

Arche

GUIDE DE VALIDATION

SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION.....	7
1.1.	Codification des fiches de description des tests.....	7
1.2.	Exemple codification fiche de description de test.....	9
1.3.	Exemple codification fiche de comparaison des résultats	9
1.4.	Marge d'erreur.....	9
1.5.	Fiche synthétique de la version 2009.....	10
2.	DESCRIPTION DETAILLEE DES TESTS.....	13
2.1.	Test n°01-0070SSLLB_EC2: Poteau sous charge verticale (méthode simplifiée).....	13
2.1.1.	Fiche de description.....	13
2.1.2.	Présentation.....	13
2.1.3.	Résultats de référence.....	14
2.1.4.	Fiche de résultats.....	14
2.2.	Test n°01-0079SSLLB_B91: Armature d'un poteau en flexion composée.....	15
2.2.1.	Fiche de description.....	15
2.2.2.	Présentation.....	15
2.2.3.	Calcul théorique BAEL.....	15
2.2.4.	Fiche de résultats.....	16
2.3.	Test n°01-0080SSLLB_B91: Armature d'un poteau en flexion composée.....	17
2.3.1.	Fiche de description.....	17
2.3.2.	Présentation.....	17
2.3.3.	Calcul théorique BAEL.....	17
2.3.4.	Fiche de résultats.....	18
2.4.	Test n°01-0081SSLLB_B91: Pré dimensionnement d'un poteau.....	19
2.4.1.	Fiche de description.....	19
2.4.2.	PRESENTATION.....	19
2.4.3.	Calcul théorique BAEL.....	19
2.4.4.	Fiche de résultats.....	20
2.5.	Test n°01-0082SSLLB_B91: Armature d'un poteau soumis à de la compression.....	21
2.5.1.	Fiche de description.....	21
2.5.2.	Présentation.....	21
2.5.3.	Calcul théorique BAEL.....	21
2.5.4.	Fiche de résultats.....	21
2.6.	Test n°01-0083SSLLB_B91: Armature d'un poteau soumis à de la compression.....	22
2.6.1.	Fiche de description.....	22
2.6.2.	Présentation.....	22
2.6.3.	Calcul théorique BAEL.....	22
2.6.4.	Fiche de résultats.....	22
2.7.	Test n°02-0107SSLLB_B91: Poteau en compression avec charge accidentelle.....	23
2.7.1.	Fiche de description.....	23
2.7.2.	Présentation.....	23
2.7.3.	Calcul théorique BAEL.....	23
2.7.4.	Fiche de résultats.....	23
2.8.	Test n°02-0113SSLSG : DDC et métré dans Ossature via la méthode traditionnelle.....	24
2.9.	Test n°02-0114SSLSG: DDC: et métré dans Ossature via la méthode traditionnelle.....	25
2.10.	Test n°02-0116SSLSG : DDC et métré dans Ossature via la méthode tradi + EF.....	26
2.11.	Test n°02-0117SSLSG_MEF: DDC et métré dans Ossature via la méthode EF.....	27

2.12.	Test n°02-0118SSLLG : DDC et métré dans Ossature via la méthode traditionnelle	28
2.13.	Test n°02-0119SSLLG_MEF: DDC et métré dans Ossature via la méthode EF	29
2.14.	Test n°02-0120SSLLG_B91: Dalle sur appuis élastiques dans Arche Plaque	30
2.15.	Test n°02-0121SSLLG_B91: Plaque sur appuis ponctuels et linéaires	31
2.16.	Test n°02-0122SSLLG_B91: Dalle avec balcons dans Arche Plaque	32
2.17.	Test n°02-0124SSLLG_B91: Poteau en flexion composée - Méthode forfaitaire.....	33
2.18.	Test n°02-0126SSLLG_B91: Poteau rectangulaire - Méthode simplifiée.....	34
2.19.	Test n°02-0127SSLLG_B91: Poteau circulaire - Méthode simplifiée	35
2.20.	Test n°02-0128SSLLG_B91: Poteau carré - Méthode simplifiée	36
2.21.	Test n°02-0129SSLLG_B91: Poutre avec un décaissé en fibre inférieure à droite	37
2.22.	Test n°02-0130SSLLG_B91: Poutre avec un décaissé en fibre inférieure à droite	38
2.23.	Test n°02-0131SSLLG_B91: Poutre à 2 travées avec talon préfabriqué	39
2.24.	Test n°02-0133SSLLG_B91: Poutre isostatique sous charge répartie.....	40
2.25.	Test n°02-0135SSLLG_B91: Poutre isostatique sous charge répartie.....	41
2.26.	Test n°02-0136SSLLG_B91: PV avec 2 niveaux de planchers	42
2.27.	Test n°02-0137SSLLG_B91: PV à 2 travées sous chargement quelconque	43
2.28.	Test n°02-0138SSLLG_B91: PV avec une trémie	44
2.29.	Test n°02-0139SSLLG_B91: Semelle isolée avec torseurs de charges 3D.....	45
2.30.	Test n°02-0140SSLLG_B91: Semelle isolée avec torseurs de charges 3D.....	46
2.31.	Test n°02-0141SSLLG_B91: Semelle isolée avec torseurs de charges 3D.....	47
2.32.	Test n°02-0142SSLLG_B91: Semelle isolée avec torseurs de charges 3D.....	48
2.33.	Test n°02-0143SSLLG_B91: Semelle isolée avec torseurs de charges 3D.....	49
2.34.	Test n°02-0148SSLLG_B91: Semelle isolée avec torseurs de charges 3D.....	50
2.35.	Test n°02-0149SSLLG_B91: Semelle isolée avec torseurs de charges 3D.....	51
2.36.	Test n°02-0150SSLLG_B91: Semelle isolée avec torseurs de charges 3D.....	52
2.37.	Test n°02-0151SSLLB_B91: Semelle filante avec charge centrée	53
2.37.1.	Fiche de description	53
2.37.2.	Présentation	53
2.37.3.	Calcul théorique BAEL	54
2.37.4.	Fiche de résultats.....	55
2.38.	Test n°02-0152SSLLB_B91: Semelle rectangulaire avec charge centrée	56
2.38.1.	Fiche de description	56
2.38.2.	Présentation	56
2.38.3.	Calcul théorique BAEL	57
2.38.4.	Fiche de résultats.....	58
2.39.	Test n°02-0153SSLLB_B91: Semelle rectangulaire en flexion composée	59
2.39.1.	Fiche de description	59
2.39.2.	Présentation	59
2.39.3.	Calcul théorique BAEL	60
2.39.4.	Fiche de résultats.....	61
2.40.	Test n°02-0171SSLLB_B91: Vérification des paramètres de calcul en PV	62
2.40.1.	Fiche de description	62
2.40.2.	Présentation	62
2.40.3.	Dimensions minimales	63
2.40.4.	Fiche de résultats.....	63
2.41.	Test n°02-0172SSLLG_B91: PV sur appuis simples	64
2.41.1.	Fiche de description	64

2.41.2.	Présentation	64
2.41.3.	Résultats de référence	65
2.42.	Test n°02-0173SSLLG_B91: PV sur appuis simples coupe feu 3H.....	67
2.42.1.	Fiche de description	67
2.42.2.	Présentation	67
2.42.3.	Résultats de référence	68
2.43.	Test n°02-0174SSLLG_B91: PV sur appuis encastrés.....	70
2.43.1.	Fiche de description	70
2.43.2.	Présentation	70
2.43.3.	Résultats de référence	71
2.44.	Test n°02-0175SSLLB_B91: Arche MDS - Talus incliné fi ni + surcharge.....	73
2.44.1.	Fiche de description	73
2.44.2.	Présentation	73
2.44.3.	Analyse théorique	74
2.44.4.	Résultats de référence	81
2.44.5.	Fiche de résultats.....	84
2.45.	Test n°02-0176SSLLB_B91: Arche MDS - Talus incliné fi ni + surcharge.....	85
2.45.1.	Fiche de description	85
2.45.2.	Présentation	85
2.45.3.	Analyse théorique	86
2.45.4.	Résultats de référence	92
2.45.5.	Fiche de résultats.....	95
2.46.	Test n°02-0177SSLLB_B91: Arche MDS - Talus incliné fi ni	96
2.46.1.	Fiche de description	96
2.46.2.	Présentation	96
2.46.3.	Analyse théorique	97
2.46.4.	Application Numérique	100
2.46.5.	Résultats de référence	101
2.46.6.	Fiche de résultats.....	104
2.47.	Test n°02-0178SSLLB_B91: Arche MDS - Terre-plein horizontal infini non chargé.....	105
2.47.1.	Fiche de description	105
2.47.2.	Présentation	105
2.47.3.	Analyse théorique	106
2.47.4.	Résultats de référence	109
2.47.5.	Fiche de résultats.....	111
2.48.	Test n°02-0179SSLLB_B91: Vérification au glissement - Semelle isolée	112
2.48.1.	Fiche de description	112
2.48.2.	Présentation	112
2.48.3.	Vérification au glissement	113
2.49.	Test n°03-0180SSLLG_B91: Dalle rectangulaire appuyée sur des voiles	114
2.49.1.	Fiche de description	114
2.50.	Test n°03-0181SSLLG_B91: Dalle rectangulaire appuyée sur des voiles	117
2.50.1.	Fiche de description	117
2.51.	Test n°03-0184SSLLG_B91: Poteau rectangulaire - Flexion composée déviée	120
2.51.1.	Hypothèses générales	120
2.51.2.	Géométrie	120
2.51.3.	Charges	120
2.51.4.	Résultats comparatifs.....	121
2.52.	Test n°03-0186SSLLG_B91: Poteau rectangulaire - Méthode forfaitaire.....	122
2.52.1.	Hypothèses générales	122
2.52.2.	Géométrie	122
2.52.3.	Charges	122
2.52.4.	Résultats comparatifs.....	123

2.53.	Test n°03-0188SSLLG_EC2: Poteau carré - Méthode simplifiée	124
2.53.1.	Hypothèses générales	124
2.53.2.	Géométrie	124
2.53.3.	Charges	124
2.53.4.	Résultats comparatifs.....	125
2.54.	Test n°03-0189SSLLG_EC2: Poteau rectangulaire -Méthode de la colonne modèle	126
2.54.1.	Hypothèses générales	126
2.54.2.	Géométrie	126
2.54.3.	Charges	126
2.54.4.	Résultats comparatifs.....	127
2.55.	Test n°03-0190SSLLG_EC2: Poteau rectangulaire - Méthode de la colonne modèle	128
2.55.1.	Hypothèses générales	128
2.55.2.	Géométrie	128
2.55.3.	Charges	128
2.55.4.	Résultats comparatifs.....	129
2.56.	Test n°03-0191SSLLG_EC2: Poteau - Méthode des poteaux faiblement élancés	130
2.56.1.	Hypothèses générales	130
2.56.2.	Géométrie	130
2.56.3.	Charges	130
2.56.4.	Résultats comparatifs.....	131
2.57.	Test n°03-0197SSLLB_B91: Calcul de flèches par intégration de la courbure.....	132
2.57.1.	Hypothèses	132
2.57.2.	Calcul de la flèche en section non fissurée	132
2.57.3.	Calcul de la flèche en section fissurée	133
2.57.4.	Calcul de la flèche par "détection auto".....	133
2.58.	Test n°03-0202SSLLG_B91: PV iso sous charge uniformément répartie	134
2.59.	Test n°03-0203SSLLG_B91: PV continue avec trémie et plancher décalés.....	135

1. INTRODUCTION

Avant sa sortie officielle, chaque version des logiciels de Graitec, et notamment Arche - Effel, subit une série de tests de validation, issues de la base de "tests standard".

Cette validation a lieu en parallèle et en complément de la période de Bêta-Test en vue de l'attribution du statut "version opérationnelle".

A l'heure de rédaction de ce document, cette base de test automatique comporte 204 tests qui sont codifiés et archivés de façon précise.

Chaque test fait l'objet de plusieurs documents de référence :

- Une fiche de description du test.
- Une fiche de résultats
- Le fichier informatique correspondant au modèle testé.

La codification des fiches de description des tests est détaillée ci-après.

1.1. Codification des fiches de description des tests

La codification des fiches de tests est résumé dans le tableau suivant:

Année	Numéro du test	Domaine d'application	Type d'analyse	Type de comportement	Type de modèle	Comparaison des résultats	Normes
O1	0001	Mécanique	Statique	Linéaire	Linéique	A une référence théorique	Eléments finis
O2	0002	des structures	S	L	L	B	MEF
.	0003	S	Dynamique	Non linéaire	Surfacique	A un maillage normalisé	Eurocode X
.	.		D				
.	.	Thermomécanique	Flambement	N	S	N	ECX
.	.		eulérien				BAEL
		H	F		Plan (2D)	A un autre logiciel	B91
			Spectrale		P		CM66
			M			A	C66
			Thermique				Transitoire
		T	T		D	G	C71
		T	Stationnaire				
			P				.

- La première colonne du tableau correspond aux deux derniers chiffres de l'année de création du test.
- La deuxième colonne du tableau indique le numéro du test sur 4 digits. Le premier test porte le numéro 0001. (9999 tests peuvent donc être créés chaque année.)
- Les colonnes 3 à 6 du tableau sont issues du Guide de Validation des Progiciels de Calcul de Structure de l'AFNOR. Elles concernent l'ensemble des progiciels GRAITEC en fonction de leurs domaines d'application respectifs.
- Concernant le choix du type d'analyse, si pour un même test deux types d'analyse sont utilisés, on retient pour la codification celle de degré le plus élevé, c'est à dire celle de niveau le plus bas dans la colonne correspondante; par exemple : un test calculé en statique puis en dynamique a la dénomination Dynamique (D) comme type d'analyse.
- Concernant le choix du type de modèle, la dénomination surfacique comprend les modèles constitués uniquement d'éléments surfaciques ainsi que les modèles constitués d'éléments surfaciques et linéiques.

- La colonne comparaison des résultats permet de connaître la référence prise en compte pour valider le résultat obtenu avec les logiciels GRAITEC.
- La dernière colonne permet d'identifier la norme utilisée pour le test :

Métier	Normes	Code utilisé
--------	--------	--------------

Climatique	NV65-84	N65
	DIN-1055	D55
	NBE-EA-95-EHE	NBE
	NBN-B03	NBN
	RSA-98	R98
	STAS 10101/21-92/20-90	S01

Sismique	NCSE94	N94
	P100-92	P00
	PS69	P69
	PS92	P92
	RPA88	R88
	RPA99	R99
	RSA-98	S98
	SI413	S13

Béton armé	ACI	ACI
	BAEL	B91
	DIN	DIN
	EC2	EC2
	EHE	EHE
	STAS 10107/0-90	S07

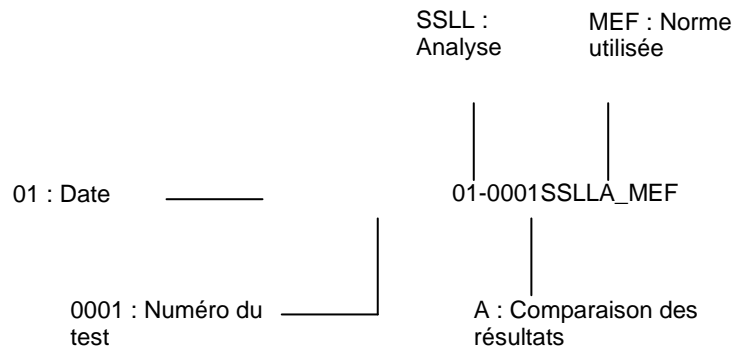
Construction métallique	CM66	C66
	EA-95	E95
	EC3	EC3

Construction bois	CB71	C71
-------------------	------	-----

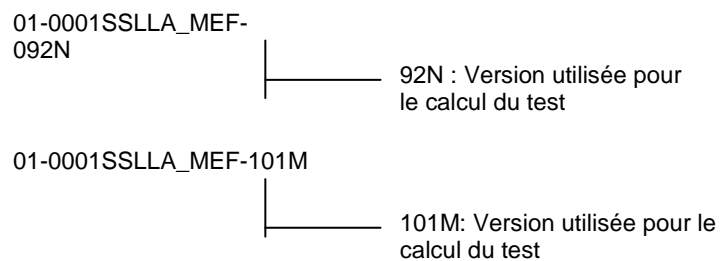
Eléments finis	MEF	MEF
----------------	-----	-----

- La codification des fiches de description de tests est composée de ces 8 colonnes. Pour les fiches de comparaison de résultats, le numéro de la version utilisée est ajouté à la suite (sans point).

1.2. Exemple codification fiche de description de test



1.3. Exemple codification fiche de comparaison des résultats



1.4. Marge d'erreur

La marge d'erreur acceptable pour la validation d'un test est :

Statique	2%
Dynamique	5%
Flambement eulérien	5%
Spectrale	5%
Stationnaire	5%
Transitoire	5%
Climatique	5%
Sismique	5%
Béton armé	10%
Construction métallique	10%
Construction bois	10%

1.5. Fiche synthétique de la version 2009

Logiciel	Module	Solveur	Code	Titre	Version réf.	Ecart ELFI	Ecart CM2
Arche	Poteau	Aucun	01-0070SSLLB_EC2	Poteau sous charge verticale (méthode simplifiée)	-		0.10%
Arche	Poteau	Aucun	01-0079SSLLB_B91	Armature d'un poteau soumis à de la flexion composée (section rectangulaire)	-		-0.44%
Arche	Poteau	Aucun	01-0080SSLLB_B91	Armature d'un poteau soumis à de la flexion composée (section carrée)	-		2.79%
Arche	Poteau	Aucun	01-0081SSLLB_B91	Prédimensionnement d'un poteau	-		0.00%
Arche	Poteau	Aucun	01-0082SSLLB_B91	Armature d'un poteau soumis à de la compression (application sup 24h - 50% avant 90j.)	-		-2.18%
Arche	Poteau	Aucun	01-0083SSLLB_B91	Armature d'un poteau soumis à de la compression (application INF 1h -50% avant 28j.)	-		-0.15%
Arche	Poteau	Aucun	02-0107SSLLB_B91	Armature d'un Poteau soumis a de la Compression avec charge accidentelle			0.00%
Arche	Ossature	Aucun	02-0113SSLSG_DDC	Descente de charges et métré dans Ossature via la méthode traditionnelle	V9.2N Ter		OK
Arche	Ossature	Aucun	02-0114SSLSG_DDC	Descente de charges et métré dans Ossature via la méthode traditionnelle	V9.2N Ter		OK
Arche	Ossature	ELFI + CM2	02-0116SSLSG_DDC	Descente de charges et métré dans Ossature via la méthode traditionnelle + EF	V9.2N Ter		OK
Arche	Ossature	ELFI + CM2	02-0117SSLSG_MEF	Descente de charges et métré dans Ossature via la méthode EF	V9.2N Ter		OK
Arche	Ossature	Aucun	02-0118SSLLG_DDC	Descente de charges et métré dans Ossature via la méthode traditionnelle	V9.2N Ter		OK
Arche	Ossature	ELFI + CM2	02-0119SSLLG_MEF	Descente de charges et métré dans Ossature via la méthode EF	V9.2N Ter		OK
Arche	Plaque	Aucun	02-0120SSLLG_B91	Dalle sur appuis élastiques dans Arche Plaque	V9.2N Ter		OK
Arche	Plaque	Aucun	02-0121SSLLG_B91	Dalle sur appuis ponctuels et linéaires dans Arche Plaque	V9.2N Ter		OK
Arche	Plaque	Aucun	02-0122SSLLG_B91	Dalle avec balcons dans Arche Plaque	V9.2N Ter		OK
Arche	Poteau	Aucun	02-0124SSLLG_B91	Calcul et ferrailage d'un poteau rectangulaire en flexion composée via la méthode forfaitaire	V9.2N Ter		OK
Arche	Poteau	Aucun	02-0126SSLLG_B91	Calcul et ferrailage d'un poteau rectangulaire en compression centrée (méthode simplifiée)	V9.2N Ter		OK
Arche	Poteau	Aucun	02-0127SSLLG_B91	Calcul et ferrailage d'un poteau circulaire en compression centrée (méthode simplifiée)	V14.1E (SP3)		OK
Arche	Poutre	Aucun	02-0128SSLLG_B91	Calcul et ferrailage d'un poteau carré en compression centrée (méthode simplifiée)	V9.2N Ter		OK
Arche	Poutre	Aucun	02-0129SSLLG_B91	Calcul et ferrailage d'une poutre avec un décaissé en fibre inférieure à droite	V9.2N Ter		OK
Arche	Poutre	Aucun	02-0130SSLLG_B91	Calcul et ferrailage d'une poutre avec un décaissé en fibre inférieure à droite	12.1 H (SP4)		OK
Arche	Poutre	Aucun	02-0131SSLLG_B91	Calcul et ferrailage d'une poutre à 2 travées avec talon préfabriqué.	12.1 H (SP4)		OK
Arche	Poutre	Aucun	02-0133SSLLG_B91	Calcul et ferrailage d'une poutre isostatique sous charge répartie	V9.2N Ter		OK

Logiciel	Module	Solveur	Code	Titre	Version réf.	Ecart ELFI	Ecart CM2
Arche	Poutre	Aucun	02-0135SSLLG_B91	Calcul et ferrailage d'une poutre isostatique sous charge répartie	V9.2N Ter		OK
Arche	Poutre	Aucun	02-0136SSLLG_B91	Calcul et ferrailage d'une poutre-voile sous chargement quelconque avec 2 niveaux de planchers	V10.2_R4		OK
Arche	Poutre	Aucun	02-0137SSLLG_B91	Calcul et ferrailage d'une poutre-voile à 2 travées sous chargement quelconque.	V10.2_R4		OK
Arche	Poutre	Aucun	02-0138SSLLG_B91	Calcul et ferrailage d'une poutre-voile avec une trémie	V10.2_R4		OK
Arche	Semelle	Aucun	02-0139SSLLG_B91	Calcul et ferrailage d'une semelle isolée avec torseurs de charges 3D	12.1 H (SP4)		0.58%
Arche	Semelle	Aucun	02-0140SSLLG_B91	Calcul et ferrailage d'une semelle isolée avec torseurs de charges 3D	12.1 H (SP4)		5.88%
Arche	Semelle	Aucun	02-0141SSLLG_B91	Calcul et ferrailage d'une semelle isolée avec torseurs de charges 3D	12.1 H (SP4)		0%
Arche	Semelle	Aucun	02-0142SSLLG_B91	Calcul et ferrailage d'une semelle isolée avec torseurs de charges 3D	V9.2N Ter		OK
Arche	Semelle	Aucun	02-0143SSLLG_B91	Calcul et ferrailage d'une semelle isolée avec torseurs de charges 3D	V9.2N Ter		OK
Arche	Semelle	Aucun	02-0148SSLLG_B91	Calcul et ferrailage d'une semelle isolée avec torseurs de charges 3D	V9.2N Ter		OK
Arche	Semelle	Aucun	02-0149SSLLG_B91	Calcul et ferrailage d'une semelle isolée avec torseurs de charges 3D	V9.2N Ter		OK
Arche	Semelle	Aucun	02-0150SSLLG_B91	Calcul et ferrailage d'une semelle isolée avec torseurs de charges 3D	V9.2N Ter		OK
Arche	Semelle	Aucun	02-0151SSLLB_B91	Calcul et ferrailage d'une semelle filante sous charge ponctuelle	-		OK
Arche	Semelle	Aucun	02-0152SSLLB_B91	Calcul d'une semelle rectangulaire sous charge centrée	-		-2.06%
Arche	Semelle	Aucun	02-0153SSLLB_B91	Calcul d'une semelle rectangulaire en flexion composée	-		2.71%
Arche	Poutre-voile	Aucun	02-0171SSLLB_B91	Vérification des paramètres conditionnant le calcul en paroi fléchie	-		-4.55
Arche	Poutre-voile	Aucun	02-0172SSLLG_B91	Calcul d'une paroi fléchie sur appuis simples	V10.2_R2		OK
Arche	Poutre-voile	Aucun	02-0173SSLLG_B91	Calcul d'une paroi fléchie sur appuis simples avec CF 3H	V10.2_R2		OK
Arche	Poutre-voile	Aucun	02-0174SSLLG_B91	Calcul d'une paroi fléchie sur appuis encastrés	V10.2_R2		OK
Arche	Soutènement	Aucun	02-0175SSLLB_B91	Calcul d'un mur de soutènement: talus incliné + surcharge + eau	12.1 H (SP4)		OK
Arche	Soutènement	Aucun	02-0176SSLLB_B91	Calcul d'un mur de soutènement: talus incliné fini + surcharge	12.1 H (SP4)		OK
Arche	Soutènement	Aucun	02-0177SSLLB_B91	Calcul d'un mur de soutènement: talus incliné fini	12.1 H (SP4)		OK
Arche	Soutènement	Aucun	02-0178SSLLB_B91	Calcul d'un mur de soutènement: terre-plein horizontal infini non-charge	12.1 H (SP4)		OK
Arche	Semelle	Aucun	02-0179SSLLB_B91	Vérification de la stabilité au glissement d'un semelle isolée (efforts de soulèvement)	V12.1H SP3		OK
Arche	Dalle	Aucun	03-0180SSLLG_B91	Calcul d'une dalle rectangulaire, sous chargement uniforme, reposant sur des voiles	V12.1H SP4		OK
Arche	Dalle	Aucun	03-0181SSLLG_B91	Calcul d'une dalle rectangulaire, sous chargement uniforme, reposant sur des poutres, avec trémie	V12.1H SP4		OK

Logiciel	Module	Solveur	Code	Titre	Version réf.	Ecart ELFI	Ecart CM2
Arche	Poteau	Aucun	03-0184SSLLG_B91	Calcul d'un poteau rectangulaire en flexion composée déviée	V11.1H SP4		OK
Arche	Poteau	Aucun	03-0186SSLLG_B91	Calcul d'un poteau rectangulaire en méthode forfaitaire	V11.1H SP4		OK
Arche	Poteau	Aucun	03-0187SSLLG_B91	Calcul d'un poteau circulaire en méthode forfaitaire	V11.1H SP4		OK
Arche	Poteau	Aucun	03-0188SSLLG_EC2	Calcul d'un poteau carré en méthode simplifiée	V11.1H SP4		OK
Arche	Poteau	Aucun	03-0189SSLLG_EC2	Calcul d'un poteau rectangulaire par la méthode de la colonne modèle	V11.1H SP4		OK
Arche	Poteau	Aucun	03-0190SSLLG_EC2	Calcul d'un poteau rectangulaire par la méthode de la colonne modèle	V11.1H SP4		OK
Arche	Poteau	Aucun	03-0191SSLLG_EC2	Calcul d'un poteau par la méthode des poteaux faiblement élancés	V11.1H SP4		OK
Arche	Poutre	Aucun	03-0197SSLLB_B91	Calcul des flèches par la méthode d'intégration des courbures	-		OK
Arche	Poutre-voile	Aucun	03-0202SSLLG_B91	Calcul d'une poutre voile iso sous charge uniformément répartie	V12.1H SP4		OK
Arche	Poutre-voile	Aucun	03-0203SSLLG_B91	Calcul d'une PV continue avec trémie et plancher décalés	V12.1H SP4		OK

2. DESCRIPTION DETAILLEE DES TESTS

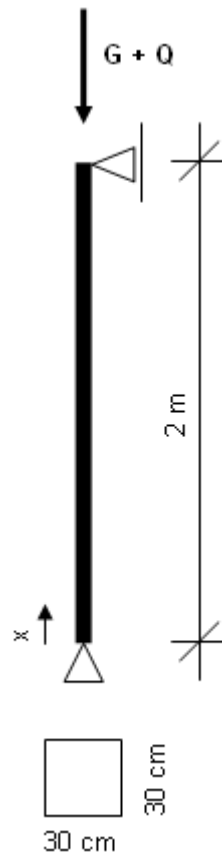
2.1. Test n°01-0070SSLLB_EC2: Poteau sous charge verticale (méthode simplifiée)

2.1.1. *Fiche de description*

- Référence : Calcul interne GRAITEC,
- Type d'analyse : statique linéaire,
- Type d'élément : filaire.

2.1.2. *Présentation*

Recherche du ferrailage longitudinal à mettre en place dans le poteau d'une hauteur de 2 m supportant une charge ponctuelle $G + Q$. Le calcul est effectué à l'EC2, DAN français.



Unités

S.I.

Géométrie

- Hauteur : $l = 2$ m,
- Section : carrée de côté $b = 0.3$ m.

Propriétés des matériaux

- Béton : C25/30
- $F_{ck} = 25$ N/mm² $F_{cd} = 16.67$ N/mm²
- $F_{yk} = 500$ N/mm² $F_{yd} = 435$ N/mm²
- Densité du béton : 24.52 kN/m³

Conditions aux limites

- Articulation à l'extrémité $x = 0$,
- Appui simple à l'extrémité $x = 2$ m (blocage horizontal).

Chargement

- Externe : Charge ponctuelle $G = 100$ KN ; $Q = 200$ KN
- Interne : Aucun.

2.1.3. Résultats de référence

Solution de référence

Longueur de flambement $l_0 : 2$ m $\rightarrow \lambda = 23.068 < 25 \rightarrow$ méthode simplifiée

$N_{sd} = 1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q = 1.35 \cdot (-100) - 1.35 \cdot 0.3 \cdot 0.3 \cdot 2.0 \cdot 24.52 + 1.5 \cdot (-200) = -441$ KN

$M_{sd} = 0$

Environnement : sec

Enrobage minimum $c = 1.5$ cm

Enrobage nominal $c = 2.5$ cm $\rightarrow d = 27.5$ cm

$\frac{c}{b} = \frac{2.5}{30} = 0.083 \sim 0.1 \rightarrow$ Abaque EC2

$$\left. \begin{aligned} v_{sd} &= \frac{N_{sd}}{b^2 F_{cd}} = -0.29 \\ \mu_{sd} &= \frac{M_{sd}}{b^3 F_{cd}} = 0 \end{aligned} \right\} \text{La section d'acier à placer dans le poteau est la section minimale}$$

On considère donc les **dispositions constructives propres au DAN français.**

$$A_{s,min} > \begin{cases} 0.10 \frac{N_{sd}}{F_{yd}} = 1.01 \text{ cm}^2 \\ 0.002 \times A_c = 1.8 \text{ cm}^2 \end{cases}$$

A_c : aire de la section transversale de béton.

On choisit donc de placer longitudinalement **4 Ø8**, ce qui correspond à une section de 2.01 cm².

2.1.4. Fiche de résultats

1 Comparaison des résultats : élancement λ

Positionnement	Unité	Référence	Arche poteau	Ecart
Poteau	-	23.068	23.09	0.10%

2 Comparaison des résultats : effort vertical à l'ELU (N_{sd})

Positionnement	Unité	Référence	Arche poteau	Ecart
Poteau	KN	441	441	0.00%

3 Comparaison des résultats : section d'armatures longitudinales A_s

Positionnement	Unité	Référence	Arche poteau	Ecart
Poteau	cm ²	1.8	1.80	0.00%

4 Comparaison des résultats : disposition des armatures longitudinales mises en place

Positionnement	Unité	Référence	Arche poteau	Ecart
Poteau	cm ²	2.01	2.01	0.00%

2.2. Test n°01-0079SSLLB B91 : Armature d'un poteau en flexion composée

2.2.1. *Fiche de description*

- Référence : Graitec interne
- Type d'analyse : statique linéaire
- Type d'élément : poteau

2.2.2. *Présentation*

Poteau carre sollicite en flexion composée

Le but de ce test est de valider la section d'armature issue d'ARCHE POTEAU pour un poteau soumis à un effort de flexion composée.

Unité

- Longueur : cm
- Charge : kN

Géométrie du poteau

- Hauteur H = 600 cm
- Section rectangulaire 55 cm * 22 cm

Propriété des matériaux

- Béton B25 et Acier FeE500
- Fissuration peu préjudiciable, enrobage 4 centimètres
- Pas de prise en compte du poids propre
- Durée d'application des charges supérieure à 24 heures
- Date d'application des charges : plus de 50% des charges avant 90 jours

Conditions aux limites

- Encastré en pied
- Articulé en tête.

Chargements

Flexion composée soit :

- Un effort normal $N_G = 85 \text{ KN}$ $N_Q = 75 \text{ KN}$
- Un effort de flexion $M_G = 90 \text{ KNm}$ $M_Q = 80 \text{ KN}$

2.2.3. *Calcul théorique BAEL*

Efforts

$$N_s = N_G + N_Q = 160 \text{ kN} \quad N_u = 1.35 \cdot N_G + 1.5 \cdot N_Q = 227.3 \text{ kN}$$

$$M_u = M_G + M_Q = 170 \text{ kNm} \quad M_u = 1.35 \cdot M_G + 1.5 \cdot M_Q = 241.5 \text{ kNm}$$

Excentricités

$$E_a = \max \{ 2 \text{ cms}, L/200 \} = 3 \text{ cms}$$

$$E_1 = M_u / N_u = 241.5 / 227.3 = 106 \text{ cms}$$

$$E_2 = 3 L f^2 (2 + \alpha \phi) / 1000 h = 3 \cdot 4.24^2 \cdot 2 \cdot (1 + 90/170) / 1000 \cdot 0.55 = 2.9 \text{ cms}$$

$$\text{Soit } E = E_a + E_1 + E_2 = 111.9 \text{ cms}$$

$$M_{uG} = N_s \cdot e = 227.3 \cdot 1.119 = 254.3 \text{ KNm}$$

$$M_{u_{\text{fictif}}} = N_u \cdot (e + d - h/2) = 227.3 \cdot (1.119 + 0.5 - 0.55/2) = 305.5 \text{ KNm}$$

Sollicitations ramenées au centre de gravité des aciers tendus :

$$M_{ser} = N_{ser} \cdot [(M_{ser} / N_{ser}) + d - h/2] = 160 \cdot [(170/160) + 0.5 - 0.55/2] = 206 \text{ KNm}$$

Armatures

Moment de référence à l'ELU :

$$\mu_{bc} = 0.8 \frac{h}{d} \left(1 - 0.4 \frac{h}{d} \right) = 0.8 * \frac{0.55}{0.5} \left(1 - 0.4 \frac{0.55}{0.5} \right) = 0.49$$

Moment réduit agissant :

$$\mu_{bu} = \frac{M_{u_{fictif}}}{bd^2 f_{bu}} = \frac{305.5 * 10^{-3}}{0.22 * 0.5^2 * 14.17} = 0.39$$

La section est donc partiellement tendue.

CALCUL EN FLEXION SIMPLE

$$\gamma = M_{u_{fictif}} / M_{uG} = 305.5 / 206 = 1.48$$

On calcule le moment limite μ_{lu} réduit par la formule approchée (FeE500 et $F_{C28} < 30$ Mpa) :

$$10^4 \mu_{lu} = 3.22 * \theta * \gamma + 51 \frac{F_{C28}}{\theta} - 3100 \Rightarrow \mu_{lu} = 0.294$$

Conclusion : $\mu_{lu} < \mu_{bu} \rightarrow$ Il faut donc des aciers comprimés.

Section d'acier comprimés :

FeE500 \rightarrow On applique pour la contrainte d'acier comprimé (où $K=1$ car $\theta=1$):

$$\sigma_{sce} = 9\gamma * F_{C28} - \delta(13F_{C28} + 415) * K = 9 * 1.48 * 25 - \frac{5}{50} (13 * 25 + 415) * 1 = 259 \text{MPa}$$

On en déduit donc la section d'acier comprimées.

$$A' = \frac{M_{u_{fictif}} - M_{lu}}{(d - d') \sigma_{sce}} = \frac{305.5 - 0.294 * b * d^2 * f_{bu}}{(0.5 - 0.05) 259} = 6.41 \text{cm}^2/\text{ml}$$

Section d'acier tendus :

$\mu_{bu} = 0.294 > 0.275 \rightarrow$ On utilise la formule exacte :

$$\alpha = 1.25 * \left[1 - \sqrt{1 - 2\mu_{bu}} \right] = 1.25 * \left[1 - \sqrt{1 - 2 * 0.294} \right] = 0.448$$

$$Z_b = d * (1 - 0.4\alpha) = 0.5 * (1 - 0.4 * 0.448) = 0.41 \text{m}$$

$$A = \frac{M_{lu}}{Z_b * F_{ed}} + A' \frac{\sigma_{sce}}{F_{ed}} = \frac{0.23 * 10^4}{0.41 * 435} + 6.41 \frac{259}{435} = 16.71 \text{cm}^2/\text{ml}$$

CALCUL EN FLEXION COMPOSEE :

$$\left\{ \begin{array}{l} A' = A' \\ A = A - \frac{Nu}{F_{ed}} \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} A' = 6.41 \text{cm}^2/\text{ml} \\ A = 16.7 - \frac{0.227}{435} * 10^4 \end{array} \right\}$$

$$A_{min} = 0.23 \frac{F_{t28}}{F_e} * b * d * \frac{e - 0.45d}{e - 0.185d} = 0.23 \frac{2.1}{500} * 22 * 50 * \frac{1.11 - 0.45 * 0.5}{1.11 - 0.185 * 0.5} = 0.92 \text{cm}^2/\text{ml}$$

La section d'acier comprimé est donc de 6.41cm²/ml

La section d'acier tendu est donc de **11.49cm²/ml** (pour chacune des deux faces)

2.2.4. Fiche de résultats

	Unités	Résultats théoriques	Résultats Arche Poteau	Ecart (en %)
Aciers longitudinaux	cm ² /ml	11.49	10.35	-9.92%

2.3. Test n°01-0080SSLLB B91 : Armature d'un poteau en flexion composée

2.3.1. *Fiche de description*

- Référence : Graitec interne
- Type d'analyse : statique linéaire
- Type d'élément : poteau

2.3.2. *Présentation*

Poteau carre sollicite en flexion composée

Le but de ce test est de valider la section d'armature issue de ARCHE POTEAU pour un poteau soumis à un effort de flexion composée.

Unité

- Longueur : cm
- Charge : kN

Géométrie du poteau

- Hauteur $H = 300$ cm
- section carrée de base 30 cm

Propriété des matériaux

- Béton B25 et Acier FeE500
- Fissuration préjudiciable, enrobage 2 centimètres
- Pas de prise en compte du poids propre
- Durée d'application des charges supérieure à 24 heures
- Date d'application des charges : plus de 50% des charges avant 90 jours

Conditions aux limites

- Encastré en pied
- Articulé en tête.

Chargements

Flexion composée soit :

- Un effort normal $N_G = 60$ KN $N_Q = 40$ KN
- Un effort de flexion $M_G = 70$ KMm $M_Q = 90$ KNm

2.3.3. *Calcul théorique BAEL*

Efforts

$$N_s = N_g + N_q = 100 \text{ KN} \quad N_u = 1.35 \cdot N_g + 1.5 \cdot N_q = 141 \text{ KN}$$

$$M_u = M_g + M_q = 180 \text{ KNm} \quad M_u = 1.35 \cdot M_g + 1.5 \cdot M_q = 229.5 \text{ KN}$$

Excentricités

$$E_a = \max \{ 2 \text{ cm}, L/200 \} = 2 \text{ cm}$$

$$E_1 = M_u / N_u = 229.5 / 141 = 163 \text{ cm}$$

$$E_2 = 3L^2(2 + \alpha\phi) / 1000h = 3 \cdot 2.12^2 \cdot 2 \cdot (1 + 70/160) / 1000 \cdot 0.3 = 0.13 \text{ cm}$$

Soit $E = E_a + E_1 + E_2 = 165 \text{ cms}$

$$M_{u_{\text{ficatif}}} = N_u \cdot (e + d - h/2) = 141 \cdot (1.65 + 0.25 - 0.15) = 246.8 \text{ kNm}$$

Section d'aciers

La section est partiellement tendue si $\mu_{bu} < \mu_{bc}$

$$\mu_{bu} = \frac{M_{u_{fictif}}}{bd^2f_{bu}} = \frac{246.8 * 10^{-3}}{0.3 * 0.25^2 * 14.17} = 0.93$$

$$\mu_{bc} = 0.8 \frac{h}{d} \left(1 - 0.4 \frac{h}{d} \right) = 0.8 * \frac{0.3}{0.25} \left(1 - 0.4 \frac{0.3}{0.25} \right) = 0.5$$

La section est donc entièrement comprimée .

On définit à partir des efforts internes N_i et M_i les quantités sans dimensions :

$$\nu = \frac{N_i}{bdf_{bu}} = \frac{0.141}{0.3 * 0.3 * 14.17} = 0.11 \quad \mu = \frac{M_u}{bh^2f_{bu}} = \frac{0.233}{0.3 * 0.3^2 * 14.17} = 0.608$$

On déduit ρ sur les diagrammes d'interaction (N-M) (page 214 de pratique du BAEL)

$$\rho = \frac{A_s * f_{ed}}{b * h * f_{bu}} \Leftrightarrow A_s = \frac{\rho * b * d * f_{bu}}{f_{ed}} = \frac{1.4 * 0.3 * 0.28 * 14.17}{500} * 1.15 = 38.3 \text{cm}^2/\text{ml}$$

2.3.4. Fiche de résultats

Comparaison des résultats

	Unités	Résultats théoriques	Résultats Arche Poteau	Ecart (en %)
Aciers longitudinaux	cm ²	38.33	38.2	-0.34%

REMARQUE

Enrobage 0 cm, hauteur utile 27 cm

2.4. Test n°01-0081SSLLB B91 : Pré dimensionnement d'un poteau

2.4.1. *Fiche de description*

- Référence : Graitec interne
- Type d'analyse : statique linéaire
- Type d'élément : poteau

2.4.2. **PRESENTATION**

Predimensionnement d'un poteau carré soumis a un effort de compression centrée.

Le poteau carré, encastré en pied et articulé en tête, est soumis à un effort de compression centré.

Unité :

- Longueur : cm
- Charge : t

Géométrie du poteau:

- Hauteur H = 310 cm
- Dimensions à déterminer

Propriété des matériaux :

- Béton B25 et Acier FeE500
- Fissuration non préjudiciable
- Durée d'application supérieure à 24 heures
- Date d'application des charges : plus de 50% des charges appliquée avant 90 jours.

Conditions aux limites :

- Encastré en pied
- Articulé en tête.

Chargements :

Charge ponctuelle composée :

- D'une charge permanente $N_G = 35$ tonnes
- D'une charge d'exploitation $N_Q = 25$ tonnes

Poids propre du poteau non pris en compte

2.4.3. *Calcul théorique BAEL*

Dimensionnement d'un poteau carré de section a*a

$$a = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{2\sqrt{3}Lf}{\lambda} \\ \sqrt{Br + 0.02} \end{array} \right\}$$

La valeur théorique de l'effort normal résistant est $N = Bf_{bc} + A\sigma_s$

Avec les coefficients correctifs (qui compensent le fait de négliger les effets du second ordre en minorant la valeur de l'effort normal résistant par un coefficient réducteur fonction de l'élanement), et en prenant forfaitairement 1% comme ratio d'acier, on obtient :

$$B_r = K \frac{\beta N_u}{\frac{f_{bc}}{0.9} + 0.0085 \frac{f_e}{\gamma_s}}$$

Le ratio mini d'acier longitudinaux est donné par :

$$A_{min} = \max \{ 0.002B, 4\text{cm}^2 \text{ d'acier par mètre de parement} \}$$

Rappel des données

K=1.1 car plus de la moitié des charges est appliqué avant 90 jours

Ng=35T et Nq=25T soit un effort ultime Nu=84.75T

λ=25.29 soit β=1.104

fc28=25 Mpa et durée d'application des charges > 24 heures

fe=500 MPa

combinaisons durables donc γb=1.5 et γs=1.15

$$B_r = 1.1 \frac{1.104 * 847500}{\frac{14.16}{0.9} + 0.0085 \frac{500}{1.15}} = 52972\text{mm}^2 \approx 530\text{cm}^2$$

$$a = \max \left\{ \frac{2\sqrt{3}}{25.29} * 3.1 \frac{\sqrt{2}}{2}, \sqrt{530} + 2 \right\} = 30\text{cm}$$

2.4.4. Fiche de résultats

Comparaison des résultats.

ARCHE POTEAU donne effectivement un pré dimensionnement de 30 centimètres et une section d'aciers longitudinaux de 4.8 cm² (à titre indicatif, ARCHE POTEAU place 4HA14 en acier longitudinal)

	Unités	Résultats théorique	Résultat Arche Poteau	Ecart (en %)
Dimension du poteau	Cm	30	30	0.00%
Aciers longitudinaux	cm ² /ml	4.8	4.8	0.00%

2.5. Test n°01-0082SSLLB B91: Armature d'un poteau soumis a de la compression

2.5.1. *Fiche de description*

- Référence : BAEL91 et DTU associés.
- Type d'analyse : statique linéaire
- Type d'élément : poteau

2.5.2. *Présentation*

Détermination des aciers longitudinaux d'un poteau carré de soumis a un effort de compression centre.

Unité :

- Longueur : cm
- Charge : kN

Géométrie du poteau:

- Hauteur H = 400 cm
- Section carré de base 40 cm

Propriété des matériaux :

- Béton B25 et Acier FeE500
- Fissuration préjudiciable, enrobage 4 centimètres
- Durée d'application et date d'application des charges variables (cf chargement)

Conditions aux limites :

- Encastré en pied
- Articulé en tête.

Chargement :

- Charge ponctuelle centrée
- Poids propre du poteau non pris en compte
- Durée d'application des charges supérieure à 24 heures
- Date d'application des charges : 50% avant 90 jours
- $N_G = 800$ KN, $N_Q = 800$ KN

2.5.3. *Calcul théorique BAEL*

Résultats théoriques :

$$Nu_1 = 1.35N_G + 1.5N_Q = 2.28 \text{ MN}$$

$$Nu_2 = 1.35N_G + 1.5N_Q = 3.15 \text{ MN}$$

$$F_{bc1} = (f_{c28} * 0.85) / (\theta \gamma_b) = 14.17 \text{ Mpa} \quad (\theta=1 \text{ car durée d'application supérieure à 24 heures})$$

$$\beta_1 = 1.1 * \beta \quad \text{car plus de 50\% des charges appliquées avant 28 jours}$$

$$\lambda = \sqrt{12 * L_f / a} = 24.49$$

$$\beta = 1 + 0.2 * (\lambda / 35)^2 = 1.098$$

- Durée d'application des charges supérieure à 24 heures
- Date d'application des charges : 50% avant 90 jours
- $N_G = 800$ kN, $N_Q = 800$ kN

$$A_1 \geq \frac{\beta Nu - Br * \frac{f_{bc}}{0.9}}{0.85 * \frac{f_e}{\gamma_s}} = \frac{1.1 * 1.098 * 2.28 - 0.38^2 * \frac{14.17}{0.9}}{0.85 * 500} * 1.15 = 13.3 \text{ cm}^2 / \text{ml}$$

2.5.4. *Fiche de résultats*

Comparaison des résultats

Unités	Résultats théoriques	Résultats Arche Poteau	Ecart (en %)
cm ² /ml	13.3	13.01	-2.18%

2.6. Test n°01-0083SSLLB B91: Armature d'un poteau soumis a de la compression

2.6.1. *Fiche de description*

- Référence : BAEL91 et DTU associés.
- Type d'analyse : statique linéaire
- Type d'élément : poteau

2.6.2. *Présentation*

Détermination des aciers longitudinaux d'un poteau carre de soumis a un effort de compression centre.

Unité :

- Longueur : cm
- Charge : kN

Géométrie du poteau:

- Hauteur H = 400 cm
- section carré de base 40 cm

Propriété des matériaux :

- Béton B25 et Acier FeE500
- Fissuration préjudiciable, enrobage 4 centimètres
- Durée d'application et date d'application des charges variables (cf chargement)

Conditions aux limites :

- Encastré en pied
- Articulé en tête.

Chargement :

- Charge ponctuelle centrée
- Poids propre du poteau non pris en compte
- Durée d'application de charges inférieures à 1 heures
- Majeure partie des charges appliquées avant 28 jours
- $N_G = 1000$ KN, $N_Q = 1200$ KN

2.6.3. *Calcul théorique BAEL*

Résultats théoriques :

- $Nu_1 = 1.35N_G + 1.5N_Q = 2.28$ MN
- $Nu_2 = 1.35N_G + 1.5N_Q = 3.15$ MN
- $F_{bc2} = (f_{c28} * 0.85) / (\theta \gamma_b) = 16.67$ Mpa ($\theta=0.85$ car durée d'application inférieure à 1 heures)
- $\beta_2 = 1.2 * \beta$ car la majeure partie des charges est appliquées avant 28 jours
- $\lambda = \sqrt{12 * Lf/a} = 24.49$
- $\beta = 1 + 0.2 * (\lambda/35)^2 = 1.098$
- Durée d'application des charges inférieurs à 1 heures
- Majeure partie des charges appliquées avant 28 jours
- $N_G = 1000$ kN, $N_Q = 1200$ kN

$$A_2 \geq \frac{\beta Nu - Br * \frac{f_{bc}}{0.9}}{0.85 \frac{f_e}{\gamma_s}} = \frac{1.2 * 1.098 * 3.15 - 0.38^2 * \frac{16.67}{0.9}}{0.85 * 500} * 1.15 = 40 \text{ cm}^2 / \text{ml}$$

2.6.4. *Fiche de résultats*

Comparaison des résultats

Unités	Résultats théoriques	Résultats Arche Poteau	Ecart (en %)
cm ² /ml	40	39.94	-0.15%

2.7. Test n°02-0107SSLLB B91: Poteau en compression avec charge accidentelle

2.7.1. **Fiche de description**

- Référence : BAEL91 et DTU associés.
- Type d'analyse : statique linéaire
- Type d'élément : poteau

2.7.2. **Présentation**

Détermination des aciers longitudinaux d'un poteau carré soumis à un effort de compression centre avec ELA prépondérant

Unité :

- Longueur : cm
- Charge : kN

Géométrie du poteau:

- Hauteur H = 300 cm
- Section carré de base 30 cm

Propriété des matériaux :

- Béton B25 et Acier FeE500
- Fissuration préjudiciable, enrobage 2.5 cm
- Durée d'application et date d'application des charges variables (cf chargement)

Conditions aux limites :

- Encastré en pied
- Articulé en tête.

