

# **Aménagement d'une soute à munitions ECLPN de Limoges**

\*\*\*

## **NOTE DE CALCULS**

### **ETUDE DU DALLAGE EXISTANT**

\*\*\*

#### **GENESIS GROUP CENTRE**

15, avenue de Paris – 19100 Brive La Gaillarde

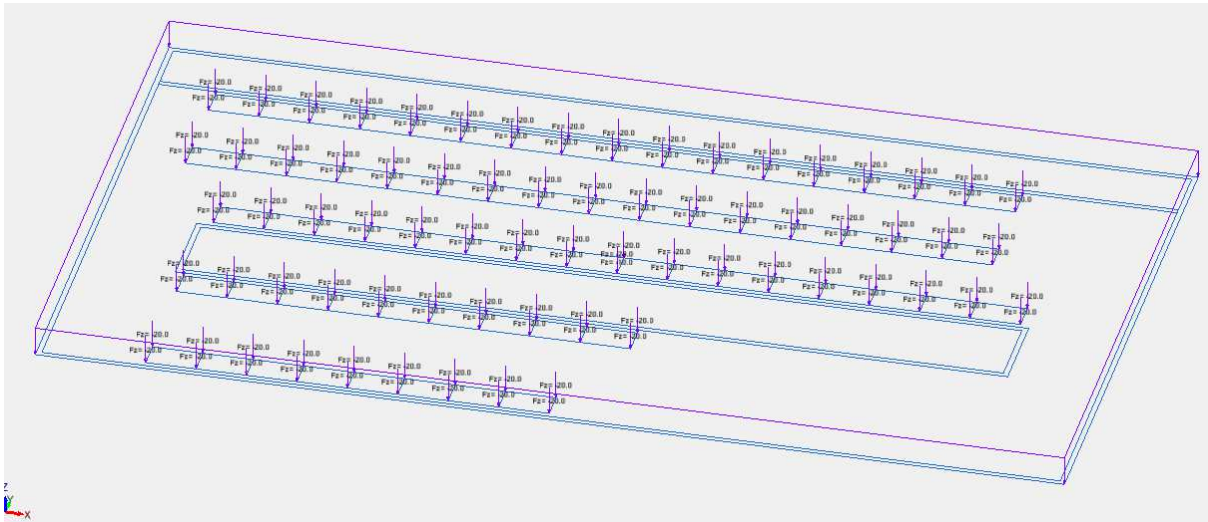
\*\*\*

<b>Indice 0</b>	<b>02/07/2025</b>	<b>Diffusion initiale</b>
-----------------	-------------------	---------------------------

## Table des matières

1	Hypothèses générales .....	4
2	Chargement .....	5
3	Modélisation.....	6
4	Tassements / Déformations .....	6
5	Contraintes au sol .....	7
6	Vérification poinçonnement.....	8
7	Sollicitations – Ferrailages avec R=20kN.....	8
7.1	Calcul de la section d’acier .....	9
7.2	Vérification fissuration .....	9
8	Charges admissibles .....	9
8.1	Vérification fissuration .....	10
9	Conclusion.....	10
9.1	Première vérification – Charge de 20 kN.....	10
9.2	Deuxième vérification – Charge réduite à 13 kN .....	10

La présente note de calculs a pour but de définir les hypothèses de calculs afin de modéliser le dallage existant pour vérifier les tassements et contraintes au sol.



## 1 | Hypothèses générales

- **Réglementation**

Eurocode 2 – Calculs des structures en béton armé et annexes nationales (français)

- **Documents de référence**

Etude géotechnique OPTISOL G2AVP 25RD313 indice 1 du 03/06/2025

Plan d'implantation des modules transmis par mail le 23/06/25 de l'entreprise STORAGIS

- **Matériaux**

Béton = C20/25 (suivant les essais de compression, voir rapport Optisol)

Acier = HA500 (classe ductilité A)

- **Environnement**

Classe exposition = XC2 (Enrobage minimal = 3cm)

- **Coffrage**

Epaisseur = 13cm (suivant sondage, voir rapport Optisol), épaisseur variable, ici nous garderons la plus défavorable pour les calculs.

