



1



Visite AFGC OI – Novembre 2017  
Stéphane MAGNÉ, Directeur Technique



## Développement de quelques points techniques du marché des digues de la Nouvelle Route du Littoral



2

## Sommaire

### SOMMAIRE

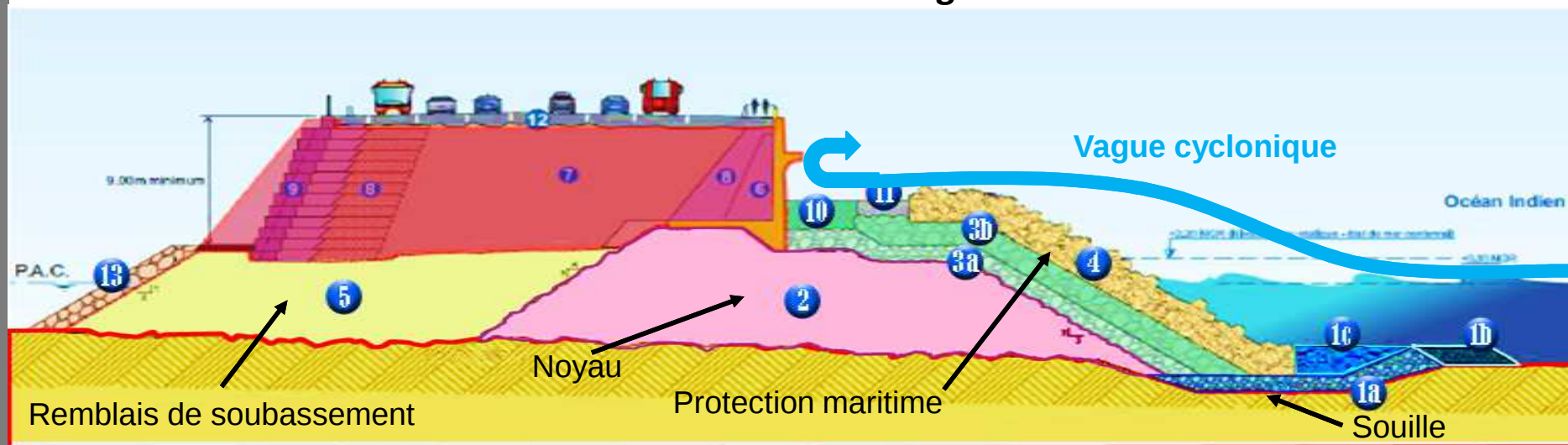
1. Coupe fonctionnelle des digues
2. Les bétons
3. Les Bureaux d'Etudes
4. La géotechnique
5. Les adaptations GC
6. Les adaptations Dignes
7. La maquette numérique
8. Le laboratoire





## 1. Coupe fonctionnelle des digues

### Partie inférieure de la digue



La partie inférieure de la digue est constituée des éléments suivants :

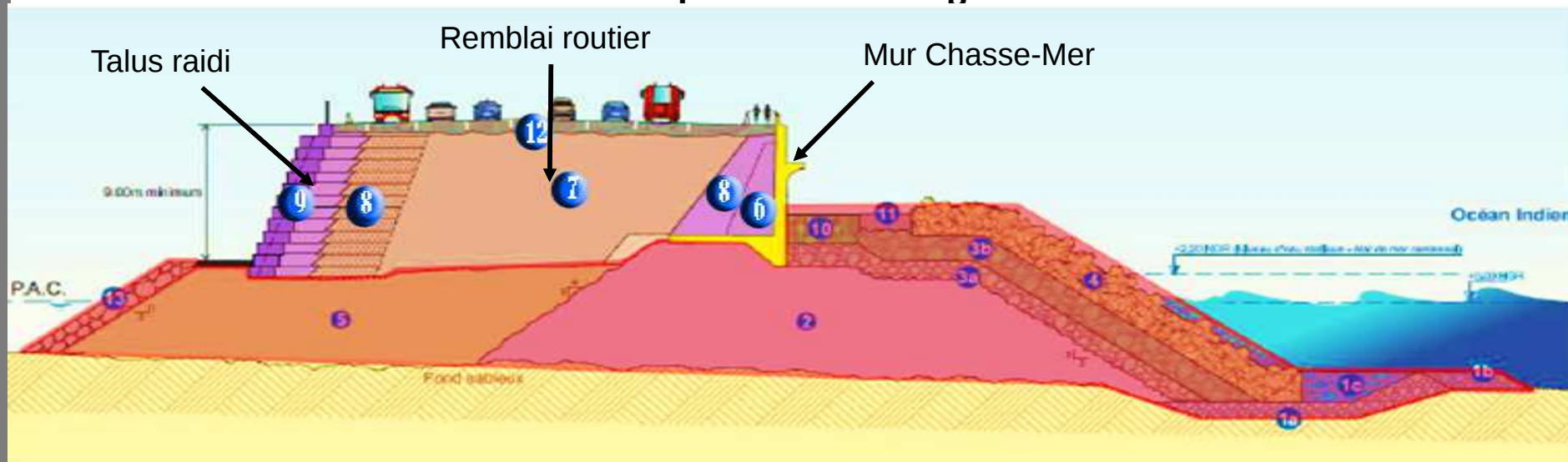
- 1a : La souille et les matériaux de la couche d'assise de la butée de pied
- 1b : Le tapis anti-affouillement
- 1c : La butée de pied
- 2 : Le noyau
- 3a : La couche filtre de sous-couche
- 3b : La sous-couche de carapace
- 4 : La carapace de protection maritime
- 5 : Le soubassement de la digue
- 10 : La baignoire
- 11 : La voie de service
- 13 : Les enrochements de protection du talus côté falaise