Chargement :

- Charge ponctuelle centrée
- Poids propre du poteau non pris en compte
- Durée d'application des charges supérieure à 24 heures
- Date d'application des charges : 50% avant 90 jours
- $N_G = 100 \text{ KN}$, $N_Q = 100 \text{ KN}$ et $N_A = 2000 \text{ KN}$

2.7.3. **Calcul théorique BAEL**

Résultats théoriques :

$$N_{u1} = 1.00N_G + 1.00N_A + 0.75N_Q = 2175 \text{ KN} = 2.175 \text{ MN}$$

$$F_{bc1} = (f_{c28} * 0.85) / (\theta \gamma_b) = 18.48 \text{ Mpa} \quad (\theta=1 \text{ car durée d'application supérieure à 24 heures et } \gamma_b=1.15 \text{ car Etat Limite Accidentel})$$

$$\beta_1 = 1.1 * \beta \text{ car plus de 50\% des charges appliquées avant 28 jours}$$

$$\lambda = \sqrt{12 * L_f / a} = 24.49$$

$$\beta = 1 + 0.2 * (\lambda / 35)^2 = 1.098$$

$$A_1 \geq \frac{\beta N_u - Br * \frac{f_{bc}}{0.9}}{0.85 \frac{f_e}{\gamma_s}} = \frac{1.1 * 1.098 * 2.175 - 0.28^2 * \frac{18.48}{0.9}}{0.85 * 500} * 1.00 = 23.93 \text{ cm}^2 / \text{ml}$$

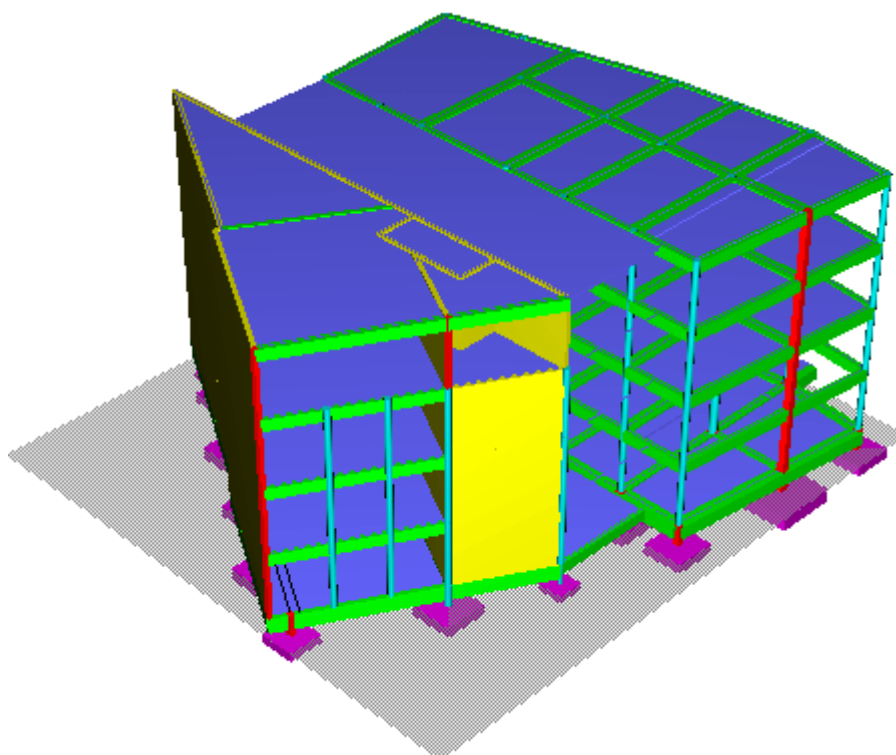
Avec $\gamma_s = 1.00$ car Etat-Limite Accidentel

2.7.4. **Fiche de résultats**

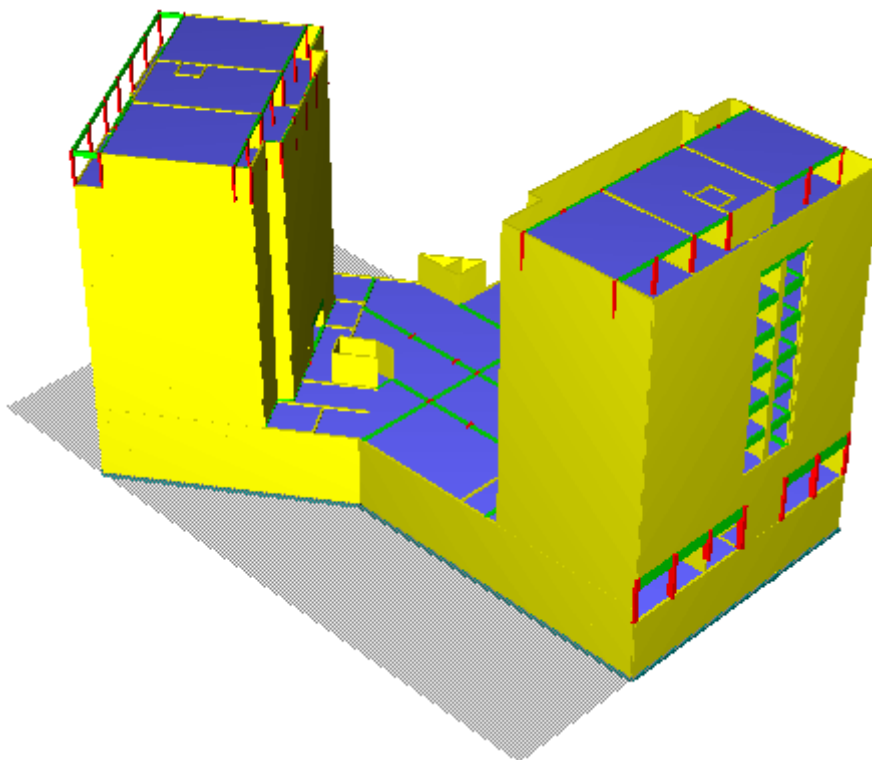
Comparaison des résultats

Unités	Résultats théoriques	Résultats Arche Poteau	Ecart (en %)
cm ² /ml	23.93	23.93	0.00%

2.8. Test n°02-0113SSLG : DDC et métré dans Ossature via la méthode traditionnelle

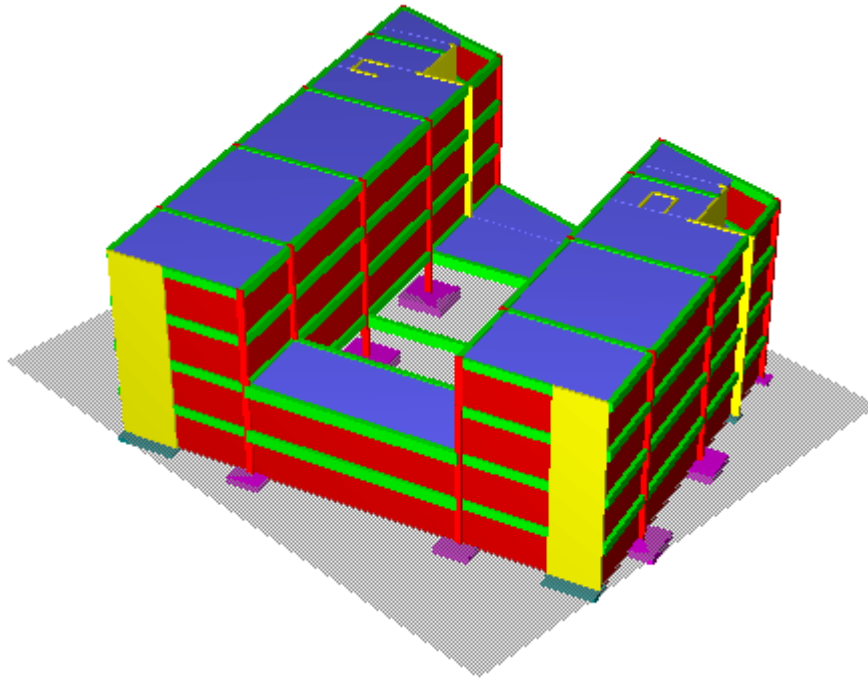


	Réf. v 9.2N	v 2009	Status
Note de calcul	02-0113SSLG_DDC Charges_v9.2N.rtf	02-0113SSLG_DDC Charges_v2009.rtf	OK
Métré	02-0113SSLG_DDC Metre_v9.2N.rtf	02-0113SSLG_DDC Metre_v2009.rtf	OK

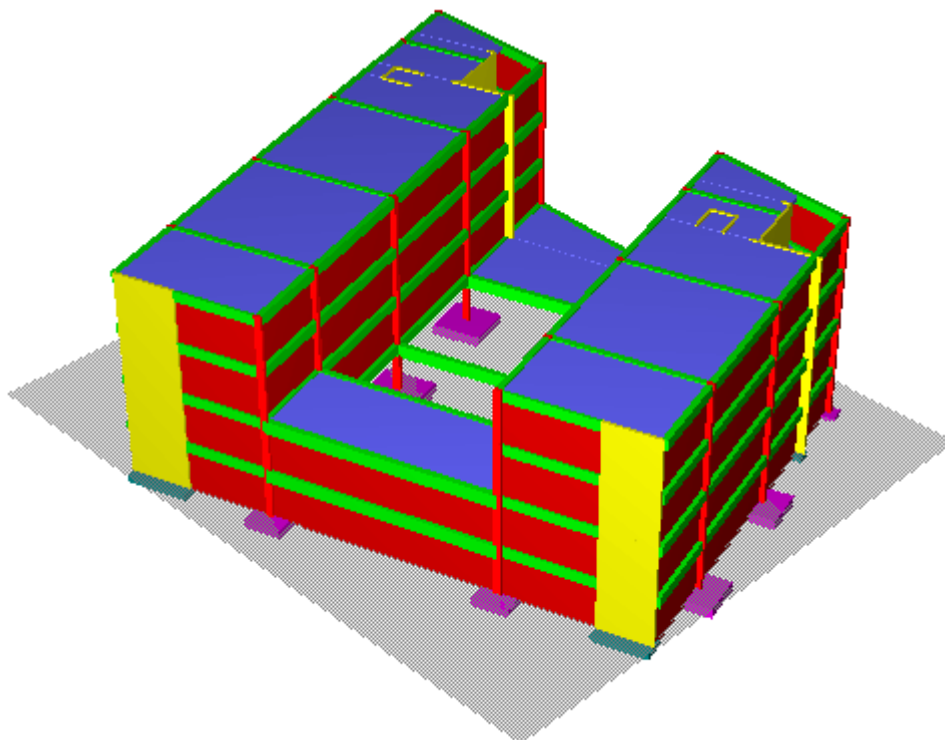
2.9. Test n°02-0114SSLG: DDC: et métré dans Ossature via la méthode traditionnelle

	Réf. v 9.2N	v 2009	Status
Note de calcul	02-0114SSLG_DDC Charges_v9.2N.rtf	02-0114SSLG_DDC Charges_v2009.doc	OK
Métré	02-0114SSLG_DDC Metre_v9.2N.rtf	02-0114SSLG_DDC Metre_v2009.rtf	OK

2.10. Test n°02-0116SSLG : DDC et métré dans Ossature via la méthode tradi + EF

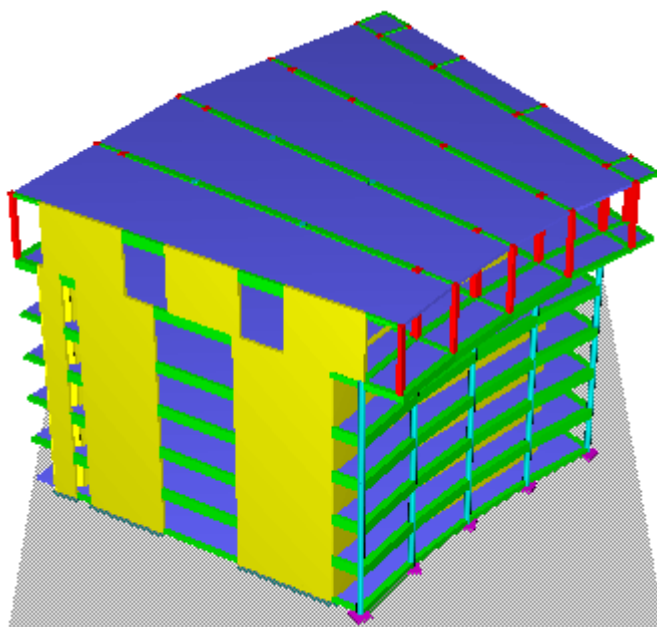


	Réf. v 9.2N	v 2009	Status
Note de calcul	02-0116SSLG_DDC Charges_v9.2N.rtf	02-0116SSLG_DDC Charges_v2009.rtf	OK
Métré	02-0116SSLG_DDC Metre_v9.2N.rtf	02-0116SSLG_DDC Metre_v2009.rtf	OK
Sismique	02-0116SSLG_DDC Sismique_v9.2N.rtf	02-0116SSLG_DDC Sismique_v2009.rtf	OK
Fiche	02-0116SSLG_DDC Fiche_v9.2N.rtf	02-0116SSLG_DDC Fiche_v2009.rtf	OK
Hypothèses	02-0116SSLG_DDC Hypotheses_v9.2N.rtf	02-0116SSLG_DDC Hypotheses_v2009.rtf	OK

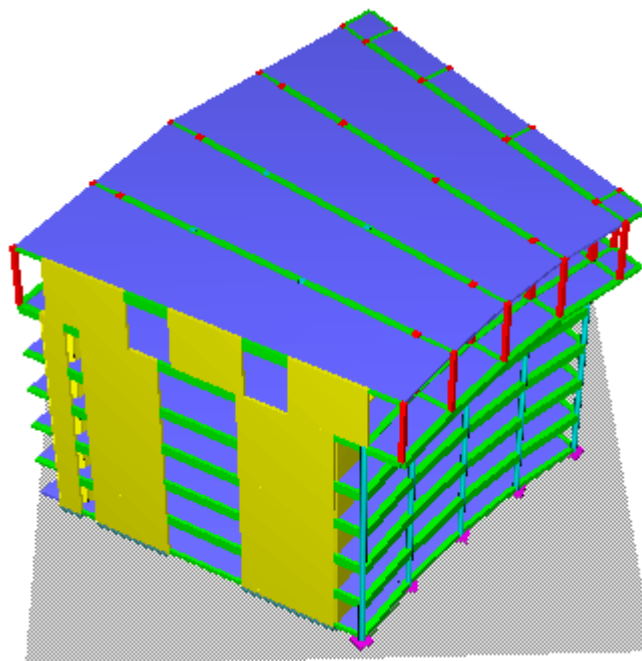
2.11. Test n°02-0117SSLG MEF: DDC et métré dans Ossature via la méthode EF

	Réf. v 9.2N	v 2009	Status
Note de calcul	02-0117SSLG_MEF Charges_v9.2N.rtf	02-0117SSLG_MEF Charges_v2009.rtf	OK
Métré	02-0117SSLG_MEF Metre_v9.2N.rtf	02-0117SSLG_MEF Metre_v2009.rtf	OK
Sismique	02-0117SSLG_MEF Sismique_v9.2N.rtf	02-0117SSLG_MEF Sismique_v2009.rtf	OK
Fiche	02-0117SSLG_MEF Fiche_v9.2N.rtf	02-0117SSLG_MEF Fiche_v2009.rtf	OK
Hypothèses	02-0117SSLG_MEF Hypotheses_v9.2N.rtf	02-0117SSLG_MEF Hypotheses_v2009.rtf	OK

2.12. Test n°02-0118SSLLG : DDC et métré dans Ossature via la méthode traditionnelle

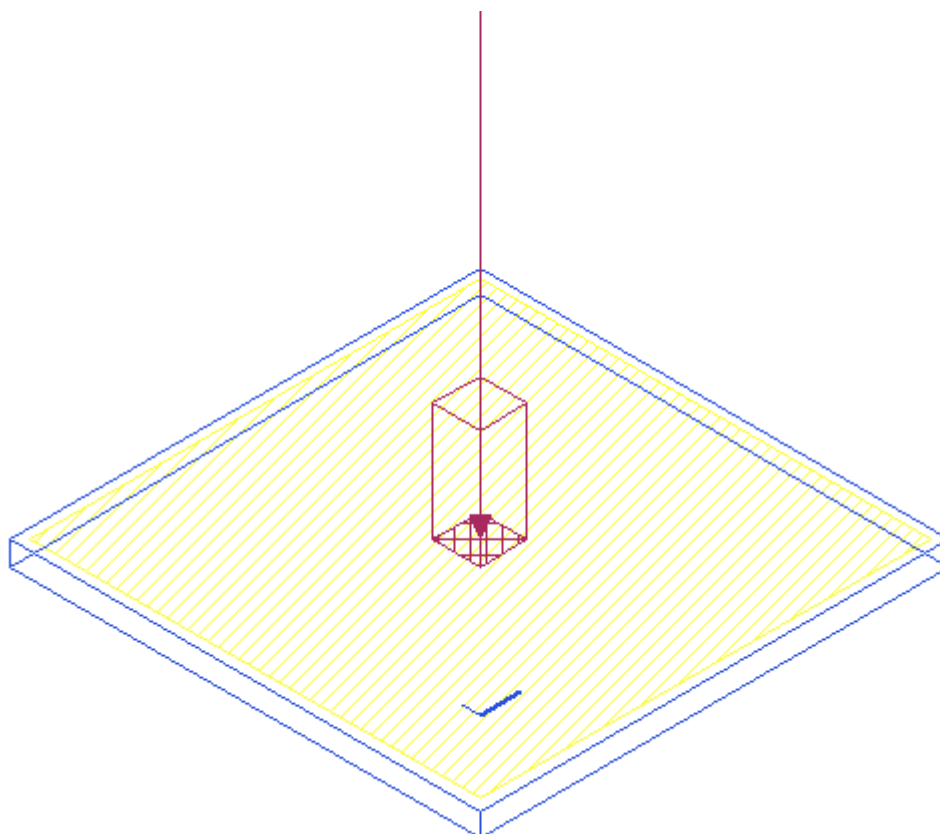


	Réf. v 9.2N	v 2009	Status
Note de calcul	02-0118SSLLG_DDC Charges_v9.2N.rtf	02-0118SSLLG_DDC Charges_v2009.rtf	OK
Métré	02-0118SSLLG_DDC Metre_v9.2N.rtf	02-0118SSLLG_DDC Metre_v2009.rtf	OK

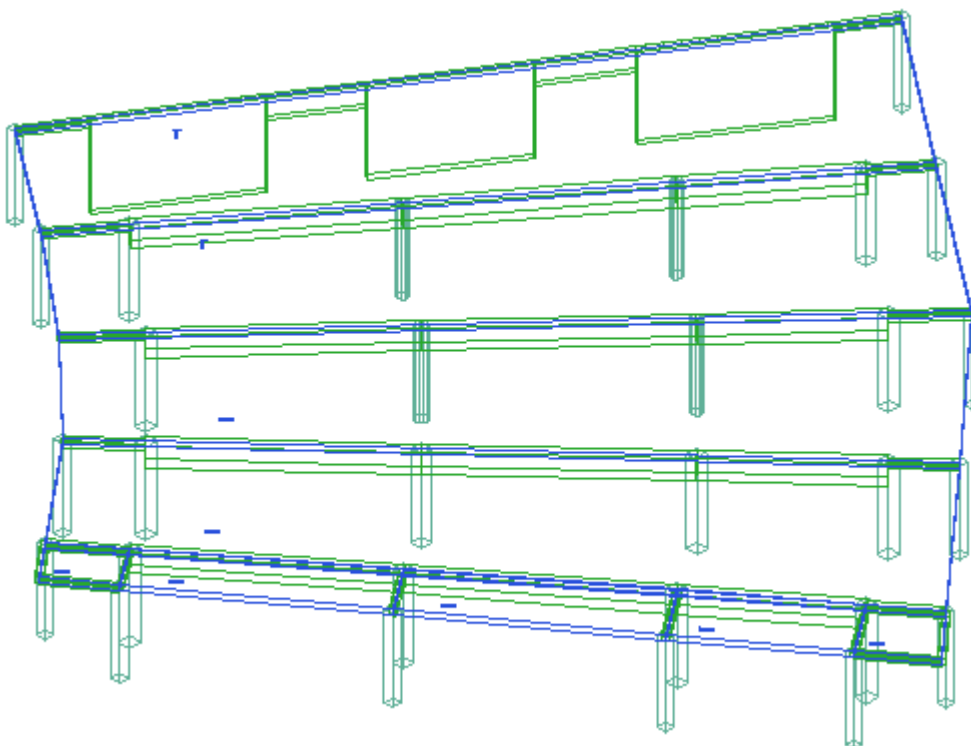
2.13. Test n°02-0119SSLLG MEF: DDC et métré dans Ossature via la méthode EF

	Réf. v 9.2N	v 2009	Status
Métré	02-0119SSLLG_MEF Metre_v9.2N.rtf	02-0119SSLLG_MEF Metre_v2009.rtf	OK
Sismique	02-0119SSLLG_MEF Sismique_v9.2N.rtf	02-0119SSLLG_MEF Sismique_v2009.rtf	OK
Fiche	02-0119SSLLG_MEF Fiche_v9.2N.rtf	02-0119SSLLG_MEF Fiche_v2009.rtf	OK
Hypothèses	02-0119SSLLG_MEF Hypotheses_v9.2N.rtf	02-0119SSLLG_MEF Hypotheses_v2009.rtf	OK

2.14. Test n°02-0120SSLLG B91: Dalle sur appuis élastiques dans Arche Plaque



	Réf. v 9.2N	v 2009	Status
Note de calcul	02-0120SSLLG_B91 Note_de_calcul_v9.2L.rtf	02-0120SSLLG_B91 Note_de_calcul_v2009.rtf	OK

2.15. Test n°02-0121SSLLG B91: Plaque sur appuis ponctuels et linéaires

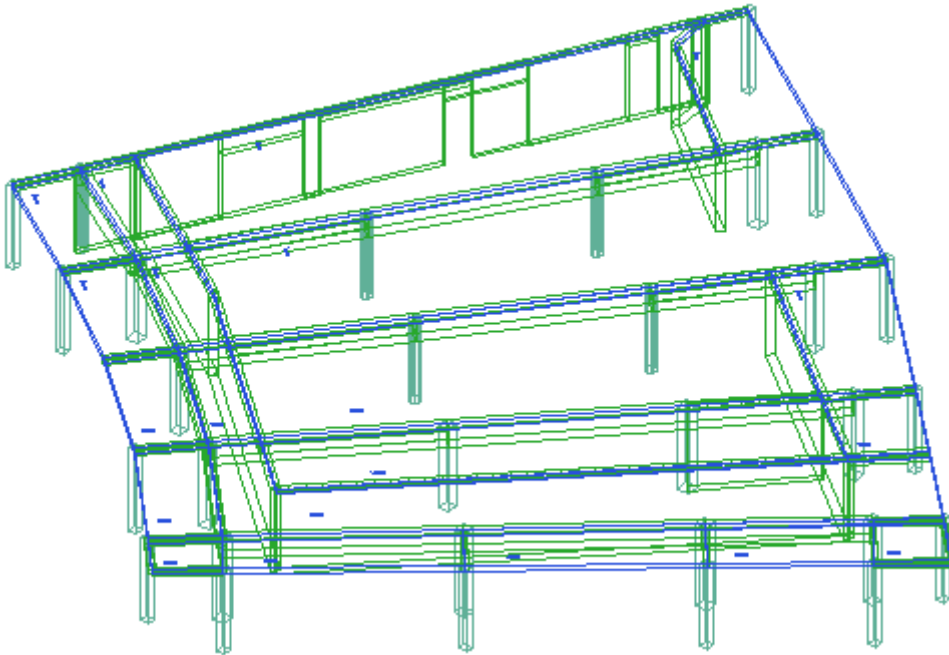
	Réf. v 9.2N	v 2009	Status
Note de calcul	02-0121SSLLG_B91 Note de calcul v9.2N.rtf	02-0121SSLLG_B91 Note de calcul v2009.rtf	OK

Plancher		v9.2N		v2009	
		Ax (ELU)	Ay (ELU)	Ax (ELU)	Ay(ELU)
7	Sup	1.34	1.85	1.34	1.83
	Inf	0.6	0.31	0.6	0.22
8	Sup	0.97	1.86	0.97	1.85
	Inf	0.3	0.3	0.29	0.28
9	Sup	0.74	1.86	0.74	1.85
	Inf	0.87	0.3	0.87	0.28

REMARQUE

Si on modifie les axes locaux, les résultats sont très proches.

2.16. Test n°02-0122SSLLG B91: Dalle avec balcons dans Arche Plaque

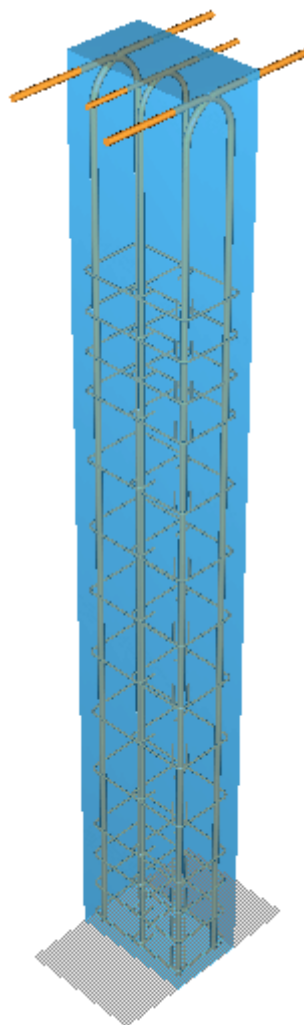


	Réf. v 9.2N	v 2009	Status
Note de calcul	02-0122SSLLG B91 Note de calcul v9.2N.rtf	02-0122SSLLG B91 Note de calcul v2009.rtf	OK

Plancher		v9.2N		v2009	
		Ax (ELU)	Ay (ELU)	Ax (ELU)	Ay(ELU)
7	Sup	6.1	3.01	6.66	2.96
	Inf	4.08	1.75	3.93	1.88
8	Sup	1.69	1.42	1.73	1.41
	Inf	1.34	0.96	1.35	0.99
9	Sup	0.68	1.63	0.67	1.63
	Inf	0.65	0.13	0.65	0.10

REMARQUE

Les axes du modèle ont été alignés avec l'axe Ox.

2.17. Test n°02-0124SSLLG B91: Poteau en flexion composée - Méthode forfaitaire

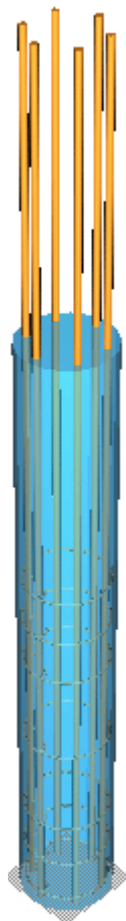
	Réf. v 9.2N	v 2009	Status
Note de calcul	02-0124SSLLG_B91 Note de calcul v9.2N.rtf	02-0124SSLLG_B91 Note de calcul v2009.rtf	OK

	v9.2N	v2009	Ecart
Aciers longitudinaux nécessaires	12.4	12.4	0.00%
Aciers mis en place	16.59	16.59	0.00%
	4 HA 20.0+ 2 HA 16	4HA20 + 2HA16	
Aciers transversaux	HA 8.0	HA 8.0	
	15 cadres + 15 épingles	15 cadres + 15 épingles	

Enrobage = 0

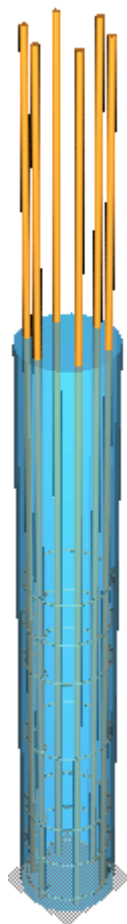
Rapport d'excentricités = off

2.18. Test n°02-0126SSLLG B91: Poteau rectangulaire - Méthode simplifiée



	Réf. v 9.2N	v 2009	Status
Note de calcul	02-0126SSLLG B91 Note_de_calcul_v9.2N.rtf	02-0126SSLLG B91 Note_de_calcul_v2009.rtf	OK

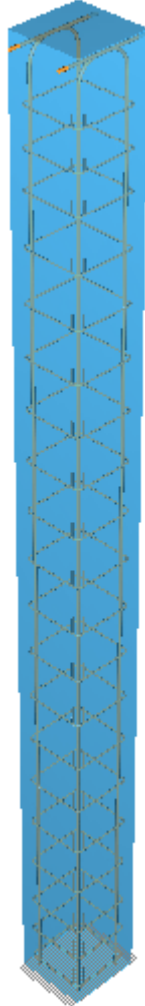
	v9.2N	v2009	Ecart
Aciers longitudinaux nécessaires	38.95	38.95	0.00%
Aciers mis en place	48.25	48.25	0.00%
	6 HA 32	6HA32	
Aciers transversaux	HA 10	HA 10	
	8 cadres	8 cadres	

2.19. Test n°02-0127SSLLG B91: Poteau circulaire - Méthode simplifiée

	Réf. v 14.1 ^E SP3	v 2009	Status
Note de calcul	02-0127SSLLG_B91 Note de calcul v14.1E.rtf	02-0127SSLLG_B91 Note de calcul v2009.rtf	OK

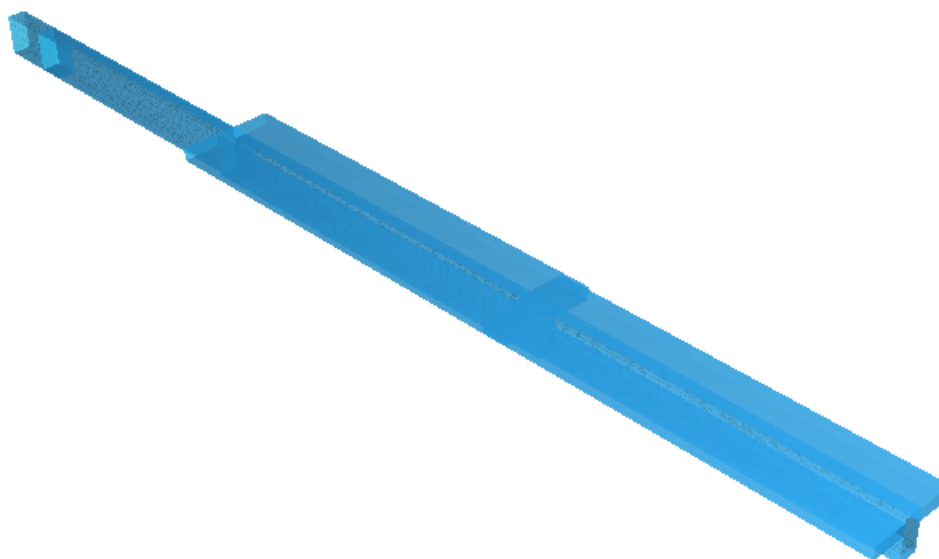
	V14.1 ^E SP3	v2009	Ecart
Aciers longitudinaux nécessaires	20.04	20.04	0.00%
Aciers mis en place	29.45	29.45	0.00%
	6 HA 25	6 HA 25	
Aciers transversaux	HA 10	HA10	
	9 cadres	9 cadres	

2.20. Test n°02-0128SSLLG B91: Poteau carré - Méthode simplifiée



	Réf. v 9.2N	v 2009	Status
Note de calcul	02-0128SSLLG_B91 Note de calcul v9.2N.rtf	02-0128SSLLG_B91 Note de calcul v2009.rtf	

	v9.2N	v2009	Ecart
Aciers longitudinaux nécessaires	4.8	4.8	0.00%
Aciers mis en place	6.16	6.16	0.00%
	4 HA 14	4 HA 14	
Aciers transversaux	HA 8	HA 8	
	20cadres	20 cadres	

2.21. Test n°02-0129SSLLG B91: Poutre avec un décaissé en fibre inférieure à droite

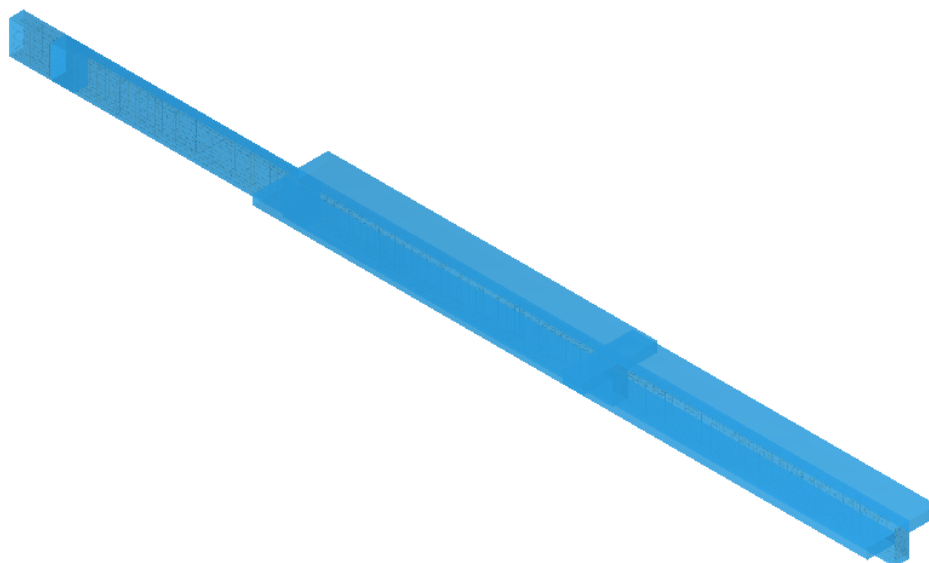
	Réf. v 9.2N	v 2009	Status
Note de calcul	02-0129SSLLG B91 Note de calcul v9.2N.rtf	02-0129SSLLG B91 Note de calcul v2009.rtf	

Travée	Appui gauche			Appui gauche			Appui droit			Appui droit		
	Calcul			Réal			Calcul			Réal		
	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart
POU0.1	2.01	2.01	0.00%	2.01	2.01	0.00%	10.98	10.99	0.09%	11.06	11.06	0.00%
POU0.2	9.99	10.01	0.20%	11.06	11.06	0.00%	7.16	7.02	-1.96%	7.16	7.16	0.00%
POU0.2	/	/		/	/		/	/		/	/	
POU0.3	6.42	6.38	-0.62%	7.16	7.16	0.00%	0.13	0.13	0.00%	4.02	4.02	0.00%
POU0.4	1.70	1.81	6.47%	2.01	2.01	0.00%	1.70	1.81	6.47%	1.13	1.13	0.00%

Travée	Travée			Travée		
	Calcul			Réal		
	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart
POU0.1	8.53	8.53	0.00%	9.05	9.05	0.00%
POU0.2	9.04	9.04	0.00%	9.05	9.05	0.00%
POU0.2	9.24	9.24	0.00%	9.30	9.30	0.00%
POU0.3	3.81	3.81	0.00%	4.52	4.52	0.00%
POU0.4	0	/		2.01	/	

Travée	Maximum			Appui gauche			Appui droit		
	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart
POU0.1	10.23	9.53	-6.84%	6.90	6.30	-8.70%	10.23	9.53	-6.84%
POU0.2	8.86	8.83	-0.34%	8.86	8.83	-0.34%	7.25	8.51	17.38%
POU0.3	4.49	4.48	-0.22%	4.49	4.48	-0.22%	2.40	2.40	0.00%
POU0.4	2.40	2.40	0.00%	2.40	2.40	0.00%	2.40	2.40	0.00%

2.22. **Test n°02-0130SSLLG B91: P outre avec un décaissé en fibre inférieure à droite**

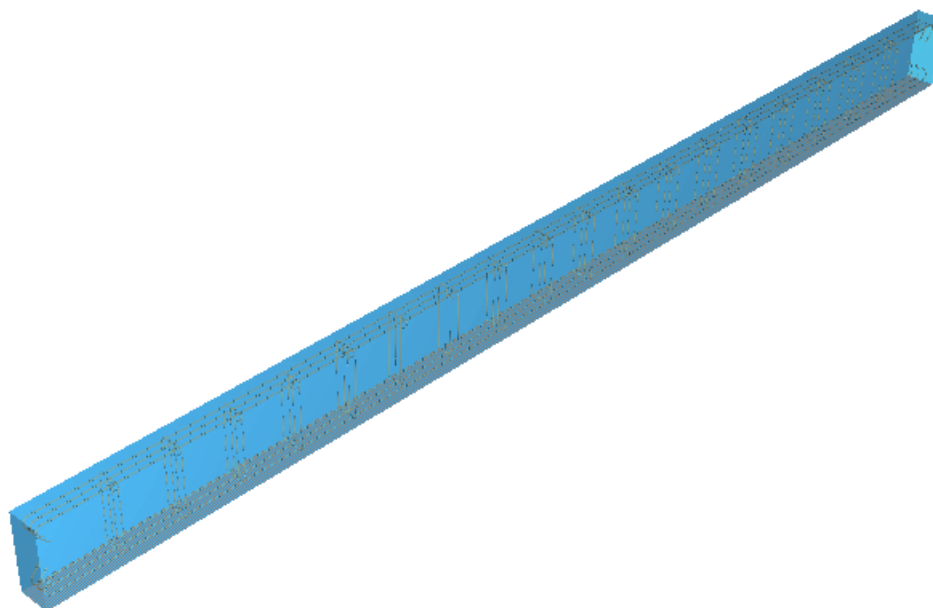


	Réf. v 9.2N	v 2009	Status
Note de calcul	02-0130SSLLG B91 Note de calcul v9.2N.rtf	02-0130SSLLG B91 Note de calcul v2009.rtf	OK

Travée	Appui gauche			Appui gauche			Appui droit			Appui droit		
	Calcul			Réel			Calcul			Réel		
	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart
POU0.1	2.01	2.01	0.00%	2.01	2.01	0.00%	10.98	10.99	0.09%	11.06	11.06	0.00%
POU0.2	9.99	10.01	0.20%	11.06	11.06	0.00%	7.16	7.02	-1.96%	7.16	7.16	0.00%
POU0.2	/	/		/	/		/	/		/	/	
POU0.3	6.42	6.38	-0.62%	7.16	7.16	0.00%	0.13	0.13	0.00%	4.02	4.02	0.00%
POU0.4	1.70	1.81	6.47%	2.01	2.01	0.00%	1.70	1.81	6.47%	1.13	1.13	0.00%

Travée	Travée			Travée		
	Calcul			Réel		
	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart
POU0.1	8.53	8.53	0.00%	9.05	9.05	0.00%
POU0.2	9.04	9.04	0.00%	9.05	9.05	0.00%
POU0.2	9.24	9.24	0.00%	9.30	9.30	0.00%
POU0.3	3.81	3.81	0.00%	4.52	4.52	0.00%
POU0.4	0	/		2.01	/	

Travée	Maximum			Appui gauche			Appui droit		
	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart
POU0.1	10.23	9.53	-6.84%	6.90	6.30	-8.70%	10.23	9.53	-6.84%
POU0.2	8.86	8.83	-0.34%	8.86	8.83	-0.34%	7.25	8.51	17.38%
POU0.3	4.49	4.48	-0.22%	4.49	4.48	-0.22%	2.40	2.40	0.00%
POU0.4	2.40	2.40	0.00%	2.40	2.40	0.00%	2.40	2.40	0.00%

2.23. Test n°02-0131SSLLG B91: Poutre à 2 travées avec talon préfabriqué

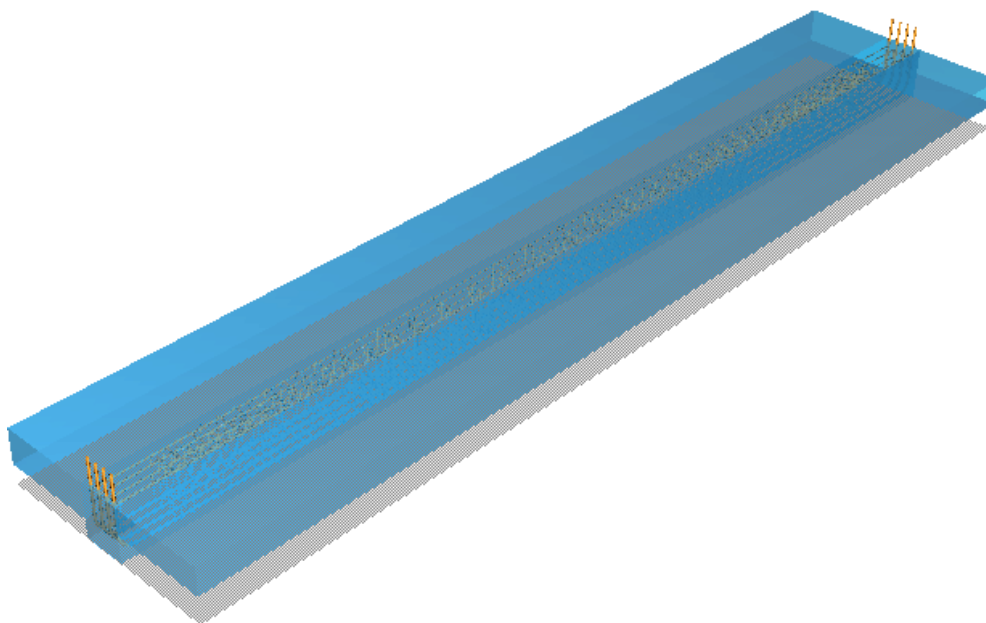
	Réf. v 9.2N	v 2009	Status
Note de calcul	02-0131SSLLG B91 Note_de_calcul_v9.2N.rtf	02-0131SSLLG B91 Note_de_calcul_v2009.rtf	OK

Travée	Appui gauche			Appui gauche			Appui droit			Appui droit		
	Calcul			Réal			Calcul			Réal		
	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart
POU0.1	0.16	0.16	0.00%	1.51	1.51	0.00%	0.16	0.16	0.00%	1.51	1.51	0.00%

Travée	Travée			Travée		
	Calcul			Réal		
	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart
POU0.1	1.07	1.07	0.00%	1.51	1.51	0.00%

Travée	Maximum			Appui gauche			Appui droit		
	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart
POU0.1	1.60	1.60	0.00%	1.60	1.60	0.00%	1.60	1.60	0.00%

2.24. **Test n°02-0133SSLLG B91: Poutre isostatique sous charge répartie**

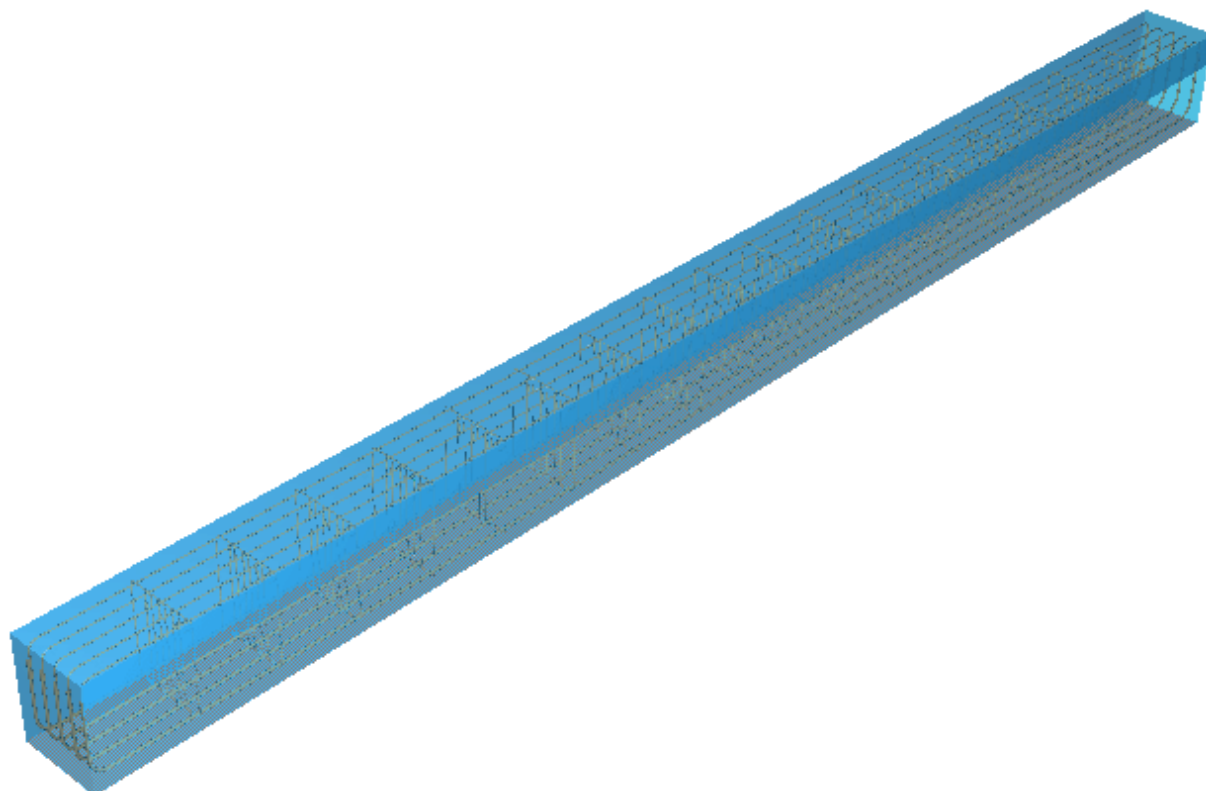


	Réf. v 9.2N	v 2009	Status
Note de calcul	02-0133SSLLG_B91 Note de calcul v9.2N.rtf	02-0133SSLLG_B91 Note de calcul v2009.rtf	OK

Travée	Appui gauche			Appui gauche			Appui droit			Appui droit		
	Calcul			Réel			Calcul			Réel		
	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2L	v2009	Ecart	v9.2L	v2009	Ecart
POU0.1	3.78	3.78	0.00%	4.02	4.02	0.00%	3.78	3.78	0.00%	4.02	4.02	0.00%

Travée	Travée			Travée		
	Calcul			Réel		
	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart
POU0.1	25.54	25.54	0.00%	26.77	26.77	0.00%

Travée	Maximum			Appui gauche			Appui droit		
	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart
POU0.1	14.71	14.14	-3.87%	14.71	14.14	-3.87%	14.71	14.14	-3.87%

2.25. Test n°02-0135SSLLG B91: Poutre isostatique sous charge répartie

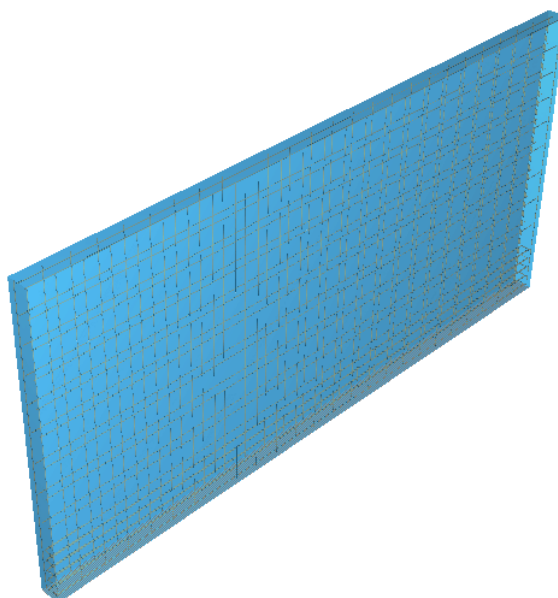
	Réf. v 9.2N	v 2009	Status
Note de calcul	02-0135SSLLG B91 Note_de_calcul_v9.2N.rtf	02-0135SSLLG B91 Note_de_calcul_v2009.rtf	OK

Travée	Appui gauche			Appui gauche			Appui droit			Appui droit		
	Calcul			Réel			Calcul			Réel		
	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart
POU56	0.94	0.94	0.00%	2.52	2.52	0.00%	0.94	0.94	0.00%	2.52	2.51	-0.40%

Travée	Travée			Travée		
	Calcul			Réel		
	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart
POU56	6.35	6.35	0.00%	6.44	7.69	19.41%

Travée	Maximum			Appui gauche			Appui droit		
	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart
POU56	4.01	3.86	-3.74%	4.01	3.86	-3.74%	4.01	3.86	-3.74%

2.26. **Test n°02-0136SSLLG B91: PV avec 2 niveaux de planchers**



	Réf. v 9.2N	v 2009	Status
Note de calcul	02-0136SSLLG B91 Note_de_calcul_v9.2N.rtf	02-0136SSLLG B91 Note_de_calcul_v2009.rtf	OK

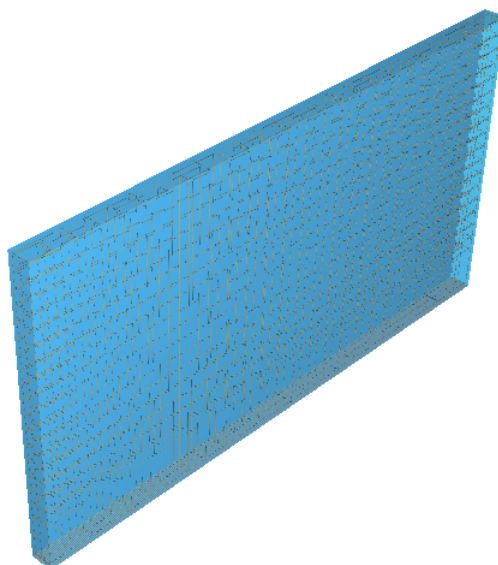
Travée	Armatures principales inférieures					
	Calcul			Réal		
	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart
1	4.79	4.79	0.00%	5.03	5.03	0.00%

