

SOMMAIRE

Pages

INTRODUCTION :	4
1 Hypothèse physiques et géotechniques :	5
2 Caractéristique des matériaux :	5
I. DALOT EN BETON ARME :	6
I.1 Dimensions de l'ouvrage.....	6
I.2 Chargement :	7
I.2.1 Poids propre de structure :.....	7
I.2.2 Poids de l'eau :.....	7
I.2.3 Pousse des terres :.....	7
I.2.4 Charge routière – BC :.....	7
I.2.5 Charge routière – Bt :.....	8
I.3 Combinaisons des charges :	8
I.4 Ferrailage des éléments :	8
I.4.1 Ferrailages des parois 30 cm :.....	9
I.4.2 Ferrailages de la dalle et du radier 30 cm :.....	10
II. BASSIN DE DECANTATION :	12
II.1 Dimensions de l'ouvrage.....	12
II.2 Chargement :	13
II.2.1 Poids propre de structure :.....	13
II.2.2 Poids de l'eau :.....	13
II.2.2 Poids des terres :.....	13
II.2.3 Pousse des terres :.....	13
II.3 Combinaisons des charges :	13

II.4 Ferrailage des éléments :	13
II.4.1 Ferrailages des parois 30 cm :.....	14
II.4.2 Ferrailages du radier 30 cm :.....	15
III CONCLUSION :	17

INTRODUCTION :

Par convention n° 61/532/2018 du 20/12/2018 et l'ODS 97/2018 du 20/12/2018, la Direction des Travaux Publics de la Wilaya de Tizi-ouzou a confié au bureau d'études Hydro Marine Ingénierie (HMI) l'expertise générale des ouvrages du port d'Azeffoun.

La présente note de calcul fait partie de l'étude d'un canal de rejet des eaux pluviales au niveau du terre-plein du port d'Azeffoun.

L'objet de cette note de calcul est le calcul statique des ouvrages en béton armé projetés soit du dalot sous la route existante et du bassin de décantation situé au niveau du terre-plein du port d'Azeffoun, Ce dernier relie la base d'arrivée du rejet existant au nouveau dalot projeté tout en jouant le rôle de retenir les matériaux solides charriés par le rejet.

