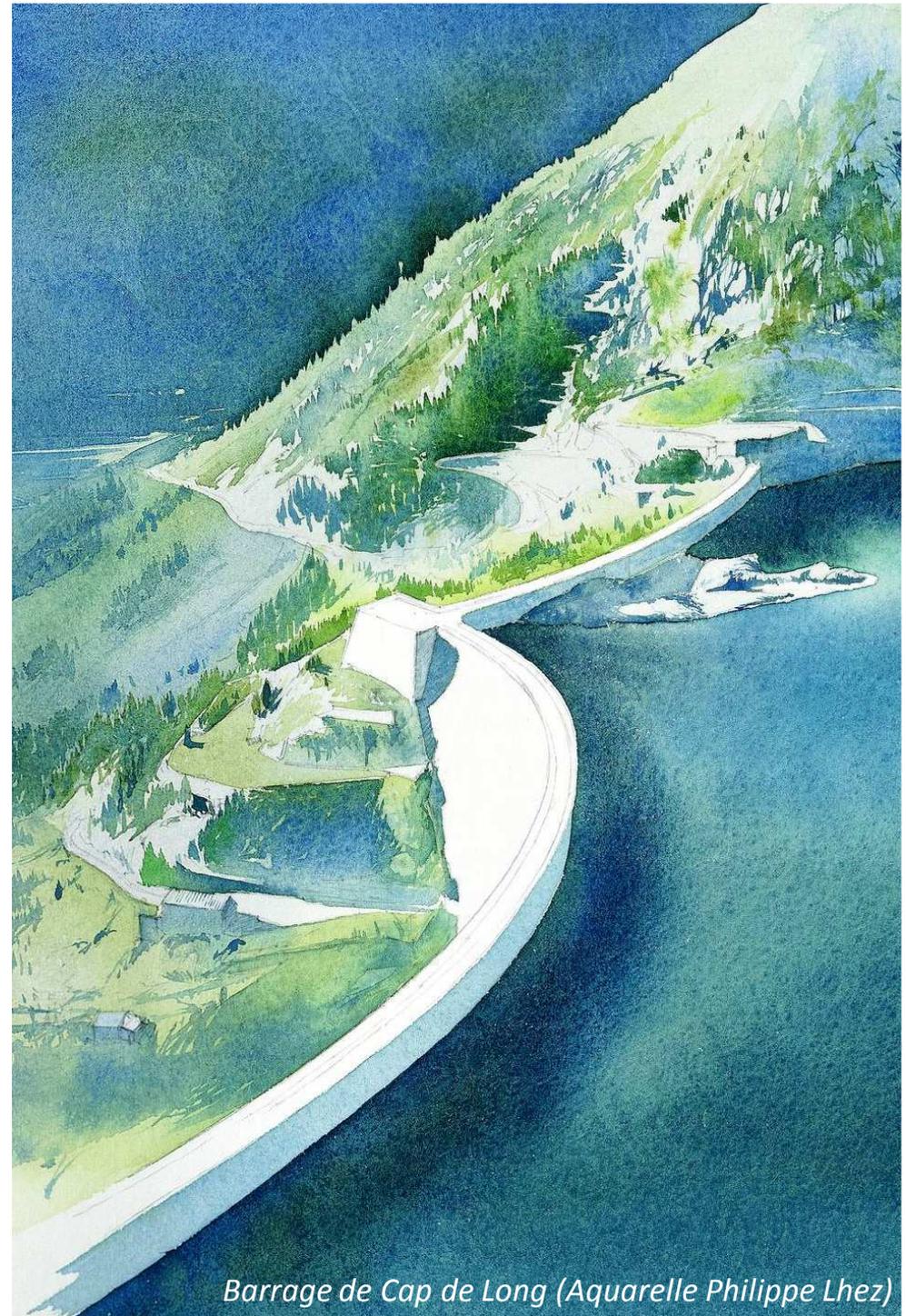


Thème : Instrumentation et surveillance des fondations - tenue à moyen et long terme

## Système de mesure de tassements de sols supports compressibles

David BOREL, Christophe DELAUNAY, Bruno GRAWITZ (Société du Canal de Provence)

