

MAITRE D'OUVRAGE :



SCPR
2, Boulevard de la Marine
97 420 LE PORT

Tél : 0262 43 58 58
Fax : 0262 71 18 58

C.S.P.S.

MAITRISE D'OEUVRE :

ENTREPRISE



GTOI
106, rue Paul Verlaine
BP 32016
97824 LE PORT Cedex
Tél: 0262 42 85 00

CODE AFFAIRE :

.....

CODE CHANTIER (GTOI) :

-

CARRIERE DE LA RAVINE DU TROU Franchissement PIOH 295

VISA MAITRE D'OEUVRE

Statut du document

Certifié conforme au visa du MOE par :

Signature:

N° fiche visa:

Date :

Délivré par:

OUVRAGE BETON

AMENAGEMENTS INTERIEURS

Rev.	Date	Auteur	Vérification	Approbation	OBSERVATIONS
C	27/04/18	QD	SMA	TTB	Mise à jour suite ajout de cas de charges
B	10/04/15	SMA	VPE	TTB	Mise à jour suivant remarque entreprise
A	18/12/14	SMA	VPE	TTB	Première émission

CODIFICATION DU DOCUMENT

Num d'identification	Rev.	Zone	Type
0102	C	295	NDC

FOLIO
67

Réf: Plans DOE de l'ouvrage



SOMMAIRE

I.....OBJET DE LA NOTE 2

II.....HYPOTHESES 5

III.....METHODOLOGIE 13

IV.....VERIFICATION DU CADRE 14

 1..... CHARGEMENT 14

 2..... MODELISATION 17

 3..... SOLLICITATIONS ET FERRAILLAGE 17

V.....VERIFICATION DES MURS M1 ET M2 32

VI.....VERIFICATION DES MURS M3 ET M4 34

 1..... CHARGEMENT 34

 2..... STABILITE 36

 3..... VERIFICATION DU FERRAILLAGE 41

VII.....ANNEXES 49

I. OBJET DE LA NOTE

C

Dans le cadre du montage d'un dossier d'ouverture de carrière à St Leu pour la société SCPR, nous donnons dans la présente note l'ensemble des justifications nécessaires à la validation du passage de plusieurs engins de chantier sous le cadre PIOH 295 devant être utilisé dans le cadre de l'exploitation de la carrière par potentiellement les engins suivants :

- Un tombereau CATERPILLAR 773 G,
- Un tombereau CATERPILLAR 773 E,
- Un convoi-type de 1^{ère} catégorie (PTC < 45t)
- Un véhicule léger

Les justifications présentées dans cette note sont réalisées en suivant les fascicules du CCTG, on rappelle que le PIOH 295 a été justifié à l'époque avec cette norme.

On vérifie les éléments suivants :

- Ferrailage du cadre
- Stabilité et ferrailage des murs M1, M2, M3 et M4

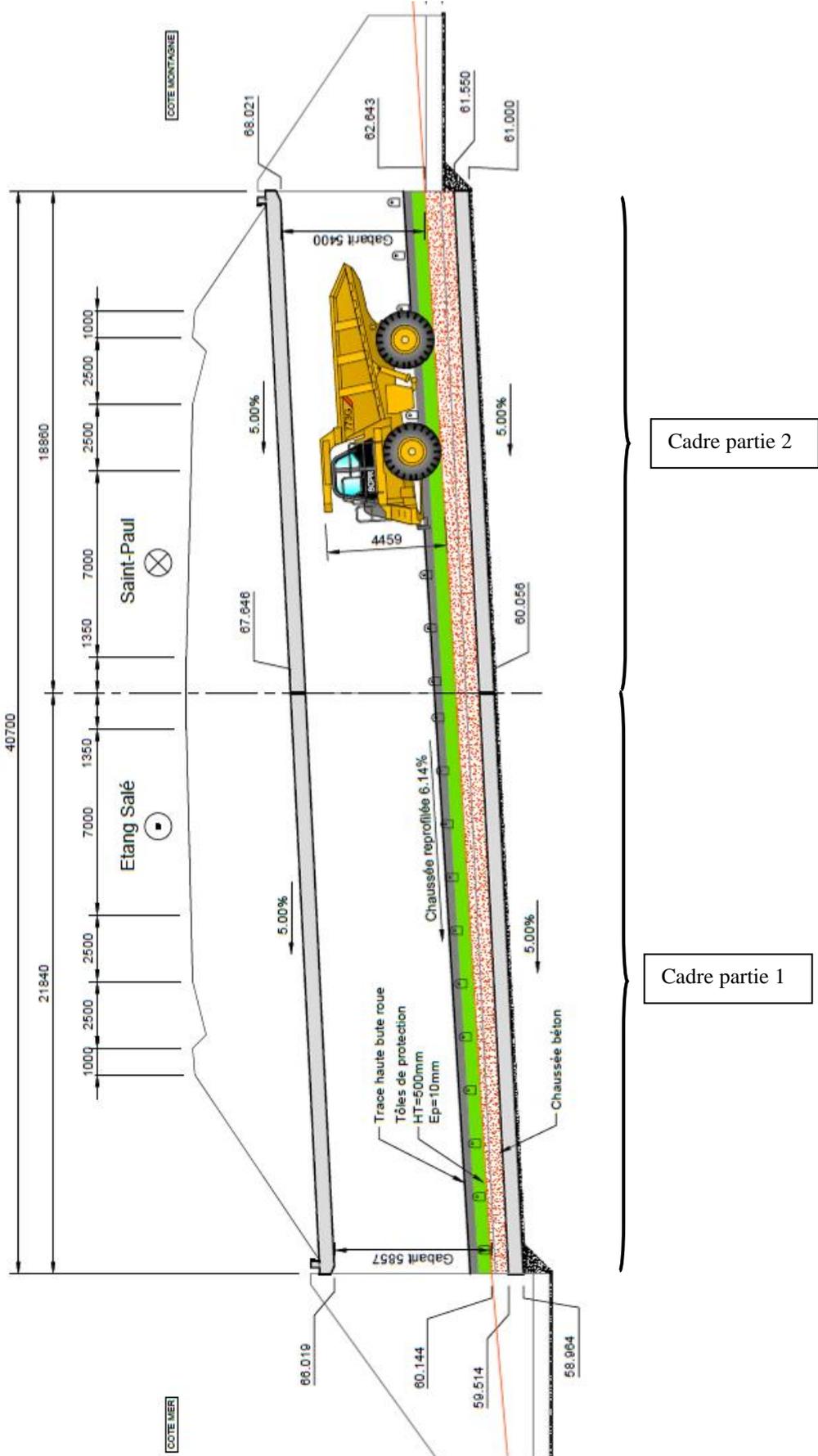
Références diverses :

- 4-295-OAE-NDC-G-010-indA - « PIOH 295 - Hypothèses particulières »
- 4-295-OAE-NDC-G-011-indA - « PIOH 295 - Listings PICF-EL »
- 4-295-OAE-NDC-G-012-indC - « PIOH 295 -Note de calculs complémentaire du cadre »
- 4-295-OAE-NDC-G-013-indB - « PIOH 295 - Note de calculs des murs »
- 4-295-OAE-COF-G-030-indC - « PIOH 295 - Implantation et vue en plan »
- 4-295-OAE-COF-G-031-indD - « PIOH 295 - Ensemble et coupes »
- 4-295-OAE-COF-G-032-indB - « PIOH 295 - Coffrage cadre »
- 4-295-OAE-COF-M-033-indC - « PIOH 295 - Coffrage murs »
- 4-295-OAE-ARM-G-060-indB - « PIOH 295 - Armature cadre »
- 4-295-OAE-ARM-G-061-indA - « PIOH 295 - Armature murs M1 et M2»
- 4-295-OAE-ARM-G-062-indA - « PIOH 295 - Armature murs M3 et M4»

Nota : On donne page suivantes des extraits de coffrage représentant la solution d'adaptation du PIOH 295 permettant le passage des tombereaux 773G.

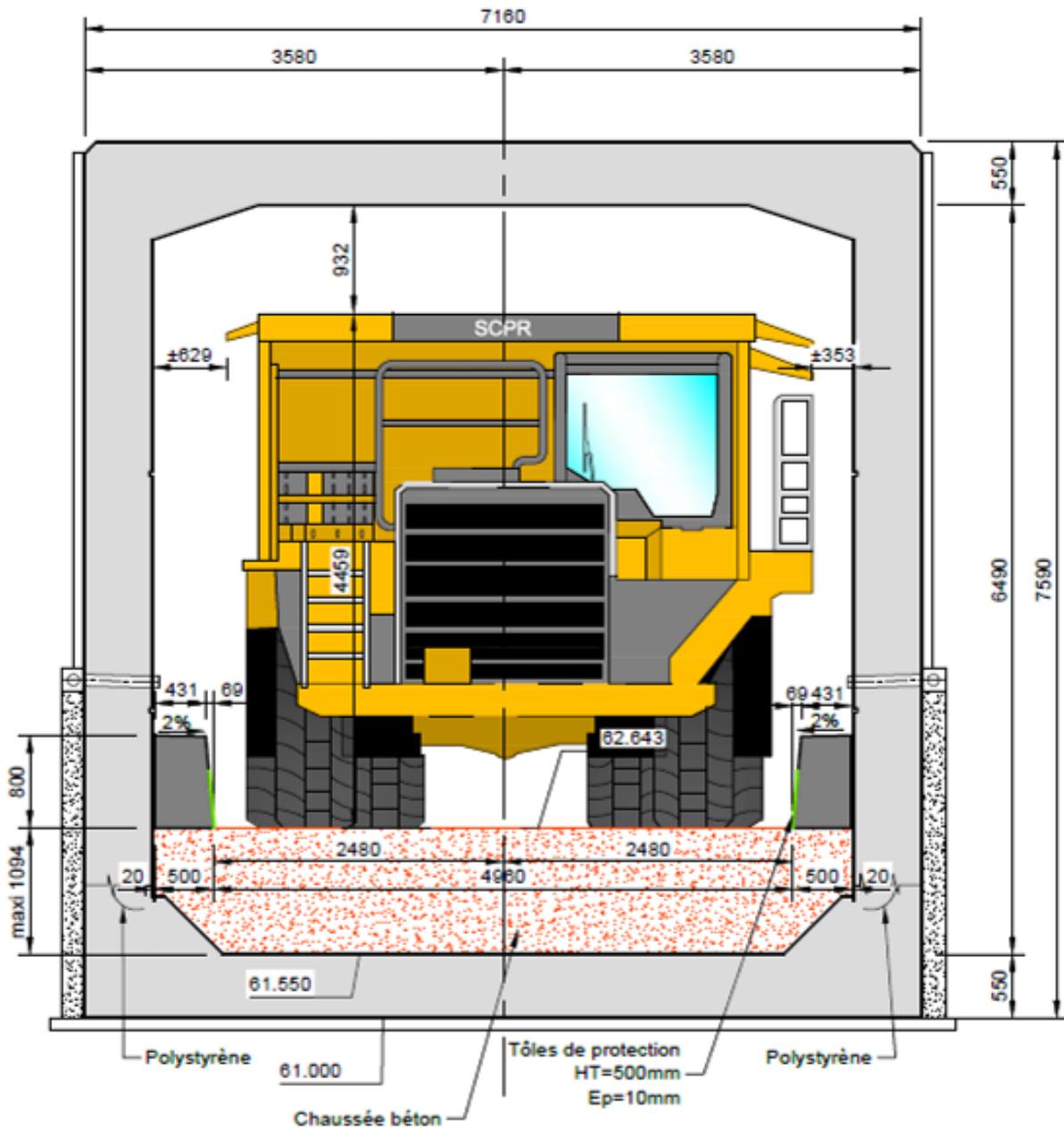
COUPE LONGITUDINALE A L'AXE OA

Ech : 1/150



COUPE TRANSVERSALE CÔTE MER

Ech : 1/50



II. HYPOTHESES

On donne ici une synthèse succincte des hypothèses retenues pour la vérification des différents éléments. La plupart des hypothèses sont directement récupérées dans la note d'hypothèses particulières ayant servi au dimensionnement du cadre lors de sa réalisation

- **Béton armé :**

On retient un béton C30/37 dans le calcul avec une valeur d'enrobage de 3cm.

On retient des armatures de nuance FE400 dans le calcul en considérant une fissuration peu préjudiciable dans le cas des charges de service.

On retient des armatures de nuance FE500 dans le calcul en considérant une fissuration préjudiciable dans le cas des charges de tombereau 773G.

- **Géotechnique :**

- Cadre :

On retient les contraintes admissibles suivantes : $q'ELS = 0.35MPa$
 $q'ELU = 0.52MPa$

On retient une hypothèse de ressort de sol de 15MPa/m

- Murs:

On retient l'hypothèse d'un sol frottant avec une contrainte de rupture $q'u = 1.05MPa$.

On retient un angle de frottement interne de 30° dans le remblai,

On retient une hypothèse de ressort de sol de 15MPa/m

- **Charges permanentes :**

On considère une densité de 2.0t/m³ dans le cas du remblai existant sur la traverse inférieure du cadre.

On considère une densité de 2.5t/m³ dans le cas de la chaussée béton envisagée sur la traverse inférieure du cadre.



C

- **Surcharges des engins de chantier :**

On donne dans les pages suivantes les extraits des documentations techniques des engins.

Tombereaux 773G :

On retient un poids total maximum de 113.80t en charge. La documentation annonce une répartition approximative de 35% sur l'essieu avant et de 65% à l'arrière en charge.

Soit un essieu avant de 40t et un essieu arrière de 74t, on retient une diffusion de 45° à travers la chaussée béton et à travers la traverse inférieure du cadre.

On tient compte d'une majoration de 20% des charges nominales (cf guide PICF-EL du SETRA)

Tombereaux 773E :

On retient un poids total maximum de 110.15t en charge. La documentation annonce une répartition approximative de 33.3% sur l'essieu avant et de 66.7% à l'arrière en charge.

Soit un essieu avant de 36.7t et un essieu arrière de 73.5t.

Les dimensions principales (empattement, largeur hors tout des pneus, gabarit routier) du tombereau 773E sont quasiment identiques à celle du tombereau 773 G, on peut donc en conclure que le tombereau 773G est dimensionnant par rapport au tombereau 773E.

Convoi type de 1^{ère} catégorie (PTC < 45t) :

On retient un poids total maximum de 45t en charge. La documentation annonce plusieurs répartitions possibles entre les essieux avant et arrière.

Le cas le plus défavorable correspond à un essieu avant de 12t et un couple d'essieu arrière de 33t.

Ces poids sont beaucoup plus faibles que ceux des tombereaux, le convoi de 45t n'est donc pas dimensionnant.

Véhicules légers :

Il est évident que les véhicules légers ne sont pas dimensionnants par rapport au tombereau 773E.

Conclusion :

Nous menons l'étude en considérant uniquement le tombereau 773G.

**Tombereau 773 G :****Caractéristiques du Tombereau de chantier 773G****Calcul poids/charge utile (exemple Tier 4 Final)**

773G à fond plat		354-7800	377-6300	377-6302
		Benne de base	Benne de base/Renfort	Renfort en caoutchouc
Fond/Paroi latérale/Paroi avant	mm	20/10/12	36/18/22	102/8/8 + 20/10/12
Capacité de charge utile	m ³	35,5	35,0	33,3
	mm	20	36	102
Poids brut en ordre de marche cible	kg	102 739	102 739	102 739
Poids du châssis à vide	kg	35 708	35 708	35 708
Poids de la benne	kg	11 424	15 217	15 911
Poids de la machine à vide	kg	47 132	50 925	51 619
Équipements				
Taille du réservoir de carburant	l	795	795	795
Réservoir de carburant rempli à 100 %	kg	669	669	669
Poids en ordre de marche (à vide)**	kg	47 801	51 594	52 288
Charge utile cible*	kg	54 938	51 145	50 451
Charge utile cible*	tonnes métriques	54,9	51,1	50,5
Politique 10/10/20*				
Charge utile nominale – 100 %	kg	54 938	51 145	50 451
Charge utile de travail maximale – 110 %	kg	60 432	56 259	55 496
Ne doit pas dépasser la charge utile – 120 %	kg	65 925	61 374	60 541
Poids total maximum autorisé en charge*	kg	113 726	112 968	112 829
773G à double déclive				
		354-7810	377-6310	Pas de renfort en caoutchouc
		Benne de base	Benne de base/Renfort	
Fond/Paroi latérale/Paroi avant	mm	20/10/12	36/18/22	
Capacité de charge utile	m ³	35,8	35,2	
	mm	20	36	
Poids brut en ordre de marche cible	kg	102 739	100 698	
Poids du châssis à vide	kg	35 708	35 708	
Poids de la benne	kg	11 047	14 773	
Poids de la machine à vide	kg	46 755	50 481	
Équipements				
Taille du réservoir de carburant	l	795	795	
Réservoir de carburant rempli à 100 %	kg	669	669	
Poids en ordre de marche (à vide)**	kg	47 424	51 150	
Charge utile cible*	kg	55 315	49 548	
Charge utile cible*	tonnes métriques	55,3	49,5	
Politique 10/10/20*				
Charge utile nominale – 100 %	kg	55 315	49 548	
Charge utile de travail maximale – 110 %	kg	60 847	54 503	
Ne doit pas dépasser la charge utile – 120 %	kg	66 378	59 458	
Poids total maximum autorisé en charge*	kg	113 802	110 608	

*Se reporter à la politique de surcharge 10/10/20 de Caterpillar.

**Inclut le poids de tous les équipements.

**Répartition du poids (approximative)**

Essieu avant – À vide	53 %
Essieu avant – En charge	35 %
Essieu arrière – À vide	47 %
Essieu arrière – En charge	65 %

Suspension

Course du vérin à vide/ en charge – Avant	234 mm
Course du vérin à vide/ en charge – Arrière	149 mm
Oscillation de l'essieu arrière	8,1°

Niveaux sonores

Normes acoustiques

- Le niveau de pression acoustique équivalent (Leq) pour le conducteur est de 76 dB(A) lorsque la norme SAE J1166 FEB2008 est utilisée pour mesurer la valeur dans une cabine fermée. Il s'agit du niveau d'exposition sonore enregistré pendant un cycle de travail, pour une cabine correctement montée et entretenue. Les tests ont été réalisés avec les portes et vitres fermées.
- Pour une machine standard, le niveau de pression acoustique extérieur mesuré à une distance de 15 m selon les procédures de test de la norme SAE J88:2008 (machine à mi-régime) est de 86 dB(A).
- Le port de protections auditives peut s'avérer nécessaire lorsque le conducteur travaille dans une cabine ouverte (qui n'est pas correctement entretenue ou dont les portes/vitres sont ouvertes) pendant de longues périodes ou dans un environnement bruyant.

Contenances

Réservoir de carburant	795 l
Circuit de refroidissement	171 l
Carter	90 l
Différentiels et réducteurs	145 l
Réservoir de liquide de direction	36 l
Circuit de direction (réservoir inclus)	54 l
Réservoir hydraulique de benne/frein	176 l
Circuit de benne/frein	322 l
Convertisseur de couple/Système de transmission HRC	70 l
Convertisseur de couple/Système de transmission LRC	61 l

Direction

Normes de direction	SAE J1511 FEB94 ISO 5010:1992
Angle de braquage	31°
Rayon de braquage – Avant	23,5 m
Diamètre de dégagement pour le braquage	26,1 m

Pneus

Pneu standard	24.00R35 (E4)
---------------	---------------

- La capacité de production du Tombereau 773G est telle que certaines conditions de travail peuvent nécessiter une capacité en TKPH (de série ou en option) supérieure pour que la production ne soit pas limitée.
- Caterpillar conseille de réaliser une étude complète de l'application prévue et de consulter le fournisseur pour le choix des pneus les plus appropriés.

Cadre ROPS

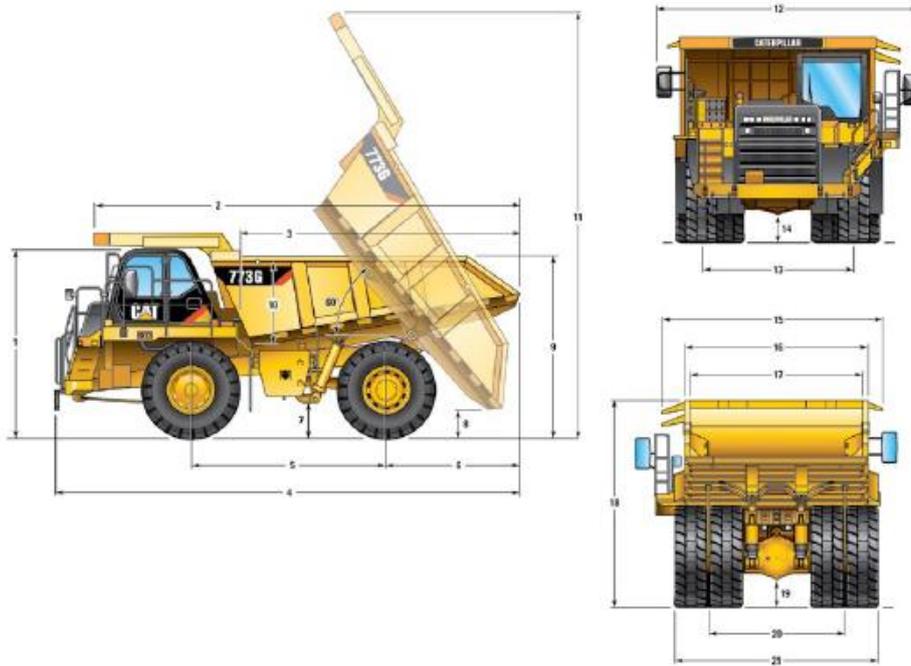
Normes ROPS/FOPS

- Le cadre de protection en cas de retournement (ROPS) proposé par Caterpillar est conforme à la norme ISO 3471:2008.
- Le cadre de protection contre les chutes d'objets (FOPS) est conforme à la norme ISO 3449:2005 Niveau II.

Caractéristiques du Tombereau de chantier 773G

Dimensions

Toutes les dimensions sont approximatives.



	Double déclive	Fond plat
1 Hauteur au sommet du cadre ROPS	4 108 mm	4 108 mm
2 Longueur hors tout de la benne	9 216 mm	9 293 mm
3 Longueur intérieure de la benne	6 100 mm	6 100 mm
4 Longueur hors tout	10 070 mm	10 146 mm
5 Empattement	4 215 mm	4 215 mm
6 De l'essieu arrière à la partie arrière	2 925 mm	3 006 mm
7 Garde au sol	759 mm	759 mm
8 Hauteur de vidage	639 mm	1 640 mm
9 Hauteur de chargement (à vide)	3 771 mm	3 771 mm
10 Profondeur intérieure de la benne (maximale)	1 773 mm	1 727 mm
11 Hauteur hors tout (benne relevée)	9 284 mm	9 280 mm
12 Largeur en ordre de marche	5 673 mm	5 673 mm
13 Largeur à l'axe central des pneus avant	3 205 mm	3 205 mm
14 Garde au sol de la protection moteur	703 mm	703 mm
15 Largeur hors tout du toit de benne	4 886 mm	4 886 mm
16 Largeur extérieure de la benne	3 922 mm	3 922 mm
17 Largeur intérieure de la benne	3 654 mm	3 654 mm
18 Hauteur à l'avant du toit	4 459 mm	4 459 mm
19 Garde au sol de l'essieu arrière	560 mm	560 mm
20 Largeur à l'axe central des pneus jumelés arrière	2 929 mm	2 929 mm
21 Largeur hors tout des pneus	4 411 mm	4 411 mm

**Tombereau 773 E :****Plancher plat**

Poids approximatifs.

