ETUDE DE LA STRUCTURE PORTEUSE DE DEUX AMPHITHEATRES JUMELES A BOBO DIOULASSO

MÉMOIRE POUR L'OBTENTION DU

MASTER GENIE CIVIL

OPTION **: ROUTE ET OUVRAGE D'ART**

Présenté par

Sidiki LOUGUET

Travaux dirigés par : Dr Adamah MESSAN

Enseignant-Chercheur, 2iE

M. Daniel NASSA

Ing. GC CHEM, BECADIS

Promotion [2014/2015]

REMERCIEMENTS/ DÉDICACES

J'exprime à travers ces quelques lignes ma gratitude et ma reconnaissance à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué d'une manière ou d'une autre à ma formation couronné par ce mémoire de fin d'étude.

À monsieur KOUAME Kouassi, secrétaire général de l'institut international d'ingénierie de l'eau et de l'environnement (2iE) pour son soutien tous au long de la formation à 2iE.

À monsieur Daniel NASSA directeur général de BECADIS pour nous avoir offert l'opportunité de nous former au sein de sa structure et de nous avoir encadré durant le stage.

Mes remerciements vont à l'endroit de mon encadreur Dr Adamah MESSAN, enseignant chercheur à 2iE, pour sa disponibilité malgré ses nombreuses obligations. Celui-là qui de par sa carrure et son charisme à inspirer notre choix vers le génie civil.

Ma gratitude à madame Lucie TIOYE, dernièrement assistante de direction auprès de la direction générale du 2iE. Celle-là grâce à qui, l'aventure du 2ie est née.

À tous le personnel de l'administration du 2iE, qui n'a pas taris de soutien pour notre modeste personne. Considéré comme enfant pour certain, petit frère pour d'autres, nous n'avons pas manqué de conseil et de soutient multiforme de leur part. Plus particulièrement madame Jeanne NEBIE, responsable qualité à 2iE.

À tous nos enseignants pour la formation reçue, et cette ambiance familiale mais pleine de rigueur dans laquelle s'est déroulée notre formation.

Enfin notre gratitude va à l'endroit de l'ensemble de la famille 2iE et à toute personne qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce document.

Nous dédions ce document à :

- ma mère SIRIPE Bibata
- à ma grande sœur SIMDE Edwige
- à mon grand frère SIMDE Michel
- à toute ma famille
- à tous ceux qui me sont chers.

RÉSUMÉ

Ce présent mémoire intitulé «Études de la structure porteuse de deux amphithéâtres jumelés à Bobo Dioulasso» s'inscrit dans le cadre des travaux de L'amélioration de l'offre éducative par la construction de soixante-quinze infrastructures scolaires et la réalisation d'infrastructure universitaire dont deux amphithéâtres de 1500 place chacun à Koudougou et à Bobo-Dioulasso par le PSUT.

À cet effet, il y a eu préalablement une étude architecturale établie par le bureau d'étude espace. Après laquelle l'identification du site d'accueil du projet qui permet d'appréhender les contours du projet et les réalités du terrain, à savoir quelques informations clés tel que le fait que le site est un ancien cimetière. Une étude géotechnique menée par le laboratoire national (LNBTP) a fait ressortir la contrainte admissible du sol. Un ensemble de recherches documentaires sur les règles et les normes de calcul et une prise en main des différentes informations issue des études préalables ont permis une étude de la stabilité verticale de l'ouvrage par vérification de la résistance aux états limites ultimes et sa mise en service des éléments structuraux ainsi qu'en phase de construction. Un calcul de descente de charge a été réalisé après avoir définie les dimensions géométriques de la structure.

La conception au bureau a permis d'aboutir à des plans d'exécutions tels les plans de poutraison des différentes dalles, des plans de toiture et de fermes métalliques ainsi que leurs détails et les assemblages, les plans de fondations et les plans de l'ensemble des éléments de la structure que sont les poteau, les poutres et les semelles.

Mots Clés :

1 - Amphithéâtres

2 - Exécution

3 - Architecturale

4 - Géotechnique

5 – Construction métallique

6 – Dimensionnement béton armé

ABSTRACT

This present report entitled " Studies of the carrying structure of two twinned amphitheatres to Bobo Dioulasso " lies within the scope of work of the improvement of the educational offer by the construction of seventy-five school infrastructures and the realization of university infrastructure including two amphitheatres of 1500 place each one in Koudougou and Bobo-Dioulasso by the PSUT.

For this purpose, there was beforehand an architectural study drawn up by the engineering and design department spaces. After which identification of the site of reception of the project which makes it possible to apprehend contours of the project and the field realities, namely some key information such as the fact that the site is an old cemetery. A geotechnical study undertaken by the national laboratory (LNBTP) emphasized the working stress of the ground. A whole of information retrievals on the rules and the standards of calculation and a catch in hand of various information exit of the preliminary studies allowed a study of the vertical stability of the work by checking of resistance to the ultimate limiting states and its startup of the structural elements like in phase of construction. A calculation of descent of load was carried out after having defined geometrical dimensions of the structure.

The design at the office made it possible to lead to plans of executions the such plans of joist framing of the various flagstones, plans of roof and farms metal like their details and the assemblies, the plans of foundations and the plans of the whole of the elements of the structure which are the post, the beams and the soles.

Key words :

1 - amphitheatres

2 - executions

3 - architectural

4 - geotechnical

5 – metallic construction

6 – concrete renforcing dimensioning

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ELU : *État Limite Ultime*

ELS : *État Limite de Service*

BAEL : *Béton armé aux états Limites*

CSPS : *centres de santé et de promotion sociale*

PSUT : *Programme socioéconomique d'urgence de la transition*

Fc28 : *Résistance caractéristique à la compression du béton*

Ft28 : *Résistance caractéristique à la traction du béton*

Fe : *limite d'élasticité de l'acier*

TN : *Terrain naturel*

V_{ref} *:* *vitesse de référence*

ρ *:* *Masse volumique*

K_T *:* *Coefficient de terrain*

Z : *Altitude*

M : *Moment*

N : *effort*

E : *Module d'élasticité*

A : *section d'acier*

H.A : *Haute Adhérence*

LNBTP : *laboratoire national du bâtiment et des travaux publics*

SOMMAIRE

Table des matières

Remerciements/ Dédicaces **2**

Résumé **3**

ABSTRACT 4

liste des abréviations **5**

Sommaire **1**

LISTE DES TABLEAUX **3**

LISTE DES FIGURES **5**

I. Introduction ***7***

II. PRESENTATION DE LA ZONE DU PROJET ***8***

III. CONTEXTE ET JUSTIFICATION DU PROJET ***10***

IV. ETUDE TECHNIQUE ***11***

IV.1. description de la structure et hypothèses de calcul **11**

1. Description de structure 11
2. Hypothèse de calcul 18

VI.2. Étude de la structure porteuse **19**

1. Étude des pannes 19

a) Évaluation des charges 20

(a) Charges permanentes (ENV1-2-1) 20

(b) Charges variables (ENV1-2-1) 20

(c) Charge de vent 21

(d) Combinaison d'actions 25

b) Dimensionnement 27

(1) Le moment 27

(2) Résistance de la section au moment de flexion dans l'axe y (hypothèse IPE 80) 28

(3) Résistance de la section au moment de flexion dans l'axe z (hypothèses IPE 80) 29

(4) Résistance de la section à l'effort tranchant 30

c) Vérification 31

(1) Vérification de la flèche 31

(2) Vérification du déversement 32
2. Étude des fermes métalliques de la charpente 42
a) Ferme 3 43
(a) Évaluation des sollicitations 43
(b) Dimensionnement de la ferme 3 45
(c) Vérification du flambement 46
(d) Étude d'assemblage et des soudures 49
b) Récapitulatif 52
3. Étude des dalles 53
a) Étude de la dalle du plancher haut R+1 53
b) Étude de la dalle du plancher haut RDC 55
c) Étude de la dalle du plancher gradin 55
4. Étude des poutres 57
a) Étude des poutres du R+1 57
b) Étude des poutres du RDC 59
c) Étude des poutres du sous bassement 61
5. Étude des poteaux 63
a) Étude des poteaux supportant les fermes P2 64
b) Étude des poteaux décoratifs de façade P1 66
c) Étude des poteaux de façade P3 67
d) Étude des poteaux portant les gradins P4 69
e) Étude des poteaux portant les bureaux du R+1 et la dalle chenaux P5 71
6. Étude des semelles 74
7. Étude de l'escalier 75

V. Conclusions* *78

VI. Bibliographie* *79

VII. Annexes* *80

Annexe I : Calcul de vent 81

Annexe II : Calcul de la charpente 82

Annexe III : Plan de fermes 1 à 11 119

Annexe IV : Plan de poutres 120

Annexe V : Plan des semelles 121

Annexe VI : Note de calcul 122

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1:Organigramme de calcul du vent 21

Tableau 2: Table de coefficient de pression extérieur pour θ=0° 23

Tableau 3:Table de coefficient de pression extérieur pour θ=90° 24

Tableau 4:Table de calcul de la pression aérodynamique de pointe 25

Tableau 5:combinaison d'action dans le sens de z 26

Tableau 6:combinaison d'action dans le sens de y 27

Tableau 7:valeurs des moments sous charges ascendantes 28

Tableau 8:Paramètre de la panne en IPE 80 32

Tableau 9: valeur de moment isostatique sous charges descendante 35

Tableau 10:Organigramme de vérification au déversement sous charges descendante.....36

Tableau 11:Organigramme de vérification au déversement sous charges descendante.....40

Tableau 12:valeurs des sollicitations dans la ferme 3 44

Tableau 13:Choix initial de profilé 46

Tableau 14:Vérification du flambement du montant 47

Tableau 15: tableaux général de vérification de flambement 48

Tableau 16:Choix final de profilé 49

Tableau 17:Organigramme de calcul de la soudure (ferme 3).....51

Tableau 18:Récapitulatif de l'ensemble des fermes 52

Tableau 19: Ensembles de charges agissants sur toutes les dalles.....53

Tableau 20:Organigramme de calcul de la dalle du R+1 54

Tableau 21: Organigramme de calcul des nervures 55

Tableau 22:Organigramme de calcul de la dalle de gradin 56

Tableau 23: Action du poids propre de la ferme la plus chargée sur le poteau 64

Tableau 24: organigramme de calcul de l'escalier 75

Tableau 25:table de vitesse de référence en fonction des départements. 81

Tableau 26: Table de catégorie de terrain.....81

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : carte du Burkina Faso 8

Figure 2 : Vue de l'emplacement du projet 9

Figure 3:Façades projet.....12

Figure 4:Coupe projet.....13

Figure 5:Plan de niveau RDC 15

Figure 6:Plan de niveau R+1.....16

Figure 7:Plan de toiture 19

Figure 8:Travées isostatique sous charge repartie et sous charges concentrées 20

Figure 9:Coupe de toit à deux versants avec pentes positives 22

Figure 10: Carte de pressions extérieures avec θ=0 22

Figure 11: Coefficient de pressions extérieur en fonction des zones pour θ=0°.....23

Figure 12:Carte de pressions extérieures avec θ=90°.....23

Figure 13:valeur de pressions extérieur en fonction des zones pour θ=90° 24

Figure 14:Valeurs de pression nette en fonction des zones pour θ=0°.....25

Figure 15:Valeurs de pression nette en fonction des zones pour θ=0°.....25

Figure 16:Présentation de la panne 25

Figure 17:Epure de moment sous charge linéaire 28

Figure 18:Travées continues chargée linéairement descendante 34

Figure 19:épures des moments de travées indépendantes sous charges descendante 35

Figure 20:l'épure des moments sur appuis sous charges descendante 36

Figure 21:le diagramme définitif des moments fléchissant sous charges descendante.....36

Figure 22 :Travées continues chargée linéairement ascendante 39

Figure 23:épures des moments de travées indépendantes sous charges ascendante 39

Figure 24:l'épure des moments sur appuis sous charges ascendante 40

Figure 25:le diagramme définitif des moments fléchissant sous charges ascendante.....40

Figure 26:plan de charpente.....42

Figure 27: Ferme 3 43

Figure 28: Gorge de soudure.....50

Figure 29: Détail de la ferme 3 51

Figure 30: Plan de poutraison R+1.....57

Figure 31:Plan de poutraison RDC 59

Figure 32: Plan de poutraison de gradin.....61

Figure 33:Identification de poteaux 63

Figure 34: Plan de ferraillage de poteau P2.....65

Figure 35:Plan de ferraillage de poteau P1.....67

Figure 36: Plan de ferraillage de poteau P3.....68

Figure 37:Plan de ferraillage de poteau P4.....70

Figure 38:Plan de ferraillage de poteau P5 RDC.....72

Figure 39:Plan de ferraillage de poteau P5 R+1 73

Figure 40: Plan de fondation.....74

I. INTRODUCTION

Le béton armé est un matériau composite constitué de béton et des barres d'acier. Il allie les différents atouts que possède chacun de ses composants, mais les structures en béton armé sont réputé lourdes mais bon marché en comparaison avec les structure en charpente métallique. Cette dernière à l'avantage néanmoins d'être plus légère et permet ainsi d'atteindre des portée très importante. Il devient ainsi plus opportun dans certain d'utiliser une charpente métallique lorsque certaines contraintes se présentent, notamment dans le cas de structure horizontale avec impossibilité de présence d'appuis intermédiaires. Ainsi dans le cadre de ce projet, la structure est en béton armé avec une toiture en ferme métallique.

Afin de résoudre un problème de manque d'infrastructures éducatives au Burkina Faso, il a été décidé à travers le PSUT de la construction de deux amphithéâtres jumelés de 750 places chacune. Dont l'une à l'université polytechnique dans l'optique de résoudre le problème de pléthore des effectifs dans les infrastructures universitaires.

L'objectif de cette étude est d'évaluer les charges et de calculer la structure hybride, à partir de la norme EUROCODE pour le calcul de la toiture en charpente métallique, et du BAEL 91 modifié 99 pour la partie béton armé, dans l'optique de faire ressortir les sections de béton, des armatures et profilé en acier et d'établir les différents plan d'exécution et de ferraillage des dalles, de poutres, des poteaux, des semelles, et des fermes métalliques.

Nous développerons trois grands points qui sont la présentation de la zone de projet, le contexte et la justification du projet, et l'étude technique. Pour traiter cette dernière partie, nous avons basé notre étude sur les EUROCODES dont l'ENV 1991-2-1 pour l'évaluation des charges et des actions sur la structure (poids propre et charges variables), l'ENV 1991-2-4 pour déterminer l'action du vent sur la structure, ENV 1993-1 et ENV 1993-2 pour le dimensionnement et la vérification des structures en acier.

II. PRESENTATION DE LA ZONE DU PROJET

La zone d'étude de ce projet est localisée dans la région des Hauts-bassins, plus précisément dans la province du Houet au Burkina Faso. Cette région, située à l'ouest du Burkina, est limitée au nord par la région de la boucle du Mouhoun, au sud par la région des cascades, à l'est par la région du sud-ouest et à l'ouest par la république du Mali. Elle compte 3 provinces et 33 départements et comptait en 2012 une population de 1 776 803 habitants sur une superficie de 25 344 km² (9,4 % de la superficie totale du pays) soit une densité de 70 habitants au km².

Figure 1 : carte du Burkina Faso

Le projet est situé exactement à environ 700m au nord-est du stade omnisport de Bobo Dioulasso, sur un terrain à la lisière des habitations et étant un ancien cimetière remblayé.

Figure 2 : Vue de l'emplacement du projet

III. CONTEXTE ET JUSTIFICATION DU PROJET

Suite au conseil de ministre tenu en session extraordinaire le 16 mars 2015, le conseil a adopté un décret portant création et exécution d'un programme socioéconomique d'urgence de la transition (PSUT) face aux attentes fortes des populations et en dépit d'un contexte d'austérité budgétaire dans le but de mettre l'accent sur le soutient des initiatives des jeunes et des femmes et le renforcement des infrastructures éducatives et sanitaires d'un coût global de vingt-cinq (25) milliard de francs CFA généré par la réduction du train de vie d'État. Ce programme d'urgence dont l'objectif est de contribuer au bien-être général des populations par la création de richesse au niveau des couches vulnérables, vise entre autres à :

- La création de dix mille (10 000) unités économiques au profit des jeunes et des femmes qui générerons près de trente milles (30 000) emplois ;
- L'amélioration de l'offre éducative par la construction de soixante-quinze infrastructures scolaires, la réalisation d'infrastructure universitaire dont deux amphithéâtres de 1500 place chacun à Koudougou et à Bobo-Dioulasso ;
- L'amélioration de l'offre sanitaire par la construction de quatre-vingt centres de santé et de promotion sociale (CSPS).

Dans ce cadre du PSUT (Programme Socioéconomique d'Urgence de la Transition), le gouvernement de la transition du Burkina Faso a décidé de la construction d'infrastructure dans le but de désengorger l'université polytechnique de Bobo, permettant de résoudre le problème de pléthore des infrastructures estudiantines et du manque d'amphithéâtres.

IV. ETUDE TECHNIQUE

IV.1. DESCRIPTION DE LA STRUCTURE ET HYPOTHÈSES DE CALCUL

1. Description de structure

Le dit amphithéâtre est subdivisé en deux niveaux. Un premier niveau qui est du rez de chaussé, constitué de bureaux et de toilettes ainsi que le vide de locaux technique libéré par la suppression du remblai hydraulique. Le second niveau, le R+1 lui est constitué de gradins, de salles de réunions et de bureaux situé aux extrémités et accessible par quatre escalier situés aux quatre côtés de l'ouvrage.

Le plancher haut du R+1 lui est constitué d'une dalle et d'une toiture en charpente métalliques. Cette dalle recueille les eaux la toiture, jouant ainsi un rôle de chenaux en béton.

Le toit est supporté par des fermes métalliques de portée et de variées. Cette solution permet de la structure métalliques permet d'atteindre de plus grande portée.

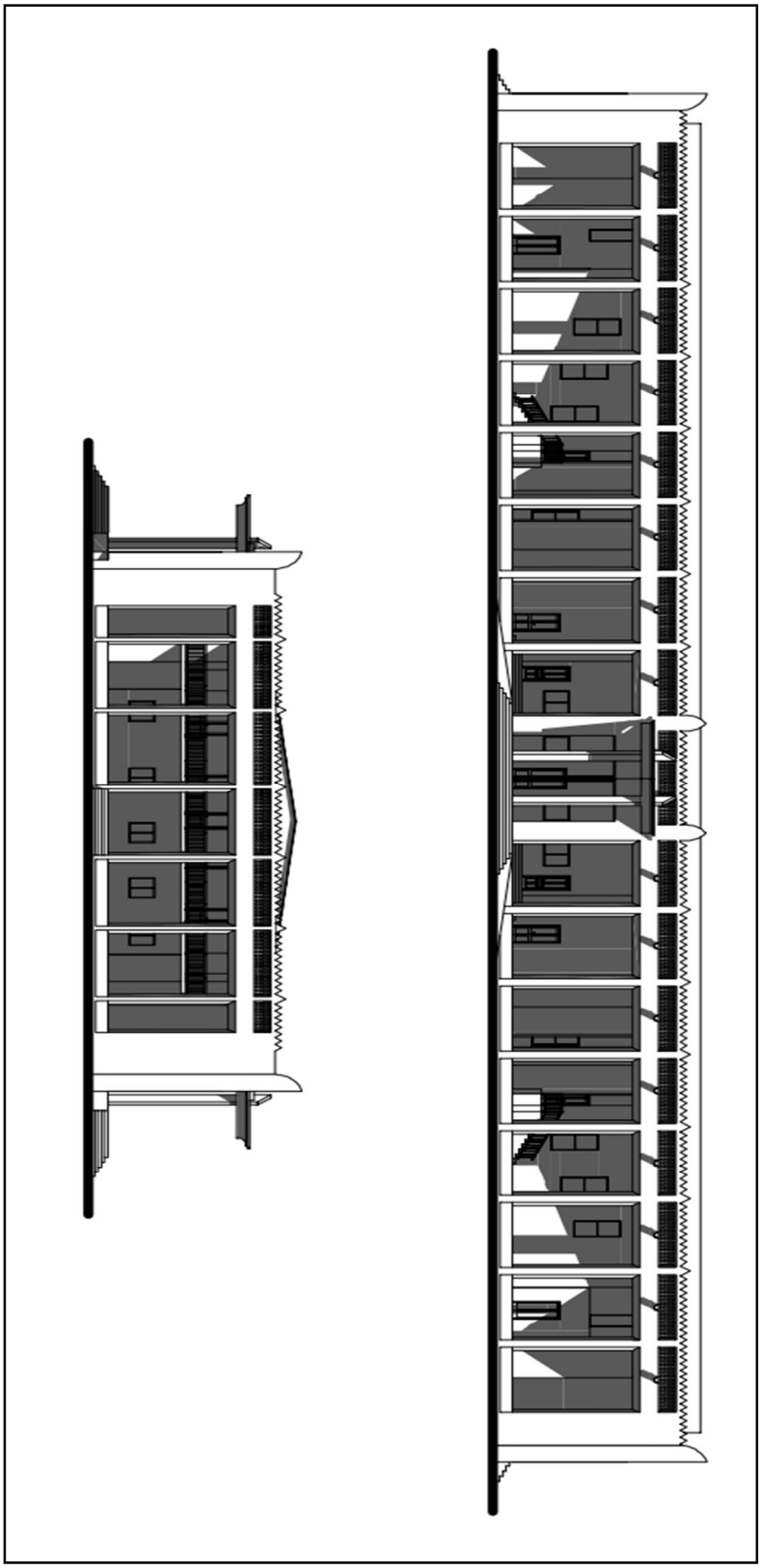


Figure 3:Façades projet

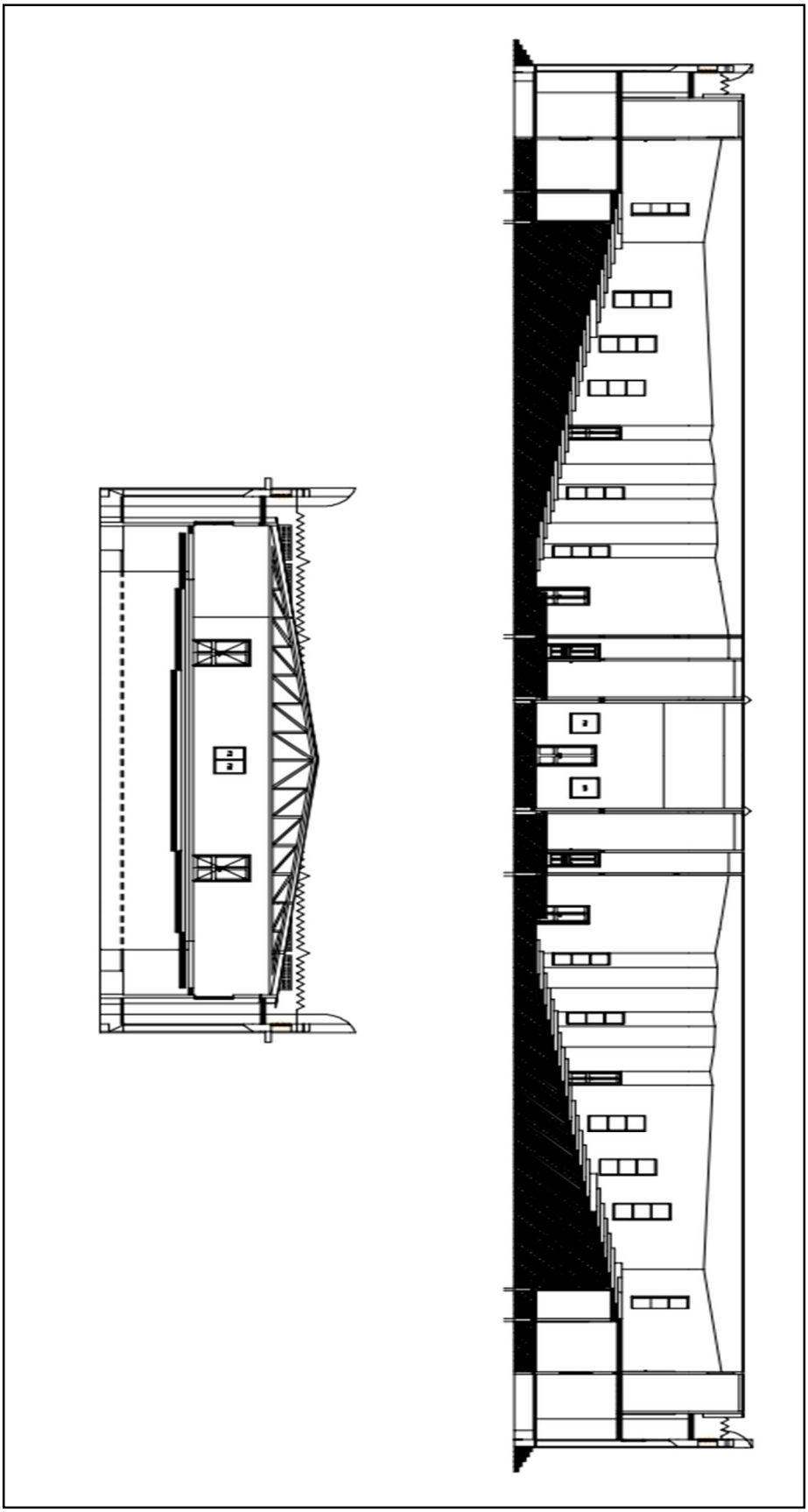


Figure 4:Coupe projet

- Un rez-de-chaussée

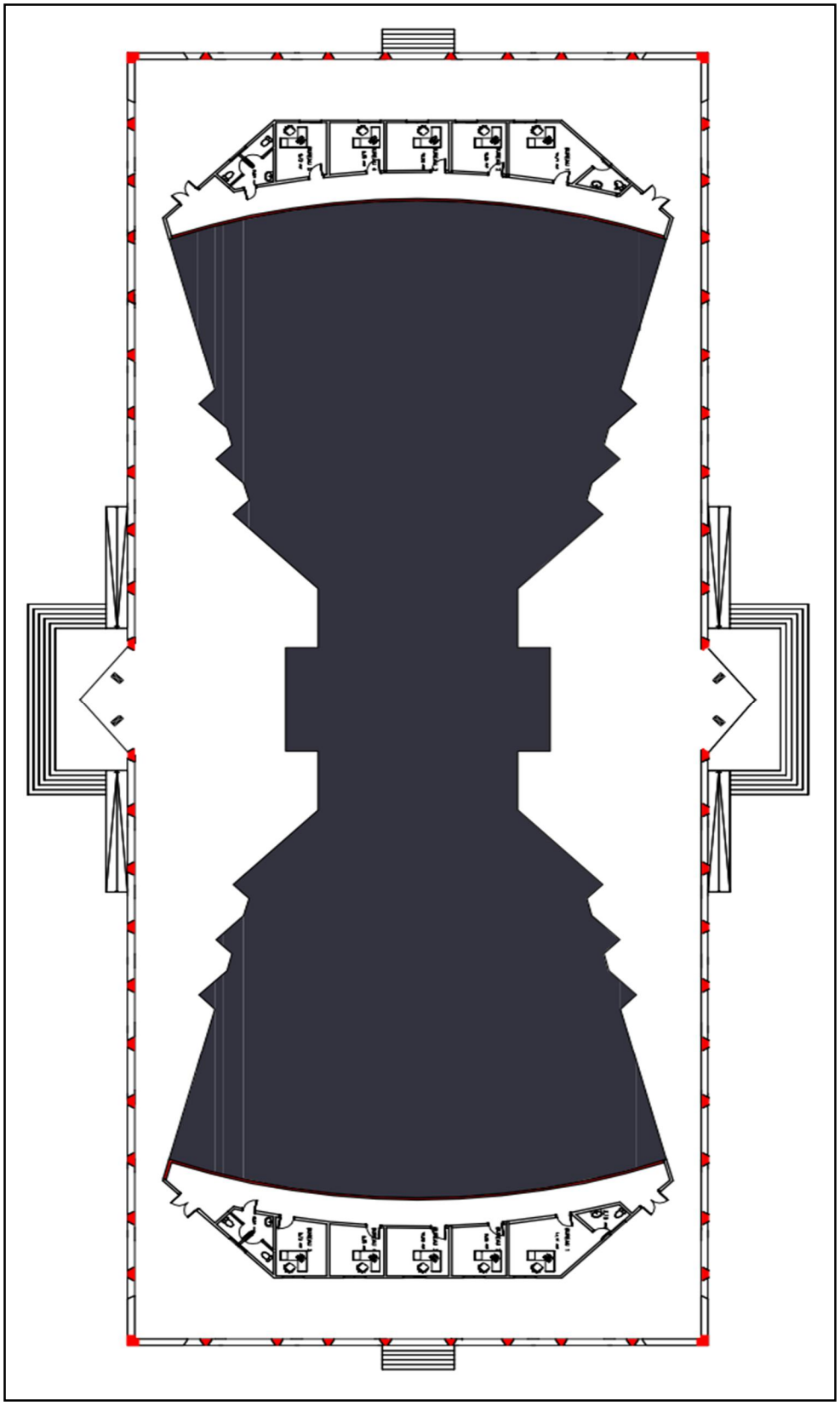


Figure 5:Plan de niveau RDC

- R+1

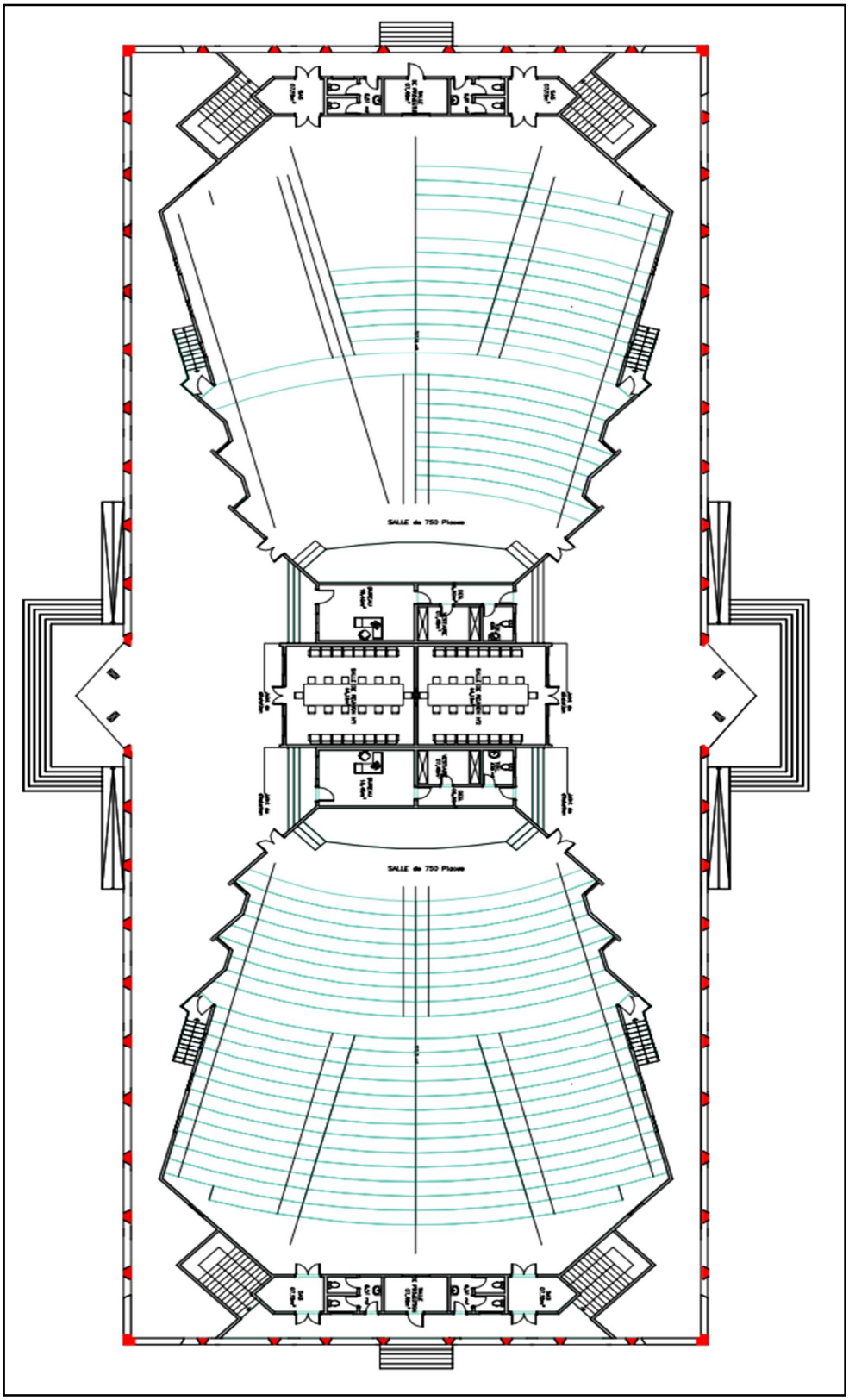


Figure 6:Plan de niveau R+1

2. Hypothèse de calcul

- Règlement de calcul pour la construction métallique : EUROCODE 3
- Règlement pour calcul de Béton Armé : BAEL 91 modifié 99
  - Règles NV65, annexes et additives
  - Règles BAEL 83 et 91 relatives à la conception et au calcul des ouvrages en béton armé et au calcul des ouvrages en béton armé suivant la méthode des États Limites.
  - Précis de calcul de béton.
- Caractéristiques des matériaux
  - Béton
    - ✓ Ciment CPA45 dosé à 350 Kg/m3 pour tous les ouvrages en béton armé.
    - ✓ Contraintes de calculs
      - Fc28 = 20 MPA
      - δb = 1,50
      - Ft28 = 0,60 + 0,06 x Fc28 = 1,80 Mpa
      - δbc = (0,85 x Fc28) x1/δb = 11,33 Mpa
      - δb' = 0,60 x Fc28 = 12 Mpa

La fissuration est considérée peu nuisible selon la définition des règles BAEL 91 modifié 99

  - Armatures
    - Aciers naturels à Haute Adhérence, HA, Classe FeE400 naturel
    - Fe = 400 Mpa
    - δs = 1,15 Mpa
    - μlu = 0,300
  - Sol de fondation

Il a été préconisé de fonder les bâtiments de manière suivante :

- Fondation sur semelles isolées.
- le niveau d'assise des fondations est pris égal à 1,2 m minimum en dessous du Terrain Naturel (TN) afin d'assurer un ancrage par rapport aux effets

de renversement du vent. Dans tous les cas, le sol latéritique ou caillouteux devra être atteint.

- La contrainte admissible de calcul notée δsol est égale à 0,15 Mpa (1,5 Bars).

VI.2. ÉTUDE DE LA STRUCTURE PORTEUSE

1. Étude des pannes

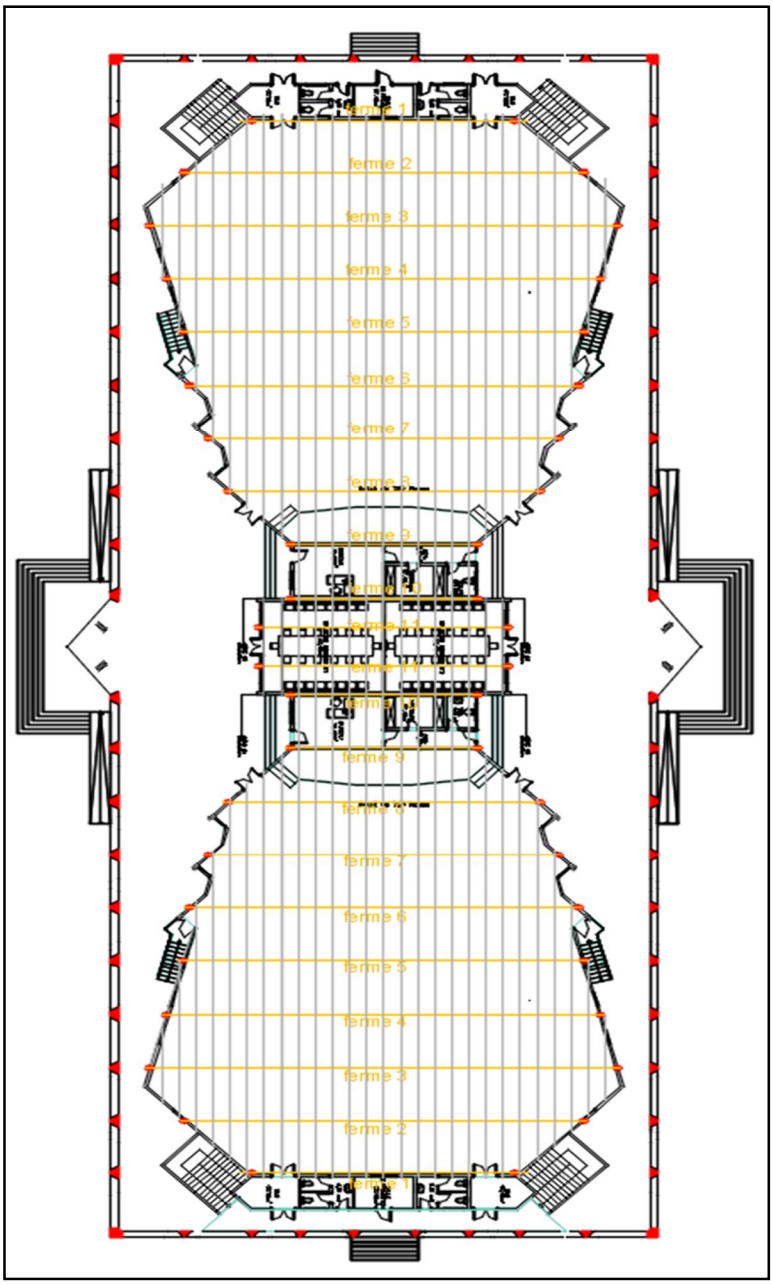


Figure 7:Plan de toiture

a) Évaluation des charges

Les pannes sont des profilés qui jouent plusieurs rôles à savoir, tout d'abord, la liaison entre la couverture et les traverses en profilé ou en treillis, elle maintient la couverture en place et transmet les charges de celle à la ferme en des points souhaités. La toiture a une inclinaison de 15%, ce qui engendre une des sollicitations dans les deux axes de la panne. La portée prise en compte correspond à la distance maximale qui sépare les fermes, car c'est sur elle que prend appuis les pannes. Elle vaut 3,675 m.

L'espacement des pannes $1{,}2m \leq e \leq 1{,}8m$. Nous optons pour $e = 1m$.

(a) Charges permanentes (ENV1-2-1)

- Poids de la couverture bac alu-zinc $g_1 = 0{,}033\ kN/m^2$ ➔ $G_1 = 0{,}033\ kN/m$
- Le poids propre de la panne $g_0 = 0{,}059 kN/m$ (hypothèse IPE100)

La combinaison la plus contraignante est celle ascendante. Elle donne les charges, avec une sécurité sur les pannes et dimensionnant ces derniers.

(b) Charges variables (ENV1-2-1)

- Les charges d'entretients équivalent à deux charges ponctuelles de 1 kN appliquées au 1/3 et au 2/3 de la longueur de la panne.
  Nous ramenons également les charges ponctuelles appliquées sur les pannes en charges linéaires équivalente. Pour ce faire nous évaluons d'abord la charge maximale engendrée par les charges ponctuelles de la panne. Ensuite nous déterminons la charge linéaire qui engendrerait le même moment maximal en travée.

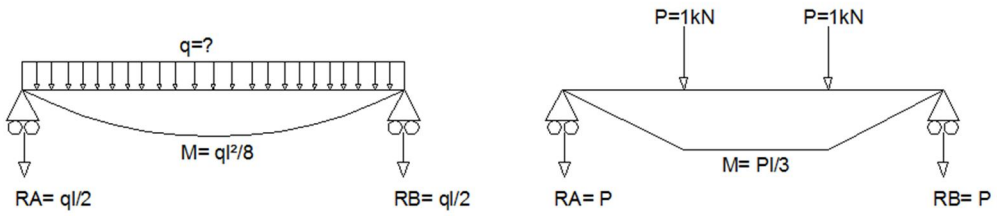


Figure 8:Travées isostatique sous charge repartie et sous charges concentrées

$$\frac{Pl}{3} = \frac{ql^2}{8}$$

$$q = \frac{8P}{3l}$$

$$q = \frac{8 \times 1}{3 \times 3.675}$$

$$\boldsymbol{q = 0,726\ kN/m}$$

(c) Charge de vent

Les charges dues au vent sur la toiture sont fonction de la direction de ce dernier par rapport à la structure, fonction de la structure elle-même et de la zone du projet. L'étude se fera sur la base de l'ENV1991-2-4 de l'EUROCODE 1.

Le choix de la vitesse de référence est fonction de la zone de projet. La zone de projet choisie utilisée est celle de Paris tel que défini dans le tableau 24 (annexe I).

Le projet est situé un peu en périphérie des habitations, sur un terrain relativement plat. Conformément aux dispositions l'ENV1991-2-4, nous choisirons la catégorie de terrain, soit la zone 3 du tableau 25 (voir annexe I)

- vitesse de référence $V_{ref} = 26 m/s$
- masse volumique $\rho = 1,25\ kg/m^3$
- coefficient de terrain $K_T = 0.21$
- paramètre de rugosité du terrain $Z_0 = 0.2$
- la hauteur minimale $Z_{min} = 7\ m$

Tableau 1:Organigramme de calcul du vent

pression dynamique moyenne de reference	$q_{ref} = \left(\frac{\rho}{2}\right).V_{ref}^2$	0,42	[KN/m²]
coeficient de rigosité	$C_r = K_T.ln\left(\frac{Z}{Z_0}\right)$	0,80	
coeficient de topographie	$C_t = 1$ car la pente < 5%	1	
Coefficient d'exposition (valeur lu sur la figure 8.3.1 de l'ENV1991-2-4 =1,82)	$C_e(z) = C_r^2(z).C_t^2(z)\left[1 + \frac{7K_T}{C_r(z).C_t(z)}\right]$	1,81	
pression dynamique de pointe	$q_p(z) = C_e(z).q_{ref}$	0,77	[KN/m²]
		76,65	[daN/m²]

(Serge, 2012)

La pression aérodynamique de pointe $w = Q_p(z) \times Cpnet$ et $Cpnet = Cpi - Cpe$

- Cpi, le coefficient de pression intérieur pour le toit, égal à +0,8 au vent et -0,5 sous le vent dans la cas d'un bâtiment fermés avec cloisonnement intérieur et fenêtres ouvrantes.
- Cpe, le coefficient de pression extérieur est fonction de plusieurs paramètres à savoir :
  - l'inclinaison du toit (α) et du nombre de versant (2),

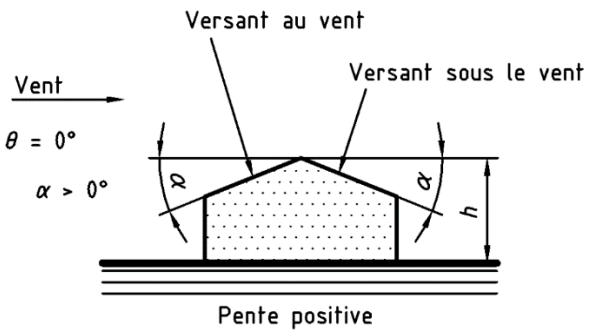


Figure 9:Coupe de toit à deux versants avec pentes positives

La pente p est de 15%,

$\propto = tan^{-1}(p)$

$\propto = tan^{-1}(0.15)$

$\propto = \mathbf{8.53°}$

- selon la direction du vent par rapport à la structure (θ=0° ou 90°), et la zone sur le toit.
  - Pour θ=0°

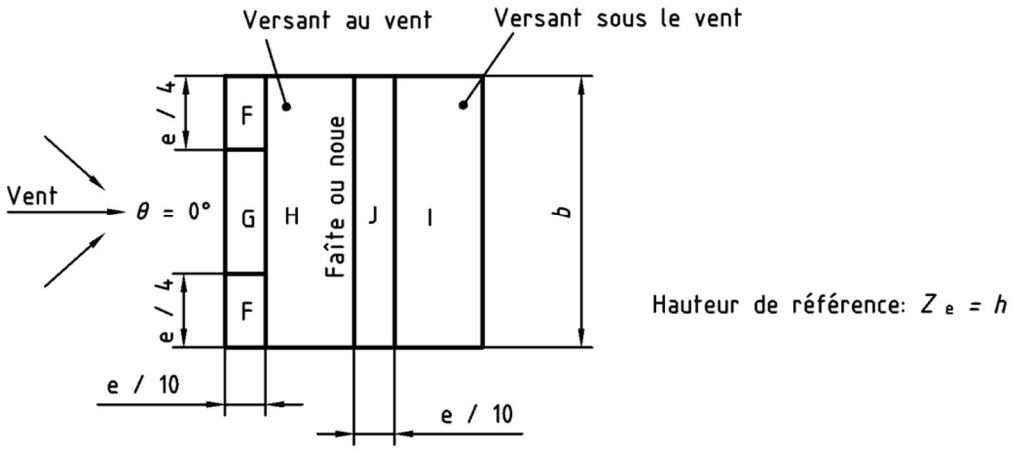


Figure 10: Carte de pressions extérieures avec θ=0

'b' est le côté perpendiculaire au vent et 'e' est la plus petite des valeurs entre b et 2h. Mais vue que les pannes seront identiques nous n'allons pas nous intéresser aux différentes zones du toit mais plutôt à la valeur la plus contraignante

Tableau 2: Table de coefficient de pression extérieur pour θ=0°

Angle de pente α ° > 0	θ=0°									
	F		G		H		I		J	
	Cpe10	Cpe1	Cpe10	Cpe1	Cpe10	Cpe1	Cpe10	Cpe1	Cpe10	Cpe1
5	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
8,53	**-1,42**	-2,32	**-1,06**	-1,82	**-0,49**	-0,88	**-0,34**	-0,34	**-0,55**	-0,72
15	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3	-0,3	-0,4	-0,4	-1,0	-1,5

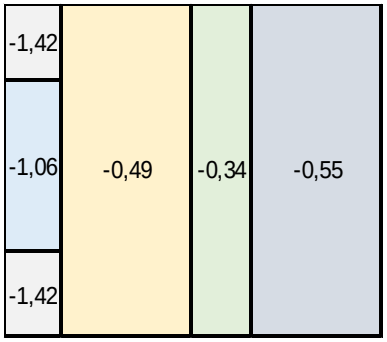


Figure 11: Coefficient de pressions extérieur en fonction des zones pour θ=0°

– Pour θ=90°

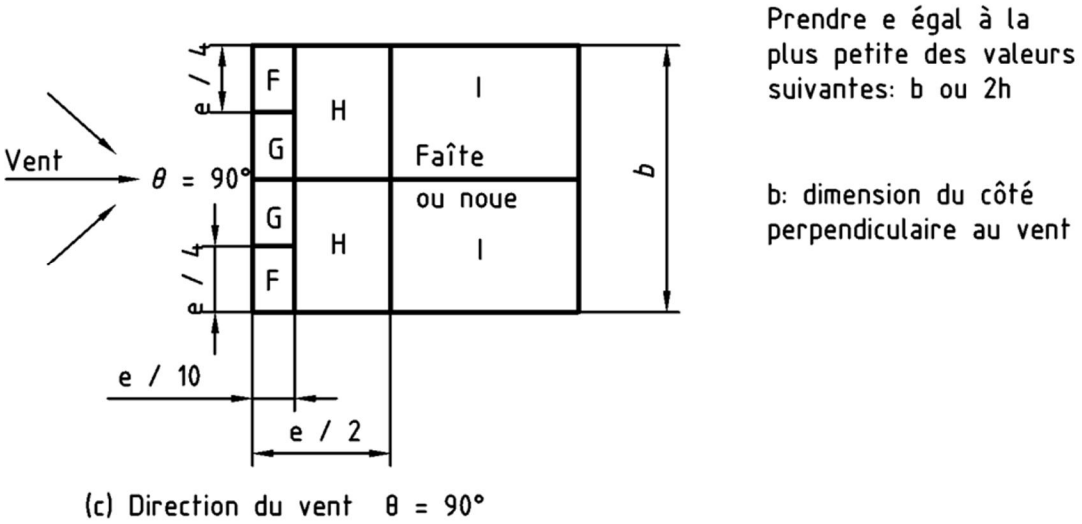


Figure 12:Carte de pressions extérieures avec θ=90°

Tableau 3:Table de coefficient de pression extérieur pour θ=90°

Angle de pente α ° > 0	θ=90°							
	F		G		H		I	
	Cpe10	Cpe1	Cpe10	Cpe1	Cpe10	Cpe1	Cpe10	Cpe1
5	-1,6	-2,2	-1,3	-2,0	-0,7	-1,2	-0,5	-0,5
8,53	**-1,49**	-2,13	**-1,30**	-2,00	**-0,66**	-1,20	**-0,50**	-0,50
15	-1,3	-2,0	-1,3	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	-0,5

Figure 13:valeur de pressions extérieur en fonction des zones pour θ=90°

- Carte de coefficients de pression nets Cpnet en fonction de la zone
  - Pour θ=0°

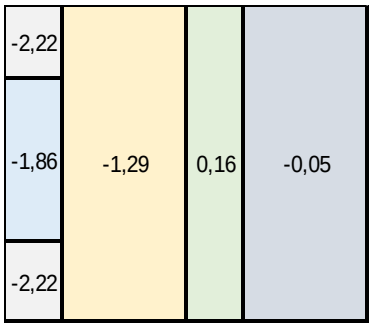


Figure 14:Valeurs de pression nette en fonction des zones pour θ=0°

– Pour θ=90°

<table>
<tr><td>-2,29</td><td rowspan="2">-1,46</td><td rowspan="2">-1,30</td></tr>
<tr><td>-2,10</td></tr>
<tr><td>-0,80</td><td rowspan="2">-0,16</td><td rowspan="2">0,00</td></tr>
<tr><td>-0,99</td></tr>
</table>

Figure 15:Valeurs de pression nette en fonction des zones pour θ=0°

$Cpnet\ max$ est égal à -2.29

$$w = Q_p(z) \times Cpnet$$

Tableau 4:Table de calcul de la pression aérodynamique de pointe

la pression aérodynamique du vent	w=Qp (z) × Cpnet	-1,76	[KN/m²]
		-175,84	[daN/m²]

(EUROCODE 3 ENV 1993-1-1, 1992)

(EUROCODE 1 ENV 1991-2-4, 2000)

(EUROCODE 1 ENV 1991-2-1)

(d) Combinaison d'actions

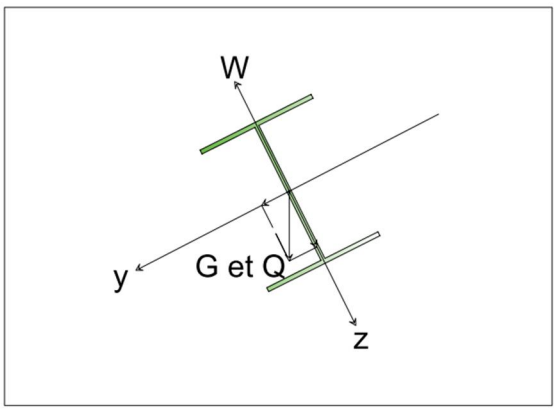


Figure 16:Présentation de la panne

(i) Combinaison des charges ascendantes dans l'axe z de la panne

- ***Combinaison à l'ELU***

$$q_{uz} = (G_1 + G_0)cos8{,}53° + 1.5W$$
$$q_{uz} = (0{,}033 + 0.059)cos8{,}53° + 1.5 \times (-1{,}758)$$
$$q_{uz} = -2{,}547\ kN/m\ = -0{,}02547\ kN/cm$$

- ***Combinaison à l'ELS***

$$q_{sz} = (G_1 + G_0)cos8{,}53° + W$$
$$q_{sz} = (0{,}033 + 0.059)cos8{,}53° + (-1{,}758)$$
$$q_{sz} = -1{,}668\ kN/m\ = -0{,}01668kN/cm$$

(ii) Combinaison des charges descendantes dans l'axe z de la panne

- ***Combinaison à l'ELU***

$$q_{uz} = [1{,}35(G_1 + G_0) + 1.5Q_1]cos8{,}53°$$
$$q_{uz} = [1{,}35(0{,}033 + 0.059) + 1.5 \times 0{,}726]cos8{,}53°$$
$$q_{uz} = 1{,}2\ kN/m\ = 0{,}012kN/cm$$

- ***Combinaison à l'ELS***

$$q_{sz} = [(G_1 + G_0 + G_2) + Q_1]cos8{,}53°$$
$$q_{sz} = [(0{,}033 + 0{,}59) + 0{,}726]cos8{,}53°$$
$$q_{sz} = 0{,}809\ kN/mq_s = 0{,}00809\ kN/cm$$

Tableau 5:combinaison d'action dans le sens de z

combinaison d'action dans le sens de z			
charge ascendante			
ELU	G+1,5W	-2,547	[KN/m]
ELS	G+W	-1,668	[KN/m]
charge descendante			
ELU	1,35G+1,5Q	1,2	[KN/m]
ELS	G+Q	0,809	[KN/m]

(iii) Combinaison des charges ascendantes dans l'axe y de la panne

Il n'y a pas d'actions dans le sens de z, à part celles des charges permanentes car le vent n'a pas de composante dans cette direction de la panne. Elle ne saurait donc être contraignante.

(iv) Combinaison des charges descendantes dans l'axe y de la panne

- ***Combinaison à l'ELU***

$q_{uy} = [1{,}35(G_1 + G_0) + 1.5Q_1]sin8{,}53°$

$q_{uy} = [1{,}35(0{,}033 + 0{,}059) + 1.5 \times 0{,}726]sin8{,}53°$

$q_{uy} = 0{,}184\ kN/m\ = 0{,}00184\ kN/cm$

- ***Combinaison à l'ELS***

$q_{sy} = [(G_1 + G_0) + Q_1]sin8{,}53°$

$q_{sy} = [(0{,}033 + 0{,}059) + 0{,}726]sin8{,}53°$

$q_{sy} = 0{,}124\ kN/mq_s = 0{,}00124\ kN/cm$

Tableau 6:combinaison d'action dans le sens de y

combinaison d'action dans le sens de y			
charge ascendante			
ELU	G+1,5W	0,017	[KN/m]
ELS	G+W	0,017	[KN/m]
charge descendante			
ELU	1,35G+1,5Q	0,1840	[KN/m]
ELS	G+Q	0,1244	[KN/m]

b) Dimensionnement

Pour dimensionner les pannes, il convient d'étudier leur mode de fonctionnement. Les pannes sont soumises à une flexion simple due à une charge uniformément repartie q venant de la toiture. La structure est supposée isostatique.

(1) Le moment

La travée étant symétrique et chargée uniformément les réaction d'appuis sont égales et valent la moitié de la force engendrée par cette charge repartie.

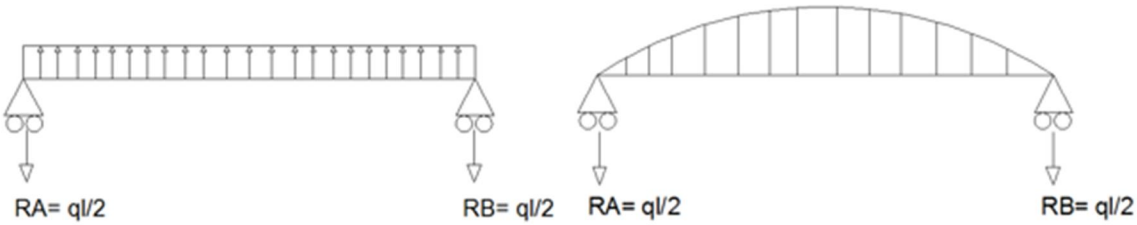


Figure 17:Epure de moment sous charge linéaire

L'expression du moment est $M(x) = -\frac{ql}{2}x + \frac{qx^2}{2}$ .nous obtenons une équation du second degré avec une courbe de moment parabolique dont la valeur maximale en $x = \frac{l}{2}$ (l est la portée de la travée et correspond à l'espacement des fermes sur lesquels les pannes repose) lorsqu'on remplace dans l'expression on a :

$$M\left(\frac{l}{2}\right) = -\frac{ql}{2}\left(\frac{l}{2}\right) + \frac{q\left(\frac{l}{2}\right)^2}{2}$$

$$M_{max} = \frac{ql^2}{8}$$

Tableau 7:valeurs des moments sous charges ascendantes

Moment	Muy	-4,358	kN.m	-435,809	KN.cm
	Msery	-2,854	kN.m	-285,358	KN.cm
Moment	Muz	0,315	kN.m	31,495	KN.cm
	Mserz	0,213	kN.m	21,282	KN.cm

(2) Résistance de la section au moment de flexion dans l'axe y (hypothèse IPE 80)

Pour la tenue de la section, la condition suivante doit être satisfaite $\frac{M_{ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$ (M_{ed} est le moment de calcul et vaut M_u et $M_{c,Rd}$ est le moment résistant de la section). Le moment résistant doit donc être supérieur au moment engendré par les charges du toit sur la panne.

$$\frac{M_{ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$M_{ed} \leq M_{c,Rd} = \frac{W_{ply} \times f_y}{\gamma_{M0}}$$

γ_{M0} *est le coefficient partiel de sécurité*

f_y *est la limite d'élasticité caractéristique de l'acier*

$$M_{ed} \leq \frac{W_{ply} \times f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$M_{ed} \leq \frac{23{,}22 \times 23{,}5}{1}$$

$$M_{ed} \leq 545{,}67\ kN.cm$$

$$\frac{-435{,}809}{545{,}67} = 0.80 \leq 1$$

La section de l'IPE 80 tient dans l'axe y pour les charges qui lui sont appliqués au moment de flexion.

(3) Résistance de la section au moment de flexion dans l'axe z (hypothèses IPE 80)

$$\frac{M_{ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$M_{ed} \leq M_{c,Rd} = \frac{W_{plz} \times f_y}{\gamma_{M0}}$$

γ_{M0} *est le coefficient partiel de sécurité*

f_y *est la limite d'élasticité caractéristique de l'acier*

$$M_{ed} \leq \frac{W_{plz} \times f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$M_{ed} \leq \frac{5{,}82 \times 23{,}5}{1}$$

$$M_{ed} \leq 136{,}77\ kN.cm$$

$$\frac{31{,}495}{136{,}77} = 0{,}23 \leq 1$$

La section de l'IPE 80 tient pour les charges qui lui sont appliqués au moment de flexion suivant l'axe z.

(4) Résistance de la section à l'effort tranchant

L'effort tranchant est transmis par l'âme de la poutre. La résistance de calcul à l'effort tranchant $V_{c,Rd}$ de la poutre doit être vérifiée. Pour satisfaire la condition d'ELU, elle doit au moins rester égale à l'effort tranchant sollicitant de calcul V_{ed}

$$V_{ed} \leq V_{c,Rd}$$

$$V_{ed} = R_A = \frac{ql}{2}$$

$$V_{ed} = \frac{2{,}547 \times 3{,}675}{2}$$

$$\boldsymbol{V_{ed} = 4{,}68\ kN}$$

$$V_{c,Rd} = A_v \frac{f_y/\sqrt{3}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{c,Rd} = A_v \frac{f_y/\sqrt{3}}{\gamma_{M0}}$$

L'air de cisaillement est A_v et ne peut être inférieur a $\eta \times h_w \times t_w$

$$V_{c,Rd,min} = A_{vmin} \frac{f_y/\sqrt{3}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{c,Rd,min} = \eta \times h_w \times t_w \times \frac{f_y/\sqrt{3}}{\gamma_{M0}}$$

η vaut 1,2 si la nuance de l'acier est S235 et $h_w = h - 2t_f$

$$V_{c,Rd,min} = 1{,}2 \times (h - 2t_f) \times t_w \times \frac{f_y/\sqrt{3}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{c,Rd,min} = 1{,}2 \times (8 - 2 \times 0{,}52) \times 0{,}38 \times \frac{23{,}5/\sqrt{3}}{1}$$

$$\boldsymbol{V_{c,Rd,min} = 43{,}06\ kN}$$

La résistance au cisaillement de l'âme de la section est vérifiée car$V_{ed} \leq V_{c,Rdmin}$

c) *Vérification*

(1) Vérification de la flèche

Pour une section soumise à un moment fléchissant $M(x)$

$$M(x) = -\frac{ql}{2}x + \frac{qx^2}{2}$$

$$y'' = -\frac{M(x)}{EI}$$

$$EIy' = \frac{qlx^2}{4} - \frac{qx^3}{6} + c$$

$$Pour\ x = \frac{l}{2};\ \varphi = 0 \rightarrow la\ rotation\ est\ nulle$$

$$EIy' = \frac{qlx^2}{4} - \frac{qx^3}{6} + c$$

$$EIy'\left(\frac{l}{2}\right) = \frac{ql\left(\frac{l}{2}\right)^2}{4} - \frac{q\left(\frac{l}{2}\right)^3}{6} + c = 0$$

$$EIy'\left(\frac{l}{2}\right) = \frac{ql(l)^2}{16} - \frac{q(l)^3}{48} + c = 0$$

$$c = -\frac{1}{24}ql^3$$

$$EIy' = \frac{qlx^2}{4} - \frac{qx^3}{6} - \frac{1}{24}ql^3$$

$$EIy = \frac{qlx^3}{12} - \frac{qx^4}{24} - \frac{1}{24}ql^3x + c_2$$

$$Pour\ x = 0;\ le\ déplacement\ est\ nul\ \ => \ c_2 = 0$$

$$EIy = \frac{qlx^3}{12} - \frac{q}{24}(x^4 + l^3x)$$

$$pour\ x = \frac{l}{2}\ la\ flèche\ est\ maximale.$$

$$EIy_{max} = \frac{ql^4}{8 \times 12} - \frac{q}{24}\left(\frac{l}{16}^4 + 8\frac{l}{16}^4\right)$$

$$EIy = \frac{4ql^4}{384} - \frac{9ql^4}{384}$$

$$y_{max} = -\frac{5ql^4}{384EI}$$

La vérification de la flèche est faite à l'ELS et pour notre profilé, elle vaut

$$y_{max} = -\frac{5 \times (-0{,}02728) \times 367{,}5^4}{384 \times 21000 \times 80{,}14}$$

$$y_{max} = -2{,}35\ cm$$

La flèche admise est de :

$$f = -\frac{l}{250}$$

$$f = -\frac{367{,}5}{250}$$

$$\boldsymbol{f = -1{,}47\ cm}$$

La flèche à l'ELS est supérieure à la flèche admise. Plusieurs solutions s'offrent à nous, soit nous choisissons un nouveau profilé avec un moment d'inertie plus important, soit nous utilisons les pannes continues sur plusieurs travées. En optant pour deux travées Nous obtenons alors une flèche de qui vaut :

$$f_1 = 0{,}415 y_{max}$$

$$f_1 = 0{,}415 \times (-2{,}35)$$

$$\boldsymbol{f_1 = 0.98\ cm}$$

La condition de flèche est alors vérifiée car $f_1 \leq f$

(2) Vérification du déversement

Le déversement est une rotation de la panne hors de son axe de rotation due à une compression excessive de l'une des semelles lors de la flexion de la panne.

Tableau 8:Paramètre de la panne en IPE 80

E	21000	KN/cm²
G	8077	KN/cm²
C1	1,13	
C2	0,45	
H	80	
B	46	
Kz=Kw	1	
Wply	23,22	
Iy	80,14	cm^4
It	0,70	cm^4

Iz	8,48	cm^4
Iw	120	cm^6
γM1	1	
Zg	4	cm
l	367,5	cm

- Sous charge descendante.

Sous charge ascendante c'est la semelle supérieure qui est comprimées, or celle-ci n'est pas fixée sur la panne.

- Le moment critique

Le moment obtenu à l'aide du logiciel LTBeam vaux $M_{CR} = 2.7344\ kN.m = 273{,}44\ kN.cm$

Par calcul nous avons :

$$M_{CR} = C_1 \frac{\pi^2 E I_Z}{(K_Z L)^2} \left[\sqrt{\left(\frac{K_Z}{K_W}\right)^2 \frac{I_W}{I_Z} + \frac{(K_Z L)^2 G\, I_t}{\pi^2 E\, I_Z} + \left(C_2 Z_g\right)^2} - C_2 Z_g \right]$$

$$M_{CR} = 1.13 \frac{\pi^2 21000x8{,}48}{(1 \times 367{,}5)^2} \left[\sqrt{\left(\frac{1}{1}\right)^2 \frac{120}{8{,}48} + \frac{(1x367{,}5)^2 x\ 8077x0{,}70}{\pi^2 x21000x\ 8{,}48} + (0.45x4)^2} - 0.45x4 \right]$$

$$\boldsymbol{M_{CR} = 286{,}120 kN.cm}$$

Les deux valeurs de moment critique sont proches, mais nous optons pour valeur obtenue par le calcul au logiciel LTBeam.

- Élancement réduit :

$$\overline{\lambda_{LT}} = \sqrt{\frac{W_{ply}\, f_y}{M_{cr}}}$$

$$\Rightarrow \overline{\lambda_{LT}} = \sqrt{\frac{39{,}41 \times 23{,}5}{273{,}44}}$$

$$\Rightarrow \overline{\lambda_{LT}} = 1{,}413$$

$$\phi_{LT} = 0.5\ [1 + \alpha_{LT}(\overline{\lambda_{LT}} - \overline{\lambda_{LT0}}) + \beta \overline{\lambda_{LT}}^2]$$

$$\frac{h}{b} = \frac{80}{46} = 1{,}739$$

Nous constatons que : $\frac{h}{b} < 2$

$\overline{\lambda_{LT0}} = 0.4$ ⇒ courbe b

$\beta = 0{,}75$ ⇒ $\alpha_{LT} = 0{,}34$

$$\Rightarrow \phi_{LT} = 0.5\,[1 + 0{,}34(1{,}413 - 0.4) + 0{,}75\,x\,1{,}413^2]$$

$$\Rightarrow \phi_{LT} = 1{,}355$$

$$x_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}{}^2 - \beta\overline{\lambda_{LT}}^2}}$$

$$\Rightarrow x_{LT} = \frac{1}{1{,}355 + \sqrt{1{,}355^2 - 0{,}75\,x\,1{,}413^2}}$$

$$\Rightarrow x_{LT} = 0{,}516$$

- Moment résistant de calcul de déversement

$$M_{b,Rd} = x_{LT}\,W_{ply}\,\frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

$$\Rightarrow M_{b,Rd} = 0{,}613 \times 23{,}22 \times \frac{23.5}{1}$$

$$\Rightarrow \boldsymbol{M_{b,Rd} = 334{,}496\ kN.cm}$$

- calcul du moment fléchissant :

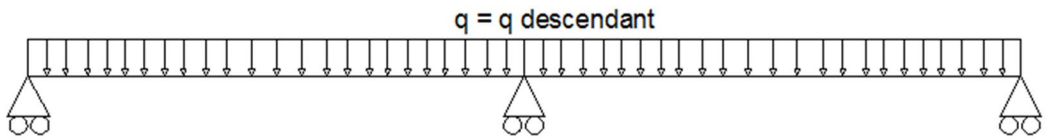


Figure 18:Travées continues chargée linéairement descendante

Le nouveau moment sera déterminé à l'aide de l'équation au trois moment,

- le degré d'hyperstaticité n (n=1) qui est égal au nombre d'appuis intermédiaire de la poutre continue simple.
- Tracé des épures des moments dans toutes les travées indépendantes (M^o) en respectant les règles de construction des diagrammes des moments de flexion. On déterminera

ensuite toutes les aires w_i des épures des moments et les distances a_i et b_i du centre de gravité des aires aux appuis de gauche et de droite pour toutes les travées.

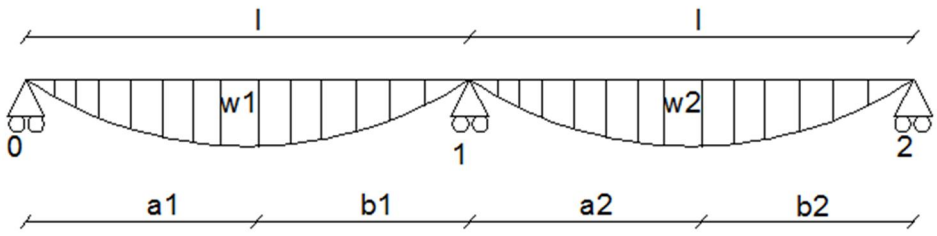


Figure 19:épures des moments de travées indépendantes sous charges descendante

$$a_1 = a_2 = b_1 = b_2 = \frac{l}{2} = 1{,}837\ m$$

$$w_1 = w_2 = \frac{2}{3}hl$$

Tableau 9: valeur de moment isostatique sous charges descendante

Moment	Muy	2,025	kN.m	202,5	KN.cm
	Msery	1,365	kN.m	136,5	KN.cm

Où $h = M^0 1{,}365\ kN.m$

$$w_1 = w_2 = \frac{2}{3} \times 1{,}365 \times 3{,}675 = 3{,}344\ kN.m$$

– l'équation des trois moments pour chaque appui intermédiaire, ce qui donnera autant d'équations que d'inconnues ; puis résoudre le système d'équations ainsi obtenu pour déterminer les moments sur tous les appuis intermédiaires (M_i) dans notre cas, nous avons une seule inconnue(M_1) avec une poutre à inertie constante.

$$l_i M_{i-1} + 2(l_i + l_{i+1})M_i + l_{i+1}M_{i+1} = -6\left(\frac{w_i a_i}{l_i} + \frac{w_{i+1}b_{i+1}}{l_{i+1}}\right)$$

$$l_1 M_0 + 2(l_1 + l_2)M_1 + l_2 M_2 = -6\left(\frac{w_i a_i}{l_i} + \frac{w_{i+1}b_{i+1}}{l_{i+1}}\right)$$

$$M_0\ et\ M_2\ ont\ une\ valeur\ nulle\ et\ l_1 = l_2 = l$$

$$4lM_1 = -6w_1$$

$$M_1 = -\frac{-6w_1}{4l}$$

$$M_1 = -\frac{-6 \times 3.344}{4 \times 3{,}675}$$

$$M_1 = -1{,}365\ kN.m$$

– l'épure des moments sur appuis M_a.

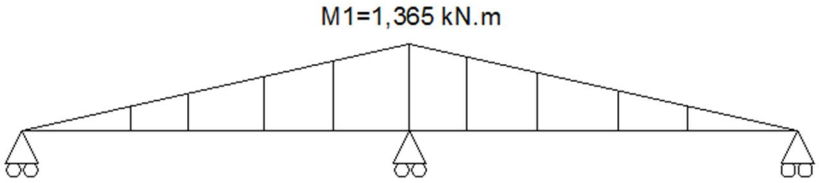


Figure 20:l'épure des moments sur appuis sous charges descendante

– le diagramme définitif des moments fléchissant M comme la somme des deux épures: épure des moments d'appuis Ma et épure des moments dans les travées indépendantes (M_0) sous la charge donnée; on a donc : $M = M_a + M^0$. On calculera les valeurs maximales des moments de flexion pour toutes les travées.

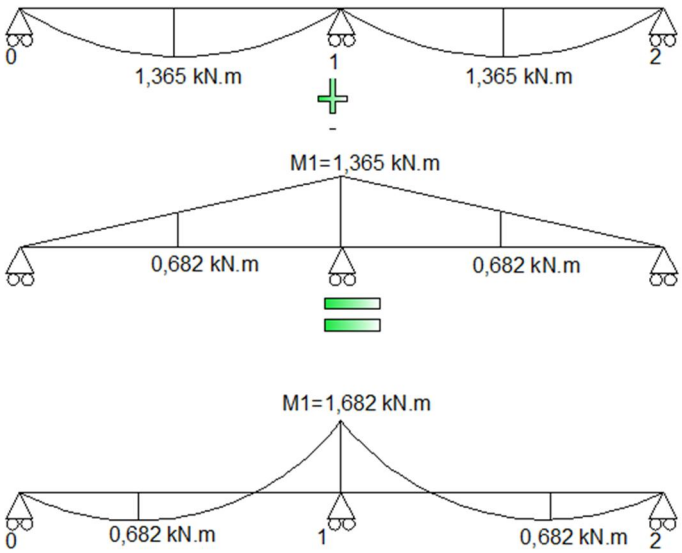


Figure 21:le diagramme définitif des moments fléchissant sous charges descendante

Le moment utilisé est celle en travée car la panne est maintenue au niveau des appuis

$M_{b,Rd} = 281{,}792\ kN.cm \geq M_{ed} = 68{,}2 kN.cm$

La section est vérifiée au déversement.

En résumé nous avons :

Tableau 10:Organigramme de vérification au déversement sous charges descendante

vérification au déversement		
E	21000	KN/cm²
G	8077	KN/cm²
C1	1,13	
C2	0,45	
H	80	mm
B	46	mm
Kz=Kw	1	
Wply	23,22	
Iy	80,14	cm^4
It	0,70	cm^4
Iz	8,48	cm^4
Iw	120	cm^6
γM1	1	
Zg	4	cm
l	367,5	cm
Mcr	273,44	kN.cm
λlt/	1,413	
h/b	1,739	
λlto/	0,4	
β	0,75	
αlt courbe a	0,21	
φlt	1,355	
χlt	0,516	

$M_{b,Rd}$	281,792	kN.cm
M_{ed}	68,2	kN.cm
$M_{ed} < M_{b,Rd}$		la section est vérifiée au déversement

- Sous charge ascendante.

Sous charge ascendante c'est la semelle inferieur qui est comprimées, or celle-ci est fixée sur la panne.

- Le moment critique

Le moment obtenu à l'aide du logiciel LTBeam vaux $M_{CR} = 5{,}722\ kN.m = 572{,}2\ kN.cm$

- Élancement réduit :

$$\overline{\lambda_{LT}} = \sqrt{\frac{W_{ply}\, f_y}{M_{cr}}}$$

$$\Rightarrow \overline{\lambda_{LT}} = \sqrt{\frac{39{,}41 \text{ x } 23{,}5}{572.2}}$$

$$\Rightarrow \overline{\lambda_{LT}} = 0{,}977$$

$$\phi_{LT} = 0.5\,[1 + \alpha_{LT}(\overline{\lambda_{LT}} - \overline{\lambda_{LT0}}) + \beta\overline{\lambda_{LT}}^2]$$

$$\Rightarrow \phi_{LT} = 0.5\,[1 + 0{,}34(1{,}357 - 0.4) + 0{,}75\, x\, 1{,}357^2]$$

$$\Rightarrow \phi_{LT} = 0{,}918$$

$$x_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta\overline{\lambda_{LT}}^2}}$$

$$\Rightarrow x_{LT} = \frac{1}{0{,}918 + \sqrt{0{,}918^2 - 0{,}75\, x\, 0{,}977^2}}$$

$$\Rightarrow x_{LT} = 0{,}784$$

- Moment résistant de calcul de déversement

$$M_{b,Rd} = x_{LT}\, W_y\, \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

$$\Rightarrow M_{b,Rd} = 0{,}784 \times 23{,}22 \times \frac{23.5}{1}$$

$$\Rightarrow \boldsymbol{M_{b,Rd} = 427{,}774\ kN.cm}$$

- calcul du moment fléchissant :

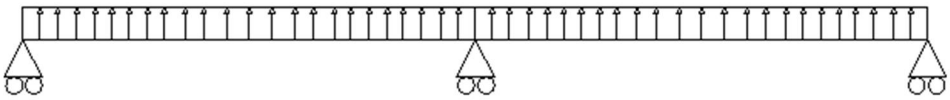


Figure 22 : Travées continues chargée linéairement ascendante

Le nouveau moment sera déterminé à l'aide de l'équation au trois moment,

- le degré d'hyperstaticité n (n=1) qui est égal au nombre d'appuis intermédiaire de la poutre continue simple.
- Tracé des épures des moments dans toutes les travées indépendantes (M^o)

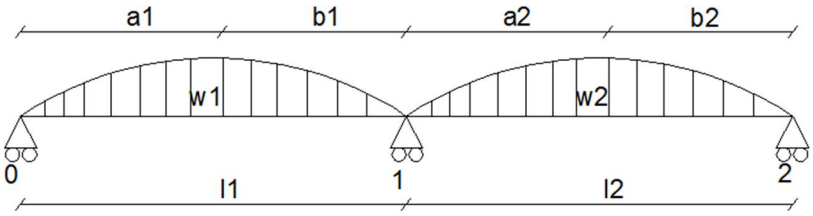


Figure 23:épures des moments de travées indépendantes sous charges ascendante

$$a_1 = a_2 = b_1 = b_2 = \frac{l}{2} = 1{,}85\ m$$

$$w_1 = w_2 = \frac{2}{3} hl$$

Où $h = M^0 = -2{,}815\ kN.m$

$$w_1 = w_2 = \frac{2}{3} \times (-2{,}815) \times 3{,}675 = -6{,}897\ kN.m$$

- l'équation des trois moments pour chaque appui intermédiaire.

$$l_i M_{i-1} + 2(l_i + l_{i+1}) M_i + l_{i+1} M_{i+1} = -6\left(\frac{w_i a_i}{l_i} + \frac{w_{i+1} b_{i+1}}{l_{i+1}}\right)$$

$$l_1 M_0 + 2(l_1 + l_2) M_1 + l_2 M_2 = -6\left(\frac{w_i a_i}{l_i} + \frac{w_{i+1} b_{i+1}}{l_{i+1}}\right)$$

$$M_0\ et\ M_2\ ont\ une\ valeur\ nulle\ et\ l_1 = l_2 = l$$

$$4lM_1 = -6w_1$$

$$M_1 = -\frac{-6w_1}{4l}$$

$$M_1 = -\frac{-6 \times (-6{,}897)}{4 \times 3{,}675}$$

$$M_1 = -2{,}815\ kN.m$$

– l'épure des moments sur appuis M_a.

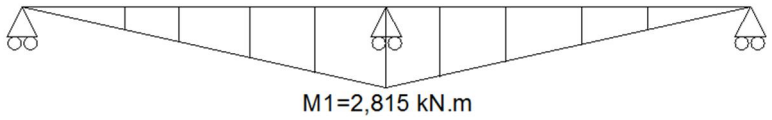


Figure 24:l'épure des moments sur appuis sous charges ascendante

– le diagramme définitif des moments fléchissant

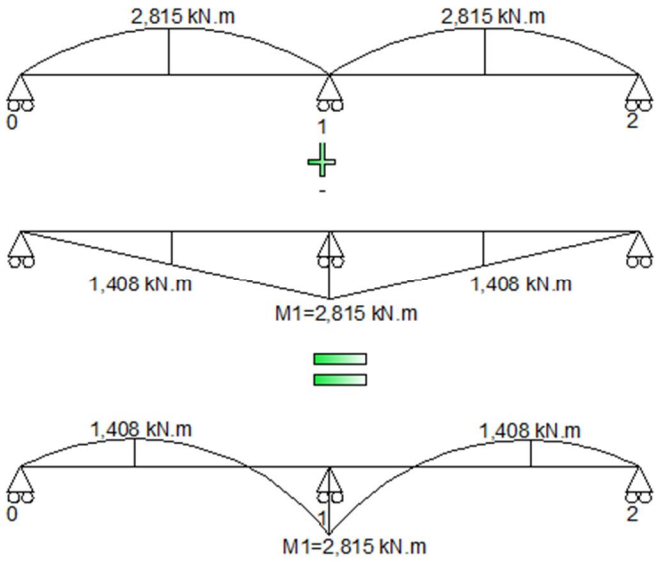


Figure 25:le diagramme définitif des moments fléchissant sous charges ascendante

$$M_{b,Rd} = 427{,}774 kN.cm \geq M_{ed} = 140{,}8 kN.cm$$

La section est vérifiée au déversement.

En résumé nous avons :

Tableau 11:Organigramme de vérification au déversement sous charges descendante

vérification au déversement		
E	21000	KN/cm²
G	8077	KN/cm²

C1	1,13	
C2	0,45	
H	80	
B	46	
Kz=Kw	1	
Wply	23,22	
Iy	80,14	cm^4
It	0,7	cm^4
Iz	8,48	cm^4
Iw	120	cm^6
γM1	1	
Zg	4	cm
l	367,5	cm
Mcr	572,200	kN.cm
λlt/	0,977	
h/b	1,739	
λlto/	0,4	
β	0,75	
αlt courbe a	0,21	
φlt	0,918	
χlt	0,784	
$M_{b,rd}$	427,774	kN.cm
M_{ed}	140,800	kN.cm
$M_{ed} < M_{b,rd}$		la section est vérifiée au déversement

2. Étude des fermes métalliques de la charpente

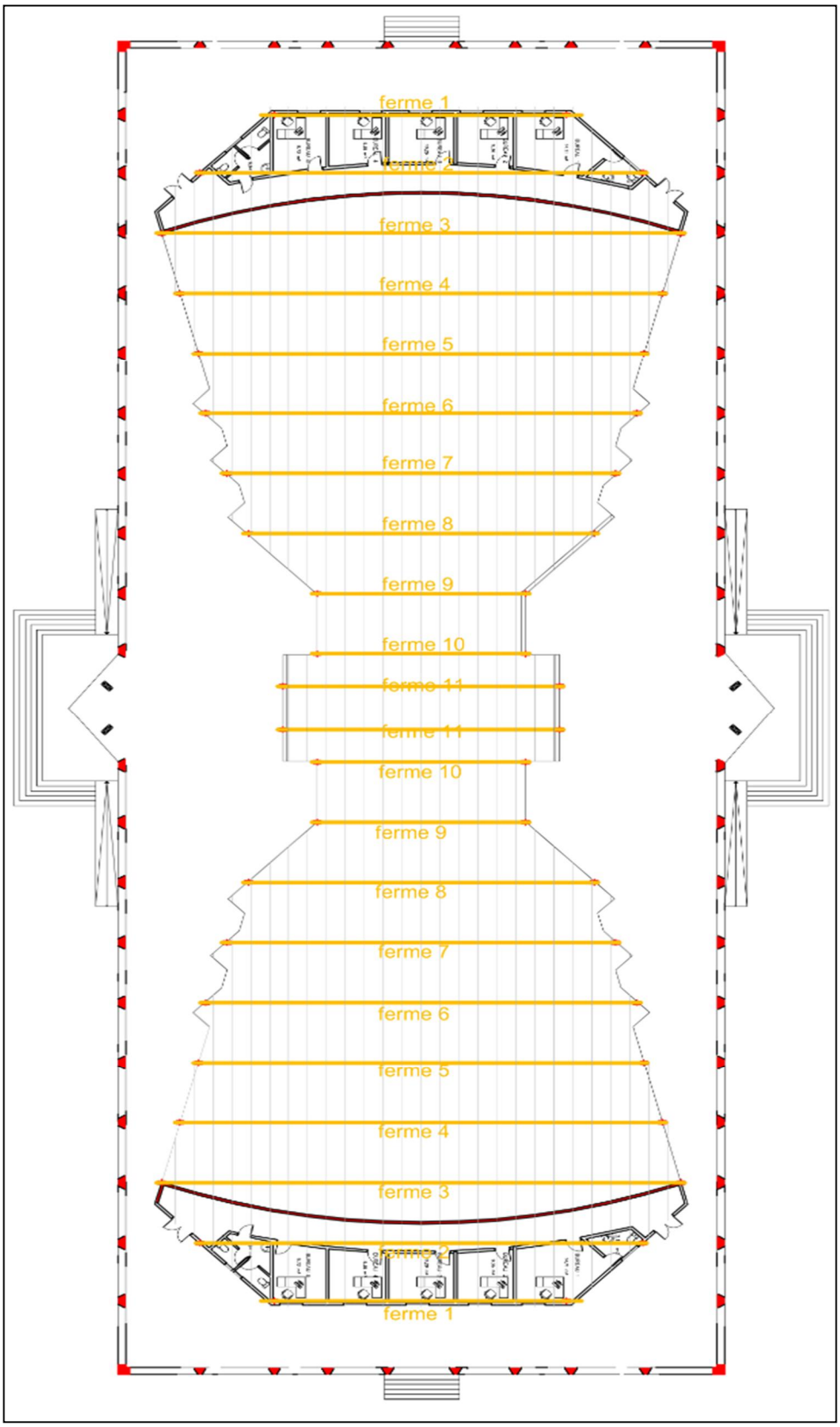


Figure 26:plan de charpente

Au total 11 type de panne on et déterminées. Elles sont calculé sur la base de l'équilibre des nœuds d'un point de vus statique. La somme des forces suivant chacune des directions du repère o,x,y sont nul

Pour le calcul des autres fermes, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 et 11 se référer à l'annexe III

a) Ferme 3

Nous mènerons le calcul en supposant une charge unitaire P=1kN, les valeurs des sollicitations ainsi obtenu seront multipliées par la valeur réelle de P, correspondant à la combinaison d'action sur les pannes.

