

L'AUSCULTATION



1 / 39

BASES DE LA SÛRETÉ DES BARRAGES

- Conception adéquate
- Réflexion sur les conséquences d'une rupture et l'organisation des secours
- Surveillance attentive
 - **surveillance visuelle**
 - **essais périodiques (organes de sûreté)**
 - **auscultation par des appareils de mesure**

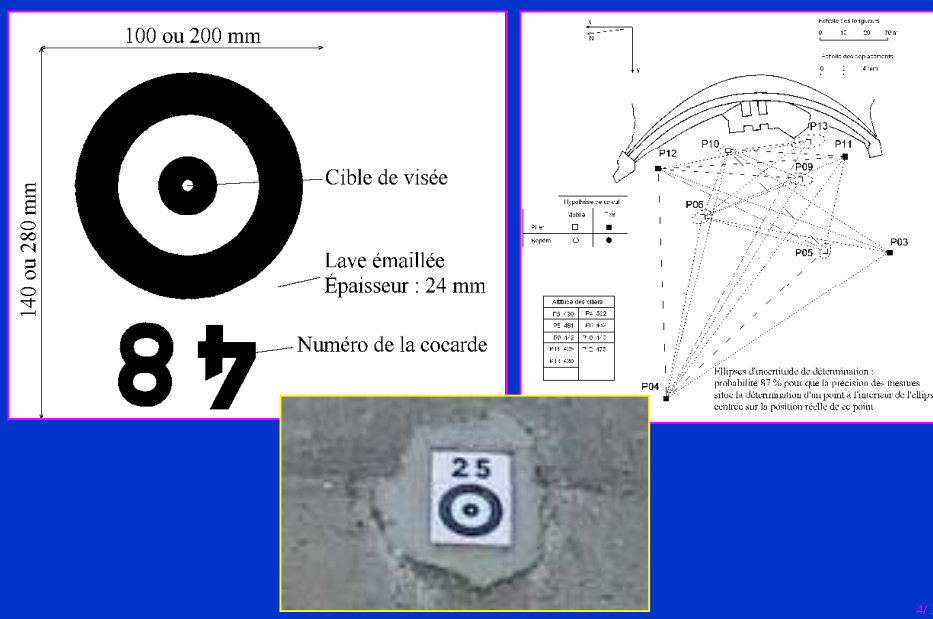
2 / 39

PARAMÈTRES MESURÉS

- Géométriques : déplacements, inclinaisons, déformations (en absolu ou en relatif)...
- Mécaniques : contraintes, pressions, sous-pressions...
- Hydrauliques : débits de drainage, de percolation...
- Autres : temps, niveau de la retenue, niveau aval, température, pluviométrie...

3/39

TOPOGRAPHIE DE PRÉCISION



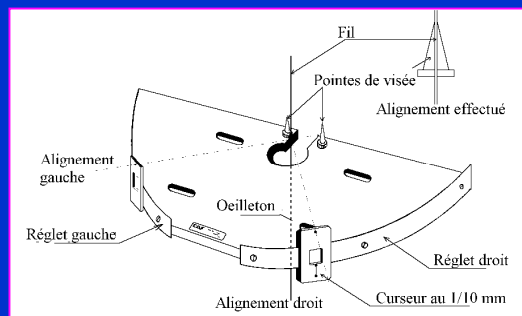
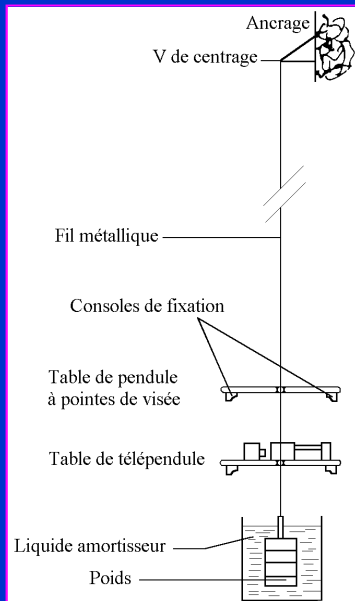
4/39