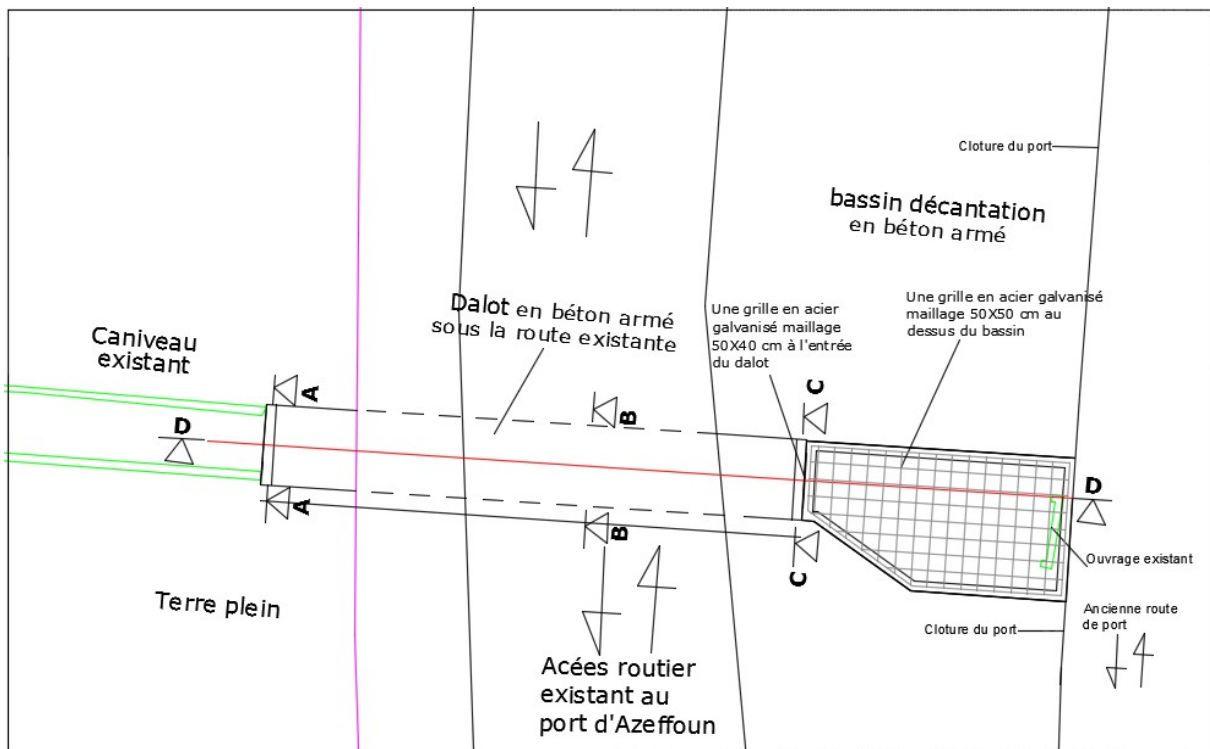


Figure : Vue en plan du canal de rejet

1 Hypothèse physiques et géotechniques :

Poids volumique des remblais	$\gamma_d = 1.8 \text{ t/m}^3$
Poids volumique déjaugé	$\gamma' = 1.1 \text{ t/m}^3$
Poids volumique de l'eau	$\gamma_d = 1.0 \text{ t/m}^3$

Angle de frottement interne $\varphi = 30^\circ$

$47_{\text{SOL}} = 1$ bars pour le dalot en béton armé sur une Profondeur de -2 m par rapport au niveau du terrain existant

$47_{\text{SOL}} = 2$ bars pour le bassin de décantation en béton armé sur une Profondeur de -3.05 m par rapport niveau du terrain existant.

2 Caractéristique des matériaux :

Caractéristiques des matériaux :

Acier : Type fe E40

Béton de masse :

Poids volumique $\gamma_b = 2.4 \text{ t/m}^3$

Béton armé :

Béton armé dosé à 350 kg/m^3

Résistance à la compression à 28 jours $f_{c28} = 25 \text{ MPa}$

Poids volumique $\gamma_b = 2.5 \text{ t/m}^3$

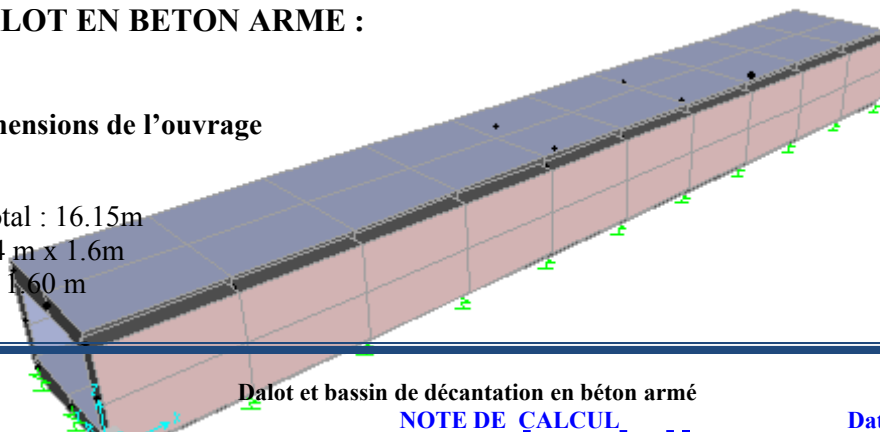
I. DALOT EN BETON ARME :