Poids total	99 300 kg
Châssis	32 200 kg
Benne	9 550 kg
Renfort standard	4000 kg
Essieu avant	
à vide	47,3%
en charge	33,3%
Essieu arrière	
à vide	52,7%
en charge	66,7%

Capacité – coefficient de remplissage 100%

A ras	26,6 m ³
A refus 3/1	32,6 m ³
A refus 2/1 (SAE)	35,5 m ³
A refus 1/1	43,9 m ³

Renforts de benne

Fond	16 mm
Flanc	8 mm
Avant	8 mm

Double déclive

Poids approximatifs.

Poids brut du véhicule	99 300 kg
Châssis	32 200 kg
Benne	9210 kg
Renforts standard	3900 kg
Essieu avant	
à vide	47,3%
en charge	33,3%
Essieu arrière	
à vide	52,7%
en charge	66,7%

Capacité – coefficient de remplissage 100%

A ras	26,6 m ³
A refus 3/1	32,4 m ³
A refus 2/1 (SAE)	35,2 m ³
A refus 1/1	43,3 m ³

Renforts de benne

Fond	16 mm
Flanc	8 mm
Avant	8 mm

ROPS

Le bâti ROPS est conforme à la norme ISO 3741:1994

Le bâti de protection en cas de retournement (ROPS) est offert de série par Caterpillar.

Niveaux sonores**Bruit extérieur**

Lorsque l'ensemble d'insonorisation fourni en option est correctement monté et entretenu, cette machine est conforme à la directive européenne 2000/14/CE relative aux machines utilisées à l'extérieur.

Pression acoustique dans le poste de conduite

Le niveau de pression acoustique, mesuré selon la norme ISO 6394:1998, est inférieur à 79 dB(A) dans la cabine offerte par Caterpillar, correctement montée et entretenue, avec portières et vitres fermées.

Pneus

Standard: 24.00-R35 (E4)

- Les possibilités du 773E sont telles que, dans certaines conditions de travail, la capacité des pneus de série ou fournis en option (donnée par l'indice t-km/h) pourrait être dépassée et obligerait à réduire la production.
- Caterpillar conseille à l'utilisateur de faire une étude complète de l'application prévue et de consulter le fournisseur pour le choix du pneu le plus approprié.

Poids

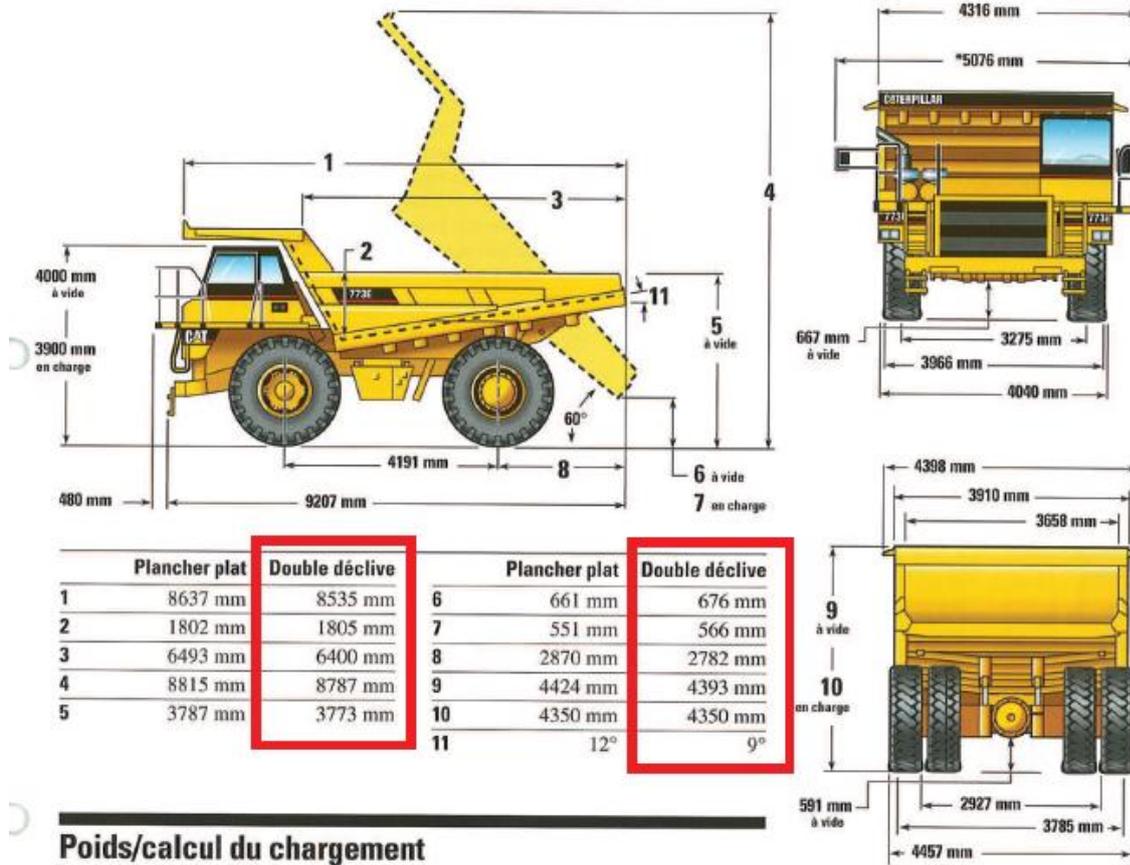
Poids brut de la machine 99 300 kg

Spécifications de fonctionnement

Capacité SAE (2/1)	35,2 m ³
Charge nominale	
Fond plat	57,8 t
Fond plat avec renforts de 16 mm	53,8 t

Dimensions

Toutes les dimensions sont approximatives.



	Plancher plat	Double déclive		Plancher plat	Double déclive
1	8637 mm	8535 mm	6	661 mm	676 mm
2	1802 mm	1805 mm	7	551 mm	566 mm
3	6493 mm	6400 mm	8	2870 mm	2782 mm
4	8815 mm	8787 mm	9	4424 mm	4393 mm
5	3787 mm	3773 mm	10	4350 mm	4350 mm
			11	12°	9°

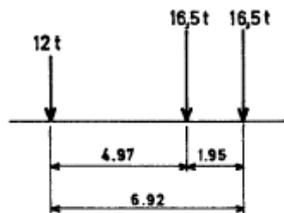
Poids/calcul du chargement

	Plancher plat	Double déclive
	kg	kg
Poids du châssis à vide	30 200	30 200
Correction pour carburant	530	530
Tolérance poids de débris sur accessoires en option (4% du châssis)	+1200	+1200
Poids du châssis	31 930	31 930
Poids benne	9550	9210
Poids accessoires de benne	+4000	+3900
Poids total à vide	45 480	45 040
Chargement souhaité	+53 820	+54 260
Poids brut en ordre de marche	99 300	99 300

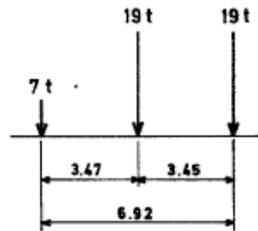
* Largeur au rétroviseur droit

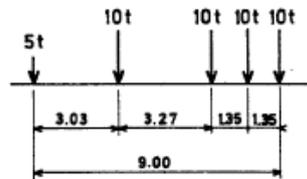
Convoi type de 1^{ère} catégorie (PTC < 45t) :
CONVOIS-TYPES DE 1^{ère} CATEGORIE (PTR ou PTC ≤ 45 T)

VERIFICATION DES OUVRAGES D'ART

 1 - TRACTEURS PTC 45 t


ROUES JUMELEES A L'ARRIERE

 2 - ENGINS DE T.P. AUTOMOTEURS PTR 45 t

 PRESSION DE GONFLAGE DES ROUES
ARRIERES ≤ 3 BARS

 3 - REMORQUES ET SEMI-REMORQUES PTR 45 t


Ces convois-types sont les configurations les plus agressives permises par la circulaire, compte tenu de ses modifications par son document d'application.

Pour la vérification des ouvrages d'art, ces convois-types sont couverts par A(1) et Bc.

III. METHODOLOGIE

Cadre :

Dans un premier temps, on réalise 2 modèles plaques tenant compte de la géométrie exacte du cadre et donc de la rigidité réelle de la structure. Les éléments structurels sont modélisés au feuillet moyen. Ce modèle plaque est appuyé sur un ressort surfacique, on néglige ici la rigidité amenée par les goussets.

Ce modèle à pour but de récupérer les efforts internes dans le cadre sous le cas de charge du passage des tombereaux et sous la charge permanente de la chaussée béton/longrine.

On additionne dans un second temps les efforts internes obtenus avec le modèle avec ceux obtenues lors du dimensionnement du cadre.

On vérifie ensuite le ferrailage du cadre existant.

Murs :

On réalise un modèle plaque complet des murs M3 et M4, on retire des ces modèles les informations nécessaires à la vérification de la stabilité et à la vérification du ferrailage des murs.

Nota : Tous les modèles effectués dans la présente note sont réalisés avec le logiciel SCIA Engineer.

IV. VERIFICATION DU CADRE

1. CHARGEMENT

- **Chaussée béton cadre partie 1:**

On intègre ici une charge surfacique triangulaire représentant la différence entre la charge de remblai actuel sur traverse inférieure et la chaussée béton envisagée :

$$\text{Remblai point haut} : 2.052\text{m} \times 2.0\text{t}/\text{m}^3 = 4.10\text{t}/\text{m}^2$$

$$\text{Remblai point bas} : 1.394\text{m} \times 2.0\text{t}/\text{m}^3 = 2.79\text{t}/\text{m}^2$$

$$\text{Chaussée béton point haut} : 1.093\text{m} \times 2.5\text{t}/\text{m}^3 = 2.73\text{t}/\text{m}^2$$

$$\text{Chaussée béton point bas} : 0.878\text{m} \times 2.5\text{t}/\text{m}^3 = 2.19\text{t}/\text{m}^2$$

On tient compte de la surcharge suivante dans le modèle :

$$\text{Point haut} : G1 = -1.37\text{t}/\text{m}^2 \text{ (charge ascendante)}$$

$$\text{Point bas} : G1 = -0.54\text{t}/\text{m}^2 \text{ (charge ascendante)}$$

- **Chaussée béton cadre partie 2:**

On intègre ici une charge surfacique triangulaire représentant la différence entre la charge de remblai sur traverse inférieure actuel et la chaussée béton envisagée :

$$\text{Remblai point haut} : 1.394\text{m} \times 2.0\text{t}/\text{m}^3 = 2.79\text{t}/\text{m}^2$$

$$\text{Remblai point bas} : 0.628\text{m} \times 2.0\text{t}/\text{m}^3 = 1.26\text{t}/\text{m}^2$$

$$\text{Chaussée béton point haut} : 0.878\text{m} \times 2.5\text{t}/\text{m}^3 = 2.19\text{t}/\text{m}^2$$

$$\text{Chaussée béton point bas} : 0.628\text{m} \times 2.5\text{t}/\text{m}^3 = 1.57\text{t}/\text{m}^2$$

On tient compte de la surcharge suivante dans le modèle :

$$\text{Point haut} : G1 = -0.60\text{t}/\text{m}^2 \text{ (charge ascendante)}$$

$$\text{Point bas} : G1 = 0.31\text{t}/\text{m}^2 \text{ (charge descendante)}$$



- Longrines périphériques:

On tient compte du poids propre des longrines béton armé servant de protection aux piédroits du cadre.

$G2=0.8*2.5 = 2t/m^2$ appliqué sur une largeur de 0.68m.

- Tombereau 773G cadre partie 1:

On regarde ici l'enveloppe des deux cas suivants :

- Impact d'un tombereau avec une hauteur de diffusion de $(1.093+0.55/2) = 1.368m$
- Impact d'un tombereau avec une hauteur de diffusion de $(0.878+0.55/2) = 1.153m$

On étudie une seule disposition transversale des charges, on tient compte d'un pas longitudinale de 1m pour placer les charges sur la traverse inférieure.

On tient compte d'une surface d'impact d'un ensemble de 2 pneus de $0.2*1.27m$.

- Essieu avant :

H=1.368m : on obtient une surface d'impact de $2.93*4.0=11.74m$ et une surcharge au feuillet moyen de $(40/2)/(11.74) = 1.70t/m^2$

H=1.153m : on obtient une surface d'impact de $2.50*3.576=8.94m$ et une surcharge au feuillet moyen de $(40/2)/(8.94) = 2.24t/m^2$

- Essieu arrière:

H=1.368m : on obtient une surface d'impact de $2.93*4.0=11.74m$ et une surcharge au feuillet moyen de $(74/2)/(11.74) = 3.15t/m^2$

H=1.153m : on obtient une surface d'impact de $2.50*3.576=8.94m$ et une surcharge au feuillet moyen de $(74/2)/(8.94) = 4.14t/m^2$



- **Tombereau 773G cadre partie 2:**

On regarde ici l'enveloppe des deux cas suivants :

- Impact d'un tombereau avec une hauteur de diffusion de $(0.878+0.55/2) = 1.153\text{m}$
- Impact d'un tombereau avec une hauteur de diffusion de $(0.628+0.55/2) = 0.903\text{m}$

On étudie une seule disposition transversale des charges, on tient compte d'un pas longitudinale de 0.5m pour placer les charges sur la traverse inférieure.

On tient compte d'une surface d'impact d'un ensemble de 2 pneus de $0.2*1.27\text{m}$.

- Essieu avant :

H=1.153m : on obtient une surface d'impact de $2.50*3.576=8.94\text{m}$ et une surcharge au feuillet moyen de $(40/2)/(8.94) = 2.24\text{t/m}^2$

H=0.903m : on obtient une surface d'impact de $2.00*3.076=6.152\text{m}$ et une surcharge au feuillet moyen de $(40/2)/(6.15) = 3.25\text{t/m}^2$

- Essieu arrière:

H=1.153m : on obtient une surface d'impact de $2.50*3.576=8.94\text{m}$ et une surcharge au feuillet moyen de $(74/2)/(8.94) = 4.14\text{t/m}^2$

H=0.903m : on obtient une surface d'impact de $2.00*3.076=6.152\text{m}$ et une surcharge au feuillet moyen de $(74/2)/(6.15) = 6.02\text{t/m}^2$

2. MODELISATION

On donne les extraits de modélisation du cadre partie 1 en Annexe A.

3. SOLLICITATIONS ET FERRAILLAGE

3-1. MOMENTS FLECHISSANT

a) Moment longitudinaux cadre partie 1 et 2

On donne ci-dessous le tableau récapitulatif des moments fléchissant déterminé par le calcul PICF-EL :

PIOH 295

PICF-EL NO 2399- DU 06-06-06 PAGE 10

MOMENTS FLECHISSANTS EXTREMES (KN*M) DANS LA TRAVERSE INFERIEURE
(LES ABCISSES SONT COMPTEES A PARTIR DE L'ANGLE)

ABS. SECTION	<----- CHANTIER ----->															<----- SERVICE----->		MOMENTS DE CALCUL	
	CHARGE PERM E.L.S. E.L.U.	REMB	ECG	TEMP	CHARGE PERM E.L.S. E.L.U.	REMB	TROT	AL	BC	BT	MC	ME	EX	E.L.S.	E.L.U.				
0.00	MAX MIN	-152. -215.	-152. -291.	0. -24.	0. -27.	5. -5.	-305. -438.	-305. -592.	0. -24.	0. -1.	0. -20.	0. -15.	0. -11.	0. 0.	0. 0.	-149. -495.	-152. -663.		
0.50	MAX MIN	-68. -126.	-68. -170.	0. -23.	6. -5.	5. -5.	-104. -207.	-101. -282.	0. -23.	0. 0.	4. -3.	3. -2.	2. -2.	0. 0.	0. 0.	-58. -242.	-59. -325.		
1.00	MAX MIN	0. -56.	19. -94.	0. -21.	25. -2.	4. -4.	70. -48.	127. -114.	0. -21.	1. 0.	18. -1.	14. -1.	10. -1.	0. 0.	0. 0.	95. -87.	157. -150.		
1.50	MAX MIN	51. -3.	86. -37.	0. -19.	39. 0.	4. -4.	197. 72.	295. 13.	0. -19.	1. 0.	28. 0.	21. 0.	16. 0.	0. 0.	0. 0.	234. -29.	342. -68.		
2.00	MAX MIN	87. 36.	132. 6.	0. -17.	47. 0.	3. -3.	284. 158.	411. 105.	0. -17.	1. 0.	35. 0.	26. 0.	20. 0.	0. 0.	0. 0.	330. 13.	468. -22.		
2.50	MAX MIN	109. 62.	162. 34.	0. -16.	51. 0.	3. -3.	340. 214.	483. 165.	0. -16.	1. 0.	39. 0.	29. 0.	22. 0.	0. 0.	0. 0.	390. 41.	548. 9.		
3.00	MAX MIN	121. 75.	177. 49.	0. -15.	52. 0.	3. -3.	367. 242.	519. 196.	0. -15.	1. 0.	42. 0.	30. 0.	23. 0.	0. 0.	0. 0.	420. 55.	588. 25.		
3.31	MAX MIN	123. 77.	179. 51.	0. -15.	52. 0.	3. -3.	372. 247.	525. 201.	0. -15.	1. 0.	42. 0.	30. 0.	24. 0.	0. 0.	0. 0.	425. 58.	594. 27.		

On donne pages suivante les synthèses de moments fléchissant et de sections d'acier pour la partie 1 et la partie 2 du cadre.



Cadre partie 1 :

Synthèse des moments longitudinaux dans la traverse inf - cadre partie1:

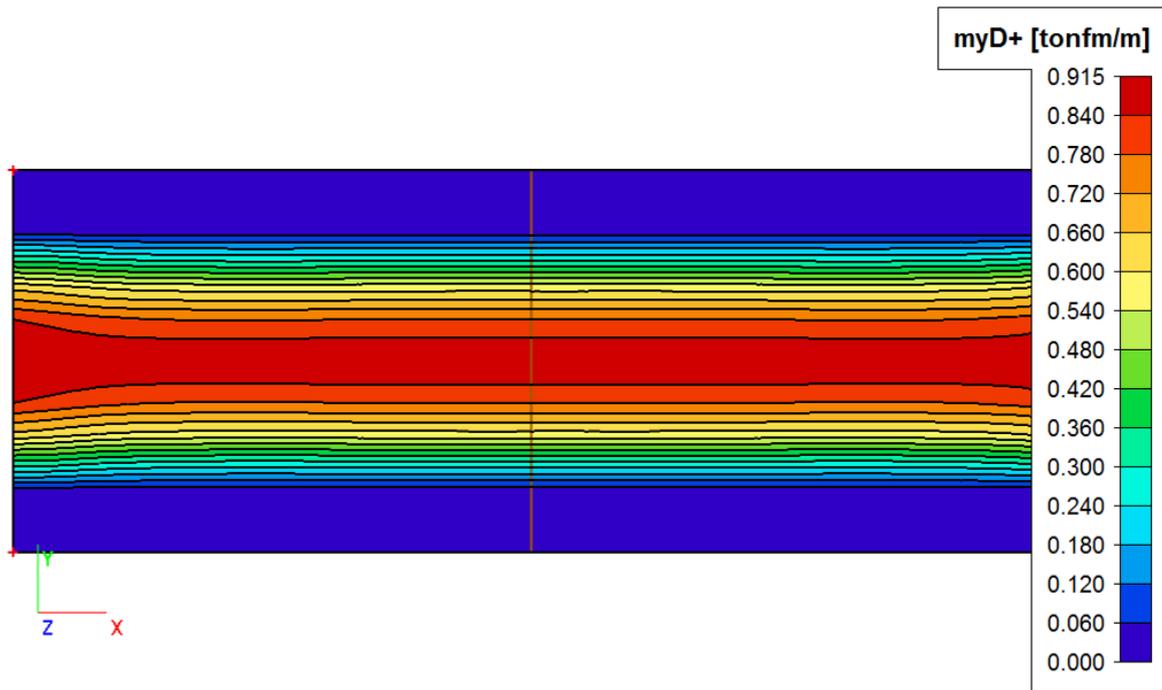
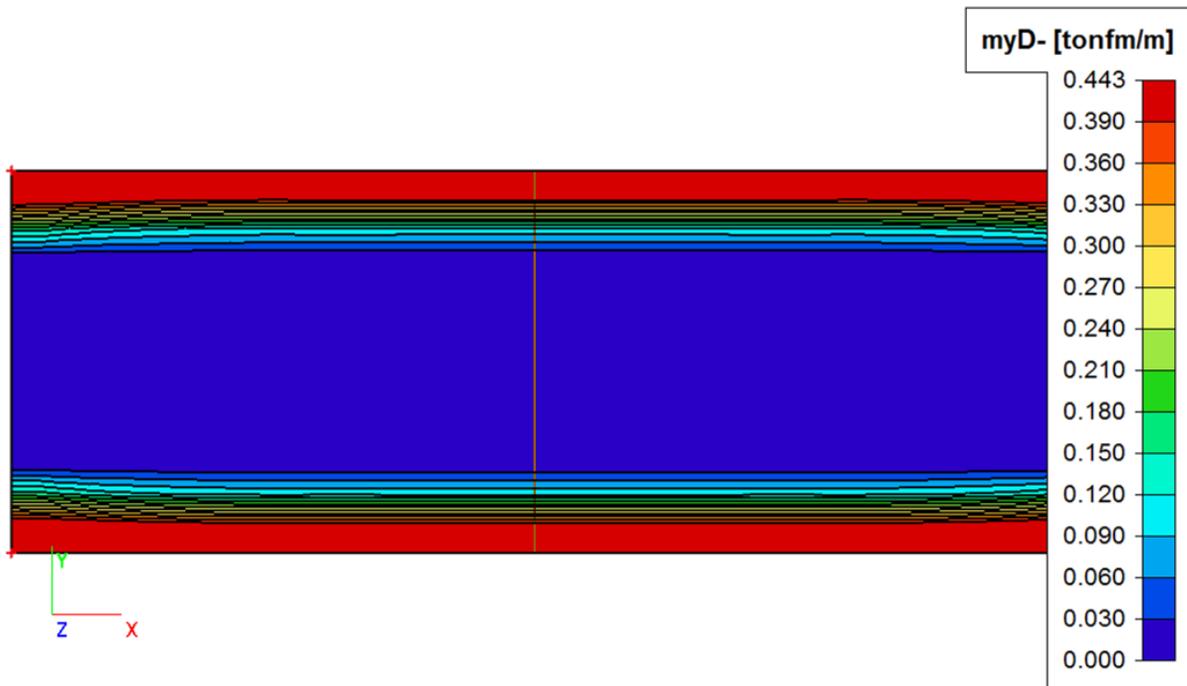
On donne ci-dessous la synthèse des moments transversaux dus aux charges permanentes

Abcisse:	MservELU	Mchaussée	Mlongrine	Mtotal
0,00	-15,20	0,00	0,00	-15,20
	-66,30	0,00	-0,44	-66,89
0,50	-5,90	0,00	0,00	-5,90
	-32,50	0,00	-0,40	-33,04
1,00	15,70	0,00	0,00	15,70
	-15,00	0,00	-0,11	-15,15
1,50	34,20	0,00	0,27	34,56
	-6,80	0,00	0,00	-6,80
2,00	46,80	0,00	0,58	47,58
	-2,20	0,00	0,00	-2,20
2,50	54,80	0,00	0,77	55,84
	0,90	0,00	0,00	0,90
3,00	58,80	0,00	0,87	59,97
	2,50	0,00	0,00	2,50
3,31	59,40	0,00	0,92	60,64
	2,70	0,00	0,00	2,70

