



JOURNÉE TECHNIQUE  
DES TRAVAUX « SANS TRANCHÉE »

à Montpellier

JEUDI 23 SEPT. 2021  
PARC DES EXPOSITIONS  
Route de la Foire - 34470 PÉROLS

#JTMONTPELLIER

## COLLECTEURS VISITABLES ET NON VISITABLES Diagnostics - Auscultations – Réhabilitation

*Idriss BENSLIMANE-LAVIGNE*

*Structure et Réhabilitation, groupe INFRANEO*



## SOMMAIRE

- **Domaine d'application**
- **Environnement /Sollicitations**
- **Pathologies apparentes courantes**
- **Objectifs du diagnostic**
- **Méthodologie générale**
- **Auscultations**
- **Diagnostic (Structure – Étanchéité – Fonctionnement) ;**
- **Préconisations de travaux : Structure – Fonctionnement – Etanchéité**

**Exemple : Collecteur rue de la Faïence - BEZIERS**



## COLLECTEURS VISITABLES ET NON VISITABLES Diagnosics - Auscultations – Réhabilitation

### **Domaine d'application**

- Collecteurs visitables: Dimension maximale supérieure à 1600 mm
- Collecteurs semi-visitables : Dimension minimale supérieure à 1200 mm
- Géométries courantes :
  - Ovoïde avec ou sans banquettes
  - Circulaire
  - Dalot
- Matériaux usuels des ouvrages présentant **des pathologies « structurelles »** :
  - Maçonnerie hourdée
  - Maçonnerie appareillée
  - Maçonneries de briques
  - Béton grossier non armé
  - Béton armé ou non armé
- Matériaux usuels des ouvrages présentant **des pathologies « physico-chimiques »** :
  - Béton armé
  - Béton non armé



## ***Environnement /Sollicitations/ Charges et surcharges statiques ou dynamiques***

- Charges et surcharges de surface (Véhicules, ....)
- Charges et surcharges souterraines (Sols, nappes, ouvrages enterrés, travaux en cours, ...)
- Pression interne (Mise en charge)
- Catastrophes naturelles (... ou pas) : Séismes, inondations, explosions, ....



## COLLECTEURS VISITABLES ET NON VISITABLES Diagnosics - Auscultations – Réhabilitation

### **Pathologies apparentes courantes : Quels impacts sur les ouvrages ?**

- Fissures
- Fractures
- Cavités
- Altérations des parements
- Affaissements
- Déformations
- Effondrements
- Corrosions
- .....



#### **FONCTIONS ALTÉRÉES**



- **Structurelle ?**
  - Ouvrage
  - Environnement
- **Étanchéité ?**
  - Infiltrations
  - Exfiltrations
- **Fonctionnement ?**
  - Hydraulique
  - Sécurité
  - Maintenance

## Objectifs du diagnostic



### POURQUOI ?

- EVALUATION DE L'ETAT DES FONCTIONS

- **Structurelle**
  - Ouvrage
  - Environnement
- **Etanchéité**
  - Infiltrations
  - Exfiltrations
- **Fonctionnement**
  - Hydraulique
  - Sécurité
  - Maintenance / Entretien



### QUAND ?

- Lors d'un constat de désordres ou de dysfonctionnements
- En prévision de modifications relatives à l'exploitation ou à l'environnement
- Dans le cadre d'une gestion patrimoniale avisée

- **SATISFAISANTE ?**
- **NON SATISFAISANTE ?**
- **ACCEPTABLE ?**

*Note :*

*le constat d'un danger imminent pour les biens ou les personnes nécessite la mise en œuvre de travaux conservatoires en urgence*



## Méthodologie générale

### PREDIAGNOSTIC

- Dossier d'ouvrage
- Inspections
- Environnement de surface
- Environnement souterrain



- Identification des pathologies principales
- Mise en œuvre éventuelle de mesures conservatoires
- Identification des ouvrages ne nécessitant pas d'études spécialisées
- **Pour les ouvrages nécessitant des études spécialisées : Définition d'un plan d'auscultations (Procédés et objectifs)**



## **Méthodologie générale**

### **AUSCULTATIONS**

- **IDENTIFICATION ET CARACTERISATION DES PARAMETRES NON ACCESSIBLES**



- Structure : Nature, équarrissage et qualité
- Interface Structure – sol : Vides, décompressions, ...
- Sols et nappe : Nature, état
- Complexe structure - sol





## COLLECTEURS VISITABLES ET NON VISITABLES Diagnostics - Auscultations – Réhabilitation

### **AUSCULTATIONS**

Investigations à partir de l'ouvrage et/ou de la surface, permettant de qualifier et d'apprécier la qualité de la structure, des sols environnants et de la liaison sol / structure

#### **Auscultations principales et essais**

- ***Non destructives*** : Radar, vérinage interne, auscultation du radier, profilométrie laser, sonar...
- ***Destructives*** : Sondages, carottages (depuis l'intérieur de l'ouvrage ou à partir de la surface)
- ***Essais en laboratoire : Structure, sol, ...*** :  
Caractérisation mécaniques, physiques et chimiques