Travée	Armatures verticales					
	Calcul			Réal		
	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart
1	3.95	3.95	-18.99%	4.05	4.05	0.00%

Travée	Armatures horizontales - Réseau inférieur					
	Calcul			Réal		
	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart
1	3.2	3.20	0.00%	3.35	3.35	0.00%

Travée	Armatures horizontales - Réseau supérieur zone active					
	Calcul			Réal		
	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart
1	3.2	3.20	0.00%	3.84	3.84	0.00%

Aciers Secondaires Verticaux = cadres+étriers, barres droite+u

2.27. Test n°02-0137SSLLG B91: PV à 2 travées sous chargement quelconque

	Réf. v 9.2N	v 2009	Status
Note de calcul	02-0137SSLLG B91 Note de calcul v9.2N.rtf	02-0137SSLLG B91 Note de calcul v2009.rtf	OK

Travée	Armatures principales inférieures					
	Calcul			Réal		
	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart
1	1.99	1.99	0.00%	3.02	3.02	0.00%

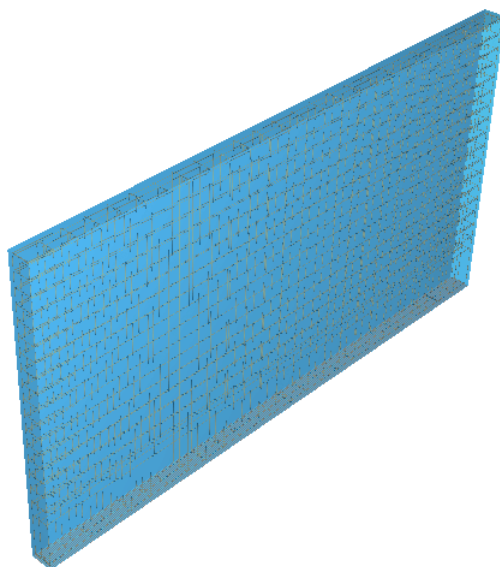
Travée	Armatures verticales					
	Calcul			Réal		
	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart
1	4.8	4.80	0.00%	4.99	4.99	0.00%

Travée	Armatures horizontales - Réseau inférieur					
	Calcul			Réal		
	v9.2N	V2009	Ecart	v9.2N	V2009	Ecart
1	4.8	4.80	0.00%	5.03	5.03	0.00%

Travée	Armatures horizontales - Réseau supérieur zone active					
	Calcul			Réal		
	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart
1	4.8	4.80	0.00%	5.14	5.14	0.00%

Aciers Secondaires Verticaux = cadres+étriers, barres droite+u

2.28. **Test n°02-0138SSLLG B91 : PV avec une trémie**



	Réf. v 9.2N	v 2009	Status
Note de calcul	02-0138SSLLG B91 Note de calcul v9.2N.rtf	02-0138SSLLG B91 Note de calcul v2009.rtf	OK

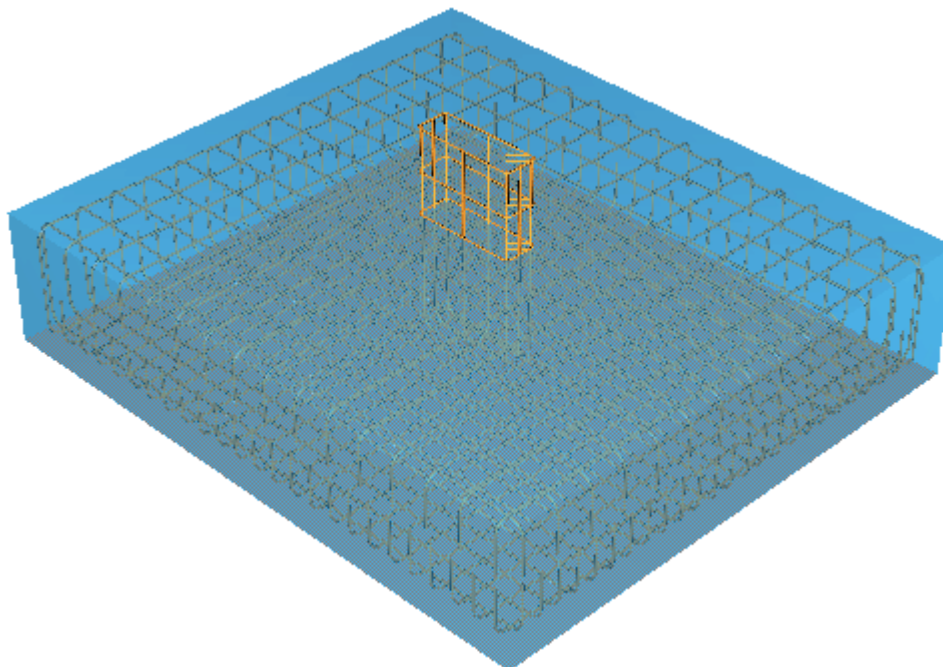
Travée	Armatures principales inférieures					
	Calcul			Réal		
	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart
1	1.99	1.99	0.00%	3.02	3.02	0.00%

Travée	Armatures verticales					
	Calcul			Réal		
	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart
1	4.8	4.80	0.00%	4.99	4.99	0.00%

Travée	Armatures horizontales - Réseau inférieur					
	Calcul			Réal		
	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart
1	4.8	4.80	0.00%	5.03	5.03	0.00%

Travée	Armatures horizontales - Réseau supérieur zone active					
	Calcul			Réal		
	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart
1	4.8	4.80	0.00%	5.14	5.14	0.00%

Aciers Secondaires Verticaux = cadres+étriers, barres droite+u

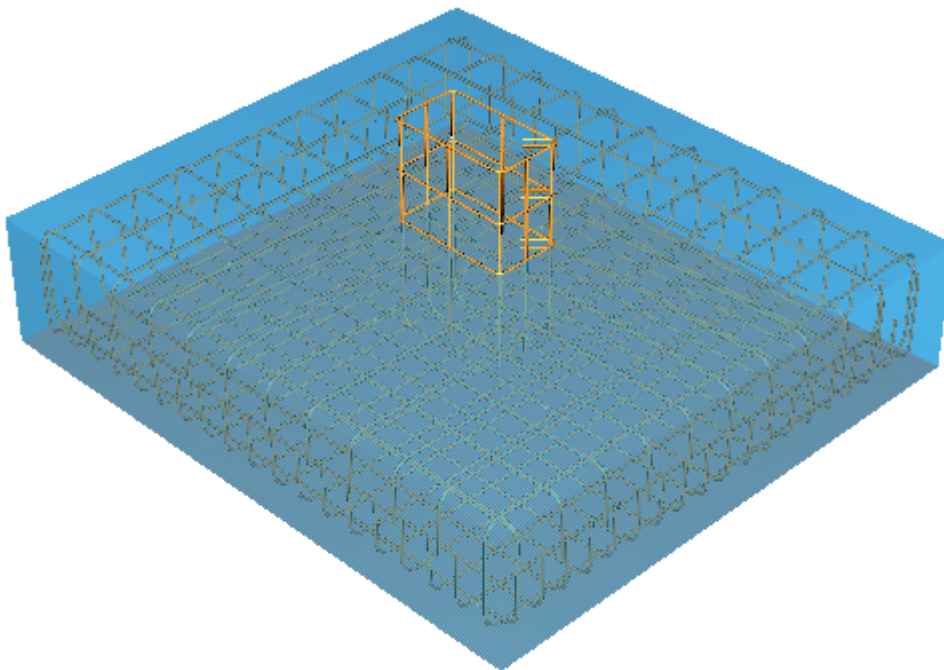
2.29. Test n°02-0139SSLLG B91: Semelle isolée avec torseurs de charges 3D

	Réf. v 9.2N	v 2009	Status
Note de calcul	02-0139SSLLG B91 Note_de_calcul_v9.2N.rtf	02-0139SSLLG B91 Note_de_calcul_v2009.rtf	OK

Travée	A théo			A réel			Esp		
	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart
Sup. X	0.81	0.81	0.00%	4.53	4.53	0.00%	0.29	0.29	0.00%
Inf. X	19.6	19.6	0.00%	19.63	19.63	0.00%	0.10	0.10	0.00%
Sup. Y	0.67	0.67	0.00%	4.02	4.02	0.00%	0.29	0.29	0.00%
Inf. Y	18.88	18.99	0.58%	19.63	19.63	0.00%	0.08	0.08	0.00%

Hypothèses calcul / Tenir compte de la condition de non fragilité = off

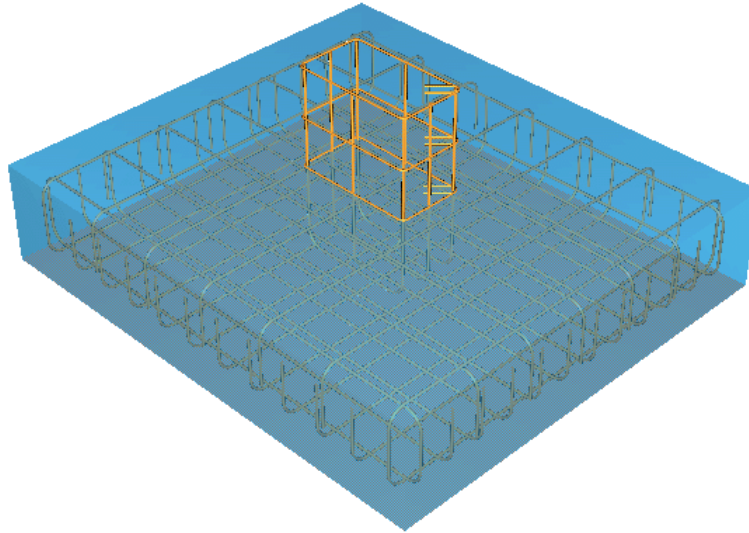
2.30. **Test n°02-0140SSLLG B91: Semelle isolée avec torseurs de charges 3D**



	Réf. v 9.2N	v 2009	Status
Note de calcul	02-0140SSLLG_B91 Note de calcul v9.2N.rtf	02-0140SSLLG_B91 Note de calcul v2009.rtf	OK

Travée	A théo			A réel			Esp		
	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart
Sup. X	0.49	0.49	0.00%	4.02	4.02	0.00%	0.281	0.281	0.00%
Inf. X	14.79	14.79	0.00%	14.92	14.92	0.00%	0.107	0.107	0.00%
Sup. Y	0.48	0.48	0.00%	3.52	3.52	0.00%	0.294	0.294	0.00%
Inf. Y	14.05	14.20	1.07%	14.13	14.92	5.59%	0.102	0.096	-5.88%

Hypothèses calcul / Tenir compte de la condition de non fragilité = off

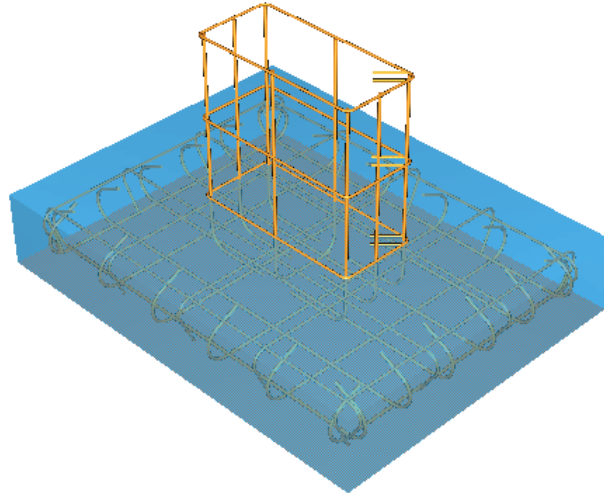
2.31. Test n°02-0141SSLLG B91: Semelle isolée avec torseurs de charges 3D

	Réf. v 9.2N	v 2009	Status
Note de calcul	02-0141SSLLG B91 Note de calcul v9.2N.rtf	02-0141SSLLG B91 Note de calcul v2009.rtf	OK

Travée	A théo			A réel			Esp		
	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart
Sup. X	0.24	0.24	0.00%	3.52	3.52	0.00%	0.261	0.261	0.00%
Inf. X	9.36	9.36	0.00%	9.42	9.42	0.00%	0.139	0.139	0.00%
Sup. Y	0.23	0.23	0.00%	3.02	3.02	0.00%	0.273	0.273	0.00%
Inf. Y	9.14	9.14	0.00%	9.42	9.42	0.00%	0.121	0.121	0.00%

Hypothèses calcul / Tenir compte de la condition de non fragilité = off

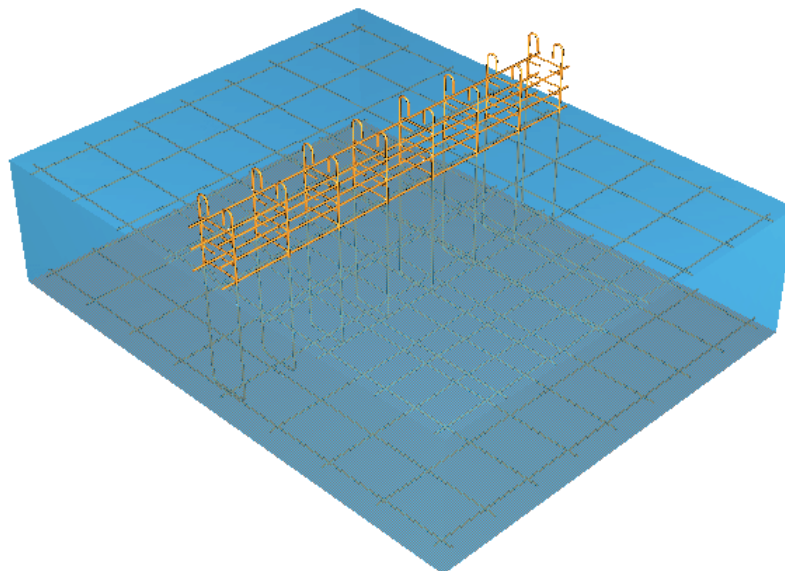
2.32. Test n°02-0142SSLLG B91: Semelle isolée avec torseurs de charges 3D



	Réf. v 9.2N	v 2009	Status
Note de calcul	02-0142SSLLG B91 Note_de_calcul_v9.2N.rtf	02-0142SSLLG B91 Note_de_calcul_v2009.rtf	OK

Travée	A théo			A réel			Esp		
	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart
Sup. X	0.07	0.07	0.00%	2.52	2.52	0.00%	0.281	0.281	0.00%
Inf. X	4.22	4.22	0.00%	4.71	4.71	0.00%	0.218	0.218	0.00%
Sup. Y	0.06	0.06	0.00%	2.01	2.01	0.00%	0.275	0.275	0.00%
Inf. Y	4.15	4.15	0.00%	4.71	4.71	0.00%	0.158	0.158	0.00%

Hypothèses calcul / Tenir compte de la condition de non fragilité = off

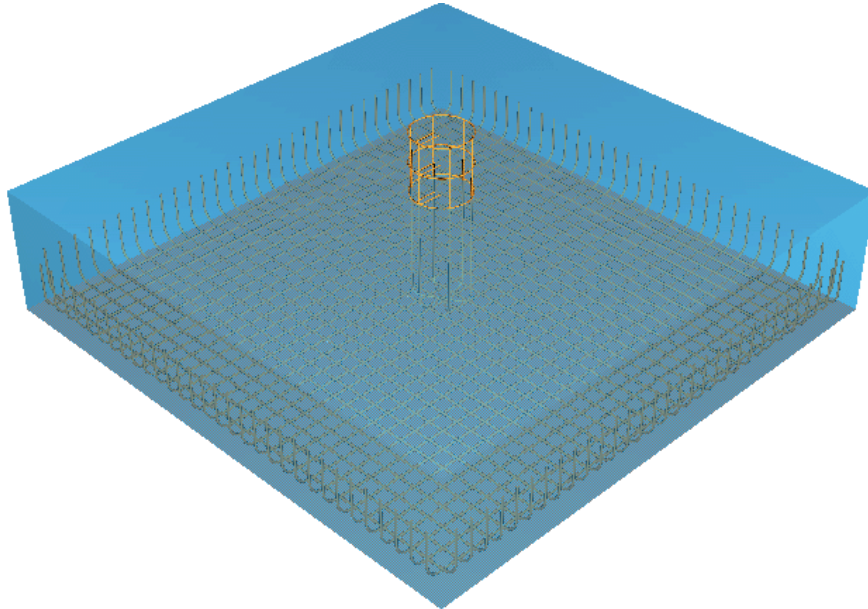
2.33. Test n°02-0143SSLLG B91: Semelle isolée avec torseurs de charges 3D

	Réf. v 9.2N	v 2009	Status
Note de calcul	02-0143SSLLG B91 Note_de_calcul_v9.2N.rtf	02-0143SSLLG B91 Note_de_calcul_v2009.rtf	OK

Travée	A théo			A réel			Esp		
	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart
Sup. X	0	0	0.00%	0	0	0.00%	0.000	0.000	0.00%
Inf. X	0.08	0.08	0.00%	2.01	2.01	0.00%	0.275	0.275	0.00%
Sup. Y	0	0	0.00%	0	0	0.00%	0.000	0.000	0.00%
Inf. Y	0.08	0.08	0.00%	2.01	2.01	0.00%	0.275	0.275	0.00%

Hypothèses calcul / Tenir compte de la condition de non fragilité = off

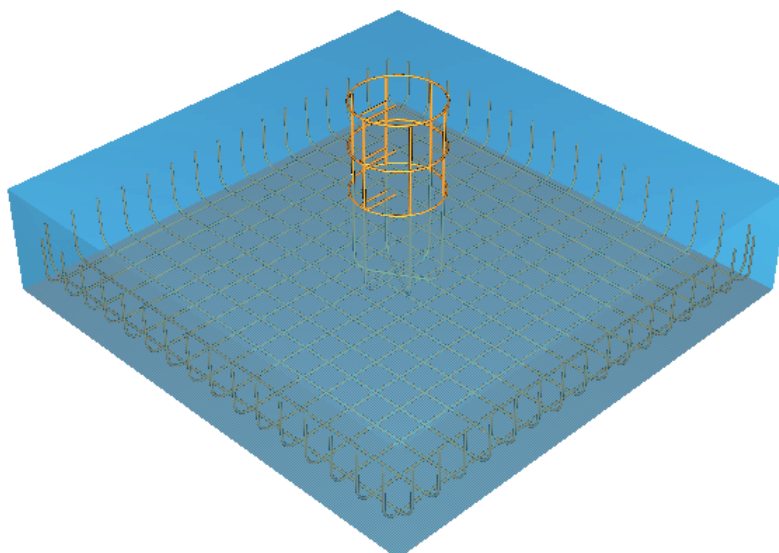
2.34. Test n°02-0148SSLLG B91: Semelle isolée avec torseurs de charges 3D



	Réf. v 9.2N	v 2009	Status
Note de calcul	02-0148SSLLG B91 Note de calcul v9.2N.rtf	02-0148SSLLG B91 Note de calcul v2009.rtf	OK

Travée	A théo			A réel			Esp		
	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart
Sup. X	0	0	0.00%	0	0	0.00%	0.000	0.000	0.00%
Inf. X	46.19	46.19	0.00%	47.71	47.71	0.00%	0.097	0.097	0.00%
Sup. Y	0	0	0.00%	0	0	0.00%	0.000	0.000	0.00%
Inf. Y	46.19	46.19	0.00%	47.71	47.71	0.00%	0.097	0.097	0.00%

Hypothèses calcul / Tenir compte de la condition de non fragilité = off

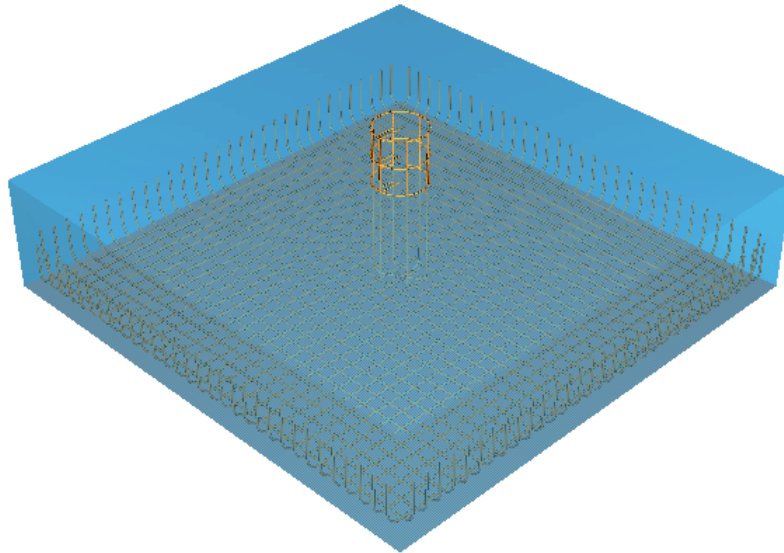
2.35. Test n°02-0149SSLLG B91: Semelle isolée avec torseurs de charges 3D

	Réf. v 9.2N	v 2009	Status
Note de calcul	02-0149SSLLG B91 Note de calcul v9.2N.rtf	02-0149SSLLG B91 Note de calcul v2009.rtf	OK

Travée	A théo			A réel			Esp		
	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart
Sup. X	0	0	0.00%	0	0	0.00%	0.000	0.000	0.00%
Inf. X	12.34	12.34	0.00%	12.56	12.56	0.00%	0.114	0.114	0.00%
Sup. Y	0	0	0.00%	0	0	0.00%	0.000	0.000	0.00%
Inf. Y	12.34	12.34	0.00%	12.56	12.56	0.00%	0.114	0.114	0.00%

Hypothèses calcul / Tenir compte de la condition de non fragilité = off

2.36. Test n°02-0150SSLLG B91: Semelle isolée avec torseurs de charges 3D



	Réf. v 9.2N	v 2009	Status
Note de calcul	02-0150SSLLG B91 Note de calcul v9.2N.rtf	002-0150SSLLG B91 Note de calcul v2009.rtf	OK

Travée	A théo			A réel			Esp		
	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart	v9.2N	v2009	Ecart
Sup. X	0	0	0.00%	0	0	0.00%	0.000	0.000	0.00%
Inf. X	47.2	47.2	0.00%	47.71	47.71	0.00%	0.098	0.098	0.00%
Sup. Y	0	0	0.00%	0	0	0.00%	0.000	0.000	0.00%
Inf. Y	47.2	47.2	0.00%	47.71	47.71	0.00%	0.098	0.098	0.00%

Hypothèses calcul / Tenir compte de la condition de non fragilité = off

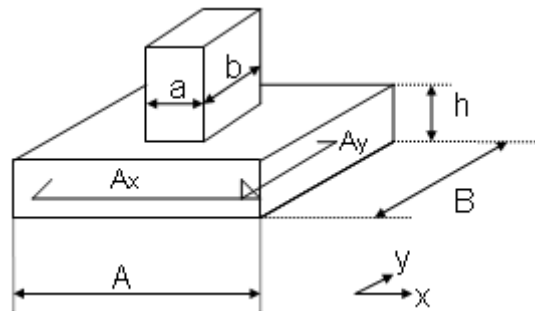
2.37. Test n°02-0151SSLLB B91: Semelle filante avec charge centrée

2.37.1. *Fiche de description*

- Référence : Graitec interne
- Type d'analyse : statique linéaire suivant BAEL91/DTU 13.12
- Type d'élément : semelle

2.37.2. *Présentation*

On désire dimensionner suivant le DTU 13.12, une semelle filante supportant un mur de 30 cm de largeur et subissant des charges permanente $G=0.5$ MN/m et d'exploitation $Q=0.25$ MN/m. Le sol sur lequel elle repose, a une contrainte admissible $\bar{\sigma} = 0.57$ MPa. Le béton utilisé sera du B30 (fissuration on préjudiciable) et les aciers d'armatures seront réalisés avec des barres HA fe E 500.



Unité :

- Longueur : m
- Charge : MN

Géométrie :

- Epaisseur $b = 0.30$ m
- Dimensions de la semelle à déterminer.

Propriété des matériaux :

- Béton B25 et Acier FeE500,
- Fissuration non préjudiciable,
- Durée d'application supérieure à 24 heures.

Conditions aux limites :

- contrainte admissible du sol $\bar{\sigma} = 0.57$ MPa .

Chargements :

L'effort normal est composé d'une :

- Charge permanente : $G=0.5$ MN/m
- Charge d'exploitation : $Q=0.25$ MN/m

Le poids propre du mur sera pris en compte dans le pré dimensionnement.

D'où

$$P_U = 1.35 G + 1.5 Q = 1.05 \text{ MN/m}$$

$$P_S = G + Q = 0.75 \text{ MN/m}$$

2.37.3. Calcul théorique BAEL

Dimensionnement de la semelle

$$B \geq \frac{P_u}{\sigma} = \frac{1.05}{0.57} = 1.84 \text{ m} \text{ et } d \geq \frac{B - b}{4} = \frac{1.84 - 0.3}{4} = 0.385 \text{ m}$$

En prenant en compte le poids propre de la semelle (largeur = 2 m, hauteur = 0.40 m) -
 $P_{\text{semelle}} = 1 \times 2 \times 0.4 \times 25 = 0.02 \text{ MN/m}$,

Les charges ultime et de service deviennent :

$$P_u = 1.05 + 1.35 \times 0.02 = 1.077 \text{ MN/m}$$

$$P_s = 0.75 + 0.02 = 0.77 \text{ MN/m}$$

D'où

$$B \geq \frac{P_u}{\sigma} = \frac{1.077}{0.57} = 1.89 \text{ m} \text{ et } d \geq \frac{B - b}{4} = \frac{1.88 - 0.3}{4} = 0.395 \text{ m}$$

Cependant et compte tenu du diamètre de barres et de l'obligation d'avoir un enrobage mini de 3 cm, on prendra donc $B = 1.90 \text{ m}$ (la précision en BA est de l'ordre du cm), $h = 0.45 \text{ m}$ et $d = 0.40 \text{ m}$.

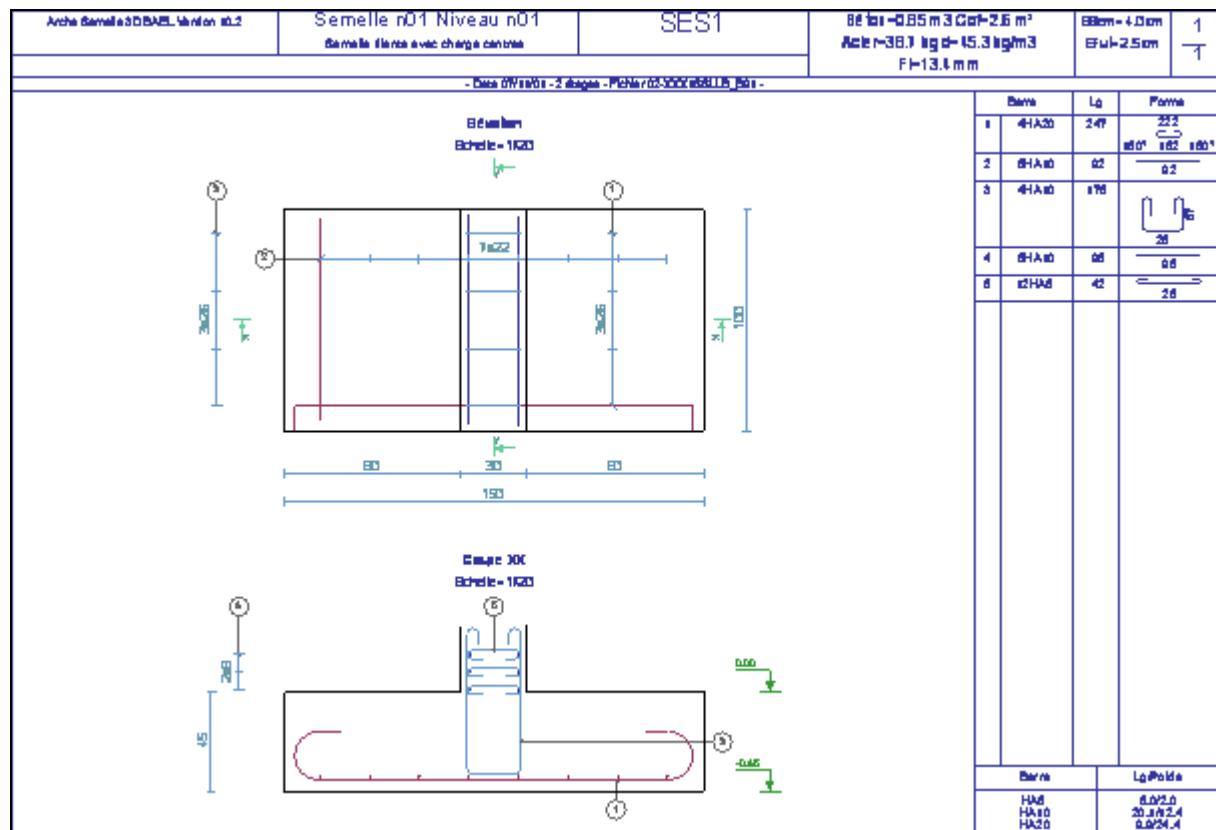
Détermination des armatures

- Armatures transversales $A_s = \frac{P_u \cdot (B - b)}{8 \cdot d \cdot \sigma_s} = \frac{1.077(1.9 - 0.3)}{8 \times 0.40 \times 435} = 12.38 \text{ cm}^2$ soit 4 HA 20 espacés de 0.26 m,
- Longueur de scellement $l_s = \frac{\phi}{4} \times \frac{f_e}{0.6 \psi_s^2 f_{tj}} = \frac{20}{4} \times \frac{500}{0.6 \times 1.5^2 \times 2.4} = 0.77 \text{ m} > \frac{B}{4}$
 ⇒ Crochets
- Armatures longitudinales $A_r = A_s \frac{B}{4} = 12.38 \times \frac{1.90}{4} = 5.9 \text{ cm}^2$ soit 8 HA 10 espacés de 0.22 m,
- Hauteur de rive $e \geq \max(15 \text{ cm}; 12\phi + 6 \text{ cm}) = 30 \text{ cm}$

2.37.4. **Fiche de résultats**

Comparaison des résultats

	Semelle	Unités	Résultats théorique	Résultat Arche Semelle 3D	Ecart (en %)
	Largeur	m	1.90	1.90	0.00%
	Hauteur	m	0.45	0.45	0.00%
	Transversaux	cm ² /ml	12.38	12.25	-1.05%
Aciers théoriques	Longitudinaux	cm ² /ml	5.90	5.82	-1.36%
Aciers réels	Transversaux				
	Section	cm ² /ml	4 HA 20	4 HA 20	-
	Espact	m	0.26	0.22	-1.36%
	Longitudinaux				
	Section	cm ² /ml	8 HA 10	8 HA 10	-
	Espact	m	0.22	0.22	0.00%



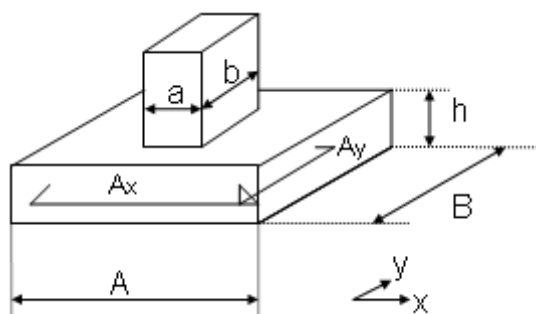
2.38. Test n°02-0152SSLLB B91: Semelle rectangulaire avec charge centrée

2.38.1. *Fiche de description*

- Référence : Graitec interne
- Type d'analyse : statique linéaire suivant BAEL91/DTU 13.12
- Type d'élément : semelle

2.38.2. *Présentation*

On désire dimensionner une semelle isolée suivant le DTU 13.12 supportant un mur de 30 x 40 cm de largeur et subissant des charges permanente $G=0.35$ MN et d'exploitation $Q=0.25$ MN. Le sol sur lequel elle repose, a une contrainte admissible $\bar{\sigma} = 0.30$ MPa . Le béton utilisé sera du B25 (fissuration on préjudiciable) et les aciers d'armatures seront réalisés avec des barres HA fe E 400.



Unité :

- Longueur : m
- Charge : MN

Géométrie :

- Dimension du poteau $a = 0.30$ m, $b = 0.40$ m
- Dimensions de la semelle à déterminer.

Propriété des matériaux :

- Béton B25 et Acier FeE400,
- Fissuration non préjudiciable,
- Durée d'application supérieure à 24 heures.

Conditions aux limites :

- Contrainte admissible du sol $\bar{\sigma} = 0.30$ MPa .

Chargements :

L'effort normal est composé d'une :

- Charge permanente : $G=0.35$ MN/m
- Charge d'exploitation : $Q=0.25$ MN/m

Le poids propre du mur sera pris en compte dans le pré dimensionnement.

D'où

$$P_U = 1.35 G + 1.5 Q = 0.85 \text{ MN}$$

$$P_S = G + Q = 0.60 \text{ MN}$$

2.38.3. Calcul théorique BAEL

Dimensionnement de la semelle

$$B \geq \sqrt{\frac{b P_u}{a \sigma}} = \sqrt{\frac{40 \cdot 0.85}{30 \cdot 0.30}} = 1.94 \text{ m et } A = \frac{a}{b} B = 1.46 \text{ m}$$

$$\max\left(\frac{A-a}{4}; \frac{B-b}{4}\right) = \max(0.29, 0.385) = 0.385 \text{ m} \leq d_a, d_b \leq \min(A-a; B-b) = \min(1.16, 1.54) = 1.16 \text{ m}$$

En prenant en compte le poids propre de la semelle (longueur = 2 m, largeur = 1.50 m, hauteur = 0.45 m) - $P_{\text{semelle}} = 1.5 \times 2 \times 0.45 \times 25 = 0.034 \text{ MN}$, les charges ultime et de service deviennent :

$$P_u = 0.85 + 1.35 \times 0.034 = 0.90 \text{ MN/m}$$

$$P_s = 0.60 + 0.034 = 0.634 \text{ MN/m}$$

$$\text{D'où } B \geq \sqrt{\frac{b P_u}{a \sigma}} = \sqrt{\frac{40 \cdot 0.90}{30 \cdot 0.30}} = 2 \text{ m et } A = \frac{a}{b} B = 1.50 \text{ m}$$

On conservera donc comme dimensions de la semelle : longueur = 2 m, largeur = 1.50 m, hauteur = 0.45 m.

Détermination des armatures

■ Sections d'armatures :

□ Suivant X : $A_x = \frac{P_u \cdot (A - a)}{8 \cdot d_a \cdot \sigma_s} = \frac{0.90(1.5 - 0.3)}{8 \times 0.4 \times 348} = 9.70 \text{ cm}^2$ soit 13 HA 10
espacés de 0.15 m,

□ Suivant Y : $A_y = \frac{P_u \cdot (B - b)}{8 \cdot d_b \cdot \sigma_s} = \frac{0.90(2 - 0.4)}{8 \times 0.4 \times 348} = 12.93 \text{ cm}^2$ soit 17 HA 10
espacés de 0.08 m,

■ Longueur de scellement :

□ Suivant X et Y :

$$l_s = \frac{\phi}{4} \times \frac{f_e}{0.6 \psi_s^2 f_{tj}} = \frac{10}{4} \times \frac{400}{0.6 \times 1.5^2 \times 2.1} = 0.35 \text{ m} < \frac{B}{4}; \frac{A}{4} \text{ et } > \frac{B}{8}; \frac{A}{8}$$

■ Hauteur de rive $e \geq \max(15 \text{ cm}; 12\phi + 6 \text{ cm}) = 18 \text{ cm}$

2.38.4. Fiche de résultats

Comparaison des résultats

	Semelle	Unités	Résultats théorique	Résultat Arche Semelle 3D	Ecart (en %)
	Longueur	m	2.00	2.00	0.00%
	Largeur	m	1.50	1.50	0.00%
	Hauteur	m	0.45	0.45	0.00%
Aciers théoriques	Transversaux	cm ² /ml	9.70	9.50	-2.06%
	Longitudinaux	cm ² /ml	12.93	12.67	-2.01%
Aciers réels	Transversaux				
	Section	cm ² /ml	13 HA 10	13 HA 10	-
	Espact.	m	0.15	0.15	0.00%
	Longitudinaux				
	Section	cm ² /ml	17 HA 10	17 HA 10	-
	Espact.	m	0.08	0.08	0.00%

Arche Semelle 3D BAE_Verion 1.0.2	e	SES1	Sf=1.11 m ³ Cof=3.8 m ³ Acte = 19.8 kg d=35.3 kg/m ³ F=9.4 mm	EBe=4.0 cm Efu=2.5 cm	1 ↑																								
- Data of A101 - 2 étages - M2Ner03300288115_501 -																													
<p>Elevation Echelle = 1/50</p>			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <thead> <tr> <th>Barre</th> <th>Lq</th> <th>Forme</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 10HA10</td> <td>177</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2 17HA10</td> <td>227</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3 6HA8</td> <td>102</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4 6HA8</td> <td>102</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5 6HA8</td> <td>102</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6 10HA8</td> <td>82</td> <td></td> </tr> <tr> <td>7 10HA8</td> <td>42</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Barre	Lq	Forme	1 10HA10	177		2 17HA10	227		3 6HA8	102		4 6HA8	102		5 6HA8	102		6 10HA8	82		7 10HA8	42	
Barre	Lq	Forme																											
1 10HA10	177																												
2 17HA10	227																												
3 6HA8	102																												
4 6HA8	102																												
5 6HA8	102																												
6 10HA8	82																												
7 10HA8	42																												
<p>Coupe XC Echelle = 1/50</p>																													
		Barre	Lq/Pointe																										
		HA8	36.7/1.7																										
		HA10	81.3/8.1																										

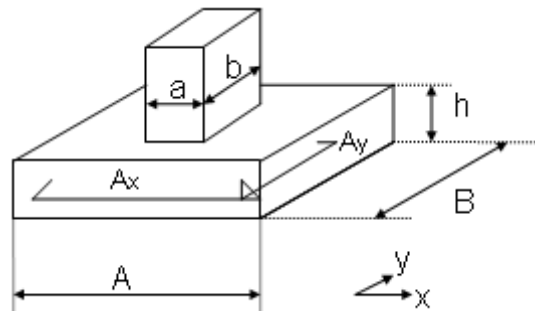
2.39. Test n°02-0153SSLLB B91: Semelle rectangulaire en flexion composée

2.39.1. *Fiche de description*

- Référence : Graitec interne
- Type d'analyse : statique linéaire suivant BAEL91/DTU 13.12
- Type d'élément : semelle

2.39.2. *Présentation*

On désire dimensionner une semelle isolée suivant le DTU 13.12 supportant un mur de 30 x 50 cm de largeur et subissant des charges permanente $G=0.55 \text{ MN}$ – $M_G=0.17\text{MN.m}$ et d'exploitation $Q=0.19 \text{ MN}$ – $M_Q=0.24\text{MN.m}$. Le sol sur lequel elle repose, a une contrainte admissible $\bar{\sigma} = 0.426 \text{ MPa}$. Le béton utilisé sera du B30 (fissuration on préjudiciable) et les aciers d'armatures seront réalisés avec des barres HA fe E 500.



Unité :

- Longueur : m
- Charge : MN

Géométrie :

- Dimension du poteau $a = 0.30 \text{ m}$, $b = 0.50 \text{ m}$
- Dimensions de la semelle à déterminer.

Propriété des matériaux :

- Béton B30 et Acier FeE500,
- Fissuration non préjudiciable,
- Durée d'application supérieure à 24 heures.

Conditions aux limites :

- Contrainte admissible du sol . $\bar{\sigma} = 0.426 \text{ MPa}$

Chargements :

L'effort normal est composé d'une :

- Charge permanente : $G=0.35 \text{ MN}$, $M_G=0.17\text{MN.m}$
- Charge d'exploitation : $Q=0.25 \text{ MN}$, $M_Q=0.24\text{MN.m}$

Le poids propre de la semelle sera pris en compte dans le pré dimensionnement.

D'où

$$P_U = 1.35 G + 1.5 Q = 1.0275 \text{ MN}$$

$$P_S = G + Q = 0.74 \text{ MN}$$

$$M_U = 1.35 M_G + 1.5 M_Q = 0.59 \text{ MN.m}$$

$$M_S = M_G + M_Q = 0.41 \text{ MN.m}$$

2.39.3. Calcul théorique BAEL

Dimensionnement de la semelle

$$e_0 = \frac{M_U}{P_U} = \frac{0.59}{1.0275} = 0.574 \text{ m et } \frac{A}{B} = \frac{a}{b} \text{ d'où } A = \frac{3}{5}B = 0.6B. \text{ De plus, faisons}$$

l'hypothèse que la résultante est en dehors du noyau central donc que $e_0 > \frac{B}{6}$ ce qui implique que $B \leq 3.44 \text{ m}$.

$$\sigma_{\max} = \frac{2P_U}{3A\left(\frac{B}{2} - e_0\right)} \leq 1.33\bar{\sigma} \Rightarrow 3 \times 0.6B\left(\frac{B}{2} - 0.574\right) \geq \frac{2P_U}{1.33\bar{\sigma}} \text{ d'où } B \geq 2.66 \text{ m.}$$

Finalement, on choisira $B=2.66 \text{ m}$, $A=1.60 \text{ m}$ et

$$\left(\frac{B-b}{4}\right) = 0.54 \text{ m} \leq d_a, d_b \leq (A-a) = 1.30 \text{ m}$$

En prenant en compte le poids propre de la semelle (longueur = 2.66 m, largeur = 1.65 m, hauteur = 0.60 m) - $P_{\text{semelle}} = 1.65 \times 2.66 \times 0.60 \times 25 = 0.066 \text{ MN}$, les charges ultime et de service deviennent :

$$P_U = 1.0275 + 1.35s \times 0.066 = 1.1166 \text{ MN}$$

$$P_S = 0.74 + 0.066 = 0.806 \text{ MN}$$

$$e_0 = \frac{M_U}{P_U} = \frac{0.59}{1.1166} = 0.528 \text{ m et}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{2P_U}{3A\left(\frac{B}{2} - e_0\right)} = \frac{2 \times 1.1166}{3 \times 1.65\left(\frac{2.66}{2} - 0.528\right)} = 0.5625 \leq 1.33\bar{\sigma} = 1.33 \times 0.426 = 0.566 \text{ MPa}$$

Détermination des armatures

■ Sections d'armatures :

□ Suivant X :

$$A_X = \frac{P_U \left(1 + 3 \frac{e_0}{B}\right) (A - a)}{8 d_a \sigma_s} = \frac{1.1166 \left(1 + 3 \frac{0.528}{2.66}\right) (1.65 - 0.30)}{8 \times 0.55 \times 435} = 12.56 \text{ cm}^2$$

soit 17 HA 10 espacés de 0.153 m,

□ Suivant Y :

Méthode des bielles ($e_0 > \frac{B}{6}$) :

$$M_1 = (4B + 0.35b - 9e_0) \left(\frac{\frac{B}{2} - 0.35b}{\frac{B}{2} - e_0}\right)^2 \frac{P_U}{27} = (4 \times 2.66 + 0.35 \times 0.5 - 9 \times 0.528) \left(\frac{\frac{2.66}{2} - 0.35 \times 0.50}{\frac{2.66}{2} - 0.528}\right)^2 \frac{1.1166}{27} = 0.520 \text{ MNm}$$

$$A_Y = \frac{M_1}{d_b \sigma_s} = \frac{0.520}{0.56 \times 435} = 21.34 \text{ cm}^2 \text{ soit 11 HA 16 espacés de 0.143 m,}$$

- Méthode des moments (utilisée par Arche Semelle 3D) :

$$M_1 = \frac{P_u (B - 0.70 \times b)^2}{8 (B - 2 \times e_0)} = \frac{1.1166 (2.66 - 0.70 \times 0.30)^2}{8 (2.66 - 2 \times 0.528)} = 0.522 \text{ MNm}$$

$$A_y = \frac{M_1}{d_b \cdot \sigma_s} = \frac{0.522}{0.56 \times 435} = 21.44 \text{ cm}^2 \text{ soit 11 HA 16 espacés de 0.143 m,}$$

- Longueur de scellement :

- Suivant X : $l_s = \frac{\phi}{4} \times \frac{f_e}{0.6 \psi_s^2 f_{tj}} = \frac{10}{4} \times \frac{500}{0.6 \times 1.5^2 \times 2.4} = 0.385 \text{ m} < \frac{A}{4} \text{ et } > \frac{A}{8}$

- Suivant Y : $l_s = \frac{\phi}{4} \times \frac{f_e}{0.6 \psi_s^2 f_{tj}} = \frac{16}{4} \times \frac{500}{0.6 \times 1.5^2 \times 2.4} = 0.616 \text{ m} < \frac{B}{4} \text{ et } > \frac{B}{8}$

- Hauteur de rive $e \geq \max(15 \text{ cm}; 12\phi + 6 \text{ cm}) = 26 \text{ cm}$

2.39.4. Fiche de résultats

Comparaison des résultats

	Semelle	Unités	Résultats théorique	Résultat Arche Semelle 3D	Ecart (en %)
	Longueur	m	2.66	2.66	0.00%
	Largeur	m	1.65	1.64	-0.61%
	Hauteur	m	0.60	0.59	-1.67%
Aciers théoriques	Transversaux	cm²/ml	12.56	12.90	2.71%
	Longitudinaux	cm²/ml	21.34	21.72	1.78%
Aciers réels	Transversaux. Section Espact	cm²/ml m	17 HA 10 0.15	17 HA 10 0.15	0.00% 0.00%
	Longitudinaux Section Espact.	cm²/ml m	11 HA 16 0.14	28 HA 10 0.053	

Arche Semelle 3D BAEL Version 10.2

Arche rectangulaire à section constante

SES1

Béton=2.52 m3 C25-5.6 m³
Acier=157.2 kg d=80.0 kg/m3
f_t=14.1 mm

Béton=4.0 cm
EFu=2.5 cm

1
1

- Cas d'Arche - 2 bays - N°Ar03-0000000000000000 -

Béton
Echelle=1/20

Barre	Lq	Forme
1	10	10
2	10	10
3	20	20
4	20	20
5	20	20
6	20	20
7	20	20
8	20	20
9	20	20
10	20	20
11	20	20
12	20	20
13	20	20
14	20	20
15	20	20
16	20	20
17	20	20
18	20	20
19	20	20
20	20	20
21	20	20
22	20	20
23	20	20
24	20	20
25	20	20
26	20	20
27	20	20
28	20	20
29	20	20
30	20	20
31	20	20
32	20	20
33	20	20
34	20	20
35	20	20
36	20	20
37	20	20
38	20	20
39	20	20
40	20	20
41	20	20
42	20	20
43	20	20
44	20	20
45	20	20
46	20	20
47	20	20
48	20	20
49	20	20
50	20	20
51	20	20
52	20	20
53	20	20
54	20	20
55	20	20
56	20	20
57	20	20
58	20	20
59	20	20
60	20	20
61	20	20
62	20	20
63	20	20
64	20	20
65	20	20
66	20	20
67	20	20
68	20	20
69	20	20
70	20	20
71	20	20
72	20	20
73	20	20
74	20	20
75	20	20
76	20	20
77	20	20
78	20	20
79	20	20
80	20	20
81	20	20
82	20	20
83	20	20
84	20	20
85	20	20
86	20	20
87	20	20
88	20	20
89	20	20
90	20	20
91	20	20
92	20	20
93	20	20
94	20	20
95	20	20
96	20	20
97	20	20
98	20	20
99	20	20
100	20	20

Acier
Echelle=1/20

GRAITEC

61

2.40. Test n°02-0171SSLLB B91: Vérification des paramètres de calcul en PV

2.40.1. *Fiche de description*

- Référence : Graitec interne
- Type d'analyse :
- Type d'élément :

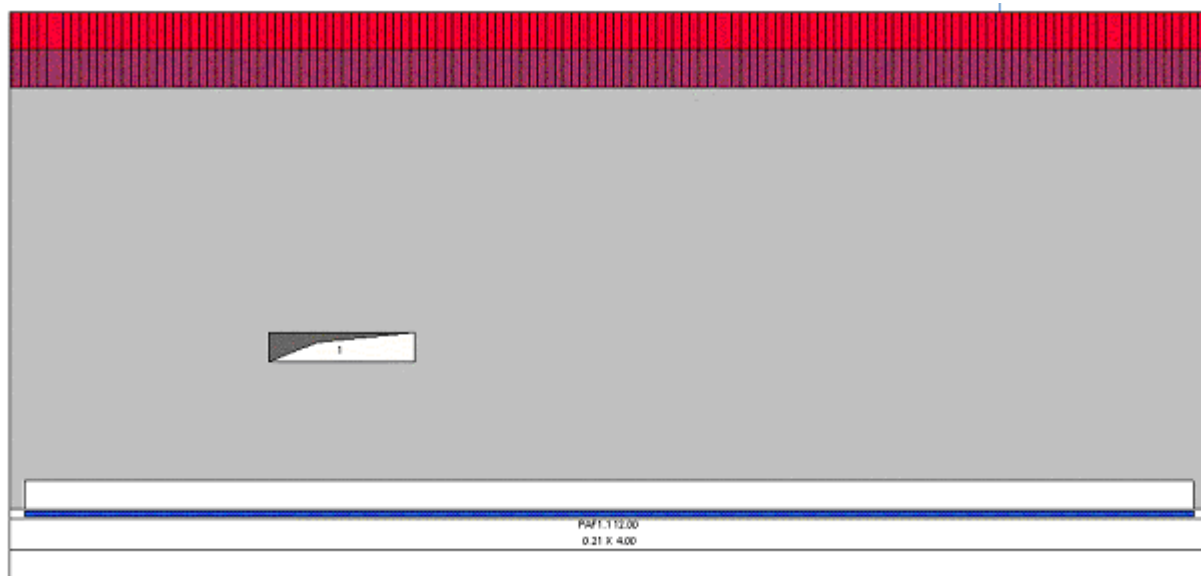
2.40.2. *Présentation*

Le but de ce test est de vérifier que le logiciel vérifie bien les principales dimensions du modèle afin de savoir si le calcul en paroi fléchie est justifié ou non.