P vaux la charge linéaire ''q'' sur les panne multipliée par la demi porté de part et d'autre de celle-ci au droit de la ferme.

'' Alpha'' est l'angle que fait la membrure supérieur avec l'horizontale et correspond à l'inclinaison de la toiture

''TETA'' est l'angle que fait la diagonale avec l'horizontale et varie en fonction du nœud auquel on se trouve.

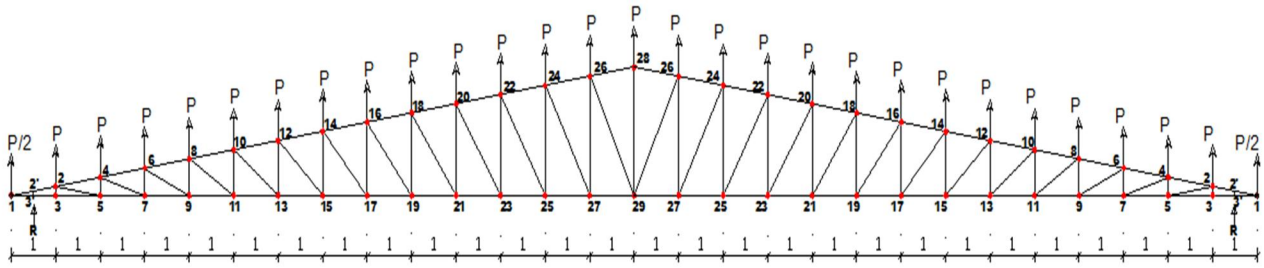


Figure 27: Ferme 3

(a) Évaluation des sollicitations

En partant du principe fondamental de la statique appliqué à chaque nœud que nous isolons, nous posons la somme des forces suivant la direction x et celle suivant y. Nous obtenons ainsi un système d'équation linéaire qui, en les résolvants nous permettent d'obtenir les efforts dans chacun des éléments de de structure liés au dit nœud.

Tableau 12:valeurs des sollicitations dans la ferme 3

montant		p=9,359 kN
F3'-2'	14,000	131,026
F 2-3	0	0,000
F 4-5	-0,5	-4,680
F 6-7	-1,000	-9,360
F 8-9	-1,500	-14,040
F 10-11	-2,000	-18,719
F 12-13	-2,500	-23,399
F 14-15	-2,917	-27,299
F 16-17	-3,357	-31,422
F 18-19	-3,813	-35,685
F 20-21	-4,278	-40,039
F 22-23	-4,750	-44,458
F 24-25	-5,228	-48,925
F 26-27	-5,709	-53,428
F 28-29	12,615	118,064

membrure supérieures		p=9,359 kN
F 1-2'	3,371	31,549
F2'-2	3,371	31,549
F 2-4	0,000	0,000
F 4-6	-3,371	-31,546
F 6-8	-6,741	-63,092
F 8-10	-10,112	-94,644
F 10-12	-13,483	-126,191
F 12-14	-17,416	-162,997
F 14-16	-21,187	-198,297
F 16-18	-24,859	-232,659
F 18-20	-28,464	-266,404
F 20-22	-32,022	-299,705
F 22-24	-35,546	-332,687
F 24-26	-39,045	-365,432
F 26-28	-42,523	-397,985

diagonale		p=9,359 kN
F 2-5	3,371	31,549
F 4-7	3,480	32,571
F 6-9	3,655	34,210
F 8-11	3,888	36,387
F 10-13	4,167	38,998
F 12-15	4,861	45,498
F 14-17	5,018	46,969
F 16-19	5,265	49,276
F 18-21	5,569	52,122
F 20-23	5,912	55,328
F 22-25	6,283	58,801
F 24-27	6,675	62,475
F 26-29	7,084	66,299

membrure inferieures		p=9,359 kN
F 1-3'	-3,334	-31,200
F3'-3	-3,334	-31,200
F 3-5	-3,334	-31,200
F 5-7	0,000	0,000
F 7-9	3,333	31,197
F 9-11	6,667	62,394
F 11-13	10,000	93,597
F 13-15	13,334	124,795
F 15-17	17,223	161,194
F 17-19	20,953	196,104
F 19-21	24,584	230,086
F 21-23	28,149	263,457
F 23-25	31,668	296,390
F 25-27	35,153	329,007
F 27-29	38,613	361,389

(b) Dimensionnement de la ferme 3

À partir des efforts normaux déterminés dans les différents éléments, l'on détermine les sections d'acier capable de reprendre ces efforts.

Exemple de calcul pour Le montant

$$N_{Ed} \leq N_{t,Rd}$$

$$\Rightarrow N_{Ed} \leq \frac{A.f_y}{\gamma_{Mo}}$$

$$\Rightarrow A \geq \frac{N_{Ed}.\gamma_{Mo}}{f_y}$$

Tableau 13:Choix initial de profilé

	montants	membrures supérieures	diagonales	membrures inférieures
A	5,58	16,94	2,82	15,38
choix	**2L 40-40-4**	**2L 75-75-8**	**2L 25-25-4**	**2L 70-70-7**
Areel	6,16	20,6	3,7	16,28

(c) Vérification du flambement

Exemple de calcul pour Le montant

$l = 210\ mm$

$l_{cv} = 0{,}5\ l = 105\ mm$

$i_z = 1{,}21\ mm$

$$\lambda_z = \frac{L_{cv}}{i_z} = \frac{105}{1{,}21} = 86{,}777$$

$\overline{\lambda_z}\ est\ l'élancementreduit$

$$\overline{\lambda_z} = \frac{\lambda_y}{93{,}9} = \frac{86{,}777}{93{,}9} = 0{,}924$$

$Cornière\ en\ L$ ➔ $courbe\ b$ ➔ $le\ facteur\ d'imperfection\ \alpha = 0{,}34$

$$\phi = 0{,}5\left[1 + \alpha\left(\bar{\lambda} - 0{,}2\right) + \bar{\lambda}^2\right]$$

$$\phi = 0{,}5[1 + 0{,}34(0{,}924 - 0{,}2) + 0{,}924^2]$$

$$\phi = 1{,}050$$

$le\ coeficient\ reducteur\ \chi$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}}$$

$$\chi = 0{,}646$$

$$N_{b,Rd} = x\ A\ \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0{,}646 \times 6{,}16\ \frac{23{,}5}{1} = \mathbf{93{,}463\ kN}$$

$N_{b,Rd} < N_{ed} = 131{,}026\ kN$

Il convient de choisir un couple de cornières dos à dos ayant un i_z plus important

	montants
choix	**2L 50-50-5**
Areel	8,6

Tableau 14:Vérification du flambement du montant

montants	
i	1,51
λ	69,536
λ\	0,741
courbe b	
φ	0,866
X	0,760
Nrd	153,663
Ned	131,026
ok Nrd>Ned	

$\boldsymbol{N_{b,Rd} = 153{,}663\ kN > N_{ed} = 131{,}026\ kN}$

Tableau 15: tableaux général de vérification de flambement

montants	
l	210
Lcv	105
i	1,21
λ	86,777
λ\	0,924
courbe b	
φ	1,050
X	0,646
Nrd	93,463
Ned	131,026
Ned>Nrd	

diagonales	
l	185
Lcv	92,5
i	0,74
λ	125
λ\	1,331
courbe b	
φ	1,578
X	0,412
Nrd	35,836
Ned	66,299
Ned>Nrd	

membrures supérieures	
l	101,2
Lcv	50,6
i	2,27
λ	22,291
λ\	0,237
courbe b	
φ	0,535
X	0,987
Nrd	477,670
Ned	397,985
ok Nrd>Ned	

membrures inferieures	
l	100
Lcv	50
i	2,12
λ	23,585
λ\	0,251
courbe b	
φ	0,540
X	0,982
Nrd	375,614
Ned	361,389
ok Nrd>Ned	

Pour chacun des autres éléments de structures de la ferme on compare les valeurs de Nrd aux efforts maximales dans ces éléments de structures. Si elles sont inférieures, nous reprenons les calculs (ici en bleue) avec les paramètres d'un nouveau profile en L (cornière) présentant une inertie plus importante

Tableau 16:Choix final de profilé

	montants	membrures supérieures	diagonales	membrures inferieures
choix	**2L 50-50-5**	**2L 75-75-8**	**2L 35-35-4**	**2L 70-70-7**
Areel	8,6	20,6	5,34	16,28

montants	
i	1,51
λ	69,536
λ\	0,741
courbe b	
φ	0,866
X	0,760
Nrd	153,663
Ned	131,026
ok Nrd>Ned	

diagonales	
i	1,05
λ	88,095
λ\	0,938
courbe b	
φ	1,066
X	0,637
Nrd	79,887
Ned	66,299
ok Nrd>Ned	

(d) Étude d'assemblage et des soudures

À l'aide d'un gousset d'épaisseur elle aussi au moins égale à celle de la plus grande pièce assemblée. La soudure est soumise à un cisaillement.

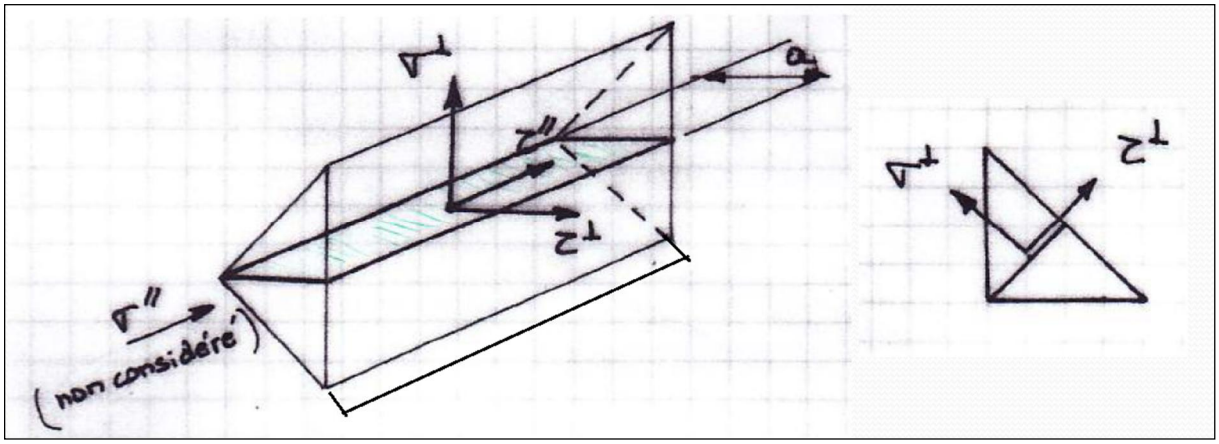


Figure 28: Gorge de soudure

- La gorge de soudure

$2 \leq a \leq 0{,}7\, mint\ et\ a \geq \sqrt{maxt} - 0{,}5$

$2 \leq a \leq 0{,}7\ \times 12$;

$2 \leq a \leq 8{,}4$;

$a \geq \sqrt{12} - 0{,}5$

$a \geq 2{,}96$

$\boldsymbol{a = 4[mm]}$

- Vérification de la soudure

Nous utiliserons les valeurs maximales de contrainte de cisaillement

$\boldsymbol{\sigma^{\perp} = 0}$

$\tau^{\perp} = 0$

$$\tau^{\parallel} = \frac{Nu}{4al\sqrt{3}}$$

$$\left[\sigma^{\perp 2} + 3\left(\tau^{\perp 2} + \tau^{\parallel 2}\right)\right]^{0,5} \leq fu/\beta_w\, \gamma_{M2}$$

$\beta_w = 0{,}8\ et\ \gamma_{M2} = 1{,}25$

$$\tau^{\parallel} = \frac{Nu}{4al\sqrt{3}} \leq fu/\beta_w\, \gamma_{M2}$$

$$l \geq \frac{\beta_w\, \gamma_{M2} \times Nu}{fu \times 4a\sqrt{3}}$$

Tableau 17:Organigramme de calcul de la soudure (ferme 3)

	Nu (Fi-Fi+1)	a	résistance au cisaillement τ//	A soudure minimale	longueur mini de soudure	l choisie
arbalétrier	-763,417	0,5	20,785	-36,730	-18,365	20
montant	131,026	0,5	20,785	6,304	3,152	5
diagonale	66,299	0,5	20,785	3,190	1,595	5
entrait	690,396	0,5	20,785	33,217	16,608	20

gousset ferme 3	
h	l
15	25

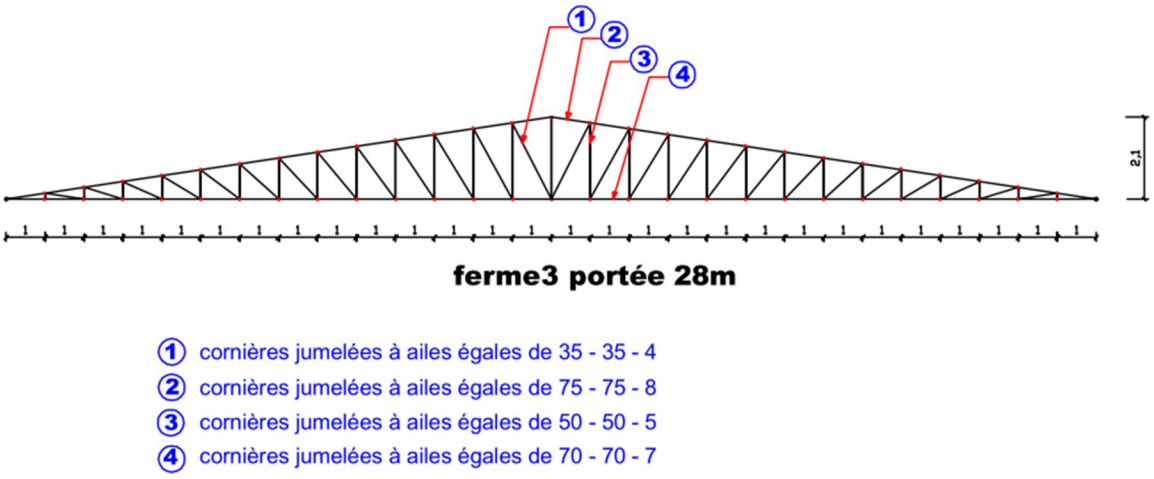


Figure 29: Détail de la ferme 3

(EUROCODE 3 ENV 1993-1-1, 1992)

(EUROCODE 3 ENV 1991-2)

b) Récapitulatif

Tableau 18:Récapitulatif de l'ensemble des fermes

cornière jumelées à ailes égales de				
N° ferme	**montants**	**diagonales**	**membrures supérieures**	**membrures inferieures**
1	**30 - 30 - 4**	**25 - 25 - 4**	**45 - 45 - 4,5**	**45 - 45 - 4,5**
2	**40 - 40 - 5**	**65 - 65 - 7**	**75 - 75 - 8**	**75 - 75 - 8**
3	**50 - 50 - 5**	**35 - 35 - 4**	**75 - 75 - 8**	**70 - 70 - 7**
4	**45 - 45 - 4,5**	**35 - 35 - 4**	**70 - 70 - 7**	**75 - 75 - 8**
5	**40 - 40 - 5**	**65 - 65 - 7**	**75 - 75 - 8**	**75 - 75 - 8**
6	**40 - 40 - 5**	**60 - 60 -5**	**75 - 75 - 8**	**75 - 75 - 8**
7	**40 - 40 - 4**	**40 - 40 - 4**	**75 - 75 - 8**	**75 - 75 - 8**
8	**40 - 40 - 4**	**35 - 35 - 4**	**70-70-7**	**70 - 70 - 7**
9	**35 - 35 - 4**	**30 - 30 - 3**	**70 - 70 - 6**	**70 - 70 - 6**
10	**35 - 35 - 4**	**30 - 30 - 3**	**70 - 70 - 6**	**70 - 70 - 6**
11	**40 - 40 - 4**	**30 - 30 - 3**	**70 - 70 - 6**	**70 - 70 - 6**

3. Étude des dalles

Tableau 19: Ensembles de charges agissants sur toutes les dalles

charges permanentes	KN/m³	KN/m²
dalle pleine (e=20cm)	25	5
Béton de gradin		4,6
dalle à corps creux 16+4		2,85
enduit en mortier de ciment 5m		1,25
mur en agglos creux		2,85
étanchéité multicouches		0,12
charpente métallique		0,4
carreaux gré cérame mince		0,15
charges variables	**KN/m³**	**KN/m²**
Les charges d'exploitation de bureau		2,5
Les charges d'exploitation de balcon		3,5
Les charges d'exploitation d'amphithéâtre		4
Les charges d'exploitation de toiture en dalle inaccessible		1

a) Étude de la dalle du plancher haut R+1

Elle est constituée de panneaux d'une portée de 3.7m, et prennent appui sur deux poutres. Elle est calculée comme une poutre de 1 m de largeur unitaire.

Tableau 20:Organigramme de calcul de la dalle du R+1

descente de charges		
dalle du plancher haut R+1	G [kN/m²]	Q [kN/m²]
	6,37	1

dalle du plancher haut R+1	
Fbu = (0,85 x Fc28) x1/δb	11,33
Fsu = Fe/δs	347,83
G [kN/m²]	6,37
Q [kN/m²]	1
q [kN/m²] = 1,35G+1,5Q	10,10
portée principale [m]	3,7
Mu [MN.m/m] = ql²/8	0,0173
μx = Mu/(b.d².fbu)	0,0528
αu = 1,25.(1-(1-2μx)^0,5)	0,0678
z = d.(1-0,4.αu)	0,1654
Astx [cm²/m]= Mu/(z.fsu)	3,004319003
Asty [cm²/m]= 1/4 Astx	0,751079751
Ast appuis	0,45064785

Nous obtenons un quadrillage de HA 10 sur HA12 avec des espacements réguliers de 25 cm en nappe inferieure et HA 10 avec le même espacement de 25 cm en nappe supérieure.

b) Étude de la dalle du plancher haut RDC

descente de charges			
dalle du plancher haut RDC	G [kN/m²]	Q [kN/m²]	Q [kN/m²]
	4,25	2,5	3,5

Tableau 21: Organigramme de calcul des nervures

poutrelle dalle du plancher haut Rdc	
Fbu = (0,85 x Fc28) x1/δb	11,33
Fsu = Fe/δs	347,83
G [kN/m²]	4,25
Q [kN/m²]	3,5
q [kN/m] = (1,35G+1,5Q)*0,6	8,89
portée principale [m]	3,7
Mu [MN.m/m] = ql²/8	0,0152
μx = Mu/(b.d².fbu)	0,4645
αu = 1,25.(1-(1-2μx)^0,5)	0,9168
z = d.(1-0,4.αu)	0,1077
Astx [cm²/m]= Mu/(z.fsu)	4,06156167
choix Astx	

Dalle en hourdis 16+4 avec une table de compression en quadrillage carré de 20 cm de HA8 avec des poutrelles de 3HA14

c) Étude de la dalle du plancher gradin

Elle est constituée de panneaux d'une portée de 3.7m, et prennent appui sur deux poutres

descente de charges			
dalle de gradin	G [kN/m²]	Q [kN/m²]	Q [kN/m²]
	9,75	4	2,5

Tableau 22:Organigramme de calcul de la dalle de gradin

dalle de gradin	
Fbu = (0,85 x Fc28) x1/δb	11,33
Fsu = Fe/δs	347,83
G [kN/m²]	9,75
Q [kN/m²]	4
q [kN/m²] = 1,35G+1,5Q	19,16
portée principale [m]	3,7
Mu [MN.m/m] = ql²/8	0,0328
μx = Mu/(b.d².fbu)	0,1001
αu = 1,25.(1-(1-2μx)^0,5)	0,1322
z = d.(1-0,4.αu)	0,1610
Astx [cm²/m]= Mu/(z.fsu)	5,855234755
Asty [cm²/m]= 1/4 Astx	1,463808689
Ast appuis	0,878285213

Nous optons pour un quadrillage de HA12 sur HA14 avec des espacements réguliers de 20 cm en double nappe.

4. Étude des poutres

a) Étude des poutres du R+1

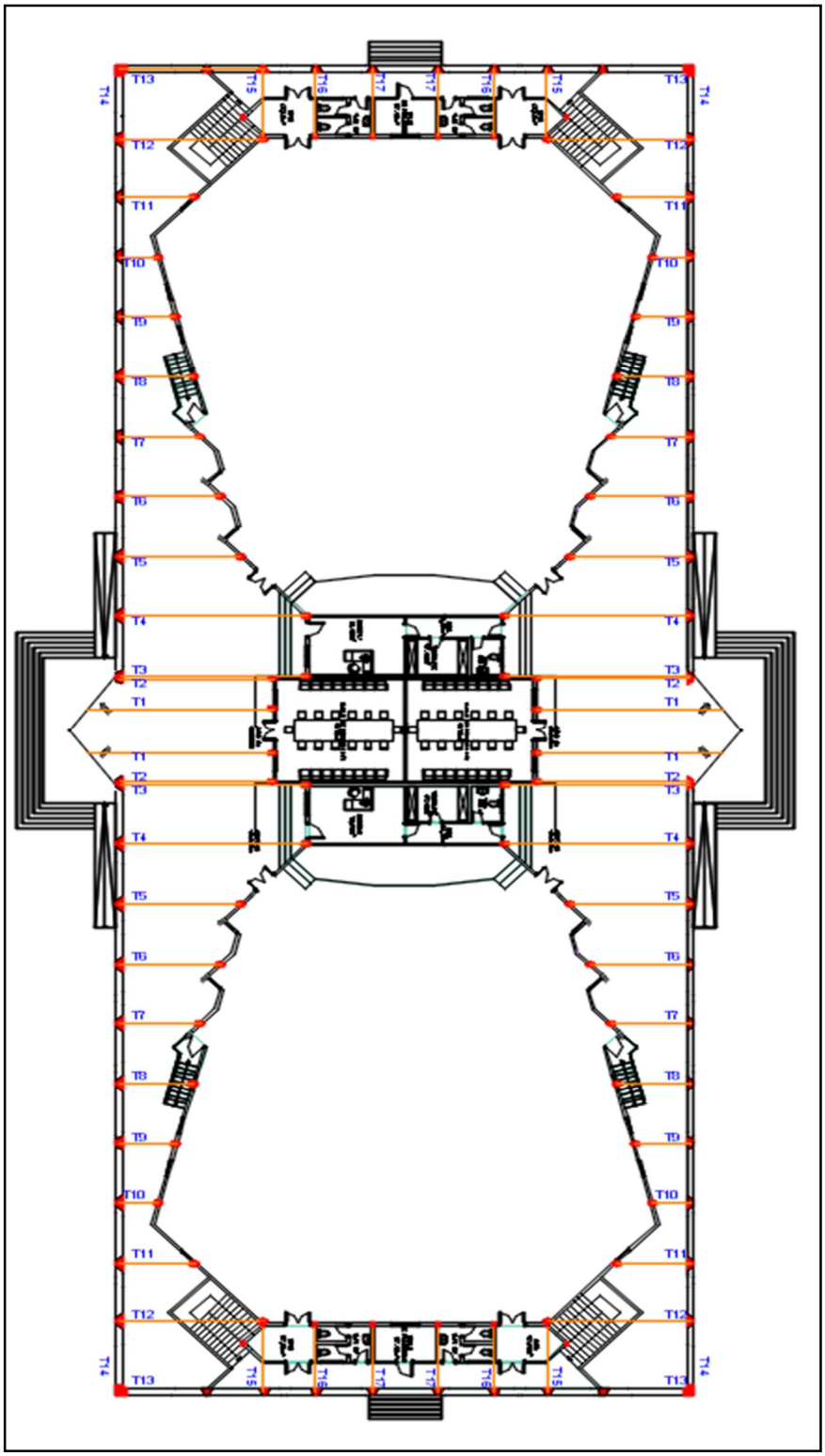


Figure 30: Plan de poutraison R+1

Elles portent la dalle du plancher haut du R+1 qui est en dalle pleine de 20cm. Cette dalle joue aussi un rôle de chenaux, chargée de recueillir les eaux de pluies venant des différents versants des du toit. Elles sont ici calculées avec le logiciel Arche 2009 et sont toutes de section 30x60.

Les charges prise en compte ici sont :

- Comme charges permanentes :
  - Les charges dues à la dalle pleine et associé
  - Les poids propres des poutres 25 kN/m^3
- Comme charges variables :
  - Les charges d'exploitation de toiture en dalle inaccessible

Pour les différents plans de ferraillage, voir dans annexe VI (plan de ferraillage de poutres du R+1)

b) Étude des poutres du RDC

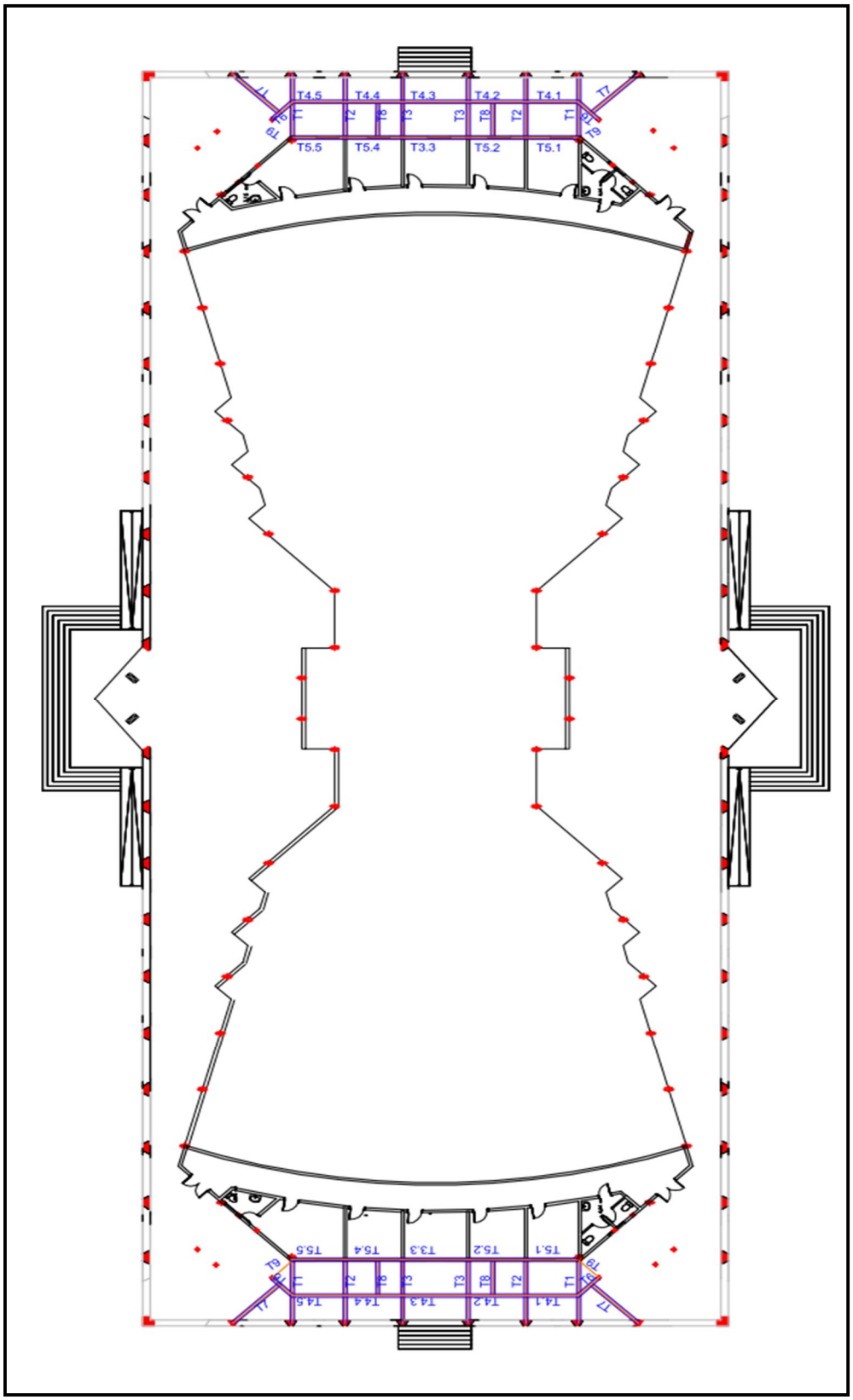


Figure 31:Plan de poutraison RDC

Les charges prise en compte ici sont :

- Comme charges permanentes :
  - les charges dues aux cloisons
  - Les charges dues à la dalle à corps creux et associé
  - Les charges dues à la dalle pleine et associé
  - Les poids propres des poutres
- Comme charges variables :
  - Les charges d'exploitation de bureau
  - Les charges d'exploitation de balcon recevant du publique
- Tenue au feu 1h

Pour les différents plans de ferraillage, voir dans annexe VI (plan de ferraillage de poutres du RDC)

c) *Étude des poutres du sous bassement*

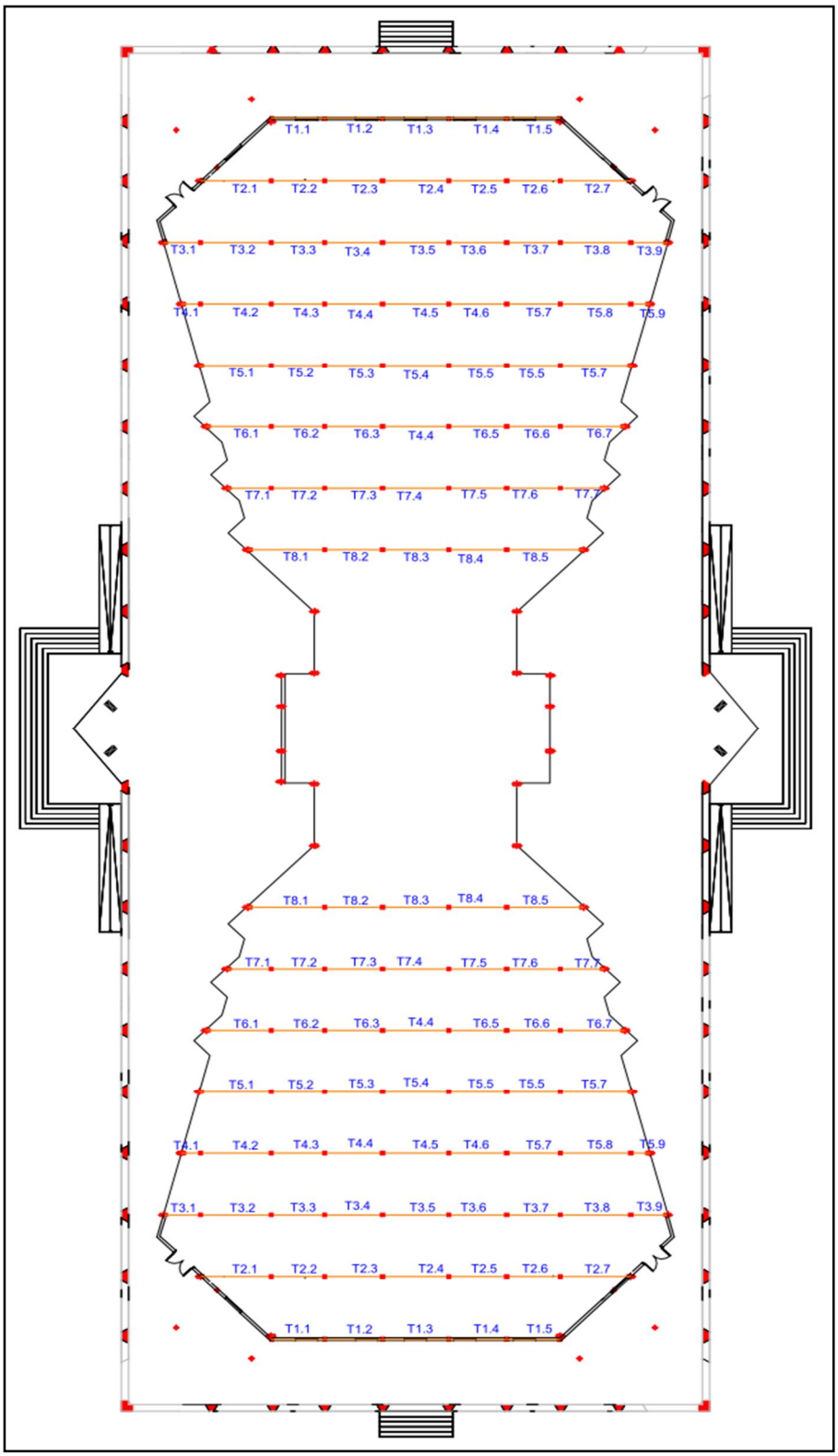


Figure 32: Plan de poutraison de gradin

Elles ont pour vocation de porter les gradins ainsi que des bureaux. Les charges prise en compte ici sont :

- Comme charges permanentes :
  - les charges dues aux cloisons
  - Les charges dues à la dalle pleine et associé
  - Les poids propres des poutres
- Comme charges variables :
  - Les charges d'exploitation de bureau
  - Les charges d'exploitation d'amphithéâtre

Pour les différents plans de ferraillage, voir dans annexe VI (plan de ferraillage de poutres du gradin)

5. Étude des poteaux

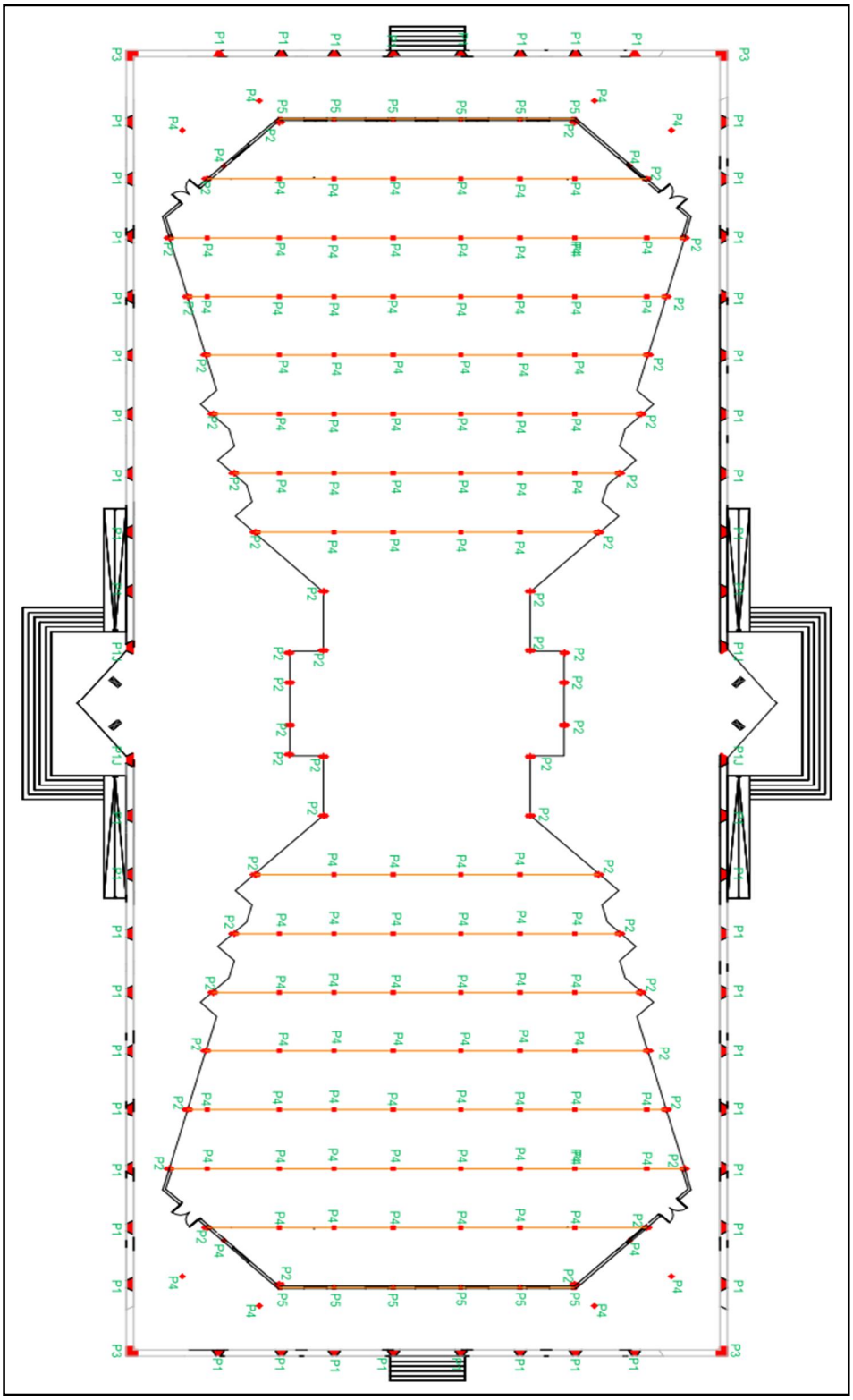


Figure 33:Identification de poteaux

a) Étude des poteaux supportant les fermes P2

- évaluation des charges dues aux fermes

Pour l'évaluation des charges du aux ferme nous irons sur le principe d'harmonisation des poteaux donc ces derniers serons calculés sous la charges présentant la plus grande charge, À savoir la ferme N°3.les poteaux sont soumis à une compression centrée et les charges serons repris à la fois par l'acier et le béton.

Tableau 23: Action du poids propre de la ferme la plus chargée sur le poteau

éléments	longueur m	poids linéaire kg/m	poids kg	total kg	charge kN /m	charge total sur poteau kN
poinçon	14,7	3,77	55,42	480	4,71	**67,7**
contrefiche	12,95	2,09	27,07			
arbalétrier	24,5	8,99	220,26			
entrait	24	7,38	177,12			

- évaluation des charges venant des dalles du haut R+1

  Comme charges permanentes :
  - Les charges dues à la dalle pleine et associé
  - Les poids propres des poutres 25 kN/m^3
  - Les poids propres des poteaux 25 kN/m^3

  Comme charges variables :
  - Les charges d'exploitation de toiture en dalle inaccessible
- évaluation des charges venant des dalles recevant les gradins

C2 : Locaux avec sièges fixés, par exemple : Églises, théâtres ou cinémas, salles de conférence, amphithéâtres, salles de réunion, salles d'attente, etc. la charge d'exploitation vaux ainsi 4 kN/m²

Comme charges permanentes :
- les charges dues aux cloisons de 4m
- Les charges dues à la dalle pleine et associé
- Les poids propres des poutres

Comme charges variables :

- Les charges d'exploitation de bureau
- Les charges d'exploitation d'amphithéâtre C2

- résultat poteaux P2 et note de calcul

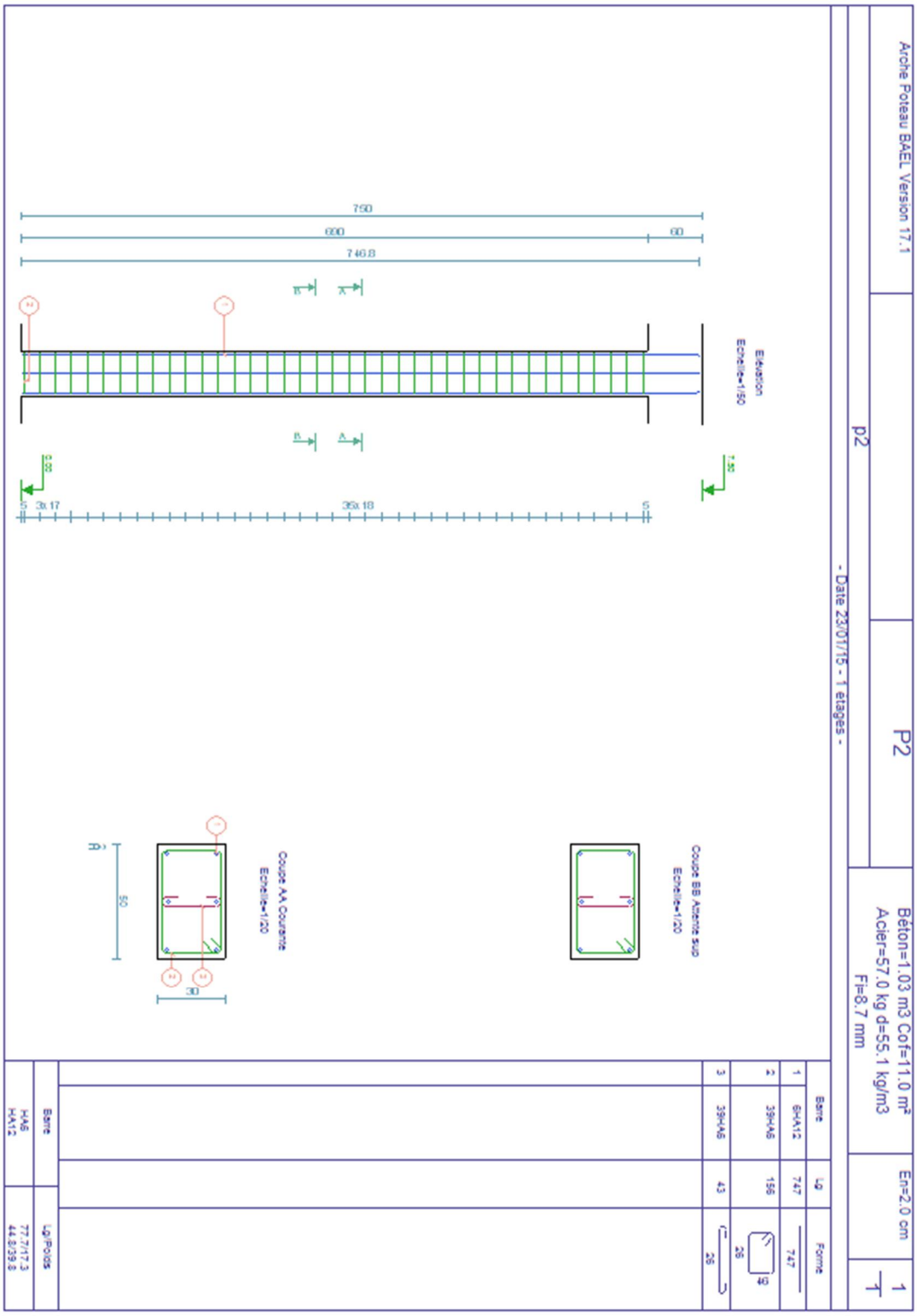


Figure 34: Plan de ferraillage de poteau P2

b) Étude des poteaux décoratifs de façade P1

- évaluation des charges venant des dalles du haut RDC et R+1

Elle supporte la dalle inaccessible du planché haut du R+1 et la dalle du et au planché haut du RDC

Comme charges permanentes :

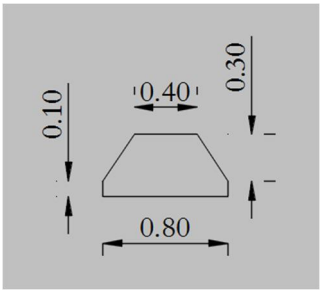
- les charges dues aux cloisons de 4 m
- Les charges dues à la dalle pleine et associés
- Les charges dues à la dalle à corps creux et associés
- Les poids propres des poutres

Comme charges variables :

- Les charges d'exploitation de bureau
- Les charges d'exploitation de balcon

- poids propre du poteau

Les dimensions sont celles fournies par l'architecte et nous donne une charge de 48.75 kN mais elles sont pris en compte dans le calcul des éléments par le logiciel.



- résultat poteaux P1

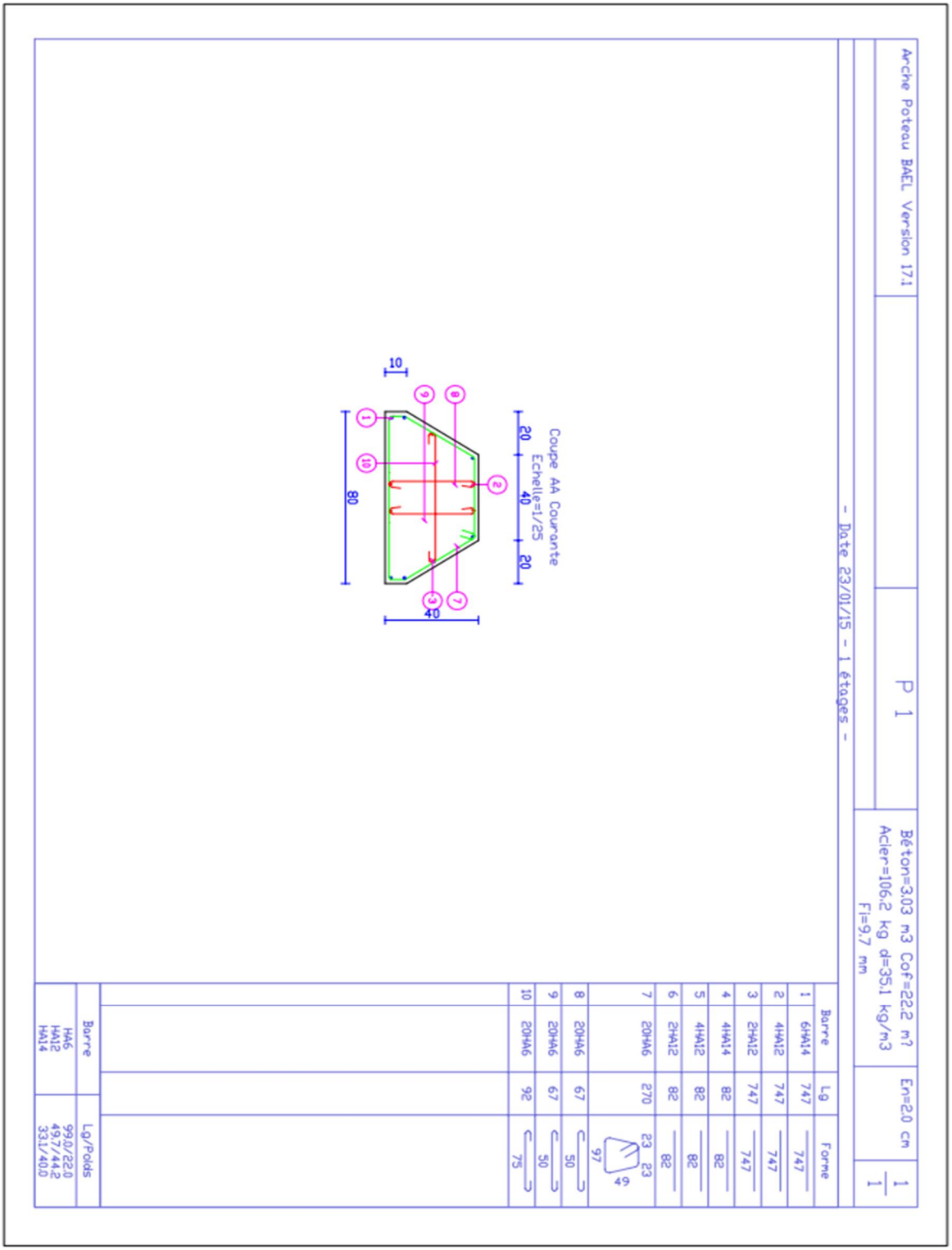


Figure 35:Plan de ferraillage de poteau P1

c) *Étude des poteaux de façade P3*

Les charges sont prises égales à la moitié de celle du poteau des poteaux de façades « P1 »

- résultat poteaux P3

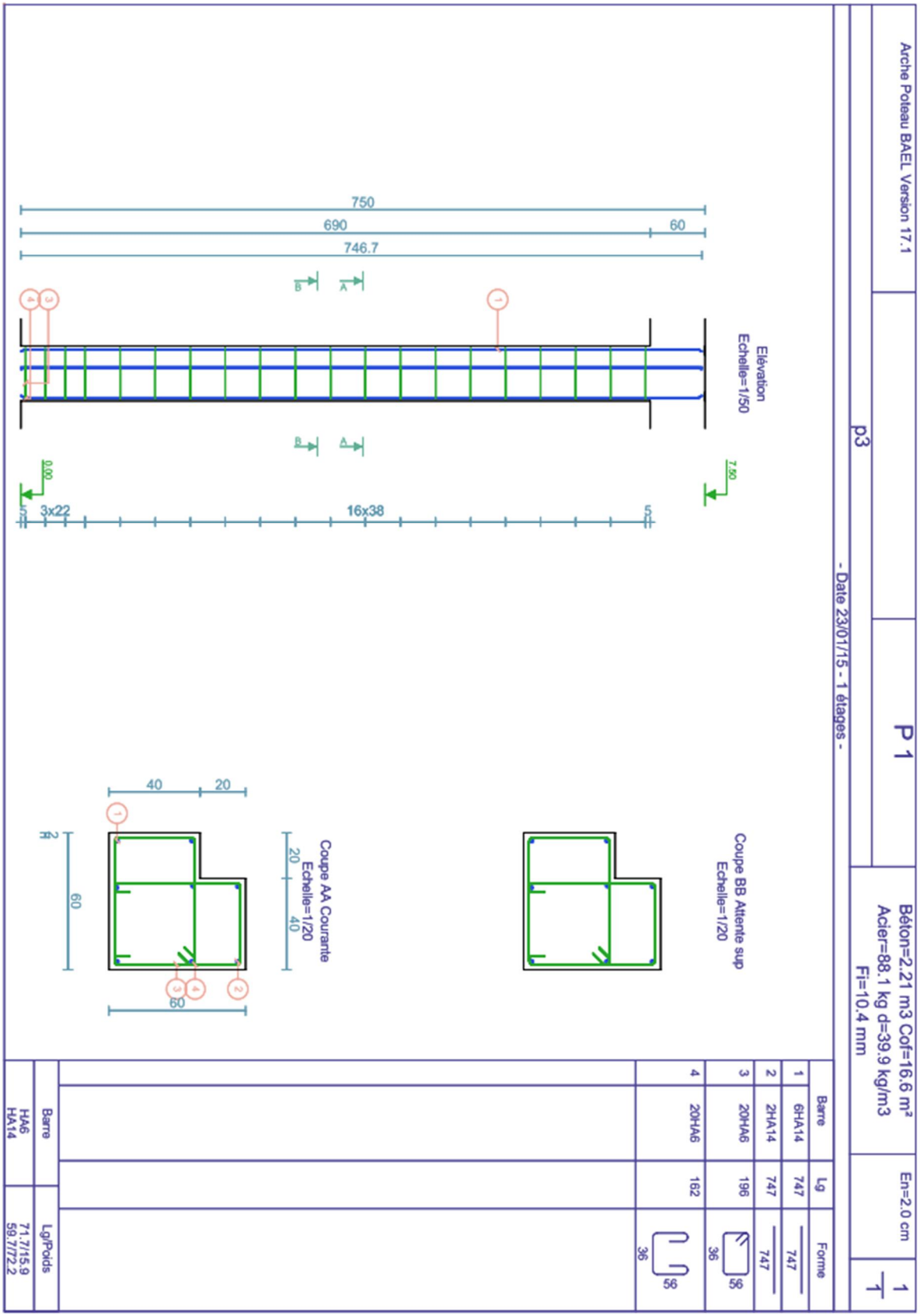


Figure 36: Plan de ferraillage de poteau P3

d) Étude des poteaux portant les gradins P4

- évaluation des charges venant des dalles du gradin et des bureaux. Ici nous avons pris les charges d'exploitation des bureaux égales à celle des gradins.

descente de charges			
dalle pleine de gradin	G [kN/m²]	Q [kN/m²]	Q [kN/m²]
	9,75	4	2,5

Comme charges permanentes :

- les charges dues aux cloisons de 4 m
- Les charges dues à la dalle pleine et associés
- Les charges dues au béton de gradin
- Les poids propres des poutres
- Poids propre de poteaux

Comme charges variables :

- Les charges d'exploitation C2
- Les charges d'exploitation de bureau

- résultat poteaux P4

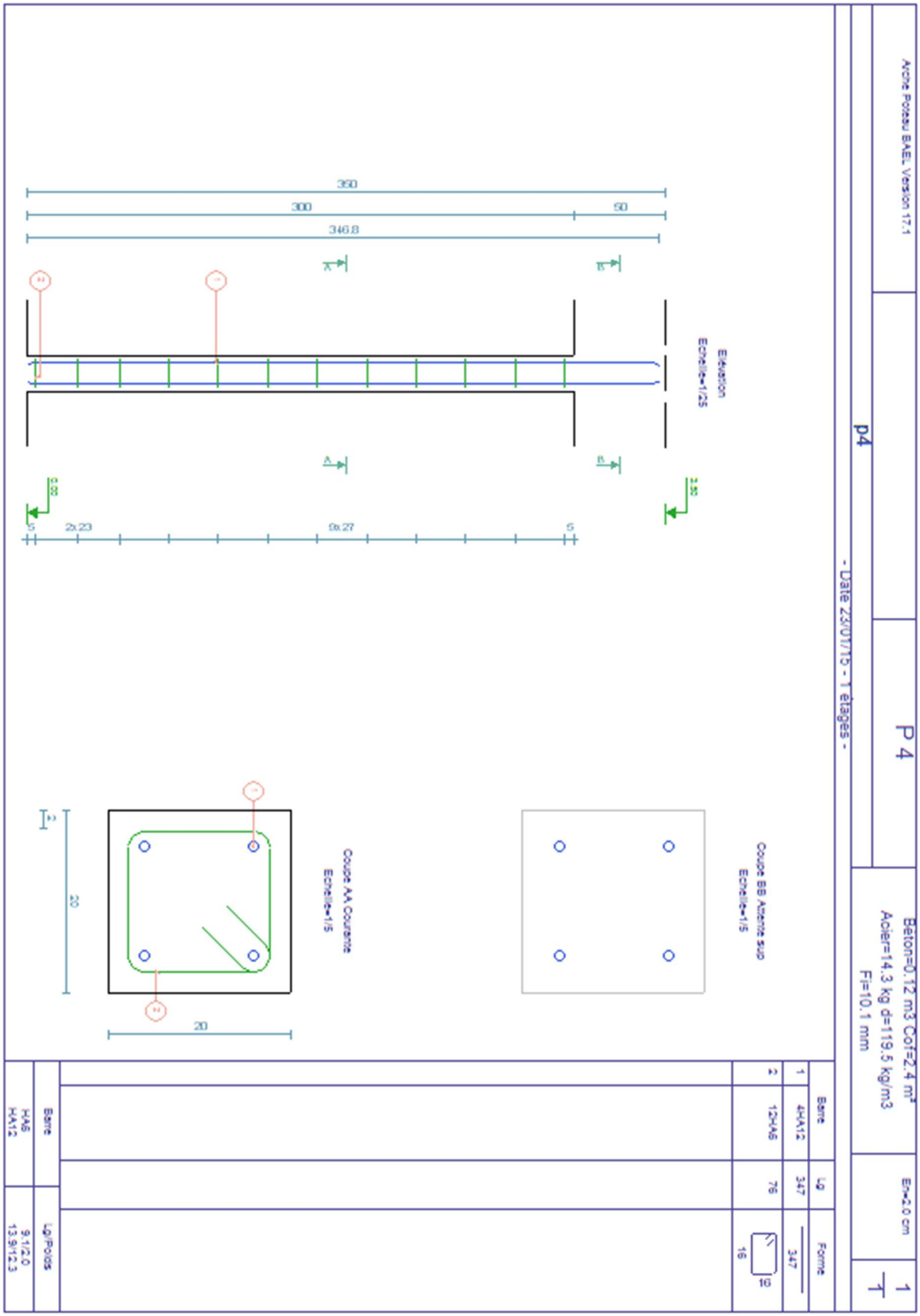


Figure 37:Plan de ferraillage de poteau P4

e) Étude des poteaux portant les bureaux du R+1 et la dalle chenaux P5

- évaluation des charges venant des deux dalles

  Comme charges permanentes :

  - les charges dues aux cloisons de 4 m
  - Les charges dues à la dalle pleine et associés
  - Les charges dues à la dalle à corps creux et associés
  - Les poids propres des poutres

  Comme charges variables :

  - Les charges d'exploitation de bureau
  - Les charges d'exploitation de balcon
  - Les charges d'exploitation de dalle inaccessibles

- résultat poteaux P5 RDC

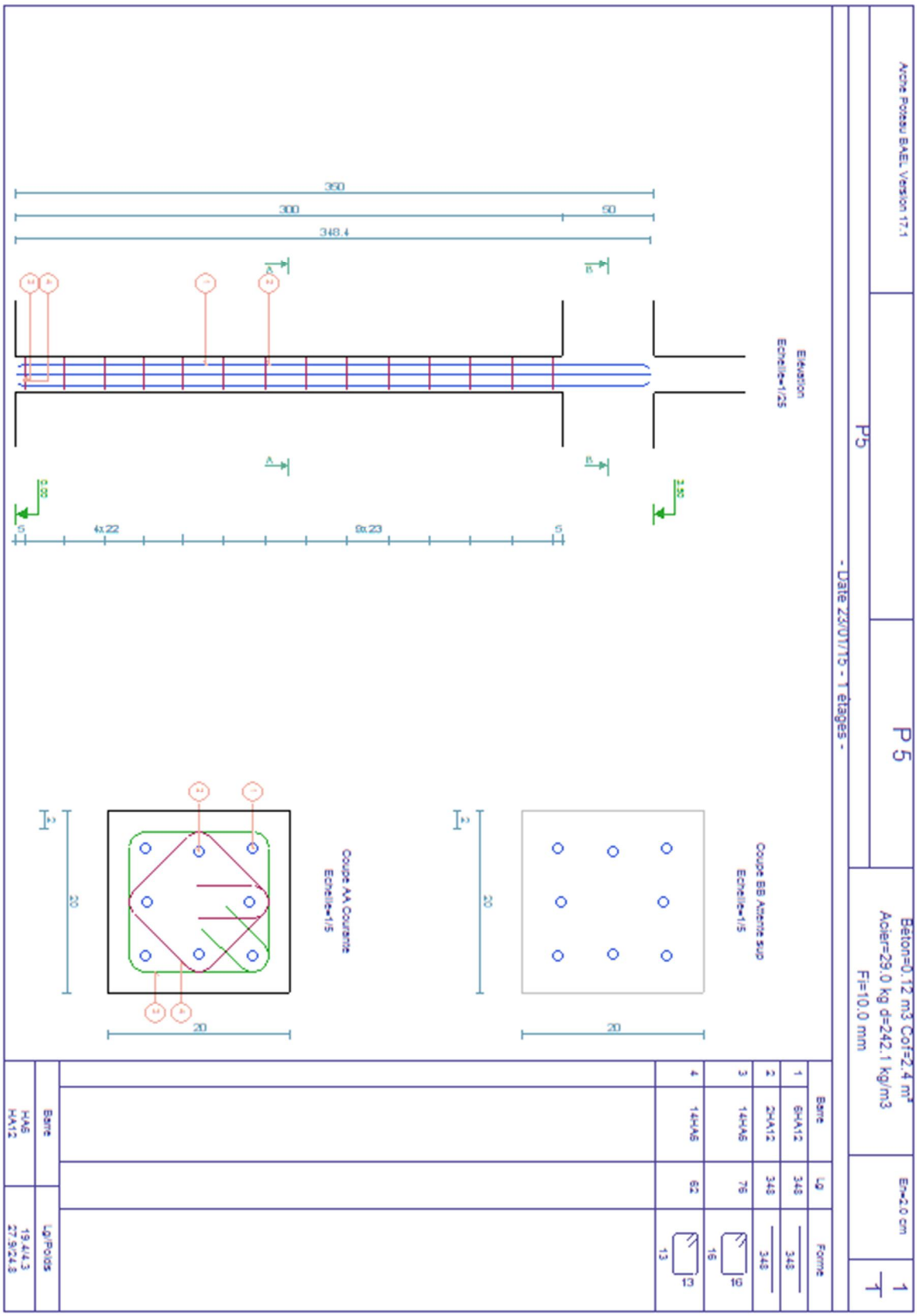


Figure 38:Plan de ferraillage de poteau P5 RDC

- résultat poteaux P5 R+1 idem à P4

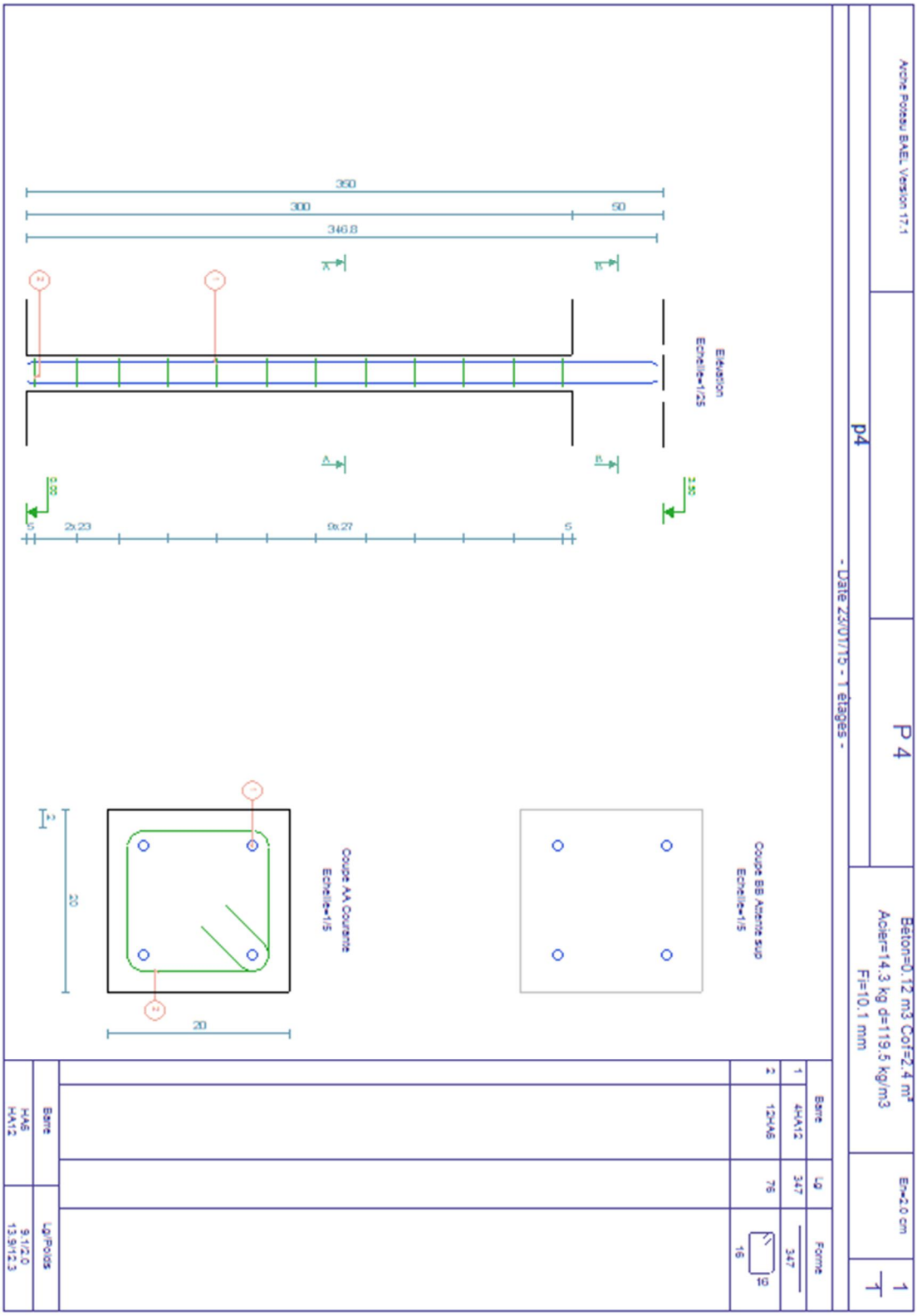


Figure 39:Plan de ferraillage de poteau P5 R+1

6. Étude des semelles

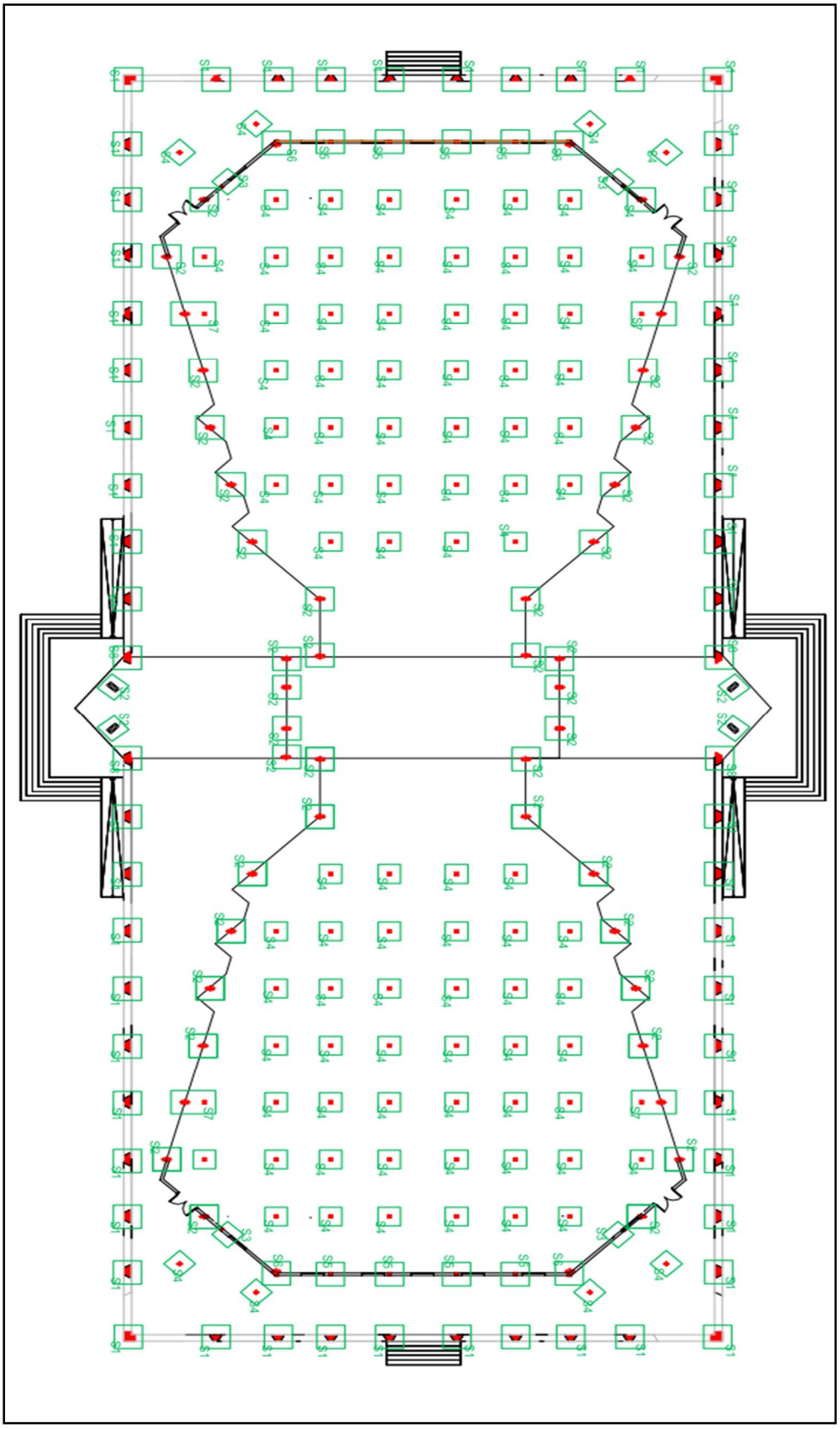


Figure 40: Plan de fondation

Les efforts appliqués à la semelle sont celles des poteaux augmentés du poids propre de la semelle. Nous avons regroupé nos semelles en fonction de la catégorie de poteau portée et qui présente la plus grande charge. La semelle transforme cette charge concentrée en une charge surfacique afin de de ne pas dépasser la portance du sol, ce qui est le rôle fondamentale des fondations superficielles. Le sol dans la zone du projet présente une portance relativement faible, avec des données géotechniques qui font état d'une contrainte admissible du sol de 0,15 Mpa et une profondeur d'ancrage minimum de 1.2

Du fait que le site abrite un ancien cimetière rende difficile la mise en œuvre et nécessite une profondeur d'ancrage plus importante soit 2 m.

Les semelles S1 et S2 sont identiques.

Pour les plans de ferraillage, voir dans Annexe V (Plans de ferraillage de semelles)

Pour toutes les notes de calculs (poutres poteaux semelles), voir dans annexe VI (Note de calcul)

7. Étude de l'escalier

Tableau 24: organigramme de calcul de l'escalier

ESCALIER A DEUX VOLEES DROITES			
Données			
Hauteur totale à franchir	Ht =	3,6	m
Nombre de marches	n1 =	22	
Nombre de contremarches	n =	23	
Emmarchement	em =	1,50	m
Épaisseur de la paillasse	ep =	20	cm
Épaisseur du palier	e =	20	cm
Poids volumique du béton	pvb =	25	KN / m³
Revêtement des marches et contremarches en carreaux: poids revêtement par m²	s=	1,2	kN/m²
Revêtement de la paillasse en enduit: poids revêtement par m²	s'=	0,5	kN/m²
Escalier la charge d'exploitation Q	Q=	3	kN/m²
Contrainte de l'acier utilisé	Fe =	400	MPa
Contrainte du béton à 28 jours	Fc28 =	20	MPa
Conditions de fissuration	Peu préjudiciable		
Pas de reprise de bétonnage	armature d'effort tranchant non requise		
Résultats			

Évaluation des charges				
Hauteur de marche	(Ht / n)	ht =	17,00	cm
Giron	60 < 2 ht+G < 64	g =	30,00	cm
Longueur d'escalier étudiée		l =	3,78	m
Longueur volée		b=	1	m
Largeur de palier étudiée		a	1,38	
Nombre de marches concernées		n =	8	
Hauteur à franchir correspondante	(n x ht)	H't =	1,36	m
Épaisseur moyenne de la volée	ep+ (ht / 2)	e' =		cm
Angle moyen d'inclinaison	inv (tan (H't / l))	a' =	29,54	
Charges permanentes gv de volée	Poids du volée+ poids du revêtement			
	'(pvb / cos α') x e' + (s x (em+ht)/em+s')	gv=	1,84	KN / m²
Charges permanentes gp du palier	Poids du palier+poids du revêtement			
	pvb x e +(s+s')	gp =	6,70	KN / m²
Calcul de moment et effort tranchant				
Moment permanent Mg	gv xl²/8-(gv- gp) a²/2	Mg=	7,91	KN./ ml
Moment d'exploitation Mq	q x l²/8	Mq	5,36	KN .m/ ml
Moment de service	Mg+Mq	Mser =	13,27	KN . m/ml
Moment ultime	1,35xMg+1,5xMq	Mu =	18,72	KN . m/ml
Effort tranchant Vu	1,35x gv x b/2 + 1,35 x gp x a+1,5xq*l/2	Vu=	22,23	KN . m/ml
Calcul de sections d'aciers				
Coefficient de sollicitation	(Mu / Mser)	g =	1,41	
Moment réduit ultime	Dépend du type d'acier	ml =	0,2739	
Hauteur utile de la volée	(ep - 3 cm)	d =	17	cm
Contrainte de calcul du béton	(0.85 x Fc28) / 1.5	Fbu =	11,33	MPa
Contrainte de calcul de l'acier	(Fe / 1.15)	Fsu =	347,83	MPa
Contrainte de traction du béton à 28 jours	0,06+0,6xfc28	Ft28	1,80	MPa
Moment réduit ultime	Mu / (b x d² x Fbu)	mm =	0,0381	

Système d'armatures retenus	mm < ml	aciers simples		
Coefficient de la fibre neutre	1.25 x (1 - (1 - 2mm)^ 1/2)	a =	0,049	
Bras de levier du couple interne	d x (1 - 0.4a)	Zb =	16,67	cm
Section théorique des aciers filants	Mu / (Zb x Fsu)	Ax =	3,23	cm²/ml
condition de non fragilité	0,23*b*d*ft28/fe	Asmin =	1,76	cm²/ml
section d'aciers principales/m de largeur	max(Asx ; Asmin)	Asx=	3,23	cm²/ml
section d'aciers principaux par volée	largeur volée x Asx	As=	4,84	cm²
Choix des sections commerciales	(fmax < (ep/ 10=15mm)	**6**	**H**	**12**
Section théorique des aciers de répartitions	(Asy> Asx / 4)	Ay =	0,81	cm² / ml
Choix des sections commerciales	Asy/ml	**6**	**HA**	**8**
Dispositions constructives				
Choix des sections commerciales	il faut que fl < (ep / 10)	fmax=	20	mm
Espacement des armatures filantes	inférieur au mini (3 ep ; 33 cm)	St 1 =	33	cm
	st1=(em-5-n* φl)/(n-1)	St 1 =	27,6	cm
Espacement des armatures de répartitions	inférieur au mini (4 ep ; 45 cm)	St 2 =	45	cm
	st2=(1-5-n* φl)/(n-1)	St 2 =	22,8	cm
Armature d'effort tranchant	tu≤0,1xfc28=2 Mpa	tu=	0,131	Mpa ok!
Section d'armatures de chapeaux	Asch ≥0,15xAs	As ch=	0,73	cm²/ml
Choix des sections commerciales	Lire dans le tableau des aciers	**2**	**HA**	**8**

Les armatures de l'escalier seront en quadrillage carré de HA8 sur HA12 avec un espacement 14 cm en nappe inferieure.

V. CONCLUSIONS

Au terme de notre étude portant sur différents aspects l'ossature de cet ouvrage, nous constatons que ce travail a fait appel à différents domaines du génie civil tel que la statique, la géotechnique, la structure, etc. Nous avons pu parcourir toute la connaissance acquise à 2iE durant notre formation.

Dans le cadre de ce projet, il était prévu initialement dans les cahiers de charges un remblai hydraulique sous les gradins qui fut finalement supprimé. La dalle de gradin est finalement porté par un système poutres-poteaux-semelles ce qui permet de libérer un espace relativement important sous les gradins qui pourrai être utilisé à d'autre effet.

À travers les différentes prescriptions de l'EUROCODE 1 et 3, du BAEL 99 modifié 99, chacun des éléments de la structure a été dimensionner en essayant de respecter autant que possible l'architecture du bâtiment tel que penser par le bureau d'architecture ESPACE. Mais certaines modifications ont été apportées notamment sur le nombre et l'emplacement des poteaux de façade ainsi que qu'un léger décalage de certaines ouvertures. Cela afin de respecter les dispositions prescrites par les normes, de réduire la complexité de calcul et d'optimiser les couts, par une réduction de section engendrée par cette modification.

VI. BIBLIOGRAPHIE

EUROCODE 1 ENV 1991-2-1. (1997.).

EUROCODE 1 ENV 1991-2-4. (2000).

EUROCODE 3 ENV 1991-1. (1996).

EUROCODE 3 ENV 1993-1-1. (1992).

Serge, O. (2012). *Etude de la charpente metalique de l'usine de MAVICO.* Ouagadougou.

N'DILBE, N. (2012). *Dimensionnement et calcul de structures d'un magasin de stockage de produits Pharmaceutiques et de bureau de type r+1.* Ouagadougou.

Daniel, N. *Cours de onstruction Metallique.* Ouagadougou.

Mounir, T. (2008). *Caractérisation des assemblages structuraux en construction métallique selon l'ec3.* Ouagadougou.

Sites internet

[Réf 1] : lefaso.net

[Réf 2] :https://fr.m.wikipedia.org/wiki/béton_armé

VII. ANNEXES

Annexe I : Calcul de vent ..... *72.*

Annexe II : Calcul de la charpente ..... *73.*

Annexe III : Plan de fermes 1 à 11 ..... *112.*

Annexe IV : Plan de poutres ..... *113.*

Annexe V : Plan des semelles ..... *114.*

Annexe VI : Note de calcul ..... *115.*

ANNEXE I : CALCUL DE VENT

Tableau 25:table de vitesse de référence en fonction des départements.

