

Evento finale - Progetto RESBA
Séminaire de clôture – Projet RESBA



*Développement d'une technologie de détection localisée
des fuites de la structure d'étanchéité par fibre optique
Tecnologia di rilevamento e quantificazione delle perdite del
dispositivo di tenuta mediante fibre ottiche*

Stoltz G., Nicaise S., Chaouch, N., Bonelli S., Peyras L.

INRAe PACA (centre Aix-en-Provence)

Webinar

3-4 Dicembre 2020



INRAe



**POLITECNICO
DI TORINO**



Problématique des fuites dans les retenues d'altitudes

Problema di perdite nelle dighe in alta quota



Grantesta Vallée d'Aoste (photo G.Stoltz)
Grantesta Val Aosta (Foto G.Stoltz)

Risques induits : *Rischi indotti :*

- Erosion sous la géomembrane
Erosione sotto la geomembrana
- Problème de stabilité
Problema di stabilità

Problématique différente selon configuration: *Problema diverso a seconda della configurazione:*

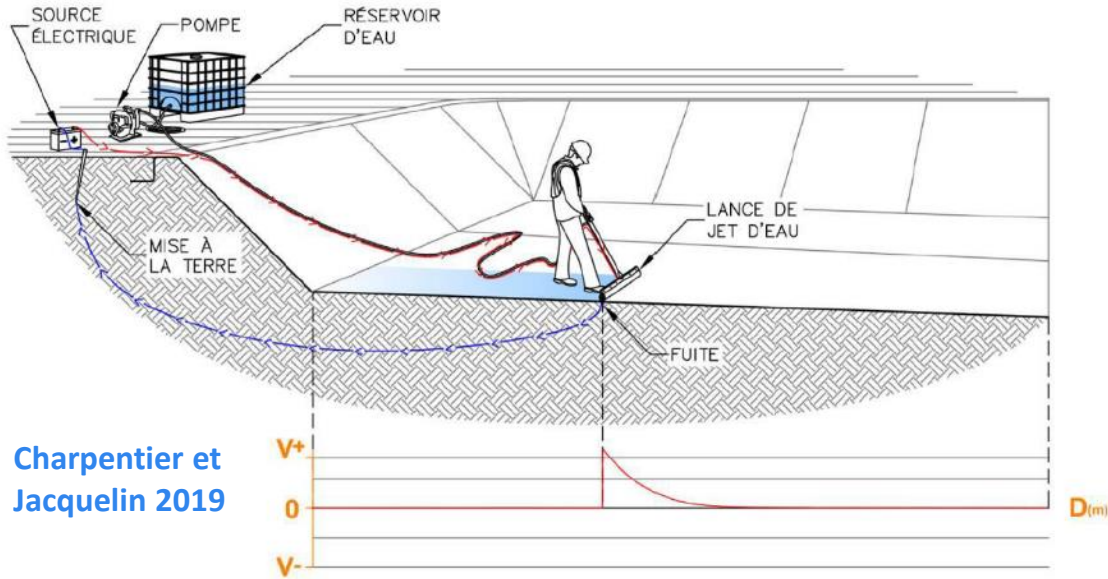
- Géomembrane non recouverte
Geomembrana esposta all'aria
- Géomembrane recouverte (structure de protection)
Geomembrana con strati di ciottoli