## 2 | Chargement

- **Zone de stockage (charge surfacique)**

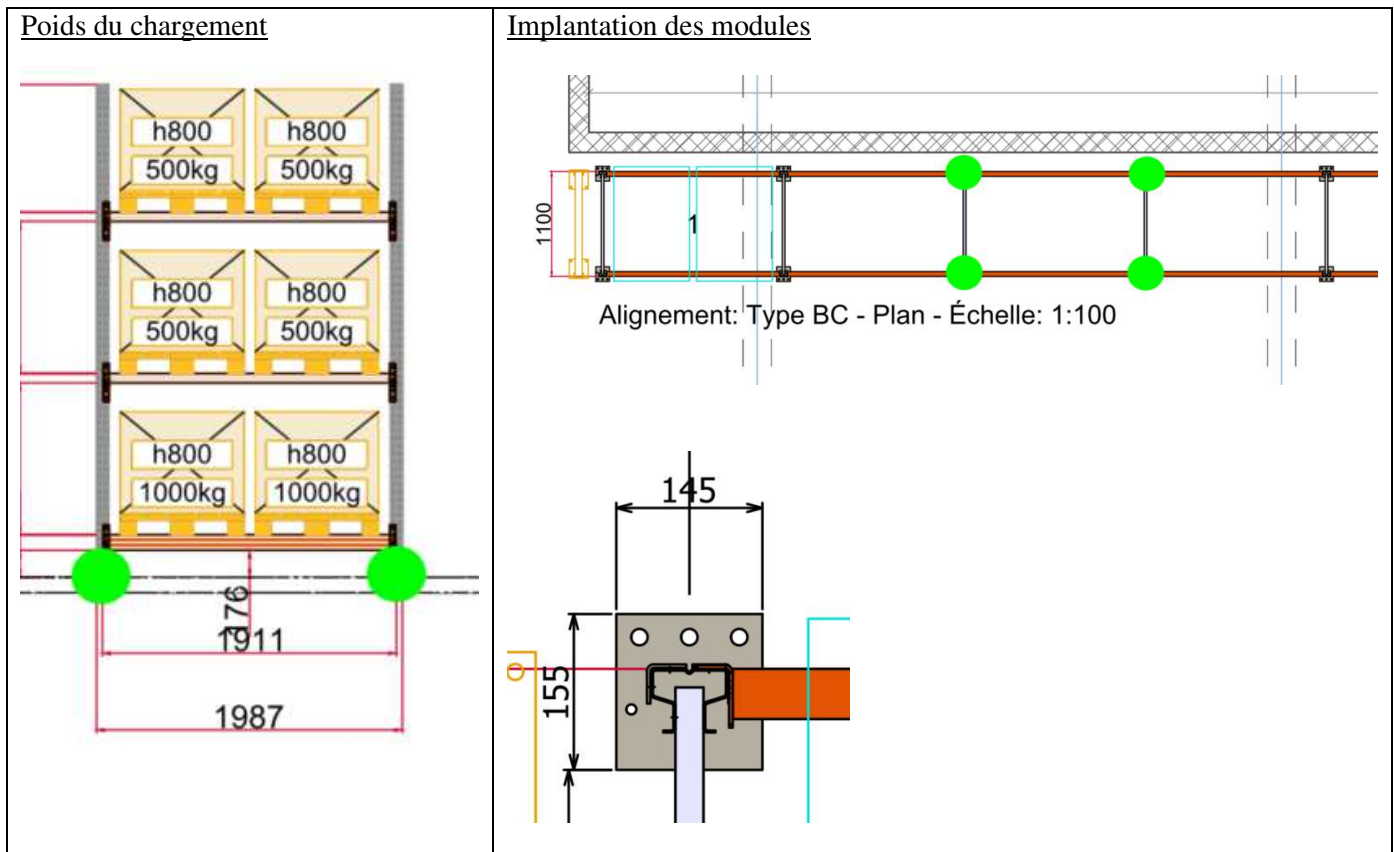
CP = 0,50kN/m<sup>2</sup>

CE = 10,00kN/m<sup>2</sup>

- **Zone de stockage (charge ponctuelle)**

CP = 0,00kN/m<sup>2</sup>

CE = 20,00kN/m<sup>2</sup> (points verts)



Le chargement du dallage est établi par les charges en pied des modules, à savoir 20kN par pied, qui sont en appui sur des platines métalliques de 15.5x14.5 cm.

- **Cas de charge**

11/G = Poids propre du dallage, Charges permanentes appliquées sur le dallage, Ensemble des charges permanentes issu des descentes de charges

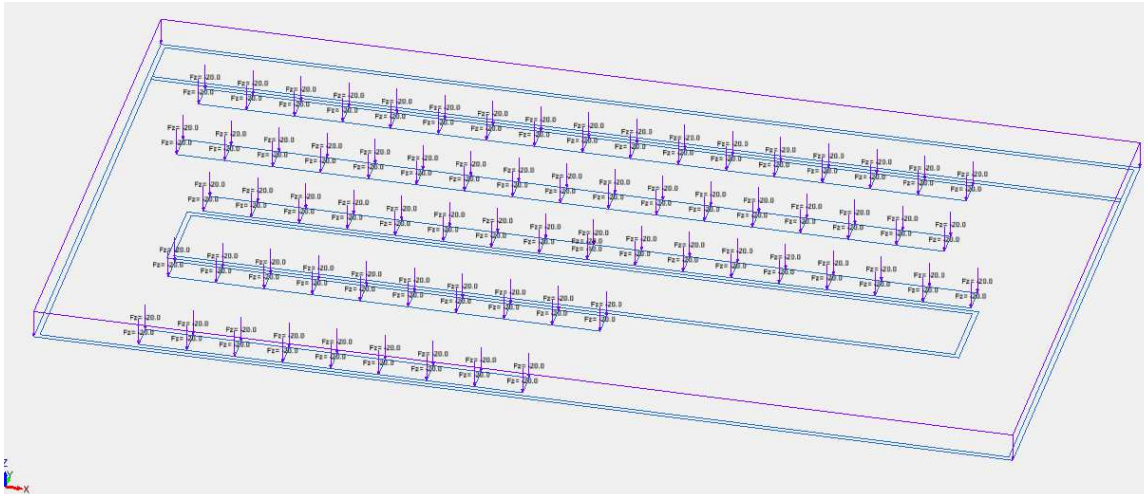
21/Q = Charges d'exploitation appliquées sur le dallage, Ensemble des charges d'exploitation issu des descentes de charges