4

## 1. Coupe fonctionnelle des digues

### Partie supérieure de la digue



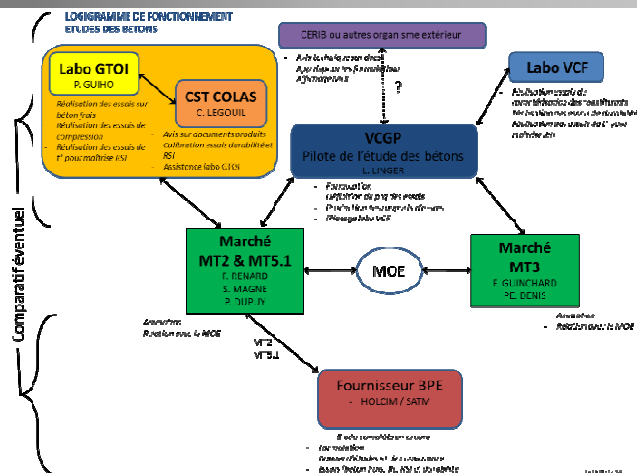
La partie supérieure de la digue est constituée des éléments suivants :

- 6 : Le mur chasse mer
- 7 : Le remblai routier
- 8 : Le remblai technique
- 9 : Le talus raidi
- 12 : La chaussée (hors marché)
- La couche-filtre à l'interface remblai routier/noyau de digue

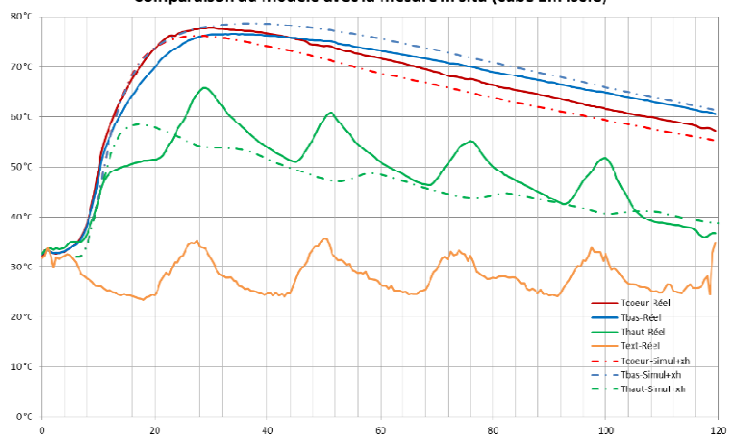


5

## 2. Béton : Formulation



Etude thermique - Béton à base de CEM II/A-P PM + FS  
Comparaison du modèle avec la mesure in situ (cube 1m isolé)



Volumes importants : 550 000 m<sup>3</sup> dont 310 000 m<sup>3</sup> d'accropodes

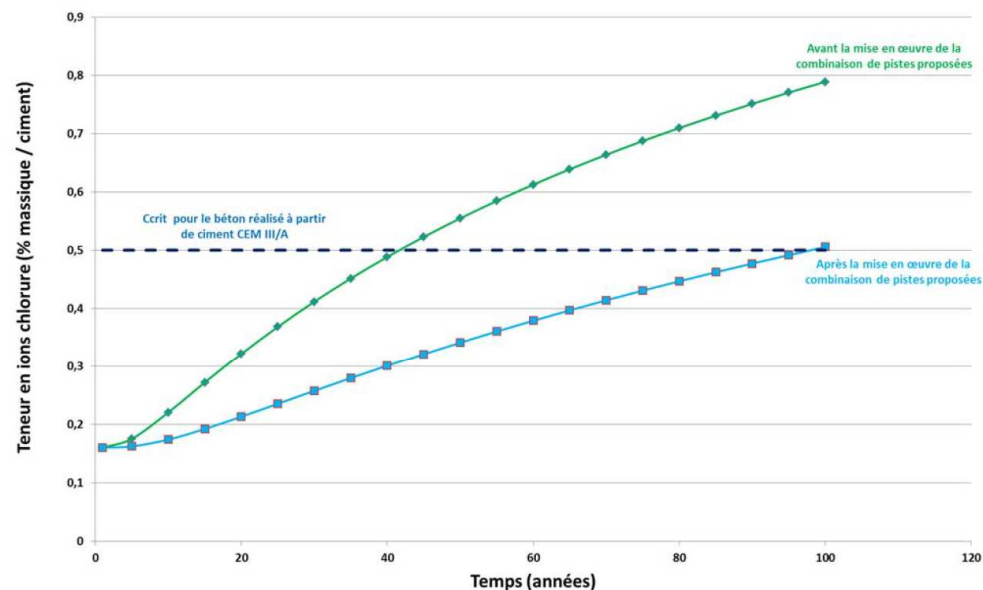


Figure 33 : Illustration de l'impact des solutions techniques envisageables. Hypothèses considérées : facteur de vieillissement de 0,48 (au lieu de 0,45),  $D_{app} = 4,2 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$  (au lieu de  $4,5 \cdot 10^{-12}$ ), enrobage minimal de 65 mm (au lieu de 60 mm)

Les enjeux principaux :

- La **durabilité**
- La maîtrise des **températures**
- Les **coûts** et la maîtrise des contrats