Principale causes : *Cause principali: :*

- Défauts de soudures
Difetti di saldatura
- Poinçonnement
Punzonatura



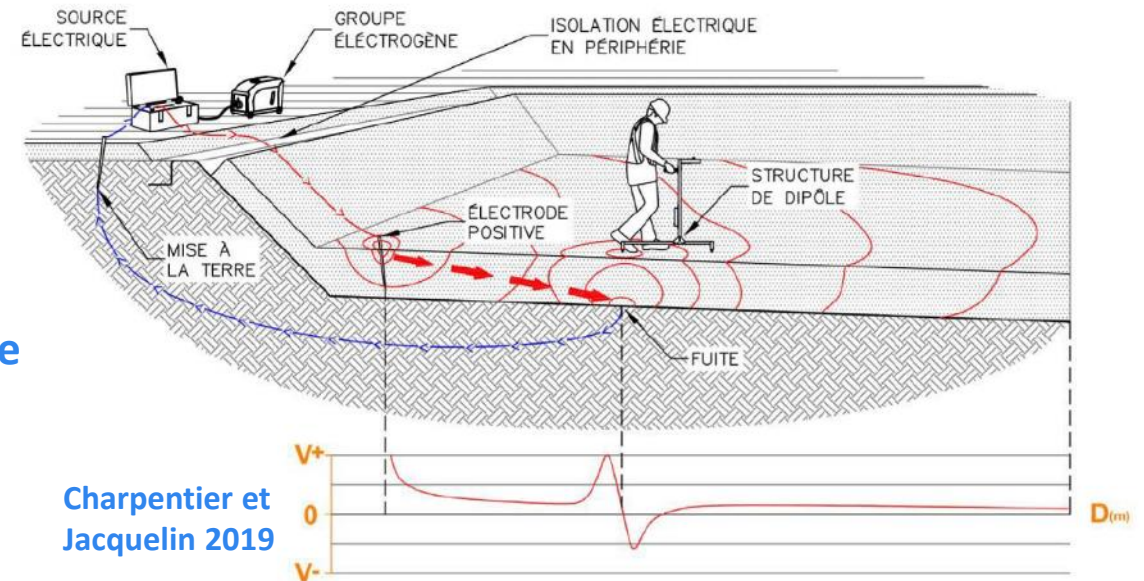
Retenue Méribel-Mottaret (photo G.Stoltz) *Dighe in alta quota Méribel-Mottaret (Foto G.Stoltz)*



Charpentier et
Jacquelin 2019

Méthode électrique du jet d'eau : *Metodo elettrico a getto d'acqua :*

- Géomembrane non recouverte uniquement
- *Geomembrana esposta solo all'aria*
- Peu adaptée sur pente (drainage sous géomembrane)
- *Scarsamente adattato sui pendii (drenaggio sotto geomembrana)*



Charpentier et
Jacquelin 2019

Méthode électrique du dipole-dipole:

Metodo elettrico del dipolo-dipolo:

- Géomembrane recouverte par une couche conductrice
- *Geomembrana ricoperta da uno strato conduttivo*
- Couche conductrice sous la géomembrane
- *Strato conduttivo sotto la geomembrana*

Développement d'une méthode de détection ET localisation de fuite par thermométrie

Metodi (elettriche) inadatti per rilevare e localizzare le perdite

Caractéristiques :

Caratteristiche:

- Détection avec retenue en service
- *Misurazioni con dighe d'alta quota in servizio*
- Détection possible en toute saison
- *Rilevamento possibile in qualsiasi stagione*
- Détection et localisation rapide
- *Rilevamento e localizzazione rapidi*
- Résolution métrique
- *Risoluzione metrica*
- Pose du dispositif compatible les chantiers classiques
- *Installazione del dispositivo compatibile con i siti classici*
- Cout (installation/mesure) acceptable vs enjeux
- *Costo accettabile (installazione / misurazione) vs vantaggio*

Objectif: éviter la localisation de la fuite en enlevant la structure de protection

Obiettivo: evitare la localizzazione della perdita rimuovendo lo strato di pietre



Retenue Méribel-Mottaret (photo P.Sevoz) Dighe in alta quota Méribel-Mottaret (Foto P.Sevoz)

