



MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE, DE
L'ENSEIGNEMENT
SUPÉRIEUR ET DE
LA RECHERCHE

EFE GCR 1

SESSION 2015

CAPLP CONCOURS EXTERNE

SECTION : GÉNIE CIVIL

Option : CONSTRUCTION ET RÉALISATION DES OUVRAGES

ANALYSE D'UN PROBLÈME TECHNIQUE

Durée : 4 heures

Calculatrice électronique de poche – y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.

A l'issue de l'épreuve, le candidat remettra une copie par étude, avec les documents réponses concernant l'étude glissés à l'intérieur de celle-ci.

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

NB : La copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

Tournez la page S.V.P.

A

Construction d'une Salle Polyvalente

Ce dossier comporte les documents suivants :

DOSSIER PRESENTATION

P1 DP0 : Présentation du dossier

DOSSIER ÉTUDES

		Barème /20
P2	DE1 - Etude n°1 : Étude de sol – Conception du plancher bas de la salle polyvalente	1 pt
P2	DE1 - Etude n°2 : Étude du réseau de longrines	4,5 pts
P3	DE2 - Etude n°3 : Étude profilé IPE 200 – File F	3 pts
P3	DE2 - Etude n°4 : Étude du portique – File C	4,5 pts
P4	DE3 - Etude n°5 : Réalisation du plancher bas du RdC	4 pts
P4	DE3 - Etude n°6 : Réalisation de la façade Nord	3 pts

DOCUMENTS TECHNIQUES

P5	DT01 : Plan de masse et localisation des études
P6	DT02 : Extraits du rapport d'étude de sol
P7	DT03 : Extrait plan de coffrage : Plancher bas du RdC
P8	DT04 : Charpente vue en plan sur salles festives : Niveau + 5,520
P9	DT05 : Coupes AA et BB
P10	DT06: Organigramme de calcul des armatures longitudinales
P11	DT07 : Résultats de l'étude sur logiciel Béton armé
P12	DT08 : Étude IPE 200 : Résultats logiciel Structure
P13	DT09 : Extraits Eurocode 3 : Caractéristiques des profilés métalliques et matériau acier
P14	DT10 : Extraits Eurocode 3 : Vérification des sections en flexion simple
P14	DT11 : Extrait documentation technique CHIMFORT
P15	DT12 : Élément de RDM – Intégrales de Mohr
P16	DT13 : Documentation technique : Élingue de levage
P17	DT14 : Détail zone porte à faux – coupes MM et NN
P18	DT15 : Documentation technique échafaudage

DOCUMENTS REPONSES

P19	DR01 : Poutre Béton Armé : Sollicitations et principe d'armatures
P19	DR01 : Zone d'influence profilé IPE 200
P20	DR02 : Vérification IPE 200 - Sollicitations
P21	DR03 : Étude du portique
P22	DR04 : Calepinage échafaudage
P23	DR05 : Terminologie / Bordereau de préparation du matériel

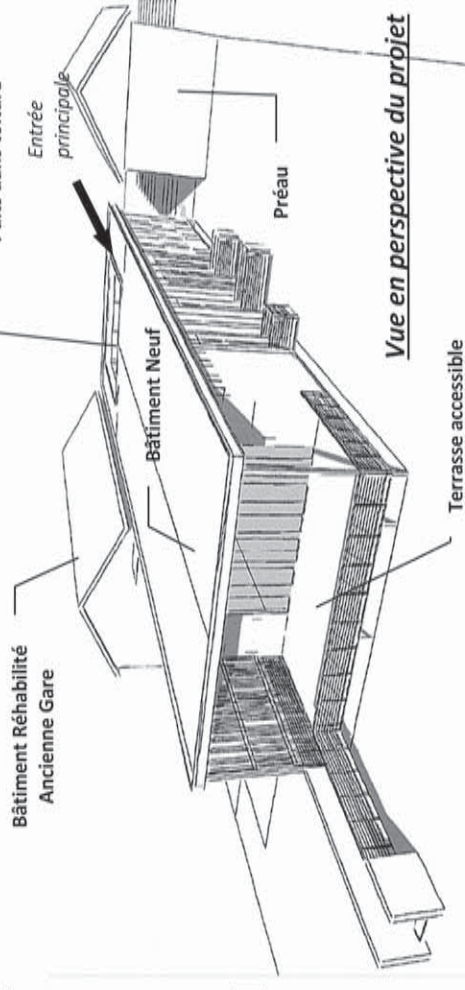
**LES ÉTUDES SONT INDEPENDANTES
ET DOIVENT ÊTRE TRAITEES SUR DES COPIES SEPARÉES**

Présentation du dossier

Le projet support de l'épreuve concerne la construction d'une salle polyvalente. Les travaux prévus concernent trois ensembles :

- la **construction** d'un bâtiment **neuf**
- la **réhabilitation** et le réaménagement d'un bâtiment **existant**
- l'ouverture d'un bâtiment qui fera office de préau

Les documents présentés concernent la préparation du DCE.



La partie neuve du projet, de forme **parallélépipédique**, comprend :

- **deux salles festives** séparées par un mur mobile
- un foyer destiné au 3ème âge (surface **41 m²** environ)
- un espace tampon (comportant un hall d'entrée, un sas, des sanitaires)
- une terrasse accessible couverte

La partie réhabilitée comprend

- une partie cuisine (**60 m²** environ)
- des locaux de service (**78 m²** environ)
- un local destiné à la Croix Rouge (**45 m²** environ)

Le site retenu est celui d'une **ancienne gare SNCF** et la partie rénovée correspond à un ancien bâtiment de stockage de la gare réalisé en moellons de pierre.

La structure de la partie neuve de la salle polyvalente est réalisée au moyen d'une **charpente métallique** avec un bardage extérieur zinc et bois.

Le bâtiment neuf repose sur un réseau de **longrines** s'appuyant elles-mêmes sur des **fondations superficielles**.

La toiture est constituée par des bacs aciers recouverts par une étanchéité en PVC monocouche fixée mécaniquement.

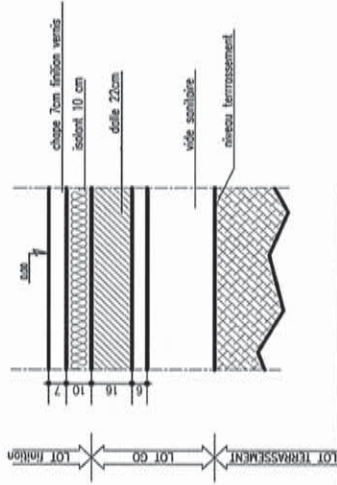
Elle comprend un "puits" correspondant à une zone en contrebas au dessus de la partie foyer/bureau/hall.

Etude n° 1 : Etude de sol - Conception du plancher bas de la salle polyvalente

- 1.1) A la lecture de l'extrait de rapport d'étude des sols (cf. DT02), identifier les contraintes qui permettront de définir le type de fondations.
- 1.2) Présenter quatre types de réalisation de plancher et justifier pour chaque type s'il est envisageable pour le plancher bas du projet.

Etude n° 2 : Etude du réseau de longrines

L'objet de cette étude concerne la réalisation du réseau de longrines sur lequel repose la salle polyvalente. Vous allez procéder à l'étude des longrines localisées sur la file C (cf. DT03 et DT05). Ces longrines présentent une section rectangulaire de 300 x 500 mm. Le plancher bas de la salle polyvalente est finalement prévu au moyen d'une dalle béton sur prédalles de 6 cm comme indiqué sur la coupe de détail ci-dessous.