6

### 3. Les Bureaux d'Etudes

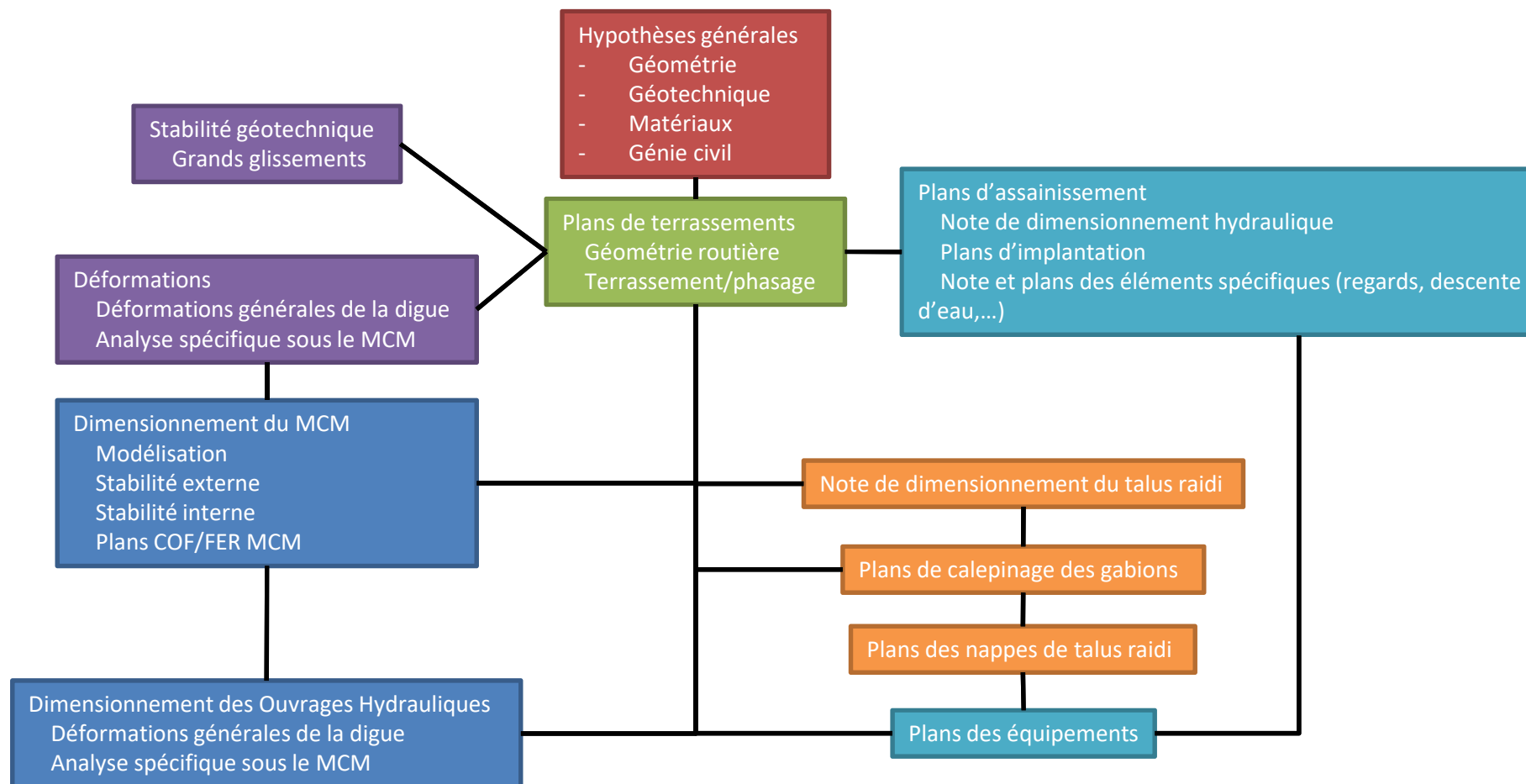
|                                                 | ETUDES<br>D'EXECUTION             | CONTRÔLE<br>EXTERNE |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| Génie Civil OA <b>MT2</b> (Hors<br>MCM)         | <b>BII</b>                        | <b>COGECI</b>       |
| Génie Civil <b>MT5.1</b> (yc MCM<br>MT2)        | <b>COGECI</b>                     | <b>BII</b>          |
| Géométrie<br>Terrassements<br>Travaux Maritimes | <b>IUR</b>                        | <b>VIANOVA</b>      |
| Calculs géotechniques Digue                     | <b>STRUCTURES<br/>GEOTECHNICS</b> | <b>FONDASOL</b>     |



7

### 3. Les Bureaux d'Etudes

#### Logigramme des calculs de vérification et de dimensionnement





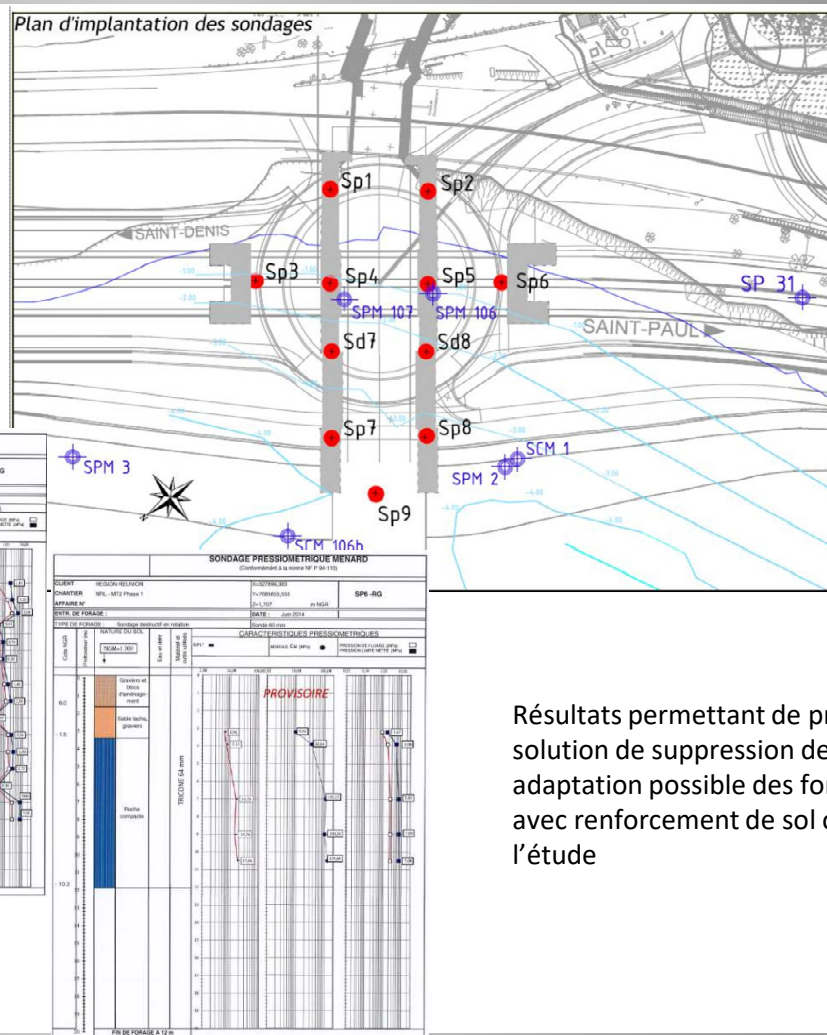
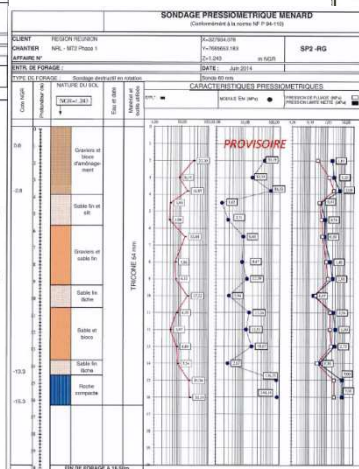
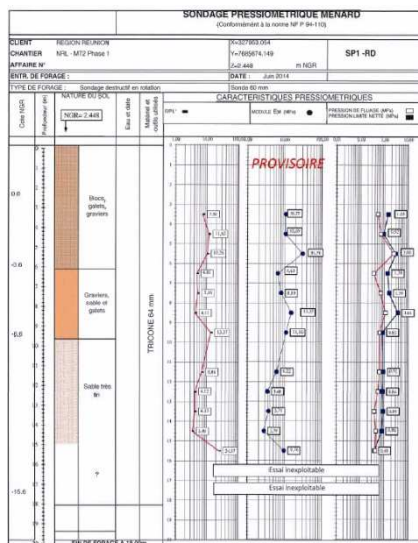
8