## COLLECTEURS VISITABLES ET NON VISITABLES Diagnosics - Auscultations – Réhabilitation

### **AUSCULTATIONS : Vérinage interne**

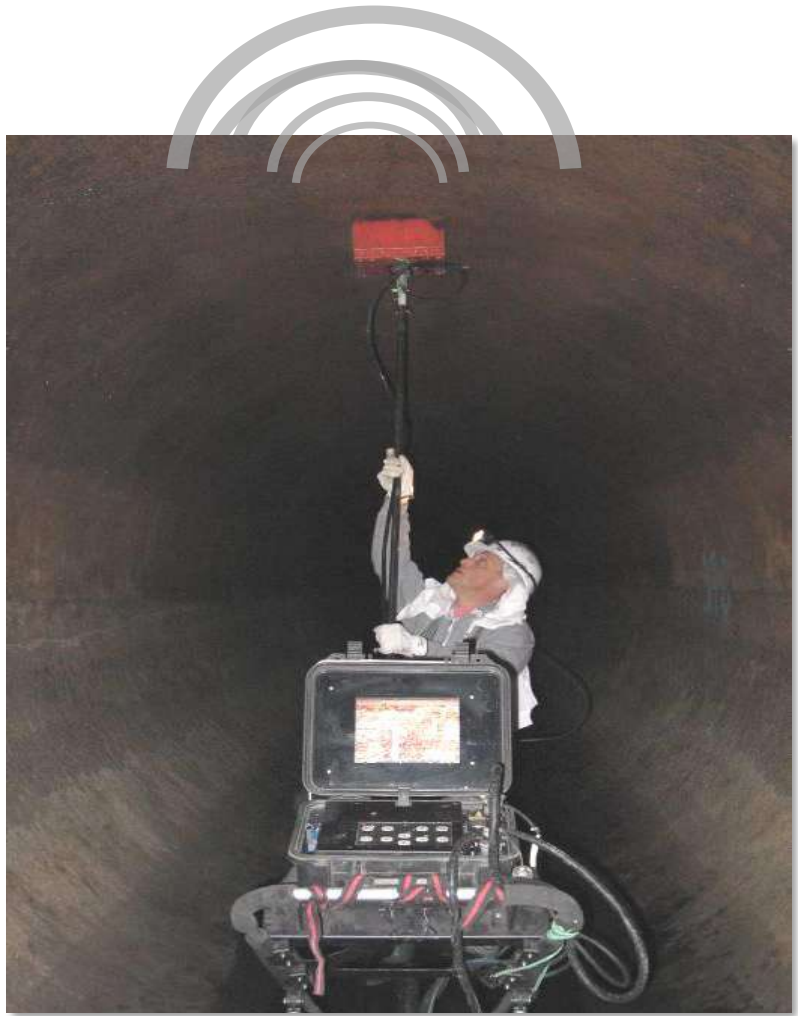
- Son principe est basé sur la mesure la déformation tridimensionnelle provoquée par un dispositif vérin interne.
- Cette technique permet d'évaluer le comportement structurel global d'un ouvrage (structure et sol) et d'en déduire sa capacité résiduelle ;
- Elle est recommandée dans les cas suivants :
  - ouvrage situé sous faible couverture de sol ;
  - affaiblissement des appuis de l'ouvrage en encaissant.





## **AUSCULTATIONS : Radar géologique**

- **Son principe est basé sur la réflexion d'ondes électromagnétiques rencontrant des hétérogénéités**
- Cette technique permet de :
  - déterminer la nature, l'épaisseur et la qualité de structure et le ferrailage (maillage, enrobage), le cas échéant ;
  - déterminer la nature et la qualité du sol environnant
  - détecter (localisation et qualification) des vides et des structures enterrées.
- Elle est recommandée dans les cas suivants :
  - ouvrage situé sous forte couverture de sol (> 3-4 m)
  - ouvrage construit en souterrain ;
  - ouvrage situé dans des sols présentant des risques de vides francs (gypse, carrières,...) ;
  - affaiblissement des appuis de l'ouvrage en assise



## **AUSCULTATIONS : Sondages depuis l'intérieur de l'ouvrage**

- Consistent à réaliser des prélèvements de structure et de sol et des essais in situ et en laboratoire.
- Les sondages permettent d'étalonner les auscultations non destructives et de qualifier la structure et le sol.