Colloque CFBR – Fondations des Barrages  
8 et 9 avril 2015 – Chambéry



*Barrage de Cap de Long (Aquarelle Philippe Lhez)*

# SOMMAIRE

SOCIETE DU CANAL DE PROVENCE  
ET D'AMENAGEMENT DE LA REGION PROVENÇALE



## 1. Introduction

## 2. Cas du barrage du Peyron

## 3. Principe de fonctionnement d'un nouveau tassomètre

## 4. Résultats

## 5. Conclusions / Perspectives

# Introduction

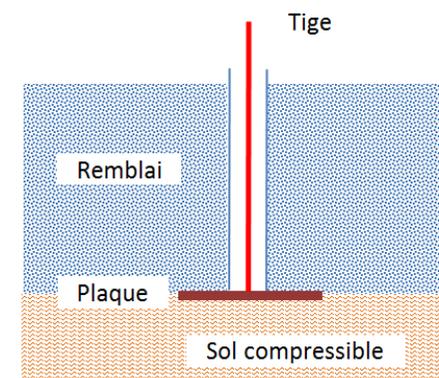


- **Une des problématiques des ouvrages (digue, barrage, remblais) sur sol compressible est le contrôle des tassements du sol support :**
  - Lors de la construction,
  - Tout au long de la vie de l'ouvrage.
  
- **Les appareils de mesures, tels que les tassomètres, permettent de mesurer les déformations verticales (tassements) d'un sol et leur évolution dans le temps, afin de :**
  - Suivre et évaluer la consolidation des sols,
  - Contrôler les risques pouvant être associés à un tassement trop rapide,
  - Adapter les travaux en conséquence.



# Introduction

- Le tassomètre permet de mesurer le seul tassement d'une fondation, indépendamment de celui du remblai supérieur.
- Les dispositifs les plus utilisés sur le marché sont les tassomètres à boule, LCPC, à tige flottante, ..., mais :
  - Peuvent s'avérer délicats à mettre en œuvre (nécessité d'un calage parfait de la boule)
  - Ne permettent pas les mesures pendant la mise en œuvre du remblai (si la tige flottante est installée a posteriori par forage)
  - Risquent d'être détériorés lors du remblaiement (si la tige flottante télescopique est installée avant le remblaiement)
  - Nécessitent l'intervention d'un opérateur pour chaque prise de mesure et des « recalages »



# Cas du barrage du Peyron



- Localisation : Fréjus / Saint-Raphaël (83) – France
- Enjeux : Protection des biens et des personnes (ruisseau du Peyron à l'origine de crues torrentielles)
- Type : barrage poids écrêteur de crue entièrement submersible
- Volume de stockage utile : 48 000 m<sup>3</sup>
- Longueur/ largeur de crête : 115 m/3,5 m
- Hauteur : 5 m

