les barrages Franco-Italiens
  - informations pour toutes les actions du WP 3
- Rassembler les connaissances en un outil commun entre l'Italie et la France et enrichir cet outil au fur et à mesure

Partenaires : IRSTEA, DREAL, Vallée d'Aoste et Région Piémont



REGISTER OF DAMS See JZAM SUPPORT user flow contacts

### Data Search

Build your query 🔍 🔗 XL CSV 📄 ?

Continent: Africa Country: Algeria Dam Type: CB buttress Height (m):

Reservoir Capacity (10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>): Alitude (m): International: Name of the dam: Other Name:

Results: 154 Next Page 1 Last Show 100 Export

Continent	Country	Dam Type	Height (m)	Reservoir Capacity (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Alitude (m)	International Code	International	Name of the dam	Other Name	PDF
AFRICA	Algeria	TE	35	41 000		06300114		TICH HAF 1		
AFRICA	Algeria	FG	11	12 000	943.3	06300068		AFDJA		
AFRICA	Algeria	TE	25	11 000	990	06300114		ATDHANE		
AFRICA	Algeria	TE	67	35 000		06300250		BASAR		
AFRICA	Algeria	TE	14	14 000	243	06300142		BANWAGA		
AFRICA	Algeria	FG	23	20 000	943.3	06300233		BOUGARA		
AFRICA	Algeria	FG	44	3 000		06300064		DELRDELIR		

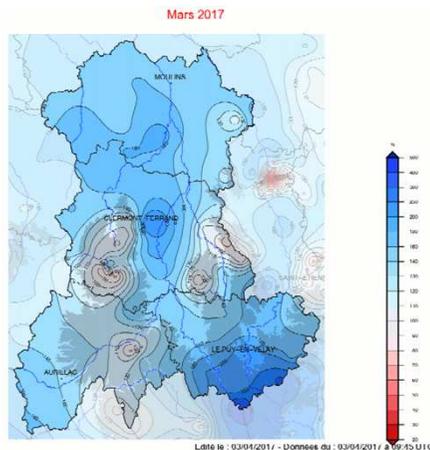
Next Page 1 Last

# Actions du WP3 et livrables



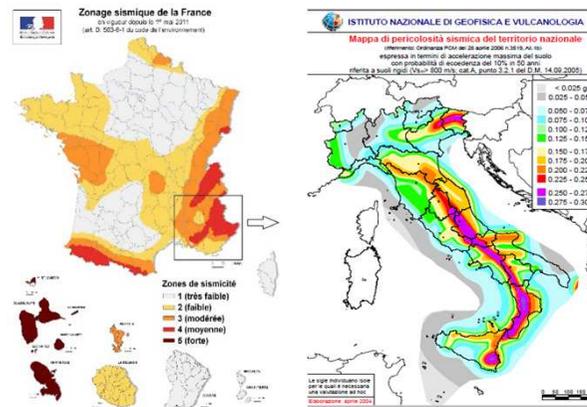
## WP3.2. Etude des impacts des aléas naturels de la zone Franco-Italienne sur la vulnérabilité des barrages

**A- Vulnérabilité des barrages vis-à-vis de l'aléa hydrologique en zone de moyenne et haute montagne dans la zone frontalière France Italie**



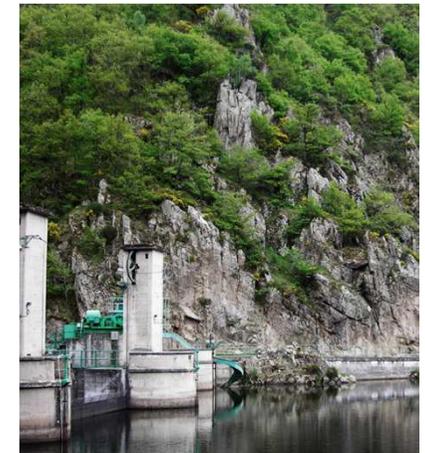
Rapport à la moyenne mensuelle de référence 1981-2010 des cumuls de précipitations Auvergne

**B- Vulnérabilité des barrages en remblai vis-à-vis de l'aléa sismique de l'arc Alpin France Italie**



Zonage sismique de la France et en Italie

**C- Vulnérabilité des barrages en vis-à-vis des chutes de blocs des versants**



Sécurisation du barrage du Poutès des chutes de blocs des versants

## Actions du WP3 et livrables



### WP3.2. Etude des impacts des aléas naturels de la zone Franco-Italienne sur la vulnérabilité des barrages

#### A- Vulnérabilité des barrages vis-à-vis de l'aléa hydrologique en zone de moyenne et haute montagne dans la zone frontalière France Italie.