I.1 Dimensions de l'ouvrage

Longueur total : 16.15m

Section : 2.4 m x 1.6m

Hauteur : 1.60 m

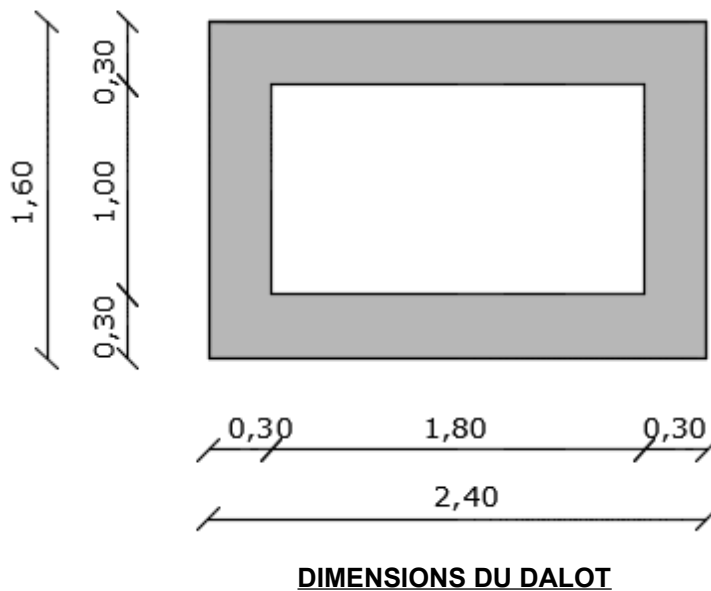
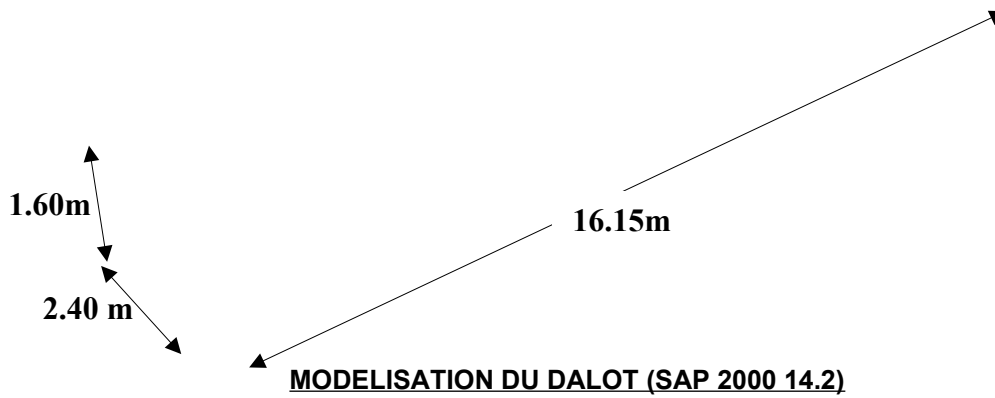


Dalot et bassin de décantation en béton armé

NOTE DE CALCUL

Date : Avril 2019

Epaisseur des parois : 0.30 m



I.2 Chargement :

I.2.1 Poids propre de structure :

Poids propre de structures telles qu'elles sont définies sur le plan de coffrage avec le poids volumique de béton $\gamma_b = 2.4 \text{ t/m}^3$

I.2.2 Poids de l'eau :

Poids de l'eau à l'intérieur du dalot avec l'hypothèse que le dalot est rempli complètement on prend $\gamma_{\text{eau}} = 1.0 \text{ t/m}^3$

$$P_{\text{eau}} = \gamma_b \cdot h = 1.0 \times 1,0 = 1,0 \text{ t/m}^2$$

I.2.3 Poussée des terres :

La pression exercée par les terres sur les parois est donnée par la formule : $P = \gamma h_i K_a$

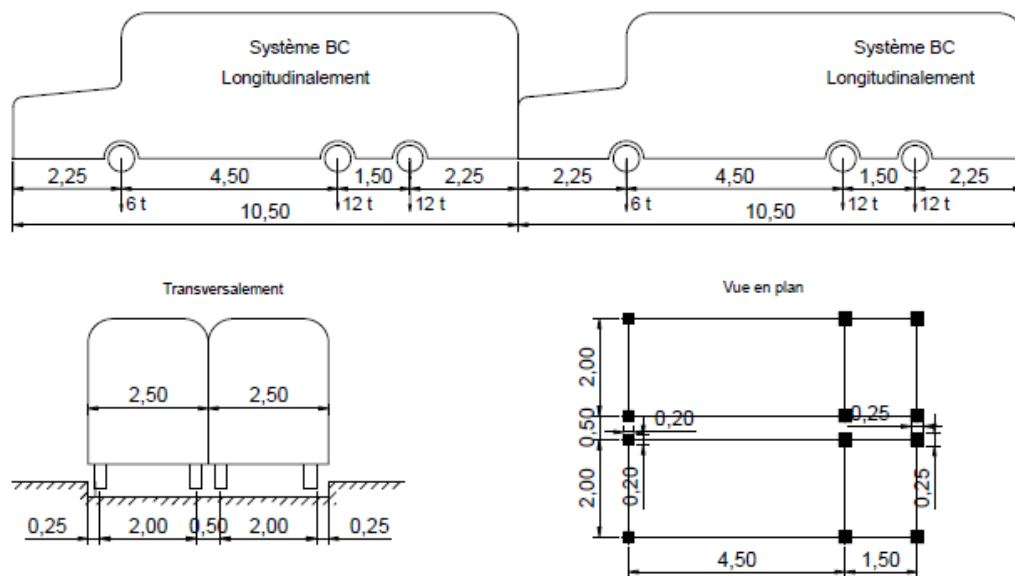
h_i : Hauteur de la couche des terres

K_a : Coefficient de poussée

$$K_a = \tan^2(\pi/4 - \phi/2) = 0.333$$

I.2.4 Charge routière – BC :