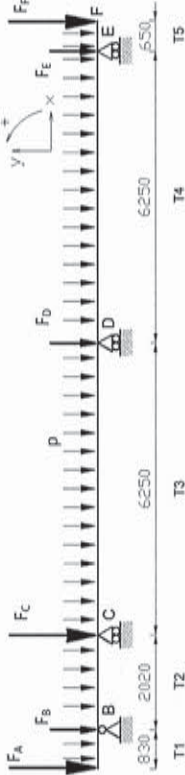
Caractéristiques des matériaux :

Acier : B500B
 Béton : BPS - C25/30 - CEM II/B (S) 32,5 R - XC1 (F) - D_{max} 20 mm - S2 - Cl 0,2
 Enrobage : 30 mm

Charges

- Béton armé : 25 kN/m³
- Béton pour chape : 23 kN/m³
- Charge d'exploitation dans une salle polyvalente : 4 kN/m²
- Poids volumique de l'isolant sous dalle : 0,07 kN/m²
- Charge de neige ou d'entretien en toiture : 1 kN/m²
- Poids propre bardage, charpente, couverture compris isolant et faux plafond : 0,6 kN/m²
- Poids propre HEA200 : 42,3 kg/m

La modélisation mécanique de la poutraison localisée file C est donnée ci-dessous :

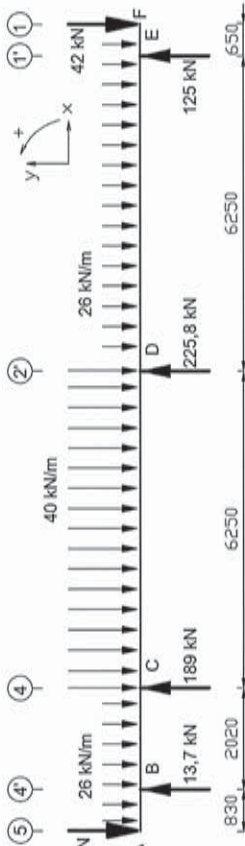


2.1) Justifier l'origine de chaque charge (aucun calcul n'est demandé). Quelles auraient été les conséquences sur la structure si la modélisation avait retenu 3 travées (T₂, T₃, T₄) indépendantes isostatiques ?

2.2) Préciser en le justifiant le degré d'hyperstaticité de la poutraison modélisée ci-dessus.

2.3) Déterminer la charge (en kN) à l'ELS amenée sur la poutre béton par le profilé HEA200 à l'intersection des files C et 1.

Parmi tous les cas de charges à envisager pour faire le dimensionnement de la poutraison à l'ELU, on considère le cas de charge suivant :



2.4) A quelle sollicitation maximum ce cas va-t-il conduire ?

2.5) Tracer sur le DR01 le diagramme des sollicitations internes pour ce cas de charge en précisant toutes les valeurs particulières. Préciser le principe de positionnement des armatures longitudinales et transversales.

2.6) Pourquoi dans cette modélisation, les forces F_B , F_C , F_D et F_E n'ont pas été prises en compte ?

Compte tenu des cas de charge à étudier, le projecteur a réalisé une modélisation à l'aide d'un logiciel de béton armé et a obtenu les courbes du DT07.

2.7) Analyser et commenter les sollicitations obtenues.

2.8) A partir du DT06, calculer la section d'acier à mettre en place sur l'appui 4. Représenter la section de poutre correspondante.

2.9) Le logiciel utilisé par le projecteur est encore en cours de développement. Il comporte encore quelques anomalies de fonctionnement. Analyser le plan d'armature du DT07. Commenter.

Etude n° 3 : Etude Profilé IPE 200 - File F

Zone Hall d'entrée

On souhaite effectuer la vérification d'un profilé métallique IPE 200 localisé sur la file F des plans de charpente (cf.DT05 et DR01) ainsi que sa liaison avec le mur en pierres du bâtiment existant. Ce profilé permet de soutenir la toiture dans la zone "Hall d'entrée du Bâtiment".

3.1) Représenter sur le DR01 la surface d'influence concernant l'IPE200 étudié. Puis, sur DR02, réaliser une vue en perspective à main levée représentant les éléments de la structure qui s'appuient directement sur le profilé IPE 200 étudié. Vous prendrez soin de faire apparaître les types de profilés ainsi que les cotes nécessaires à l'évaluation des charges.

Pour vérifier l'IPE 200, le projeteur a réalisé une modélisation mécanique à l'aide d'un logiciel de calcul. Il vous soumet le fichier Données/Résultats (cf. DT08).

3.2) A partir de ce fichier (cf. DT08), retrouver la modélisation mécanique qu'il a utilisée et compléter le DR02. Tracer les courbes de la déformée et des sollicitations internes. Préciser les valeurs maximum obtenues.

3.3) Pour la phase DCE, on réalise un pré-dimensionnement en flexion simple. A partir des DT09 et DT10, réaliser la vérification en résistance et en déformation de ce profilé. Est-il nécessaire de redimensionner ? Si oui, proposer en justifiant le premier profilé susceptible de convenir.

3.4) A quel type de sollicitation le profilé est-il réellement soumis ? Pourquoi selon vous peut-on raisonnablement penser qu'un dimensionnement en flexion simple est suffisant en première approche ?

3.5) A partir du DT05, proposer en vous appuyant sur des schémas détaillés, une solution pour assurer la liaison du profilé IPE 200 avec le mur en pierre (file 5) conformément à la modélisation retenue par le projeteur.

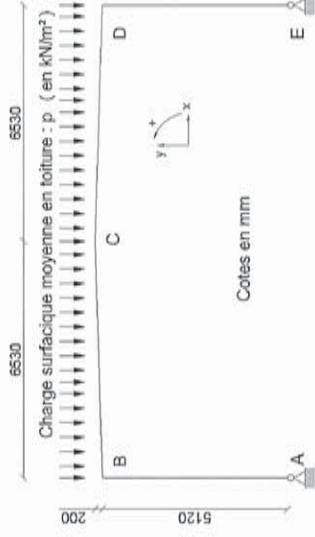
3.6) Pour réaliser cette liaison sur le site, le projeteur souhaite s'orienter vers des scellements chimiques. Proposer, à partir du DT11, une solution en la justifiant par le calcul.

3.7) Après avoir analysé la modélisation mécanique du projeteur, vous semble-t-elle judicieuse ? Quelles seraient les modifications que vous pourriez lui apporter et pourquoi ? Quelles en seraient les conséquences ?

Etude n° 4 : Etude du portique

On souhaite étudier le portique constituant l'ossature des salles festives situé file C (cf. DT05 Coupe AA). Pour cette étude, les déformations dues à l'effort normal et à l'effort tranchant seront négligées devant celles dues au moment fléchissant. De plus la zone concernant la circulation (entre les files 4 et 5) sera dans un premier temps laissée de côté.

Le portique est modélisé ci-dessous. Il est constitué de deux poteaux en HEA200 et de deux traverses prévues en IPE330. Les liaisons en A et E sont des articulations. Les liaisons en B, C et D sont des encastrement.



4.1) Déterminer, en le justifiant, le degré d'hyperstaticité de la structure.

4.2) Proposer à l'aide de schémas, une solution technologique pour réaliser les liaisons A, B et C.

4.3) Calculer la charge à l'ELS, p en kN/m, s'appliquant sur le portique situé file C (cf. DT04).

4.4) On donne : $p = 11 \text{ kN/m}$ horizontal, $X_A = +16,7 \text{ kN}$; $Y_A = +71,8 \text{ kN}$. Tracer sur le DR03 le diagramme des sollicitations internes N , V et M le long de la structure (on négligera la pente de la toiture).

4.5) Sur DR03, donner la répartition de la contrainte normale de flexion dans les sections les plus sollicitées des profilés (cf. DT09). Conclure ?

4.6) Calculer le déplacement du point C à l'aide du théorème de la charge unité (on considérera une articulation au point C).

4.7) Commenter la valeur de flèche obtenue. Est-elle conforme ? Proposer des solutions pour y remédier au besoin.