## COLLECTEURS VISITABLES ET NON VISITABLES Diagnosics - Auscultations – Réhabilitation

### **Essais en laboratoire**

- Une fois l'essai in-situ réalisé, le sondeur prélève un échantillon de sol à la tarière (remanié) ou par carottage (non remanié) pour identification (nature, texture, couleur, etc.) et essais en laboratoire (classification GTR, calcimétrie, gonflement, etc.).
- Des essais en laboratoire peuvent également être réalisés sur les échantillons de béton (carbonatation, attaque sulfatique, RC,...),

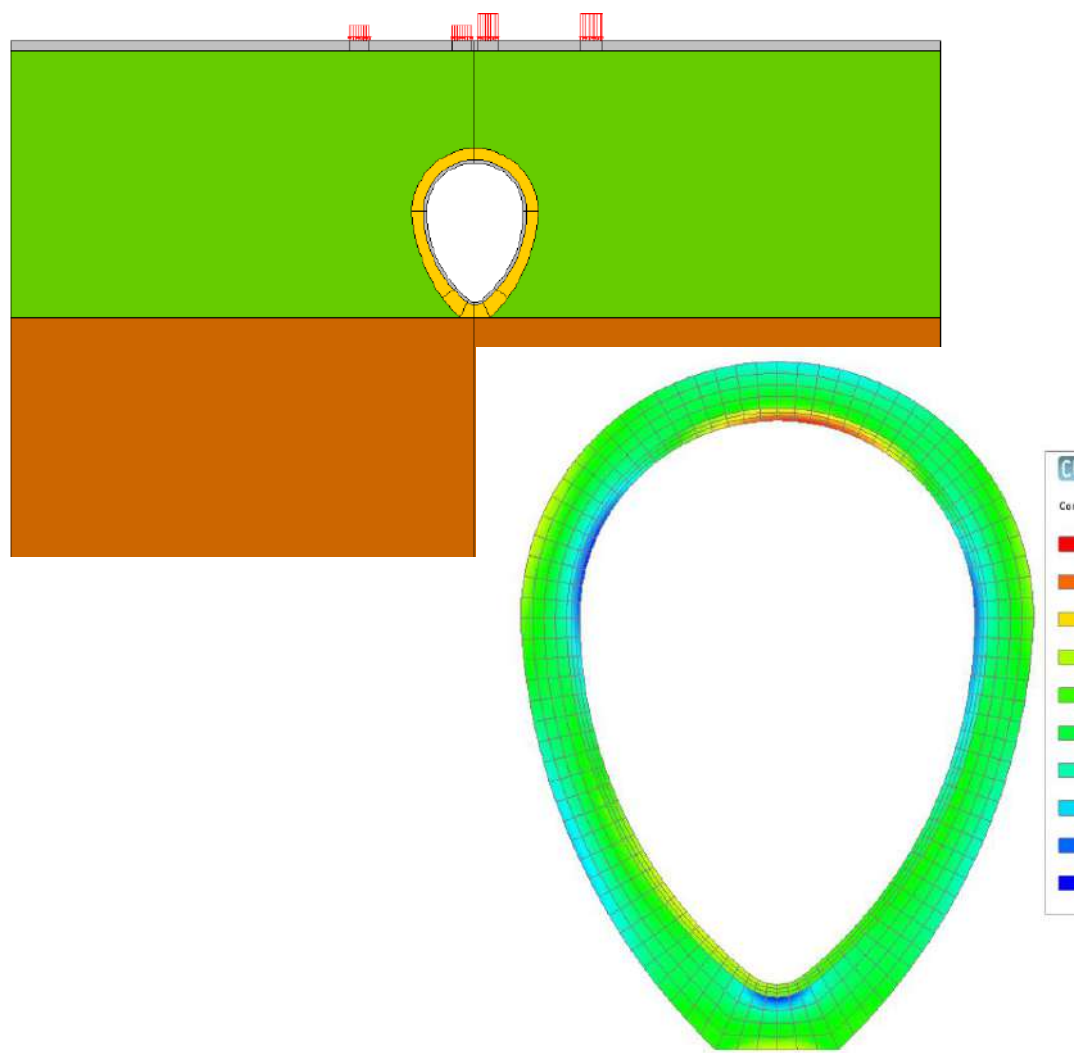




**SIMULATIONS NUMERIQUE : Aide au diagnostic / Définition des travaux**

La simulation numérique des effets de surcharges interne (mise en charge hydraulique), dynamiques de surfaces (circulation de véhicules, travaux d'aménagement) et/ou statiques (poids des terres) permet :

- de déterminer les impacts de ces sollicitations sur la stabilité des ouvrages ;
- de définir les mesures à prendre pour éviter tout incident dans les travaux d'aménagement.





## **Méthodologie générale**

**DIAGNOSTIC**

- **ETAT DES FONCTIONS S, E et F**



- 1. ETAT LORS DU DIAGNOSTIC**
- 2. EVOLUTION DES FONCTIONS DANS LE TEMPS**
- 3. PARAMETRES ALTERES : Structure, sols, interface, équipements, .....**



## Méthodologie générale

### PRECONISATIONS

- TRAVAUX CURATIFS ? PREVENTIFS ?
- MESURES CONSERVATOIRES
- ENTRETIEN COURANT ou SPECIALISE
- SURVEILLANCE (courante, renforcée, spécialisée)

- Travaux de restructuration ?
- Travaux de consolidation ?
- Travaux relatifs aux équipements

- Programmation dans le temps (Court, moyen, long terme ?)