Le système B_c est constitué de camions de 30 t (un essieu avant de 6 t et deux essieux arrière de 12 t) :

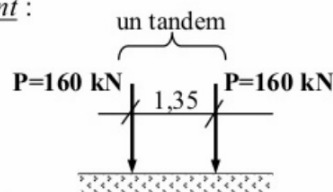


Système de charge Bc

I.2.5 Charge routière – Bt :

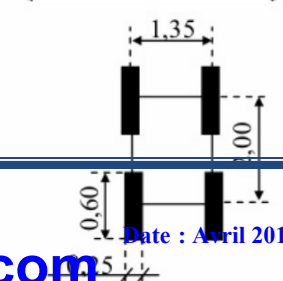
Le système Bt est un tandem se compose de 2 essieux camion munis de roues simples pneumatique les caractéristique du système Bt sont présentées ci-dessous :

➤ Longitudinalement :

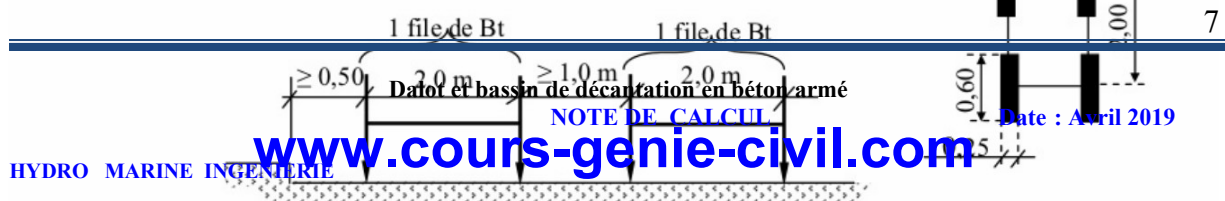


➤ En plan

Sens de déplacement



➤ Transversalement.



Système de charge Bt

I.3 Combinaisons des charges :

1/ ELU : $1.35G + 1.35P_{\text{eau}} + 1.35P_{\text{pousse des terre}} + 1.35(B_C ; B_t)$

2/ ELS : $G + P_{\text{eau}} + P_{\text{pousse des terre}} + (B_C ; B_t)$

I.4 Ferraillage des éléments :

- Les calculs des différents efforts de sollicitations sont effectués à l'aide du programme de calcul SAP2000 14.2 basé sur le principe de la méthode des éléments finis.
- Les calculs des ferraillages sont effectués à l'aide du programme ROBOT EXPERT.

I.4.1 Ferraillages des parois 30 cm :

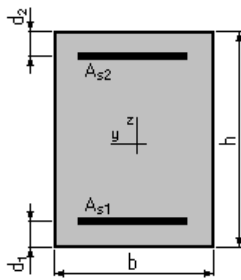
Calcul de Section en Flexion Simple

1. Hypothèses:

Béton: $f_{c28} = 25.0$ (MPa) Acier: $f_e = 400.0$ (MPa)

- Fissuration préjudiciable
- Calcul suivant BAEL 91 mod. 99

2. Section:



$b = 100.0$ (cm)
 $h = 30.0$ (cm)
 $d_1 = 5.0$ (cm)
 $d_2 = 5.0$ (cm)

3. Moments appliqués:

	M_{max} (kN*m)	M_{min} (kN*m)
Etat Limite Ultime (fondamental)	15.13	-0.92
Etat Limite de Service	11.16	-0.67

4. Résultats:

Sections d'Acier:

Section théorique $A_{s1} = 3.5$ (cm²) **On adopte 7HA16/ml esp=15cm**
 Section théorique $A_{s2} = 3.5$ (cm²) **On adopte 7HA16/ml esp=15cm**

Analyse par Cas:

Cas ELU $M_{max} = 15.13$ (kN*m) $M_{min} = -0.92$ (kN*m)

Coefficient de sécurité: 2.21 Pivot: A
 Position de l'axe neutre: $y = 1.9$ (cm)
 Bras de levier: $Z = 24.2$ (cm)
 Déformation du béton: $\xi_b = 0.82$ (‰)
 Déformation de l'acier: $\xi_s = 10.00$ (‰)
 Contrainte de l'acier:
 tendue: $\xi_s = 347.8$ (MPa)

Cas ELS $M_{max} = 11.16$ (kN*m) $M_{min} = -0.67$ (kN*m)

