PRÉFET
DE LA RÉGION
D'ÎLE-DE-FRANCE
Liberté
Égalité
Fraternité

PCM
GÉNIE CIVIL & OUVRAGES D'ART

Passerelle du Pavillon des Friches
RN104



Etude de capacité portante

Etablie par : H. PALITAH

Affaire n° : 22 / ACO / 200

Indice	Date	Modification(s)
0	21/12/2022	Création du document

PCM GENIE CIVIL & OUVRAGES D'ART - 9 Avenue Foch - 59000 LILLE –
Tél : 03 28 55 98 48 - email : gcoa@p***cm-ingenierie***.fr

PCM Ingénierie, le partenaire au service de vos projets

Sommaire

I Présentation de l'opération 4
II Présentation de la zone d'étude 4
II.1 Localisation 4
II.2 Description de la passerelle 5
III Aménagements par le MOA 6
IV Hypothèses de calcul 8
IV.1 Documents de référence 8
IV.2 Textes réglementaires 8
IV.3 Matériaux 8
IV.3.1 Béton 8
IV.3.2 Acier de béton armé 9
IV.3.3 Acier de charpente 9
IV.4 Chargements étudiés 9
IV.4.1 Poids propre béton 9
IV.4.2 Poids propre charpente 9
IV.4.3 Poids propre terre végétale (existant) 9
IV.4.4 Poids propre terre allégée (futur) 9
IV.4.5 Poids GNT (existant et futur) 9
IV.4.6 Etanchéité ep.3cm 9
IV.4.7 Poids des arbres (futur) 9
IV.4.8 Poids des arbres (futur) 10
IV.4.9 Poids des écrans bois 10
IV.4.10 Charge de vent 10
IV.4.11 Charge piétonne 11
IV.4.12 Charge d'un véhicule 11
V Modélisation 11
VI Verification de la capacité portante 11
VI.1 Vérification de la dalle (encorbellement) 11
VI.2 Vérification de la charpente métallique 12
VI.3 Vérification au droit des appuis 13
VII Conclusion 13
ANNEXE 1 : MODELISATION DE LA DALLE EXISTANTE 14
ANNEXE 2 : MODELISATION DE LA DALLE SUIVANT LES AMENAGEMENTS MOA 15
ANNEXE 3 : MODELISATION DE LA CHARPENTE METALLIQUE (EXISTANT + FUTUR) 16

ANNEXE 4 : JUSTIFICATION DE L'ENTRETOISE DE LA CHARPENTE METALLIQUE 17

I PRESENTATION DE L'OPERATION

La RN 104 a été aménagée par tranches successives au cours des années 1980. En 1990, un ouvrage supplémentaire était réalisé au niveau du pavillon des Friches pour rétablir le chemin historique de la Route Royale qui traverse la forêt de Notre-Dame. Ce passage avait également été aménagé pour une utilisation par la faune.

L'opération que la DiRIF souhaite lancer prochainement concerne le réaménagement de la passerelle de la route Royale avec la mise en œuvre d'écrans bois d'occultation, sur ouvrage d'art, et la réalisation de plantation de végétaux. L'ouvrage faune du chemin dit de la « Route Royale » permet de franchir la route nationale 104, au niveau de la forêt de Notre-Dame et est situé aux abords du Pavillon des Friches.

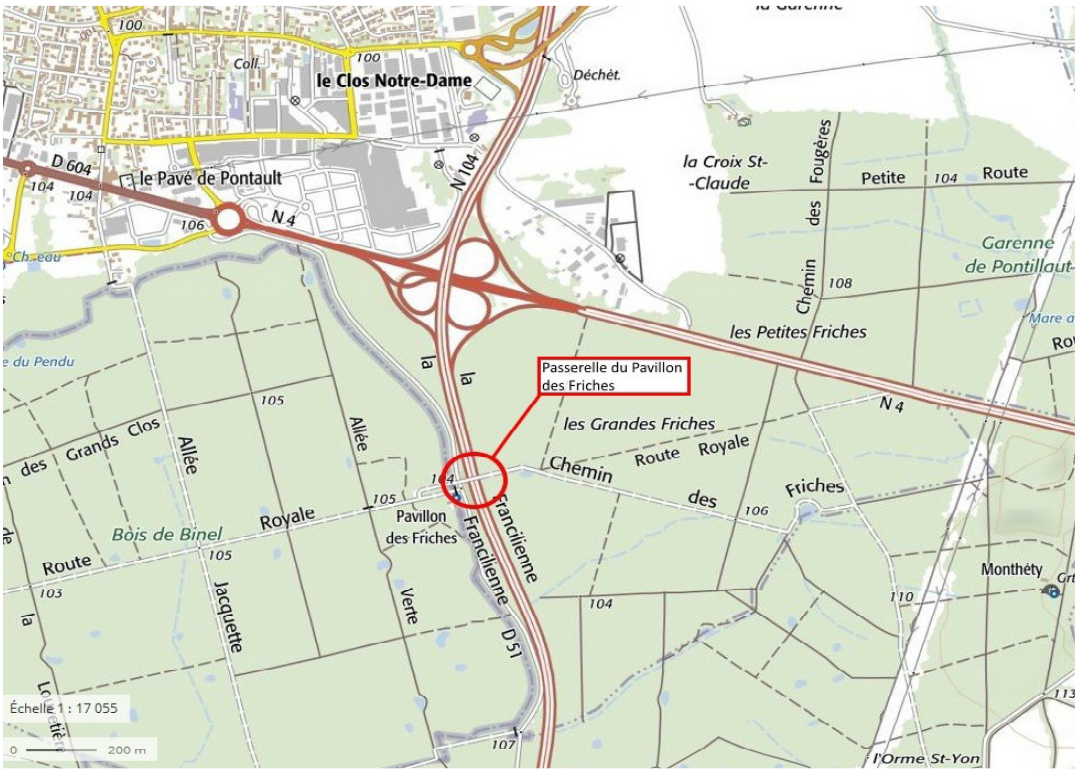
L'ouvrage est situé au PR 7+500 de la RN 104 dans le département de la Seine et Marne (77).

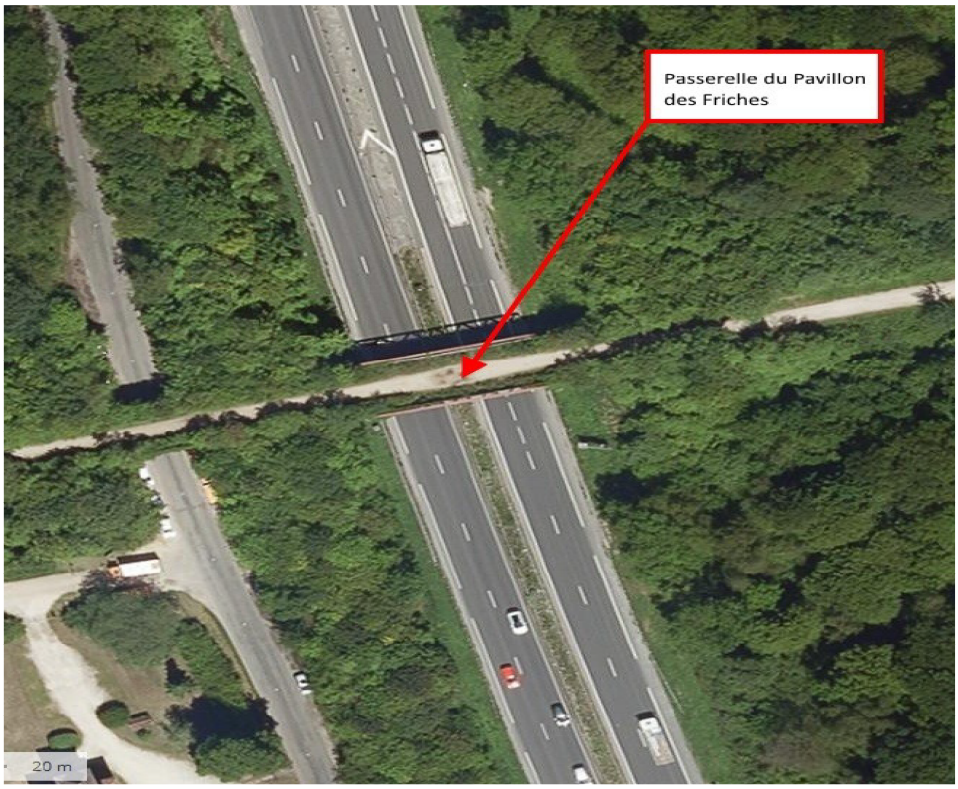
Le présent document a pour objet d'étudier la capacité portante de la passerelle suivant les aménagements prévus par le MOA, notamment l'apport de terre végétale :

- de 30 tonnes soit 24m3 correspondant à l'apport de terre végétale sur les plates-bandes
- de 7 à 8 tonnes correspondant uniquement au renforcement de la haie dans les trouées (dans le cas où la structure n'est pas vérifiée suivant la première option)

II PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

II.1 Localisation





II.2 Description de la passerelle

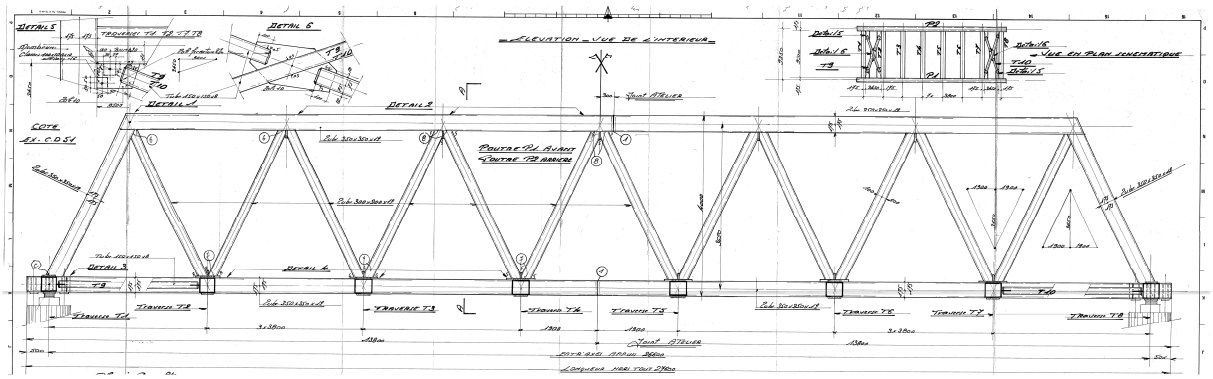
L'ouvrage est un pont métallique à treillis de type « Warren » avec une dalle béton de 20cm d'épaisseur moyenne.

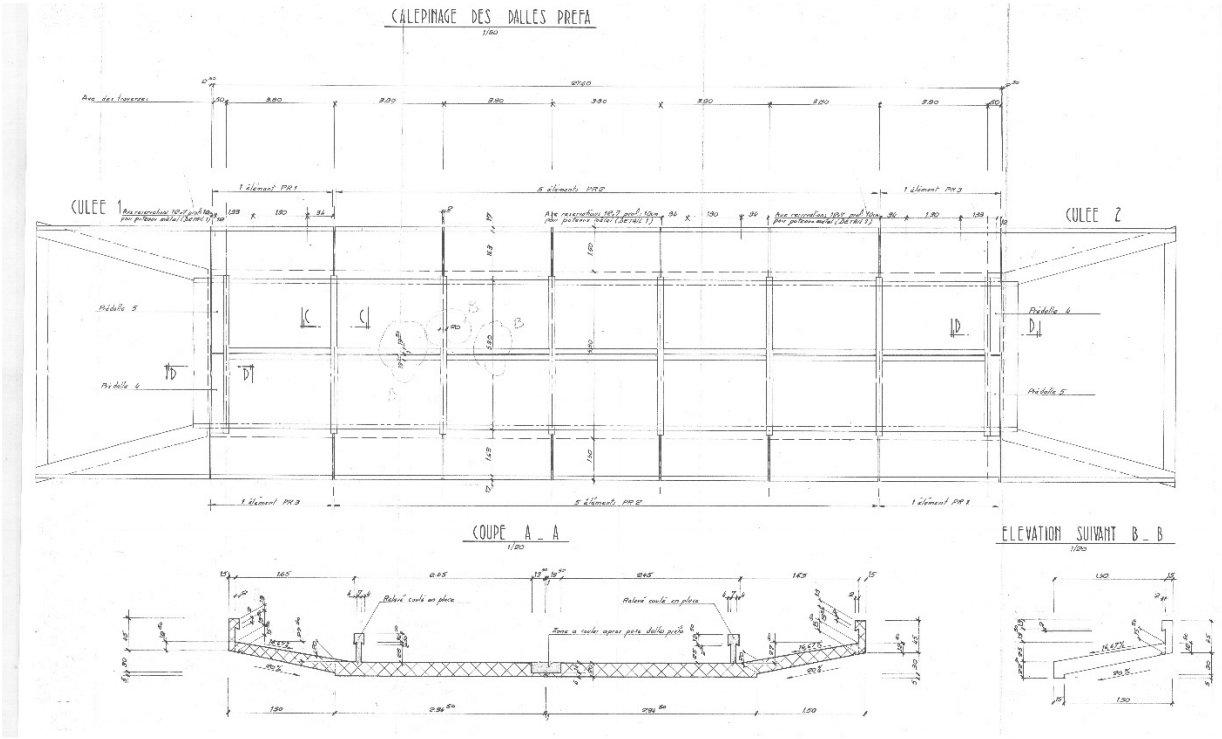
La largeur droite du cheminement piéton/véhicule de la passerelle est de 4.90m.

La longueur de l'ouvrage, entre les appuis, est de 26.60m.

La largeur entre appuis de la charpente est de 9.85m.

En absence des archives les fondations sont inconnues.



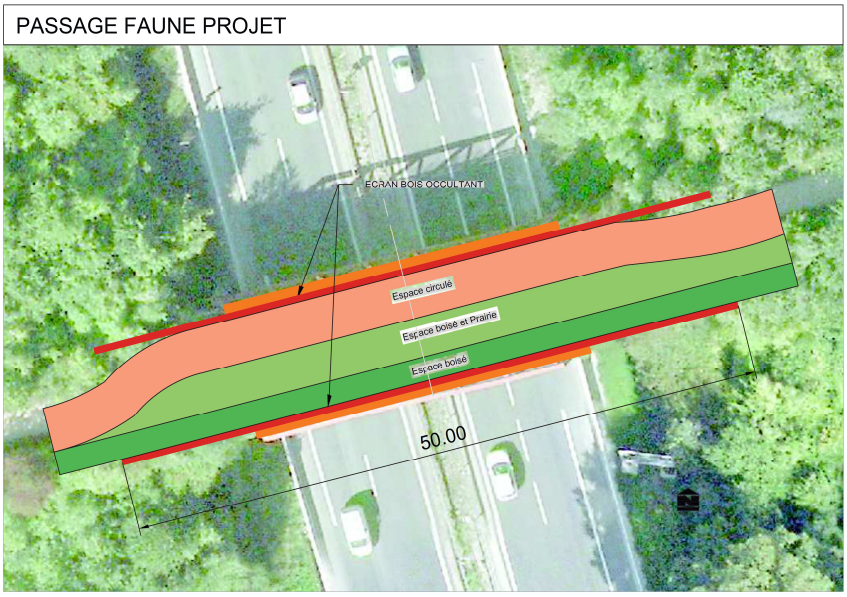


NOTA :

Pour cette étude, le MOA dispose de très peu d'archives.

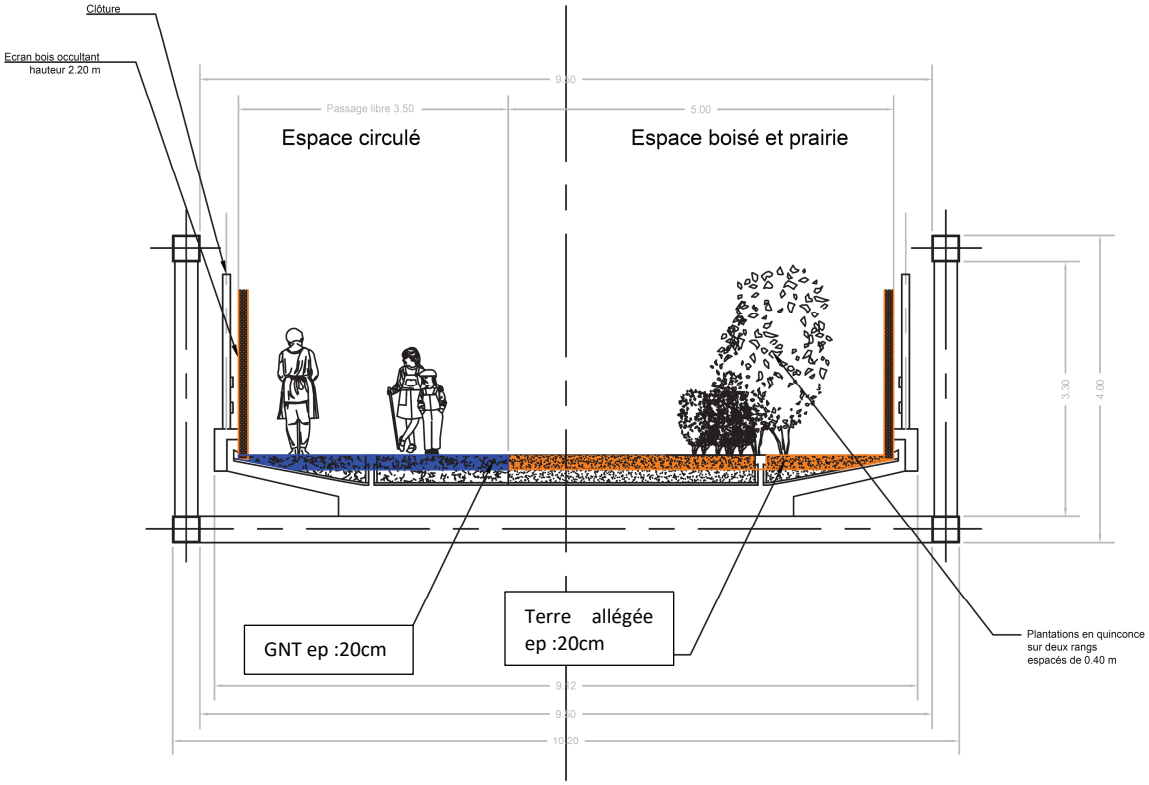
Absence des notes de calculs, de plusieurs plans d'EXE et d'une inspection détaillée.

III AMENAGEMENTS PAR LE MOA



Vue en plan

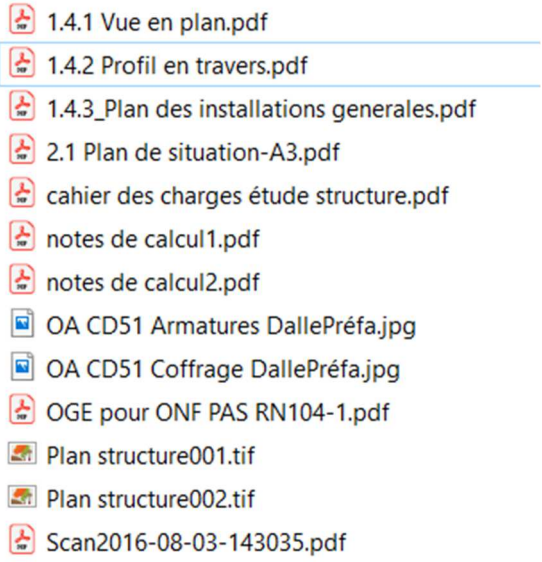
PASSAGE FAUNE PROJET



Coupe type transversale

IV HYPOTHESES DE CALCUL

IV.1 Documents de référence



IV.2 Textes réglementaires

- Le fascicule 61 titre 2,
- Les règles BAEL 91 modifié 99,
- Guides, documents techniques
  - ≪ Les écrans acoustiques guide de conception et de réalisation ≫, CERTU, 2007,
  - Guide du Cerema sur la Conception et Calcul du Génie Civil des écrans de protection phonique routiers

IV.3 Matériaux

IV.3.1 Béton

On considèrera donc un béton de classe de C30/37 pour les calculs de vérification.

- Résistance moyenne à la compression : fck = 30 MPa,
- Résistance moyenne à la traction : fctm = 2.9 MPa,
- Module sécant d'élasticité à court terme :

$$E_{cm} = 22000[(f_{ck} + 8)/10]^{0.3} = 32836MPa$$

- Masse volumique du béton : 2500 kg/m3,

IV.3.2 Acier de béton armé

En absence des données, on considèrera :

- Limite d'élasticité σe = 500 MPa
- Module d'Young : E = 200 GPa

IV.3.3 Acier de charpente

Pour l'ensemble des profilés : TSE.295.4, soit une nuance de 295 MPa suivant les plans d'archives.

IV.4 Chargements étudiés

IV.4.1 Poids propre béton

Dalle : poids généré par le logiciel avec un poids volumique de 2.5 t/m3

Corniche préfabriquée : 0.3 t/ml

Grillage : 0.05t/ml

Relevée béton (bordure) : 0.1 t/ml

Longrine d'extrémité : 0.13 t/ml

IV.4.2 Poids propre charpente

Poids volumique de l'acier : 7.85 t/m3 (généré par le logiciel)

IV.4.3 Poids propre terre végétale (existant)

Poids volumique : 2t/m3 (suivant la note d'hypothèses – archives)

IV.4.4 Poids propre terre allégée (futur)

Poids volumique : 1.25t/m3

IV.4.5 Poids GNT (existant et futur)

Poids volumique : 2t/m3 (suivant la note d'hypothèses – archives)

IV.4.6 Etanchéité ep.3cm

Poids volumique : 2.4 t/m3

IV.4.7 Poids des arbres (futur)

Une charge surfacique de 100 kg/m2 sur une largeur de 1m a été considérée.

IV.4.8 Poids des arbres (futur)

Une charge surfacique de 100 kg/m2 sur une largeur de 1m a été considérée.

IV.4.9 Poids des écrans bois

En absence des données, on considèrera un poids de 50kg/m2.

IV.4.10 Charge de vent

En absence des données, on considèrera :

Actions du vent selon EN 1991-1-4

Données			
Département	94 - Val-de-Marne		
Région climatique	**2**		Figure 4.3 (NA)
Durée du projet	Infini		
Catégorie de terrain	IIIa Campagne avec des haies; Vignobles, Bocage ; Habitat dispersé		
Longueur de l'écran	30	m	
Hauteur de l'écran	2,2	m	
Hauteur de référence Z_e	10	m	(maximum 200 m)
Vitesse de vent et pression dynamique			
Vitesse de référence du vent vb	**24,00**	m/s	§4.2 (2) … (4.1)
Vitesse de vent de référence de base vb,0	24	m/s	Clause 4.2 (1) P Note 2
Coefficient de saison C_{season}	1		Clause 4.2 (2) P Note 3
Coefficient de direction c_{dir}	1		Figure 4.4 (NA)
Coefficent de probabilité C_{pro}	1		… (4.2)
Paramètre de forme K	0,15		Clause 4.2 (2) P Note 5
Exposant n	0,5		Clause 4.2 (2)P Note 5
Coefficient d'orographie C0 (Z)	1	Cas 1	1 par défaut à définir § 4.3.3
Coefficient de rugosité du terrain Cr (Z)	**0,819**		… (4.4) NA
Facteur de terrain kr	0,21		… (4.5) NA
Longueur de rugosité Z_0	0,20		Tableau 4.1 (NA)
Longueur de rugosité II Z0, II	0,05		Tableau 4.1 (NA)
Hauteur minimale Z_{min}	5		Tableau 4.1 (NA)
Vitesse moyenne du vent vm (z)	**19,66**	m/s	§4.3.1(1)… (4.3)
Masse volumique de l'aire ρ	**1,225**	Kg/m^3	Clause 4.5 (1) Note 2
Intensité de turbulence Iv(Z)	**0,248**		§4.4 (1) … (4.7)
Coefficient de turbulence kl	0,97		… (4.20) NA
Coefficient d'exposition Ce(Z)	**1,835**		§4.5 (1) … (4.9)
Pression dynamique de référence qb	**352,80**	N/m^2	§4.5 (1) …(4.10)
Pression dynamique de pointe qb (Z)	**647,56**	N/m^2	§4.5 (1) …(4.8)

- Pression de vent zone C : 64.76x1.70 = 110daN/m² à l'ELS
- Pression de vent zone D : 64.76x1.20 = 78daN/ m² à l'ELS

Pression moyenne : 95 daN/m2

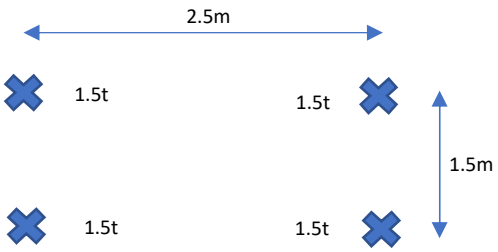
IV.4.11 Charge piétonne

Une charge surfacique de 450 kg/m2 a été considérée (suivant la note d'archives).

IV.4.12 Charge d'un véhicule

Un véhicule de 6T a été considéré (suivant la note d'archives).

La configuration utilisée pour la modélisation est :



V MODELISATION

La structure a été modélisée sous le logiciel aux éléments finis Effel et ROBOT.

Les détails de la modélisation se trouvent en annexes.

VI VERIFICATION DE LA CAPACITE PORTANTE

VI.1 Vérification de la dalle (encorbellement)

Armatures existantes (plan d'archives) : HA 14 espacement 20cm

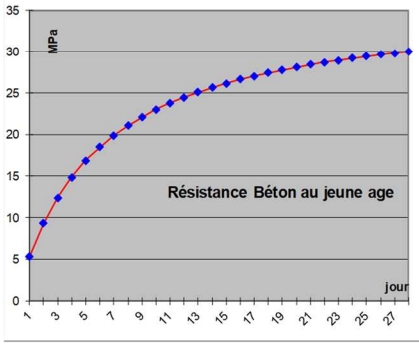
Moment à l'ELS : 3.9 tm/ml

Moment à l'ELU : 5.24 tm/ml

Nota : les valeurs extrêmes de la modélisation (sur un maillage de 25cm) ont été écrêtées

encorbellement hourdis — 21/12/2022

BETON	cas normal	ARMATURES	Type de Fissuration		section rectangulaire		+ d'acier !		ratio acier	78500	acier min kg/m³
B20	γb	Fe E 235	peu préjudiciable	Ω béton m²	0,2		Ω acier m²	0,00154	60,42	kg/m³	20000,00
B25	1,5	Fe E 400	préjudiciable	largeur b0 (m)			pourcentage d'Acier		0,91%	acier min	2,000000
B30	γs	Fe E 500	très préjudiciable	1,00			bras de levier	%Acier min	0,110%	Art.A-4,2	acier min cm²/m
B35	1,15	limite élastique fe (Mpa)	α_0 Pivot A		0,03		d'	nombre	diamètre	section	ancrage droit
B40	Θ	500	0,2593					5 HA 14		7,6969	0,54
B45	action>à 24h	Armatures HA	moment réduit $\mu_{0\,A}$	h_c ou y	Section Ascomprimé		bras de levier	0 HA 10		0	0,39
B50	1	Coef. Fissuration η	0,1874	0,024	7,7cm²		d	espace e	total (cm²)	7,6969	
B55	σ_{bc} ELS	1,6	α_0 Pivot B				0,170	0,20	poids (kg/m)	6,04	
B60	18	Coef. Scellement Ψ_s	0,6169		convention:Zone comprimée en haut						15,39
$F_{c\,28}$ (MPa)	σ_{bc} ELU	1,5	moment réduit $\mu_{0\,B}$	z_{sc}			hauteur h (m)	nombre	diamètre	section	ancrage droit
30	17,00	Module déf. Es (Mpa)	0,3714	0,140	7,7cm²		0,20	5 HA 14		7,6969	0,54
$F_{t\,28}$ (MPa)	σ_{st} ELS	200 000	Moment flexion ELS M_{serv}		Section Astendu			0 HA 10		0	0,39
2,4	500,00	Contrainte scellement τ_s	0,03900	MN.m				espace e	total (cm²)	7,6969	7,697
E_{i28} (Mpa)	σ_{st} ELU	3,24	Moment flexion ELU M_u	1,344	enrobage (m)	0,023		0,20	poids (kg/m)	6,0421	Ast cm²/m
34179,56	434,78	coef. Equivalence n	0,05240	MN.m	défaut enrobage:réduire d		Ast doit être au minimum de 7,53cm²				7,53
E_{v28} (Mpa)	dilatation thermique	15	Parabole rectangle		Dimensionnement aux E.L.U.			Dimensionnement aux E.L.S.			Aciers tendus seuls
11496,76	0,00001	seuil plastification M_{Lst}	Moment réduit	μ	0,10666	PIVOT A	rapport y/d	α_{ab}	0,35064935		
Retrait M_{Lr}	Résistance à 10 jours	2,1739	valeur de (h_c / d)	α	0,1399		Axe neutre	y	0,05961039	m	
chaud et sec	< >	BAEL 91 v.1c	allongement acier	M_{Lst}	10,000	°/oo	Effort N béton	Nab	0,53649351	MN	
0,00015	22,97 Mpa 76,57%		hauteur comprimée	h_c	0,0238	m	Levier Ast / N	Zab	0,15012987	m	
			bras de levier	Z	0,1601	m	Mt référence	Mab	0,0805437	MN.m	
			travail de l'acier	σ_{su}	434,783	Mpa	moment réduit	μ	0,00269896	1+2.n.μ	1,080968858
			Aciers tendus	A_{st}	7,53	cm²	Asc	Ψ	27,1550059	° α	0,256563105
			ACIERS TENDUS EXCLUSIVEMENT				0,00	Z	0,15546142	m	
			Moment réduit	μ	0,3714	valeur imposée	cm²	Ast	5,02	cm²	
			valeur de (h_c / d)	α	0,6169	m	Vérification des contraintes aux E.L.S.				
			Effort dans béton	Nb	1,42617625	MN	A Eq.2°degré	A	0,500000		
			Moment/acier tendu	Mb	0,18249216	MN.m	B Eq.2°degré	B	0,023091	Delta	0,005151
			Moment acier comp	Msc	-0,13009216	MN.m	C Eq.2°degré	C	-0,002309		
			Effort acier comprimé	Nsc	-0,92922971	MN	Axe neutre	y	0,048682	m	
			Aciers comprimés	Asc	-21,37	cm²	Inertie section	I	0,00021241	m4	
			Effort acier tendu	Nst	0,49694653	MN	K = Mserv/I	K	183,605057	MN/m3	
			Aciers tendus	A_{st}	11,43	cm²	travail béton	σ_{bc}	8,938	Mpa	OK
			Section totale acier	Acier	-9,94	cm²	fc acier tendu	σ_{st} ELS	334,119	Mpa	OK
			Les aciers comprimés doivent être ligaturés, au plus tous les 15 ϕ par des cad				fc acier compr	σ_{sc} ELS	51,452	Mpa	OK



Les armatures existantes sont vérifiées.