## 4. Géotechnique : MT2

### Campagne complémentaire MT2

Globalement les sondages présentent des caractéristiques meilleures que celle du DCE avec des niveaux de substratum ( ou terrain de forte portance) à des niveaux supérieurs à ceux extrapoler dans le DCE.

Les sondages SP1 et SP2 présentent des caractéristiques correctes mais moins bonnes que les autres sondages.



Résultats permettant de proposer une solution de suppression des pieux. Une adaptation possible des fondations de l'OA B1 avec renforcement de sol ou autre est à l'étude.

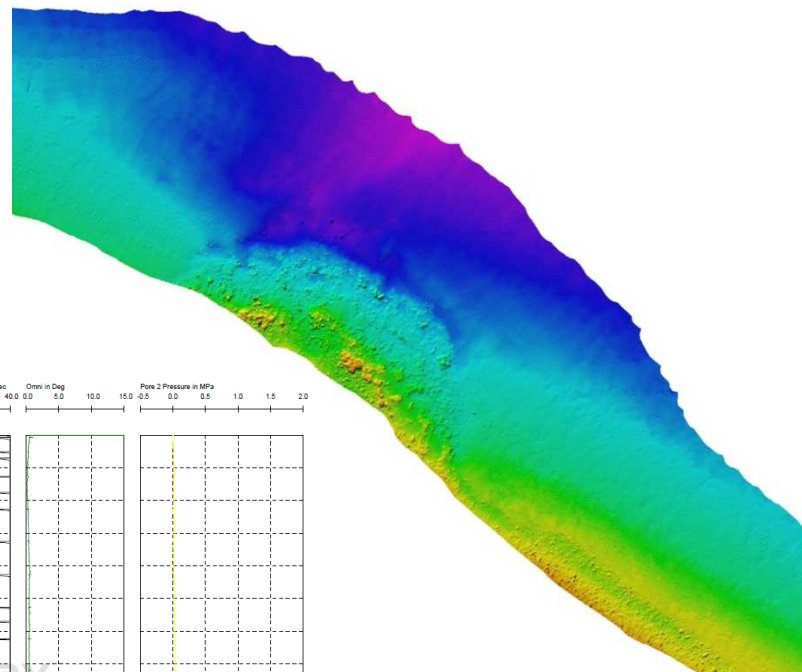


9

## 4. Géotechnique : MT5.1

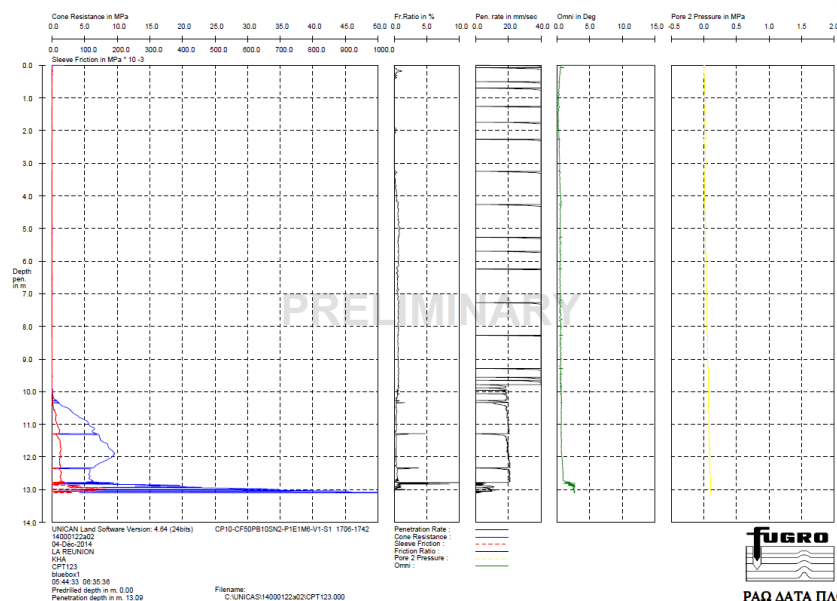
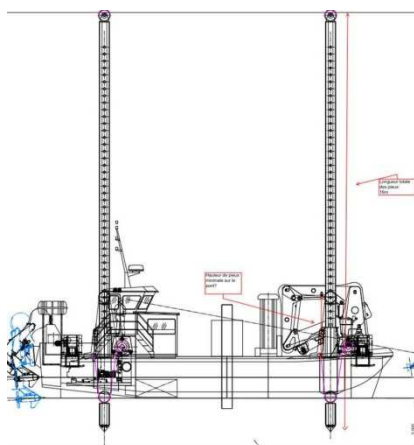
### Géophysique:

- Première phase bathy et sonar réalisée en mai
- Impossibilités des lignes théoriques initiales, modification du programme en fonction de la présence de blocs en fond (flûte tractée)



### CPT :

- Solution FUGRO + barge de Seanergy



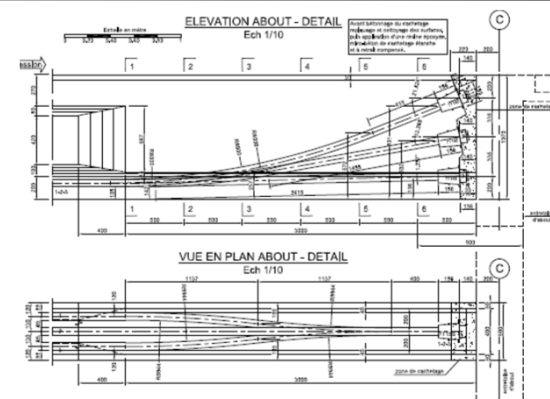
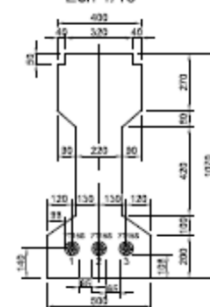


10

## 5. Adaptations GC : Les optimisations

- Poutres PRAD en poutres précontrainte par post-tension yc modification hauteur
- Entretoise d'about des ponts à poutres et donc nombre appareils d'appuis
- Paroi berlinoise en paroi clouée
- Approche performancielle sur les bétons
- Mur chasse-mer :
  - Forme et espacement des raidisseurs
  - Longueur plots (optimisation ferrailage)
  - Forme du joint entre plot
  - Poussée active pour stabilité externe
  - Drainage du mur
  - Epaisseur des voiles
- Suppression des pieux

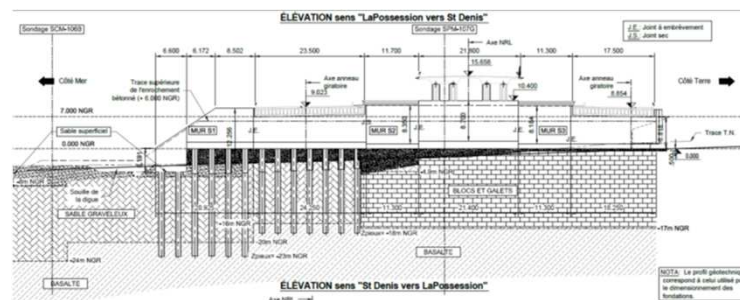
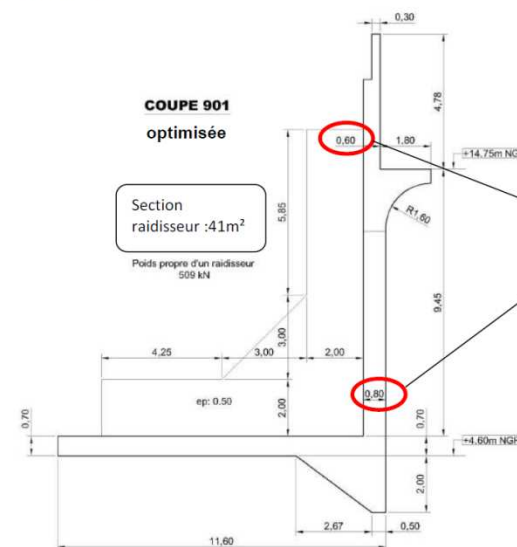
COUPE COURANTE  
Ech 1/10



Coupe optimisée :

COUPE 901  
optimisée

Section  
raidisseur : 41m<sup>2</sup>  
Poids propre d'un raidisseur  
508 kN



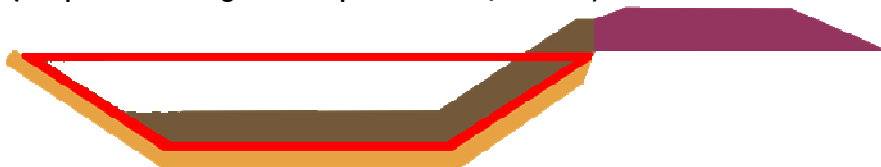


11

## 6. Adaptations Digue : Les optimisations

### Suppression du géotextile de la souille

(remplacement du géotextile par un filtre 1/200 mm)



#### Tranchée (dragage avec Dipper dredger):

- Terrassement sur 2.00m à 3.00m avec sur-profondeur de 30cm

#### Mise en place des matériaux de remblai dans la souille (mise en œuvre avec SSDV, déversement latéral) :

- 1/150mm (60cm) en remplacement du géotextile
- 0.2/1T (1.3m)

#### Mise en place des matériaux de remblai dans le tapis Anti-Affouillement (mise en œuvre avec SSDV, déversement latéral) :

- 0,2/1 T (1,5m)

### Stabilité de la souille sans la digue

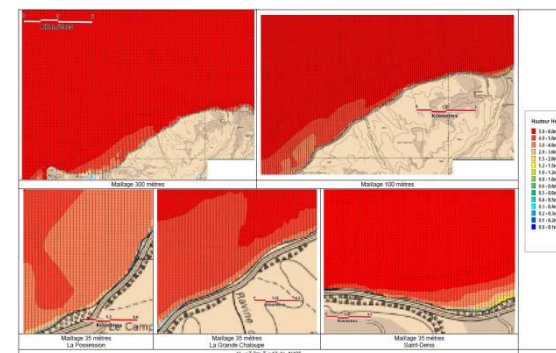
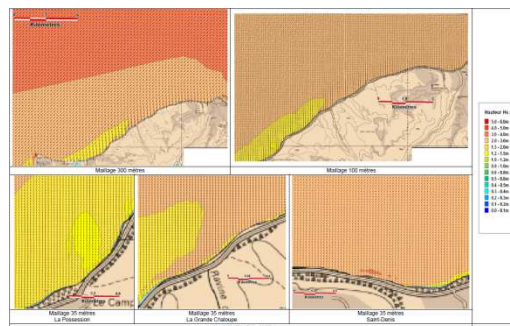
Objectif = réalisation de la souille en une opération continue de dragage sur 5 mois.