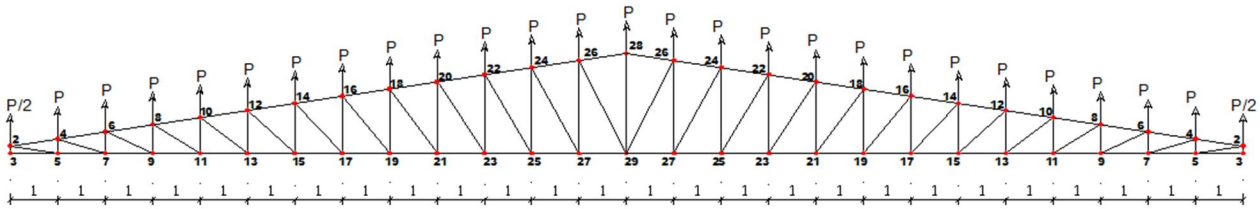
Zone	Définition des zones, par départements	$v_{ref,0}$ (m/s)
1	Côte-d'Or (*), Doubs, Jura, Loire, Bas-Rhin (*), Haut-Rhin, Rhône, Haute-Saône, Saône-et-Loire, Vosges, Belfort (Territoire) Guyane	24,0
2	Ain, Aisne, Allier, Alpes-de-Haute-Provence, Hautes-Alpes, Alpes-Maritimes, Ardèche, Ardennes, Ariège, Aube, Aude (*), Aveyron, Cantal, Charente, Charente-Maritime, Cher, Corrèze, Côte d'Or (*), Creuse, Dordogne, Drôme, Eure (*), Eure-et-Loir, Gard, Haute-Garonne, Gers, Gironde, Hérault (*), Ille-et-Vilaine (*), Indre, Indre-et-Loire, Isère, Landes, Loir-et-Cher, Haute-Loire, Loire-Atlantique (*), Loiret, Lot, Lot-et-Garonne, Lozère, Maine-et-Loire, Marne, Haute-Marne, Mayenne, Meurthe-et-Moselle, Meuse, Moselle, Nièvre, Nord (*), Oise, Orne, Pas-de-Calais (*), Puy-de-Dôme, Pyrénées-Atlantiques, Hautes-Pyrénées, Pyrénées Orientales (*), Bas-Rhin (*), Sarthe, Savoie, Haute-Savoie, Seine-Maritime (*), Deux-Sèvres, Somme (*), Tarn, Tarn-et-Garonne, Var (*), Vaucluse (*), Vendée (*), Vienne, Haute-Vienne, Yonne **Région Ile-de-France** : Ville de Paris, Seine-et-Marne, Yvelines, Essonne, Hauts-de-Seine, Seine-Saint-Denis, Val-de-Marne, Val-d'Oise	26,0
3	Aude (*), Bouches-du-Rhône (*), Calvados, Corse-du-Sud (*), Haute-Corse (*), Côtes-d'Armor (*), Eure (*), Hérault (*), Ille-et-Vilaine (*), Loire-Atlantique (*), Manche (*), Morbihan (*), Nord (*), Pas-de-Calais (*), Pyrénées-Orientales (*), Seine-Maritime (*), Somme (*), Var (*), Vaucluse (*), Vendée (*)	28,0
4	Aude (*), Bouches-du-Rhône (*), Corse-du-Sud (*), Haute-Corse (*), Côtes-d'Armor (*), Finistère, Manche (*), Morbihan (*), Pyrénées-Orientales (*), Var (*), Vaucluse (*) Saint-Pierre-et-Miquelon	30,0
5	Guadeloupe, Martinique, Réunion, Mayotte	34,0

Tableau 26: Table de catégorie de terrain

Catégories de terrain	K_T	z_0[m]	z_{min}[m]	k_R	ε
1. Mer ; lacs et plans d'eau parcourus par le vent sur une distance d'au moins 5 km	0,16	0,005	2	0 ,16	0,13
2. Rase campagne, avec ou non quelques obstacles isolés (arbres, bâtiments, etc.) ; aéroports	0,19	0,05	4	0,19	0,25
3. Campagne avec des haies, vergers, petits bois, bocage, habitat dispersé	0,21	0,20	7	0,20	0,32
4. Zone urbanisée, industrielle ou forestière	0,23	0,75	12	0,21	0,40
5. Zones urbaines dans lesquelles les bâtiments occupent au moins 15 % de la surface et ont une hauteur moyenne supérieure à 15 m	0,25	2	20	0,21	0,50

ANNEXE II : CALCUL DE LA CHARPENTE

a) Ferme 4



(a) Évaluation des sollicitations

montant		P=9,359 kN
F 2-3	13	121,670
F 4-5	-0,71412705	-6,684
F 6-7	-1,143	-10,696
F 8-9	-1,607	-15,042
F 10-11	-2,086	-19,521
F 12-13	-2,571	-24,067
F 14-15	-2,976	-27,856
F 16-17	-3,408	-31,899
F 18-19	-3,857	-36,102
F 20-21	-4,318	-40,410
F 22-23	-4,786	-44,792
F 24-25	-5,260	-49,229
F 26-27	-5,738	-53,706
F 28-29	11,560	108,191

membrure supérieures		P=9,359 kN
F 2-4	4,815	45,060
F 4-6	0,963	9,011
F 6-8	-2,648	-24,786
F 8-10	-6,164	-57,690
F 10-12	-9,631	-90,138
F 12-14	-13,644	-127,694
F 14-16	-17,473	-163,531
F 16-18	-21,187	-198,295
F 18-20	-24,826	-232,352
F 20-22	-28,411	-265,904
F 22-24	-31,957	-299,090
F 24-26	-35,474	-332,006
F 26-28	-38,967	-364,703

diagonale		P=9,359 kN
F 2-5	4,815	45,060
F 4-7	3,977	37,221
F 6-9	3,916	36,652
F 8-11	4,054	37,946
F 10-13	4,286	40,112
F 12-15	4,960	46,426
F 14-17	5,095	47,682
F 16-19	5,327	49,853
F 18-21	5,621	52,605
F 20-23	5,956	55,743
F 22-25	6,322	59,166
F 24-27	6,710	62,801
F 26-29	7,115	66,593

membrure inferieures		P=9,359 kN
F 3-5	0,000	0,000
F 5-7	4,761	44,562
F 7-9	8,570	80,213
F 9-11	12,142	113,636
F 11-13	15,618	146,175
F 13-15	19,047	178,265
F 15-17	23,015	215,405
F 17-19	26,802	250,846
F 19-21	30,475	285,225
F 21-23	34,074	318,905
F 23-25	37,619	352,086
F 25-27	41,126	384,906
F 27-29	44,604	417,457

(b) Dimensionnement de la ferme 4

	montants	membrures supérieures	diagonales	membrures inferieures
A	5,18	15,52	1,52	17,76
choix	**2L 35-35-4**	**2L 60-60-8**	**2L 25-25-4**	**2L 75-75-8**
Areel	5,34	15,98	3,7	20,6

(c) Vérification du flambement

montants	
l	210
Lcv	105
i	1,05
λ	100
λ\	1,065
courbe b	
φ	1,214
X	0,556
Nrd	69,827
Ned	121,670
Ned>Nrd	

diagonales	
l	185
Lcv	92,5
i	0,74
λ	125
λ\	1,331
courbe b	
φ	1,578
X	0,412
Nrd	35,83562863
Ned	66,593
Ned>Nrd	

membrures supérieures	
l	101,2
Lcv	50,6
i	1,8
λ	28,111
λ\	0,299
courbe b	
φ	0,562
X	0,964
Nrd	362,137
Ned	364,703
Ned>Nrd	

membrures inferieures	
l	100
Lcv	50
i	2,27
λ	22
λ\	0,235
courbe b	
φ	0,533
X	0,988
Nrd	478,156
Ned	417,457
ok Nrd>Ned	

	montants	membrures supérieures	diagonales	membrures inferieures
choix	**2L 45-45-4,5**	**2L 70-70-7**	**2L 35-35-4**	**2L 75-75-8**
Areel	7,8	16,28	5,34	20,6

montants	
i	1,35
λ	77,778
λ\	0,828
courbe b	
φ	0,950
X	0,707
Nrd	129,562
Ned	121,670
ok Nrd>Ned	

diagonales	
i	1,05
λ	88,095
λ\	0,938
courbe b	
φ	1,066
X	0,637
Nrd	79,887
Ned	66,593
ok Nrd>Ned	

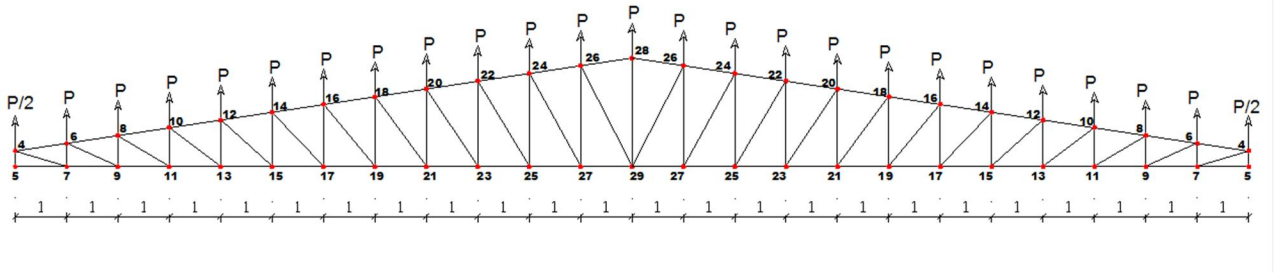
membrures supérieures	
i	2,12
λ	23,868
λ\	0,254
courbe b	
φ	0,542
X	0,981
Nrd	375,200
Ned	364,703
ok Nrd>Ned	

(d) Étude d'assemblage et des soudures

	Nu (Fi+Fi+1)	a	résistance au cisaillement τ//	A soudure minimale	longueur mini de soudure	l choisie
arbalétrier	-696,709	0,5	20,785	-33,520	-16,760	20
montant	121,670	0,5	20,785	5,854	2,927	5
diagonale	66,593	0,5	20,785	3,204	1,602	5
entrait	802,363	0,5	20,785	38,604	19,302	20

gousset ferme 4	
h	l
15	25

b) Ferme 5 et 2



(a) Évaluation des sollicitations

montants		P
F 4-5	12	112,311
F 6-7	7,667	71,757
F 8-9	5,001	46,801
F 10-11	3,200	29,953
F 12-13	1,834	17,162
F 14-15	0,695	6,502
F 16-17	-0,262	-2,449
F 18-19	-1,104	-10,332
F 20-21	-1,870	-17,504
F 22-23	-2,583	-24,177
F 24-25	-3,257	-30,487

membrures supérieures		P
F 4-6	25,841	241,855
F 6-8	37,077	347,010
F 8-10	42,471	397,498
F 10-12	44,943	420,636
F 12-14	45,880	429,402
F 14-16	45,586	426,651
F 16-18	44,523	416,702
F 18-20	42,947	401,950
F 20-22	41,012	383,840
F 22-24	38,816	363,288
F 24-26	36,424	340,902

F 26-27	**-3,903**	**-36,526**
F 28-29	**-10,0513102**	**-94,073**

F 26-28	**33,882**	**317,112**

diagonales		**P**
F 4-7	**-26,681**	**-249,712**
F 6-9	**-12,184**	**-114,037**
F 8-11	**-6,221**	**-58,225**
F 10-13	**-3,056**	**-28,603**
F 12-15	**-1,158**	**-10,837**
F 14-17	**0,391**	**3,661**
F 16-19	**1,524**	**14,268**
F 18-21	**2,435**	**22,786**
F 20-23	**3,215**	**30,087**
F 22-25	**3,915**	**36,641**
F 24-27	**4,564**	**42,712**
F 26-29	**5,177**	**48,452**

membrures inferieures		**P**
F 5-7	**0,000**	**0,000**
F 7-9	**-25,556**	**-239,180**
F 9-11	**-36,667**	**-343,171**
F 11-13	**-42,001**	**-393,101**
F 13-15	**-44,446**	**-415,983**
F 15-17	**-45,373**	**-424,652**
F 17-19	**-45,082**	**-421,932**
F 19-21	**-44,031**	**-412,092**
F 21-23	**-42,472**	**-397,504**
F 23-25	**-40,558**	**-379,594**
F 25-27	**-38,387**	**-359,269**
F 27-29	**-36,021**	**-337,131**

(b) Dimensionnement de la ferme 5 et 2

	montants	membrures supérieures	diagonales	membrures inferieures
A	4,78	18,27	10,63	18,07
choix	**2L 35-35-4**	**2L 75-75-8**	**2L 50-50-6**	**2L 75-75-8**
Areel	5,34	20,06	11,38	20,06

(c) Vérification du flambement

montants	
l	210
Lcv	105
i	1,05
λ	100
λ\	1,065
courbe b	
φ	1,214
X	0,556
Nrd	69,827
Ned	112,311
Ned>Nrd	

diagonales	
l	185
Lcv	92,5
i	1,5
λ	62
λ\	0,657
courbe b	
φ	0,793
X	0,808
Nrd	215,969
Ned	249,712
Ned>Nrd	

membrures supérieures	
l	101,2
Lcv	50,6
i	2,27
λ	22,291
λ\	0,237
courbe b	
φ	0,535
X	0,987
Nrd	465,149
Ned	429,402
ok Nrd>Ned	

membrures inferieures	
l	100
Lcv	50
i	2,27
λ	22
λ\	0,235
courbe b	
φ	0,533
X	0,988
Nrd	465,622
Ned	424,652
ok Nrd>Ned	

	montants	membrures supérieures	diagonales	membrures inferieures
choix	**2L 40-40-5**	**2L 75-75-8**	**2L 65-65-7**	**2L 75-75-8**
Areel	7,58	20,06	14,88	20,06

montants	
i	1,2
λ	87,500
λ\	0,932
courbe b	
φ	1,059
X	0,641
Nrd	114,125
Ned	112,311
ok Nrd>Ned	

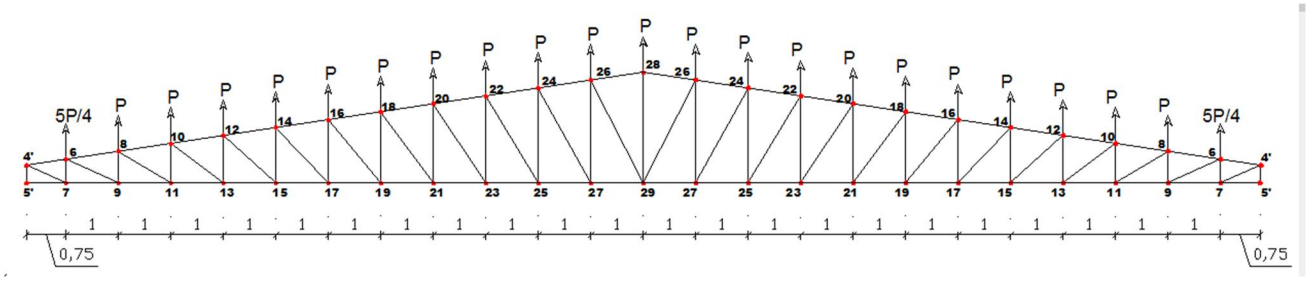
diagonales	
i	1,96
λ	47,194
λ\	0,503
courbe b	
φ	0,678
X	0,883
Nrd	308,790
Ned	249,712
ok Nrd>Ned	

(d) Étude d'assemblage et des soudures

	Nu (Fi-Fi+1)	a	résistance au cisaillement τ//	A soudure minimale	longueur mini de soudure	l choisie
arbalétrier	-856,053	0,5	20,785	-41,187	-20,593	22
montant	112,311	0,5	20,785	5,404	2,702	7
diagonale	249,712	0,5	20,785	12,014	6,007	7
entrait	-846,584	0,5	20,785	-40,731	-20,366	22

gousset ferme 5 et 2	
h	l
18	25

c) Ferme 6



(a) Évaluation des sollicitations

montants		P
F 4-5	11,75	109,971
F 6-7	8,813	82,482
F 8-9	5,672	53,090
F 10-11	3,738	34,984
F 12-13	2,282	21,355
F 14-15	1,068	9,996
F 16-17	0,058	0,546
F 18-19	-0,824	-7,712
F 20-21	-1,621	-15,174
F 22-23	-2,359	-22,080
F 24-25	-3,054	-28,581
F 26-27	-3,716	-34,779
F 28-29	-9,707	-90,847

membrures supérieures		P
F 4-6	19,801	185,325
F 6-8	32,546	304,610
F 8-10	38,847	363,578
F 10-12	41,923	392,369
F 12-14	43,363	405,846
F 14-16	43,429	406,460
F 16-18	42,635	399,034
F 18-20	41,269	386,245
F 20-22	39,502	369,706
F 22-24	37,443	350,438
F 24-26	35,166	329,123
F 26-28	32,720	306,239

diagonales		P
F 4-7	**-21,474**	**-200,980**
F 6-9	**-13,822**	**-129,362**
F 8-11	**-7,266**	**-68,005**
F 10-13	**-3,803**	**-35,591**
F 12-15	**-1,780**	**-16,660**
F 14-17	**-0,087**	**-0,816**
F 16-19	**1,138**	**10,649**
F 18-21	**2,111**	**19,754**
F 20-23	**2,936**	**27,478**
F 22-25	**3,670**	**34,351**
F 24-27	**4,345**	**40,669**
F 26-29	**4,980**	**46,607**

membrures inferieures		P
F 5-7	**0,000**	**0,000**
F 7-9	**-19,582**	**-183,275**
F 9-11	**-32,186**	**-301,240**
F 11-13	**-38,417**	**-359,556**
F 13-15	**-41,459**	**-388,029**
F 15-17	**-42,884**	**-401,357**
F 17-19	**-42,948**	**-401,964**
F 19-21	**-42,164**	**-394,620**
F 21-23	**-40,812**	**-381,973**
F 23-25	**-39,065**	**-365,616**
F 25-27	**-37,029**	**-346,562**
F 27-29	**-34,777**	**-325,483**

(b) Dimensionnement de la ferme 6

	montants	membrures supérieures	diagonales	membrures inferieures
A	4,68	17,30	8,55	17,10
choix	**2L 35-35-4**	**2L 75-75-8**	**2L 50-50-5**	**2L 75-75-8**
Areel	5,34	20,06	9,6	20,06

(c) Vérification du flambement

montants	
l	210
Lcv	105
i	1,05
λ	100
λ\	1,065
courbe b	
φ	1,214
X	0,556
Nrd	69,827
Ned	109,971
Ned>Nrd	

diagonales	
l	185
Lcv	92,5
i	1,51
λ	61
λ\	0,652
courbe b	
φ	0,790
X	0,810
Nrd	182,714655
Ned	200,980
Ned>Nrd	

membrures supérieures	
l	101,2
Lcv	50,6
i	2,27
λ	22,291
λ\	0,237
courbe b	
φ	0,535
X	0,987

membrures inferieures	
l	100
Lcv	50
i	2,27
λ	22
λ\	0,235
courbe b	
φ	0,533
X	0,988

Nrd	465,149
Ned	406,460
ok Nrd>Ned	

Nrd	465,622
Ned	401,964
ok Nrd>Ned	

	montants	membrures supérieures	diagonales	membrures inferieures
choix	**2L 40-40-5**	**2L 75-75-8**	**2L 60-60-5**	**2L 75-75-8**
Areel	7,58	20,06	10,34	20,06

montants	
i	1,2
λ	87,500
λ\	0,932
courbe b	
φ	1,059
X	0,641
Nrd	114,125
Ned	109,971
ok Nrd>Ned	

diagonales	
i	1,82
λ	50,824
λ\	0,541
courbe b	
φ	0,704
X	0,865
Nrd	210,301
Ned	200,980
ok Nrd>Ned	

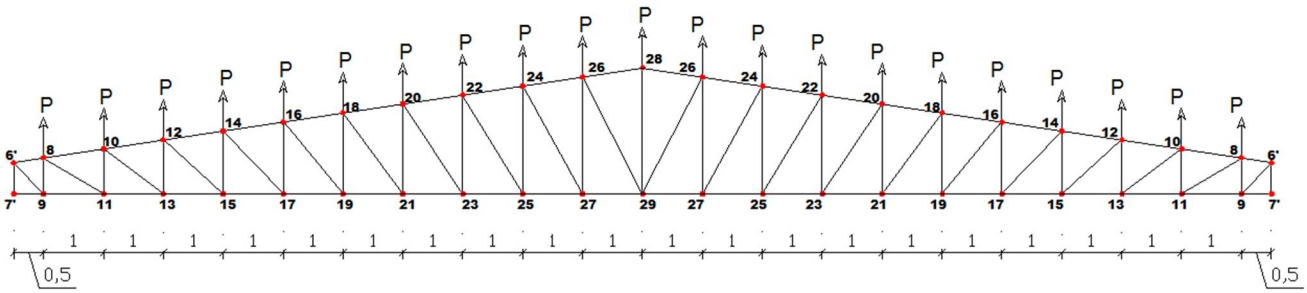
(d) Étude d'assemblage et des soudures

	Nu (Fi-Fi+1)	a	résistance au cisaillement τ//	A soudure minimale	longueur mini de soudure	l choisie
arbalétrier	-812,306	0,5	20,785	-39,082	-19,541	20
montant	109,971	0,5	20,785	5,291	2,645	5

diagonale	200,980	0,5	20,785	9,670	4,835	5
entrait	-803,320	0,5	20,785	-38,650	-19,325	20

gousset ferme 6	
h	l
18	25

d) Ferme 7



(a) Évaluation des sollicitations

montant		**P=9,359 kN**
F 6-7	**7,000**	**65,518**
F 8-9	**6,105**	**57,140**
F 10-11	**4,084**	**38,224**
F 12-13	**2,570**	**24,054**
F 14-15	**1,308**	**12,246**
F 16-17	**0,264**	**2,475**

membrure supérieures		**P=9,359 kN**
F 6-8	**29,629**	**277,307**
F 8-10	**36,513**	**341,736**
F 10-12	**39,978**	**374,167**
F 12-14	**41,742**	**390,678**
F 14-16	**42,040**	**393,458**
F 16-18	**41,420**	**387,657**

F 18-19	**-0,644**	**-6,024**
F 20-21	**-1,461**	**-13,674**
F 22-23	**-2,215**	**-20,730**
F 24-25	**-2,923**	**-27,354**
F 26-27	**-3,596**	**-33,654**
F 28-29	**-9,485**	**-88,770**

F 18-20	**40,188**	**376,132**
F 20-22	**38,529**	**360,604**
F 22-24	**36,559**	**342,164**
F 24-26	**34,355**	**321,538**
F 26-28	**31,972**	**299,237**

diagonale		**P=9,359 kN**
F 6-9	**-8,538**	**-79,907**
F 8-11	**-7,939**	**-74,302**
F 10-13	**-4,284**	**-40,090**
F 12-15	**-2,181**	**-20,410**
F 14-17	**-0,395**	**-3,699**
F 16-19	**0,889**	**8,319**
F 18-21	**1,902**	**17,801**
F 20-23	**2,756**	**25,798**
F 22-25	**3,513**	**32,876**
F 24-27	**4,205**	**39,353**
F 26-29	**4,853**	**45,419**

membrure inferieures		**P=9,359 kN**
F 7-9	**-23,333**	**-218,382**
F 9-11	**-29,301**	**-274,240**
F 11-13	**-36,109**	**-337,956**
F 13-15	**-39,536**	**-370,028**
F 15-17	**-41,281**	**-386,356**
F 17-19	**-41,574**	**-389,106**
F 19-21	**-40,962**	**-383,369**
F 21-23	**-39,744**	**-371,972**
F 23-25	**-38,103**	**-356,616**
F 25-27	**-36,155**	**-338,379**
F 27-29	**-33,975**	**-317,982**

(b) Dimensionnement de la ferme 7

	montants	membrures	diagonales	membrures

		supérieures		inferieures
A	3,78	16,74	3,40	16,56
choix	**2L 30-30-4**	**2L 75-75-8**	**2L 25-25-4**	**2L 75-75-8**
Areel	4,54	20,6	3,7	20,06

(c) Vérification du flambement

montants	
l	210
Lcv	105
i	0,89
λ	118
λ\	1,256
courbe b	
φ	1,469
X	0,448
Nrd	47,847
Ned	88,770
Ned>Nrd	

diagonales	
l	185
Lcv	92,5
i	0,74
λ	125
λ\	1,331
courbe b	
φ	1,578
X	0,412
Nrd	35,8356286
Ned	79,907
Ned>Nrd	

membrures supérieures	
l	101,2
Lcv	50,6
i	2,27
λ	22,291
λ\	0,237
courbe b	
φ	0,535
X	0,987
Nrd	477,670
Ned	393,458
ok Nrd>Ned	

membrures inferieures	
l	100
Lcv	50
i	2,27
λ	22
λ\	0,235
courbe b	
φ	0,533
X	0,988
Nrd	465,622
Ned	389,106
ok Nrd>Ned	

	montants	membrures supérieures	diagonales	membrures inferieures
choix	**2L 40-40-4**	**2L 75-75-8**	**2L 40-40-4**	**2L 75-75-8**
Areel	6,16	20,06	6,16	20,06

montants	
i	1,21
λ	86,777
λ\	0,924
courbe b	
φ	1,050
X	0,646
Nrd	93,463
Ned	88,770
ok Nrd>Ned	

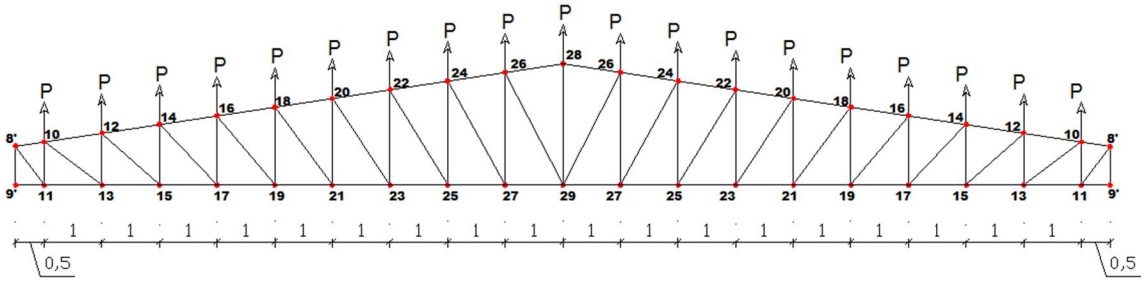
diagonales	
i	1,21
λ	76,446
λ\	0,814
courbe b	
φ	0,936
X	0,716
Nrd	103,604
Ned	79,907
ok Nrd>Ned	

(d) Étude d'assemblage et des soudures

	Nu (Fi-Fi+1)	a	résistance au cisaillement τ//	A soudure minimale	longueur mini de soudure	l choisie
arbalétrier	784,136	0,5	20,785	37,727	18,863	20
montant	88,770	0,5	20,785	4,271	2,135	5
diagonale	79,907	0,5	20,785	3,845	1,922	5
entrait	-775,462	0,5	20,785	-37,309	-18,655	20

gousset ferme 7	
h	l
18	25

e) Ferme 8



(a) Évaluation des sollicitations

montant		P=9,359 kN
F 8-9	5,524	51,698
F 10-11	4,965	46,470
F 12-13	3,304	30,926
F 14-15	1,920	17,973
F 16-17	0,789	7,383
F 18-19	-0,185	-1,729
F 20-21	-1,053	-9,856
F 22-23	-1,848	-17,294
F 24-25	-2,589	-24,230
F 26-27	-3,290	-30,790
F 28-29	-8,920	-83,483

membrure supérieures		P=9,359 kN
F 8-10	30,573	286,140
F 10-12	35,028	327,836
F 12-14	37,617	352,068
F 14-16	38,503	360,363
F 16-18	38,326	358,698
F 18-20	37,438	350,392
F 20-22	36,054	337,437
F 22-24	34,309	321,103
F 24-26	32,292	302,232
F 26-28	30,068	281,416

diagonale		P=9,359 kN
F 8-11	-6,207	-58,088
F 10-13	-5,507	-51,544
F 12-15	-3,201	-29,955
F 14-17	-1,179	-11,036
F 16-19	0,255	2,387
F 18-21	1,371	12,831
F 20-23	2,300	21,522
F 22-25	3,111	29,121
F 24-27	3,847	36,005
F 26-29	4,530	42,396

membrure inferieures		P=9,359 kN
F 9-11	-26,511	-248,122
F 11-13	-30,235	-282,975
F 13-15	-34,641	-324,210
F 15-17	-37,201	-348,174
F 17-19	-38,078	-356,377
F 19-21	-37,902	-354,730
F 21-23	-37,024	-346,516
F 23-25	-35,655	-333,705
F 25-27	-33,929	-317,551
F 27-29	-31,935	-298,889

(b) Dimensionnement de la ferme 8

	montants	membrures supérieures	diagonales	membrures inferieures
A	3,55	15,33	2,47	15,16
choix	**2L 25-25-4**	**2L 70-70-7**	**2L 25-25-3**	**2L 70-70-7**
Areel	3,7	16,28	2,84	16,28

(c) Vérification du flambement

montants	
l	210
Lcv	105
i	0,89
λ	118
λ\	1,256
courbe b	
φ	1,469
X	0,448
Nrd	38,994
Ned	83,483
Ned>Nrd	

diagonales	
l	185
Lcv	92,5
i	0,74
λ	125
λ\	1,331
courbe b	
φ	1,578
X	0,412
Nrd	27,506
Ned	58,088
Ned>Nrd	

membrures supérieures	
l	101,2
Lcv	50,6
i	2,12
λ	23,868
λ\	0,254
courbe b	
φ	0,542
X	0,981
Nrd	375,200
Ned	360,363
ok Nrd>Ned	

membrures inferieures	
l	100
Lcv	50
i	2,12
λ	24
λ\	0,251
courbe b	
φ	0,540
X	0,982
Nrd	375,614
Ned	356,377
ok Nrd>Ned	

	montants	membrures supérieures	diagonales	membrures inferieures
choix	**2L 40-40-4**	**2L 70-70-7**	**2L 35-35-4**	**2L 70-70-7**
Areel	6,16	16,28	5,34	16,28

montants	
i	1,21
λ	86,777
λ\	0,924
courbe b	
φ	1,050
X	0,646
Nrd	93,463
Ned	83,483
ok Nrd>Ned	

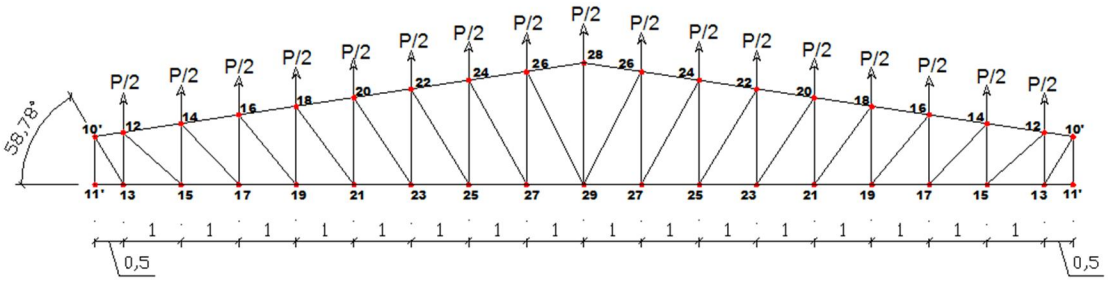
diagonales	
i	1,05
λ	88,095
λ\	0,938
courbe b	
φ	1,066
X	0,637
Nrd	79,887
Ned	58,088
ok Nrd>Ned	

(d) Étude d'assemblage et des soudures

	Nu (Fi-Fi+1)	a	résistance au cisaillement τ//	A soudure minimale	longueur mini de soudure	l choisie
arbalétrier	719,061	0,5	20,785	34,596	17,298	20
montant	83,483	0,5	20,785	4,017	2,008	5
diagonale	58,088	0,5	20,785	2,795	1,397	5
entrait	-704,550	0,5	20,785	-33,898	-16,949	20

gousset ferme 8	
h	l
15	25

f) Ferme 1



(a) Évaluation des sollicitations

montant		P=4,680 kN
F 10-11	4,443	20,789
F 12-13	4,072	19,057
F 14-15	2,560	11,981
F 16-17	1,337	6,259
F 18-19	0,295	1,382
F 20-21	-0,626	-2,931
F 22-23	-1,464	-6,850
F 24-25	-2,240	-10,481
F 26-27	-2,970	-13,898
F 28-29	-8,329	-38,977

membrure supérieures		P=4,680 kN
F 10-12	29,851	139,690
F 12-14	33,303	155,843
F 14-16	34,805	162,875
F 16-18	35,089	164,205
F 18-20	34,561	161,735
F 20-22	33,465	156,604
F 22-24	31,955	149,538
F 24-26	30,135	141,020
F 26-28	28,077	131,388

diagonale		P=4,680 kN
F 10-13	-4,762	-22,284
F 12-15	-4,267	-19,969
F 14-17	-1,999	-9,355
F 16-19	-0,408	-1,908
F 18-21	0,815	3,816
F 20-23	1,822	8,525
F 22-25	2,692	12,597
F 24-27	3,473	16,251
F 26-29	4,192	19,617

membrure inferieures		P=4,680 kN
F 11-13	-27,052	-126,594
F 13-15	-29,520	-138,144
F 15-17	-32,934	-154,119
F 17-19	-34,420	-161,073
F 19-21	-34,701	-162,389
F 21-23	-34,179	-159,946
F 23-25	-33,095	-154,871
F 25-27	-31,602	-147,884
F 27-29	-29,802	-139,460

(b) Dimensionnement de la ferme 1

	montants	membrures supérieures	diagonales	membrures inferieures
A	1,66	6,99	0,95	6,91
choix	**2L 20-20-3**	**2L 40-40-5**	**2L 20-20-3**	**2L 40-40-5**
Areel	2,24	7,58	2,24	7,58

(c) Vérification du flambement

montants	
l	210
Lcv	105
i	0,59
λ	178
λ\	1,895
courbe b	
φ	2,584
X	0,230
Nrd	12,126
Ned	38,977
Ned>Nrd	

diagonales	
l	185
Lcv	92,5
i	0,59
λ	157
λ\	1,670
courbe b	
φ	2,144
X	0,287
Nrd	15,091
Ned	22,284
Ned>Nrd	

membrures supérieures	
l	101,2
Lcv	50,6
i	1,2
λ	42,167
λ\	0,449
courbe b	
φ	0,643
X	0,906
Nrd	161,406
Ned	164,205
Ned>Nrd	

membrures inferieures	
l	100
Lcv	50
i	1,2
λ	41,67
λ\	0,444
courbe b	
φ	0,640
X	0,908
Nrd	161,801
Ned	162,389
Ned>Nrd	

	montants	membrures supérieures	diagonales	membrures inferieures
choix	**2L 30-30-4**	**2L 45-45-4,5**	**2L 25-25-4**	**2L 45-45-4,5**
Areel	4,54	7,8	3,7	7,8

montants	
i	0,89
λ	117,978
λ\	1,256
courbe b	
φ	1,469
X	0,448
Nrd	47,847
Ned	38,977
ok Nrd>Ned	

diagonales	
i	0,74
λ	125,000
λ\	1,331
courbe b	
φ	1,578
X	0,412
Nrd	35,836
Ned	22,284
ok Nrd>Ned	

membrures supérieures	
i	1,35
λ	37,481
λ\	0,399
courbe b	
φ	0,614
X	0,926
Nrd	169,810
Ned	164,205
ok Nrd>Ned	

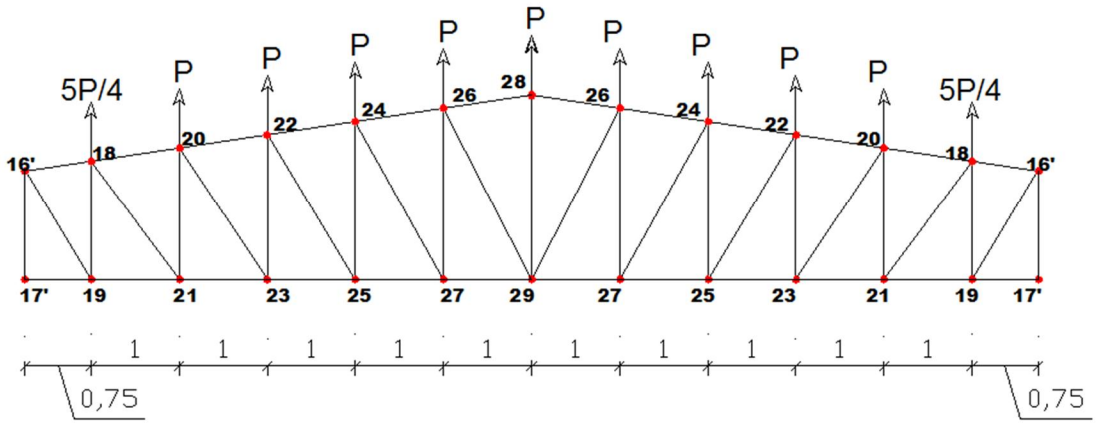
membrures supérieures	
i	1,35
λ	37,037037
λ\	0,39443064
courbe b	
φ	0,611
X	0,928
Nrd	170,153
Ned	162,389
ok Nrd>Ned	

(d) Étude d'assemblage et des soudures

	Nu (Fi-Fi+1)	a	résistance au cisaillement τ//	A soudure minimale	longueur mini de soudure	l choisie
arbalétrier	327,080	0,5	20,785	15,737	7,868	10
montant	38,977	0,5	20,785	1,875	0,938	3
diagonale	19,969	0,5	20,785	0,961	0,480	3
entrait	-323,462	0,5	20,785	-15,563	-7,781	10

gousset ferme 1	
h	l
10	15

g) Ferme 9 et 10



(a) Évaluation des sollicitations

montant		P=9,359 kN
F 12-13	2,755	25,783
F 14-15	2,558	23,941
F 16-17	1,336	12,499
F 18-19	1,225	11,462
F 20-21	-0,023	-0,211
F 22-23	-0,920	-8,613
F 24-25	-1,746	-16,339
F 26-27	-2,517	-23,556
F 28-29	-5,493	-51,409

membrure supérieures		P=9,359 kN
F 12-14	21,520	201,407
F 14-16	23,020	215,449
F 16-18	23,767	222,443
F 18-20	23,748	222,266
F 20-22	23,059	215,814
F 22-24	21,882	204,800
F 24-26	20,340	190,363
F 26-28	18,516	173,297

diagonale		P=9,359 kN
F 12-15	**-2,875**	**-26,906**
F 14-17	**-1,996**	**-18,684**
F 16-19	**-1,430**	**-13,387**
F 18-21	**0,029**	**0,274**
F 20-23	**1,145**	**10,719**
F 22-25	**2,098**	**19,636**
F 24-27	**2,943**	**27,545**
F 26-29	**3,714**	**34,757**

membrure inferieures		P=9,359 kN
F 13-15	**-19,970**	**-186,901**
F 15-17	**-21,282**	**-199,179**
F 17-19	**-22,765**	**-213,066**
F 19-21	**-23,504**	**-219,983**
F 21-23	**-23,486**	**-219,807**
F 23-25	**-22,804**	**-213,427**
F 25-27	**-21,640**	**-202,535**
F 27-29	**-20,115**	**-188,257**

(b) Dimensionnement de la ferme 9 et 10

	montants	membrures supérieures	diagonales	membrures inferieures
A	2,19	9,17	1,48	9,36
choix	**2L 25-25-4**	**2L 70-70-6**	**2L 20-20-3**	**2L 70-70-6**
Areel	3,7	14,1	2,24	14,1

(c) Vérification du flambement

montants	
l	210
Lcv	105
i	0,89
λ	118
λ\	1,256
courbe b	
φ	1,469
X	0,448
Nrd	38,994
Ned	51,409
Ned>Nrd	

diagonales	
l	185
Lcv	92,5
i	0,74
λ	125
λ\	1,331
courbe b	
φ	1,578
X	0,412
Nrd	21,695
Ned	34,757
Ned>Nrd	

membrures supérieures	
l	101,2
Lcv	50,6
i	2,13
λ	23,756
λ\	0,253
courbe b	
φ	0,541
X	0,981
Nrd	325,100
Ned	215,449
ok Nrd>Ned	

membrures inferieures	
l	100
Lcv	50
i	2,13
λ	23,47
λ\	0,250
courbe b	
φ	0,540
X	0,982
Nrd	325,456
Ned	219,983
ok Nrd>Ned	

	montants	membrures supérieures	diagonales	membrures inferieures
choix	**2L 35-35-4**	**2L 70-70-6**	**2L 30-30-3**	**2L 70-70-6**
Areel	5,34	14,1	3,48	14,1

montants	
i	1,05
λ	100,000
λ\	1,065
courbe b	
φ	1,214
X	0,556
Nrd	69,827
Ned	51,409
ok Nrd>Ned	

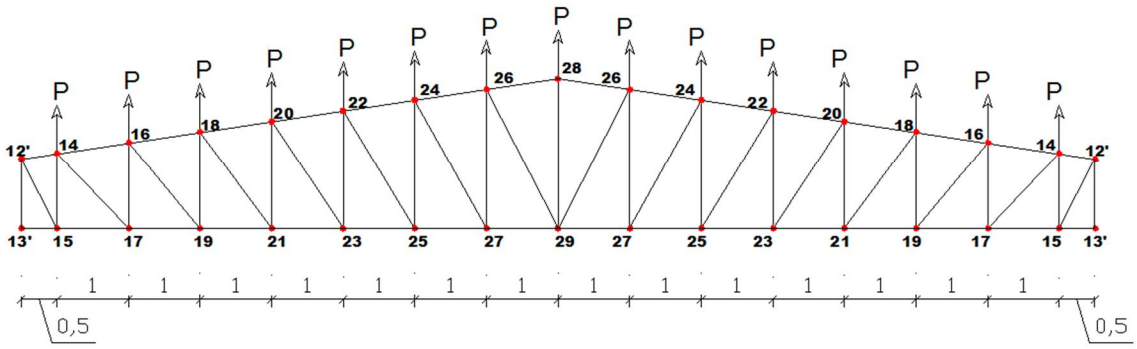
diagonales	
i	0,9
λ	102,778
λ\	1,095
courbe b	
φ	1,251
X	0,538
Nrd	44,038
Ned	34,757
ok Nrd>Ned	

(d) Étude d'assemblage et des soudures

	Nu (Fi-Fi+1)	a	résistance au cisaillement τ//	A soudure minimale	longueur mini de soudure	l choisie
arbalétrier	444,709	0,5	20,785	21,396	10,698	15
montant	51,409	0,5	20,785	2,473	1,237	3
diagonale	-34,757	0,5	20,785	-1,672	-0,836	3
entrait	-439,790	0,5	20,785	-21,159	-10,580	15

gousset ferme 9 et 10	
h	l
15	20

h) Ferme 11



(a) Évaluation des sollicitations

montant		P=9,359 kN
F 12-13	3,593	33,630
F 14-15	3,337	31,228
F 16-17	2,003	18,745
F 18-19	0,878	8,213
F 20-21	-0,109	-1,019
F 22-23	-0,998	-9,340
F 24-25	-1,816	-17,000
F 26-27	-2,582	-24,163
F 28-29	-7,612	-71,247

membrure supérieures		P=9,359 kN
F 12-14	28,069	262,705
F 14-16	30,319	283,764
F 16-18	31,164	291,672
F 18-20	31,072	290,813
F 20-22	30,325	283,817
F 22-24	29,100	272,357
F 24-26	27,518	257,548
F 26-28	25,661	240,168

diagonale	P=9,359

membrure inferieures	P=9,359

		kN
F 12-15	**-3,750**	**-35,095**
F 14-17	**-2,994**	**-28,020**
F 16-19	**-1,212**	**-11,341**
F 18-21	**0,142**	**1,326**
F 20-23	**1,242**	**11,624**
F 22-25	**2,183**	**20,431**
F 24-27	**3,019**	**28,254**
F 26-29	**3,782**	**35,397**

		kN
F 13-15	**-26,047**	**-243,784**
F 15-17	**-27,759**	**-259,799**
F 17-19	**-29,984**	**-280,625**
F 19-21	**-30,819**	**-288,446**
F 21-23	**-30,729**	**-287,596**
F 23-25	**-29,989**	**-280,677**
F 25-27	**-28,778**	**-269,344**
F 27-29	**-27,214**	**-254,699**

(b) Dimensionnement de la ferme 11

	montants	membrures supérieures	diagonales	membrures inferieures
A	3,03	12,41	1,51	12,27
choix	**2L 25-25-4**	**2L 70-70-6**	**2L 20-20-3**	**2L 70-70-6**
Areel	3,7	14,1	2,24	14,1

(c) Vérification du flambement

montants	
l	210
Lcv	105
i	0,89
λ	118
λ\	1,256
courbe b	
φ	1,469
X	0,448
Nrd	38,994
Ned	71,247
Ned>Nrd	

diagonales	
l	185
Lcv	92,5
i	0,74
λ	125
λ\	1,331
courbe b	
φ	1,578
X	0,412
Nrd	21,695
Ned	35,397
Ned>Nrd	

membrures supérieures	
l	101,2
Lcv	50,6
i	2,13
λ	23,756
λ\	0,253
courbe b	
φ	0,541
X	0,981
Nrd	325,100
Ned	291,672
ok Nrd>Ned	

membrures inferieures	
l	100
Lcv	50
i	2,13
λ	23,47
λ\	0,250
courbe b	
φ	0,540
X	0,982
Nrd	325,456
Ned	288,446
ok Nrd>Ned	

	montants	membrures supérieures	diagonales	membrures inferieures
choix	**2L 40-40-4**	**2L 70-70-6**	**2L 30-30-3**	**2L 70-70-6**
Areel	6,16	14,1	3,48	14,1

montants	
i	1,21
λ	86,777
λ\	0,924
courbe b	
φ	1,050
X	0,646
Nrd	93,463
Ned	71,247
ok Nrd>Ned	

diagonales	
i	0,9
λ	102,778
λ\	1,095
courbe b	
φ	1,251
X	0,538
Nrd	44,038
Ned	35,397
ok Nrd>Ned	

(d) Étude d'assemblage et des soudures

	Nu (Fi-Fi+1)	a	résistance au cisaillement τ//	A soudure minimale	longueur mini de soudure	l choisie
arbalétrier	582,485	0,5	20,785	28,025	14,012	15
montant	71,247	0,5	20,785	3,428	1,714	5
diagonale	-35,397	0,5	20,785	-1,703	-0,852	5
entrait	-576,042	0,5	20,785	-27,715	-13,857	15

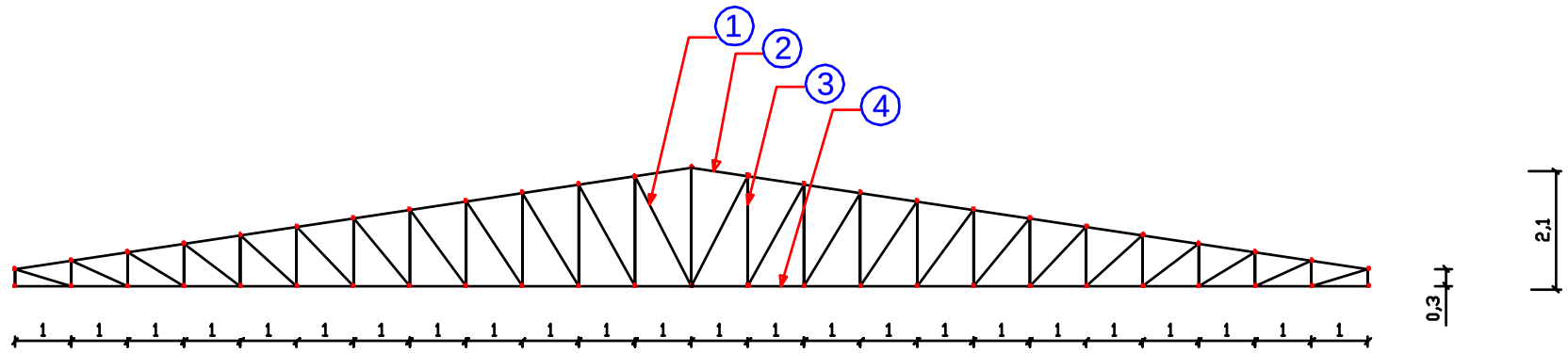
gousset ferme 11	
h	l
15	20

ANNEXE III : PLAN DE FERMES 1 À 11

ANNEXE IV : PLAN DE POUTRES

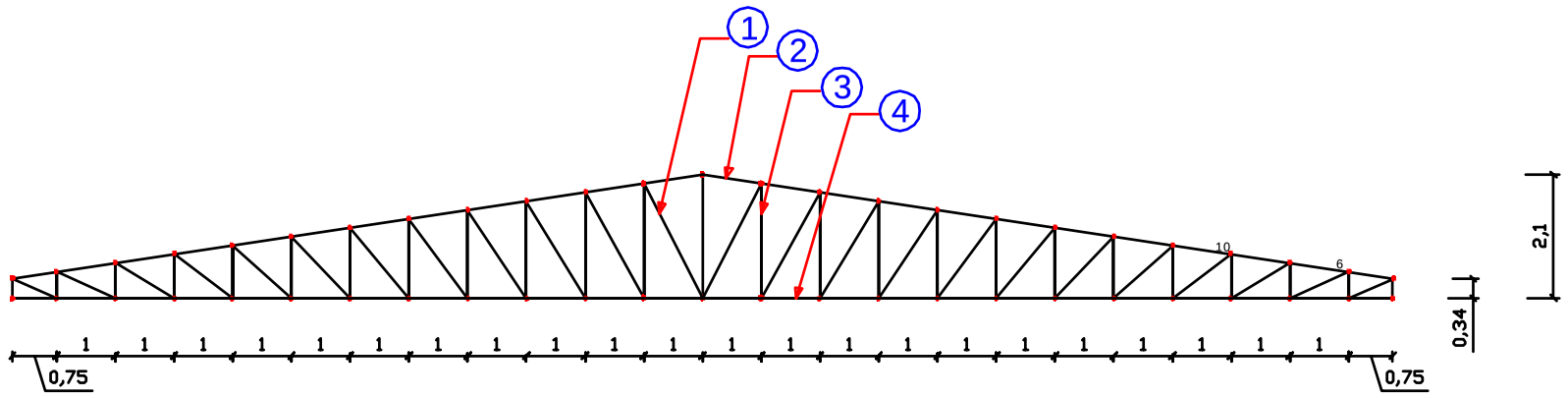
ANNEXE V : PLAN DES SEMELLES

ANNEXE VI : NOTE DE CALCUL



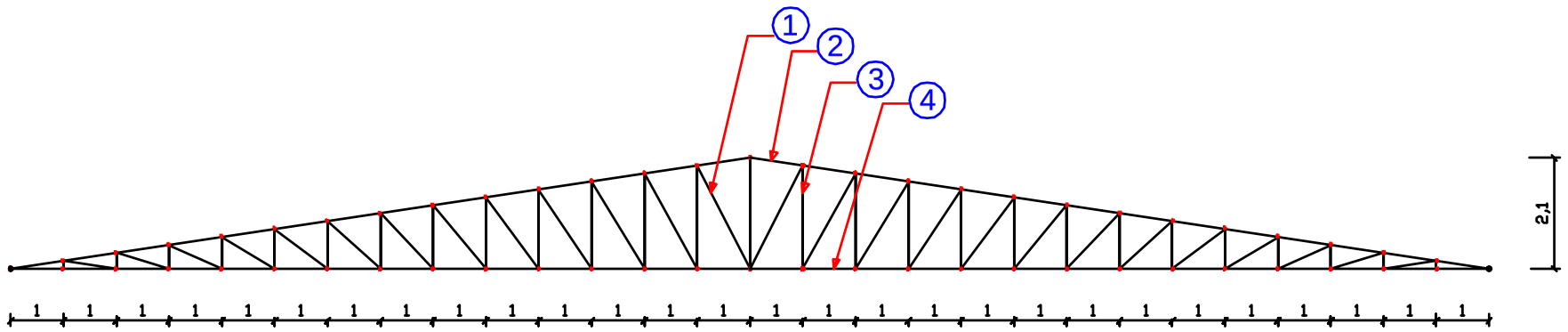
ferme5 et 2 portée 24m

1. cornières jumelées à ailes égales de 65 - 65 - 7
2. cornières jumelées à ailes égales de 75 - 75 - 8
3. cornières jumelées à ailes égales de 40 - 40 - 5
4. cornières jumelées à ailes égales de 75 - 75 - 8



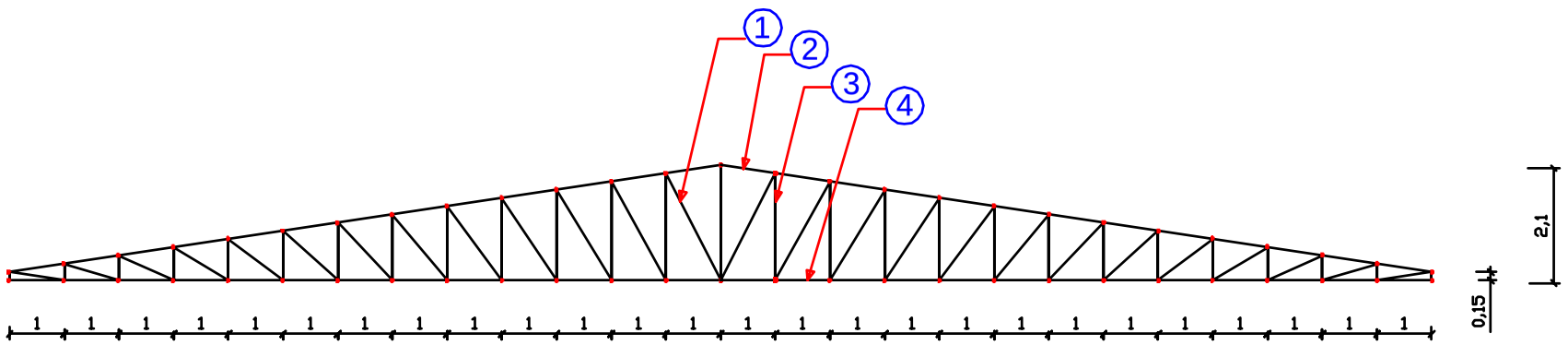
ferme6 portée 23.5m

1. cornières jumelées à ailes égales de 60 - 60 - 5
2. cornières jumelées à ailes égales de 75 - 75 - 8
3. cornières jumelées à ailes égales de 40 - 40 - 5
4. cornières jumelées à ailes égales de 75 - 75 - 8



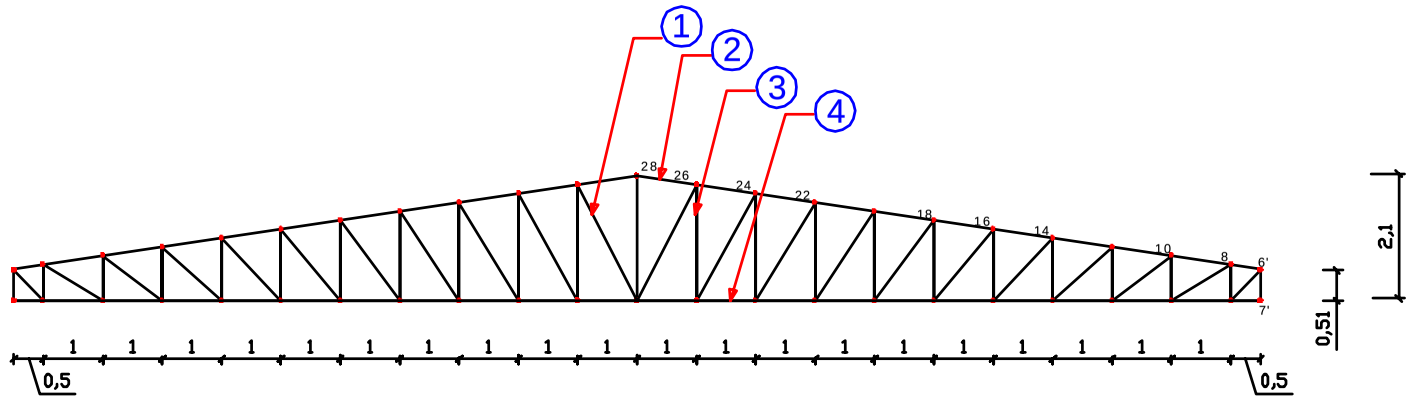
ferme3 portée 28m

1. cornières jumelées à ailes égales de 35 - 35 - 4
2. cornières jumelées à ailes égales de 75 - 75 - 8
3. cornières jumelées à ailes égales de 50 - 50 - 5
4. cornières jumelées à ailes égales de 70 - 70 - 7



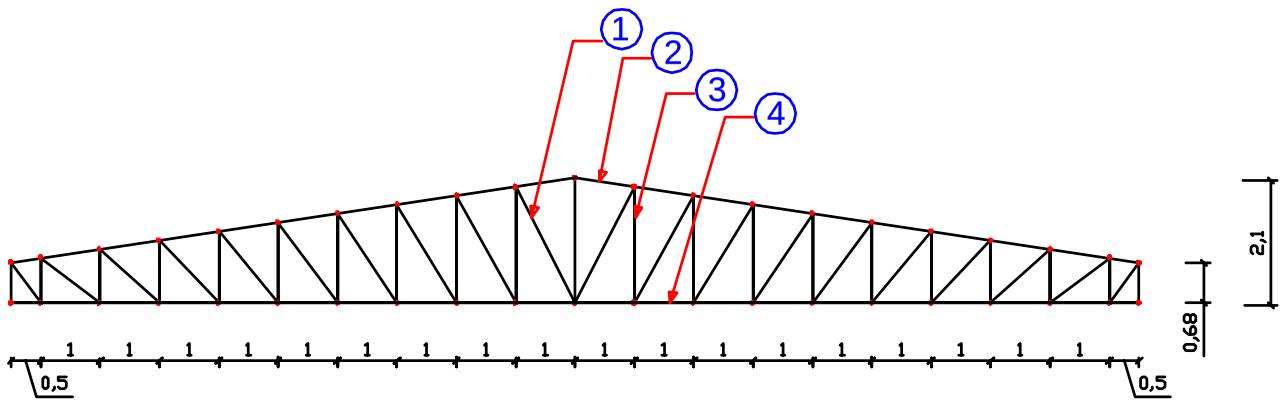
ferme4 portée 26m

1. cornières jumelées à ailes égales de 35 - 35 - 4
2. cornières jumelées à ailes égales de 70 - 70 - 7
3. cornières jumelées à ailes égales de 45 - 45 - 4,5
4. cornières jumelées à ailes égales de 100 - 100 - 12



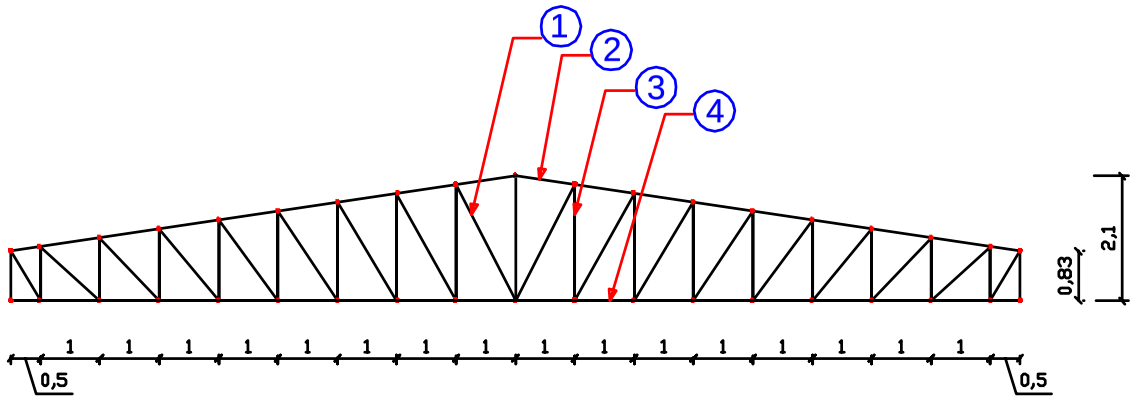
ferme7 portée 21m

1. cornières jumelées à ailes égales de 40 - 40 - 4
2. cornières jumelées à ailes égales de 75 - 75 - 8
3. cornières jumelées à ailes égales de 40 - 40 - 4
4. cornières jumelées à ailes égales de 75 - 75 - 8



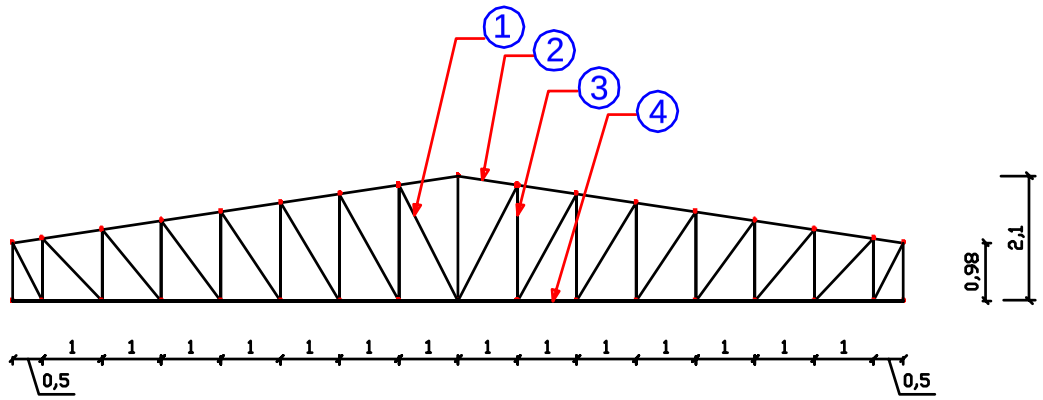
ferme8 portée19m

1. cornières jumelées à ailes égales de 35 - 35 - 4
2. cornières jumelées à ailes égales de 70 - 70 - 7
3. cornières jumelées à ailes égales de 40 - 40 - 4
4. cornières jumelées à ailes égales de 70 - 70 - 7



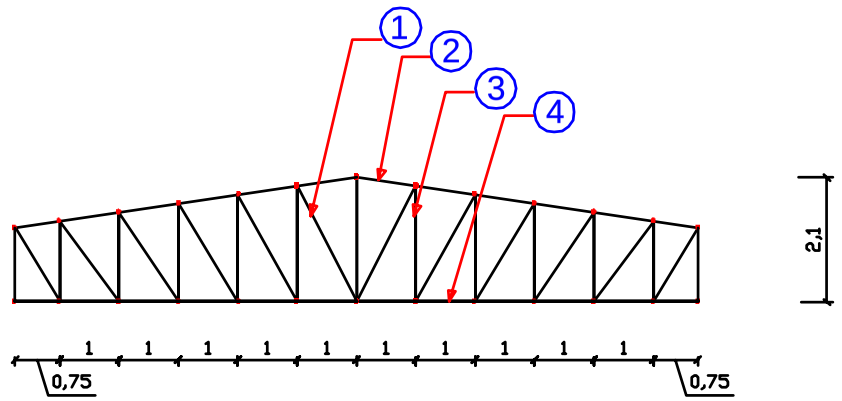
ferme1 portée17m

1. cornières jumelées à ailes égales de 25 - 25 - 4
2. cornières jumelées à ailes égales de 45 - 45 - 4.5
3. cornières jumelées à ailes égales de 30 - 30 - 4
4. cornières jumelées à ailes égales de 45 - 45 - 4.5



ferme11 portée15m

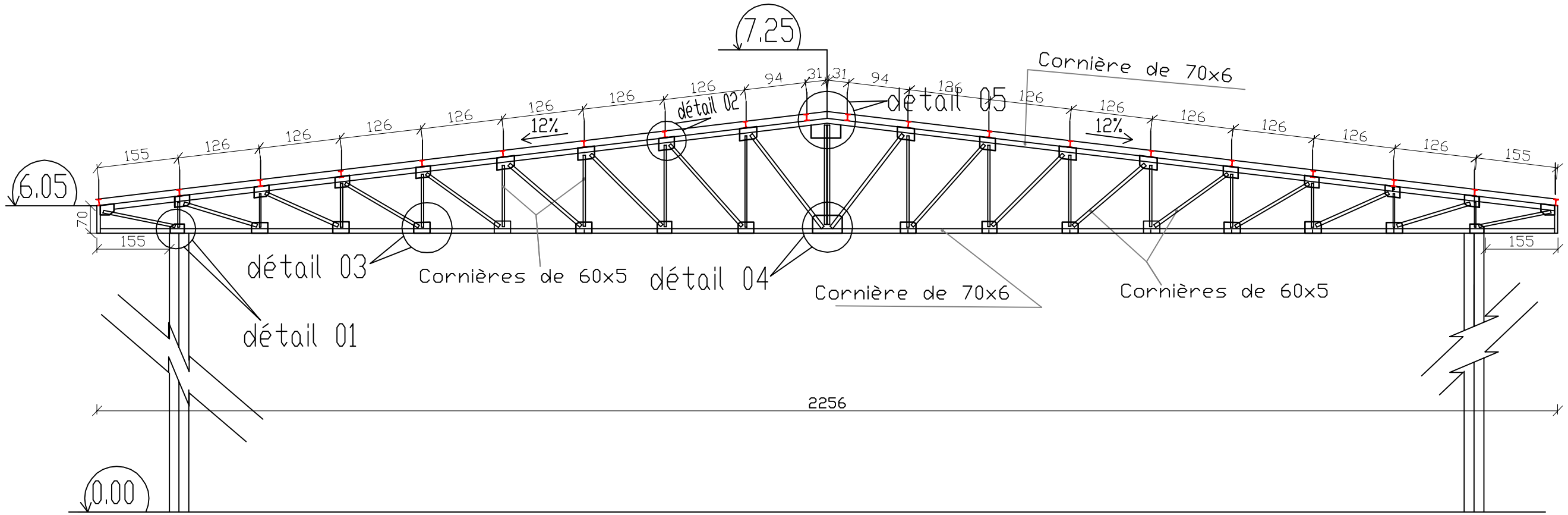
1. cornières jumelées à ailes égales de 30 - 30 - 3
2. cornières jumelées à ailes égales de 70 - 70 - 6
3. cornières jumelées à ailes égales de 40 - 40 - 4
4. cornières jumelées à ailes égales de 70 - 70 - 6

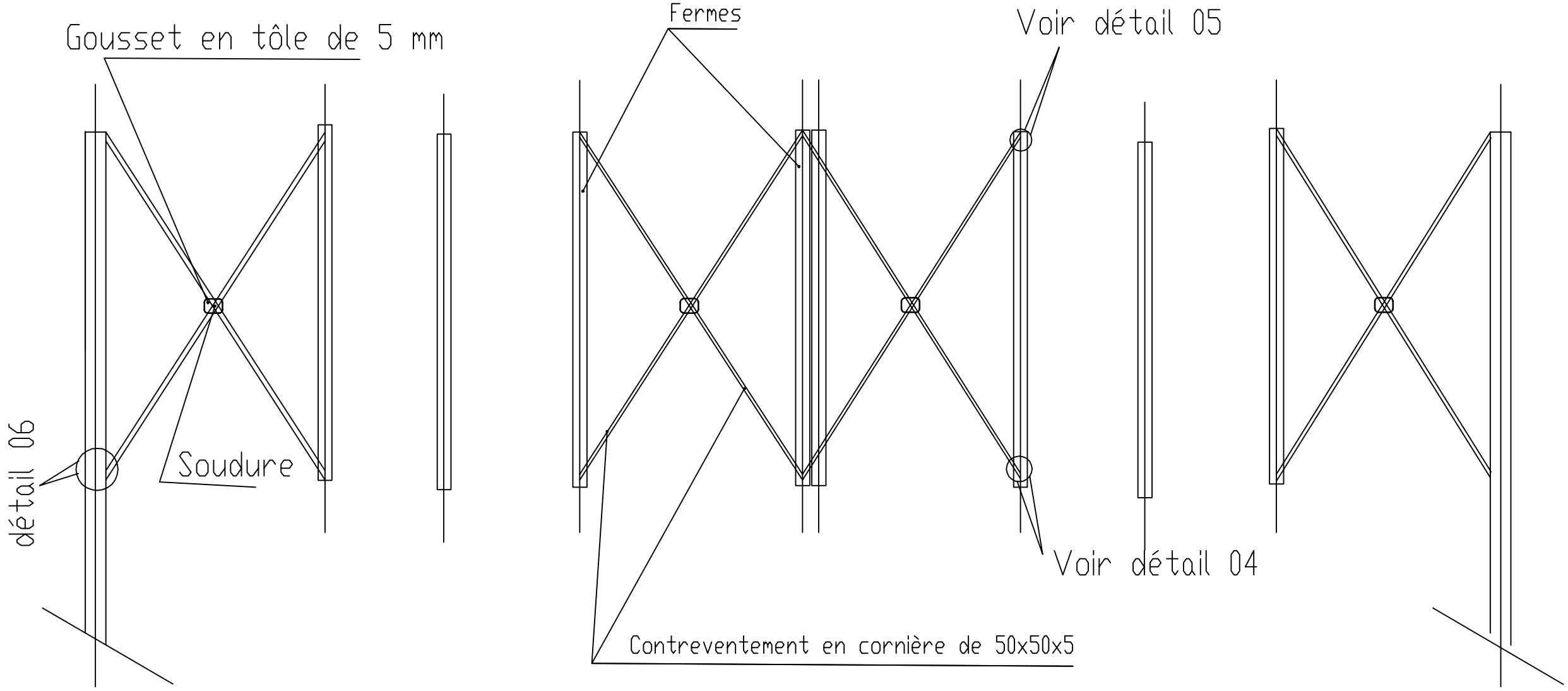


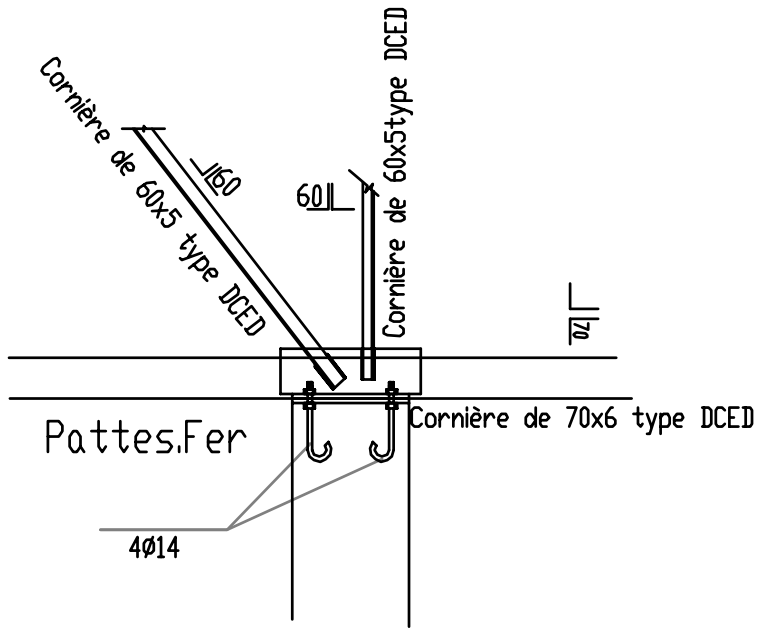
ferme9 et 10 portée11.5m

1. cornières jumelées à ailes égales de 30 - 30 - 3
2. cornières jumelées à ailes égales de 70 - 70 - 6
3. cornières jumelées à ailes égales de 35 - 35 - 4
4. cornières jumelées à ailes égales de 70 - 70 - 6

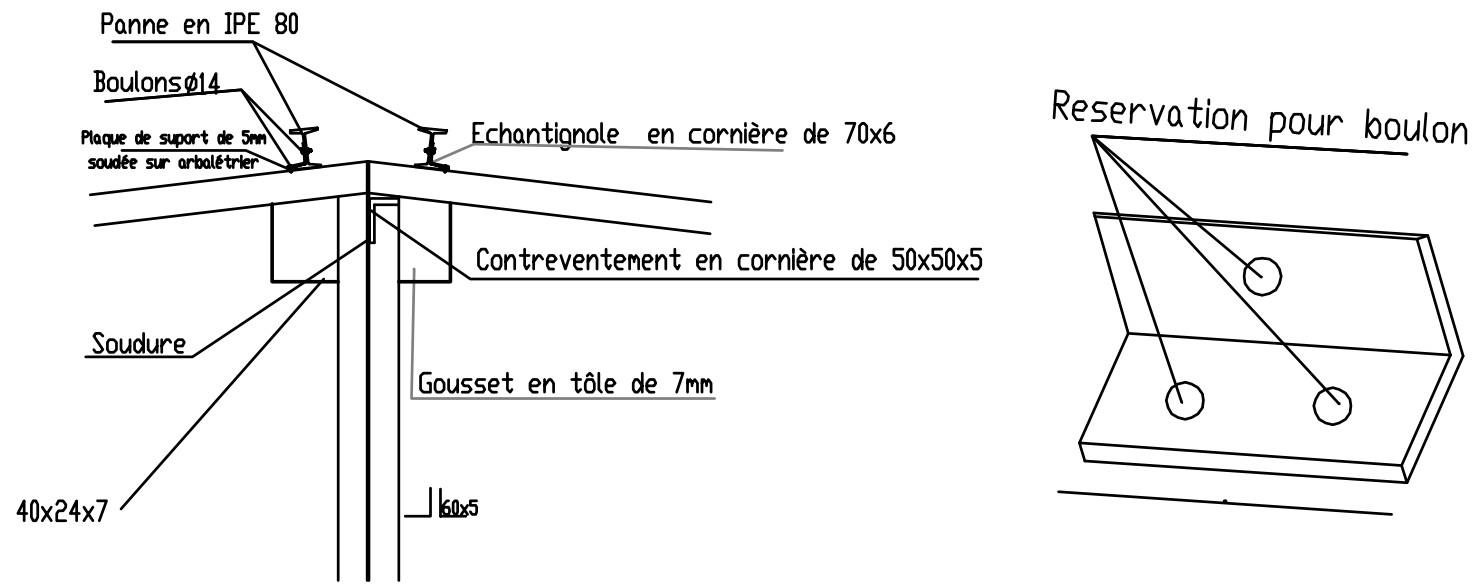
MODEL CHARPENTE



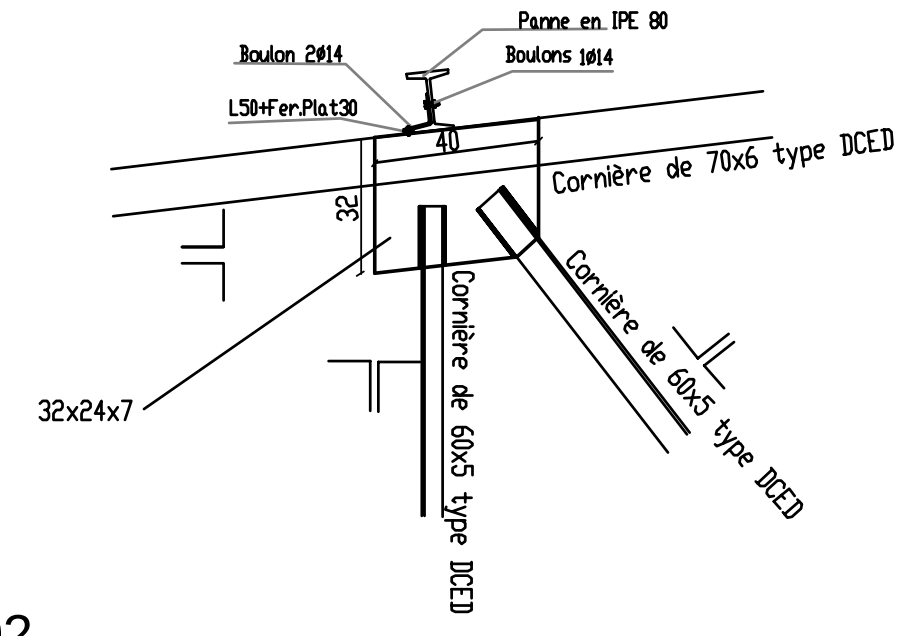




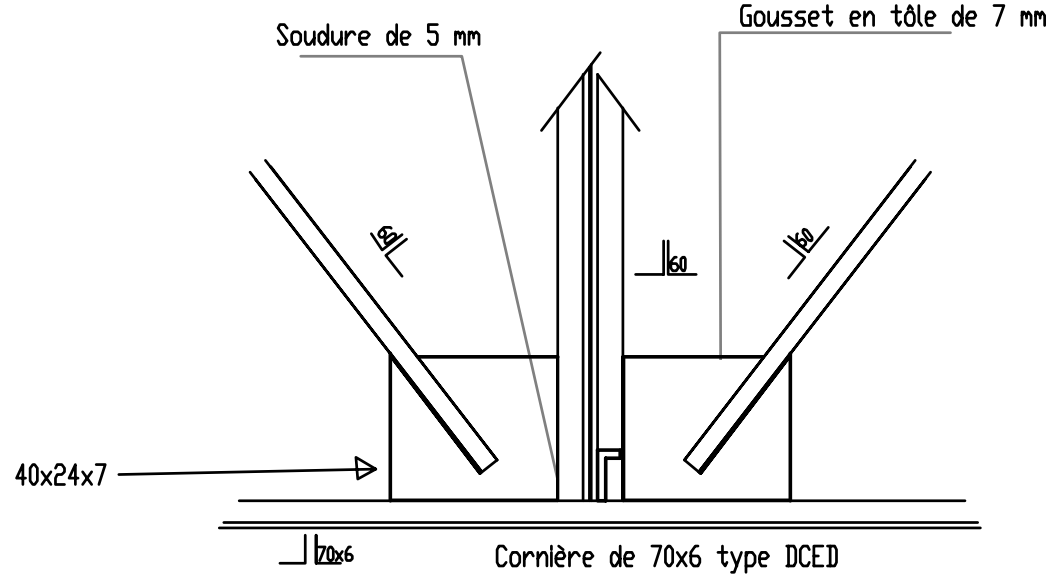
Détail 01: Appui



Détail 05



Détail 02



Détail 04

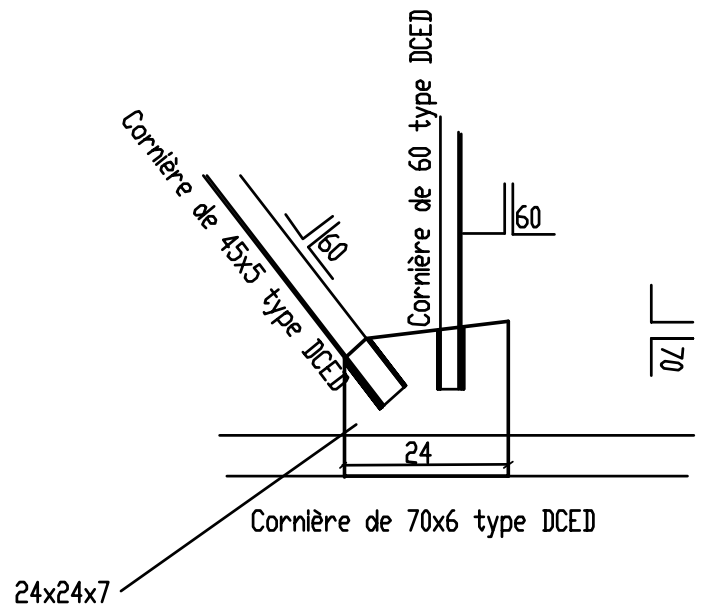
PROJET DE CONSTRUCTION
DE DEUX AMPHITHEATRES JUMELES

MAITRE D'OUVRAGE: MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONAL ET DE L'ALPHABETISATION

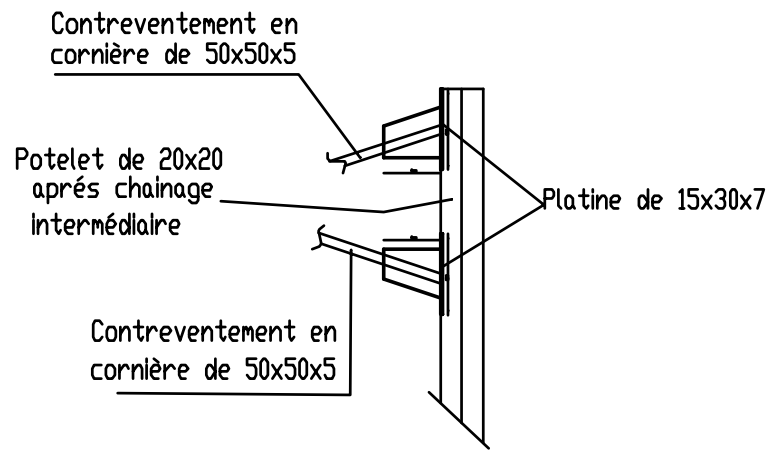
PLAN DE
DETAILS DE FERME

Echelle :
MODIFICATION : 1/50ème

DATE : JANVIER 2015



Détail 03



Pose des contreventements sur potelet

Détail 06

PROJET DE CONSTRUCTION
DE DEUX AMPHITHEATRES JUMELES

MAITRE D'OUVRAGE: MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONAL ET DE L'ALPHABETISATION

PLAN DE
DETAILS DE FERME

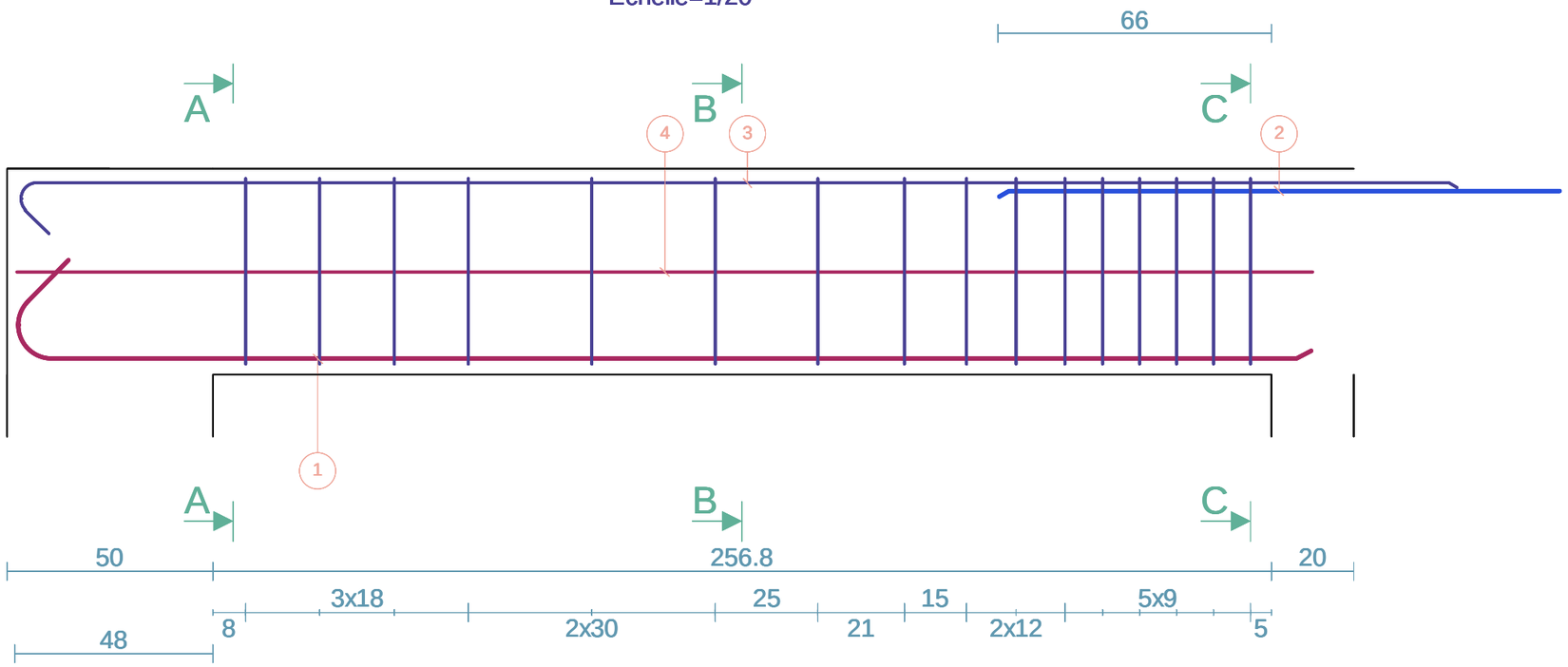
Echelle :
MODIFICATION : 1/50ème

DATE : JANVIER 2015

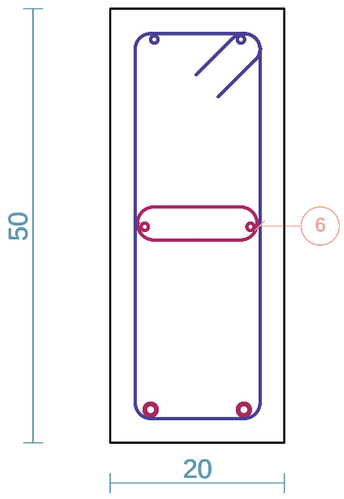
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n01 Niveau n01 PH RDC	T 1.1	Béton=0.32 m3 Acier=21.0 kg d=71.9 kg/m3 Fi=8.5 mm Cof=3.1 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	1/5
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

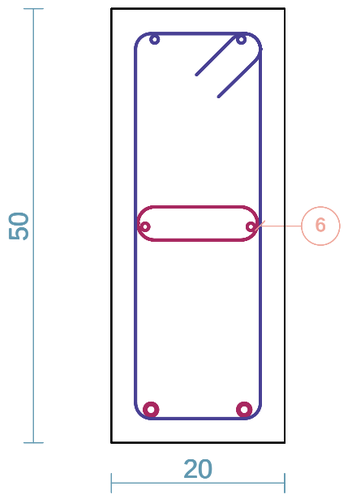
Elévation
Echelle=1/20



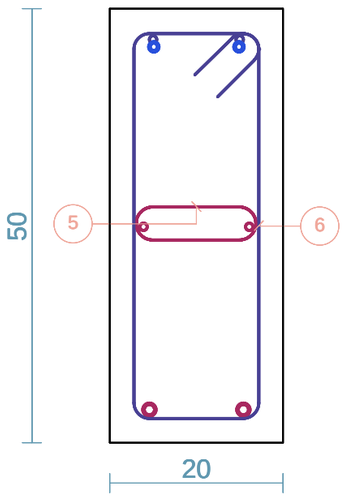
Coupe A-A
Echelle=1/10



Coupe B-B
Echelle=1/10



Coupe C-C
Echelle=1/10



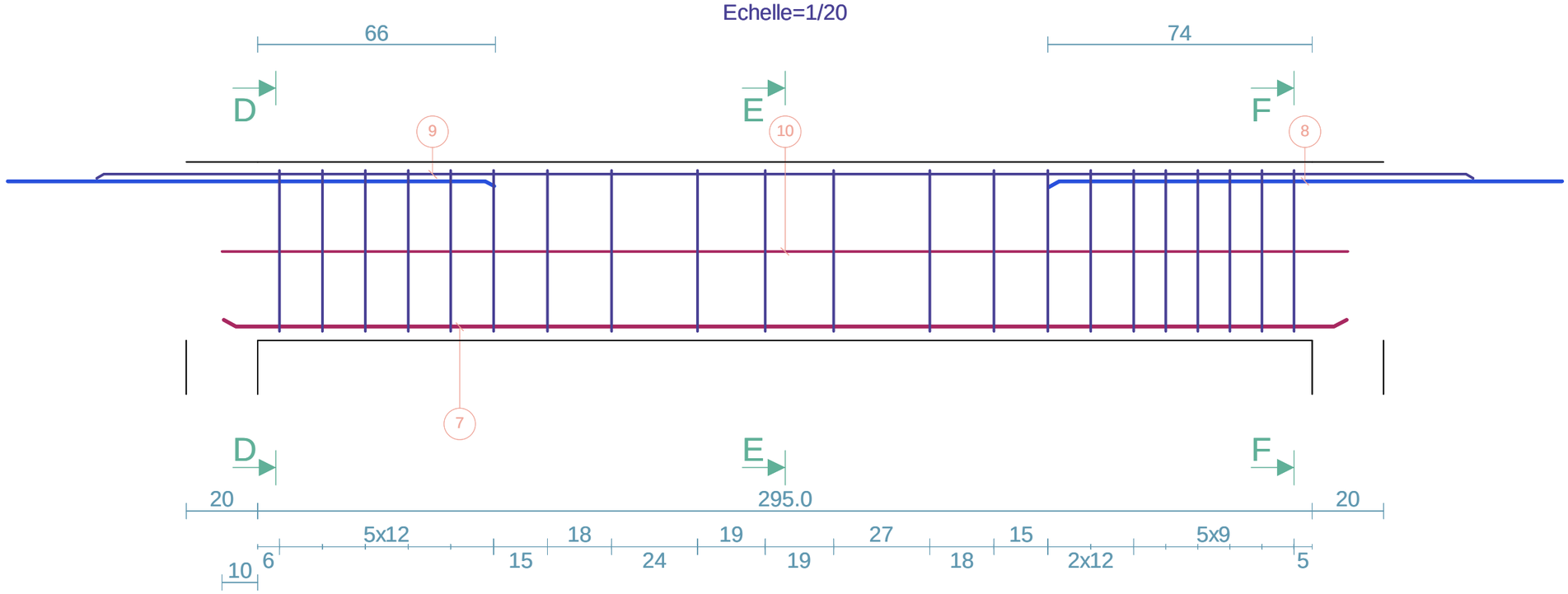
	Barre	Lg	Forme
1	2HA14	339	23 135° 315
2	2HA10	153	153
3	2HA8	362	12 349 135°
4	2HA8	314	314
5	7HA8	32	15
6	16HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	21.1/4.7
HA8	15.8/6.2
HA10	3.1/1.9
HA14	6.8/8.2