VI.2 Vérification de la charpente métallique

Eléments	Profilés	Contraintes ELS (Mpa)	Contraintes ELU (Mpa)
Membrures	350*350*12mm	124,66	167,91
Diagonales	300*200*12mm	106,3	143,15
Entretoises	350*350*12mm + plat 300*16mm en inf et sup	155,33	207,44
Contreventements	150*150*8mm	172,53	232,26

Les contraintes sont vérifiées (inférieure à 295 MPa).

VI.3 Vérification au droit des appuis

Appuis	ELS		ELU	
	Existant (t)	Futur (t)	Existant (t)	Futur (t)
1	117,14	106,45	157,71	143,4
2	117,14	106,45	157,71	143,4
3	118,03	107,22	158,86	144,36
4	118,03	107,22	158,86	144,36

La descente des charges au droit des appuis (suivant les aménagements futur) reste inférieure à celle de l'existant.

La vérification des fondations n'est donc pas nécessaire.

VII CONCLUSION

L'ouvrage est vérifié suivant les aménagements prévus par le MOA.

ANNEXE 1 : MODELISATION DE LA DALLE EXISTANTE

Effel2007 - Structure - 16.1 SP0			**© GRAITEC**
		20/12/22	

Date : le 20/12/2022 à 23h53

Données générales de la structure

Nom :

Espace de travail : SPATIAL
Rigidité en flexion : OUI

Nbre de surfaciques	: 3	Nbre de groupes de surfaciques	: 2
Nbre d'appuis linéaires	: 8	Nbre de groupes d'appuis linéaires	: 1

Unités :
- de longueur : m
- de force : T
- de moment : T*m
- de contrainte : MPa
- de masse : T
- d'angle : °
- de temps : s
- de déplacement : cm

Facteur de gravité : 9.81 mètre/seconde²

Nombre de cas de charge total : 19

Groupes de la structure

Elément	n°	Type	Titre
Surfacique	1	Coque_E.	
Surfacique	2	Coque_E.	
Appui_Lin	10	Rigide	

Cas de charge de la structure

Code	Num	Type	Titre
CAS	1	Statique	poids propre
CAS	2	Statique	terre vegetale
CAS	3	Statique	GNT
CAS	4	Statique	Etancheité
CAS	5	Statique	charge pietonne 450kg/m2
CAS	6	Statique	vehicule de 6T
CAS	7	Statique	vehicule de 6T
CAS	8	Statique	vehicule de 6T
CAS	9	Statique	vehicule de 6T
COMB	101	Comb_Lin	ELS
COMB	102	Comb_Lin	ELS1
COMB	103	Comb_Lin	ELS2
COMB	104	Comb_Lin	ELS3
COMB	105	Comb_Lin	ELS4
COMB	110	Comb_Lin	ELU
COMB	111	Comb_Lin	ELU1
COMB	112	Comb_Lin	ELU2
COMB	113	Comb_Lin	ELU3
COMB	114	Comb_Lin	ELU4

Combinaisons de la structure

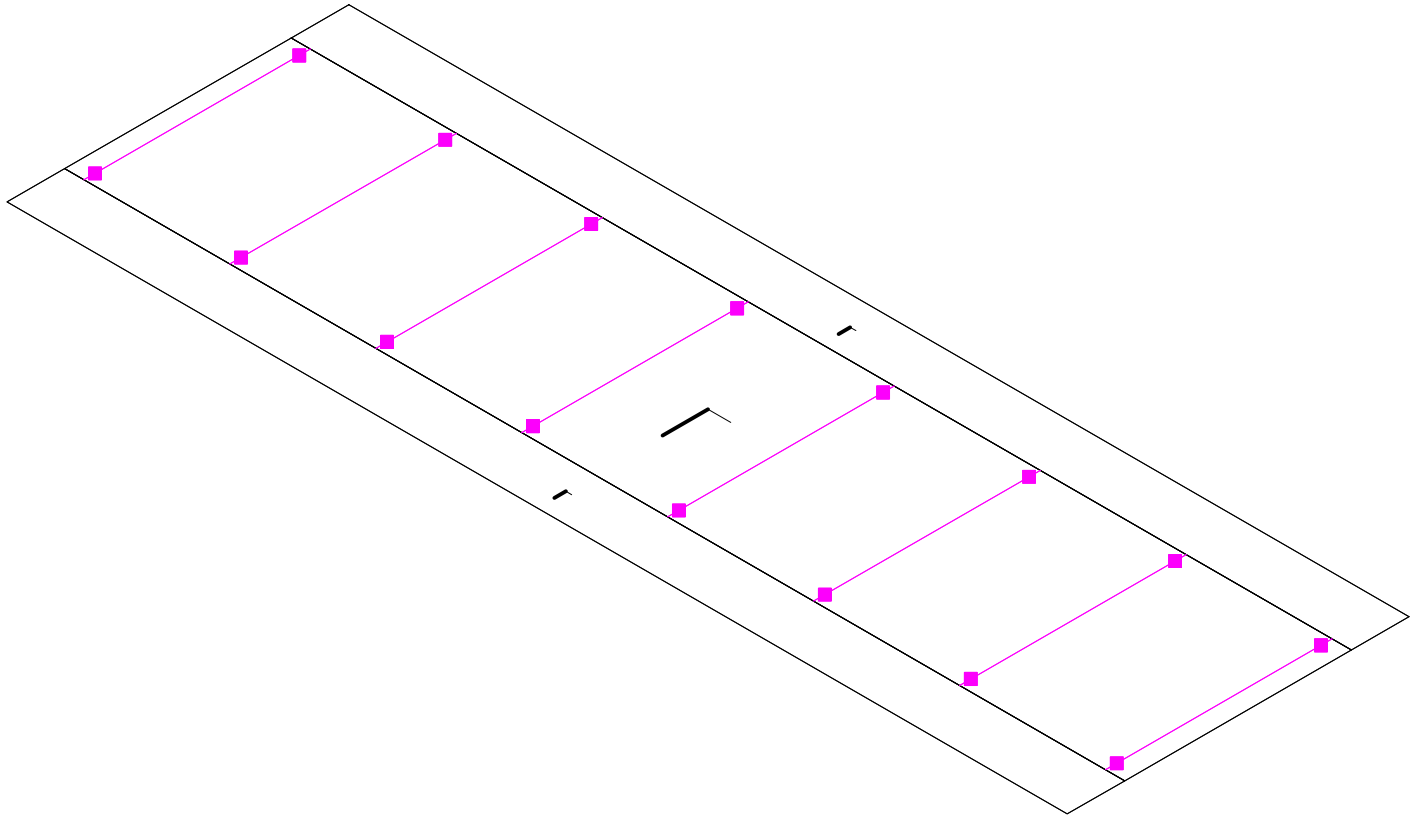
N° Combinaison= Combinaison des cas de charges									
101 = +	1.000*	1 +	1.000*	2 +	1.000*	3 +	1.000*	4 +	1.200* 5
102 = +	1.000*	1 +	1.000*	2 +	1.000*	3 +	1.000*	4 +	1.200* 6
103 = +	1.000*	1 +	1.000*	2 +	1.000*	3 +	1.000*	4 +	1.200* 7
104 = +	1.000*	1 +	1.000*	2 +	1.000*	3 +	1.000*	4 +	1.200* 8
105 = +	1.000*	1 +	1.000*	2 +	1.000*	3 +	1.000*	4 +	1.200* 9
110 = +	1.350*	1 +	1.350*	2 +	1.350*	3 +	1.350*	4 +	1.600* 5
111 = +	1.350*	1 +	1.350*	2 +	1.350*	3 +	1.350*	4 +	1.600* 6
112 = +	1.350*	1 +	1.350*	2 +	1.350*	3 +	1.350*	4 +	1.600* 7
113 = +	1.350*	1 +	1.350*	2 +	1.350*	3 +	1.350*	4 +	1.600* 8
114 = +	1.350*	1 +	1.350*	2 +	1.350*	3 +	1.350*	4 +	1.600* 9

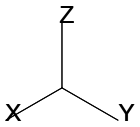
Matériaux de la structure

Matériau	E T/m²	Nu	P/V T/m3	Alpha	Amortissement %
BETON	2000000.000	0.100	2.500	0.0000100	4.00

Effel2007 - Structure - 16.1		Ech=1/139
	Passage des friches	Structure existante

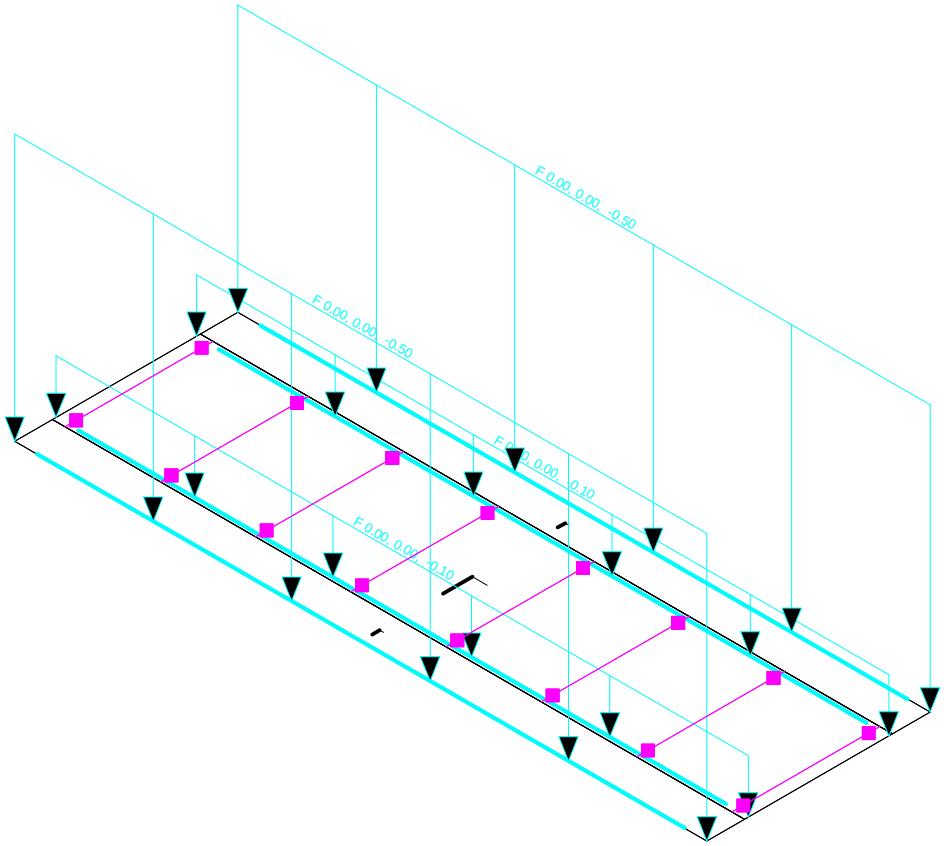
- Date 20/12/22 -

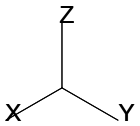




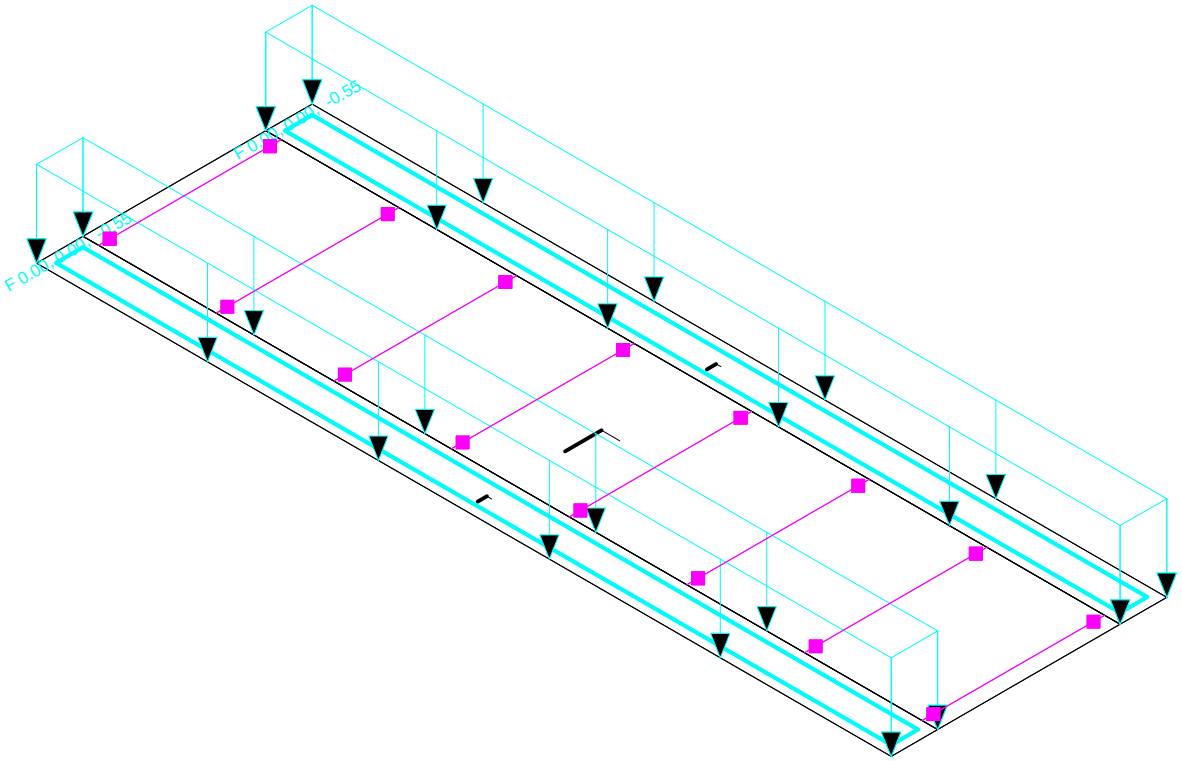
Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/213
	Passage des friches	cas 1	

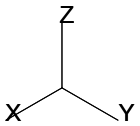
- Date 20/12/22 -





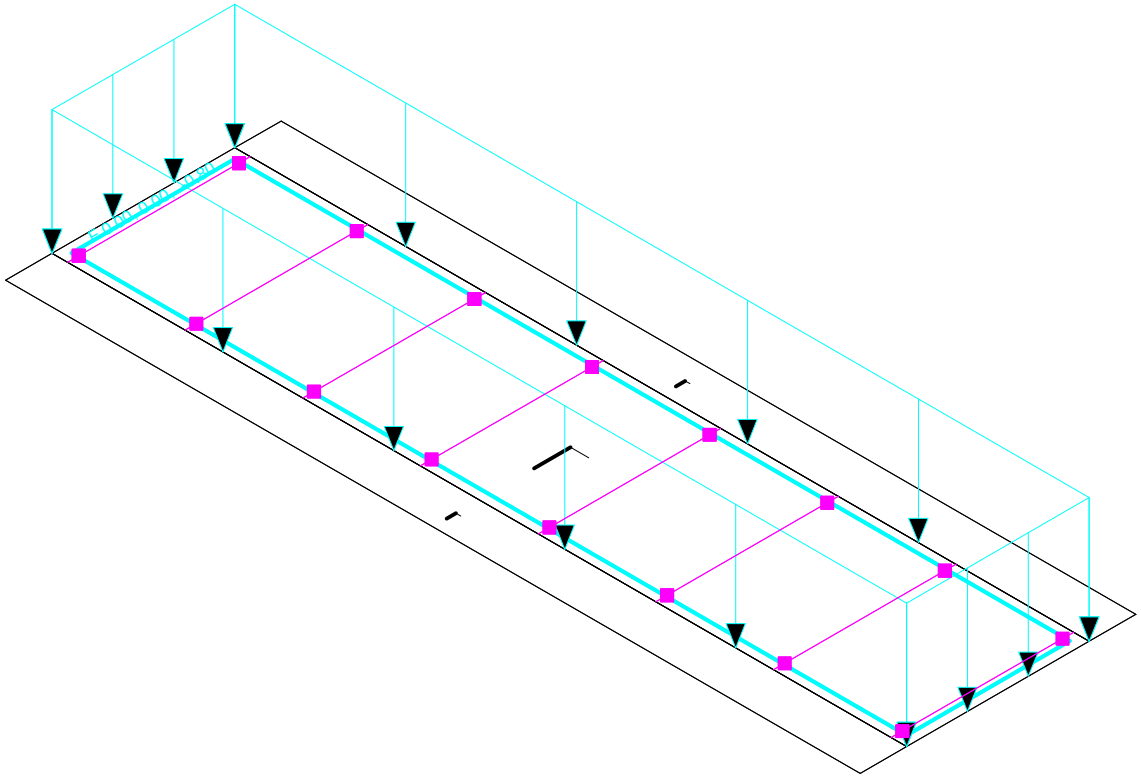
Effel2007 - Structure - 16.1				Ech=1/173
	Passage des friches	cas 2		
- Date 20/12/22 -				

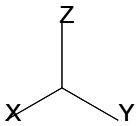




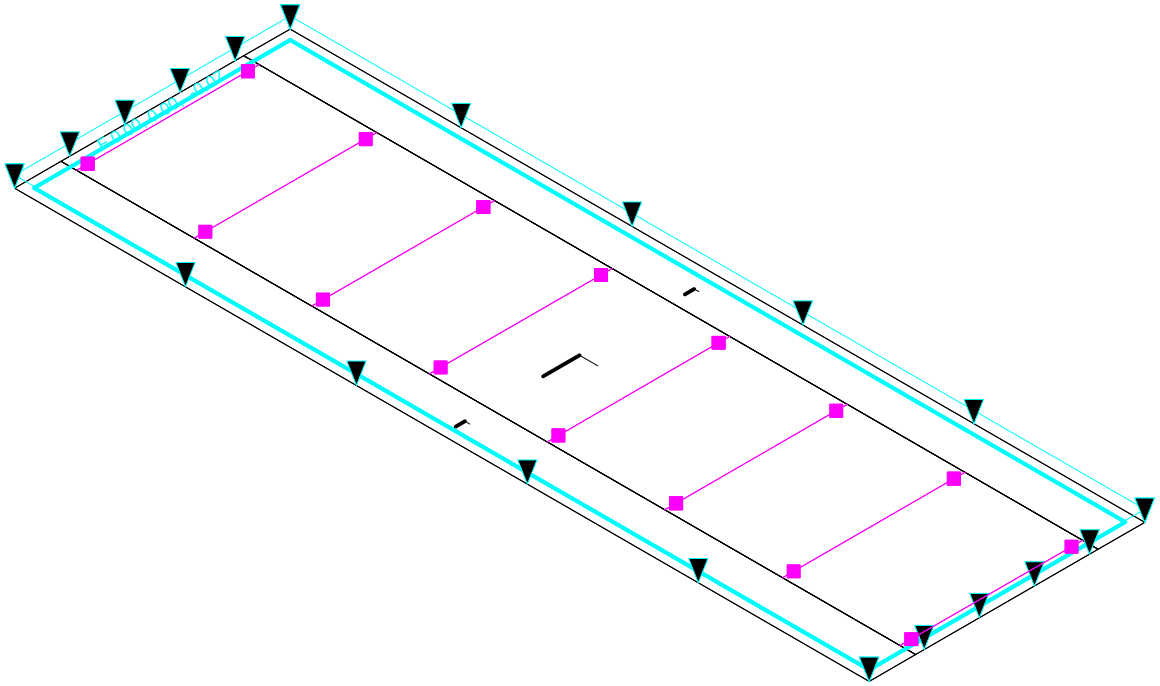
Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/173
	Passage des friches	cas 3	

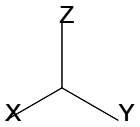
- Date 20/12/22 -



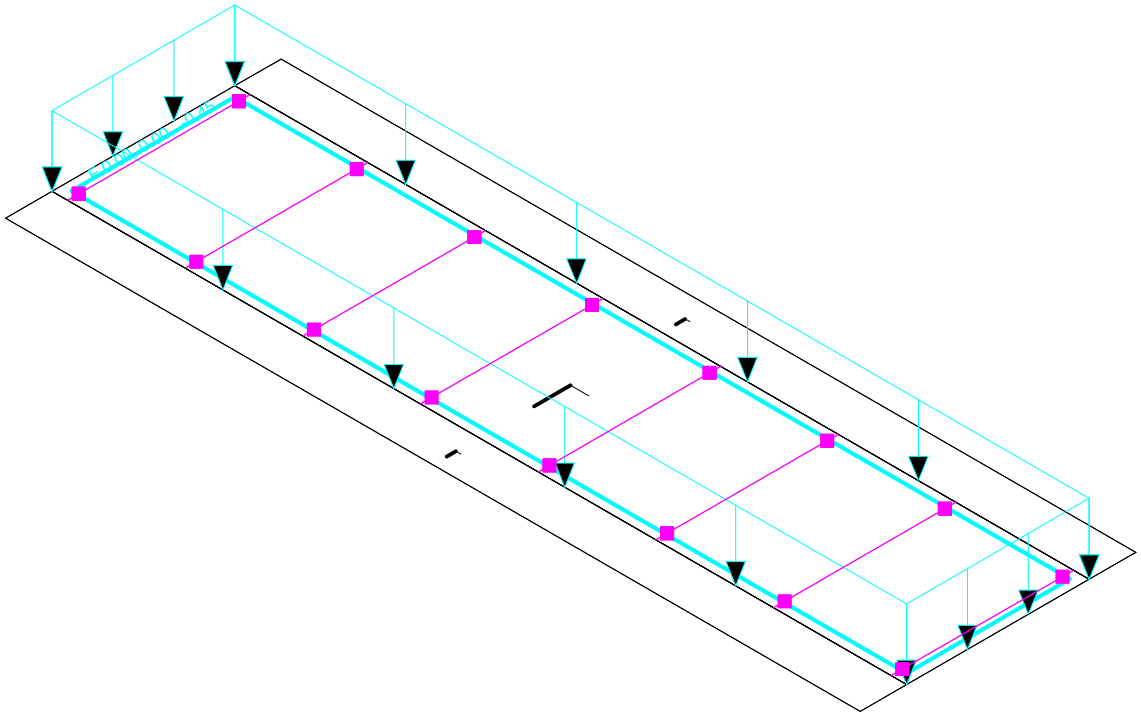


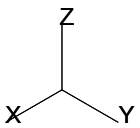
Effel2007 - Structure - 16.1				Ech=1/173
	Passage des friches	cas 4		
- Date 20/12/22 -				





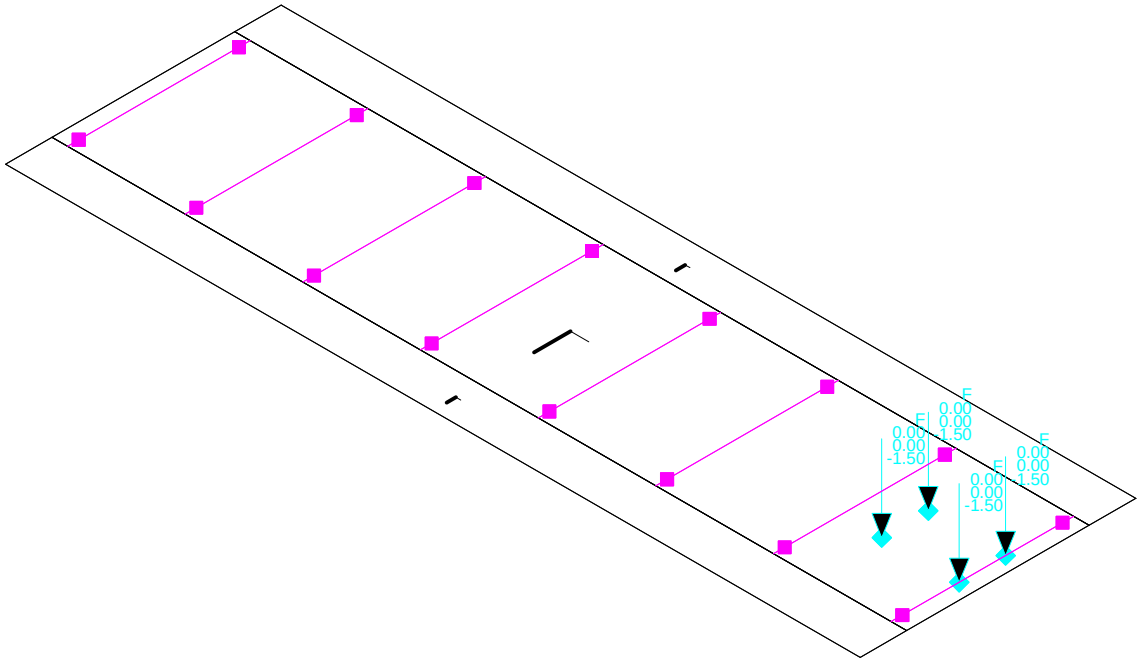
Effel2007 - Structure - 16.1				Ech=1/173
	Passage des friches	cas 5		
- Date 20/12/22 -				

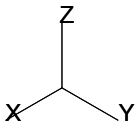




Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/173
	Passage des friches	cas 6	

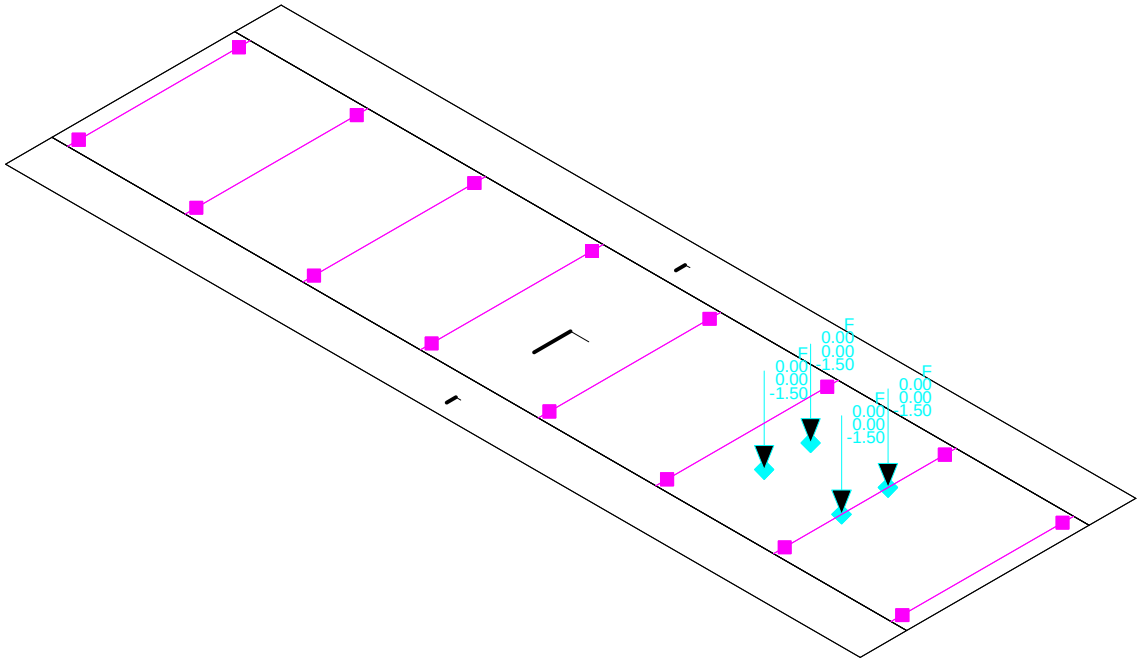
- Date 20/12/22 -

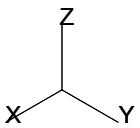




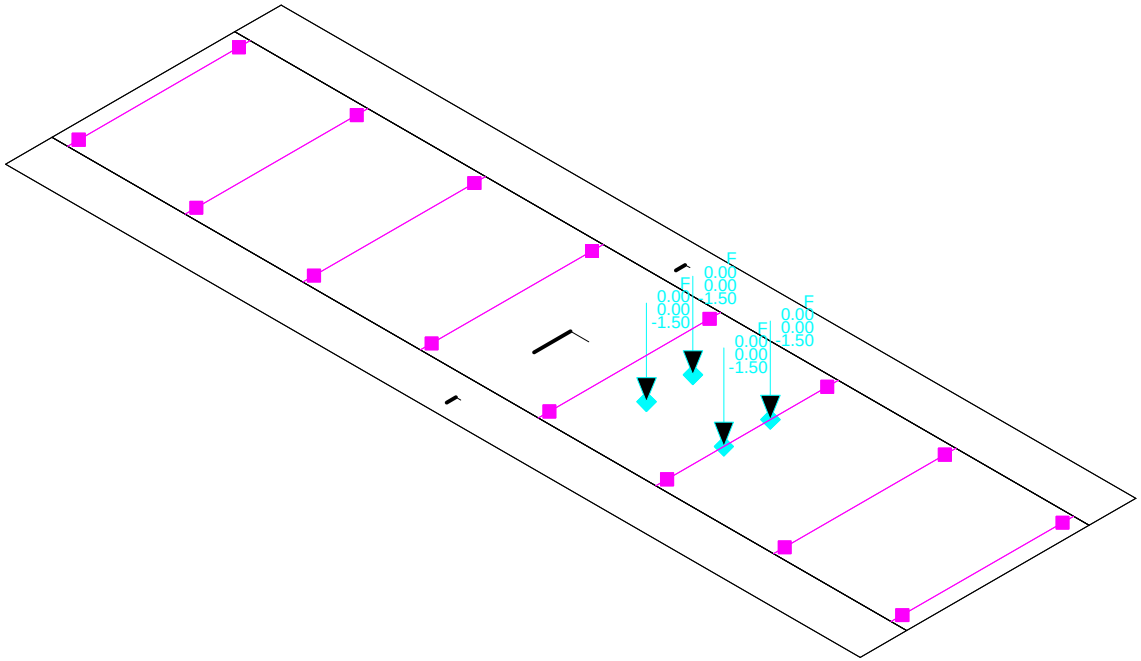
Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/173
	Passage des friches	cas 7	