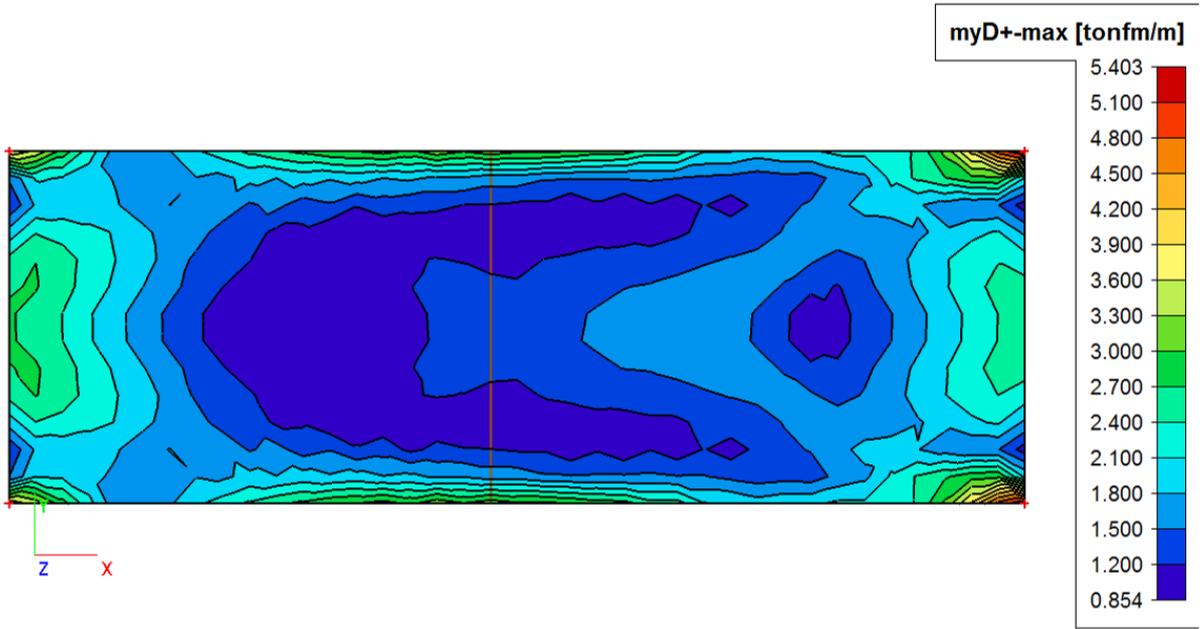
On donne ci-dessous la synthèse des moments transversaux dus aux charges passage des tombereaux
Les moments nominaux sont pondérés par 1,2

Abcisse:	Mexp	Mexp pond
0,00	5,40	6,48
	-3,19	-3,83
0,50	2,09	2,50
	-1,10	-1,31
1,00	1,19	1,43
	-1,48	-1,78
1,50	1,73	2,08
	-2,65	-3,18
2,00	2,25	2,70
	-3,64	-4,37
2,50	2,50	3,00
	-4,33	-5,20
3,00	2,53	3,04
	-4,60	-5,52
3,31	2,53	3,04
	-4,65	-5,58

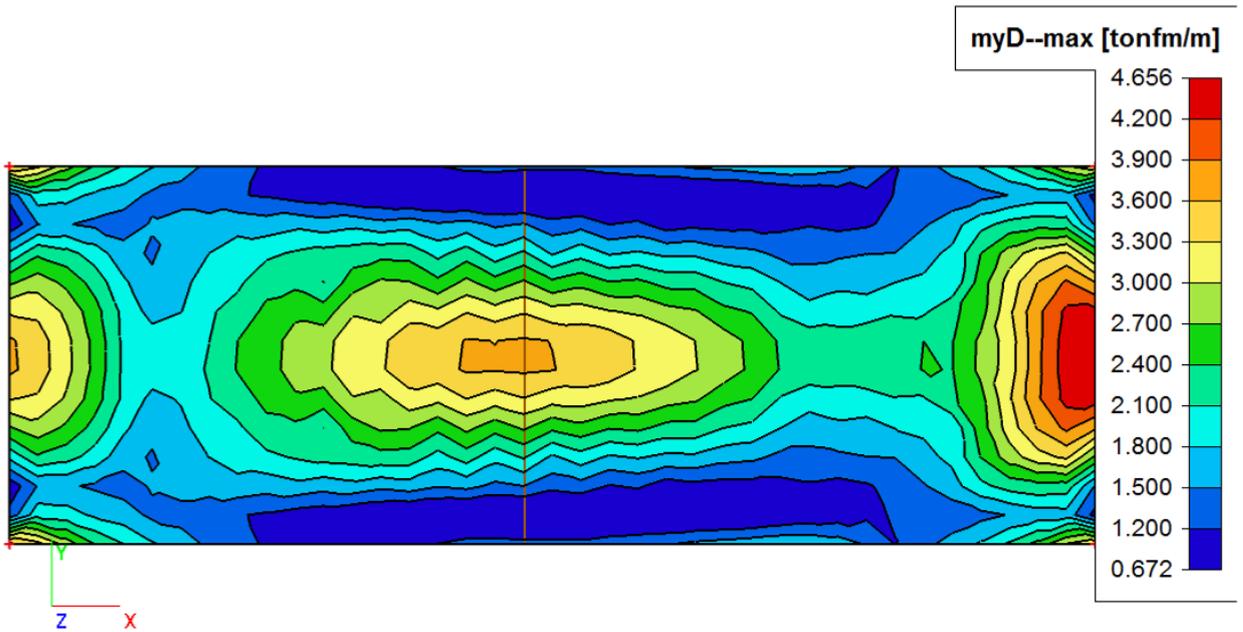
On donne en pages suivantes les diagrammes de moments transversaux du cadre partie 1, pour les cas de charges de longrines et de tombereaux.

1. Moments longi face sup: Longrines

2. Moments longi face inf: Longrines


3. Moments longi face sup: Tombereaux



4. Moments longi face inf: Tombereaux





Synthèse des sections d'acier longitudinale dans la traverse inférieure- cadre partie 1

Abscisse:	As charges service (cm ² /ml)		As passage tombereaux (cm ² /ml)		As total
0,00	Face sup	0	Face sup	5,4	5,4
	Face inf	41,2	Face inf	3,1	44,3
0,50	Face sup	0	Face sup	2	2
	Face inf	19,4	Face inf	1,1	20,5
1,00	Face sup	9	Face sup	1,2	10,2
	Face inf	8,7	Face inf	1,4	10,1
1,50	Face sup	20,3	Face sup	1,7	22
	Face inf	3,9	Face inf	2,6	6,5
2,00	Face sup	28,5	Face sup	2,2	30,7
	Face inf	1,2	Face inf	3,6	4,8
2,50	Face sup	33,8	Face sup	2,5	36,3
	Face inf	0	Face inf	4,3	4,3
3,00	Face sup	36,5	Face sup	2,5	39
	Face inf	0	Face inf	4,6	4,6
3,31	Face sup	37	Face sup	2,5	39,5
	Face inf	0	Face inf	4,6	4,6

On rappelle que la section d'acier minimale vaut 5,3cm²/ml

On vérifie ci-dessous le ferrailage nécessaire avec le ferrailage mis en œuvre:

Abscisse:	As th:		Armatures mises en œuvre:	As réelle:
0,00	Face sup	5,4	cadres HA14 e=180	8,55 ok
	Face inf	44,3	HA25 e=180 + HA20 e=180	44,68 ok
0,50	Face sup	2	HA20 e=180	17,44 ok
	Face inf	20,5	HA25 e=180 + HA20 e=180	44,68 ok
1,00	Face sup	10,2	HA20 e=180	17,44 ok
	Face inf	10,1	HA20 e=180	17,44 ok
1,50	Face sup	22	Recouvrem HA25 e=180 et HA20e=180	22,34 ok
	Face inf	6,5	HA20 e=180	17,44 ok
2,00	Face sup	30,7	HA25 e=180 + HA20 e=180	44,68 ok
	Face inf	4,8	HA20 e=180	17,44 ok
2,50	Face sup	36,3	HA25 e=180 + HA20 e=180	44,68 ok
	Face inf	4,3	HA20 e=180	17,44 ok
3,00	Face sup	39	HA25 e=180 + HA20 e=180	44,68 ok
	Face inf	4,6	HA20 e=180	17,44 ok
3,31	Face sup	39,5	HA25 e=180 + HA20 e=180	44,68 ok
	Face inf	4,6	HA20 e=180	17,44 ok

Le ferrailage mis en œuvre est supérieur au ferrailage calculé.



Cadre partie 2 :

Synthèse des moments longitudinaux dans la traverse inf - cadre partie2:

On donne ci-dessous la synthèse des moments transversaux dus aux charges permanentes

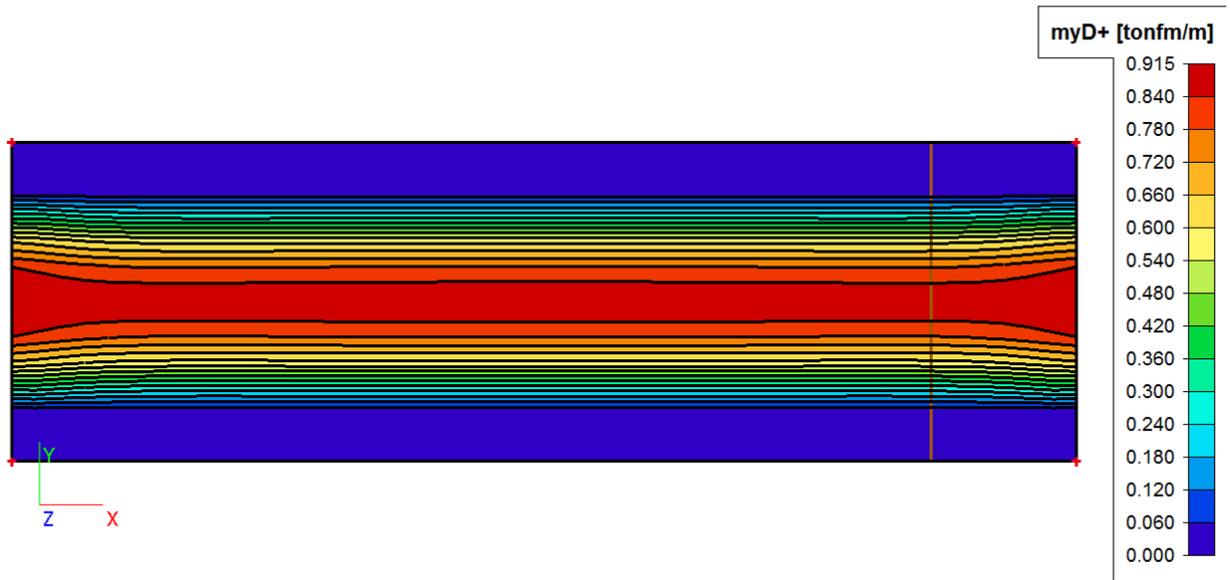
Abscisse:	MservELU	Mchaussée	Mlongrine	Mtotal
0,00	-15,20	0,00	0,00	-15,20
	-66,30	0,00	-0,44	-66,89
0,50	-5,90	0,00	0,00	-5,90
	-32,50	0,00	-0,40	-33,04
1,00	15,70	0,00	0,00	15,70
	-15,00	0,00	-0,11	-15,15
1,50	34,20	0,00	0,27	34,56
	-6,80	0,00	0,00	-6,80
2,00	46,80	0,00	0,58	47,58
	-2,20	0,00	0,00	-2,20
2,50	54,80	0,00	0,77	55,84
	0,90	0,00	0,00	0,90
3,00	58,80	0,00	0,87	59,97
	2,50	0,00	0,00	2,50
3,31	59,40	0,00	0,92	60,64
	2,70	0,00	0,00	2,70

On donne ci-dessous la synthèse des moments transversaux dus aux charges passage des tombereaux
Les moments nominaux sont pondérés par 1,2

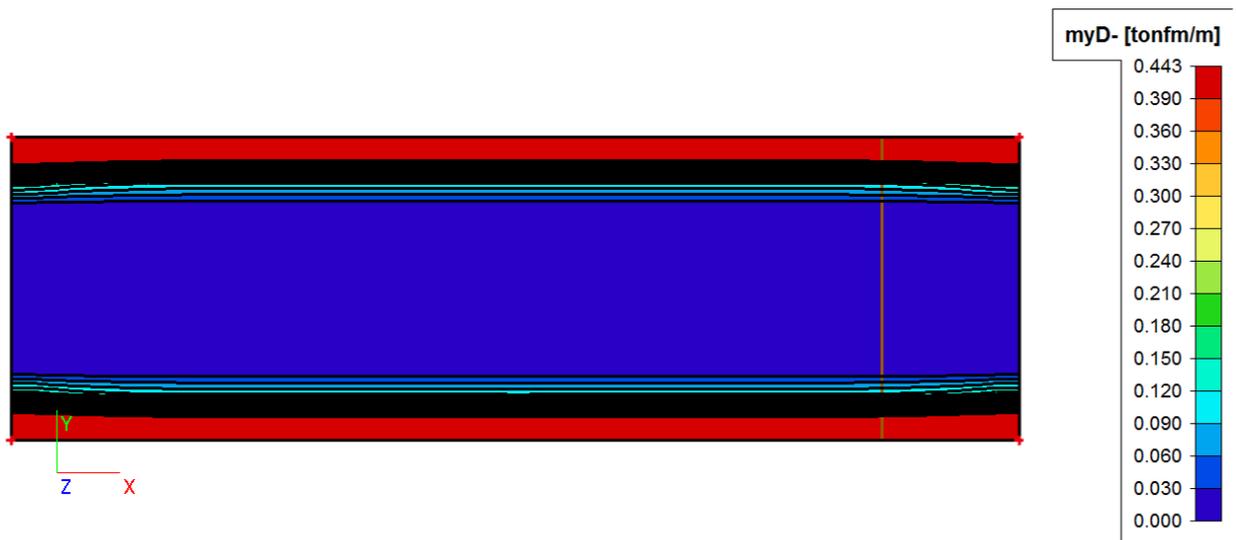
Abscisse:	Mexp	Mexp pond
0,00	7,00	8,40
	-2,97	-3,56
0,50	4,00	4,80
	-1,66	-1,99
1,00	1,49	1,79
	-3,39	-4,06
1,50	2,08	2,50
	-4,91	-5,89
2,00	2,44	2,93
	-5,58	-6,69
2,50	2,49	2,99
	-5,71	-6,85
3,00	2,49	2,99
	-5,49	-6,59
3,31	2,49	2,99
	5,48	6,58

On donne en pages suivantes les diagrammes de moments transversaux du cadre partie 2, pour les cas de charges de longrines et de tombereaux.

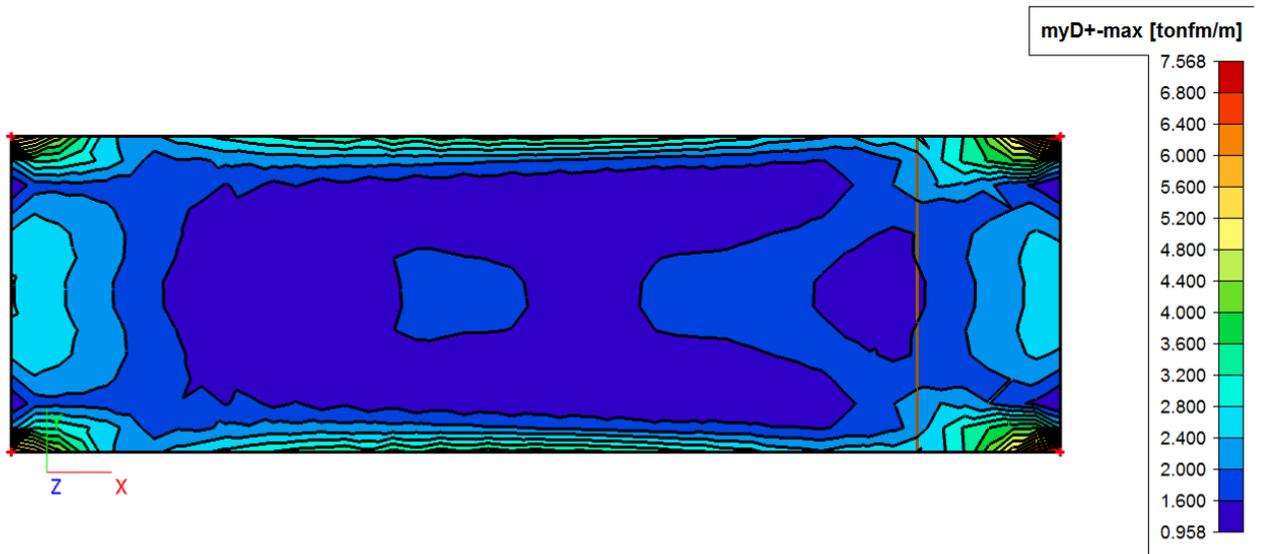
1. Moments longi face sup: Longrines



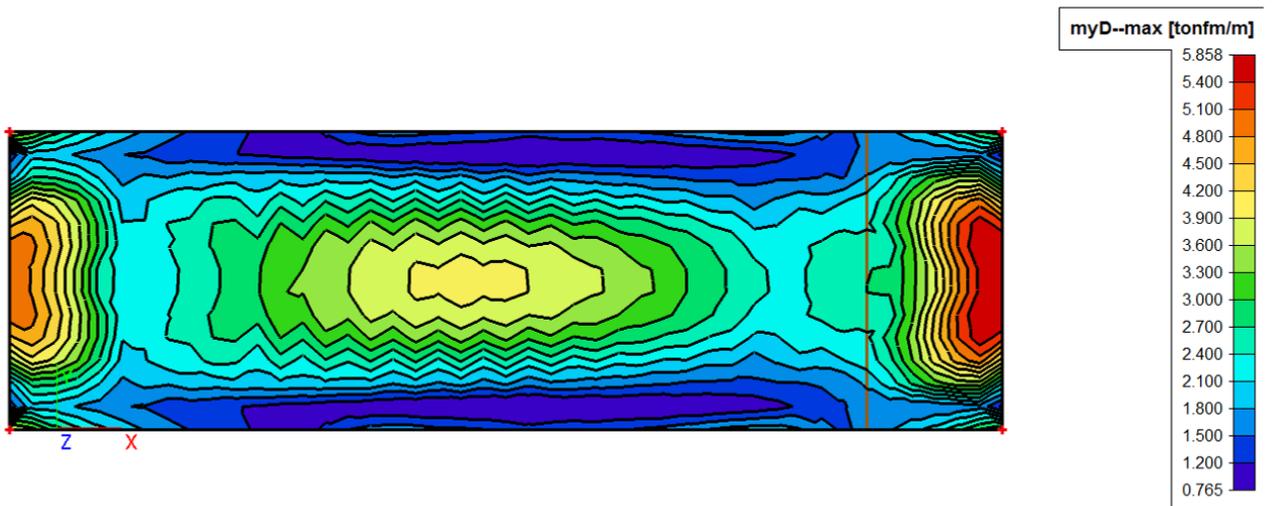
2. Moments longi face inf: Longrines



3. Moments longi face sup: Tombereaux



4. Moments longi face int: Tombereaux





Synthèse des sections d'acier longitudinale dans la traverse inférieure- cadre partie 2

Abscisse:	As charges service (cm ² /ml)		As passage tombereaux (cm ² /ml)		As total
0,00	Face sup	0	Face sup	7	7
	Face inf	41,2	Face inf	2,9	44,1
0,50	Face sup	0	Face sup	4	4
	Face inf	19,4	Face inf	1,6	21
1,00	Face sup	9	Face sup	1,5	10,5
	Face inf	8,7	Face inf	3,3	12
1,50	Face sup	20,3	Face sup	2	22,3
	Face inf	3,9	Face inf	4,9	8,8
2,00	Face sup	28,5	Face sup	2,4	30,9
	Face inf	1,2	Face inf	5,6	6,8
2,50	Face sup	33,8	Face sup	2,4	36,2
	Face inf	0	Face inf	5,7	5,7
3,00	Face sup	36,5	Face sup	2,4	38,9
	Face inf	0	Face inf	5,5	5,5
3,31	Face sup	37	Face sup	2,4	39,4
	Face inf	0	Face inf	5,5	5,5

On rappelle que la section d'acier minimale vaut 5,3cm²/ml

On vérifie ci-dessous le ferrailage nécessaire avec le ferrailage mis en œuvre:

Abscisse:	As th:	Armatures mises en œuvre:	As réelle:	
0,00	Face sup	7	cadres HA14 e=180	8,55 ok
	Face inf	44,1	HA25 e=180 + HA20 e=180	44,68 ok
0,50	Face sup	4	HA20 e=180	17,44 ok
	Face inf	21	HA25 e=180 + HA20 e=180	44,68 ok
1,00	Face sup	10,5	HA20 e=180	17,44 ok
	Face inf	12	HA20 e=180	17,44 ok
1,50	Face sup	22,3	Recouvrem HA25 e=180 et HA20e=180	22,34 ok
	Face inf	8,8	HA20 e=180	17,44 ok
2,00	Face sup	30,9	HA25 e=180 + HA20 e=180	44,68 ok
	Face inf	6,8	HA20 e=180	17,44 ok
2,50	Face sup	36,2	HA25 e=180 + HA20 e=180	44,68 ok
	Face inf	5,7	HA20 e=180	17,44 ok
3,00	Face sup	38,9	HA25 e=180 + HA20 e=180	44,68 ok
	Face inf	5,5	HA20 e=180	17,44 ok
3,31	Face sup	39,4	HA25 e=180 + HA20 e=180	44,68 ok
	Face inf	5,5	HA20 e=180	17,44 ok

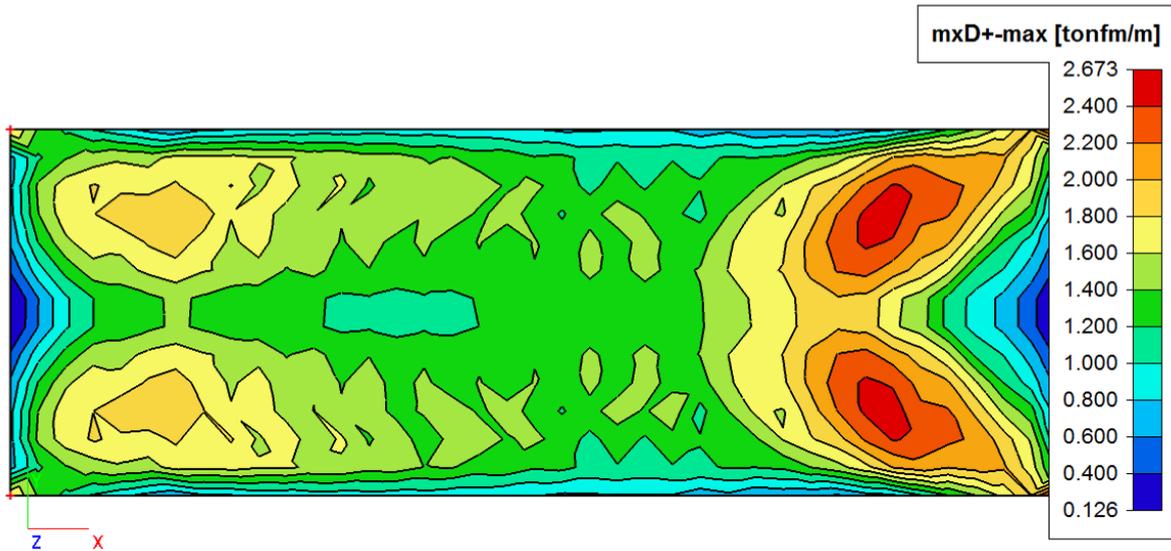
Le ferrailage mis en œuvre est supérieur au ferrailage calculé.

b) Moment transversaux cadre partie 1 et 2

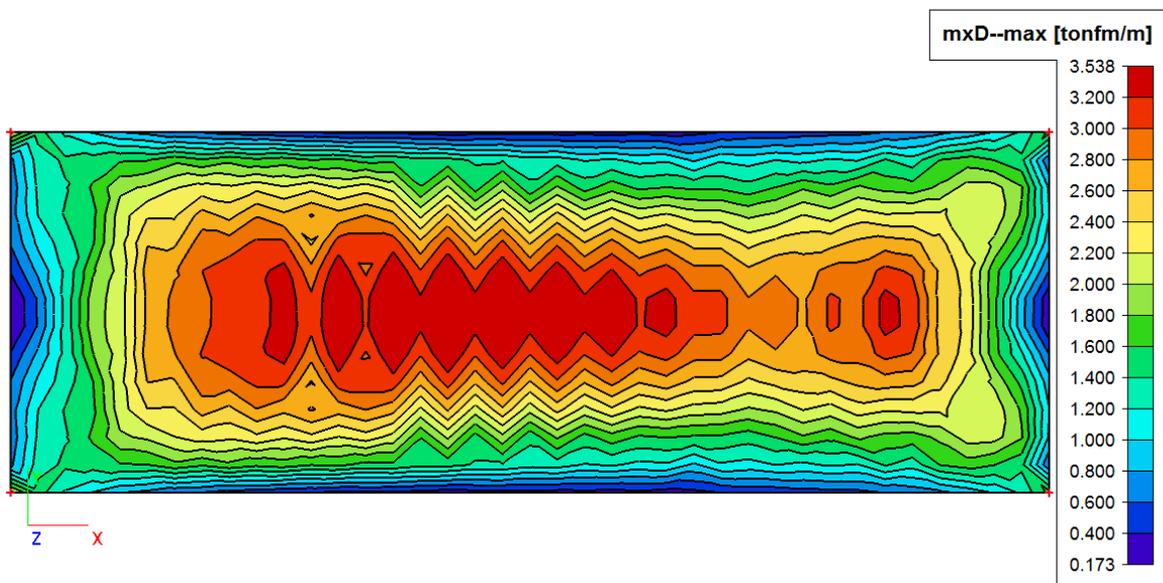
On donne pages suivantes les diagrammes de moment fléchissant non pondéré sous passages des tombereaux.