- **Combinaisons**

101/ELU = 1,35.[11/G] + 1,50.[21/Q]

103/ELS = 1,00.[11/G] + 1,00.[21/Q]

### 3 | Modélisation



Le modèle est calculé par la méthode des éléments finis comme une plaque (radier) sur des appuis élastiques (sol) afin de déterminer les sollicitations internes, les déformations du radier, le tassement du sol et les ferraillages à mettre en place.

- **Logiciel**

Advance Design 2018 de Graitec©

- **Maillage**

Delaunay = maille 1,00x1,00m

- **Appui surfacique élastique**

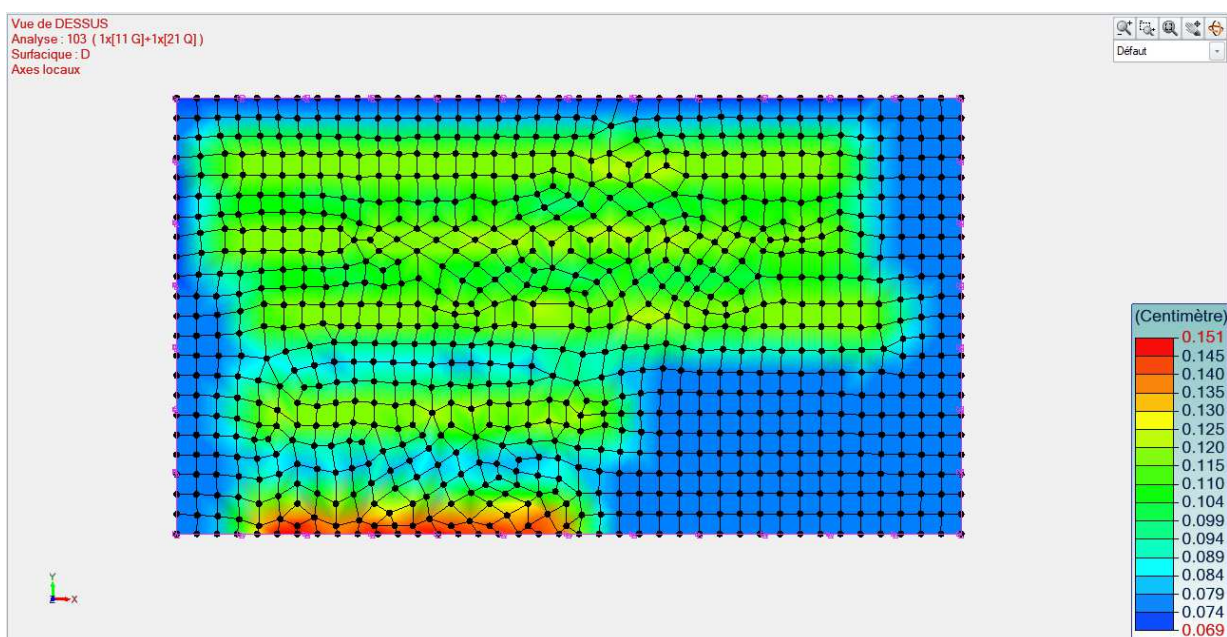
Raideur du sol naturel d'assise à 17 000 KPa/m (suivant rapport géotechnicien)