## **PRECONISATIONS DE TRAVAUX : Objectifs**

| FONCTIONS A TRAITER   | PARAMETRES A RETABLIR OU A AMELIORER   |
|-----------------------|--|
| <b>STRUCTURELLE</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stabilité de l’ouvrage</li> <li>- Stabilité de son environnement (Souterrain et/ou surface)</li> </ul>              |
| <b>ETANCHEITE</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Absences d’infiltrations</li> <li>- Absences d’exfiltrations</li> </ul>   |
| <b>FONCTIONNEMENT</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Transport des effluents</li> <li>- Collecte des effluents</li> <li>- Sécurité</li> <li>- Entretien, .....</li> </ul> |



## COLLECTEURS VISITABLES ET NON VISITABLES Diagnostics - Auscultations – Réhabilitation

### **PRECONISATIONS DE TRAVAUX : Objectifs**

| FONCTIONS A TRAITER   | CARACTÉRISTIQUES SUR LESQUELLES AGIR  |
|-----------------------|---|
| <b>STRUCTURELLE</b>   | <ul style="list-style-type: none"><li>- Structure <b>avec ou sans prise en compte de l'ouvrage existant</b></li><li>- Liaison sol-structure</li><li>- Environnement (sols, surface,...)</li></ul> |
| <b>ETANCHEITE</b>     | <ul style="list-style-type: none"><li>- Structure (principalement)</li><li>- environnement proche</li></ul>   |
| <b>FONCTIONNEMENT</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Profils</li><li>- Forme des sections</li><li>- parements</li><li>- Branchements</li><li>- Accès</li><li>- ...</li></ul>                                   |



## COLLECTEURS VISITABLES ET NON VISITABLES Diagnosics - Auscultations – Réhabilitation

### ***PRECONISATIONS DE TRAVAUX***

### ***TECHNIQUES ET PROCEDES PRINCIPAUX***

# LES CHEMISAGESES PAR BETONS PROJETES



# LES CHEMISAGES PAR BETONS PROJETES



| FONCTIONS             | IMPACTS    |
|-----------------------|------------|
| <b>STRUCTURELLE</b>   | <b>OUI</b> |
| <b>ETANCHEITE</b>     | <b>OUI</b> |
| <b>FONCTIONNEMENT</b> | <b>OUI</b> |

*Chemisage par  
béton ou mortier  
renforcé par une  
grille de carbone*

## PROCEDES NOUVEAUX





# PROCEDES NOUVEAUX

*Chemisage par  
béton ou  
mortier  
renforcé par  
fibres  
métalliques  
amorphes*



# LES REFECTIONS DE RADIER





# LES REFECTIONS DE RADIER



| FONCTIONS      | IMPACTS |
|----------------|---------|
| STRUCTURELLE   | NON     |
| ETANCHEITE     | OUI     |
| FONCTIONNEMENT | OUI     |

# LES INJECTIONS



# LES INJECTIONS



| FONCTIONS             | IMPACTS                           |
|-----------------------|-----------------------------------|
| <b>STRUCTURELLE</b>   | <b>OUI</b><br><b>Consolidante</b> |
| <b>ETANCHEITE</b>     | <b>NON</b>                        |
| <b>FONCTIONNEMENT</b> | <b>NON</b>                        |

# LES TUBAGES





# LES TUBAGES



| FONCTIONS      | IMPACTS |
|----------------|---------|
| STRUCTURELLE   | OUI     |
| ETANCHEITE     | OUI     |
| FONCTIONNEMENT | OUI     |