PILIER TOPOGRAPHIQUE



5/39

PENDULE DIRECT



6/39

PENDULE DIRECT



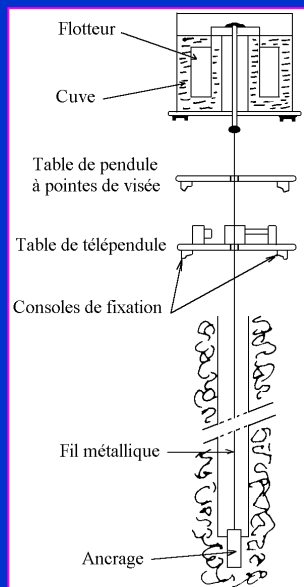
7/39

TÉLÉPENDULE



8/39

PENDULE INVERSÉ



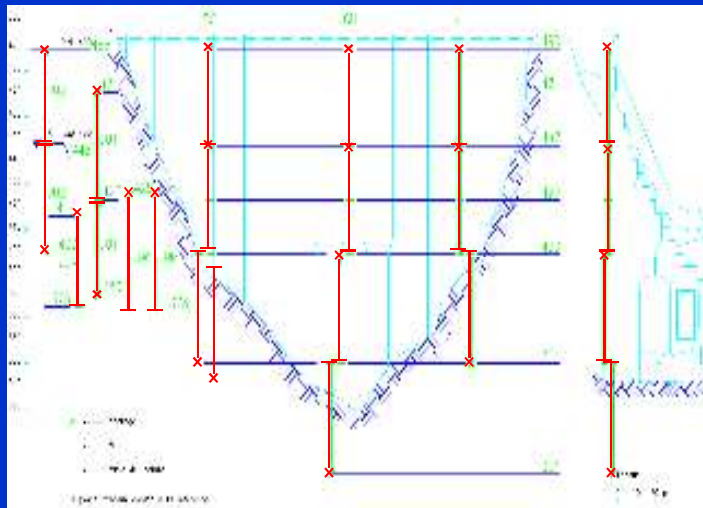
9/39

LIGNE DE PENDULES



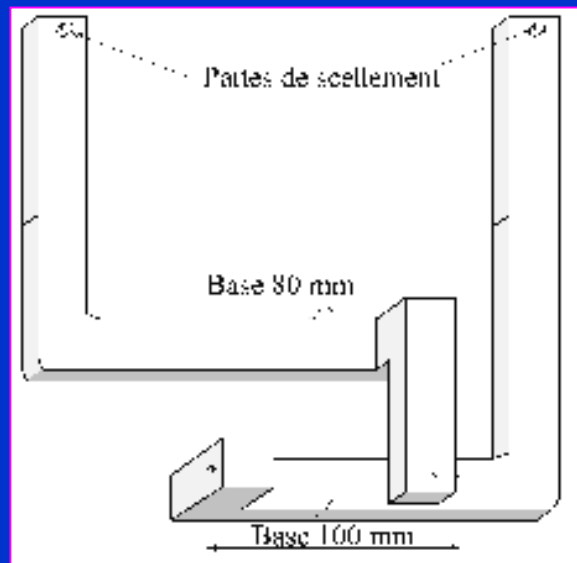
10/39

PENDES DU BARRAGE DE MONTEYNARD



11/39

VINCHON



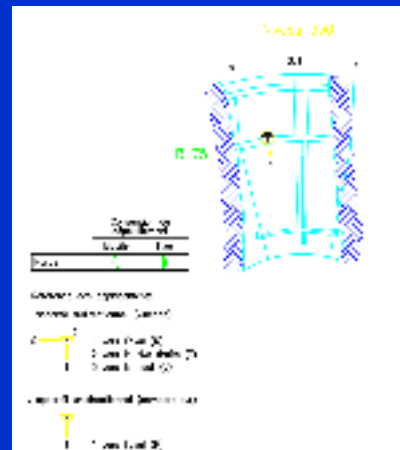
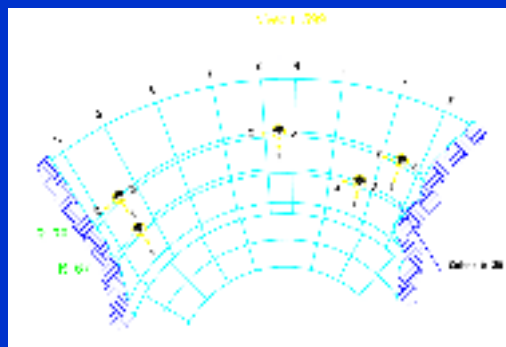
12/39