Coefficient de sécurité: 1.49
 Position de l'axe neutre: $y = 4.7$ (cm)
 Bras de levier: $Z = 23.4$ (cm)
 Contrainte maxi du béton: $\sigma_b = 0.0$ (MPa)
 Contrainte limite: $0,6 f_{cj} = 15.0$ (MPa)
 Contrainte de l'acier:
 tendue: $\sigma_s = 0.4$ (MPa)
 comprimée: $\sigma_s' = 0.4$ (MPa)
 Contrainte limite de l'acier:
 $\sigma_{s\ lim} = 201.6$ (MPa)

Vérification a l'effort tranchant :

$$\tau_u = \frac{V_u}{b_0 \cdot d}$$

Avec $V_u = 12.08$ KN/ml

$$b_0 = 1.00 \text{ m} \quad d = 0.20 \text{ m}$$

$$\tau_u = 0.06 \text{ Mpa}$$

$$\bar{\tau}_u = \min (0.1 * f_{c28} = 2.5 \text{ MPa} ; 3 \text{ MPa}) = 2.5 \text{ MPa}$$

$$\tau_u < \bar{\tau}_u \quad \text{Vérfifié}$$

I.4.2 Ferrailages de la dalle et du radier 30 cm :

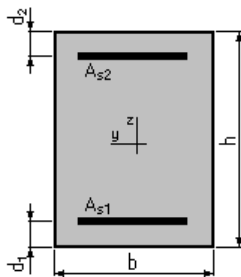
Calcul de Section en Flexion Simple

1. Hypothèses :

Béton: $f_{c28} = 25.0$ (MPa) Acier: $f_e = 400.0$ (MPa)

- Fissuration préjudiciable
- Calcul suivant BAEL 91 mod. 99

2. Section:



$$b = 100.0 \text{ (cm)}$$

$$h = 30.0 \text{ (cm)}$$

$$d_1 = 5.0 \text{ (cm)}$$

$$d_2 = 5.0 \text{ (cm)}$$

3. Moments appliqués:

	M_{\max} (kN*m)	M_{\min} (kN*m)
Etat Limite Ultime (fondamental)	15.20	-27.68
Etat Limite de Service	11.21	-20.40

4. Résultats:

Sections d'Acier:

Section théorique $A_{s1} = 3.5$ (cm²) **On adopte 7HA16/ml esp =15cm**
 Section théorique $A_{s2} = 4.3$ (cm²) **On adopte 7HA16/ml esp =15cm**

Analyse par Cas:

Cas ELU	$M_{\max} = 15.20$	(kN*m)	$M_{\min} = -27.68$	(kN*m)
Coefficient de sécurité:	1.45		Pivot: A	
Position de l'axe neutre:	$y = 2.1$	(cm)		
Bras de levier:	$Z = 24.2$	(cm)		
Déformation du béton:	$\epsilon_b = 0.92$	(‰)		

Déformation de l'acier: $\xi_s = 10.00$ (‰)
Contrainte de l'acier:
tendue: $\xi_s = 347.8$ (MPa)

Cas ELS $M_{max} = 11.21$ (kN*m) $M_{min} = -20.40$ (kN*m)

Coefficient de sécurité: 1.00
Position de l'axe neutre: $y = 5.1$ (cm)
Bras de levier: $Z = 23.3$ (cm)
Contrainte maxi du béton: $\sigma_b = 1.3$ (MPa)
Contrainte limite: $0,6 f_{cj} = 15.0$ (MPa)
Contrainte de l'acier:
tendue: $\sigma_s = 13.0$ (MPa)
comprimée: $\sigma_s' = 12.9$ (MPa)
Contrainte limite de l'acier:
 $\sigma_{s\ lim} = 201.6$ (MPa)

Vérification a l'effort tranchant :

$$\tau_u = \frac{V_u}{b_0 \cdot d}$$

Avec $V_u = 38.90$ KN/ml

$$b_0 = 1.00 \text{ m} \quad d = 0.20 \text{ m}$$

$$\tau_u = 0.19 \text{ Mpa}$$

$$\bar{\tau}_u = \min (0.1 * f_{c28} = 2.5 \text{ MPa} ; 3 \text{ MPa}) = 2.5 \text{ MPa}$$

$$\tau_u < \bar{\tau}_u \quad \text{Vérifié}$$

Vérification de la flèche :

Vérification à l'ELS: $L_{max} < (L/500)$ si $L < 5.00\text{m}$
 $L = 1.8 \text{ m}$

$$L_{max} = 0.44 \text{ cm}$$

$$0.31 \text{ cm} < 0.36 \dots \dots \dots \text{OK}$$

Vérification des contraintes sous radier :

Les appuis élastiques sous radier sont de raideur 2.00 KG/cm^3 (équivalent à une portance de 1.0 bars).