Etude n° 5 : Réalisation plancher Bas RdC

On souhaite étudier la réalisation du plancher bas du RdC de la partie neuve (cf.DT03). La solution retenue est la mise en œuvre de prédalles précontraintes préfabriquées en usine et poutres préfabriquées.

- 5.1) Etudier la manutention ainsi que la pose des prédalles.
- Définir précisément les dimensions de la prédalle la plus défavorable en vous reportant au DT03.
 - Justifier notamment toutes les dispositions constructives nécessaires.
 - Effectuer le choix d'élingues et définir les points d'ancrage.
 - Existe-t-il d'autres solutions que les élingues câbles pour manutentionner une prédalle ?

Repos de 5 cm.

Respect de la disposition suivante pour le positionnement des crochets de manutention.



- 5.2) L'architecte affine son projet et précise au bureau d'étude la conception de la zone de dalle comprise entre les files C et D (cf DT 14).

Proposer des schémas de principe du coffrage de cette zone. Détailler en particulier les éléments de décoffrage des parties en porte à faux du plancher bas du RdC.

Etude n° 6 : Échafaudage

Le CCTP gros œuvre comprend l'article suivant :

2.10.03 – Enduit

- Application par projection mécanique d'un enduit monocouche gratté fin de Weber & Broutin ou équivalent.
- Teinte suivant nuancier régional au choix de l'architecte
- Humidification du support profondément par arrosages répétés.
- Exécution de l'enduit type monocouche série semi-lourde :
- Finition par grattage très fin.
- Arrêtes traitées à la main sans règle ni baguelette d'angle plastique

Localisation :

Suivant plans pour les façades Nord, Est, Sud et Ouest de l'ancienne gare

- 6.1) Identifier les éléments constitutifs de l'échafaudage présenté sur le DR05.

- 6.2) A partir des documents joints (DT15 en particulier), réaliser sur le DR04 le calepinage de l'échafaudage, concernant la réalisation des travaux ci-dessus (on limitera l'étude à la façade Nord de l'ancienne gare). Vous justifierez les dispositions particulières (accès, sécurité ...)

- 6.3) Compléter sur le DR 05, le bordereau de préparation du matériel relatif à l'échafaudage.



D'un point de vue projet, il est envisagé de démolir les silos et les bâtiments situés au Nord-Ouest du site, seul le bâtiment de l'ancienne gare de marchandise et son quai seront conservés dans ce secteur.

En partie Sud du site, seule la partie centrale du corps du bâtiment situé au Sud-Est du site serait conservée. Les autres bâtiments et/ou extensions de bâtiment seront démolis.

Après démolition, il est prévu de construire une salle polyvalente de type R+0, qui abritera des salles de fête, des bureaux, des sanitaires et une cuisine.

Le projet sera mitoyen au bâtiment de la gare conservé et construit à 3,00m en recul du corps de bâtiment conservé situé au Sud du site.

1.5. CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET RISQUES NATURELS

D'après la carte géologique, le site se trouve en zone d'affleurement du substratum rocheux métamorphique type granitique, qui peut être masqué par une épaisseur plus ou moins importante de sables argileux ou d'argilles sableuses à cailloux et blocs issus de son altération (arènes).

Ces faciès naturels peuvent être, compte tenu du site, masqués par une épaisseur plus ou moins importante de remblais d'aménagement du site.

1.6. RISQUES NATURELS

1.6.1. Risque sismique

D'après le décret n°2010-1254 du JO, la commune est classée en zone sismique faible (zone 2), soit une accélération maximale de référence $a_g = 0,7 \text{ m/s}^2$. Les sols du site se classent d'un point de vue sismique selon les EUROCODES 8 en sol de classe A.

1.6.2. Risque de retrait-gonflement des argiles

D'après la carte d'aléas de retrait-gonflement du BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières), les faciès fins du site sont répertoriés comme présentant un aléa faible mais non nul vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement pour des bâtiments fondés superficiellement.

1.6.3. Risque d'inondation par remontée de nappe

D'après la carte du BRGM d'aléa de risque d'inondation par remontée de nappe, le site présente une forte sensibilité au risque d'inondation par remontée de la nappe dans le socle.

1.6.4. Aléa de mouvement de terrain

D'après la base de données du BRGM, aucun mouvement de terrain n'a été répertorié sur la commune.

1.7. PROGRAMME D'INVESTIGATIONS

Dans le cadre de cette étude, les investigations suivantes ont été réalisées :

- 7 sondages de reconnaissance géologique à la pelle mécanique, notés PM1 à PM7 et descendus en PM1 et PM2 à 0,90 et 1,20m de profondeur pour reconnaître le niveau des fondations des existants ou à 2,10 et 2,60m en PM5 et PM7 ou au refus entre 0,30 et 1,70m en PM3, PM4 et PM6. Ils ont été conduits avec un tracto-pelle avec un godet rétro de 90cm de large.

- 8 essais de pénétration dynamique, notés PD1 à PD8 et descendus au refus entre 1,00 et 2,00m de profondeur.

- des essais de laboratoire comprenant :

- * 1 mesure de teneur en eau,
- * 1 mesure de la valeur au bleu de méthylène.

2.3. HYDROGÉOLOGIE

Aucune venue d'eau n'a été recoupée au droit des sondages à la pelle. On doit cependant s'attendre à rencontrer :

- > des circulations d'eau parasites en liaison avec la pluviométrie qui s'établissent au sein des faciès de couche 0, 1 ou 2 à la faveur des niveaux les plus perméables (niveaux sableux),
- > de petites nappes de rétention qui se créent par saturation d'un niveau plus sableux et plus perméable inclus ou calé au toit d'un niveau peu perméable (niveau argileux...),
- > des circulations d'eau possibles au toit du substratum granitique fracturé, altéré à sain (couche 3), ou au sein de celui-ci à la faveur de sa fracturation.