### 4 | Tassements / Déformations

- **$103/ELS = 1,00.[11/G] + 1,00.[21/Q]$**

Déplacement mini = 0,00 cm / Déplacement maxi = 0,15 cm

Tassement différentiel = 0,15cm < 0,5 cm





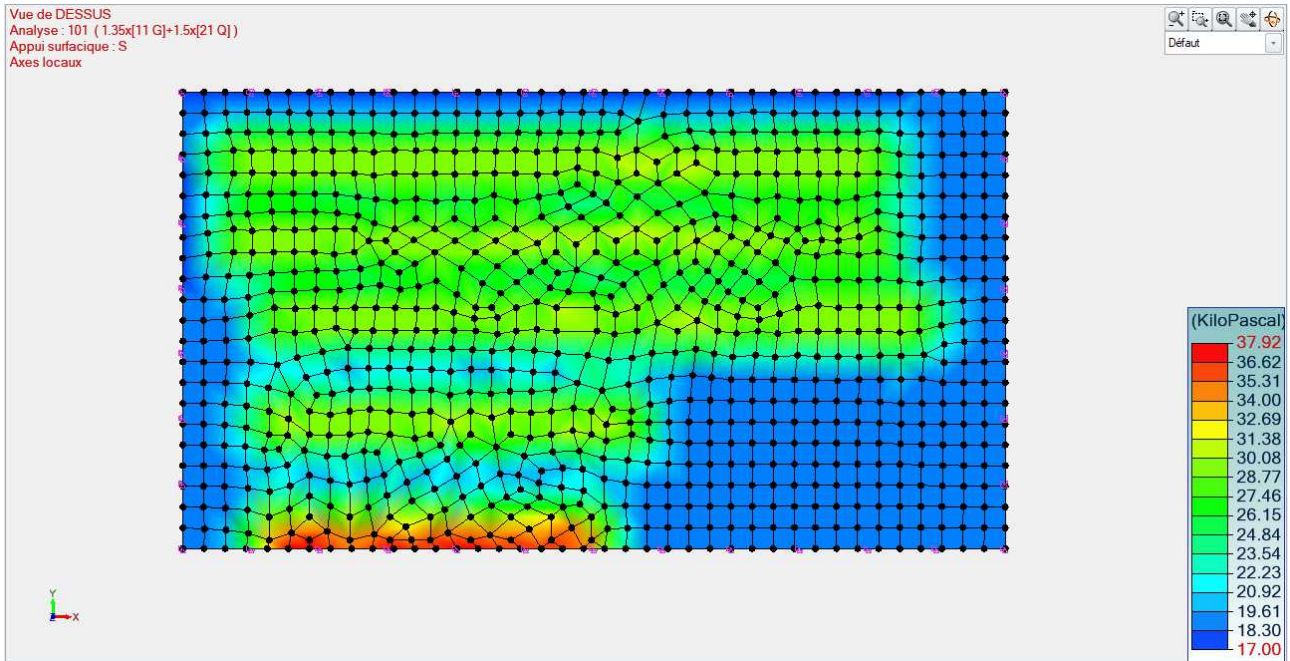
## 5 | Contraintes au sol

- **Contraintes de sol admissibles**

Contrainte de sol admissible ELS = 250KPa / Contrainte de sol admissible ELU = 410KPa

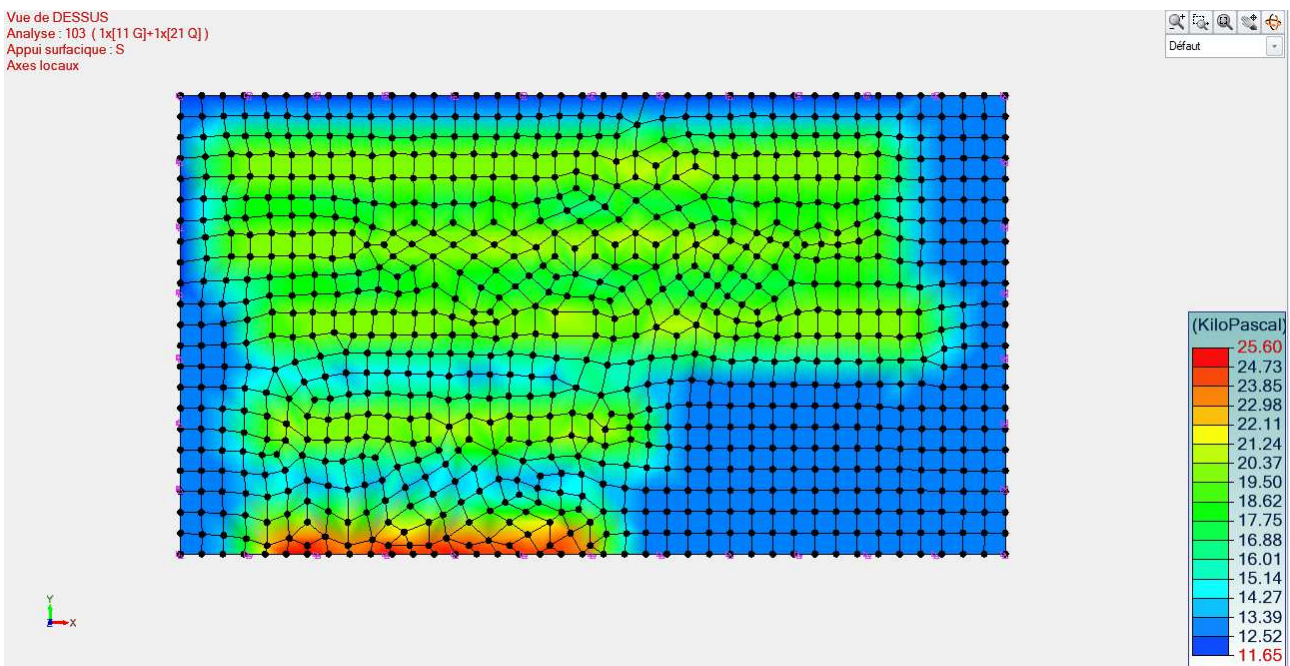
- **$101/ELU = 1,35.[11/G] + 1,50.[21/Q]$**

Contrainte sol mini = 17,00 KPa / Contrainte sol maxi = 37,92 KPa



- **$103/ELS = 1,00.[11/G] + 1,00.[21/Q]$**

Contrainte sol mini = 11,65 KPa / Contrainte sol maxi = 25,60 KPa



## 6 | Vérification poinçonnement

### ➤ VOIR ANNEXE 1

On détermine pour l'épaisseur du dallage la nécessité de mettre en place ou non des armatures de poinçonnement sous les impacts des platines.