Cadre partie 1 :

5. Moment trans face sup: Tombereaux



6. Moment trans face inf: Tombereaux

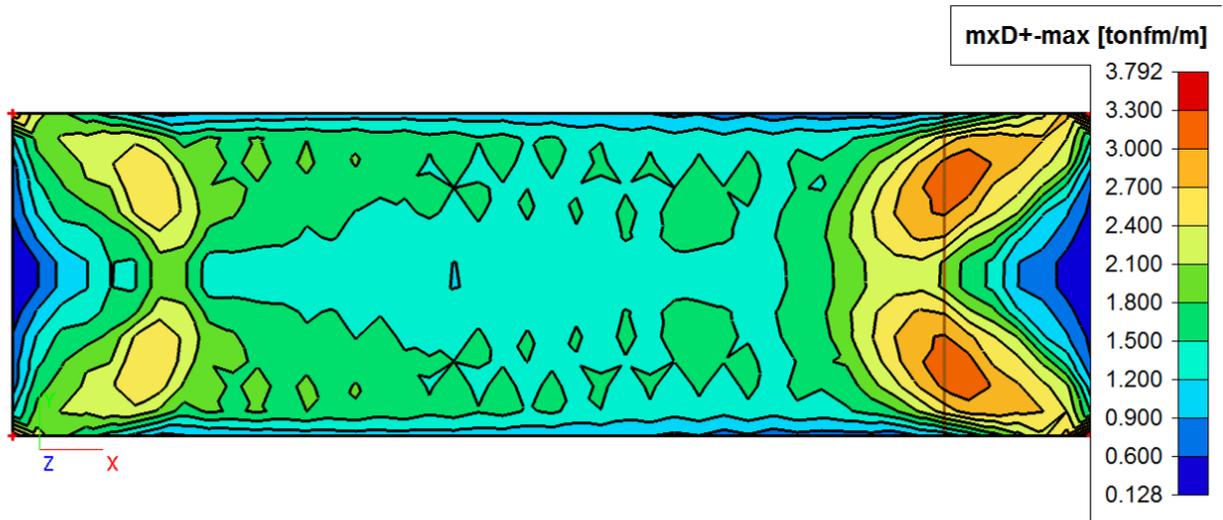


Le moment maximale transversale du aux charges de tombereaux vaut $M=3.538\text{t.m/ml}$, on obtient $M=4.25\text{ t.m/ml}$ après majoration de 20% des charges nominales.

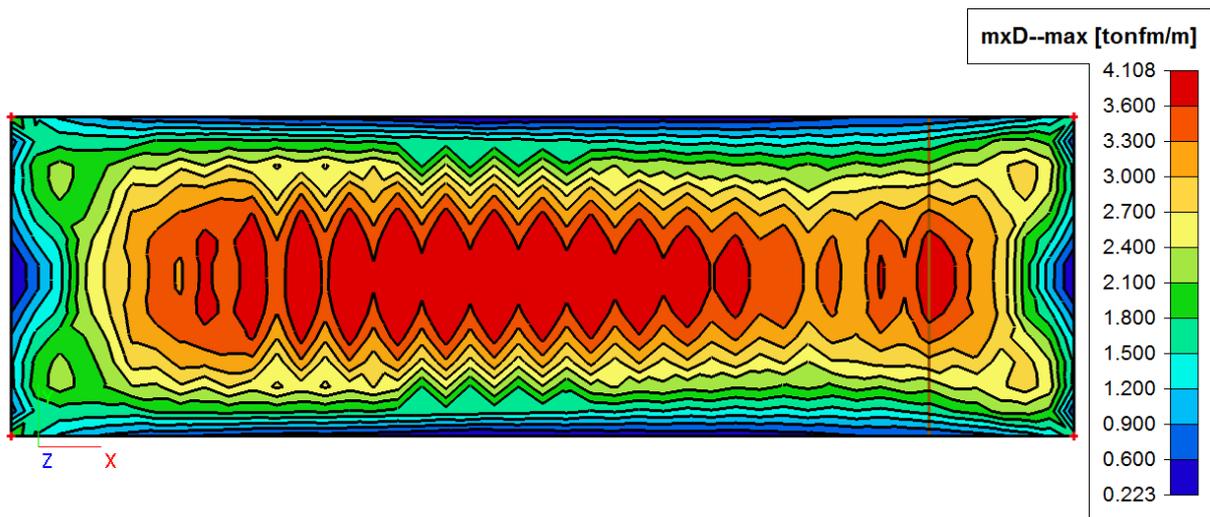
On obtient une section d'acier théorique de $3.5\text{cm}^2/\text{ml}$ < HA14 e=200 mis en œuvre.

Cadre partie 2 :

5. Moment trans face sup: Tombereaux



6. Moment trans face inf: Tombereaux



Le moment maximale transversale du aux charges de tombereaux vaut $M=4.108\text{t.m/ml}$, on obtient $M=4.93\text{ t.m/ml}$ après majoration de 20% des charges nominales.

On obtient une section d'acier théorique de $4.1\text{cm}^2/\text{ml}$ < HA14 $e=200$ mis en œuvre.

**3-2. DIAGRAMMES D'EFFORTS TRANCHANTS**

On donne ci-dessous le tableau récapitulatif des efforts tranchants déterminé par le calcul PICF-EL :

EFFORTS TRANCHANTS EXTREMES DANS LA TRAVERSE INFERIEURE (KN)
=====

LES ABSCISSES SONT COMPTEES A PARTIR DE L'ANGLE

ABS. SECTION	CHANTIER				SERVICE										EFFORTS TRANCHANTS E.L.U.
	CHARGE PERM E.L.U.	REMB	ECG	TEMP	CHARGE PERM E.L.U.	REMB	TROT	AL	BC	BT	MC	ME	EX		
0.00	MAX 266.6	0.0	70.8	0.0	701.8	0.0	1.5	48.8	38.3	28.6	0.0	0.0	0.0	782.3	
	MIN 188.0	0.0	0.0	0.0	450.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	188.0	
0.50	MAX 218.7	2.6	50.7	0.5	556.6	2.6	1.1	36.4	27.8	21.0	0.0	0.0	0.0	620.9	
	MIN 148.4	0.0	0.0	-0.5	349.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	148.4	
1.00	MAX 172.5	3.9	34.7	0.8	425.6	3.9	0.8	26.2	19.5	14.9	0.0	0.0	0.0	475.0	
	MIN 113.0	0.0	0.0	-0.8	261.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	113.0	
1.50	MAX 129.4	4.1	22.3	0.8	310.8	4.1	0.6	18.0	13.0	10.2	0.0	0.0	0.0	347.0	
	MIN 82.2	0.0	0.0	-0.8	186.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	82.2	
2.00	MAX 90.0	3.5	16.4	0.7	211.4	3.5	0.4	11.6	9.0	6.8	0.0	0.0	0.0	236.1	
	MIN 55.7	0.0	0.0	-0.7	124.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	55.7	
2.50	MAX 53.9	2.4	13.0	0.5	124.5	2.4	0.2	8.4	6.4	4.7	0.0	0.0	0.0	142.1	
	MIN 32.7	0.0	-2.4	-0.5	72.4	0.0	0.0	-1.5	-0.7	-0.4	0.0	0.0	0.0	29.0	
3.00	MAX 20.1	1.0	10.5	0.2	46.0	1.0	0.2	6.5	4.6	3.6	0.0	0.0	0.0	58.2	
	MIN 12.1	0.0	-6.4	-0.2	26.5	0.0	-0.1	-4.0	-2.5	-2.1	0.0	0.0	0.0	1.9	
3.31	MAX 0.0	0.0	8.6	0.0	0.0	0.0	0.1	5.4	3.5	2.9	0.0	0.0	0.0	13.8	
	MIN 0.0	0.0	-8.6	0.0	0.0	0.0	-0.1	-5.4	-3.5	-2.9	0.0	0.0	0.0	-13.7	

Nota : On donne pages suivantes les diagrammes d'efforts tranchant (non pondéré) issus du modèle du cadre 1 et du cadre 2.

Vérification de l'effort tranchant à l'abscisse 0.0m (zone du gousset) :

La valeur maximale d'effort tranchant sous charges de service vaut : $V_u = 78.2\text{t/ml}$

La valeur d'effort tranchant due aux longrines concomitante aux charges de service vaut :
 $V_u = 1.35 * 0.42 = 0.57\text{t/ml}$

Pour déterminer la valeur d'effort tranchant due aux passages des tombereaux on effectue une enveloppe entre la valeur maximale courante et une moyenne sur un mètre de la zone de rive:
 $V_u = 1.6 * \text{Max}(7.7 ; (20.45+12.02)/2=16.23) = 25.97\text{t/ml}$

La valeur maximale de l'effort tranchant avec passage des tombereaux vaut :

$$V_u = 78.2 + 0.57 + 25.97 = 104.74\text{t/ml}$$

On considère un épanouissement de 3H/1V on obtient une épaisseur de dalle fictive de 0.85m en $x=0$ (méthode BAEL).

$$T_{\text{maxELU}} = 104.74\text{t/ml} , \text{ soit } \zeta_u = 104.74 / (0.9 * 0.85 * 1) = 136.91\text{t/m}^2 = 1.36\text{MPa}$$

On a $\zeta_u < 0.07 * f_{cj} / \gamma_b = 1.4\text{MPa}$, la traverse inférieure ne nécessite pas d'aciers d'effort tranchant.

**Vérification de l'effort tranchant à l'abscisse 0.5m (zone du gousset) :**

La valeur maximale d'effort tranchant sous charges de service vaut : $V_u = 62.1\text{t/ml}$

La valeur d'effort tranchant due aux longrines concomitante aux charges de service vaut :
 $V_u = 1.35 * 0.30 = 0.405\text{t/ml}$

Pour déterminer la valeur d'effort tranchant due aux passages des tombereaux on effectue une enveloppe entre la valeur maximale courante et une moyenne sur un mètre de la zone de rive:
 $V_u = 1.6 * \text{Max} (5.71 ; (17.15+5.43)/2=11.83) = 18.06\text{t/ml}$

La valeur maximale de l'effort tranchant avec passage des tombereaux vaut :

$$V_u = 62.1 + 0.405 + 18.06 = 80.59\text{t/ml}$$

On considère un épanouissement de 3H/1V on obtient une épaisseur de dalle fictive de 0.68m en $x=0.5$ (méthode BAEL).

$$T_{\text{maxELU}} = 80.59\text{t/ml} , \text{ soit } \zeta_u = 80.59 / (0.9 * 0.68 * 1) = 131.68\text{t/m}^2 = 1.32\text{MPa}$$

On a $\zeta_u < 0.07 * f_{cj} / \gamma_b = 1.4\text{MPa}$, la traverse inférieure ne nécessite pas d'aciers d'effort

Vérification de l'effort tranchant à l'abscisse 1.0m (zone courante) :

La valeur maximale d'effort tranchant sous charges de service vaut : $V_u = 47.5\text{t/ml}$

La valeur d'effort tranchant due aux longrines concomitante aux charges de service vaut :
 $V_u = 1.35 * 0.709 = 0.96\text{t/ml}$

Pour déterminer la valeur d'effort tranchant due aux passages des tombereaux on effectue une enveloppe entre la valeur maximale courante et une moyenne sur un mètre de la zone de rive:
 $V_u = 1.6 * \text{Max} (4.04 ; (15.38+3.93)/2=9.65) = 15.45\text{t/ml}$

La valeur maximale de l'effort tranchant avec passage des tombereaux vaut :

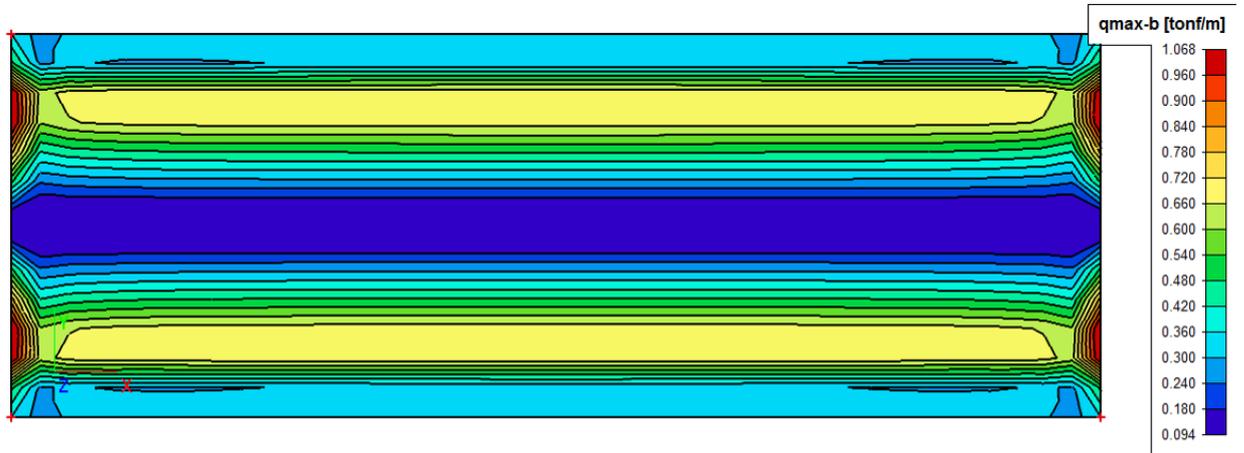
$$V_u = 47.5 + 0.96 + 15.45 = 63.91\text{t/ml}$$

$$T_{\text{maxELU}} = 63.91\text{t/ml} , \text{ soit } \zeta_u = 63.91 / (0.9 * 0.55 * 1) = 129.11\text{t/m}^2 = 1.29\text{MPa}$$

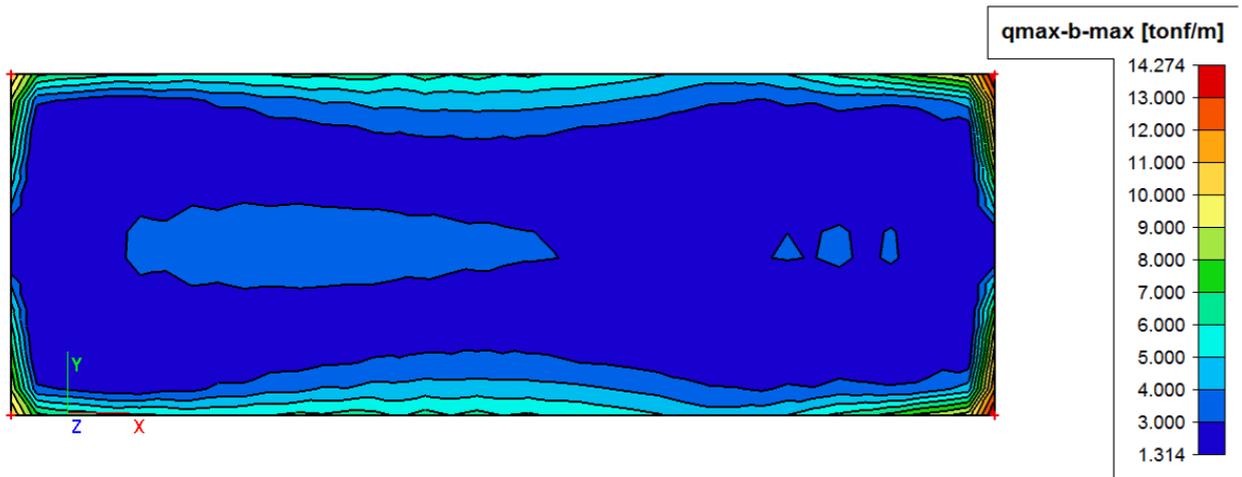
On a $\zeta_u < 0.07 * f_{cj} / \gamma_b = 1.4\text{MPa}$, la traverse inférieure ne nécessite pas d'aciers d'effort tranchant

Cadre partie 1 :

7. Effort tranchant cadre 1 - Longrines

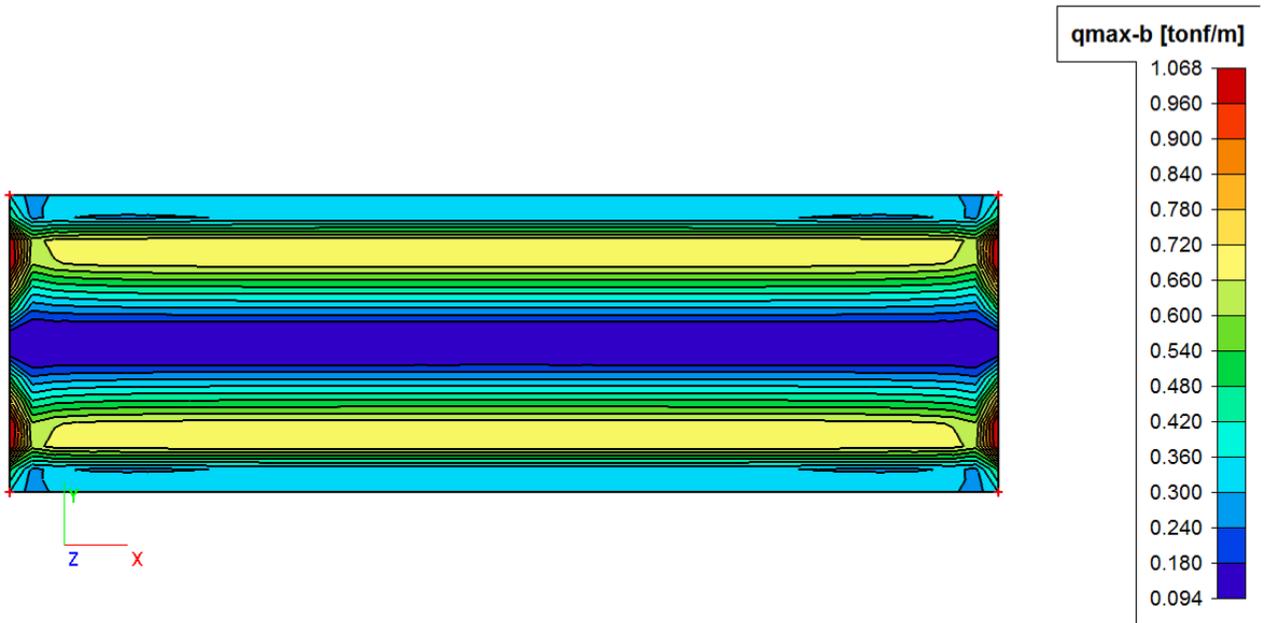


8. Effort tranchant cadre1 - Tombereaux

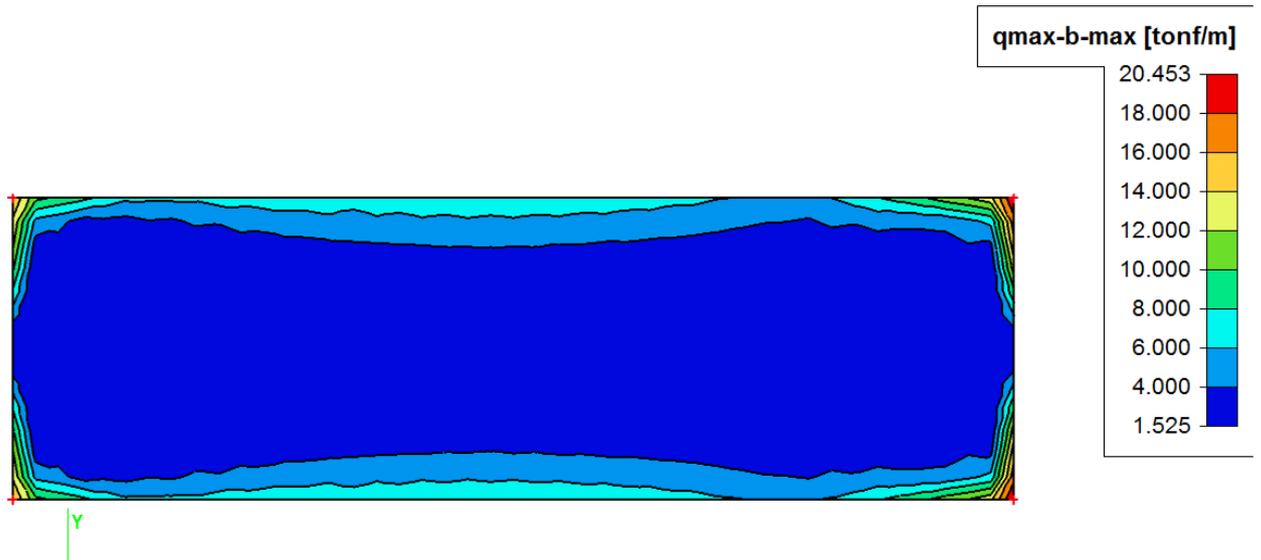


Cadre partie 2 :

8. Effort tranchant cadre 2 - Longrine



7. Effort tranchant cadre 2 - Tombereaux



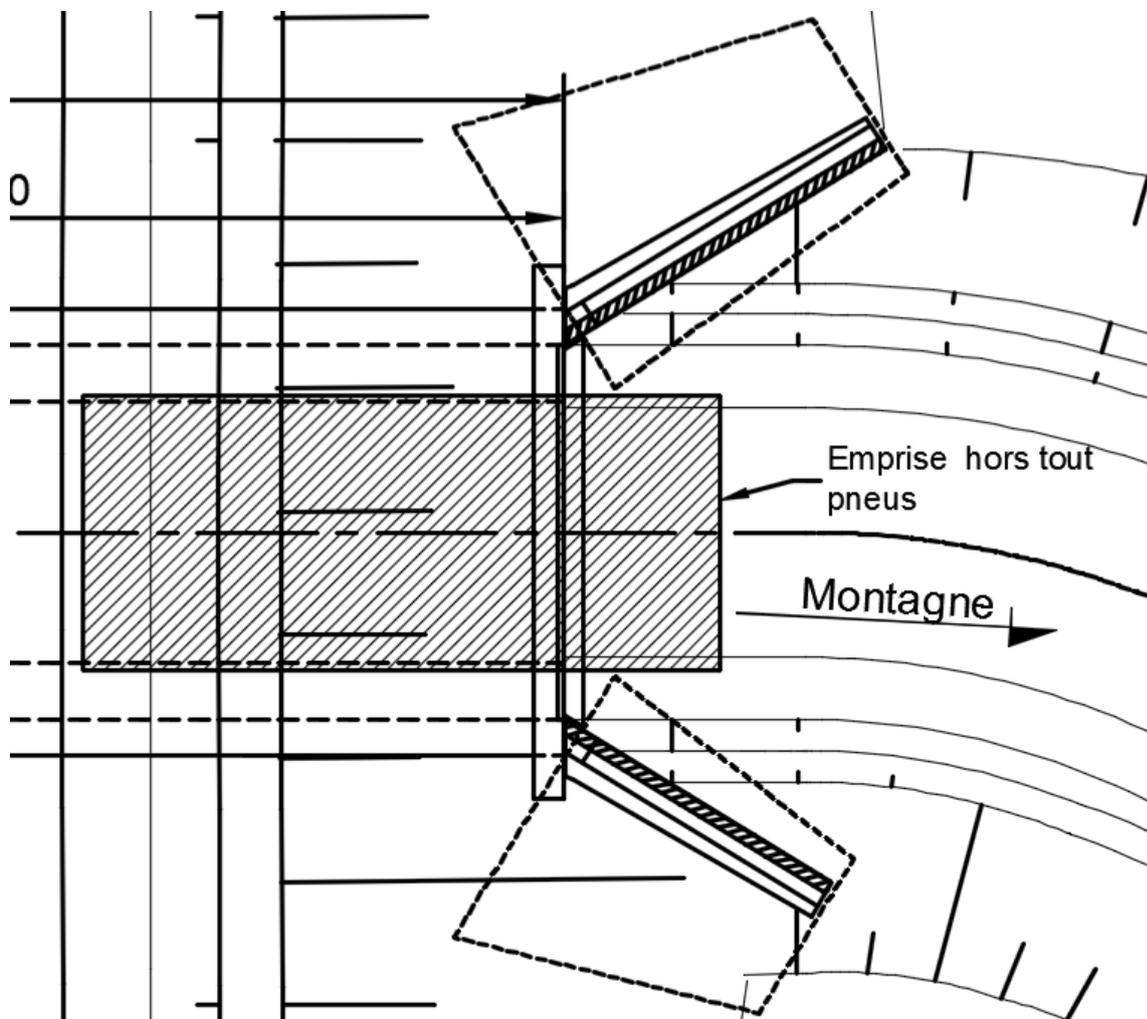
V. VERIFICATION DES MURS M1 ET M2

Il n'y a pas de vérifications à mener sur les murs M1 et M2, en effet les tombereaux ne roulent pas sur l'emprise des semelles de ces murs.