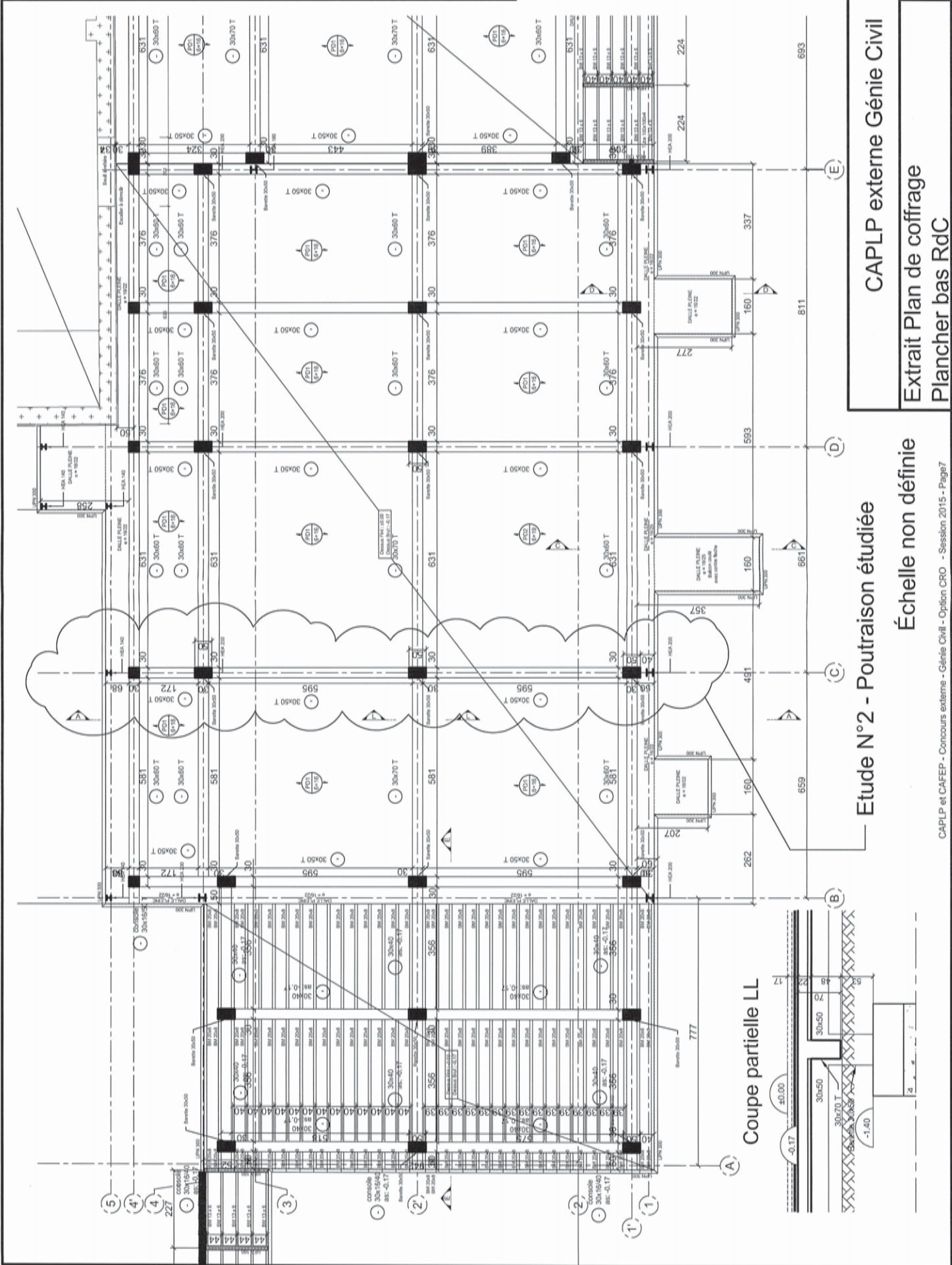
2.4. ESSAIS DE LABORATOIRE

Les essais de laboratoire réalisés sur l'échantillon de sol de couche 1 prélevé à 0,80m de profondeur en PM5 a mis en évidence les résultats suivants :

- > teneur en eau : 10,9 %
- > passant à 5 % : 84%
- > valeur au bleu de méthylène : 0,64

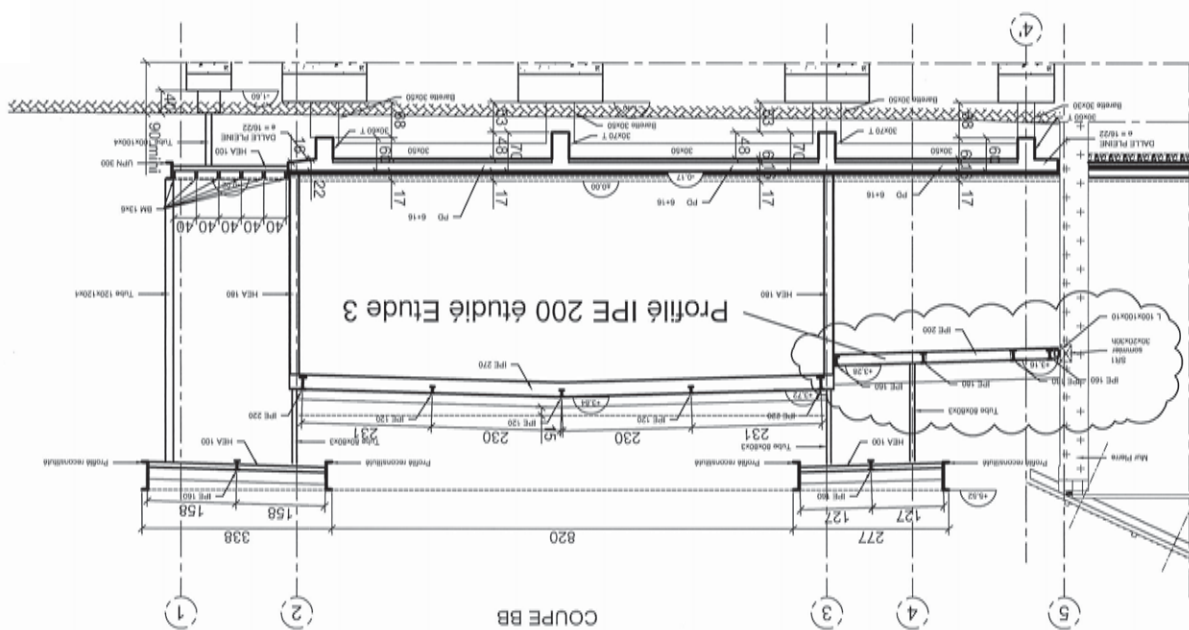
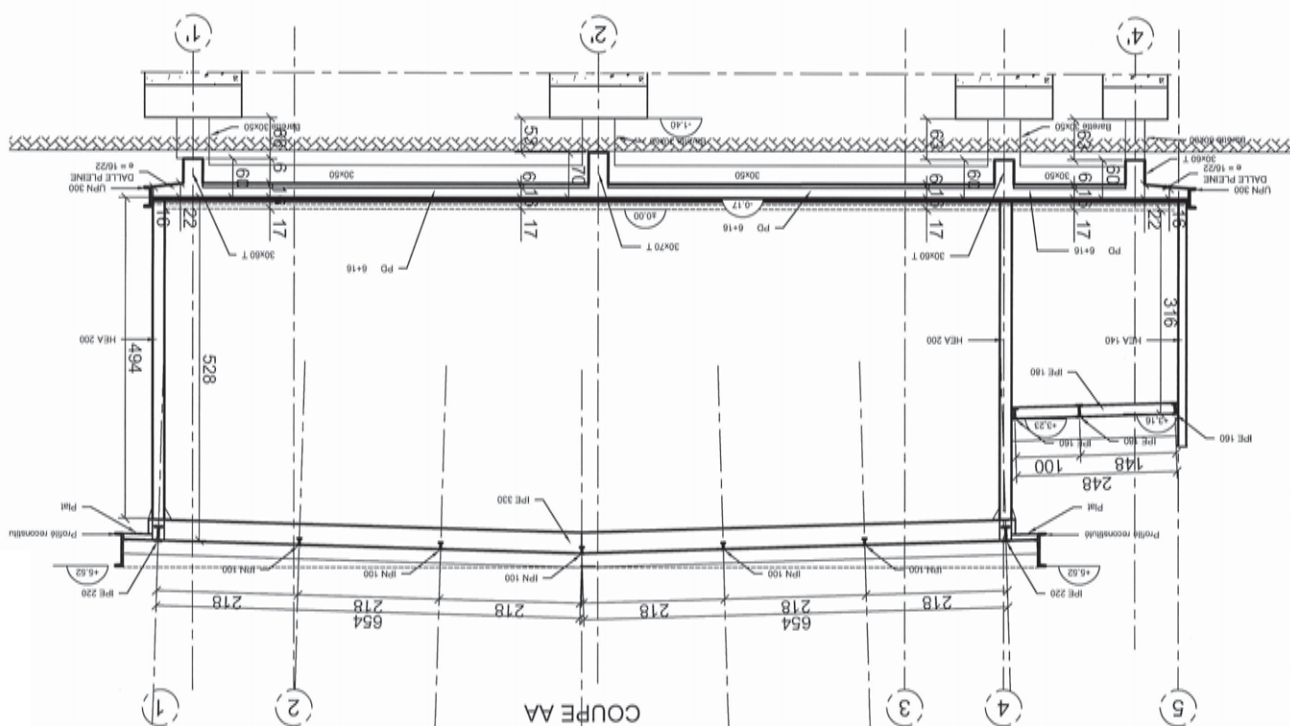
SONDAGE A LA PELLE MÉCANIQUE : Sondage PM3