$k =$ Coefficient de raideur du sol $= 2.0 \text{ Bars/cm}$

A l'ELU :

Déplacement = 0.60 cm

$$\text{Contrainte} = 1.2 \text{ bars} < 1.5 \times \bar{\sigma}_{SOL} = 1.5 \times 1.0 = 1.50 \text{ bars} \dots \text{Vérifié}$$

A l'ELS :

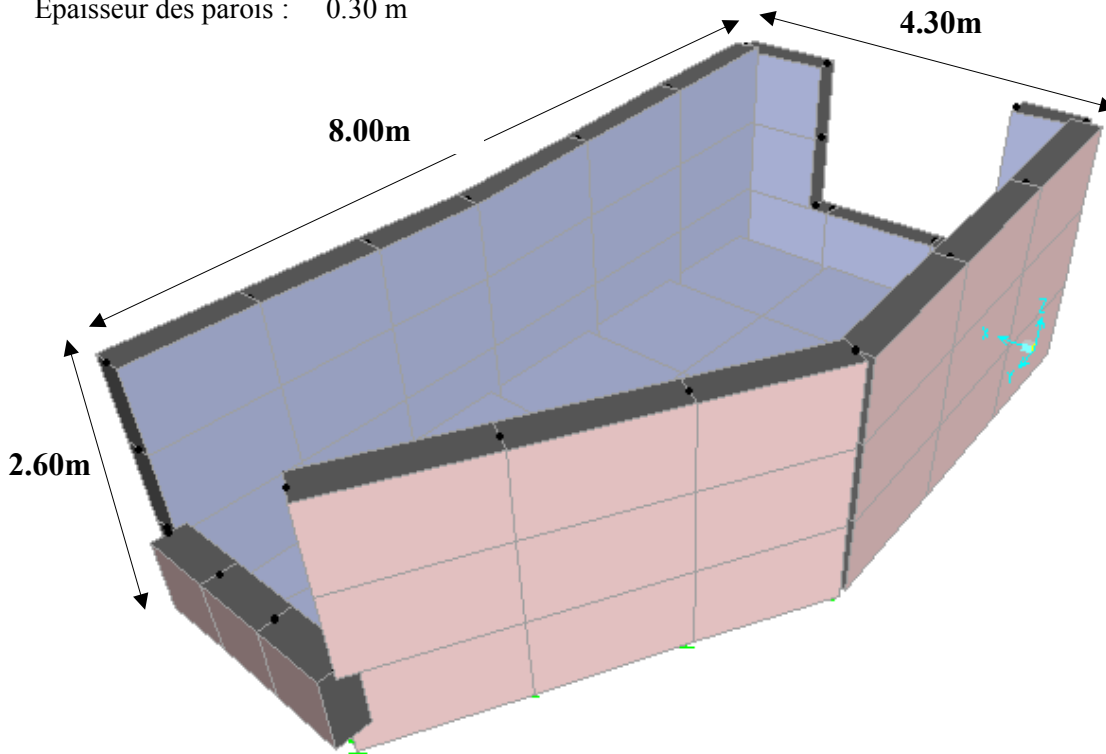
Déplacement = 0.44 cm

$$\text{Contrainte} = 0.88 \text{ bars} < \bar{\sigma}_{SOL} = 1.0 \text{ bars} \dots \dots \text{Vérifié}$$

II. BASSIN DE DECANTATION :

II.1 Dimensions de l'ouvrage

Longueur : 8.00m
Largeur : 4.3 m
Hauteur : 2,60 m
Epaisseur des parois : 0.30 m



**MODELISATION DU BASSIN DE
DECANTATION (SAP 2000 14.2)**

II.2 Chargement :

II.2.1 Poids propre de structure :

Poids propre de la structure telle qu'elle est définie sur le plan de coffrage avec le poids volumique de béton $\gamma_b = 2.4 \text{ t/m}^3$

II.2.2 Poids de l'eau :

Poids de l'eau à l'intérieur de l'ouvrage $\gamma_{\text{eau}} = 1.0 \text{ t/m}^3$

$$P_{\text{eau}} = \gamma_b \cdot h = 1.0 \times 2.60 = 1,9 \text{ t/m}^2$$

II.2.2 Poids des terres :