Appuis BET travaux maritime HYDRATEC + consultant David LAJOIE (modèle de propagation de houle, génération des courants, analyse sédimentologique,...)

### Réutilisation des déblais de la souille

Evacuation des matériaux ou remise en œuvre dans le piège à cailloux (cf. CCTP)

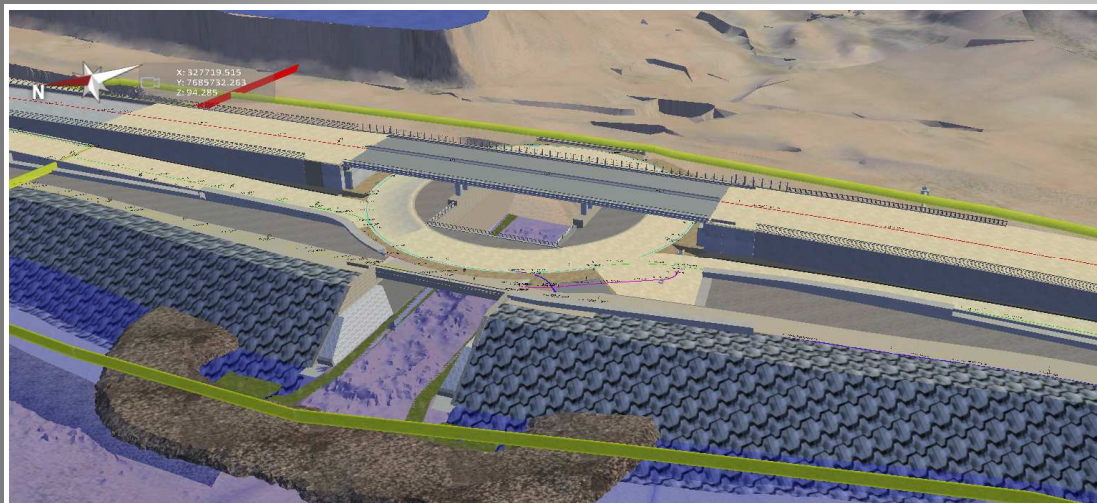
Option chantier : Mise en œuvre de ces déblais dans l'emprise de la digue et vérification de la stabilité et des déformations associées.





12

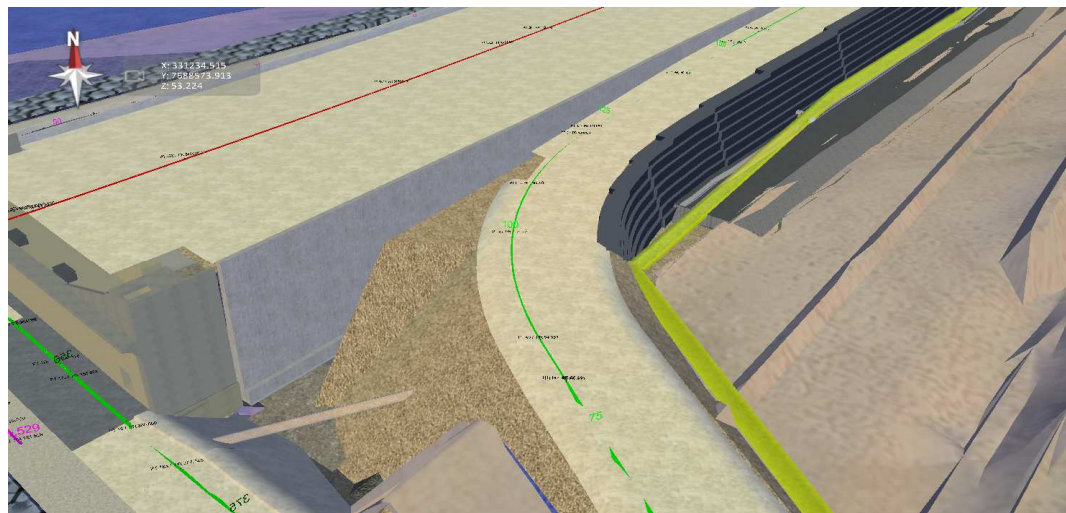
## 7. Maquette numérique de cohérence



*Echangeur de La Possession*

Maquette réalisée par VIANOVA :

- Concaténation des plans d'EXE (TER+GC+ASS)
- Vérification des clashes
- Vérification des métrés
- Contrôles de cohérence entre les métiers
- Visualisation 3D du projet