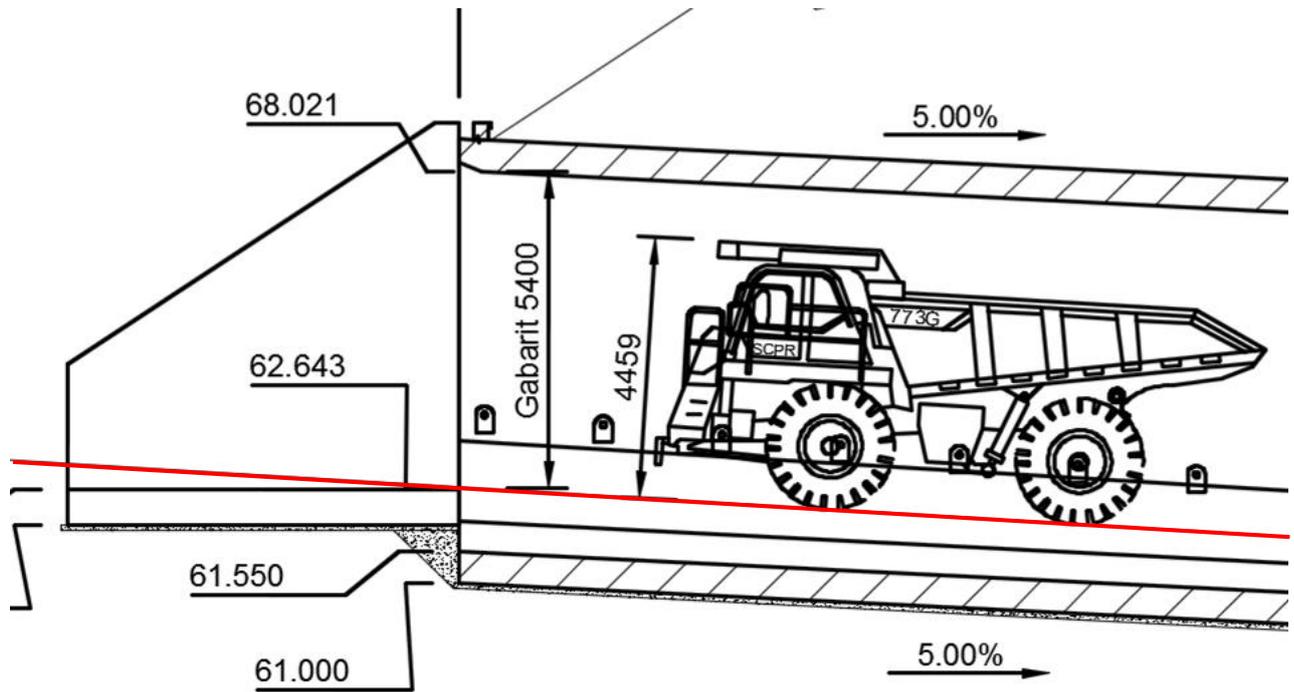
La coupe longitudinale montre que ces semelles ne sont pas non plus impactées par la diffusion des charges de tombereau dans le remblai.

On donne ci-dessous des extraits de coffrage pour illustration :

Vue en plan :



Coupe longitudinale :



VI. VERIFICATION DES MURS M3 ET M4

1. CHARGEMENT

- **Poids propre :**

Le poids propre de la structure est pris en compte automatiquement par le logiciel SCIA Engineer sur la base d'une masse volumique du béton de 2.5t/m³

- **Enrochement maçonné :**

On retient une masse volumique de maçonnerie de 2.4t/m³.

Point haut : $V=8.26*0.2*2.4=3.96t/ml$

Point bas : $V=3.04*0.2*2.4=1.46t/ml$

- **Remblai Amont :**

On retient une masse volumique du remblai amont de 2.0t/m³. On considère un coefficient de poussée $K_a=0.33$.

Point haut : $V = 8.26*2.0 = 16.52t/m^2$
 $H = 0.33*8.26*2.0 = 5.45t/m^2$

Point bas : $V = 3.044*2.0 = 6.09t/m^2$
 $H = 0.33*3.044*2.0 = 2.00t/m^2$

- **Remblai Aval:**

On retient une hauteur de remblai de 1.544m sur la semelle du mur à l'aval.

Soit une surcharge uniforme de $1.544*2 = 3.09t/m^2$

- **Surcharge Amont:**

On retient une surcharge uniforme de 1t/m² à l'arrière du mur.

$H = 0.33*1 = 0.33t/m^2$.



- Surcharge Aval:

On tient compte ici de la surcharge des tombereaux diffusée dans le remblai.

H=1.544m :

On obtient une surface d'impact de $(0.2+2*\tan(30)*1.544)*(1.27+2*\tan(30)*1.544) = 6.05$ et une surcharge sur semelle de $(40/2)/(6.05) = 3.3t/m^2$

On donne les extraits de modélisation du mur en Annexe B.



2. STABILITE

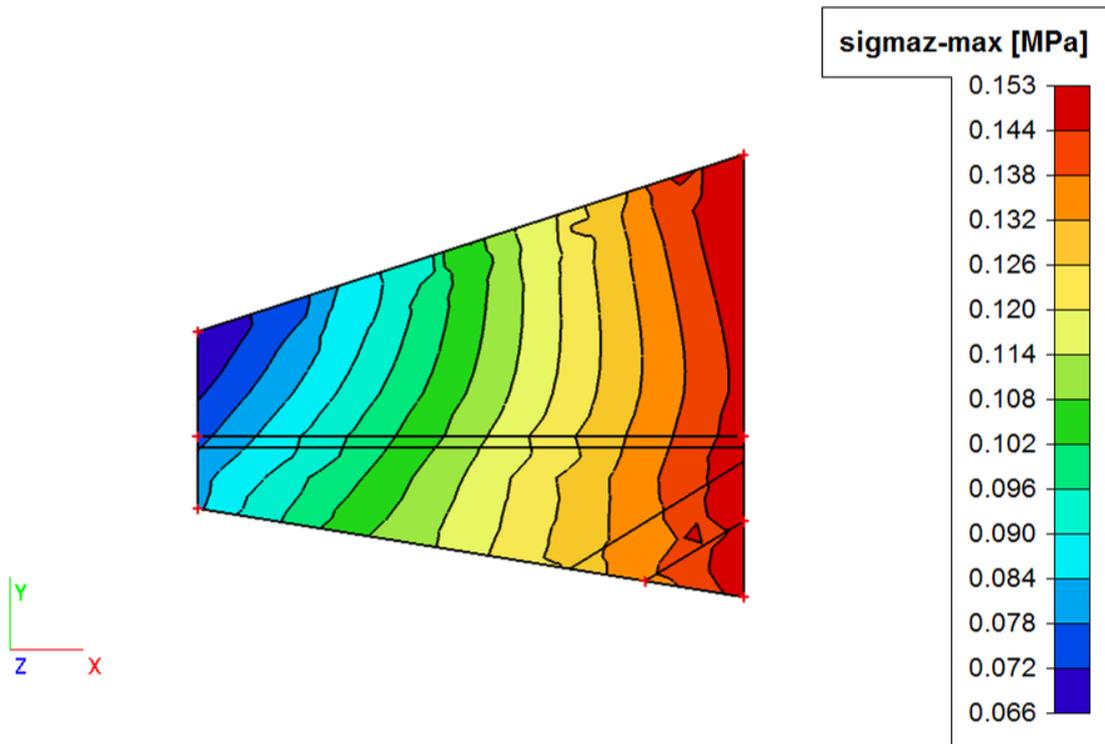
On donne ci-dessous le récapitulatif des résultantes de chaque cas de charge du modèle :

Somme des charges et des réactions.

	[tonf]	X	Y	Z	
Cas de charges LC1	charges	0.0	0.0	-140.3	Poids propre
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0	
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0	
	contact 1D	0.0	0.0	0.0	
	contact 2D	0.0	0.0	140.3	
Cas de charges LC2	charges	0.0	-114.8	-413.7	Remblai Amont
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0	
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0	
	contact 1D	0.0	0.0	0.0	
	contact 2D	0.0	114.8	413.7	
Cas de charges LC3	charges	0.0	0.0	-57.4	Remblai Aval
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0	
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0	
	contact 1D	0.0	0.0	0.0	
	contact 2D	0.0	0.0	57.4	
Cas de charges LC4	charges	0.0	0.0	-26.5	Maçonnerie
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0	
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0	
	contact 1D	0.0	0.0	0.0	
	contact 2D	0.0	0.0	26.5	
Cas de charges LC5	charges	0.0	-19.2	0.0	Surcharge Amont
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0	
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0	
	contact 1D	0.0	0.0	0.0	
	contact 2D	0.0	19.2	0.0	
Cas de charges LC6	charges	0.0	0.0	-12.6	Surcharge Aval
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0	
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0	
	contact 1D	0.0	0.0	0.0	
	contact 2D	0.0	0.0	12.6	

- ELS FQ :

2. Contraintes au sol ELS FQ



On vérifie ici le poinçonnement du mur :

La contrainte de référence vaut : $(3 \cdot 0.153 + 0.066) / 4 = 0.131 \text{ MPa}$

Dans le cas d'un sol frottant sans encastrement on a : $i\delta = (1 - \delta/45)^2$

On a $\delta = \text{ARCTAN}((0.72 \cdot 19.2 + 114.8) / (140.3 + 413.7 + 57.4 + 26.5 + 0.72 \cdot 12.6)) = 11.24^\circ$

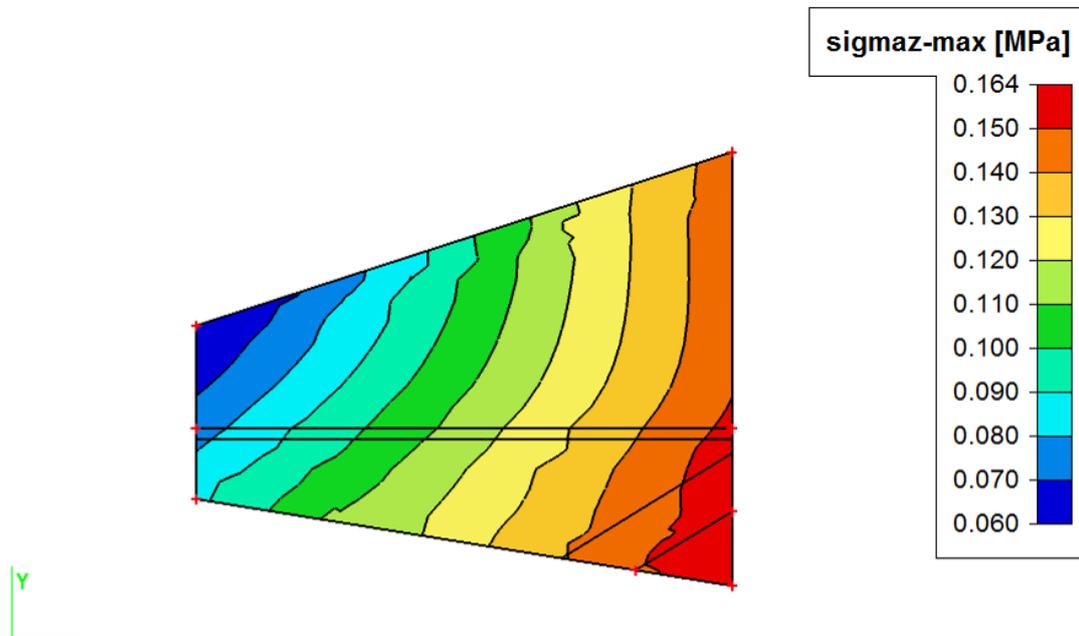
Dans le cas d'un sol frottant sans encastrement on a : $i\delta = (1 - \delta/45)^2 = 0.563$

On a : $q_{admELS} = 0.35 \text{ MPa} > 0.131 / 0.563 = 0.232 \text{ MPa}$ poinçonnement vérifié.

Il n'y a pas de décompression sous semelle.

- ELS RARE :

3. Contraintes au sol ELS RARE



On vérifie ici le poinçonnement du mur :

La contrainte de référence vaut : $(3 \cdot 0.164 + 0.060) / 4 = 0.138 \text{ MPa}$

Dans le cas d'un sol frottant sans encastrement on a : $i\delta = (1 - \delta/45)^2$

On a $\delta = \text{ARCTAN}((1.2 \cdot 19.2 + 114.8) / (140.3 + 413.7 + 57.4 + 26.5 + 1.2 \cdot 12.6)) = 11.91^\circ$

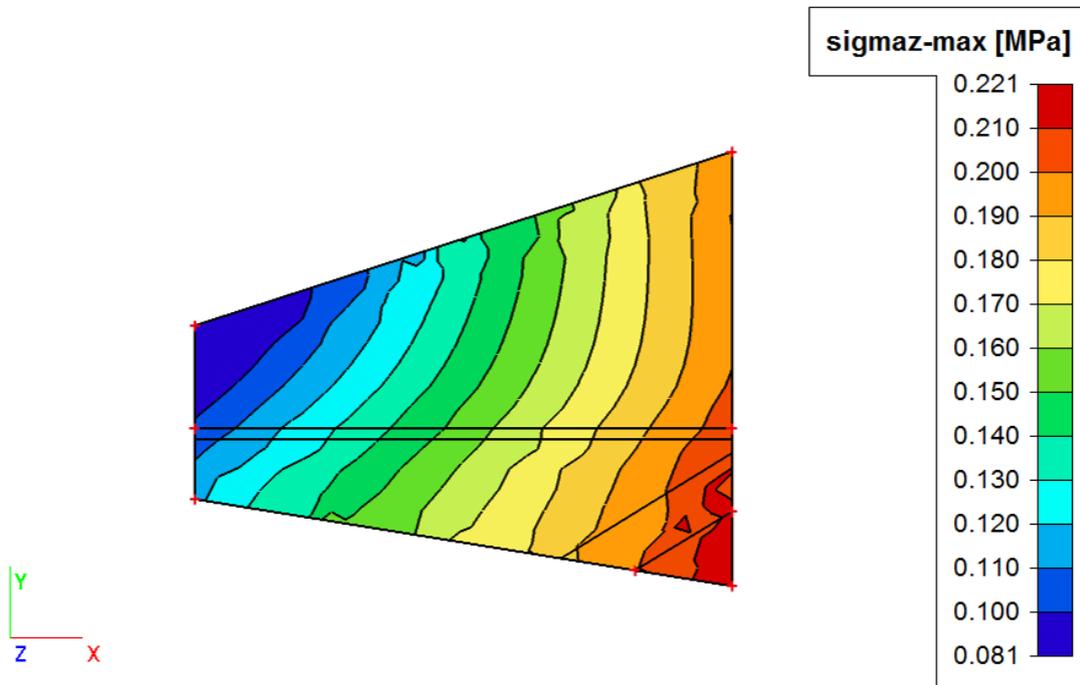
Dans le cas d'un sol frottant sans encastrement on a : $i\delta = (1 - \delta/45)^2 = 0.540$

On a : $q_{admELS} = 0.35 \text{ MPa} > 0.138 / 0.540 = 0.255 \text{ MPa}$ poinçonnement vérifié.

Il n'y a pas de décompression sous semelle.

- ELU FOND GMAX :

4. Contraintes au sol ELU FOOND1



On vérifie ici le poinçonnement du mur :

La contrainte de référence vaut : $(3 \cdot 0.221 + 0.081) / 4 = 0.186 \text{ MPa}$

Dans le cas d'un sol frottant sans encastrement on a : $i\delta = (1 - \delta/45)^2$

On a $\delta = \text{ARCTAN} ((1.6 \cdot 19.2 + 1.35 \cdot 114.8) / (1.35 \cdot 140.3 + 1.35 \cdot 413.7 + 1.35 \cdot 57.4 + 1.35 \cdot 26.5 + 1.6 \cdot 12.6)) = 11.947^\circ$

Dans le cas d'un sol frottant sans encastrement on a : $i\delta = (1 - \delta/45)^2 = 0.539$

On a : $q_{admELU} = 0.52 \text{ MPa} > 0.186 / 0.539 = 0.345 \text{ MPa}$ poinçonnement vérifié.

On vérifie ici le glissement du mur :

Il faut que $V \cdot \tan(30) / (H) \geq 1.2$

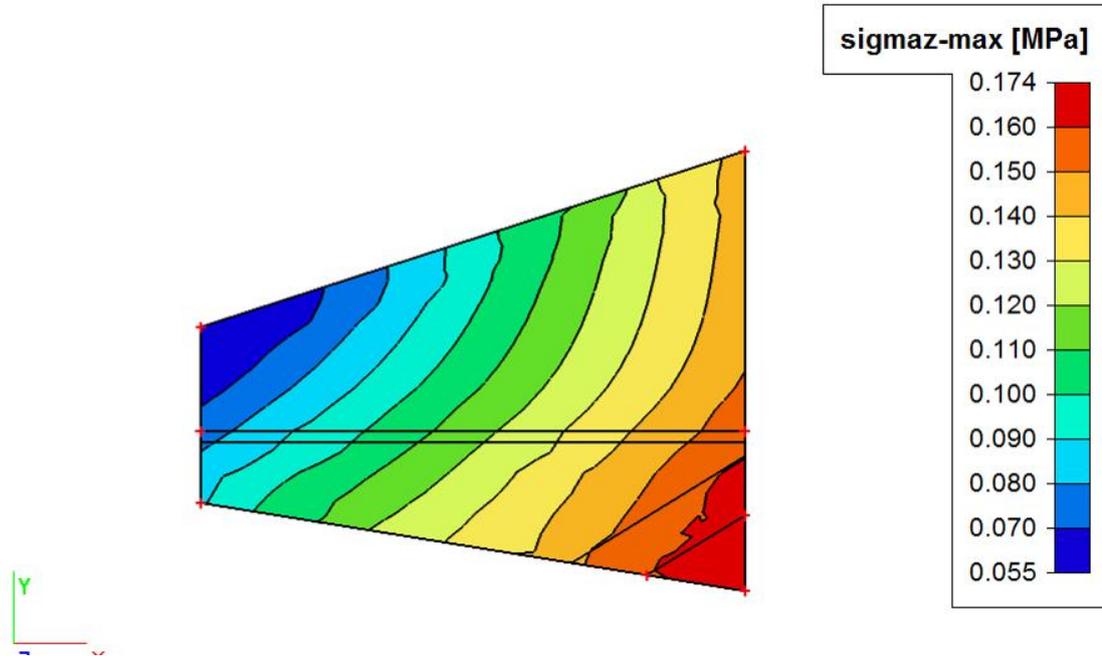
On a : $V = 1.35 \cdot (140.3 + 413.7 + 57.4 + 26.5) + 1.6 \cdot 12.6 = 881.32 \text{ t}$
 $H = 1.6 \cdot 19.2 + 1.35 \cdot 114.8 = 185.7 \text{ t}$

On a $881.32 \cdot \tan(30) / 185.7 = 2.74 > 1.2$ ok

Il n'y a pas de décompression sous semelle.

- ELU FOND GMIN :

5. Contraintes au sol ELU FOND2 Gmin



On vérifie ici le poinçonnement du mur :

La contrainte de référence vaut : $(3 \cdot 0.174 + 0.055) / 4 = 0.144 \text{ MPa}$

Dans le cas d'un sol frottant sans encastrement on a : $i\delta = (1 - \delta/45)^2$

On a $\delta = \text{ARCTAN}((1.6 \cdot 19.2 + 1.35 \cdot 114.8) / (140.3 + 413.7 + 57.4 + 26.5 + 1.6 \cdot 12.6)) = 15.76^\circ$

Dans le cas d'un sol frottant sans encastrement on a : $i\delta = (1 - \delta/45)^2 = 0.422$

On a : $q_{admELU} = 0.52 \text{ MPa} > 0.144 / 0.422 = 0.341 \text{ MPa}$ poinçonnement vérifié.