VINCHON

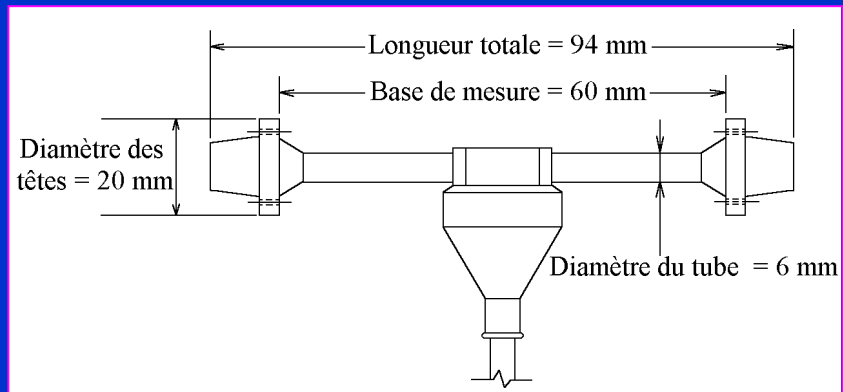


13/39

VINCHONS DU BARRAGE DE MONTEYNARD



EXTENSOMÈTRE A CORDE VIBRANTE



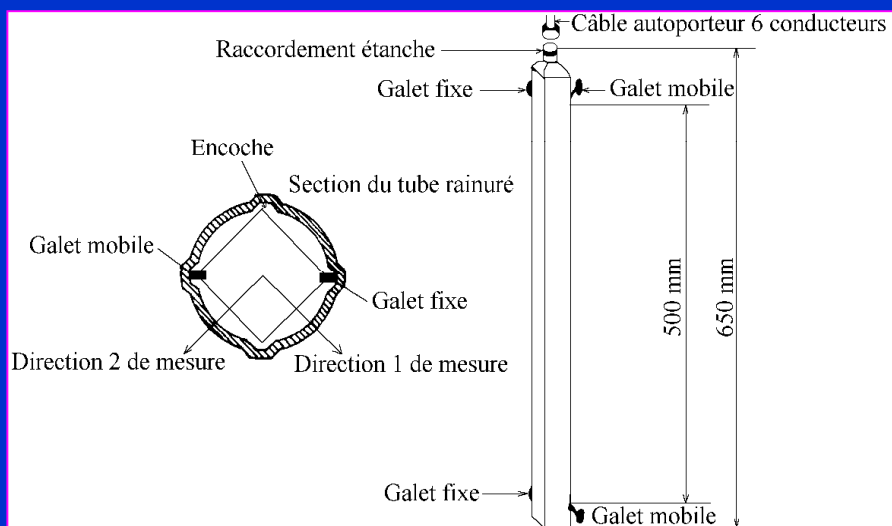
15/39

EXTENSOMÈTRE



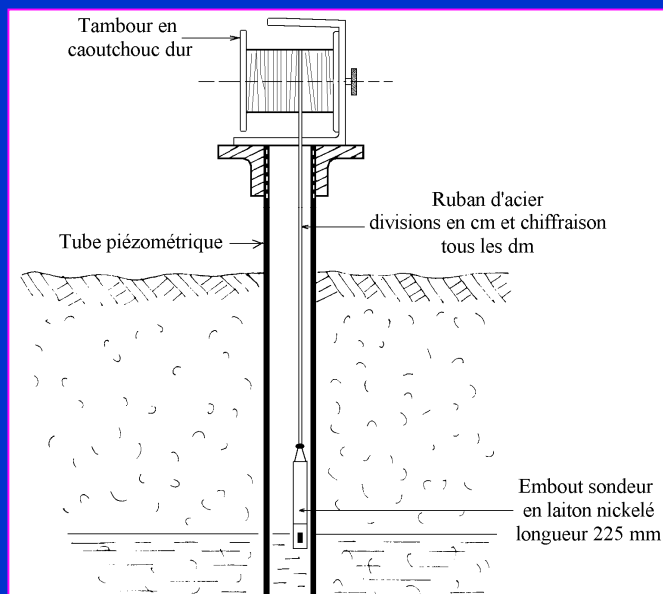
16/39

SONDE INCLINOMÉTRIQUE



17/39