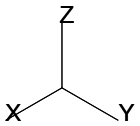
- Date 20/12/22 -





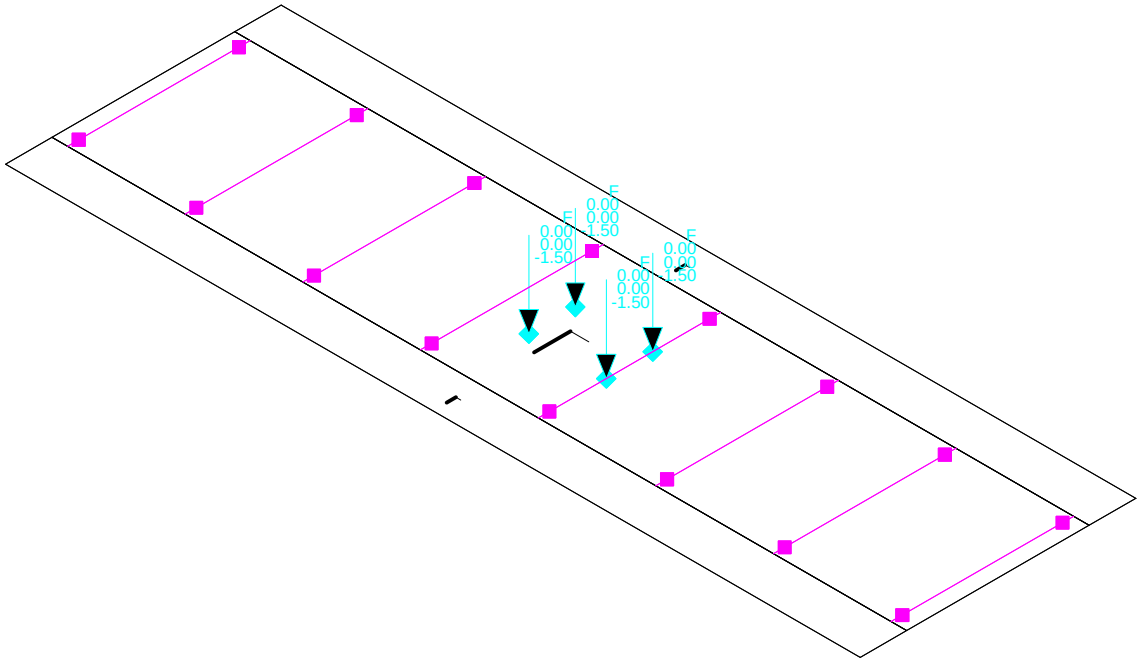
Effel2007 - Structure - 16.1				Ech=1/173
	Passage des friches	cas 8		
- Date 20/12/22 -				

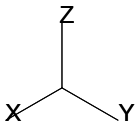




Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/173
	Passage des friches	cas 9	

- Date 20/12/22 -





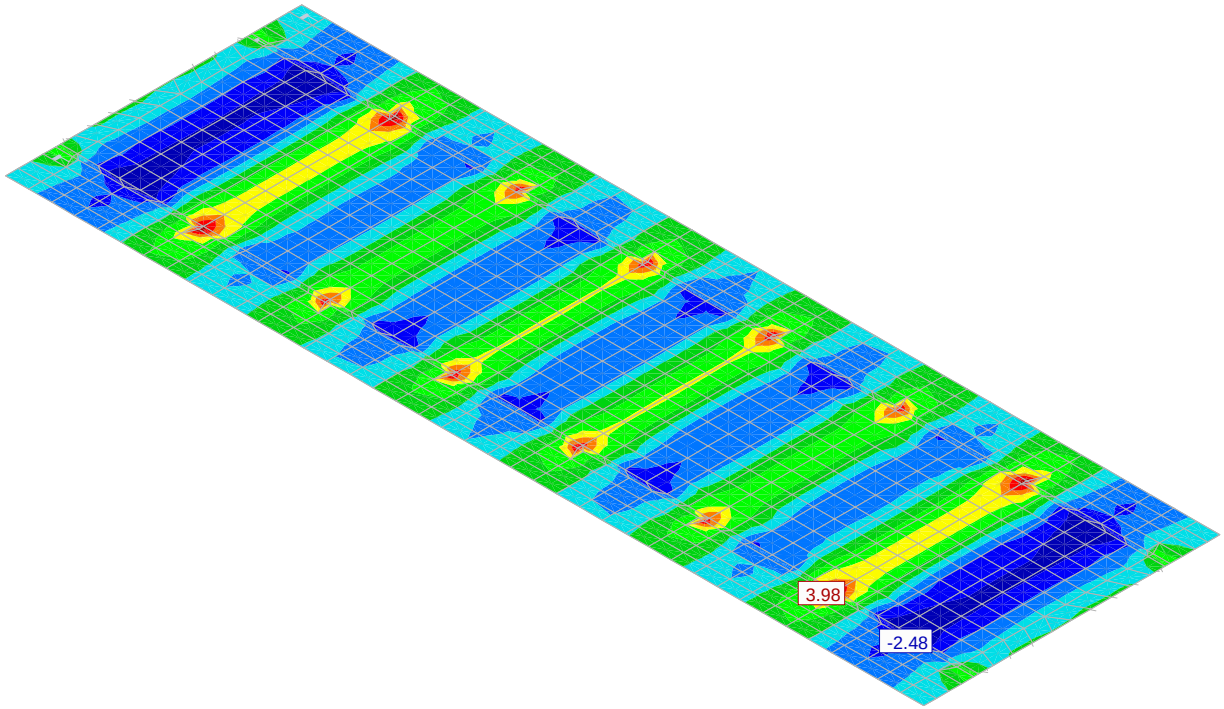
Effel2007 - Structure - 16.1

Ech=1/161

Passage des friches

moment mx els

- Date 20/12/22 -



Efforts (T*m)
Enveloppe

Surfaciques Mx

3.98
3.34
2.69
2.04
1.40
0.75
0.10
-0.54
-1.19
-1.84
-2.48

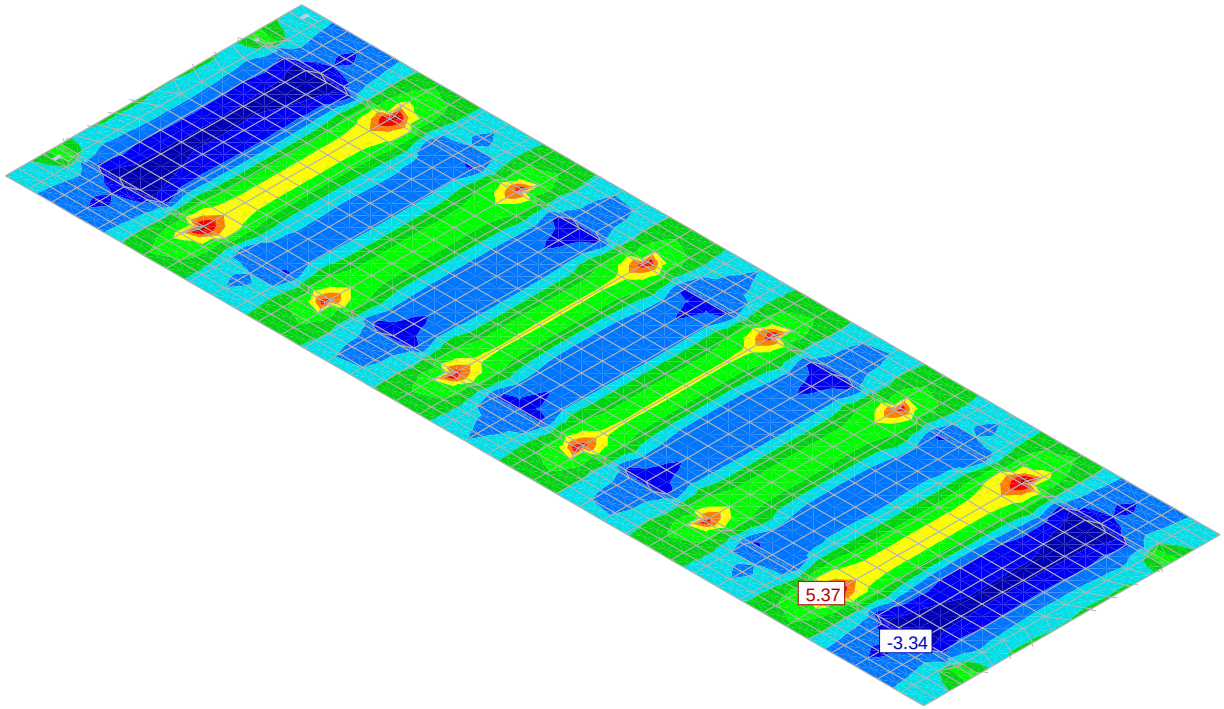
Cas de l'enveloppe

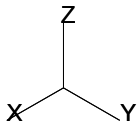
101..105

Z
X
Y

Effel2007 - Structure - 16.1		Ech=1/161
	Passage des friches	moment mx elu

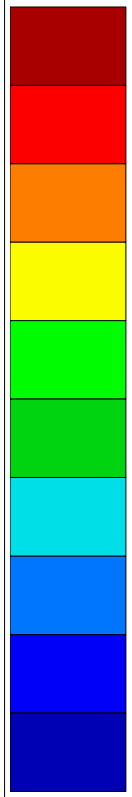
- Date 20/12/22 -





Efforts (T*m)
Enveloppe

Surfaciques Mx



Cas de l'enveloppe

110..114

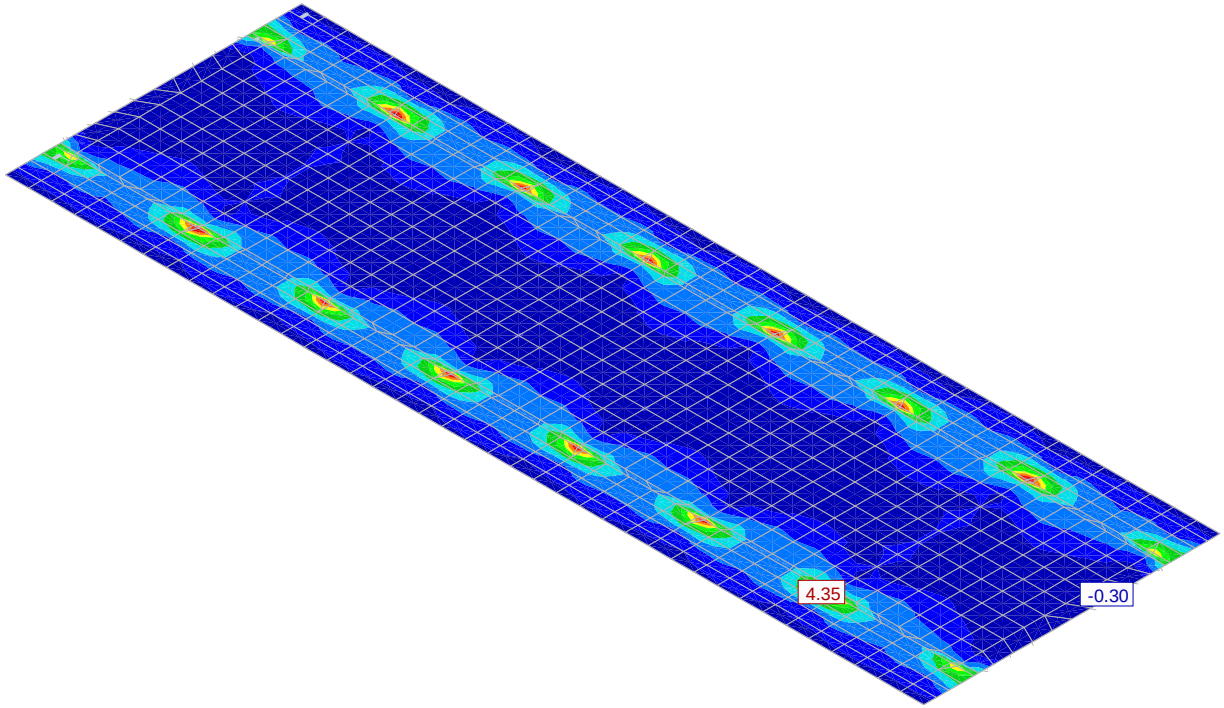
Effel2007 - Structure - 16.1

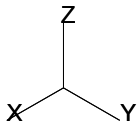
Ech=1/161

Passage des friches

moment my els

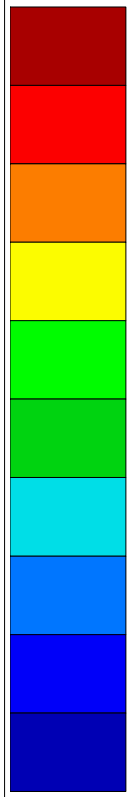
- Date 20/12/22 -





Efforts (T*m)
Enveloppe

Surfaciques My



Cas de l'enveloppe

101..105

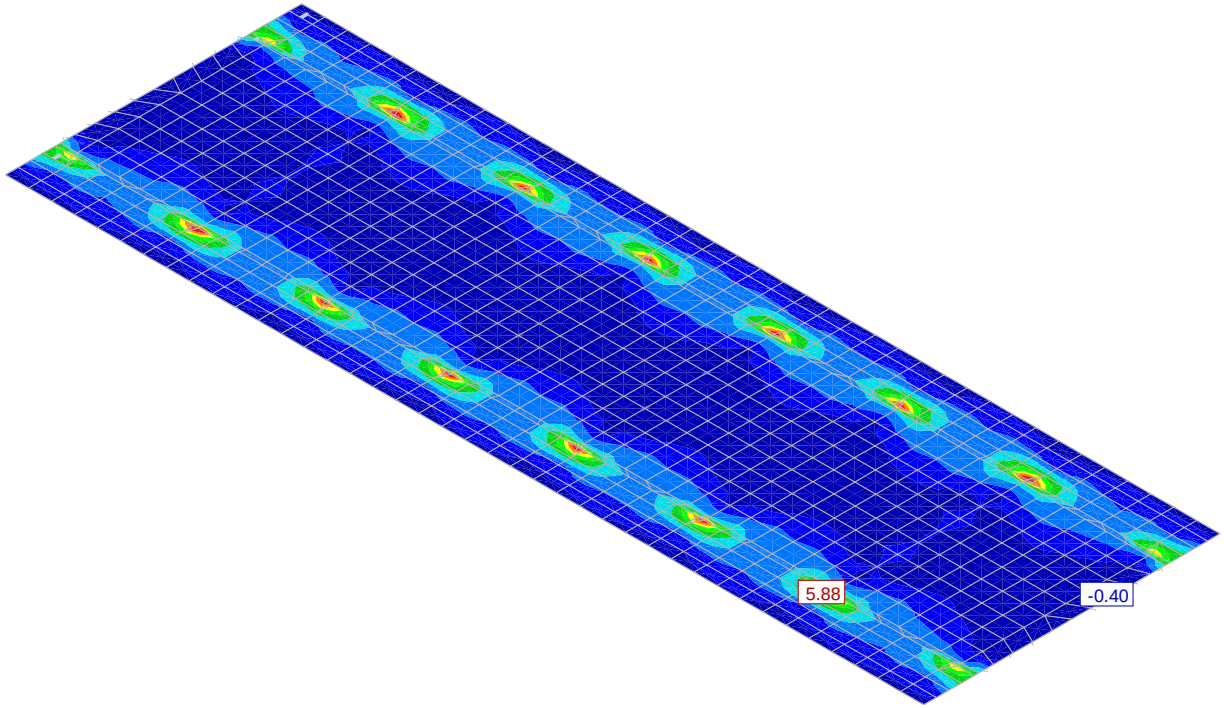
Effel2007 - Structure - 16.1

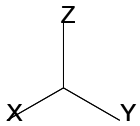
Ech=1/161

Passage des friches

moment my elu

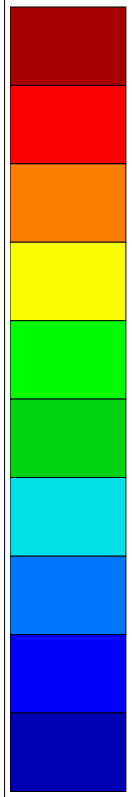
- Date 20/12/22 -





Efforts (T*m)
Enveloppe

Surfaciques My

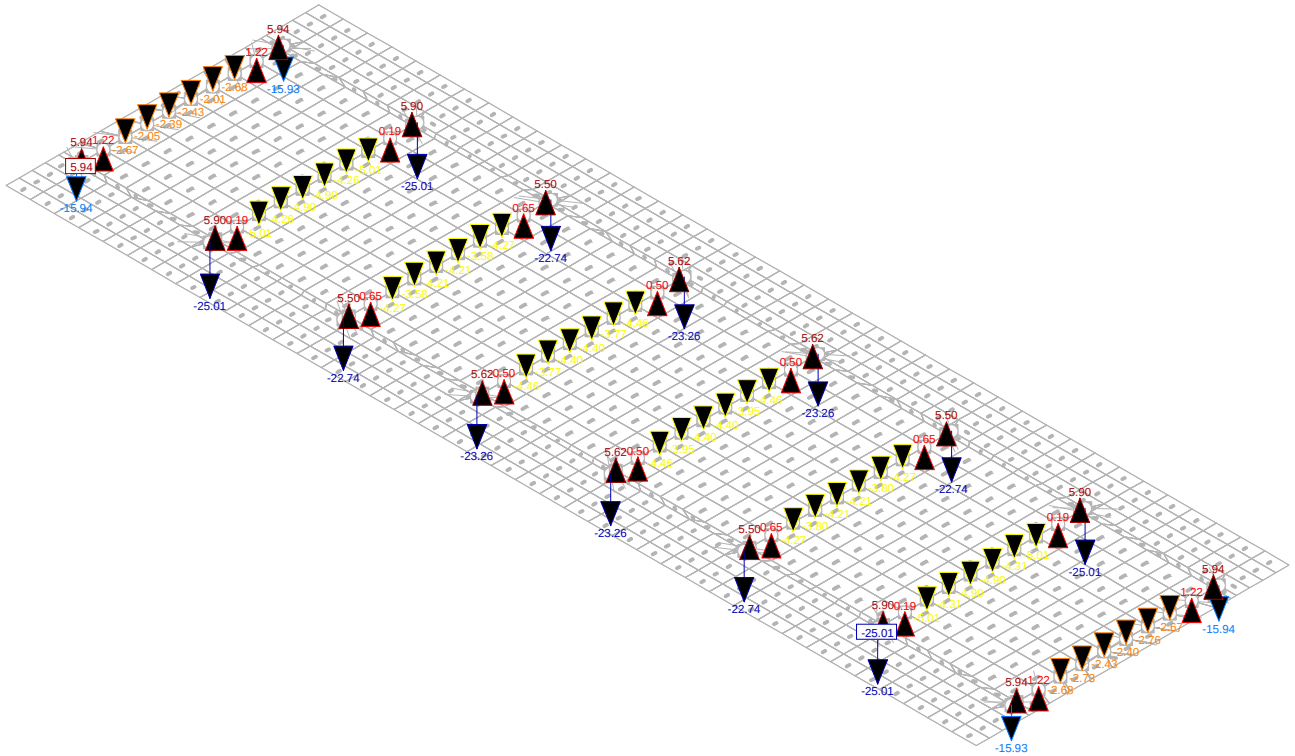


Cas de l'enveloppe

110..114

Effel2007 - Structure - 16.1		Ech=1/152
	Passage des friches	reaction appui ELS

- Date 20/12/22 -



Efforts (T)
Enveloppe

Appuis FZ

5.94
2.85
-0.25
-3.35
-6.44
-9.54
-12.63
-15.73
-18.82
-21.92
-25.01

Cas de l'enveloppe

101..105

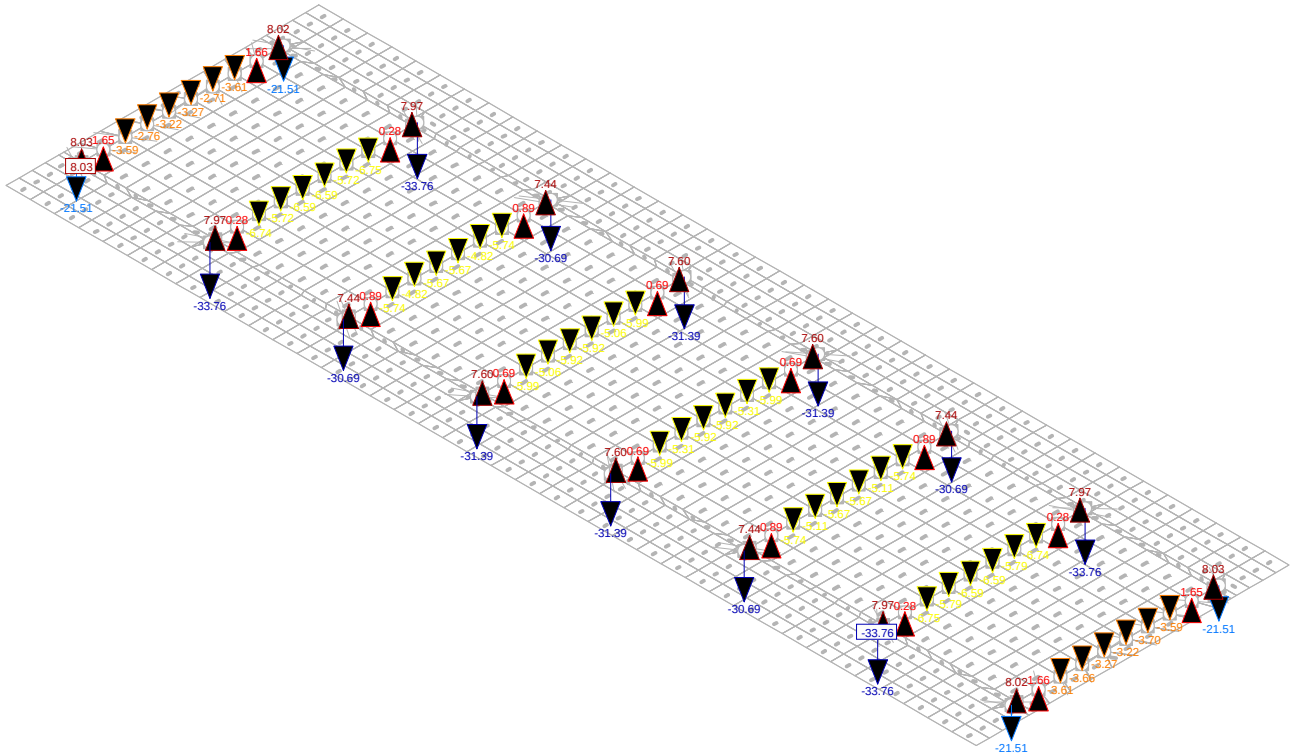
Effel2007 - Structure - 16.1

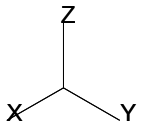
Ech=1/152

Passage des friches

reaction appui ELU

- Date 20/12/22 -





Efforts (T)
Enveloppe

Appuis FZ

8.03
3.85
-0.33
-4.51
-8.69
-12.87
-17.04
-21.22
-25.40
-29.58
-33.76

Cas de l'enveloppe

110..114

ANNEXE 2 : MODELISATION DE LA DALLE SUIVANT LES AMENAGEMENTS MOA

Effel2007 - Structure - 16.1 SP0			**© GRAITEC**
		20/12/22	

Date : le 21/12/2022 à 00h09

Données générales de la structure

Nom :

Espace de travail : SPATIAL
Rigidité en flexion : OUI

Nbre de surfaciques	: 3	Nbre de groupes de surfaciques	: 2
Nbre d'appuis linéaires	: 8	Nbre de groupes d'appuis linéaires	: 1

Unités :
- de longueur : m
- de force : T
- de moment : T*m
- de contrainte : MPa
- de masse : T
- d'angle : °
- de temps : s
- de déplacement : cm

Facteur de gravité : 9.81 mètre/seconde²

Nombre de cas de charge total : 24

Groupes de la structure

Elément	n°	Type	Titre
Surfacique	1	Coque_E.	
Surfacique	2	Coque_E.	
Appui_Lin	10	Rigide	

Cas de charge de la structure

Code	Num	Type	Titre
CAS	1	Statique	poids propre
CAS	2	Statique	terre vegetale 2t/m3
CAS	3	Statique	GNT
CAS	4	Statique	Etancheité
CAS	5	Statique	Terre allegée 1.25 t/m3
CAS	6	Statique	poids des arbres 100kg/m2
CAS	7	Statique	Ecran + vent
CAS	8	Statique	charge d'exploitation piéton
CAS	9	Statique	véhicule de 6T
CAS	10	Statique	véhicule de 6T
CAS	11	Statique	véhicule de 6T
CAS	12	Statique	véhicule de 6T
COMB	101	Comb_Lin	ELS
COMB	102	Comb_Lin	ELS1
COMB	103	Comb_Lin	ELS2
COMB	104	Comb_Lin	ELS3
COMB	105	Comb_Lin	ELS4
COMB	106	Comb_Lin	ELS5
COMB	110	Comb_Lin	ELU
COMB	111	Comb_Lin	ELU1
COMB	112	Comb_Lin	ELU2
COMB	113	Comb_Lin	ELU3
COMB	114	Comb_Lin	ELU4
COMB	115	Comb_Lin	ELU5

Combinaisons de la structure

N° Combinaison= Combinaison des cas de charges

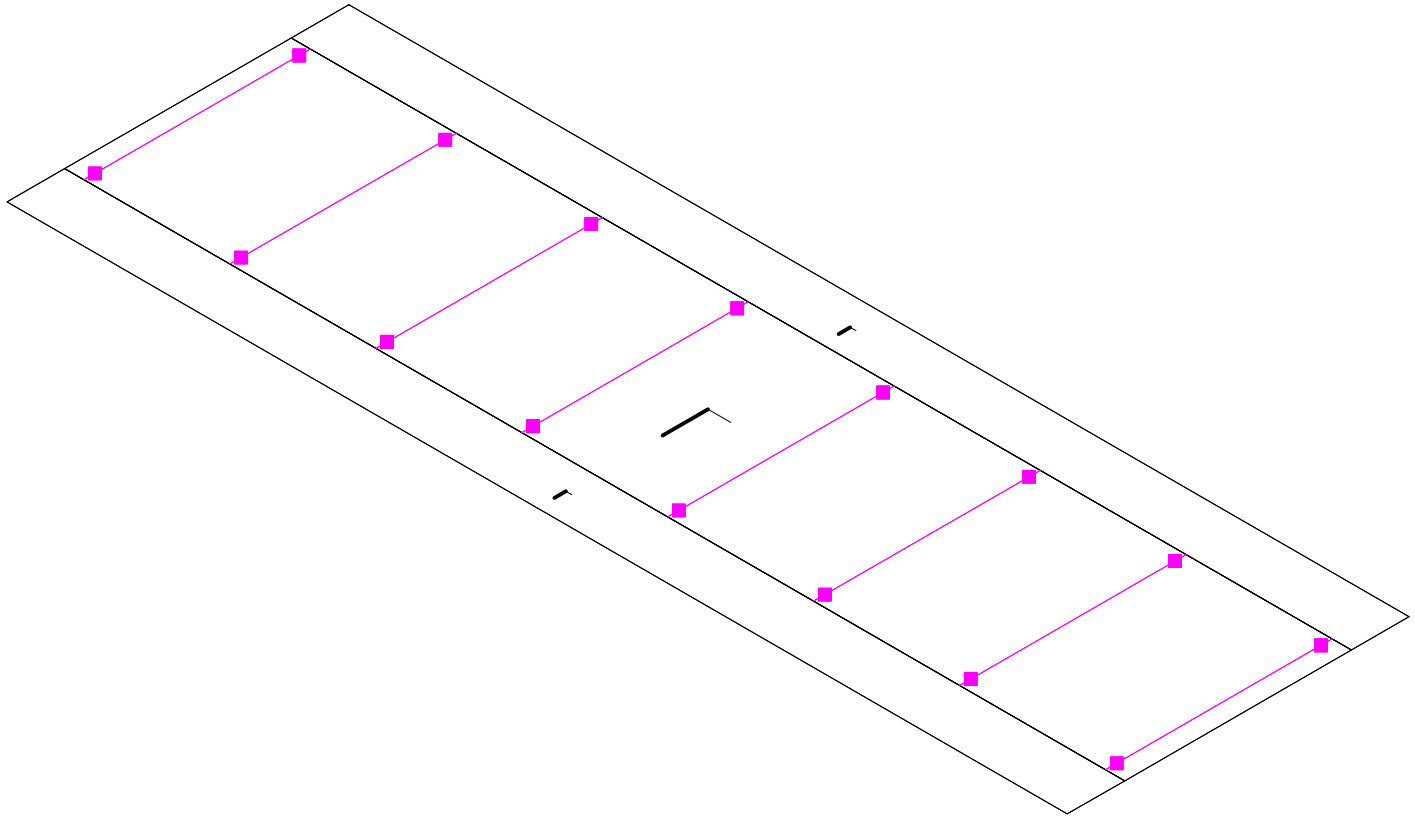
```
101 = +    1.000*  1 +    1.000*  2 +    1.000*  3 +    1.000*  4 +    1.000*  5 +    1.000*  6 +
1.000*  7
 102 = +    1.000*  1 +    1.000*  2 +    1.000*  3 +    1.000*  4 +    1.000*  5 +    1.000*  6 +
                              1.000*  7 +    1.200*  8
 103 = +    1.000*  1 +    1.000*  2 +    1.000*  3 +    1.000*  4 +    1.000*  5 +    1.000*  6 +
                              1.000*  7 +    1.200*  9
 104 = +    1.000*  1 +    1.000*  2 +    1.000*  3 +    1.000*  4 +    1.000*  5 +    1.000*  6 +
                              1.000*  7 +    1.200* 10
 105 = +    1.000*  1 +    1.000*  2 +    1.000*  3 +    1.000*  4 +    1.000*  5 +    1.000*  6 +
                              1.000*  7 +    1.200* 11
 106 = +    1.000*  1 +    1.000*  2 +    1.000*  3 +    1.000*  4 +    1.000*  5 +    1.000*  6 +
                              1.000*  7 +    1.200* 12
110 = +    1.350*  1 +    1.350*  2 +    1.350*  3 +    1.350*  4 +    1.350*  5 +    1.350*  6 +
1.350*  7
 111 = +    1.350*  1 +    1.350*  2 +    1.350*  3 +    1.350*  4 +    1.350*  5 +    1.350*  6 +
                              1.350*  7 +    1.600*  8
 112 = +    1.350*  1 +    1.350*  2 +    1.350*  3 +    1.350*  4 +    1.350*  5 +    1.350*  6 +
                              1.350*  7 +    1.600*  9
 113 = +    1.350*  1 +    1.350*  2 +    1.350*  3 +    1.350*  4 +    1.350*  5 +    1.350*  6 +
                              1.350*  7 +    1.600* 10
 114 = +    1.350*  1 +    1.350*  2 +    1.350*  3 +    1.350*  4 +    1.350*  5 +    1.350*  6 +
                              1.350*  7 +    1.600* 11
 115 = +    1.350*  1 +    1.350*  2 +    1.350*  3 +    1.350*  4 +    1.350*  5 +    1.350*  6 +
                              1.350*  7 +    1.600* 12
```