Unité :

- Longueur : m
- Charge : kN

Géométrie de la paroi fléchie :



Paroi :

- épaisseur $e = 0,21$ m
- portée = 12 m
- hauteur = 4 m

Trémie :

- coin inférieur gauche à $x = 2,5$ $y = 1,2$ m
- longueur = 1,5 m
- hauteur = 0,30 m

Propriété des matériaux

- Béton B25 et Acier FeE500
- Fissuration non préjudiciable, enrobage 2,5 centimètres
- Prise en compte du poids propre
- Durée d'application des charges supérieure à 24 heures

Chargements

- Poids propre
- Une charge ponctuelle accidentelle
 $x = 10$ m ; $y = 4$ m $F = 200$ kN
- Une charge linéaire
Sur toute la longueur du mur appuis compris : $G = 100$ kN ; $Q = 50$ kN

2.40.3. Dimensions minimales

Hauteur minimale

BAEL Art E.5.0 : « Sont considérées comme "paroi fléchie" les poutres droites de section constante dont la hauteur de la section est au moins égale à la moitié de la portée »

Donc $H_{\text{mini}} = 12/2 = 6 \text{ m}$.

2.2 Epaisseur minimale

BAEL Art E5.3 : « L'épaisseur B_0 de la paroi fléchie doit être au moins égale à la plus grande des deux valeurs suivantes :

$$\text{Max} \left\{ \begin{array}{l} 3,75 * \frac{p}{f_{c_{28}}} * \frac{l}{h} \\ 0,14 * \sqrt[3]{\frac{p}{f_{c_{28}} * h}} \end{array} \right.$$

(ou $3,75 * \frac{p}{f_{c_{28}}}$ si $h > l$). »

Soit ici :

$$P = 1,35.G + 1,5.Q = 1,35*0,1 + 1,5*0,05 = 0,21 \text{ MN}$$

$$L = \text{Min} (l_0 ; 1,15*lt) = \text{Min}(0,30/2 + 12 + 0,30/2 ; 1,15 * 12) = 12,3 \text{ m}$$

D'où : $E_p \text{ min} = \text{Max} (0,097\text{m} ; 0,22) = 0,22 \text{ m}$.

3.1 Taille de la trémie

Afin de disposer les armatures horizontales répartie il faut que la hauteur de l'arase inférieure de la trémie soit supérieure à la longueur de la trémie.

$$Y \text{ trémie} > L \text{ trémie}$$

En principe, les armatures de « tirant » doivent être disposées sur une longueur L trémie de part et d'autre de l'ouverture.

2.40.4. Fiche de résultats

Comparaison des résultats

Les résultats suivant sont issus de la note « historique » et non pas d'une note de calcul puisque les résultats attendus sont des erreurs à détecter par le logiciel.

	Résultats théoriques	Résultats Arche Paroi Fléchie	Ecart (en %)
Hauteur mini de la poutre voile	6	6	0.00%
Epaisseur mini de la poutre voile	0.22	0.21	-4.55%
Longueur maxi de la trémie	1.15	1.15	0.00%

Nota : Résultats Arche Paroi fléchie 10.2^E SP2 :

T	TRAVEE	Nv	LIBELLE	VALEUR	LIMITE
E	PAF0.1	1	Epaisseur de la paroi trop faible	0.21	0.21
E	PAF0.1	1	Hauteur de la paroi insuffisante	4.00	6.00
A	PAF0.1	1	Longueur de la trémie 1 incorrecte	1.50	1.15

2.41. Test n°02-0172SSLLG B91: PV sur appuis simples

2.41.1. *Fiche de description*

- Référence : Graitec interne
- Type d'analyse :
- Type d'élément :

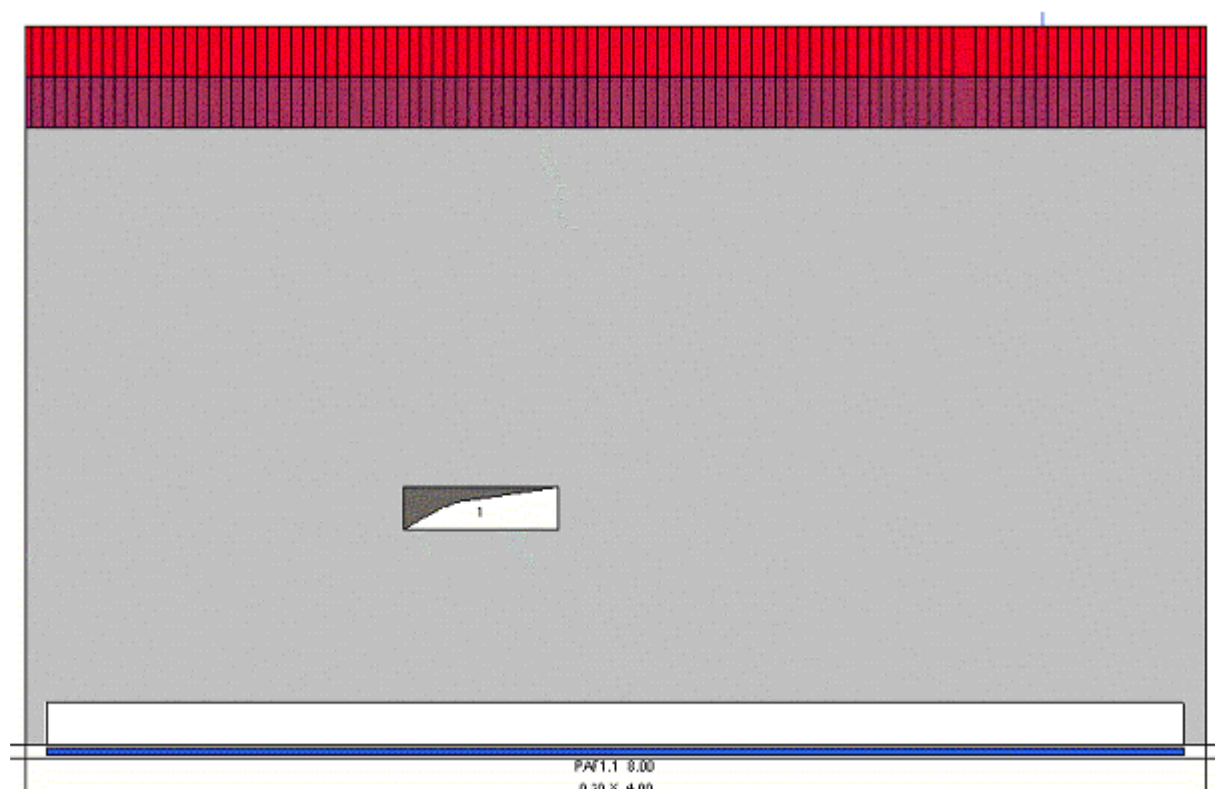
2.41.2. *Présentation*

Le but de ce test est de vérifier que les résultats obtenus entre la version **V10.2 E SP2** et une version ultérieure sont identiques, afin de s'assurer de la non régression du logiciel. La version V10.2 E SP2 est donc ici réputée comme correcte.

Unité :

- Longueur : m
- Charge : kN

Géométrie de la paroi fléchie :



Paroi :

- Épaisseur = 0,3 m
- Portée = 8 m
- Hauteur = 4 m

Trémie :

- Coin inférieur gauche à $x = 2,5$ $y = 1,2$ m
- Longueur = 1,1 m
- Hauteur = 0,30 m

Propriété des matériaux

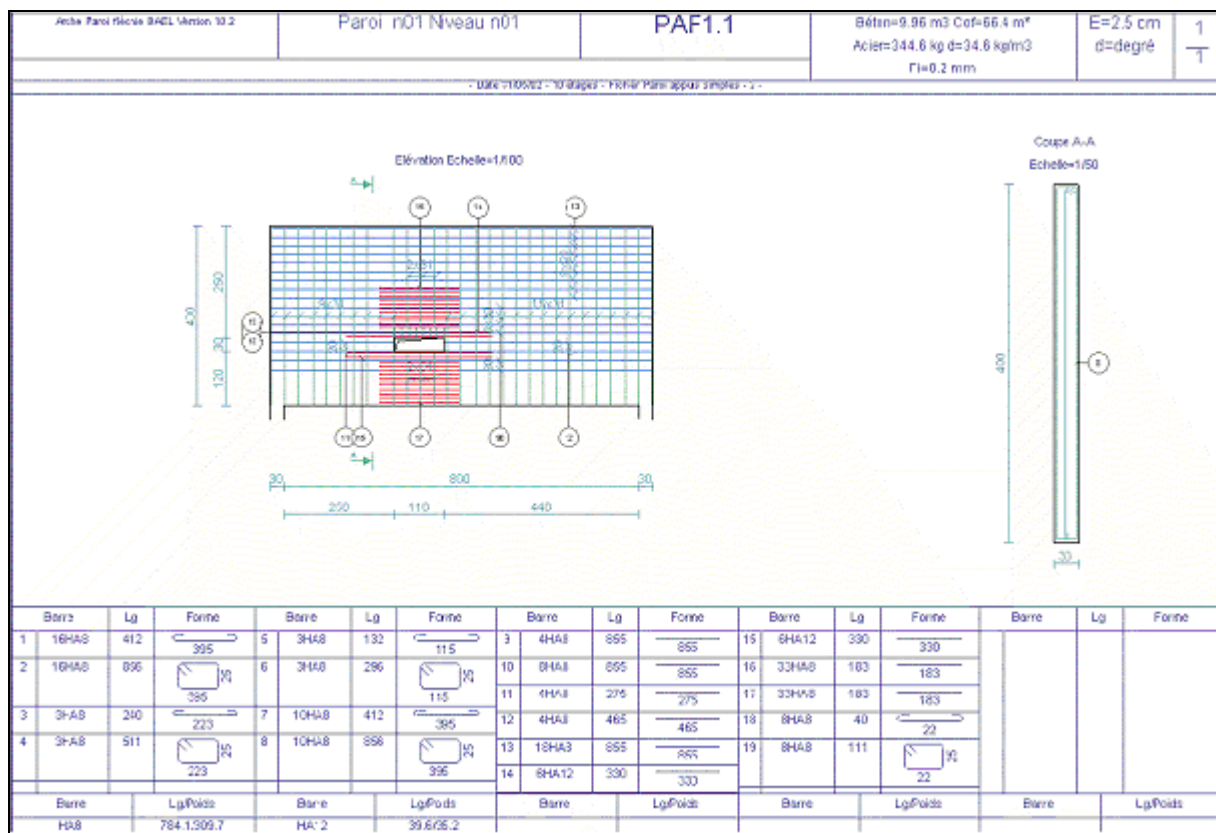
- Béton B25 et Acier FeE500
- Fissuration non préjudiciable, enrobage 2,5 centimètres
- Prise en compte du poids propre
- Durée d'application des charges supérieure à 24 heures

Chargements

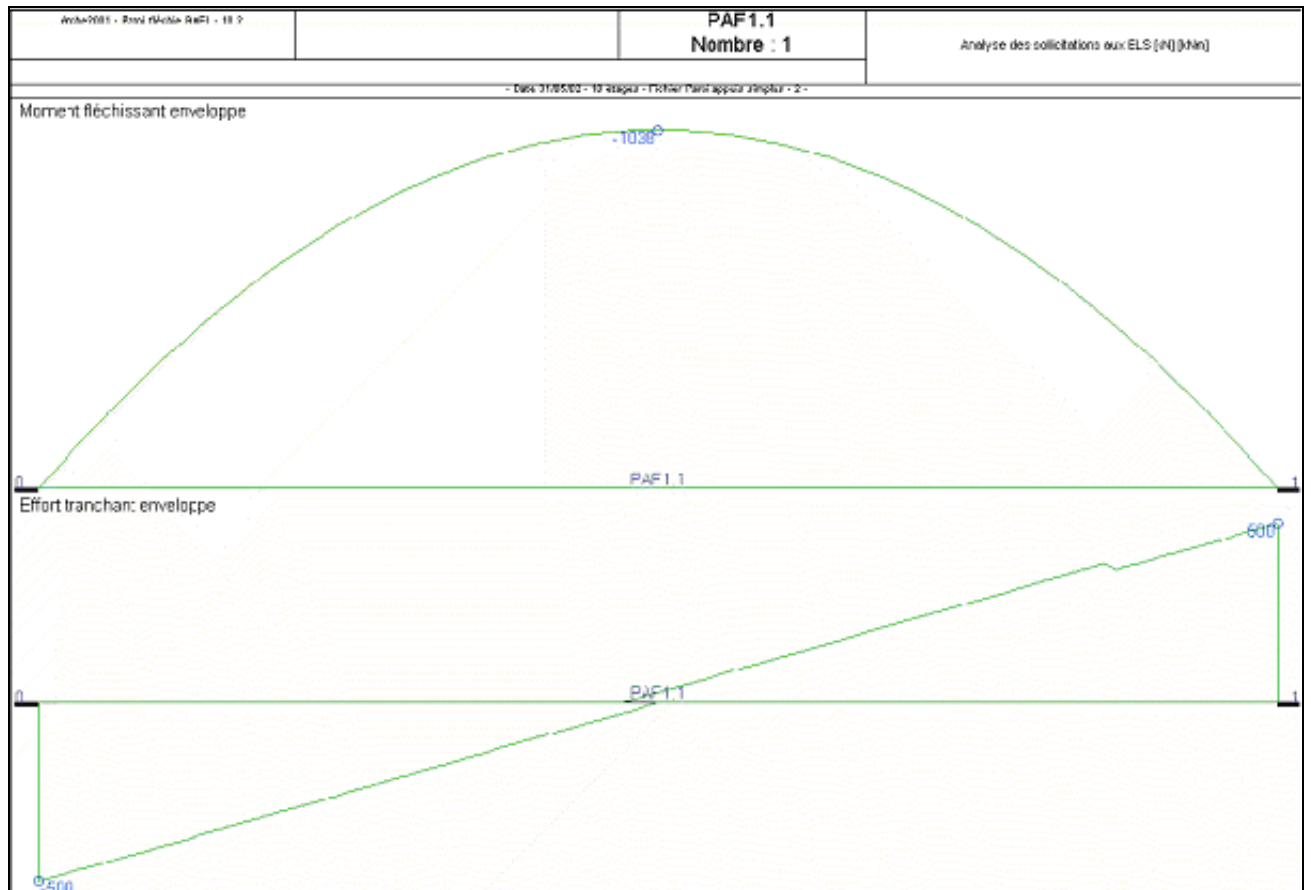
- Poids propre
- Une charge ponctuelle accidentelle
 $x = 7m ; y = 4m \quad F = 200 \text{ kN}$
- Une charge linéaire
 Sur toute la longueur du mur appuis compris : $G = 100\text{kN} ; Q = 50\text{kN}$

2.41.3. Résultats de référence

Ferrailage



Sollicitation ELS



Note de Calcul

[02-0172SSLLG_B91 Note de calcul](#)
[0 v2009.doc](#)

2.42. Test n°02-0173SSLLG B91: PV sur appuis simples coupe feu 3H

2.42.1. *Fiche de description*

- Référence : Graitec interne
- Type d'analyse :
- Type d'élément :

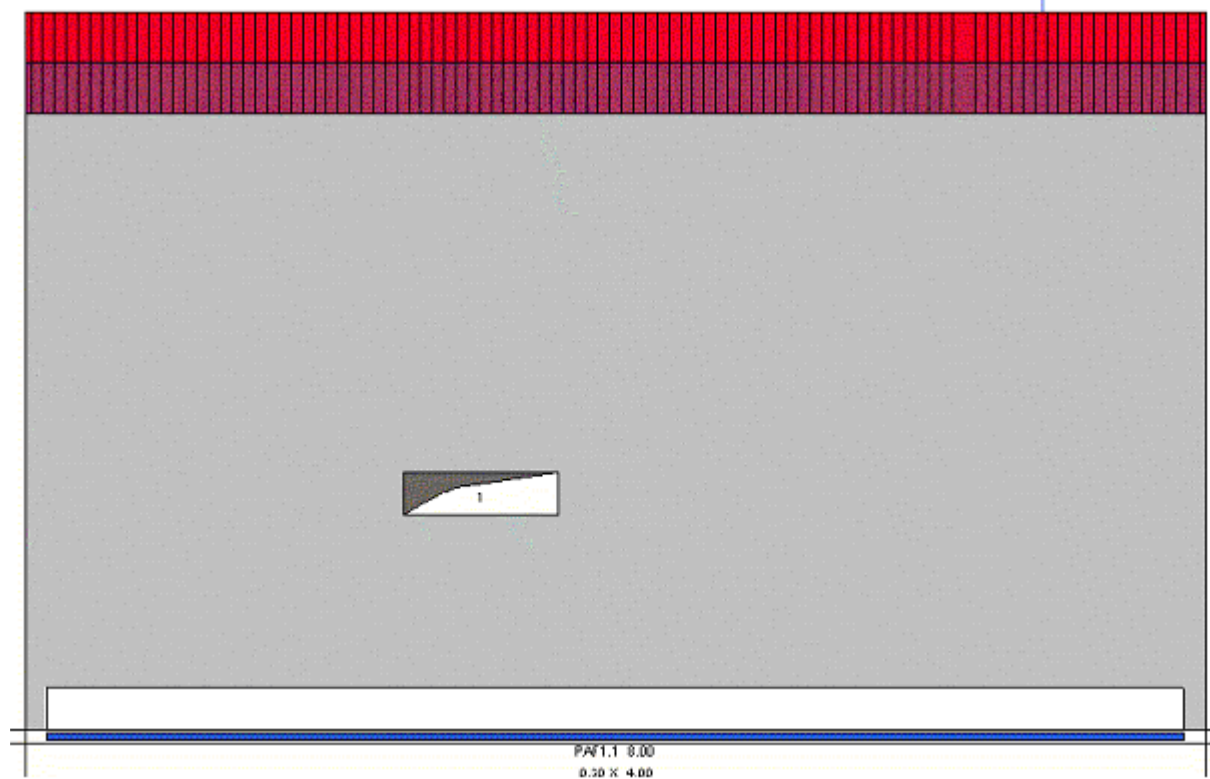
2.42.2. *Présentation*

Le but de ce test est de vérifier que les résultats obtenus entre la version **V10.2 E SP2** et une version ultérieure sont identiques, afin de s'assurer de la non régression du logiciel. La version V10.2 E SP2 est donc ici réputée comme correcte.

Unité :

- Longueur : m
- Charge : kN

Géométrie de la paroi fléchie :



Paroi :

- Épaisseur = 0,3 m
- Portée = 8 m
- Hauteur = 4 m

Trémie :

- Coin inférieur gauche à $x = 2,5$ $y = 1,2$ m
- Longueur = 1,1 m
- Hauteur = 0,30 m

Propriété des matériaux

- Béton B25 et Acier FeE500
- Fissuration non préjudiciable, enrobage 2,5 centimètres
- Prise en compte du poids propre
- Durée d'application des charges supérieure à 24 heures

Chargements

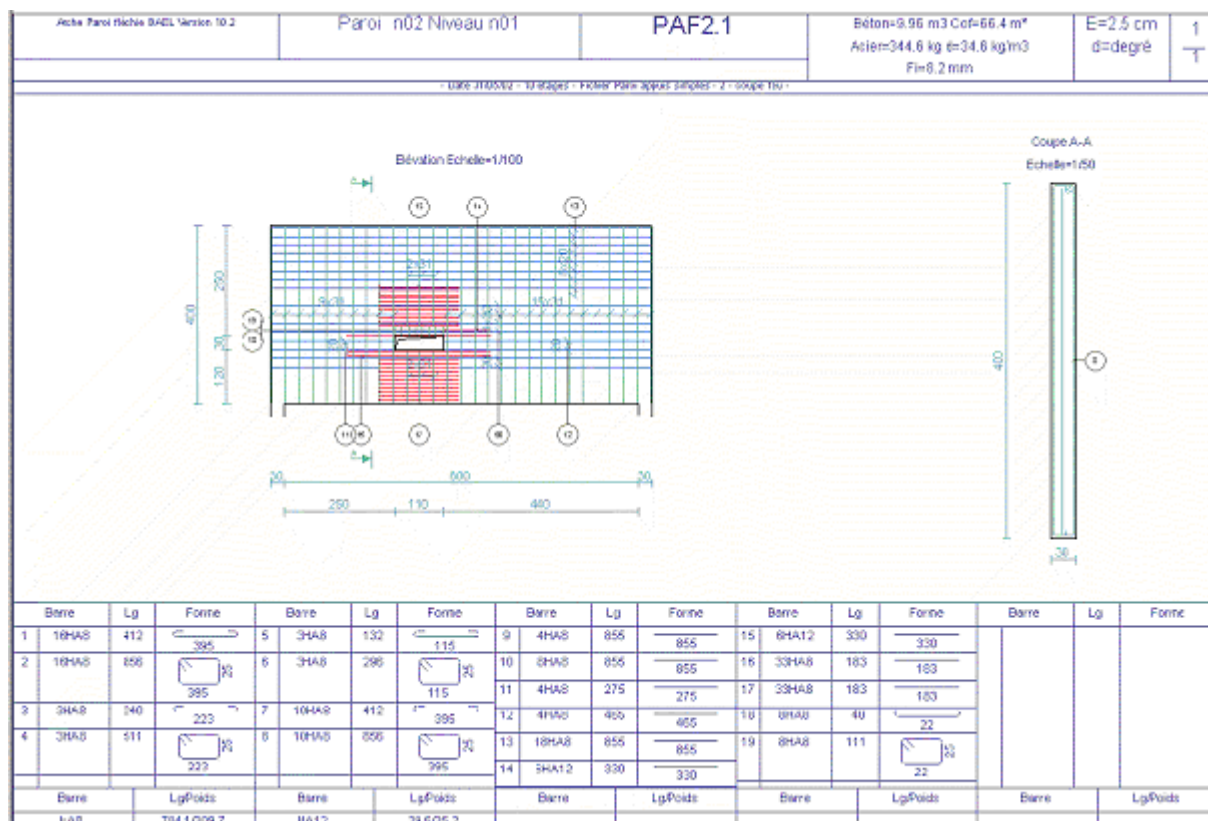
- Poids propre
- Une charge ponctuelle accidentelle
 $x = 7m ; y = 4m \quad F = 200 \text{ kN}$
- Une charge linéaire
 Sur toute la longueur du mur appuis compris : $G = 100kN ; Q = 50kN$

Coupe feu

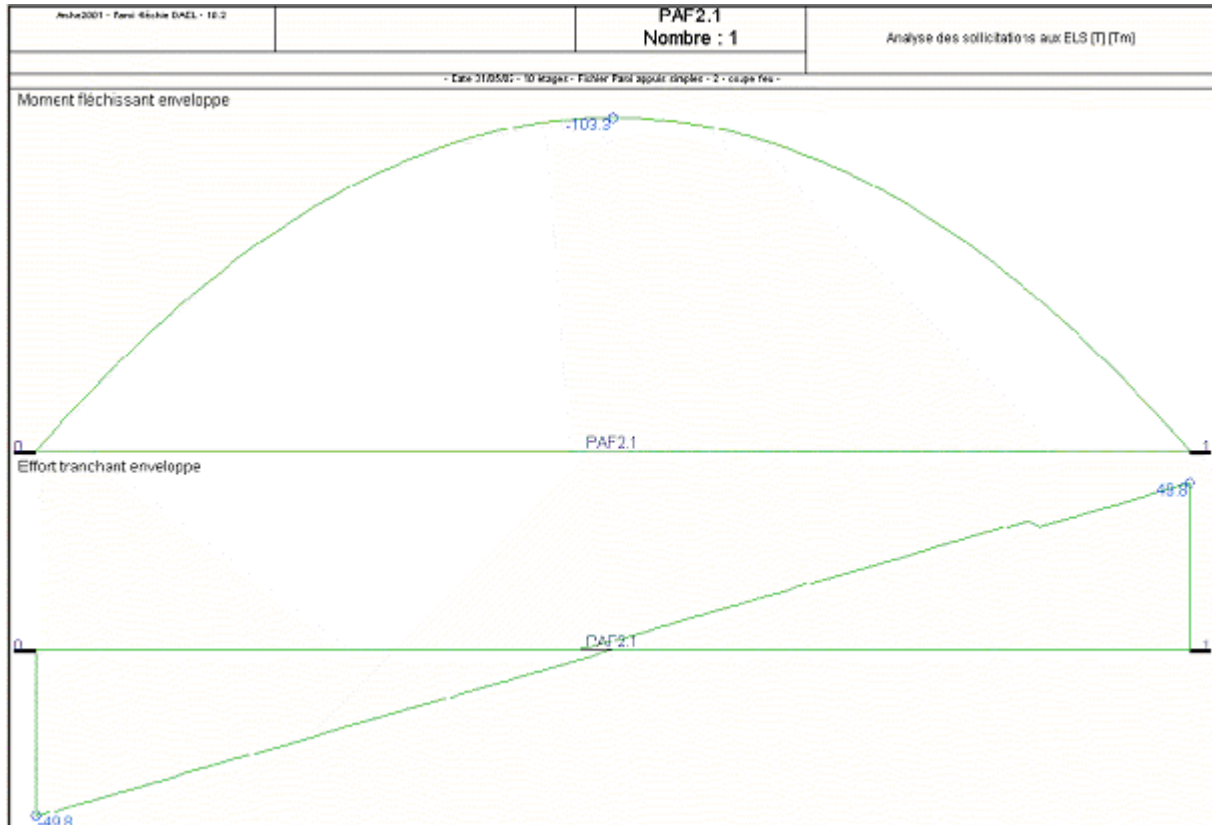
La paroi est coupe feu 3H.

2.42.3. Résultats de référence

Ferraillage



Sollicitation ELS



Note de Calcul

[02-0173SSLLG_B91 Note de calcul v2009.doc](#)

2.43. Test n°02-0174SSLLG B91 : PV sur appuis encastrés

2.43.1. *Fiche de description*

- Référence : Graitec interne
- Type d'analyse :
- Type d'élément :

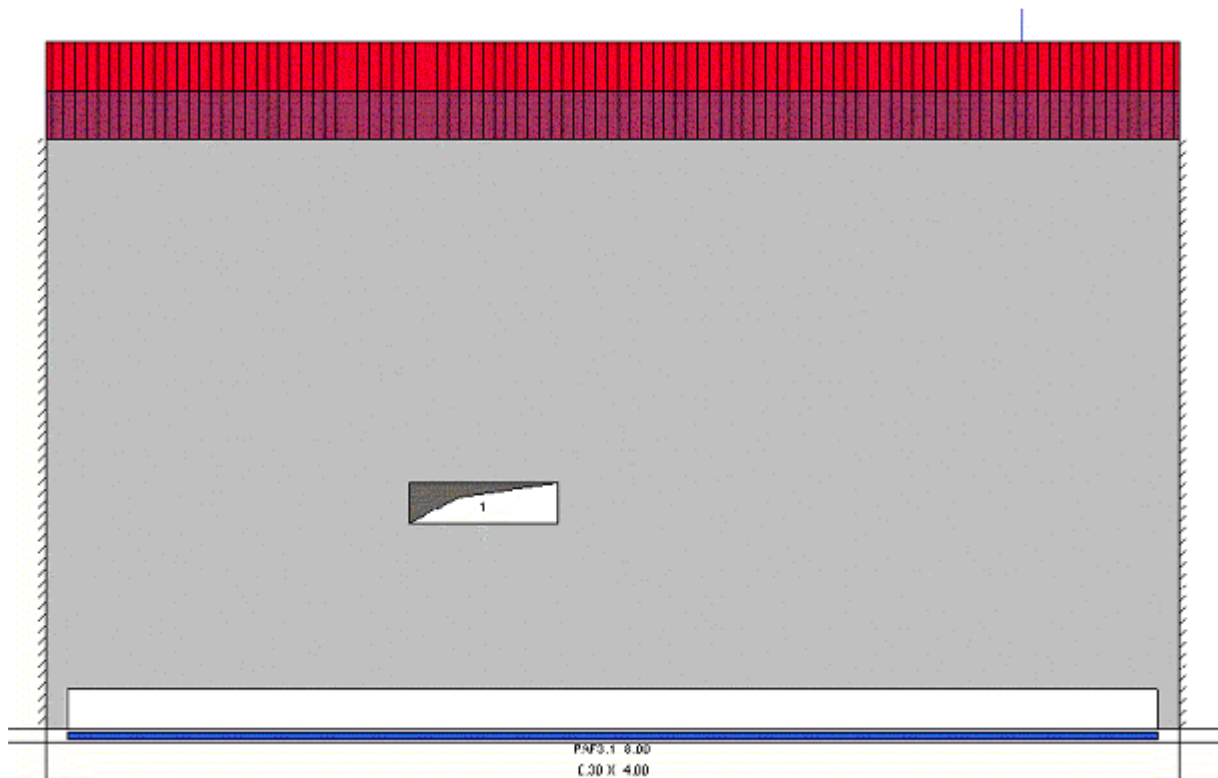
2.43.2. *Présentation*

Le but de ce test est de vérifier que les résultats obtenus entre la version **V10.2 E SP2** et une version ultérieure sont identiques, afin de s'assurer de la non régression du logiciel. La version V10.2 E SP2 est donc ici réputée comme correcte.

Unité :

- Longueur : m
- Charge : kN

Géométrie de la paroi fléchie :



Paroi :

- épaisseur = 0,3 m
- portée = 8 m
- hauteur = 4 m

Trémie :

- coin inférieur gauche à x = 2,5 y= 1,2m
- longueur = 1,1 m
- hauteur = 0,30 m

Sollicitation ELS



Note de Calcul

[02-0174SSLLG_B91 Note de calcul v2009.doc](#)

2.44. Test n°02-0175SSLLB B91 : Arche MDS - Talus incliné fini + surcharge

2.44.1. *Fiche de description*

- Référence : ADETS – Le treillis soudé – Calcul et utilisation conformément aux règles BAEL 80 – Fascicule 5 : les murs de soutènement
Cahier des charges « Méthodes de dimensionnement des murs de soutènement »
Nadine Bailly
- Type d'analyse :
- Type d'élément :

2.44.2. *Présentation*

Le but de ce test est de contrôler sur une base théorique les diagrammes de poussée obtenus avec le module mur de soutènement de Arche et de vérifier que les résultats de ferrailage obtenus entre la version **V10.2 E SP2** et une version ultérieure sont identiques, afin de s'assurer de la non régression du logiciel. La version V10.2 E SP2 est donc ici réputée comme correcte.

Unité :

- Longueur : m
- Charge : kN
- Contrainte : kPa

Géométrie du mur de soutènement :

Géométrie coffrage ✕

Dimensions

Rideau = m Redan

Erideau = m ESemelle = m

BaseGauche = m BaseDroite = m

Patin = m Talon = m

LargBêche = m HautBêche = m

Stabilité

Glissement : 0.3814 < 0.8000

Renversement : 4.8777 > 1.5000

Poinçonnement : 135.3 < 300.0

Zone comprimée : 5.0000 > 2.5000

Cisaillement rideau : 537.7 < 3000.0

Cisaillement patin : 973.2 < 3000.0

Cisaillement talon : 2452.5 < 3000.0

Cisaillement bêche : /

Propriété des matériaux

- Béton B25 et Acier FeE500
- Fissuration non préjudiciable, enrobage 2,5 centimètres
- Prise en compte du poids propre
- Durée d'application des charges supérieure à 24 heures

Chargement

Poids propre mur

Béton : $24,5 \text{ kN/m}^3$

Sol

$\gamma_h = 20 \text{ kN/m}^3$

$\varphi = 30^\circ$

$C = 0$

Talus incliné de 24° sur 5 m.

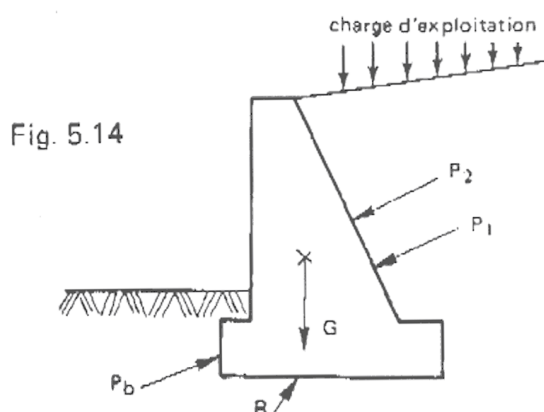
Charge uniforme de 20 kN/m^2 , appliquée à partir de 3,50 m de la tête du talus.

Nappe aquifère à 3 m du sommet du mur.

2.44.3. Analyse théorique**Rappel théoriques****Forces agissantes**

Les différentes forces qui agissent sur un mur de soutènement en dehors de la présence d'eau, sont :

- la résultante P_1 de la poussée des terres soutenues,
- la résultante P_2 de la poussée due aux charges d'exploitation sur le terre-plein,
- le poids propre G du mur ,
- la résultante P_b de la butée du terrain devant le mur ,
- la réaction R du sol sous la base du mur.



Par sécurité, il est d'usage de négliger l'action de la butée à l'avant d'un mur de soutènement. En effet, les déplacements nécessaires à la mobilisation de la butée sont importants et sont incompatibles avec l'esthétique et la destination future de l'ouvrage. De plus, la butée peut toujours être supprimée par des travaux de terrassements ultérieurs (pose de canalisations par exemple). Il serait dangereux de la prendre en compte dans les calculs.

Hypothèses de calcul

Les méthodes d'évaluation de la poussée développée ci-après concernent des massifs de sols pulvérulents.

En effet, toutes les théories ont été établies pour ce type de sol. Pour un sol cohérent (de cohésion C et d'angle de frottement interne φ), le théorème des états correspondants permet de ramener l'étude de ce type de sol à celui d'un milieu pulvérulent soumis à son contour à une pression hydrostatique :

$$C * \cotg\varphi$$

Mais l'expérience montre que le rôle de la cohésion qui varie dans le temps, est mal connu et difficilement mesurable.

Le fait de négliger la cohésion allant dans le sens de la sécurité, tous les calculs relatifs aux ouvrages de soutènement seront menés en considérant un sol sans cohésion.

Principe des calculs

La poussée unitaire qui s'exerce sur un écran de poussée en un point M situé à une distance z de l'arête supérieure de l'écran est de la forme :

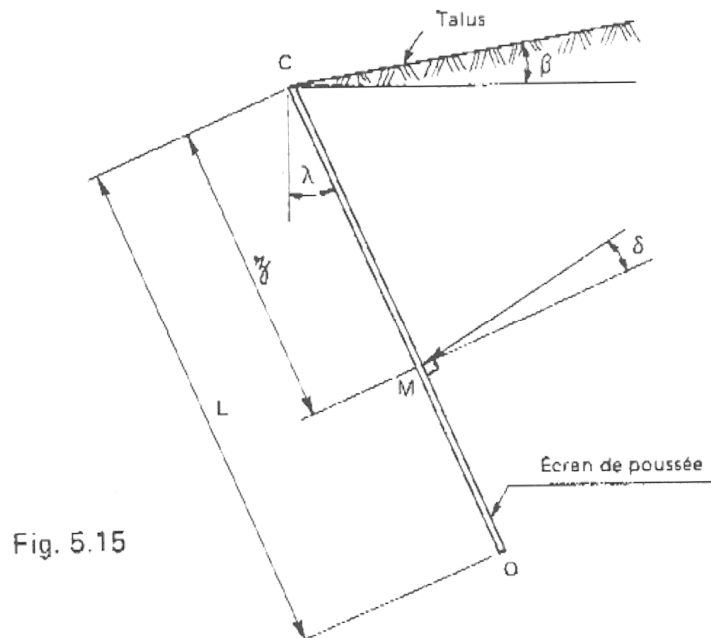
$$P_{(M)} = k_a \times \gamma \times z$$

où :

- γ est le poids volumique des terres
- k_a est le coefficient de pression active (coefficient de poussée) .

Ce coefficient dépend:

- de l'angle β que fait le talus avec l'horizontale,
- de l'angle λ d'inclinaison de l'écran sur la verticale.
- de l'angle de frottement interne φ du terrain situé en arrière de l'écran.
- de l'angle δ d'inclinaison de la poussée unitaire sur la normale à l'écran.



Cet angle δ dépend de l'état de rugosité du parement, lui-même fonction du type de coffrage utilisé pour la réaction de l'écran. Par exemple, pour un écran vertical ($\lambda = 0^\circ$) on prend en général :

- $\delta = 2/3 \varphi$, si le parement est parfaitement lisse (coffrage métallique ou en contreplaqué) ou dans le cas où le tassement général du mur peut être supérieur à celui du remblai.
- $\delta = \varphi$ pour un parement rugueux (coffrage en planches)
- $\delta = \beta$ pour un écran fictif vertical

La résultante p des poussées unitaires, sur la longueur « L » de l'écran, s'applique au tiers inférieur du parement avec l'inclinaison δ et l'intensité :

$$p = k_a * \gamma * L^2 / 2$$

On peut décomposer la poussée en:

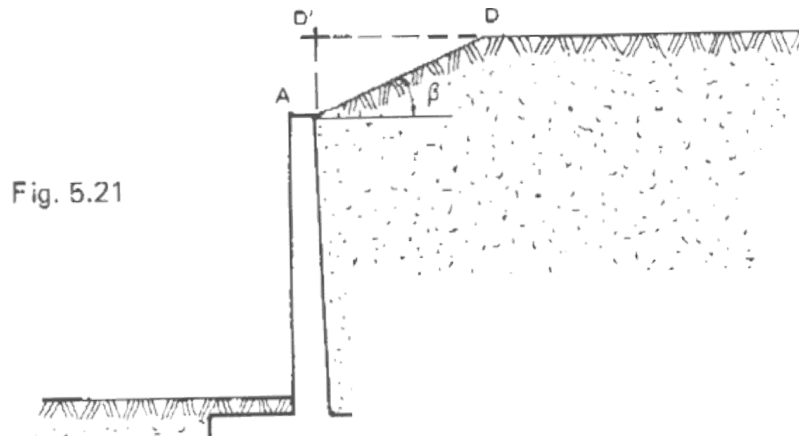
- une composante unitaire horizontale
 $P_H (M) = P(M) * \cos (\lambda + \delta) = k_{aH} * \gamma * z$
- une composante unitaire verticale :
 $P_V (M) = P(M) * \sin (\lambda + \delta) = k_{aV} * \gamma * z$

avec $k_{aH} = k_a * \cos (\lambda + \delta)$

avec $k_{aV} = k_a * \sin (\lambda + \delta)$

On peut représenter la variation de P_H et de P_V en fonction de la cote de profondeur z du point M par deux diagrammes. Si δ est constant sur la distance L, ces deux diagrammes se déduisent l'un de l'autre par affinité.

Mur en T avec talus incliné finis

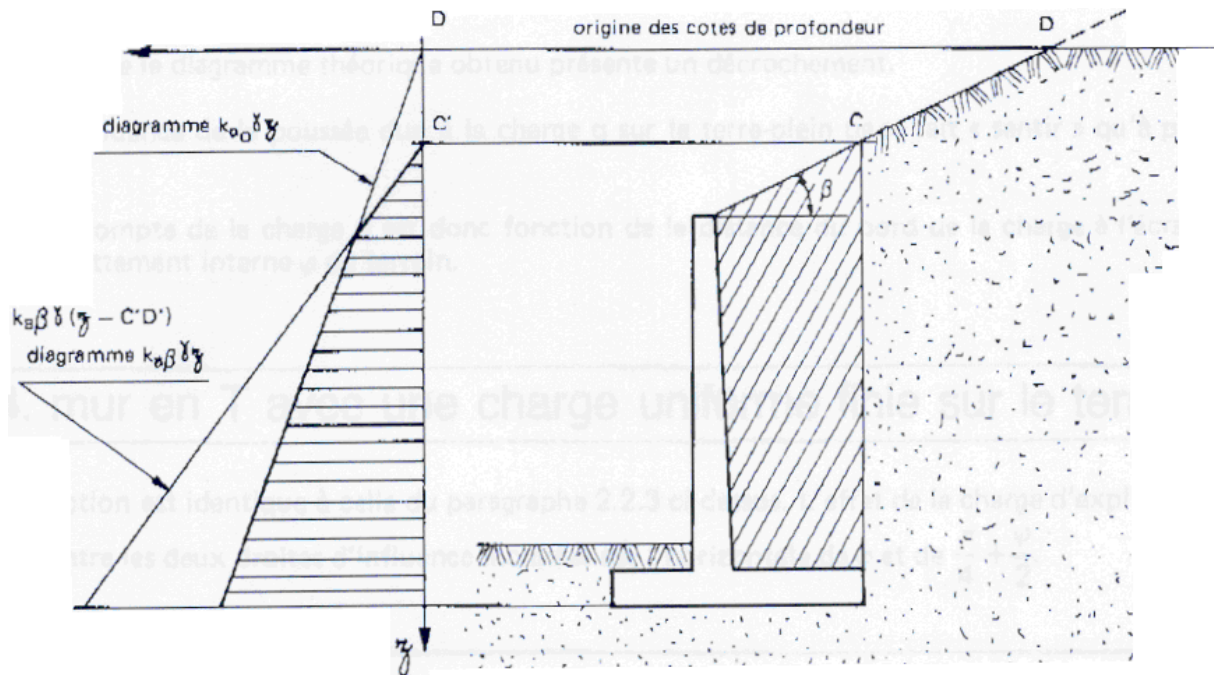


Ce cas est très fréquemment rencontré. Le talus, d'inclinaison β sur l'horizontale, est limité par un terre plein horizontal infini.

La poussée réelle est définie par deux diagrammes de poussée :

- la poussée due à un remblai horizontal infini passant par le point D' : coefficient de poussée K_{a0} ($\beta = 0^\circ$).
- la poussée due à un massif limité par un talus infini d'angle β sur l'horizontale : coefficient de poussée $K_{a\beta}$.

Pour la détermination du diagramme des composantes unitaires (horizontale ou verticale) correspondant au cas du mur avec talus incliné fini, on considère que le diagramme de poussée réelle correspond au minimum des deux diagrammes définis ci-après. La cote du terre-plein est prise comme origine des cotes de profondeur.



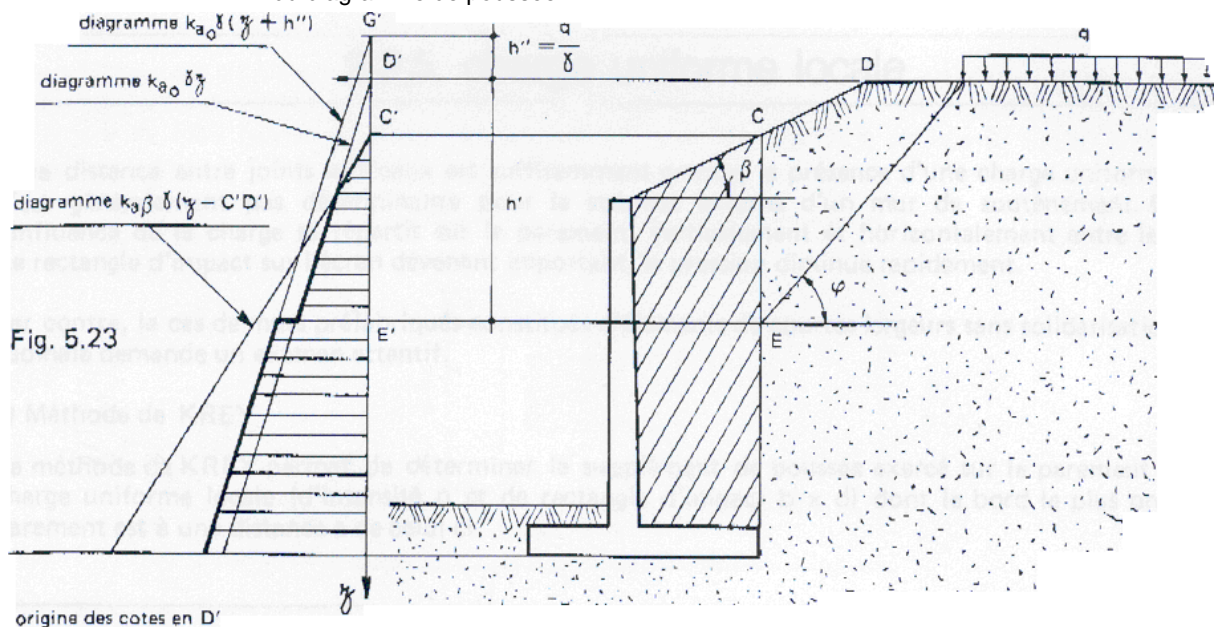
Mur en T avec une charge uniforme infinie sur le terre-plein

La théorie de Coulomb montre que l'effet d'une charge uniforme infinie q est le même que celui d'une épaisseur h'' de sol supplémentaire.

Si γ est le poids volumique du sol, on a :

$$h'' = q / \gamma$$

On admet que la charge se diffuse dans le terrain suivant des directions faisant l'angle ϕ avec l'horizontale. Pour un mur avec un talus fini on obtient ainsi la construction suivante du diagramme de poussée :



On constate que le diagramme théorique obtenu présente un décrochement.

En effet, l'influence de la poussée due à la charge q sur le terre-plein ne se fait « sentir » qu'à partir du point E' ,

La prise en compte de la charge q est donc fonction de la distance du bord de la charge à l'écran et de l'angle de frottement interne ϕ du terrain.

Mur en T avec une charge uniforme finie sur le terre-plein

La construction est identique à celle du paragraphe 2.1.6 ci-dessus. L'effet de la charge d'exploitation est comprise entre les deux droites d'influence inclinées sur l'horizontale de φ et de $\varphi/2 + \pi/4$

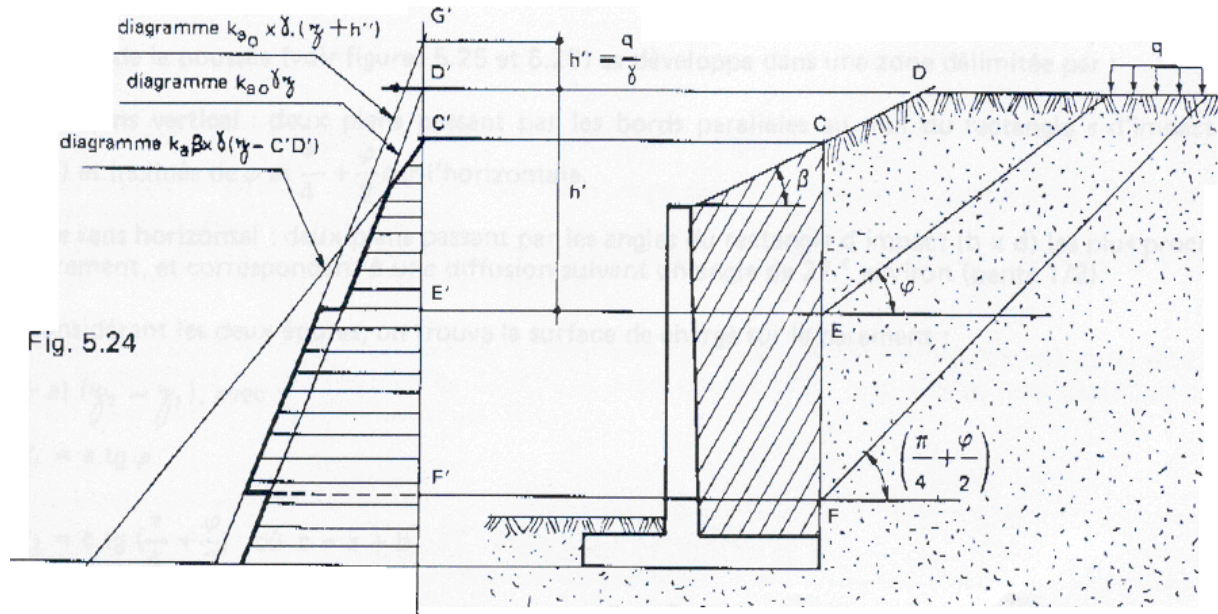


Fig. 5.24

origine des côtes en D'

Mur en T avec une charge uniforme finie sur le terre-plein

Dans le cas d'une nappe aquifère de niveau constant, le diagramme des poussées unitaires à partir du niveau supérieur de la nappe est la somme de :

La poussée hydrostatique :

$$P_h = \gamma_w * h_e \quad \text{avec } \gamma_w \text{ poids volumique de l'eau}$$

La poussée unitaire du sol de poids volumique apparent égal au poids volumique déjaugé γ' :

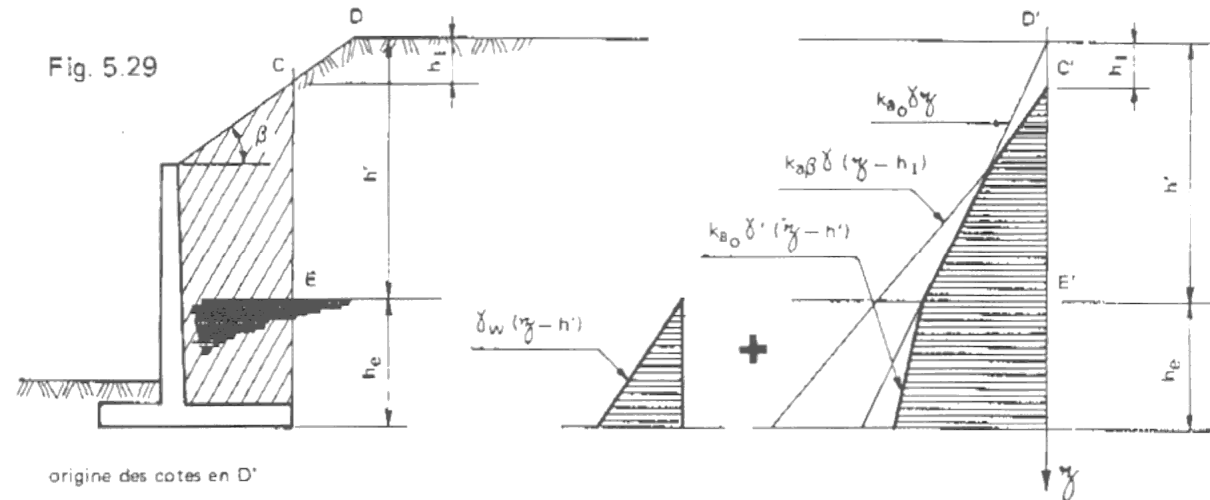


Fig. 5.29

origine des cotes en D'

Remarque :

Si la nappe aquifère a un niveau variable, la représentation précédente doit être adaptée en fonction des coefficients de pondération des actions.