PIEZOMÈTRE A SONDE



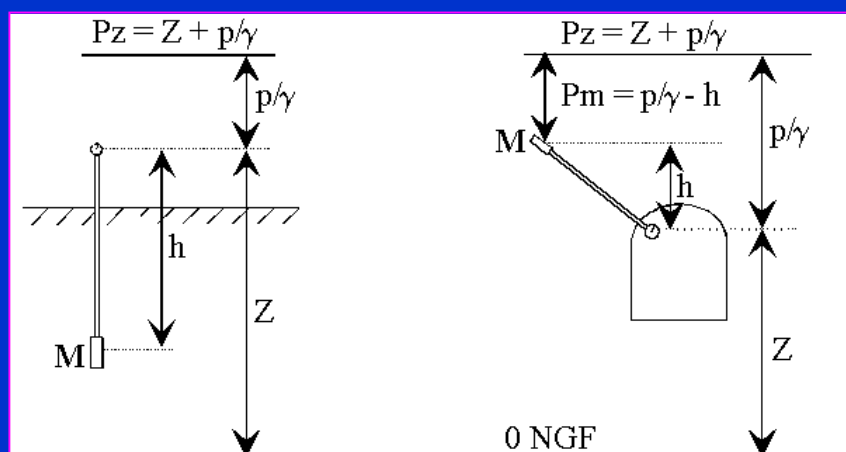
18/39

PIÉZOMÈTRE À SONDE



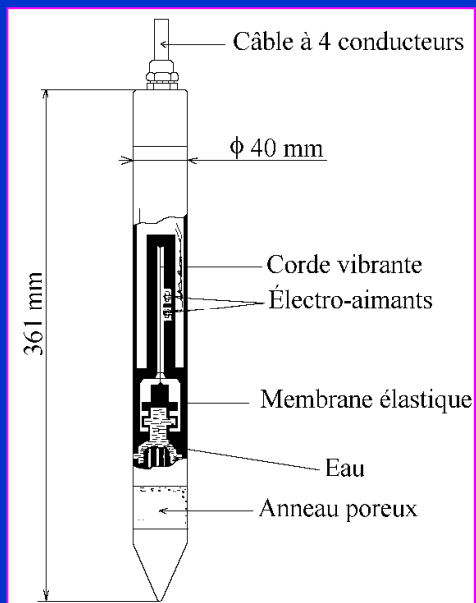
19/39

NOTION DE COTE PIÉZOMÉTRIQUE



20/39

CELLULE PIÉZOMÉTRIQUE



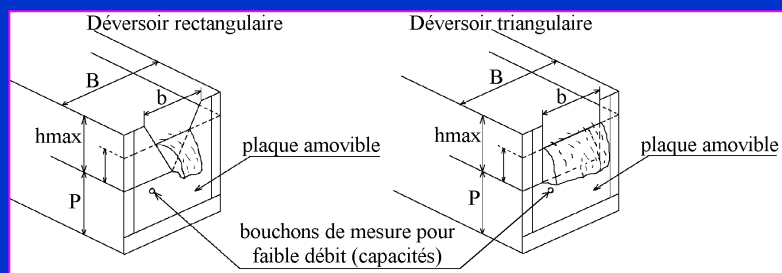
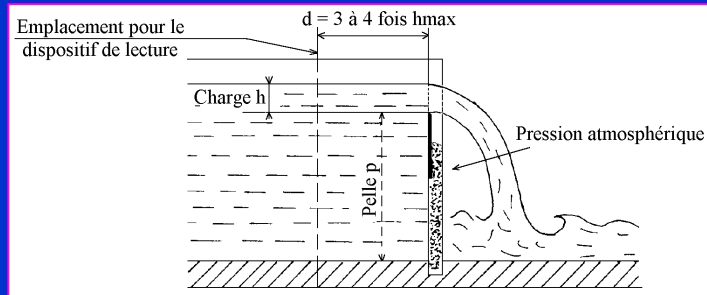
21/39