- Mise à jour de connaissances sur les crues des cours d'eau des bassins versants de la zone transfrontalière
- Régionalisation des données hydrologiques, pour l'évaluation probabiliste des crues
- Etude des effets du changement climatique sur le risque d'inondation



Procédures d'estimation des débits de crues, mises à disposition sous forme d'un WebGIS

**Partenaires :** *Ecole Polytechnique de Turin et ARPA Piémont*

## Actions du WP3 et livrables



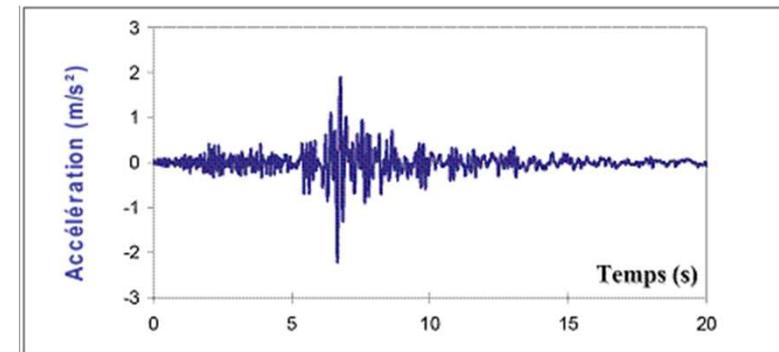
**WP3.2.** Etude des impacts des aléas naturels de la zone Franco-Italienne sur la vulnérabilité des barrages

### **B- Vulnérabilité des barrages en remblai vis-à-vis de l'aléa sismique de l'arc Alpin France Italie**

- Calculs dynamiques non linéaires complets
- Interprétation des résultats numériques et établissement de formules simplifiées permettant l'évaluation de la performance sismique d'un barrage
- Validation de l'approche sur quelques cas tests



Recommandations techniques comportant une méthode simplifiée pour évaluer la performance sismique d'un barrage



**Partenaires :** *IRSTEA et Ecole Polytechnique de Turin*

## Actions du WP3 et livrables



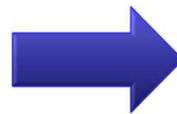
**WP3.2.** Etude des impacts des aléas naturels de la zone Franco-Italienne sur la vulnérabilité des barrages

### **C- Vulnérabilité des barrages en vis-à-vis des chutes de blocs des versants**



Retenue d'altitude soumise aux chutes de blocs

Etudier l'impact des chutes de blocs sur les barrages en considérant plusieurs scénarios de chutes (différentes vitesses et volumes de blocs) afin d'évaluer la vulnérabilité des barrages vis-à-vis de ce risque



- Recommandations techniques basées sur des courbes de vulnérabilité liés à un impact.

**Partenaire :** *Ecole Polytechnique de Turin*

## Actions du WP3 et livrables



### WP3.3. Evaluation de la vulnérabilité des barrages dans la zone Franco-Italienne

#### A- Evaluation de la performance des barrages en service



Retenue de Chabrières (Vars)

#### B- Performance des dispositifs d'étanchéité par géomembrane



Rupture de la rampe : endommagement de l'ensemble de la rampe et du DEG sous-jacent

## Actions du WP3 et livrables



### WP3.3. Evaluation de la vulnérabilité des barrages dans la zone Franco-Italienne

#### A- Evaluation de la performance des barrages en service

**A1.** *Développement de méthodes d'analyse des problèmes structurels des barrages poids : vieillissement du béton, fissuration précoce, gonflement du béton et érosion*



Recommandations techniques pour la reconnaissance des problèmes de détérioration du béton dans les barrages poids