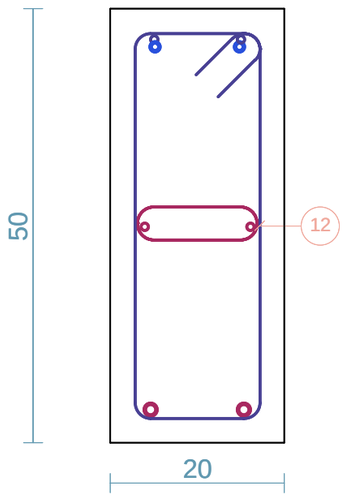
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n01 Niveau n01 PH RDC	T 1.2	Béton=0.33 m3 Acier=23.2 kg d=73.5 kg/m3 Fi=8.5 mm Cof=3.5 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	2/5
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

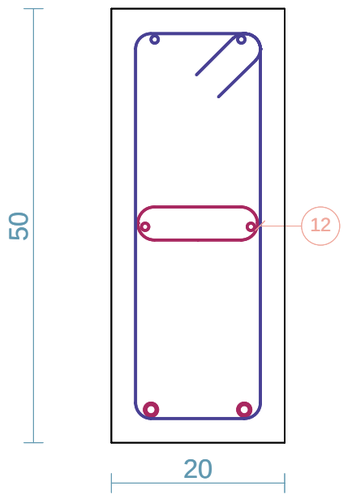
Elévation
Echelle=1/20



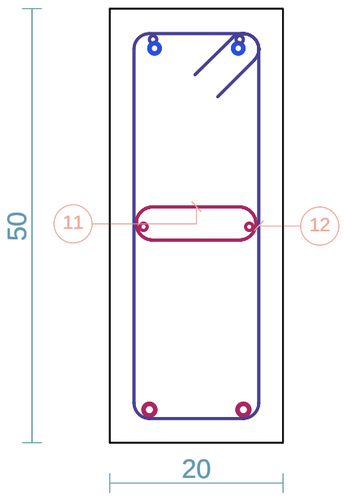
Coupe D-D
Echelle=1/10



Coupe E-E
Echelle=1/10



Coupe F-F
Echelle=1/10



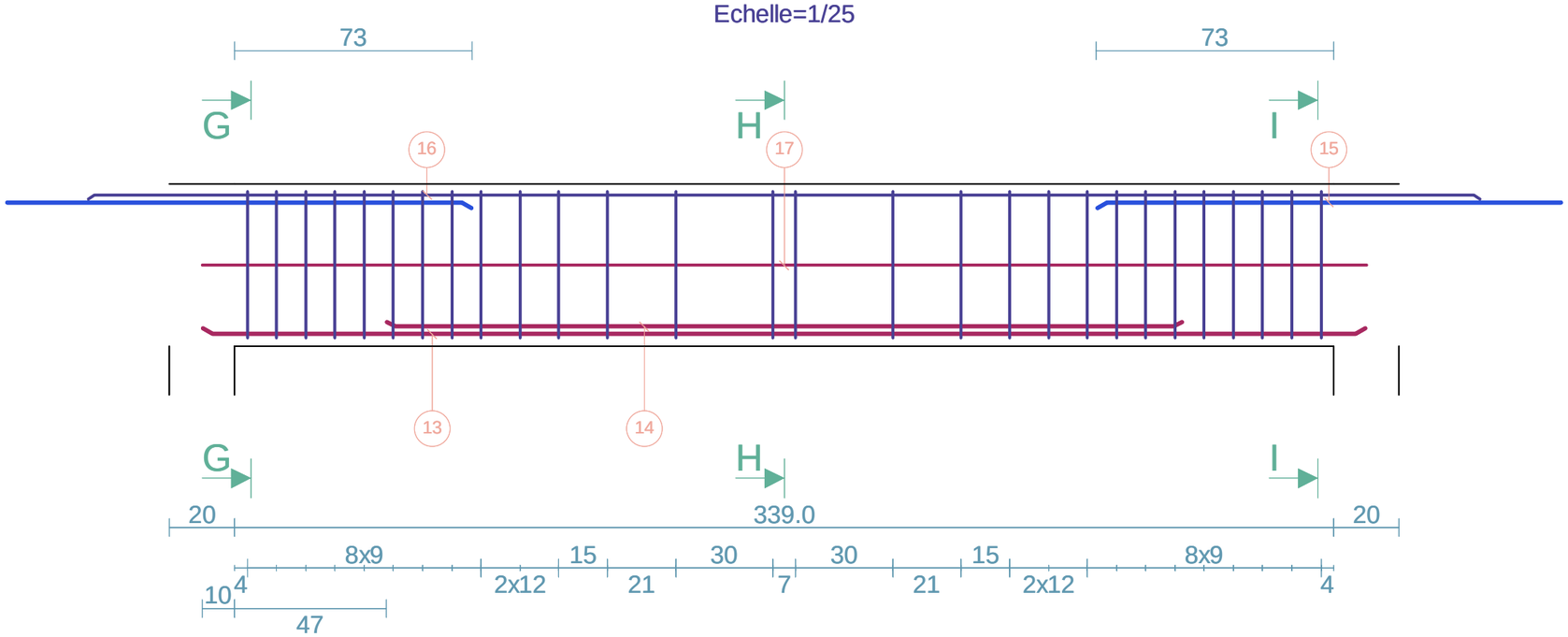
	Barre	Lg	Forme
7	2HA14	315	315
8	2HA12	167	167
9	2HA8	386	386
10	2HA8	315	315
11	7HA8	32	15
12	21HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	27.8/6.2
HA8	16.2/6.4
HA12	3.3/3.0
HA14	6.3/7.6

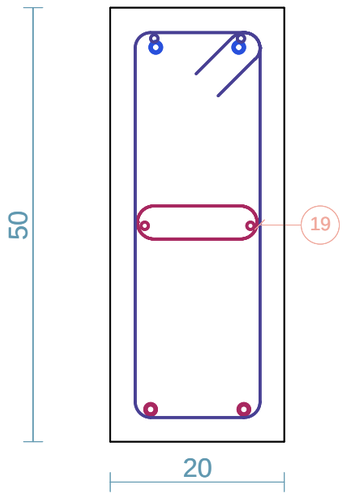
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n01 Niveau n01 PH RDC	T 1.3	Béton=0.37 m3 Acier=27.8 kg d=77.5 kg/m3 Fi=8.2 mm Cof=4.1 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	3/5
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

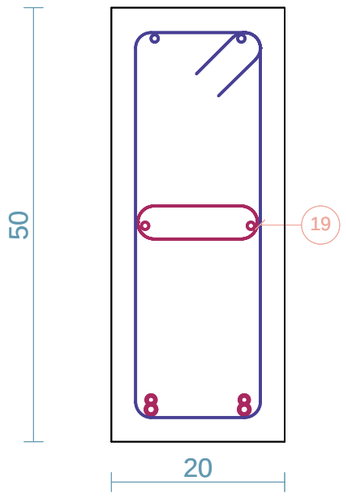
Elévation
Echelle=1/25



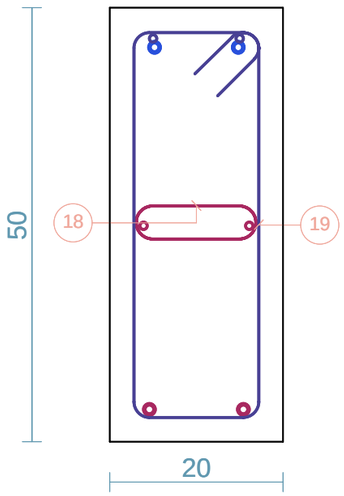
Coupe G-G
Echelle=1/10



Coupe H-H
Echelle=1/10



Coupe I-I
Echelle=1/10



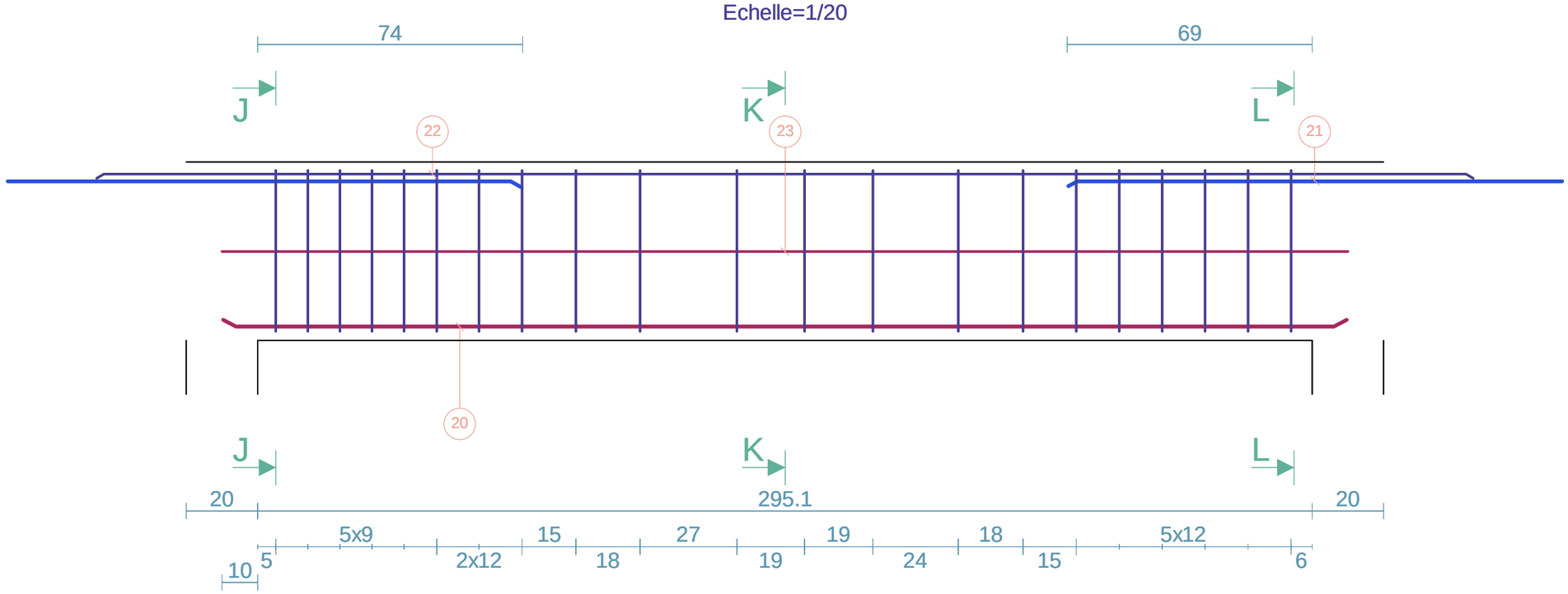
	Barre	Lg	Forme
13	2HA12	359	359
14	2HA10	246	246
15	2HA12	167	167
16	2HA8	430	430
17	2HA8	359	359
18	8HA8	32	15
19	28HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	37.0/8.2
HA8	18.3/7.2
HA10	4.9/3.0
HA12	10.5/9.3

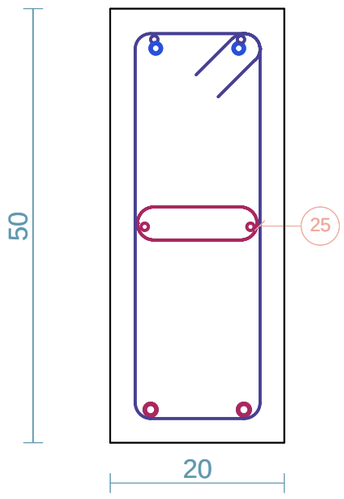
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n01 Niveau n01 PH RDC	T 1.4	Béton=0.33 m3 Acier=22.1 kg d=70.1 kg/m3 Fi=8.5 mm Cof=3.5 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	4/5
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

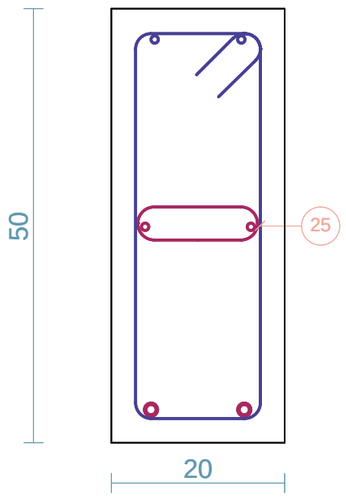
Elévation
Echelle=1/20



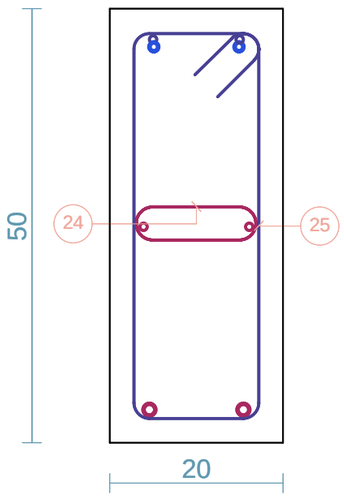
Coupe J-J
Echelle=1/10



Coupe K-K
Echelle=1/10



Coupe L-L
Echelle=1/10



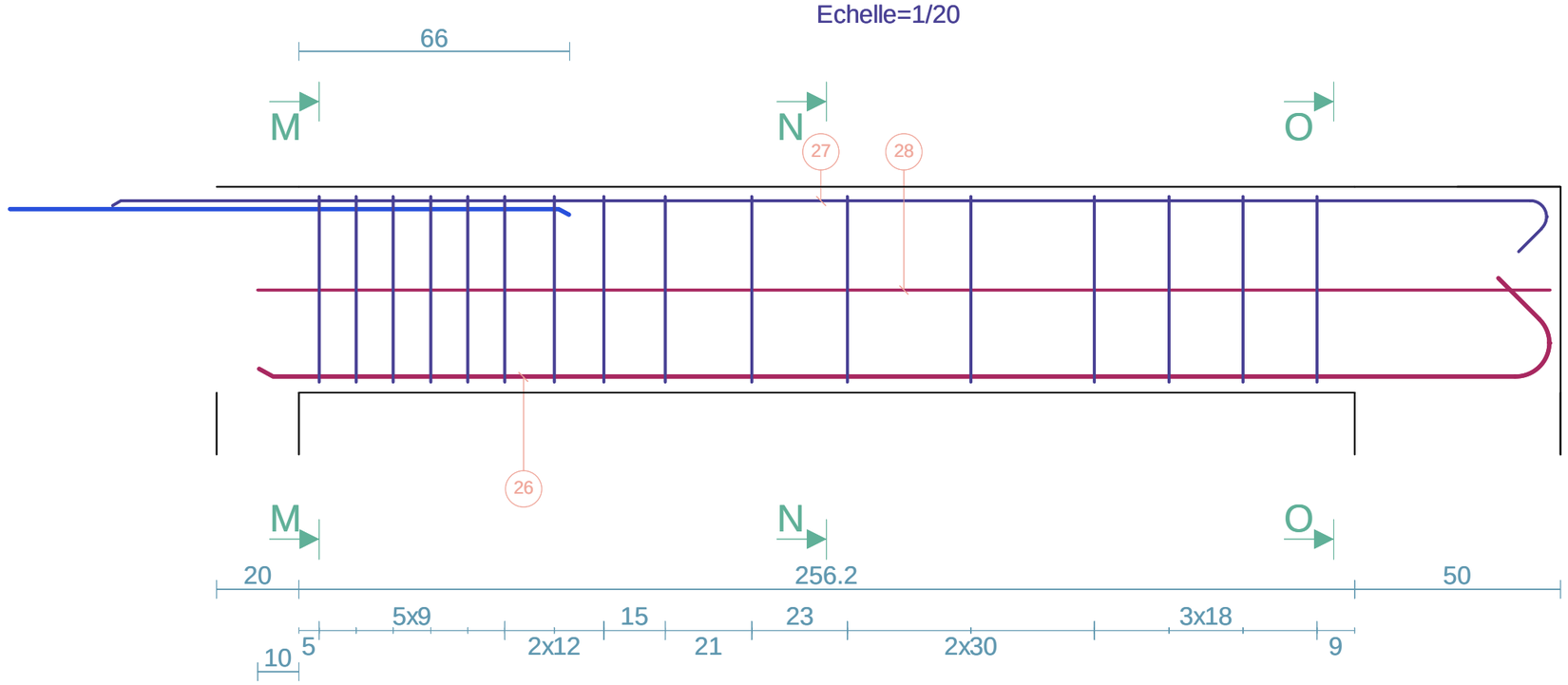
	Barre	Lg	Forme
20	2HA14	315	315
21	2HA10	154	154
22	2HA8	386	386
23	2HA8	315	315
24	7HA8	32	15
25	21HA6	132	45 / 15

Barre	Lg/Poids
HA6	27.8/6.2
HA8	16.2/6.4
HA10	3.1/1.9
HA14	6.3/7.6

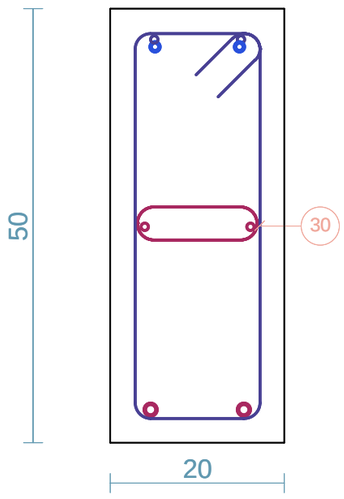
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n01 Niveau n01 PH RDC	T 1.5	Béton=0.33 m3 Acier=19.1 kg d=65.5 kg/m3 Fi=8.5 mm Cof=3.1 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	5/5
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

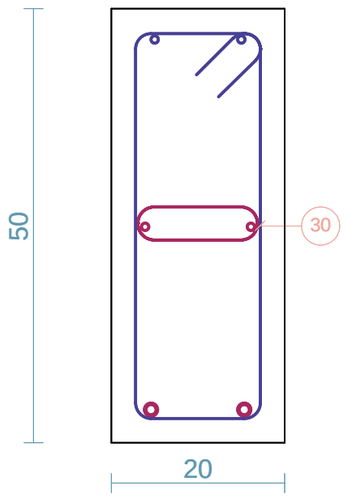
Elévation
Echelle=1/20



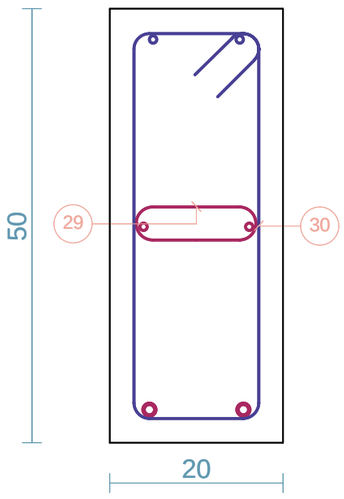
Coupe M-M
Echelle=1/10



Coupe N-N
Echelle=1/10



Coupe O-O
Echelle=1/10



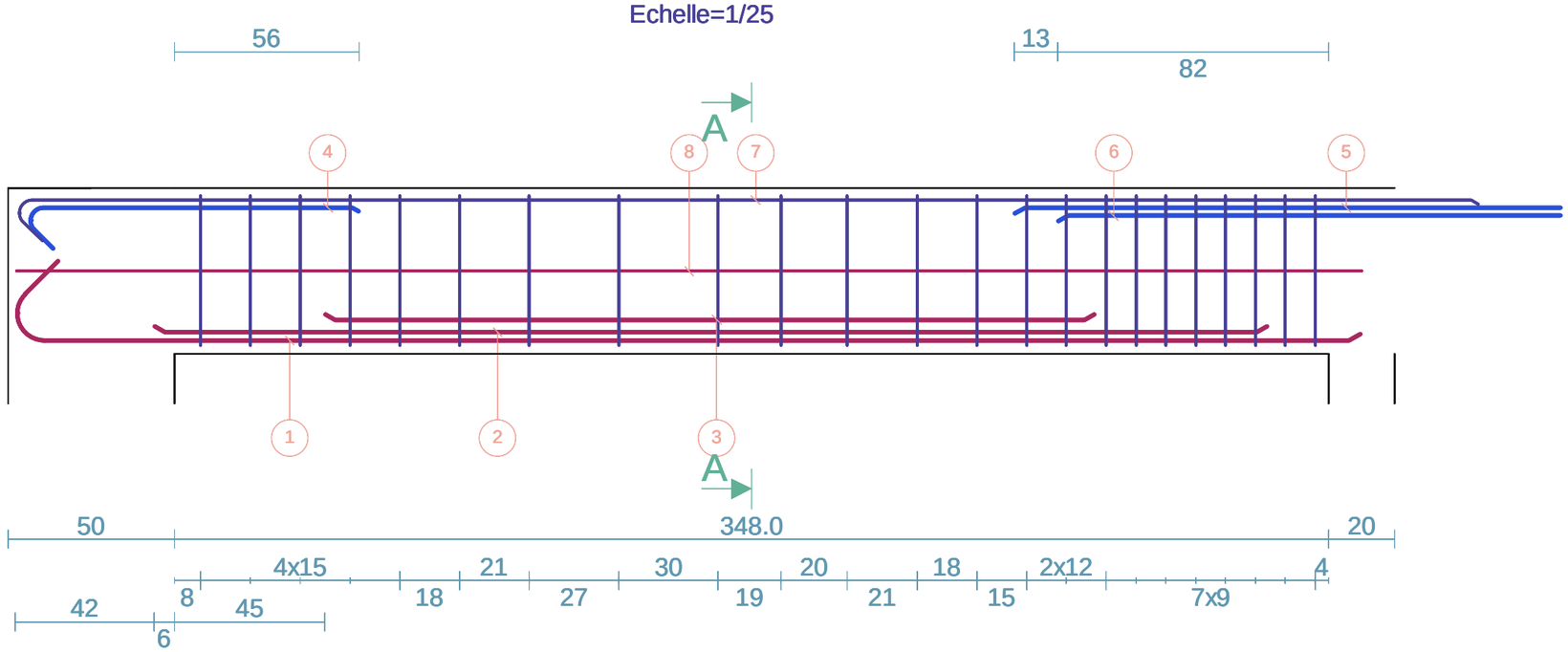
	Barre	Lg	Forme
26	2HA14	339	23 314 135°
27	2HA8	361	12 135° 348
28	2HA8	314	314
29	7HA8	32	15
30	16HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6 HA8 HA14	21.1/4.7 15.7/6.2 6.8/8.2

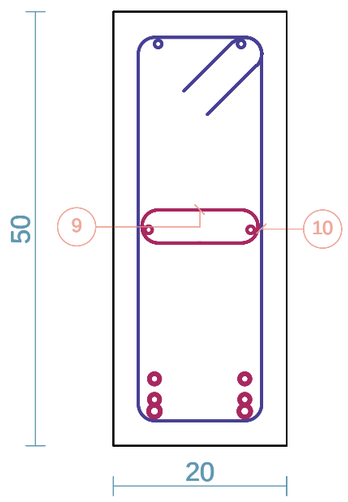
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n02 Niveau n01 PH RDC	T 2.1	Béton=0.41 m3 Acier=48.2 kg d=125.9 kg/m3 Fi=9.8 mm Cof=4.2 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	2/7
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/25



Coupe A-A
Echelle=1/10



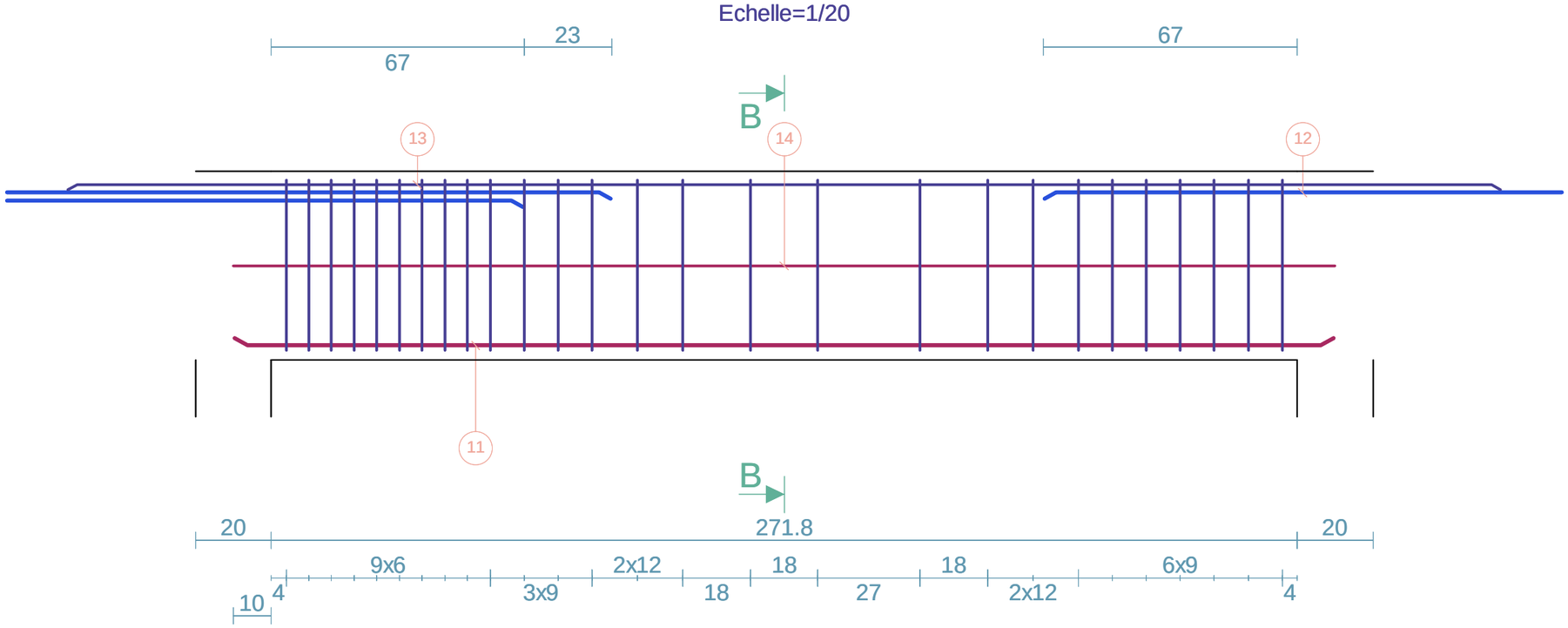
	Barre	Lg	Forme
1	2HA14	430	23 135° 406
2	2HA12	336	336
3	2HA12	232	232
4	2HA8	112	12 100 135°
5	2HA12	205	205
6	2HA12	169	169
7	2HA8	453	12 440 135°
8	2HA8	405	405
9	9HA8	32	14
10	23HA8	136	45 15

Barre	Lg/Poids
HA8 HA12 HA14	53.4/21.1 18.8/16.7 8.6/10.4

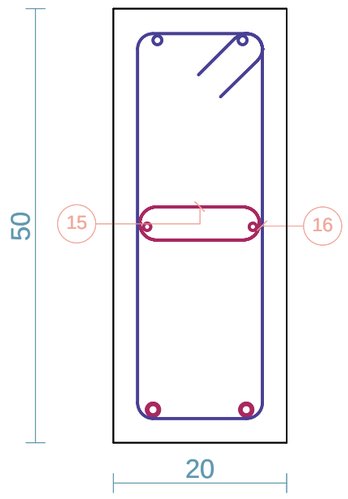
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n02 Niveau n01 PH RDC	T 2.2	Béton=0.30 m3 Acier=25.6 kg d=87.6 kg/m3 Fi=8.8 mm Cof=3.3 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	3/7
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe B-B
Echelle=1/10



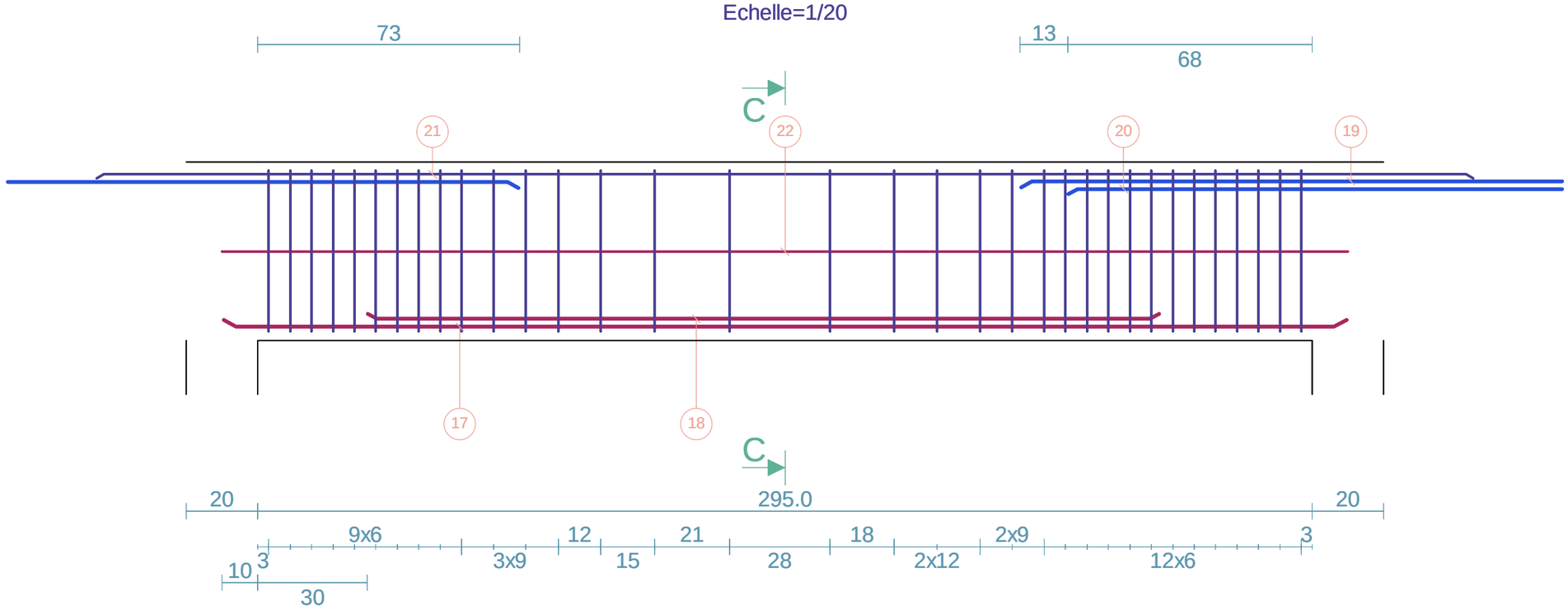
	Barre	Lg	Forme
11	2HA14	292	292
12	2HA12	160	160
13	2HA10	380	380
14	2HA8	292	292
15	6HA8	32	15
16	27HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	35.7/7.9
HA8	7.8/3.1
HA10	7.6/4.7
HA12	3.2/2.8
HA14	5.8/7.1

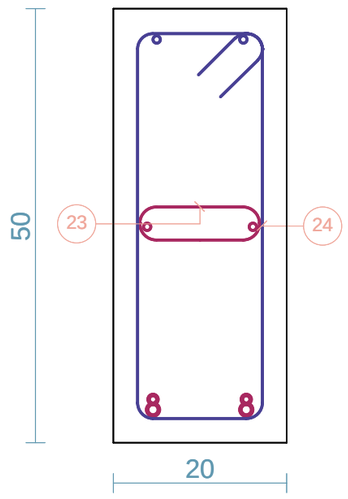
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n02 Niveau n01 PH RDC	T 2.3	Béton=0.33 m3 Acier=32.0 kg d=101.5 kg/m3 Fi=8.3 mm Cof=3.5 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	4/7
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe C-C
Echelle=1/10



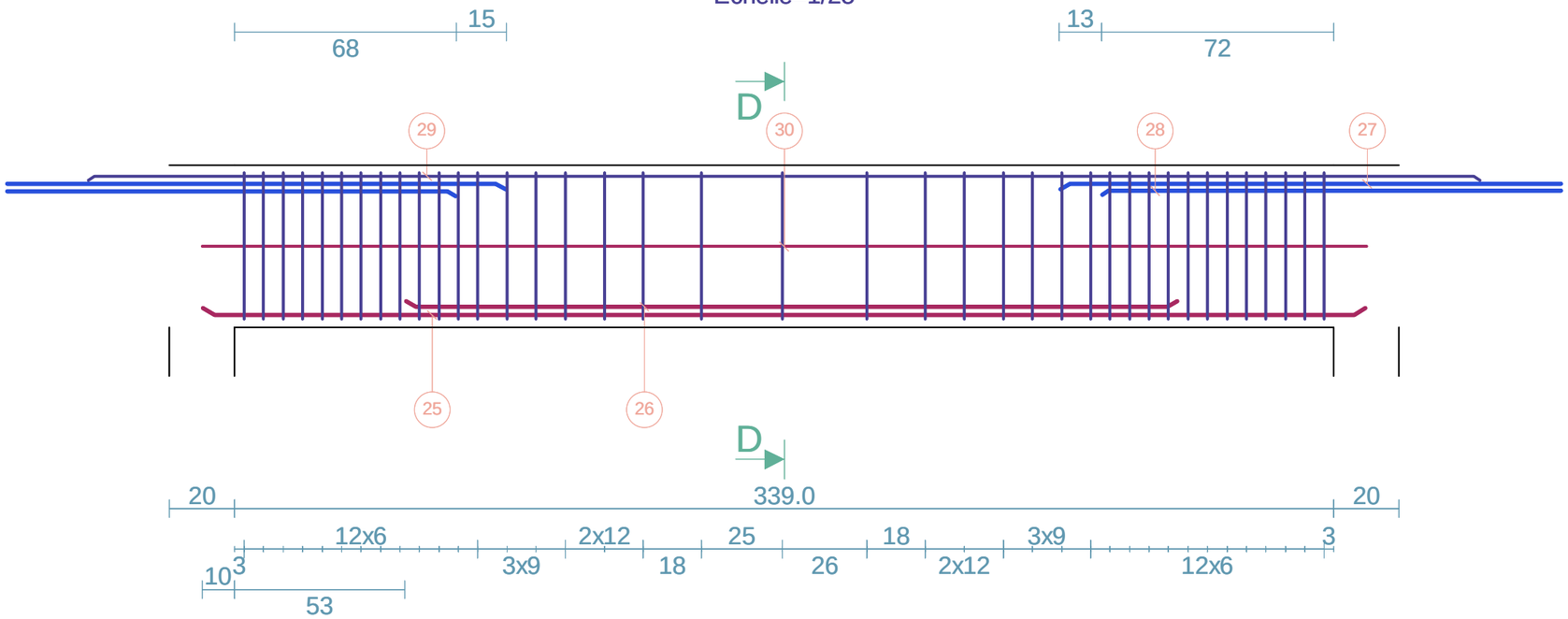
	Barre	Lg	Forme
17	2HA14	315	315
18	2HA10	222	222
19	2HA12	186	186
20	2HA10	157	157
21	2HA8	386	386
22	2HA8	315	315
23	7HA8	32	15
24	34HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	44.9/10.0
HA8	16.2/6.4
HA10	7.6/4.7
HA12	3.7/3.3
HA14	6.3/7.6

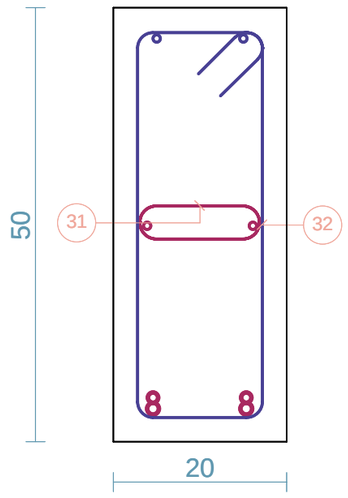
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n02 Niveau n01 PH RDC	T 2.4	Béton=0.37 m3 Acier=36.3 kg d=101.1 kg/m3 Fi=8.4 mm Cof=4.1 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	5 7
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/25



Coupe D-D
Echelle=1/10



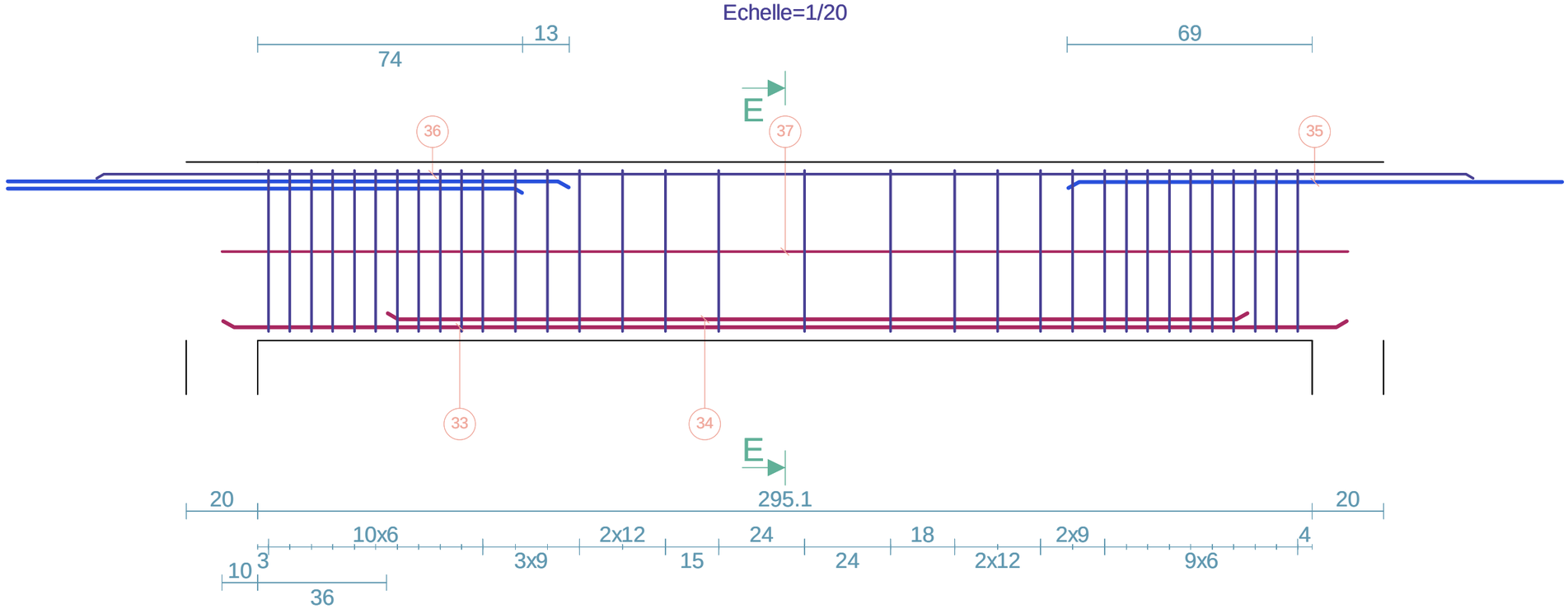
	Barre	Lg	Forme
25	2HA14	359	359
26	2HA12	238	238
27	2HA12	192	192
28	2HA8	166	166
29	2HA8	430	430
30	2HA8	359	359
31	8HA8	32	15
32	39HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	51.5/11.4
HA8	21.6/8.5
HA12	8.6/7.6
HA14	7.2/8.7

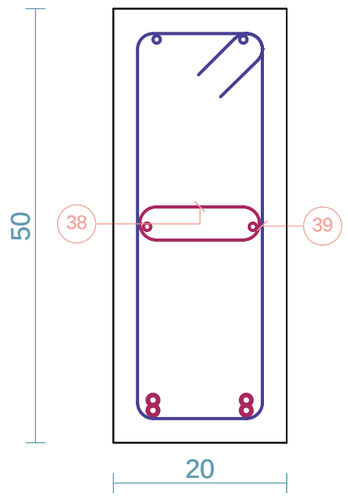
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n02 Niveau n01 PH RDC	T 2.5	Béton=0.33 m3 Acier=28.6 kg d=90.9 kg/m3 Fi=8.2 mm Cof=3.5 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	6/7
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe E-E
Echelle=1/10



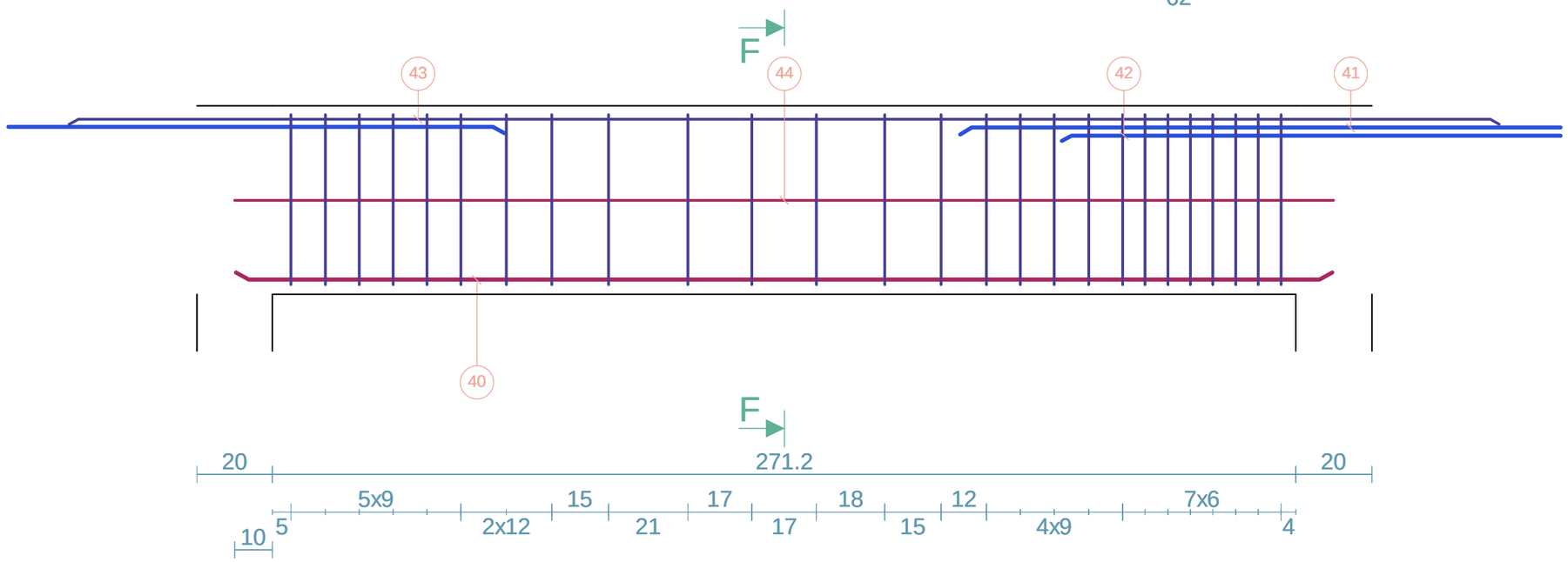
	Barre	Lg	Forme
33	2HA12	315	315
34	2HA12	241	241
35	2HA12	150	150
36	2HA8	386	386
37	2HA8	315	315
38	7HA8	32	15
39	33HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6 HA8 HA12	43.6/9.7 16.2/6.4 14.1/12.5

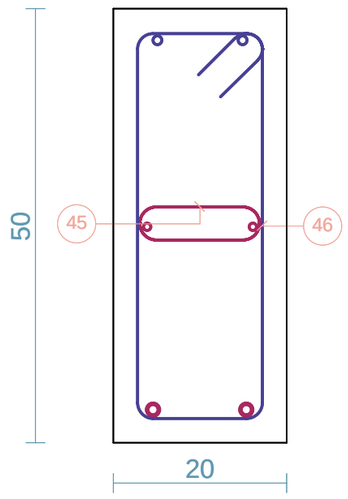
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n02 Niveau n01 PH RDC	T 2.6	Béton=0.30 m3 Acier=28.1 kg d=96.6 kg/m3 Fi=8.7 mm Cof=3.3 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	7/7
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe F-F
Echelle=1/10



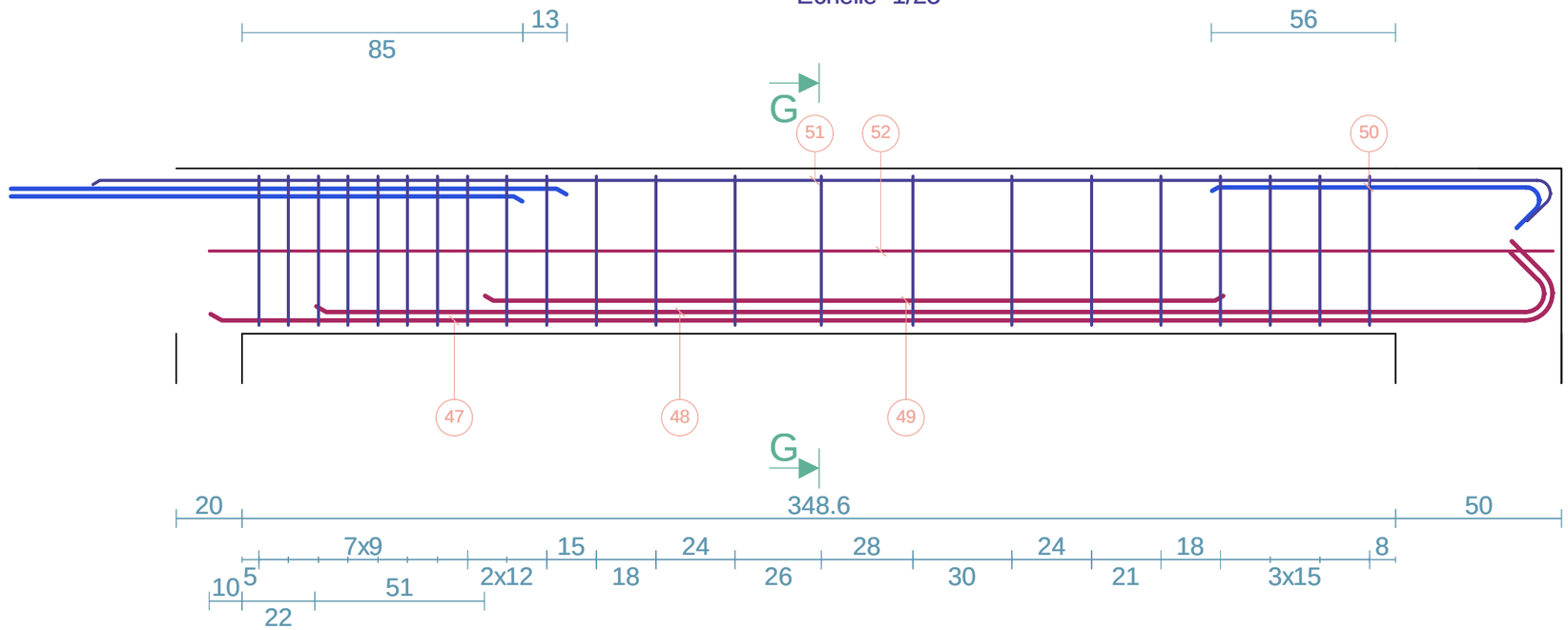
	Barre	Lg	Forme
40	2HA14	291	291
41	2HA12	207	207
42	2HA10	167	167
43	2HA10	379	379
44	2HA8	291	291
45	6HA8	32	15
46	26HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	34.4/7.6
HA8	7.7/3.1
HA10	10.9/6.7
HA12	4.1/3.7
HA14	5.8/7.0

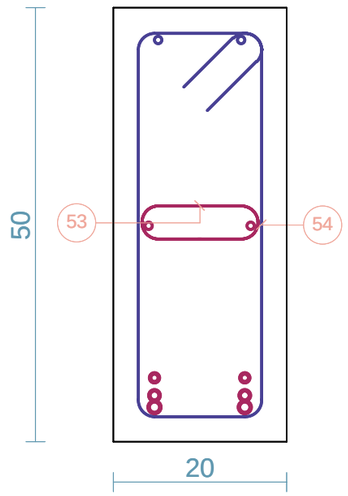
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n02 Niveau n01 PH RDC	T 2.7	Béton=0.42 m3 Acier=40.7 kg d=106.0 kg/m3 Fi=9.7 mm Cof=4.2 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	8 8
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/25



Coupe G-G
Echelle=1/10



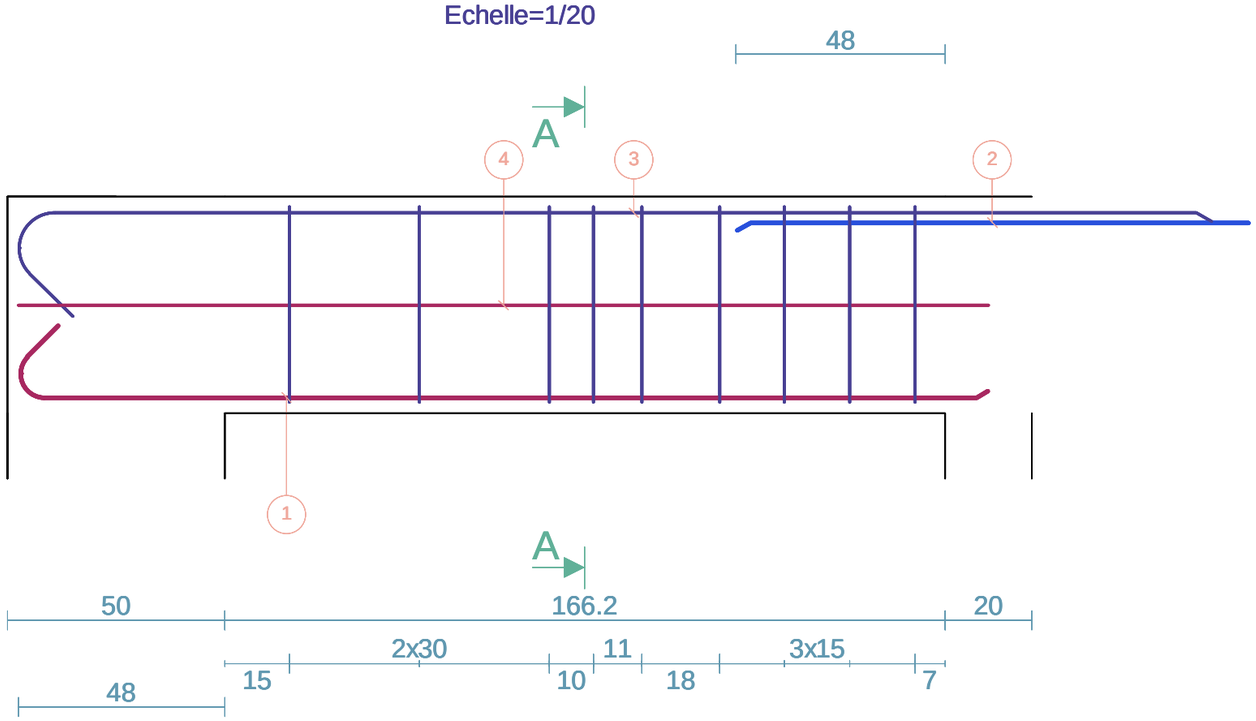
	Barre	Lg	Forme
47	2HA14	431	23 407 135°
48	2HA12	391	18 372 135°
49	2HA10	224	224
50	2HA8	112	12 135° 100
51	2HA8	454	12 135° 441
52	2HA8	406	406
53	9HA8	32	14
54	22HA8	136	45 15

Barre	Lg/Poids
HA8	52.1/20.6
HA10	4.5/2.8
HA12	7.8/6.9
HA14	8.6/10.4

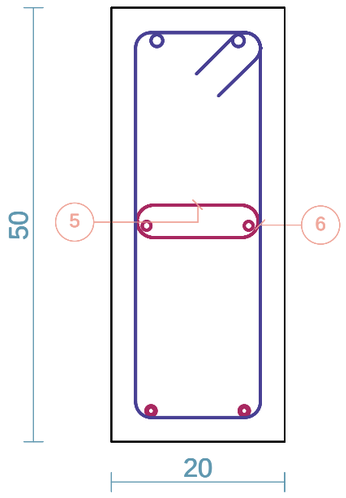
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n03 Niveau n01 PH RDC	T 3.1	Béton=0.23 m3 Acier=18.8 kg d=93.4 kg/m3 Fi=9.8 mm Cof=2.0 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	3/9
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe A-A
Echelle=1/10



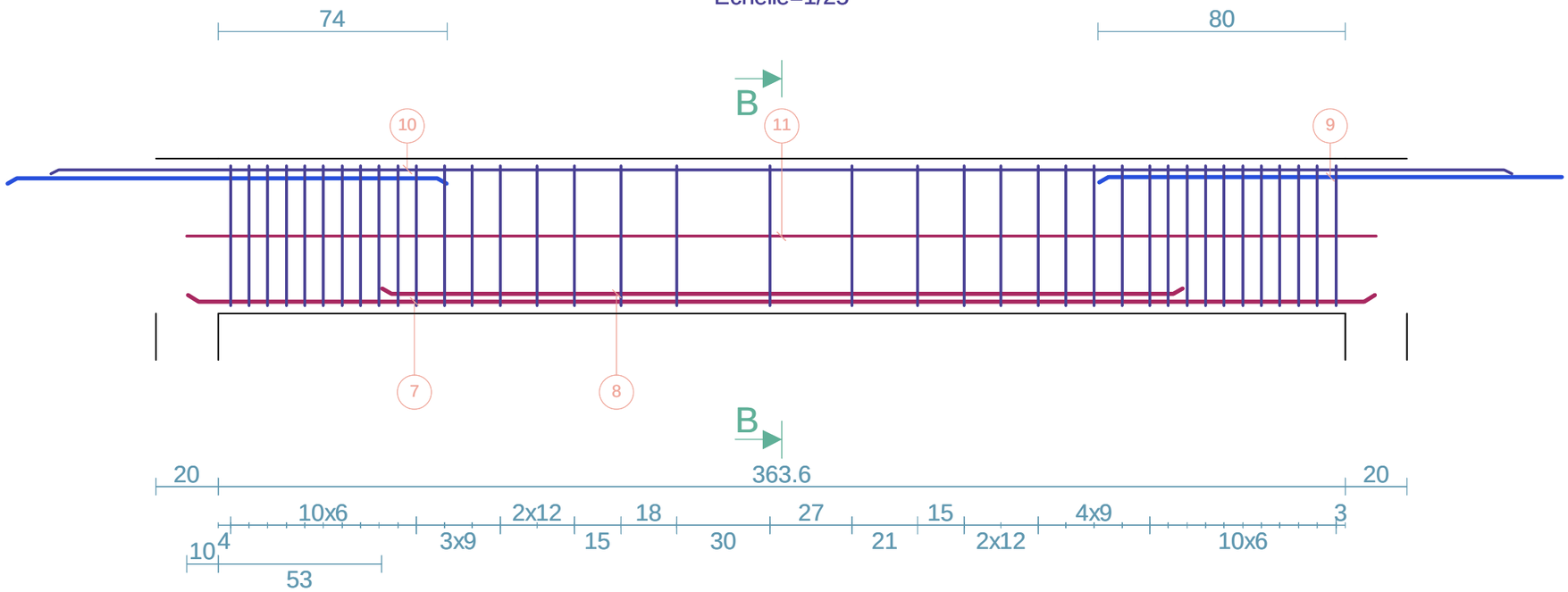
	Barre	Lg	Forme
1	2HA10	241	16 135° 224
2	2HA12	142	142
3	2HA14	300	23 276 135°
4	2HA10	224	224
5	5HA8	32	15
6	9HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	11.9/2.6
HA8	1.6/0.6
HA10	9.3/5.7
HA12	2.8/2.5
HA14	6.0/7.3

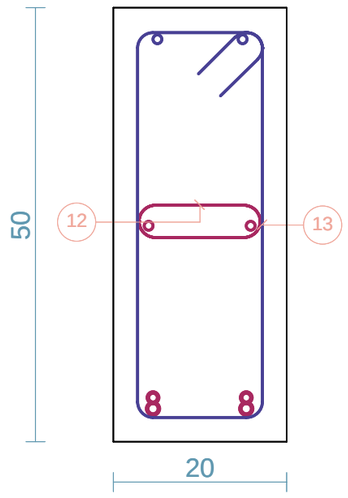
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n03 Niveau n01 PH RDC	T 3.2	Béton=0.39 m3 Acier=39.7 kg d=103.5 kg/m3 Fi=8.8 mm Cof=4.4 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	4/9
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/25



Coupe B-B
Echelle=1/10



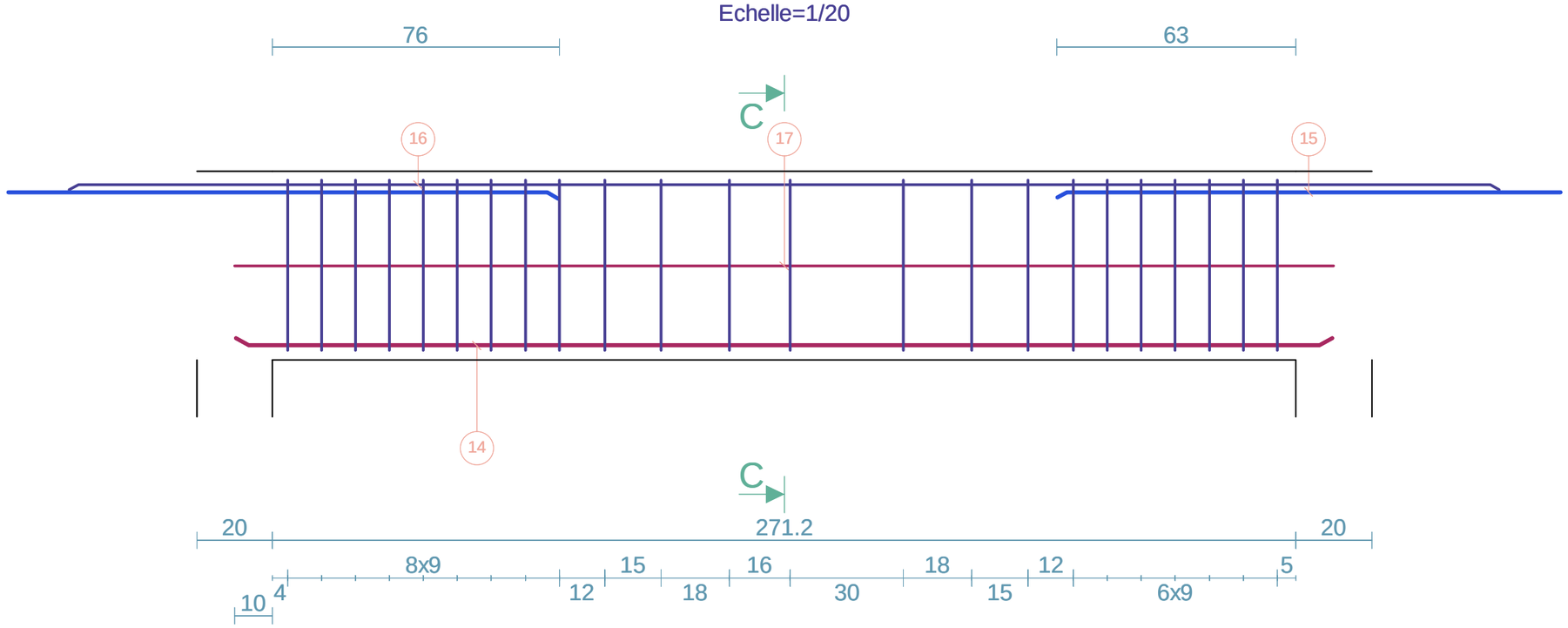
	Barre	Lg	Forme
7	2HA14	384	384
8	2HA12	259	259
9	2HA12	176	176
10	2HA10	472	472
11	2HA10	384	384
12	8HA8	32	15
13	38HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	50.2/11.1
HA8	2.6/1.0
HA10	17.1/10.6
HA12	8.7/7.7
HA14	7.7/9.3

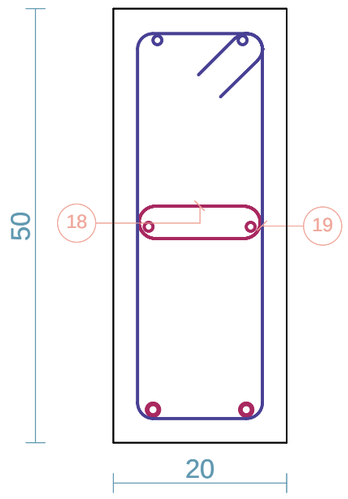
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n03 Niveau n01 PH RDC	T 3.3	Béton=0.30 m3 Acier=24.6 kg d=84.6 kg/m3 Fi=8.8 mm Cof=3.3 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	5/9
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe C-C
Echelle=1/10



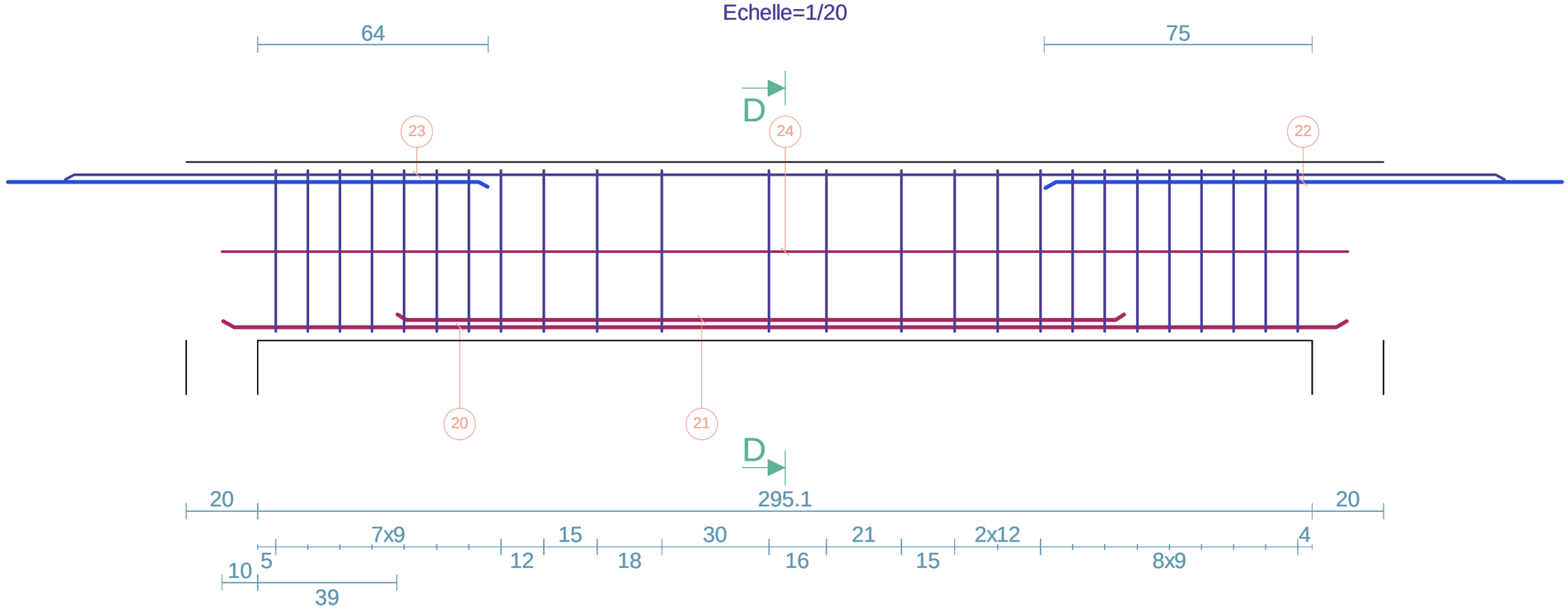
	Barre	Lg	Forme
14	2HA14	291	291
15	2HA10	148	148
16	2HA10	379	379
17	2HA10	291	291
18	6HA8	32	15
19	23HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	30.4/6.7
HA8	1.9/0.8
HA10	16.4/10.1
HA14	5.8/7.0

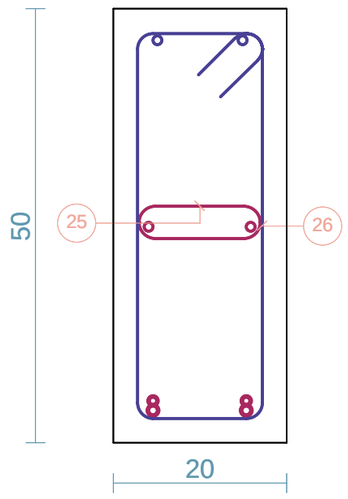
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n03 Niveau n01 PH RDC	T 3.4	Béton=0.33 m3 Acier=28.2 kg d=89.3 kg/m3 Fi=8.6 mm Cof=3.5 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	6/9
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe D-D
Echelle=1/10



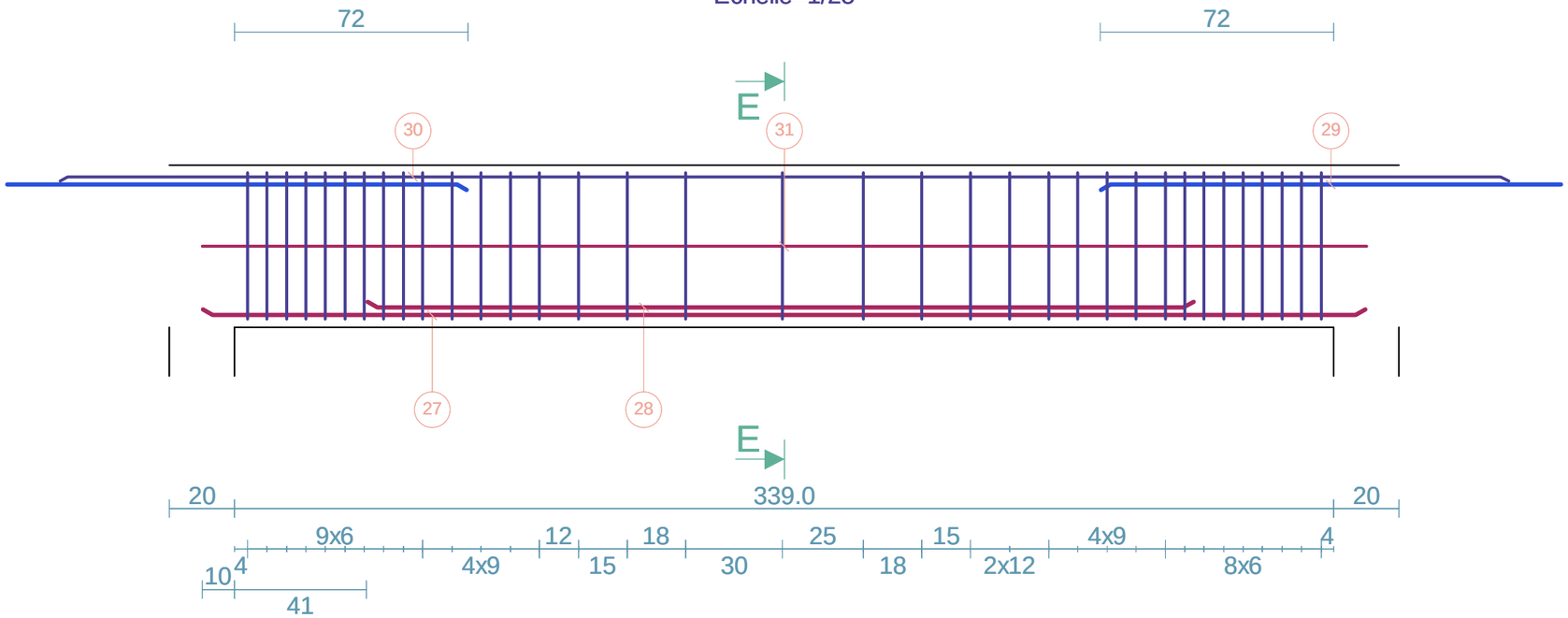
	Barre	Lg	Forme
20	2HA12	315	315
21	2HA10	204	204
22	2HA12	167	167
23	2HA10	403	403
24	2HA10	315	315
25	7HA8	32	15
26	25HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	33.0/7.3
HA8	2.2/0.9
HA10	18.4/11.4
HA12	9.6/8.6

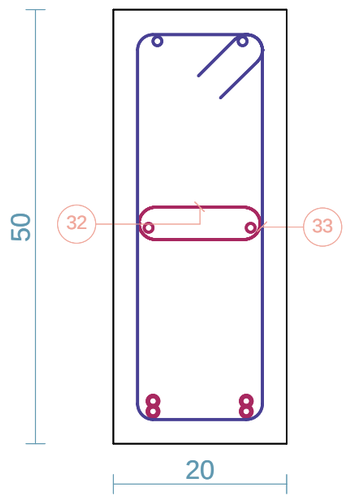
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n03 Niveau n01 PH RDC	T 3.5	Béton=0.37 m3 Acier=35.1 kg d=97.7 kg/m3 Fi=8.6 mm Cof=4.1 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	7/9
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/25



Coupe E-E
Echelle=1/10



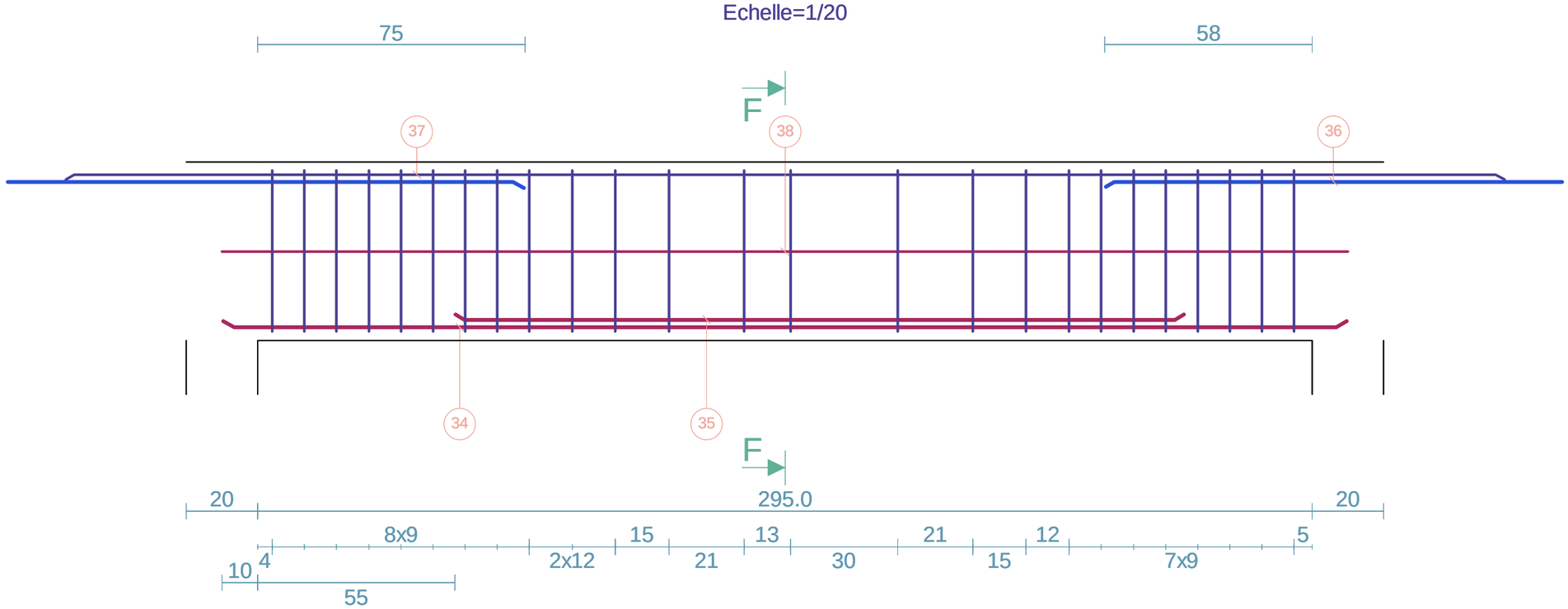
	Barre	Lg	Forme
27	2HA12	359	359
28	2HA12	255	255
29	2HA12	167	167
30	2HA10	447	447
31	2HA10	359	359
32	8HA8	32	15
33	35HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	46.3/10.3
HA8	2.6/1.0
HA10	16.1/9.9
HA12	15.6/13.9

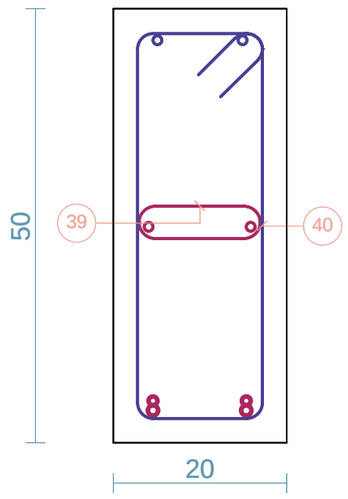
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n03 Niveau n01 PH RDC	T 3.6	Béton=0.33 m3 Acier=26.9 kg d=85.3 kg/m3 Fi=8.6 mm Cof=3.5 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	8/9
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe F-F
Echelle=1/10



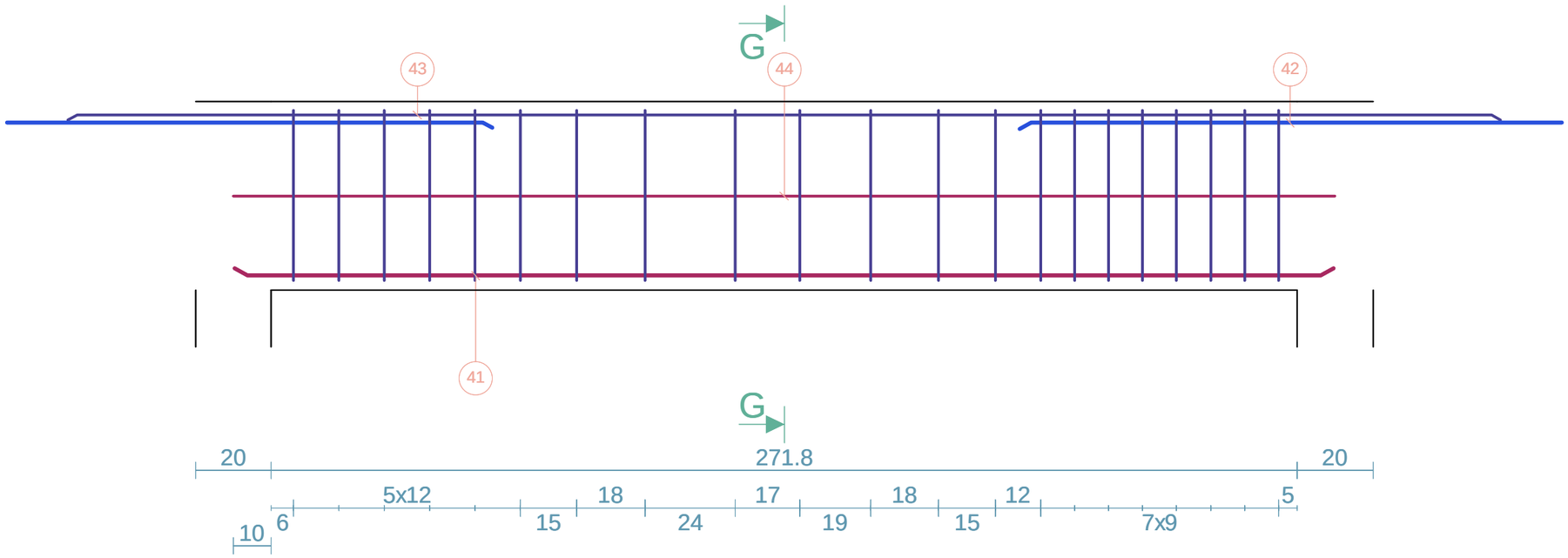
	Barre	Lg	Forme
34	2HA12	315	315
35	2HA10	204	204
36	2HA10	137	137
37	2HA10	403	403
38	2HA10	315	315
39	7HA8	32	15
40	25HA6	132	45 / 15

Barre	Lg/Poids
HA6	33.0/7.3
HA8	2.2/0.9
HA10	21.2/13.1
HA12	6.3/5.6

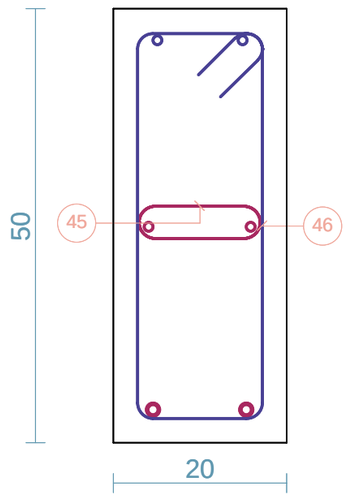
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n03 Niveau n01 PH RDC	T 3.7	Béton=0.30 m3 Acier=25.2 kg d=86.5 kg/m3 Fi=8.9 mm Cof=3.3 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	9 9
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe G-G
Echelle=1/10



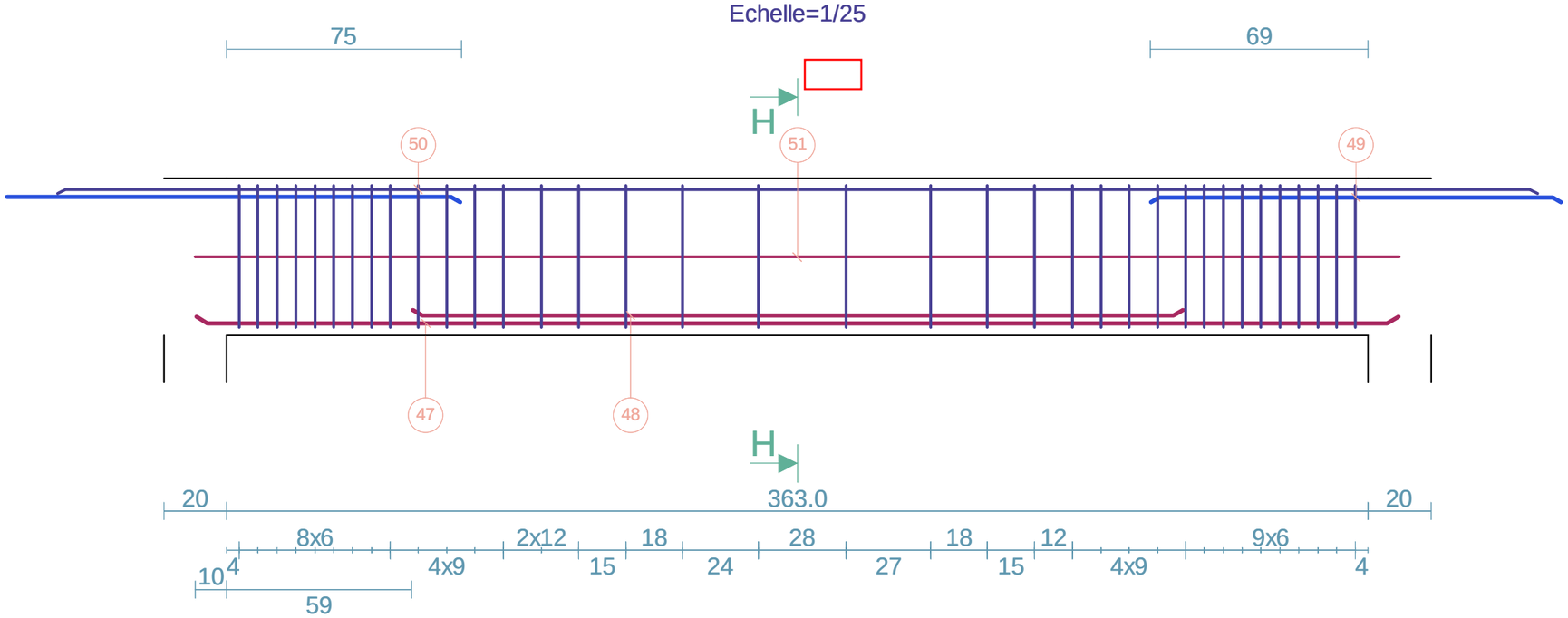
	Barre	Lg	Forme
41	2HA14	292	292
42	2HA12	168	168
43	2HA10	380	380
44	2HA10	292	292
45	6HA8	32	15
46	21HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	27.8/6.2
HA8	1.9/0.8
HA10	13.4/8.3
HA12	3.4/3.0
HA14	5.8/7.1

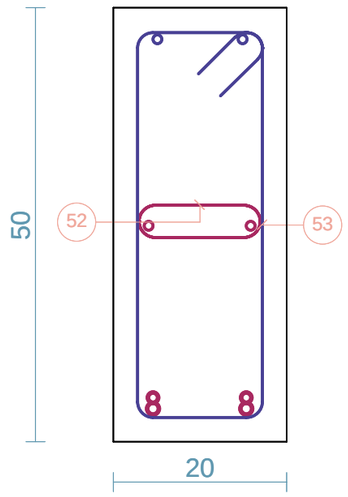
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n03 Niveau n01 PH RDC	T 3.8	Béton=0.39 m3 Acier=37.3 kg d=97.5 kg/m3 Fi=8.7 mm Cof=4.4 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	10/10
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/25



Coupe H-H
Echelle=1/10



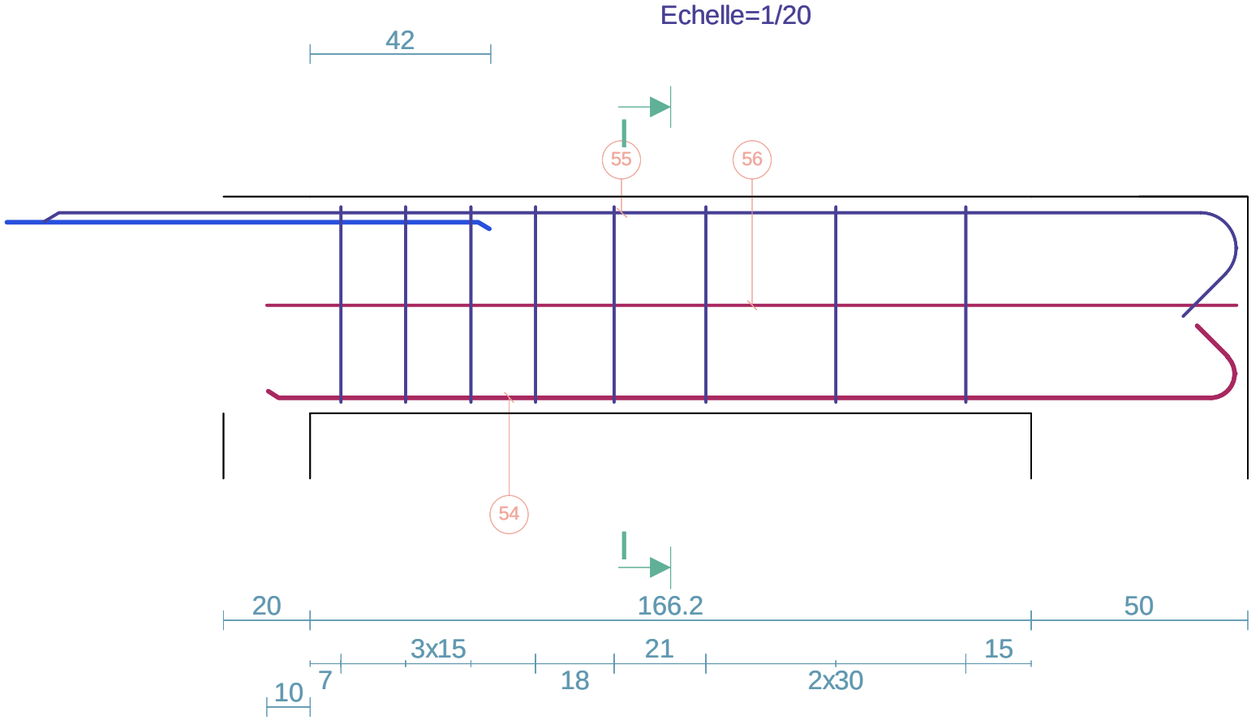
	Barre	Lg	Forme
47	2HA14	383	383
48	2HA12	246	246
49	2HA10	131	131
50	2HA10	471	471
51	2HA10	383	383
52	8HA8	32	15
53	36HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	47.6/10.6
HA8	2.6/1.0
HA10	19.7/12.2
HA12	4.9/4.4
HA14	7.7/9.3