La poussée de l'eau est toujours perpendiculaire à l'écran. Lorsque celui-ci est vertical, elle n'intervient donc pas dans le diagramme des composantes verticales de la poussée.

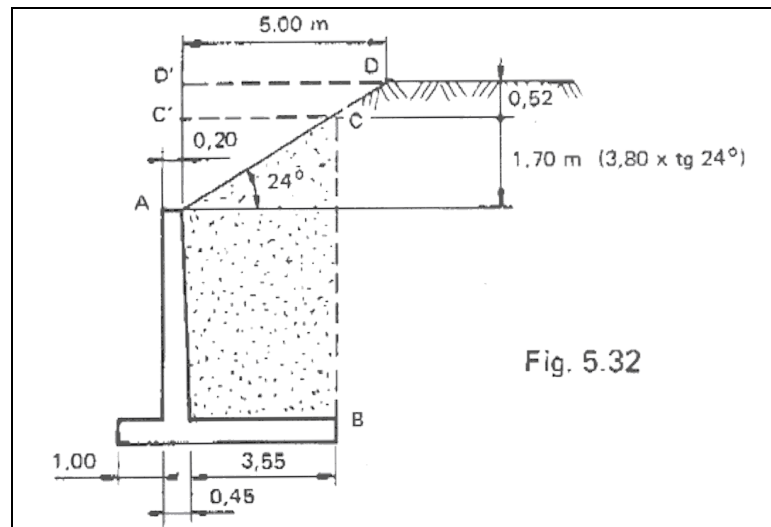
Application Numérique

Fig. 5.32

Le talus derrière le mur est incliné de 24° sur l'horizontale. Le terre-plein horizontal commence 5 mètres derrière le voile ($DD' = 5$ m).

Le plan vertical fictif coupe le talus au point C.

La poussée des terres derrière l'écran BC est limitée par deux phénomènes :

- la poussée à partir de C' due à un talus infini et incliné de 24° sur l'horizontale.

On a :

- $\beta = 24^\circ$
- $\delta = 24^\circ$, car pris égal à l'angle du talus
- $\varphi = 30^\circ$
- $\lambda = 0^\circ$
-

donc :

- $\beta / \varphi = 0,8$
- $\delta / \varphi = 0,8$

D'après les abaques de Caquot-Kérisel, pour :

- $\delta / \varphi = 1$ on trouve : $K_a = 0,488$
- $\delta / \varphi = 2/3$ on trouve : $K_a = 0,469$

donc en interpolant :

- $\delta / \varphi = 0,8 \rightarrow K_a = 0,48$

soit

- $k_{a\beta H} = k_a * \cos(24^\circ) = 0,44$
- $k_{a\beta V} = k_a * \sin(24^\circ) = 0,19$

- La poussée à partir de D' due à un terre-plein horizontal infini :

- $\beta / \varphi = 0$
- $\delta / \varphi = 0$
- $\varphi = 30^\circ$
- $\lambda = 0^\circ$

$$\rightarrow K_a = 0,333$$

- La poussée est perpendiculaire à l'écran de poussée. Elle est donc horizontale.

- $k_{aH} = k_a * \cos(\lambda + \delta) = 0,333$
- $k_{aV} = 0$

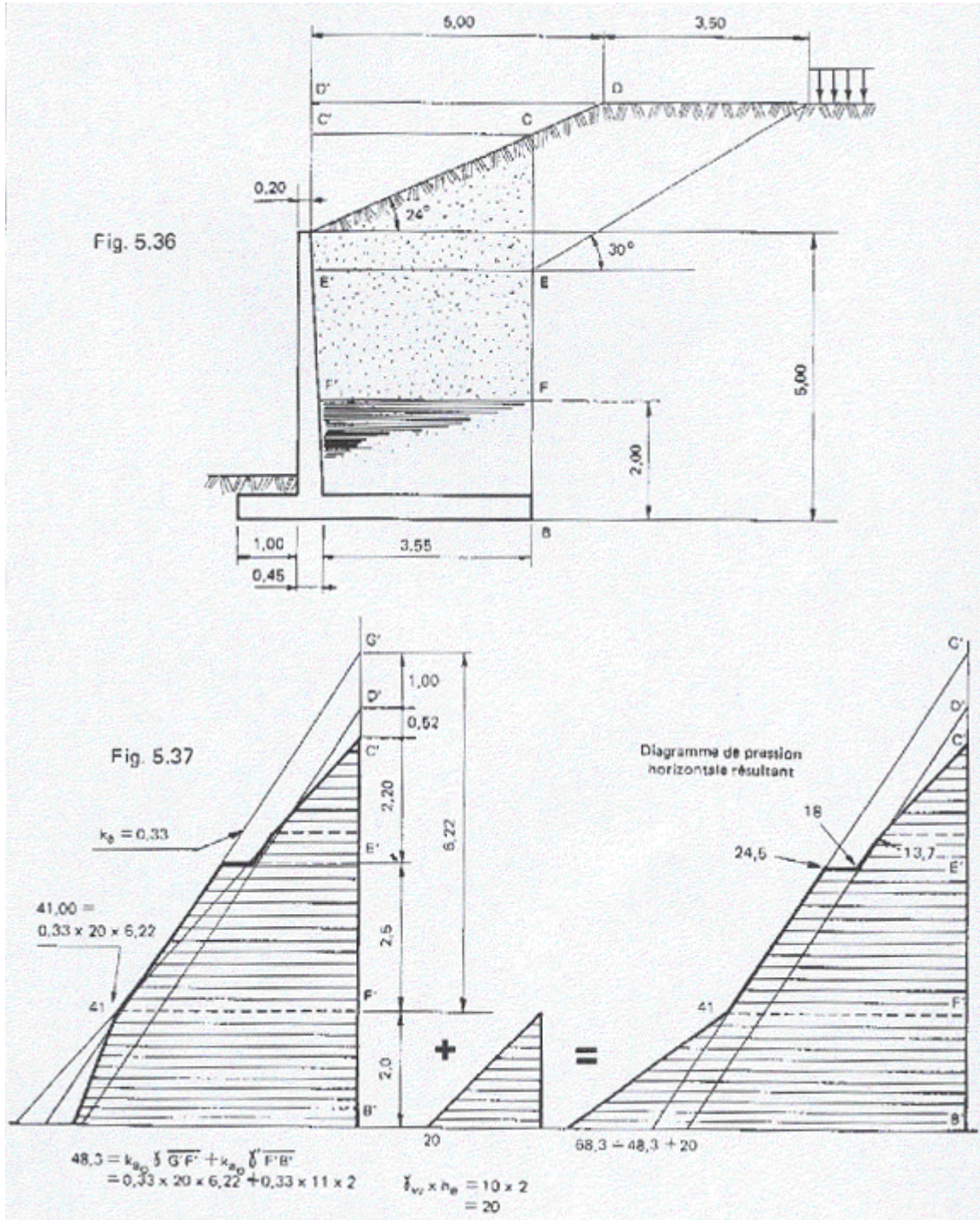
Le diagramme de pression à prendre en compte est le diagramme enveloppe correspondant aux valeurs minimales de la poussée.

- La charge uniforme infinie de 20 kN/m² est appliquée à partir de 3,50 m de la tête D du talus (à partir du terre-plein horizontal). Cette charge équivaut à une hauteur de terrain supplémentaire de :

$$h'' = q / \gamma = 20 / 20 = 1 \text{ m}$$

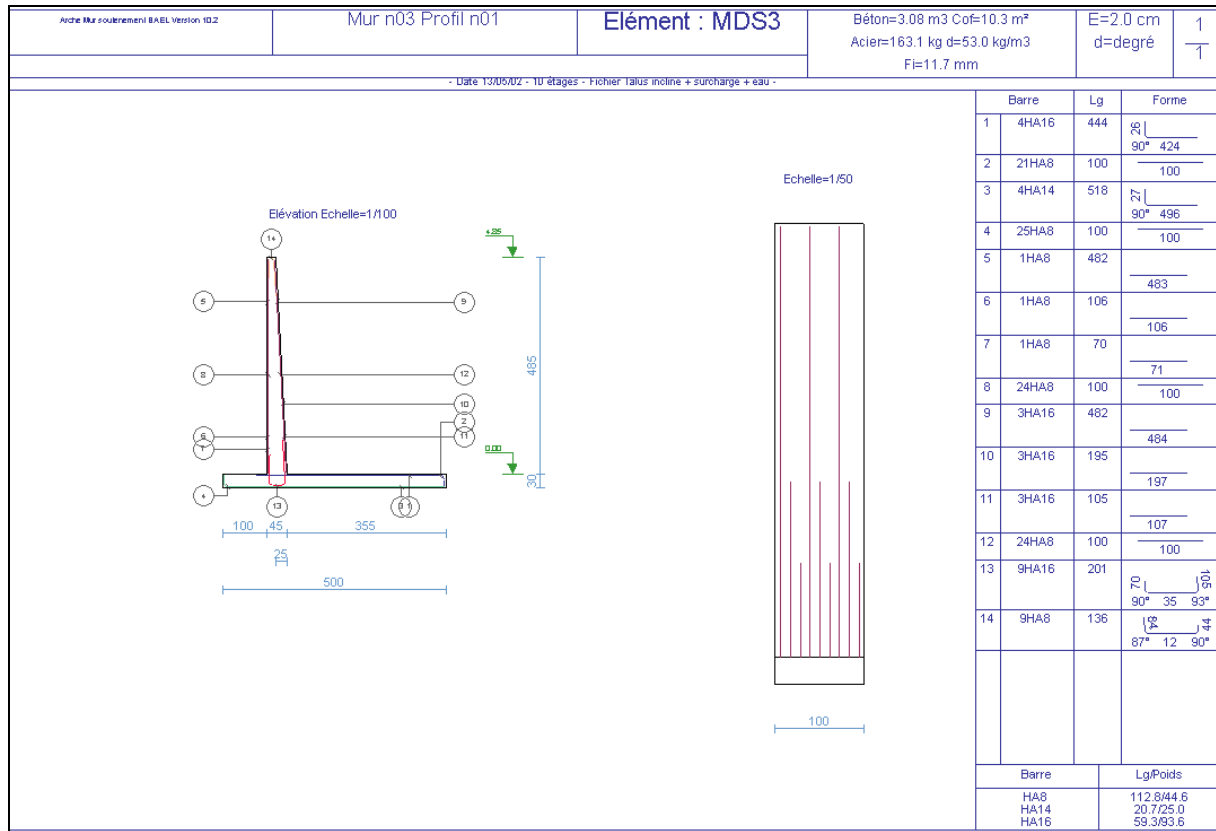
Son influence ne se fait sentir sur l'écran de poussée qu'à partir du point E, intersection de l'écran et de la droite inclinée sur l'horizontale d'un angle β_1 égal à l'angle de frottement interne du terrain, soit 30°.

- La nappe est à 2 m au dessus du point B.
La figure 5.37 donne la construction du diagramme des poussées. Sur les 2 m inférieurs, il faut tenir compte du poids volumique déjaugé et ajouter la poussée hydrostatique :

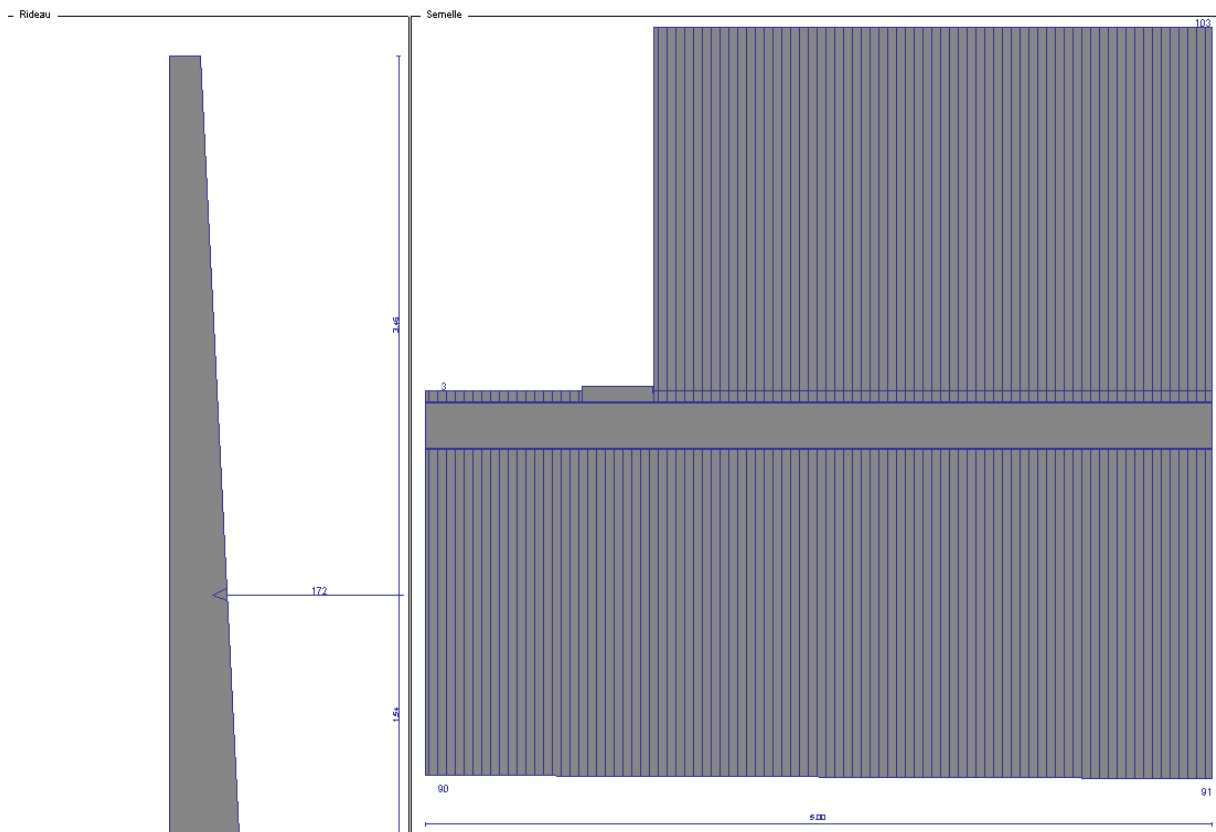


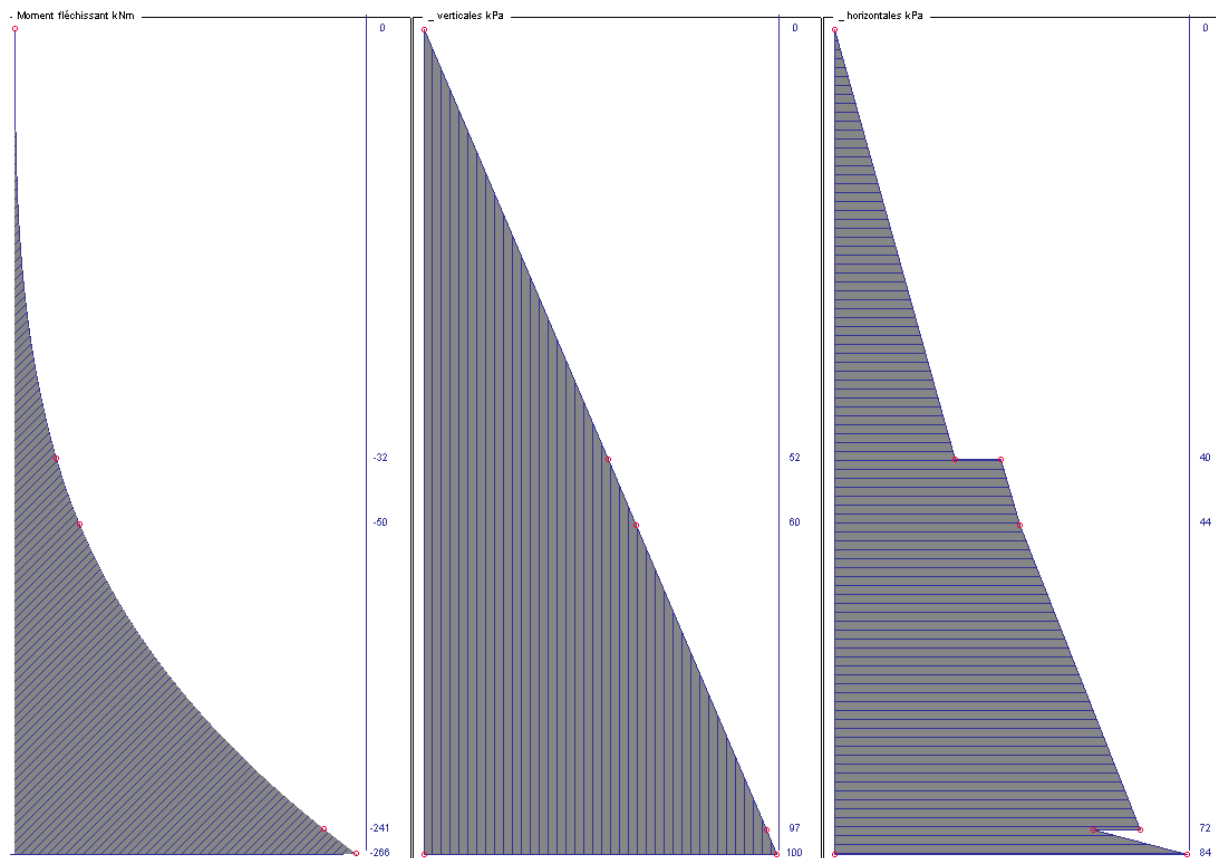
2.44.4. Résultats de référence

Ferrailage

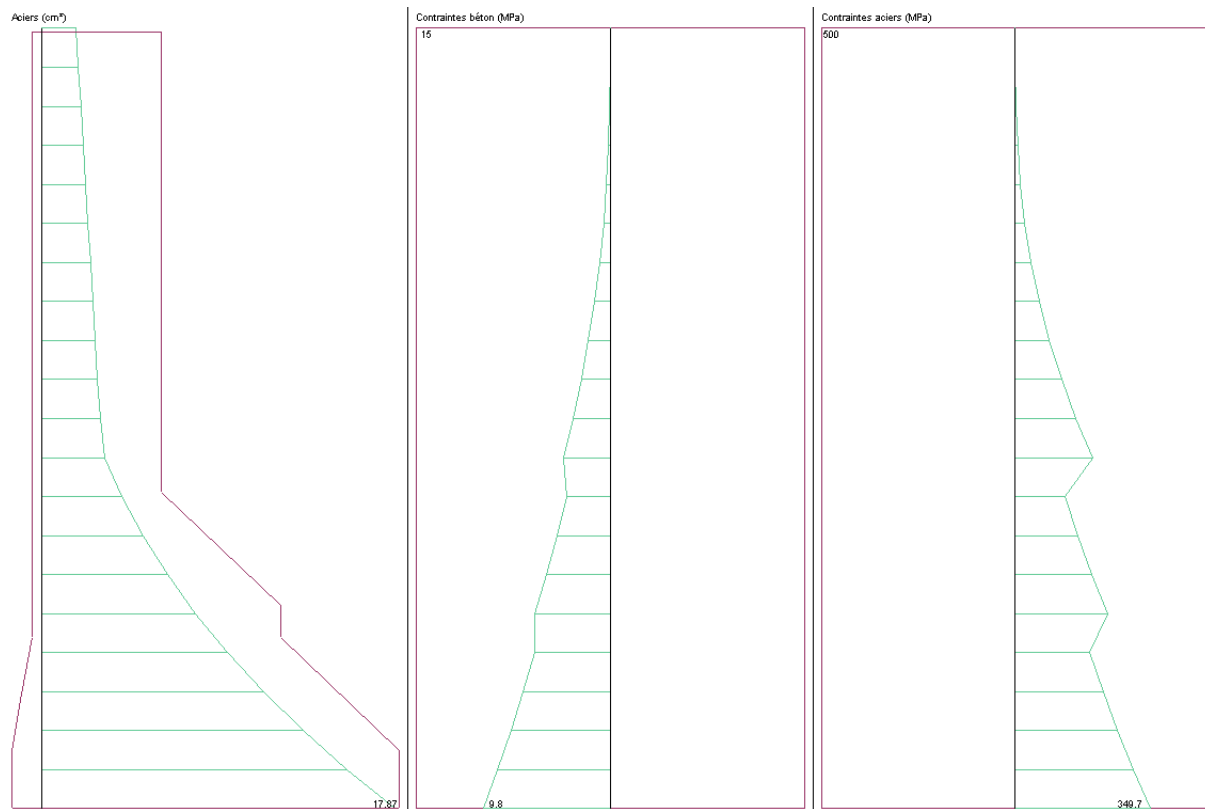


Sollicitation ELS





Vérification des contraintes



Résultats BAEI

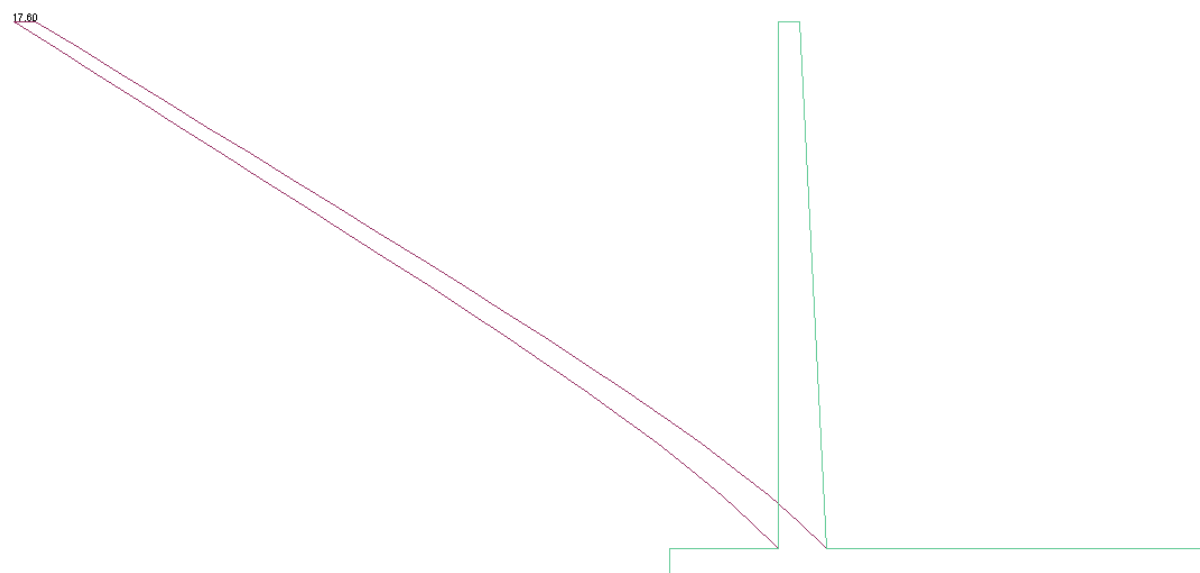
Rideau												
Y (m)	b0 (m)	h (m)	N ELU (kN)	N ELS (kN)	M ELU (kNm)	M ELS (kNm)	TO U (MPa)	A min (cm ²)	AG Th (cm ²)	AD Th (cm ²)	AG Re (cm ²)	AD Re (cm ²)
0.50	1.00	0.23	3.5	2.6	-0.3	-0.2	0.0091	1.99	0.00	1.99	0.50	6.03
1.00	1.00	0.25	7.4	5.5	-2.5	-1.8	0.0327	2.24	0.00	2.24	0.50	6.03
1.50	1.00	0.28	11.8	8.7	-8.3	-6.2	0.0668	2.49	0.00	2.49	0.50	6.03
2.00	1.00	0.30	16.6	12.3	-19.8	-14.6	0.1086	2.73	0.00	2.73	0.50	6.03
2.50	1.00	0.33	21.7	16.1	-38.6	-28.6	0.1563	2.98	0.00	2.98	0.50	6.03
3.00	1.00	0.35	27.3	20.2	-67.8	-50.2	0.2271	3.23	0.00	4.42	0.50	12.06
3.50	1.00	0.38	33.3	24.7	-111.9	-82.9	0.3058	3.48	0.00	6.95	0.50	12.06
4.00	1.00	0.40	39.7	29.4	-173.4	-128.4	0.3888	3.73	0.00	10.26	1.01	18.10
4.50	1.00	0.43	46.5	34.5	-254.9	-188.8	0.4754	3.98	0.00	14.43	1.51	18.10
5.00	1.00	0.45	53.8	39.8	-359.0	-265.9	0.5643	4.23	0.00	0.00	1.51	18.10

Patin												
Y (m)	b0 (m)	h (m)	N ELU (kN)	N ELS (kN)	M ELU (kNm)	M ELS (kNm)	TO U (MPa)	A min (cm ²)	AB Th (cm ²)	AH Th (cm ²)	AB Re (cm ²)	AH Re (cm ²)
1.00	1.00	0.30	0.0	0.0	58.6	43.4	0.9732	2.70	4.95	0.00	6.16	0.00

Talon												
Y (m)	b0 (m)	h (m)	N ELU (kN)	N ELS (kN)	M ELU (kNm)	M ELS (kNm)	TO U (MPa)	A min (cm ²)	AB Th (cm ²)	AH Th (cm ²)	AB Re (cm ²)	AH Re (cm ²)
0.00	1.00	0.30	0.0	0.0	-79.8	-59.1	2.4525	2.70	0.00	6.81	0.00	8.04

Flèche

Déplacements (cm)



Note de Calcul

[02-0175SSLLB B91 Note de calcul V10.2.doc](#)

2.44.5. Fiche de résultats

Valeurs caractéristiques de la poussée des terres

Hauteur d'influence du talus ou de la surcharge :

	Résultats théorique [m]	Résultats ARCHE [m]	Ecart [%]
z =	-0,14		-100.00%
z =	0,50		-100.00%
z =	3,00		-100.00%

Valeur de la poussée aux points caractéristiques :

	Résultats théorique [kPa]	Résultats ARCHE [kPa]	Ecart [%]
z = -1,70 m	0	0	0.00%
z = -0,14 m	13.7	12.1	-11.68%
z = 0,50- m	18	18.1	0.56%
z = 0,50+ m	24,5	27.5	-5.17%
z = 3,00 m	41	42.5	3.66%
z = 5,00 m	68,3	70.1	-1.27%

Nota : z = 0,00 m en tête de mur.

2.45. Test n°02-0176SSLLB B91: Arche MDS - Talus incliné fini + surcharge

2.45.1. Fiche de description

- Référence : ADETS – Le treillis soudé – Calcul et utilisation conformément aux règles BAEL 80 – Fascicule 5 : les murs de soutènement
Cahier des charges « Méthodes de dimensionnement des murs de soutènement »
Nadine Bailly
- Type d'analyse :
- Type d'élément :

2.45.2. Présentation

Le but de ce test est de contrôler sur une base théorique les diagrammes de poussée obtenus avec le module mur de soutènement de Arche et de vérifier que les résultats de ferrillage obtenus entre la version **V10.2 E SP2** et une version ultérieure sont identiques, afin de s'assurer de la non régression du logiciel. La version V10.2 E SP2 est donc ici réputée comme correcte.

Unité :

- Longueur : m
- Charge : kN
- Contrainte : kPa

Géométrie du mur de soutènement :

Géométrie coffrage X

Dimensions

Rideau =	<input type="text" value="4.85"/>	m	Redan	
<input checked="" type="checkbox"/> Erideau =	<input type="text" value="0.20"/>	m	<input checked="" type="checkbox"/> Esemelle = <input type="text" value="0.30"/>	m
<input checked="" type="checkbox"/> BaseGauche=	<input type="text" value="0.00"/>	m	<input checked="" type="checkbox"/> BaseDroite= <input type="text" value="0.25"/>	m
<input checked="" type="checkbox"/> Patin =	<input type="text" value="1.00"/>	m	<input checked="" type="checkbox"/> Talon = <input type="text" value="3.55"/>	m
<input checked="" type="checkbox"/> LargBêche=	<input type="text" value="0.00"/>	m	<input checked="" type="checkbox"/> HautBêche= <input type="text" value="0.00"/>	m

Stabilité

Glissement : 0.3287 < 0.8000

Renversement : 5.2902 > 1.5000

Poinçonnement : 0.1373 < 0.3000

Zone comprimée : 5.0000 > 2.5000

Cisaillement rideau : 0.5120 < 3.0000

Cisaillement patin : 1.0971 < 3.0000

Cisaillement talon : 2.4827 < 3.0000

Cisaillement bêche : /

Prédimensionnement
Ferrillage
Débloque

Propriété des matériaux

- Béton B25 et Acier FeE500
- Fissuration non préjudiciable, enrobage 2,5 centimètres
- Prise en compte du poids propre
- Durée d'application des charges supérieure à 24 heures

Chargement

Poids propre mur

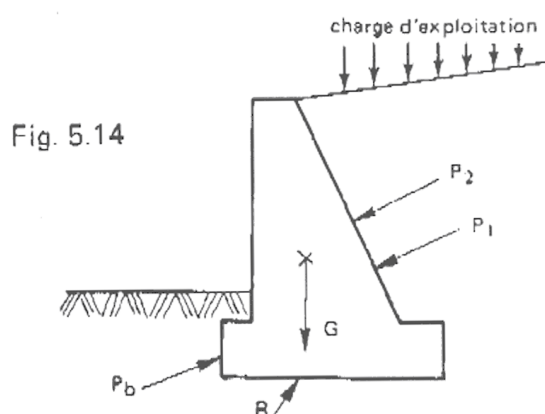
Béton : $24,5 \text{ kN/m}^3$

Sol

 $\gamma_h = 20 \text{ kN/m}^3$ $\varphi = 30^\circ$ $C = 0$ Talus incliné de 24° sur 5 m.Charge uniforme de 20 kN/m^2 , appliquée à partir de 3,50 m de la tête du talus.**2.45.3. Analyse théorique****Rappel théoriques**Forces agissantes

Les différentes forces qui agissent sur un mur de soutènement en dehors de la présence d'eau, sont :

- la résultante P_1 de la poussée des terres soutenues,
- la résultante P_2 de la poussée due aux charges d'exploitation sur le terre-plein,
- le poids propre G du mur,
- la résultante P_b de la butée du terrain devant le mur,
- la réaction R du sol sous la base du mur.



Par sécurité, il est d'usage de négliger l'action de la butée à l'avant d'un mur de soutènement. En effet, les déplacements nécessaires à la mobilisation de la butée sont importants et sont incompatibles avec l'esthétique et la destination future de l'ouvrage. De plus, la butée peut toujours être supprimée par des travaux de terrassements ultérieurs (pose de canalisations par exemple). Il serait dangereux de la prendre en compte dans les calculs.

Hypothèses de calcul

Les méthodes d'évaluation de la poussée développée ci-après concernent des massifs de sols pulvérulents.

En effet, toutes les théories ont été établies pour ce type de sol. Pour un sol cohérent (de cohésion C et d'angle de frottement interne φ), le théorème des états correspondants permet de ramener l'étude de ce type de sol à celui d'un milieu pulvérulent soumis à son contour à une pression hydrostatique :

$$C * \cotg\varphi$$

Mais l'expérience montre que le rôle de la cohésion qui varie dans le temps, est mal connu et difficilement mesurable.

Le fait de négliger la cohésion allant dans le sens de la sécurité, tous les calculs relatifs aux ouvrages de soutènement seront menés en considérant un sol sans cohésion.

Principe des calculs

La poussée unitaire qui s'exerce sur un écran de poussée en un point M situé à une distance z de l'arête supérieure de l'écran est de la forme :

$$P(M) = k_a \times \gamma \times z$$

où :

- γ est le poids volumique des terres
- k_a est le coefficient de pression active (coefficient de poussée) .

Ce coefficient dépend:

- de l'angle β que fait le talus avec l'horizontale,
- de l'angle λ d'inclinaison de l'écran sur la verticale.
- de l'angle de frottement interne φ du terrain situé en arrière de l'écran.
- de l'angle δ d'inclinaison de la poussée unitaire sur la normale à l'écran.

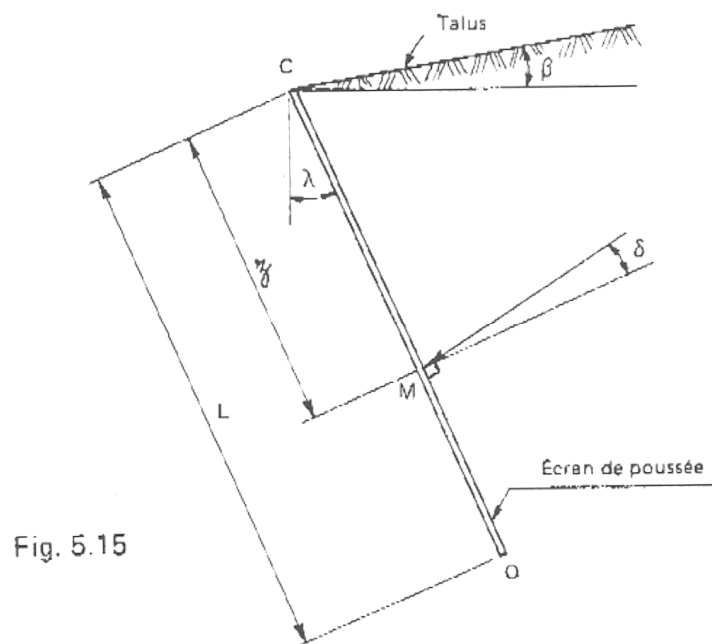


Fig. 5.15

Cet angle δ dépend de l'état de rugosité du parement, lui-même fonction du type de coffrage utilisé pour la réaction de l'écran. Par exemple, pour un écran vertical ($\lambda = 0^\circ$) on prend en général :

- $\delta = 2/3 \varphi$, si le parement est parfaitement lisse (coffrage métallique ou en contreplaqué) ou dans le cas où le tassement général du mur peut être supérieur à celui du remblai.
- $\delta = \varphi$ pour un parement rugueux (coffrage en planches)
- $\delta = \beta$ pour un écran fictif vertical

La résultante p des poussées unitaires, sur la longueur « L » de l'écran, s'applique au tiers inférieur du parement avec l'inclinaison δ et l'intensité :

$$p = k_a \times \gamma \times L^2 / 2$$

On peut décomposer la poussée en:

- une composante unitaire horizontale
 $P_H(M) = P(M) \times \cos(\lambda + \delta) = k_{aH} \times \gamma \times z$
- une composante unitaire verticale :
 $P_V(M) = P(M) \times \sin(\lambda + \delta) = k_{aV} \times \gamma \times z$

avec $k_{aH} = k_a \cdot \cos(\lambda + \delta)$

avec $k_{aV} = k_a \cdot \sin(\lambda + \delta)$

On peut représenter la variation de P_H et de P_V en fonction de la cote de profondeur z du point M par deux diagrammes. Si δ est constant sur la distance L , ces deux diagrammes se déduisent l'un de l'autre par affinité.

Mur en T avec talus incliné finis

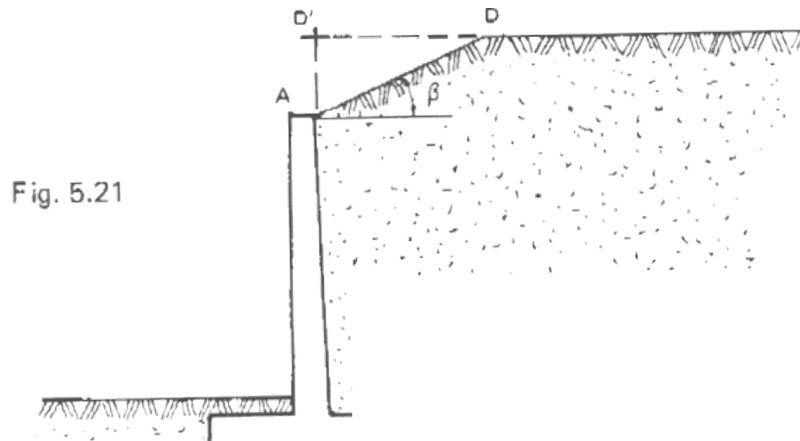


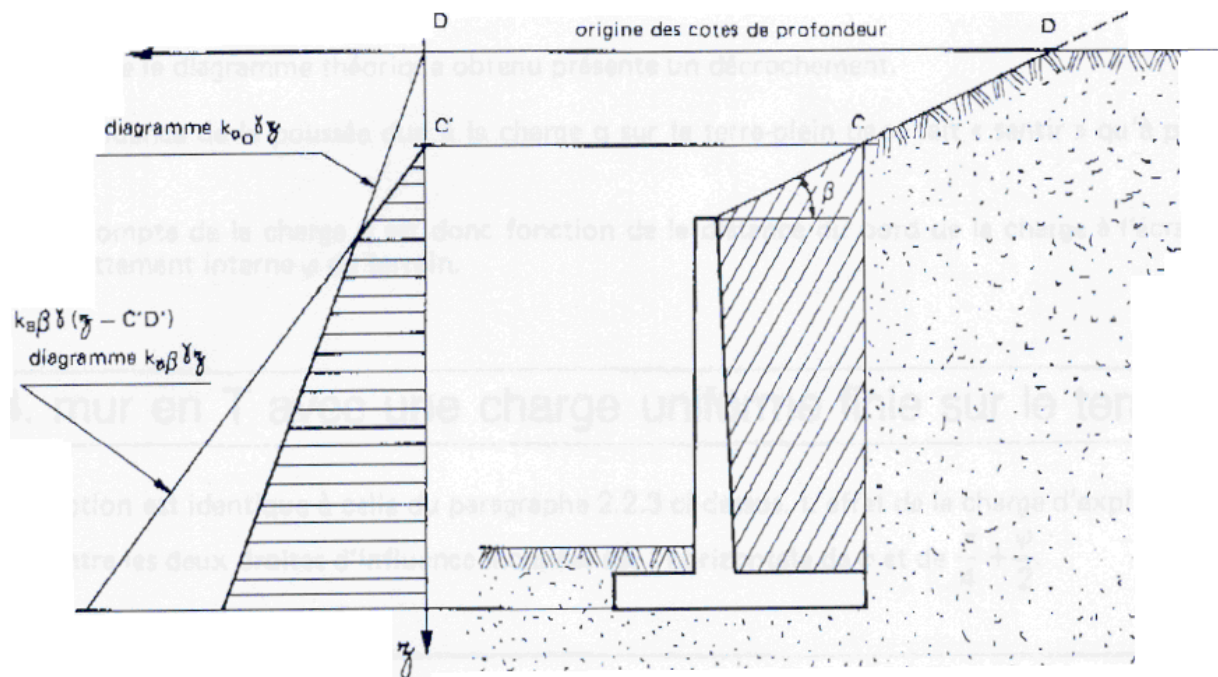
Fig. 5.21

Ce cas est très fréquemment rencontré. Le talus, d'inclinaison β sur l'horizontale, est limité par un terre plein horizontal infini.

La poussée réelle est définie par deux diagrammes de poussée :

- la poussée due à un remblai horizontal infini passant par le point D' : coefficient de poussée K_{a0} ($\beta = 0^\circ$).
- la poussée due à un massif limité par un talus infini d'angle β sur l'horizontale : coefficient de poussée $K_{a\beta}$.

Pour la détermination du diagramme des composantes unitaires (horizontale ou verticale) correspondant au cas du mur avec talus incliné fini, on considère que le diagramme de poussée réelle correspond au minimum des deux diagrammes définis ci-après. La cote du terre-plein est prise comme origine des cotes de profondeur.



Mur en T avec une charge uniforme infinie sur le terre-plein

La théorie de Coulomb montre que l'effet d'une charge uniforme infinie q est le même que celui d'une épaisseur h'' de sol supplémentaire.

Si γ est le poids volumique du sol, on a :

$$h'' = q / \gamma$$

On admet que la charge se diffuse dans le terrain suivant des directions faisant l'angle ϕ avec l'horizontale. Pour un mur avec un talus fini on obtient ainsi la construction suivante du diagramme de poussée :

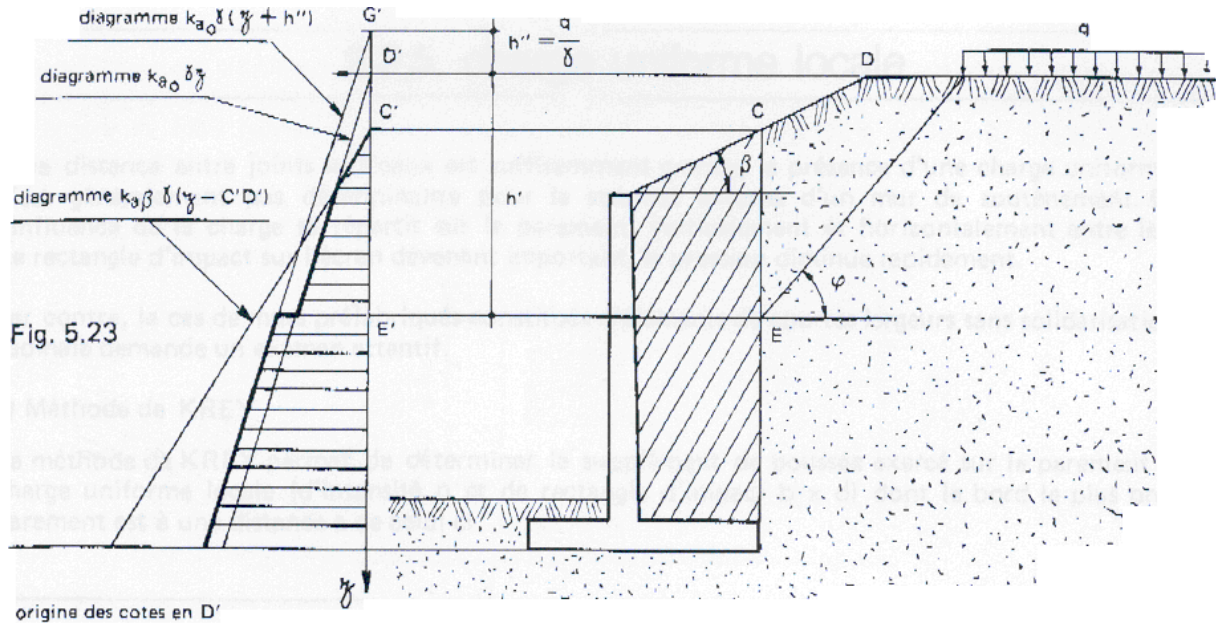


Fig. 5.23

On constate que le diagramme théorique obtenu présente un décrochement.

En effet, l'influence de la poussée due à la charge q sur le terre-plein ne se fait « sentir » qu'à partir du point E' ,

La prise en compte de la charge q est donc fonction de la distance du bord de la charge à l'écran et de l'angle de frottement interne ϕ du terrain.

Mur en T avec une charge uniforme finie sur le terre-plein

La construction est identique à celle du paragraphe 2.1.6 ci-dessus. L'effet de la charge d'exploitation est comprise entre les deux droites d'influence inclinées sur l'horizontale de ϕ et de $\phi/2 + \pi/4$

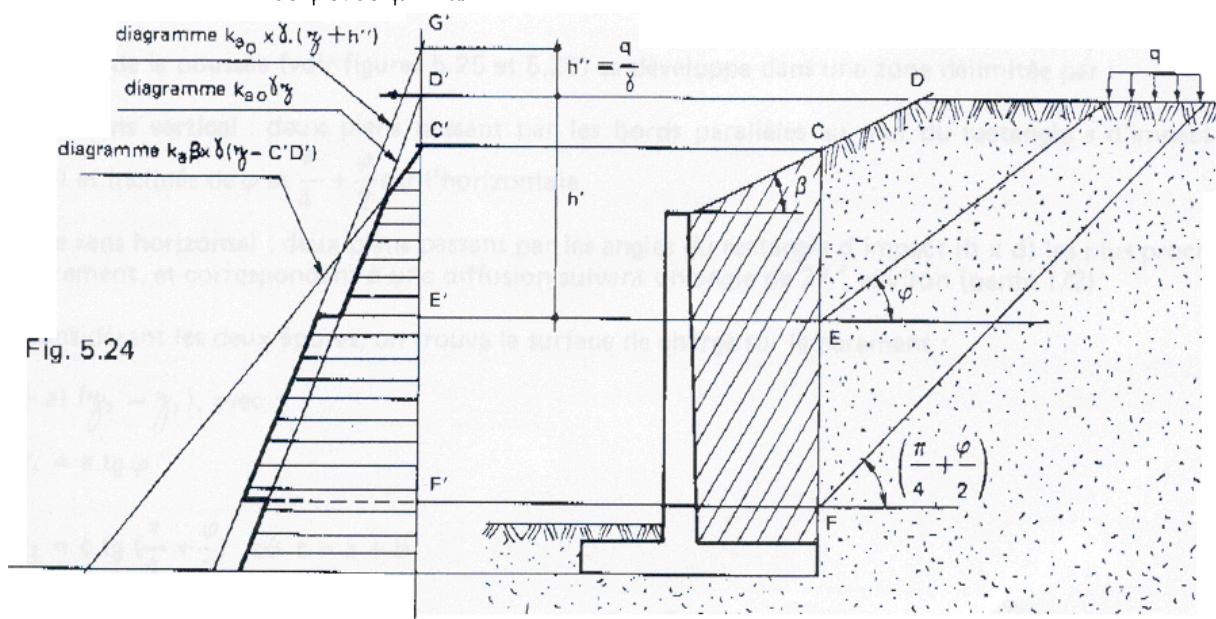


Fig. 5.24

origine des côtes en D'

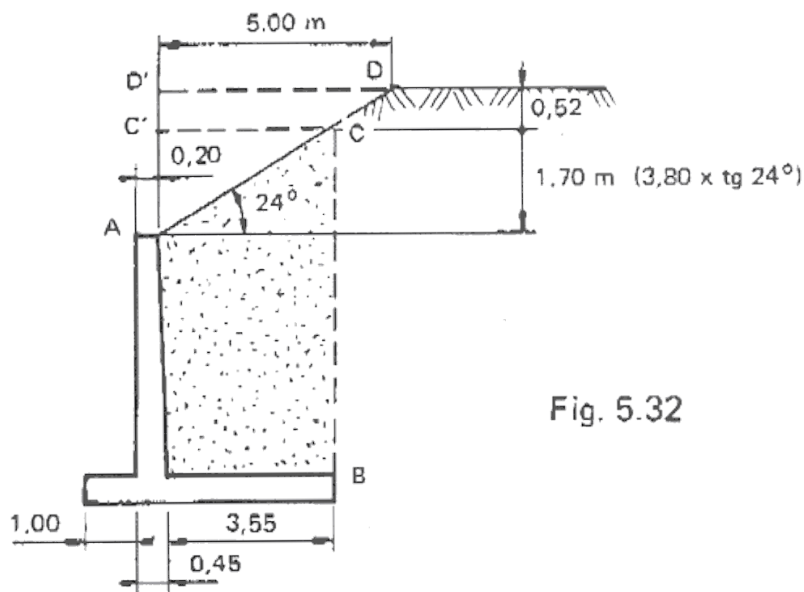
Application Numérique

Fig. 5.32

Le talus derrière le mur est incliné de 24° sur l'h horizontale. Le terre-plein horizontal commence 5 mètres derrière le voile ($DD' = 5$ m).

Le plan vertical fictif coupe le talus au point C.

La poussée des terres derrière l'écran BC est limitée par deux phénomènes :

- la poussée à partir de C' due à un talus infini et incliné de 24° sur l'horizontale.

On a :

- $\beta = 24^\circ$
- $\delta = 24^\circ$, car pris égal à l'angle du talus
- $\varphi = 30^\circ$
- $\lambda = 0^\circ$

donc :

- $\beta / \varphi = 0,8$
- $\delta / \varphi = 0,8$

D'après les abaques de Caquot-Kérisel, pour :

- $\delta / \varphi = 1$ on trouve : $K_a = 0,488$
- $\delta / \varphi = 2/3$ on trouve : $K_a = 0,469$

donc en interpolant :

- $\delta / \varphi = 0,8 \rightarrow K_a = 0,48$

soit

- $k_{a\beta H} = k_a * \cos(24^\circ) = 0,44$
- $k_{a\beta V} = k_a * \sin(24^\circ) = 0,19$

- La poussée à partir de D' due à un terre-plein horizontal infini :

- $\beta / \varphi = 0$
- $\delta / \varphi = 0$
- $\varphi = 30^\circ$
- $\lambda = 0^\circ$

$\rightarrow K_a = 0,333$

- La poussée est perpendiculaire à l'écran de poussée. Elle est donc horizontale.