On vérifie ici le glissement du mur :

Il faut que $V \cdot \tan(30) / (H) \geq 1.2$

On a : $V = (140.3 + 413.7 + 57.4 + 26.5) + 1.6 \cdot 12.6 = 658.06 \text{ t}$
 $H = 1.6 \cdot 19.2 + 1.35 \cdot 114.8 = 185.7 \text{ t}$

On a $658.06 \cdot \tan(30) / 185.7 = 1.85 > 1.2$ ok

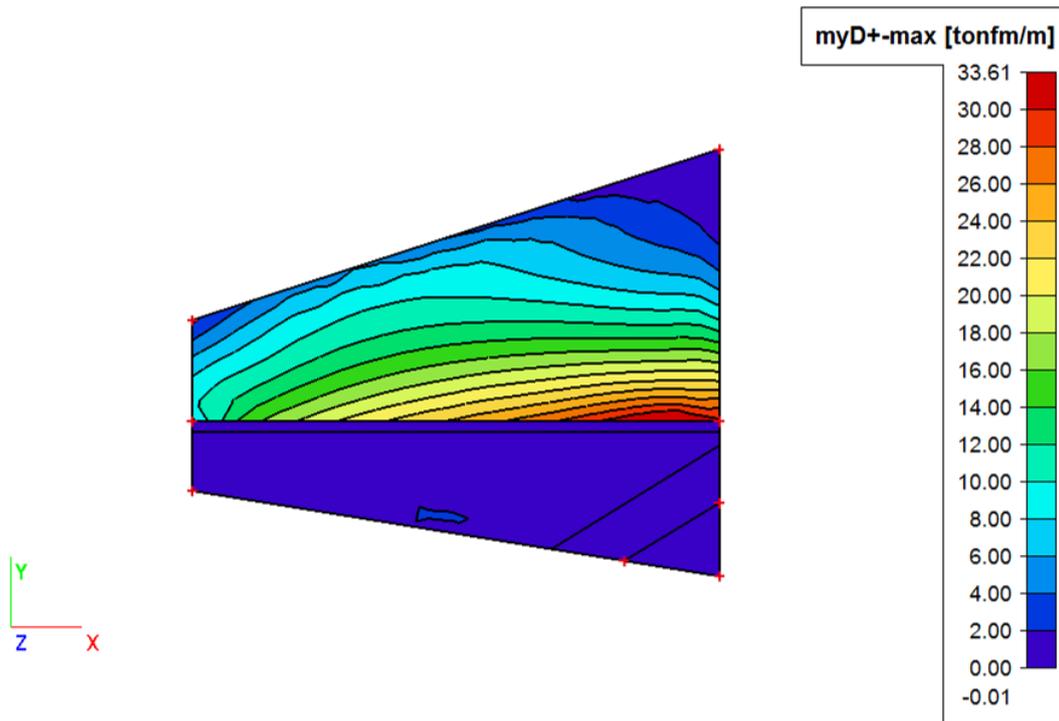
Il n'y a pas de décompression sous semelle.

3. VERIFICATION DU FERRAILLAGE

- Ferraillage de la semelle :

On donne ci-après les diagrammes de moment fléchissant dans la semelle aux ELU :

1. Semelle: MyD+ ELU

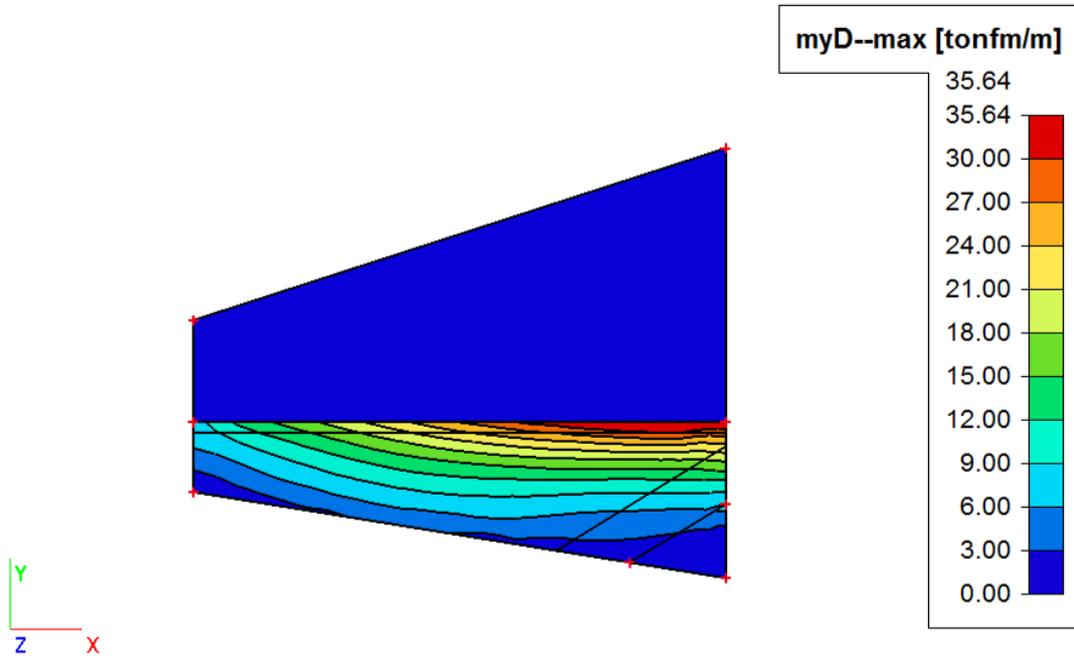


Le moment maximal longitudinal en nappe sup vaut $M=33.61\text{t.m/ml}$.

On obtient une section d'acier de $17.8\text{cm}^2/\text{ml}$

Les armatures mises en place en face sup sont des HA16 $e=200$ + HA20 $e=200$ $\rightarrow 25.71\text{cm}^2/\text{ml}$

2. Semelle: MyD- ELU

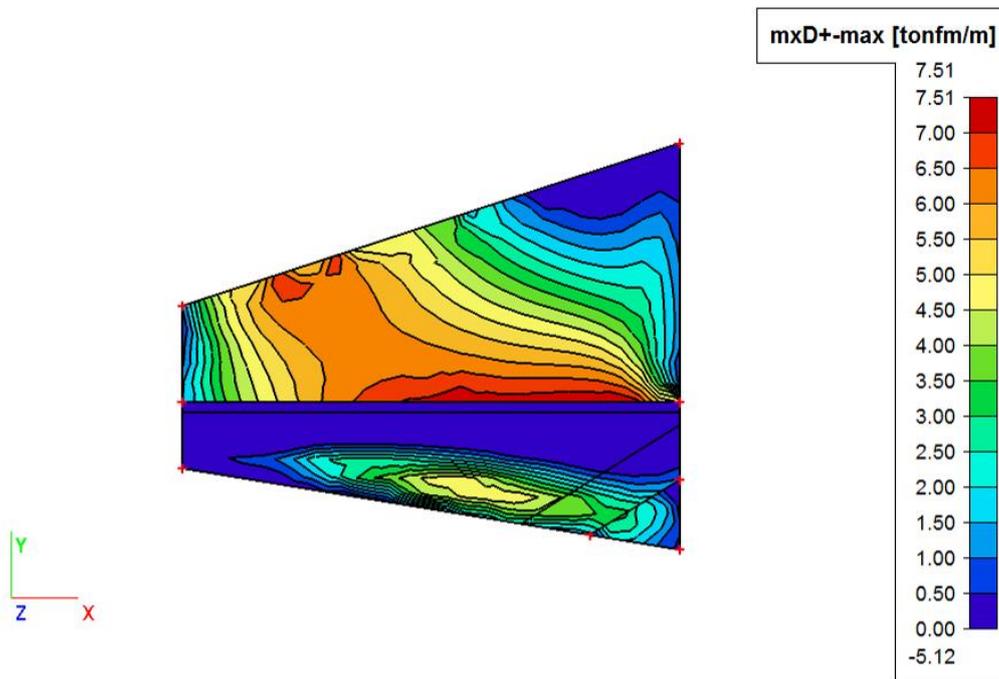


Le moment maximal longitudinal en nappe inf vaut $M=35.64\text{t.m/ml}$.

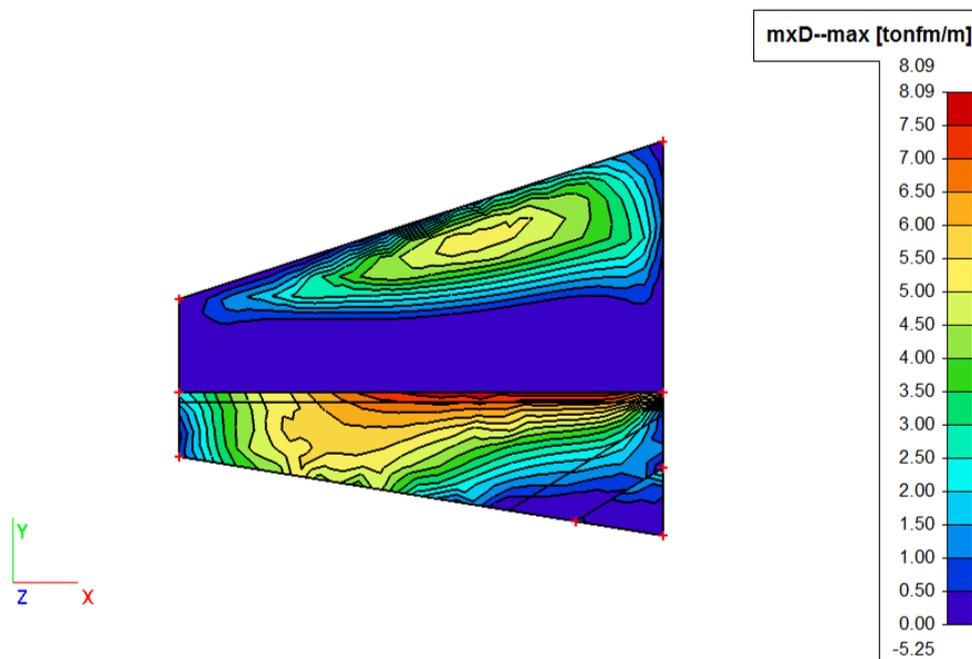
On obtient une section d'acier de $18.9\text{cm}^2/\text{ml}$

Les armatures mises en place en face sup sont des HA25 e=200 + HA25 e=400 $\rightarrow 36.81\text{cm}^2/\text{ml}$

3. Semelle: MxD+ ELU



4. Semelle: MxD- ELU



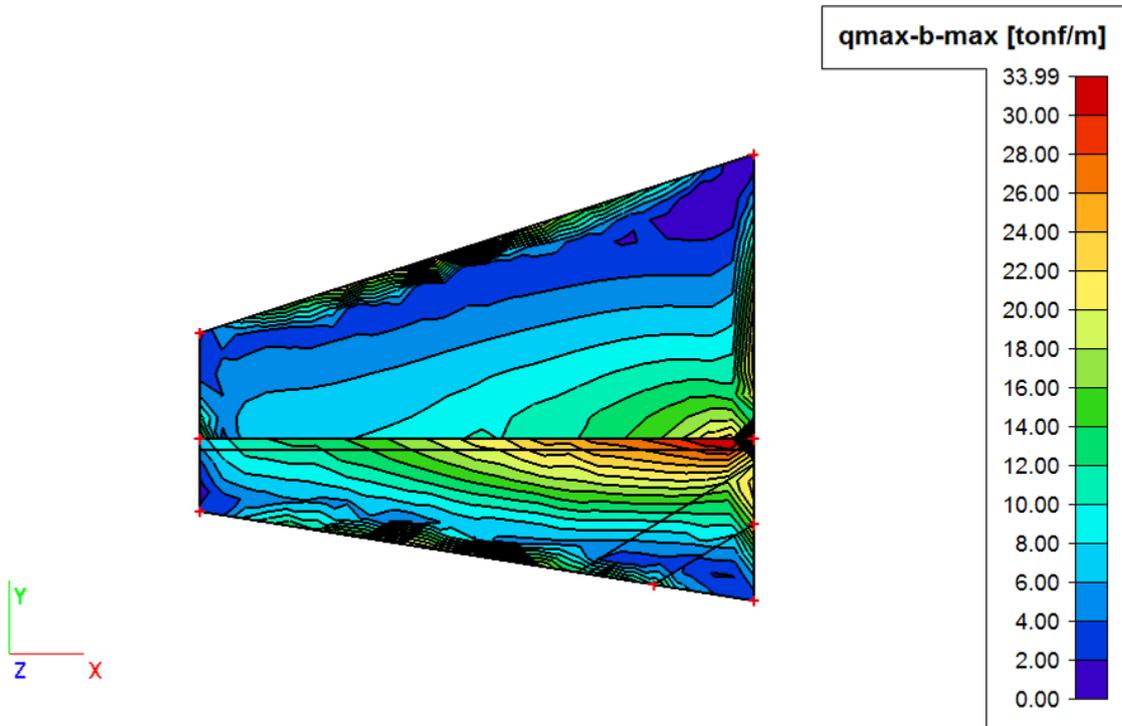
Le moment maximal transversal vaut $M=8.09\text{t.m/ml}$.

On obtient une section d'acier de $4.2\text{cm}^2/\text{ml}$

Les armatures mises en place en face sup sont des HA14 $e=200 \rightarrow 7.70\text{cm}^2/\text{ml}$

On donne ci-après le diagramme d'effort tranchant dans la semelle aux ELU :

5. Semelle: Qmax-b ELU



La valeur maximale de l'effort tranchant vaut : $V_u = 33.99 \text{ t.m/ml}$

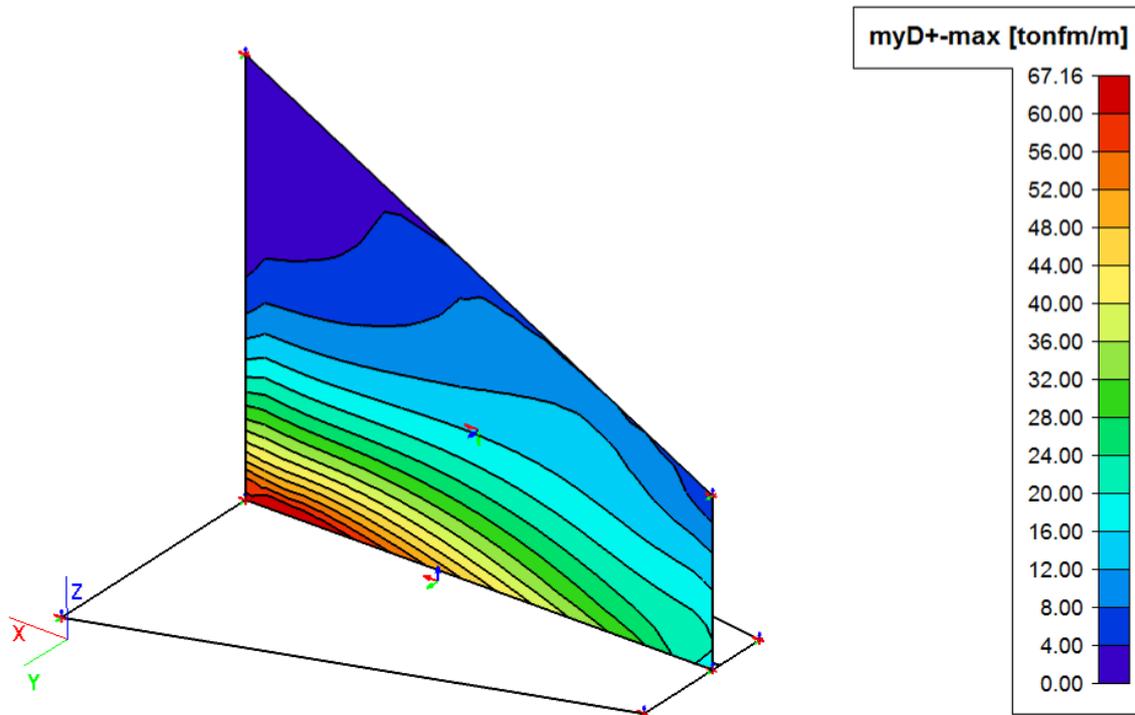
$T_{\text{maxELU}} = 33.99 \text{ t/ml}$, soit $\zeta_u = 33.99 / (0.9 \cdot 0.60 \cdot 1) = 62.9 \text{ t/m}^2 = 0.63 \text{ MPa}$

On a $\zeta_u < 0.07 \cdot f_{cj} / \gamma_b = 1.4 \text{ MPa}$, la traverse inférieure ne nécessite pas d'aciers d'effort tranchant.

- Ferraillage du voile :

On donne ci-après les diagrammes de moment fléchissant dans le voile aux ELU :

6. Voile: MyD+ ELU

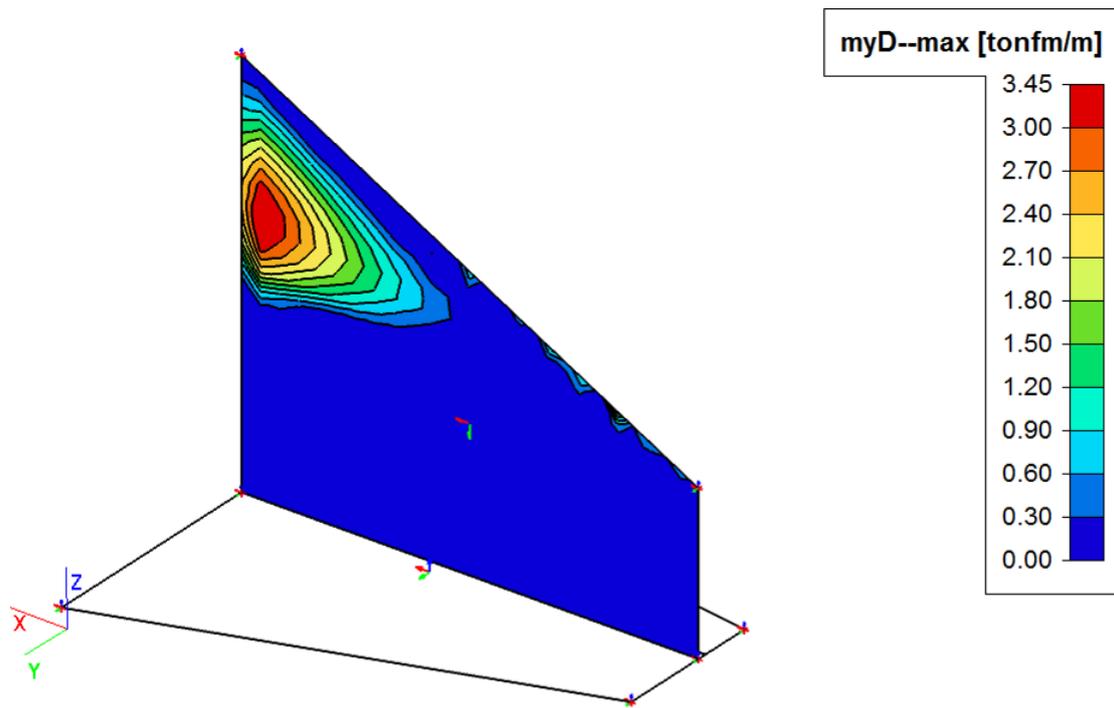


Le moment maximal longitudinal côté remblai vaut $M=67.16\text{t.m/ml}$.

On obtient une section d'acier de $37.0\text{cm}^2/\text{ml}$

Les armatures mises en place en face sup sont des HA32 $e=400$ + HA25 $e=400$ + HA25 $e=200$
 $\rightarrow 56.91\text{cm}^2/\text{ml}$

7. Voile: MyD- ELU

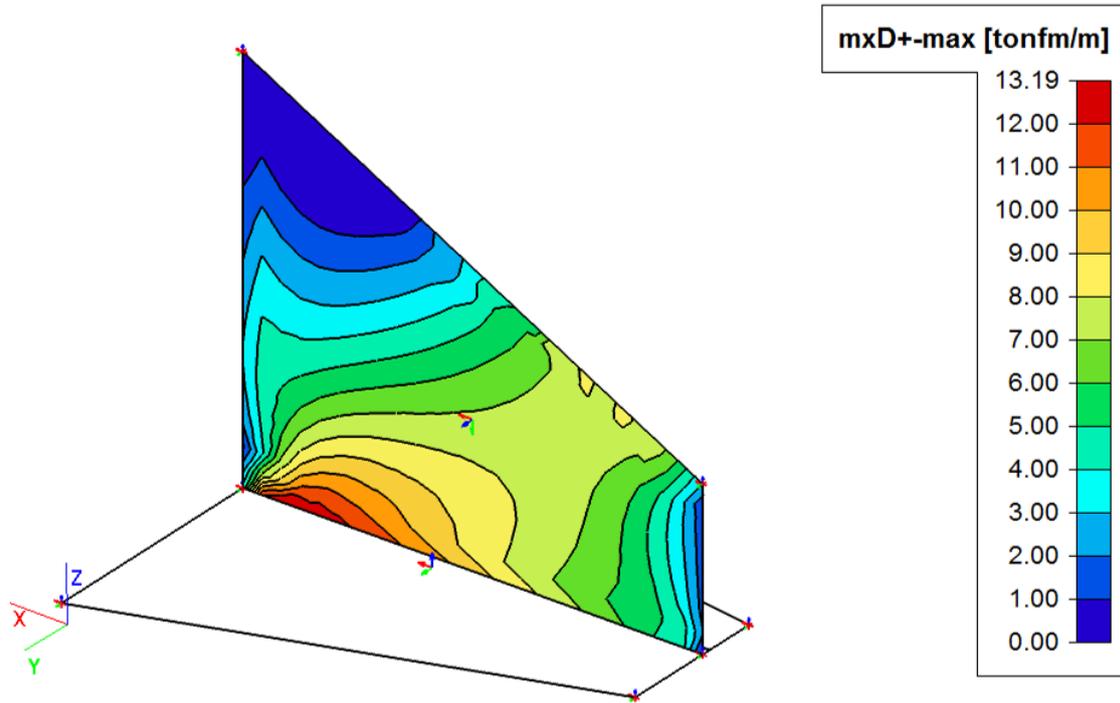


Le moment maximal longitudinal côté aval vaut $M=3.45\text{t.m/ml}$.