## COLLECTEURS VISITABLES ET NON VISITABLES Diagnosics - Auscultations – Réhabilitation

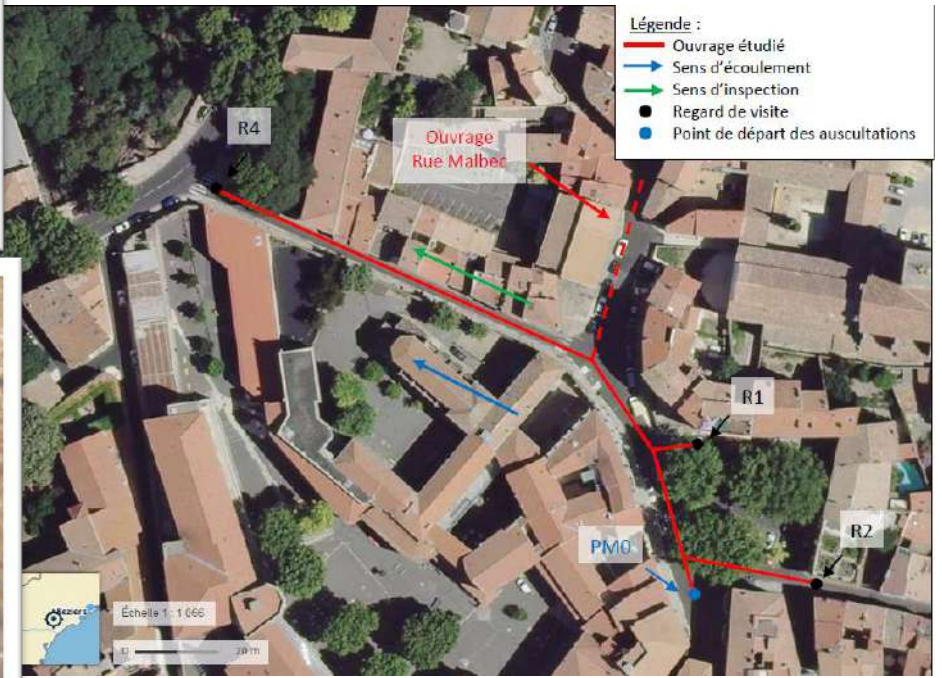
***Exemple :***  
***Collecteur rue de la Faience***  
***BEZIERS***

# COLLECTEURS VISITABLES ET NON VISITABLES

## Diagnosics - Auscultations – Réhabilitation

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Maitre d'ouvrage :</b>     | Communauté d'Agglomération Béziers Méditerranée |
| <b>Rue(s) et Commune(s) :</b> | Rue de la Faïence<br>Commune de BEZIERS         |
| <b>Localisation :</b>         | Du Boulevard de l'Angleterre à la Rue des Têtes |
| <b>Linéaire :</b>             | 163,9 ml  |

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Type :</b>                 | Unitaire                                |
| <b>Géométrie :</b>            | Sections ovoïdes de 145/100 à 180/90 cm |
| <b>Matériau constitutif :</b> | Béton non armé                          |



Ovoïde de section variable sous chaussée





## COLLECTEURS VISITABLES ET NON VISITABLES Diagnosics - Auscultations – Réhabilitation

### *Données générales*

|                            |   |
|----------------------------|---|
| Type :                     | Unitaire                                    |
| Géométrie :                | Sections ovoïdes de 145/100 à 180/90 cm     |
| Matériau constitutif :     | Béton non armé                              |
| Épaisseur :                | Entre 23 cm et 31 cm en piédroits           |
| Longueur totale :          | 163,9 ml                                    |
| Couverture de sol :        | Entre 1,15 m (R1) et 1,47 m (R4)            |
| Mode de construction :     | En tranchée supposée                        |
| Environnement de surface : | Le collecteur se situe sous chaussée        |
| Sens de l'écoulement :     | De R2 vers R4                               |
| Hauteur d'eau :            | < 1 cm par temps sec                        |
| Branchements :             | 40 raccordements                            |
| Galeries :                 | 11 galeries ont été relevées dans l'ouvrage |



Ouvrage en BNA – Sous chaussée – Forte densité de BP



***INSPECTION : Etat général***



***PM0 : Vue générale vers l'aval***



***R2+16m : Vue du raccordement du branchement  
BR14 et granulats apparents en VG***

*INSPECTION : Désordres principaux*



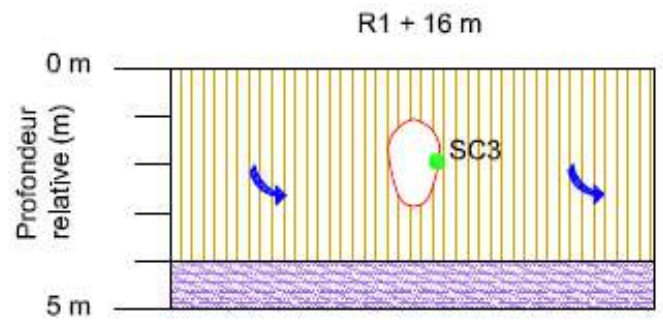
**Abrasion profonde des parements**



# COLLECTEURS VISITABLES ET NON VISITABLES Diagnosics - Auscultations – Réhabilitation

## Géologie et risques

- Remblais
- Molasse marine
- Ouvrage étudié 180/100
- Circulation d'eau
- Sondage carotté (S&R, 2016)



### RISQUES GÉOLOGIQUES

|  |                    |   |
|--|--------------------|---|
| Gllssement / Fluage                          | Risque négligeable |   |
| Gonflement - Retrait                         | Risque négligeable |   |
| Dissolution                                  | Risque négligeable |   |
| Effondrement / Affaissement                  | Risque négligeable |   |
| Entraînement de fines                        | Risque fort        | ← |
| Tassement différentiel /<br>Tassement absolu | Risque fort        | ← |
| Sismicité                                    | Risque faible      |   |
| Eboulements rocheux                          | Risque négligeable |   |
| Niveau de la nappe                           |                    |   |