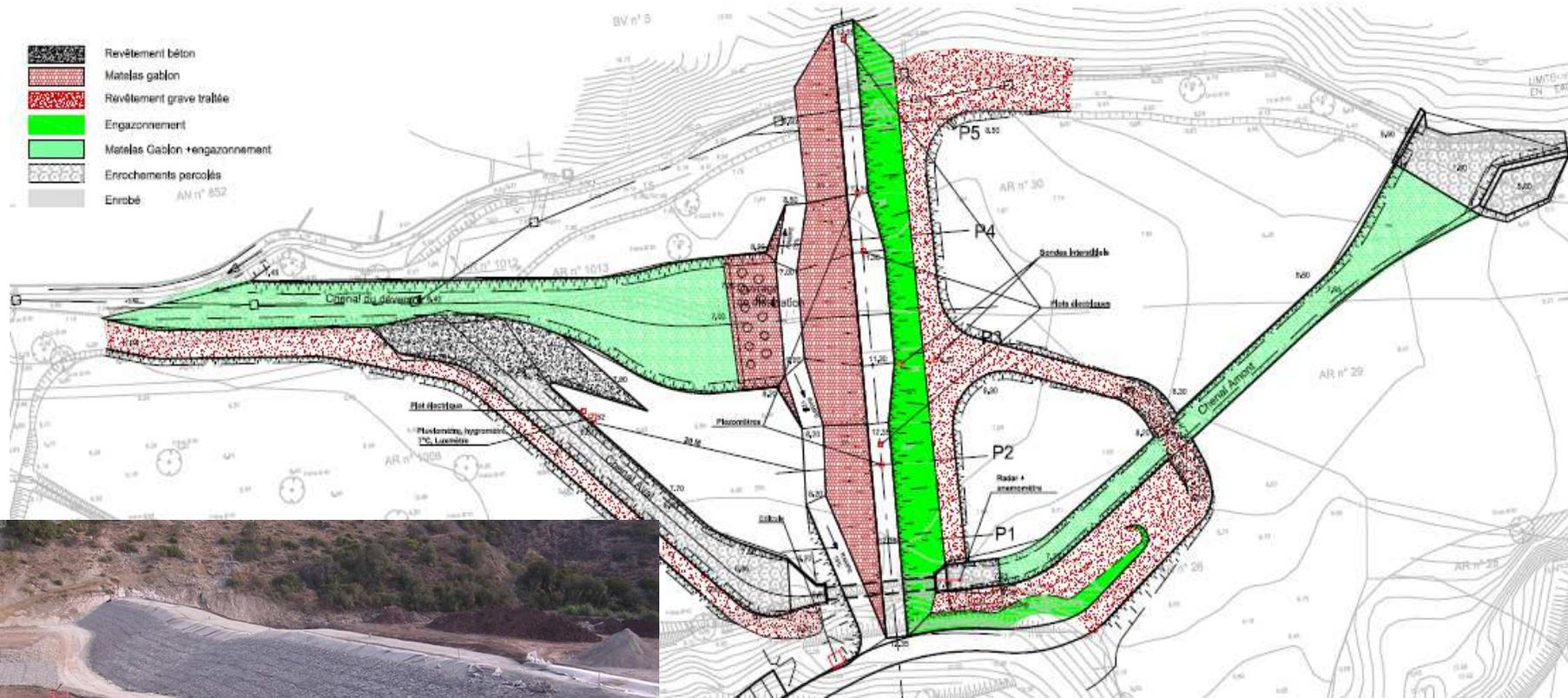
## Coupe type :

- Corps de digue en terre armée (2H/1V) + géomembrane d'étanchéité + géotextile de filtration et anti-poinçonnement
- Terre végétale à l'amont
- Matelas de gabions 30 cm à l'aval

# Cas du barrage du Peyron



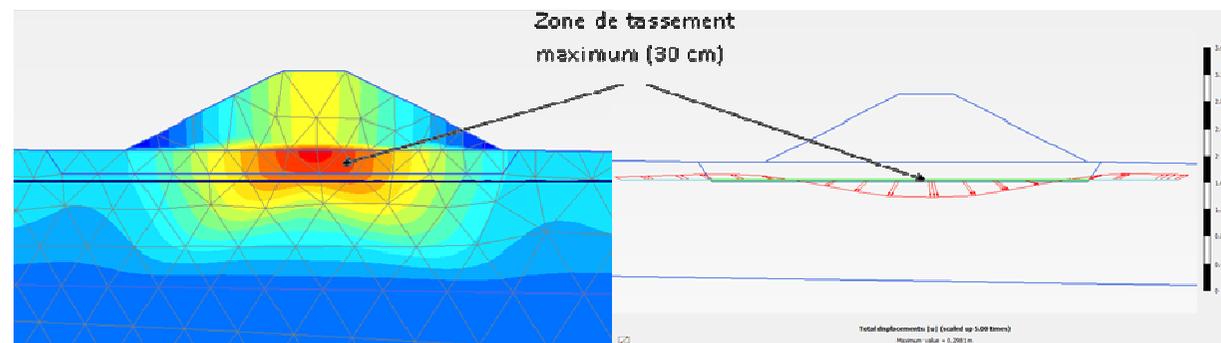
## Vue en plan



# Cas du barrage du Peyron



- Contexte géotechnique : alluvions argilo-sableuses à limono-graveleuses d'épaisseur variable (0 m sur les rives à 9 m au centre du talweg) recouvrant un substratum rhyolitique compact
- Tassement total maximal calculé à l'axe de l'ouvrage  $\approx 30$  cm
- Temps nécessaire pour un degré de consolidation de 80%  $\approx 200$  jours
- Temps nécessaire pour un degré de consolidation de 80% si maillage 2,5 x 2,5 m de drains verticaux  $\approx 87$  jours (solution retenue + auto-chargement)



⇒ Besoins spécifiques exprimés par le MO : pas de point singulier, mesure en continue, visualisation des mesures à distance, ...