- **Platine 15,5 x 14,5 cm**

$G+Q = 0+20 \text{ KN}$

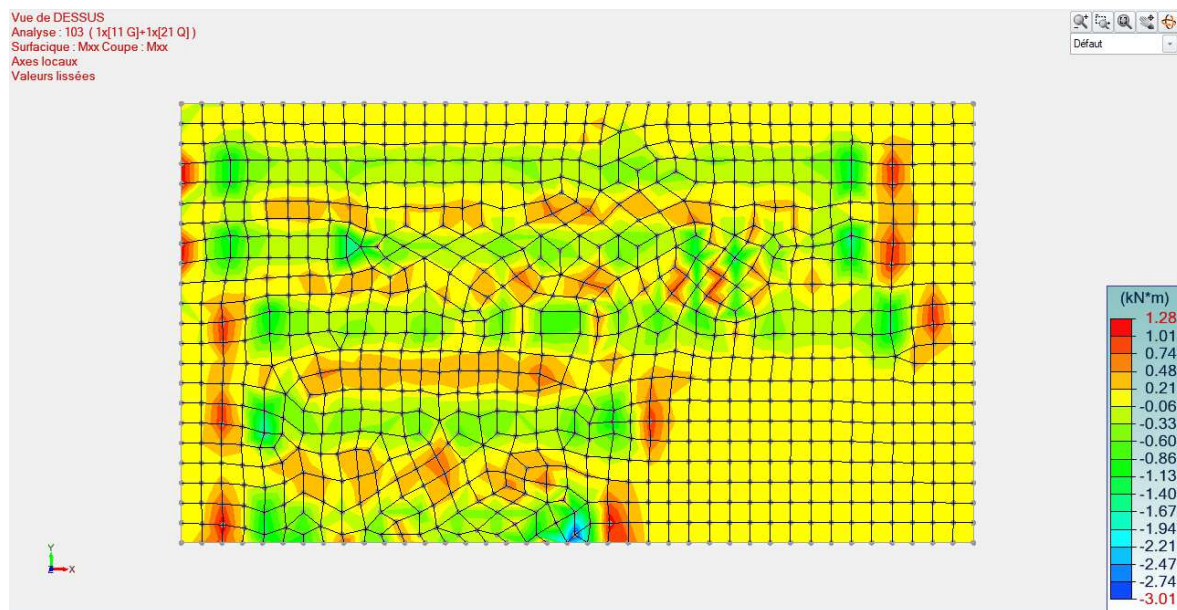
**pas d'armatures de poinçonnement requis**

$A_{sw}/S_r = 0,00 \text{ m}^2/\text{ml}$

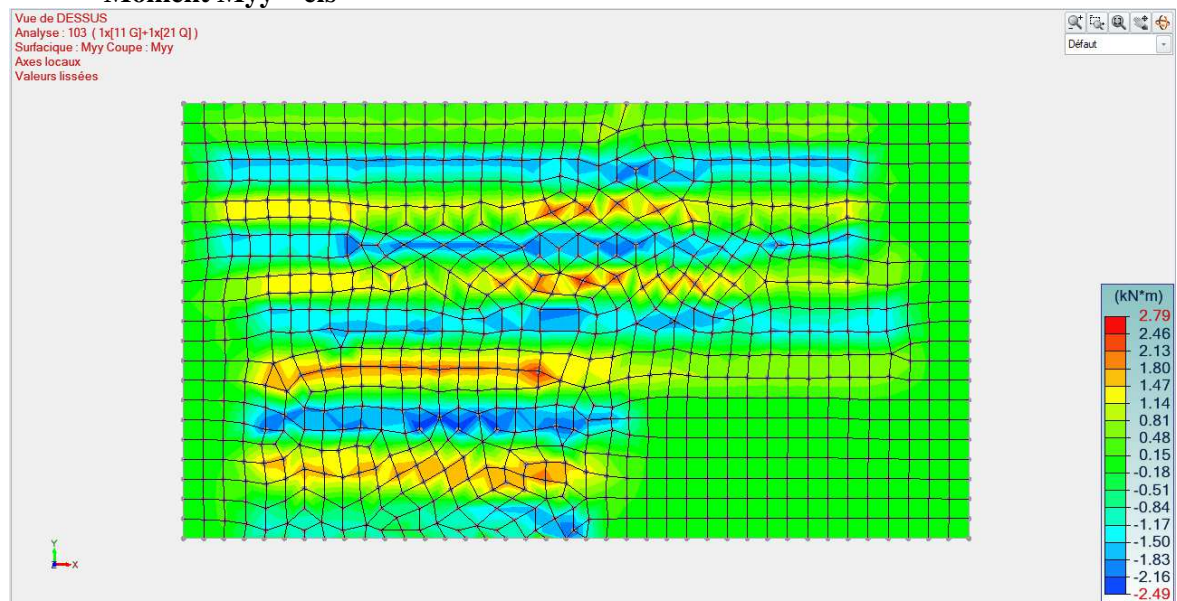
Ferraillage : sans objet

## 7 | Sollicitations – Ferraillages avec R=20kN

- **Moment  $M_{xx}$  – els**



- **Moment  $M_{yy}$  – els**





## 7.1 | Calcul de la section d'acier

### ➤ VOIR ANNEXE 2

Le calcul de la section d'acier nous donne un ferrailage de  $1,27\text{cm}^2$  soit un ST15c.