Hors de la nappe mais circulations d'eau

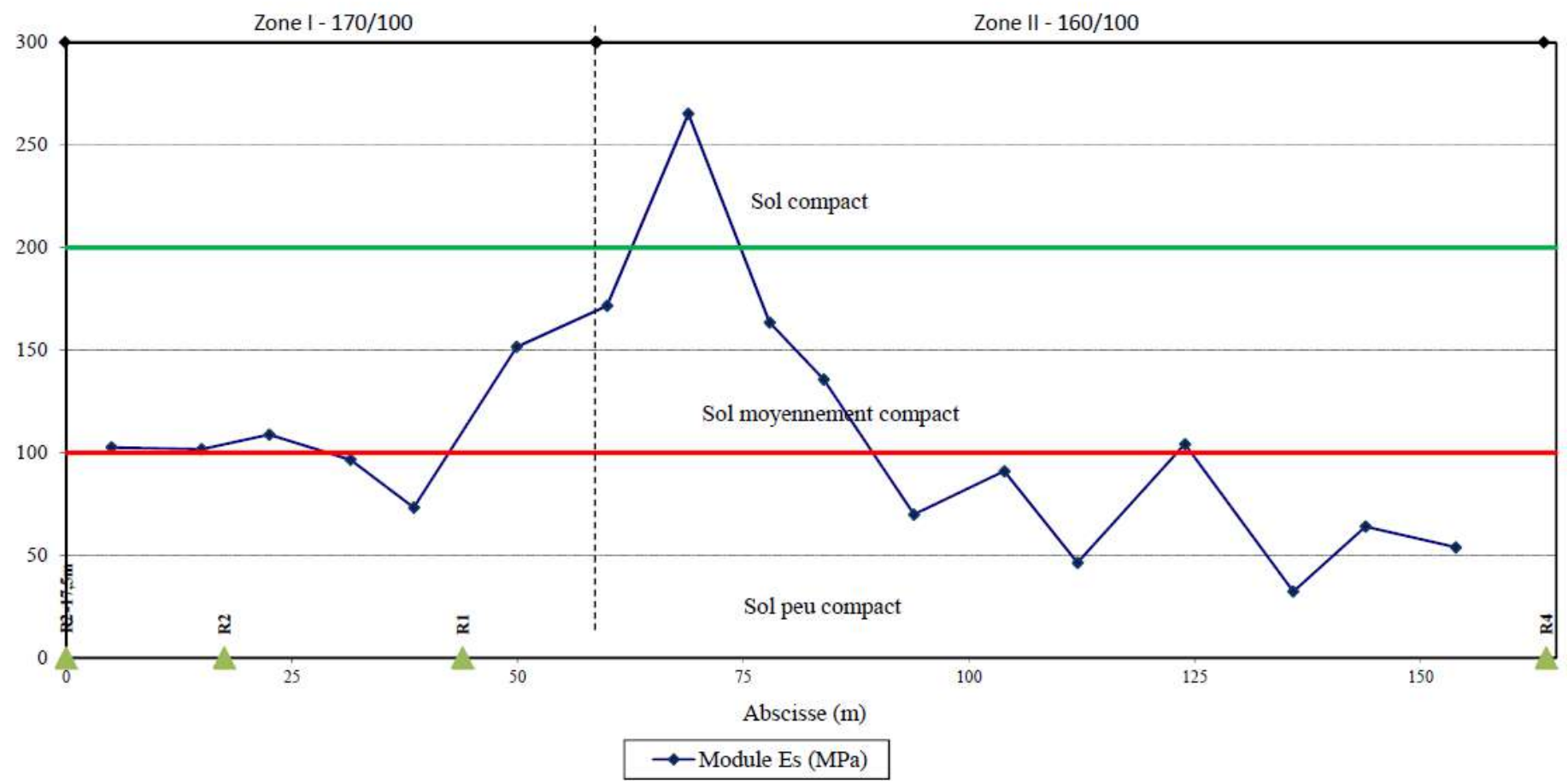




# COLLECTEURS VISITABLES ET NON VISITABLES

## Diagnostics - Auscultations – Réhabilitation