Principe de la thermométrie par fibre optique

Principio della termometria a fibre ottiche

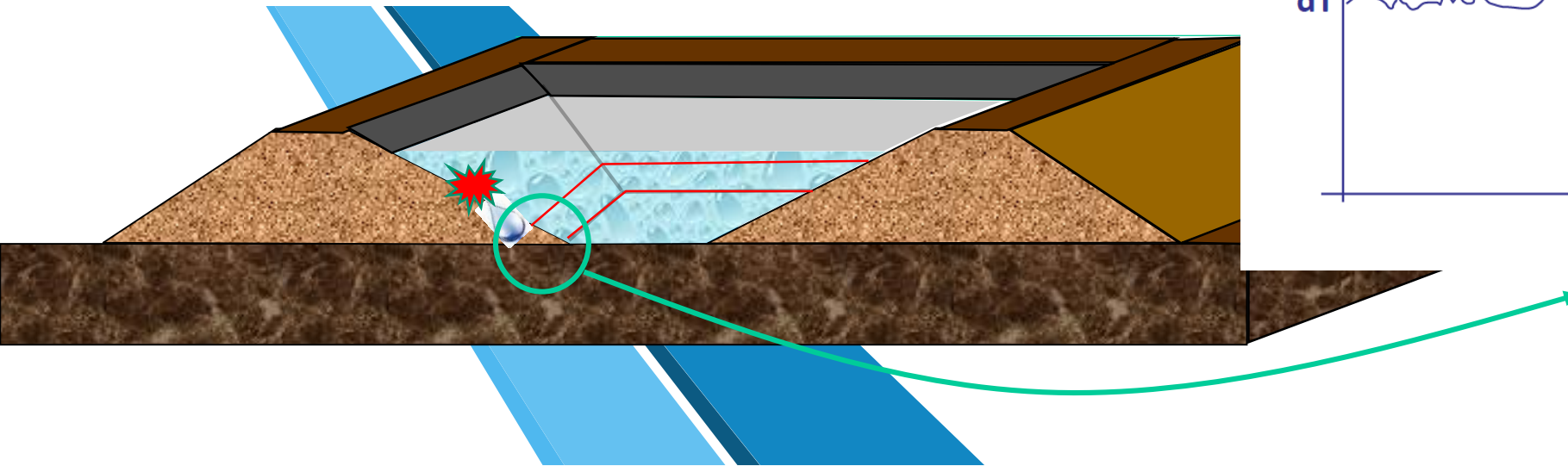
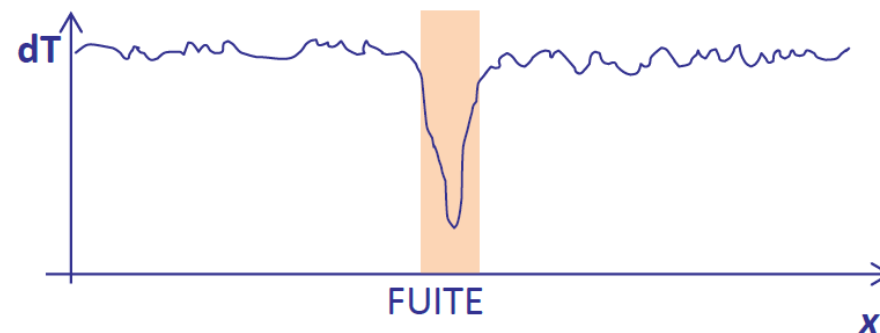
Principe: *Principio:*

- Réseau de fibre optique installé sous la géomembrane
- *Rete in fibra ottica installata sotto la geomembrana*
- Fibre optique : mesure de température linéique par effet Raman
- *Fibra ottica: misura lineare della temperatura per effetto Raman*
- Fibre optique couplée avec une cable chauffant
- *Fibra ottica accoppiata a cavo scaldante*
- Ecoulement d'eau sur cable chauffant => anomalie thermique mesurable par fibre optique

Flusso d'acqua sul cavo scaldante => anomalia termica misurabile da fibra ottica

Conditions d'application: *Condizioni di applicazione:*

- Intégration du dispositif dès la construction
- *Integrazione del dispositivo dalla costruzione*
- Mesures et analyses par entreprises spécialisées
- *Misurazioni e analisi di aziende specializzate*
- Détection avec retenue en eau uniquement
- *Misurazioni solo con dighe d'acqua completa*