Poids de terre déjaugé à l'intérieur de l'ouvrage $\gamma_{\text{terre}} = 1.1 \text{ t/m}^3$

$$P_{\text{terre}} = \gamma_b \cdot h = 1.1 \times 0,7 = 0,77 \text{ t/m}^2$$

II.2.3 Pousse des terres :

La pression exercée par les terres sur les parois est donnée par la formule : $P = \gamma h_i K_a$

h_i : Hauteur de la couche des terres

K_a : Coefficient de poussée

$$K_a = \tan^2(\pi/4 - \phi/2) = 0.333$$

II.3 Combinaisons des charges :

$$1/ \text{ELU} : 1.35G + 1.35P_{\text{eau}} + 1.35P_{\text{terre}} + 1.35 P_{\text{pousse des terres}}$$

$$2/ \text{ELS} : G + P_{\text{eau}} + P_{\text{terre}} + P_{\text{pousse des terres}}$$

II.4 Ferrailage des éléments :

- Les calculs des différents efforts de sollicitations sont effectués à l'aide du programme de calcul SAP2000 14.2 basé sur le principe de la méthode des éléments finis.
- Les calculs des ferrailages sont effectués à l'aide du programme ROBOT EXPERT.

II.4.1 Ferrailages des parois 30 cm :

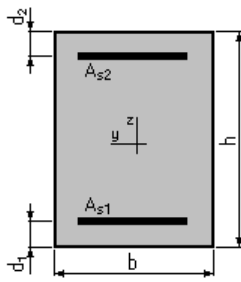
Calcul de Section en Flexion Simple

1. Hypothèses:

Béton: $f_{c28} = 25.0 \text{ (MPa)}$ Acier: $f_e = 400.0 \text{ (MPa)}$

- Fissuration préjudiciable
- Calcul suivant BAEL 91 mod. 99

2. Section:



b = 100.0 (cm)
 h = 30.0 (cm)
 d₁ = 5.0 (cm)
 d₂ = 5.0 (cm)

3. Moments appliqués:

	M_{max} (kN*m)	M_{min} (kN*m)
Etat Limite Ultime (fondamental)	79.26	-45.20
Etat Limite de Service	58.71	-33.49

4. Résultats:

Sections d'Acier:

Section théorique $A_{s1} = 13.2$ (cm²) **On adopte 7HA16/ml esp=15cm**
 Section théorique $A_{s2} = 7.3$ (cm²) **On adopte 7HA16/ml esp=15cm**

Analyse par Cas:

Cas ELU $M_{max} = 79.26$ (kN*m) $M_{min} = -45.20$ (kN*m)

Coefficient de sécurité: 1.36 Pivot: A
 Position de l'axe neutre: $y = 4.4$ (cm)
 Bras de levier: $Z = 23.2$ (cm)
 Déformation du béton: $\xi_b = 2.15$ (‰)
 Déformation de l'acier: $\xi_s = 10.00$ (‰)
 Contrainte de l'acier:
 tendue: $\xi_s = 347.8$ (MPa)

Cas ELS $M_{max} = 58.71$ (kN*m) $M_{min} = -33.49$ (kN*m)

Coefficient de sécurité: 1.00
 Position de l'axe neutre: $y = 7.8$ (cm)
 Bras de levier: $Z = 22.4$ (cm)
 Contrainte maxi du béton: $\sigma_b = 4.3$ (MPa)
 Contrainte limite: $0,6 f_{cj} = 15.0$ (MPa)
 Contrainte de l'acier:
 tendue: $\sigma_s = 201.6$ (MPa)
 comprimée: $\sigma_s' = 11.7$ (MPa)
 Contrainte limite de l'acier:
 $\sigma_{s\ lim} = 201.6$ (MPa)

Vérification à l'effort tranchant :

$$\tau_u = \frac{V_u}{b_0 \cdot d}$$

Avec $V_u = 82.65$ KN/ml

$$b_0 = 1.00 \text{ m} \quad d = 0.20 \text{ m}$$

$$\tau_u = 0.41 \text{ Mpa}$$

$$\bar{\tau}_u = \min (0.1 * f_{c28} = 2.5 \text{ MPa} ; 3 \text{ MPa}) = 2.5 \text{ MPa}$$

$$\tau_u < \bar{\tau}_u \quad \text{Vérifié}$$

II.4.2 Ferrailages du radier 30 cm :