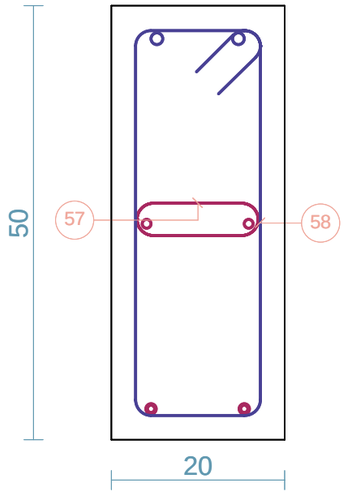
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n03 Niveau n01 PH RDC	T 3.9	Béton=0.24 m3 Acier=16.0 kg d=79.4 kg/m3 Fi=9.7 mm Cof=2.0 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	11/11
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe I-I
Echelle=1/10



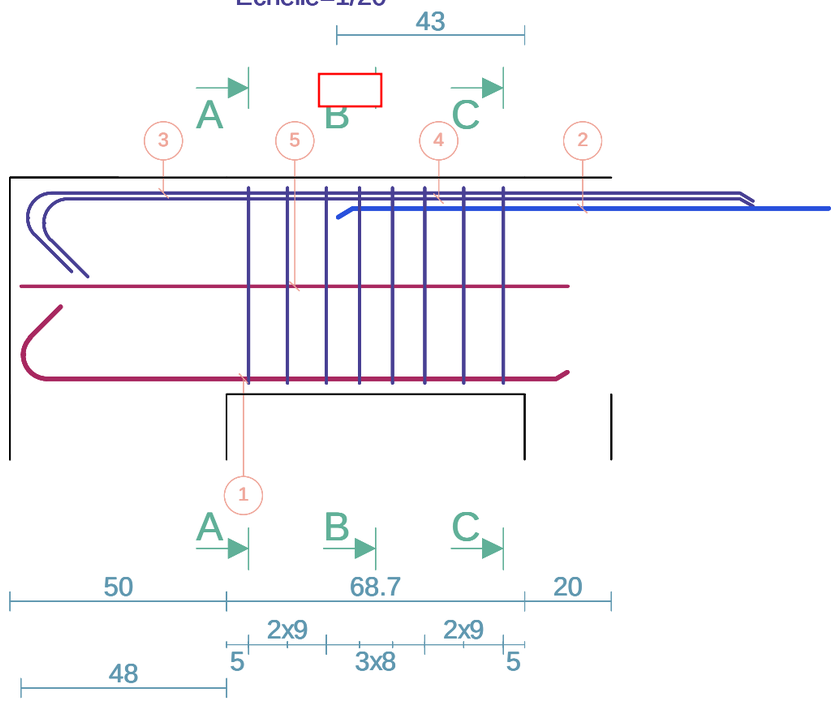
	Barre	Lg	Forme
54	2HA10	241	16 224 135°
55	2HA14	300	23 135° 276
56	2HA10	224	224
57	5HA8	32	15
58	8HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	10.6/2.3
HA8	1.6/0.6
HA10	9.3/5.7
HA14	6.0/7.3

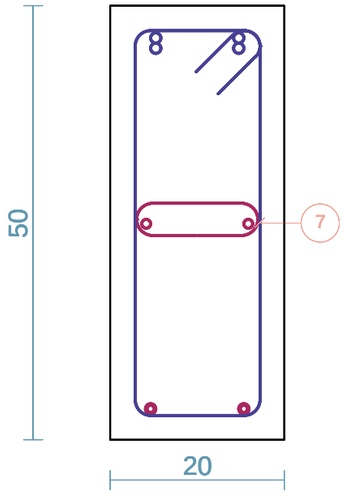
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n04 Niveau n01 PH RDC	T 4.1	Béton=0.13 m3 Acier=16.1 kg d=155.1 kg/m3 Fi=9.8 mm Cof=0.8 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	4/9
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

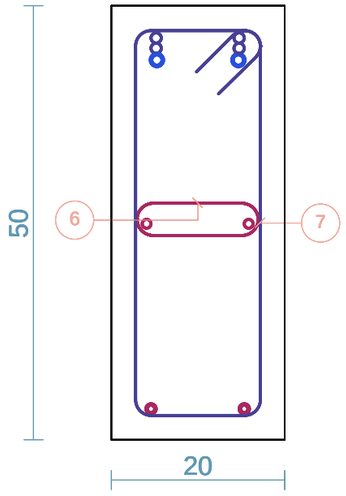
Elévation
Echelle=1/20



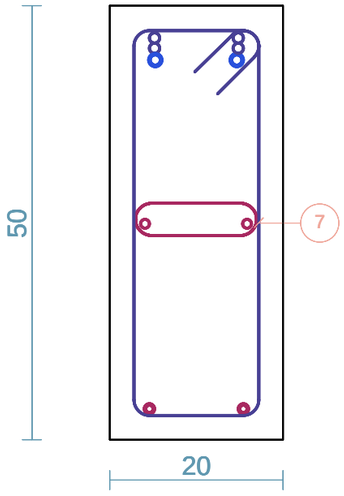
Coupe A-A
Echelle=1/10



Coupe B-B
Echelle=1/10



Coupe C-C
Echelle=1/10



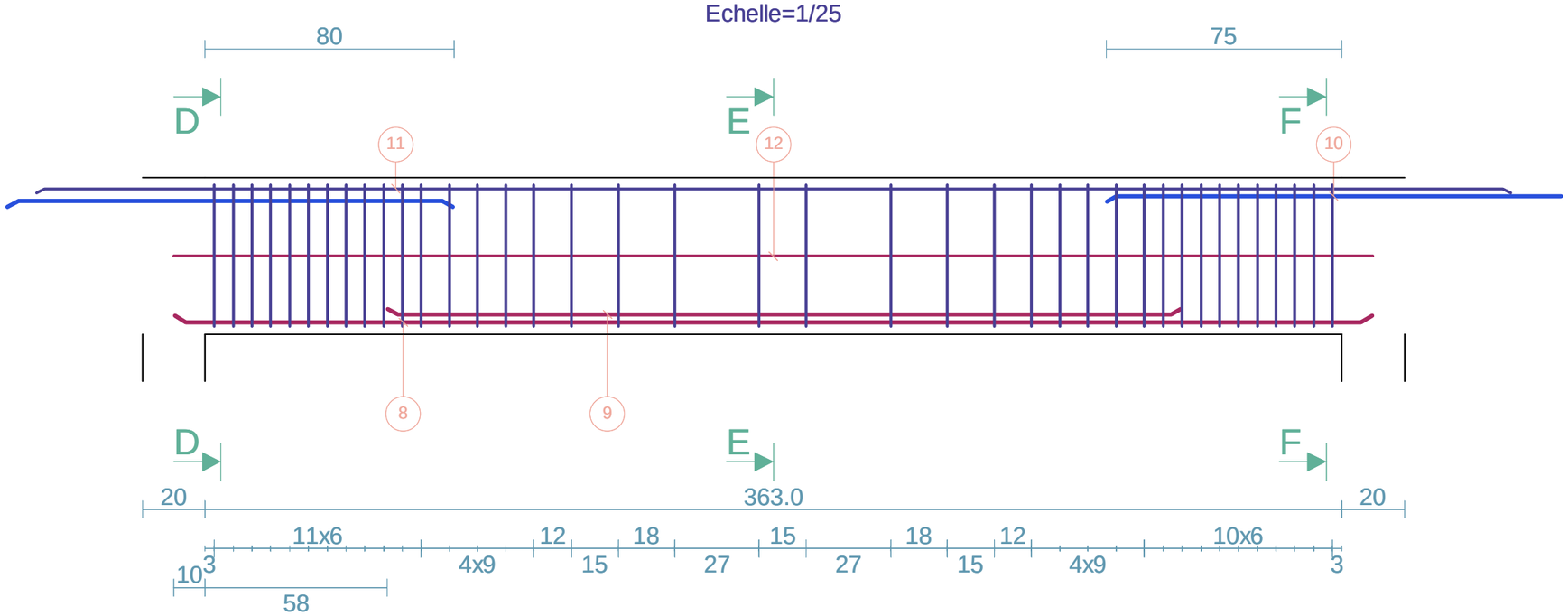
	Barre	Lg	Forme
1	2HA10	143	16 135° 126
2	2HA14	143	143
3	2HA12	187	18 168 135°
4	2HA12	183	18 164 135°
5	2HA10	126	126
6	3HA8	32	15
7	8HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	10.6/2.3
HA8	1.0/0.4
HA10	5.4/3.3
HA12	7.4/6.6
HA14	2.9/3.5

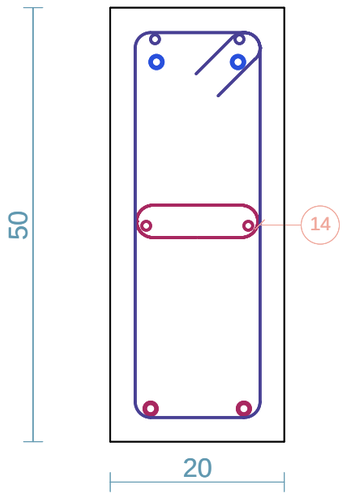
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n04 Niveau n01 PH RDC	T 4.2	Béton=0.39 m3 Acier=39.8 kg d=103.9 kg/m3 Fi=8.8 mm Cof=4.4 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	5/9
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

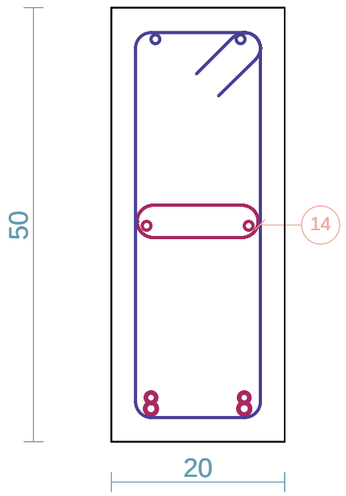
Elévation
Echelle=1/25



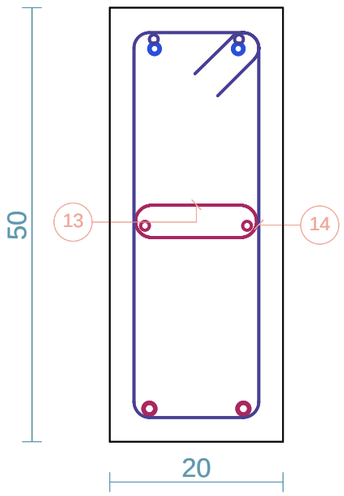
Coupe D-D
Echelle=1/10



Coupe E-E
Echelle=1/10



Coupe F-F
Echelle=1/10



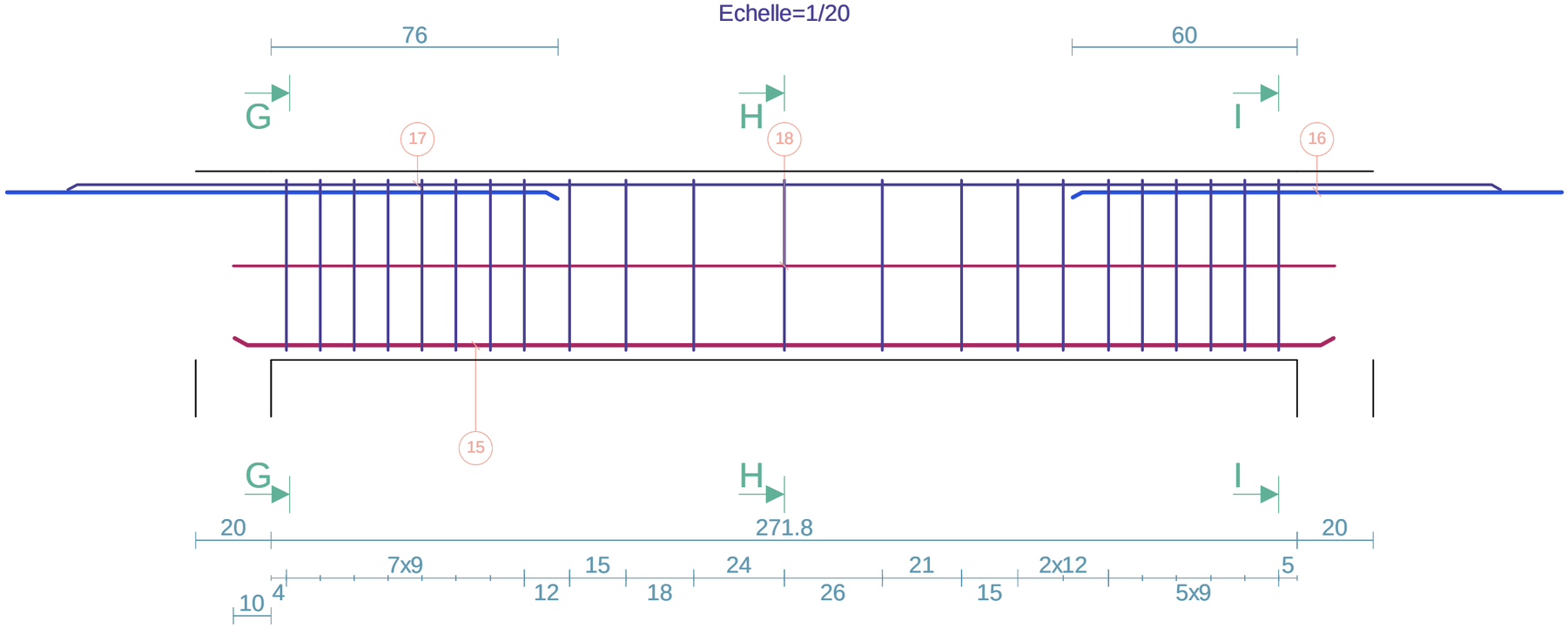
	Barre	Lg	Forme
8	2HA14	383	383
9	2HA12	254	254
10	2HA12	171	171
11	2HA10	471	471
12	2HA10	383	383
13	8HA8	32	15
14	39HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	51.5/11.4
HA8	2.6/1.0
HA10	17.1/10.5
HA12	8.5/7.5
HA14	7.7/9.3

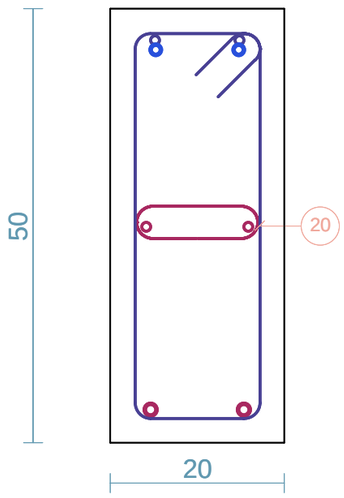
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n04 Niveau n01 PH RDC	T 4.3	Béton=0.30 m3 Acier=24.3 kg d=83.2 kg/m3 Fi=8.9 mm Cof=3.3 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	6/9
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

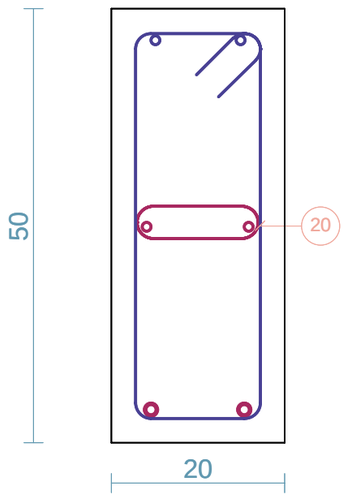
Elévation
Echelle=1/20



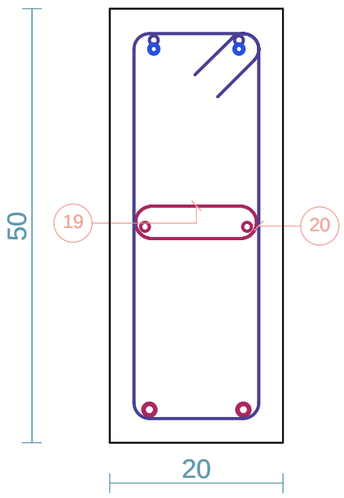
Coupe G-G
Echelle=1/10



Coupe H-H
Echelle=1/10



Coupe I-I
Echelle=1/10



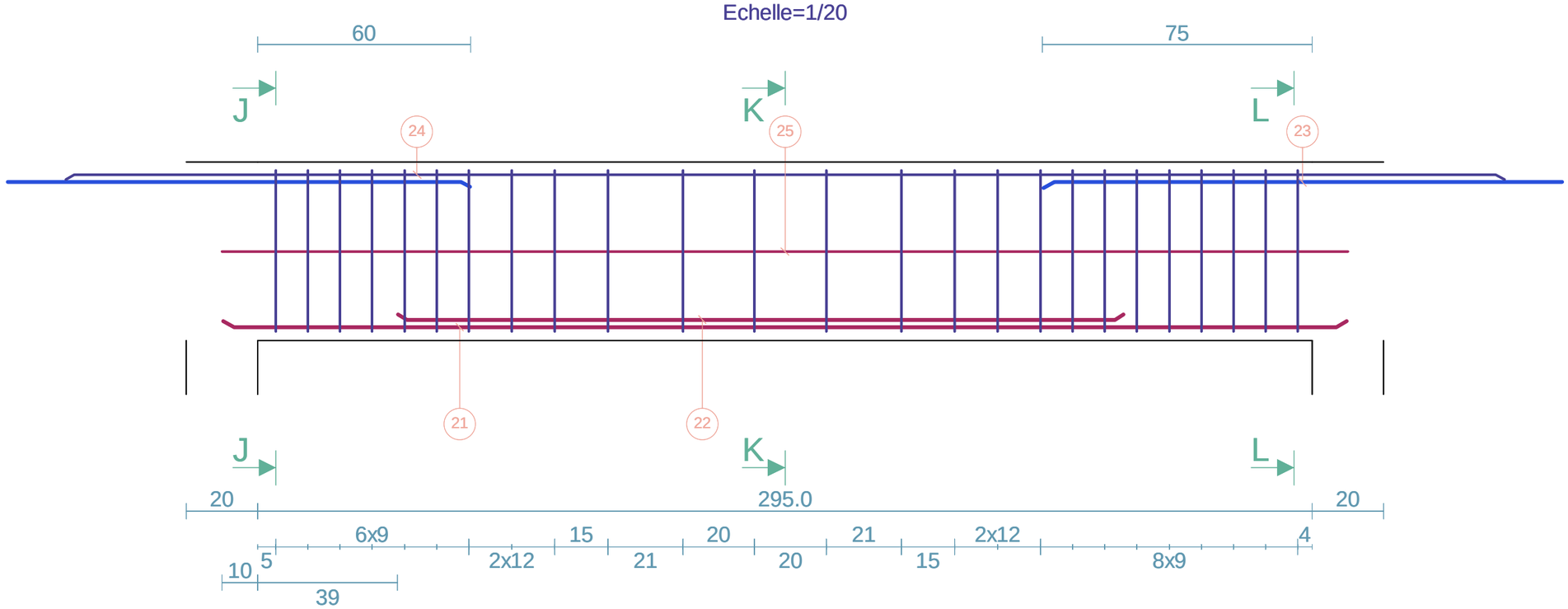
	Barre	Lg	Forme
15	2HA14	292	292
16	2HA10	139	139
17	2HA10	380	380
18	2HA10	292	292
19	6HA8	32	15
20	22HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	29.1/6.5
HA8	1.9/0.8
HA10	16.2/10.0
HA14	5.8/7.1

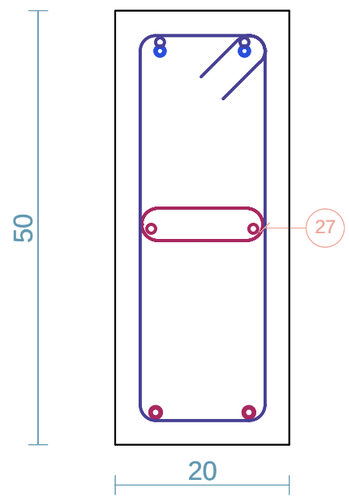
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n04 Niveau n01 PH RDC	T 4.4	Béton=0.33 m3 Acier=28.1 kg d=89.3 kg/m3 Fi=8.6 mm Cof=3.5 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	7/9
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

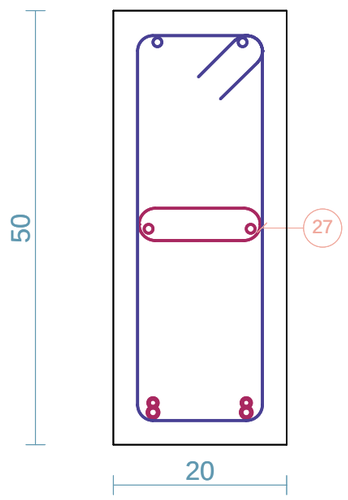
Elévation
Echelle=1/20



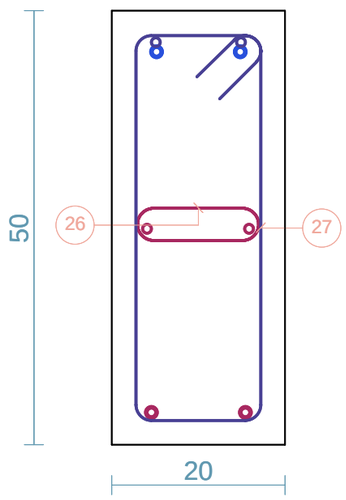
Coupe J-J
Echelle=1/10



Coupe K-K
Echelle=1/10



Coupe L-L
Echelle=1/10



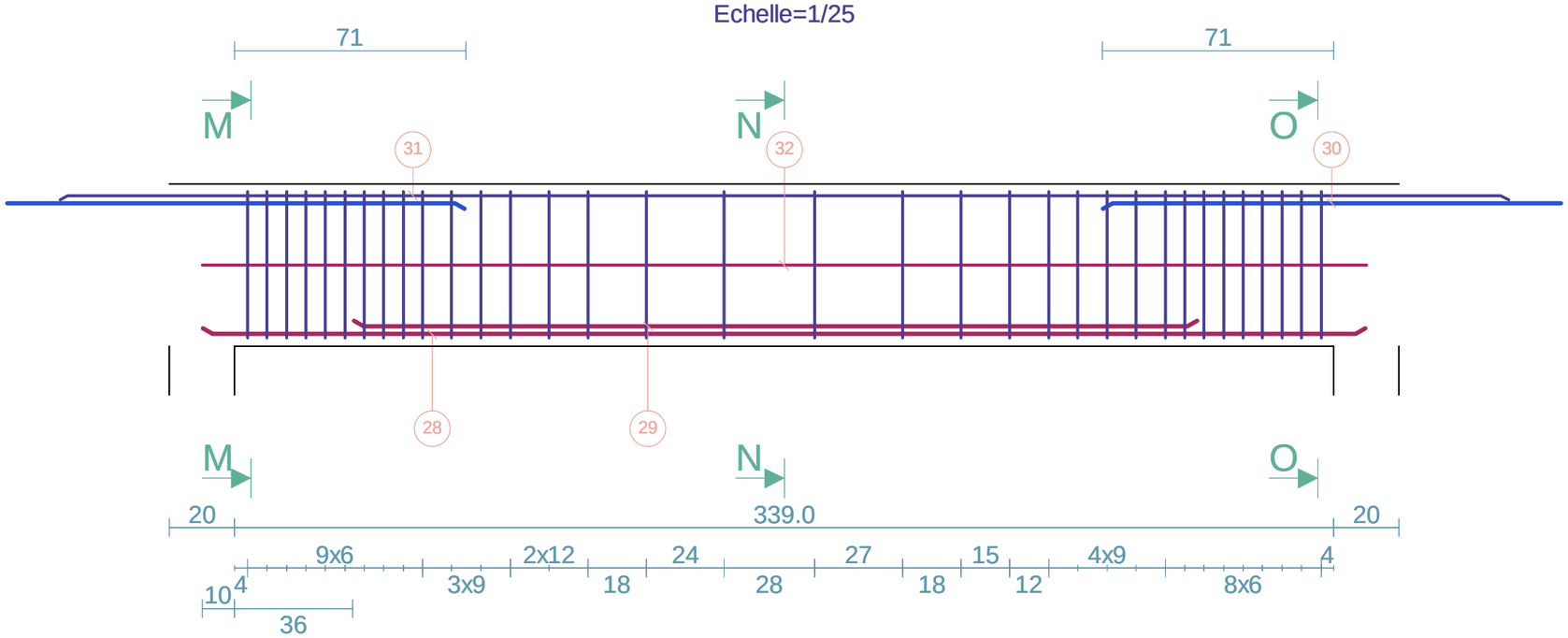
	Barre	Lg	Forme
21	2HA12	315	315
22	2HA10	204	204
23	2HA12	167	167
24	2HA10	403	403
25	2HA10	315	315
26	7HA8	32	15
27	25HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	33.0/7.3
HA8	2.2/0.9
HA10	18.4/11.4
HA12	9.6/8.6

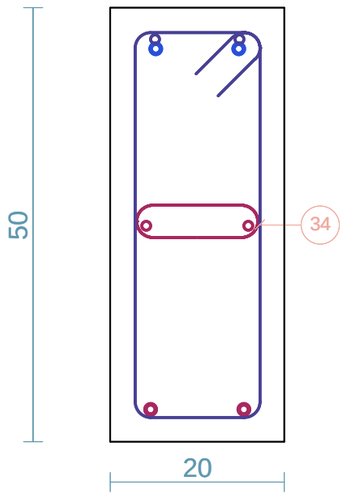
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n04 Niveau n01 PH RDC	T 4.5	Béton=0.37 m3 Acier=34.9 kg d=97.2 kg/m3 Fi=8.6 mm Cof=4.1 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	8/9
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

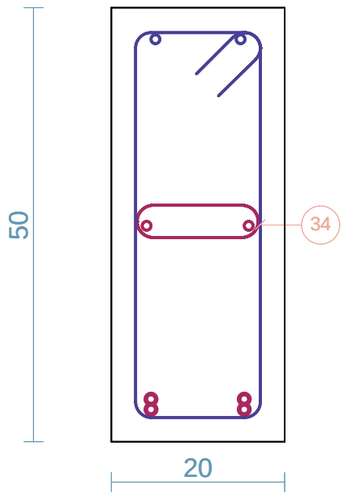
Elévation
Echelle=1/25



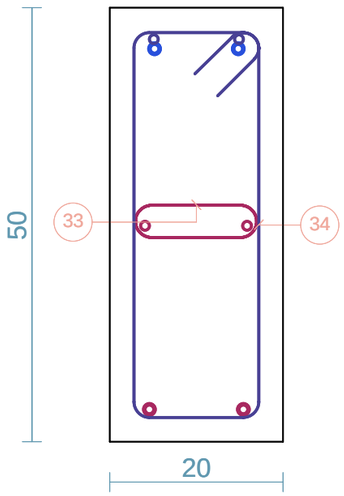
Coupe M-M
Echelle=1/10



Coupe N-N
Echelle=1/10



Coupe O-O
Echelle=1/10



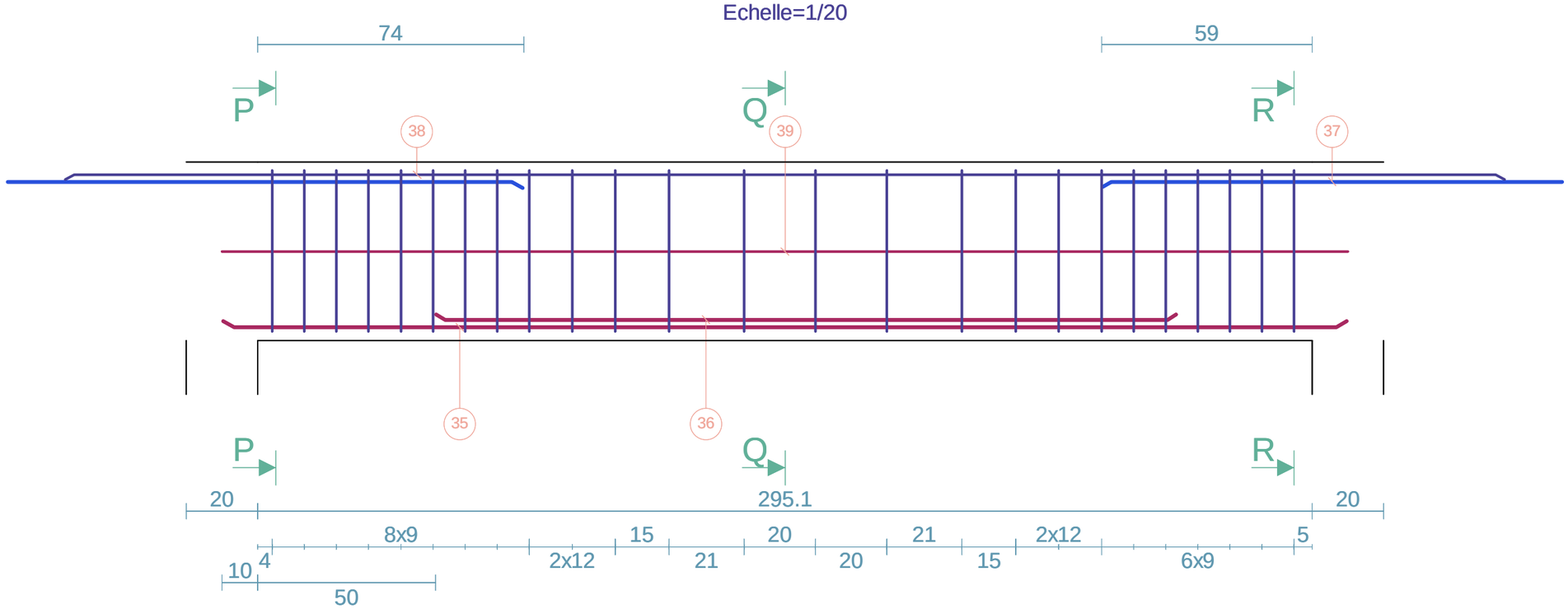
	Barre	Lg	Forme
28	2HA12	359	359
29	2HA12	261	261
30	2HA12	166	166
31	2HA10	447	447
32	2HA10	359	359
33	8HA8	32	15
34	34HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	44.9/10.0
HA8	2.6/1.0
HA10	16.1/9.9
HA12	15.7/13.9

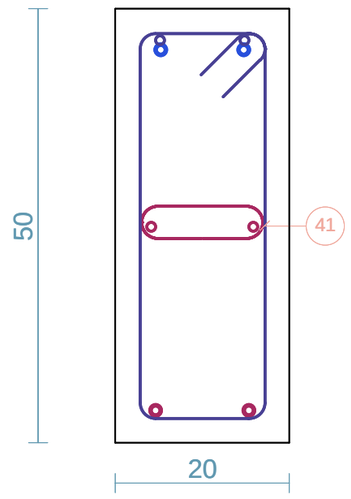
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n04 Niveau n01 PH RDC	T 4.6	Béton=0.33 m3 Acier=26.9 kg d=85.5 kg/m3 Fi=8.6 mm Cof=3.5 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	9/9
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

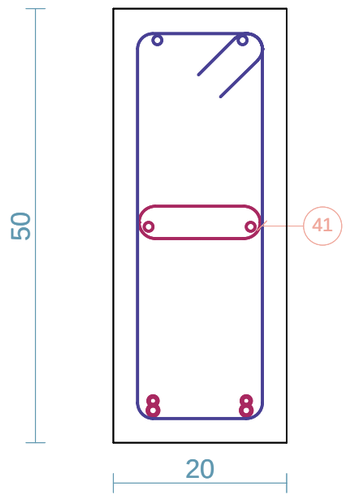
Elévation
Echelle=1/20



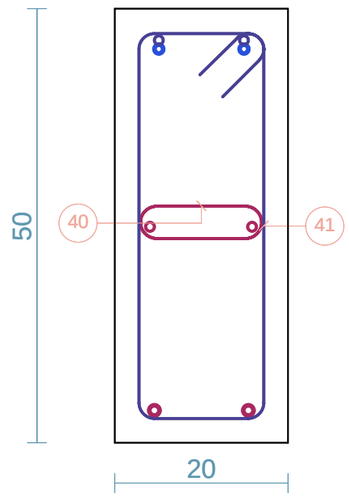
Coupe P-P
Echelle=1/10



Coupe Q-Q
Echelle=1/10



Coupe R-R
Echelle=1/10



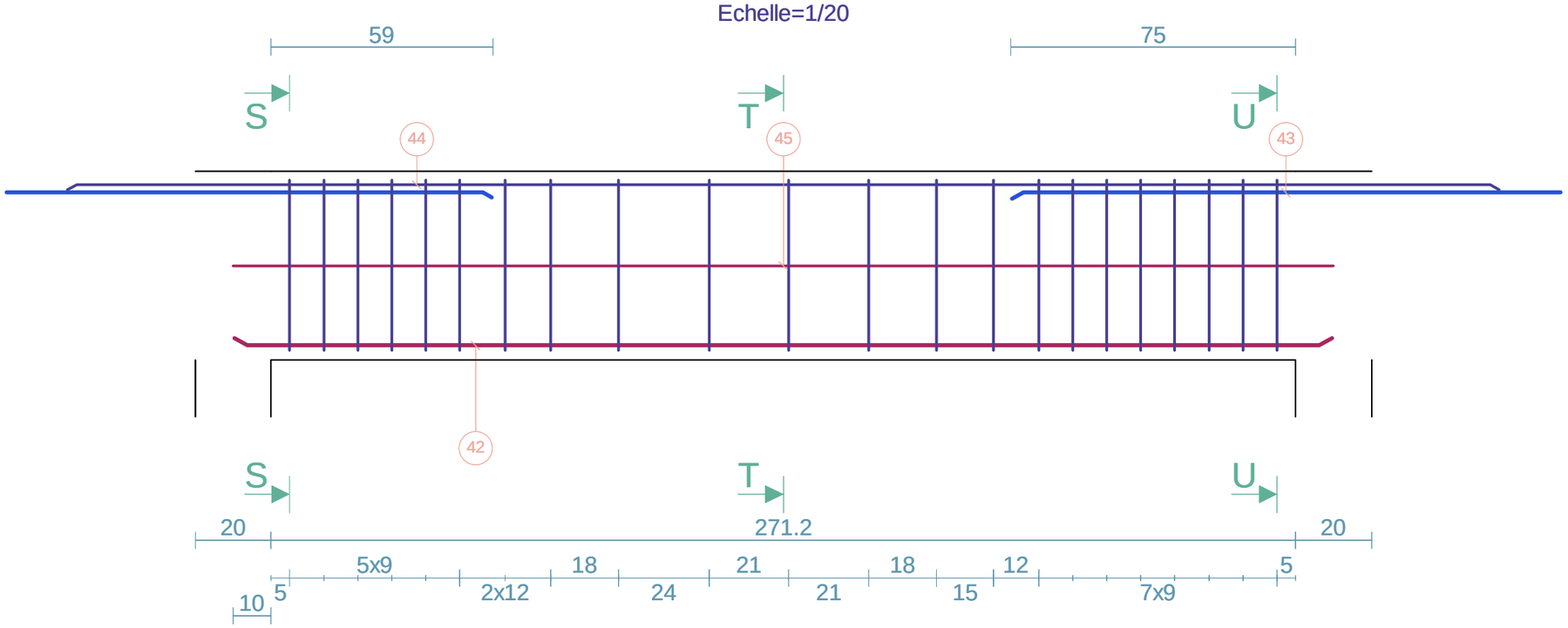
	Barre	Lg	Forme
35	2HA12	315	315
36	2HA10	208	208
37	2HA10	138	138
38	2HA10	403	403
39	2HA10	315	315
40	7HA8	32	15
41	25HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	33.0/7.3
HA8	2.2/0.9
HA10	21.3/13.1
HA12	6.3/5.6

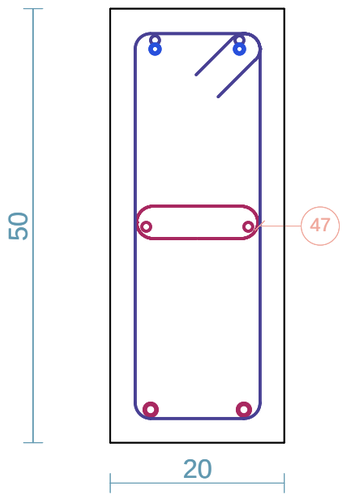
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n04 Niveau n01 PH RDC	T 4.7	Béton=0.30 m3 Acier=25.5 kg d=87.7 kg/m3 Fi=8.9 mm Cof=3.3 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	10/10
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

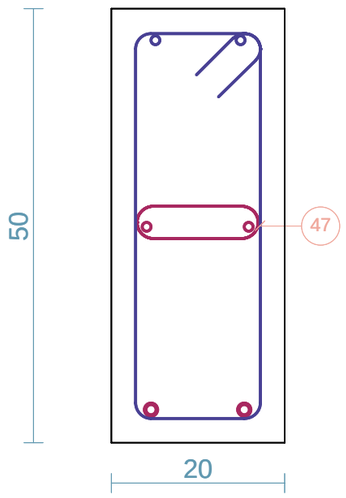
Elévation
Echelle=1/20



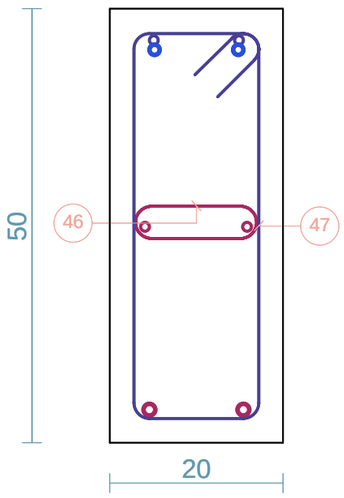
Coupe S-S
Echelle=1/10



Coupe T-T
Echelle=1/10



Coupe U-U
Echelle=1/10



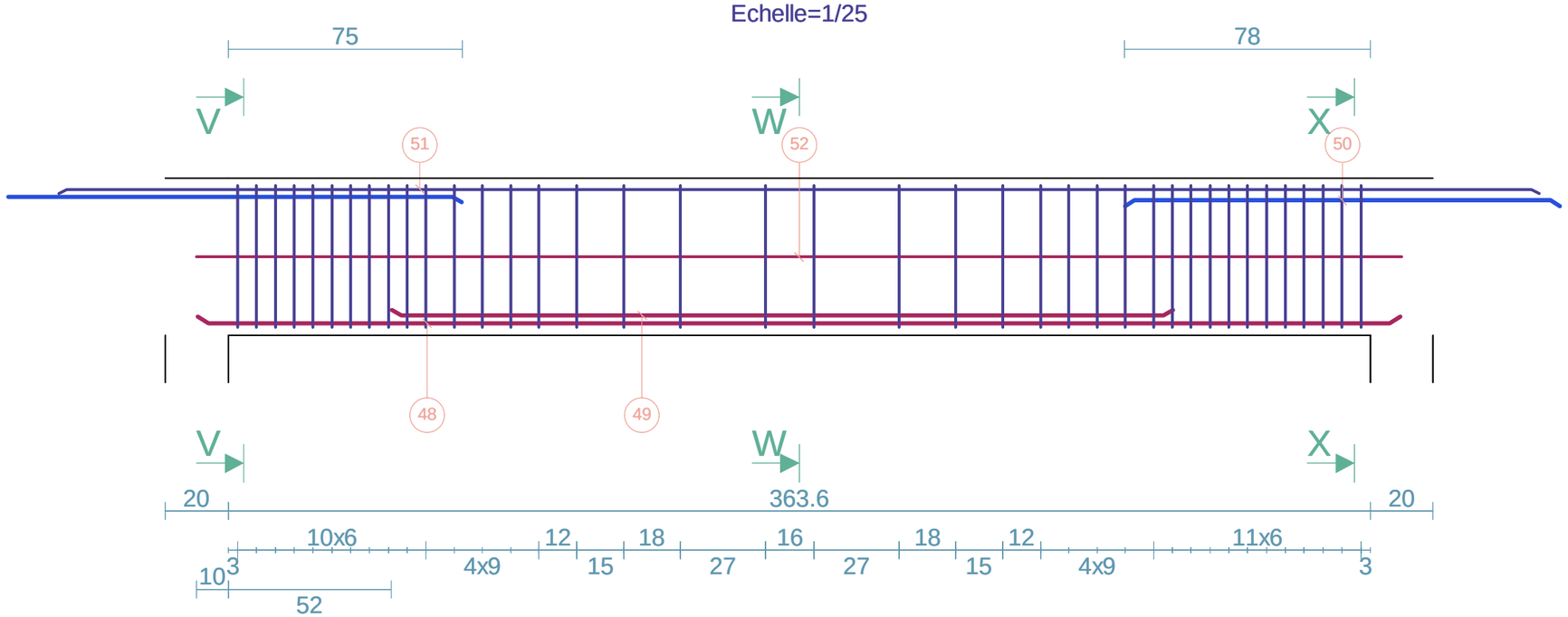
	Barre	Lg	Forme
42	2HA14	291	291
43	2HA12	170	170
44	2HA10	379	379
45	2HA10	291	291
46	6HA8	32	15
47	22HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	29.1/6.5
HA8	1.9/0.8
HA10	13.4/8.3
HA12	3.4/3.0
HA14	5.8/7.0

Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n04 Niveau n01 PH RDC	T 4.8	Béton=0.39 m3 Acier=39.2 kg d=102.1 kg/m3 Fi=8.7 mm Cof=4.4 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	11/11
	POUTRE				

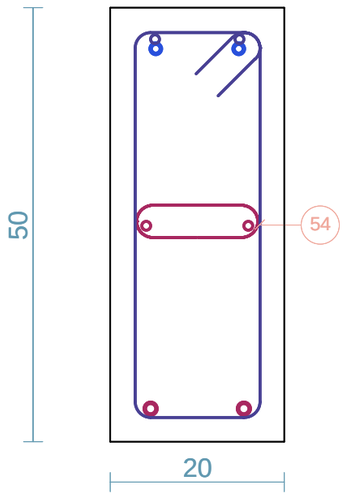
- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/25

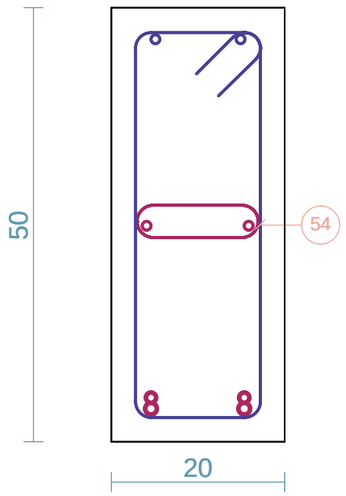


	Barre	Lg	Forme
48	2HA14	384	384
49	2HA12	249	249
50	2HA12	139	139
51	2HA10	472	472
52	2HA10	384	384
53	8HA8	32	15
54	39HA6	132	45 15

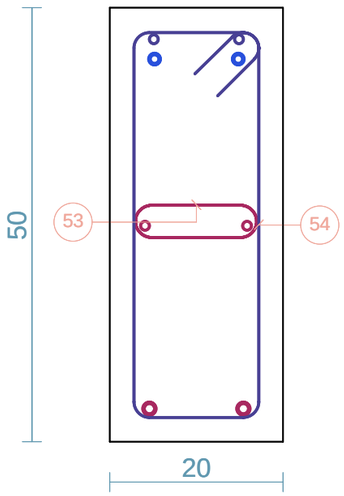
Coupe V-V
Echelle=1/10



Coupe W-W
Echelle=1/10



Coupe X-X
Echelle=1/10

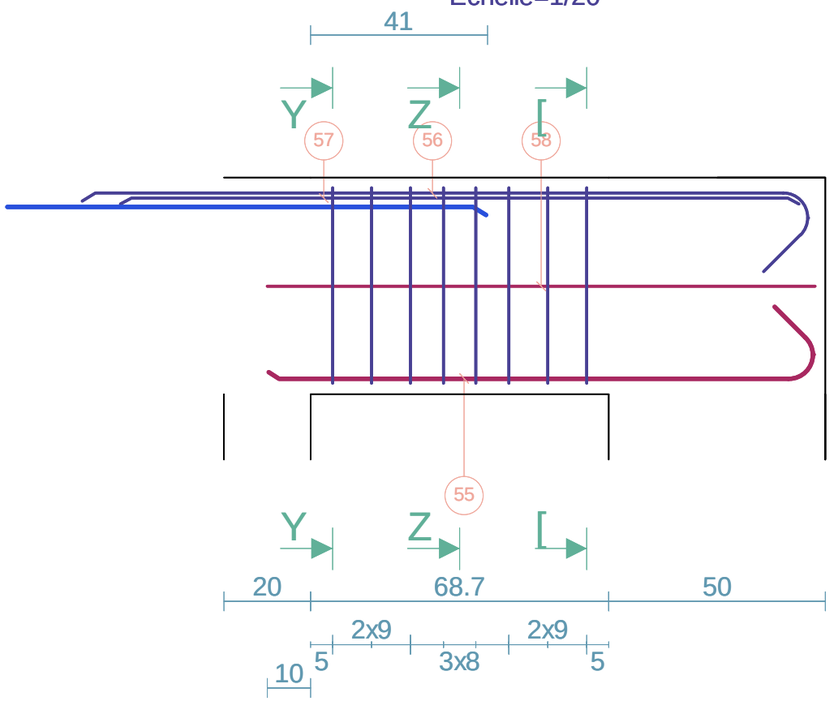


Barre	Lg/Poids
HA6	51.5/11.4
HA8	2.6/1.0
HA10	17.1/10.6
HA12	7.8/6.9
HA14	7.7/9.3

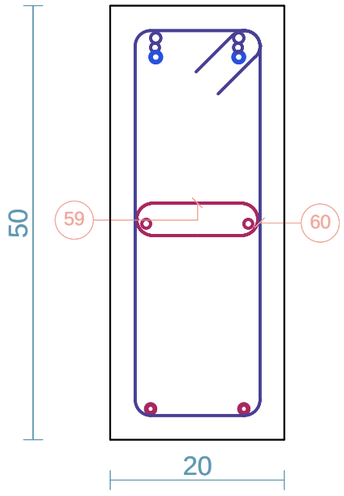
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n04 Niveau n01 PH RDC	T 4.9	Béton=0.14 m3 Acier=11.3 kg d=109.0 kg/m3 Fi=9.2 mm Cof=0.8 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	12/12
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

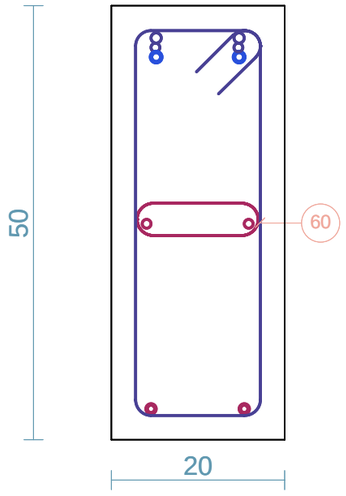
Elévation
Echelle=1/20



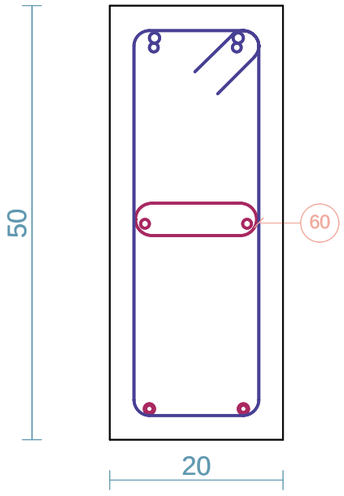
Coupe Y-Y
Echelle=1/10



Coupe Z-Z
Echelle=1/10



Coupe [-[
Echelle=1/10



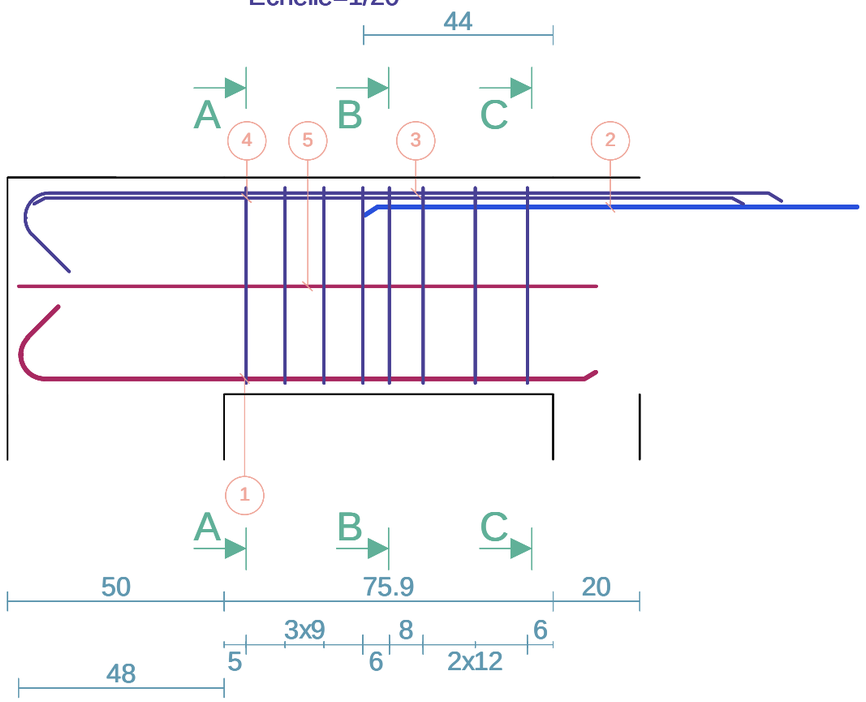
	Barre	Lg	Forme
55	2HA10	143	16 126 135°
56	2HA12	187	18 135° 168
57	2HA10	157	157
58	2HA10	126	126
59	3HA8	32	15
60	8HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	10.6/2.3
HA8	1.0/0.4
HA10	8.5/5.3
HA12	3.7/3.3

Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n05 Niveau n01 PH RDC	T 5.1	Béton=0.14 m3 Acier=14.2 kg d=128.0 kg/m3 Fi=9.2 mm Cof=0.9 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	5/9
	POUTRE				

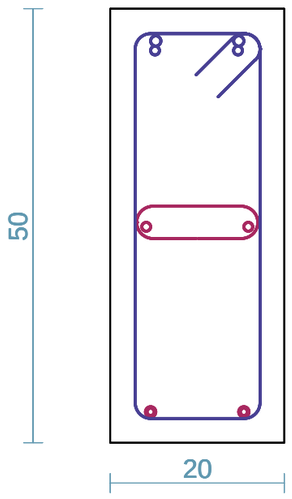
- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20

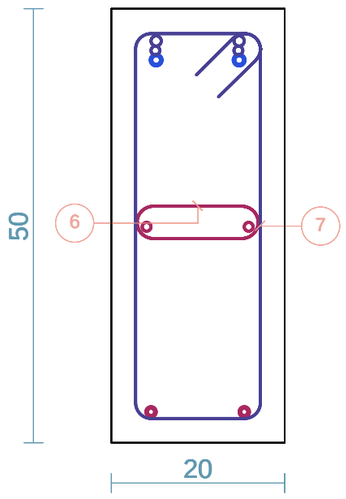


	Barre	Lg	Forme
1	2HA10	150	16 / 135° 133
2	2HA12	141	141
3	2HA12	194	18 / 175 135°
4	2HA10	164	164
5	2HA10	133	133
6	3HA8	32	15
7	8HA6	132	45 / 15

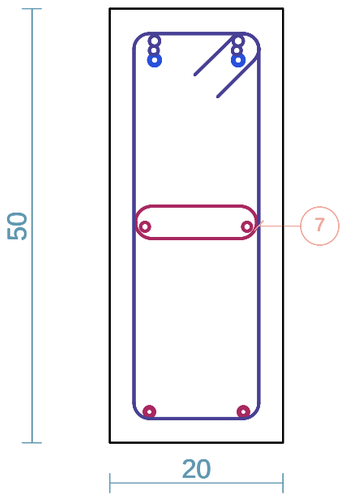
Coupe A-A
Echelle=1/10



Coupe B-B
Echelle=1/10



Coupe C-C
Echelle=1/10

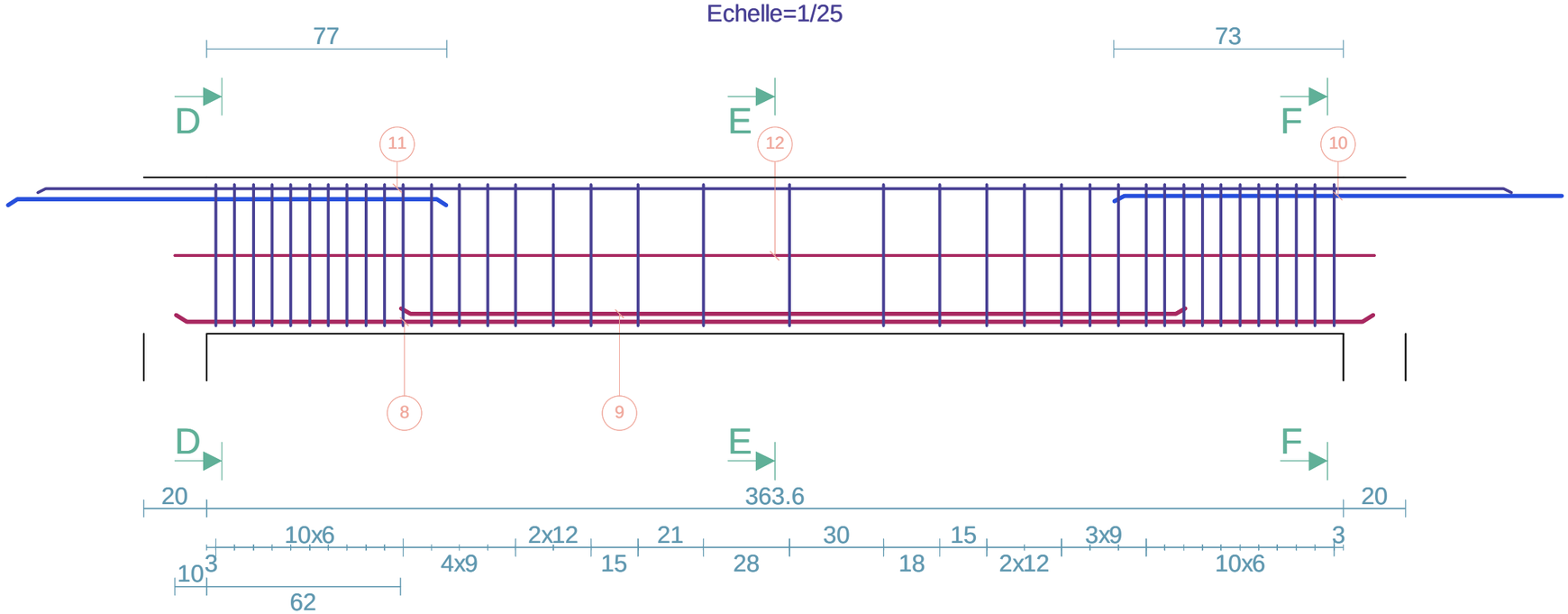


Barre	Lg/Poids
HA6	10.6/2.3
HA8	1.0/0.4
HA10	9.0/5.5
HA12	6.7/5.9

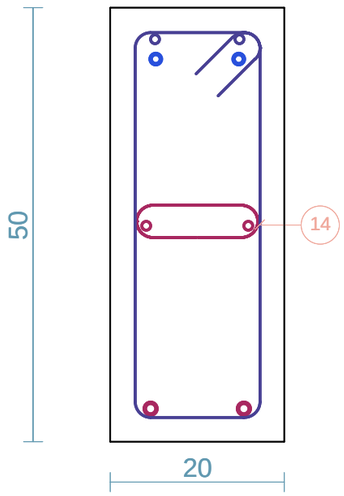
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n05 Niveau n01 PH RDC	T 5.2	Béton=0.39 m3 Acier=39.4 kg d=102.7 kg/m3 Fi=8.8 mm Cof=4.4 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	6/9
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

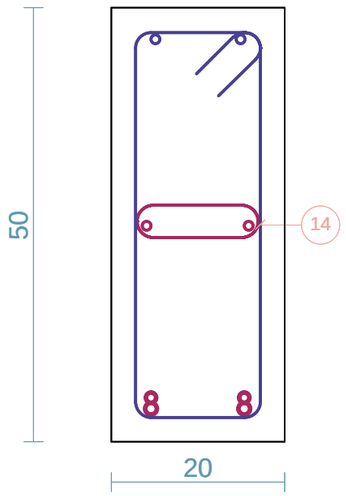
Elévation
Echelle=1/25



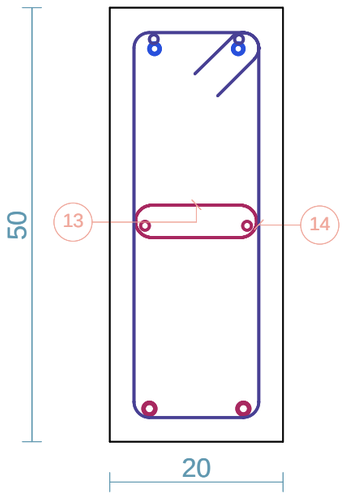
Coupe D-D
Echelle=1/10



Coupe E-E
Echelle=1/10



Coupe F-F
Echelle=1/10



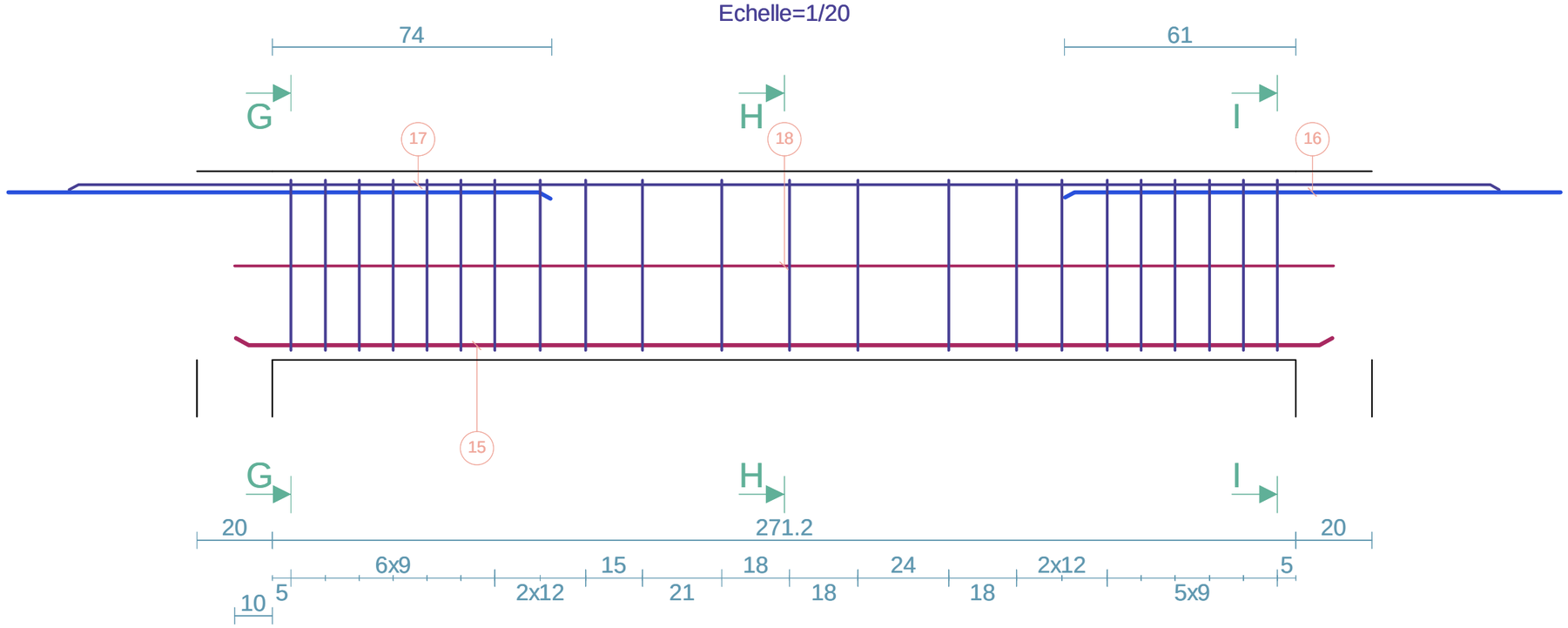
	Barre	Lg	Forme
8	2HA14	384	384
9	2HA12	251	251
10	2HA12	167	167
11	2HA10	472	472
12	2HA10	384	384
13	8HA8	32	15
14	38HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	50.2/11.1
HA8	2.6/1.0
HA10	17.1/10.6
HA12	8.4/7.4
HA14	7.7/9.3

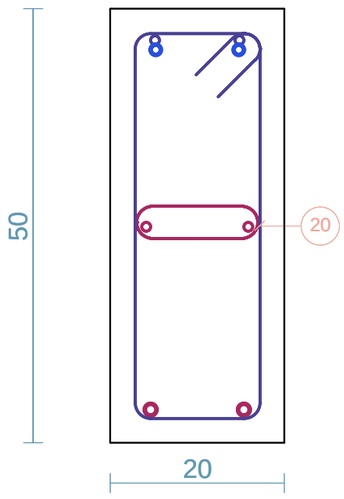
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n05 Niveau n01 PH RDC	T 5.3	Béton=0.30 m3 Acier=24.3 kg d=83.4 kg/m3 Fi=8.8 mm Cof=3.3 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	7/9
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

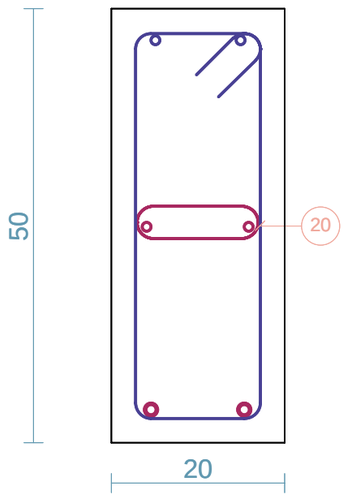
Elévation
Echelle=1/20



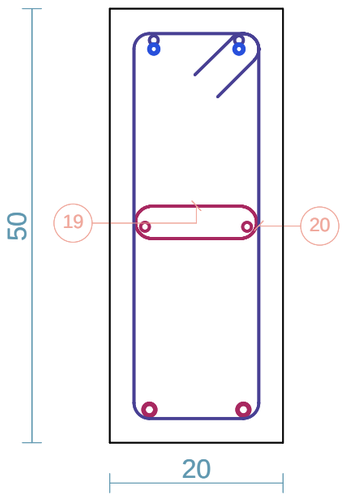
Coupe G-G
Echelle=1/10



Coupe H-H
Echelle=1/10



Coupe I-I
Echelle=1/10



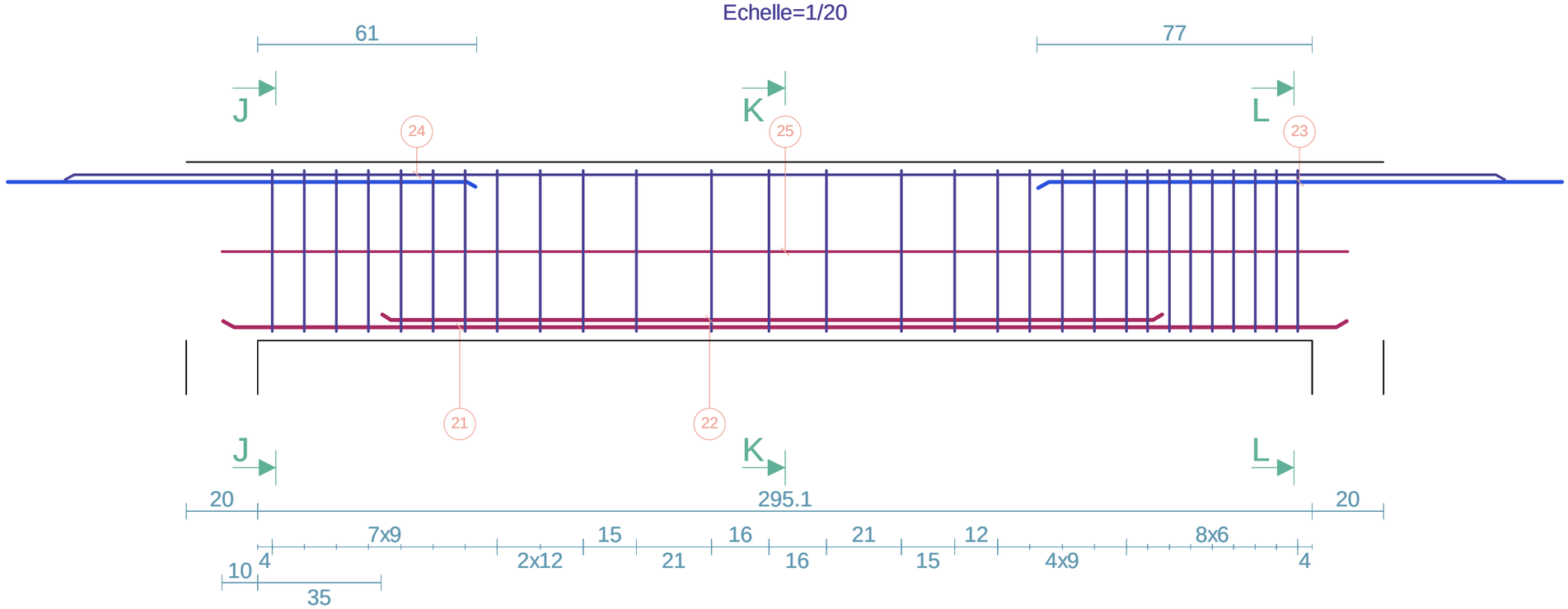
	Barre	Lg	Forme
15	2HA14	291	291
16	2HA10	143	143
17	2HA10	379	379
18	2HA10	291	291
19	6HA8	32	15
20	22HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	29.1/6.5
HA8	1.9/0.8
HA10	16.3/10.0
HA14	5.8/7.0

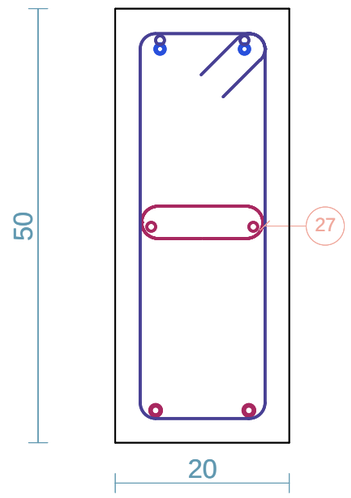
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n05 Niveau n01 PH RDC	T 5.4	Béton=0.33 m3 Acier=29.6 kg d=93.9 kg/m3 Fi=8.4 mm Cof=3.5 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	8/9
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

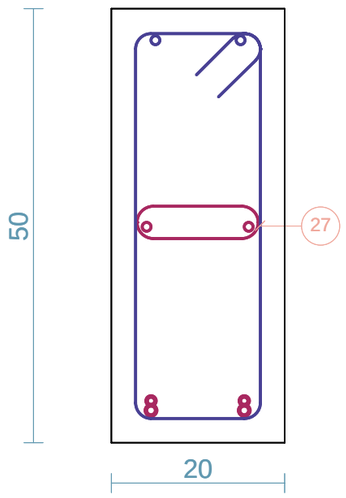
Elévation
Echelle=1/20



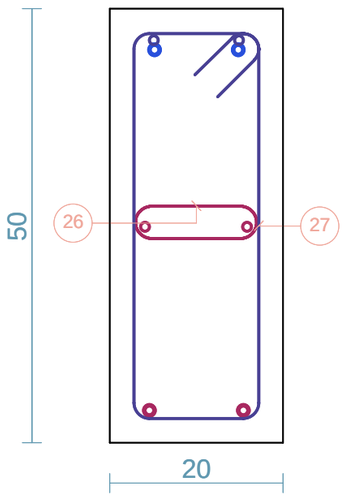
Coupe J-J
Echelle=1/10



Coupe K-K
Echelle=1/10



Coupe L-L
Echelle=1/10



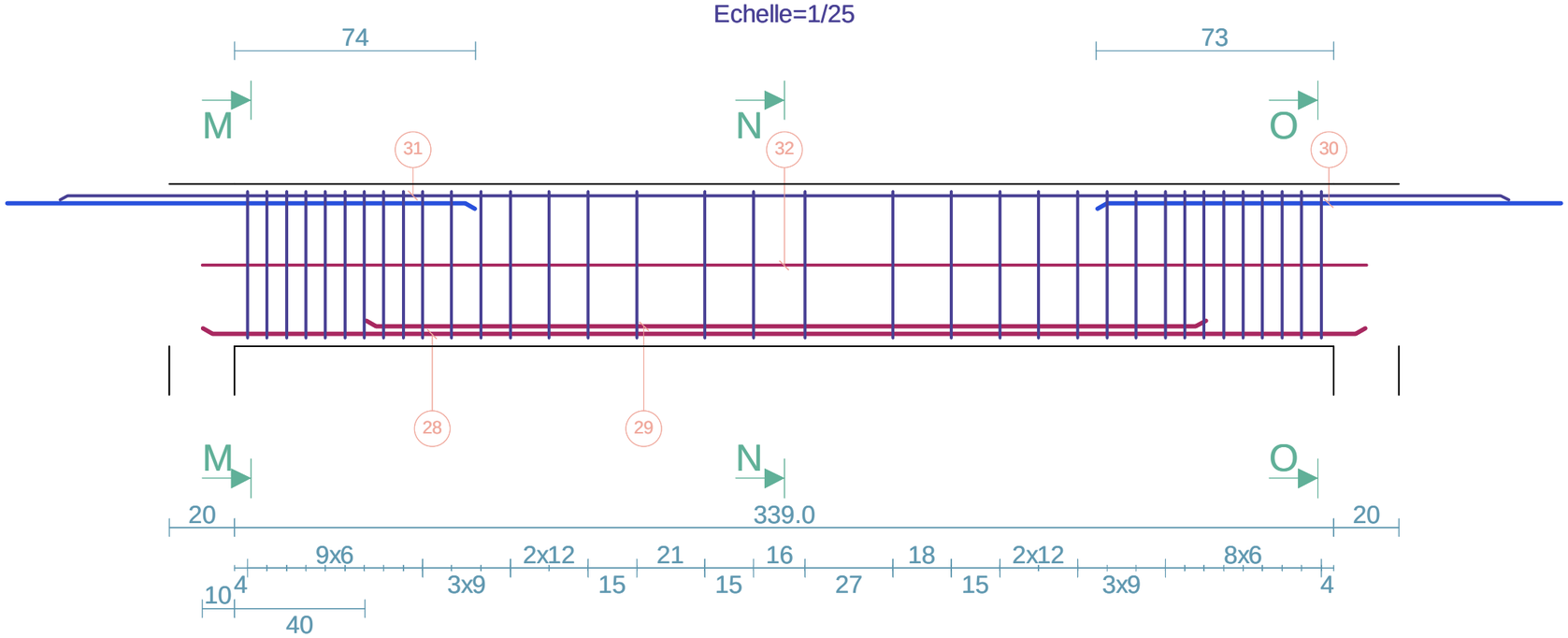
	Barre	Lg	Forme
21	2HA12	315	315
22	2HA10	219	219
23	2HA12	171	171
24	2HA10	403	403
25	2HA10	315	315
26	7HA8	32	15
27	29HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	38.3/8.5
HA8	2.2/0.9
HA10	18.7/11.6
HA12	9.7/8.6

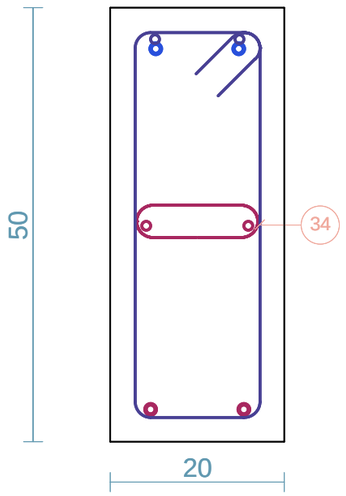
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n05 Niveau n01 PH RDC	T 5.5	Béton=0.37 m3 Acier=35.2 kg d=98.0 kg/m3 Fi=8.6 mm Cof=4.1 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	9 9
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

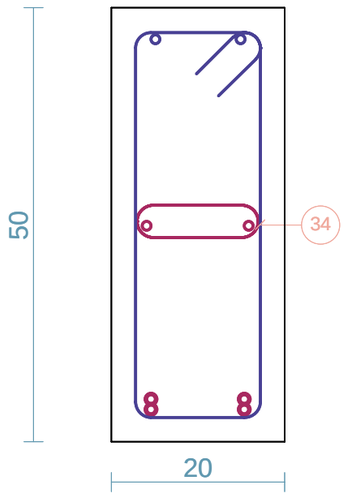
Elévation
Echelle=1/25



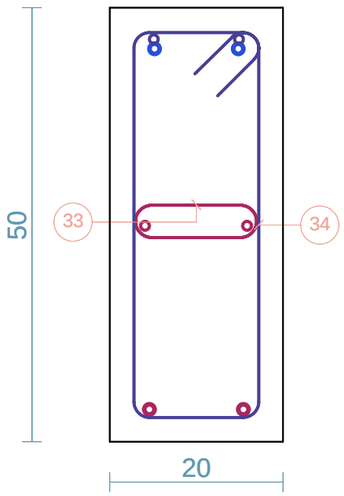
Coupe M-M
Echelle=1/10



Coupe N-N
Echelle=1/10



Coupe O-O
Echelle=1/10



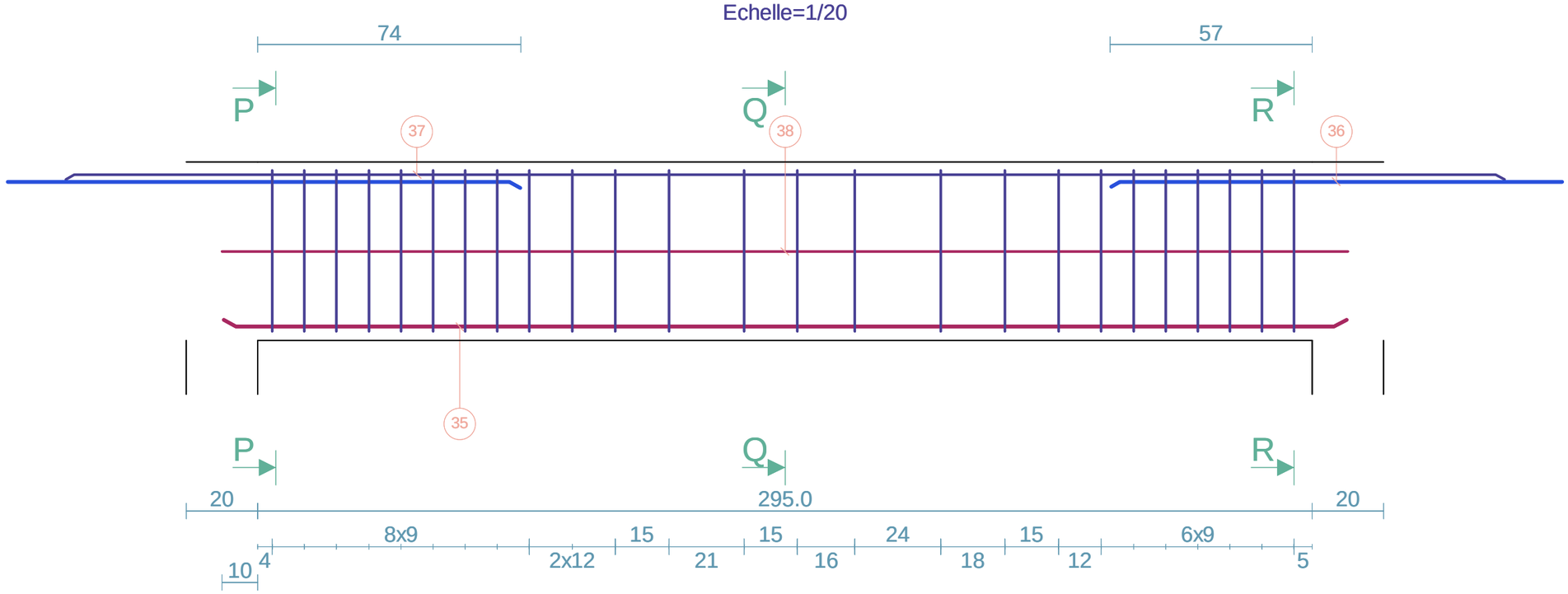
	Barre	Lg	Forme
28	2HA12	359	359
29	2HA12	259	259
30	2HA12	167	167
31	2HA10	447	447
32	2HA10	359	359
33	8HA8	32	15
34	35HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	46.3/10.3
HA8	2.6/1.0
HA10	16.1/9.9
HA12	15.7/13.9

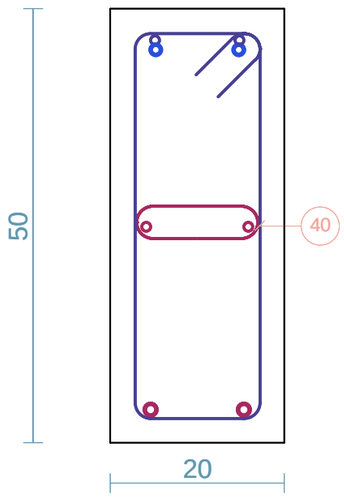
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n05 Niveau n01 PH RDC	T 5.6	Béton=0.33 m3 Acier=26.3 kg d=83.6 kg/m3 Fi=8.8 mm Cof=3.5 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	10/10
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

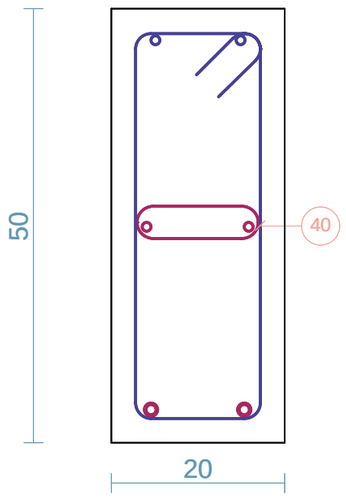
Elévation
Echelle=1/20



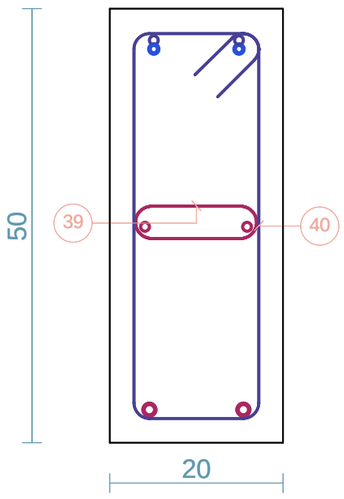
Coupe P-P
Echelle=1/10



Coupe Q-Q
Echelle=1/10



Coupe R-R
Echelle=1/10



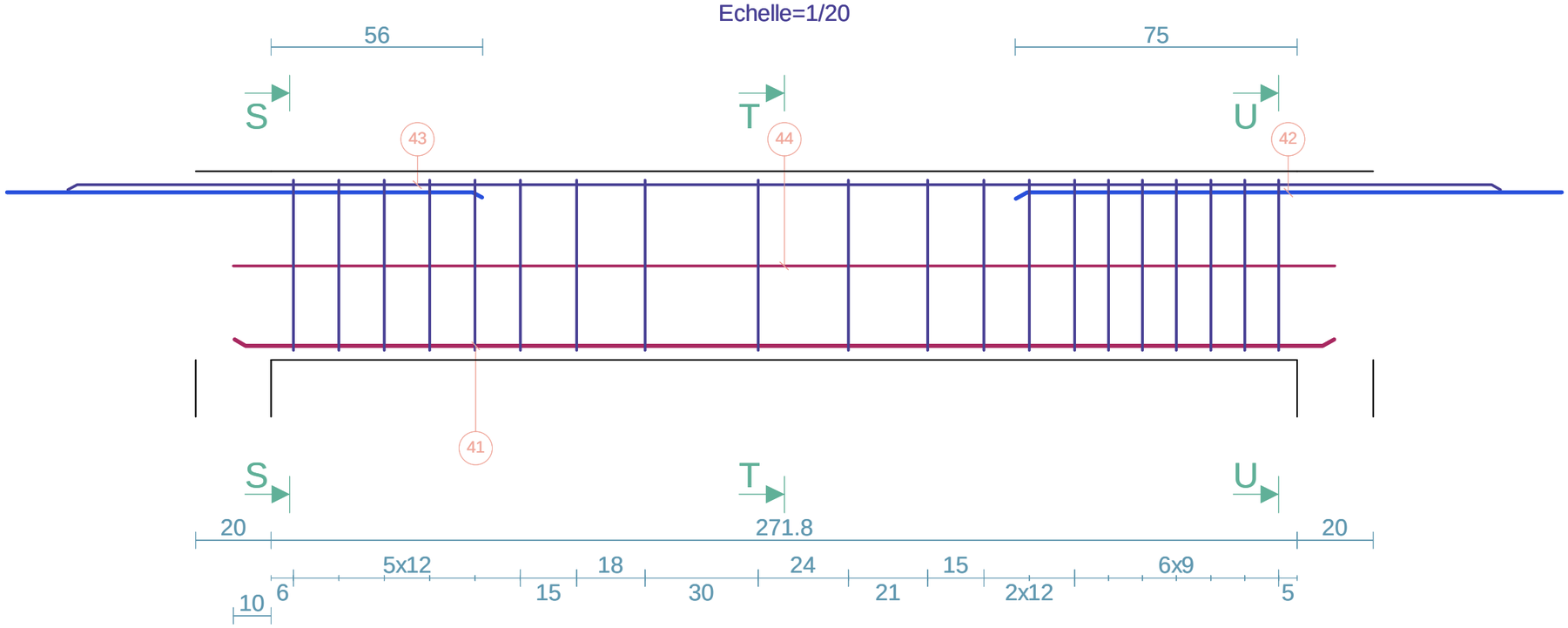
	Barre	Lg	Forme
35	2HA14	315	315
36	2HA10	133	133
37	2HA10	403	403
38	2HA10	315	315
39	7HA8	32	15
40	25HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	33.0/7.3
HA8	2.2/0.9
HA10	17.0/10.5
HA14	6.3/7.6

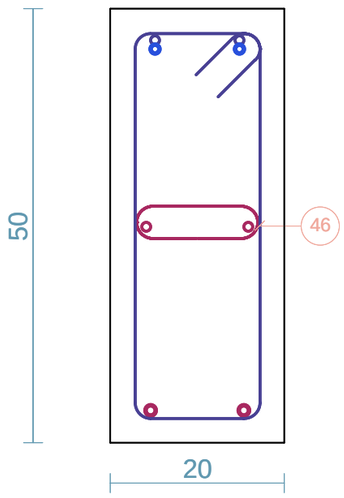
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n05 Niveau n01 PH RDC	T 5.7	Béton=0.30 m3 Acier=23.1 kg d=79.1 kg/m3 Fi=8.6 mm Cof=3.3 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	11/11
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