# Principe de fonctionnement



- Tassement = déplacement vertical
- Loi fondamentale de l'hydrostatique ( $P = \rho \times g \times H$ )  $\Rightarrow$  Pression (mesurable par un capteur) proportionnelle à la hauteur d'une colonne d'eau

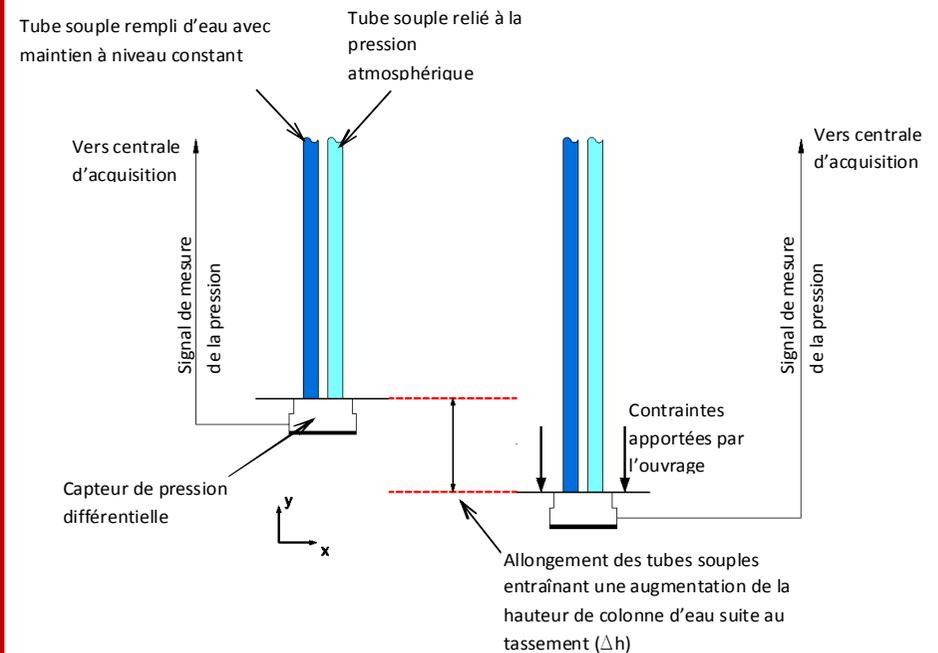
## Tassomètre existants

- Deux tubes remplis d'eau
- P maintenue constante (par un gaz qui refoule l'eau dans l'autre tube)
- $\Delta H$  se mesure sur l'extrémité du tube gradué

## Tassomètre « SCP »

- Un seul tube est rempli d'eau
- H est maintenue constante
- $\Delta P$  se mesure au niveau d'un capteur placé sous le remblai

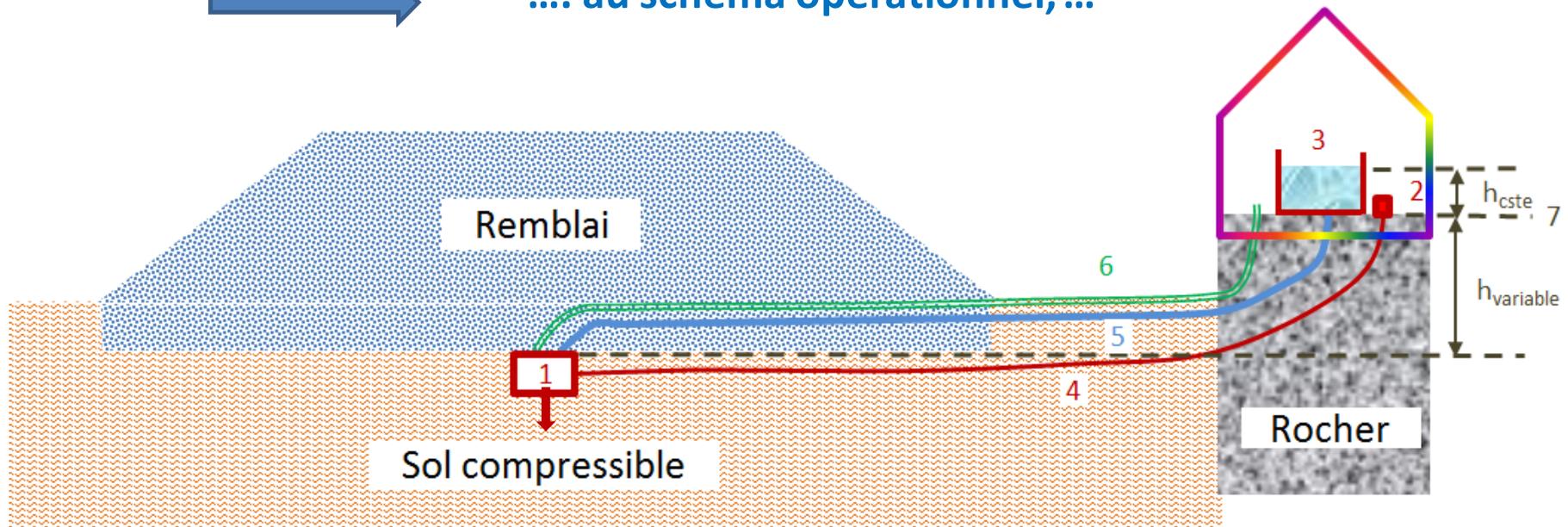
## De l'idée ...