Profondeur (m)	Figure	Description lithologique	Faibles	Quels	Tenue des parois de la forçure
0		Cailloux concassés 0/31,5mm, gris bleu, présence de traverses SNCF de 0,30 à 0,50m	6,50		Mauvaise
1		Sables légèrement limoneux, ocre roux et petits cailloux de granite	6,00		
		Argiles sableuses à sables argileux ocre roux		tracé pelle	Bonne
		Sables limoneux à argiles ocre roux et quelques cailloux de granite	4,40		
		Sables plus ou moins argileux et cailloux, petits blocs de granite abondants	4,50		
		Refus progressif	4,60		
2					
3					
4					



Etude N°2 - Poutraison étudiée

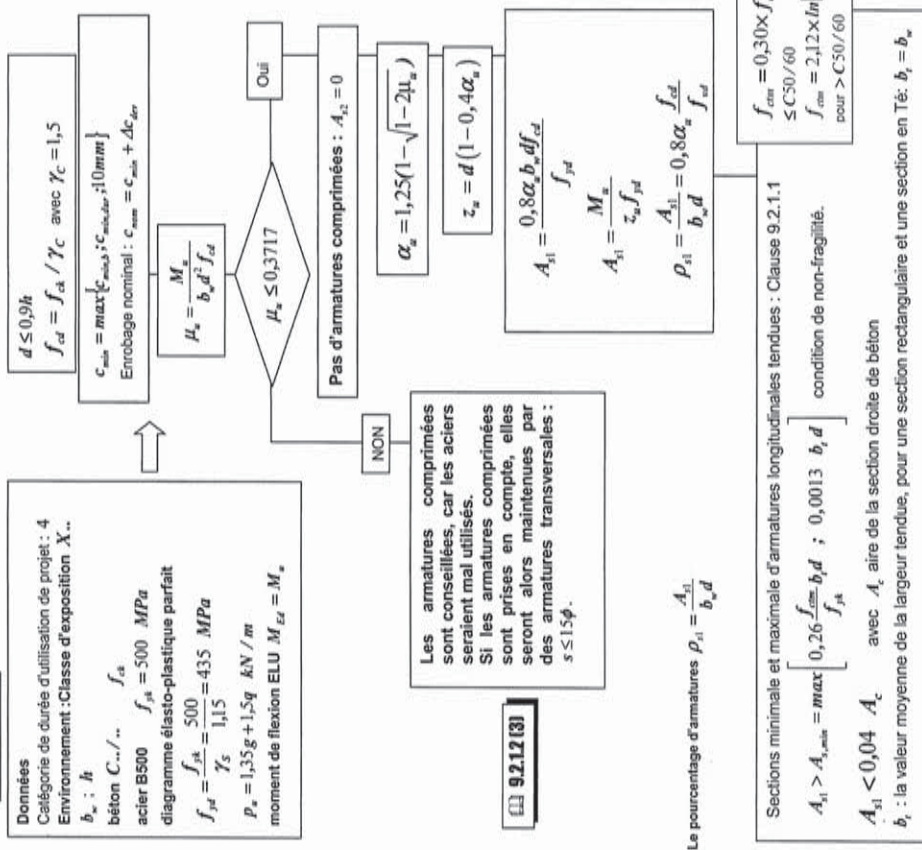
Echelle non définie



Échelle non définie

DT06 : Organigramme de calcul des armatures longitudinales
EXTRAITS EUROCODE 2
Organigramme de calcul des armatures longitudinales
en flexion simple, section rectangulaire

13.10 Organigramme de calcul des armatures longitudinales en flexion simple, section rectangulaire :

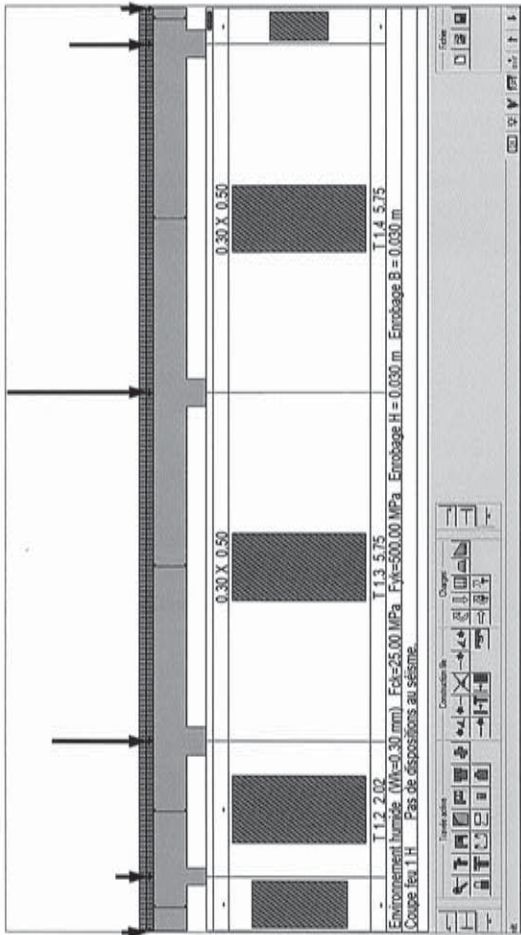


Sections d'aciers en barres

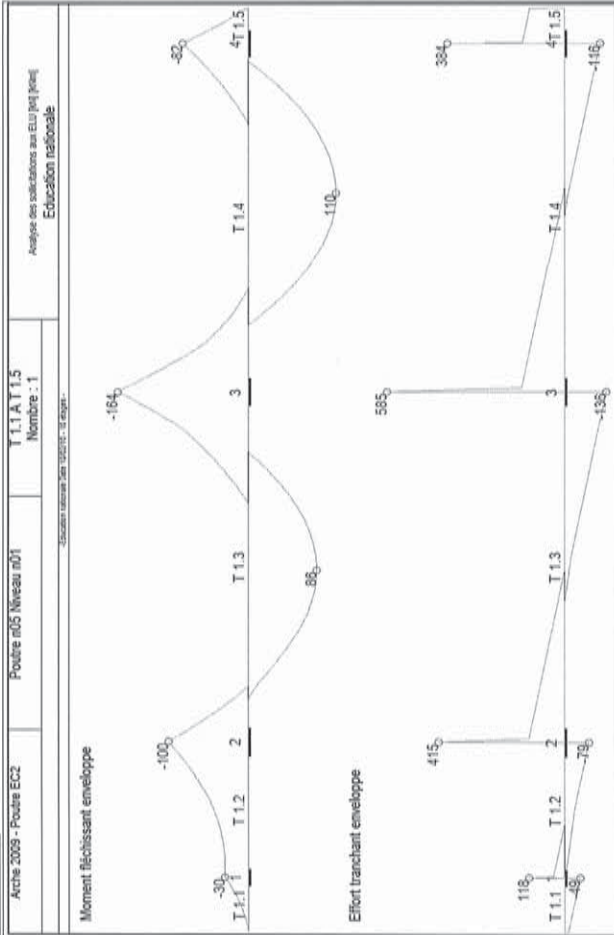
Diamètre	Poids	Périmètre	Section pour N barres en cm²									
mm	kg/m	cm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	0,154	1,57	0,196	0,393	0,589	0,785	0,982	1,18	1,37	1,57	1,77	1,96
6	0,222	1,88	0,283	0,565	0,848	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,54	2,83
8	0,395	2,51	0,503	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,52	5,03
10	0,617	3,14	0,765	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	7,85
12	0,888	3,77	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,18	11,31
14	1,208	4,40	1,54	3,08	4,62	6,16	7,70	9,24	10,78	12,32	13,85	15,39
16	1,578	5,03	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,10	20,11
20	2,466	6,28	3,14	6,28	9,42	12,57	15,71	18,85	21,99	25,13	28,27	31,42
25	3,853	7,85	4,91	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18	49,09
32	6,313	10,05	8,04	16,08	24,13	32,17	40,21	48,25	56,30	64,34	72,38	80,42
40	9,865	12,57	12,57	25,13	37,70	50,27	62,83	75,40	87,96	100,53	113,10	125,66