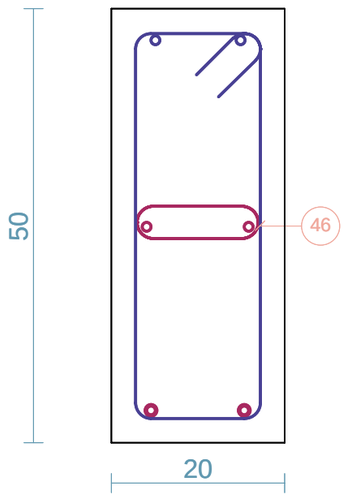
Elévation
Echelle=1/20



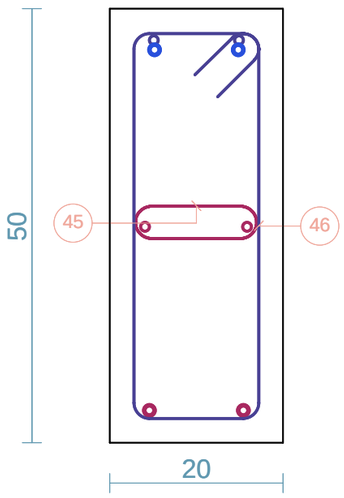
Coupe S-S
Echelle=1/10



Coupe T-T
Echelle=1/10



Coupe U-U
Echelle=1/10



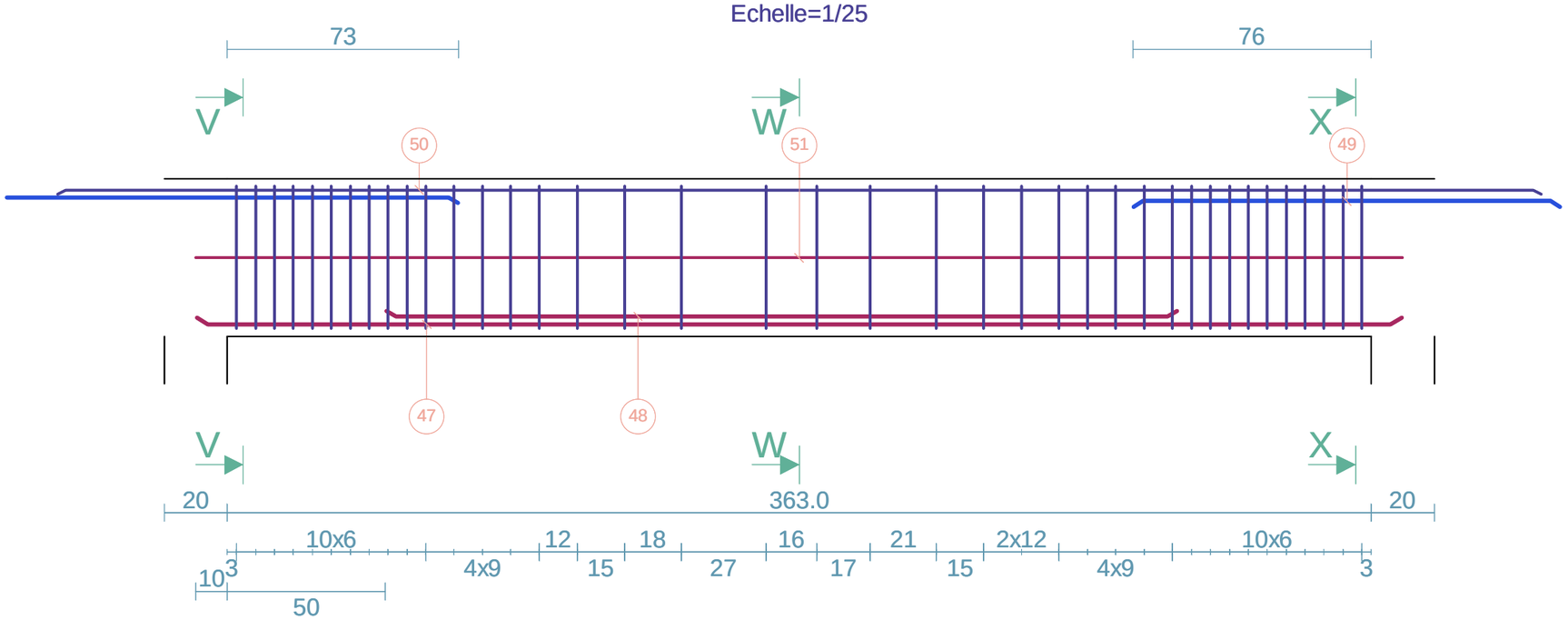
	Barre	Lg	Forme
41	2HA12	292	292
42	2HA12	168	168
43	2HA10	380	380
44	2HA10	292	292
45	6HA8	32	15
46	20HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	26.4/5.9
HA8	1.9/0.8
HA10	13.4/8.3
HA12	9.2/8.2

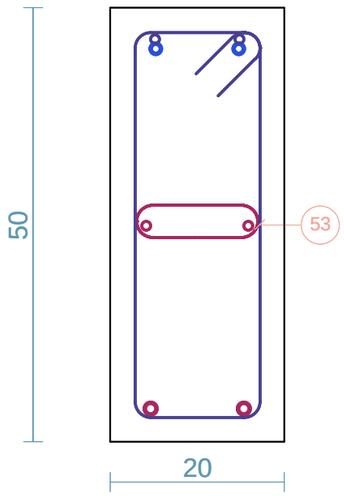
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n05 Niveau n01 PH RDC	T 5.8	Béton=0.39 m3 Acier=39.1 kg d=102.2 kg/m3 Fi=8.7 mm Cof=4.4 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	12/12
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

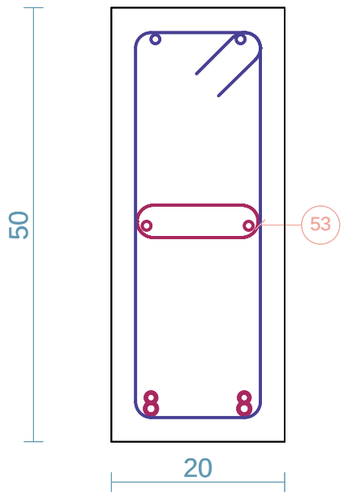
Elévation
Echelle=1/25



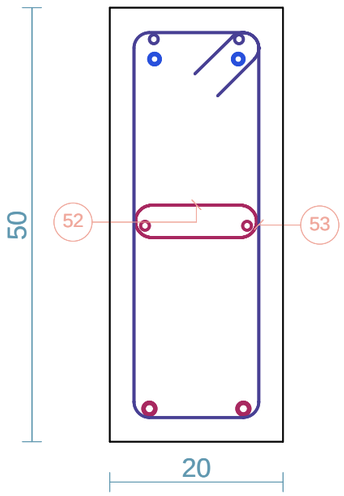
Coupe V-V
Echelle=1/10



Coupe W-W
Echelle=1/10



Coupe X-X
Echelle=1/10



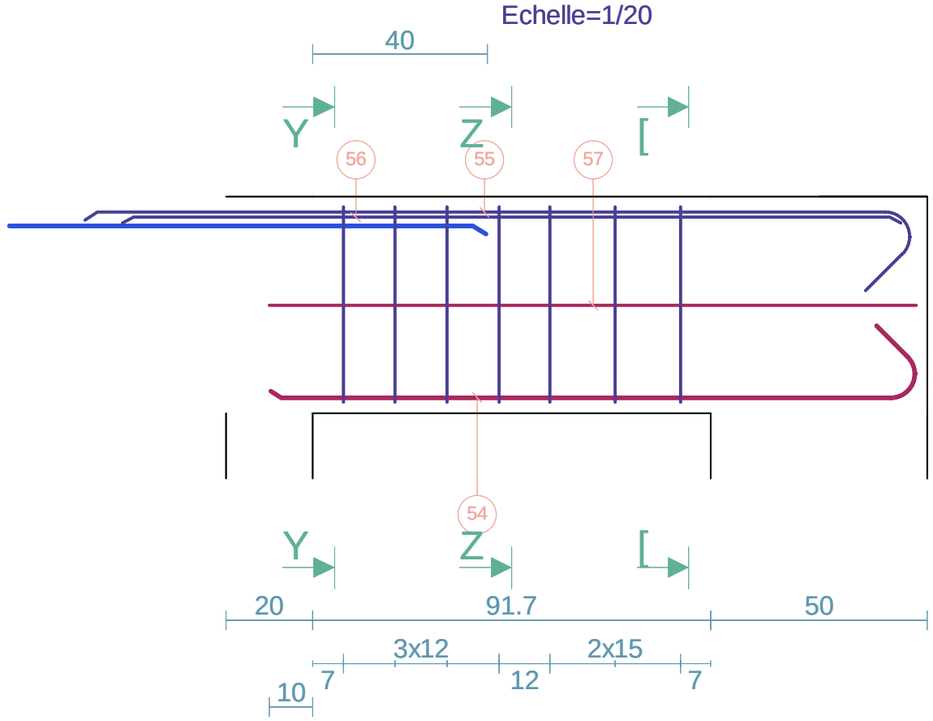
	Barre	Lg	Forme
47	2HA14	383	383
48	2HA12	252	252
49	2HA12	136	136
50	2HA10	471	471
51	2HA10	383	383
52	8HA8	32	15
53	39HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	51.5/11.4
HA8	2.6/1.0
HA10	17.1/10.5
HA12	7.7/6.9
HA14	7.7/9.3

Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n05 Niveau n01 PH RDC	T 5.9	Béton=0.16 m3 Acier=12.3 kg d=96.8 kg/m3 Fi=9.4 mm Cof=1.1 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	13/13
	POUTRE				

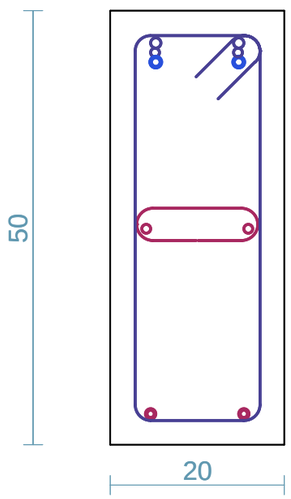
- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20

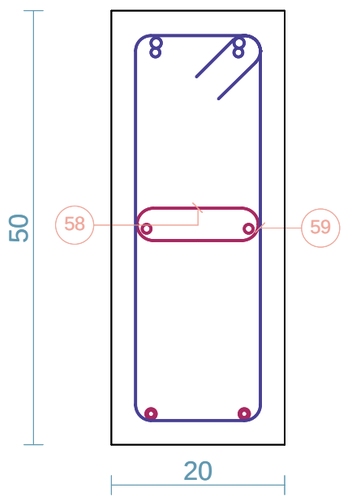


Barre		Lg	Forme
54	2HA10	166	16 / 149 135°
55	2HA12	210	18 / 135° 191
56	2HA10	180	180
57	2HA10	149	149
58	3HA8	32	15
59	7HA6	132	45 / 15

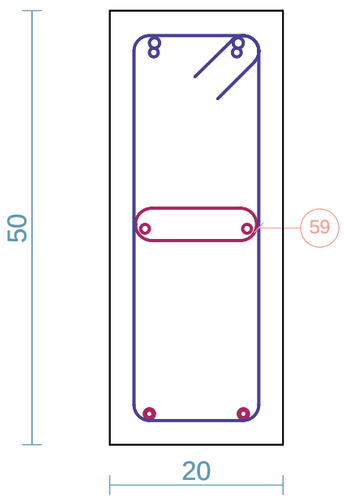
Coupe Y-Y
Echelle=1/10



Coupe Z-Z
Echelle=1/10



Coupe [-[
Echelle=1/10

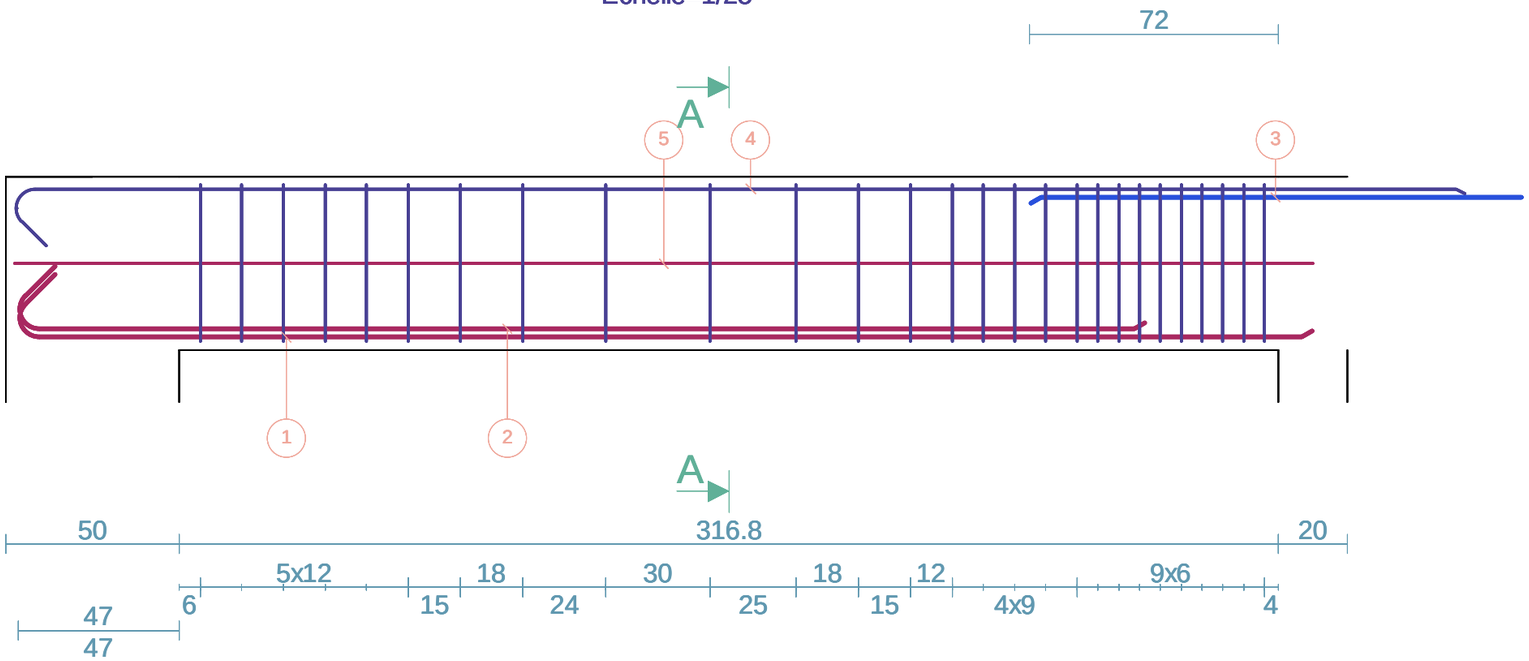


Barre	Lg/Poids
HA6	9.3/2.1
HA8	1.0/0.4
HA10	9.9/6.1
HA12	4.2/3.7

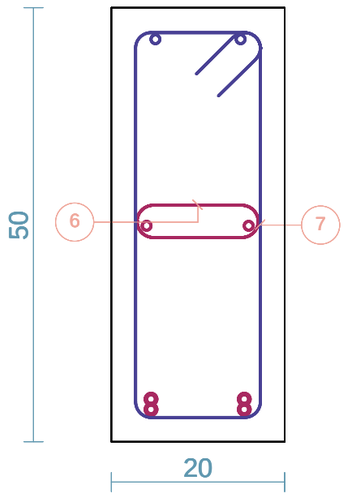
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n06 Niveau n01 PH RDC	T 6.1	Béton=0.38 m3 Acier=35.0 kg d=99.4 kg/m3 Fi=8.8 mm Cof=3.8 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	6 7
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/25



Coupe A-A
Echelle=1/10



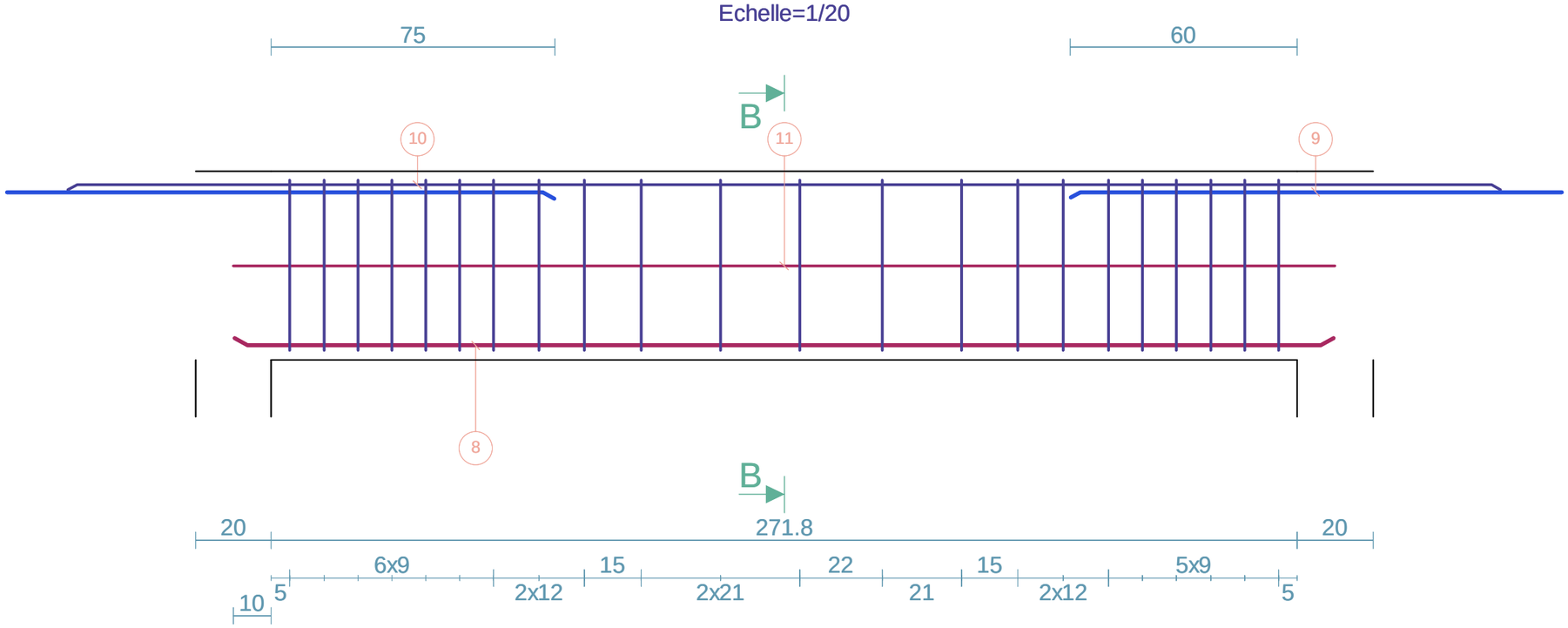
	Barre	Lg	Forme
1	2HA12	392	18 135° 373
2	2HA12	344	18 135° 325
3	2HA12	167	167
4	2HA10	435	16 418 135°
5	2HA10	374	374
6	8HA8	32	15
7	27HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	35.7/7.9
HA8	2.6/1.0
HA10	16.2/10.0
HA12	18.1/16.0

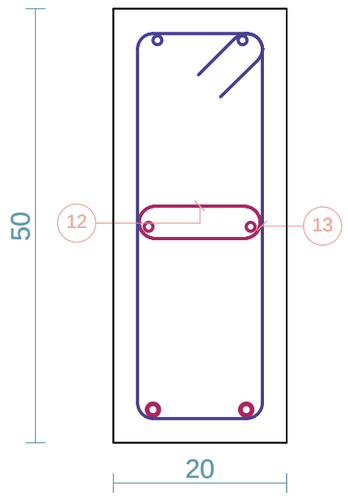
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n06 Niveau n01 PH RDC	T 6.2	Béton=0.30 m3 Acier=24.3 kg d=83.2 kg/m3 Fi=8.8 mm Cof=3.3 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	7 7
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe B-B
Echelle=1/10



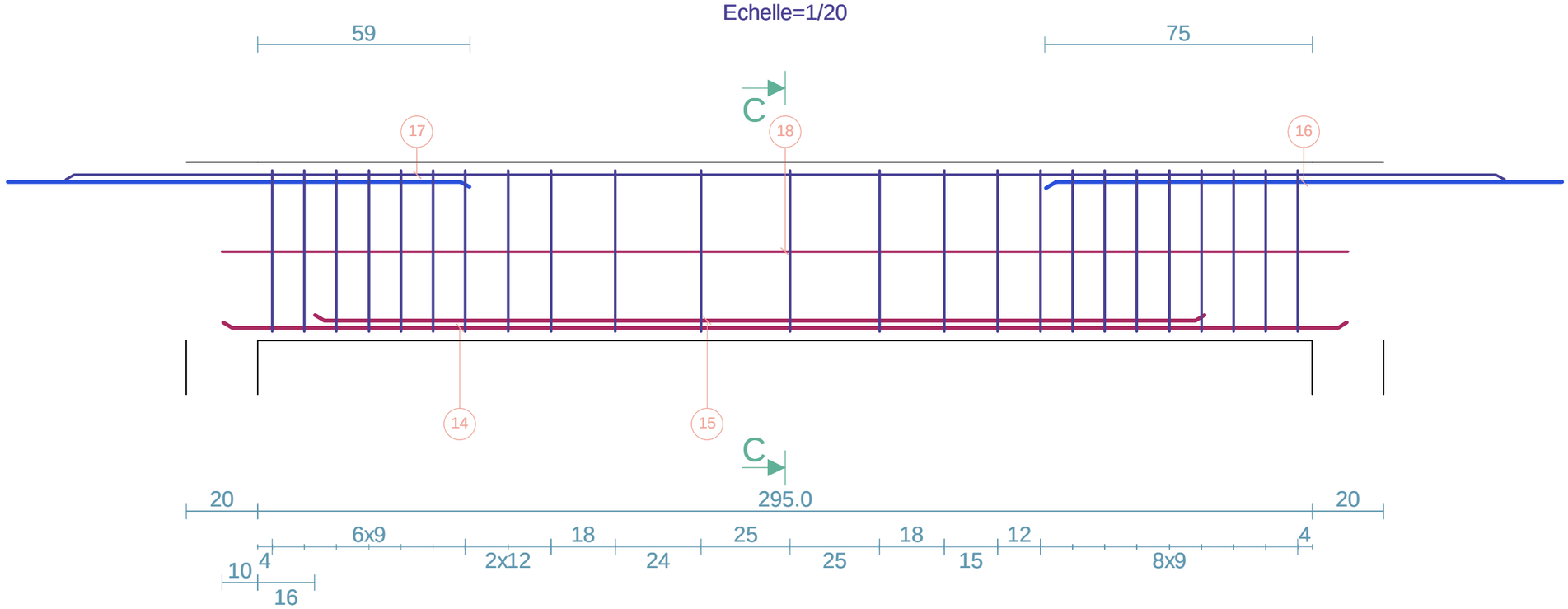
	Barre	Lg	Forme
8	2HA14	292	292
9	2HA10	140	140
10	2HA10	380	380
11	2HA10	292	292
12	6HA8	32	15
13	22HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	29.1/6.5
HA8	1.9/0.8
HA10	16.2/10.0
HA14	5.8/7.1

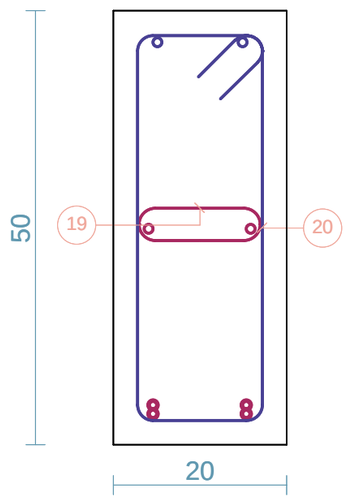
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n06 Niveau n01 PH RDC	T 6.3	Béton=0.33 m3 Acier=26.7 kg d=84.8 kg/m3 Fi=8.4 mm Cof=3.5 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	8/8
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe C-C
Echelle=1/10



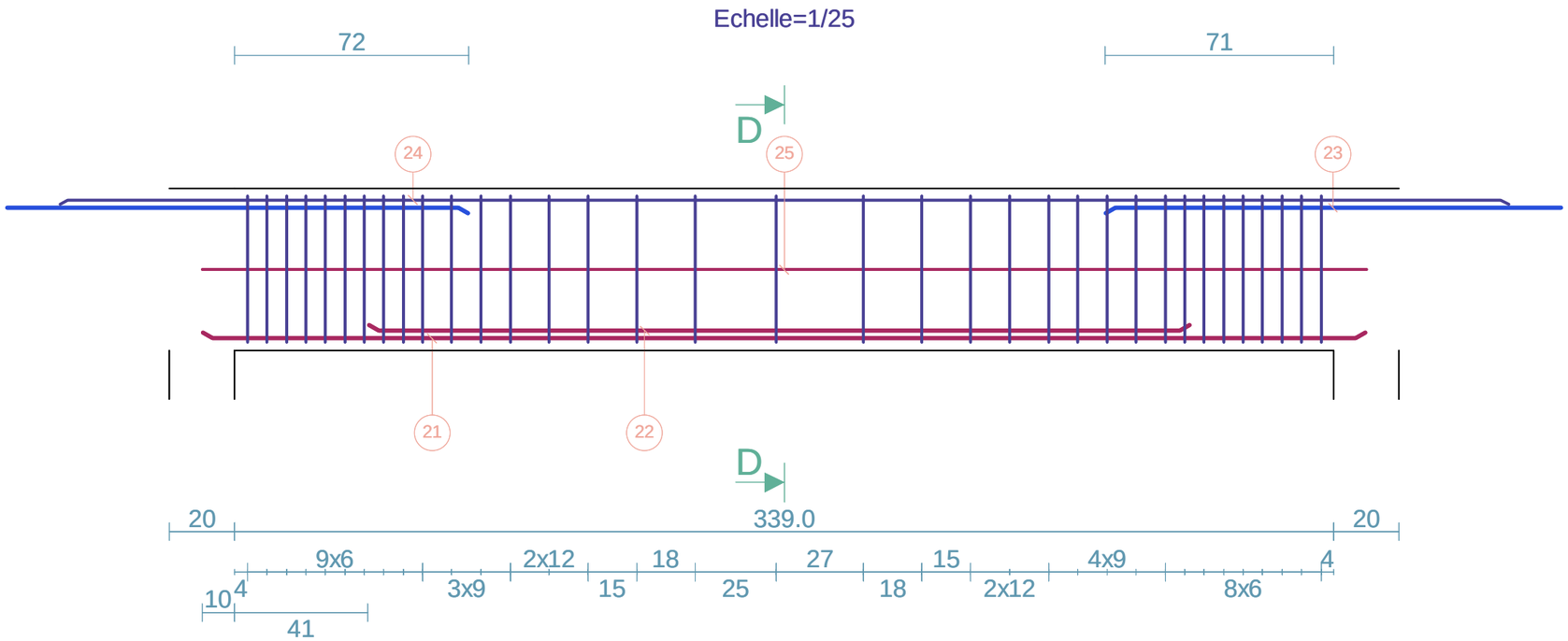
	Barre	Lg	Forme
14	2HA10	315	315
15	2HA10	249	249
16	2HA12	167	167
17	2HA10	403	403
18	2HA10	315	315
19	7HA8	32	15
20	24HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	31.7/7.0
HA8	2.2/0.9
HA10	25.7/15.8
HA12	3.3/3.0

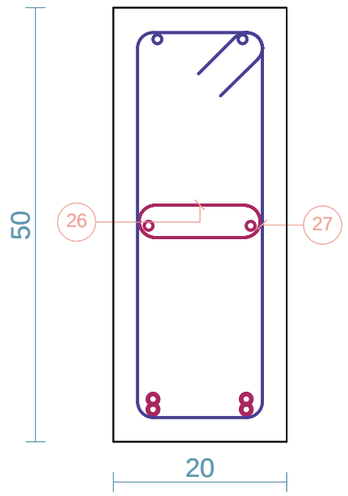
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n06 Niveau n01 PH RDC	T 6.4	Béton=0.37 m3 Acier=35.0 kg d=97.5 kg/m3 Fi=8.6 mm Cof=4.1 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	9 9
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/25



Coupe D-D
Echelle=1/10



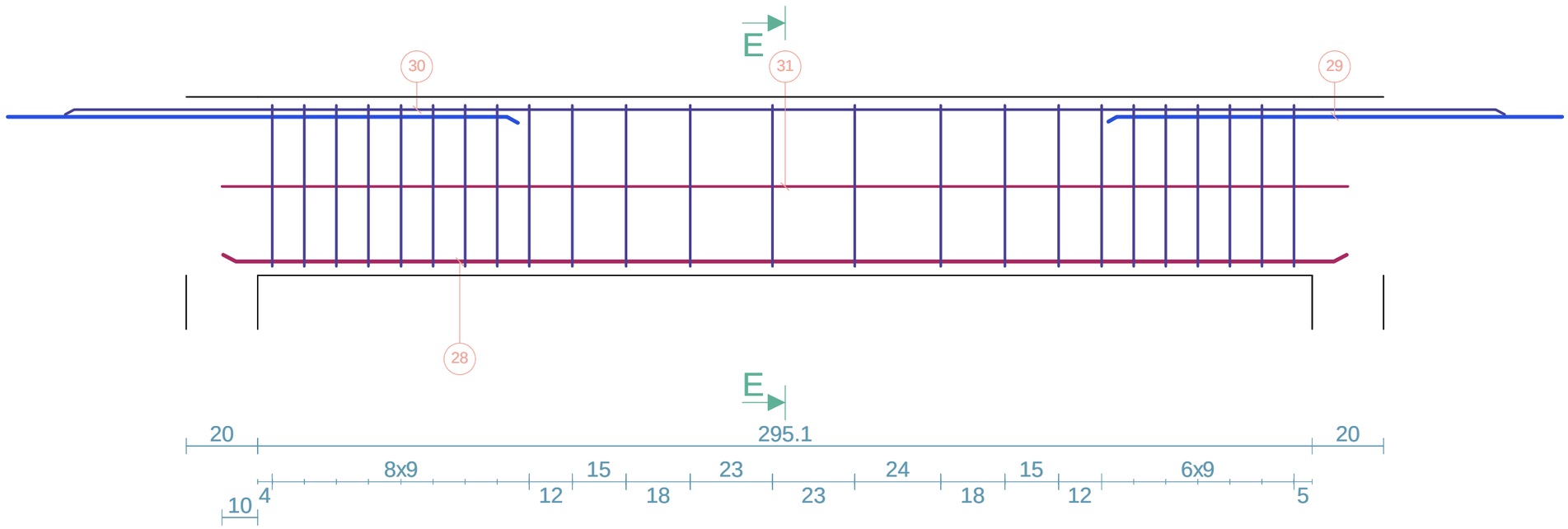
	Barre	Lg	Forme
21	2HA12	359	359
22	2HA12	254	254
23	2HA12	164	164
24	2HA10	447	447
25	2HA10	359	359
26	8HA8	32	15
27	35HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	46.3/10.3
HA8	2.6/1.0
HA10	16.1/9.9
HA12	15.5/13.8

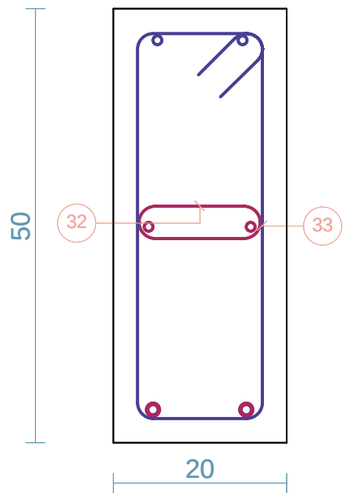
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n06 Niveau n01 PH RDC	T 6.5	Béton=0.33 m3 Acier=26.1 kg d=82.7 kg/m3 Fi=8.8 mm Cof=3.5 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	10/10
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe E-E
Echelle=1/10



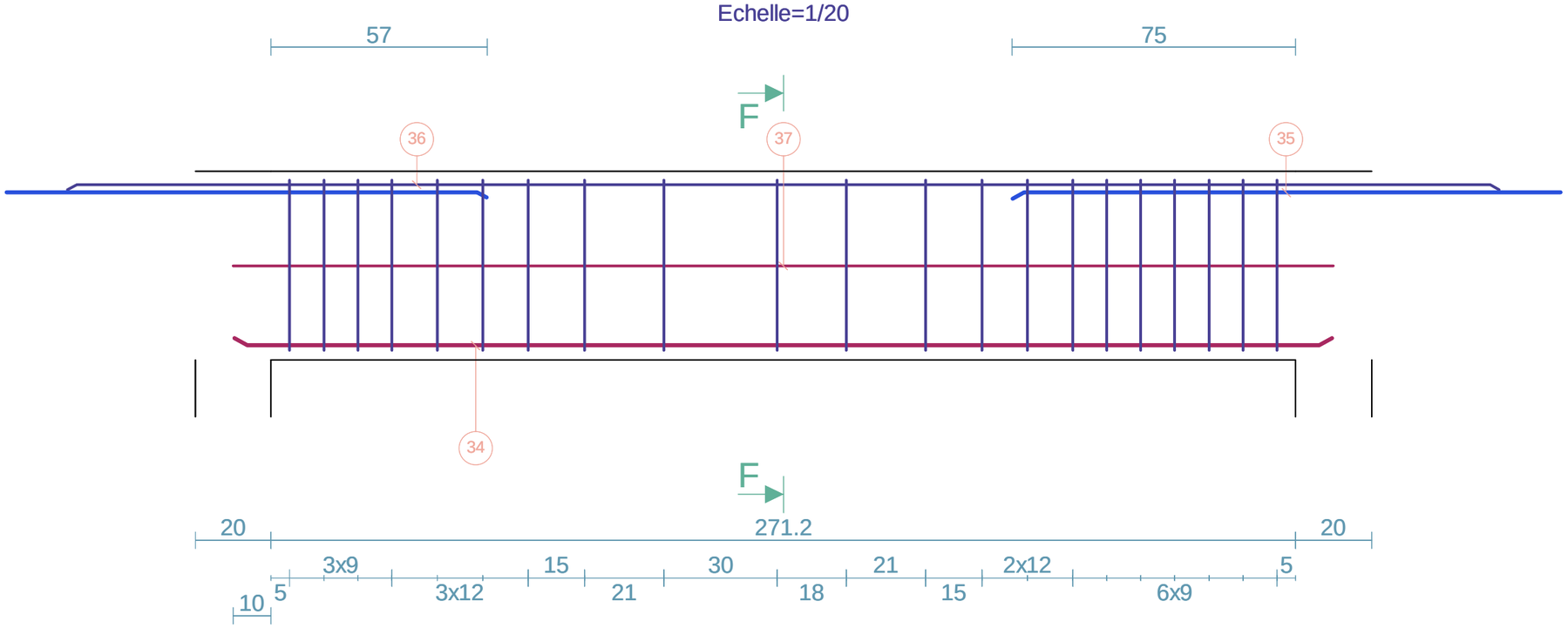
	Barre	Lg	Forme
28	2HA14	315	315
29	2HA10	135	135
30	2HA10	403	403
31	2HA10	315	315
32	7HA8	32	15
33	24HA6	132	45 / 15

Barre	Lg/Poids
HA6	31.7/7.0
HA8	2.2/0.9
HA10	17.1/10.5
HA14	6.3/7.6

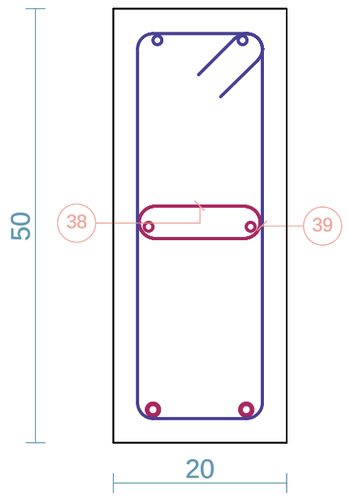
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n06 Niveau n01 PH RDC	T 6.6	Béton=0.30 m3 Acier=25.2 kg d=86.5 kg/m3 Fi=8.9 mm Cof=3.3 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	11/11
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe F-F
Echelle=1/10



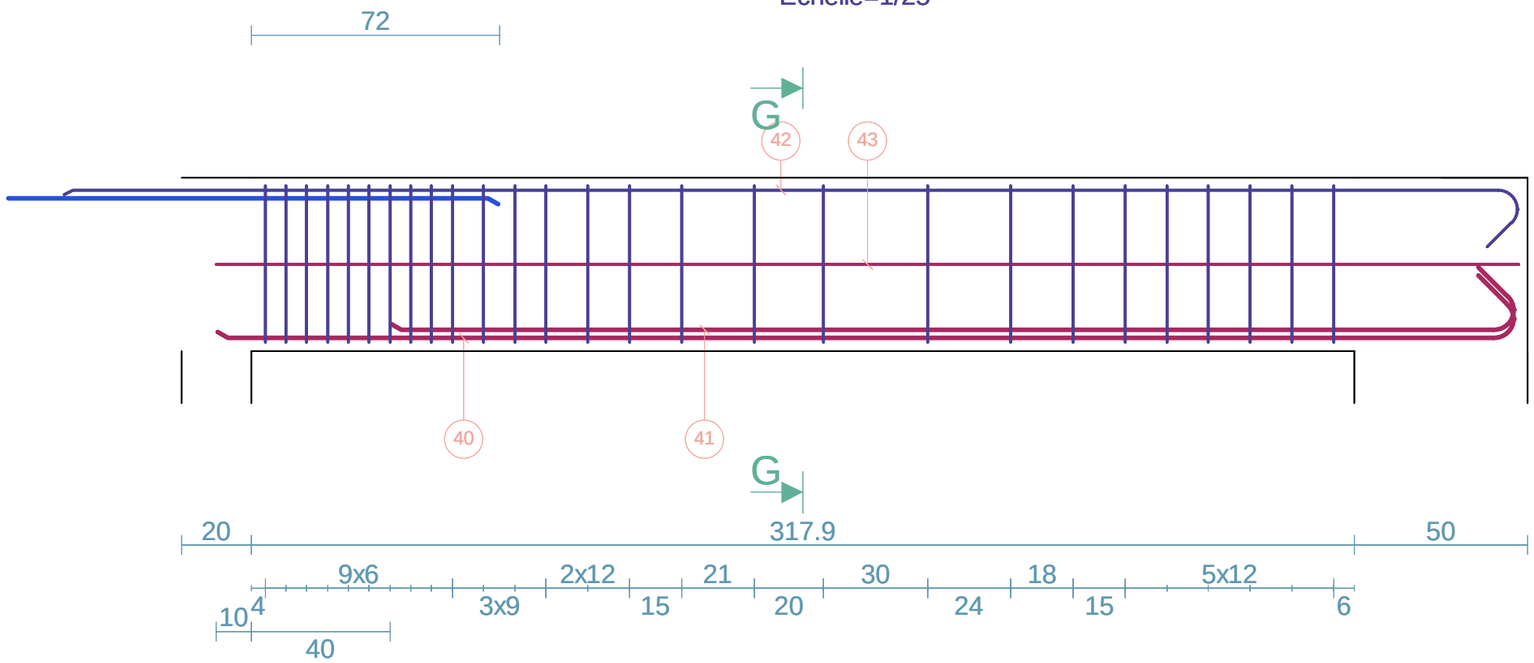
	Barre	Lg	Forme
34	2HA14	291	291
35	2HA12	167	167
36	2HA10	379	379
37	2HA10	291	291
38	6HA8	32	15
39	21HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	27.8/6.2
HA8	1.9/0.8
HA10	13.4/8.3
HA12	3.3/3.0
HA14	5.8/7.0

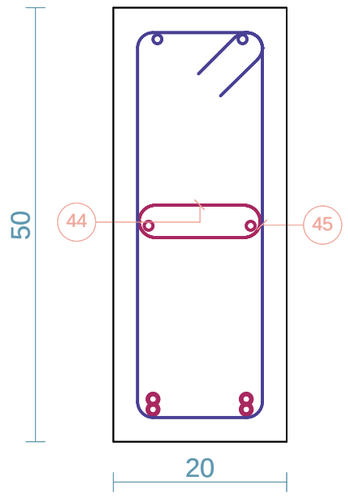
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n06 Niveau n01 PH RDC	T 6.7	Béton=0.39 m3 Acier=32.0 kg d=90.8 kg/m3 Fi=8.8 mm Cof=3.8 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	12/12
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/25



Coupe G-G
Echelle=1/10



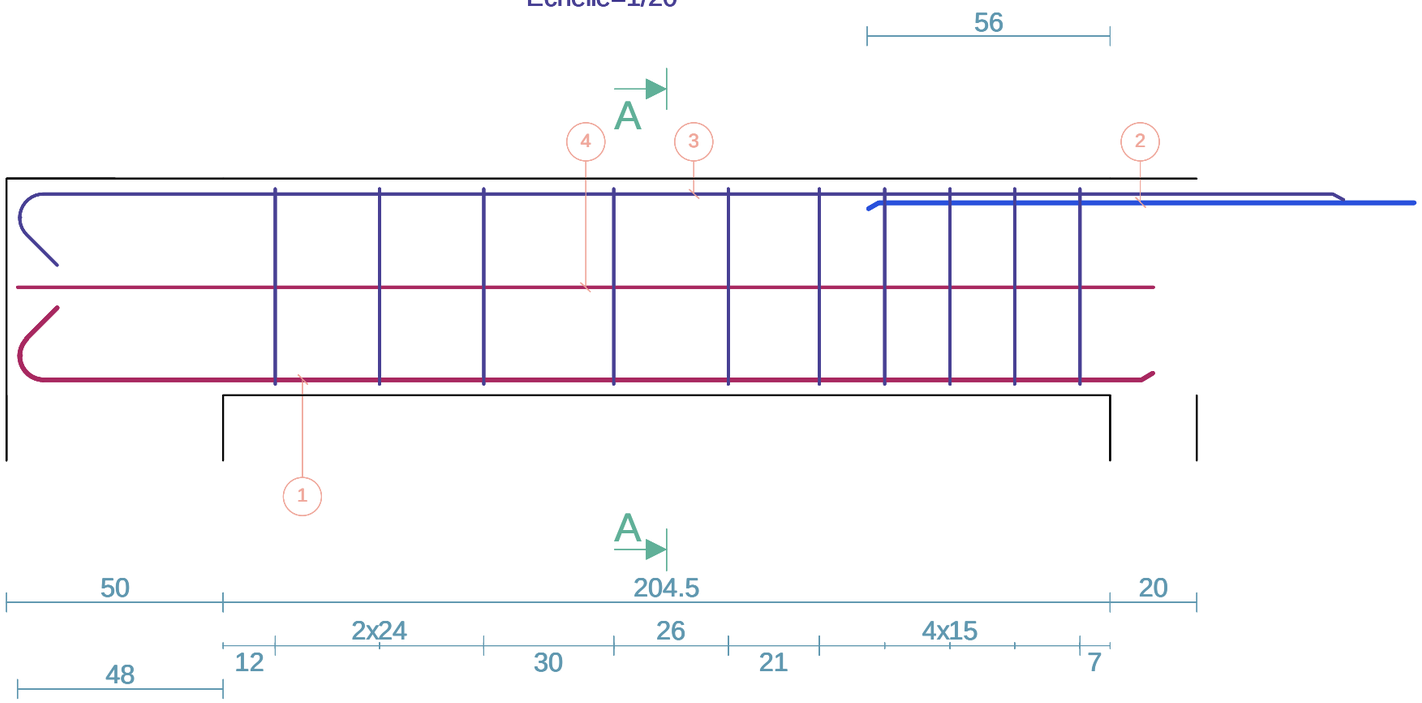
	Barre	Lg	Forme
40	2HA12	393	18 374 135°
41	2HA12	343	18 324 135°
42	2HA10	436	16 135° 420
43	2HA10	375	375
44	8HA8	32	15
45	27HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	35.7/7.9
HA8	2.6/1.0
HA10	16.2/10.0
HA12	14.7/13.1

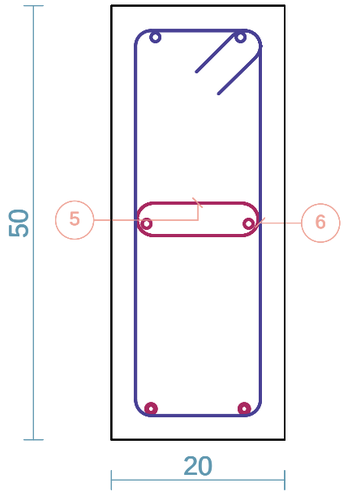
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n07 Niveau n01 PH RDC	T 7.1	Béton=0.26 m3 Acier=15.9 kg d=66.5 kg/m3 Fi=8.6 mm Cof=2.5 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	7 7
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe A-A
Echelle=1/10



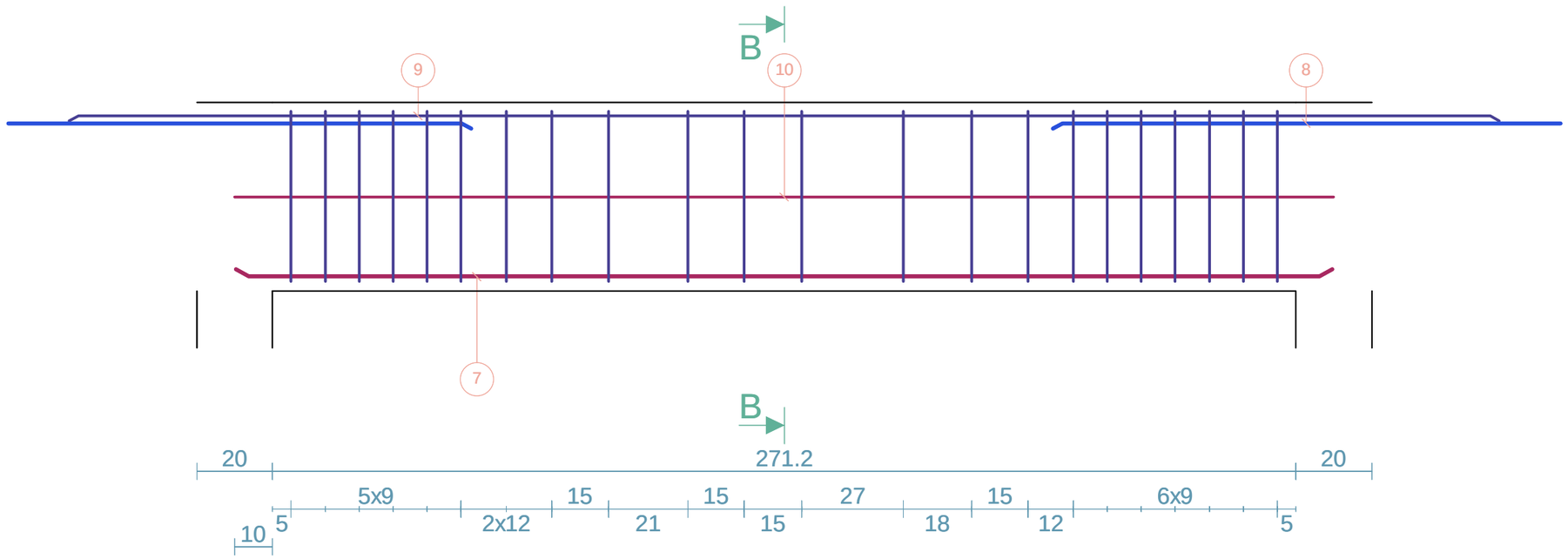
	Barre	Lg	Forme
1	2HA10	279	16 135° 262
2	2HA10	129	129
3	2HA10	323	16 306 135°
4	2HA10	262	262
5	6HA8	32	15
6	10HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6 HA8 HA10	13.2/2.9 1.9/0.8 19.9/12.3

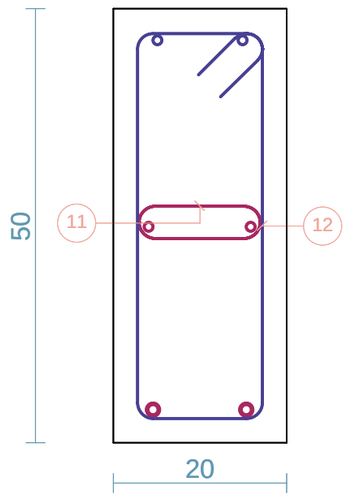
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n07 Niveau n01 PH RDC	T 7.2	Béton=0.30 m3 Acier=24.4 kg d=83.7 kg/m3 Fi=8.7 mm Cof=3.3 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	8/8
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe B-B
Echelle=1/10



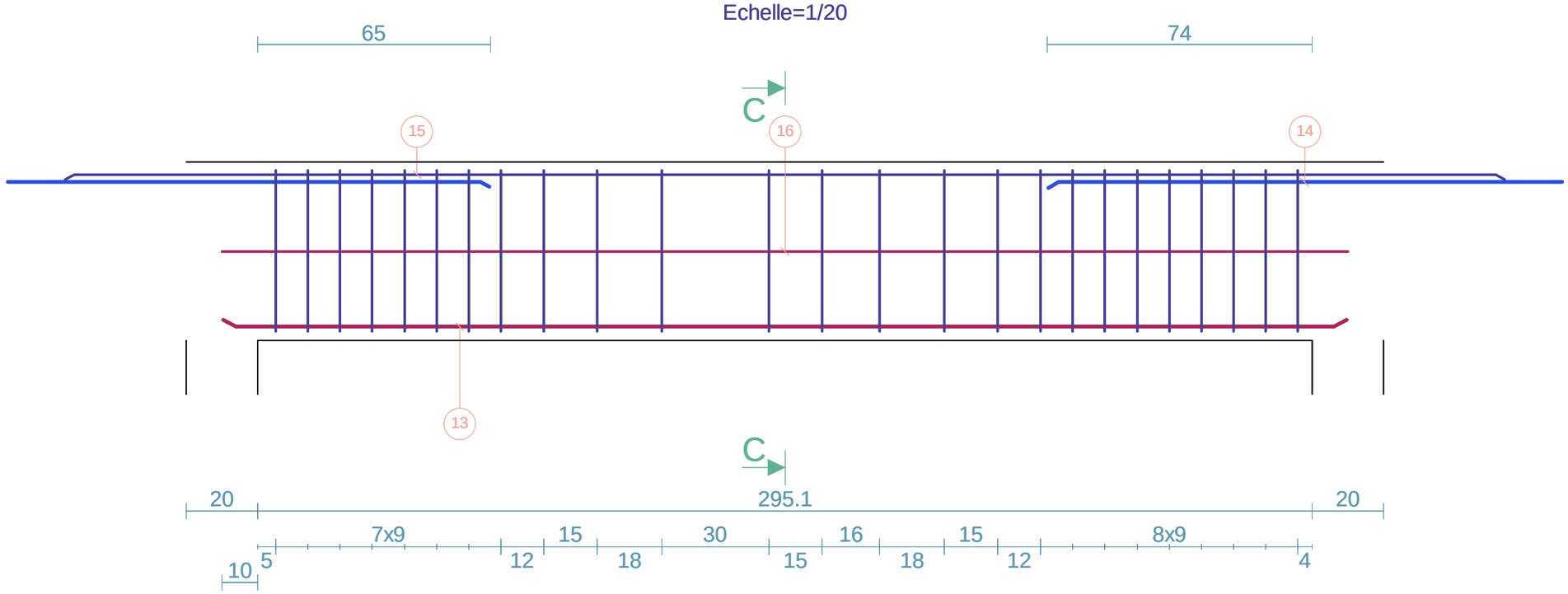
	Barre	Lg	Forme
7	2HA14	291	291
8	2HA10	150	150
9	2HA10	379	379
10	2HA10	291	291
11	6HA8	32	15
12	22HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	29.1/6.5
HA8	1.9/0.8
HA10	16.4/10.1
HA14	5.8/7.0

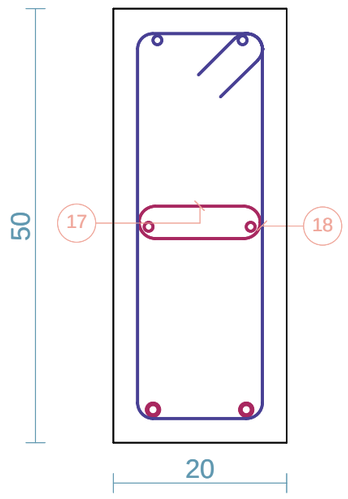
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n07 Niveau n01 PH RDC	T 7.3	Béton=0.33 m3 Acier=27.6 kg d=87.6 kg/m3 Fi=8.8 mm Cof=3.5 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	9/9
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe C-C
Echelle=1/10



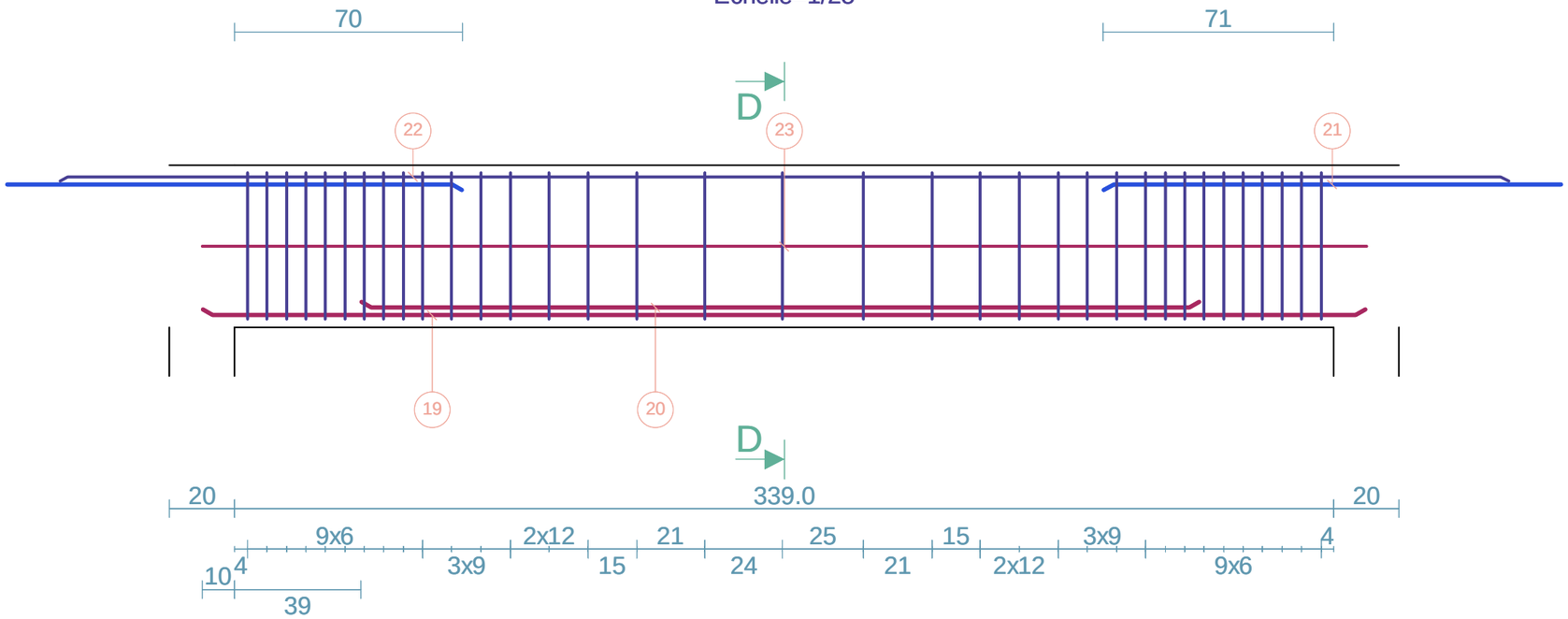
	Barre	Lg	Forme
13	2HA14	315	315
14	2HA12	165	165
15	2HA10	403	403
16	2HA10	315	315
17	7HA8	32	15
18	25HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	33.0/7.3
HA8	2.2/0.9
HA10	14.4/8.9
HA12	3.3/2.9
HA14	6.3/7.6

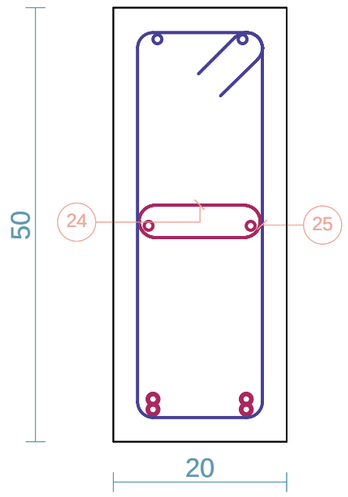
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n07 Niveau n01 PH RDC	T 7.4	Béton=0.37 m3 Acier=35.1 kg d=97.9 kg/m3 Fi=8.6 mm Cof=4.1 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	10/10
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/25



Coupe D-D
Echelle=1/10



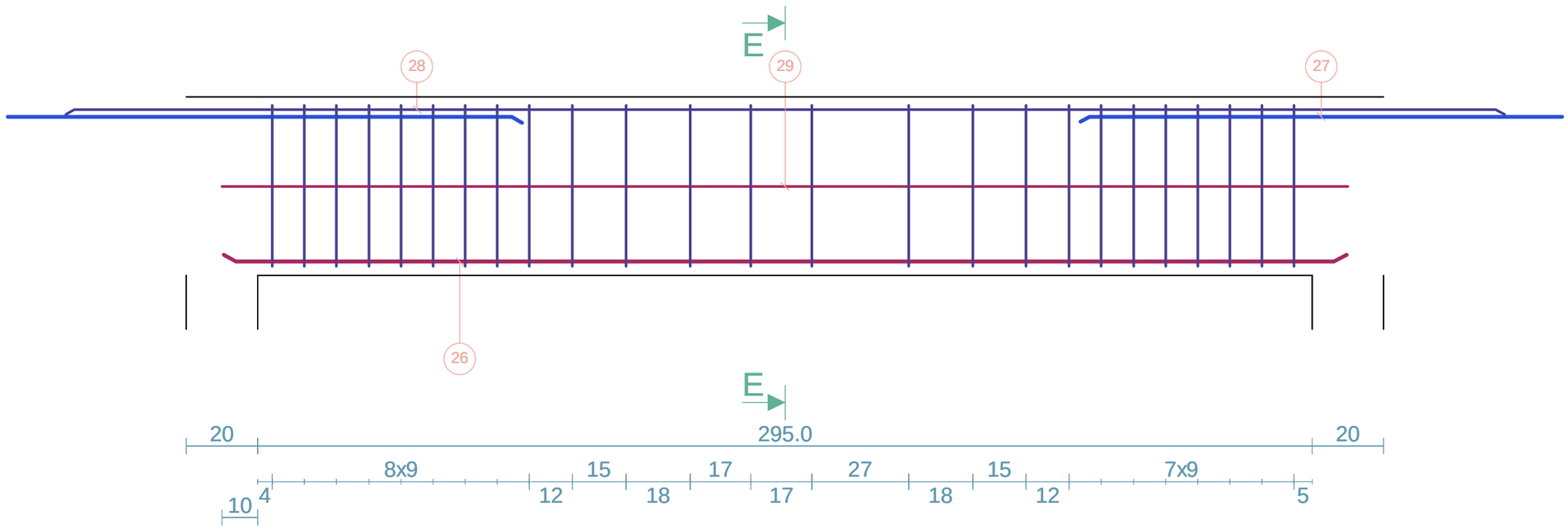
	Barre	Lg	Forme
19	2HA12	359	359
20	2HA12	259	259
21	2HA12	165	165
22	2HA10	447	447
23	2HA10	359	359
24	8HA8	32	15
25	35HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	46.3/10.3
HA8	2.6/1.0
HA10	16.1/9.9
HA12	15.7/13.9

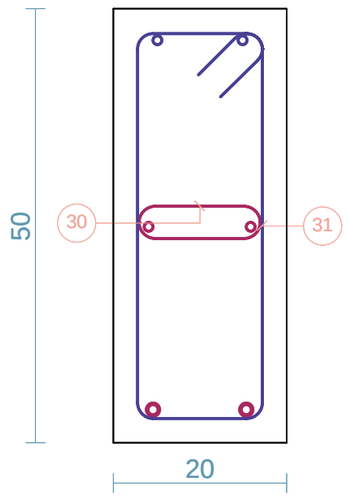
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n07 Niveau n01 PH RDC	T 7.5	Béton=0.33 m3 Acier=26.5 kg d=84.2 kg/m3 Fi=8.8 mm Cof=3.5 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	11/11
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe E-E
Echelle=1/10



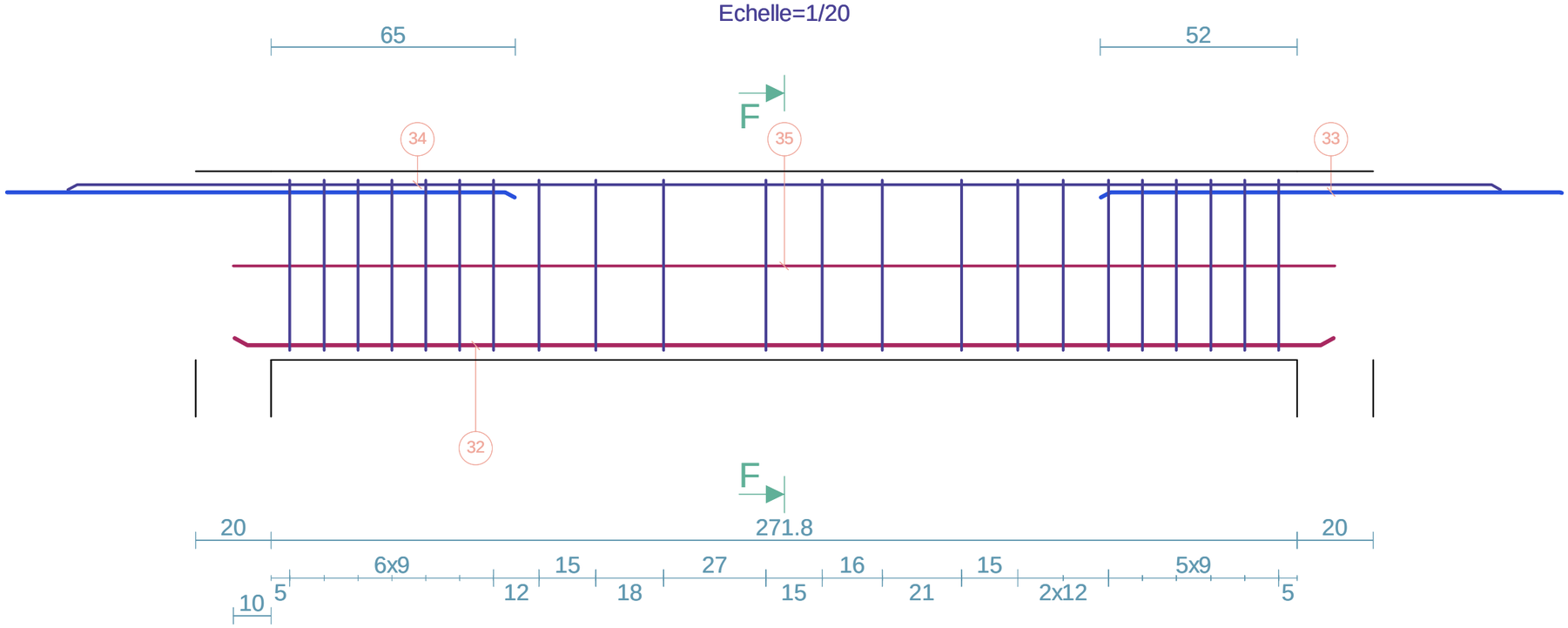
	Barre	Lg	Forme
26	2HA14	315	315
27	2HA10	150	150
28	2HA10	403	403
29	2HA10	315	315
30	7HA8	32	15
31	25HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	33.0/7.3
HA8	2.2/0.9
HA10	17.4/10.7
HA14	6.3/7.6

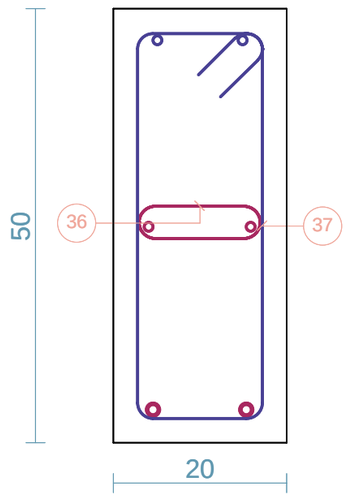
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n07 Niveau n01 PH RDC	T 7.6	Béton=0.30 m3 Acier=24.1 kg d=82.5 kg/m3 Fi=8.7 mm Cof=3.3 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	12/12
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe F-F
Echelle=1/10



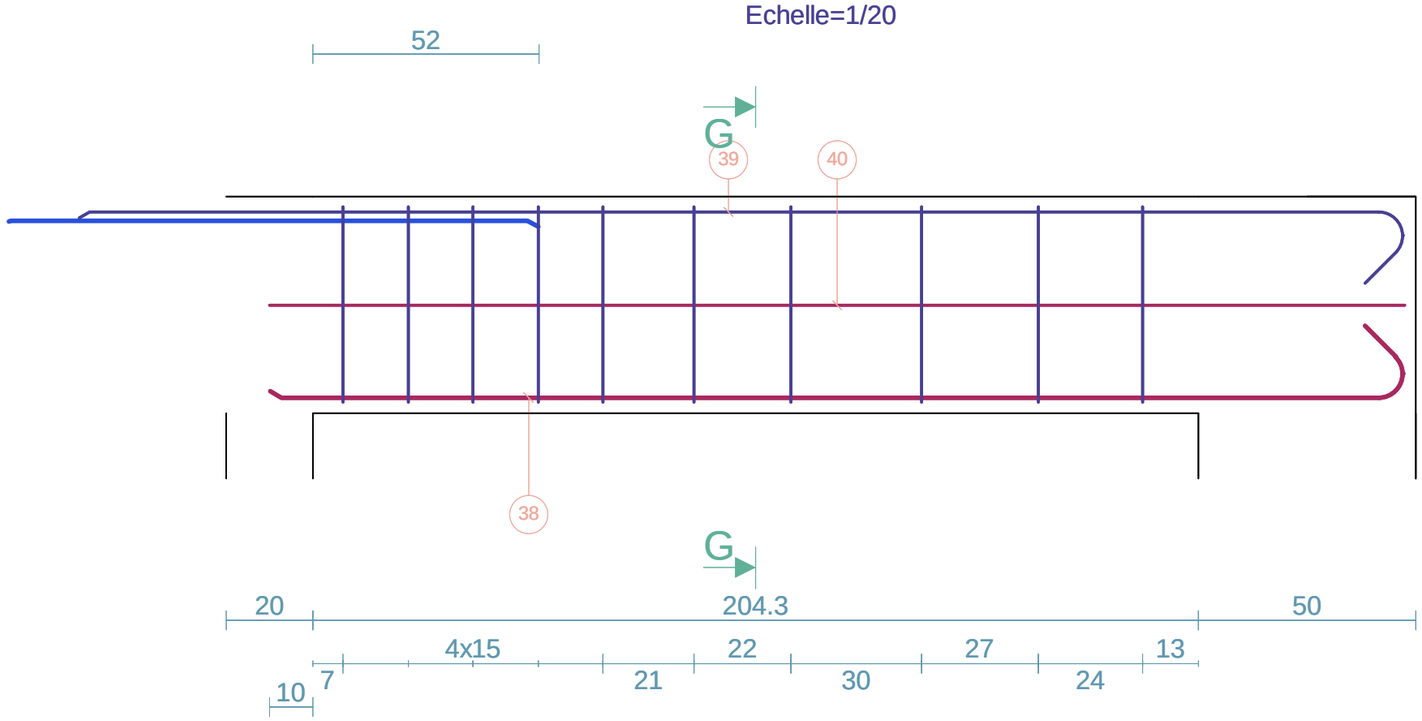
	Barre	Lg	Forme
32	2HA14	292	292
33	2HA10	124	124
34	2HA10	380	380
35	2HA10	292	292
36	6HA8	32	15
37	22HA6	132	45 / 15

Barre	Lg/Poids
HA6	29.1/6.5
HA8	1.9/0.8
HA10	15.9/9.8
HA14	5.8/7.1

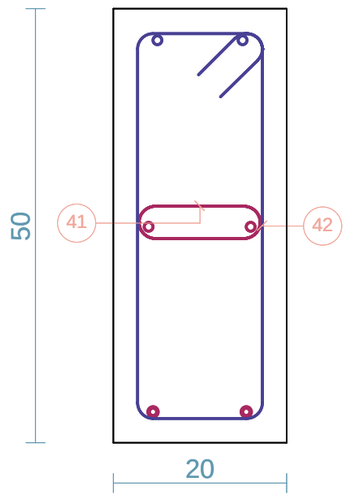
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n07 Niveau n01 PH RDC	T 7.7	Béton=0.27 m3 Acier=14.3 kg d=59.9 kg/m3 Fi=8.6 mm Cof=2.5 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	13/13
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe G-G
Echelle=1/10



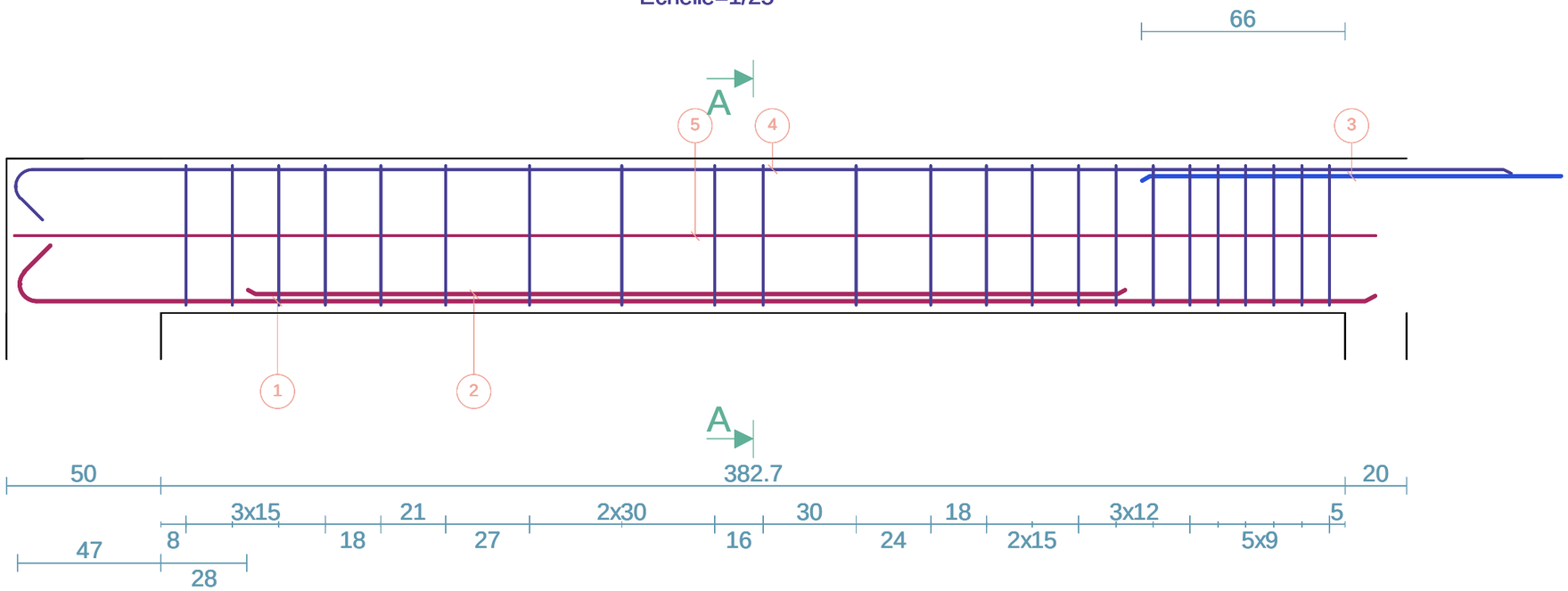
	Barre	Lg	Forme
38	2HA10	279	16 262 135°
39	2HA10	323	16 135° 306
40	2HA10	262	262
41	6HA8	32	15
42	10HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6 HA8 HA10	13.2/2.9 1.9/0.8 17.3/10.7

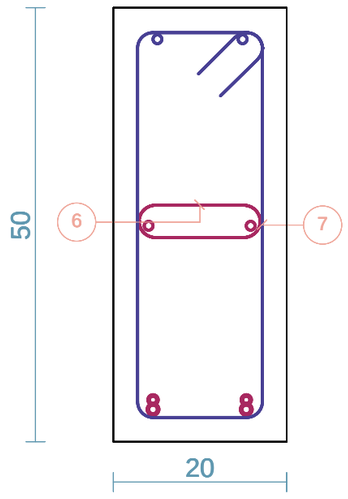
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n08 Niveau n01 PH RDC	T 8.1	Béton=0.44 m3 Acier=33.0 kg d=79.0 kg/m3 Fi=8.7 mm Cof=4.6 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	8 8
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/25



Coupe A-A
Echelle=1/10



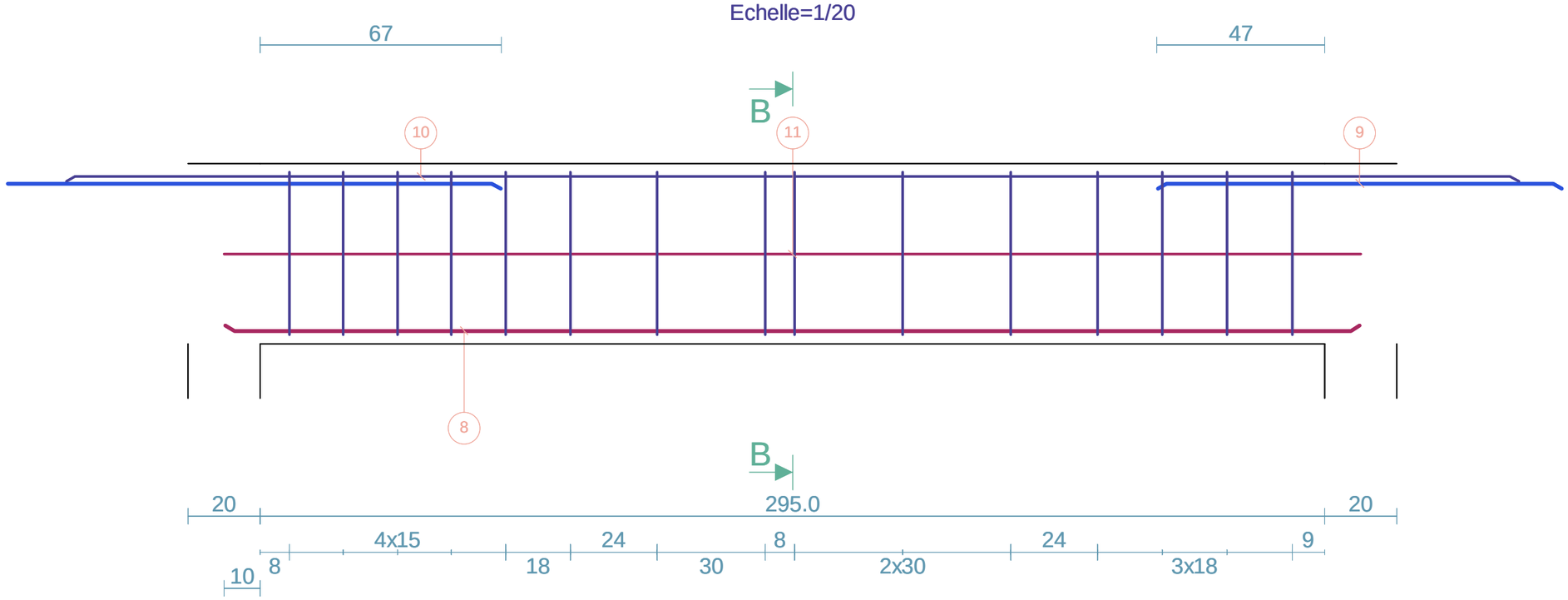
	Barre	Lg	Forme
1	2HA12	458	18 135° 439
2	2HA10	284	284
3	2HA10	153	153
4	2HA10	501	16 484 135°
5	2HA10	440	440
6	9HA8	32	15
7	23HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	30.4/6.7
HA8	2.9/1.1
HA10	27.6/17.0
HA12	9.2/8.1

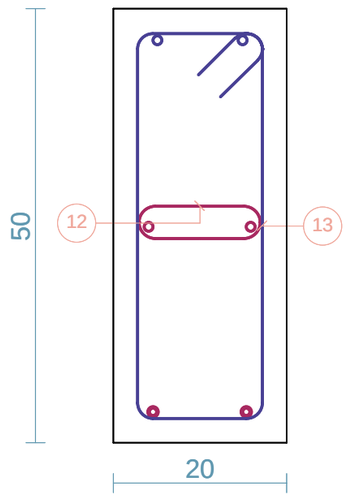
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n08 Niveau n01 PH RDC	T 8.2	Béton=0.33 m3 Acier=19.4 kg d=61.6 kg/m3 Fi=8.5 mm Cof=3.5 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	9/9
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe B-B
Echelle=1/10



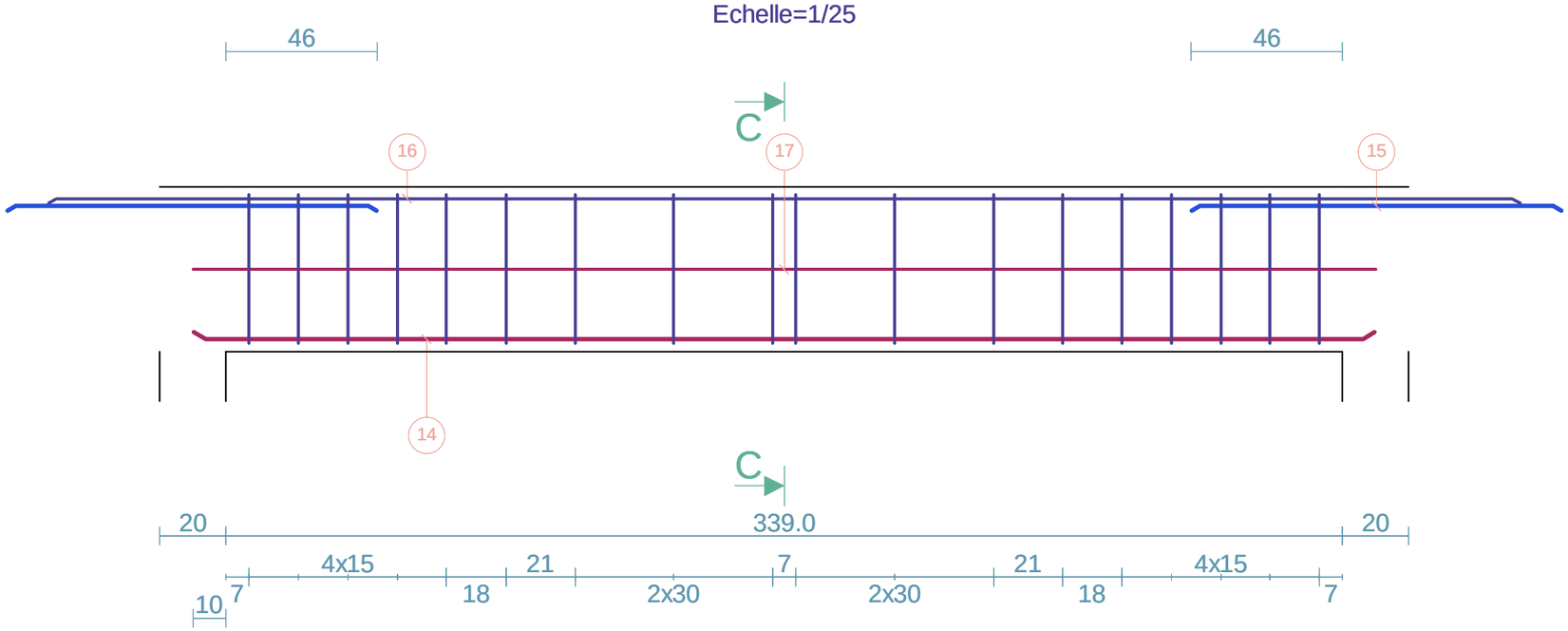
	Barre	Lg	Forme
8	2HA10	315	315
9	2HA10	113	113
10	2HA10	403	403
11	2HA10	315	315
12	7HA8	32	15
13	15HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6 HA8 HA10	19.8/4.4 2.2/0.9 22.9/14.1

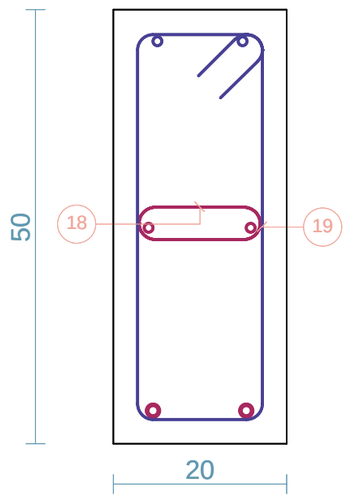
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n08 Niveau n01 PH RDC	T 8.3	Béton=0.37 m3 Acier=26.3 kg d=73.3 kg/m3 Fi=9.1 mm Cof=4.1 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	10/10
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/25



Coupe C-C
Echelle=1/10



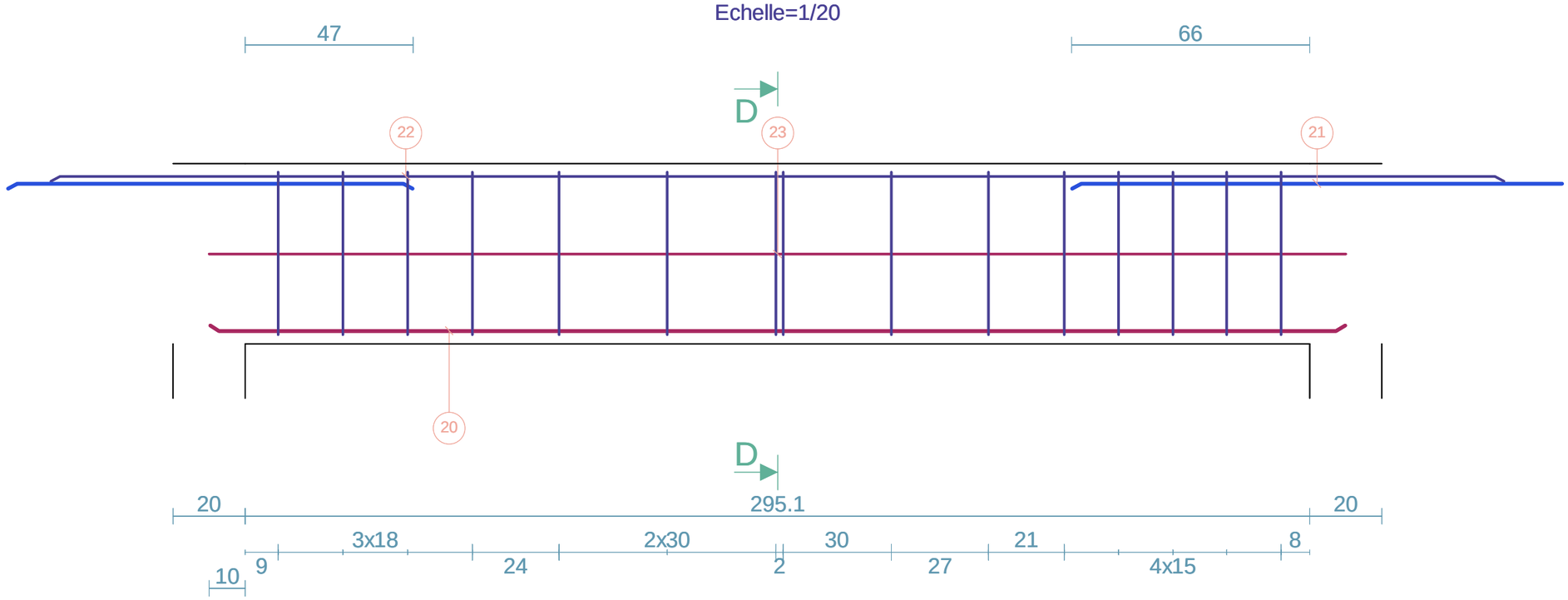
	Barre	Lg	Forme
14	2HA14	359	359
15	2HA10	113	113
16	2HA10	447	447
17	2HA10	359	359
18	8HA8	32	15
19	18HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	23.8/5.3
HA8	2.6/1.0
HA10	18.4/11.3
HA14	7.2/8.7