Mise en œuvre de la technique dans un démonstrateur

Installazione del dispositivo in un dimostratore

Démonstrateur: *Dimostratore:*

- Bassin sur site Inrae Aix-en-Provence
- *Bacino in loco Inrae Aix-en-Provence*
- Hauteur remblai 2,5m , pente 2H/1V
- *Altezza di riempimento 2,5m , pendenza 2H/1V*
- Périmètre = 60 m ; Volume = 200 m³
- *Perimetro = 60 m ; Volume = 200 m³*

Avant RESBA / *Prima RESBA*



Démonstrateur 08/2019 (photo Inrae) *Dimostratore 08/2019 (Foto Inrae)*

Principales questions investiguées : *Principali domande indagate :*

- Limites de détection du débit de fuite
- *Limiti di rilevamento del flusso di dispersione*
- Puissance de chauffe optimale
- *Potenza di riscaldamento adattata*
- Limites de détection spatiales
- *Limiti di rilevamento spaziale*

Après RESBA / *Dopo RESBA*



Démonstrateur 09/2019 (photo Inrae) *Dimostratore 09/2019 (Foto Inrae)*

Mise en œuvre du dispositif de détection *Installazione del dispositivo di rilevamento*

Démonstrateur:
Dimostratore:

- Dispositif de détection sous la géomembrane
- *Dispositivo di rilevamento sotto la geomembrana*
- 14 fuites artificielles, soudées sur la géomembrane
- *14 perdite artificiali, saldate alla geomembrana*

Instrumentation:
Strumentazione:

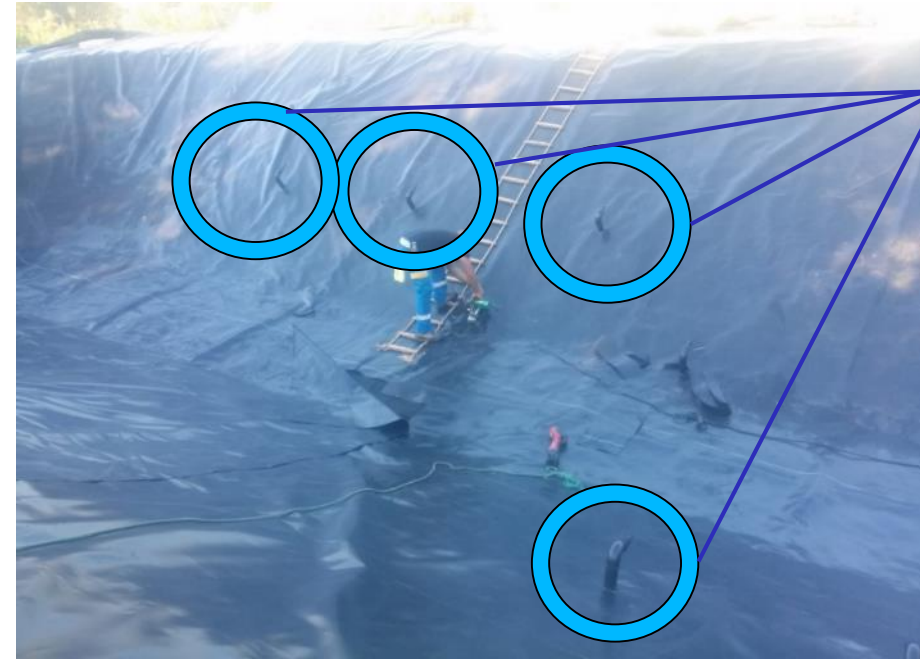
- 10 sondes de teneur en eau dans le remblai
- *10 sonda del contenuto di umidità del suolo interrata*
- 20 sondes de teneur en eau dans le géocomposite drainant
- *10 sonda del contenuto di umidità del suolo in geocompositi drenanti*

Entreprises intervenantes (travaux été 2019) :
Imprese intervenenti (lavori estate 2019):

- Géophyconsult (titulaire du marché) spécialisée dans la mesure par fibre optique
- *Géophyconsult (titolare del contratto) specializzato nella misurazione di fibre ottiche*
- Deux sous-traitants (Berthouly et Galopin) pour le terrassement et la pose de géomembrane
- *Due subappaltatori (Berthouly e Galopin) per lavori di sterro e installazione di geomembrana*