DT 07: Résultats de l'étude sur logiciel Béton armé

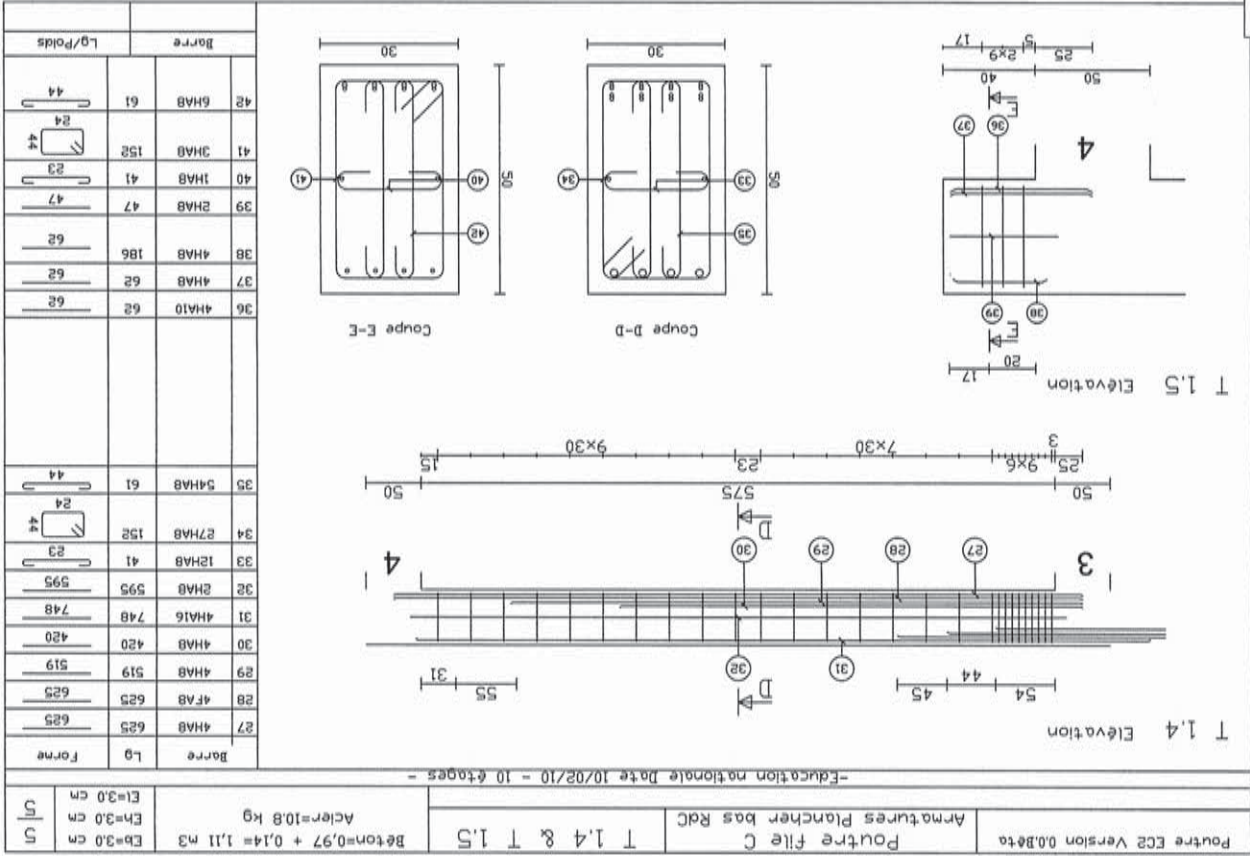
Modélisation : Poutre file C2



Sollicitations



Extrait Plan d'armatures :



DT08 : Étude IPE 200 : Résultats logiciel Structure

Nom du projet : Salle Polyvalente IPE 200 Hall									
Données du problème									
7 Noeuds									
6 Poutres(s)									
1 Matériau(x)									
1 Section(s) droite(s)									
2 Liaison(s) nodale(s)									
1 Cas de charge(s)									
Noeud(s) [m]									
Noeud	x	Y	Noeud	x	Y				
1	0.000	0.000	2	0.190	0.006				
3	0.840	0.025	4	2.440	0.073				
5	2.630	0.079	6	3.990	0.120				
7	4.030	0.122							
Poutres(s) [m , rad]									
Poutre	Ori	-> Ext	Orient	Sect	Mat	Long	Type		
1	1	2	0.0000	11	11	0.190	Rigide - Rigide		
2	2	3	0.0000	11	11	0.650	Rigide - Rigide		
3	3	4	0.0000	11	11	1.601	Rigide - Rigide		
4	4	5	0.0000	11	11	0.190	Rigide - Rigide		
5	5	6	0.0000	11	11	1.361	Rigide - Rigide		
6	6	7	0.0000	11	11	0.040	Rigide - Rigide		
Section(s) droite(s)									
Section droite 11 :									
IPE - 200									
Aire = 28.484 cm2									
Moments quadratiques : IY = 142.368 cm4 - IZ = 1943.168 cm4									
Constante de torsion de Saint Venant J = 6.846 cm4									
Constante de gauchissement Iw = 12746.162 cm6									
Coefficients d'aire cisailée : ky = 0.38 kz = 0.56									
Matériau(x)									
Matériau 11 : Acier									
Module d'Young = 210000 MPa									
Coefficient de Poisson = 0.30									
Module d'élasticité transversal = 80769 MPa									
Masse volumique = 7800 Kg/m3									
Coefficient de dilatation = 1.30E-05 1/K									
Liaison(s) nodale(s)									
Noeud 1 : dx = dy = 0									
Noeud 7 : dx = dy = rotz = 0									
Cas de charge(s) 1									
Chargement ELU - Le poids propre est pris en compte (g = 10.00 m/s2)									
5 Charge(s) nodale(s) [kN , kN.m]									
Noeud 2 : Fx = 0.00 Fy = -6.36									
Noeud 3 : Fx = 0.00 Fy = -13.83									
Noeud 4 : Fx = 0.00 Fy = -13.46									
Noeud 5 : Fx = 0.00 Fy = -30.35									
Noeud 6 : Fx = 0.00 Fy = -13.19									

Résultats : Cas 1									
Déplacements nodaux ELS [m , rad]									
Noeud	dx	dy	rotz						
1	0.000E+00	0.000E+00	-5.787E-03						
2	3.431E-05	-1.093E-03	-5.683E-03						
3	1.296E-04	-4.367E-03	-4.097E-03						
4	1.660E-04	-5.583E-03	2.875E-03						
5	1.462E-04	-4.951E-03	3.759E-03						
6	2.018E-07	-7.805E-06	3.862E-04						
7	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00						
Déplacement maximal sur x = 1.6603E-04 m [Noeud 4]									
Déplacement maximal sur y = 5.5829E-03 m [Noeud 4]									
Déplacement maximal = 5.5854E-03 m [Noeud 4]									
Action(s) de liaison [kN kN.m]									
Noeud	1	-	Rx =	-0.1	Ry =	23.4	Mz =	0.0	
Noeud	7	-	Rx =	0.1	Ry =	54.7	Mz =	-40.4	
Somme des actions de liaison :									
Rx = 0.0 kN									
Ry = 78.1 kN									
Efforts intérieurs [kN kN.m]									
N = Effort normal TY = Effort tranchant MfZ = Moment fléchissant									
ELE	ori	No	TYo	MfZo	dL(m)				
	ext	Ne	TYe	MfZe					
			TYmax	MfZmax					
1	1	-0.7	-23.4	-0.0	-2.087E-07				
	2	-0.7	-23.4	4.4					
			23.4	4.4					
2	2	-0.4	-17.0	4.4	-4.493E-07				
	3	-0.4	-16.9	15.4					
			17.0	15.4					
3	3	-0.0	-3.0	15.4	-1.087E-08				
	4	0.0	-2.7	20.0					
			3.0	20.0					
4	4	0.4	10.8	20.0	1.343E-07				
	5	0.4	10.8	18.0					
			10.8	20.0					
5	5	1.3	41.2	18.0	3.018E-06				
	6	1.3	41.5	-38.3					
			41.5	38.3					
6	6	2.8	54.6	-38.3	1.883E-07				
	7	2.8	54.6	-40.4					
			54.6	40.4					