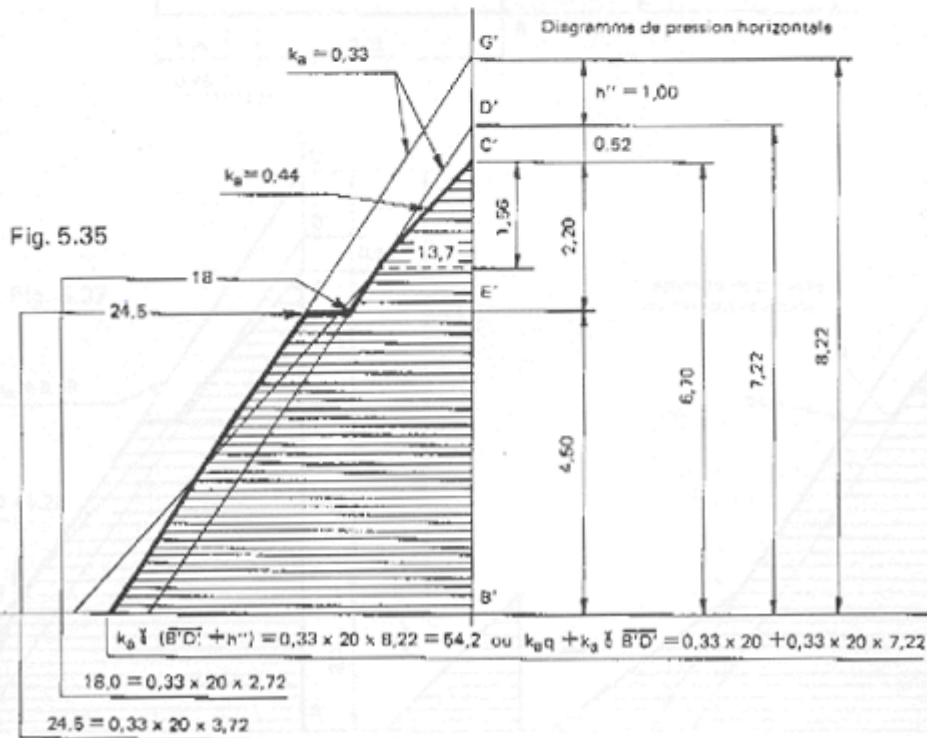
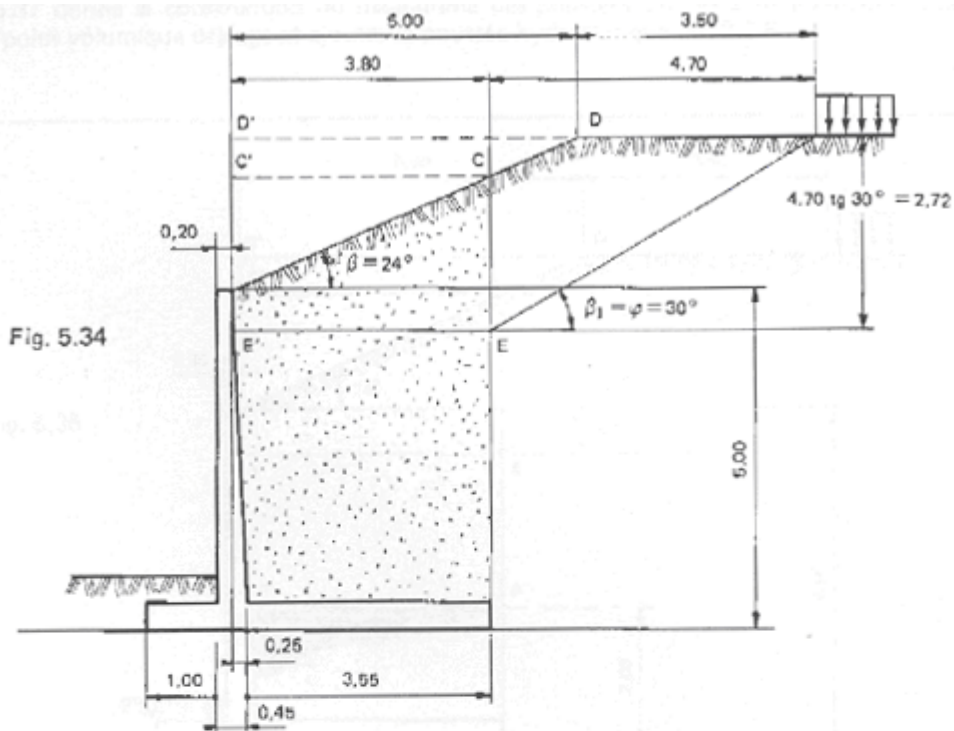
- $k_{aH} = k_a * \cos(\lambda + \delta) = 0,333$
- $k_{aV} = 0$

Le diagramme de pression à prendre en compte est le diagramme enveloppe correspondant aux valeurs minimales de la poussée.

- La charge uniforme infinie de 20 kN/m² est appliquée à partir de 3,50 m de la tête D du talus (à partir du terre-plein horizontal). Cette charge équivaut à une hauteur de terrain supplémentaire de :

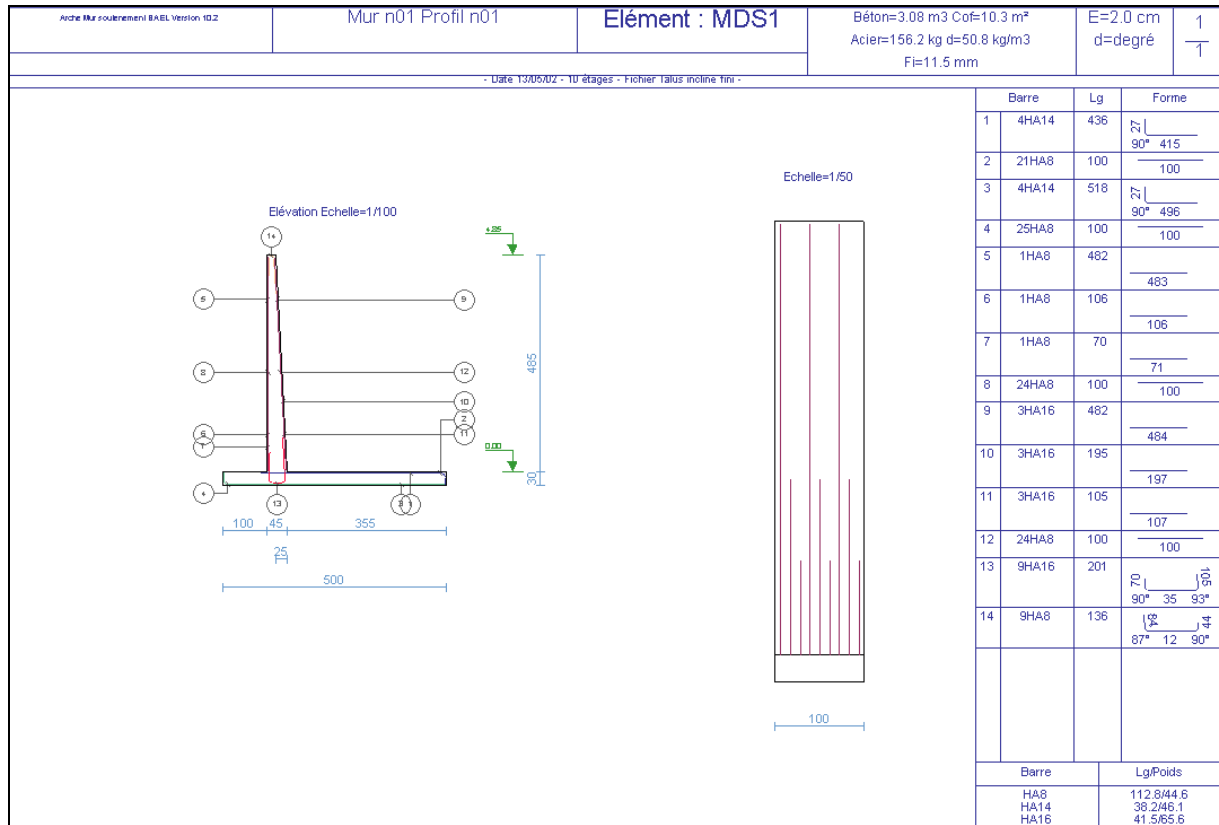
$$h'' = q / \gamma = 20 / 20 = 1 \text{ m}$$

Son influence ne se fait sentir sur l'écran de poussée qu'à partir du point E, intersection de l'écran et de la droite inclinée sur l'horizontale d'un angle β_1 égal à l'angle de frottement interne du terrain, soit 30°.

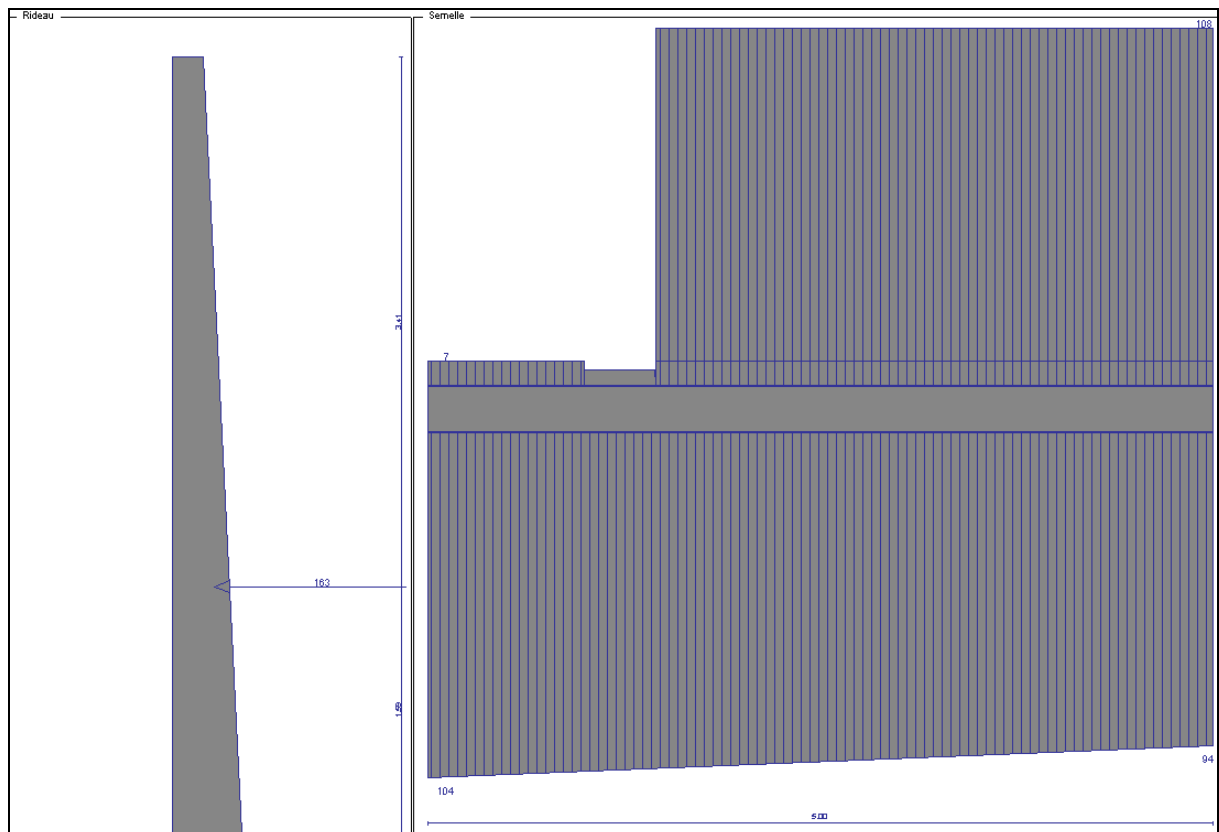


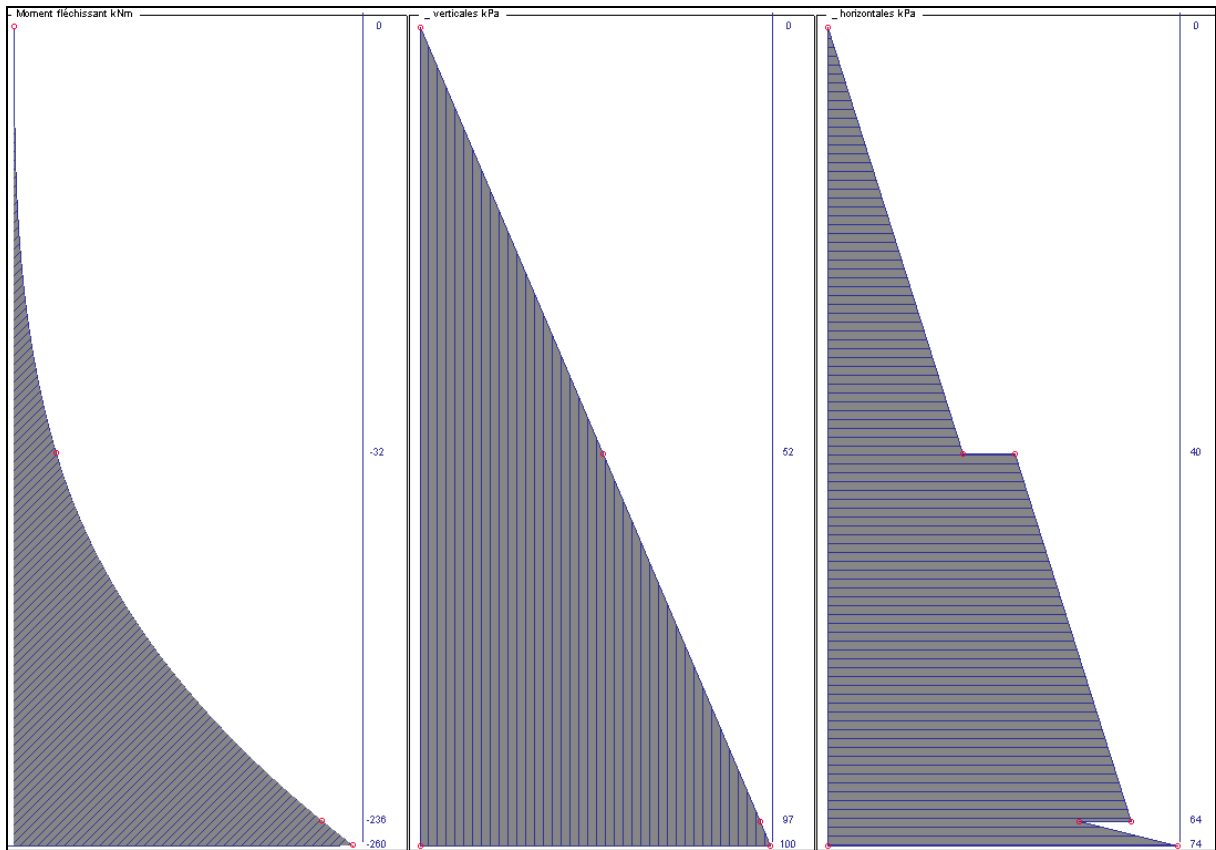
2.45.4. Résultats de référence

Ferrailage

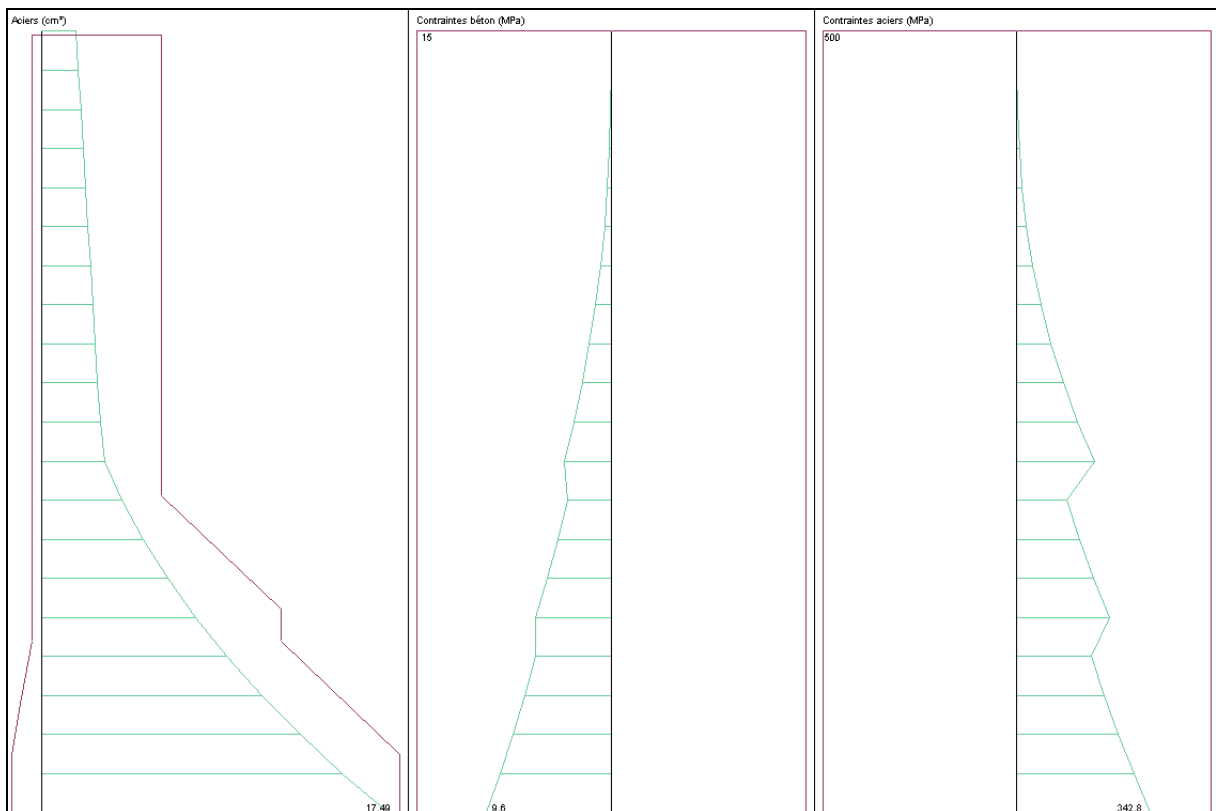


Sollicitation ELS





Vérification des contraintes



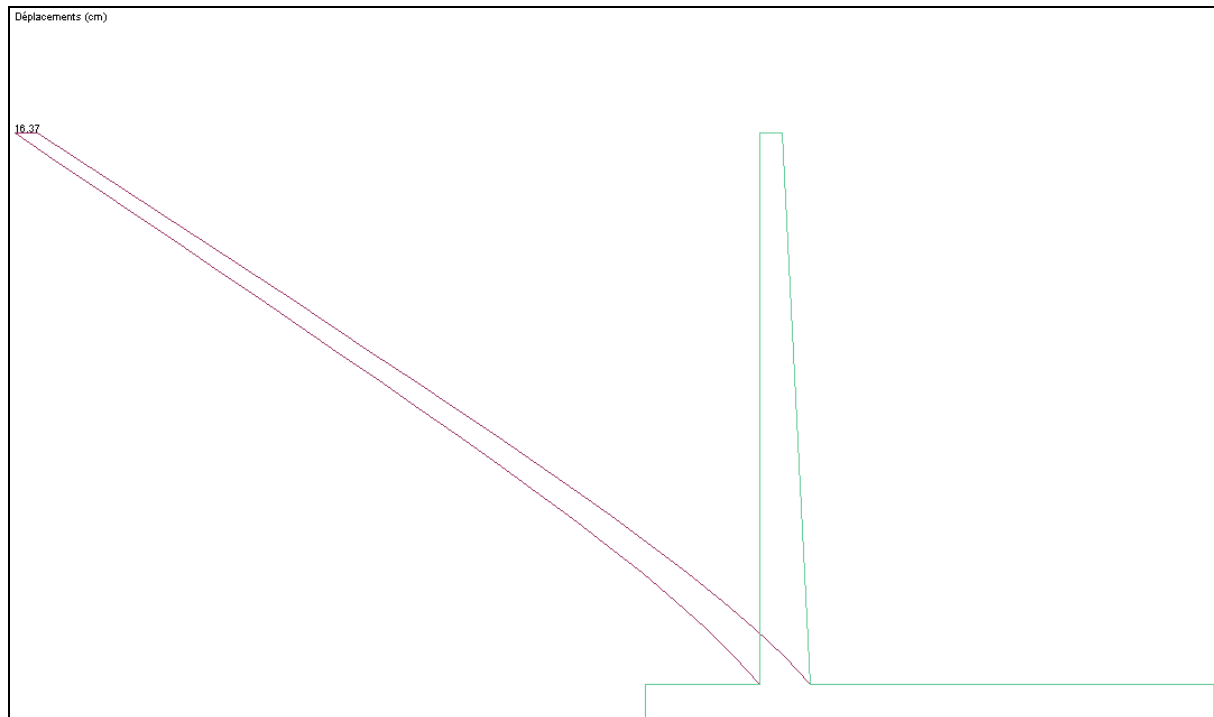
Résultats BAEL

- Rideau												
Y (m)	b0 (m)	h (m)	N ELU (kN)	N ELS (kN)	M ELU (kNm)	M ELS (kNm)	TO U (MPa)	A min (cm²)	AG Th (cm²)	AD Th (cm²)	AG Re (cm²)	AD Re (cm²)
0.50	1.00	0.23	3.5	2.6	-0.3	-0.2	0.0091	1.99	0.00	1.99	0.50	6.03
1.00	1.00	0.25	7.4	5.5	-2.5	-1.8	0.0327	2.24	0.00	2.24	0.50	6.03
1.50	1.00	0.28	11.8	8.7	-8.3	-6.2	0.0668	2.49	0.00	2.49	0.50	6.03
2.00	1.00	0.30	16.6	12.3	-19.8	-14.6	0.1086	2.73	0.00	2.73	0.50	6.03
2.50	1.00	0.33	21.7	16.1	-38.6	-28.6	0.1563	2.98	0.00	2.98	0.50	6.03
3.00	1.00	0.35	27.3	20.2	-67.8	-50.2	0.2271	3.23	0.00	4.42	0.50	12.06
3.50	1.00	0.38	33.3	24.7	-111.8	-82.8	0.3036	3.48	0.00	6.94	0.50	12.06
4.00	1.00	0.40	39.7	29.4	-172.4	-127.7	0.3805	3.73	0.00	10.20	1.01	18.10
4.50	1.00	0.43	46.5	34.5	-251.5	-186.3	0.4577	3.98	0.00	14.21	1.51	18.10
5.00	1.00	0.45	53.8	39.8	-350.9	-259.9	0.5345	4.23	0.00	0.00	1.51	18.10

- Patin												
Y (m)	b0 (m)	h (m)	N ELU (kN)	N ELS (kN)	M ELU (kNm)	M ELS (kNm)	TO U (MPa)	A min (cm²)	AB Th (cm²)	AH Th (cm²)	AB Re (cm²)	AH Re (cm²)
1.00	1.00	0.30	0.0	0.0	64.9	48.1	1.0971	2.70	5.50	0.00	6.16	0.00

- Talon												
Y (m)	b0 (m)	h (m)	N ELU (kN)	N ELS (kN)	M ELU (kNm)	M ELS (kNm)	TO U (MPa)	A min (cm²)	AB Th (cm²)	AH Th (cm²)	AB Re (cm²)	AH Re (cm²)
0.00	1.00	0.30	0.0	0.0	-65.6	-48.6	2.4827	2.70	0.00	5.56	0.00	6.16

Flèche



Note de calcul

[02-0176SSLLB_B91 Note de calcul V10.2.doc](#)

2.45.5. *Fiche de résultats***Valeurs caractéristiques de la poussée des terres**

Hauteur d'influence du talus ou de la surcharge :

	Résultats théorique [m]	Résultats ARCHE [m]	Ecart [%]
z =	-0,14		-100.00%
z =	+0,50		-100.00%

Valeur de la poussée aux points caractéristiques :

	Résultats théorique [kPa]	Résultats ARCHE [kPa]	Ecart [%]
z = -1,70 m	0	0	
z = -0,14 m	13.7	12.1	-11.68%
z = 0,50- m	18	18.1	0.56%
z = 0,50+ m	24,5	27.5	-5.17%
z = 5,00 m	54,2	58.6	4.64%

Nota : z = 0,00 m en tête de mur.

2.46. Test n°02-0177SSLLB B91 : Arche MDS - Talus incliné fini

2.46.1. Fiche de description

- Référence : ADETS – Le treillis soudé – Calcul et utilisation conformément aux règles BAEL 80 – Fascicule 5 : les murs de soutènement
- Cahier des charges « Méthodes de dimensionnement des murs de soutènement » Nadine Bailly
- Type d'analyse :
- Type d'élément :

2.46.2. Présentation

Le but de ce test est de contrôler sur une base théorique les diagrammes de poussée obtenus avec le module mur de soutènement de Arche et de vérifier que les résultats de ferrailage obtenus entre la version **V10.2 E SP2** et une version ultérieure sont identiques, afin de s'assurer de la non régression du logiciel. La version V10.2 E SP2 est donc ici réputée comme correcte.

Unité :

- Longueur : m
- Charge : kN
- Contrainte : kPa

Géométrie du mur de soutènement :

Géométrie coffrage X

Dimensions

Rideau =	4.85	m	Redan		
<input checked="" type="checkbox"/> Erideau =	0.20	m	<input checked="" type="checkbox"/> ESemelle =	0.30	m
<input checked="" type="checkbox"/> BaseGauche =	0.00	m	<input checked="" type="checkbox"/> BaseDroite =	0.25	m
<input checked="" type="checkbox"/> Patin =	1.00	m	<input checked="" type="checkbox"/> Talon =	3.55	m
<input checked="" type="checkbox"/> LargBêche =	0.00	m	<input checked="" type="checkbox"/> HautBêche =	0.00	m

Stabilité

Glissement : 0.3726 < 0.8000

Renversement : 4.4785 > 1.5000

Poinçonnement : 145.6 < 300.0

Zone comprimée : 5.0000 > 2.5000

Cisaillement rideau : 429.9 < 3000.0

Cisaillement patin : 1203.3 < 3000.0

Cisaillement talon : 2527.2 < 3000.0

Cisaillement bêche : /

Prédimensionnement
Ferrailage
Débloque

Propriété des matériaux

- Béton B25 et Acier FeE500
- Fissuration non préjudiciable, enrobage 2,5 centimètres
- Prise en compte du poids propre
- Durée d'application des charges supérieure à 24 heures

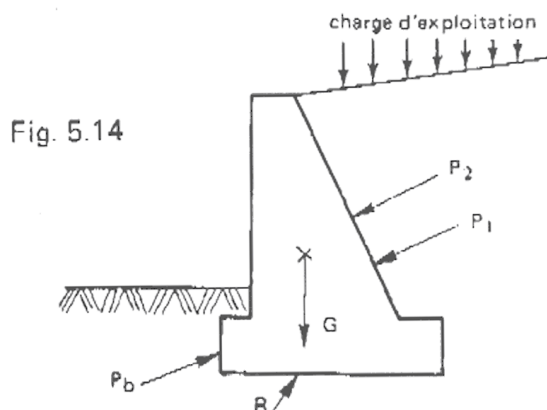
Chargement

- Poids propre mur
Béton : $24,5 \text{ kN/m}^3$
- Sol
 $\gamma_h = 20 \text{ kN/m}^3$
 $\varphi = 30^\circ$
 $C = 0$
- Talus incliné de 24° sur 5 m.

2.46.3. Analyse théorique**Rappel théoriques****Forces agissantes**

Les différentes forces qui agissent sur un mur de soutènement en dehors de la présence d'eau, sont :

- la résultante P_1 de la poussée des terres soutenues,
- la résultante P_2 de la poussée due aux charges d'exploitation sur le terre-plein,
- le poids propre G du mur ,
- la résultante P_b de la butée du terrain devant le mur ,
- la réaction R du sol sous la base du mur .



Par sécurité, il est d'usage de négliger l'action de la butée à l'avant d'un mur de soutènement. En effet, les déplacements nécessaires à la mobilisation de la butée sont importants et sont incompatibles avec l'esthétique et la destination future de l'ouvrage. De plus, la butée peut toujours être supprimée par des travaux de terrassements ultérieurs (pose de canalisations par exemple). Il serait dangereux de la prendre en compte dans les calculs.

Hypothèses de calcul

Les méthodes d'évaluation de la poussée développée ci-après concernent des massifs de sols pulvérulents.

En effet, toutes les théories ont été établies pour ce type de sol. Pour un sol cohérent (de cohésion C et d'angle de frottement interne φ), le théorème des états correspondants permet de ramener l'étude de ce type de sol à celui d'un milieu pulvérulent soumis à son contour à une pression hydrostatique :

$$C * \cotg\varphi$$

Mais l'expérience montre que le rôle de la cohésion qui varie dans le temps, est mal connu et difficilement mesurable.

Le fait de négliger la cohésion allant dans le sens de la sécurité, tous les calculs relatifs aux ouvrages de soutènement seront menés en considérant un sol sans cohésion.

Principe des calculs

La poussée unitaire qui s'exerce sur un écran de poussée en un point M situé à une distance z de l'arête supérieure de l'écran est de la forme :

$$P_{(M)} = k_a \times \gamma \times z$$

où :

- γ est le poids volumique des terres
- k_a est le coefficient de pression active (coefficient de poussée) .

Ce coefficient dépend:

- de l'angle β que fait le talus avec l'horizontale,
- de l'angle λ d'inclinaison de l'écran sur la verticale.
- de l'angle de frottement interne φ du terrain situé en arrière de l'écran.
- de l'angle δ d'inclinaison de la poussée unitaire sur la normale à l'écran.

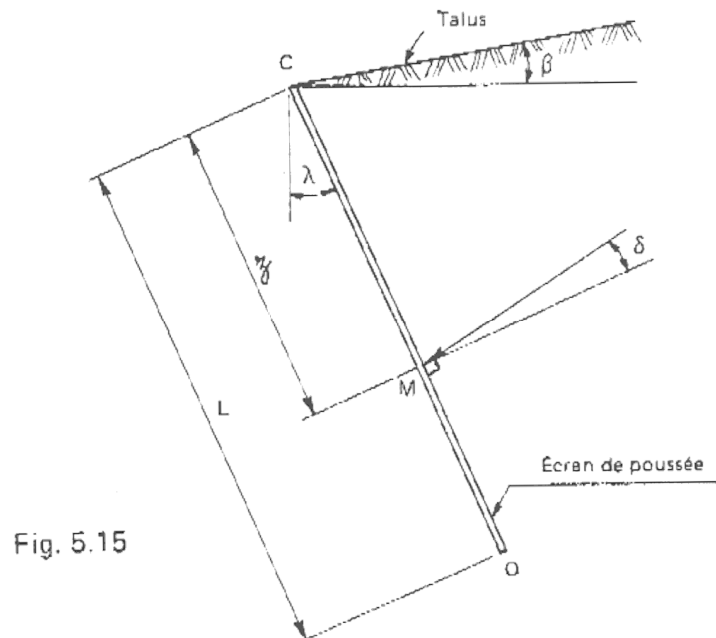


Fig. 5.15

Cet angle δ dépend de l'état de rugosité du parement, lui-même fonction du type de coffrage utilisé pour la réaction de l'écran. Par exemple, pour un écran vertical ($\lambda = 0^\circ$) on prend en général :

- $\delta = 2/3 \varphi$, si le parement est parfaitement lisse (coffrage métallique ou en contreplaqué) ou dans le cas où le tassement général du mur peut être supérieur à celui du remblai.
- $\delta = \varphi$ pour un parement rugueux (coffrage en planches)
- $\delta = \beta$ pour un écran fictif vertical

La résultante p des poussées unitaires, sur la longueur « L » de l'écran, s'applique au tiers inférieur du parement avec l'inclinaison δ et l'intensité :

$$p = k_a * \gamma * L^2 / 2$$

On peut décomposer la poussée en

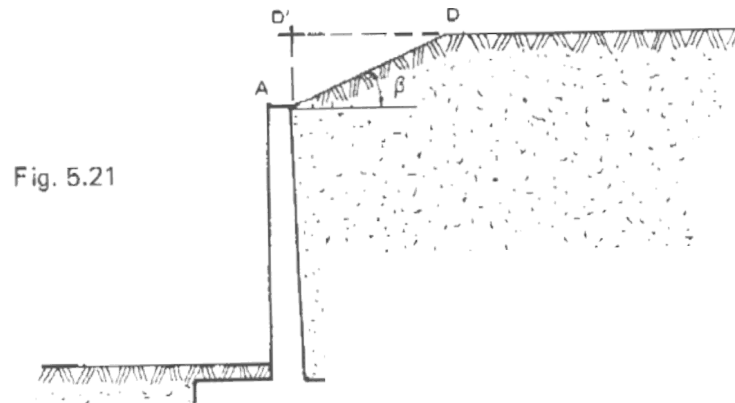
- une composante unitaire horizontale
 $P_H (M) = P(M) * \cos (\lambda + \delta) = k_{aH} * \gamma * z$
- une composante unitaire verticale :
 $P_V (M) = P(M) * \sin (\lambda + \delta) = k_{aV} * \gamma * z$

avec $k_{aH} = k_a * \cos (\lambda + \delta)$

avec $k_{aV} = k_a * \sin (\lambda + \delta)$

On peut représenter la variation de P_H et de P_V en fonction de la cote de profondeur z du point M par deux diagrammes. Si δ est constant sur la distance L , ces deux diagrammes se déduisent l'un de l'autre par affinité.

Mur en T avec talus incliné finis

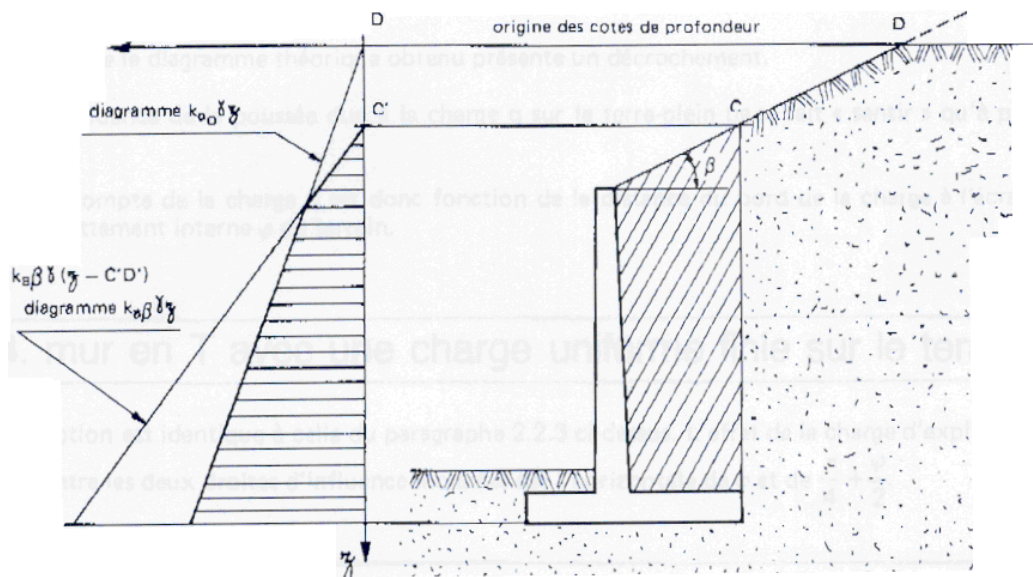


Ce cas est très fréquemment rencontré. Le talus, d'inclinaison β sur l'horizontale, est limité par un terre plein horizontal infini.

La poussée réelle est définie par deux diagrammes de poussée :

- la poussée due à un remblai horizontal infini passant par le point D' : coefficient de poussée K_{a0} ($\beta = 0^\circ$).
- la poussée due à un massif limité par un talus infini d'angle β sur l'horizontale : coefficient de poussée $K_{a\beta}$.

Pour la détermination du diagramme des composantes unitaires (horizontale ou verticale) correspondant au cas du mur avec talus incliné fini, on considère que le diagramme de poussée réelle correspond au minimum des deux diagrammes définis ci-après. La cote du terre-plein est prise comme origine des cotes de profondeur .



2.46.4. Application Numérique

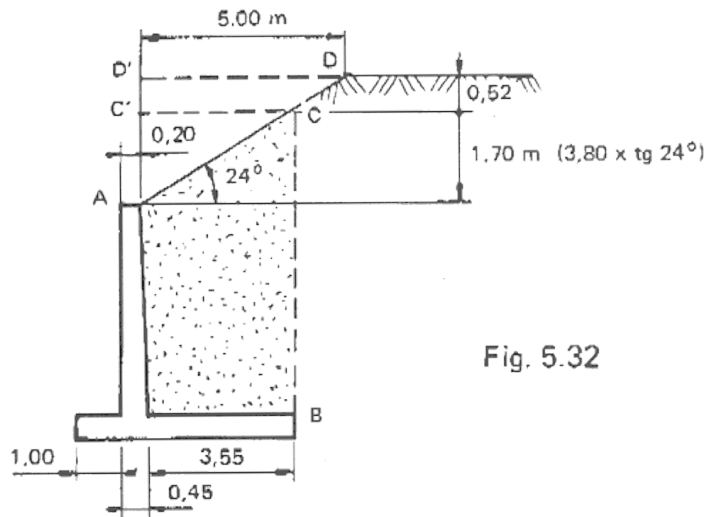


Fig. 5.32

Le talus derrière le mur est incliné de 24° sur l'horizontale. Le terre-plein horizontal commence 5 mètres derrière le voile ($DD' = 5$ m).

Le plan vertical fictif coupe le talus au point C.

La poussée des terres derrière l'écran BC est limitée par deux phénomènes :

- la poussée à partir de C' due à un talus infini et incliné de 24° sur l'horizontale.

On a :

- $\beta = 24^\circ$
- $\delta = 24^\circ$, car pris égal à l'angle du talus
- $\varphi = 30^\circ$
- $\lambda = 0^\circ$

donc :

- $\beta / \varphi = 0,8$
- $\delta / \varphi = 0,8$

D'après les abaques de Caquot-Kérisel, pour :

- $\delta / \varphi = 1$ on trouve : $K_a = 0,488$
- $\delta / \varphi = 2/3$ on trouve : $K_a = 0,469$

donc en interpolant :

- $\delta / \varphi = 0,8 \rightarrow K_a = 0,48$

soit

- $k_{a\beta H} = k_a * \cos(24^\circ) = 0,44$
- $k_{a\beta V} = k_a * \sin(24^\circ) = 0,19$

- La poussée à partir de D' due à un terre-plein horizontal infini :

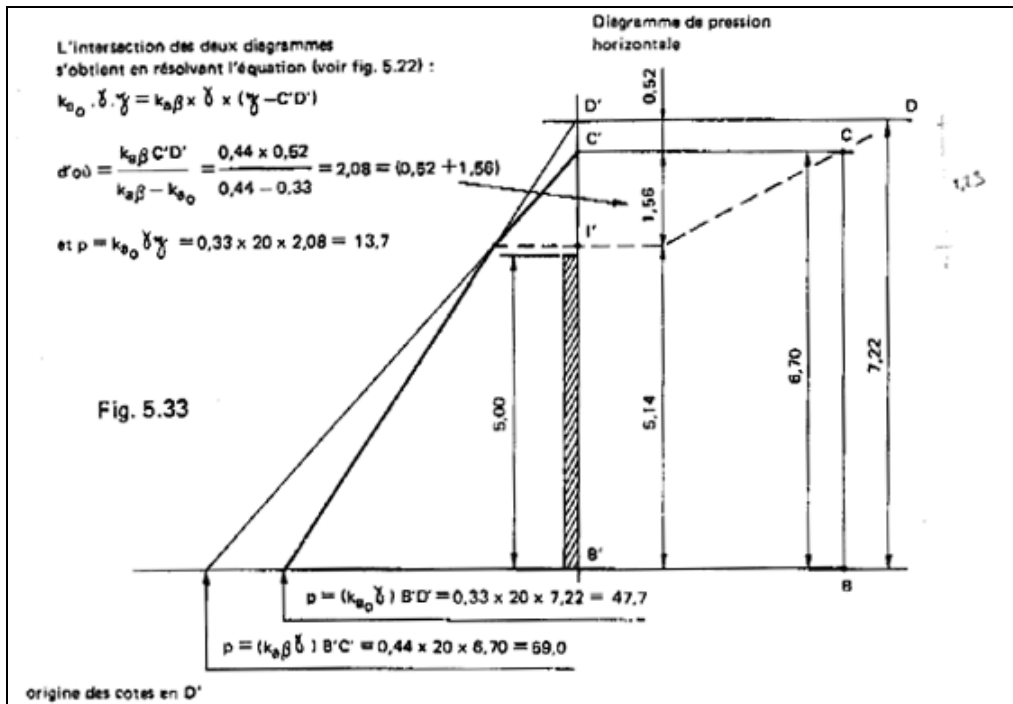
- $\beta / \varphi = 0$
- $\delta / \varphi = 0$
- $\varphi = 30^\circ$
- $\lambda = 0^\circ$

$\rightarrow K_a = 0,333$

- La poussée est perpendiculaire à l'écran de poussée. Elle est donc horizontale.

- $k_{aH} = k_a * \cos(\lambda + \delta) = 0,333$
- $k_{aV} = 0$

Le diagramme de pression à prendre en compte est le diagramme enveloppe correspondant aux valeurs minimales de la poussée.



Le diagramme de la composante horizontale de la poussée diffère peu du diagramme obtenu en considérant uniquement la poussée due au talus horizontal infini à partir de O'. Cela est normal si l'on considère la coupe transversale du mur et la position de l'écran BC, par rapport à la tête du talus.

Le diagramme de la composante verticale de la poussée obtenu suivant le même principe est nul sur la hauteur IB' et pratiquement négligeable entre C' et I' ($k_{a\beta V} = 0,19$).

2.46.5. Résultats de référence

Ferrailage

Acier IMC routement BAEI Version 10.2	Mur n01 Profil n01	Élément : MDS1	Béton=3.08 m3 Cof=10.3 m² Acier=171.3 kg d=55.7 kg/m3 Fi=11.9 mm	E=2.0 cm d=degré	1
Date 13/05/02 - 10 étages - Fichier Talus incline fini -					

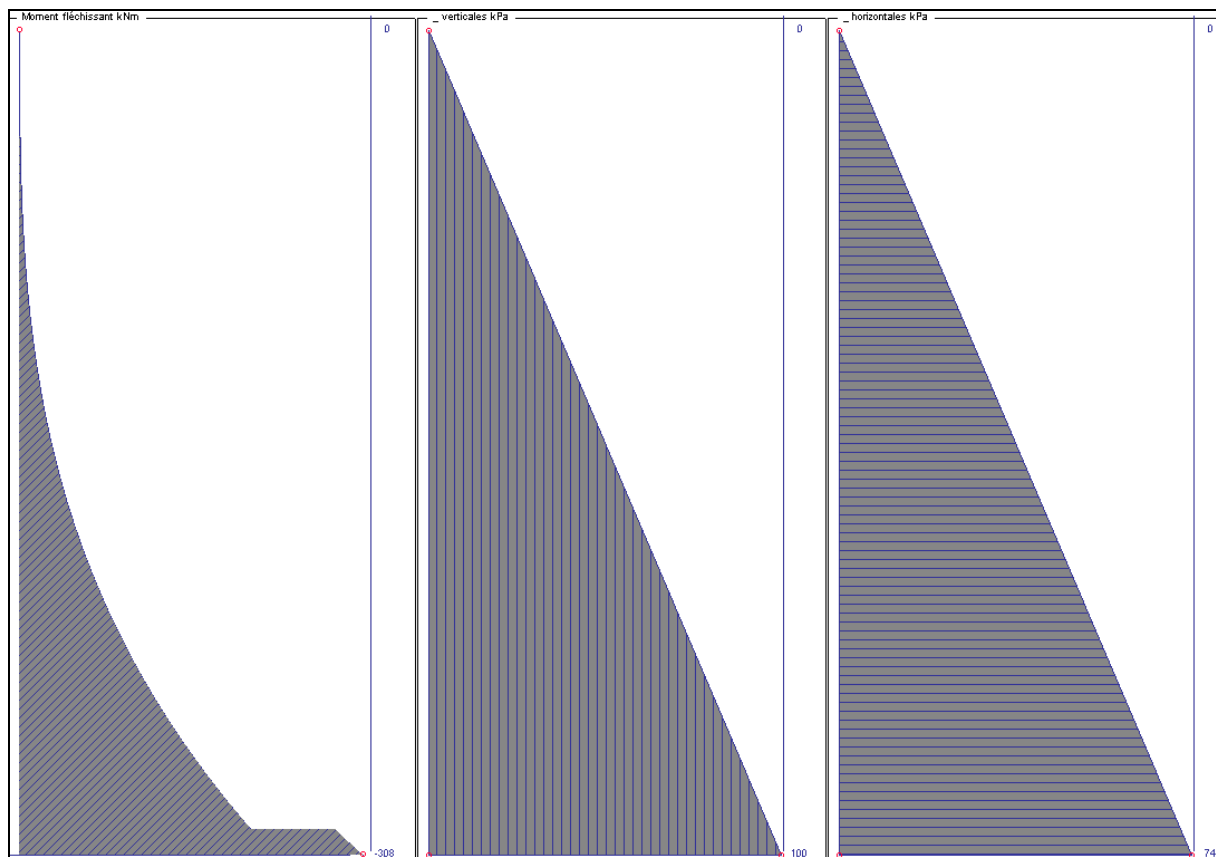
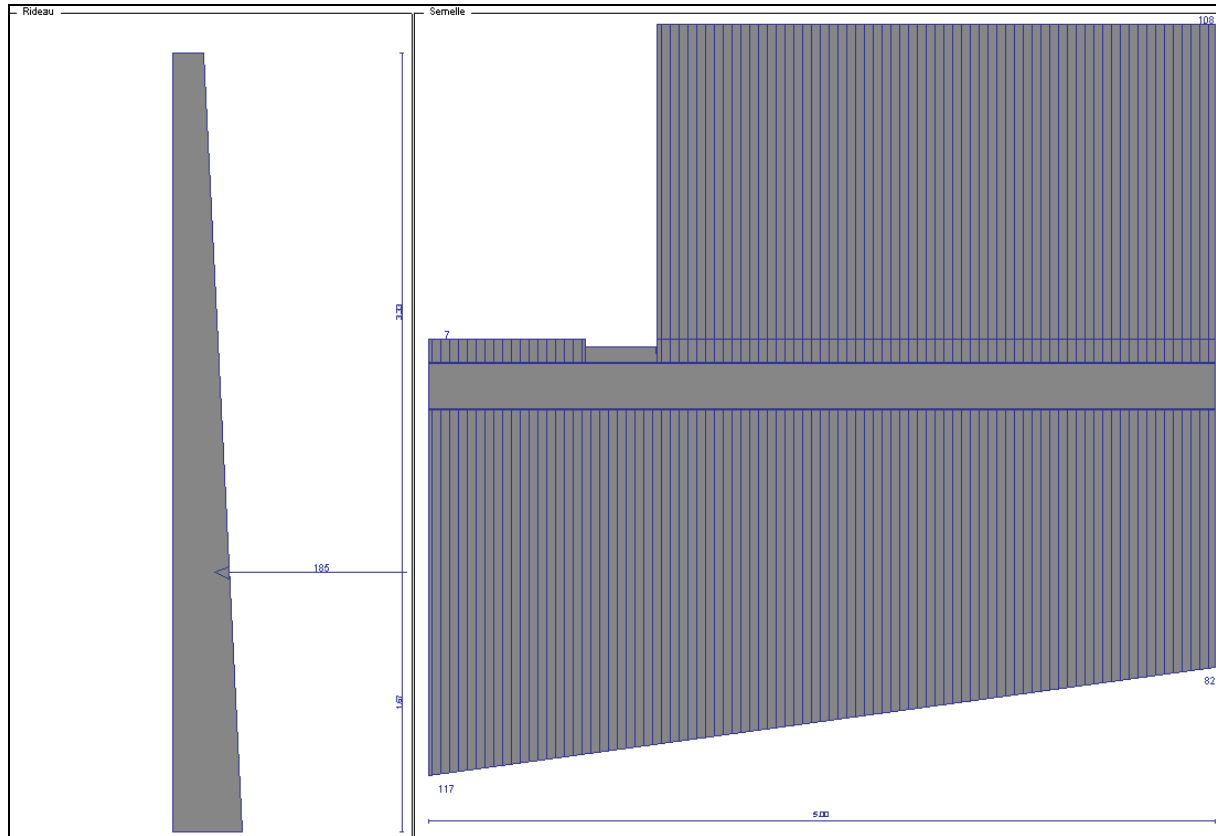
Élévation Echelle=1/100