Partenaire : *Ecole Polytechnique de Turin*



Exemple de fissuration précoce dans le béton

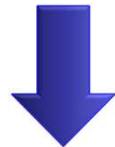
## Actions du WP3 et livrables



### WP3.3. Evaluation de la vulnérabilité des barrages dans la zone Franco-Italienne

#### A- Evaluation de la performance des barrages en service

**A2.** *Développement de méthodes pour évaluer la résistance résiduelle des barrages poids*



Etablissement de procédures d'analyse pour évaluer la résistance résiduelle du béton des barrages poids par des essais indirects et non destructifs

Partenaire : *Ecole Polytechnique de Turin*



Vue aval du barrage de Campliccioli-Région Piémont

## Actions du WP3 et livrables



### WP3.3. Evaluation de la vulnérabilité des barrages dans la zone Franco-Italienne

#### A- Evaluation de la performance des barrages en service

Partenaire : *IRSTEA*

#### *A3. Développement d'outils d'évaluation de la condition et conformité aux règles de l'art*

L'objectif est de permettre aux inspecteurs des services de contrôle en France et en Italie :

- de saisir les données directement sur le lieu des barrages lors des inspections,
- d'obtenir l'évaluation de la vulnérabilité des barrages aux différents mécanismes de rupture.



## Actions du WP3 et livrables



### WP3.3. Evaluation de la vulnérabilité des barrages dans la zone Franco-Italienne

#### A- Evaluation de la performance des barrages en service

Partenaire : *IRSTEA*

#### A4. Développement d'un outil de gestion de presque accident



Rédaction d'un guide d'aide à la décision :

- pour les gestionnaires d'ouvrages et les services de contrôle,
- pour la gestion des presque accidents de barrages,
- des recommandations à appliquer en situations de crise.

An infographic with a red border. At the top, it says 'vous êtes dans une zone soumise au **RISQUE DE RUPTURE DE BARRAGE**'. Below this, it says 'consultez le dossier déposé en mairie' and 'consignes en cas de rupture'. There are three main instructions: 1. 'ALERTE' (2 minutes) with a red box icon, 'cours de brème ou services de secours'. 2. 'SECON LES LIEUX' with an icon of a person running up a hill, 'gagnez immédiatement les hauteurs'. 3. 'montez à pied immédiatement dans les étages des immeubles repérés' with an icon of a person on stairs. To the right, a red circle with a slash over a person carrying a child says 'n'allez pas chercher vos enfants à l'école pour ne pas les exposer'. At the bottom right, it says 'FIN D'ALERTE' with a '30 secondes' icon.

## Actions du WP3 et livrables



### WP3.3. Evaluation de la vulnérabilité des barrages dans la zone Franco-Italienne

#### B- Performance des dispositifs d'étanchéité par géomembrane (DEG)

Partenaire : *IRSTEA*

Développer des méthodes d'évaluation de la performance des géosynthétiques :

1. La stabilité sur pente de géosynthétiques vis-à-vis du risque de glissement
2. La résistance des géomembranes vis-à-vis de poinçonnement
3. La diminution de la performance des géocomposites de drainage dans le temps



Recommandations techniques sur le comportement hydraulique et mécanique des géosynthétiques des barrages d'altitude.



Exemple de dégradation de DEG par poinçonnement sur des retenues d'altitude



Glissement en parement amont

## Actions du WP3 et livrables



### WP3.4. Méthodes innovantes d'auscultation des barrages

**A- Développement d'une technologie de détection localisée et quantification des fuites de la structure d'étanchéité**



Bassin expérimental du centre Irstea Aix en Provence

**B- Surveillance des mouvements des barrages par interférométrie satellitaire**



Retenue de Gran Testa : localisation des réflecteur artificiel ( points rouges), le point de référence du réseau est le triangle jaune-Projet RISBA.