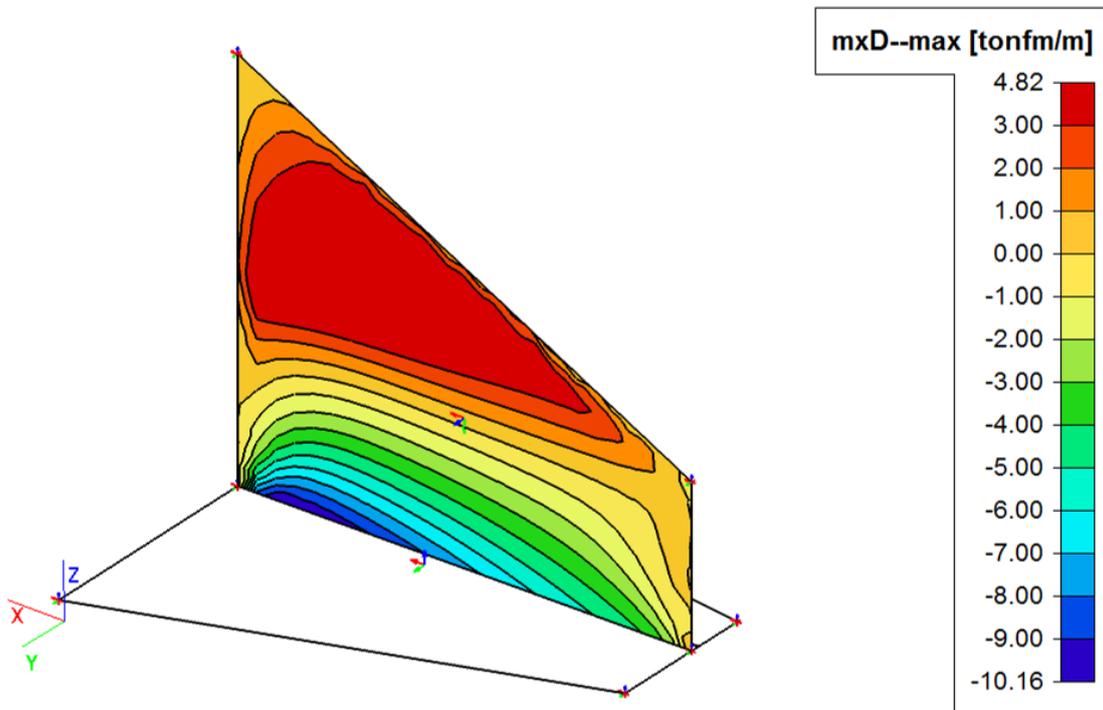
On obtient une section d'acier de $1.8\text{cm}^2/\text{ml}$

Les armatures mises en place en face sup sont des HA14 $e=200 \rightarrow 7.7\text{cm}^2/\text{ml}$

8. Voile: MxD+ ELU



9. Voile: MxD- ELU



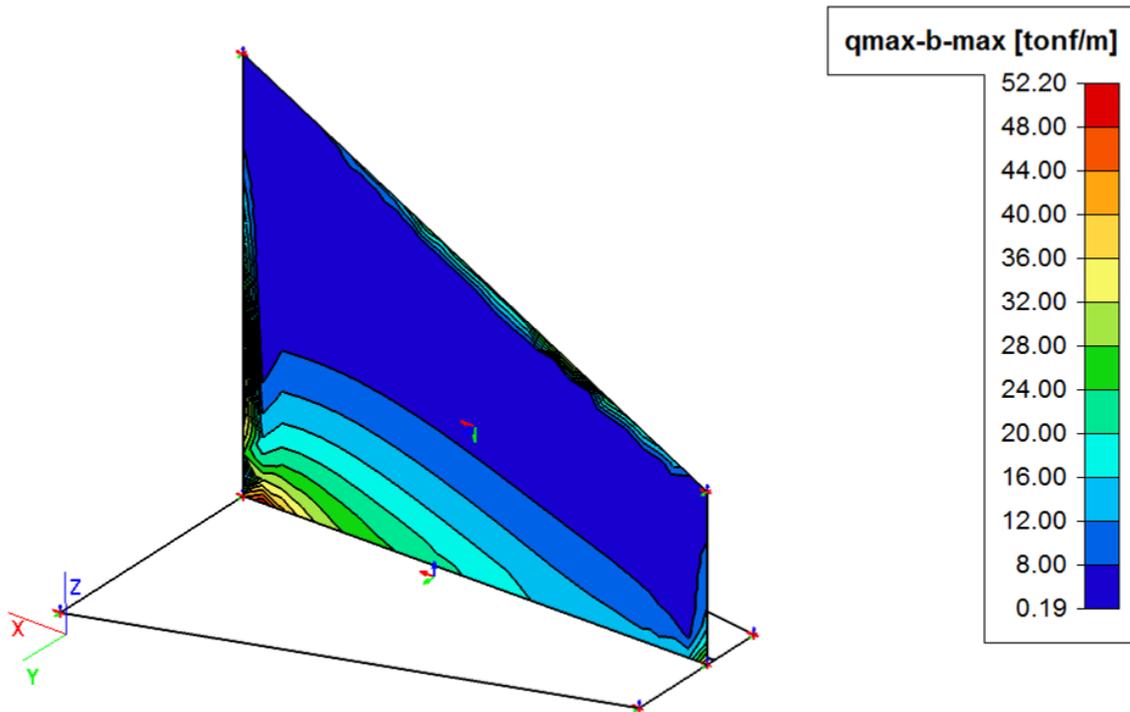
Le moment maximal transversal vaut $M=13.19t.m/ml$.

On obtient une section d'acier de $6.8cm^2/ml$

Les armatures mises en place en face sup sont des HA14 $e=200 \rightarrow 7.70cm^2/ml$

On donne ci-après le diagramme d'effort tranchant dans le voile aux ELU :

10. Voile: Qmax-b ELU



La valeur maximale de l'effort tranchant vaut : $V_u = 52.20 \text{ t.m/ml}$

On retient une épaisseur moyenne du voile de 0.5m dans la vérification.

$T_{\text{maxELU}} = 52.20 \text{ t/ml}$, soit $\zeta_u = 52.20 / (0.9 * 0.50 * 1) = 116.0 \text{ t/m}^2 = 1.16 \text{ MPa}$

On a $\zeta_u < 0.07 * f_{cj} / \gamma_b = 1.4 \text{ MPa}$, la traverse inférieure ne nécessite pas d'aciers d'effort tranchant.

Conclusion : Le ferrailage des murs M3 et M4 est justifié vis-à-vis du passage des tombereaux.



VII. ANNEXES

- Annexe A : extrait de modélisation du cadre partie 1
- Annexe B : extrait de modélisation du cadre partie 2

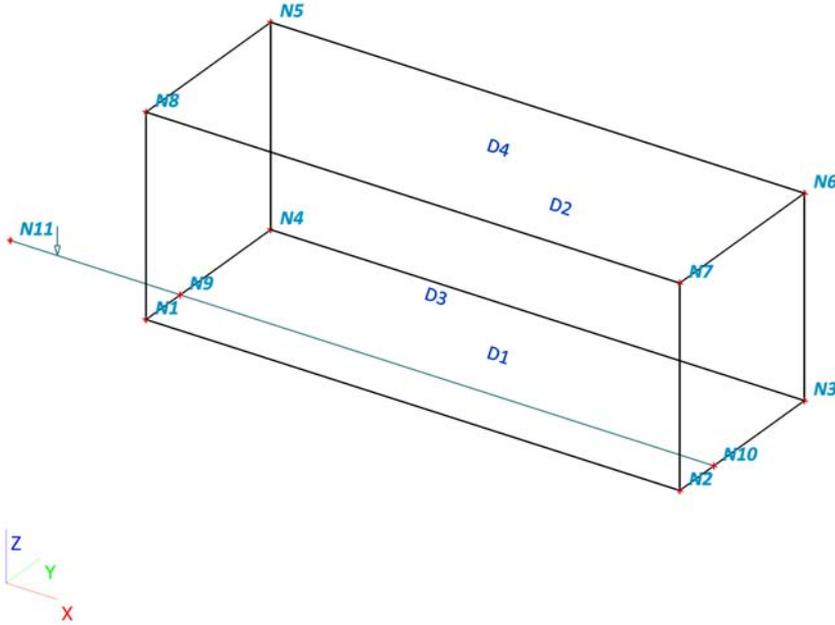
1. Projet

Nom de licence	BII
Projet	Faisabilité PIOH 295
Partie	Cadre partie 1
Description	EXE
Auteur	SM
Date	24. 11. 2014
Structure	Général XYZ
Nb. de noeuds :	11
Nb. de barres :	0
Nb. de plaques :	4
Nb. de volumes :	0
Nb. de profils utilisées :	0
Nb. de cas de charge :	53
Nb. de matériaux utilisés :	1
Accélération de la pesanteur [m/sec ²]	9,810
Norme nationale	France

2. Matériaux

Nom	B30
Type	Béton
Dil. thermique [m/mK]	0,00
Masse volumique [kg/m ³]	2500,0
E [MPa]	3,4180e+04
Coeff. de Poisson - nu	0,2
Module G indépendant	*
G [MPa]	1,4242e+04
Amortissement (décrément logatirhmique)	0,056
Chaleur spécifique [J/gK]	0,0000e+00
Conductivité thermique [W/mK]	0,0000e+00

3. Noeuds et plaques



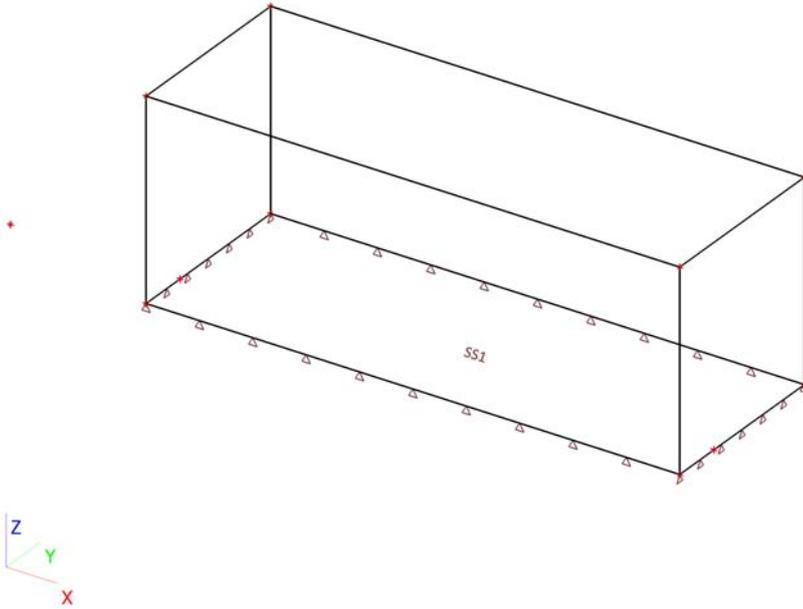
4. Noeud

Nom	Coord X [m]	Coord Y [m]	Coord Z [m]	Nom	Coord X [m]	Coord Y [m]	Coord Z [m]	Nom	Coord X [m]	Coord Y [m]	Coord Z [m]
N1	0,000	0,000	0,000	N9	0,000	1,814	0,000	N9	0,000	1,814	0,000
N2	18,860	0,000	0,000	N10	18,860	1,814	0,000	N10	18,860	1,814	0,000
N3	18,860	6,610	0,000	N11	-6,000	1,814	0,000	N11	-6,000	1,814	0,000
N4	0,000	6,610	0,000								

5. Macro2D

Nom	Matériau	Ep. [mm]	Type d'épaisseur	Type	Calque
D1	B30	550	constante	dalle (90)	Calque1
D2	B30	550	constante	voile (80)	Calque1
D3	B30	550	constante	voile (80)	Calque1
D4	B30	550	constante	dalle (90)	Calque1

6. Appui surfacique



7. Surfaces d'appui sur une surface

Nom	Macro 2D	Type	Sol de fondation
SS1	D1	Individuel (sol élastique)	Sub1

8. Sols

Nom	C1x [MN/m ³]	C1y [MN/m ³]	Rigidité [MN/m ³]	C2x [MN/m]	C2y [MN/m]
Sub1	1,5000e+00	1,5000e+00	1,5000e+01	0,0000e+00	0,0000e+00

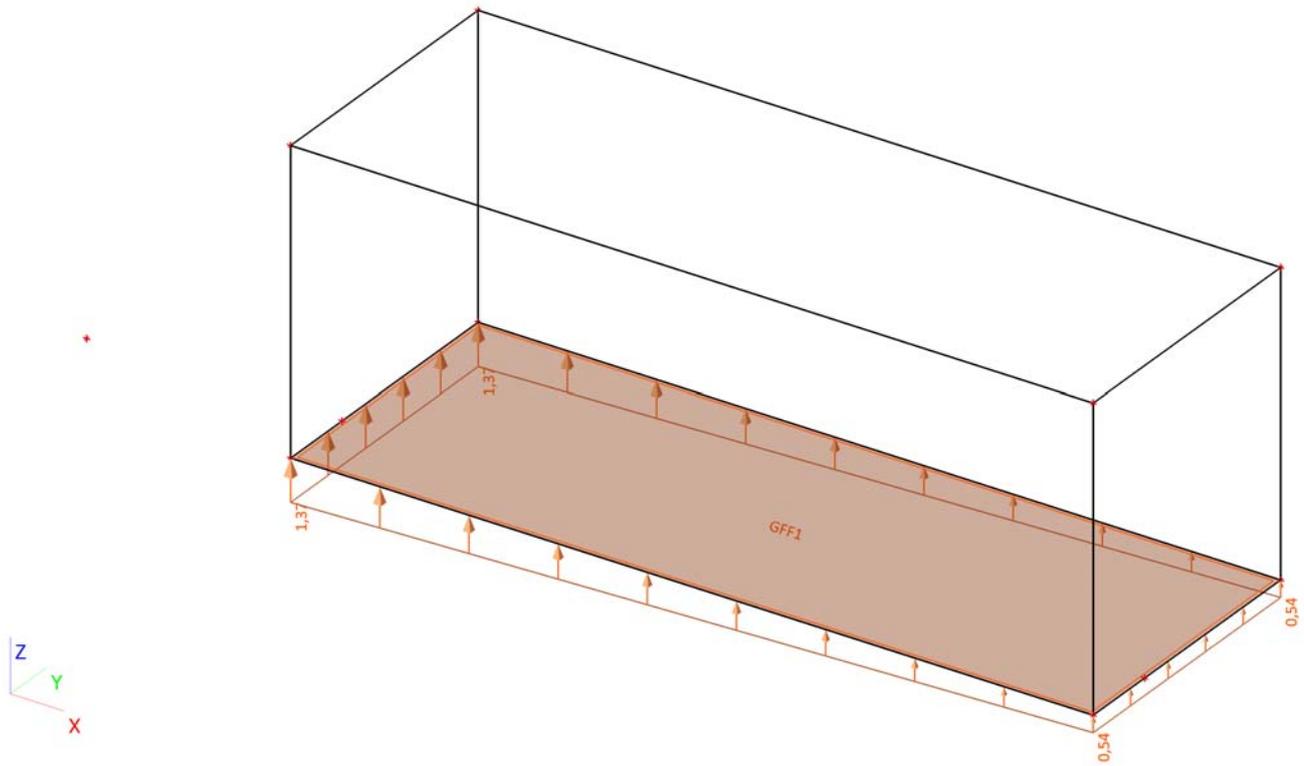
9. Cas de charge

Nom	Description	Type d'action	Groupe de charges	Type de charge	Spéc	Direction	Durée	Cas de charge maître
LC1		Permanent	LG1	Poids propre		-Z		
LC2	Chaussée béton	Permanent	LG1	Standard				
LC3	Longrines béton	Permanent	LG1	Standard				
LC6	TR1/LP11,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC7	TR1/LP12,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC8	TR1/LP13,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC9	TR1/LP14,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC10	TR1/LP15,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC11	TR1/LP16,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC12	TR1/LP17,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC13	TR1/LP18,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC14	TR1/LP19,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC15	TR1/LP110,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC16	TR1/LP111,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC17	TR1/LP112,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC18	TR1/LP113,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC19	TR1/LP114,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC20	TR1/LP115,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC21	TR1/LP116,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC22	TR1/LP117,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC23	TR1/LP118,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC24	TR1/LP119,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC25	TR1/LP120,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC26	TR1/LP121,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC27	TR1/LP122,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC28	TR1/LP123,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC29	TR1/LP124,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC30	TR1/LP125,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC33	TR1/LP21,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC34	TR1/LP22,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC35	TR1/LP23,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC36	TR1/LP24,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC37	TR1/LP25,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC38	TR1/LP26,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC39	TR1/LP27,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC40	TR1/LP28,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC41	TR1/LP29,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC42	TR1/LP210,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC43	TR1/LP211,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC44	TR1/LP212,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC45	TR1/LP213,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC46	TR1/LP214,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC47	TR1/LP215,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC48	TR1/LP216,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC49	TR1/LP217,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC50	TR1/LP218,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC51	TR1/LP219,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC52	TR1/LP220,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC53	TR1/LP221,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC54	TR1/LP222,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC55	TR1/LP223,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC56	TR1/LP224,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun
LC57	TR1/LP225,000 m	Variable	LG2	Statique	Standard		Brève	Aucun

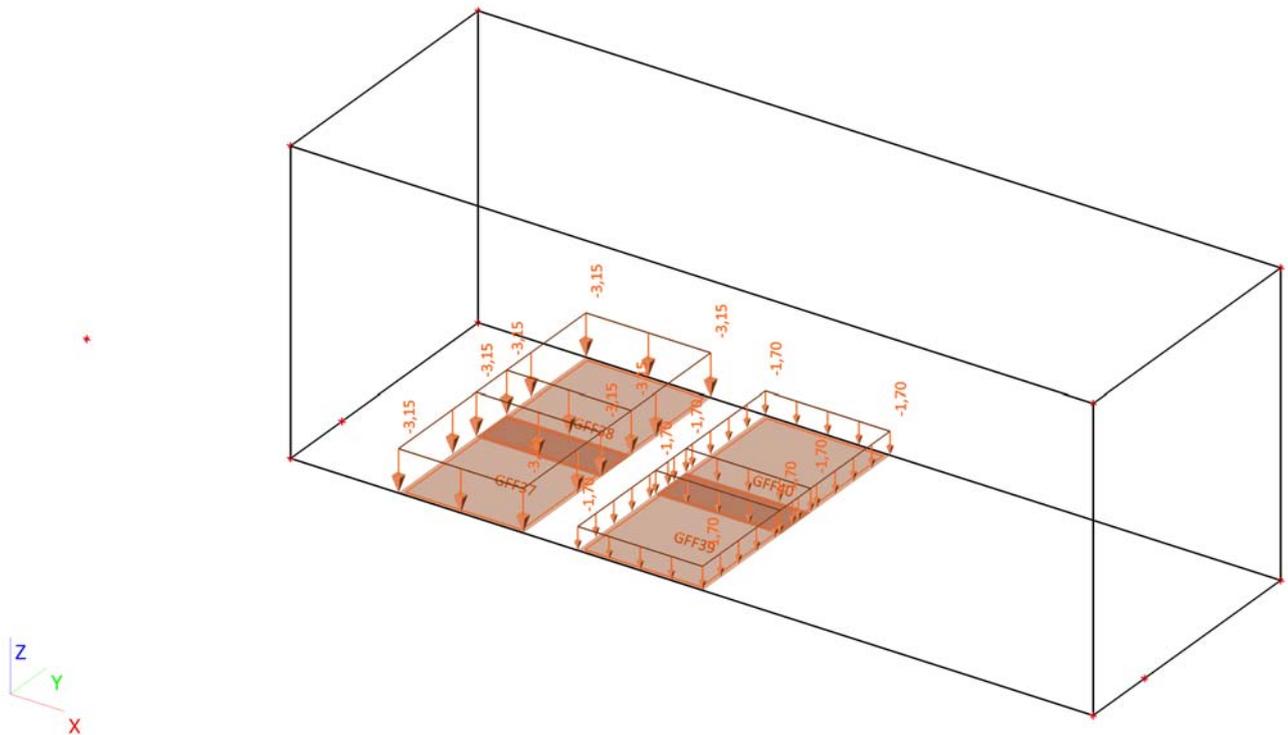
10. Groupes de charges

Nom	Charge	Relation	Type
LG1	Permanent		
LG2	Variable	Exclusif	Lpe - service

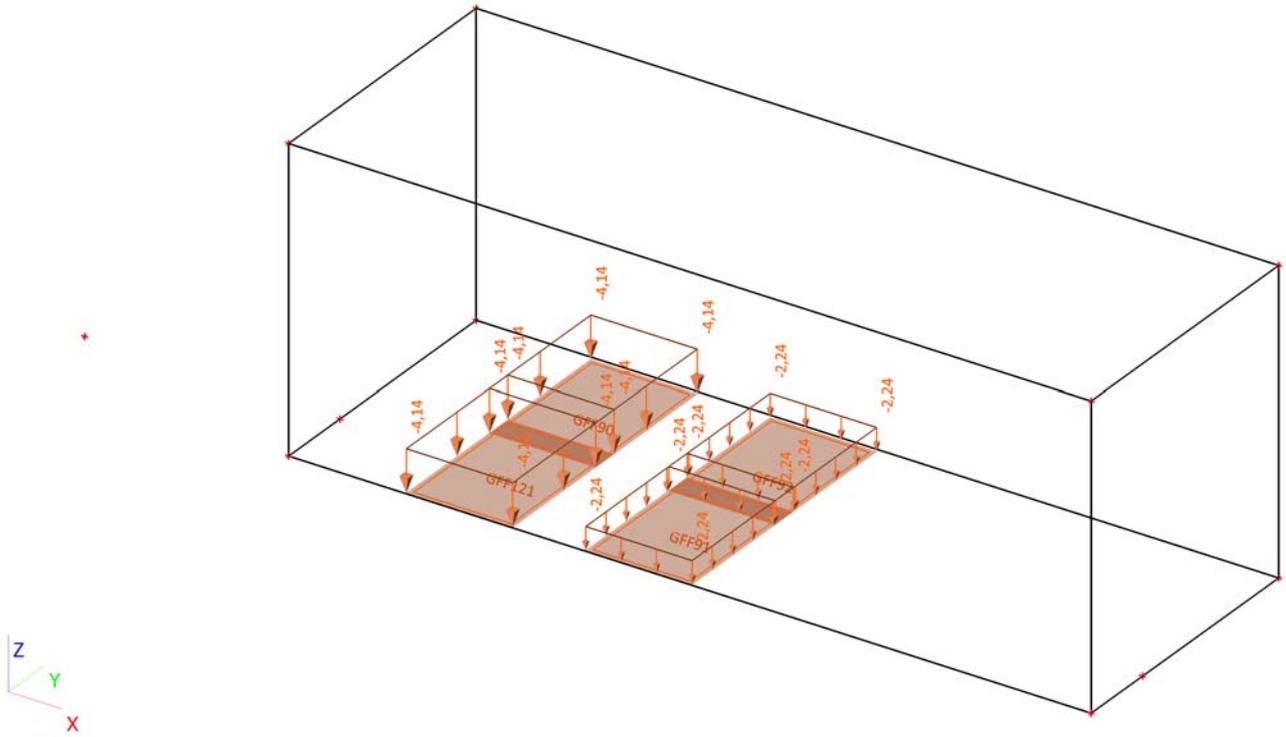
11. Chaussée béton



12. Tombereau Hmax



13. Tombereau Hmin



14. Protocole de calcul

Protocole de calcul

Protocole de calcul

Calcul statique linéaire

Nombre éléments 2D	2052
Nombre éléments 1D	0
Nombre noeuds de maillage	2106
Nombre d'équations	12636
Cas de charges	LC1
	LC2
	LC3
	LC6
	LC7
	LC8
	LC9
	LC10
	LC11
	LC12
	LC13
	LC14
	LC15
	LC16
	LC17
	LC18
	LC19
	LC20
	LC21
	LC22
	LC23
	LC24
	LC25
	LC26
	LC27
	LC28
	LC29
	LC30
	LC33
	LC34
	LC35
	LC36
	LC37
	LC38
	LC39
	LC40
	LC41
	LC42
	LC43
	LC44
	LC45
	LC46
	LC47
	LC48
	LC49
	LC50
	LC51
	LC52
	LC53
	LC54
	LC55
	LC56
	LC57
Théorie de flexion	Mindlin
Lancement calcul	24.11.2014 15:43
Fin du calcul	24.11.2014 15:43

Somme des charges et des réactions.