Echelle=1/50

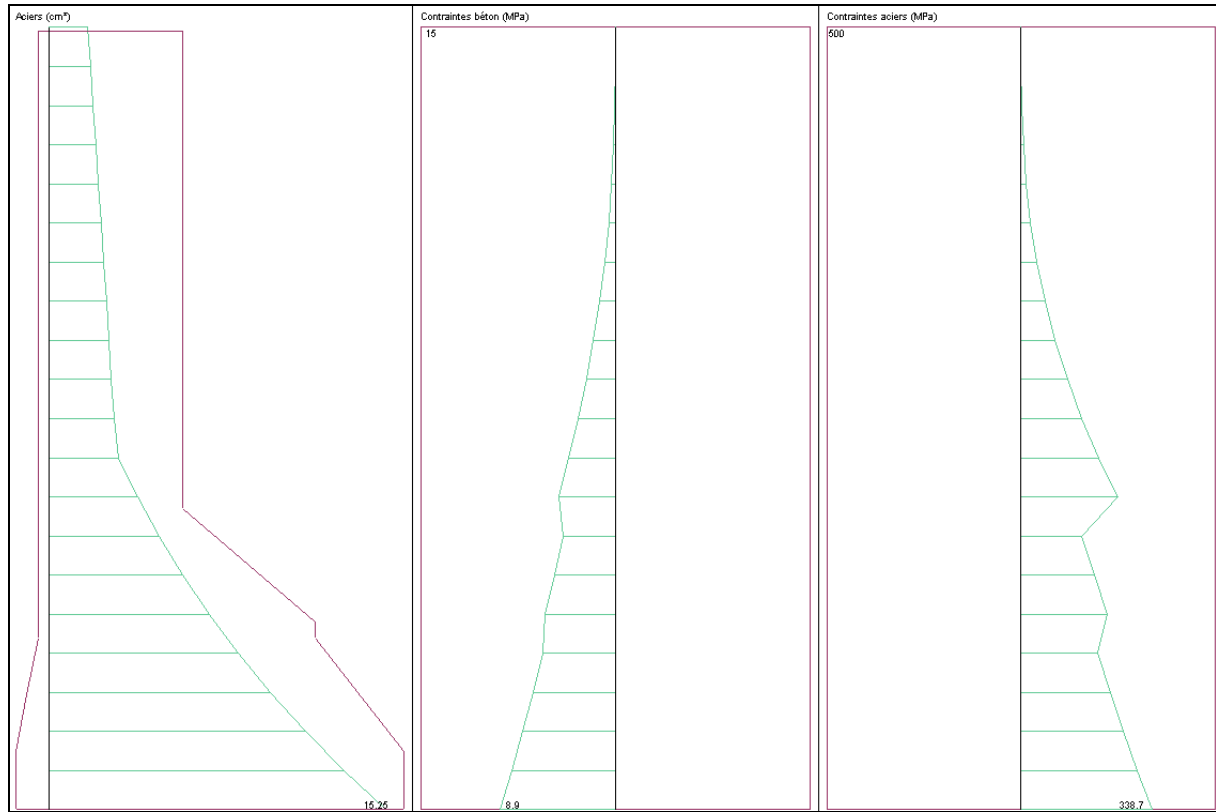
Barre	Lg	Forme
1	6HA16	444
2	21HA8	100
3	4HA14	518
4	25HA8	100
5	1HA8	482
6	1HA8	106
7	1HA8	70
8	24HA8	100
9	3HA16	482
10	3HA16	185
11	2HA16	105
12	24HA8	100
13	8HA16	201
14	8HA8	136

Barre	Lg/Poids
HA8	111.4/44.0
HA14	20.7/25.0
HA16	64.8/102.3

Sollicitation ELS



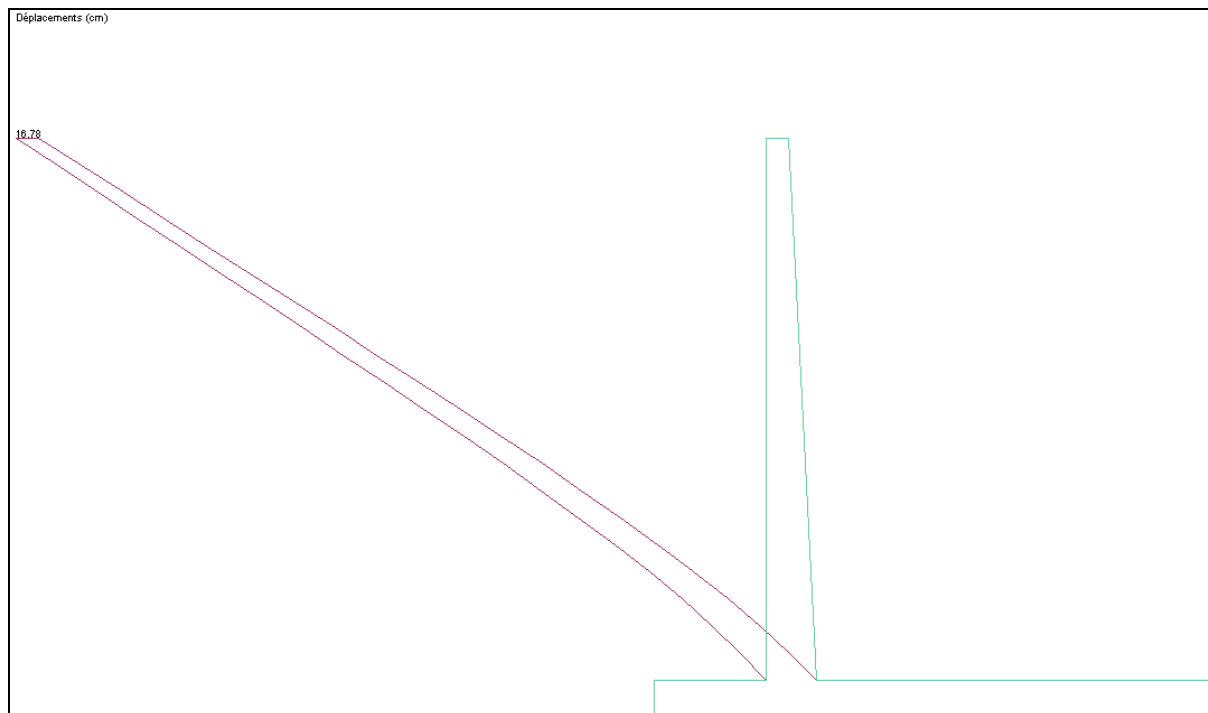
Vérification des contraintes



Résultats BAEL

Rideau												
Y (m)	b0 (m)	h (m)	N ELU (kN)	N ELS (kN)	M ELU (kNm)	M ELS (kNm)	TO U (MPa)	A min (cm²)	AG Th (cm²)	AD Th (cm²)	AG Re (cm²)	AD Re (cm²)
0.50	1.00	0.23	3.5	2.6	-0.3	-0.2	0.0091	1.99	0.00	1.99	0.50	6.03
1.00	1.00	0.25	7.4	5.5	-2.5	-1.8	0.0327	2.24	0.00	2.24	0.50	6.03
1.50	1.00	0.28	11.8	8.7	-8.3	-6.2	0.0668	2.49	0.00	2.49	0.50	6.03
2.00	1.00	0.30	16.6	12.3	-19.8	-14.6	0.1086	2.73	0.00	2.73	0.50	6.03
2.50	1.00	0.33	21.7	16.1	-38.6	-28.6	0.1563	2.98	0.00	2.98	0.50	6.03
3.00	1.00	0.35	27.3	20.2	-66.6	-49.4	0.2087	3.23	0.00	4.34	0.50	12.06
3.50	1.00	0.38	33.3	24.7	-105.8	-78.4	0.2649	3.48	0.00	6.54	0.50	12.06
4.00	1.00	0.40	39.7	29.4	-158.0	-117.0	0.3240	3.73	0.00	9.27	1.01	16.08
4.50	1.00	0.43	46.5	34.5	-224.9	-166.6	0.3856	3.98	0.00	12.58	1.51	16.08
5.00	1.00	0.45	53.8	39.8	-416.0	-308.2	0.6058	4.23	0.00	0.00	1.51	16.08
Patin												
Y (m)	b0 (m)	h (m)	N ELU (kN)	N ELS (kN)	M ELU (kNm)	M ELS (kNm)	TO U (MPa)	A min (cm²)	AB Th (cm²)	AH Th (cm²)	AB Re (cm²)	AH Re (cm²)
1.00	1.00	0.30	0.0	0.0	72.1	53.4	1.2033	2.70	6.13	0.00	6.16	0.00
Talon												
Y (m)	b0 (m)	h (m)	N ELU (kN)	N ELS (kN)	M ELU (kNm)	M ELS (kNm)	TO U (MPa)	A min (cm²)	AB Th (cm²)	AH Th (cm²)	AB Re (cm²)	AH Re (cm²)
0.00	1.00	0.30	0.0	0.0	-121.0	-89.7	2.5272	2.70	0.00	10.55	0.00	12.06

Flèche



Note de Calcul

[02-0177SSLLB_B91 Note de calcul V10.2.doc](#)

2.46.6. Fiche de résultats

Valeurs caractéristiques de la poussée des terres

Hauteur d'influence du talus :

	Résultats théorique [m]	Résultats ARCHE [m]	Ecart [%]
z =	-0,14		-100.00%

Valeur de la poussée aux points caractéristiques :

	Résultats théorique [kPa]	Résultats ARCHE [kPa]	Ecart [%]
z = -1,70 m	0	0	
z = -0,14 m	13,7	12,1	-11.68%
z = 5 m	47,7	49,2	-8.89%

Nota : z = 0,00 m en tête de mur.

2.47. Test n°02-0178SSLLB B91: Arche MDS - Terre-plein horizontal infini non chargé

2.47.1. Fiche de description

- Référence : ADETS – Le treillis soudé – Calcul et utilisation conformément aux règles BAEL 80 – Fascicule 5 : les murs de soutènement
Cahier des charges « Méthodes de dimensionnement des murs de soutènement »
Nadine Bailly
- Type d'analyse :
- Type d'élément :

2.47.2. Présentation

Le but de ce test est de contrôler sur une base théorique les diagrammes de poussée obtenus avec le module mur de soutènement de Arche et de vérifier que les résultats de ferrailage obtenus entre la version **V10.2 E SP2** et une version ultérieure sont identiques, afin de s'assurer de la non régression du logiciel. La version V10.2 E SP2 est donc ici réputée comme correcte.

Unité

- Longueur : m
- Charge : kN
- Contrainte : kPa

Géométrie du mur de soutènement

Géométrie coffrage X

Dimensions

Rideau =	4.85	m	Redan		
<input checked="" type="checkbox"/> Erideau =	0.30	m	<input checked="" type="checkbox"/> Esemelle =	0.30	m
<input checked="" type="checkbox"/> BaseGauche=	0.00	m	<input checked="" type="checkbox"/> BaseDroite=	0.00	m
<input checked="" type="checkbox"/> Patin =	0.80	m	<input checked="" type="checkbox"/> Talon =	1.70	m
<input checked="" type="checkbox"/> LargBêche=	0.00	m	<input checked="" type="checkbox"/> HautBêche=	0.00	m

Stabilité

Glissement : 0.3769 < 0.8000

Renversement : 2.5374 > 1.5000

Poinçonnement : 146.3 < 300.0

Zone comprimée : 2.8000 > 1.4000

Cisaillement rideau : 392.1 < 3000.0

Cisaillement patin : 1089.9 < 3000.0

Cisaillement talon : 1096.8 < 3000.0

Cisaillement bêche : /

Prédimensionnement
Ferrailage
Débloque

Propriété des matériaux

- Béton B25 et Acier FeE500
- Fissuration non préjudiciable, enrobage 2,5 centimètres
- Prise en compte du poids propre
- Durée d'application des charges supérieure à 24 heures

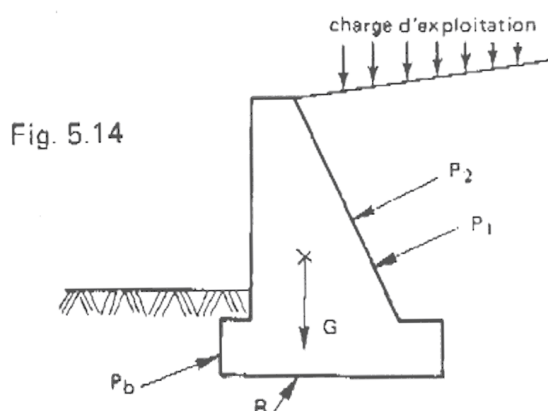
Chargement

- Poids propre mur
Béton : $24,5 \text{ kN/m}^3$
- Sol
 $\gamma_h = 20 \text{ kN/m}^3$
 $\varphi = 30^\circ$
 $C = 0$

2.47.3. Analyse théorique**Rappel théoriques****Forces agissantes**

Les différentes forces qui agissent sur un mur de soutènement en dehors de la présence d'eau, sont :

- la résultante P_1 de la poussée des terres soutenues,
- la résultante P_2 de la poussée due aux charges d'exploitation sur le terre-plein,
- le poids propre G du mur ,
- la résultante P_b de la butée du terrain devant le mur ,
- la réaction R du sol sous la base du mur .



Par sécurité, il est d'usage de négliger l'action de la butée à l'avant d'un mur de soutènement. En effet, les déplacements nécessaires à la mobilisation de la butée sont importants et sont incompatibles avec l'esthétique et la destination future de l'ouvrage. De plus, la butée peut toujours être supprimée par des travaux de terrassements ultérieurs (pose de canalisations par exemple). Il serait dangereux de la prendre en compte dans les calculs.

Hypothèses de calcul

Les méthodes d'évaluation de la poussée développée ci-après concernent des massifs de sols pulvérulents.

En effet, toutes les théories ont été établies pour ce type de sol. Pour un sol cohérent (de cohésion C et d'angle de frottement interne φ , le théorème des états correspondants permet de ramener l'étude de ce type de sol à celui d'un milieu pulvérulent soumis à son contour à une pression hydrostatique :

$$C * \cotg\varphi$$

Mais l'expérience montre que le rôle de la cohésion qui varie dans le temps, est mal connu et difficilement mesurable.

Le fait de négliger la cohésion allant dans le sens de la sécurité, tous les calculs relatifs aux ouvrages de soutènement seront menés en considérant un sol sans cohésion.

Principe des calculs

La poussée unitaire qui s'exerce sur un écran de poussée en un point M situé à une distance z de l'arête supérieure de l'écran est de la forme :

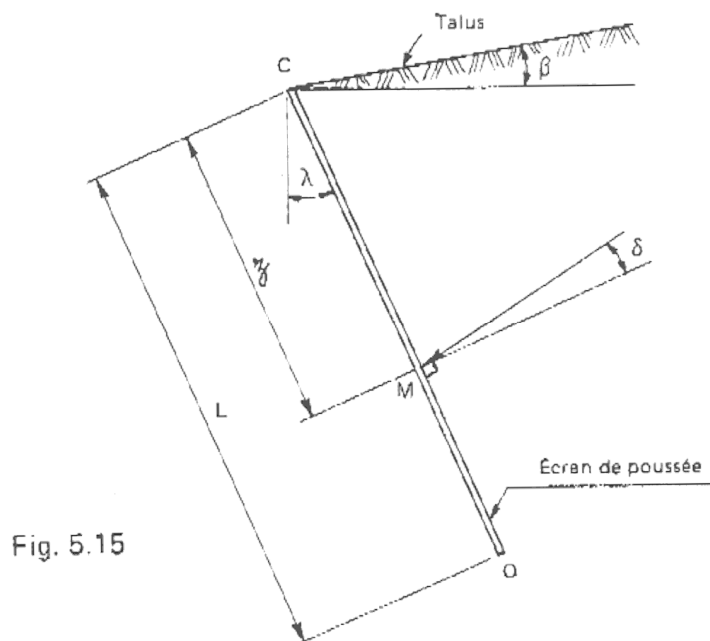
$$P_{(M)} = k_a \times \gamma \times z$$

où :

- γ est le poids volumique des terres
- k_a est le coefficient de pression active (coefficient de poussée) .

Ce coefficient dépend:

- de l'angle β que fait le talus avec l'horizontale,
- de l'angle λ d'inclinaison de l'écran sur la verticale.
- de l'angle de frottement interne φ du terrain situé en arrière de l'écran.
- de l'angle δ d'inclinaison de la poussée unitaire sur la normale à l'écran.



Cet angle δ dépend de l'état de rugosité du parement, lui-même fonction du type de coffrage utilisé pour la réaction de l'écran. Par exemple, pour un écran vertical ($\lambda = 0^\circ$) on prend en général :

- $\delta = 2/3 \varphi$, si le parement est parfaitement lisse (coffrage métallique ou en contreplaqué) ou dans le cas où le tassement général du mur peut être supérieur à celui du remblai.
- $\delta = \varphi$ pour un parement rugueux (coffrage en planches)
- $\delta = \beta$ pour un écran fictif vertical

La résultante p des poussées unitaires, sur la longueur « L » de l'écran, s'applique au tiers inférieur du parement avec l'inclinaison δ et l'intensité :

$$p = k_a \cdot \gamma \cdot L^2 / 2$$

On peut décomposer la poussée en

- une composante unitaire horizontale

$$P_H(M) = P(M) * \cos(\lambda + \delta) = k_{aH} * \gamma * z$$
- une composante unitaire verticale :

$$P_V(M) = P(M) * \sin(\lambda + \delta) = k_{aV} * \gamma * z$$

avec $k_{aH} = k_a * \cos(\lambda + \delta)$

avec $k_{aV} = k_a * \sin(\lambda + \delta)$

On peut représenter la variation de P_H et de P_V en fonction de la cote de profondeur z du point M par deux diagrammes. Si δ est constant sur la distance L , ces deux diagrammes se déduisent l'un de l'autre par affinité.

Application Numérique

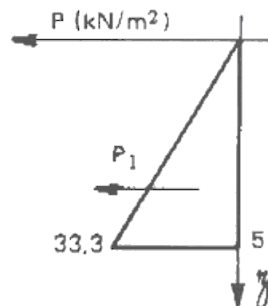
En considérant un écran fictif vertical passant par l'arrière du talon, les tables de Caquot-Kérisel donnent pour :

- $\beta / \varphi = 0$
 - $\delta / \varphi = 0$
 - $\varphi = 30^\circ$
 - $\lambda = 0^\circ$
- $K_a = 0,333$

La poussée est perpendiculaire à l'écran de poussée. Elle est donc horizontale.

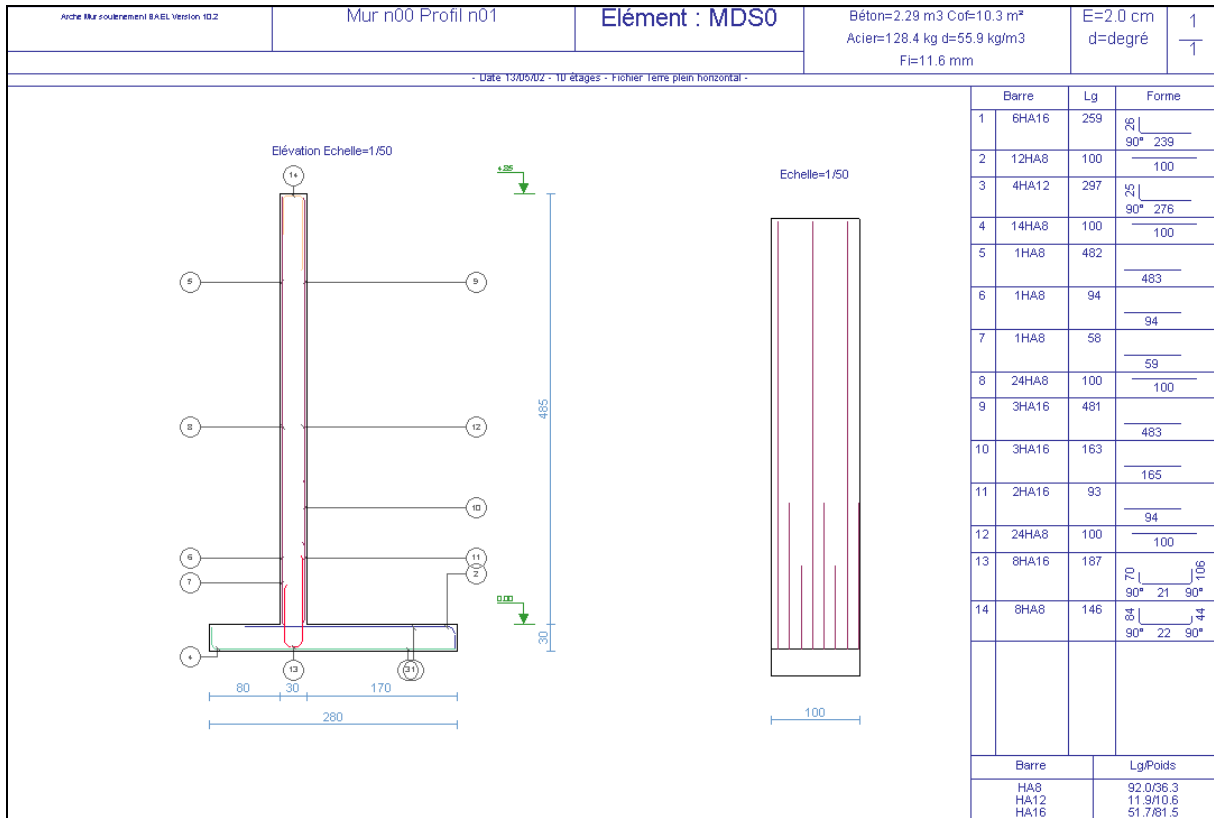
- $k_{aH} = k_a * \cos(\lambda + \delta) = 0,333$
- $k_{aV} = 0$

Le diagramme de poussée a alors une forme triangulaire :

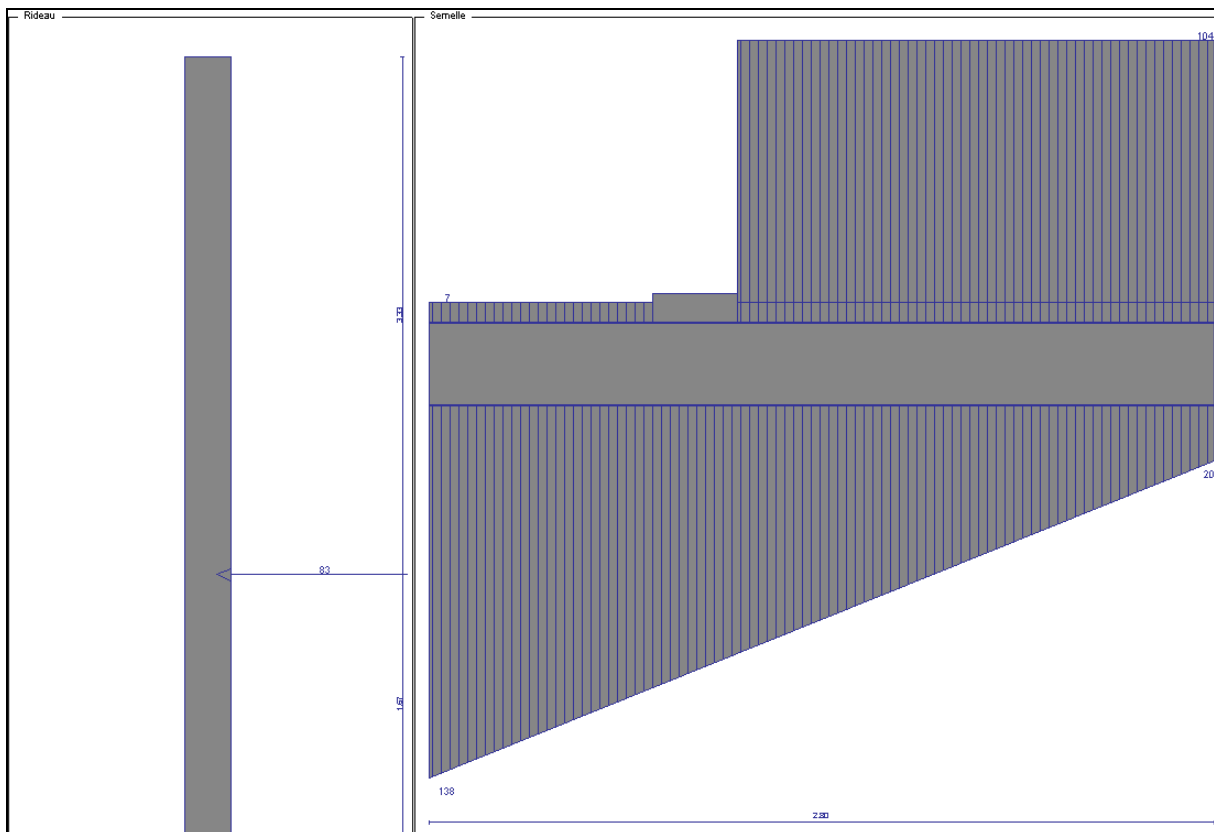


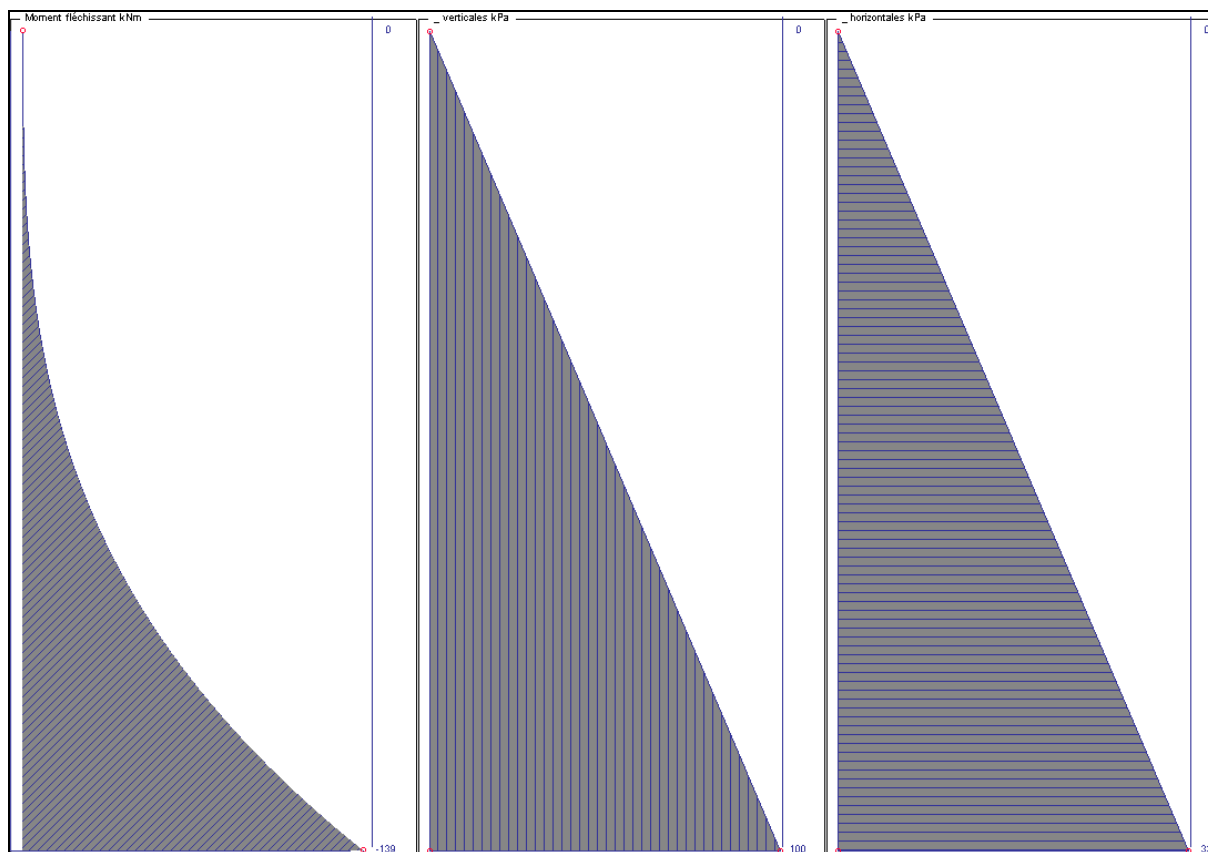
2.47.4. Résultats de référence

Ferraillage

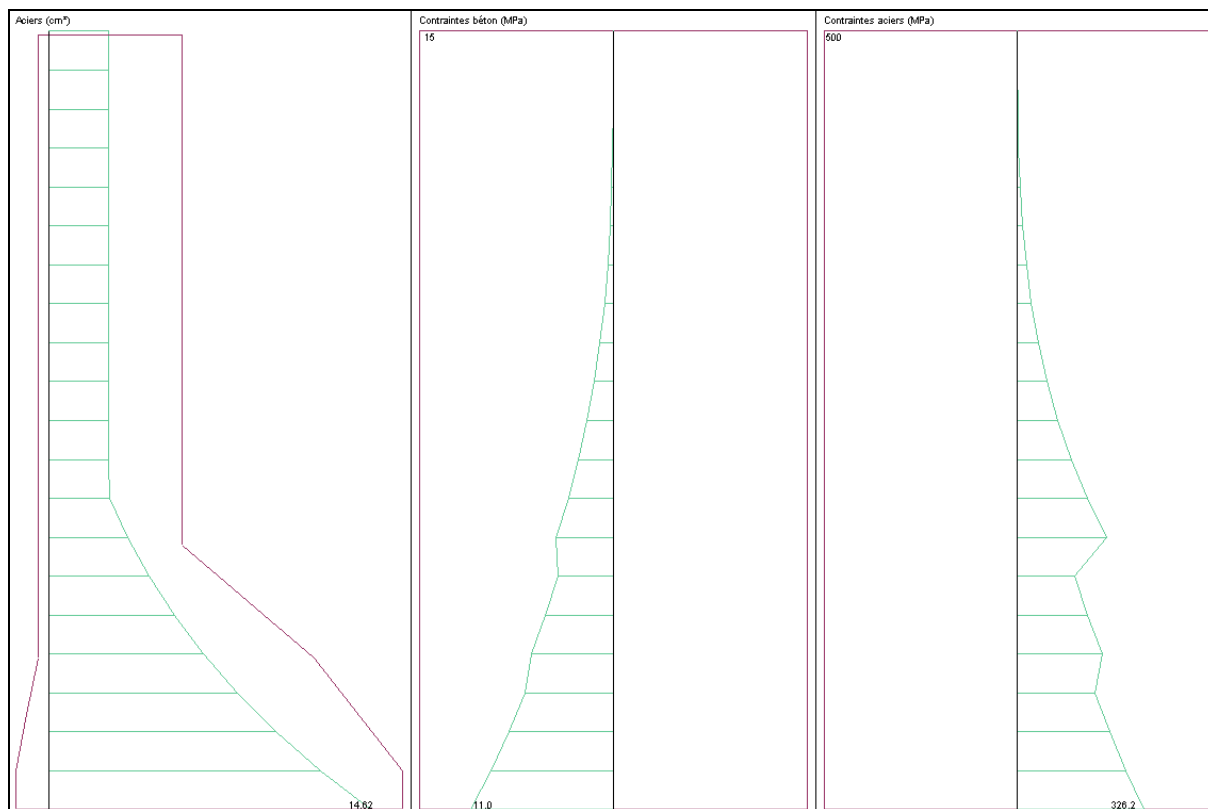


Sollicitation ELS



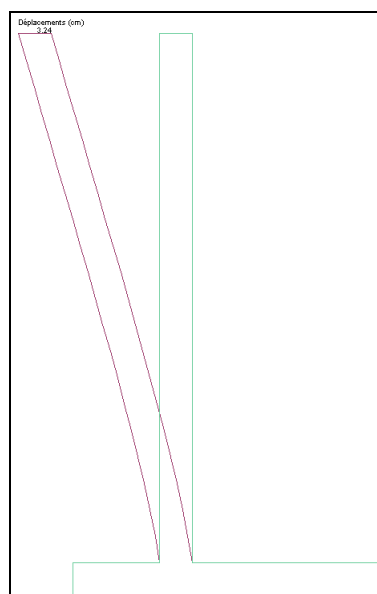


Vérification des contraintes



Résultats BAEL

Rideau												
Y (m)	b0 (m)	h (m)	N ELU (kN)	N ELS (kN)	M ELU (kNm)	M ELS (kNm)	TO U (MPa)	A min (cm²)	AG Th (cm²)	AD Th (cm²)	AG Re (cm²)	AD Re (cm²)
0.50	1.00	0.30	5.0	3.7	-0.2	-0.1	0.0042	2.70	0.00	2.70	0.50	6.03
1.00	1.00	0.30	9.9	7.4	-1.5	-1.1	0.0167	2.70	0.00	2.70	0.50	6.03
1.50	1.00	0.30	14.9	11.0	-5.1	-3.8	0.0375	2.70	0.00	2.70	0.50	6.03
2.00	1.00	0.30	19.9	14.7	-12.0	-8.9	0.0667	2.70	0.00	2.70	0.50	6.03
2.50	1.00	0.30	24.8	18.4	-23.5	-17.4	0.1042	2.70	0.00	2.70	0.50	6.03
3.00	1.00	0.30	29.8	22.1	-40.5	-30.0	0.1500	2.70	0.00	3.03	0.50	6.03
3.50	1.00	0.30	34.8	25.7	-64.3	-47.7	0.2042	2.70	0.00	5.02	0.50	12.06
4.00	1.00	0.30	39.7	29.4	-96.0	-71.1	0.2667	2.70	0.00	7.75	1.01	16.08
4.50	1.00	0.30	44.7	33.1	-136.7	-101.3	0.3376	2.70	0.00	11.40	1.51	16.08
5.00	1.00	0.30	49.7	36.8	-187.6	-138.9	0.4167	2.70	0.00	0.00	1.51	16.08
Palin												
Y (m)	b0 (m)	h (m)	N ELU (kN)	N ELS (kN)	M ELU (kNm)	M ELS (kNm)	TO U (MPa)	A min (cm²)	AB Th (cm²)	AH Th (cm²)	AB Re (cm²)	AH Re (cm²)
0.80	1.00	0.30	0.0	0.0	51.5	38.1	1.0899	2.70	4.33	0.00	4.52	0.00
Talon												
Y (m)	b0 (m)	h (m)	N ELU (kN)	N ELS (kN)	M ELU (kNm)	M ELS (kNm)	TO U (MPa)	A min (cm²)	AB Th (cm²)	AH Th (cm²)	AB Re (cm²)	AH Re (cm²)
0.00	1.00	0.30	0.0	0.0	-117.7	-87.2	1.0968	2.70	0.00	10.25	0.00	12.06

Flèche**Note de calcul**

[02-0178SSLLB_B91 Note de calcul V10.2.doc](#)

2.47.5. Fiche de résultats**Valeurs caractéristiques de la poussée des terres**

	Résultats théorique [kPa]	Résultats ARCHE [kPa]	Ecart [%]
z = 0 m	0	0	0.00%
z = 5 m	33.3	34.3	3.00%

2.48. Test n°02-0179SSLLB B91: Vérification au glissement - Semelle isolée

2.48.1. *Fiche de description*

- Référence : Graitec interne
- Type d'analyse : statique linéaire suivant BAEL91/DTU 13.12
- Type d'élément : semelle

2.48.2. *Présentation*

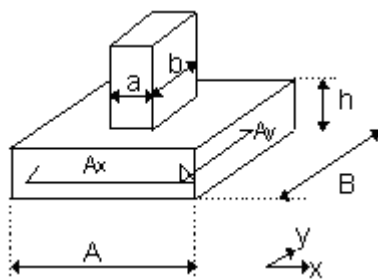
Le but est de faire une vérification au glissement (rapport H/V) dans le cas où la composante verticale V est négatif (soulèvement global de la semelle).

Ce cas n'est pas très réaliste mais permet de vérifier la prise en compte correcte des signes des composantes verticales de chaque effort.

La vérification se fait conformément au DTU 13.12

Les caractéristiques générales, retenues pour le calcul, sont les suivantes:

- Contrainte admissible du sol (ELU): 0.30 Mpa
- Béton utilisé: B25 (fissuration non préjudiciable)
- Ferrailage: Barre HA Fe500



Unité :

- Longueur : m
- Charge : KN

Géométrie :

- Semelle: A=1.00m, B=1.00m et h=0.30m
- Fut: a=0.25m, b=0.25m et h=0.30m

Propriété des matériaux :

- Béton B25 et Acier FeE500,
- Fissuration non préjudiciable,
- Durée d'application supérieure à 24 heures.

Conditions aux limites :

- contrainte admissible du sol $\bar{\sigma} = 0.30 \text{ MPa}$.

Chargements :

Le torseur des efforts appliqués est le suivant:

Charge	V kN	Mx kNm	My kNm	Hx kN	Hy kN
Permanente	10.0	0.0	0.0	5.0	0.0
Exploit. 1	-15.0	0.0	0.0	2.0	0.0
Exploit. 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Neige	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vent1:X+sur.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vent2:X+dép.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vent3:X-sur.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vent4:X-dép.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vent5:Y+sur.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vent6:Y+dép.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vent7:Y-sur.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vent8:Y-dép.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Séisme 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Séisme 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Séisme 3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Acciden.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

ATTENTION, le poids propre de la semelle n'est pas pris en compte.

2.48.3. Vérification au glissement

Dans ce cas, la vérification au glissement se fait suivant la combinaison suivante:

$$1.35G + 1.5Q$$

Attention, les coefficients de pondération doivent être les mêmes pour les composantes H et V.

Calcul de H:

$$H = 1.35 \cdot 5 + 1.5 \cdot 2 = 9.75 \text{ KN}$$

Calcul de V:

$$V = 1.35 \cdot 10 + 1.5 \cdot (-15) = -9.00 \text{ KN}$$

Rapport H/V:

$$H/V = 9.75 / -9.00 = -1.08$$

**Le rapport H/V est négatif, la vérification au glissement n'est donc pas satisfaite
=> Le module Semelle doit donc renvoyer un message d'erreur.**

Travée	A théo			A réel			Esp		
	v10.2	v2009	Ecart	v10.2	v2009	Ecart	v10.2	v2009	Ecart
Sup. X	0	0	0.00%	0	0	0.00%	0.000	0.000	0.00%
Inf. X	0.16	0.16	0.00%	2.01	2.01	0.00%	0.275	0.275	0.00%
Sup. Y	0	0	0.00%	0	0	0.00%	0.000	0.000	0.00%
Inf. Y	0.17	0.17	0.00%	2.01	2.01	0.00%	0.275	0.275	0.00%

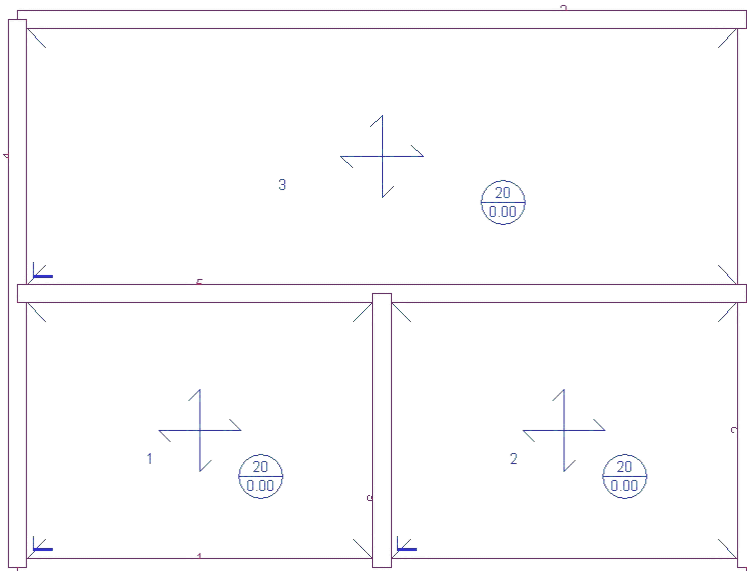
Hypothèses calcul / Tenir compte de la condition de non fragilité = off

2.49. Test n°03-0180SSLLG B91: Dalle rectangulaire appuyée sur des voiles

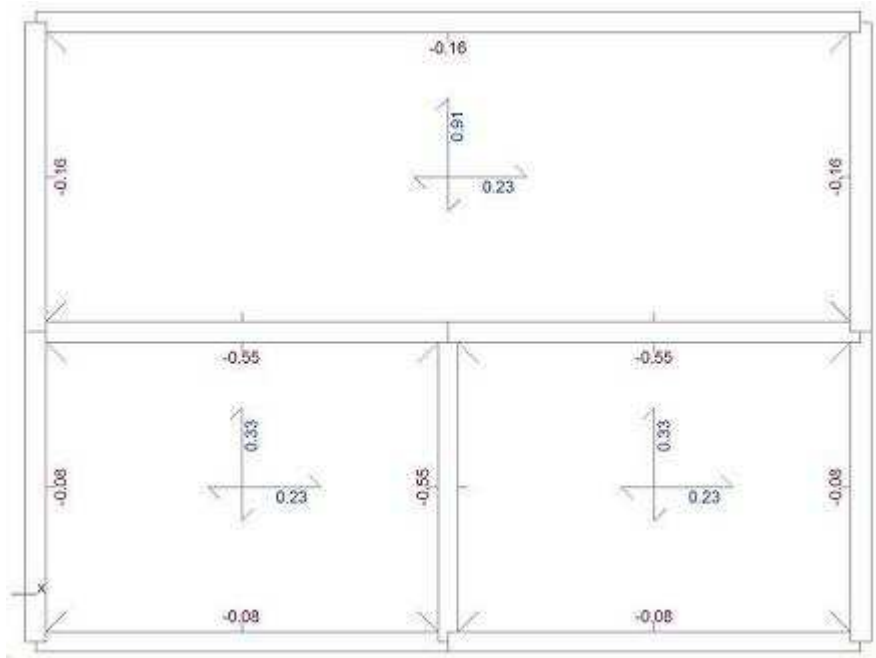
2.49.1. Fiche de description

Géométrie

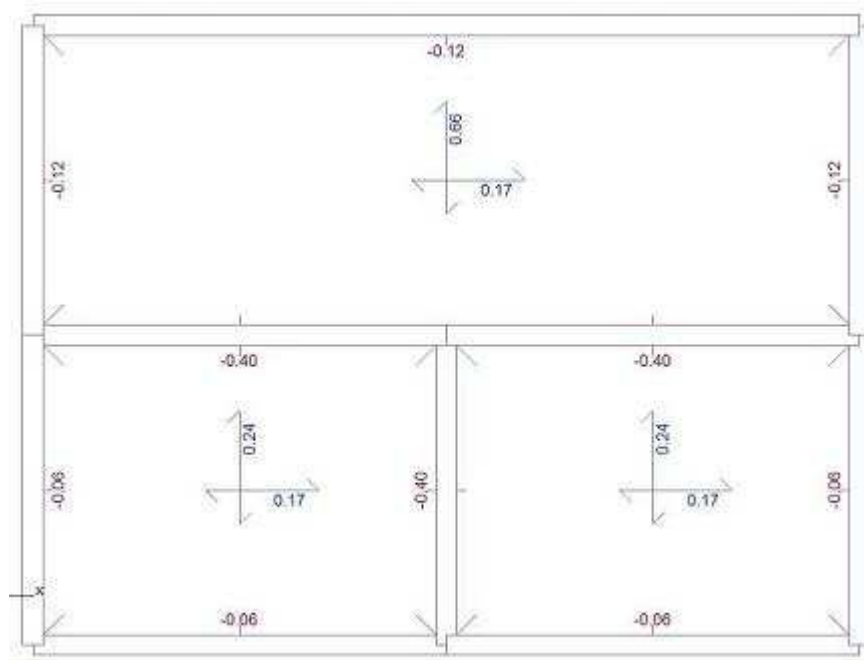
Le but est de comparer les résultats sur la dalle suivante:



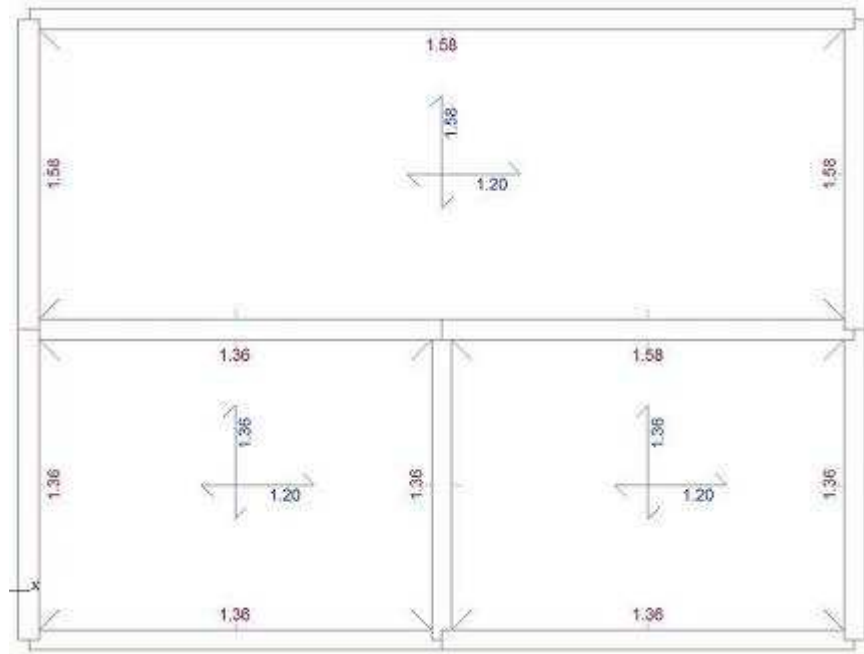
Sollicitations ELU



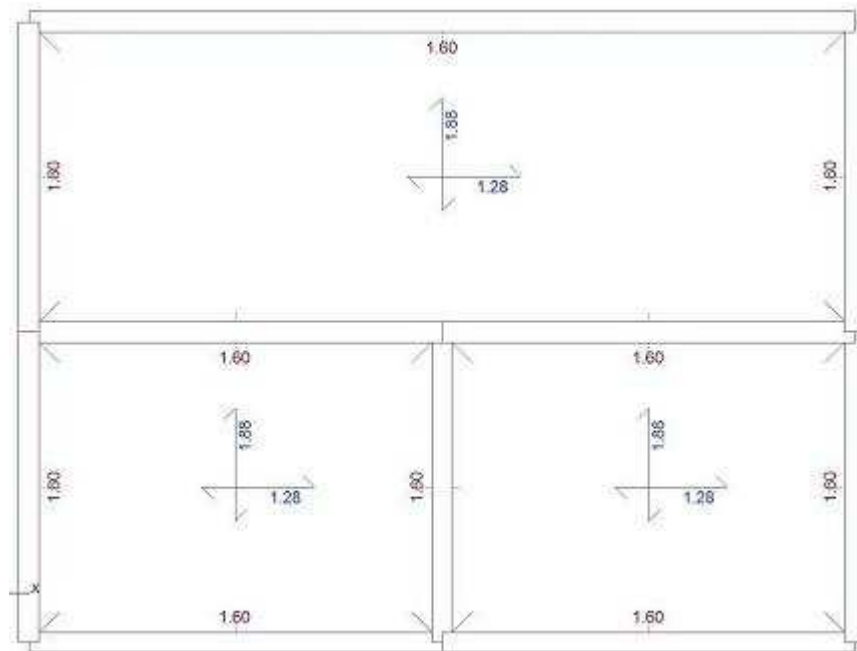
Sollicitations ELS



Ferrailage théorique



Ferrailage réel



Flèche



Note de calcul de Arche

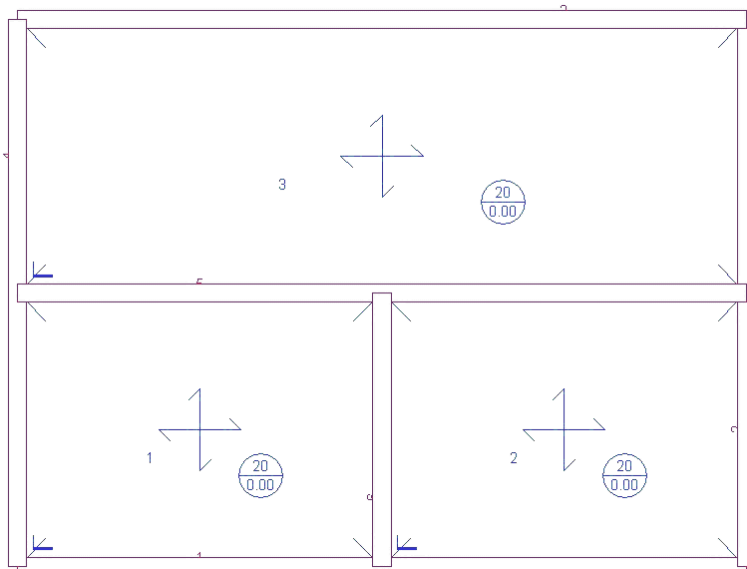
[03-0180SSLLG_B91 Note de calcul v2009.doc](#)