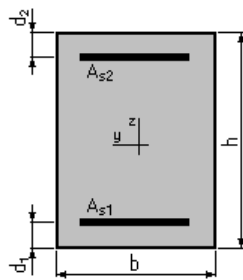
Calcul de Section en Flexion Simple

1. Hypothèses:

Béton: $f_{c28} = 25.0$ (MPa) Acier: $f_e = 400.0$ (MPa)

- Fissuration préjudiciable
- Calcul suivant BAEL 91 mod. 99

2. Section:



$b = 100.0$ (cm)
 $h = 30.0$ (cm)
 $d_1 = 5.0$ (cm)
 $d_2 = 5.0$ (cm)

3. Moments appliqués:

	M_{max} (kN*m)	M_{min} (kN*m)
Etat Limite Ultime (fondamental)	52.20	-7.70
Etat Limite de Service	38.66	-5.70

4. Résultats:

Sections d'Acier:

Section théorique $A_{s1} = 8.5$ (cm²) **On adopte 7HA16/ml esp=15cm**
 Section théorique $A_{s2} = 3.5$ (cm²) **On adopte 7HA16/ml esp=15cm**

Analyse par Cas:

Cas ELU $M_{max} = 52.20$ (kN*m) $M_{min} = -7.70$ (kN*m)
 Coefficient de sécurité: 1.38 Pivot: A
 Position de l'axe neutre: $y = 3.1$ (cm)
 Bras de levier: $Z = 23.7$ (cm)

Déformation du béton: $\xi_b = 1.43$ (‰)
Déformation de l'acier: $\xi_s = 10.00$ (‰)
Contrainte de l'acier:
tendue: $\xi_s = 347.8$ (MPa)

Cas ELS $M_{max} = 38.66$ (kN*m) $M_{min} = -5.70$ (kN*m)

Coefficient de sécurité: 1.00
Position de l'axe neutre: $y = 6.7$ (cm)
Bras de levier: $Z = 22.8$ (cm)
Contrainte maxi du béton: $\sigma_b = 0.4$ (MPa)
Contrainte limite: $0,6 f_{cj} = 15.0$ (MPa)
Contrainte de l'acier:
tendue: $\sigma_s = 3.4$ (MPa)
comprimée: $\sigma_s' = 3.6$ (MPa)
Contrainte limite de l'acier:
 $\sigma_{s\ lim} = 201.6$ (MPa)

Vérification a l'effort tranchant :

$$\tau_u = \frac{V_u}{b_0 \cdot d}$$

Avec $V_u = 56.80$ KN/ml

$$b_0 = 1.00 \text{ m} \quad d = 0.20 \text{ m}$$

$$\tau_u = 0.3 \text{ Mpa}$$

$$\bar{\tau}_u = \min (0.1 * f_{c28} = 2.5 \text{ MPa} ; 3 \text{ MPa}) = 2.5 \text{ MPa}$$

$$\tau_u < \bar{\tau}_u \quad \text{Vérifié}$$

Vérification des contraintes sous radier :

Les appuis élastiques sous radier sont de raideur 4.00 KG/cm^3 (équivalent à une portance de 2.0 bars).
 $k =$ Coefficient de raideur du sol $= 4.0 \text{ bars/cm}$

A l'ELU :

Déplacement = 0.20cm

$$\text{Contrainte} = 0.8 \text{ bars} < 1.5 \times \bar{\sigma}_{SOL} = 1.5 \times 2.0 = 3.00 \text{ bars.}$$

A l'ELS :

Déplacement = 0.15 cm

$$\text{Contrainte} = 0.60 \text{ bars} < \bar{\sigma}_{SOL} = 2.0 \text{ bars}$$

III CONCLUSION :

La solution proposée par le BET HMI comprend deux ouvrages hydrauliques qui sont :

- Bassin de décantation en béton armé : comprenant un volume à vide de 56 m³, il est situé de façon à recevoir les eaux pluviales à partir du rejet existant (arrivée) en période de crues et servant également à retenir les matériaux solides au fond du bassin pour permettre l'évacuation des eaux pluviales uniquement vers le nouveau dalot ainsi que le caniveau existant.
- Dalot en béton armé : accolé au bassin de décantation, il a une section rectangulaire à vide de (1.80 x 1.00 m) pour une longueur de 16,15 m. Ce dernier sert à transférer les eaux pluviales à partir du bassin de décantation vers le caniveau existant tout en passant sous la route d'accès au port existante.

Fait à Alger, le 14 Avril 2019

L'Ingénieur d'études
BENCHAREF Ayoub

Le Directeur Gérant de HMI
AMARI Mohamed