Fibre optique

Fibra ottica

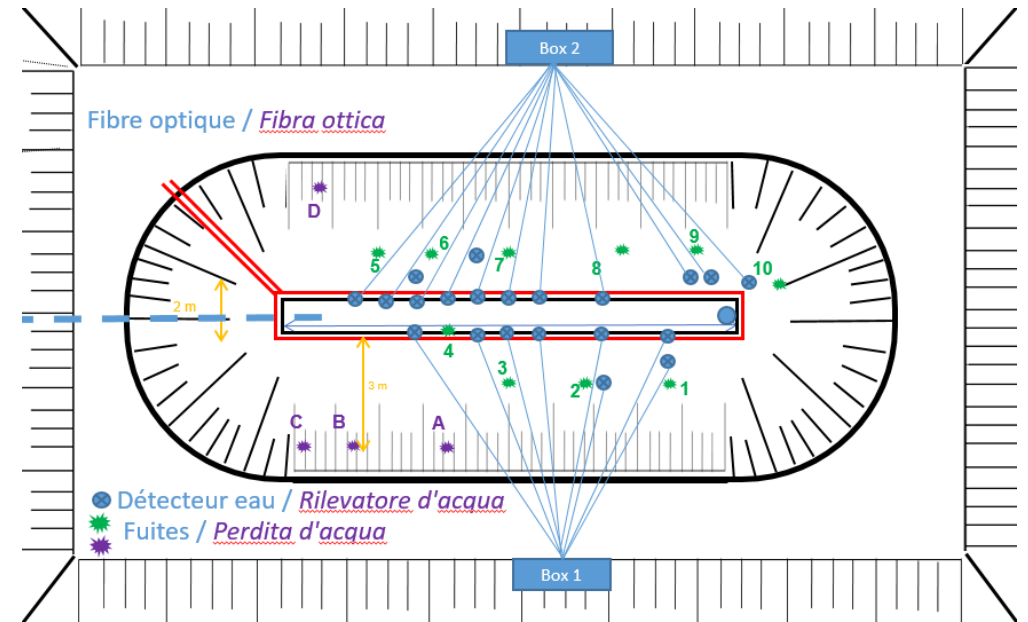


Fuites contrôlées

Perdita controllata

Campagnes de mesures *Campagne di misurazione*

- 2 campagnes de mesures (10/09, 02/20) d'une semaine
- 2 campagne di misurazione (10/09, 02/20) di una settimana
- Injection des fuites à débits contrôlés (de 0,005 à 0,1 l/s)
- Perdite di iniezione a portate controllate (da 0,005 a 0,1 l/s)
- 5 puissances de chauffe testées (de 2 à 10 W/ml)
- 5 potenze di riscaldamento testate (da 2 a 10 W/ml)
- 3 distantes «fuite / fibre» de détection testées
- 3 rilevamento remoto "perdite / fibra" testato



Démonstrateur 09/2019 (photo Inrae) *Dimostratore 09/2019 (Foto Inrae)*



Démonstrateur 09/2019 (photo Inrae) *Dimostratore 09/2019 (Foto Inrae)*

Résultats et Conclusions

Risultati e conclusioni

Mise en oeuvre du dispositif

Installazione del dispositivo

- Compatible avec des contraintes de chantier
- *Compatibile con i vincoli del sito*
- Robuste
- *Robusto*