MANOMÈTRE



22/39

MESURE DE DÉBITS



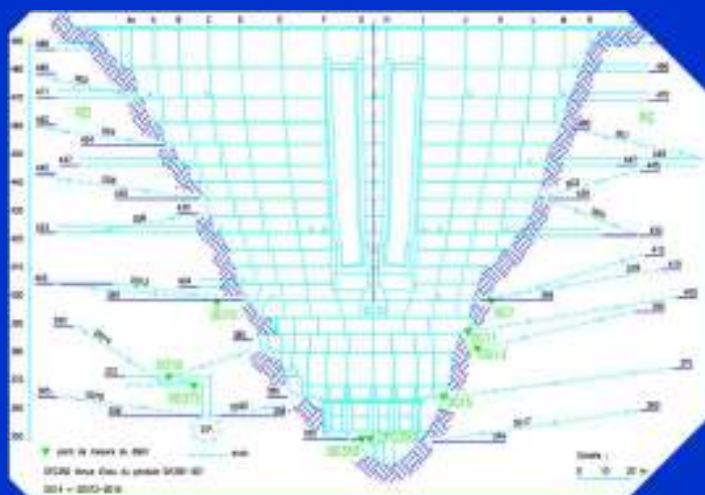
25/39

MESURE DE DÉBITS



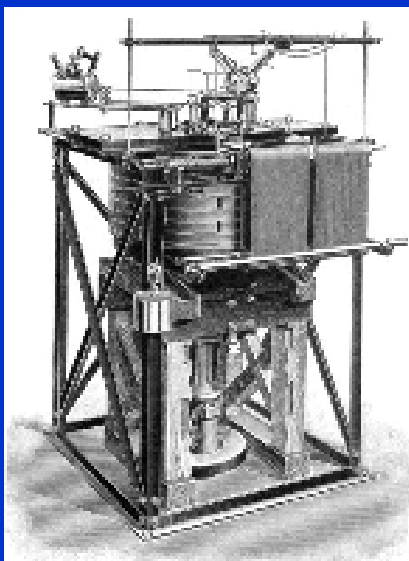
26/39

MESURE DE FUITES A MONTEYNARD



27/39

SISMOGRAPHE

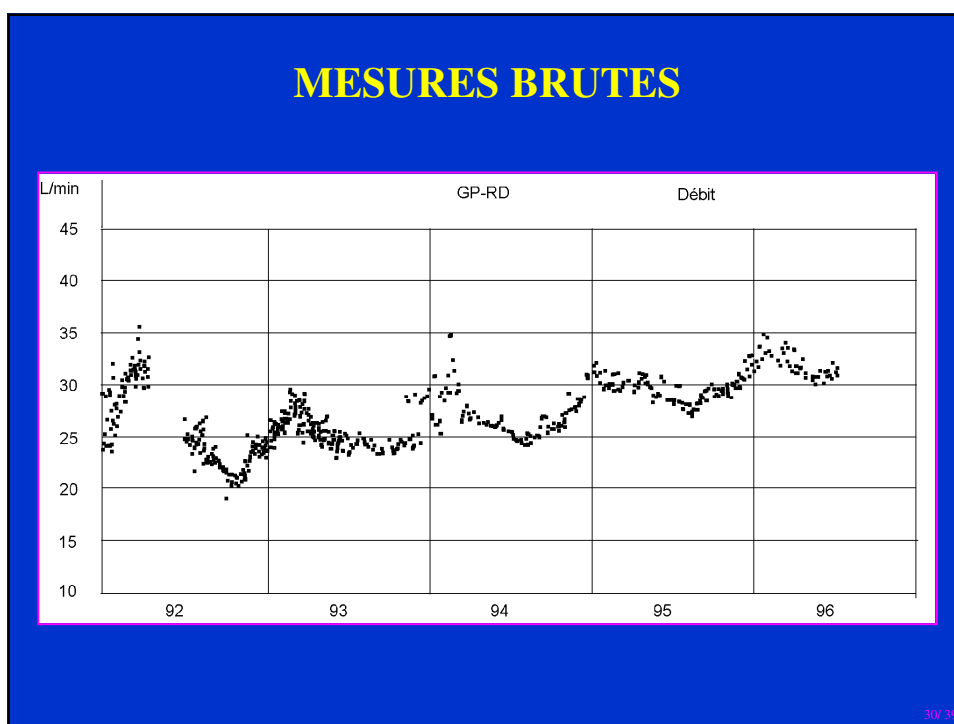


28/39

SISMOGRAPHE

Mesure des accélérations
ou des vitesses

29/39



DÉPOUILLEMENTS STATISTIQUES DE MESURES

- Un résultat = influence de la cote de retenue
+
influence de la température
(donc de la saison)
+
dérive dans le temps
+
incertitude, précision de la mesure