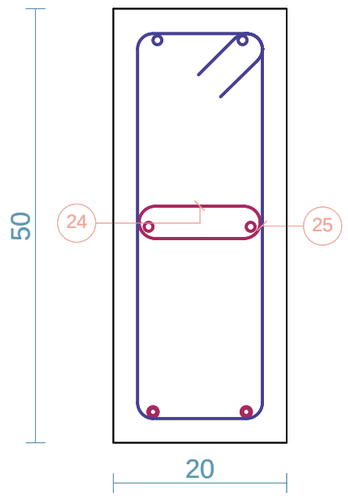
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n08 Niveau n01 PH RDC	T 8.4	Béton=0.33 m3 Acier=19.9 kg d=63.1 kg/m3 Fi=8.5 mm Cof=3.5 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	11/11
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe D-D
Echelle=1/10



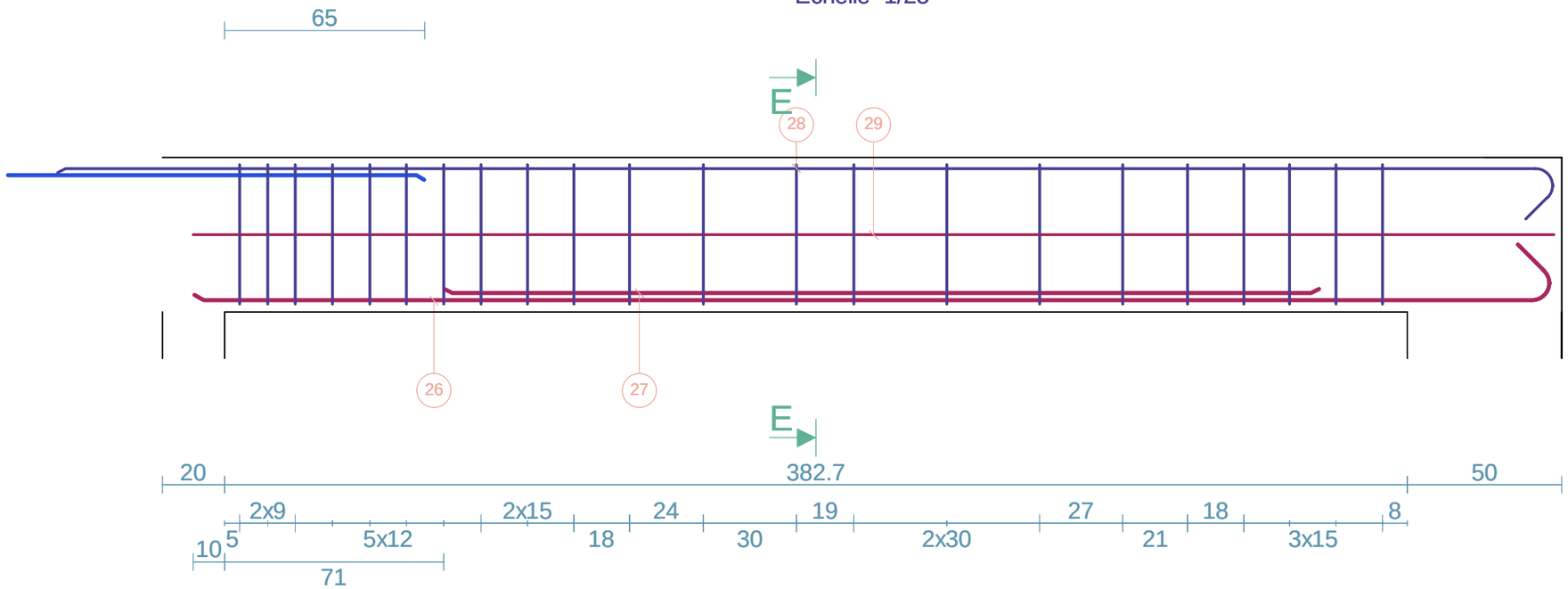
	Barre	Lg	Forme
20	2HA10	315	315
21	2HA10	151	151
22	2HA10	403	403
23	2HA10	315	315
24	7HA8	32	15
25	15HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6 HA8 HA10	19.8/4.4 2.2/0.9 23.7/14.6

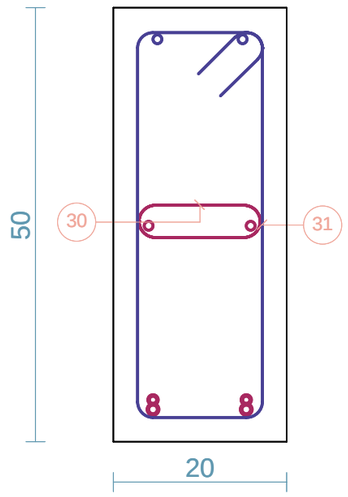
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n08 Niveau n01 PH RDC	T 8.5	Béton=0.45 m3 Acier=30.8 kg d=73.8 kg/m3 Fi=8.8 mm Cof=4.6 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	12/12
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/25



Coupe E-E
Echelle=1/10



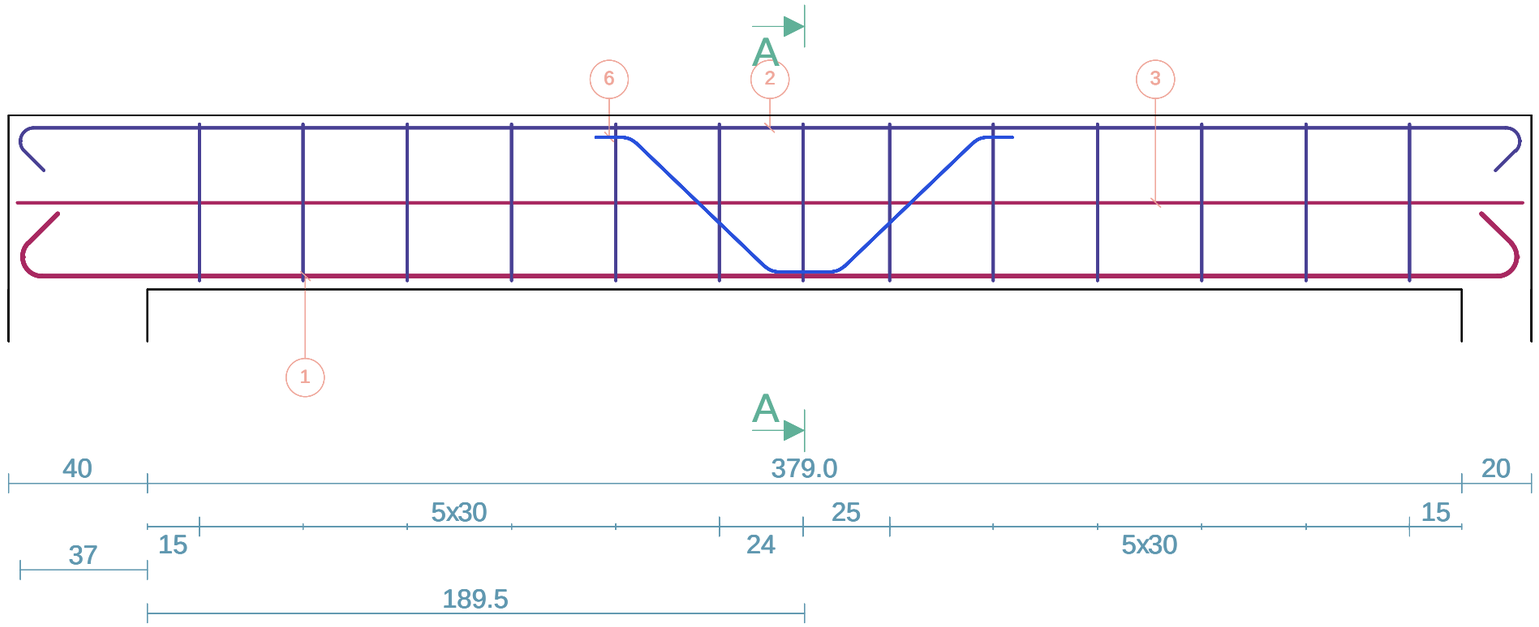
	Barre	Lg	Forme
26	2HA12	458	18 439 135°
27	2HA10	283	283
28	2HA10	501	16 135° 484
29	2HA10	440	440
30	9HA8	32	15
31	22HA6	132	45 15

Barre	Lg/Poids
HA6	29.1/6.5
HA8	2.9/1.1
HA10	24.5/15.1
HA12	9.2/8.1

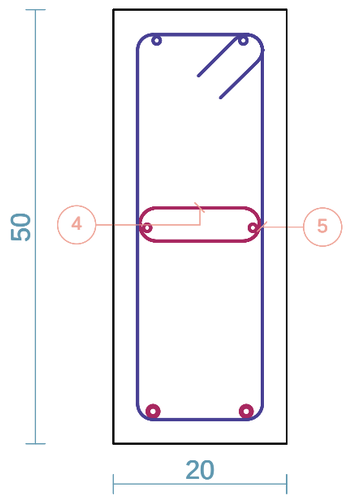
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n01 Niveau n01 PH RDC	T 1	Béton=0.44 m3 Acier=23.0 kg d=56.3 kg/m3 Fi=8.6 mm Cof=4.5 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	2/2
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/25



Coupe A-A
Echelle=1/10



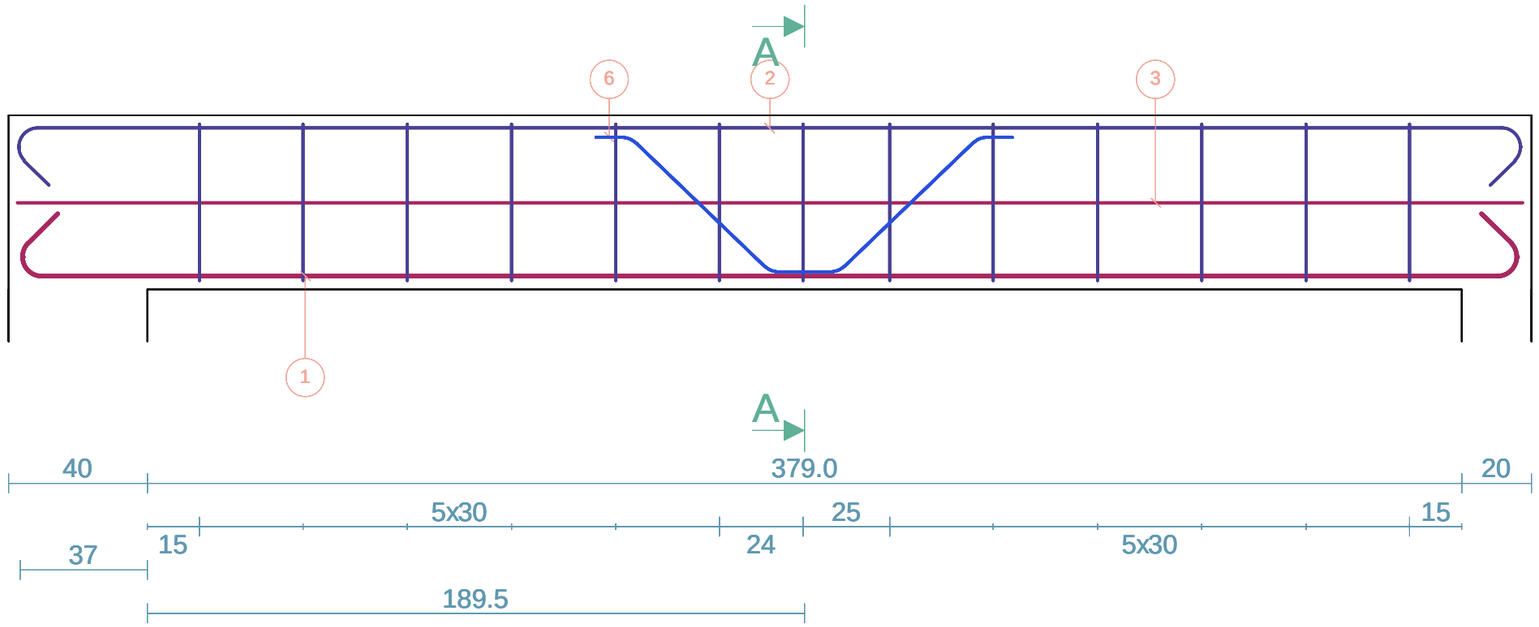
	Barre	Lg	Forme
1	2HA12	470	18 18 135° 432 135°
2	2HA8	459	12 12 135° 433 135°
3	2HA8	434	434
4	9HA8	32	15
5	13HA6	132	45 15
6	2HA12	150	10 10 40 45° 45° 20

Barre	Lg/Poids
HA6 HA8 HA12	17.2/3.8 20.7/8.2 12.4/11.0

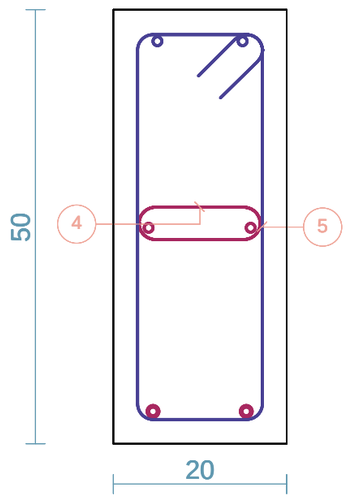
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n02 Niveau n01 PH RDC	T 2	Béton=0.44 m3 Acier=27.1 kg d=66.2 kg/m3 Fi=9.3 mm Cof=4.5 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	2/2
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/25



Coupe A-A
Echelle=1/10



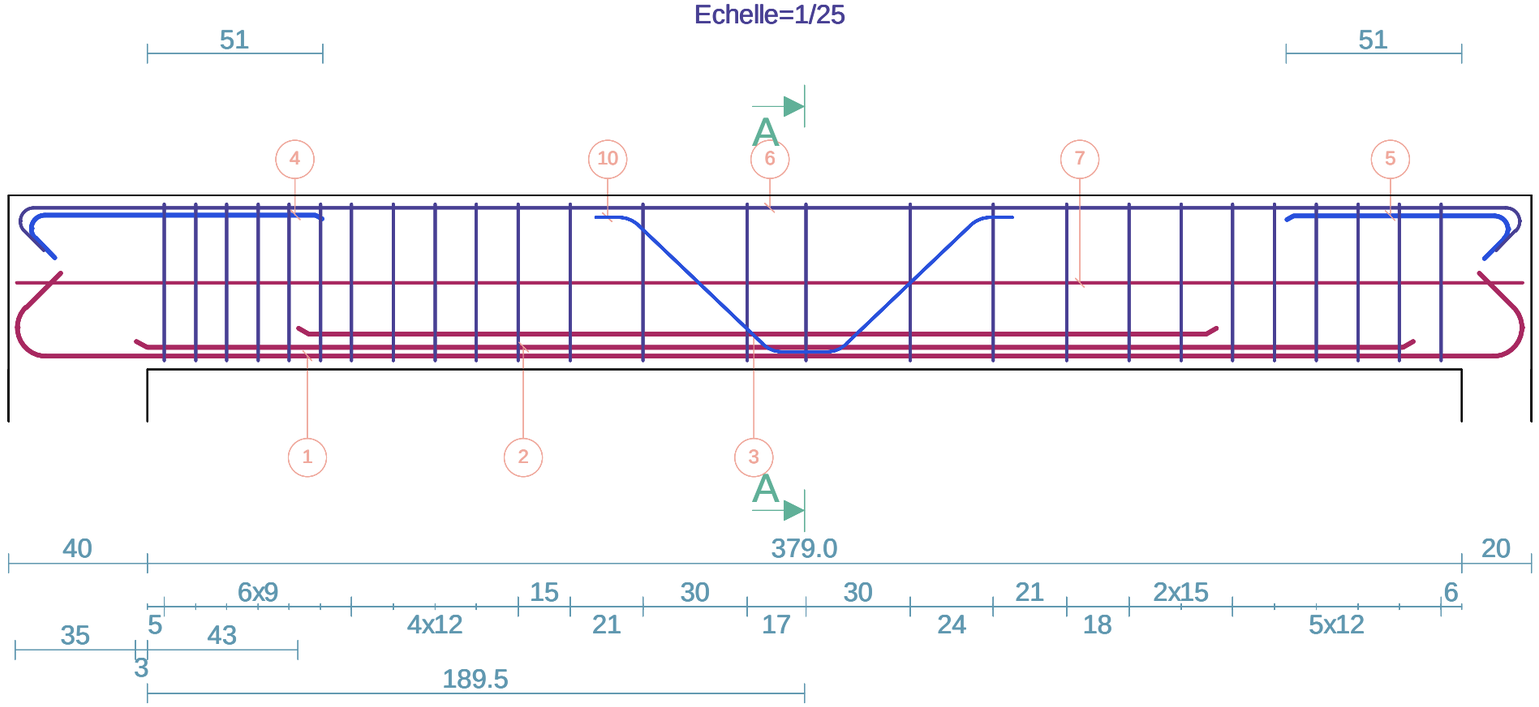
	Barre	Lg	Forme
1	2HA12	470	18 18 135° 432 135°
2	2HA10	468	16 16 135° 434 135°
3	2HA10	434	434
4	9HA8	32	15
5	13HA6	132	45 15
6	2HA12	150	10 10 40 45° 45° 20

Barre	Lg/Poids
HA6	17.2/3.8
HA8	2.9/1.1
HA10	18.0/11.1
HA12	12.4/11.0

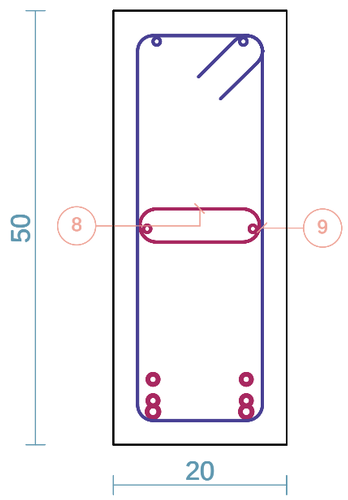
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n03 Niveau n01 PH RDC	T 3	Béton=0.44 m3 Acier=43.7 kg d=107.0 kg/m3 Fi=9.2 mm Cof=4.5 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	3/3
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/25



Coupe A-A
Echelle=1/10



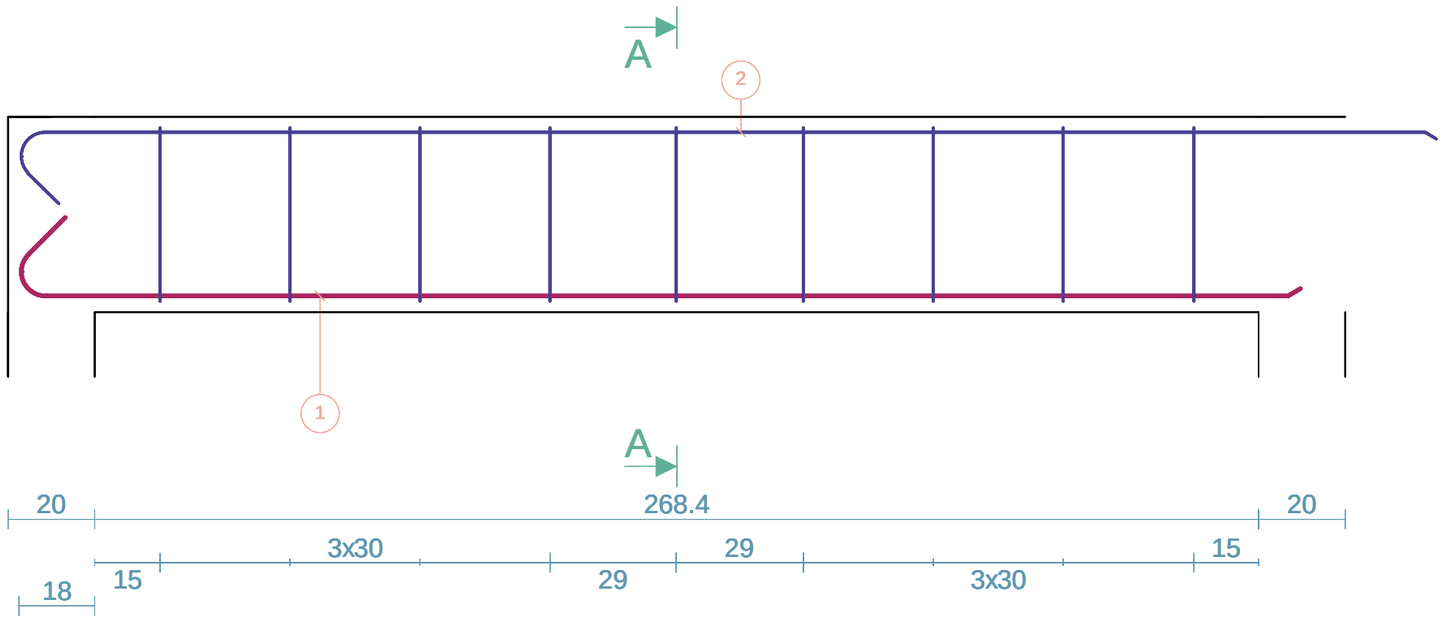
	Barre	Lg	Forme
1	2HA14	484	23 23 135° 435 135°
2	2HA12	369	369
3	2HA12	265	265
4	2HA8	97	12 84 135°
5	2HA8	77	12 135° 64
6	2HA8	459	12 12 135° 433 135°
7	2HA8	434	434
8	9HA8	32	15
9	26HA6	132	45 15
10	2HA14	150	10 10 40 45° 45° 20

Barre	Lg/Poids
HA6	34.4/7.6
HA8	24.2/9.6
HA12	12.7/11.3
HA14	12.7/15.3

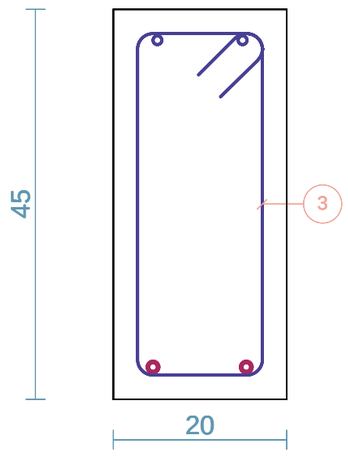
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n04 Niveau n01 PH RDC	T 4.1	Béton=0.27 m3 Acier=12.3 kg d=47.3 kg/m3 Fi=9.1 mm Cof=3.0 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	5/5
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe A-A
Echelle=1/10



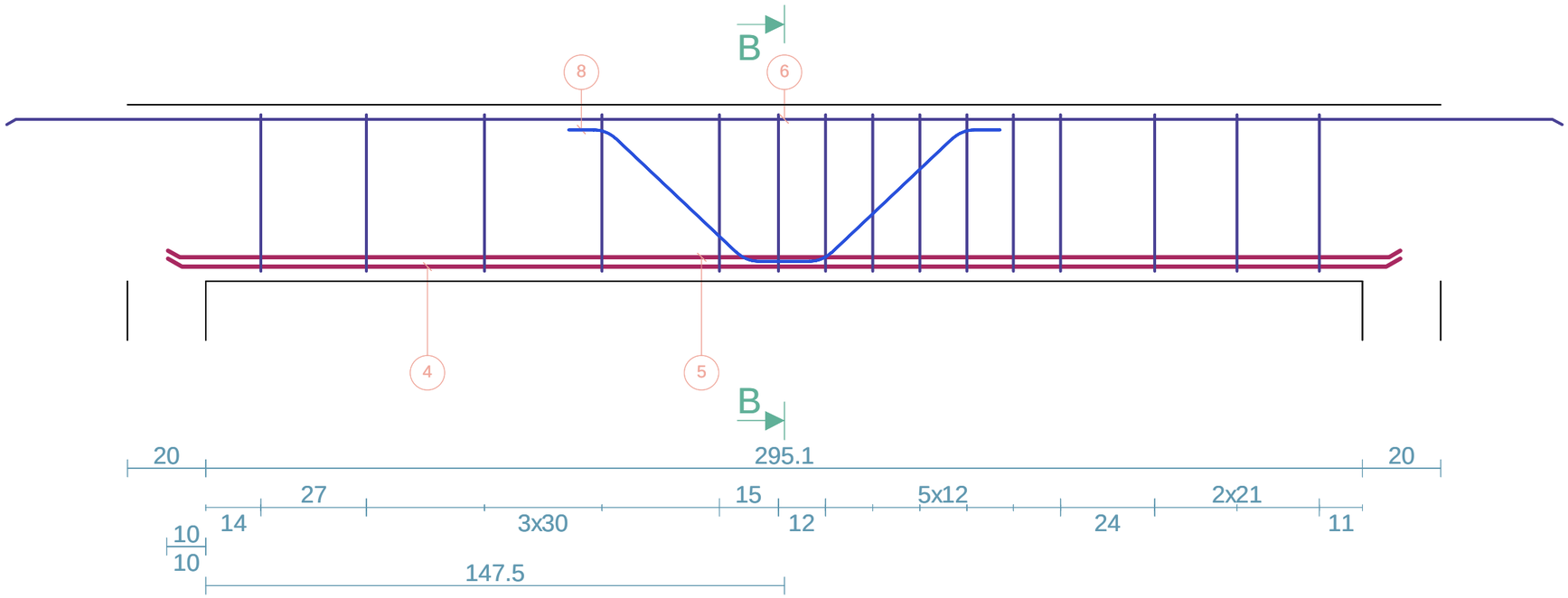
	Barre	Lg	Forme
1	2HA12	315	18 135° 296
2	2HA10	344	16 327 135°
3	9HA6	122	40 15

Barre	Lg/Poids
HA6 HA10 HA12	11.0/2.4 6.9/4.2 6.3/5.6

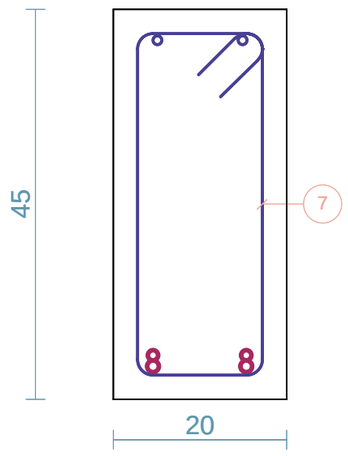
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n04 Niveau n01 PH RDC	T 4.2	Béton=0.29 m3 Acier=25.5 kg d=89.7 kg/m3 Fi=10.0 mm Cof=3.2 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	6/6
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe B-B
Echelle=1/10



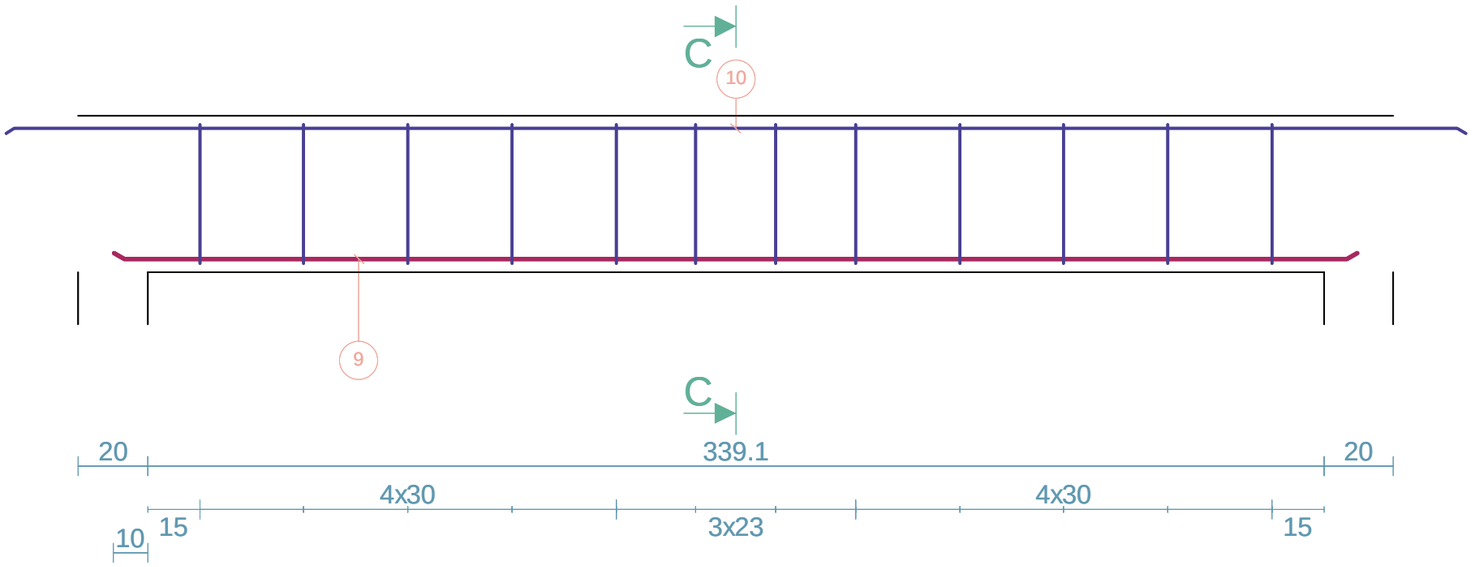
	Barre	Lg	Forme
4	2HA14	315	315
5	2HA12	315	315
6	2HA10	397	397
7	15HA6	122	40 / 15
8	2HA14	135	10 10 / 35 / 45° 45° / 20

Barre	Lg/Poids
HA6	18.3/4.1
HA10	7.9/4.9
HA12	6.3/5.6
HA14	9.0/10.9

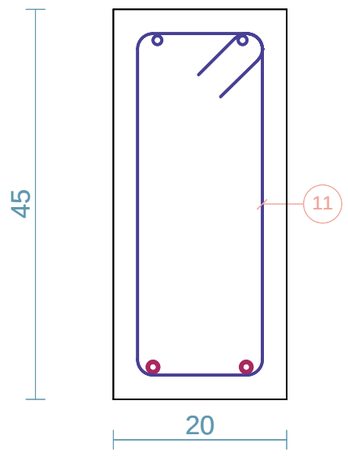
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n04 Niveau n01 PH RDC	T 4.3	Béton=0.33 m3 Acier=14.8 kg d=45.9 kg/m3 Fi=8.9 mm Cof=3.7 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	7 7
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/25



Coupe C-C
Echelle=1/10



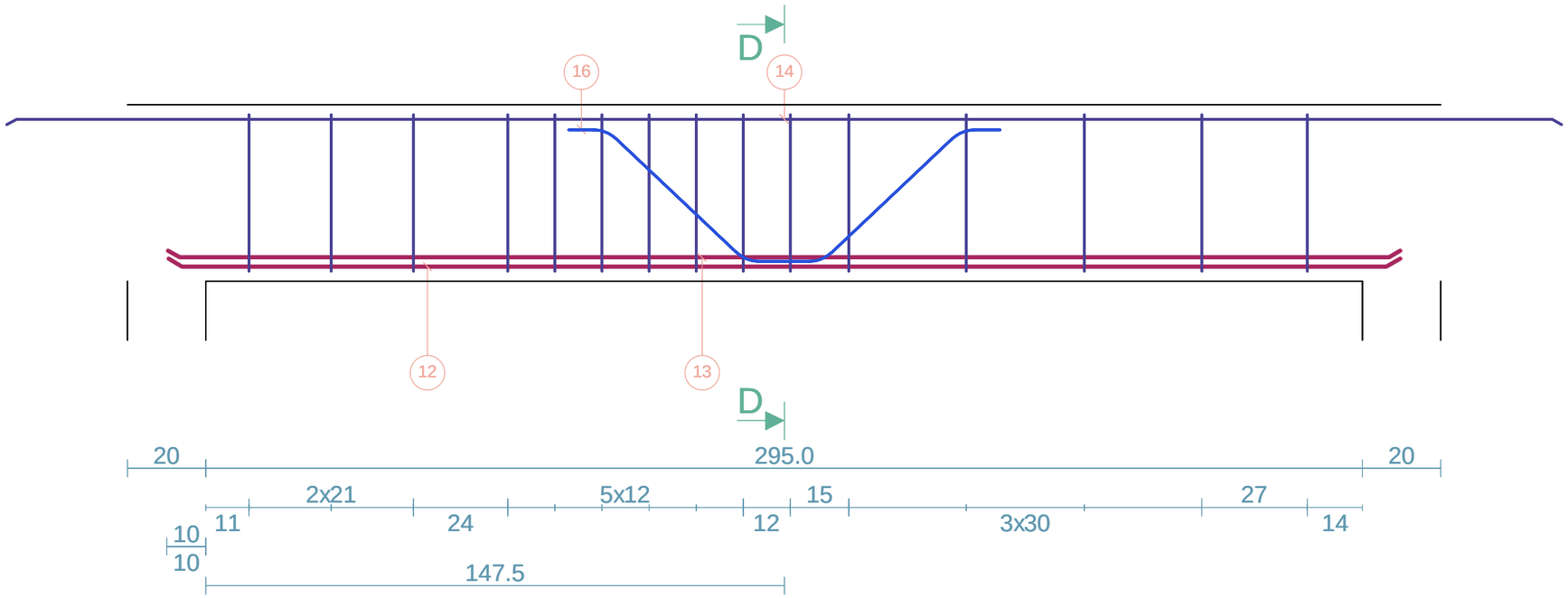
	Barre	Lg	Forme
9	2HA12	359	359
10	2HA10	421	421
11	12HA6	122	40 15

Barre	Lg/Poids
HA6 HA10 HA12	14.7/3.3 8.4/5.2 7.2/6.4

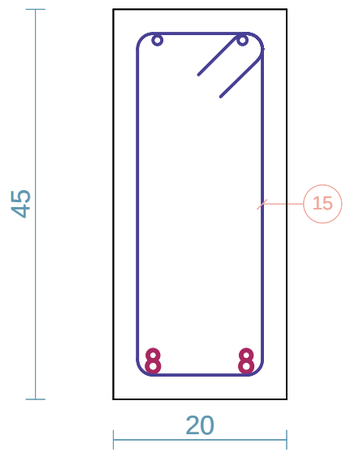
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n04 Niveau n01 PH RDC	T 4.4	Béton=0.29 m3 Acier=25.4 kg d=89.8 kg/m3 Fi=10.0 mm Cof=3.2 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	8/8
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe D-D
Echelle=1/10



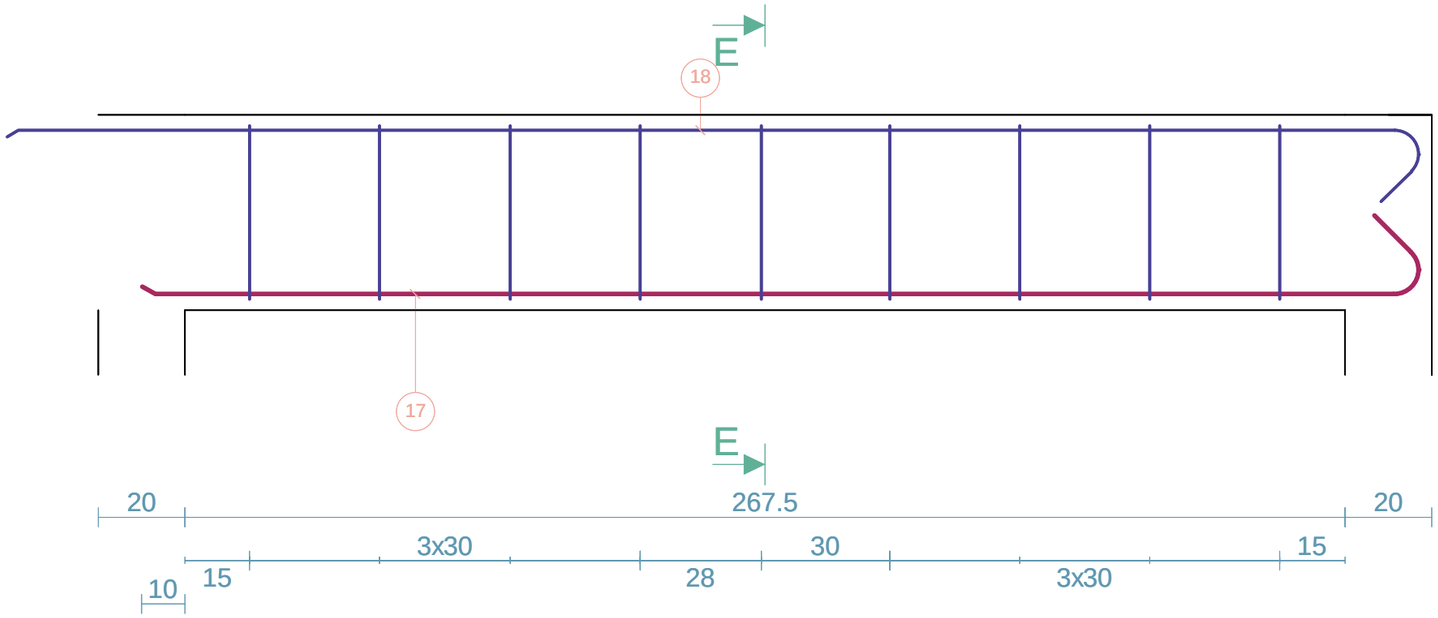
	Barre	Lg	Forme
12	2HA14	315	315
13	2HA12	315	315
14	2HA10	397	397
15	15HA6	122	40 / 15
16	2HA14	135	10 10 / 35 / 45° 45° / 20

Barre	Lg/Poids
HA6	18.3/4.1
HA10	7.9/4.9
HA12	6.3/5.6
HA14	9.0/10.9

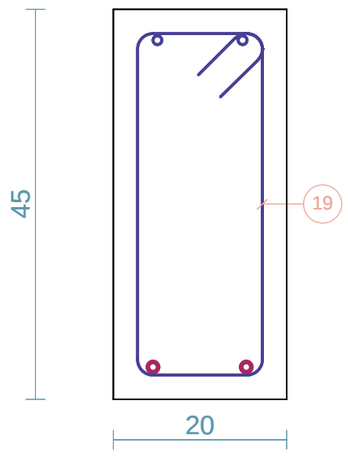
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n04 Niveau n01 PH RDC	T 4.5	Béton=0.28 m3 Acier=12.2 kg d=47.3 kg/m3 Fi=9.1 mm Cof=2.9 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	9/9
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe E-E
Echelle=1/10



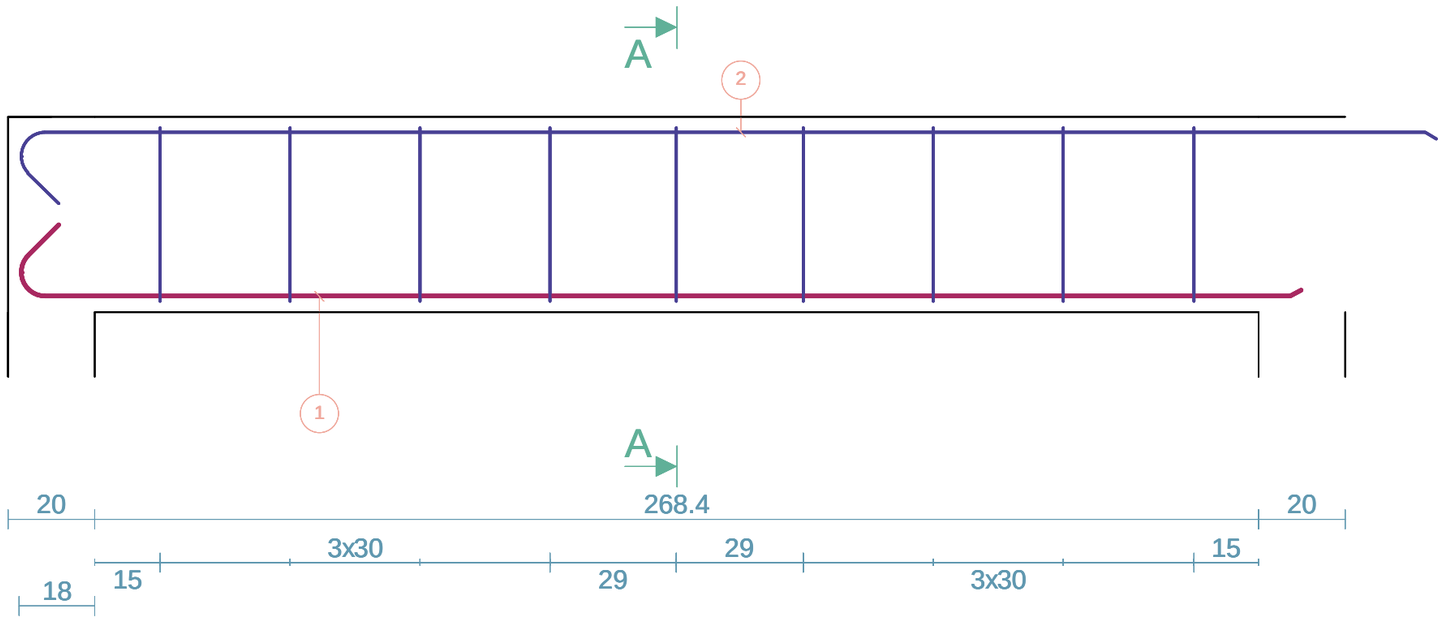
	Barre	Lg	Forme
17	2HA12	314	18 295 135°
18	2HA10	343	16 135° 326
19	9HA6	122	40 15

Barre	Lg/Poids
HA6 HA10 HA12	11.0/2.4 6.9/4.2 6.3/5.6

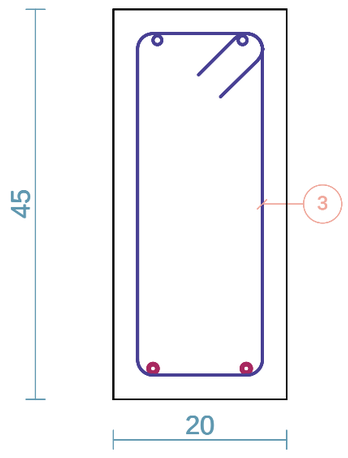
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n05 Niveau n01 PH RDC	T 5.1	Béton=0.27 m3 Acier=10.5 kg d=40.6 kg/m3 Fi=8.4 mm Cof=3.0 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	5/5
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe A-A
Echelle=1/10



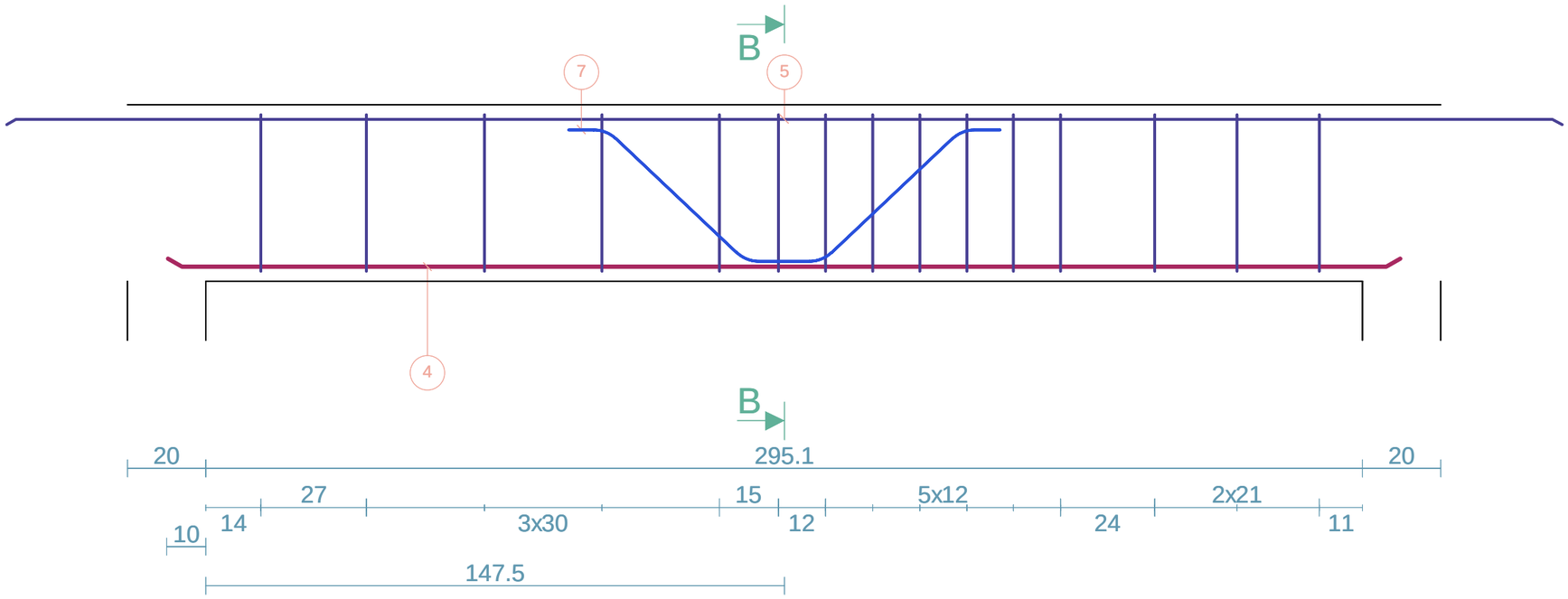
	Barre	Lg	Forme
1	2HA10	313	16 135° 296
2	2HA10	344	16 327 135°
3	9HA6	122	40 15

Barre	Lg/Poids
HA6 HA10	11.0/2.4 13.1/8.1

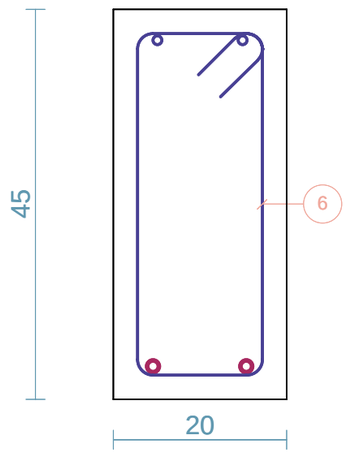
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n05 Niveau n01 PH RDC	T 5.2	Béton=0.29 m3 Acier=19.9 kg d=70.0 kg/m3 Fi=9.6 mm Cof=3.2 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	6/6
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe B-B
Echelle=1/10



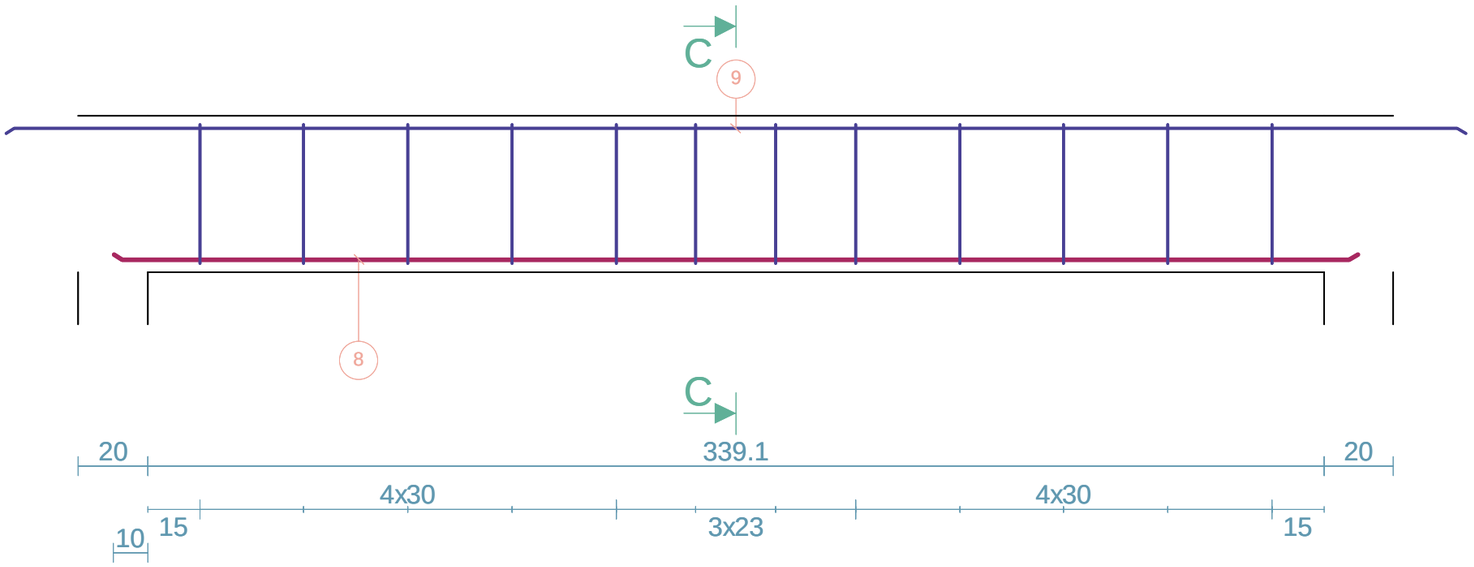
	Barre	Lg	Forme
4	2HA14	315	315
5	2HA10	397	397
6	15HA6	122	40 15
7	2HA14	135	10 10 35 45° 45° 20

Barre	Lg/Poids
HA6 HA10 HA14	18.3/4.1 7.9/4.9 9.0/10.9

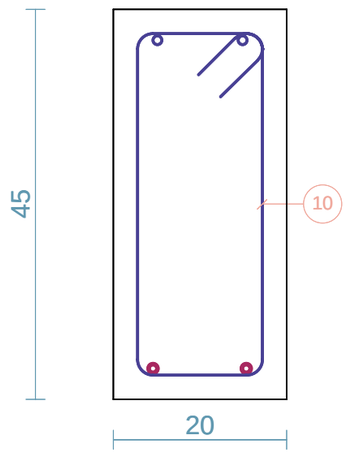
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n05 Niveau n01 PH RDC	T 5.3	Béton=0.33 m3 Acier=12.9 kg d=39.8 kg/m3 Fi=8.3 mm Cof=3.7 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	7 7
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/25



Coupe C-C
Echelle=1/10



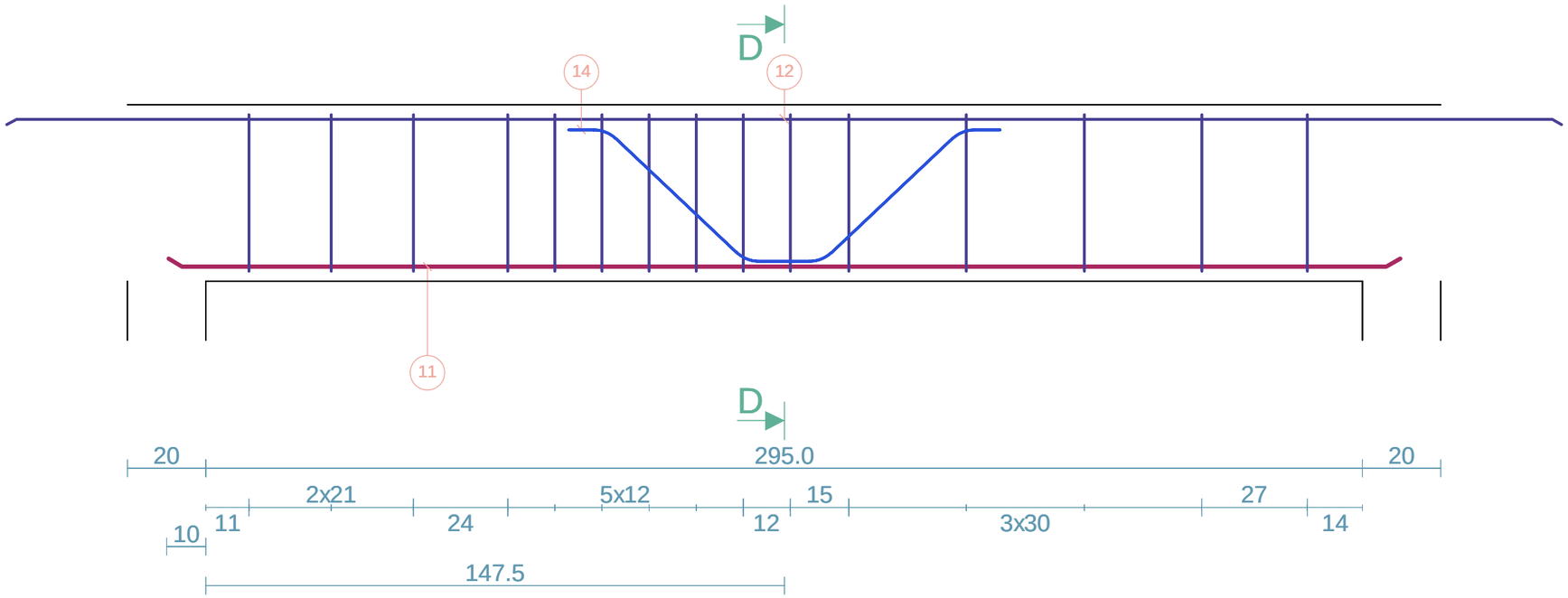
	Barre	Lg	Forme
8	2HA10	359	359
9	2HA10	421	421
10	12HA6	122	40 15

Barre	Lg/Poids
HA6 HA10	14.7/3.3 15.6/9.6

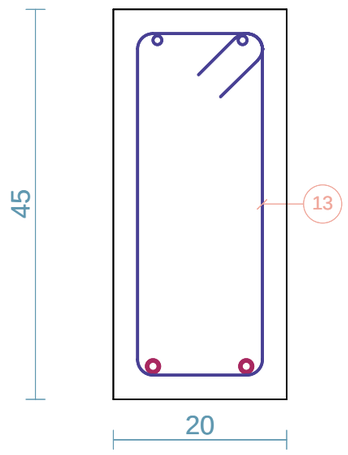
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n05 Niveau n01 PH RDC	T 5.4	Béton=0.29 m3 Acier=19.9 kg d=70.0 kg/m3 Fi=9.6 mm Cof=3.2 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	8/8
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe D-D
Echelle=1/10



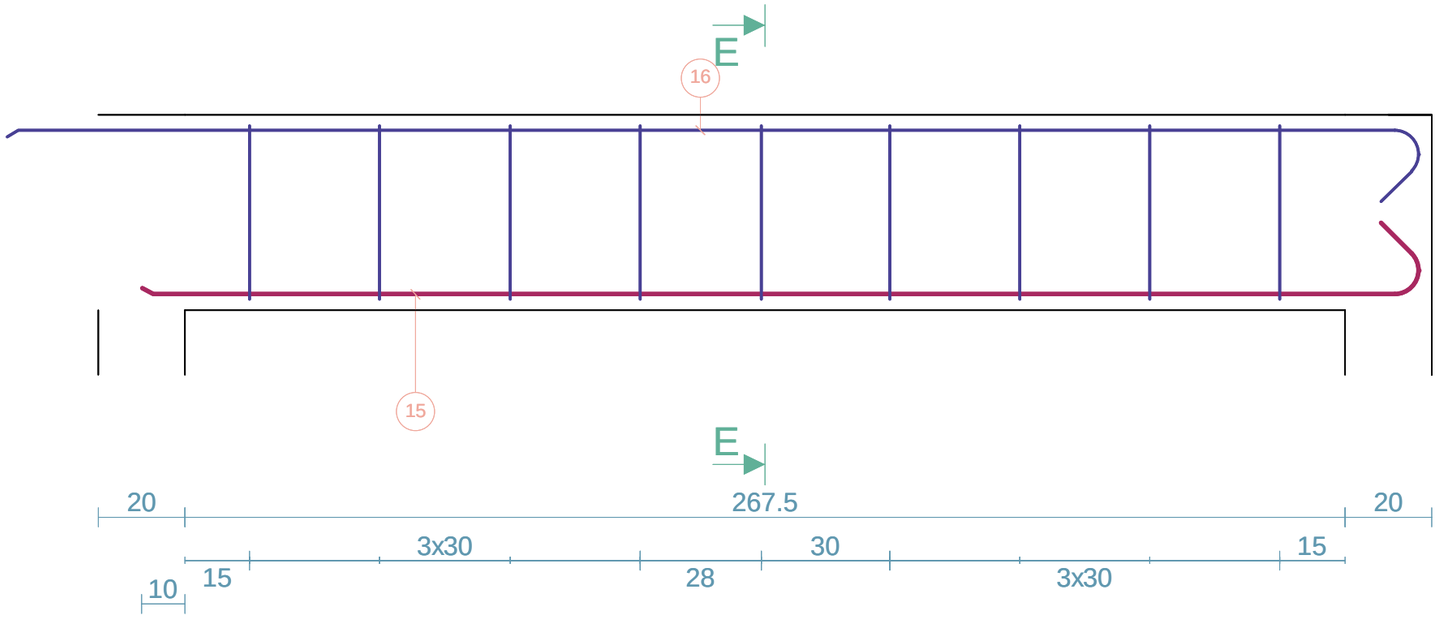
	Barre	Lg	Forme
11	2HA14	315	315
12	2HA10	397	397
13	15HA6	122	40 / 15
14	2HA14	135	10 10 / 35 / 45° 45° / 20

Barre	Lg/Poids
HA6 HA10 HA14	18.3/4.1 7.9/4.9 9.0/10.9

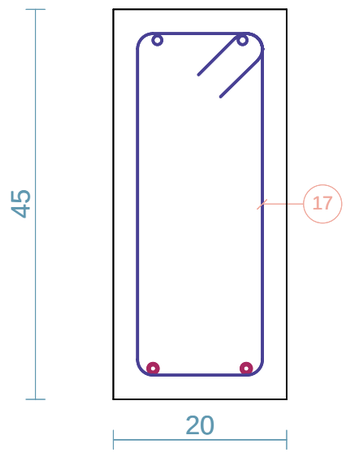
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n05 Niveau n01 PH RDC	T 5.5	Béton=0.28 m3 Acier=10.5 kg d=40.6 kg/m3 Fi=8.4 mm Cof=2.9 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	9/9
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe E-E
Echelle=1/10



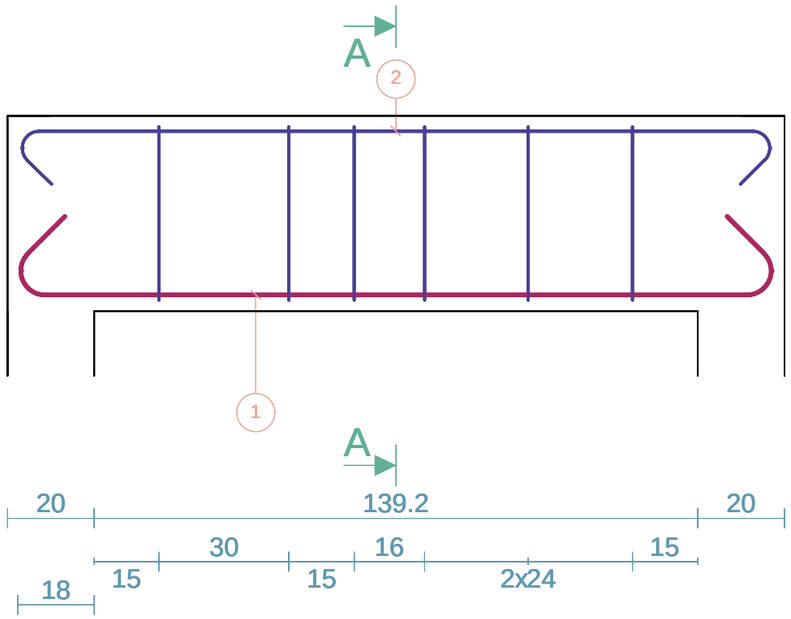
	Barre	Lg	Forme
15	2HA10	312	16 295 135°
16	2HA10	343	16 135° 326
17	9HA6	122	40 15

Barre	Lg/Poids
HA6 HA10	11.0/2.4 13.1/8.1

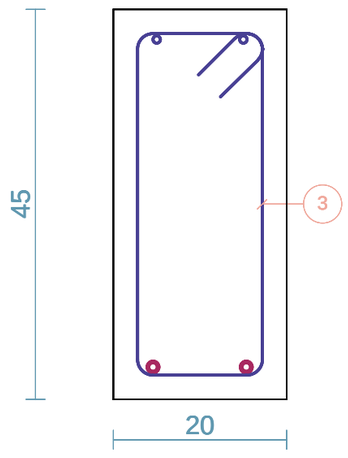
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n06 Niveau n01 PH RDC	T 6	Béton=0.16 m3 Acier=7.0 kg d=48.6 kg/m3 Fi=8.5 mm Cof=1.5 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	6/6
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe A-A
Echelle=1/10



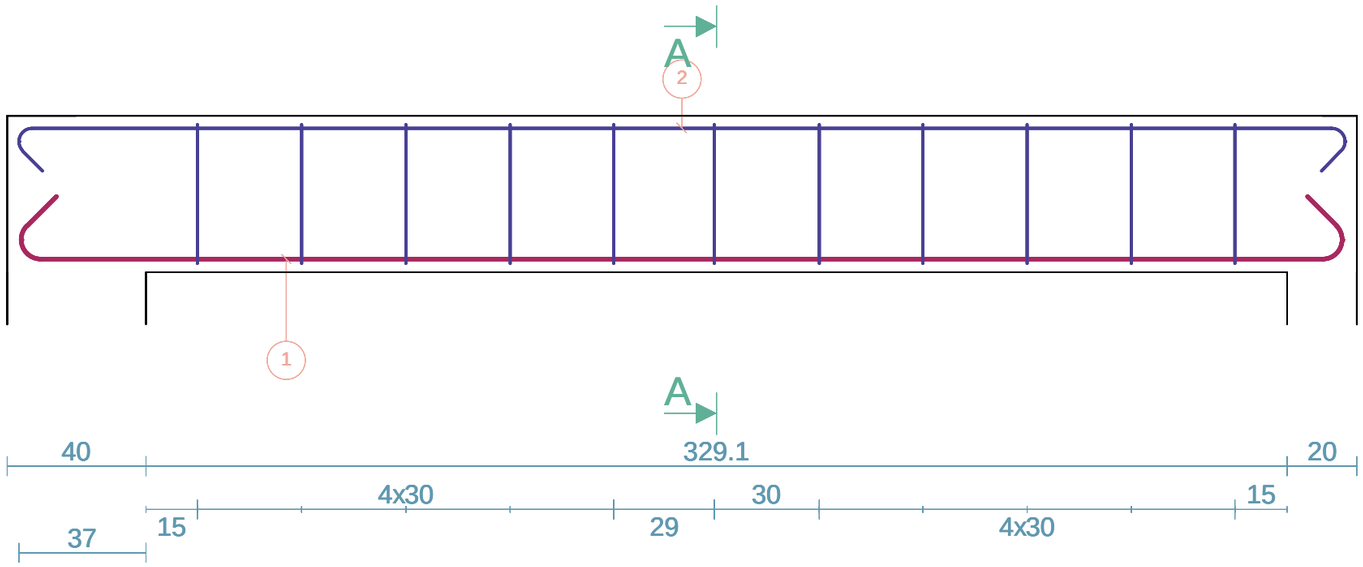
	Barre	Lg	Forme
1	2HA12	212	18 18 135° 174 135°
2	2HA8	199	12 12 135° 173 135°
3	6HA6	122	40 15

Barre	Lg/Poids
HA6 HA8 HA12	7.3/1.6 4.0/1.6 4.2/3.8

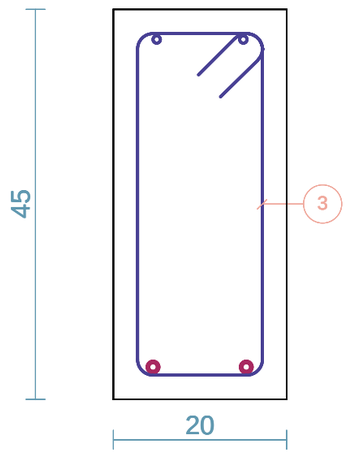
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n07 Niveau n01 PH RDC	T 7	Béton=0.35 m3 Acier=13.7 kg d=42.3 kg/m3 Fi=8.6 mm Cof=3.6 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	7 7
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/25



Coupe A-A
Echelle=1/10



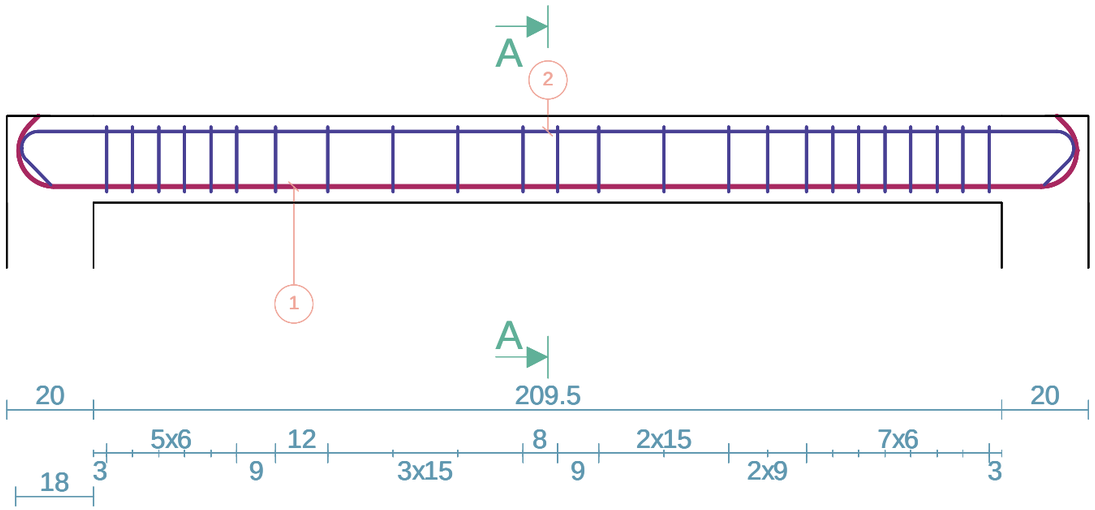
	Barre	Lg	Forme
1	2HA12	420	18 18 135° 382 135°
2	2HA8	409	12 12 135° 383 135°
3	11HA6	122	40 15

Barre	Lg/Poids
HA6 HA8 HA12	13.4/3.0 8.2/3.2 8.4/7.5

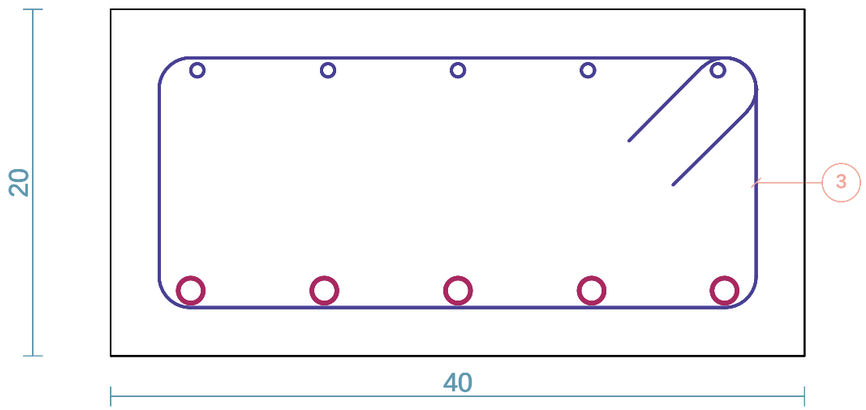
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n08 Niveau n01 PH RDC	T 8	Béton=0.20 m3 Acier=29.1 kg d=158.3 kg/m3 Fi=9.3 mm Cof=1.7 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	8 8
	POUTRE NOYEE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe A-A
Echelle=1/5



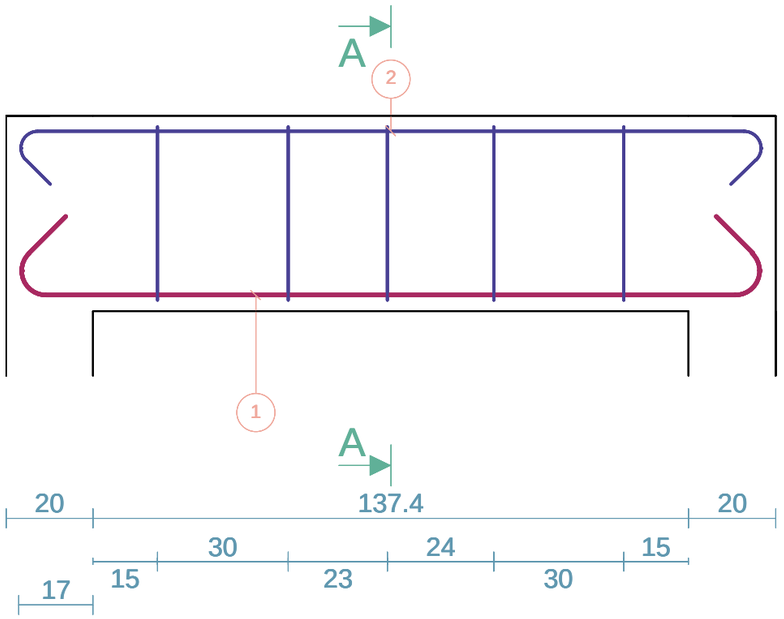
	Barre	Lg	Forme
1	5HA14	294	23 23 135° 245 135°
2	5HA8	269	12 12 135° 243 135°
3	24HA6	112	15 35

Barre	Lg/Poids
HA6 HA8 HA14	26.9/6.0 13.5/5.3 14.7/17.8

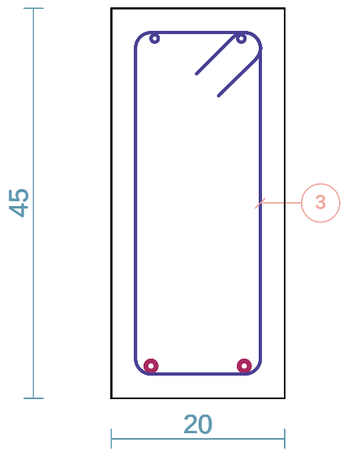
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n09 Niveau n01 PH RDC	T 9	Béton=0.16 m3 Acier=6.6 kg d=46.8 kg/m3 Fi=8.7 mm Cof=1.5 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	9/9
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe A-A
Echelle=1/10



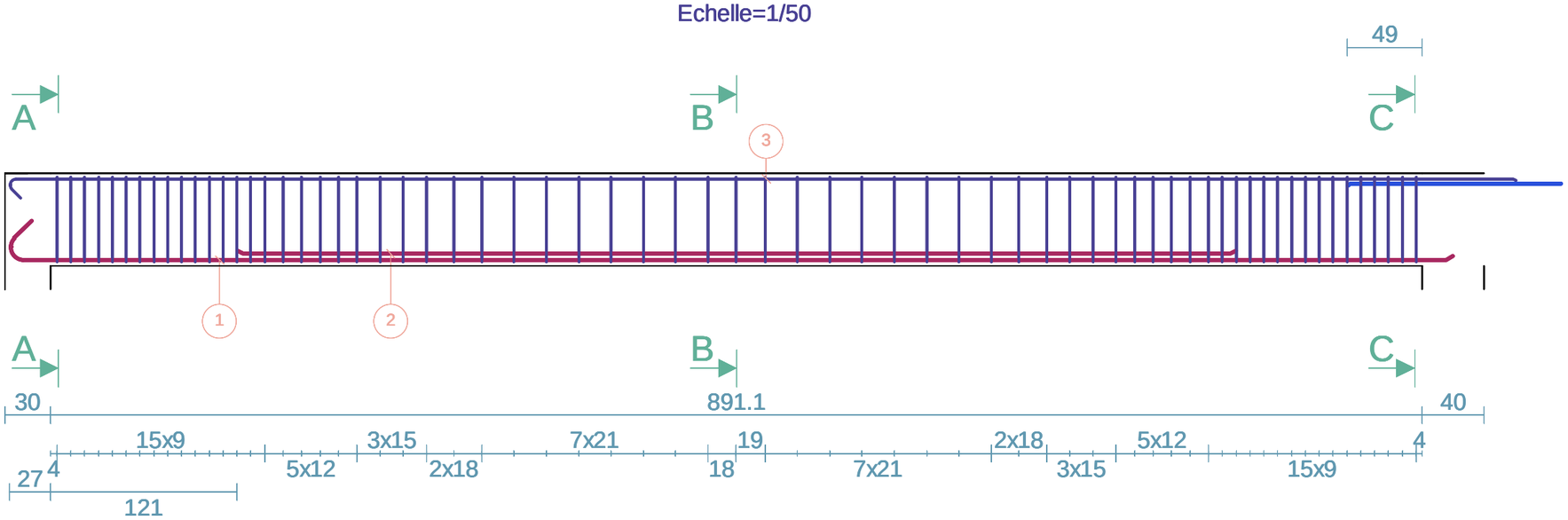
	Barre	Lg	Forme
1	2HA12	209	18 18 135° 171 135°
2	2HA8	197	12 12 135° 171 135°
3	5HA6	122	40 15

Barre	Lg/Poids
HA6 HA8 HA12	6.1/1.4 3.9/1.6 4.2/3.7

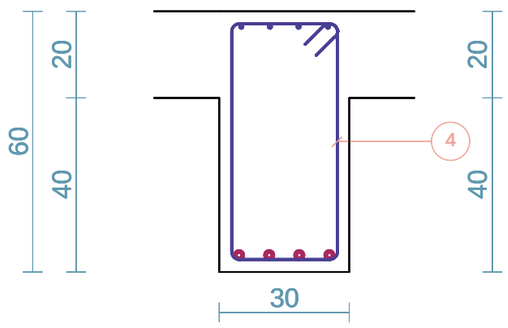
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n01 Niveau n01 PH RDC	T 1.1	Béton=1.13 m3 Acier=133.5 kg d=80.1 kg/m3 Fi=9.9 mm Cof=9.8 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	16/16
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

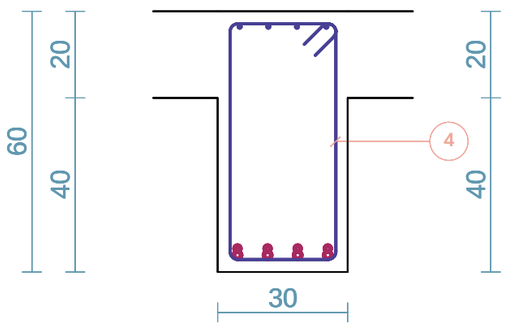
Elévation
Echelle=1/50



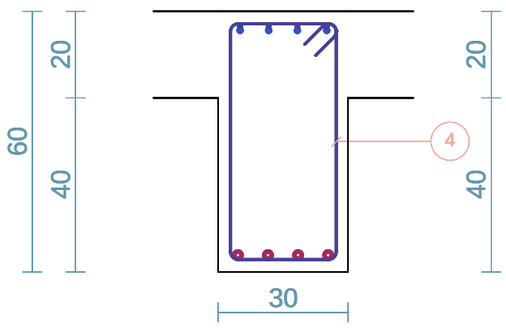
Coupe A-A
Echelle=1/20



Coupe B-B
Echelle=1/20



Coupe C-C
Echelle=1/20



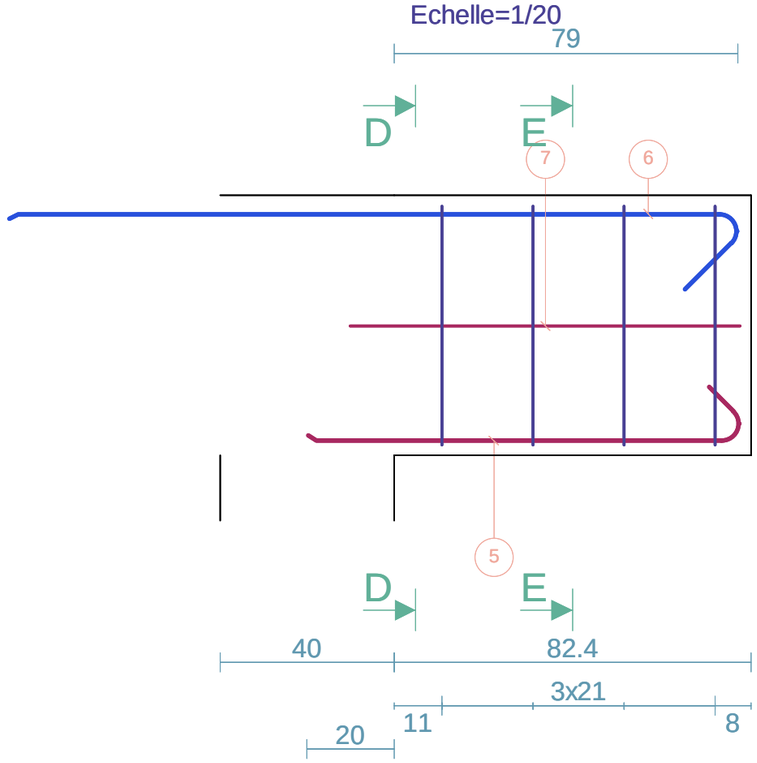
	Barre	Lg	Forme
1	4HA16	965	25 135° 938
2	4HA14	649	649
3	4HA8	992	12 979 135°
4	67HA6	172	55 25

Barre	Lg/Poids
HA6	115.4/25.6
HA8	39.7/15.7
HA14	26.0/31.4
HA16	38.6/60.9

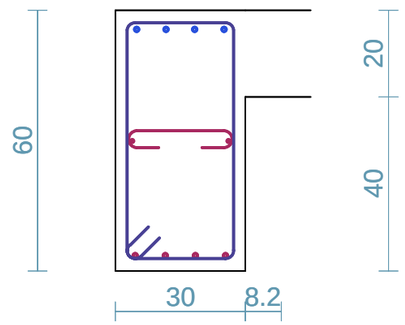
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n01 Niveau n01 PH RDC	T 1.2	Béton=0.18 m3 Acier=7.3 kg d=39.7 kg/m3 Fi=7.4 mm Cof=1.1 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	17 17
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

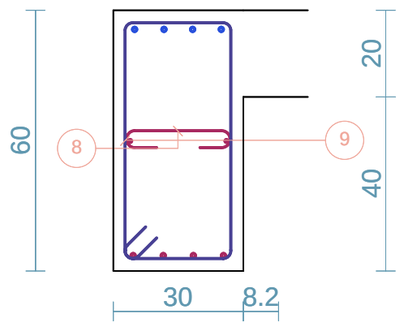
Elévation
Echelle=1/20



Coupe D-D
Echelle=1/20



Coupe E-E
Echelle=1/20



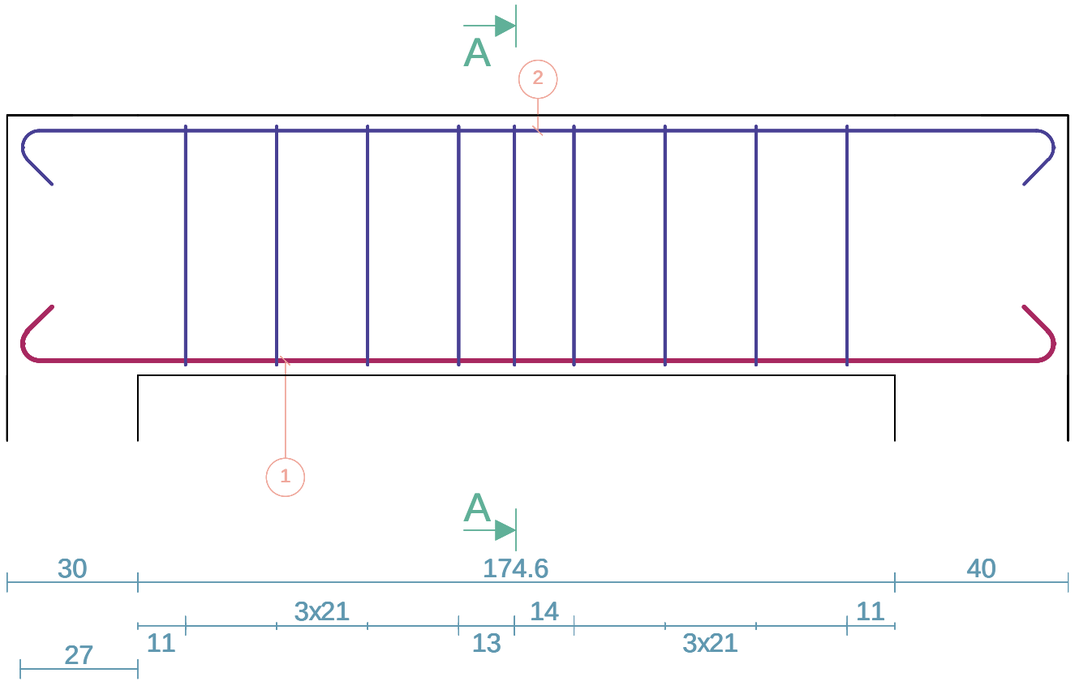
	Barre	Lg	Forme
5	4HA8	113	12 100 135°
6	4HA8	188	19 135° 168
7	2HA8	90	90
8	2HA8	42	25
9	4HA6	172	55 25

Barre	Lg/Poids
HA6 HA8	6.9/1.5 14.7/5.8

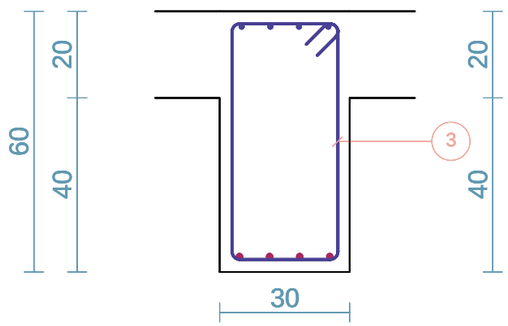
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n010 Niveau n01 PH RDC	T 10	Béton=0.29 m3 Acier=11.8 kg d=31.2 kg/m3 Fi=7.2 mm Cof=1.9 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	7 7
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe A-A
Echelle=1/20