Le ferrailage existant (de  $0,87\text{cm}^2$ , HA4 –  $e=15$ ) ne respecte pas cette section, nous allons donc vérifier le ferrailage actuel à l'ELS.

## 7.2 | Vérification fissuration

### ➤ VOIR ANNEXE 3

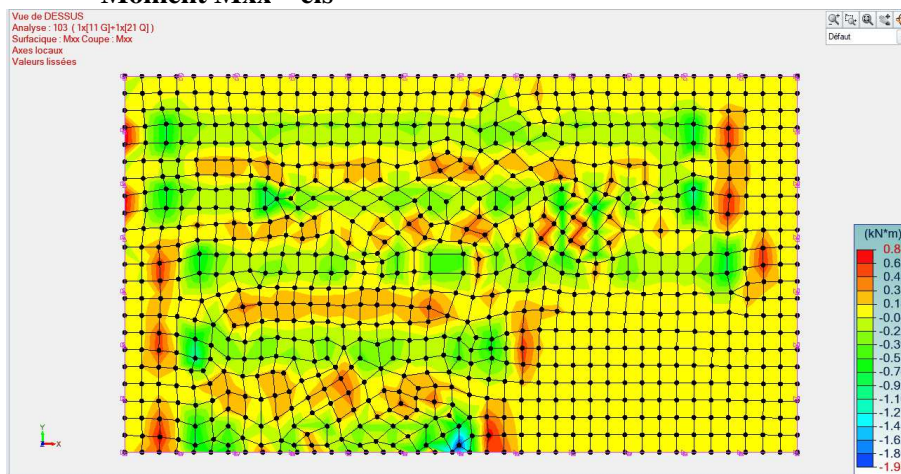
Dans cette vérification, on voit que la contrainte de l'acier est dépassée et que la fissure  $w_k$  est supérieure à la fissure limite  $w_{kmax}$ .

## 8 | Charges admissibles

Dans ce paragraphe, nous allons déterminer les charges maximales, par pied de module, que peut reprendre le dallage avec l'épaisseur et le ferrailage existant, soit une épaisseur de 13cm et un ferrailage de  $0,87\text{cm}^2$ , afin de vérifier la fissuration.

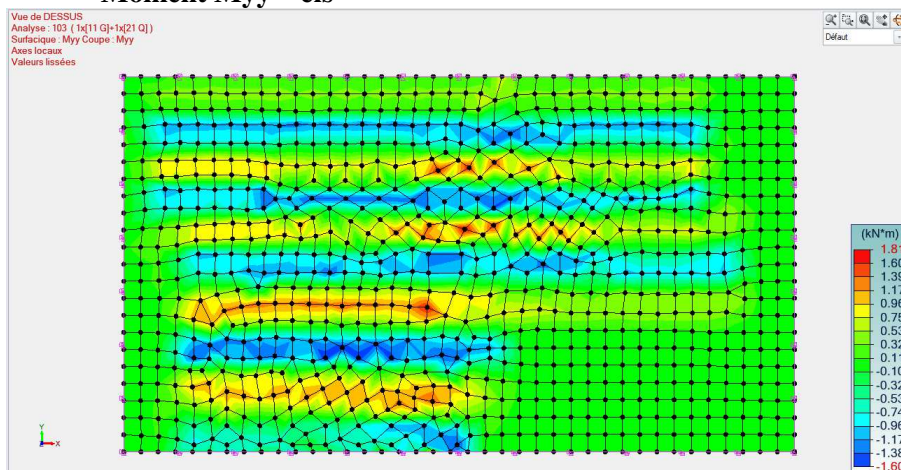
Sollicitations avec des charges ponctuelles de 13kN soit 1300kg

### • Moment $M_{xx}$ – els



Le moment de 1,98  $\text{kN}\cdot\text{m}$  est une pointe due à l'effet de bord.

### • Moment $M_{yy}$ – els



## 8.1 | Vérification fissuration

### ➤ VOIR ANNEXE 4

Dans cette vérification, avec le dallage existant et le ferrailage, si on se limite à des charges par pied de module de 13kN (soit 1300kg), la fissuration est vérifiée.

## 9 | Conclusion

L'étude du dallage existant a permis d'évaluer sa capacité portante selon deux hypothèses de chargement. (Charge de 20kN et 13kN)

### 9.1 | Première vérification – Charge de 20 kN

- Contrainte du sol : **Conforme**
- Vérification au poinçonnement : **Conforme**
- Tassement du sol : **Conforme**
- Armatures : **Non conforme**
- Fissuration : **Non conforme**

Ce scénario révèle que la dalle ne satisfait pas les exigences de fissuration. Si l'on souhaite maintenir ce niveau de charge, deux options se présentent :

- Accepter l'apparition de fissures localisées, compatibles avec l'usage prévu ;
- Remplacer le dallage pour assurer un comportement structurel conforme aux normes sans fissuration

### 9.2 | Deuxième vérification – Charge réduite à 13 kN

- Contrainte du sol : **Conforme**
- Poinçonnement : **Conforme**
- Tassement : **Conforme**
- Ferrailage : **Conforme**
- Fissuration : **Conforme**

Dans cette configuration, l'ensemble des critères réglementaires et techniques sont satisfaits. Le dallage existant peut donc être conservé sans réserve pour des charges limitées à 13 kN par appui.