### AUSCULTATIONS : Vérinage interne

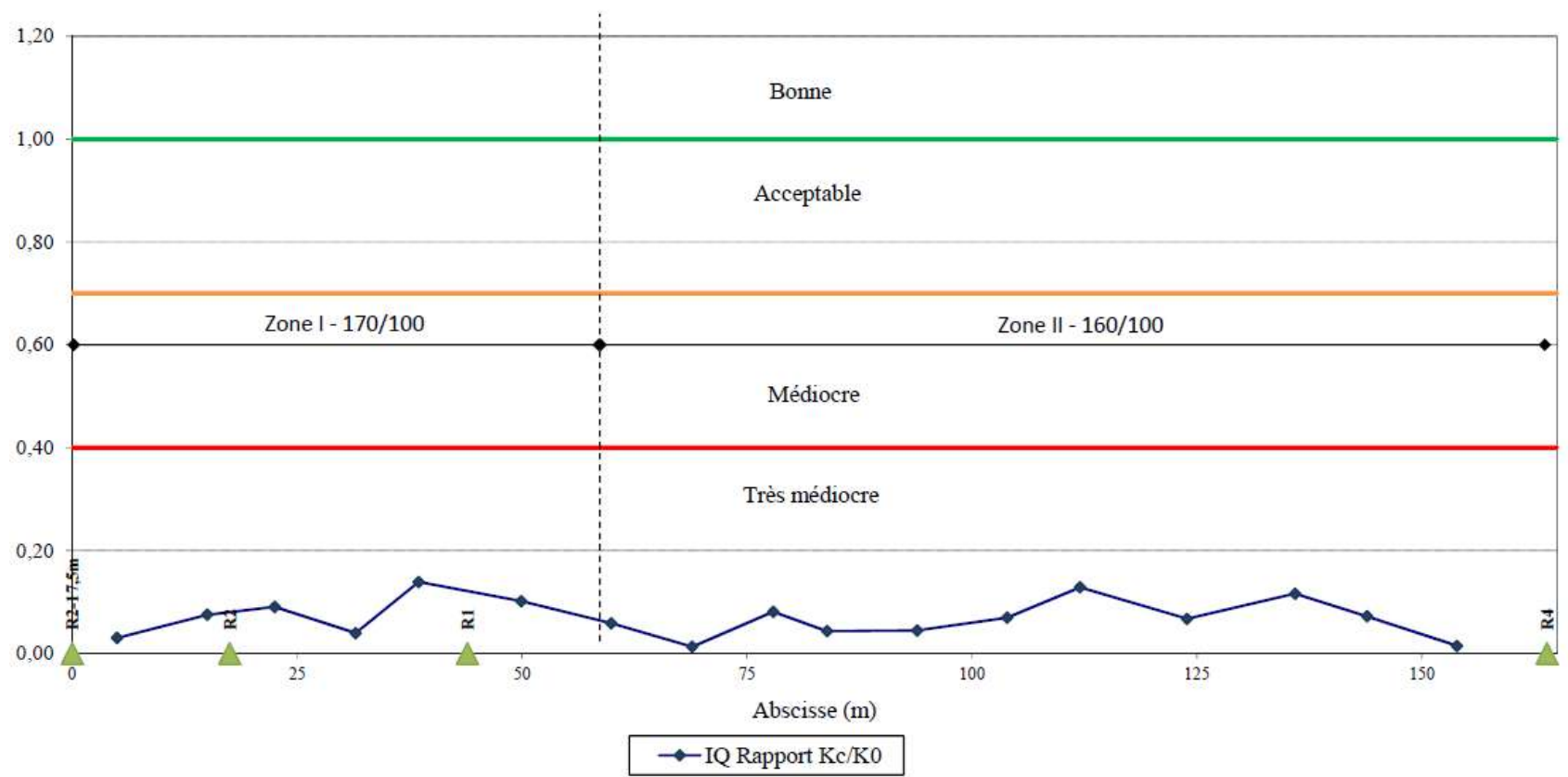




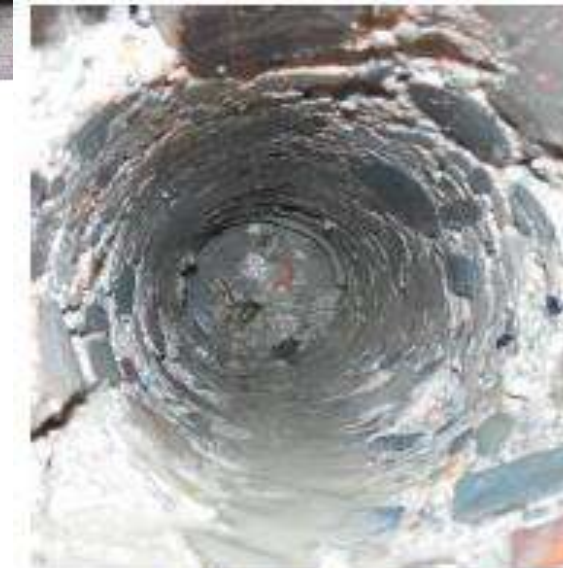
# COLLECTEURS VISITABLES ET NON VISITABLES