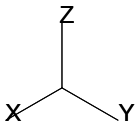
Matériaux de la structure

Matériau	E T/m²	Nu	P/V T/m3	Alpha	Amortissement %
BETON	2000000.000	0.100	2.500	0.0000100	4.00

Effel2007 - Structure - 16.1		Ech=1/139
	Passage des friches	Structure existante

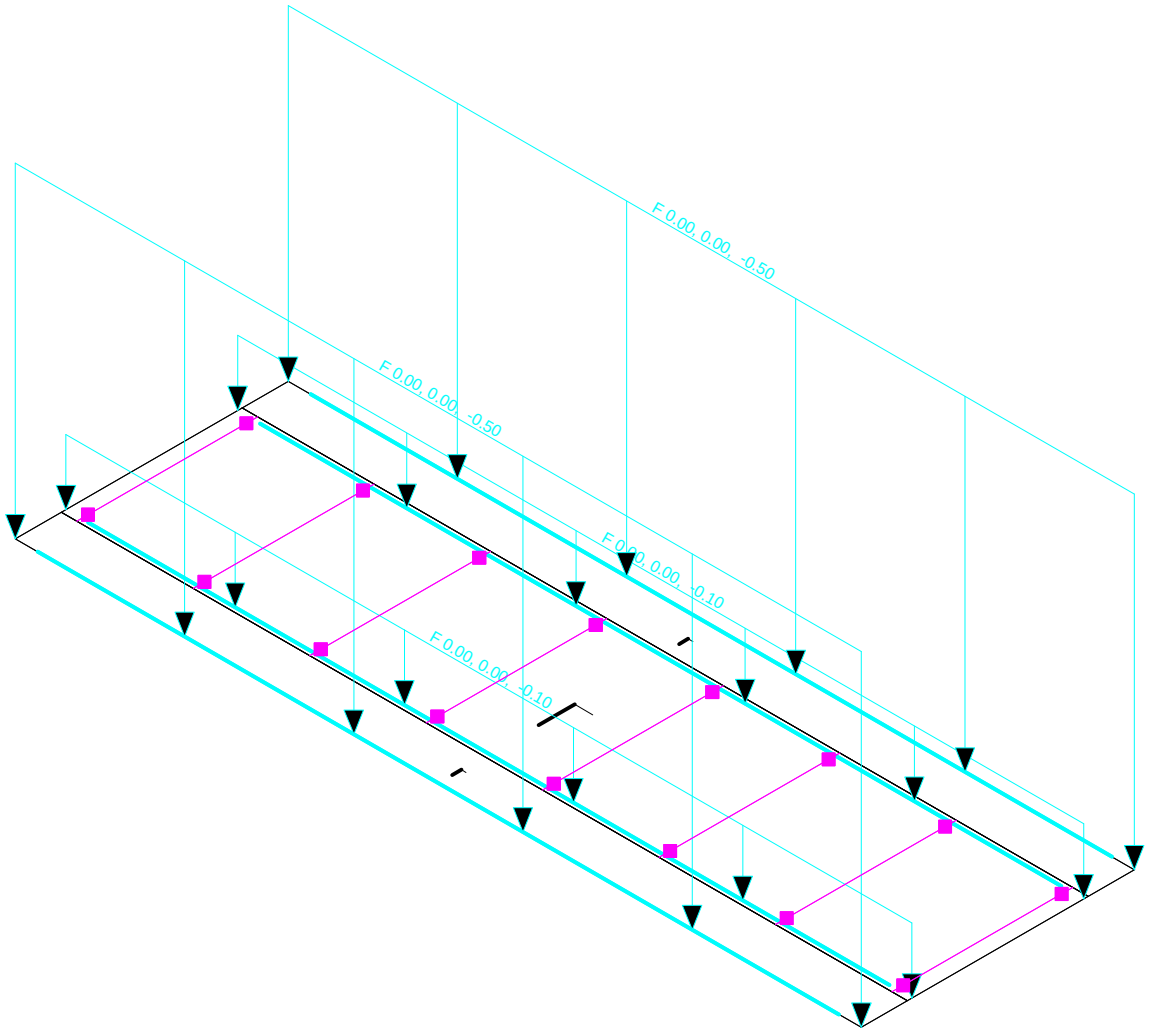
- Date 20/12/22 -

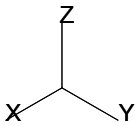




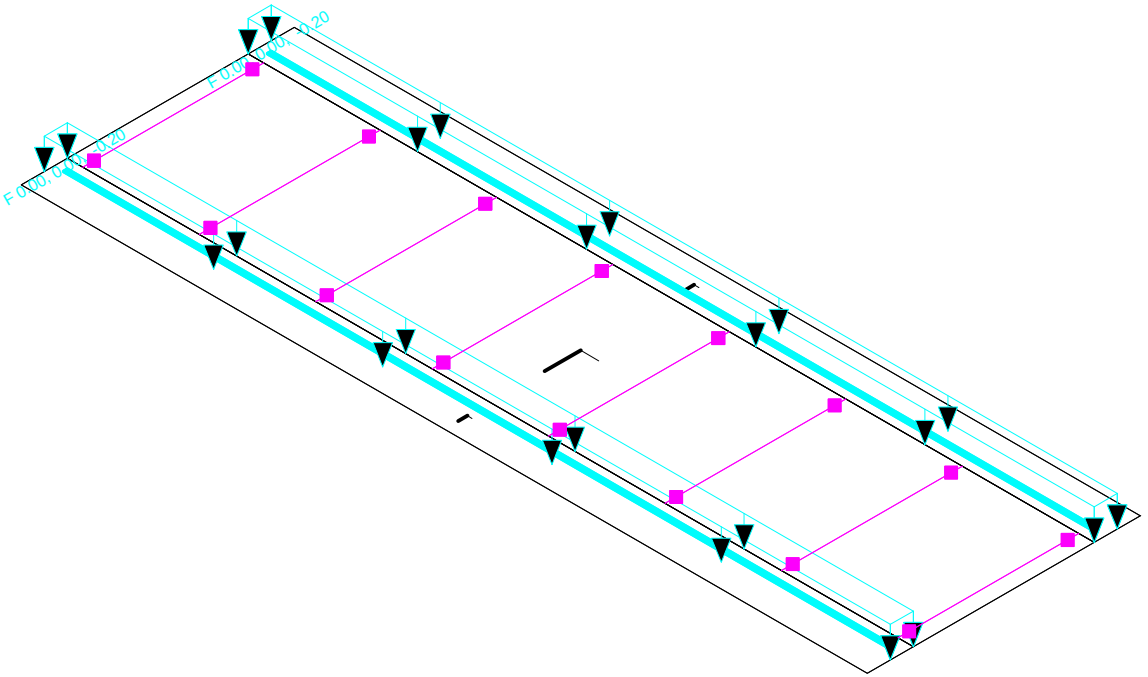
Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/174
	Passage des friches	cas 1	projet

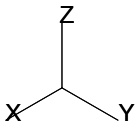
- Date 20/12/22 -





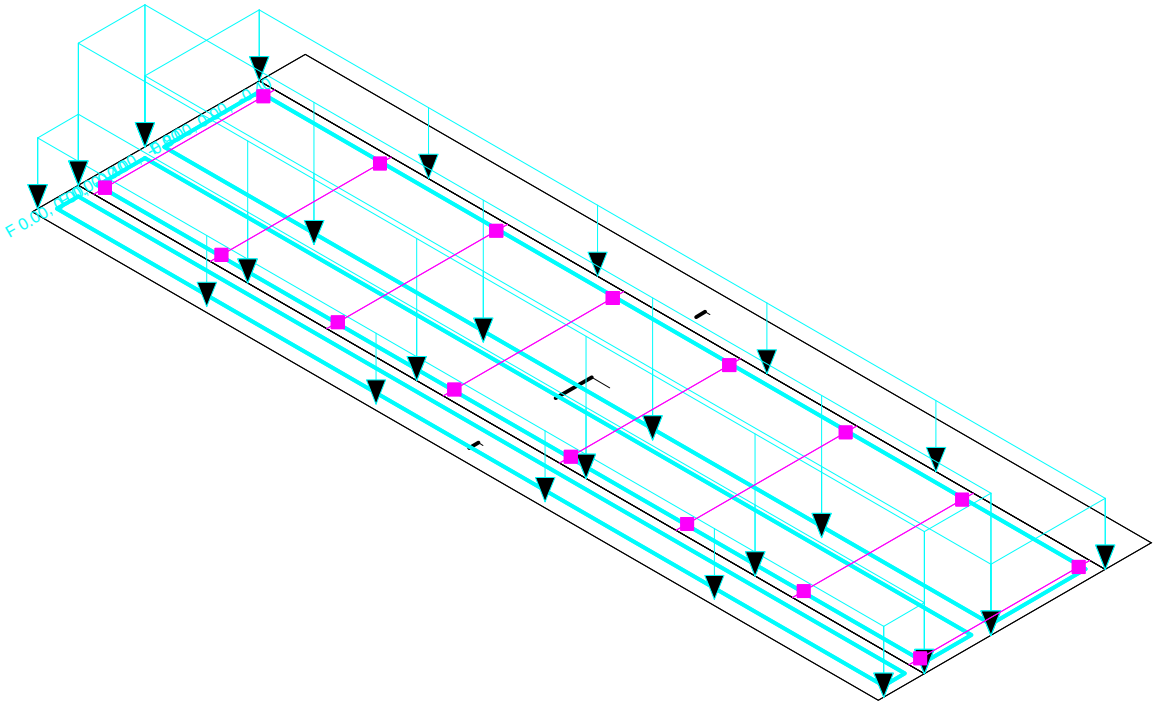
Effel2007 - Structure - 16.1				Ech=1/174
	Passage des friches	cas 2	projet	
- Date 20/12/22 -				





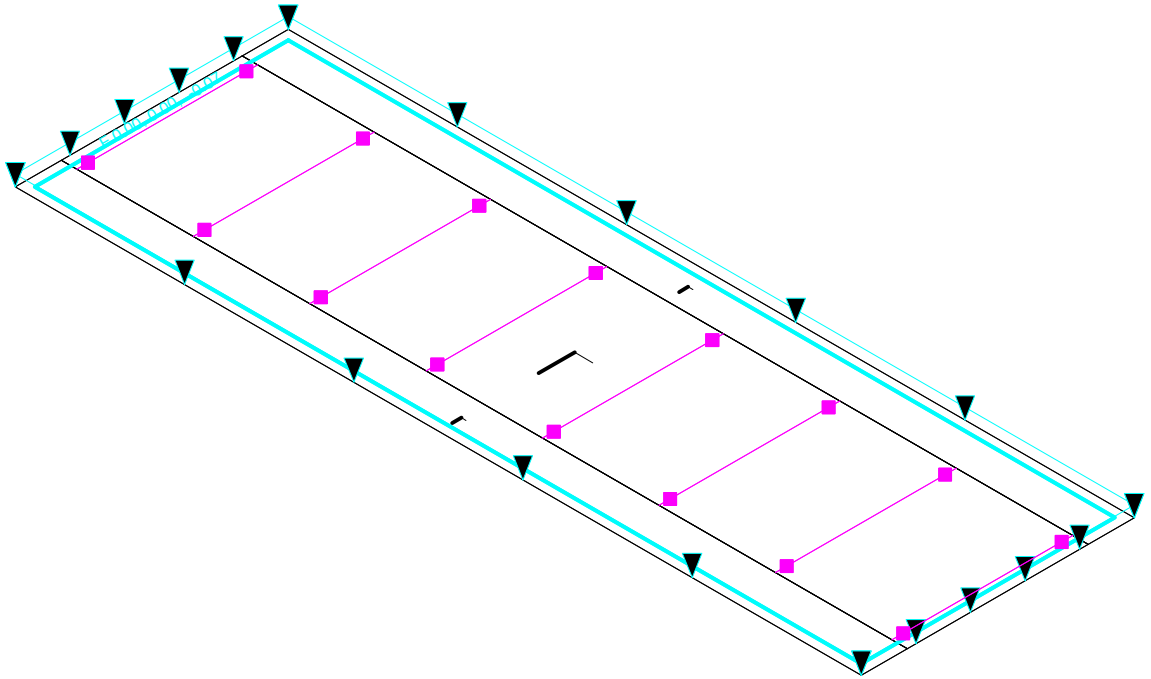
Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/174
	Passage des friches	cas 3	projet

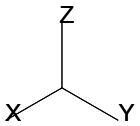
- Date 20/12/22 -



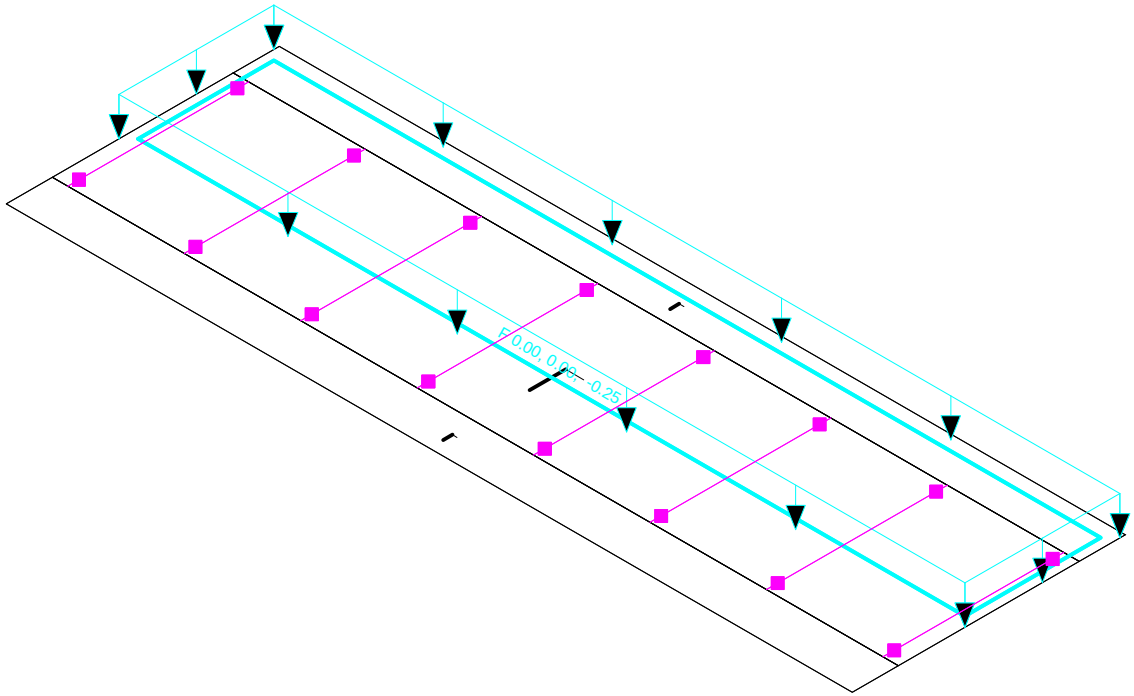
Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/174
	Passage des friches	cas 4	projet

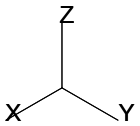
- Date 20/12/22 -



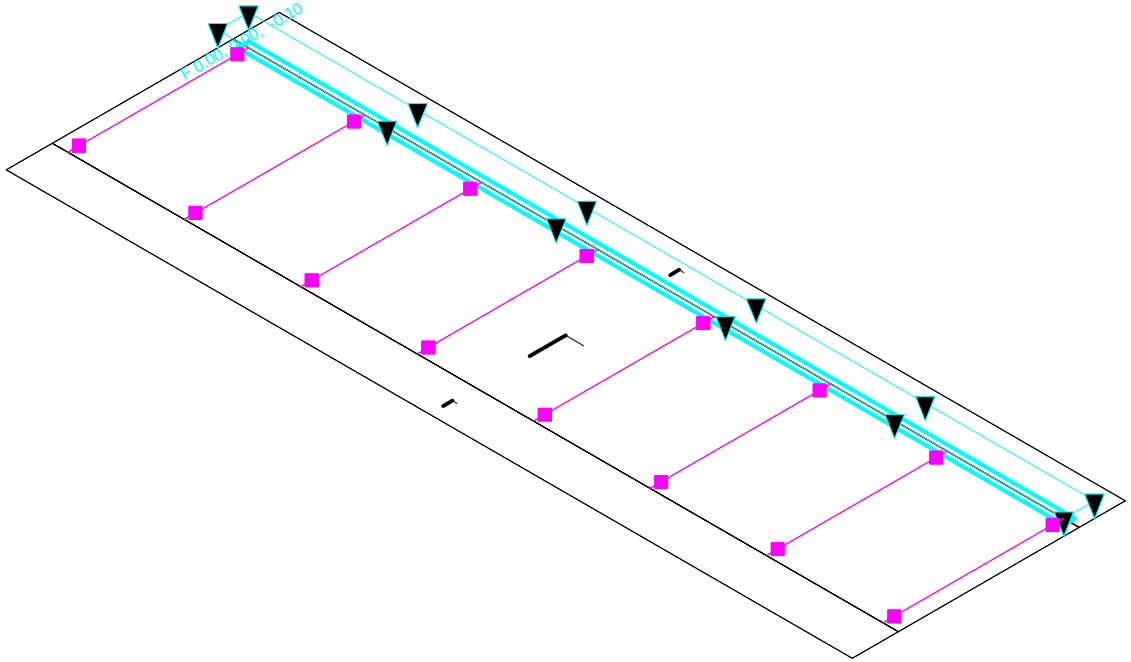


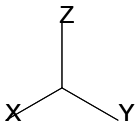
Effel2007 - Structure - 16.1				Ech=1/174
	Passage des friches	cas 5	projet	
- Date 20/12/22 -				





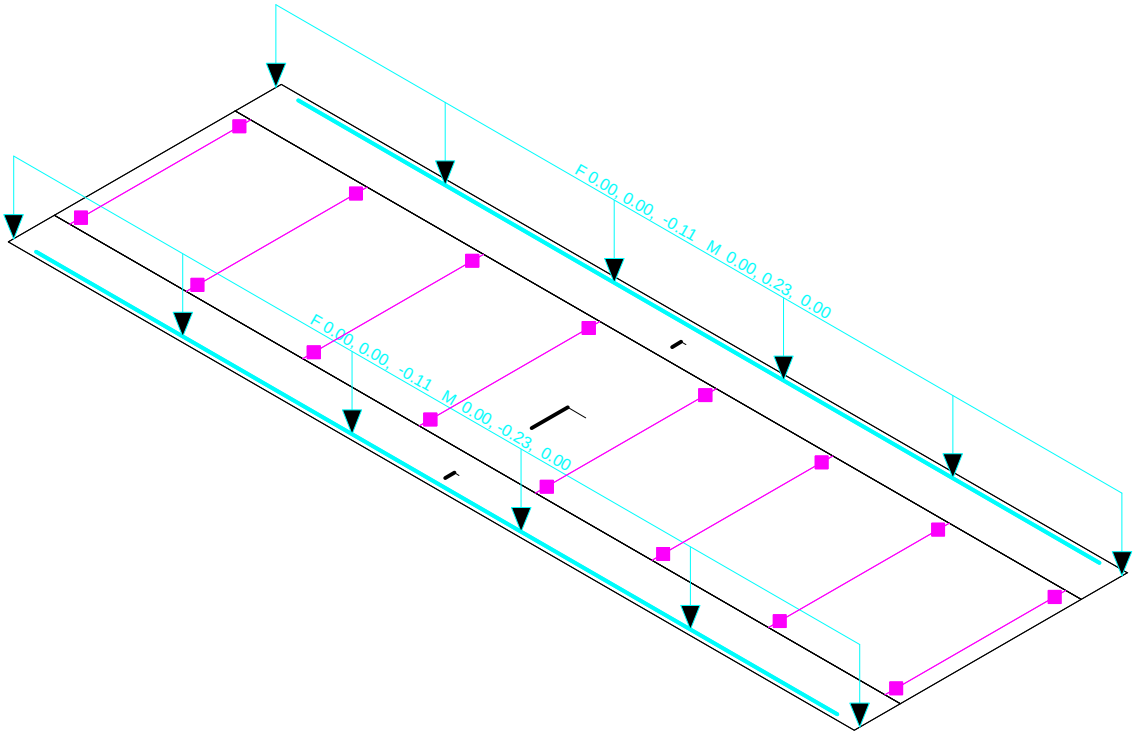
Effel2007 - Structure - 16.1				Ech=1/174
	Passage des friches	cas 6	projet	
- Date 20/12/22 -				

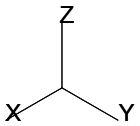




Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/174
	Passage des friches	cas 7	projet

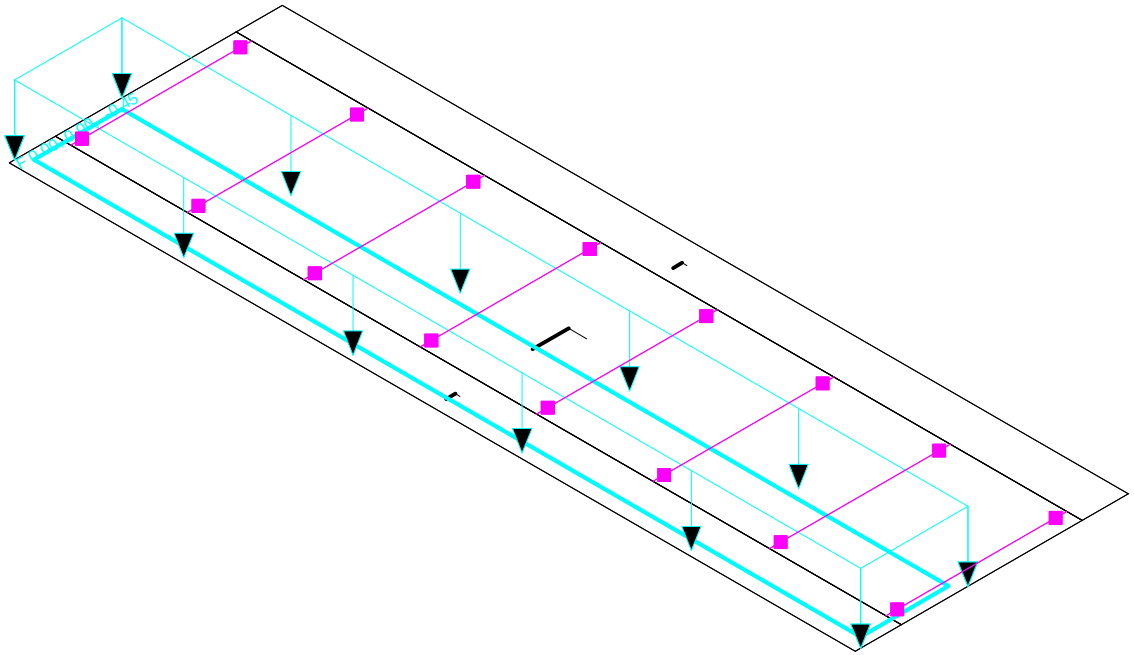
- Date 20/12/22 -

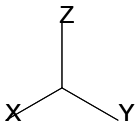




Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/174
	Passage des friches	cas 8	projet

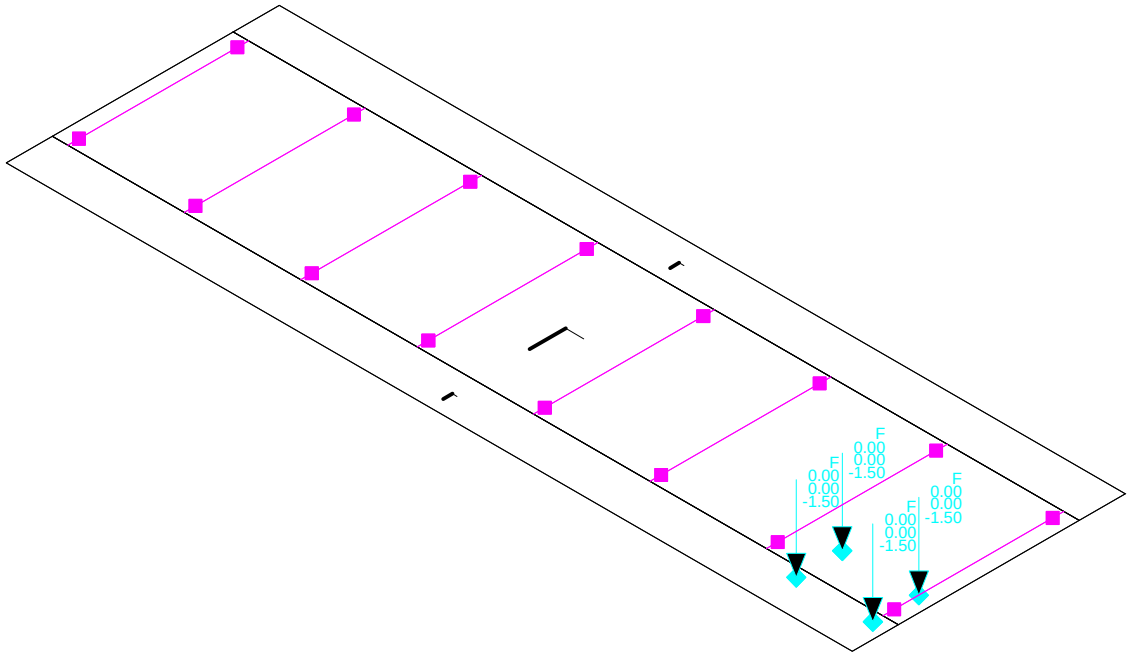
- Date 20/12/22 -

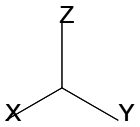




Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/174
	Passage des friches	cas 9	projet

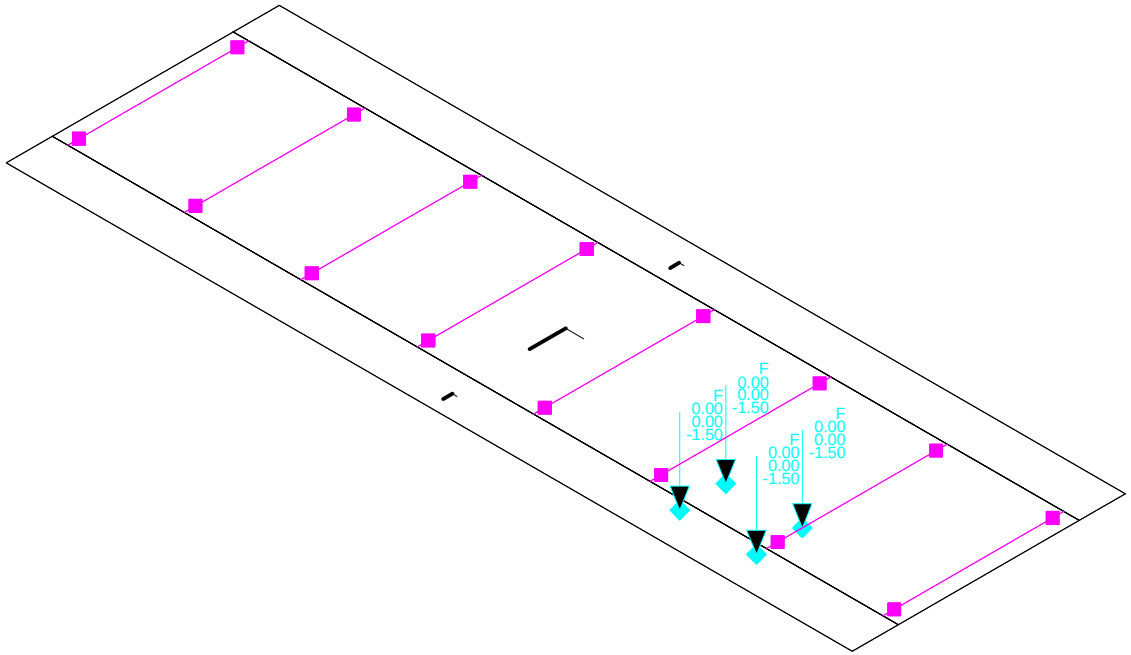
- Date 20/12/22 -

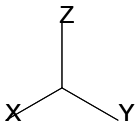




Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/174
	Passage des friches	cas 10	projet