Résultats : Cas 1

Déplacements nodaux ELS [m , rad]

Noeud dx dy rotz

1 0.000E+00 0.000E+00 -5.787E-03
2 3.431E-05 -1.093E-03 -5.683E-03
3 1.296E-04 -4.367E-03 -4.097E-03
4 1.660E-04 -5.583E-03 2.875E-03
5 1.462E-04 -4.951E-03 3.759E-03
6 2.018E-07 -7.805E-06 3.862E-04
7 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00

Déplacement maximal sur x = 1.6603E-04 m [Noeud 4]

Déplacement maximal sur y = 5.5829E-03 m [Noeud 4]

Déplacement maximal = 5.5854E-03 m [Noeud 4]

Action(s) de liaison [kN kN.m]

Noeud 1 - Rx = -0.1 Ry = 23.4 Mz = 0.0
Noeud 7 - Rx = 0.1 Ry = 54.7 Mz = -40.4

Somme des actions de liaison :

Rx = 0.0 kN
Ry = 78.1 kN

Efforts intérieurs [kN kN.m]

N = Effort normal TY = Effort tranchant MZ = Moment fléchissant

ELE ori No TYO MZO dL(m)

ext Ne TYe MZe

TYmax MZmax

1 1 -0.7 -23.4 -0.0 -2.087E-07

2 -0.7 -23.4 4.4

2 2 -0.4 -17.0 4.4 -4.493E-07

3 -0.4 -16.9 15.4

3 3 -0.0 -3.0 15.4 -1.087E-08

4 0.0 -2.7 20.0

4 4 0.4 10.8 20.0 1.343E-07

5 0.4 10.8 18.0

5 5 1.3 41.2 18.0 3.018E-06

6 1.3 41.5 -38.3

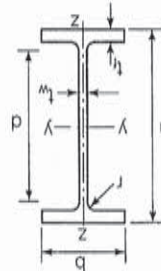
6 6 2.8 54.6 1.883E-07

7 2.8 54.6 40.4

Profil	h	b	t _w	t _f	r	Mass e par mètre	Aire de la section	Moment d'inertie I _y	Module élastique W _{el,y}	Rayon de giration i _y	Module plastique W _{pl,y}	A _e	I _x	W _{el,x}	I _y	W _{pl,x}	2 × S _x	W _{pl,y}	2 × S _y	A _v
80	80	46	3,8	5,2	5	6,0	7,64	80,1	20,0	3,24	23,2	3,6	8,48	3,68	1,05	5,8	5,1	3,68	1,05	5,1
100	100	56	4,1	5,7	7	8,1	11,0	130,3	34,2	4,07	39,4	5,1	15,91	5,78	1,24	9,1	6,7	5,78	1,24	9,1
120	120	64	4,4	6,3	7	10,4	13,2	171,8	53,0	4,90	50,7	6,3	27,65	6,84	1,45	13,6	8,6	6,84	1,45	13,6
140	140	73	4,7	6,9	7	12,9	16,4	241,2	77,3	5,74	88,3	7,6	44,90	12,30	1,65	19,2	10,6	12,30	1,65	19,2
160	160	82	5,0	7,4	9	15,8	20,1	369,3	108,7	6,56	123,9	9,7	68,28	16,65	1,84	26,1	12,8	16,65	1,84	26,1
180	180	91	5,3	8,0	9	18,8	23,9	517,0	146,3	7,42	166,4	11,3	100,81	22,16	2,05	34,6	15,3	22,16	2,05	34,6
200	200	100	5,6	8,6	12	22,4	28,6	714,2	194,3	8,26	220,6	14,0	142,91	27,48	2,24	44,6	18	27,48	2,24	44,6
220	220	110	5,9	9,2	12	26,2	33,4	911,6	252,0	9,11	285,4	15,9	204,81	32,44	2,44	58,1	21,3	32,44	2,44	58,1
240	240	120	6,2	9,8	15	30,7	39,1	1168,8	324,3	9,97	366,6	19,1	283,58	47,26	2,69	73,9	24,8	47,26	2,69	73,9
270	270	136	6,6	10,2	15	36,1	45,9	1589,8	428,9	11,23	484,0	22,1	419,77	62,19	3,02	97,0	29	62,19	3,02	97,0
300	300	150	6,9	10,7	15	42,2	53,8	2168,1	567,1	12,46	628,4	25,7	603,62	80,48	3,35	125,2	33,7	80,48	3,35	125,2
330	330	160	7,5	11,5	18	49,1	62,8	2768,8	713,1	13,71	804,3	30,6	788,00	98,50	3,66	153,7	38,7	98,50	3,66	153,7
360	360	170	8,0	12,7	18	57,1	72,7	3568,6	903,6	14,85	1019,1	35,1	1043,20	122,73	3,79	191,1	45,3	122,73	3,79	191,1
400	400	180	8,6	13,5	21	66,3	84,6	4728,4	1156,4	16,55	1307,1	42,7	1317,58	146,40	3,96	229,0	51,1	146,40	3,96	229,0
450	450	190	9,4	14,6	21	77,6	98,8	6374,9	1499,7	18,48	1701,8	50,8	1675,55	176,35	4,12	276,4	58,3	176,35	4,12	276,4
500	500	200	10,2	16,0	21	90,7	116	8718,5	1927,9	20,43	2043,3	59,9	2140,90	214,09	4,30	336,9	67,2	214,09	4,30	336,9
550	550	210	11,1	17,2	24	106	134	11615,5	2440,6	22,35	2395	72,3	2666,49	263,95	4,45	400,5	76,1	263,95	4,45	400,5
600	600	220	12,0	18,0	24	122	156	15835,5	3089,4	24,30	2760	83,8	3385,78	330,78	4,66	485,6	87,9	330,78	4,66	485,6

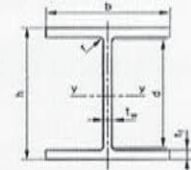


Caractéristiques des profils IPE
Les axes et désignations sont conformes à l'Eurocode 3.



Caractéristiques des profils HEA

Caractéristiques des calculs										Dimensions									
Aire de la section					Mass e par mètre					h					b				
W _{pl,y}	W _{pl,z}	W _{el,y}	W _{el,z}	W _{pl,y}	W _{pl,z}	W _{el,y}	W _{el,z}	W _{pl,y}	W _{pl,z}	h	b	t _w	t _f	r	h	b	t _w	t _f	r
cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
200	200	190	200	6,5	10	18	134	42,3	53,8	369,2	368,6	8,28	429,5	18,1	1335,6	133,6	4,98	203,8	41,6
220	220	210	220	7	11	18	152	50,5	64,5	409,7	409,7	9,17	468,5	20,7	1594,5	159,4	5,51	220,6	50,2
240	240	230	240	7,5	12	21	164	60,3	76,8	449,2	449,2	9,17	508,5	25,2	1746,9	174,6	6	230,7	59,7



EXTRAITS EUROCODE 3
Classification des sections transversales

Quatre classes de sections sont définies, allant de la section 1 (la plus performante) à la section 4 (la plus fragile):

- **classe 1:** sections transversales pouvant atteindre leur résistance plastique sans risque de voilement local, et possédant une capacité de rotation importante pour former une rotule plastique
- **classe 2:** sections transversales pouvant atteindre leur résistance plastique, sans risque de voilement local, mais avec une capacité de rotation limitée
- **classe 3:** sections transversales pouvant atteindre leur résistance élastique en fibre extrême, mais non leur résistance plastique, du fait du risque de voilement local
- **classe 4:** sections transversales ne pouvant atteindre leur résistance élastique du fait des risques de voilement local.