31/39

DÉPOUILLEMENTS STATISTIQUES DE MESURES

$$\lambda_i = P(z_i) + Q(\theta_i) + R(t_i) + \varepsilon_i$$

avec :

$$\rightarrow P(z_i) = a_0 + a_1 \times z_i + a_2 \times z_i^2 + a_3 \times z_i + a_4 \times z_i^4$$

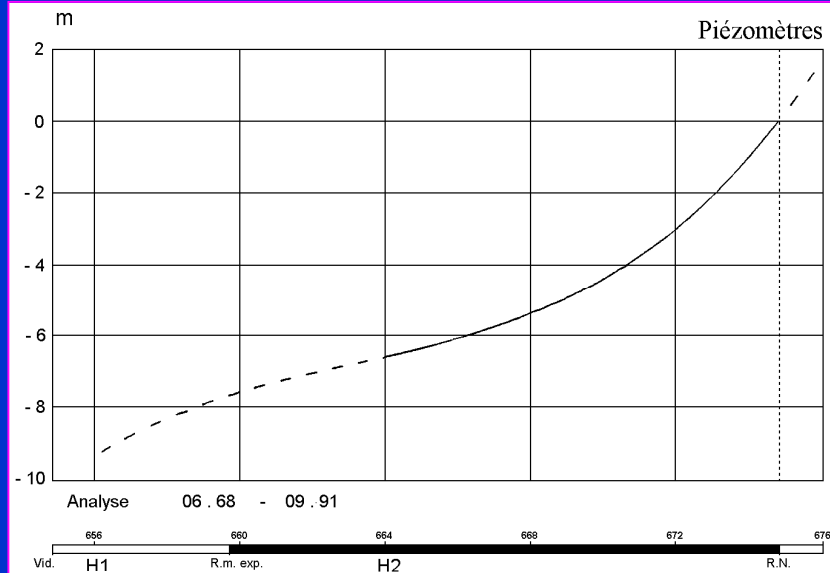
$$\rightarrow Q(\theta_i) = b_1 \times \sin(\theta_i) + b_2 \times \cos(\theta_i) + b_3 \times \sin(\theta_i) \cos(\theta_i) + b_4 \times \sin^2(\theta_i)$$

$$\rightarrow R(t_i) = c_1 \times t_i + c_2 \times e^{(-t_i)} + c_3 \times e^{+t_i}$$

Les coefficients a, b, c sont déterminés par des calages statistiques sur de longues séries de mesures

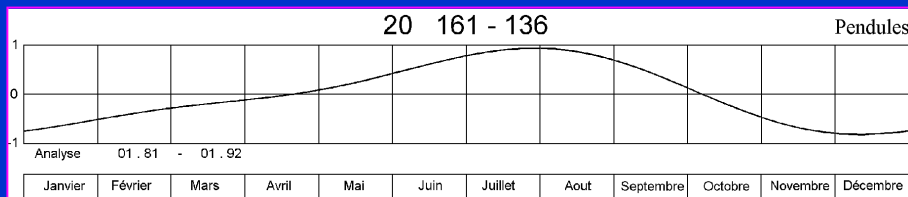
32/39

EFFET RÉVERSIBLE HYDROSTATIQUE P(z)



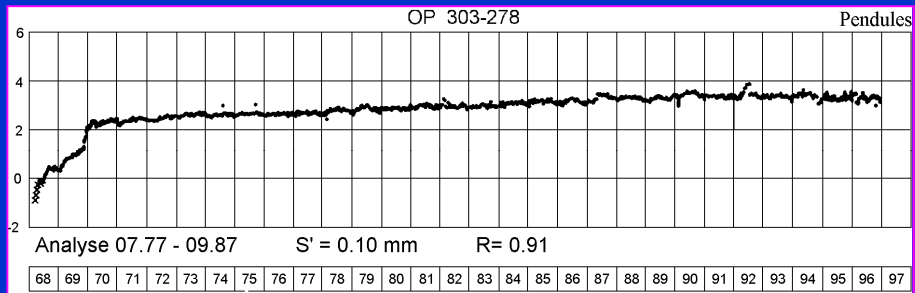
33/39

EFFET RÉVERSIBLES SAISONNIER Q(0)