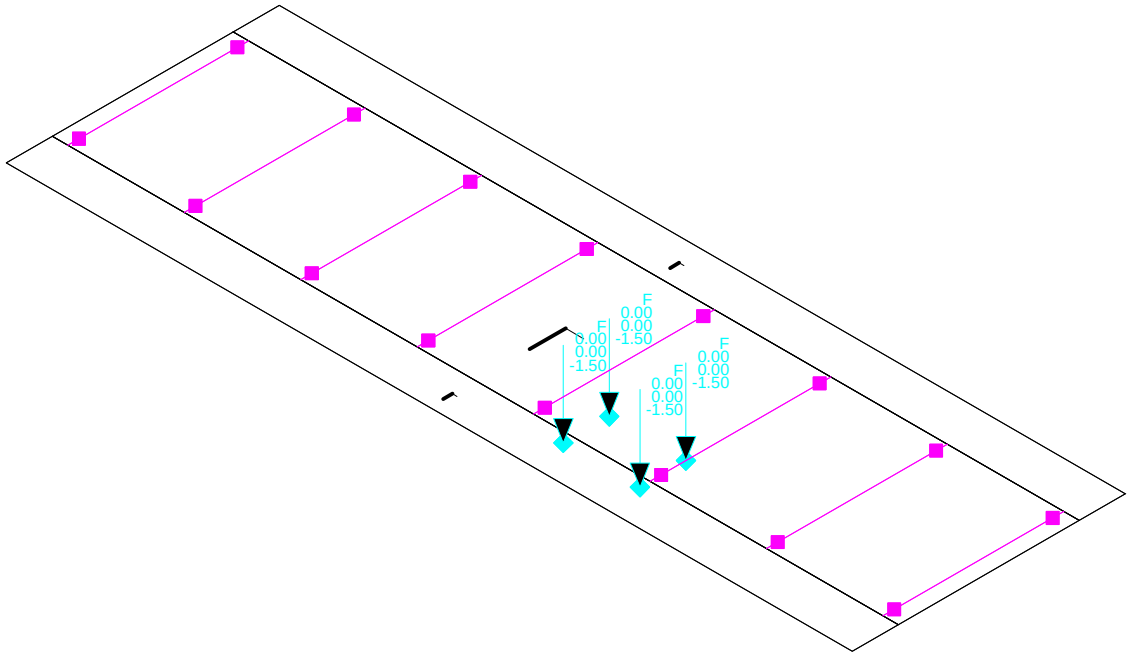
- Date 20/12/22 -

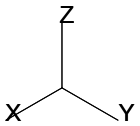




Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/174
	Passage des friches	cas 11	projet

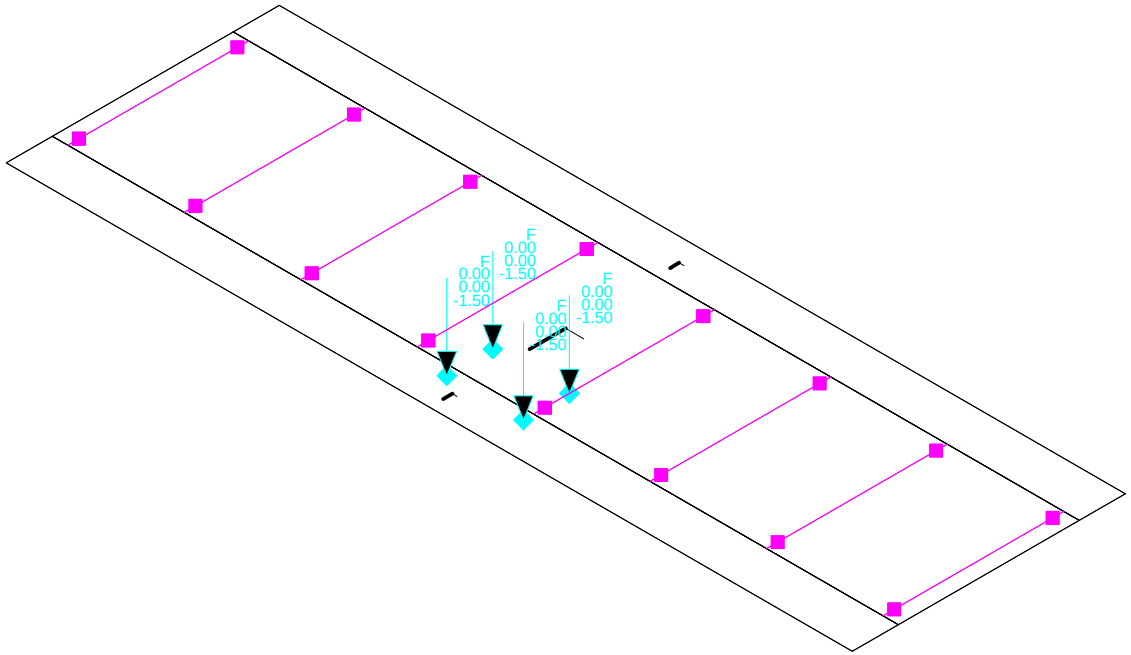
- Date 20/12/22 -

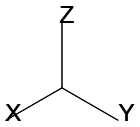




Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/174
	Passage des friches	cas 12	projet

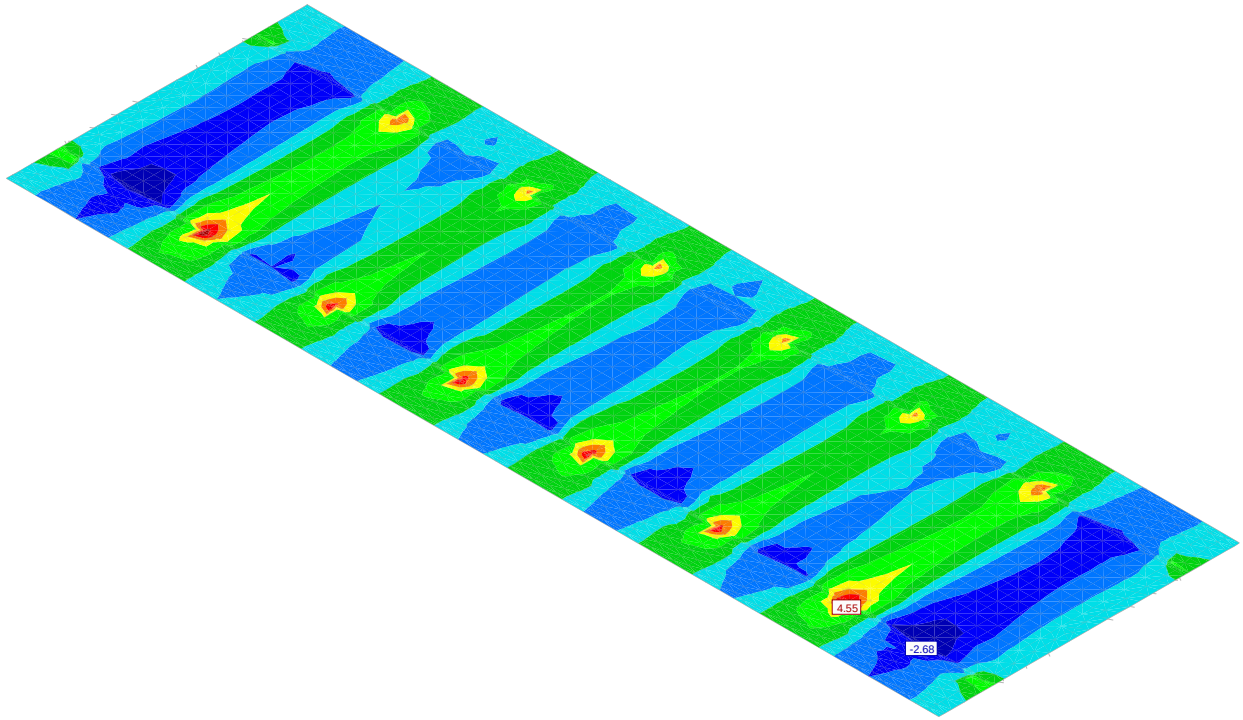
- Date 20/12/22 -

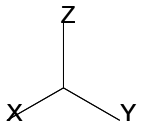




Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/158
	Passage des friches	moment mx els	projet

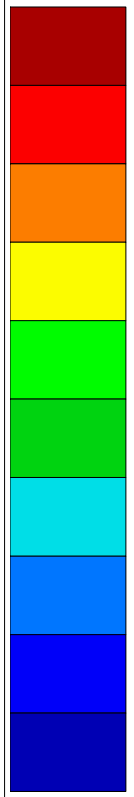
- Date 20/12/22 -





Efforts (T*m)
Enveloppe

Surfaciques Mx



Cas de l'enveloppe

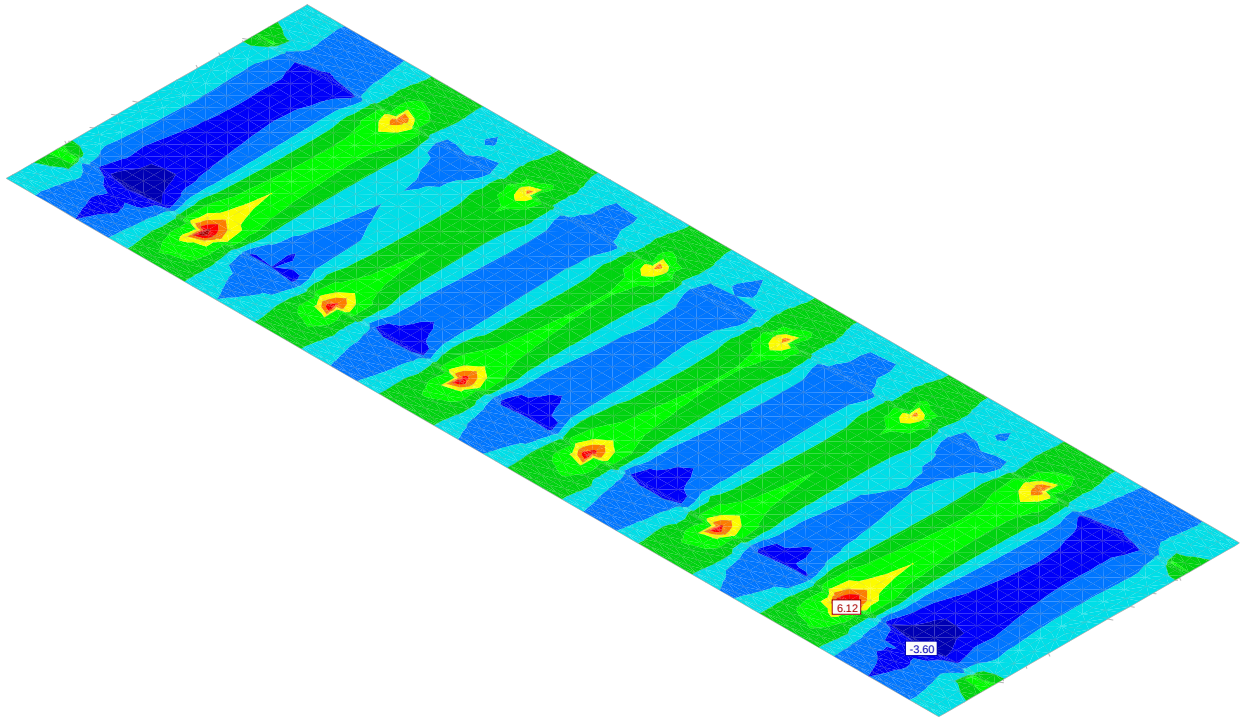
101..106

Effel2007 - Structure - 16.1

Ech=1/158

Passage des friches | moment mx elu | projet

- Date 20/12/22 -



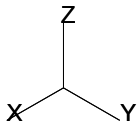
Efforts (T*m)
Enveloppe

Surfaciques Mx

6.12
5.15
4.18
3.21
2.23
1.26
0.29
-0.68
-1.66
-2.63
-3.60

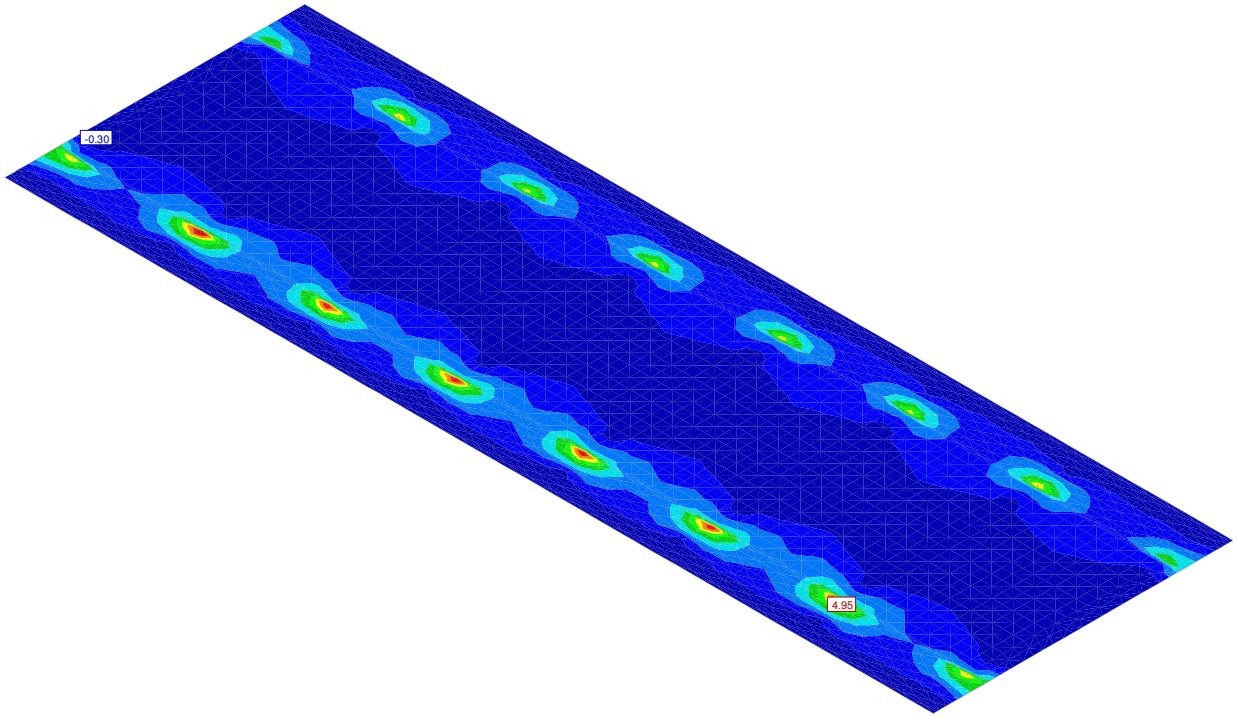
Cas de l'enveloppe

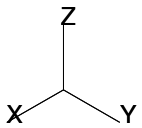
110..115



Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/159
	Passage des friches	moment my els	projet

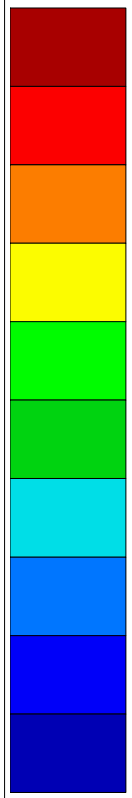
- Date 20/12/22 -





Efforts (T*m)
Enveloppe

Surfaciques My

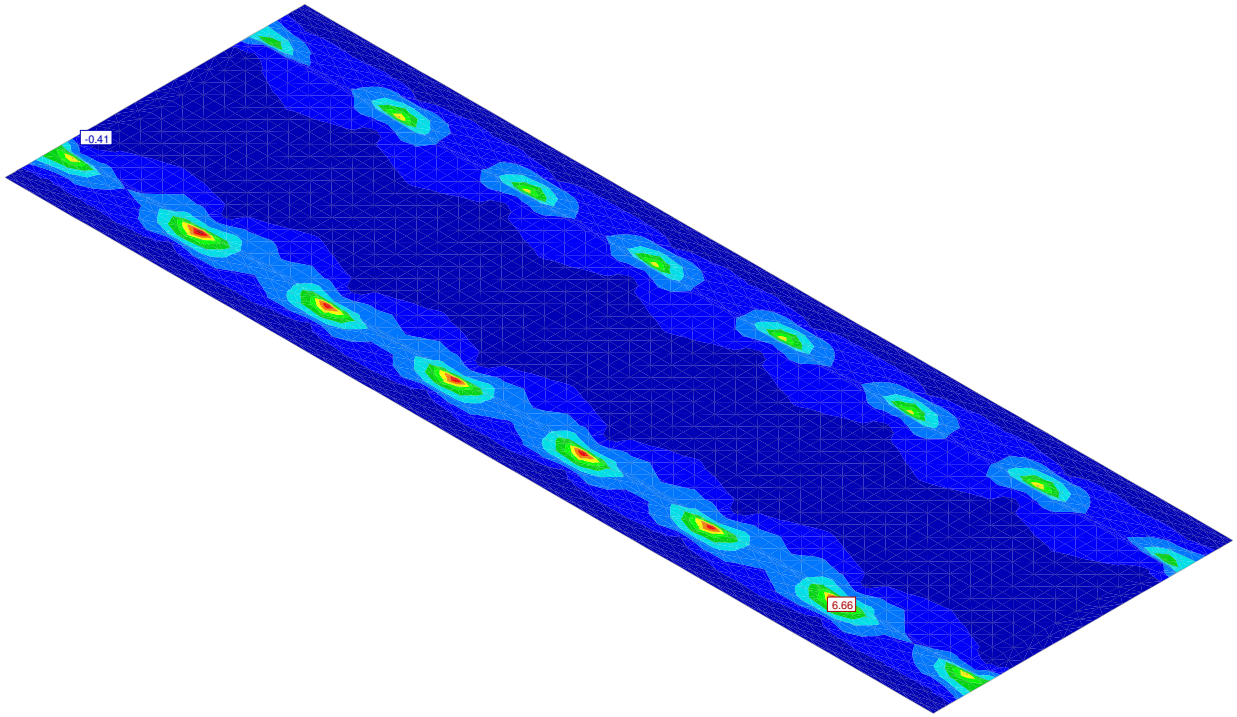


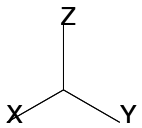
Cas de l'enveloppe

101..106

Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/159
	Passage des friches	moment my elu	projet

- Date 20/12/22 -





Efforts (T*m)
Enveloppe

Surfaciques My

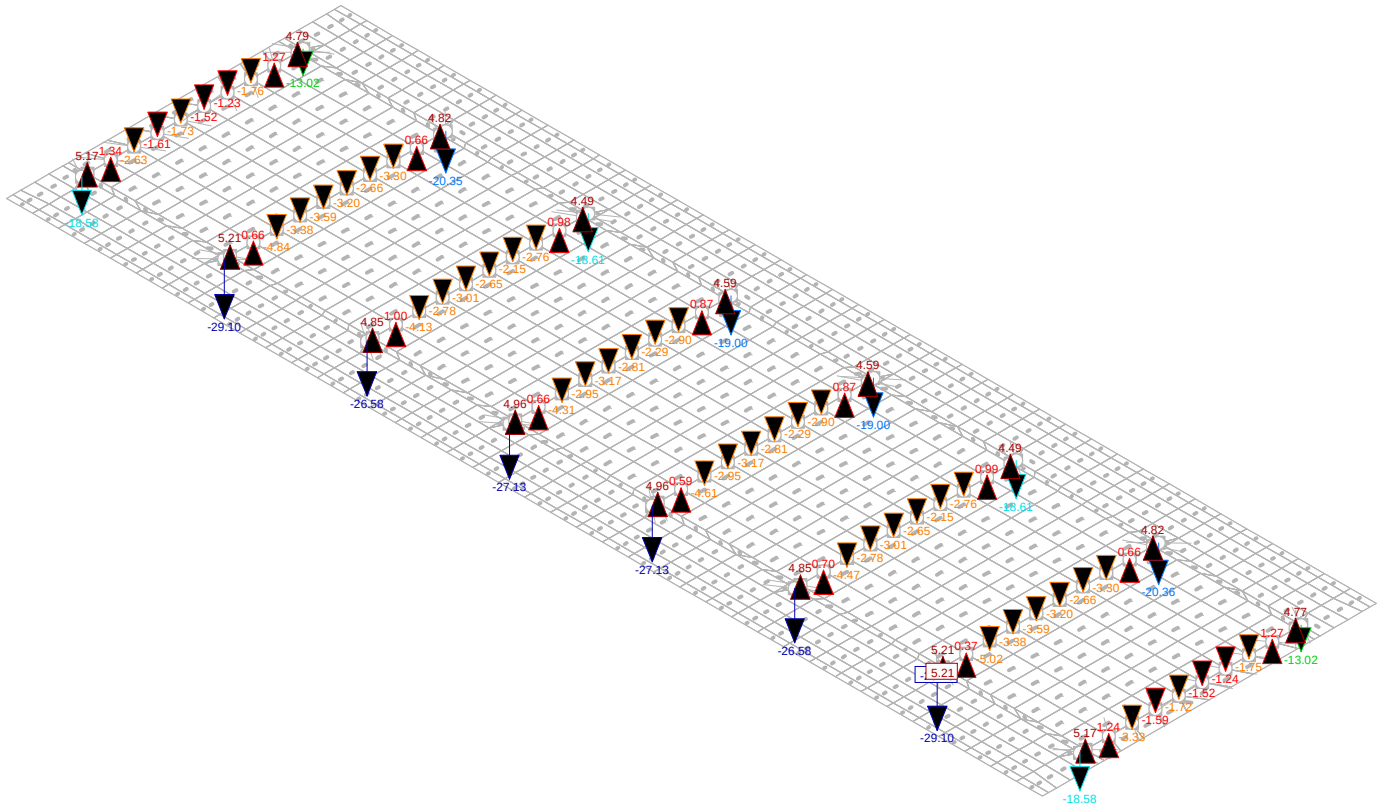
6.66
5.95
5.24
4.54
3.83
3.13
2.42
1.71
1.01
0.30
-0.41

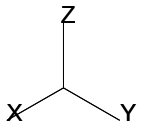
Cas de l'enveloppe

110..115

Effel2007 - Structure - 16.1		Ech=1/143
	Passage des friches — reaction appui els — projet	

- Date 20/12/22 -





Efforts (T)
Enveloppe

Appuis FZ

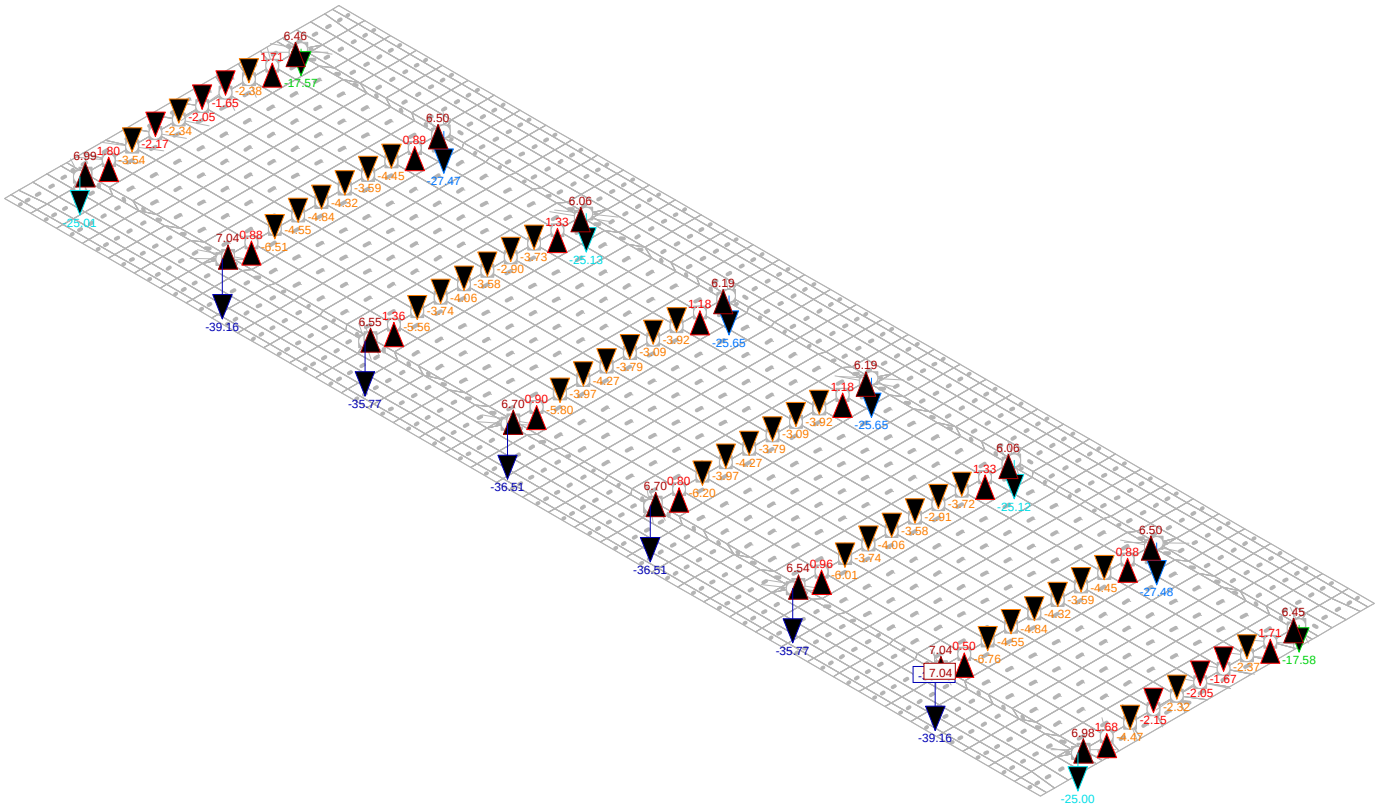
5.21
1.78
-1.65
-5.08
-8.51
-11.94
-15.37
-18.80
-22.24
-25.67
-29.10

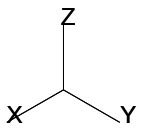
Cas de l'enveloppe

101..106

Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/143
	Passage des friches	reaction appui elu	projet

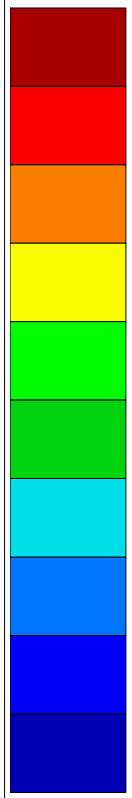
- Date 20/12/22 -





Efforts (T)
Enveloppe

Appuis FZ



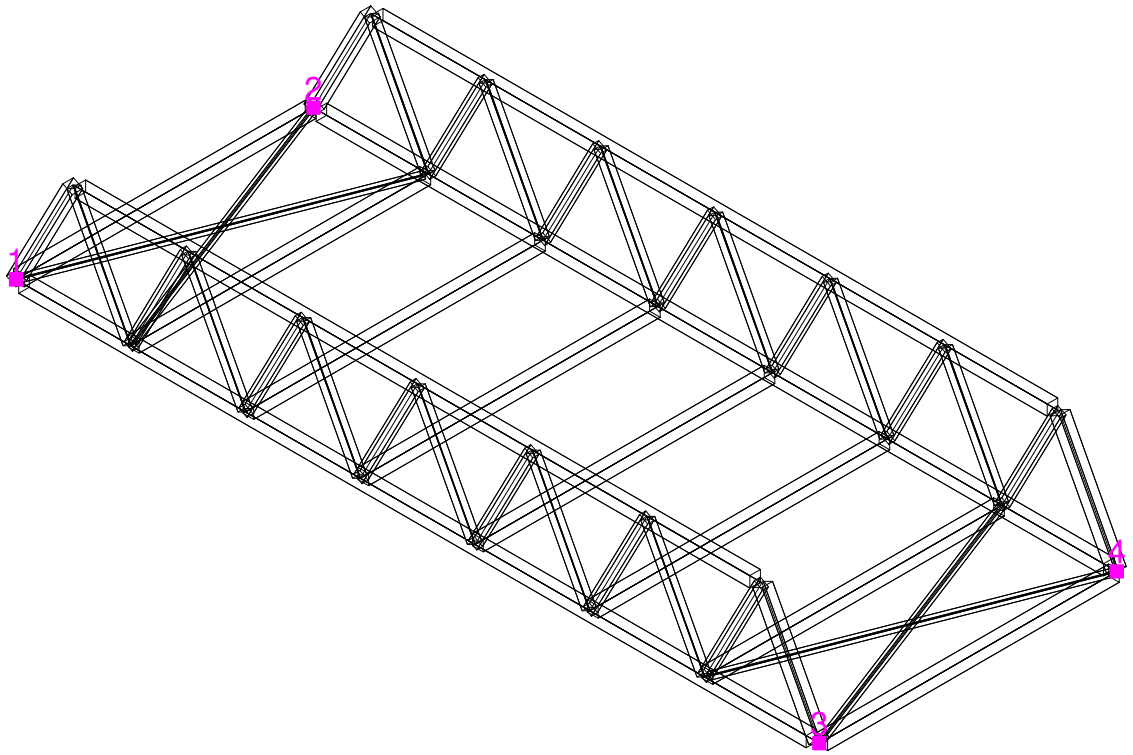
Cas de l'enveloppe

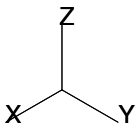
110..115

ANNEXE 3 : MODELISATION DE LA CHARPENTE METALLIQUE (EXISTANT + FUTUR)

Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/177
	Passage des friches	structure	charpente

- Date 20/12/22 -





Effel2007 - Structure - 16.1 SP0			**© GRAITEC**
		20/12/22	

Date : le 21/12/2022 à 09h28

Données générales de la structure

Nom :

Espace de travail : SPATIAL
Rigidité en flexion : OUI

Nbre de filaires	: 44	Nbre de groupes de filaires	: 5
Nbre de surfaciques	: 1	Nbre de groupes de surfaciques	: 1
Nbre d'appuis ponctuels	: 4	Nbre de groupes d'appuis ponctuels	: 4

Unités :
- de longueur : m
- de force : T
- de moment : T*m
- de contrainte : MPa
- de masse : T
- d'angle : °
- de temps : s
- de déplacement : cm

Facteur de gravité : 9.81 mètre/seconde²

Nombre de cas de charge total : 9

Groupes de la structure

Elément	n°	Type	Titre
Appui_Pct	1	Rigide	
Appui_Pct	2	Rigide	
Appui_Pct	3	Rigide	
Appui_Pct	4	Rigide	

Filaire	1	Poutre_C.	
Filaire	2	Poutre_C.	
Filaire	3	Poutre_C.	
Filaire	4	Poutre_C.	
Filaire	5	Poutre_C.	
Surfacique	1	Coque_E.	