2.50. Test n°03-0181SSLLG B91: Dalle rectangulaire appuyée sur des voiles

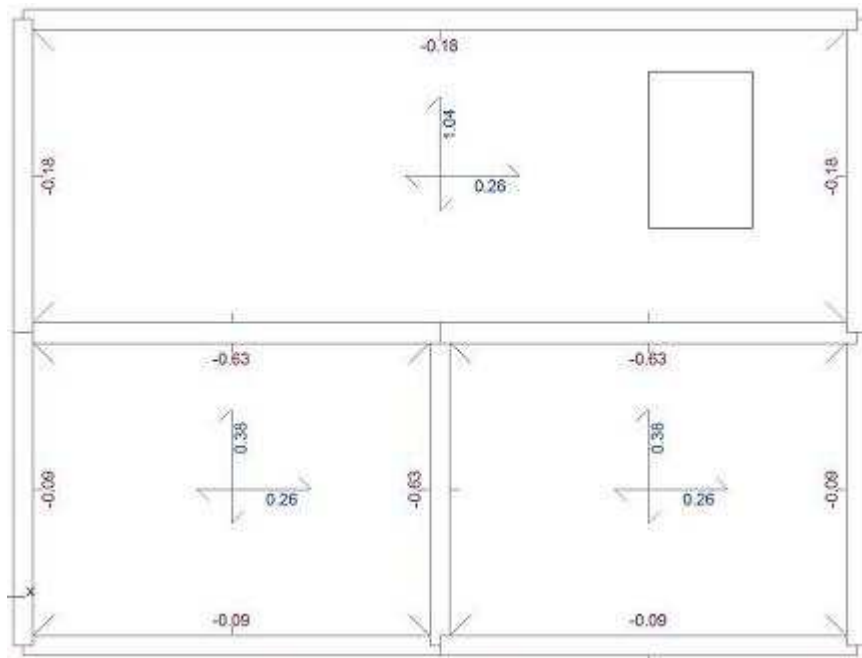
2.50.1. Fiche de description

Géométrie

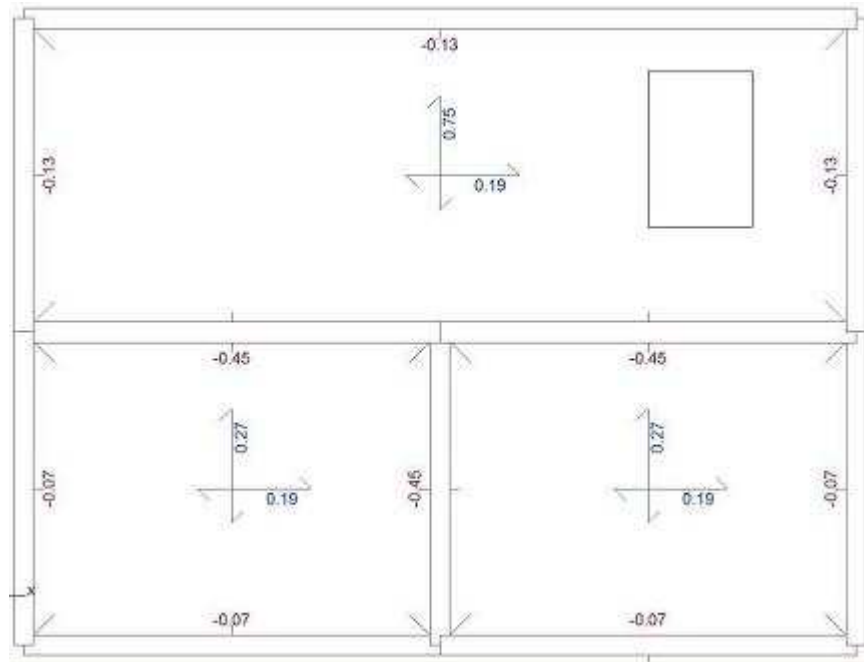
Le but est de comparer les résultats sur la dalle suivante:



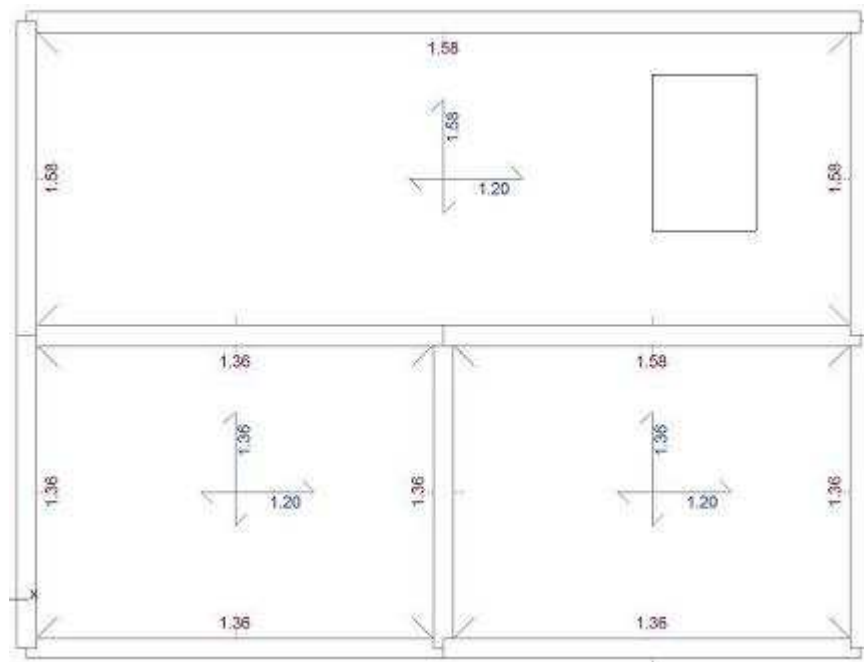
Sollicitations ELU

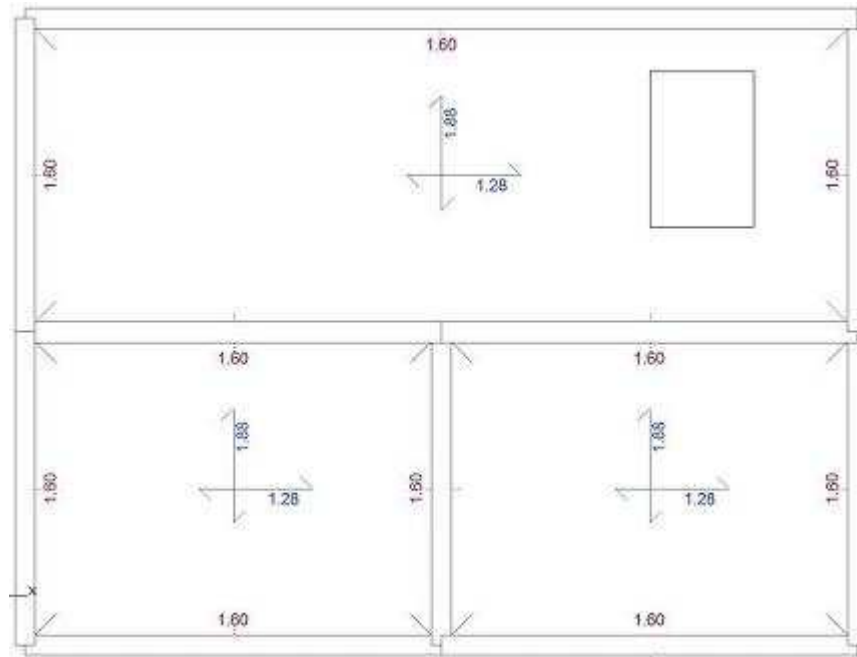
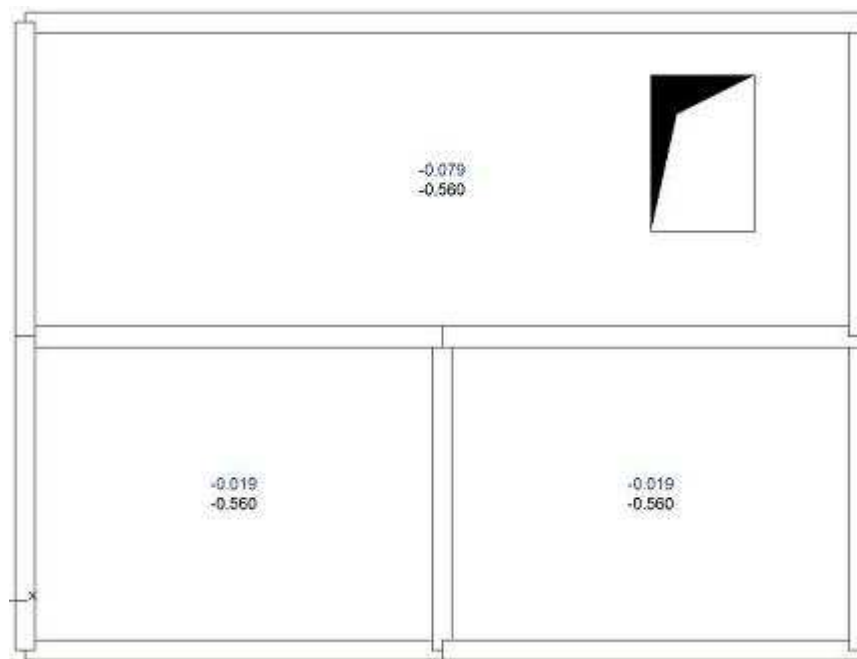


Sollicitations ELS



Ferraillage théorique



Ferraillage réel**Flèche****Note de calcul de Arche**

[03-0181SSLLG_B91 Note de calcul v2009.doc](#)

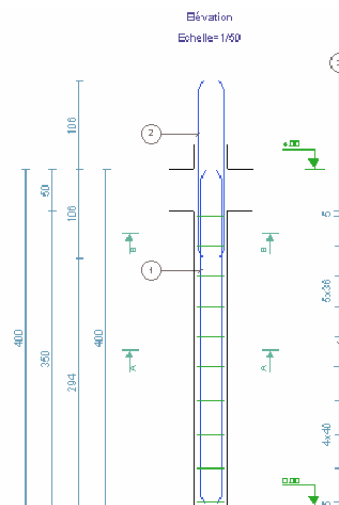
Note

Hypothèses de calcul – Aucun appui continu

2.51. Test n°03-0184SSLLG_B91: Poteau rectangulaire - Flexion composée déviée

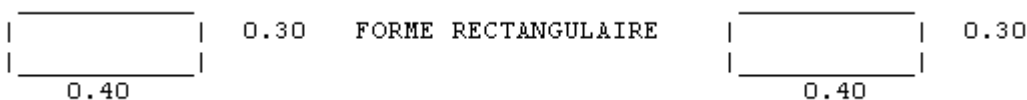
2.51.1. Hypothèses générales

- Unités:
 - Longueur : Mètre
 - Force : TonneForce
 - Moment : T*m
 - Contraintes : MegaPa. (N/mm²)
- Calculs selon le BAEL 91 Méthode Forfaitaire
- $f_{c28} = 30$ MPa $f_{eL} = 400$ MPa $f_{eT} = 400$ MPa
- Densité du béton : 2.300 T/m³
- Poteau bi-encasté
- Application des combinaisons supérieure à 1 h et inférieure à 24 h
- Majeure partie des charges appliquée avant 28 j
- CF 2 H Méthode complète
- Fissuration préjudiciable Add99
- Enrobages = 0.030 m
- Pas de dispositions au séisme.



2.51.2. Géométrie

- Hauteur sous dalle 3.50 m Hauteur 0.30 m
- Hauteur poutre 0.50 m (à gauche et à droite du poteau)



2.51.3. Charges

Type de charge	Nz	Mx	My	Tx	Ty
Permanente	70.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Poids propre	1.10	/	/	/	/
Exploitation 1	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vent 1	0.00	0.00	2.00	1.00	0.00
Neige	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2.51.4. Résultats comparatifs

Résultats v11.1H SP4	Résultats v12.1C	Résultats v2009
Elancement $\lambda_x=17.32$ $\lambda_y=23.09$ Nmax=136T Mymax=10.8Tm pour N=96T Amin=5.6 A=43.6 Amax=60 Ax=32.8 Ay=10.8 Aciers réels Al:4HA40 At:10HA12 Température Béton 527° Acier 613° Coef d'affaiblissmt Béton 0.56 Acier 0.34 Effort normal Critique 222.5<91.1 Φ moy=32.7 Ratio 604.5 Prix 708.55€	Elancement $\lambda_x=17.32$ $\lambda_y=23.09$ Nmax=136T Mymax=10.8Tm pour N=96T Amin=5.6 A=43.6 Amax=60 Ax=32.8 Ay=10.8 Aciers réels Al:4HA40 At:10HA12 Température Béton 527° Acier 613° Coef d'affaiblissmt Béton 0.56 Acier 0.34 Effort normal Critique 222.5<91.1 Φ moy=32.7 Ratio 604.5 Prix 708.55€	Elancement $\lambda_x=17.32$ $\lambda_y=23.09$ Nmax=136T Mymax=10.8Tm pour N=96T Amin=5.6 A=43.6 Amax=60 Ax=32.8 Ay=10.8 Aciers réels Al:4HA40 At:10HA12 Température Béton 527° Acier 613° Coef d'affaiblissmt Béton 0.56 Acier 0.34 Effort normal Critique 222.5<91.1 Φ moy=32.73 Ratio 604.48 Prix 708.55€

	v11.1H SP4	v2009	Ecart
Aciers longitudinaux nécessaires	43.6	43.6	0.00%
Aciers mis en place	50.27	50.27	0.00%
	4HA40	4HA40	
Aciers transversaux	HA 12	HA 12	
	10 cadres	10 cadres	

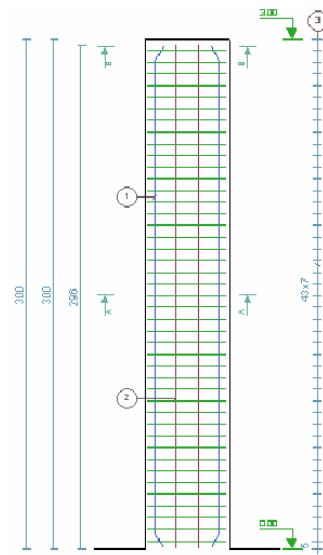
REMARQUE

Le ferrailage obtenu est plus faible du fait de l'application de la méthode de Perchat dans le cas d'une flexion composée déviée. Auparavant, l'excentricité additionnelle était comptée 2 fois.

2.52. Test n°03-0186SSLLG B91: Poteau rectangulaire - Méthode forfaitaire

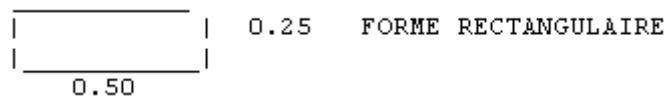
2.52.1. Hypothèses générales

- Unités:
 - Longueur : Mètre
 - Force : TonneForce
 - Moment : T*m
 - Contraintes : MegaPa. (N/mm²)
- Calculs selon le BAEL 91 Méthode Forfaitaire
- $f_{c28} = 25 \text{ MPa}$ $f_{eL} = 500 \text{ MPa}$ $f_{eT} = 500 \text{ MPa}$
- Densité du béton : 2.499 T/m³
- Poteau encasturé-libre
- Application des combinaisons supérieure à 24 h
- Date d'application des charges : autre cas suivant BAEL 91
- CF 0 H Fissuration non préjudiciable
- Enrobages = 0.020 m
- Dispositions au séisme suivant les PS92. Poteau principal.



2.52.2. Géométrie

- Hauteur sous dalle 3 m
- Libre en tête



2.52.3. Charges

Type de charge	Nz	Mx	My	Tx	Ty
Permanente	20.00	0.00	1.30	3.00	0.00
Poids propre	0.94	/	/	/	/

2.52.4. Résultats comparatifs

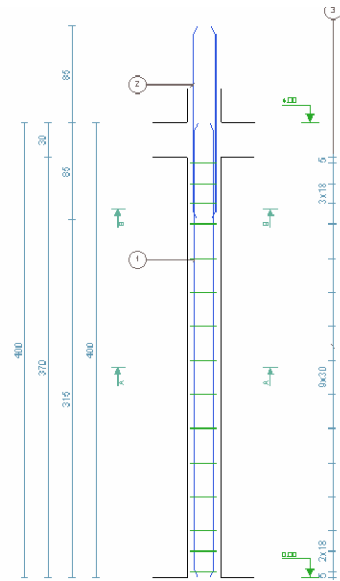
Résultats v11.1H SP4	Résultats v12.1C	Résultats v2009
Elancement $\lambda_x=41.57$ $\lambda_y=83.14$ Nmax=28.625T Mymax=13.905Tm Amin=12.5 A=32 Amax=62.5 Ax=27 Ay=5 Aciers réels Al:4HA32+4HA25 At:44HA8 E1y = 0.06 E2y = 0.173 m E1x = 1.476 E2x = 0.086 m Hauteur utile X=0.46 Y=0.209 Φ moy=14.5 Ratio 425.9 Prix 526.3€	Elancement $\lambda_x=41.57$ $\lambda_y=83.14$ Nmax=28.625T Mymax=13.905Tm Amin=12.5 A=32 Amax=62.5 Ax=27 Ay=5 Aciers réels Al:4HA32+4HA25 At:44HA12 E1y = 0.06 E2y = 0.173 m E1x = 1.476 E2x = 0.086 m Hauteur utile X=0.456 Y=0.206 Φ moy=16.3 Ratio 579.1 Prix 622.6€	Elancement $\lambda_x=41.57$ $\lambda_y=83.14$ Nmax=28.3T Mymax=13.905Tm Amin=12.5 A=32 Amax=62.5 Ax=27 Ay=5 Aciers réels Al:4HA32+4HA25 At:44HA12 E1y = 0.06 E2y = 0.173 m E1x = 1.476 E2x = 0.086 m Hauteur utile X=0.452 Y=0.202 Φ moy=16.3 Ratio 578.8 Prix 622.6€

	v11.1H SP4	v2009	Ecart
Aciers longitudinaux nécessaires	32	32	0.00%
Aciers mis en place	51.80	51.80	0.00%
	4HA32 + 4HA25	4HA32 + 4HA25	
Aciers transversaux	HA 8	HA 12	
	44 cadres + 88 épingles	44 cadres + 88 épingles	

2.53. Test n°03-0188SSLG EC2 : Poteau carré - Méthode simplifiée

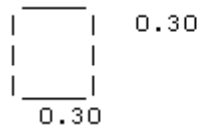
2.53.1. Hypothèses générales

- Unités:
 - Longueur : Mètre
 - Force : TonneForce
 - Moment : T*m
 - Contraintes : MegaPa. (N/mm²)
- Calculs selon les EUROCODES (Europe)
- Aciers longitudinaux : Méthode simplifiée
- Aciers transversaux : Méthode Standard (4.3.2.4.3)
- $F_{ck} = 30.00$ MPa $F_{yk} = 500.00$ MPa
- Densité du béton : 2.499 T /m³
- Charge prolongée ou cyclique
- CF 0 H Environnement sec
- Enrobages = 0.035 m

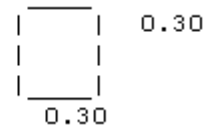


2.53.2. Géométrie

- Hauteur sous dalle 3.70 m
- Hauteur 0.30 m
- Hauteur poutre (à gauche et à droite du poteau) 0.30 m



FORME CARREE



2.53.3. Charges

Type de charge	Nz	Mx	My	Tx	Ty
Permanente	120.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Poids propre	0.90	/	/	/	/
Exploitation 1	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2.53.4. Résultats comparatifs

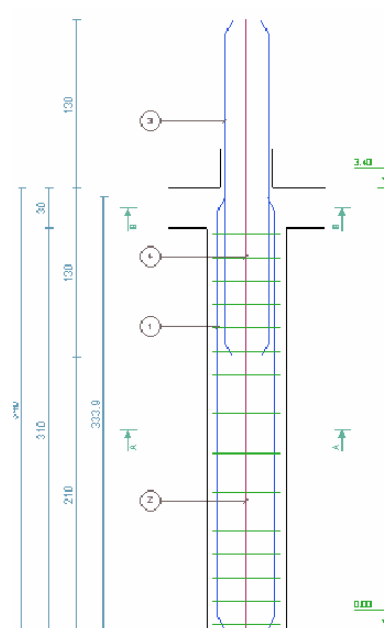
Résultats v11.1H SP4	Résultats v12.1C	Résultats v2009
Elancement $\lambda_x=32.66$ $\lambda_y=32.66$ Nu = 193.2 T Amin=6.5 A=16.7 Amax=72 TxR du béton seul : VRd1= 29.5 T TxL: VRd2= 37.0 T TxR: VRd3= 32.8 T TyR du béton seul : VRd1= 29.5 T TyL: VRd2= 37.0 T TyR: VRd3= 32.8 T Aciers réels Al:4HA25 At:15HA8 Hauteur utile sur X = Y = 0.245 m Φ moy=19.8 Ratio 283 Prix 408.8€	Elancement $\lambda_x=32.66$ $\lambda_y=32.66$ Nu = 193.2 T Amin=6.5 A=16.7 Amax=72 TxR du béton seul : VRd1= 29.5 T TxL: VRd2= 37.0 T TxR: VRd3= 32.8 T TyR du béton seul : VRd1= 29.5 T TyL: VRd2= 37.0 T TyR: VRd3= 32.8 T Aciers réels Al:4HA25 At:15HA8 Hauteur utile sur X = Y = 0.245 m Φ moy=19.8 Ratio 283 Prix 408.8€	Elancement $\lambda_x=32.66$ $\lambda_y=32.66$ Nu = 193.2 T Amin=6.54 A=16.7 Amax=72 TxR du béton seul : VRd1= 29.4T TxL: VRd2= 36.70T TxR: VRd3= 34.70T TyR du béton seul : VRd1= 29.4T TyL: VRd2= 36.70T TyR: VRd3= 34.70T Aciers réels Al:4HA25 At:15HA10 Hauteur utile sur X = Y = 0.242 m Φ moy=19.74 Ratio 269.36 Prix 400.86€

	v11.1F SP4	v2009	Ecart
Aciers longitudinaux nécessaires	16.7	16.7	0.00%
Aciers mis en place	19.63	19.63	0.00%
	4HA25	4HA25	
Aciers transversaux	HA 8	HA 10	
	15 cadres	15 cadres	

2.54. Test n°03-0189SSLLG EC2: Poteau rectangulaire -Méthode de la colonne modèle

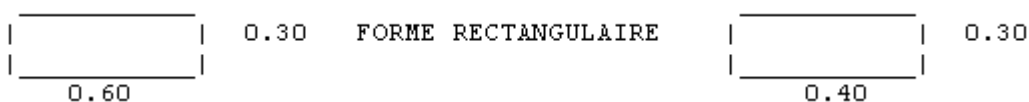
2.54.1. Hypothèses générales

- Unités:
 - Longueur : Mètre
 - Force : TonneForce
 - Moment : T*m
 - Contraintes : MegaPa. (N/mm²)
- Calculs selon les EUROCODES (Europe)
- Aciers longitudinaux : Méthode de la colonne modèle
- Aciers transversaux : Méthode Standard (4.3.2.4.3)
- $F_{ck} = 20.00$ MPa $F_{yk} = 500.00$ MPa
- Densité du béton : 2.499 T /m³
- Charge prolongée ou cyclique
- 2 H Environnement sec
- Enrobages = 0.040 m



2.54.2. Géométrie

- Poteau bi-articulé
- Hauteur sous dalle 3.10 m
- Hauteur 0.30 m
- Hauteur poutre (à gauche et à droite du poteau) 0.30 m



2.54.3. Charges

Type de charge	Nz	Mx	My	Tx	Ty
Permanente	50.00	6.00	6.00	3.00	3.00
Exploitation 1	20.00	2.00	2.00	1.00	1.00
Vent 1	-10.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00

2.54.4. Résultats comparatifs

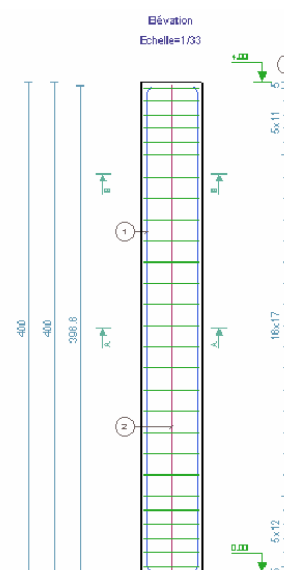
Résultats v11.1H SP4	Résultats v12.1C	Résultats v2009
<p>Elancement $\lambda_x=19.63$ $\lambda_y=39.26$ Nu = 97.5 T pour 1.35 G+ 1.50 Q1 Nu= 86 T pour 1.35G+1.50Q1+0.77*1.50W1 Amin=5.4 A=43.31 Amax=144 Tx de calcul : VSd= 5.6 T TxR du béton seul : VRd1= 21 T TxL: VRd2= 58.8 T TxR: VRd3= 32.1 T Ty de calcul : VSd= 5.6 T TyR du béton seul : VRd1= 22.1T TyL: VRd2= 51.5 T TyR: VRd3= 29.4 T Température moyenne du béton 475.00 °C Coefficient d'affaiblissement du béton 0.65 Température maximale des aciers 566.00 °C Coefficient d'affaiblissement des aciers 0.44 Effort normal critique 280.2 > 70.0 Aciers réels Al:4HA40+2HA32 At:15HA10 Hauteur utile sur X = 0.534 m Hauteur utile sur Y = 0.234 m Φ moy=28.2 Ratio 589 Prix 883€</p>	<p>Elancement $\lambda_x=19.63$ $\lambda_y=39.26$ Nu = 97.5 T pour 1.35 G+ 1.50 Q1 Nu= 86 T pour 1.35G+1.50Q1+0.77*1.50W1 Amin=5.4 A=43.31 Amax=144 Tx de calcul : VSd= 5.6 T TxR du béton seul : VRd1= 21 T TxL: VRd2= 59 T TxR: VRd3= 28.2 T Ty de calcul : VSd= 5.6 T TyR du béton seul : VRd1= 22.2T TyL: VRd2= 52 T TyR: VRd3= 26.9 T Température moyenne du béton 475.00 °C Coefficient d'affaiblissement du béton 0.65 Température maximale des aciers 577.80 °C Coefficient d'affaiblissement des aciers 0.42 Effort normal critique 275.4 > 70.0 Aciers réels Al:4HA40+2HA32 At:15HA8 Hauteur utile sur X = 0.536 m Hauteur utile sur Y = 0.236 m Φ moy=28.1 Ratio 575.9 Prix 870.7€</p>	<p>Elancement $\lambda_x=19.63$ $\lambda_y=39.26$ Nu = 97.5 T pour 1.35 G+ 1.50 Q1 Nu= 86 T pour 1.35G+1.50Q1+0.77*1.50W1 Amin=5.4 A=43.31 Amax=144 Tx de calcul : VSd= 5.6 T TxR du béton seul : VRd1= 20.9 T TxL: VRd2= 58.1 T TxR: VRd3= 39.3 T Ty de calcul : VSd= 5.6 T TyR du béton seul : VRd1= 21.9T TyL: VRd2= 50.2 T TyR: VRd3= 33.7 T Température moyenne du béton 475.00 °C Coefficient d'affaiblissement du béton 0.65 Température maximale des aciers 554.20 °C Coefficient d'affaiblissement des aciers 0.46 Effort normal critique 285.1> 70.0 Aciers réels Al:4HA40+2HA32 At:15HA12 Hauteur utile sur X = 0.528 m Hauteur utile sur Y = 0.228 m Φ moy=27.3 Ratio 512.30 Prix 811.16€</p>

	v11.1H SP4	v2009	Ecart
Aciers longitudinaux nécessaires	43.3	48.13	11.15%
Aciers mis en place	66.35	66.35	0.00%
	4HA40 + 2HA32	4HA40 + 2HA32	
Aciers transversaux	HA 10	HA 12	
	15 cadres + 15 épingles	15 cadres + 15 épingles	

2.55. Test n°03-0190SSLG EC2 : Poteau rectangulaire - Méthode de la colonne modèle

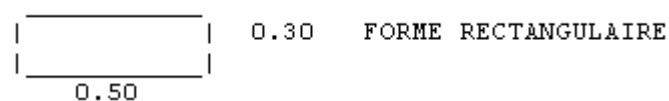
2.55.1. Hypothèses générales

- Unités:
 - Longueur : Mètre
 - Force : TonneForce
 - Moment : T*m
 - Contraintes : MegaPa. (N/mm²)
- Calculs selon les EUROCODES (Europe)
- Aciers longitudinaux : Méthode de la colonne modèle
- Aciers transversaux : Méthode Standard (4.3.2.4.3)
- Fck = 25 MPa Fyk = 500 MPa
- Densité du béton : 2.499 T /m3
- Charge prolongée ou cyclique
- CF 0 H Environnement sec
- Enrobages = 0.020 m



2.55.2. Géométrie

- Poteau MAT
- Hauteur sous dalle 4 m



2.55.3. Charges

Type de charge	Nz	Mx	My	Tx	Ty
Permanente	20.00	1.00	2.00	1.00	2.00
Poids propre	1.50	/	/	/	/

2.55.4. Résultats comparatifs

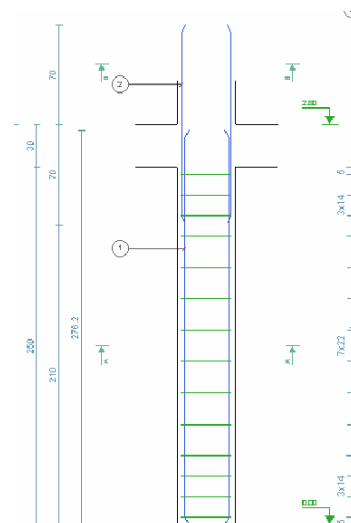
Résultats v11.1H SP4	Résultats v2009
Elancement $\lambda_x=55.43$ $\lambda_y=92.38$ Nu = 29 T pour 1.35 G Amin=4.5 A=12.03 Amax=60 Tx de calcul : VSd= 1.4 T TxR du béton seul : VRd1= 11.3 T TxL: VRd2= 61.5 T TxR: VRd3= 17.4 T Ty de calcul : VSd= 2.7 T TyR du béton seul : VRd1= 12.4T TyL: VRd2= 58.5 T TyR: VRd3= 17.6 T E1x = 0.093 E1y = 0.047 m E2x = 0.066 E2y = 0.116 m Aciers réels Al:4HA20+2HA16 At:27HA6 Hauteur utile sur X = 0.466 m Hauteur utile sur Y = 0.266 m $\phi_{moy}=11.5$ Ratio 106 Prix 482.3€	Elancement $\lambda_x=55.43$ $\lambda_y=92.38$ Nu = 29 T pour 1.35 G Amin=4.5 A=13.13 Amax=60 Tx de calcul : VSd= 1.4 T TxR du béton seul : VRd1= 11.3 T TxL: VRd2= 60.9T TxR: VRd3= 22.0T Ty de calcul : VSd= 2.7 T TyR du béton seul : VRd1= 12.3T TyL: VRd2= 57.6T TyR: VRd3= 21.4T E1x = 0.093 E1y = 0.047 m E2x = 0.067 E2y = 0.118 m Aciers réels Al:4HA20+2HA16 At:27HA8 Hauteur utile sur X = 0.462 m Hauteur utile sur Y = 0.262 m $\phi_{moy}=12.3$ Ratio 122.04 Prix 498.43€

	v11.1H SP4	v2009	Ecart
Aciers longitudinaux nécessaires	12	13.13	0.00%
Aciers mis en place	16.59	16.59	0.00%
	4HA20 + 2HA16	4HA20 + 2HA16	
Aciers transversaux	HA 6	HA 8	
	27 cadres + 27 épingles	27 cadres + 27 épingles	

2.56. Test n°03-0191SSLLG EC2: Poteau - Méthode des poteaux faiblement élancés

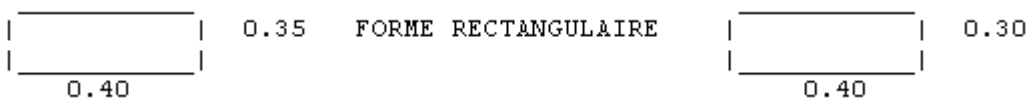
2.56.1. Hypothèses générales

- Unités:
 - Longueur : Mètre
 - Force : TonneForce
 - Moment : T*m
 - Contraintes : MegaPa. (N/mm²)
- Calculs selon les EUROCODES (Europe)
- Aciers longitudinaux : Méthode des poteaux faiblement élancés
- Aciers transversaux : Méthode Standard (4.3.2.4.3)
- $F_{ck} = 25.00$ MPa $F_{yk} = 500.00$ MPa
- Densité du béton : 2.499 T/m³
- Charge prolongée ou cyclique
- CF 0 H Environnement sec
- Enrobages = 0.020 m



2.56.2. Géométrie

- Hauteur sous dalle 2.50 m
- Hauteur pot sup 0.30 m
- Hauteur poutre (à gauche et à droite du poteau) 0.30 m



2.56.3. Charges

Type de charge	Nz	Mx	My	Tx	Ty
Permanente	100.00	9.00	12.00	12.00	9.00
Poids propre	0.98	/	/	/	/
Exploitation 1	40.00	7.00	5.00	5.00	3.00

2.56.4. Résultats comparatifs

Résultats v11.1H SP4	Résultats v2009
Elancement $\lambda_x=24.25$ $\lambda_y=13.86$ Nu = 196.3 T pour 1.35 G+ 1.5Q1 Amin=6.6 A=11.4 Amax=112 Tx de calcul : VSd= 23.7 T TxR du béton seul : VRd1= 30.8 T TxL: VRd2= 55.7 T TxR: VRd3= 37.5 T Ty de calcul : VSd= 16.7 T TyR du béton seul : VRd1= 31T TyL: VRd2= 54.9 T TyR: VRd3= 36.7 T Aciers réels Al:4HA20 At:14HA8 Hauteur utile sur X = 0.362 m Hauteur utile sur Y = 0.312 m Φ moy=14.6 Ratio 140.9 Prix 302.6€	Elancement $\lambda_x=24.25$ $\lambda_y=13.86$ Nu = 196.3 T pour 1.35 G+ 1.5Q1 Amin=6.6 A=11.4 Amax=112 Tx de calcul : VSd= 23.7 T TxR du béton seul : VRd1= 30.8 T TxL: VRd2= 55.7 T TxR: VRd3= 37.8T Ty de calcul : VSd= 16.7 T TyR du béton seul : VRd1= 31T TyL: VRd2= 54.9 T TyR: VRd3= 36.8 T Aciers réels Al:4HA20 At:14HA 8 Hauteur utile sur X = 0.362 m Hauteur utile sur Y = 0.312 m Φ moy= 14.3 Ratio ` Prix 296.01€

	v11.1H SP4	v2009	Ecart
Aciers longitudinaux nécessaires	11.4	11.4	0.00%
Aciers mis en place	12.57	12.57	0.00%
	4HA20	4HA20	
Aciers transversaux	HA 8	HA 8	
	14 cadres	14 cadres	

2.57. Test n°03-0197SSLLB B91: Calcul de flèches par intégration de la courbure**2.57.1. Hypothèses**

- Poutre iso 20*50
- Enrobage 2.5cm
- Chargement G = 1 T/ml , Q = 1 T/ml , pp = 0.25 T/ml
- Portée 6m
- Acier sup. A' = 1.51 cm² (3HA8)
- Acier inf. A = 9.24 cm² (6HA14)
- Fc28 = 25 Mpa
- Module instantané du Béton : E = 32164 Mpa
- Module différé du Béton : E = 10818 Mpa
- Coeff. d'équivalence:
- Instantané n=6.22
- Différé n=18.49
- D = 50-2.5-1.4 = 46.1 cm
- D' = 2.5+0.8/2=2.9 cm

2.57.2. Calcul de la flèche en section non fissurée**Flèche différée due à l'ensemble des charges permanentes: fgv**

Hauteur du centre de gravité de la section non fissurée:

$$v = \frac{\frac{b_0 h^2}{2} + n(Ad + A'd')}{b_0 h + n(A + A')} = \frac{\frac{20 * 50^2}{2} + 18.49(46.1 * 9.24 + 2.9 * 1.51)}{20 * 50 + 18.49(9.24 + 1.51)} = 27.49 \text{ cm}$$

Inertie de la section non fissurée :

$$I = \frac{bv^3}{3} + \frac{b_0(h-v)^3}{3} + nA(d-v)^2 + nA'(v-d')^2 =$$

$$\frac{20 * 50^3}{3} + \frac{20(50 - 27.49)^3}{3} + 18.49 * 9.24(46.1 - 27.49)^2 + 18.49 * 1.51(27.49 - 2.9)^2 = 290576 \text{ cm}^4$$

D'où fgv après avoir intégré la courbure deux fois:

$$fgv(x) = -\frac{n}{Es.I} \left(\frac{Gx^4}{24} - \frac{Gl x^3}{12} + \frac{Gl^3 x}{24} \right)$$

fgv max pour x=l/2

$$fgv(x) = -\frac{5.n.G.l^4}{384.Es.I} = -\frac{5 * 18.49 * 1.25 * 9.81 * 1000 * 6^4}{384.200000.10^6.290576.10^{-8}} = 0.658 \text{ cm}$$

Récapitulatif des différentes flèches

	Résultats	Arche	Ecart %
Fgv	-0.658	-0.670	1.82%
Fji	-0.271	-0.273	0.74%
Fpi	-0.487	-0.491	0.82%
fgi	-0.271	-0.273	0.74%
fnui	-0.603	-0.616	2.16%

2.57.3. Calcul de la flèche en section fissurée**Flèche différée due à l'ensemble des charges permanentes : fgv**

La position du centre de gravité de la section homogénéisée est solution de l'équation:

$$\frac{b_0 x^2}{2} + (nA' + nA)x - nA'd' - nAd = 0 \quad (ax^2 + bx + c)$$

avec a=10;b=198.77;c=-7956

x=19,97cm

L'inertie de la section homogénéisée vaut :

$$I = \frac{bx^3}{3} + nA(d-x)^2 + nA'(x-d')^2$$

$$= \frac{20 * 19.97^3}{3} + 18.49 * 9.24 * (46.1 - 19.97)^2 + 18.49 * 1.51(19.97 - 2.9)^2 = 177864 \text{cm}^4$$

on a

$$\frac{1}{r} = \frac{(\varepsilon_s + \varepsilon_b)}{d} = \frac{1}{d} \left(\frac{nxM(X)}{E_s I} + \frac{nM(X)(d-x)}{E_s I} - \frac{f_{tj}}{2E_s \rho_f} \right) = \frac{nM(X)}{E_s I} - \frac{f_{tj}}{2E_s \rho_f d}$$

avec $\rho_f = \frac{A}{b_0 d_1}$ et $d_1 = \max[0.3d; 2(h-d)]$

Après deux intégrations successives j'obtiens :

$$f_{gv}(x) = -\frac{n}{E_s I} \left(\frac{Gx^4}{24} - \frac{Glx^3}{12} + \frac{Gl^3 x}{24} \right) + \frac{f_{tj}}{4E_s \rho_f d} (lx - x^2)$$

f max pour x=l/2

$$f_{gv}(l/2) = -\frac{5nGl^4}{384E_s I} + \frac{f_{tj} l^2}{16E_s \rho_f d}$$

AN:

$d_1 = \max[0.3d; 2(h-d)] = 13.83 \text{cm}$

$$\rho_f = \frac{A}{b_0 d_1} = \frac{9.24}{20 * 13.83} = 0.0334$$

$$f_{gv}(l/2) = -\frac{5nGl^4}{384E_s I} + \frac{f_{tj} l^2}{16E_s \rho_f d}$$

$$= -\frac{5 * 18.49 * 1.25 * 1000 * 9.81 * 6^4}{384 * 200000.10^6 * 177864.10^{-8}} + \frac{2.1 * 10^6 * 6^2}{16 * 200000.10^6 * 0.0334 * 0.461} = 0.922 \text{cm}$$

Récapitulatif des différentes flèches

	Résultats	Arche	Ecart %
Fgv	-0.922	-0.968	4.99%
Fji	-0.666	-0.699	4.95%
Fpi	-1.321	-1.388	5.07%
fgi	-0.666	-0.699	4.95%
fnui	-0.911	-0.957	5.05%

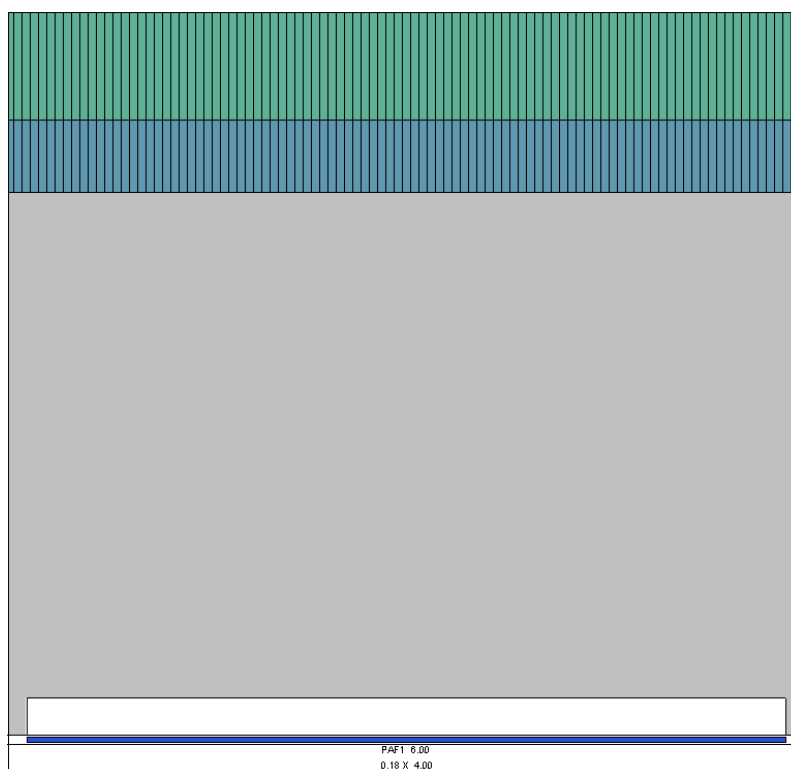
2.57.4. Calcul de la flèche par "détection auto"

Calcul du moment de fissuration :

$$\frac{M_f \times v}{I_0} = F_{tj} \Rightarrow M_f = \frac{F_{tj} * I_0}{v} = \frac{2.1 * 10^6 * 290576.10^{-8}}{0.2251} = 27108 \text{N.m} = 2.76 \text{Tm}$$

Le moment agissant est inférieur a M_f dans les intervalles [0;0.44] et [5.56;6] Il est donc normal que les résultats soient quasiment identiques entre l'option "détection auto" et "calcul en inertie fissurée"

2.58. **Test n°03-0202SSLLG B91: PV iso sous charge uniformément répartie**



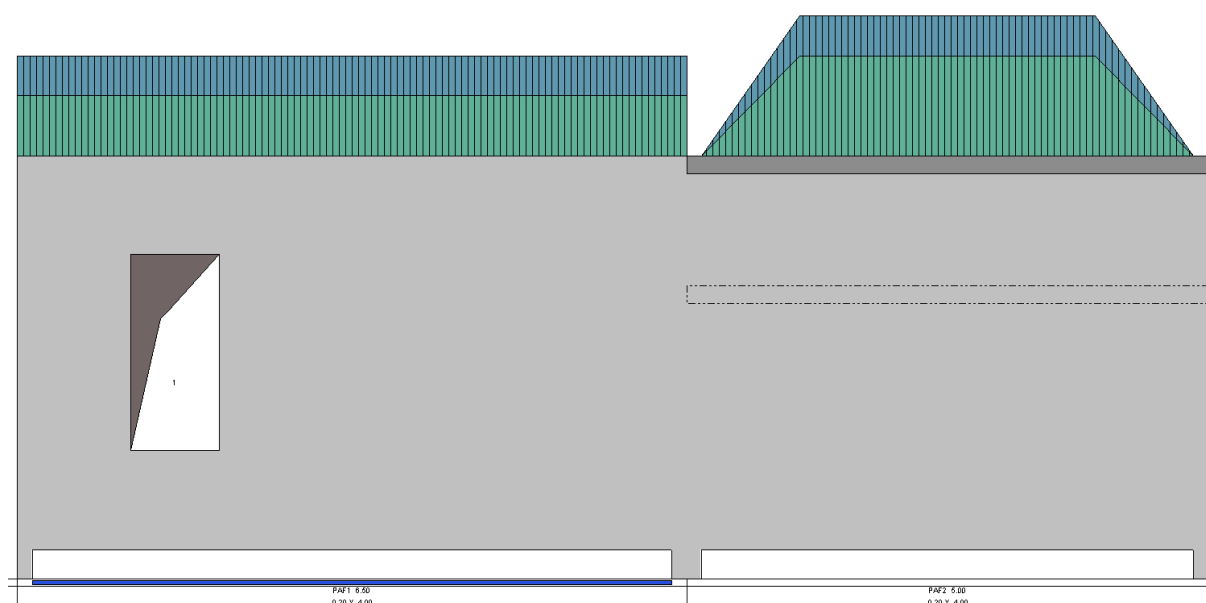
	Réf. v 12.1	Status
Note de calcul	03-0202ssllg_b91 Note de calcul v12.1.rtf	OK

Travée	Armatures principales inférieures					
	Théorique [cm ²]			Réal [cm ²]		
	v12.1H	v2009	Ecart	v12.1H	v2009	Ecart
1	22.86	22.86	0.00%	24.13	24.13	0.00%

S

Travée	Armatures verticales					
	Théorique [cm ²]			Réal [cm ²]		
	v12.1H	v2009	Ecart	v12.1H	v2009	Ecart
1	8.07	8.07	0.00%	12.72	12.72	0.00%

Travée	Armatures horizontales - Réseau inférieur					
	Théorique [cm ²]			Réal [cm ²]		
	v12.1H	v2009	Ecart	v12.1H	v2009	Ecart
1	11.64	11.64	0.00%	12.72	12.72	0.00%

2.59. Test n°03-0203SSLLG B91: PV continue avec trémie et plancher décalés

	Réf. v 12.1	Status
Note de calcul	03-0203ssllg_b91 Note de calcul v12.1.rtf	OK

REMARQUE

Différences dans le Ratio d'armature

Section d'armatures horizontales (réseau inférieur) insuffisante en travée

Le message d'erreur de la version V15.1 est justifié. La version 12.1 n'indiquait pas ce message d'erreur du fait d'un problème qui a été rectifié.

Aciers longitudinaux

Travée	Armatures principales inférieures					
	Théorique [cm ²]			Réal [cm ²]		
	v12.1H	v2009	Ecart	v12.1H	v2009	Ecart
1	22.91	22.91	0.00%	23.09	23.09	0.00%
2	21.87	21.87	0.00%	23.09	23.09	0.00%

Travée	Armatures sur appui gauche					
	Théorique [cm ²]			Réal [cm ²]		
	v12.1H	v2009	Ecart	v12.1H	v2009	Ecart
1	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%
2	29.87	29.87	0.00%	37.70	37.70	0.00%

Travée	Armatures sur appui droit					
	Théorique [cm ²]			Réal [cm ²]		
	v12.1H	v2009	Ecart	v12.1H	v2009	Ecart
1	29.87	29.87	0.00%	37.70	37.70	0.00%
2	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00	0.00%

Travée	Armatures verticales					
	Théorique [cm ²]			Réal [cm ²]		
	v12.1H	v2009	Ecart	v12.1H	v2009	Ecart
1	10.88	10.88	0.00%	12.72	12.72	0.00%
2	10.25	10.25	0.00%	12.72	12.72	0.00%

Travée	Armatures horizontales - Réseau inférieur					
	Théorique [cm ²]			Réal [cm ²]		
	v12.1H	v2009	Ecart	v12.1H	v2009	Ecart
1	13.53	13.53	0.00%	12.72	12.72	0.00%
2	12.25	12.25	0.00%	12.72	12.72	0.00%

Travée	Tirant					
	Théorique [cm ²]			Réal [cm ²]		
	v12.1H	v2009	Ecart	v12.1H	v2009	Ecart
1	23.28	23.28	0.00%	29.45	29.45	0.00%

Travée	Armatures verticales					
	Réal [cm ²]					
	v12.1H		v2009		Ecart	
1	7.04		7.04		0.00%	

Travée	Armatures horizontales réparties								
	Théorique [cm ²]			Réal Sup.[cm ²]			Réal Inf.[cm ²]		
	v12.1H	v2009	Ecart	v12.1H	v2009	Ecart	v12.1H	v2009	Ecart
1	142.53	142.53	0.00%	193.02	193.02	0.00%	193.02	193.02	0.00%

CANADA

CivilDesign Inc

183, St. Charles St. W.
Suite 300
Longueuil (Québec) Canada
J4H 1C8

Tel. (450) 674-0657
Fax (450) 674-0665
Hotline (450) 674-0657 (VisualDesign)
Tool free 1-800-724-5678
Web <http://www.civild.com/>
Email sales@civild.com

Canada

GRAITEC Inc.

183, St. Charles St. W.
Suite 300
Longueuil (Québec) Canada
J4H1C8

Tel. (450) 674-0657
Fax (450) 674-0665
Hotline (450) 674-0657
Tool free 1-800-724-5678
Web <http://www.graitec.com/CaFr/>
Email info.canada@graitec.com

USA

GRAITEC Inc.

221 West Exchange Ave.
suite 202
Dallas / Fort Worth, TX
76164-8189

Tel. 1-800-724-5678 ext 300
Tool free 1-800-724-5678 ext 240
Web <http://www.graitec.com/En/>
Email info.usa@graitec.com

Czech Republic and Slovakia

AB Studio spol. s r.o.

Jeremenkova 90a 140 00 PRAHA 4

Tel. +420/244 016 055
Fax +420/244 016 088
Hotline +420/244 016 050
Web <http://www.abstudio.cz/>
Email abstudio@abstudio.cz

France

GRAITEC France Sarl

17 Burospace
91573 Bièvres Cedex

Tel. 33 (0)1 69 85 56 22
Fax 33 (0)1 69 85 33 70
Web <http://www.graitec.com/Fr/>
Email info.france@graitec.com

Germany, Switzerland, Austria

GRAITEC GmbH

Centroallee 263a
D-46047 Oberhausen Germany

Tel. +49-(0) 208 / 62188-0
Fax +49-(0) 208 / 62188-29
Web <http://www.graitec.com/Ge/>
Email info.germany@graitec.com

Romania

GRAITEC Roumanie SRL

Str. Samuil Vulcan, Nr. 10 Sector 5
București, Romania

Tel. +40 (21) 410.01.19
Fax +40 (21) 410.01.24
Mobile 0729 002 107
Web <http://www.graitec.com/Ro/>
Email info.romania@graitec.com

UNITED KINGDOM

Adris Limited

Riverside House, Brunel Road
Totton, Southampton, Hampshire
SO40 3WX England

Tel. +44 023 8086 8947
Fax +44 023 8086 1618
Hotline +44 023 8086 9995
Web <http://www.adris.co.uk/>
Email sales@adris.co.uk