# Principe de fonctionnement



... au schéma opérationnel, ...



(1) Capteur différentiel 4-20 mA sous une plaque

(2) Dispositif d'acquisition et de télétransmission

(3) Réservoir maintenu à niveau constant

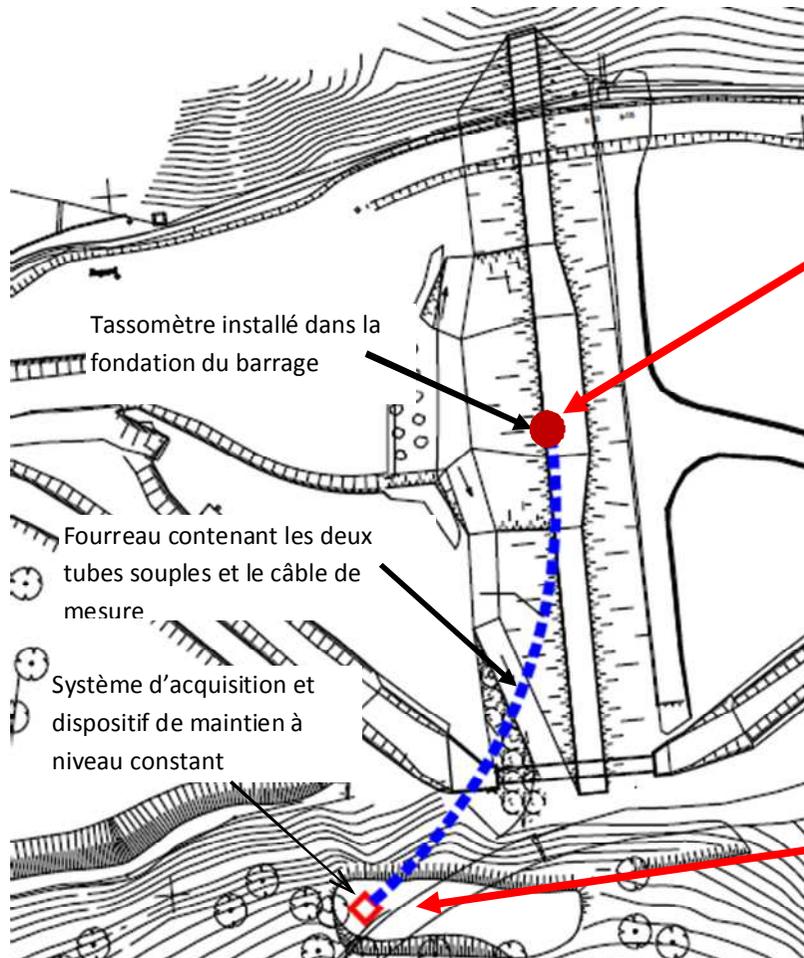
(4) Câble électrique

(5) Tube rempli d'eau

(6) Tube à la pression atmosphérique

(7) Plan de référence

# Principe de fonctionnement



... et enfin à la réalisation



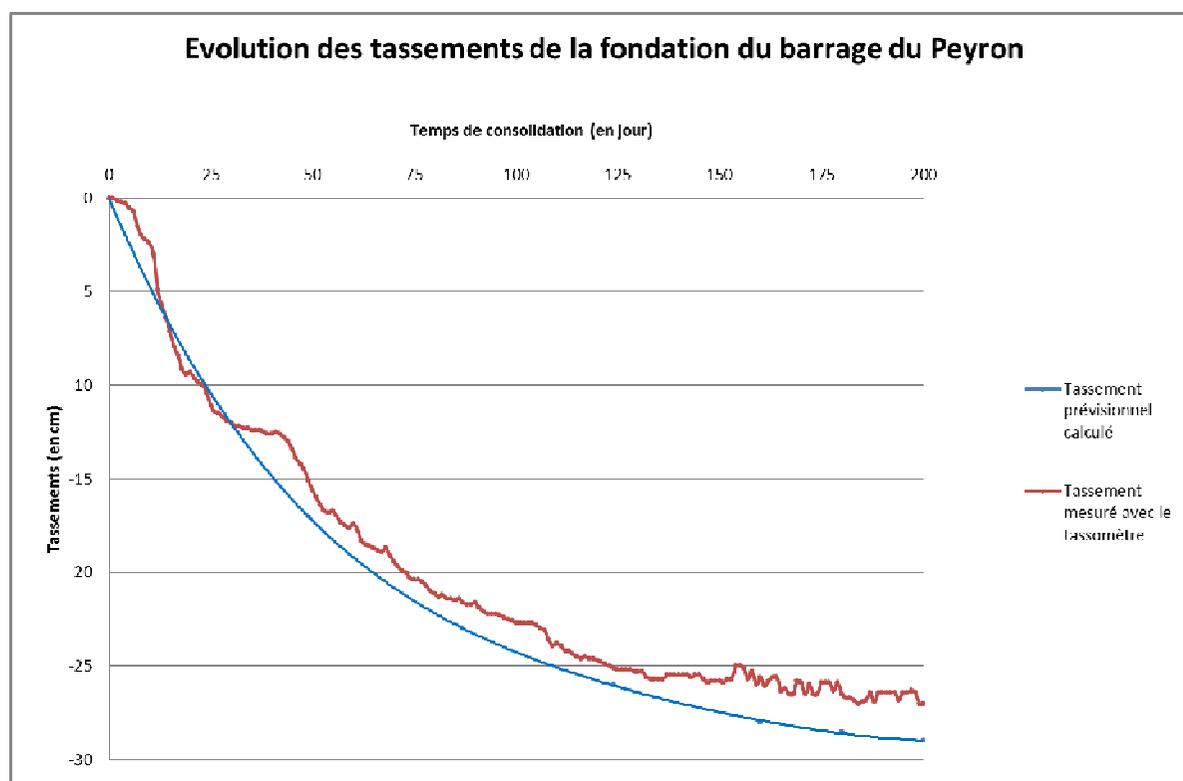
Plaque métallique, le capteur de pression est situé au-dessous de cette plaque dans un coffret





# Résultats

- Tassements prévisionnels 29,5 cm (courbe bleue)
- Tassements mesurés (courbe rouge)



- Mesure en continu (pas de temps = 15 min)
- Analyse « fine » des tassements
- $\approx 80\%$  de consolidation au bout de 100 jours  $\Rightarrow$  barrage apte à recevoir les équipements annexes
- Poursuite des mesures après la construction  $\Rightarrow$  dispositif d'auscultation

# Conclusions / Perspectives



- Mise en œuvre facile, sans point singulier sur l'ouvrage.
- Automatisation des mesures et possibilité de télégestion (exportation et stockage des mesures, interrogation à distance).
- Expérimentation concluante en terme de fiabilité, de durabilité et de maintenance.
- Possibilité de multiplier les points de mesure avec une seule unité de télégestion.
- Coût de la cellule de mesure un peu élevé au stade expérimental.
- Nécessité d'un point de référence stable à proximité.

# Conclusions / Perspectives



Il est intéressant de coupler la mesure de tassement avec la mesure de la pression interstitielle (pour vérifier la dissipation au cours de la consolidation).



Une fois l'ouvrage terminé, le système pourrait être intégré au dispositif d'auscultation.



Ce dispositif a fait l'objet d'un dépôt de brevet le 6 juillet 2007 à l'INPI (Institut National de la Propriété Industrielle) N° 704924 .

**R&D**

La société du Canal de Provence a conclu un partenariat avec la société Géo-instrumentation pour améliorer, développer et commercialiser ce nouveau système de mesure.



MERCI pour  
votre attention