Cas de charge de la structure

Code	Num	Type	Titre
CAS	1	Statique	poids propre charpente
CAS	2	Statique	descente de charge existant els
CAS	3	Statique	descente de charge existant ELU
CAS	4	Statique	descente de charge futur - ELS
CAS	5	Statique	descente de charge futur - ELU
COMB	101	Comb_Lin	ELS - EXISTANT
COMB	110	Comb_Lin	ELU - EXISTANT
COMB	120	Comb_Lin	ELS - FUTUR
COMB	130	Comb_Lin	ELU - FUTUR

Combinaisons de la structure

N° Combinaison= Combinaison des cas de charges
101 = + 1.000* 1 + 1.000* 2
110 = + 1.350* 1 + 1.000* 3
120 = + 1.000* 1 + 1.000* 4
130 = + 1.350* 1 + 1.000* 5

Matériaux de la structure

Matériau	E T/m²	Nu	P/V T/m3	Alpha	Amortissement %
ACIER	21440000.000	0.300	7.850	0.0000120	2.00

Sections de la structure

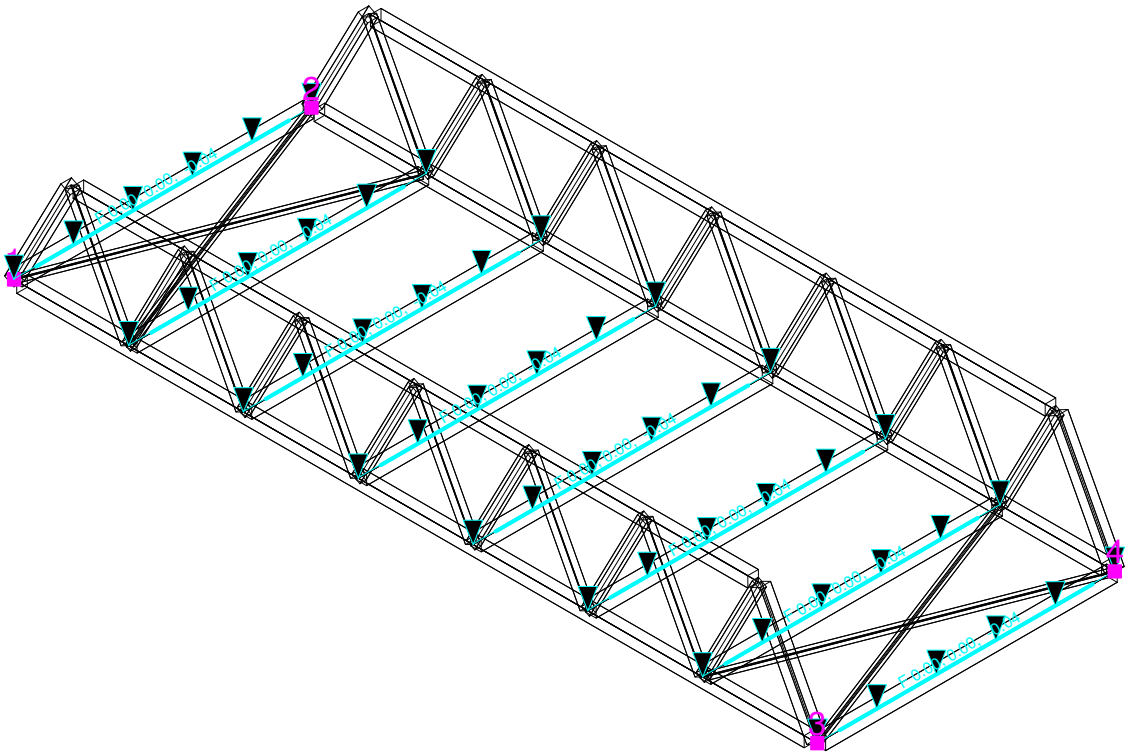
Section	Sx m²	Sy m²	Sz m²	Ix m4	Iy m4	Iz m4
	Vx m3	V1y m3	V1z m3	V2y m3	V2z m3	
C35/1.2	0.016220 0.002742 00	0.006749 0.001767 00	0.006749 0.001767 00	0.000463400 0.001767 00	0.000309300 0.001767 00	0.000309300
R20*30/1.2	0.011420 0.001299 00	0.006624 0.000746 10	0.004224 0.000943 00	0.000147800 0.000746 10	0.000074610 0.000943 00	0.000141600
C15/0.8	0.004544 0.000326 00	0.001890 0.000204 30	0.001890 0.000204 30	0.000022910 0.000204 30	0.000015320 0.000204 30	0.000015320

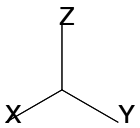
Attaches de la structure

Attache	Rot X	Rot Y	Rot Z	Relax.	Titre
Encastrement	NON	NON	NON	NON	Encastrement parfait
Rotule	OUI	OUI	OUI	NON	Rotule parfaite

Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/177
	Passage des friches	cas 1	charpente

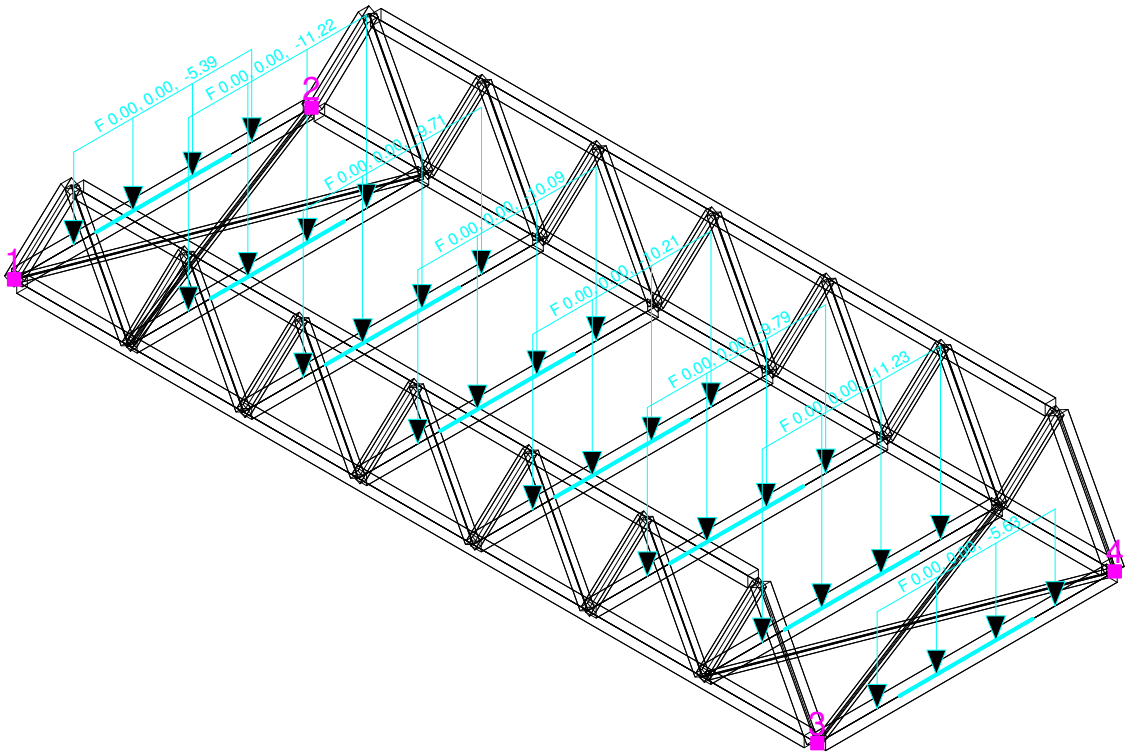
- Date 20/12/22 -

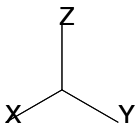




Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/177
	Passage des friches	cas 2	charpente

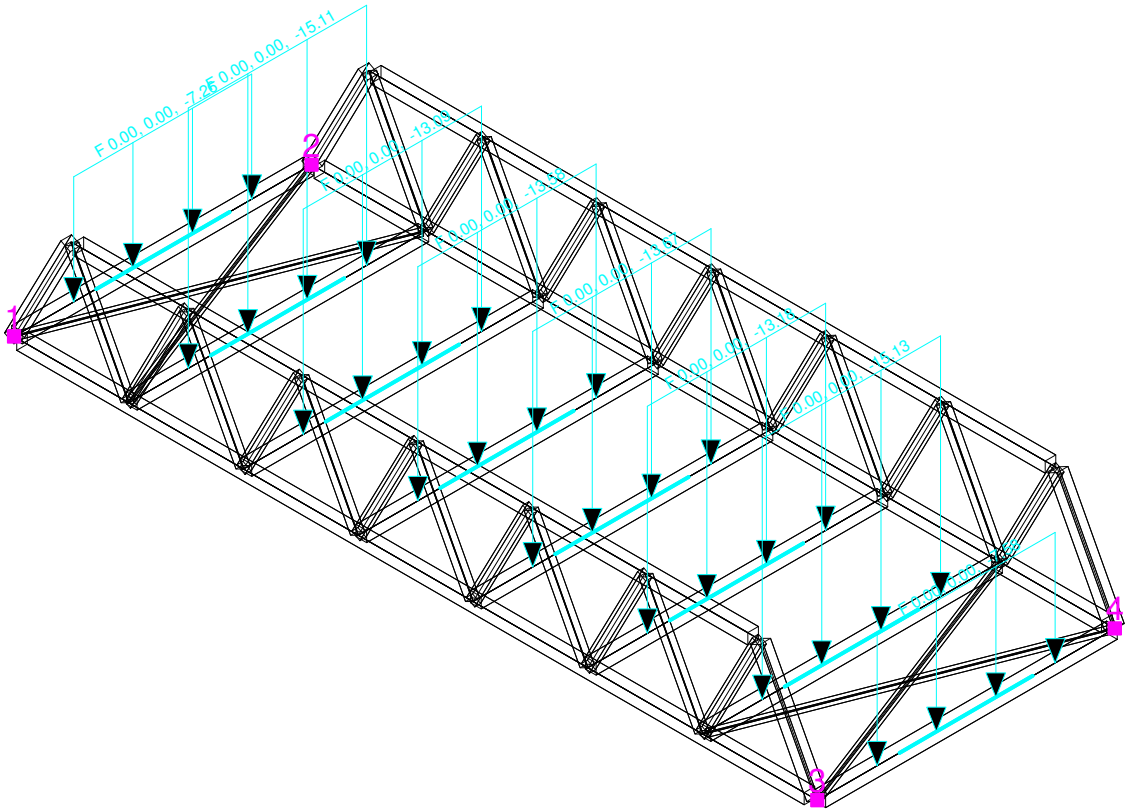
- Date 20/12/22 -

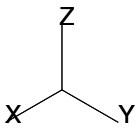




Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/177
	Passage des friches	cas 3	charpente

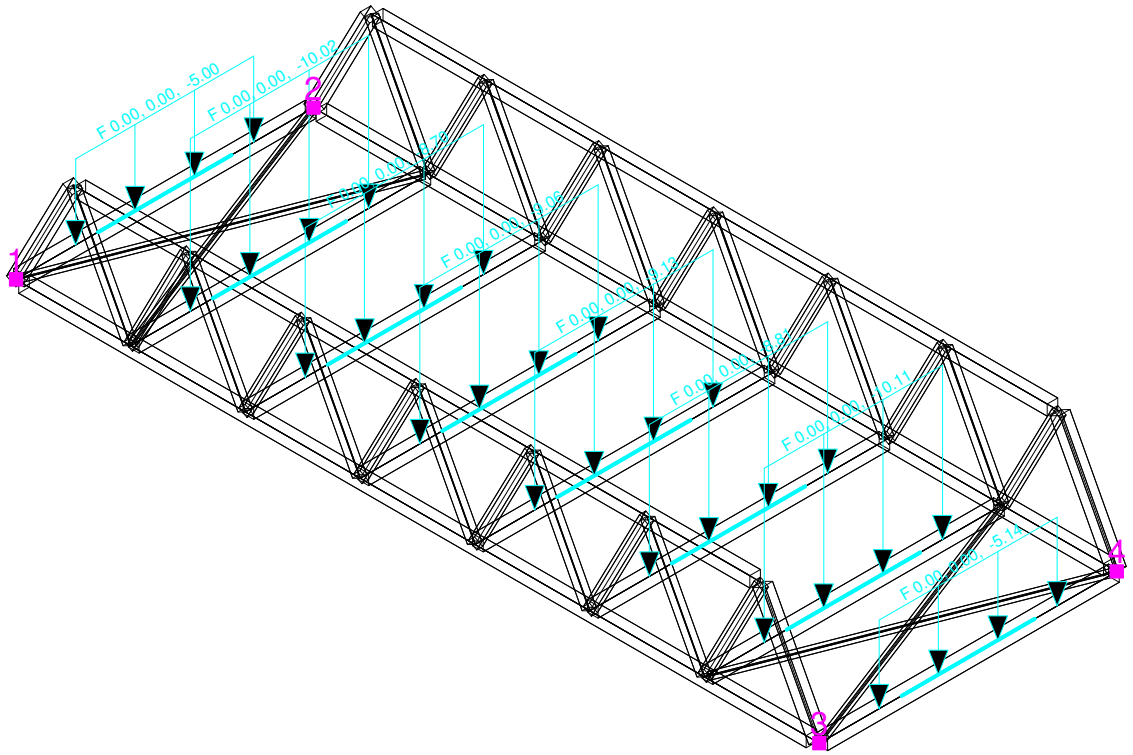
- Date 20/12/22 -

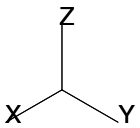




Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/177
	Passage des friches	cas 4	charpente

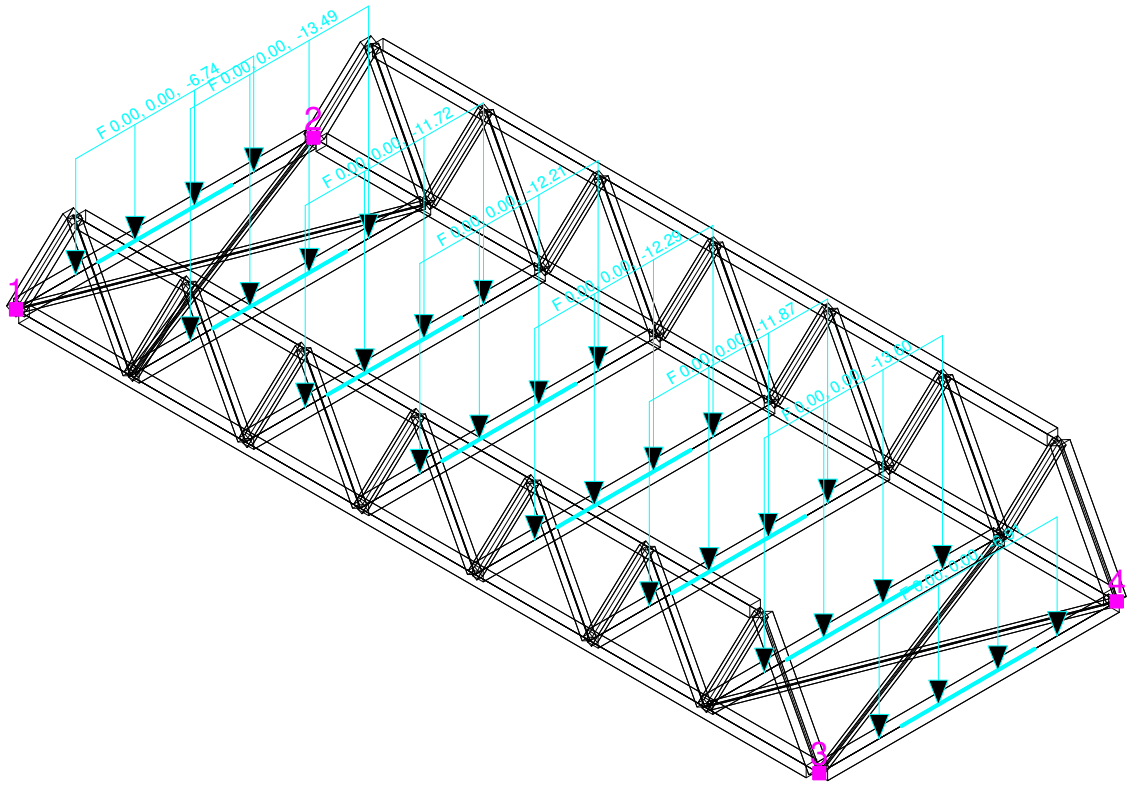
- Date 20/12/22 -

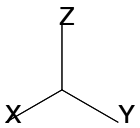




Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/177
	Passage des friches	cas 5	charpente

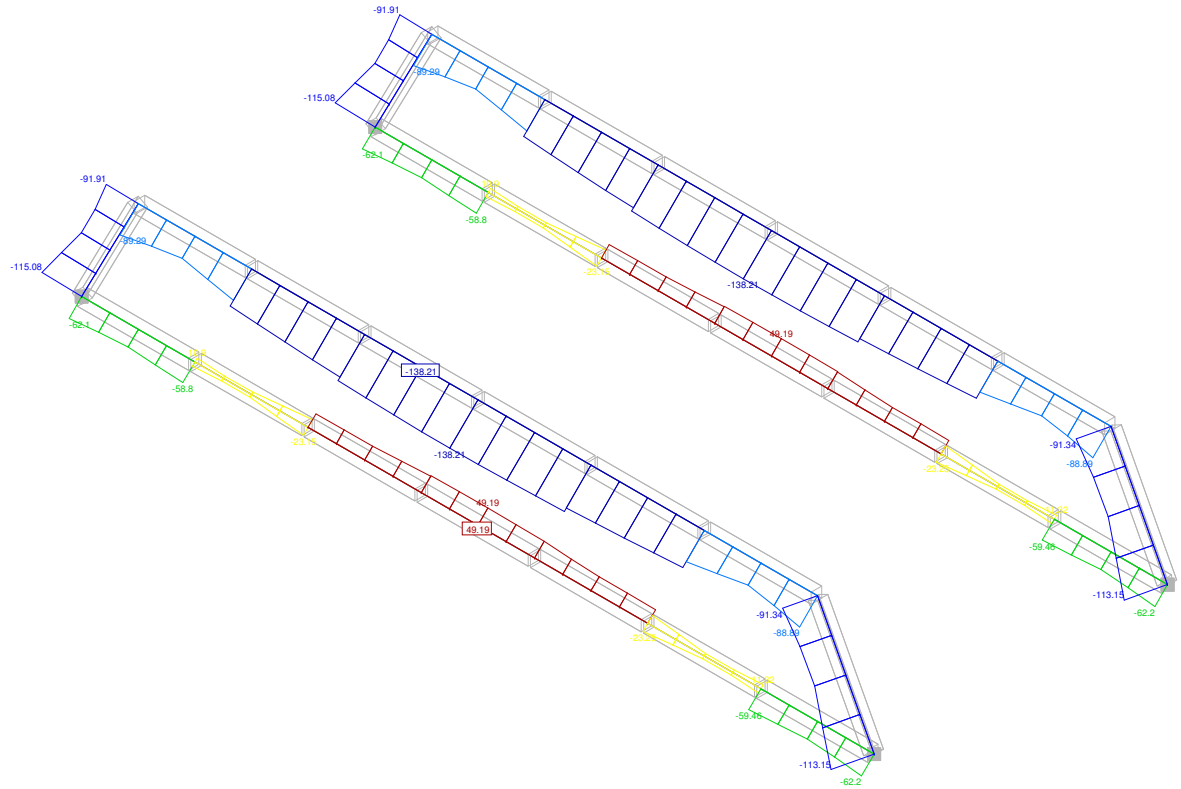
- Date 20/12/22 -





Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/179
	Passage des friches	contraintes membrures - existant - els	charpente

- Date 20/12/22 -



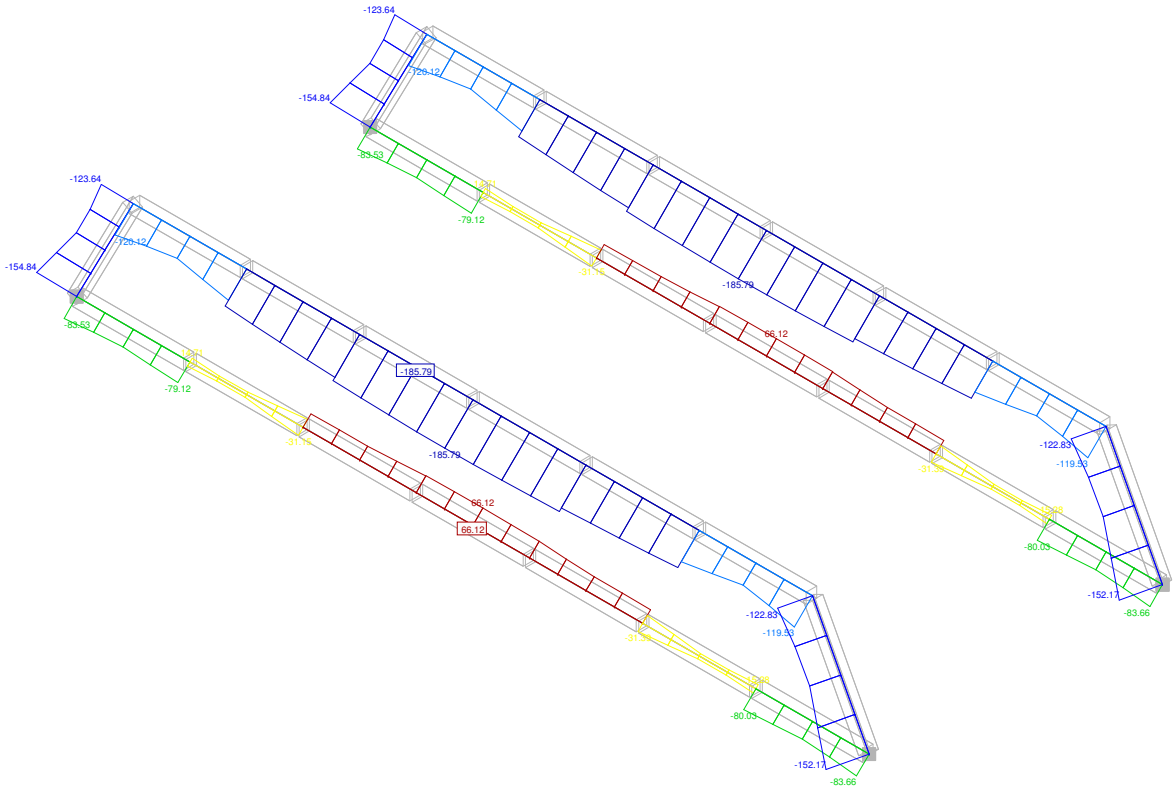
Contraintes (MPa)
Cas n°101

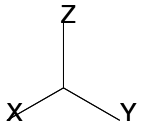
Filaires sxx

49.19
30.45
11.71
-7.03
-25.77
-44.51
-63.25
-81.99
-100.73
-119.47
-138.21

Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/179
	Passage des friches	contraintes membrures - existant - elu	charpente

- Date 20/12/22 -





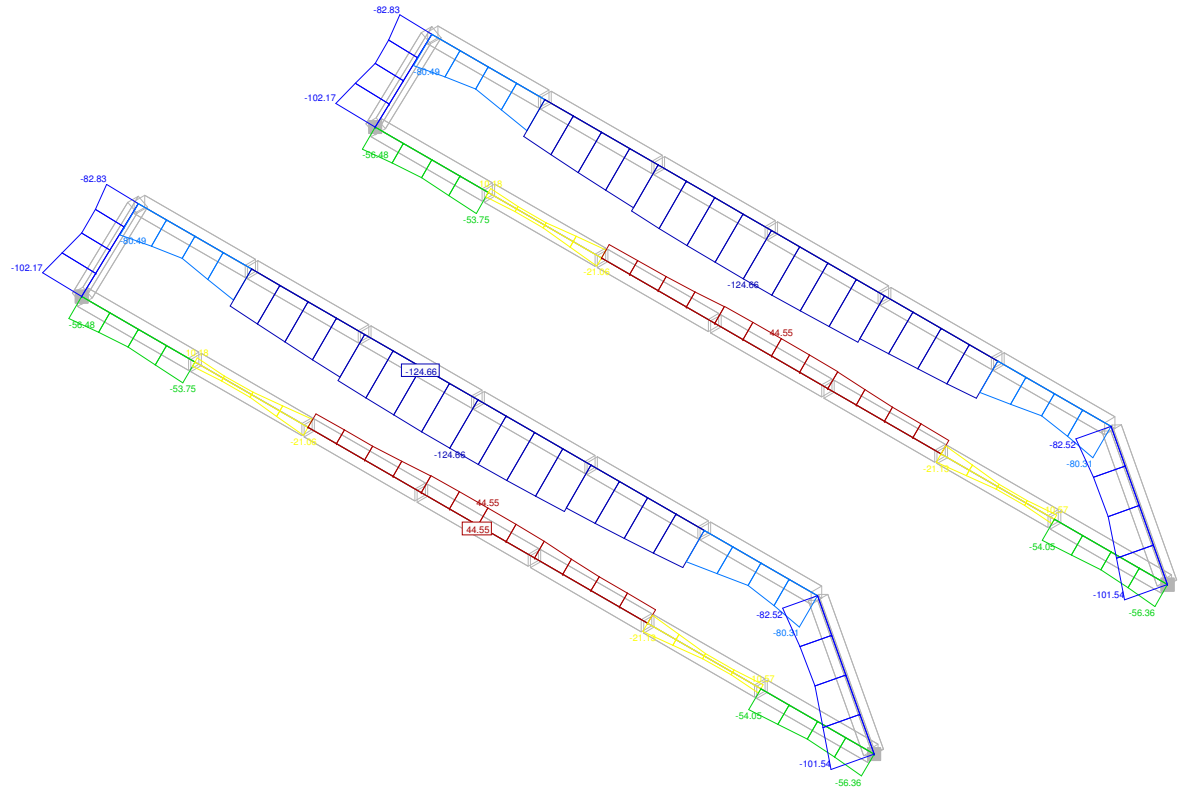
Contraintes (MPa)
Cas n°110

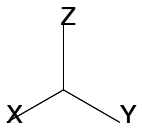
Filaires sxx

66.12
40.93
15.74
-9.45
-34.64
-59.83
-85.02
-110.21
-135.40
-160.60
-185.79

Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/179
	Passage des friches	contraintes membrures - futur - els	charpente