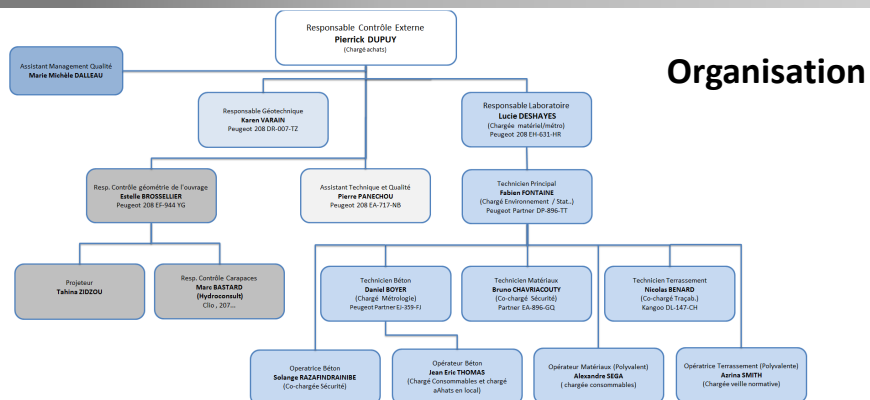


*Bretelle 1 de la digue D2 à Grande Chaloupe*



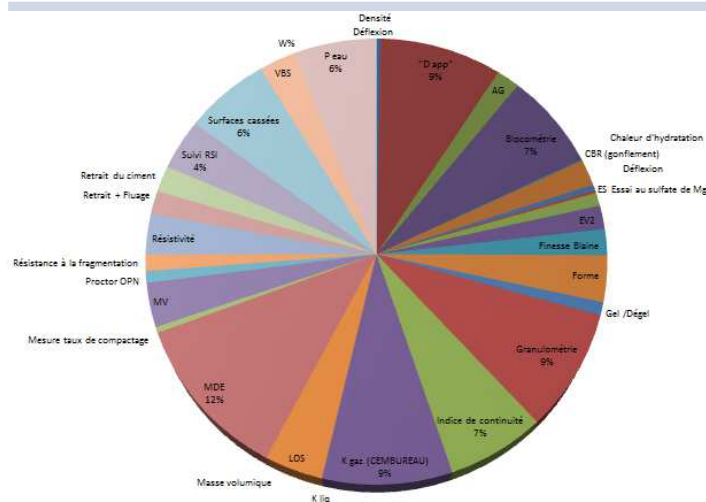
13

## 8. Laboratoire de chantier : Les missions



Type et répartition des essais

### Essais « en propre »



### Essais sous traités

- Géotechnique (essais lourds)
    - SOGEA, FORINTECH, SEGC
  - Méca sols
    - COLAS MADA
  - Transfert + Rc courants
    - SEGC
  - Caractérisation Géotextiles/géomemb.
    - STIR OI, Bourbon bâches
  - Essais Haute technicité (Durabilité)\*
    - LMDC, LERM
- \* jusqu'à livraison du laboratoire*



14

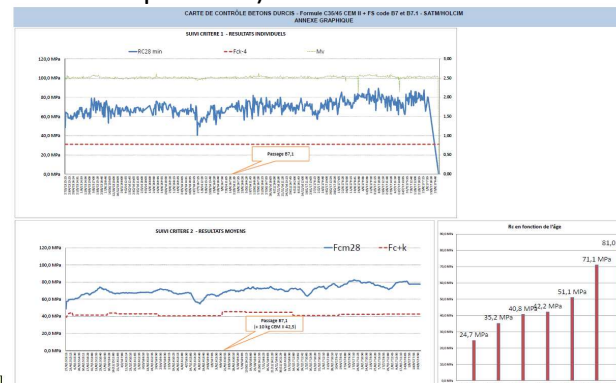
## 8. Laboratoire de chantier : Les missions