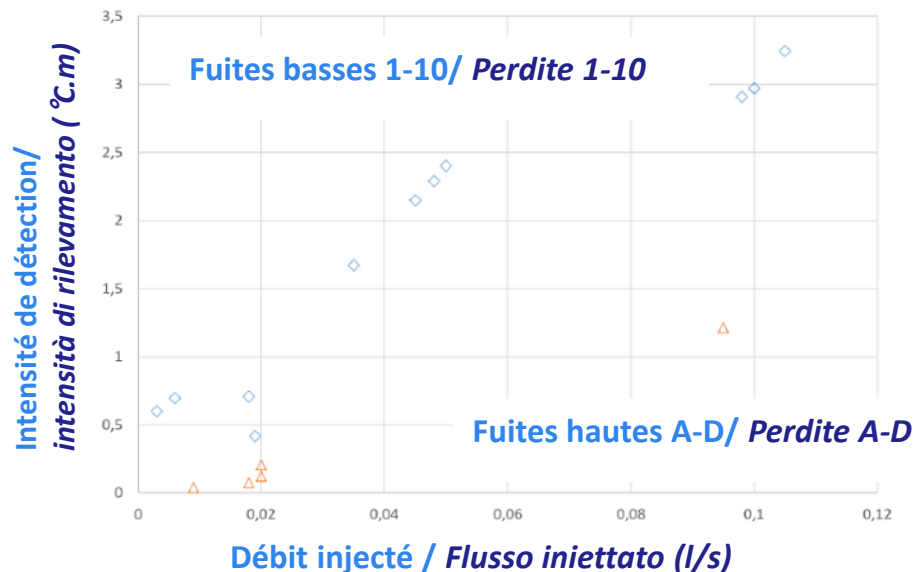
Critère de détection

Criteri di rilevamento

- $0,5^{\circ}\text{C} \Rightarrow$ conduit à certaines sous-détection
- $0,5^{\circ}\text{C} \Rightarrow$ porta a più undersensing
- $0,3^{\circ}\text{C} \Rightarrow$ aucun faux positif
- $0,3^{\circ}\text{C} \Rightarrow$ nessun falso positivo

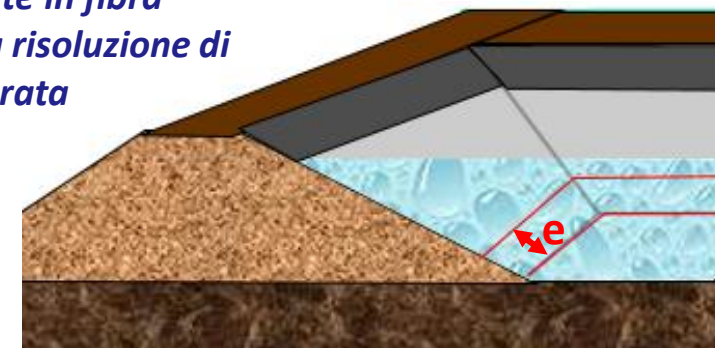
Performance de détectabilité / Prestazioni di rilevamento

- Toutes les fuites d'un débit de 0,05 l/s ont été détectées (puissances de chauffe minimale de 4 W/m)
- *Sono state rilevate tutte le perdite con una portata di 0,05 l / s (potenza di riscaldamento minima di 4 W / m)*
- Dispositif bien adapté pour détecter les fuites sur les pentes
- *Dispositivo adatto per rilevare perdite su pendii*
- Performance du dispositif à confirmer en fond de retenue
- *Prestazioni del dispositivo da confermare nel fondo piatto alla dighe alta quota*



- Intensité de détection diminue quand la distance fuite/fibre augmente
- *L'intensità di rilevamento diminuisce all'aumentare della distanza di dispersione / fibra*

- Dimensionnement du réseau de fibres (espacement e) dépend de la résolution de détection spatiale souhaitée
- *Il dimensionamento della rete in fibra (spaziatura e) dipende dalla risoluzione di rilevamento spaziale desiderata*



Evento finale - Progetto RESBA
Séminaire de clôture – Projet RESBA





MERCI / Grazie mille

Merci à Faustine B, Yves G. Alexis D. (Inrae) pour leurs efforts dans cette action

Grazie a Faustine B, Yves G. Alexis D. (Inrae) per il loro sforzi in questa azione

Merci aux partenaires italiens et aux exploitants pour les visites des retenues d'altitude

Grazie ai partner italiani e agli operatori per le visite dighe in alta quota

Merci à  *pour leur investissement dans cette action*
Grazie a  *per il loro investimento in questa azione*

Webinar

3-4 Dicembre 2020



INRAE



**POLITECNICO
DI TORINO**