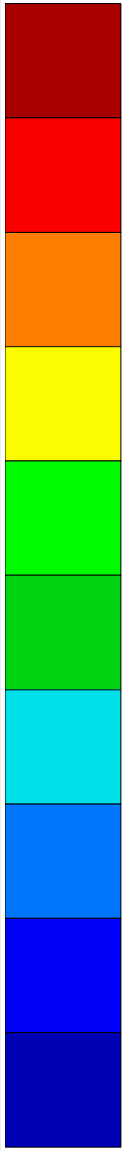
- Date 20/12/22 -





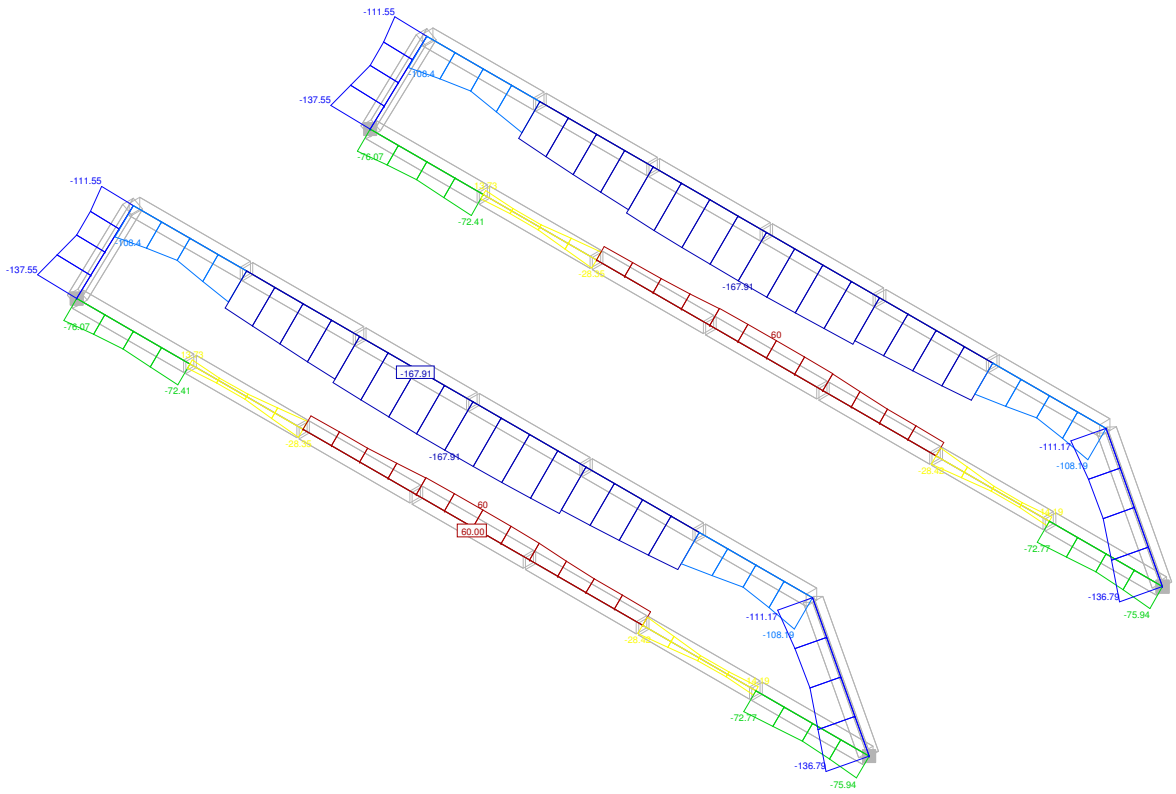
Contraintes (MPa)
Cas n°120

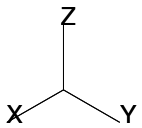
Filaires sxx



Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/179
	Passage des friches	contraintes membrures - futur - elu	charpente

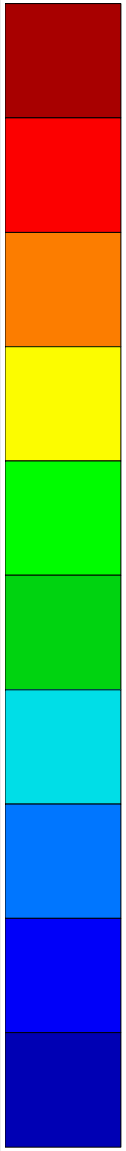
- Date 20/12/22 -





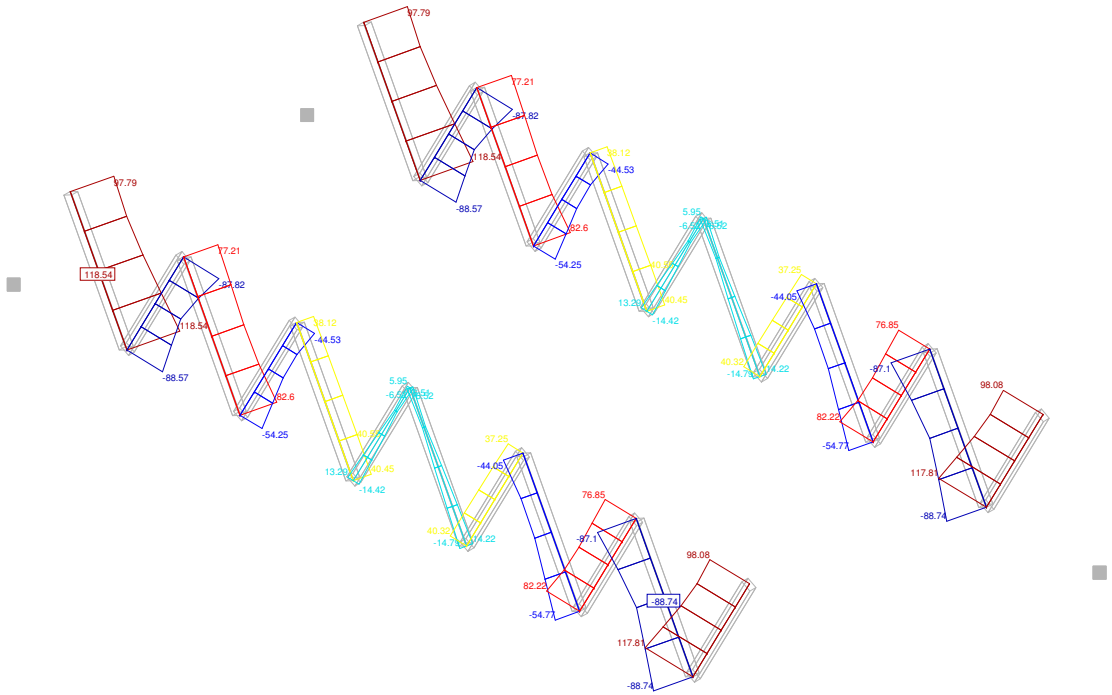
Contraintes (MPa)
Cas n°130

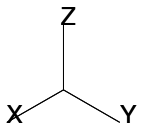
Filaires sxx



Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/179
	Passage des friches	contraintes diagonales - existant - els	charpente

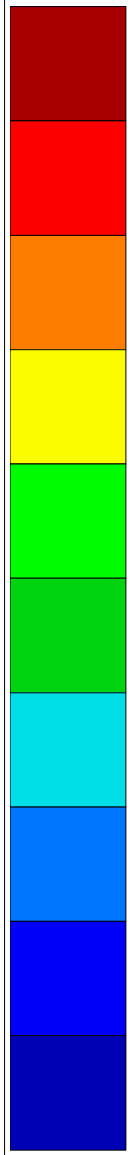
- Date 20/12/22 -





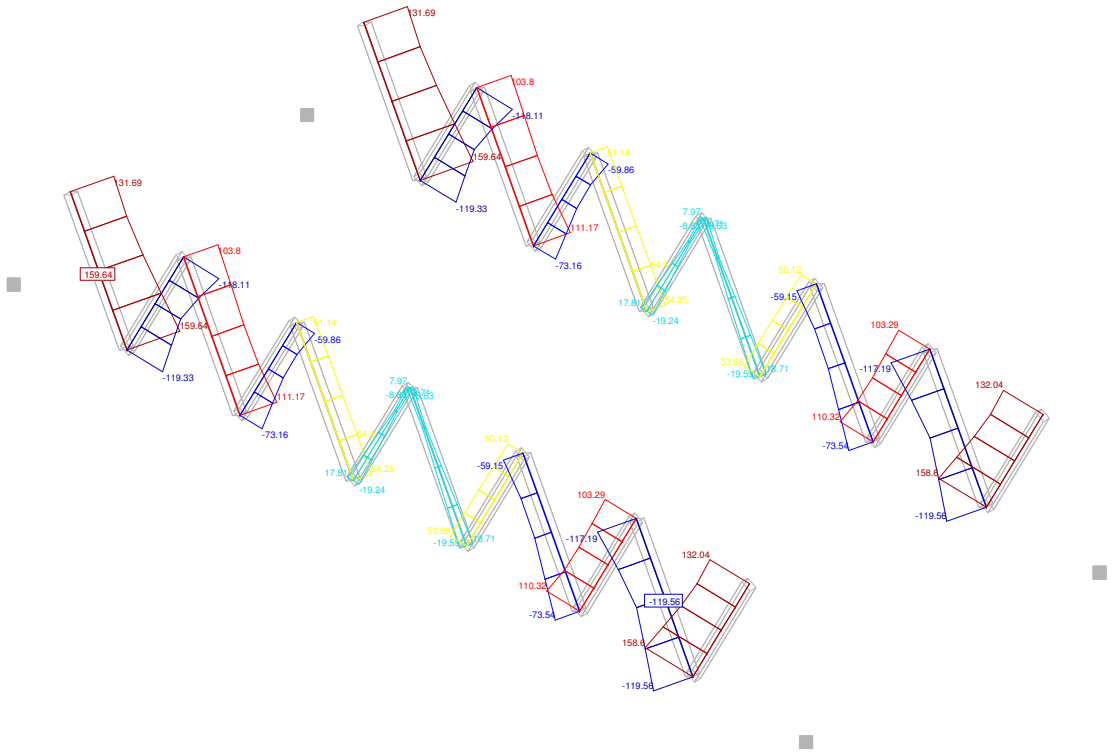
Contraintes (MPa)
Cas n°101

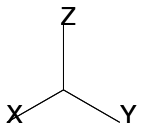
Filaires sxx



Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/179
	Passage des friches	contraintes diagonales - existant - elu	charpente

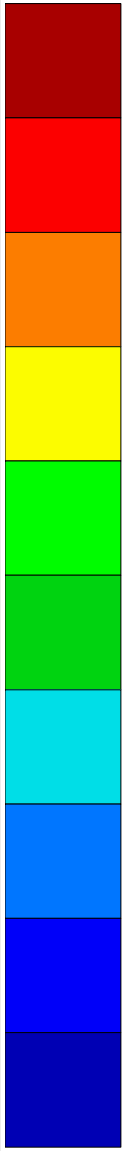
- Date 20/12/22 -





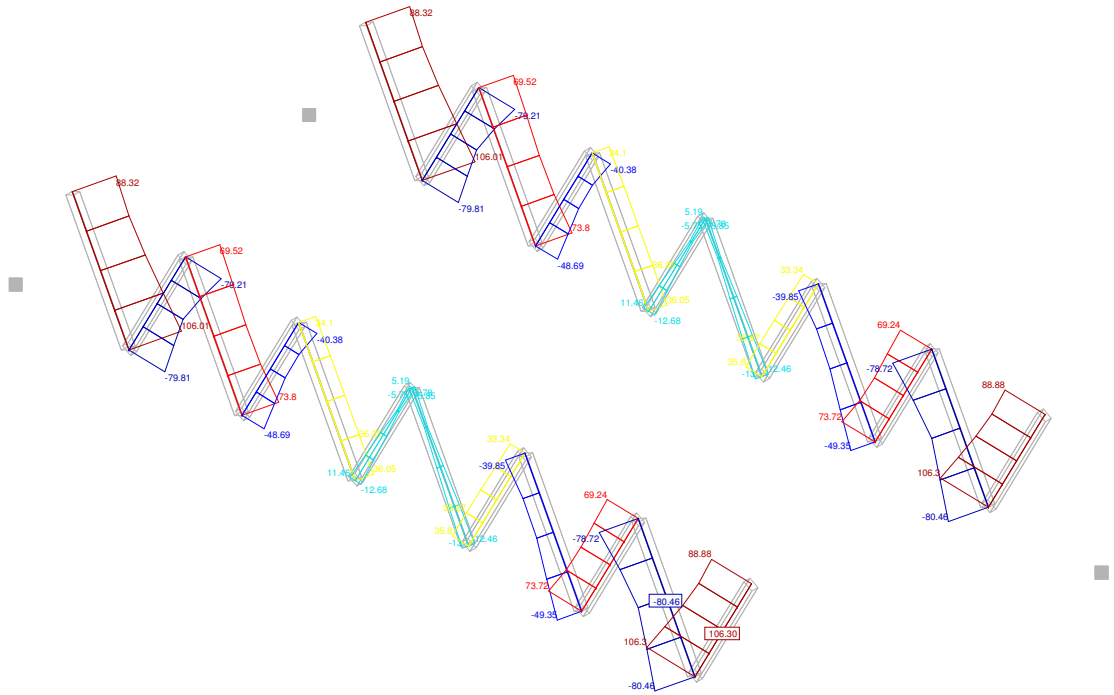
Contraintes (MPa)
Cas n°110

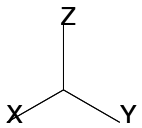
Filaires sxx



Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/179
	Passage des friches	contraintes diagonales - futur - els	charpente

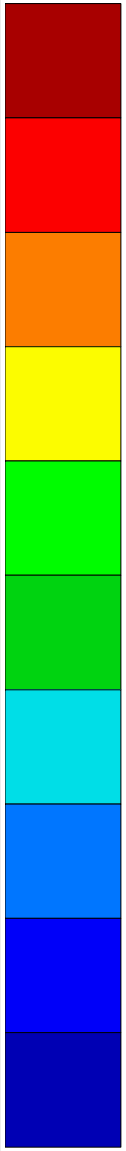
- Date 20/12/22 -





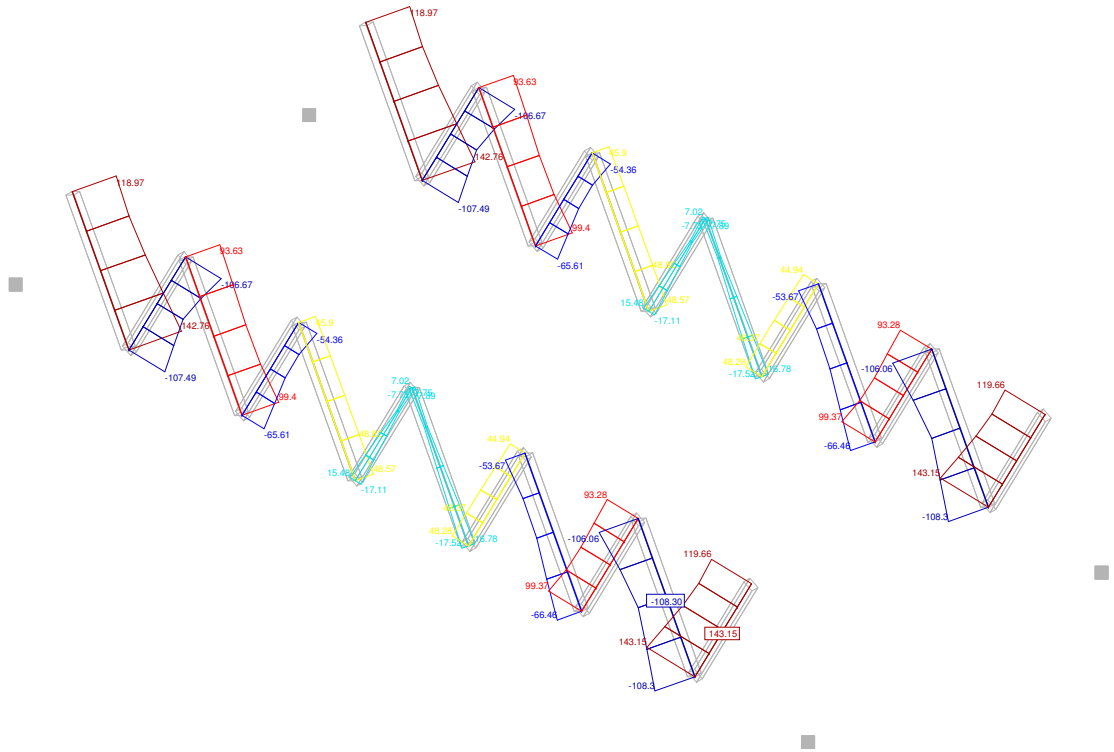
Contraintes (MPa)
Cas n°120

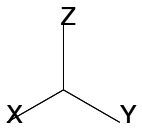
Filaires sxx



Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/179
	Passage des friches	contraintes diagonales - futur - elu	charpente

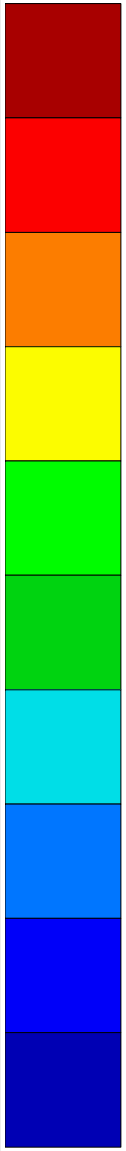
- Date 20/12/22 -





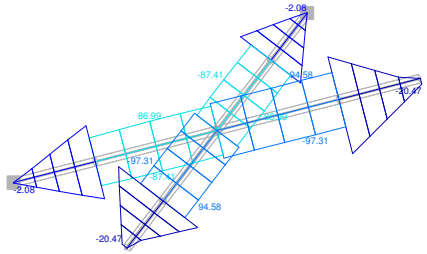
Contraintes (MPa)
Cas n°130

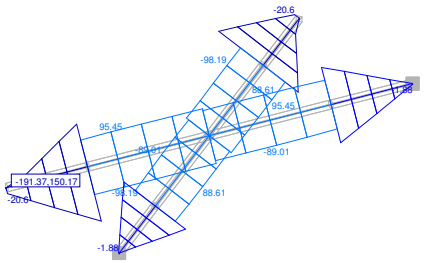
Filaires sxx

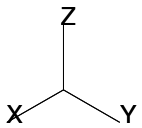


Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/179
	Passage des friches	contrainte contreventement - existant - els	charpente

- Date 20/12/22 -

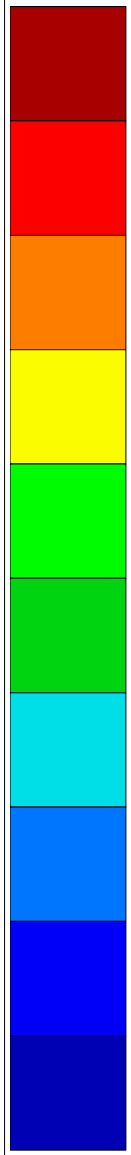






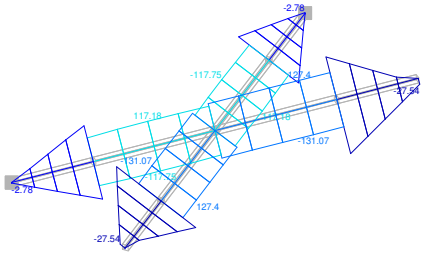
Contraintes (MPa)
Cas n°101

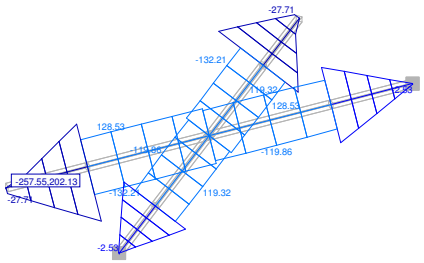
Filaires sxx

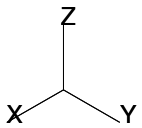


Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/179
	Passage des friches	contrainte contreventement - existant - elu	charpente

- Date 20/12/22 -

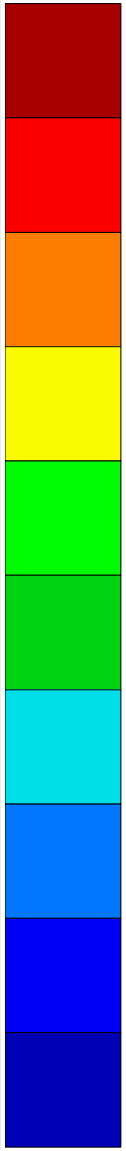






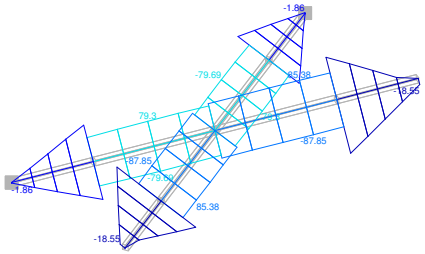
Contraintes (MPa)
Cas n°110

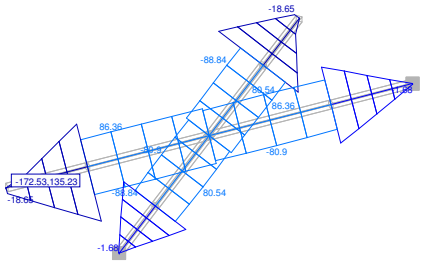
Filaires sxx

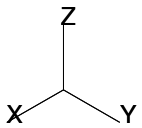


Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/179
	Passage des friches	contrainte contreventement - futur - els	charpente

- Date 20/12/22 -

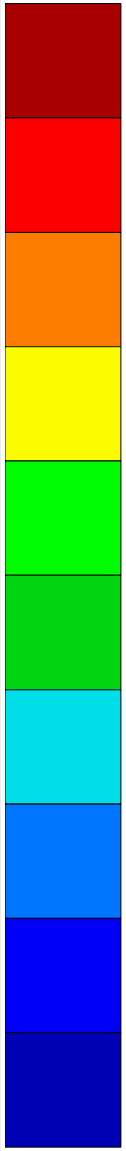






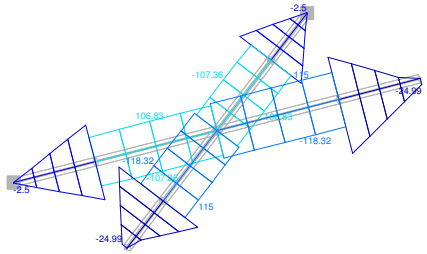
Contraintes (MPa)
Cas n°120

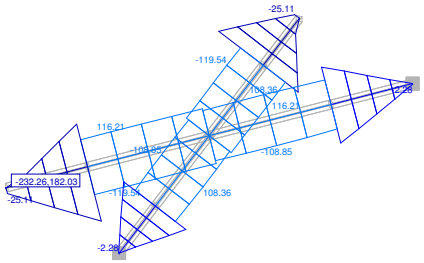
Filaires sxx

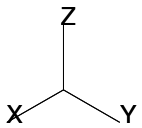


Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/179
	Passage des friches	contrainte contreventement - futur - elu	charpente

- Date 20/12/22 -







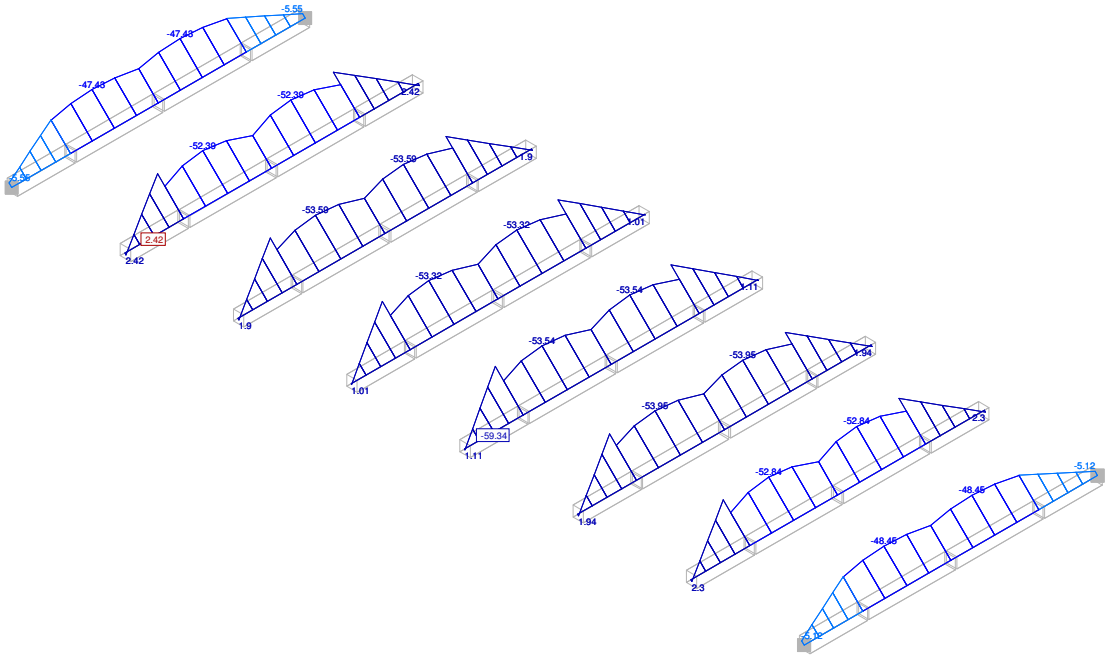
Contraintes (MPa)
Cas n°130

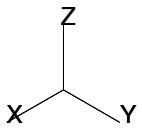
Filaires sxx

182.03
140.60
99.18
57.75
16.32
-25.11
-66.54
-107.97
-149.40
-190.83
-232.26

Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/179
	Passage des friches	entretoise - existant - moment els	charpente

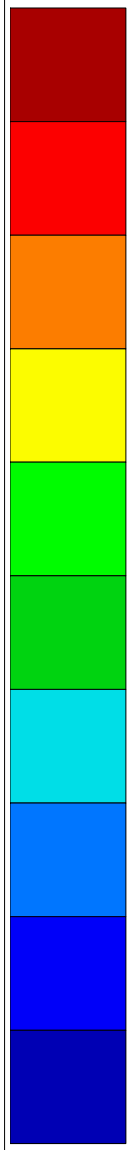
- Date 20/12/22 -





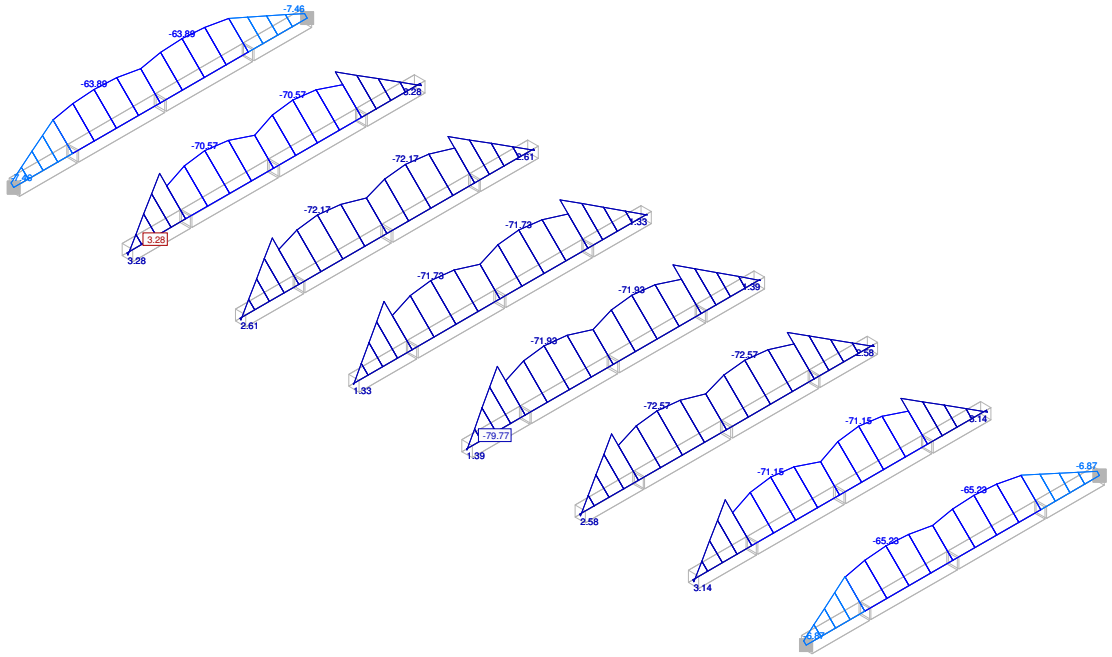
Efforts (T*m)
Cas n°101

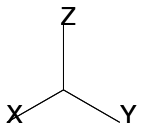
Filaires My



Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/179
	Passage des friches	entretoise - existant - moment elu	charpente

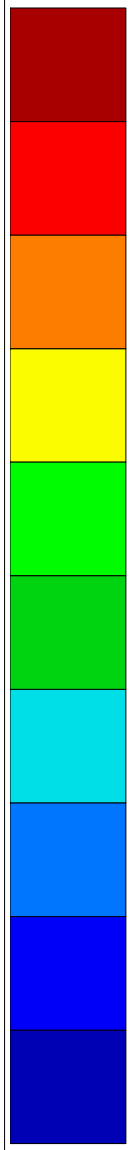
- Date 20/12/22 -





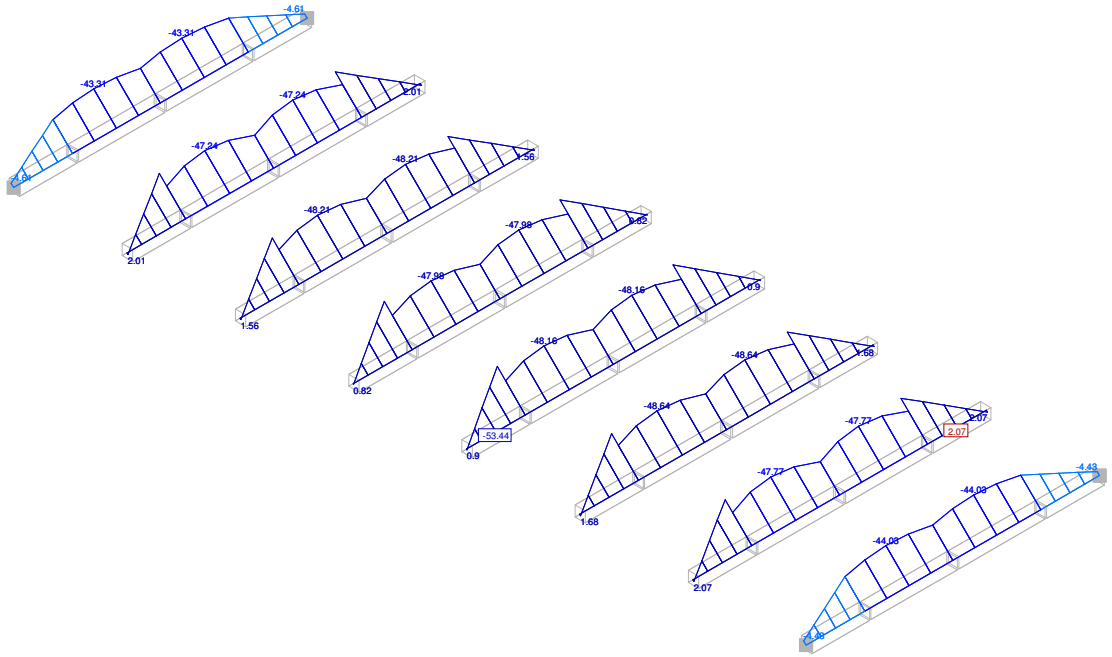
Efforts (T*m)
Cas n°110

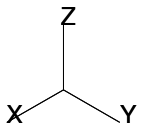
Filaires My



Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/179
	Passage des friches	entretoise - futur - moment els	charpente