34/39

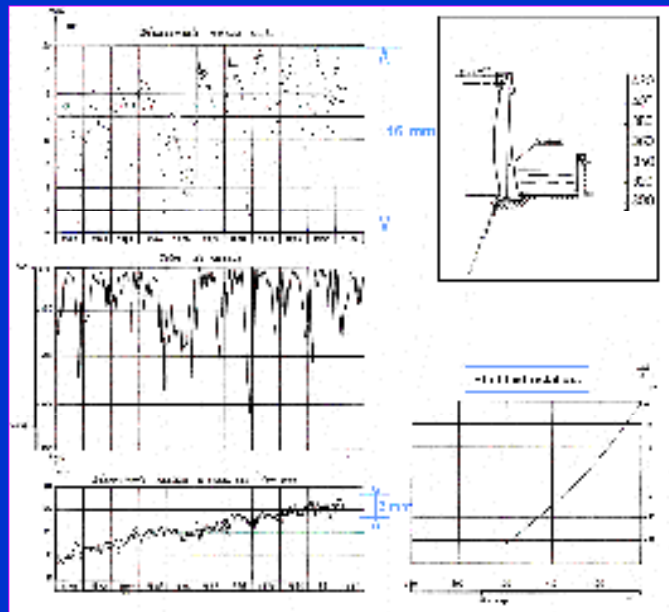
EFFET IRRÉVERSIBLE



$$M_{\text{corrigée}} = M_{\text{brute}} - P(z) - Q(0)$$

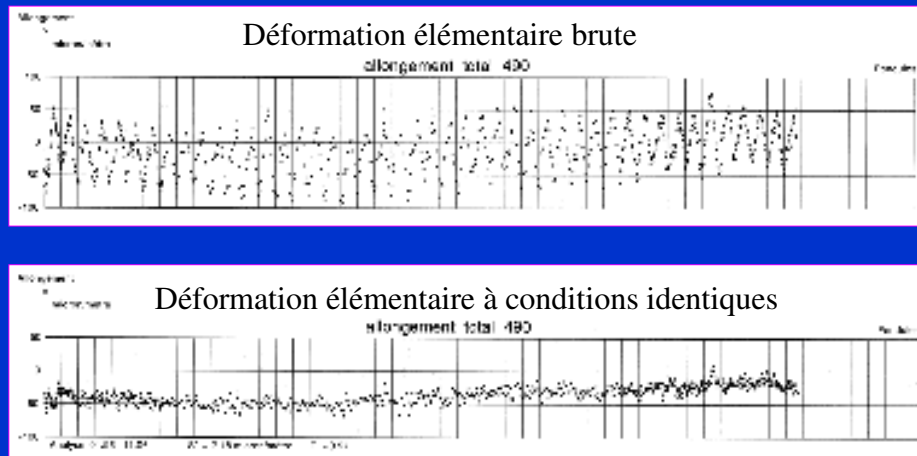
35/39

MÉTHODE HST



36/39

EXEMPLE D'INTERPRÉTATION



37/39

DÉVELOPPEMENTS RÉCENTS

- Prise en compte des effets retards de la cote de retenue (par exemple pressions interstitielles dans un barrage en remblai).
 - Réponse impulsionnelle du champ de pression à une variation « Heavyside » de la cote de retenue
 - Convolution de la fonction de réponse à l'historique de la variable explicative

38/39

DÉVELOPPEMENTS RÉCENTS

- Prise en compte des écarts de température par rapport à la normale (et effet retard dû à la diffusion de la température) = Méthode HSTT : HST Thermique

→ **La composante thermique saisonnière comporte 2 termes :**

- une composante purement saisonnière

$$b6.\cos(S) + b7.\cos(S) + b8.\sin(2S) + b9.\cos(2S)$$

- une composante écart thermique

$$b10.\Delta\theta_r(t)$$

$$\text{avec } \Delta\theta_r(t+dt) = \Delta\theta_r(t)(1 - e^{-dt/T0}) + \Delta\theta_r(t) \cdot e^{-dt/T0}$$

39/39

DÉVELOPPEMENTS RÉCENTS

- Matériel de mesure
 - **Fibre optique = mesure de température = détection d'écoulements (barrage en remblai)**
 - **Thermographie aérienne = détection de température = détection d'écoulements**
 - **Topographie laser à haute précision**
 - **Suivi GPS**

40/39