	[tonf]	X	Y	Z
Cas de charges LC1	charges	0.0	0.0	-708.2
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
Cas de charges LC2	contact 2D	0.0	0.0	708.2
	charges	0.0	0.0	119.1
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	-119.1

Protocole de calcul				
	[tonf]	X	Y	Z
Cas de charges LC3	charges	0.0	0.0	-51.3
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	51.3
Cas de charges LC6	charges	0.0	0.0	-8.9
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	8.9
Cas de charges LC7	charges	0.0	0.0	-21.9
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	21.9
Cas de charges LC8	charges	0.0	0.0	-35.0
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	35.0
Cas de charges LC9	charges	0.0	0.0	-38.3
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	38.3
Cas de charges LC10	charges	0.0	0.0	-49.5
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	49.5
Cas de charges LC11	charges	0.0	0.0	-73.7
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	73.7
Cas de charges LC12	charges	0.0	0.0	-97.9
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	97.9
Cas de charges LC13	charges	0.0	0.0	-109.2
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	109.2
Cas de charges LC14	charges	0.0	0.0	-109.2
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	109.2
Cas de charges LC15	charges	0.0	0.0	-109.2
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	109.2
Cas de charges LC16	charges	0.0	0.0	-109.2
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	109.2
Cas de charges LC17	charges	0.0	0.0	-109.2
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	109.2
Cas de charges LC18	charges	0.0	0.0	-109.2
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	109.2
Cas de charges LC19	charges	0.0	0.0	-109.2
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	109.2
Cas de charges LC20	charges	0.0	0.0	-109.2
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	109.2
Cas de charges LC21	charges	0.0	0.0	-109.2
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0

Protocole de calcul				
	[tonf]	X	Y	Z
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	109.2
Cas de charges LC22	charges	0.0	0.0	-109.2
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	109.2
Cas de charges LC23	charges	0.0	0.0	-109.2
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	109.2
Cas de charges LC24	charges	0.0	0.0	-109.2
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	109.2
Cas de charges LC25	charges	0.0	0.0	-98.4
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	98.4
Cas de charges LC26	charges	0.0	0.0	-85.4
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	85.4
Cas de charges LC27	charges	0.0	0.0	-72.3
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	72.3
Cas de charges LC28	charges	0.0	0.0	-70.9
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	70.9
Cas de charges LC29	charges	0.0	0.0	-56.3
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	56.3
Cas de charges LC30	charges	0.0	0.0	-35.4
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	35.4
Cas de charges LC33	charges	0.0	0.0	-7.4
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	7.4
Cas de charges LC34	charges	0.0	0.0	-23.5
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	23.5
Cas de charges LC35	charges	0.0	0.0	-39.5
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	39.5
Cas de charges LC36	charges	0.0	0.0	-40.1
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	40.1
Cas de charges LC37	charges	0.0	0.0	-47.5
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	47.5
Cas de charges LC38	charges	0.0	0.0	-77.1
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	77.1
Cas de charges LC39	charges	0.0	0.0	-106.7
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0

Protocole de calcul				
	[tonf]	X	Y	Z
Cas de charges LC40	contact 2D	0.0	0.0	106.7
	charges	0.0	0.0	-114.1
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
Cas de charges LC41	contact 2D	0.0	0.0	114.1
	charges	0.0	0.0	-114.1
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
Cas de charges LC42	contact 2D	0.0	0.0	114.1
	charges	0.0	0.0	-114.1
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
Cas de charges LC43	contact 2D	0.0	0.0	114.1
	charges	0.0	0.0	-114.1
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
Cas de charges LC44	contact 2D	0.0	0.0	114.1
	charges	0.0	0.0	-114.1
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
Cas de charges LC45	contact 2D	0.0	0.0	114.1
	charges	0.0	0.0	-114.1
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
Cas de charges LC46	contact 2D	0.0	0.0	114.1
	charges	0.0	0.0	-114.1
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
Cas de charges LC47	contact 2D	0.0	0.0	114.1
	charges	0.0	0.0	-114.1
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
Cas de charges LC48	contact 2D	0.0	0.0	114.1
	charges	0.0	0.0	-114.1
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
Cas de charges LC49	contact 2D	0.0	0.0	114.1
	charges	0.0	0.0	-114.1
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
Cas de charges LC50	contact 2D	0.0	0.0	114.1
	charges	0.0	0.0	-114.1
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
Cas de charges LC51	contact 2D	0.0	0.0	114.1
	charges	0.0	0.0	-114.1
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
Cas de charges LC52	contact 2D	0.0	0.0	114.1
	charges	0.0	0.0	-104.4
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
Cas de charges LC53	contact 2D	0.0	0.0	104.4
	charges	0.0	0.0	-88.4
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
Cas de charges LC54	contact 2D	0.0	0.0	88.4
	charges	0.0	0.0	-74.0
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
Cas de charges LC55	contact 2D	0.0	0.0	74.0
	charges	0.0	0.0	-74.0
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
Cas de charges LC56	contact 2D	0.0	0.0	74.0
	charges	0.0	0.0	-62.5

Protocole de calcul				
	[tonf]	X	Y	Z
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	62.5
Cas de charges LC57	charges	0.0	0.0	-37.0
	réactions aux noeuds	0.0	0.0	0.0
	réactions sur lignes	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	37.0

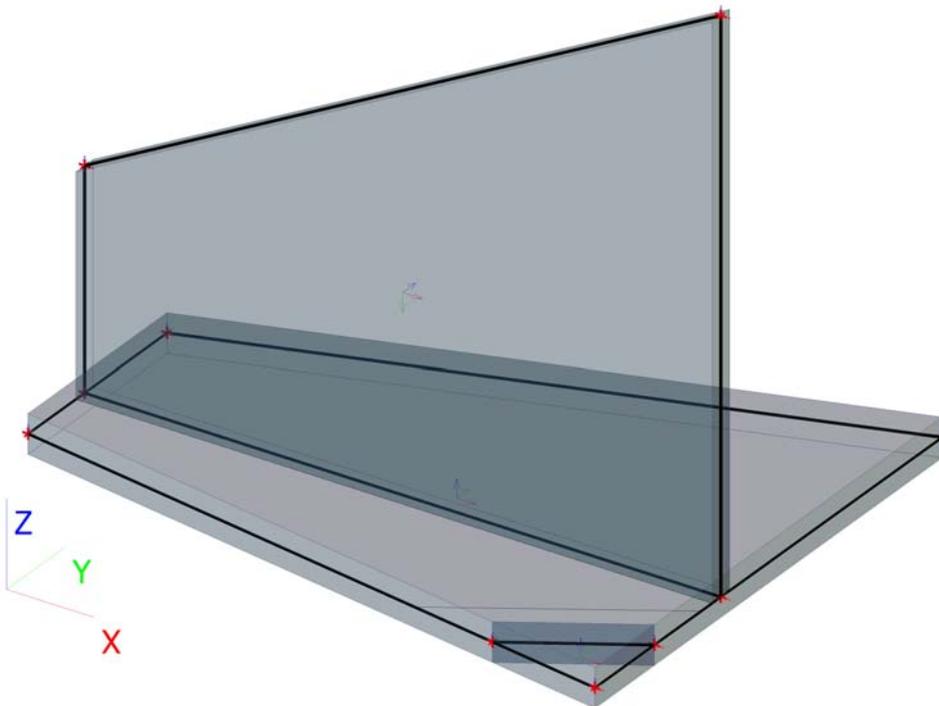
1. Projet

Nom de licence	BII
Projet	Faisabilité PIOH 295
Partie	Murs M3 et M4
Description	EXE
Auteur	SM
Date	27. 11. 2014
Structure	Général XYZ
Nb. de noeuds :	10
Nb. de barres :	0
Nb. de plaques :	3
Nb. de volumes :	0
Nb. de profils utilisées :	0
Nb. de cas de charge :	6
Nb. de matériaux utilisés :	1
Accélération de la pesanteur [m/sec ²]	9,810
Norme nationale	France

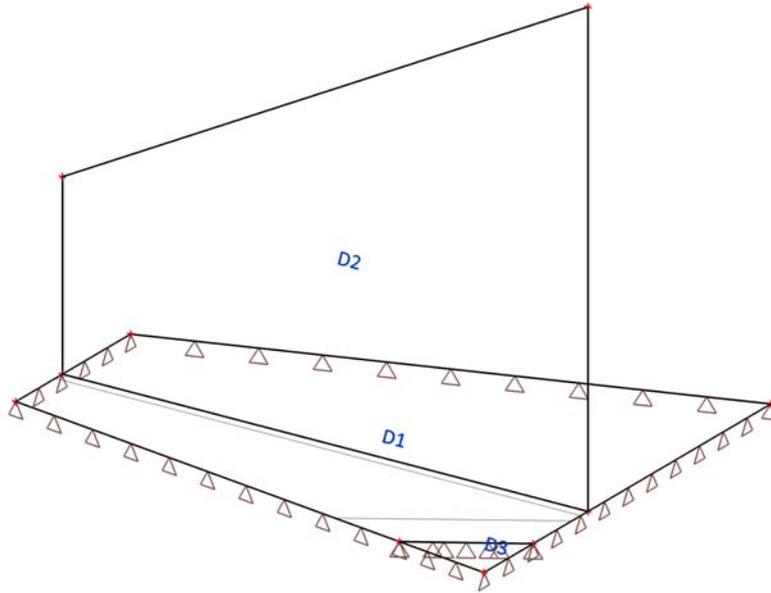
2. Matériaux

Nom	B30
Type	Béton
Dil. thermique [m/mK]	0,00
Masse volumique [kg/m ³]	2500,0
E [MPa]	3,4180e+04
Coeff. de Poisson - nu	0,2
Module G indépendant	*
G [MPa]	1,4242e+04
Amortissement (décrément logatirhmique)	0,056
Chaleur spécifique [J/gK]	0,0000e+00
Conductivité thermique [W/mK]	0,0000e+00

3. Modèle d'analyse



4. Plaques et appuis



5. Macro2D

Nom	Matériau	Ep. [mm]	Type d'épaisseur	Type	Calque
D1	B30	600	constante	dalle (90)	Calque1
D2	B30	400	constante	dalle (90)	Calque1
D3	B30	600	constante	dalle (90)	Calque1

6. Surfaces d'appui sur une surface

Nom	Macro 2D	Type	Sol de fondation
SS1	D3	Individuel (sol élastique)	Sub1
SS2	D1	Individuel (sol élastique)	Sub1

7. Cas de charge

Nom	Description	Type d'action	Groupe de charges	Type de charge	Direction
LC1		Permanent	LG1	Poids propre	-Z
LC2	Remblai Amont	Permanent	LG1	Standard	
LC3	Remblai Aval	Permanent	LG1	Standard	
LC4	Maçonnerie	Permanent	LG1	Standard	
LC5	Surcharge Amont	Permanent	LG1	Standard	
LC6	Surcharge Aval	Permanent	LG1	Standard	

8. Groupes de charges

Nom	Charge
LG1	Permanent

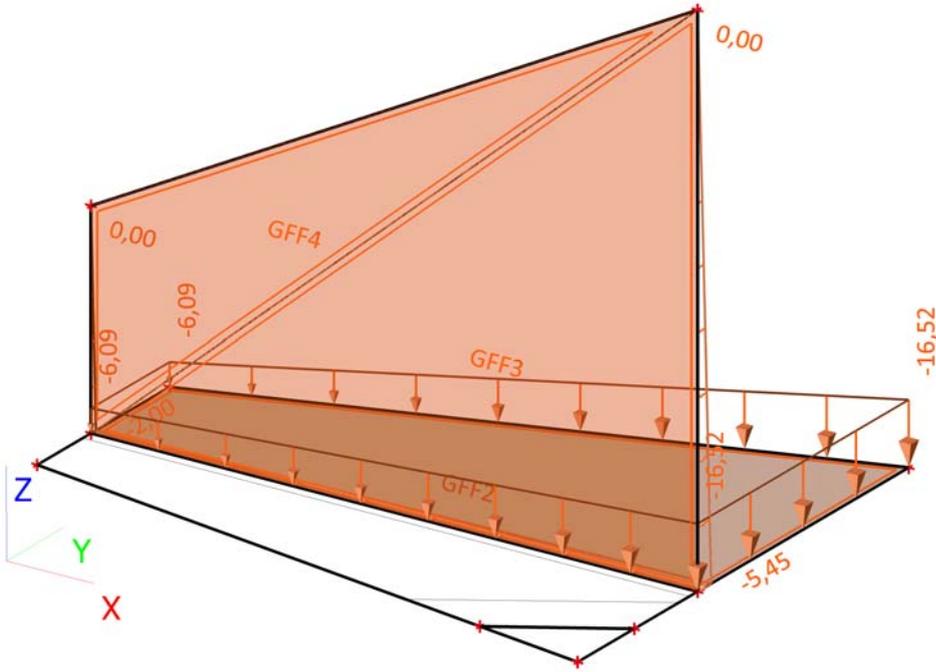
9. Combinaisons

Nom	Description	Type	Cas de charge	Coeff. [-]
CO1	Combi ELS FQ	Automatique - service	LC1	1,00
			LC2 - Remblai Amont	1,00
			LC3 - Remblai Aval	1,00
			LC4 - Maçonnerie	1,00
			LC5 - Surcharge Amont	0,72
			LC6 - Surcharge Aval	0,72
CO2	Combi ELS RARE	Automatique - service	LC1	1,00
			LC2 - Remblai Amont	1,00
			LC3 - Remblai Aval	1,00
			LC4 - Maçonnerie	1,00
			LC5 - Surcharge Amont	1,20
			LC6 - Surcharge Aval	1,20
CO3	Combi ELU FOND1	Automatique - service	LC1	1,35
			LC2 - Remblai Amont	1,35
			LC3 - Remblai Aval	1,35
			LC4 - Maçonnerie	1,35
			LC5 - Surcharge Amont	1,60
			LC6 - Surcharge Aval	1,60
CO4	Combi ELU FOND2	Automatique - service	LC1	1,00
			LC2 - Remblai Amont	1,00
			LC3 - Remblai Aval	1,00
			LC4 - Maçonnerie	1,00
			LC5 - Surcharge Amont	1,60
			LC6 - Surcharge Aval	1,60

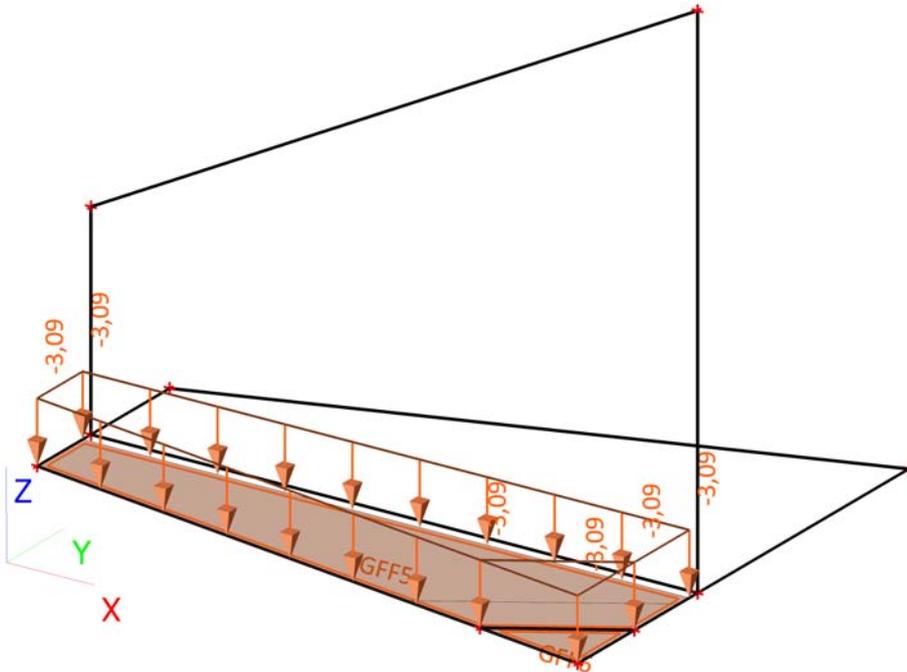
10. Classes de résultat

Nom	Nom du type	Liste
Tous ELS	Classes de résultat	CO1 - Automatique - service CO2 - Automatique - service CO3 - Automatique - service CO4 - Automatique - service
Tous ELU	Classes de résultat	CO3 - Automatique - service CO4 - Automatique - service

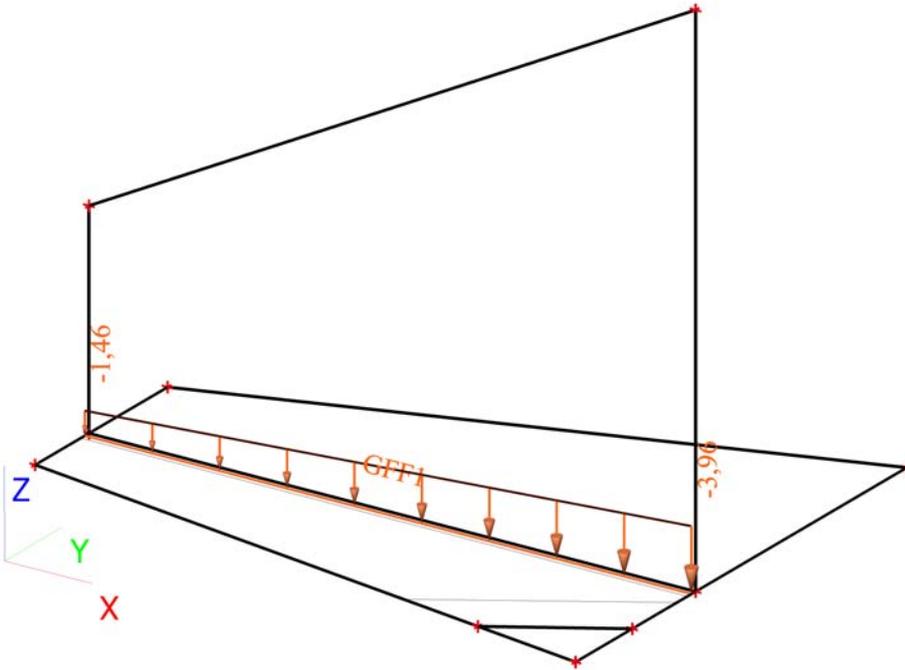
11. Remblai Amont



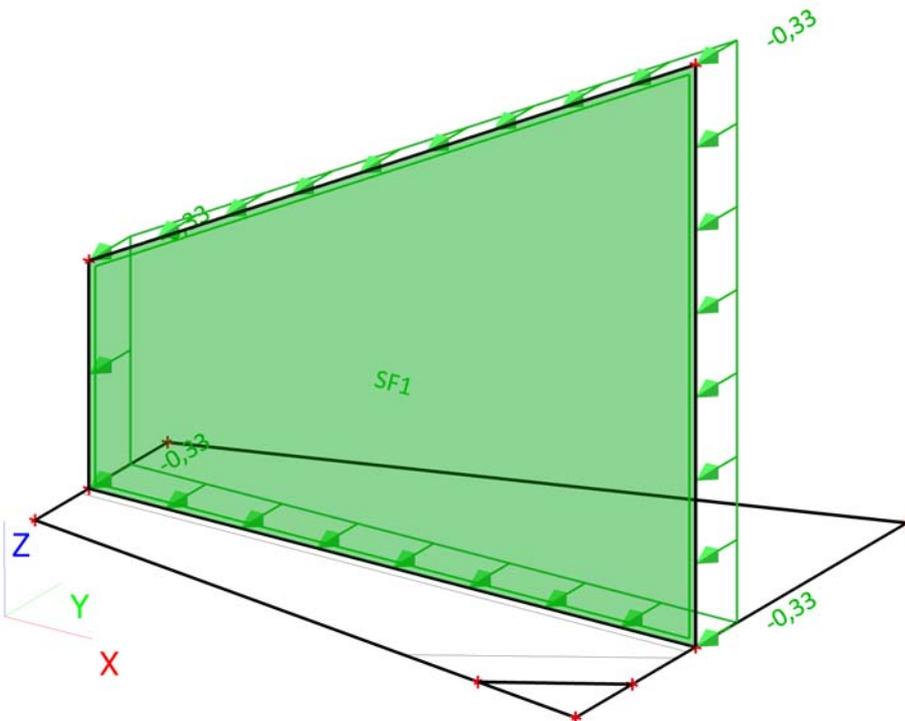
12. Remblai Aval



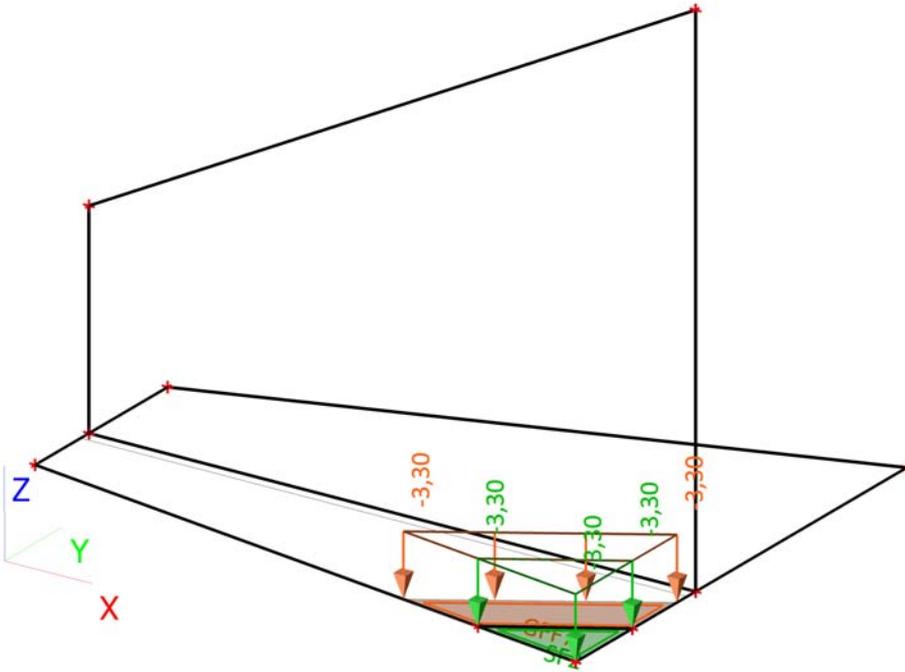
13. Maçonnerie



14. Surcharge Amont



15. Surcharge Aval



16. Charges libres linéiques

Nom	Cas de charge	Dir	Type	Distribution	Valeur - P ₁ [tonf/m]	Valeur - P ₂ [tonf/m]	Validité	Sélection	Système	Position
FL1	LC4 - Maçonnerie	Z	Force	Trapézoïdal	-1,46	-3,96	Tout	Auto	SCG	Longueur

17. Charges libres générées

Nom	Cas de charge	Macro 2D	Dir Distribution	Type de charge Type	Charge d'origine	q [tonf/m ²]	Système Position
GFF1	LC4 - Maçonnerie	D1	Z Trapézoïdal	Ligne Force	FL1		SCG Longueur
GFF2	LC2 - Remblai Amont	D1	Z Dir X	Surface Force	FF1		SCG Longueur
GFF3	LC2 - Remblai Amont	D2	Z 3 points	Surface Force	FF2		SCL élément Longueur
GFF4	LC2 - Remblai Amont	D2	Z 3 points	Surface Force	FF3		SCL élément Longueur
GFF5	LC3 - Remblai Aval	D1	Z Uniforme	Surface Force	FF4	-3,09	SCG Longueur
GFF6	LC3 - Remblai Aval	D3	Z Uniforme	Surface Force	FF4	-3,09	SCG Longueur
GFF7	LC6 - Surcharge Aval	D1	Z Uniforme	Surface Force	FF5	-3,30	SCG Longueur

18. Charge libre surfacique

Nom	Cas de charge	Dir	Type	Distribution	q [tonf/m ²]	q1 [tonf/m ²]	q2 [tonf/m ²]	q3 [tonf/m ²]	Validité	Sélection	Système	Position
FF1	LC2 - Remblai Amont	Z	Force	Dir X		-6,09	-16,52		Tout	Auto	SCG	Longueur
FF2	LC2 - Remblai Amont	Z	Force	3 points		0,00	-5,45	-2,00	Tout	Auto	SCL élément	Longueur
FF3	LC2 - Remblai Amont	Z	Force	3 points		0,00	-2,00	0,00	Tout	Auto	SCL élément	Longueur
FF4	LC3 - Remblai Aval	Z	Force	Uniforme	-3,09				Tout	Auto	SCG	Longueur
FF5	LC6 - Surcharge Aval	Z	Force	Uniforme	-3,30				Tout	Auto	SCG	Longueur

19. Forces sur surface

Nom	Dir	Type	Valeur [tonf/m ²]	Macro 2D	Cas de charge	Système	Pos
SF1	Z	Force	-0,33	D2	LC5 - Surcharge Amont	SCL	Longueur
SF2	Z	Force	-3,30	D3	LC6 - Surcharge Aval	SCL	Longueur