### Définition du plan de contrôle et des axes de relaxation (type d'essais, fréquences...)

| Essais - Tâche à réaliser     | Norme - Mode opératoire | Point de contrôle | Observations interne | MT 2 | MT 5,1      | MT 5,2      | Spécifications-Contrôle                                               | Adaptation          | Résp. Contrôle | Localisation | Titulaire | Secours | Temps (h) | Volume MT2 (m3) | Volume MT5,1 (m3) |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------|----------------------|------|-------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------|--------------|-----------|---------|-----------|-----------------|-------------------|
| MV                            | NF EN 12404-1           | X                 |                      | f    | DN 12.1.2   | DN 12.1.2   | > 2,5 t/m2                                                            |                     | R.C.E.         | Libro        | GMPT      | OTCI    | 2         | 0               | 50338             |
| LOS                           | NF EN 12404-2           | X                 |                      | f    | DN 12.1.1   | DN 12.1.1   | LA 45                                                                 |                     | R.C.E.         | Libro        | GMPT      | SCPI    | 2         | 0               | 50338             |
| MDE                           | NF EN 12404-1           | X                 |                      | f    | DN 12.1.1   | DN 12.1.1   | NDE 45                                                                |                     | R.C.E.         | Libro        | GMPT      | SCPI    | 3         | 0               | 50338             |
| Résistance à la fragmentation | NF EN 12404-1           | X                 |                      | f    | DN 12.1.1   | DN 12.1.1   | Claireté R <sub>10</sub> > 600µm                                      |                     | R.C.E.         | Libro        | GMPT      | OTCI    | 2         | 0               | 50338             |
| EV2                           | NF EN 12404-1           | PA                | PC                   | f    | DN 12.1.2.2 | DN 12.1.2.2 | EV2 > 80 Mpa avec 35% de cu par lot de 500 m                          | Contrôle: Dynamique | R.C.E.         | Chantier     | Pegre     | Portecl | 0         | 0               | 50338             |
| Essais pressiométriques       | NF EN 12404-1           | PA                | PA                   | f    | DN 12.1.2.2 | DN 12.1.2.2 | Rémo. comp. > interprétation NF P 34-100-1                            |                     | R.C.E.         | Chantier     | Pegre     | Portecl | 0         | 0               | 50338             |
| Granulométrie                 | NF EN 12404-1           | X                 |                      | f    | DN 12.1.2   | DN 12.1.2   | D. C.B.T. C.B.T. R <sub>10</sub> > 400µm > 35% de cu par lot de 500 m | Seuils NF P 34-055  | R.C.E.         | Libro        | GMPT      | OTCI    | 8         | 34500           | 125000            |
| VBS                           | NF EN 12404-1           | X                 |                      | f    | DN 12.1.2   | DN 12.1.2   | v < 0,3                                                               | *Seuils NF P 34-055 | R.C.E.         | Libro        | GMPT      | OTCI    | 2         | 34500           | 125000            |
| LOS                           | NF EN 12404-1           | X                 |                      | f    | DN 12.1.2   | DN 12.1.2   | LA 45                                                                 |                     | R.C.E.         | Libro        | GMPT      | SCPI    | 3         | 34500           | 125000            |
| MDE                           | NF EN 12404-1           | X                 |                      | f    | DN 12.1.2   | DN 12.1.2   | NDE 45                                                                |                     | R.C.E.         | Libro        | GMPT      | SCPI    | 3         | 34500           | 125000            |
| Angle de frottement interne   | NF EN 12404-1           | X                 |                      | f    | DN 12.1.2   | DN 12.1.2   | α > 28°                                                               |                     | R.C.E.         | Libro        | GMPT      | OTCI    | 2         | 34500           | 125000            |
| MV                            | NF EN 12404-1           | X                 |                      | f    | DN 12.1.2   | DN 12.1.2   | α > 28°                                                               |                     | R.C.E.         | Libro        | GMPT      | OTCI    | 2         | 34500           | 125000            |
| Proctor OPN                   | NF EN 12404-1           | X                 |                      | f    | DN 12.1.2   | DN 12.1.2   | α > 28°                                                               |                     | R.C.E.         | Libro        | GMPT      | OTCI    | 2         | 34500           | 125000            |
| W%                            | NF EN 12404-1           | X                 |                      | f    | DN 12.1.2   | DN 12.1.2   | α > 28°                                                               |                     | R.C.E.         | Libro        | GMPT      | OTCI    | 2         | 34500           | 125000            |
| Densité                       | NF EN 12404-1           | X                 |                      | f    | DN 12.1.2   | DN 12.1.2   | α > 28°                                                               |                     | R.C.E.         | Libro        | GMPT      | OTCI    | 2         | 34500           | 125000            |
| EV2                           | NF EN 12404-1           | X                 |                      | f    | DN 12.1.2   | DN 12.1.2   | α > 28°                                                               |                     | R.C.E.         | Libro        | GMPT      | OTCI    | 2         | 34500           | 125000            |
| Déflexion                     | NF EN 12404-1           | X                 |                      | f    | DN 12.1.2   | DN 12.1.2   | α > 28°                                                               |                     | R.C.E.         | Libro        | GMPT      | OTCI    | 2         | 34500           | 125000            |
| Suivi Enduit                  | NF EN 12404-1           | X                 |                      | f    | DN 12.1.2   | DN 12.1.2   | α > 28°                                                               |                     | R.C.E.         | Libro        | GMPT      | OTCI    | 2         | 34500           | 125000            |
| Granulométrie                 | NF EN 12404-1           | X                 |                      | f    | DN 12.1.2   | DN 12.1.2   | α > 28°                                                               |                     | R.C.E.         | Libro        | GMPT      | OTCI    | 2         | 34500           | 125000            |
| VBS                           | NF EN 12404-1           | X                 |                      | f    | DN 12.1.2   | DN 12.1.2   | α > 28°                                                               |                     | R.C.E.         | Libro        | GMPT      | OTCI    | 2         | 34500           | 125000            |
| LOS                           | NF EN 12404-1           | X                 |                      | f    | DN 12.1.2   | DN 12.1.2   | α > 28°                                                               |                     | R.C.E.         | Libro        | GMPT      | OTCI    | 2         | 34500           | 125000            |
| MDE                           | NF EN 12404-1           | X                 |                      | f    | DN 12.1.2   | DN 12.1.2   | α > 28°                                                               |                     | R.C.E.         | Libro        | GMPT      | OTCI    | 2         | 34500           | 125000            |

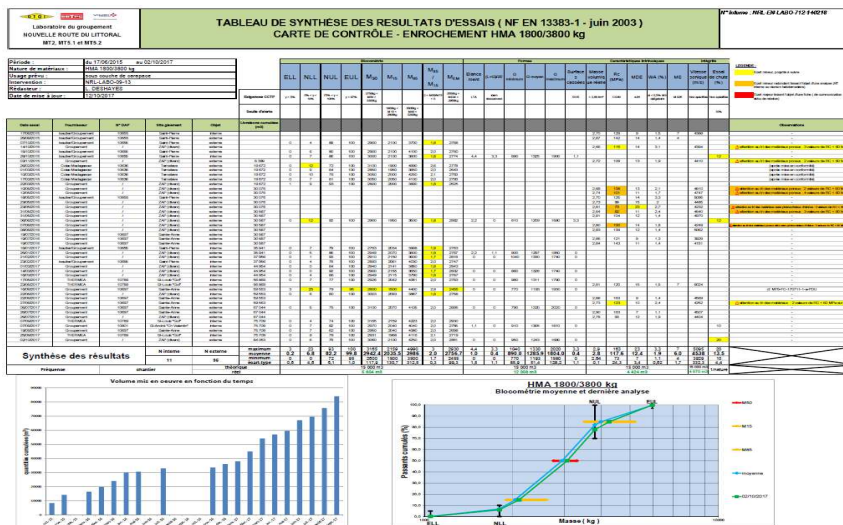
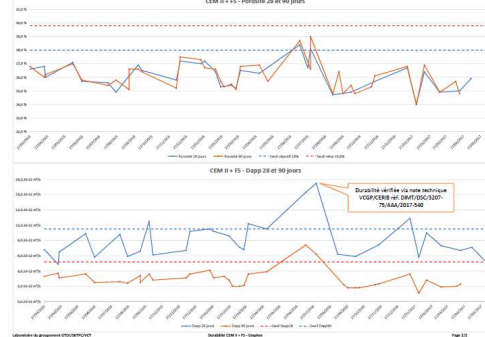
### Indicateurs et cartes de contrôles

- Enrochements
- Béton (frais, durci, durabilité, température)



### Synthèse Durabilité Formule CEM B-F5 - Durabilité à 28 et 90 jours

#### Annexe graphique





15



Merci de votre attention