## Recommandation finale

Si l'usage futur implique des charges supérieures à 13 kN, il est recommandé de remplacer le dallage. Cette opération permettra d'assurer :

- une réponse structurelle durable aux sollicitations futures,
- une limitation des fissures et donc une meilleure tenue dans le temps,
- une conformité avec les exigences réglementaires sans restriction d'exploitation.

En cas de non-remplacement du dallage, les conditions suivantes devront impérativement être respectées :

- Limiter les charges à 13 kN maximum par appui,
- Assurer un suivi régulier de l'état de surface (apparition de fissures, déformations),
- Informer clairement les utilisateurs sur les limites de charge et les zones de stockage à respecter.

Une signalétique adaptée devra être mise en place pour éviter les surcharges accidentelles.

## Propositions de renforcement du dallage

1. Ajout d'une dalle de répartition armée sur le dallage existant

- Principe : Mise en œuvre d'une nouvelle dalle béton armé (6 à 8 cm), désolidarisée ou adhérente, avec armature supérieure (treillis soudé ou armatures filantes).
- Avantages : Réduction de la concentration des efforts en pied de platine, amélioration de la répartition, contrôle de la fissuration.
- Condition : Vérifier la compatibilité d'adhérence (traitement de surface) ou utiliser un géotextile pour désolidarisation.
- Charge admissible cible :  $\geq 20$  kN avec ferrailage adapté.
- Inconvénients : Surélévation du sol, délai de séchage, vérification nécessaire de l'adhérence avec l'existant.

## 2. Renfort localisé sous les appuis par massifs béton

- Principe : Création de dés élargis ou plots en béton armé sous chaque platine, liés au dallage ou coulés indépendamment (type massif isolé).
- Avantages : Renfort économique et ciblé, évite le traitement global.
- Condition : Nécessite sondage et calepinage précis pour implantation.
- Remarque : Peut poser des contraintes d'exécution si la zone est déjà équipée.
- Inconvénients : Nécessite sondages et implantation précise, travail plus complexe si zone encombrée ou en exploitation.

## 3. Remplacement partiel ou total du dallage (zones les plus sollicitées)

- Principe : Dépose et reconstruction d'un dallage renforcé uniquement aux zones de forte charge.
- Avantages : Optimisation économique par traitement partiel.
- Inconvénients : Coordination et précision d'implantation, risque de discontinuité (joint de reprise à gérer).

GENESIS INGENIERIE  
8, impasse Rudolf Diesel  
33700 MERIGNAC

**ANNEXE 1**

<b>NOTE DE CALCULS</b>
<b>DALLE BETON ARME   POINCONNEMENT CALCUL</b>

**Affaire**      24-127\_SGAMI      **R=20kN**

**Réglementation**

Eurocode 2 - Partie 1.1 et l'annexe nationale  
Article 6.4

<b><u>Béton</u></b>	C20/25	<b><u>Acier</u></b>	Re500
j =	28 jours	Ductilité :	A
fcd(t) =	13,3 Mpa	fyd =	434,8 Mpa

**Environnement**

XC2      Corrosion par carbonatation

**Caractéristique de la dalle**

ep =	13,0 cm	dsc =	3,0 cm
Asl=	0,0 cm <sup>2</sup> /ml	dst =	10,0 cm

**Sollicitations**

Ved =	ELU 30 KN	position =	milieu
		a =	15,5 cm
		b =	14,5 cm

**Calculs**       $\beta = 1,15$

**Vérification contour u0**

u0=      0,600 m  
 $\tau_{ed,u0} = 0,575$  Mpa  
 $\tau_{rd,max} = 3,680$  MPa  
 $\tau_{ed,u0} \leq \tau_{rd,max}$  [ Ok ]  
 Section béton suffisant

**Vérification contour u1**

u1=      1,857 m  
 $\tau_{ed,u1} = 0,186$  Mpa  
 $\tau_{rd,c} = 0,443$  MPa  
 $\tau_{ed,u1} \leq \tau_{rd,c}$  [ Ok ]  
 Pas d'armature de poinçonnement

**Résultats**

**Asw/Sr = 0,00 cm<sup>2</sup>/ml**  
 Srmax = 0,075 m  
 $\rho_{w,mini} = 0,0716$  %

GENESIS INGENIERIE  
8, impasse Rudolf Diesel  
33700 MERIGNAC

## ANNEXE 2

### NOTE DE CALCULS POUTRE BETON ARME | FLEXION CALCUL ELU

**Affaire** 24-127\_SGAMI **R=20kN**

#### Réglementation

Eurocode 2 - Partie 1.1 et l'annexe nationale  
Article 6.1

<b>Béton</b>	C20/25	<b>Acier</b>	Re500
j =	28 jours	Ductilité :	A
fcd(t) =	13,3 Mpa	f <sub>yd</sub> =	434,8 Mpa