Le tableau ci-après permet de déterminer la classe des sections pour les laminés courants.

Type de laminé	Acier f _y = 235 MPa	Classes des sections	
		Compression seule	Flexion seule
IPEA	180 - 200 - 220 - 240	2	1
	270 - 300 - 330	3	1
	360 - 400 - 450 - 500 - 550 - 600	4	1
IPE	80 à 240	1	1
	270 - 300 - 330 - 360	2	1
	400 - 450 - 500	3	1
	550 - 600	4	1
HEA	100 à 240	1	1
	260 - 280 - 300	2	2

Nuances d'aciers

4 nuances d'acier : la nuance S 235 est la plus courante
Valeurs nominales de la limite d'élasticité f_y et de la résistance à la traction f_u pour les aciers de construction laminés à chaud. Tableau 3.1 (NF)

Norme EN 10025-2	Épaisseur nominale de l'élément : t		Résistance à la traction f _u (MPa)	Limite d'élasticité f _y (MPa)	Résistance à la traction f _u (MPa)
	1 ≤ 40 mm	40 < t ≤ 80 mm			
S 235	235	235	360	215	360
S 275	275	275	430	255	410
S 355	355	355	490	335	470
S 450	440	440	550	410	550

Module d'élasticité longitudinale : E = 210 000 MPa

Valeurs des coefficients partiels de sécurité γ_M

Résistance concernée	Symbole utilisé	Domaine d'application	Valeurs EC3-DAN
Résistance des sections	γ _{M1}	• Résistance des sections : - de classes 1, 2 ou 3 - bénéficiant de la marque NF Acier - dans les autres cas - de classe 4	1,00 1,00 1,00
	γ _{M2}	• Résistance de section nette au droit des trous de boulons	1,25

EXTRAITS EUROCODE 3
Vérification des sections soumises à de la Flexion Simple

Pour le Moment de Flexion :

On doit vérifier : $M_{Ed} \leq M_{c,Rd}$

où M_{Ed} = Moment fléchissant (agissant) de calcul sollicitant la section droite à l'ELU ;

$M_{c,Rd}$ = Résistance de calcul à la flexion de la section à l'ELU.

	pour une section de classe 1 ou 2	pour une section de classe 3
$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd}$ (moment résistant plastique)	$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd}$ (moment résistant plastique)	$M_{c,Rd} = M_{el,Rd}$ (moment résistant élastique)
$M_{pl,Rd} = W_{pl} \times \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$	$M_{pl,Rd} = W_{pl} \times \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$	$M_{el,Rd} = W_{el,min} \times \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$

Pour l'effort tranchant :

On doit vérifier : $\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0$

Calcul plastique $V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = A_s \times \frac{1}{\sqrt{3}} \times \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 0,58 A_s \times \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$

où V_{Ed} : effort tranchant (agissant) de calcul à l'ELU ;

$V_{pl,Rd}$: effort tranchant résistant à l'ELU ;

A_s : aire de cisaillement donnée dans les catalogues des caractéristiques des profils.

	Laminés marchands : Les valeurs de l'aire plastifiée (A_v) sont données dans les tableaux de caractéristiques des profils.
	Profils Reconstitués Soudés : Pour les P.R.S. la valeur de A_v est celle de l'âme seule

Pour les déformations verticales :

Valeurs limites recommandées de flèches verticales pour les poutres de bâtiment

Les valeurs limites sont destinées à être comparées aux valeurs calculées à partir des combinaisons E.L.S. (Etats Limites de Service).

Conditions	Limites
Toitures en général (non accessibles aux usagers sauf aux personnes chargées de l'entretien).	$v_{acc} \leq L/200$
Toitures supportant fréquemment du personnel autre que le personnel d'entretien.	$L/200$
Planchers en général.	$L/300$
Planchers et toitures supportant des cloisons en plâtre ou en autres matériaux fragiles ou rigides.	$L/250$
Planchers supportant des poteaux.	$L/400$
Cas où v_{acc} peut nuire à l'aspect du bâtiment.	$L/250$

Extrait documentation CHIMFORT ATE ETANCO

Exemples (1) de charge de CISAILEMENT ultime (V) par cheville en daN

Plaine masse Cheville isolée avec une distance au bord $C_2 \geq 10 \times h_{ep}$, sans influence sur la charge.

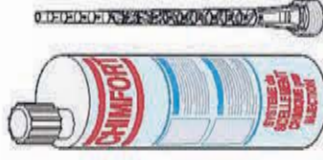
Tige fileté	ECO	STANDARD	Inox
CHIMFORT ATE	Zingale "80"	Zingale "120"	Inox
M8	633	820	820
M10	1006	1301	1301
M12	1460	1891	1891
M16	-	2720	3525
M20	-	4246	5500

A la distance au bord minimum (C_{min})

Tige fileté	ECO	STANDARD	Inox
CHIMFORT ATE	C _{min} "80"	C _{min} "120"	Inox
M8	35	48	185
M10	40	60	227
M12	48	72	366
M16	64	96	651
M20	80	120	1018

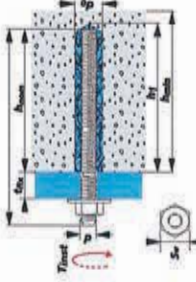
Usage prévu

Charges lourdes, béton non fissuré
Diamètres disponibles M6 à M39



Données de mise en oeuvre

d = diamètre filetage
 d_0 = diamètre de perçage
 l = longueur de la tige fileté
 h_{fx} = épaisseur max de l'élément à fixer
 h_1 = h_{nom} = profondeur min. de perçage et mise en oeuvre



Tige fileté	d	d ₀	l	h _{fx} (80)	h _{fx} (120)	h ₁ (80)	h ₁ (120)	h _{min} (80)	h _{min} (120)	S _w	T _{inst}	Code Sga
ECO	8	8	70	10	-	43	-	100	-	10	5	344 820
M 6 x 70	6	8	10	100	14	64	-	100	-	13	10	344 822
M 8 x 100	8	10	160	74	44	80	-	110	-	17	20	344 824
M 8 x 160	8	10	110	11	-	80	-	110	-	17	20	344 826
M 10 x 110	10	12	160	61	21	80	120	110	150	17	20	344 827
M 10 x 160	10	12	140	38	-	96	-	125	-	19	40	340 830
M 12 x 160	12	14	160	78	28	96	144	125	175	19	40	340 832
M 12 x 200	12	14	200	78	28	96	144	125	175	19	40	340 832



Tige fileté	d	d ₀	l	h _{fx} (80)	h _{fx} (120)	h ₁ (80)	h ₁ (120)	h _{min} (80)	h _{min} (120)	S _w	T _{inst}	Code
STANDARD	8	10	110	14	-	82	-	130	-	13	10	Tige Zingale
M 8 x 110	8	10	130	21	21	92	140	170	200	17	20	340 040
M 10 x 130	10	12	160	28	28	115	160	190	220	19	40	340 042
M 12 x 160	12	14	190	38	38	130	180	240	280	24	80	340 044
M 16 x 190	16	18	210	48	48	175	220	300	350	30	110	340 046
M 20 x 210	20	22	240	54	54	215	280	360	420	36	150	340 048
M 24 x 300	24	28	380	60	60	285	370	460	550	46	250	340 050
M 30 x 380	30	35	380	60	60	285	370	460	550	46	250	340 072