## Actions du WP3 et livrables

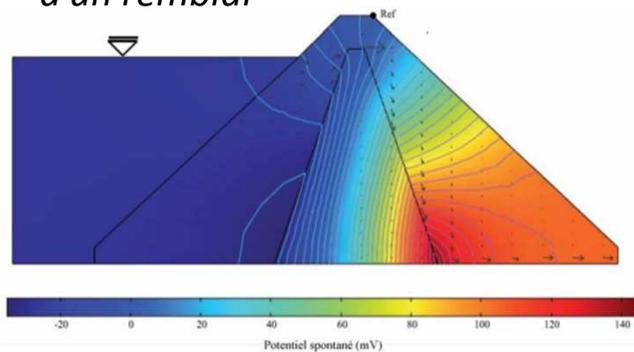


### WP3.4. Méthodes innovantes d'auscultation des barrages

#### A1. Développement d'une technologie de détection localisée et quantification des fuites de la structure d'étanchéité

Partenaire : **USMB**

**A.1.1.** Développement de méthodes géophysiques (potentiels spontanés, tomographie électrique) pour la détection localisée et la quantification des fuites au sein d'un remblai



Rapport technique décrivant les technologies géophysiques utilisées

Tomographie électrique d'un écoulement dans une digue-A.Boleve. Localisation et quantification des zones de fuites dans les digues et les barrages par la méthode du potentiel spontané.

## Actions du WP3 et livrables

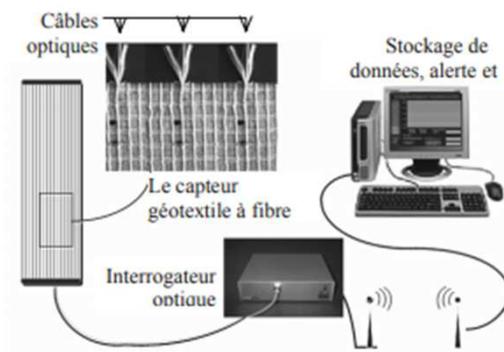


### WP3.4. Méthodes innovantes d'auscultation des barrages

#### A1. Développement d'une technologie de détection localisée et quantification des fuites de la structure d'étanchéité

Partenaire : *IRSTEA*

#### A1.2. Développement d'une technologie de détection localisée des fuites de la structure d'étanchéité par fibre optique



Composants du système d'auscultation



Rapport technique décrivant les technologies par fibres optiques utilisées

## Actions du WP3 et livrables

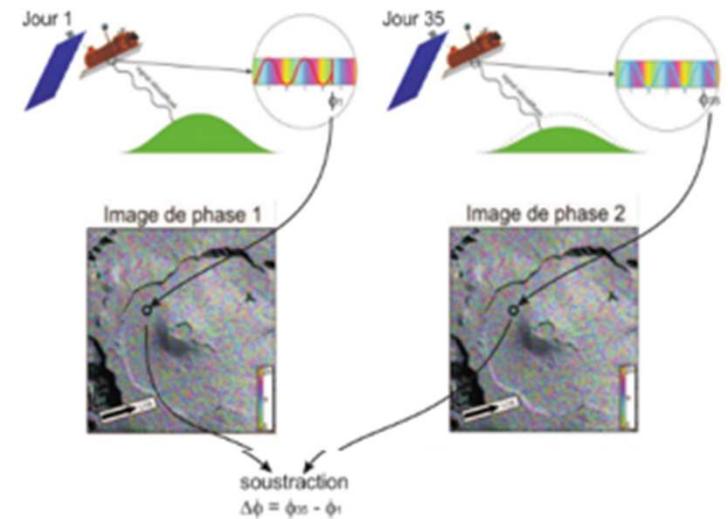
### WP3.4. Méthodes innovantes d'auscultation des barrages

#### B- Surveillance des mouvements des barrages par interférométrie satellitaire

Tester une méthode innovante de surveillance pour les phénomènes de déplacement des barrages



Rapport technique décrivant les technologies interférométrie satellitaire utilisées



Principe de l'auscultation par interférométrie satellitaire

Partenaire : Vallée d'Aoste



**GRAZIE MILLE !!!  
MERCI POUR VOTRE ATTENTION ...A VOS QUESTIONS!**

*Seminario tecnico transfrontaliero del progetto Alcotra Resba - Torino 19, Giugno 2018*  
*Séminaire technique transfrontalier du projet Alcotra Resba – Turin 19, juin 2018*



PRÉFET DE LA SAVOIE