#### Environnement

XC2 Corrosion par carbonatation

#### Section de l'ame

b = 100,0 cm  
h = 13,0 cm

#### Table de compression

e<sub>p</sub> = 0,0 cm  
L<sub>tab</sub> = 0,0 cm

#### Armatures

d<sub>sc</sub> = 5,0 cm  
d<sub>st</sub> = 8,0 cm

#### Sollicitations

	ELU	ELS	ELS, qp	
Med =	4,5	3,0	2,5	KNm

#### Calculs

Pivot A

$\alpha$  = 0,06775  
 $\mu$  = 0,0527  
y = 0,54 cm

z<sub>sc</sub> = 3,0 cm  
z<sub>st</sub> = 7,8 cm

#### Résultats

#### Vérification des contraintes

<b>Asc =</b>	<b>0,00</b>	<b>cm<sup>2</sup></b>	calcul	limite	
<b>Ast =</b>	<b>1,27</b>	<b>cm<sup>2</sup></b>	$\sigma_c$ =	4,5	16,0 [ Ok ]
Ast, calcul =	1,27	cm <sup>2</sup>	$\sigma_c, qp$ =	0,0	9,0 [ Ok ]
Ast, mini =	1,04	cm <sup>2</sup>	$\sigma_{sc}$ =	0,0	400,0 [ Ok ]
Ast, maxi =	52,00	cm <sup>2</sup>	$\sigma_{st}$ =	318,2	400,0 [ Ok ]



GENESIS INGENIERIE  
8, impasse Rudolf Diesel  
33700 MERIGNAC

## ANNEXE 3

### NOTE DE CALCULS DALLE BETON ARME | FLEXION VERIFICATION ELS

**Affaire** 24-127\_SGAMI **R=20kN**

#### Réglementation

Eurocode 2 - Partie 1.1 et l'annexe nationale  
Article 7.2 et 7.3

<b>Béton</b>	C20/25	<b>Acier</b>	Re500
j =	28 jours	Ductilité :	A
fcd(t) =	13,3 Mpa	fyd =	434,8 Mpa

#### Environnement

XC2 Corrosion par carbonatation

#### Section de la dalle

Ep = 13,0 cm

#### Armatures comprimées

**pas d'armature**  
Asc = 0,00 cm<sup>2</sup>  
dsc = 0,0 cm  
φeq = 0,0 mm

#### Armatures tendues

**HA4e14,5**  
Ast = 0,87 cm<sup>2</sup>  
dst = 8,8 cm  
φeq = 4,0 mm

#### Sollicitations

ELS  
Med = 3,0 KNm

#### Calculs des inerties

	non fiss	fiss	
Yg =	6,5	1,6	cm
I =	18399	1036	cm <sup>4</sup>

#### Vérification des contraintes

	calcul	limite	
σc =	4,6	20,0	[ Ok ]
σc,qp =	3,8	9,0	[ Ok ]
σsc =	0,0	400,0	[ Ok ]
σst =	418,5	400,0	! Pb !

#### Vérification de la fissuration

	wk ≤ wkmax
Sr,max =	398,0 mm
wk =	0,500 mm
wkmax =	0,300 mm
	! Pb !

GENESIS INGENIERIE  
8, impasse Rudolf Diesel  
33700 MERIGNAC

## ANNEXE 4

### NOTE DE CALCULS DALLE BETON ARME | FLEXION VERIFICATION ELS

**Affaire** 24-127\_SGAMI **R=13kN**

#### Réglementation

Eurocode 2 - Partie 1.1 et l'annexe nationale  
Article 7.2 et 7.3

<b>Béton</b>	C20/25	<b>Acier</b>	Re500
j =	28 jours	Ductilité :	A
fcd(t) =	13,3 Mpa	fyd =	434,8 Mpa

#### Environnement

XC2 Corrosion par carbonatation

#### Section de la dalle

Ep = 13,0 cm

#### Armatures comprimées

**pas d'armature**  
Asc = 0,00 cm<sup>2</sup>  
dsc = 0,0 cm  
φeq = 0,0 mm

#### Armatures tendues

**HA4e14,5**  
Ast = 0,87 cm<sup>2</sup>  
dst = 8,8 cm  
φeq = 4,0 mm

#### Sollicitations

ELS  
Med = 1,7 KNm

#### Calculs des inerties

	non fiss	fiss	
Yg =	6,5	1,6	cm
I =	18399	1036	cm <sup>4</sup>

#### Vérification des contraintes

	calcul	limite	
σc =	2,5	20,0	[ Ok ]
σc,qp =	1,8	9,0	[ Ok ]
σsc =	0,0	400,0	[ Ok ]
σst =	230,1	400,0	[ Ok ]

#### Vérification de la fissuration

	wk ≤ wkmax
Sr,max =	398,0 mm
wk =	0,275 mm
wkmax =	0,300 mm
	[ Ok ]