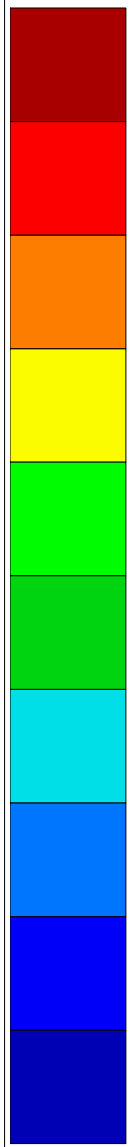
- Date 20/12/22 -





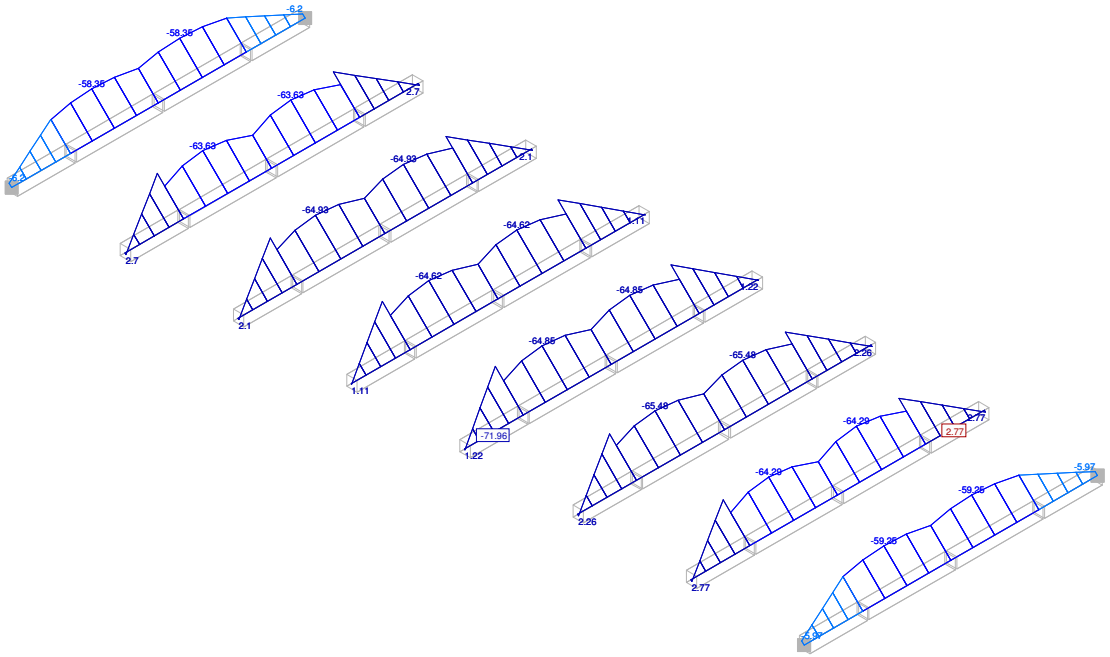
Efforts (T*m)
Cas n°120

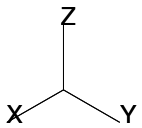
Filaires My



Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/179
	Passage des friches	entretoise - futur - moment elu	charpente

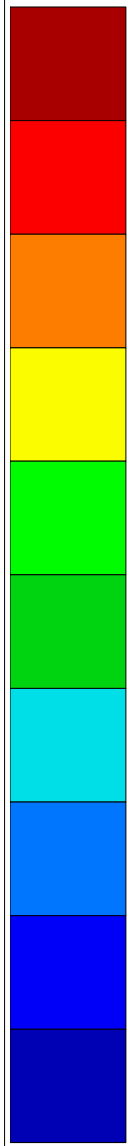
- Date 20/12/22 -





Efforts (T*m)
Cas n°130

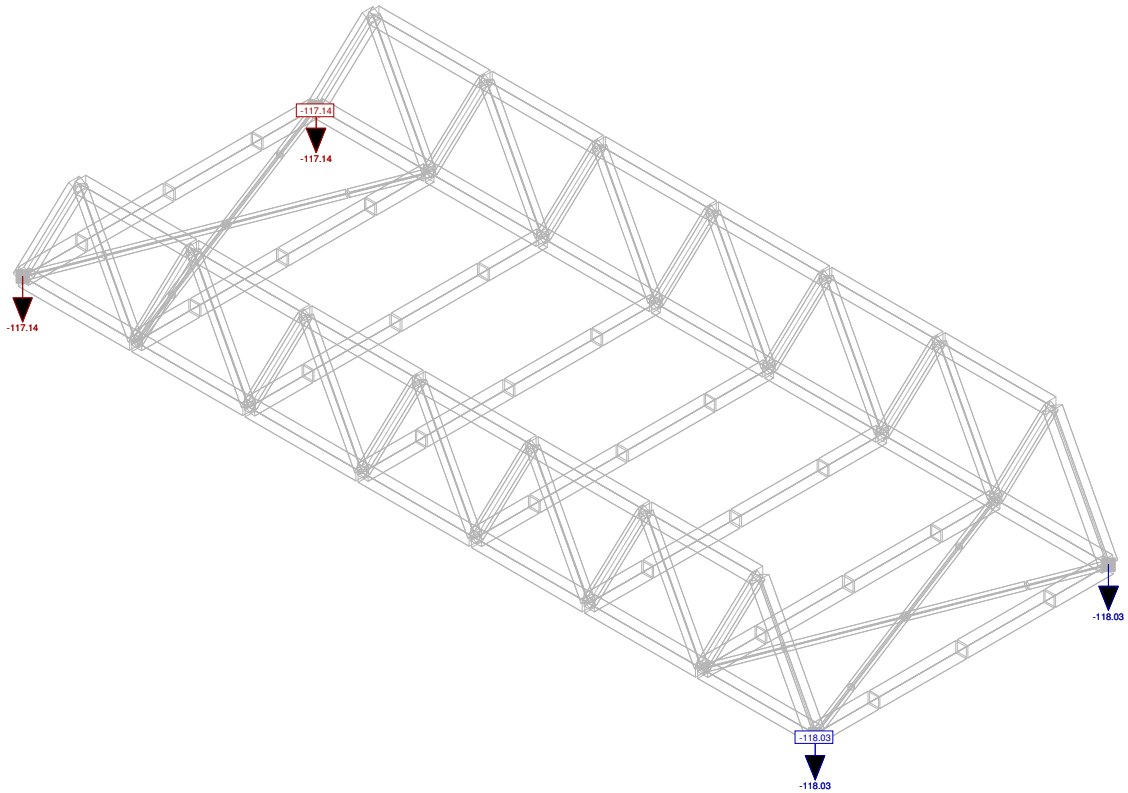
Filaires My

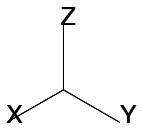


2.77
-4.70
-12.18
-19.65
-27.12
-34.60
-42.07
-49.54
-57.02
-64.49
-71.96

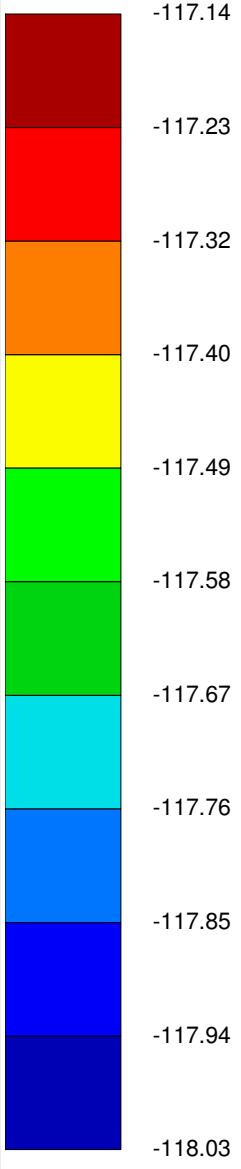
Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/179
	Passage des friches	reaction appui - els existant	charpente

- Date 20/12/22 -



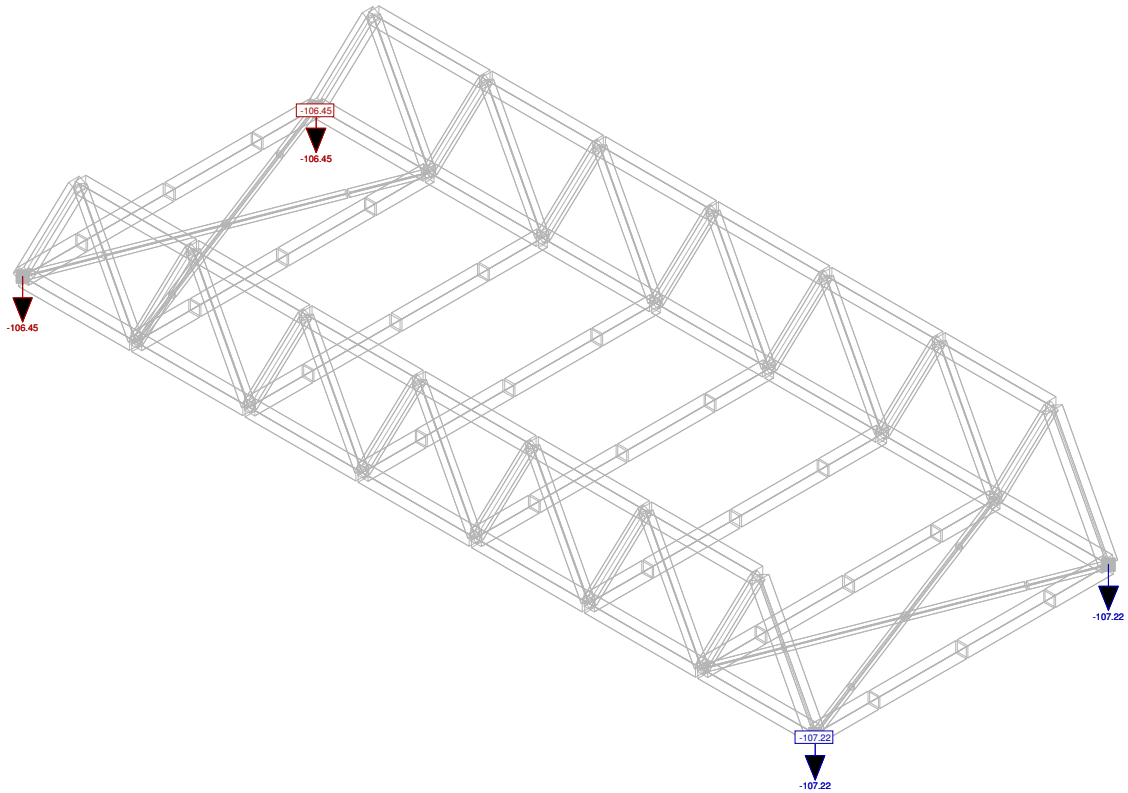


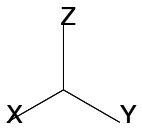
Efforts (T)
Cas n°101



Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/179
	Passage des friches	reaction appui - els futur	charpente

- Date 20/12/22 -



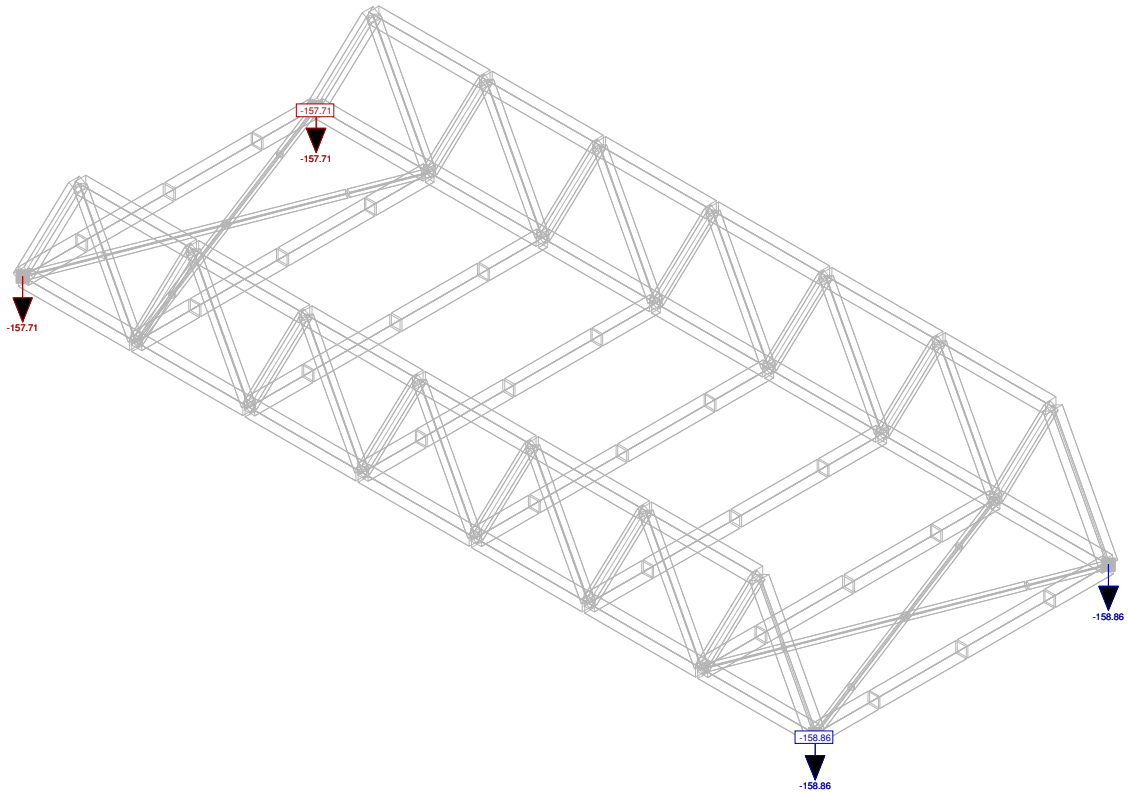


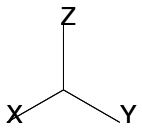
Efforts (T)
Cas n°120

Appuis	FZ
	-106.45
	-106.53
	-106.61
	-106.68
	-106.76
	-106.84
	-106.92
	-106.99
	-107.07
	-107.15
	-107.22

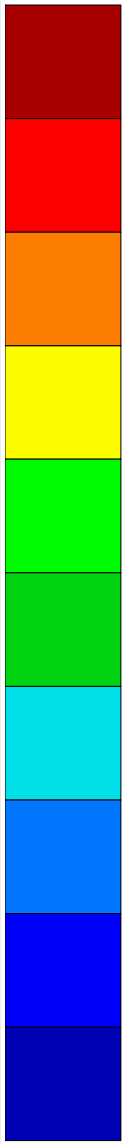
Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/179
	Passage des friches	reaction appui - elu existant	charpente

- Date 20/12/22 -



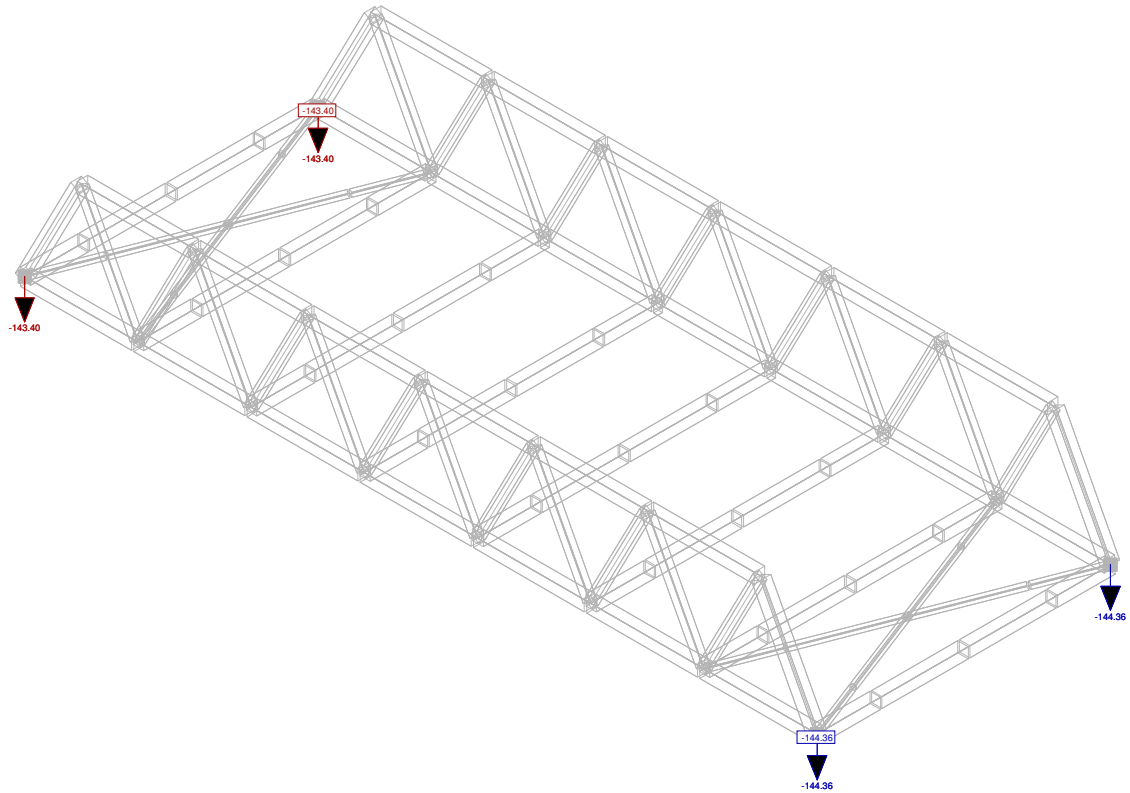


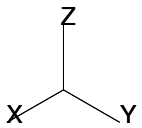
Efforts (T)
Cas n°110



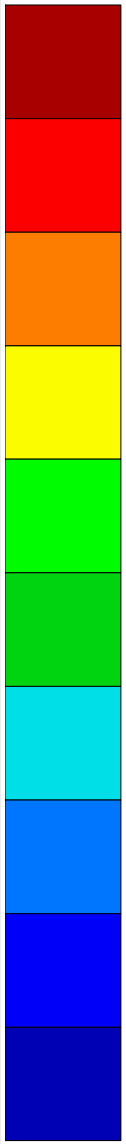
Effel2007 - Structure - 16.1			Ech=1/179
	Passage des friches	reaction appui - elu futur	charpente

- Date 20/12/22 -



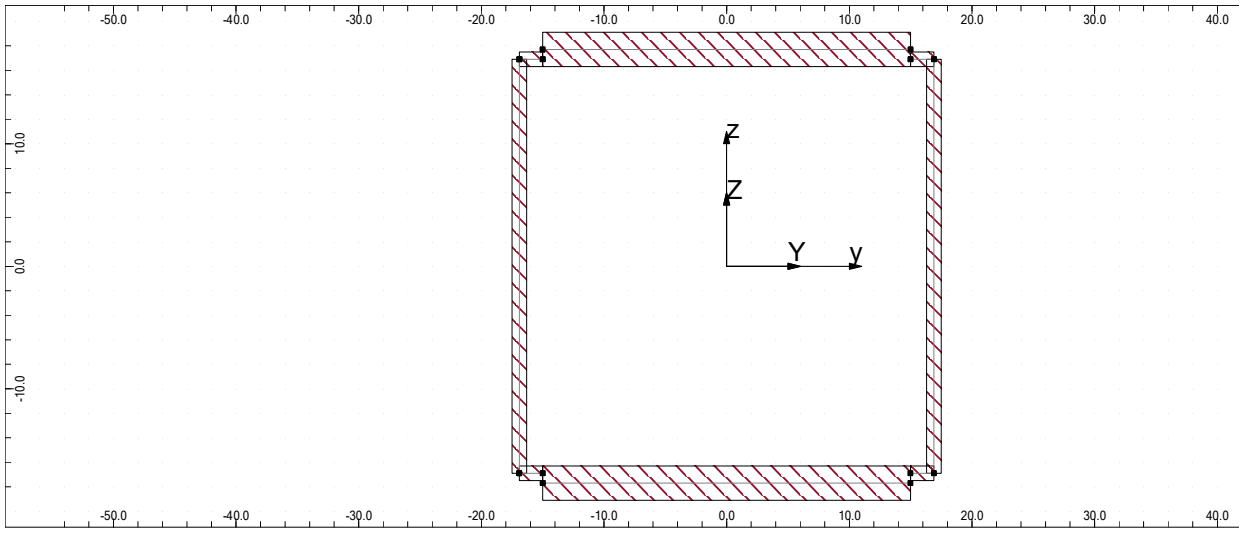


Efforts (T)
Cas n°130



ANNEXE 4 : JUSTIFICATION DE L'ENTRETOISE DE LA CHARPENTE METALLIQUE

ANALYSE DE LA SECTION



Description de la géométrie

Point n°	Y	Z
1	-16.9 cm	16.9 cm
2	-15.0 cm	16.9 cm
3	-15.0 cm	17.7 cm
4	15.0 cm	17.7 cm
5	15.0 cm	16.9 cm
6	16.9 cm	16.9 cm
7	16.9 cm	-16.9 cm
8	15.0 cm	-16.9 cm
9	15.0 cm	-17.7 cm
10	-15.0 cm	-17.7 cm
11	-15.0 cm	-16.9 cm
12	-16.9 cm	-16.9 cm

Bord n°	Point P1	Point P2	Epaisseur
1	1	2	1.2 cm
2	3	4	2.8 cm
3	5	6	1.2 cm
4	6	7	1.2 cm
5	7	8	1.2 cm
6	9	10	2.8 cm
7	11	12	1.2 cm
8	12	1	1.2 cm

Résultats généraux

Aire de la section

A = 258.24 cm2

Centre de gravité

Yc = 0.0 cm
Zc = -0.0 cm

Matériau de base

S 235
E = 210000.00 MPa
dens. = 7.85 t/m3
p.un. = 0.20 T/m

Repère des axes principaux

Angle

alpha = 0.0 Rad

Moments d'inertie

Ix = 453.95 cm4
Iy = 63071.23 cm4
Iz = 38101.31 cm4

Distances extrêmes

Vy = 16.9 cm
Vpy = 16.9 cm
Vz = 17.7 cm
Vpz = 17.7 cm

Valeurs dans les points caractéristiques

no	y(s) *[cm]*	z(s) *[cm]*	A(s) *[cm2]*	Sy(s) *[cm3]*	Sz(s) *[cm3]*
1	-16.9	16.9	-42.84	38.53	721.83
2	-15.0	16.9	0.00	0.00	0.00
3	-15.0	17.7	0.00	0.00	0.00
4	15.0	17.7	-84.00	-1486.80	0.00
5	15.0	16.9	0.00	0.00	0.00
6	16.9	16.9	-2.28	-38.53	-36.37
7	16.9	-16.9	-42.84	-38.53	-721.83
8	15.0	-16.9	-45.12	0.00	-758.20
9	15.0	-17.7	0.00	0.00	0.00
10	-15.0	-17.7	-84.00	1486.80	0.00
11	-15.0	-16.9	0.00	0.00	0.00
12	-16.9	-16.9	-2.28	38.53	36.37

Repère central

Moments d'inertie

Iyc = 63071.23 cm4
Izc = 38101.31 cm4
Iyczc = 0.00 cm4

Distances extrêmes

Vyc = 16.9 cm
Vpyc = 16.9 cm
Vzc = 17.7 cm
Vpzc = 17.7 cm

Repère arbitraire

Angle

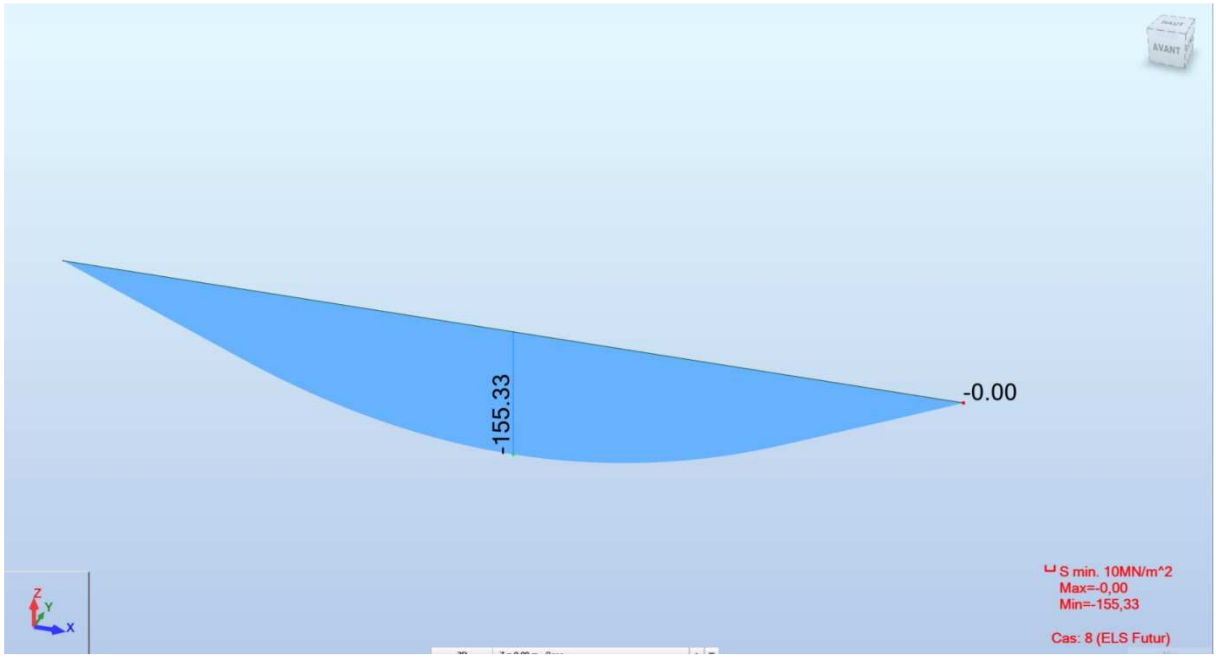
alpha = 0.0 Rad

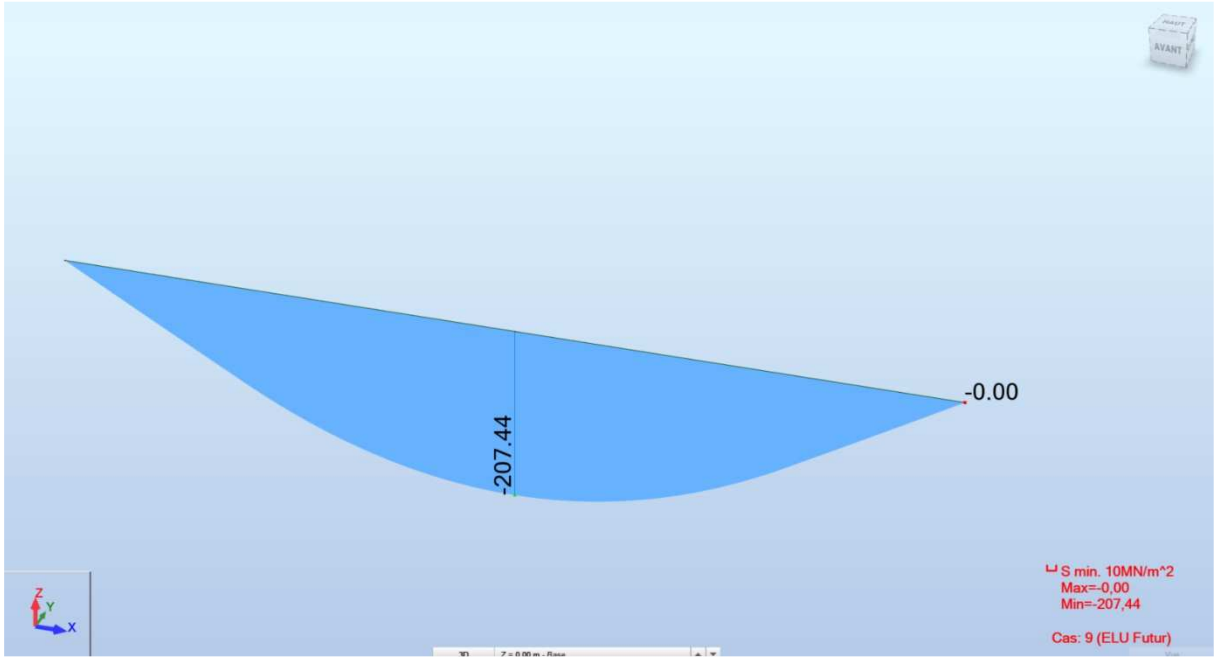
Moments d'inertie

Iy' = 63071.23 cm4
Iz' = 38101.31 cm4
Iy'z' = 0.00 cm4

Distances extrêmes

Vy' = 16.9 cm
Vpy' = 16.9 cm
Vz' = 17.7 cm
Vpz' = 17.7 cm


AVANT
-155.33
-0.00
S min. 10MN/m^2
Max=-0,00
Min=-155,33
Cas: 8 (ELS Futur)


AVANT
-207.44
-0.00
S min. 10MN/m^2
Max=-0,00
Min=-207,44
Cas: 9 (ELU Futur)