## Diagnostics - Auscultations – Réhabilitation

### AUSCULTATIONS : Vérinage interne



## CAROTTAGES ET ESSAIS SUR SITE



Aperçu du trou de sondage

STRUCTURE



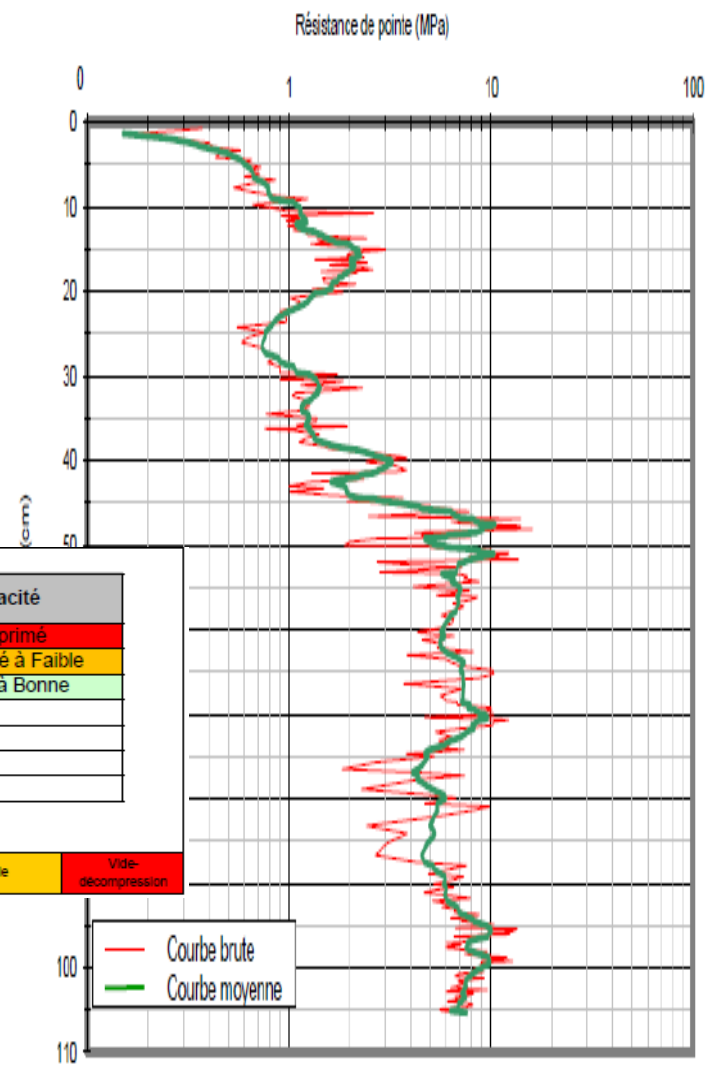
# COLLECTEURS VISITABLES ET NON VISITABLES

## Diagnostics - Auscultations – Réhabilitation

# CAROTTAGES ET ESSAIS SUR SITE

## INTERFACE - SOL

|                                 |  |            |                     |         |        |                    |
|---------------------------------|--|------------|---------------------|---------|--------|--------------------|
| <b>Compacité :</b>              | <b>Distance par rapport à l'extrados</b> |            | <b>Compacité</b>    |         |        |                    |
|                                 | De 0 cm à 10 cm                          |            | Décomprimé          |         |        |                    |
|                                 | De 10 cm à 45 cm                         |            | Décomprimé à Faible |         |        |                    |
|                                 | De 45 cm à 105,3 cm                      |            | Moyenne à Bonne     |         |        |                    |
|                                 |  |            |                     |         |        |                    |
|                                 |  |            |                     |         |        |                    |
|                                 |  |            |                     |         |        |                    |
| <b>Echelle des compacités :</b> |  | Très bonne | Bonne               | Moyenne | Faible | Vide-décompression |





# COLLECTEURS VISITABLES ET NON VISITABLES Diagnosics - Auscultations – Réhabilitation

## *Diagnostic – Préconisation - Réhabilitation*

| Collecteur    | Etat structurel  | Etat d'étanchéité | Fonctionnement | Etat des raccordements |
|---------------|------------------|-------------------|----------------|------------------------|
| R2-17,5m à R4 | Non satisfaisant | Non satisfaisant  | Acceptable     | Non satisfaisant       |

| Collecteur    | Niveaux d'actions |
|---------------|-------------------|
| R2-17,5m à R4 | Action curative   |

| Recommandations techniques  | Localisation  | Linéaire ou unité |
|---|---------------|-------------------|
| Injections de collage avec effets de régénération en partie basse dans le collecteur et les galeries de regards                     | R2-17,5m à R4 | 202 ml            |
| Chemisage structurant en béton projeté armé en voute et piédroits dans le collecteur et les galeries de regards                     | R2-17,5m à R4 | 202 ml            |
| Réfection et reprofilage du radier jusqu'à 30 cm en bas de piédroits dans le collecteur, les galeries de regards et la galerie Gal5 | R2-17,5m à R4 | 209 ml            |
| Réfection ponctuelle des enduits dans les cheminées de regards  | R2-17,5m à R4 | 2 unités          |
| Réfection et mise en conformité des raccordements dans le collecteur et les galeries de regards                                     | R2-17,5m à R4 | 32 unités         |







## COLLECTEURS VISITABLES ET NON VISITABLES Diagnosics - Auscultations – Réhabilitation

*MERCI DE VOTRE ATTENTION*



**COLLECTEURS VISITABLES ET NON VISITABLES**  
**Diagnosics - Auscultations – Réhabilitation**