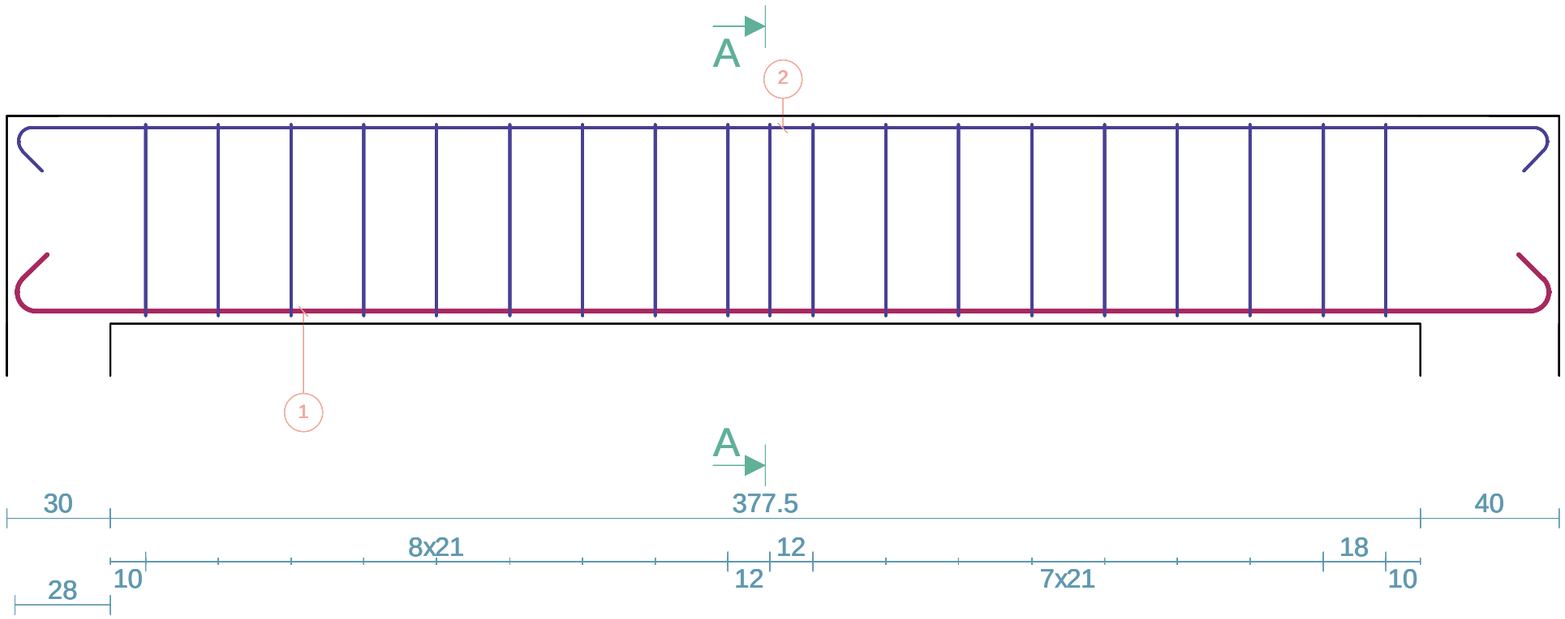
	Barre	Lg	Forme
1	4HA8	264	12 12 135° 239 135°
2	4HA8	264	12 12 135° 239 135°
3	9HA6	172	55 25

Barre	Lg/Poids
HA6 HA8	15.5/3.4 21.1/8.4

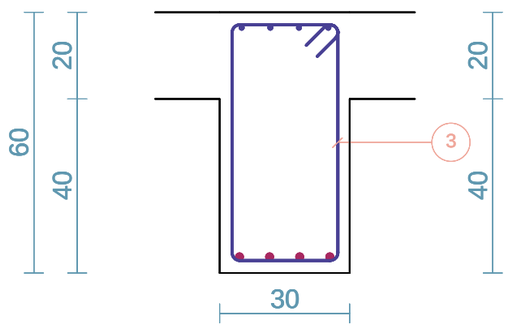
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n011 Niveau n01 PH RDC	T 11	Béton=0.54 m3 Acier=26.4 kg d=35.5 kg/m3 Fi=7.8 mm Cof=4.2 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	6/6
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/25



Coupe A-A
Echelle=1/20



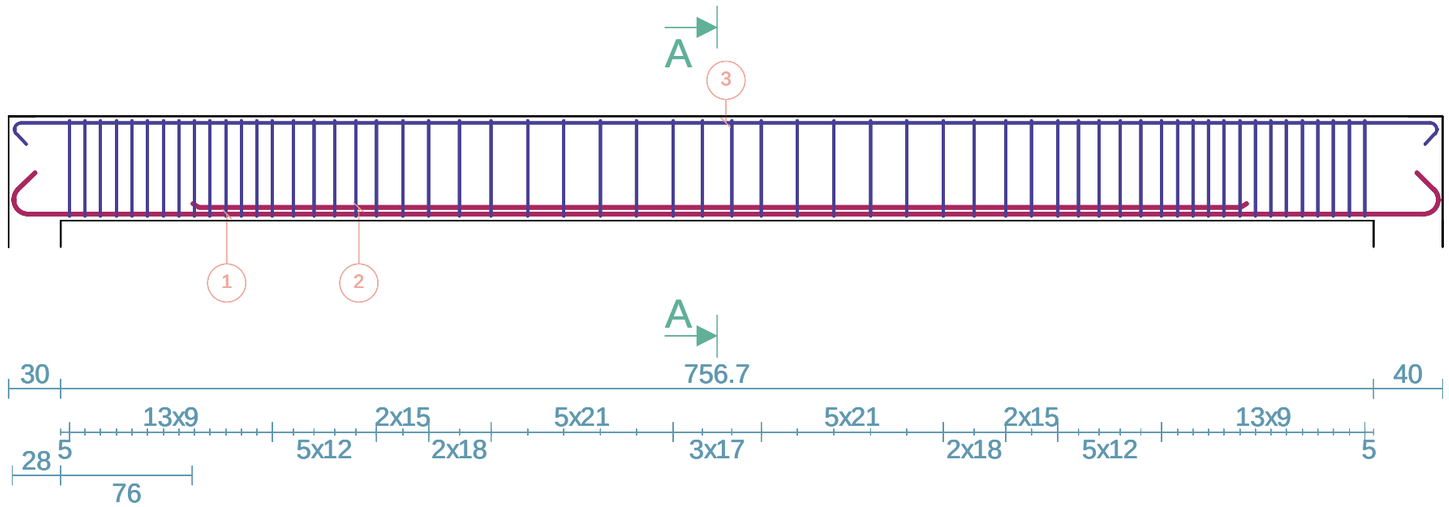
	Barre	Lg	Forme
1	4HA10	476	16 16 135° 442 135°
2	4HA8	467	12 12 135° 441 135°
3	19HA6	172	55 25

Barre	Lg/Poids
HA6 HA8 HA10	32.7/7.3 18.7/7.4 19.1/11.8

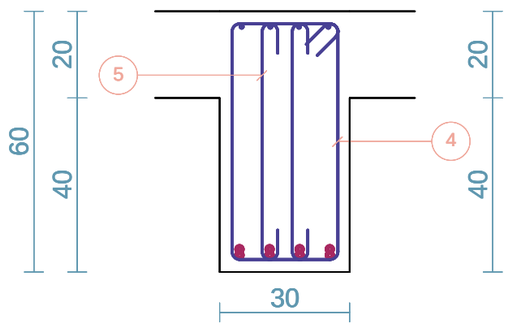
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n012 Niveau n01 PH RDC	T 12	Béton=0.99 m3 Acier=125.6 kg d=88.1 kg/m3 Fi=8.6 mm Cof=8.3 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	4/4
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/50



Coupe A-A
Echelle=1/20



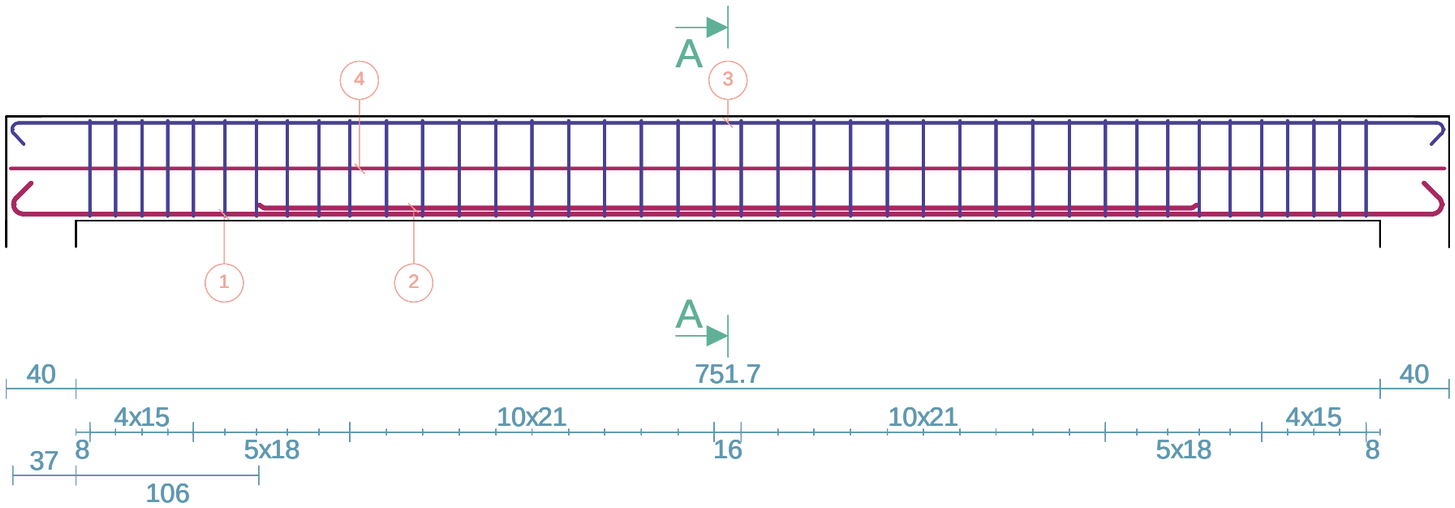
	Barre	Lg	Forme
1	4HA14	872	23 23 135° 823 135°
2	4HA14	608	608
3	4HA8	846	12 12 135° 821 135°
4	58HA6	172	55 25
5	116HA6	72	55

Barre	Lg/Poids
HA6 HA8 HA14	183.5/40.7 33.9/13.4 59.2/71.5

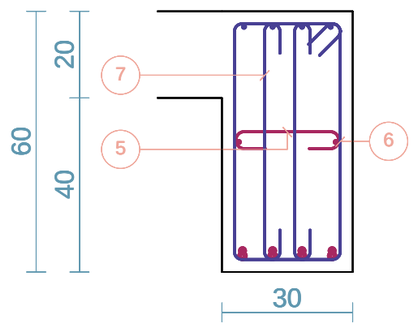
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n013 Niveau n01 PH RDC	T 13	Béton=1.25 m3 Acier=94.8 kg d=66.6 kg/m3 Fi=8.0 mm Cof=9.8 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	17 17
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/50



Coupe A-A
Echelle=1/20



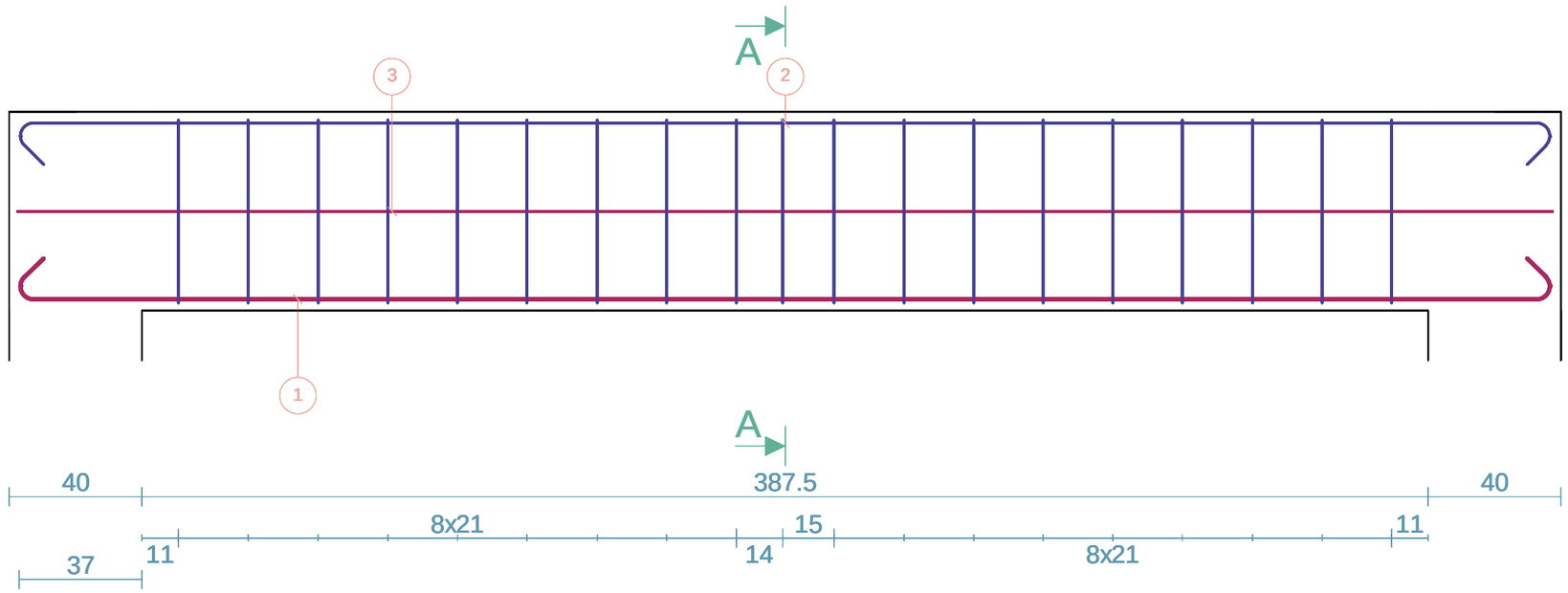
	Barre	Lg	Forme
1	4HA12	863	18 18 135° 825 135°
2	4HA10	541	541
3	4HA8	851	12 12 135° 826 135°
4	2HA8	827	827
5	17HA8	42	25
6	40HA6	172	55 25
7	80HA6	72	55

Barre	Lg/Poids
HA6	126.6/28.1
HA8	57.7/22.8
HA10	21.6/13.3
HA12	34.5/30.6

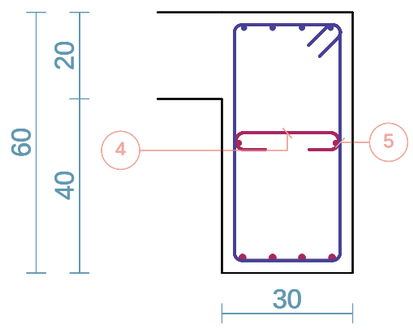
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n014 Niveau n01 PH RDC	T 14	Béton=0.70 m3 Acier=27.9 kg d=36.3 kg/m3 Fi=7.3 mm Cof=5.0 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	5 5
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/25



Coupe A-A
Echelle=1/20



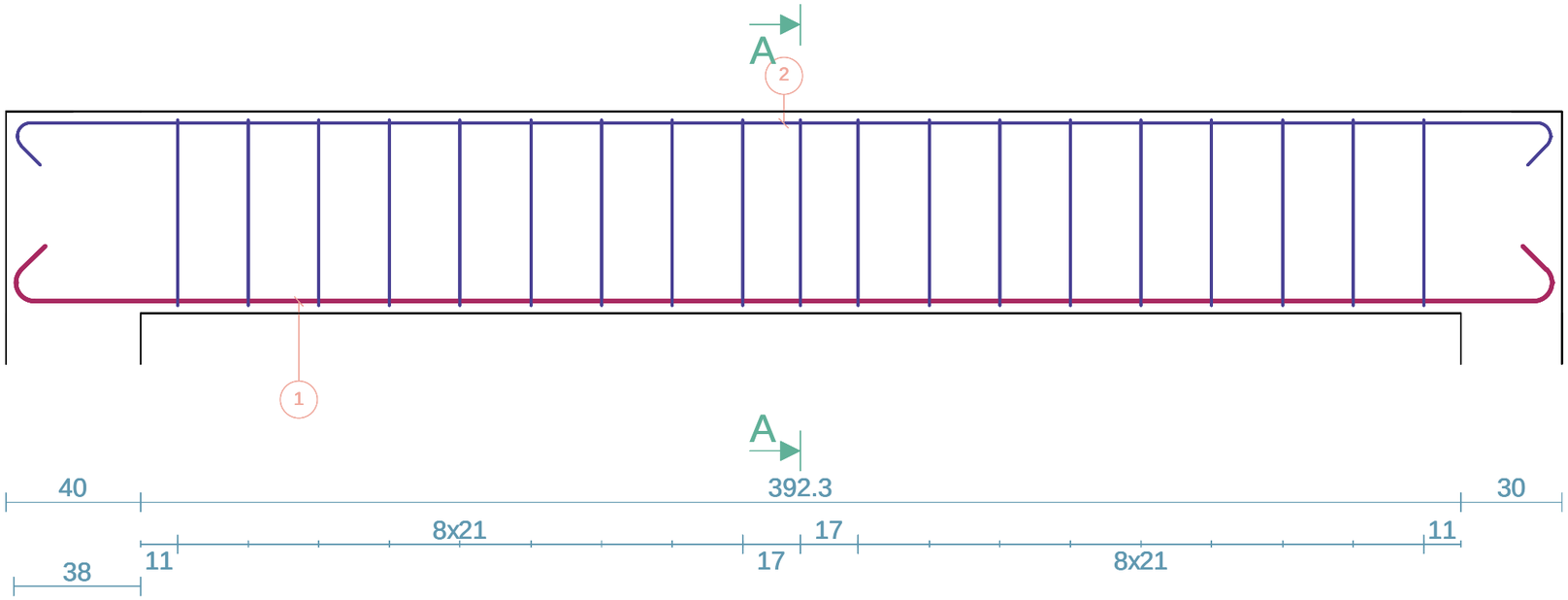
	Barre	Lg	Forme
1	4HA8	487	12 12 135° 462 135°
2	4HA8	487	12 12 135° 462 135°
3	2HA8	462	462
4	10HA8	42	25
5	19HA6	172	55 25

Barre	Lg/Poids
HA6 HA8	32.7/7.3 52.4/20.7

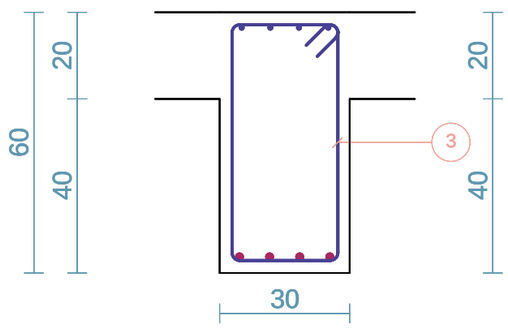
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n015 Niveau n01 PH RDC	T 15	Béton=0.55 m3 Acier=27.0 kg d=35.1 kg/m3 Fi=7.8 mm Cof=4.3 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	3/3
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/25



Coupe A-A
Echelle=1/20



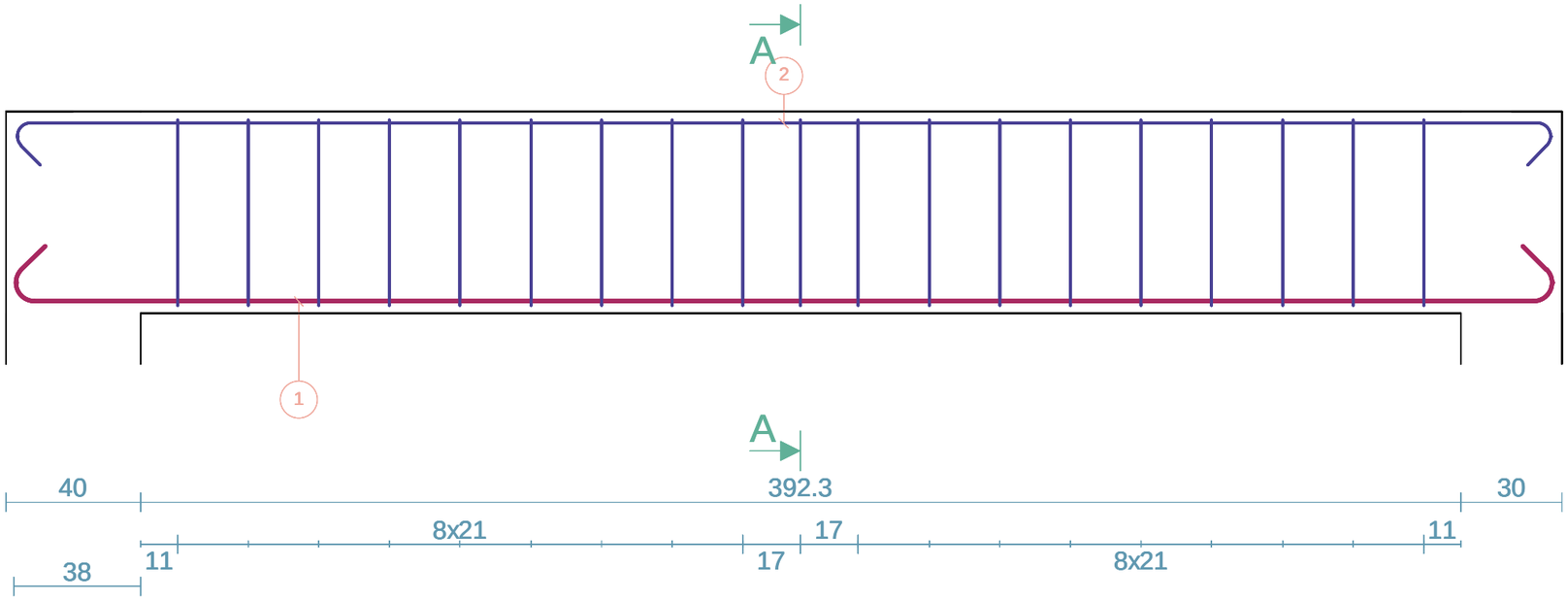
	Barre	Lg	Forme
1	4HA10	491	16 16 135° 457 135°
2	4HA8	482	12 12 135° 456 135°
3	19HA6	172	55 25

Barre	Lg/Poids
HA6 HA8 HA10	32.7/7.3 19.3/7.6 19.6/12.1

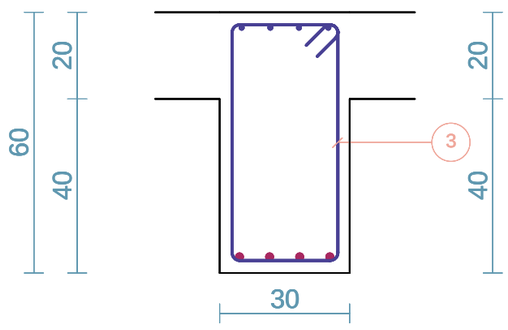
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n016 Niveau n01 PH RDC	T 16	Béton=0.55 m3 Acier=27.0 kg d=35.1 kg/m3 Fi=7.8 mm Cof=4.3 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	3/3
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/25



Coupe A-A
Echelle=1/20



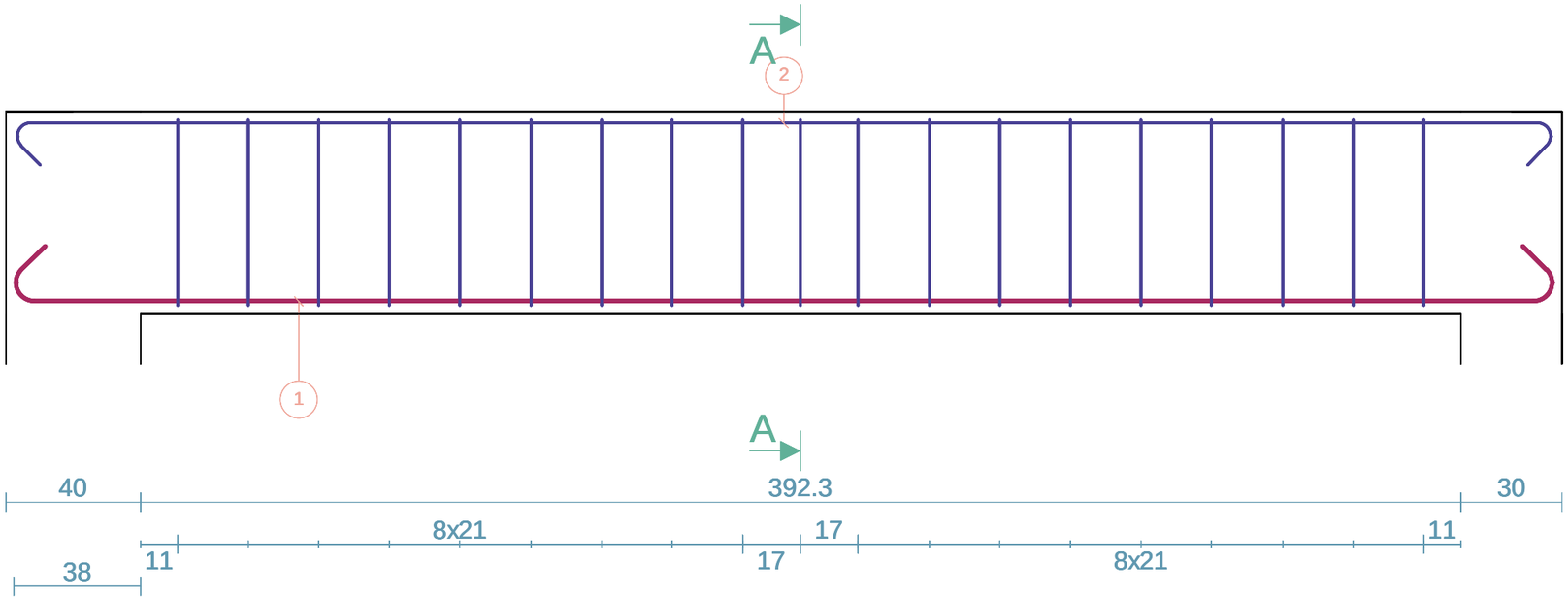
	Barre	Lg	Forme
1	4HA10	491	16 16 135° 457 135°
2	4HA8	482	12 12 135° 456 135°
3	19HA6	172	55 25

Barre	Lg/Poids
HA6 HA8 HA10	32.7/7.3 19.3/7.6 19.6/12.1

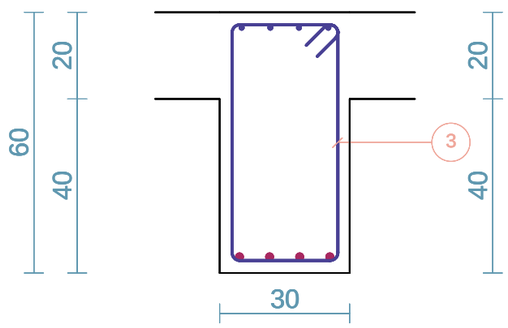
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n017 Niveau n01 PH RDC	T 17	Béton=0.55 m3 Acier=27.0 kg d=35.1 kg/m3 Fi=7.8 mm Cof=4.3 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	3/3
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/25



Coupe A-A
Echelle=1/20



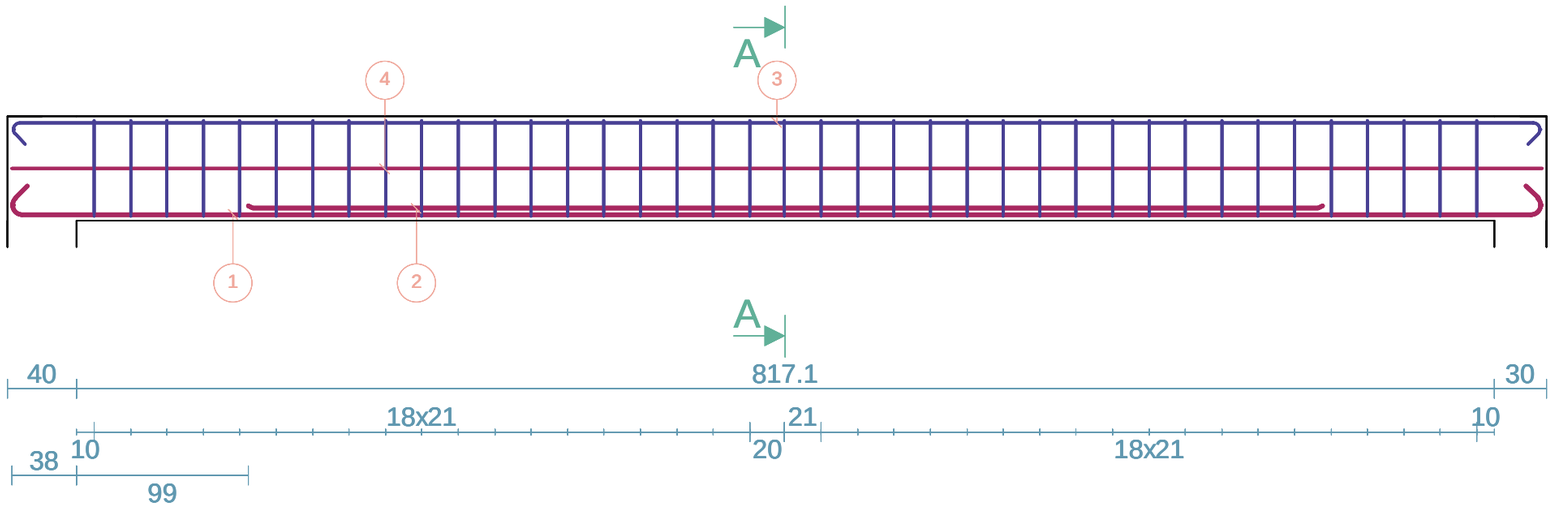
	Barre	Lg	Forme
1	4HA10	491	16 16 135° 457 135°
2	4HA8	482	12 12 135° 456 135°
3	19HA6	172	55 25

Barre	Lg/Poids
HA6 HA8 HA10	32.7/7.3 19.3/7.6 19.6/12.1

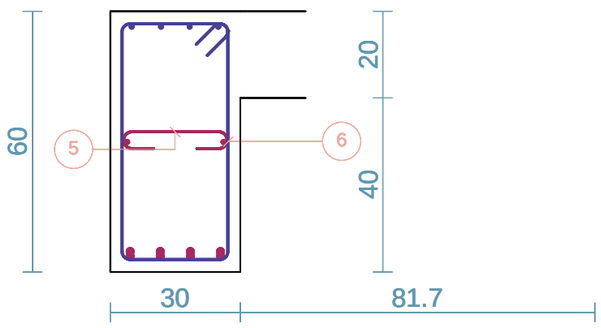
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n02 Niveau n01 PH RDC	T 2	Béton=1.33 m3 Acier=77.0 kg d=50.2 kg/m3 Fi=8.1 mm Cof=10.6 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	15 15
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/50



Coupe A-A
Echelle=1/20



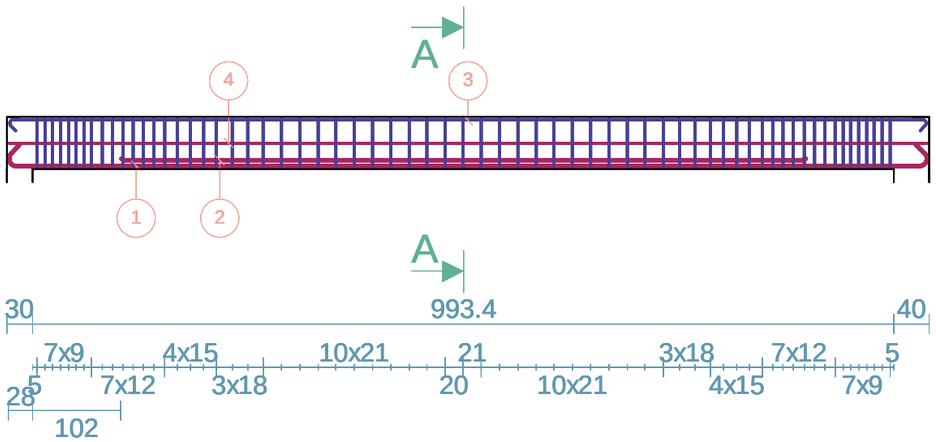
	Barre	Lg	Forme
1	4HA10	916	16 16 135° 882 135°
2	4HA10	620	620
3	4HA8	907	12 12 135° 881 135°
4	2HA8	882	882
5	18HA8	42	25
6	39HA6	172	55 25

Barre	Lg/Poids
HA6 HA8 HA10	67.1/14.9 61.5/24.3 61.4/37.9

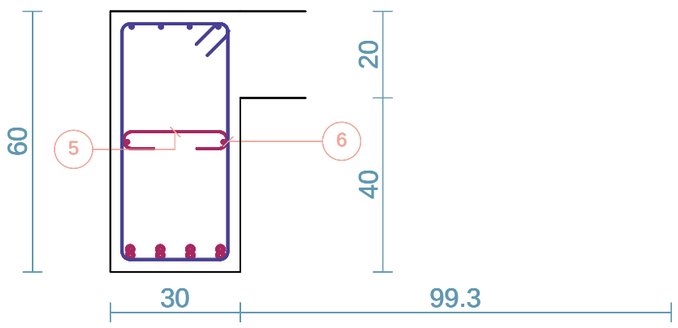
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n03 Niveau n01 PH RDC	T 3	Béton=1.60 m3 Acier=145.7 kg d=78.7 kg/m3 Fi=9.5 mm Cof=12.9 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	14 14
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/100



Coupe A-A
Echelle=1/20



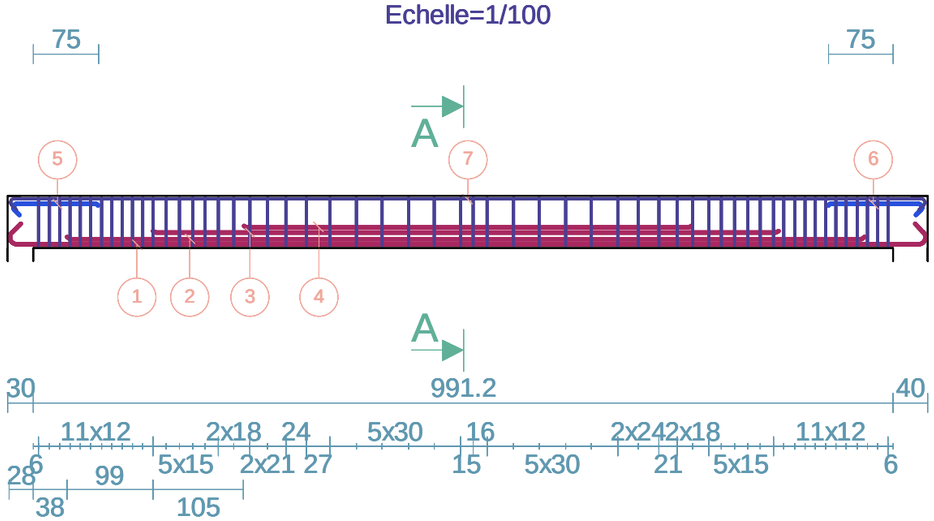
	Barre	Lg	Forme
1	4HA14	1108	23 23 135° 1059 135°
2	4HA14	790	790
3	4HA8	1083	12 12 135° 1057 135°
4	2HA8	1058	1058
5	22HA8	42	25
6	65HA6	172	55 25

Barre	Lg/Poids
HA6 HA8 HA14	111.9/24.8 73.7/29.1 75.9/91.7

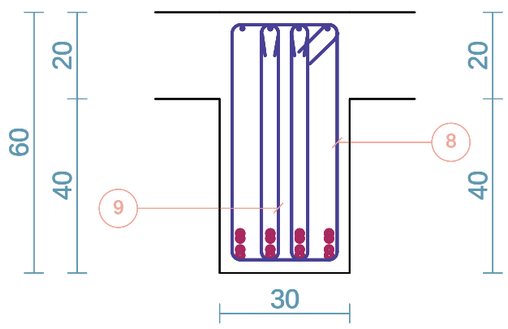
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n04 Niveau n01 PH RDC	T 4	Béton=1.27 m3 Acier=258.6 kg d=140.0 kg/m3 Fi=9.9 mm Cof=10.9 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	13 13
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/100



Coupe A-A
Echelle=1/20



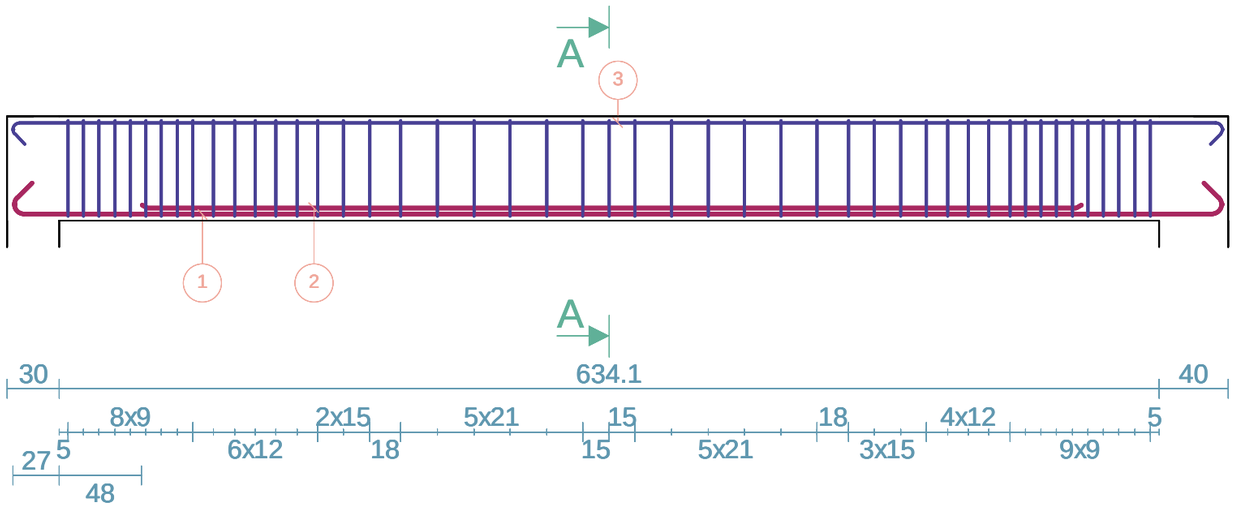
	Barre	Lg	Forme
1	4HA14	1106	23 23 135° 1057 135°
2	4HA14	920	920
3	4HA12	722	722
4	4HA12	517	517
5	4HA8	111	12 98 135°
6	4HA8	121	12 135° 108
7	4HA8	1081	12 12 135° 1055 135°
8	56HA8	176	55 25
9	112HA8	129	55

Barre	Lg/Poids
HA8 HA12 HA14	295.7/116.8 49.5/44.0 81.0/97.9

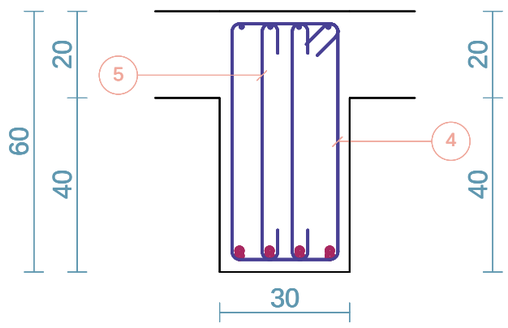
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n05 Niveau n01 PH RDC	T 5	Béton=0.84 m3 Acier=89.8 kg d=74.6 kg/m3 Fi=8.0 mm Cof=7.0 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	12/12
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/50



Coupe A-A
Echelle=1/20



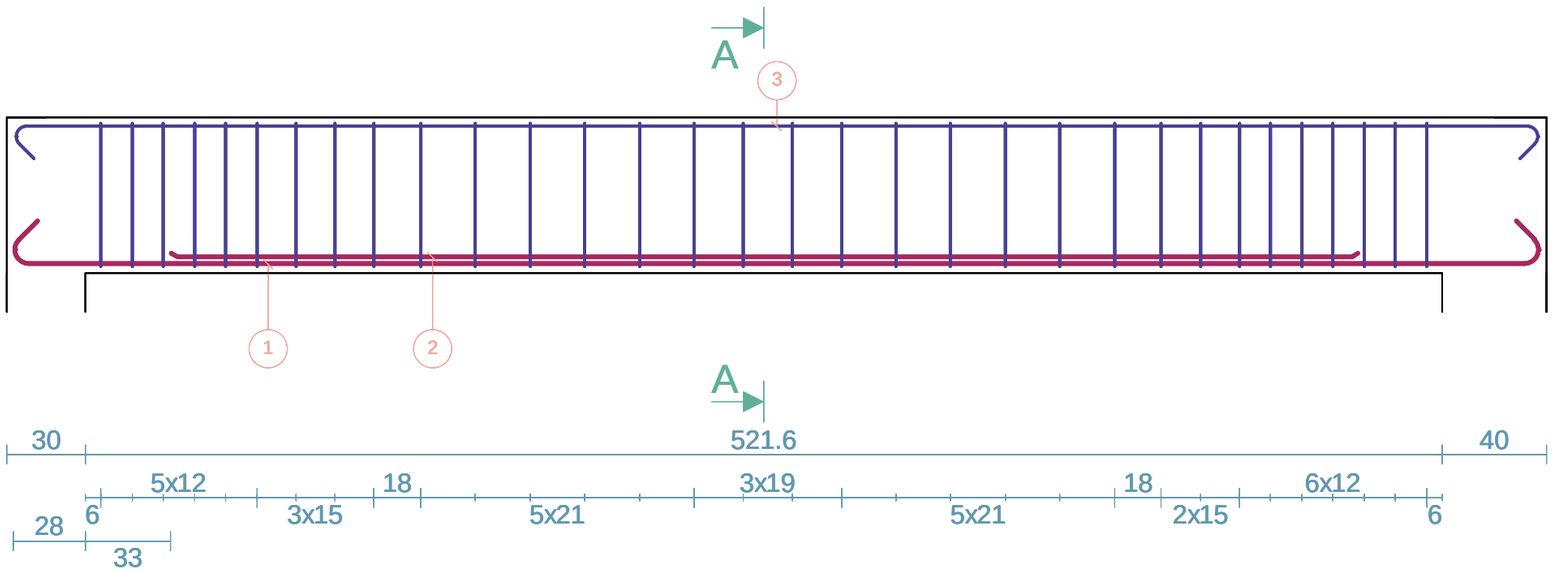
	Barre	Lg	Forme
1	4HA12	735	18 18 135° 697 135°
2	4HA12	542	542
3	4HA8	724	12 12 135° 698 135°
4	47HA6	172	55 25
5	94HA6	72	55

Barre	Lg/Poids
HA6 HA8 HA12	148.7/33.0 29.0/11.4 51.1/45.4

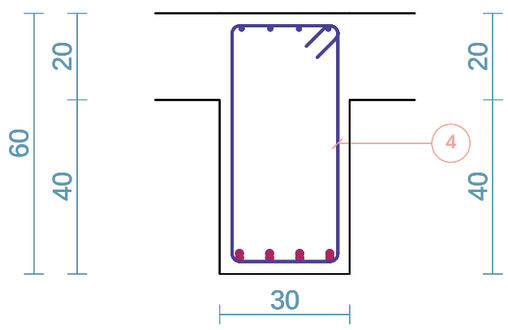
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n06 Niveau n01 PH RDC	T 6	Béton=0.71 m3 Acier=48.4 kg d=48.4 kg/m3 Fi=8.0 mm Cof=5.7 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	11/11
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/33



Coupe A-A
Echelle=1/20



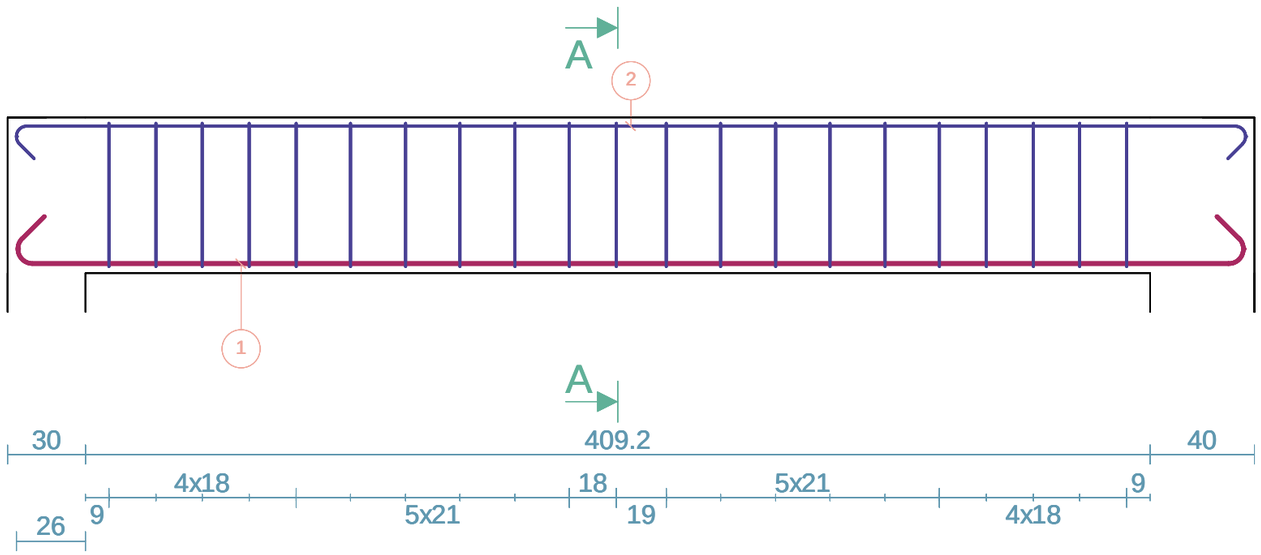
	Barre	Lg	Forme
1	4HA10	621	16 16 135° 587 135°
2	4HA10	457	457
3	4HA8	611	12 12 135° 586 135°
4	32HA6	172	55 25

Barre	Lg/Poids
HA6 HA8 HA10	55.1/12.2 24.5/9.7 43.1/26.6

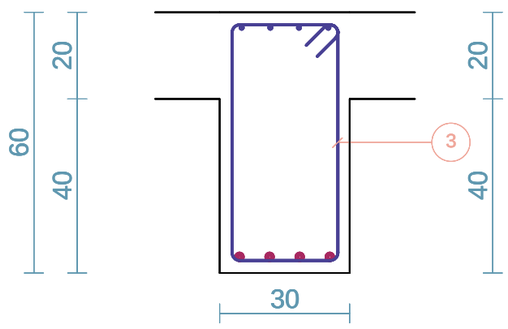
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n07 Niveau n01 PH RDC	T 7	Béton=0.58 m3 Acier=34.0 kg d=42.5 kg/m3 Fi=8.5 mm Cof=4.5 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	10/10
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/33



Coupe A-A
Echelle=1/20



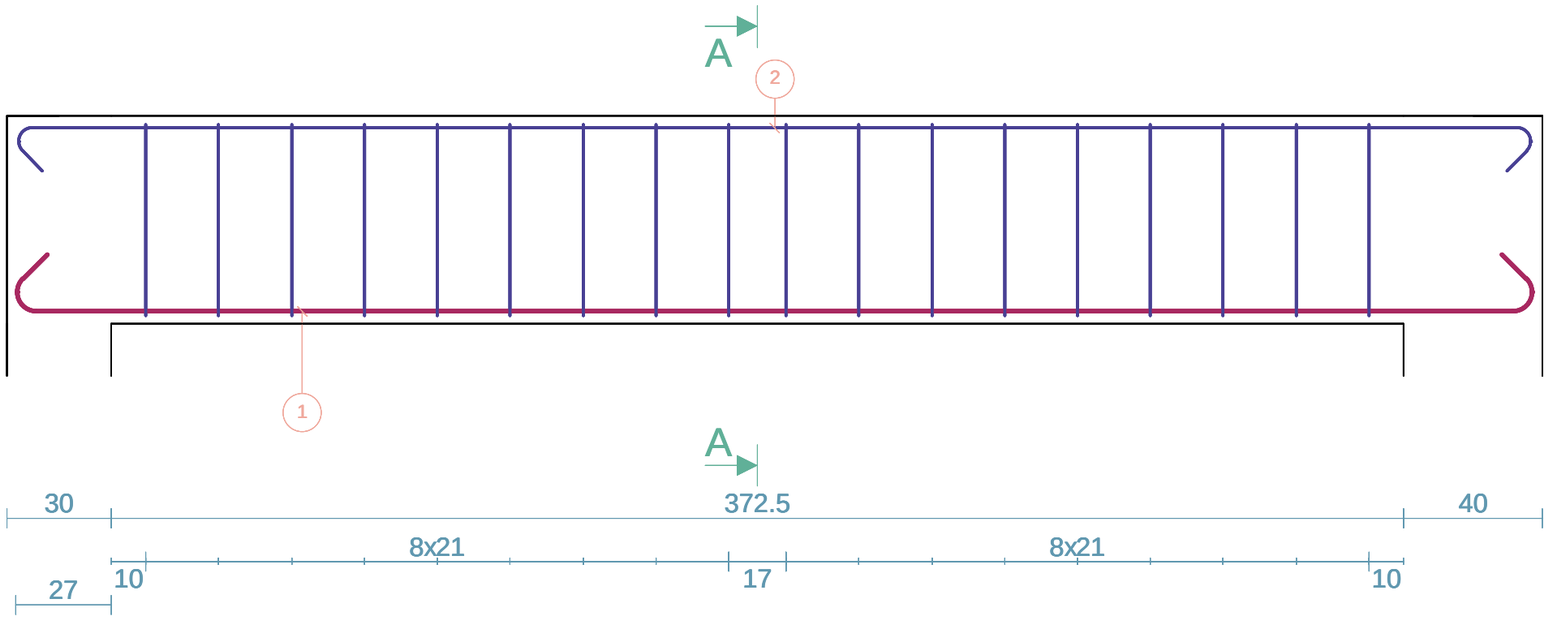
	Barre	Lg	Forme
1	4HA12	510	18 18 135° 472 135°
2	4HA8	499	12 12 135° 473 135°
3	21HA6	172	55 25

Barre	Lg/Poids
HA6 HA8 HA12	36.2/8.0 20.0/7.9 20.4/18.1

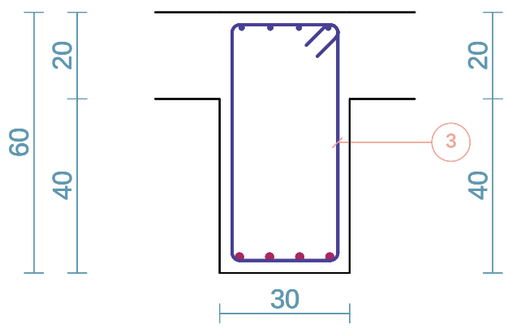
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n08 Niveau n01 PH RDC	T 8	Béton=0.53 m3 Acier=25.8 kg d=35.2 kg/m3 Fi=7.8 mm Cof=4.1 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	9/9
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/25



Coupe A-A
Echelle=1/20



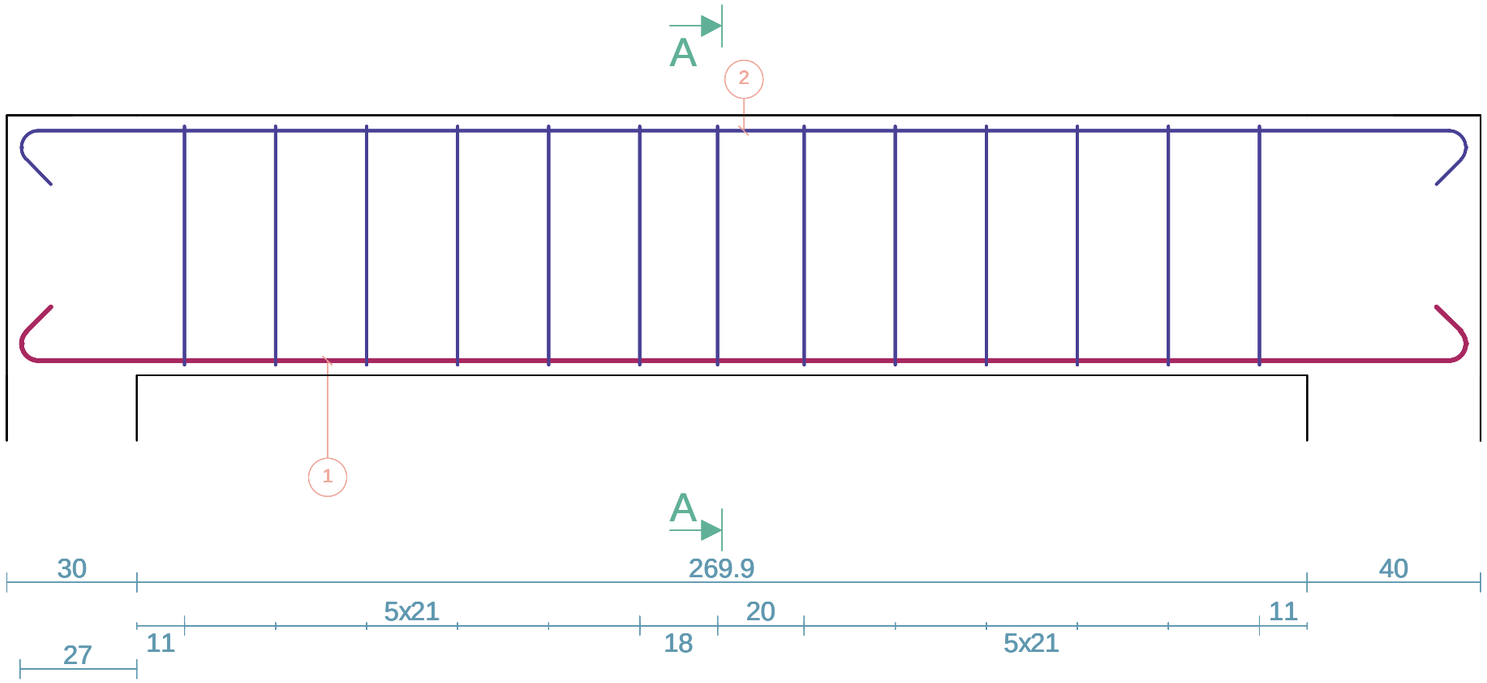
	Barre	Lg	Forme
1	4HA10	471	16 16 135° 438 135°
2	4HA8	462	12 12 135° 437 135°
3	18HA6	172	55 25

Barre	Lg/Poids
HA6 HA8 HA10	31.0/6.9 18.5/7.3 18.9/11.6

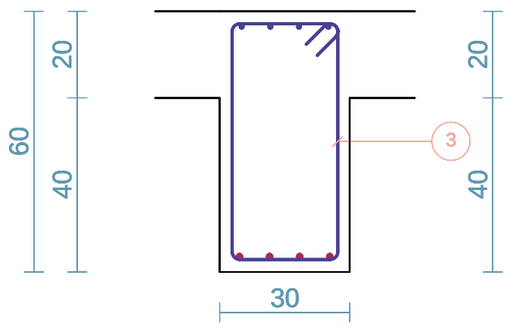
Arche Poutre BAEL Version 17.1	Poutre n09 Niveau n01 PH RDC	T 9	Béton=0.41 m3 Acier=16.3 kg d=29.7 kg/m3 Fi=7.2 mm Cof=3.0 m²	Eb=2.5 cm Eh=2.5 cm El=2.5 cm	8 8
	POUTRE				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/20



Coupe A-A
Echelle=1/20



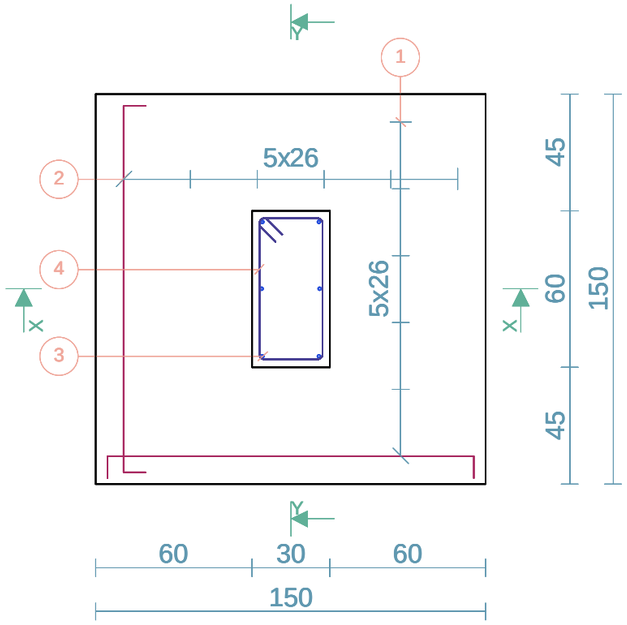
	Barre	Lg	Forme
1	4HA8	360	12 12 135° 334 135°
2	4HA8	360	12 12 135° 334 135°
3	13HA6	172	55 25

Barre	Lg/Poids
HA6 HA8	22.4/5.0 28.8/11.4

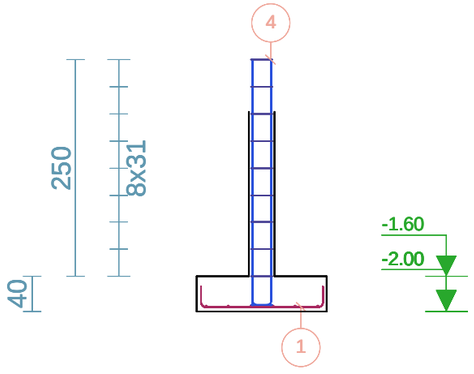
Arche Semelle 3D BAEL Version 17.1	Semelle n02 Niveau n01 PH RDC	S 2	Béton=0.90 m3 Cof=2.4 m² Acier=42.1 kg d=46.8 kg/m3 Fi=11.0 mm	ESem=4.0 cm EFut=2.5 cm	27/27
	SEMELLE S2 SOUS P2				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/33



Coupe XX
Echelle=1/100



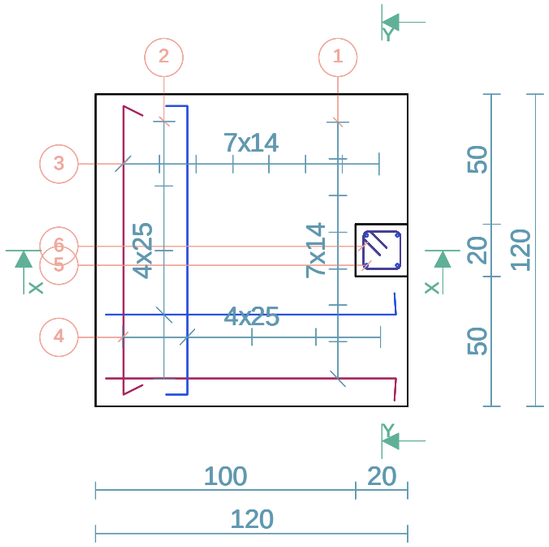
	Barre	Lg	Forme
1	6HA12	183	24 24 90° 142 90°
2	6HA12	187	26 26 90° 142 90°
3	6HA12	304	24 284 90°
4	9HA8	176	25 55

Barre	Lg/Poids
HA8 HA12	15.8/6.2 40.5/35.9

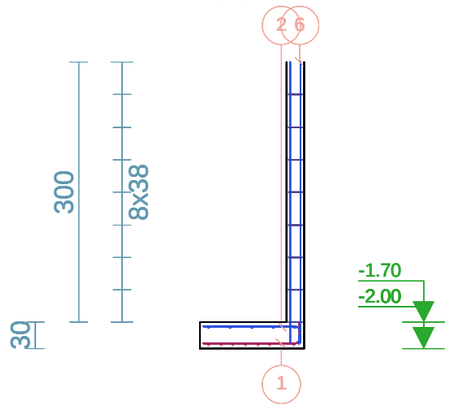
Arche Semelle 3D BAEL Version 17.1	Semelle n03 Niveau n01 PH RDC	S 3	Béton=0.43 m3 Cof=1.4 m² Acier=45.5 kg d=105.4 kg/m3 Fi=11.2 mm	ESem=4.0 cm EFut=2.5 cm	31 31
	S3				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/33



Coupe XX
Echelle=1/100



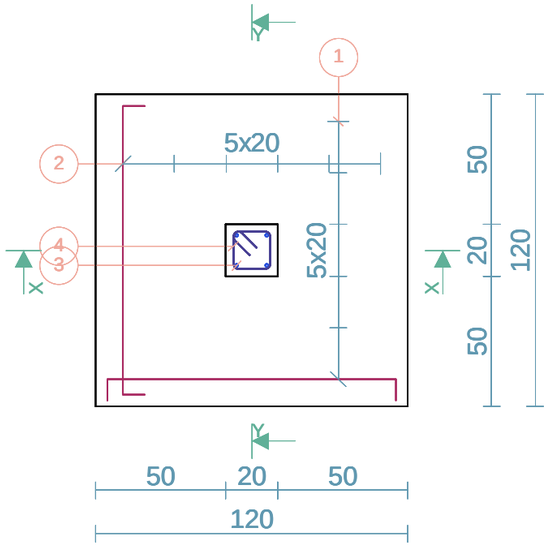
	Barre	Lg	Forme
1	8HA12	132	24 / 94° 112
2	5HA10	130	21 / 112 94°
3	8HA12	151	21 21 / 116° 112 116°
4	5HA10	147	21 21 / 90° 112 90°
5	4HA12	398	90° 78 / 324
6	9HA8	76	15 / 15

Barre	Lg/Poids
HA8 HA10 HA12	6.8/2.7 13.9/8.5 38.6/34.3

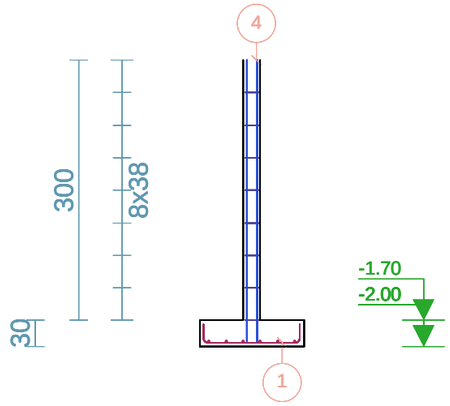
Arche Semelle 3D BAEL Version 17.1	Semelle n04 Niveau n01 PH RDC	S 4	Béton=0.43 m3 Cof=1.4 m² Acier=27.7 kg d=64.2 kg/m3 Fi=10.5 mm	ESem=4.0 cm EFut=2.5 cm	31 31
	S4 sous p4				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/33



Coupe XX
Echelle=1/100



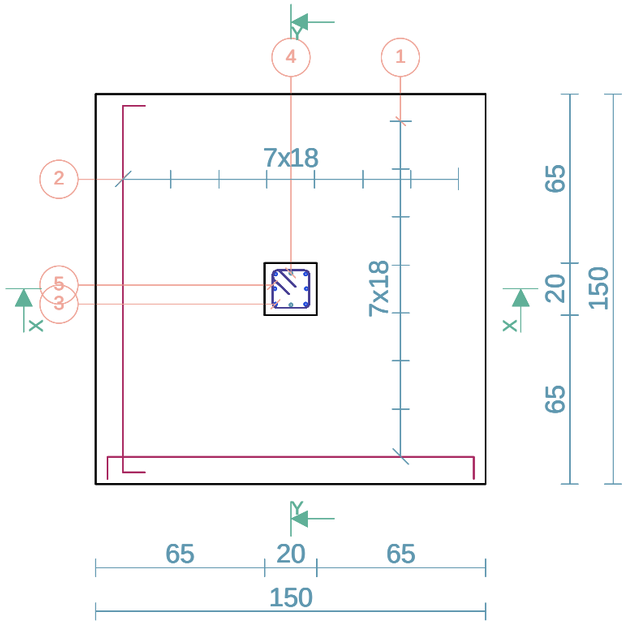
	Barre	Lg	Forme
1	6HA10	147	21 21 90° 112 90°
2	6HA10	147	21 21 90° 112 90°
3	4HA12	398	90° 78 324
4	9HA8	76	15 15

Barre	Lg/Poids
HA8 HA10 HA12	6.8/2.7 17.7/10.9 15.9/14.1

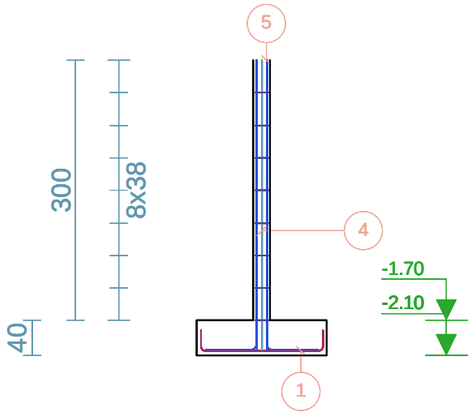
Arche Semelle 3D BAEL Version 17.1	Semelle n05 Niveau n01 PH RDC	S 5	Béton=0.90 m3 Cof=2.4 m² Acier=56.4 kg d=62.6 kg/m3 Fi=11.7 mm	ESem=4.0 cm EFut=2.5 cm	31 31
	S5 SOUS P5				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/33



Coupe XX
Echelle=1/100



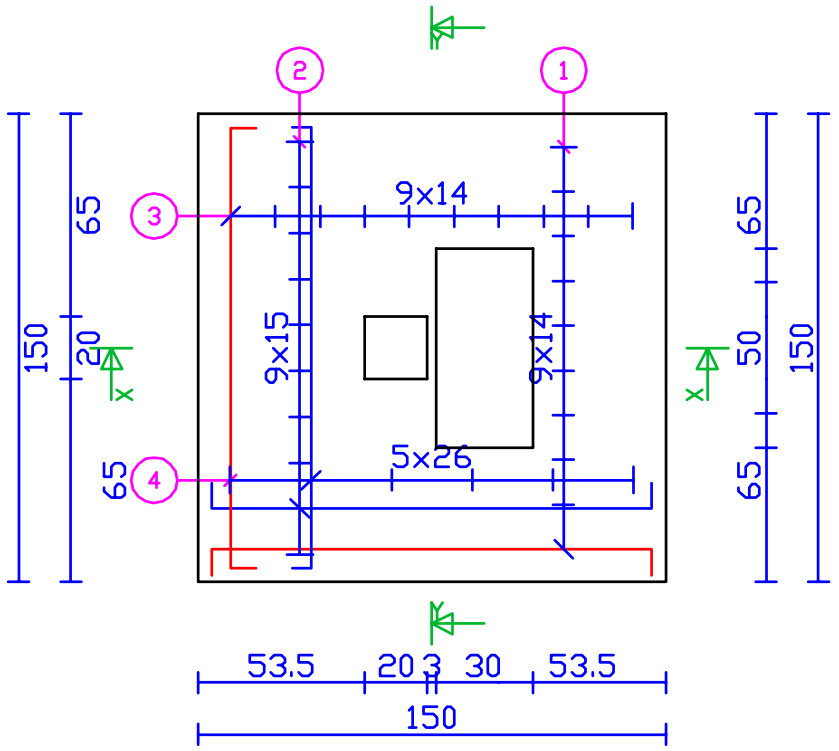
	Barre	Lg	Forme
1	8HA12	183	24 24 90° 142 90°
2	8HA12	183	24 24 90° 142 90°
3	6HA12	389	90° 59 334
4	2HA12	389	90° 59 334
5	9HA8	76	15 15

Barre	Lg/Poids
HA8 HA12	6.8/2.7 60.5/53.7

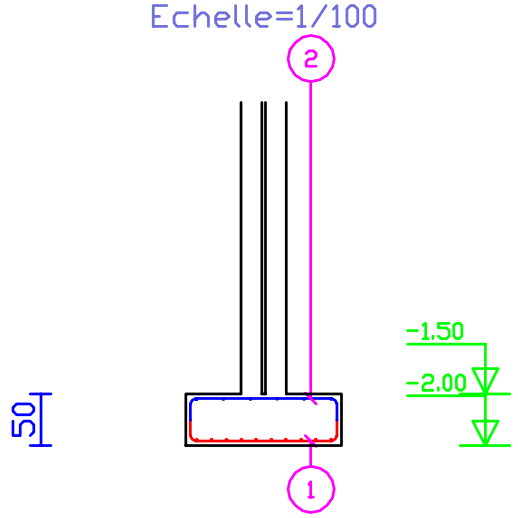
Arche Semelle 3D BAEL Version 17.1	Semelle n05 Niveau n01 PH RDC	S 6	Béton=1.13 m3 Cof=3.0 m? Acier=36.9 kg d=32.8 kg/m3 Fi=9.7 mm	ESem=4.0 cm EFut=2.5 cm	31/31
	S6				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/33



Coupe XX
Echelle=1/100



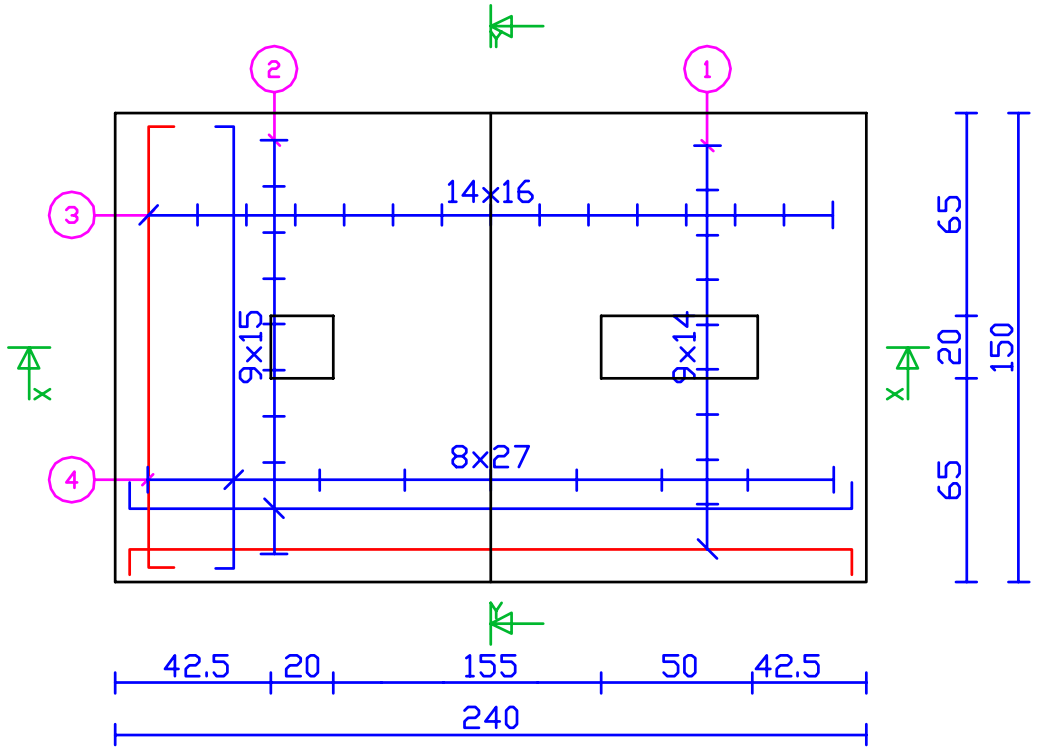
	Barre	Lg	Forme
1	10HA10	178	22 22 90° 142 90°
2	10HA10	178	22 22 90° 142 90°
3	10HA10	177	21 21 90° 142 90°
4	6HA8	170	16 16 90° 142 90°

Barre	Lg/Poids
HA8 HA10	10.2/4.0 53.4/32.9

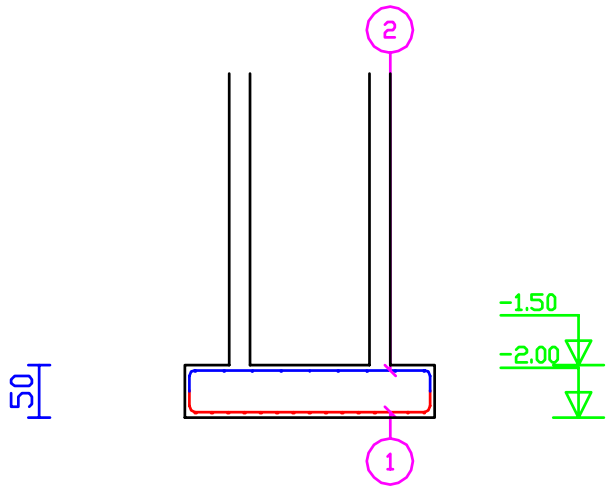
Arche Semelle 3D BAEL Version 17.1	Semelle n07 Niveau n01 PH RDC	S 7	Béton=1.80 m3 Cof=3.9 m? Acier=55.4 kg d=30.8 kg/m3 Fi=9.7 mm	ESem=4.0 cm EFut=2.5 cm	31/31
	S7				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/33



Coupe XX
Echelle=1/100



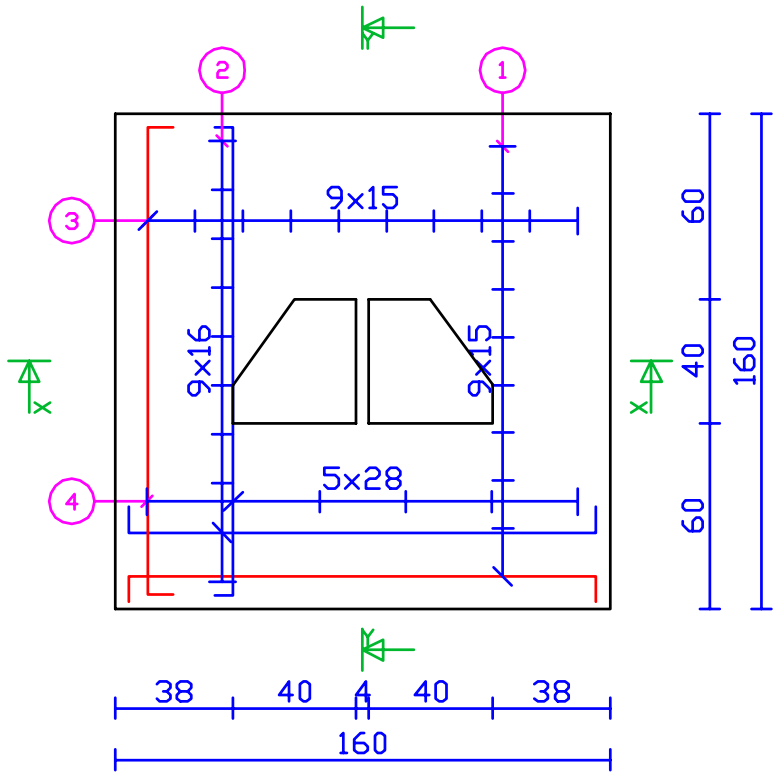
	Barre	Lg	Forme
1	10HA10	267	21 21 90° 232 90°
2	10HA10	267	21 21 90° 232 90°
3	15HA10	177	21 21 90° 142 90°
4	9HA8	170	16 16 90° 142 90°

Barre	Lg/Poids
HA8 HA10	15.3/6.0 80.0/49.4

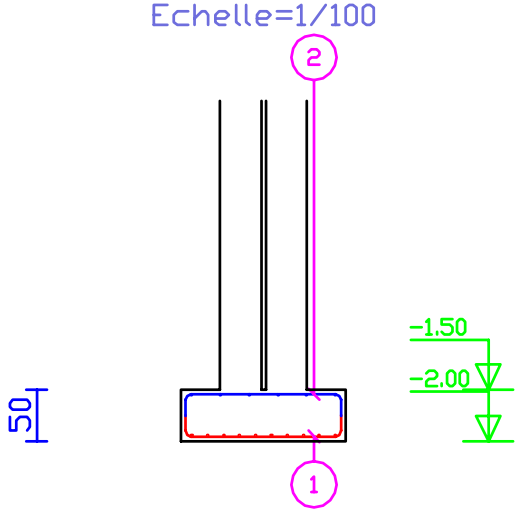
Arche Semelle 3D BAEL Version 17.1	Semelle n08 Niveau n01 PH RDC	S 8	Béton=1.28 m3 Cof=3.2 m? Acier=39.0 kg d=30.5 kg/m3 Fi=9.7 mm	ESem=4.0 cm EFut=2.5 cm	31/31
	S8				

- Date 23/01/15 - 1 étages -

Elévation
Echelle=1/33



Coupe XX
Echelle=1/100



	Barre	Lg	Forme
1	10HA10	188	22 22 90° 152 90°
2	10HA10	188	22 22 90° 152 90°
3	10HA10	187	21 21 90° 152 90°
4	6HA8	180	16 16 90° 152 90°

Barre	Lg/Poids
HA8 HA10	10.8/4.3 56.4/34.8

Arche 2009 - Poteau BAEL SP0 p3			**© GRAITEC**
		23/01/15	

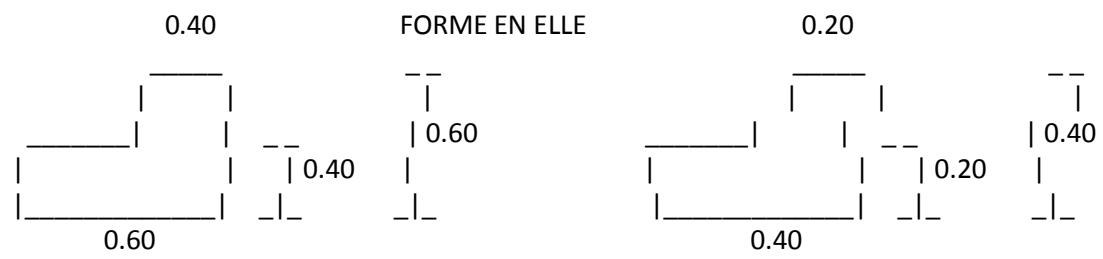
Date : le 03/12/2015 à 16h35

I) Hypothèses générales

Unités Longueur : Mètre
Force : KiloNewton
Moment : kN*m
Contraintes : MegaPa. (N/mm²)
Calculs selon le BAEL 91 Méthode Simplifiée
Fc28 = 20.00 MPa FeL = 400.00 MPa FeT = 400.00 MPa
Densité du béton : 24.52 kN/m3
Application des combinaisons supérieure à 24 h
Plus de 50 % des charges appliquées avant 90 j
0 H Fissuration peu préjudiciable
Enrobages = 0.020 m
Tolérance de section réelle = 0 %
Pas de dispositions au séisme.

II) Géométrie

Hauteur sous dalle 6.90 m Hauteur 0.00 m
Hauteur poutre 0.60 m
La poutre se situe à gauche et à droite du poteau.
Décalage sur X 0.00 m Décalage sur Y 0.00 m



III) Charges

Type de charge	Nz	Mx	My	Tx	Ty
Permanente	59.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Poids propre	58.8	/	/	/	/
Exploitation 1	11.5	0.0	0.0	0.0	0.0

IV) Fonctionnement

Calcul par la Méthode Simplifiée
Longueurs de flambement :
Longueur de flambement suivant X 7.50 x 1 = 7.50 m
Longueur de flambement suivant Y 7.50 x 1 = 7.50 m
Elancements :
Elancement suivant X 45.06
Elancement suivant Y 45.06
Sollicitations combinaisons déterminantes :
Nz Max pour 1.35 Gmax + 1.50 Q1
Nu = 177
Hauteur utile sur X = 0.000 m
Hauteur utile sur Y = 0.000 m

V) Ferraillage

--ACIERS THEORIQUES --

Aciers longitudinaux de calcul : Amin= 9.60 cm² A=0.00 cm² Amax=160.00 cm²
Aciers longitudinaux nécessaires = 9.60 cm²

-- ACIERS REELS --

POTEAU ETUDIE

Longueur des attentes inférieures L= 0.49 m
Longueur des aciers longitudinaux mis en place L= 7.47 m
Aciers mis en place A=12.32 cm² : 8HA14
Aciers de calcul A=12.32 cm² : 8HA14
Aciers transversaux HA 6.0 : 2x 20 cadres

Pas d'attente supérieure

Poteau courant :
Attache suivant a : avec des épingles
Attache suivant b : avec des épingles
Attache suivant d : avec des épingles
Attache suivant c : avec des épingles
Pas d'attente inférieure

Arche 2009 - Semelle 3D BAEL SP0			**© GRAITEC**
SEMELLE S2 SOUS P2			
		23/01/15	

Date : le 11/12/2015 à 16h46

- NOTE DE CALCUL -

Semelle numéro : 2
Repère : S 2
Nb semelles identiques : 1
Localisation : Semelle n02 Niveau n01
Plan : PH RDC

I) Hypothèses générales

Unités Longueur : Mètre
Force : KiloNewton
Moment : kN*m
Contraintes : MegaPa. (N/mm²)
Calculs selon le BAEL 91
Fc28 = 20.00 MPa Fe Longitudinal = 400.00 MPa
gamma b = 1.50 gamma s = 1.15
Masse volumique du béton : 2.548 T /m3
Application des combinaisons supérieure à 24 h
Fissuration peu préjudiciable

II) Géométrie

Type de semelle : SEMELLE ISOLEE

- PREDIMENSIONNEMENT -
La semelle n'est pas prédimensionnée.

- NIVEAUX NGF -
Arase supérieure du fût-poteau : 0.300 m : Niveau bloqué.
Arase supérieure de la semelle : -1.600 m : Niveau bloqué.
Arase inférieure de la semelle : -2.000 m : Niveau bloqué.

TYPE DE L'ELEMENT PORTE : poteau rectangulaire.
Largeur a = 0.300 m
Longueur b = 0.600 m
Hauteur h = 1.900 m

- GEOMETRIE DE LA SEMELLE ISOLEE (sans pans coupés) -
Largeur A de la semelle : A = 1.500 m
Largeur B de la semelle : B = 1.500 m
Epaisseur de la semelle : h = 0.400 m

- DEBORDS DE LA SEMELLE -
Débord gauche g = 0.600 m
Débord droit d = 0.600 m
Débord arrière Ar = 0.450 m
Débord avant Av = 0.450 m

- ELEMENT SOUS LA SEMELLE -
Type de l'élément sous la semelle : aucun

III) Caractéristiques des couches de sols et de la nappe d'eau

- NAPPE D'EAU -
Pas de niveau haut de la nappe d'eau.
Pas de niveau bas de la nappe d'eau.
Il ne faut pas faire de calcul à court terme.

- SOL FINI -
Niveau NGF du sol fini : 0.000 m
Masse volumique du sol humide G h. = 1.8 T/m3
Masse volumique du sol saturé G sat. = 1.8 T/m3

	Long terme
angle frottement	fi' = 30.00 °
cohésion	c' = 0.000 MPa

- SOL D'ASSISE -
Niveau NGF du sol d'assise : -2.000 m : Niveau non bloqué.
Masse volumique du sol humide G h. = 1.8 T/m3
Masse volumique du sol saturé G sat. = 1.8 T/m3

	Long terme
angle frottement	fi' = 30.00 °
cohésion	c' = 0.000 MPa

IV) Charges

- CHARGES SURFACIQUES -
Charge permanente sur le sol : g = 0.000 kN/m2
Charge d'exploitation sur le sol : q = 0.000 kN/m2

- TORSEUR -
Position du torseur : dx = 0.0000 m
dy = 0.0000 m
dz = 0.0000 m / à l'arase supérieure de la semelle

Charge	V kN	Mx kNm	My kNm	Hx kN	Hy kN
Permanente	113.6	0.0	-0.0	-0.0	-0.0
Exploit. 1	11.0	0.0	-0.0	-0.0	-0.0
Exploit. 2	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
Neige	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
Vent1:X+sur.	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
Vent2:X+dép.	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
Vent3:X-sur.	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
Vent4:X-dép.	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
Vent5:Y+sur.	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
Vent6:Y+dép.	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
Vent7:Y-sur.	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
Vent8:Y-dép.	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
Séisme 1	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
Séisme 2	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
Séisme 3	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
Acciden.	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0

V) Hypothèses de calcul

- HYPOTHESES GENERALES DE CALCUL -
Vent nominal majoré aux ELU par 1.20
Neige nominale majorée aux ELU et ELS par 1.00
Les terres et les surcharges sur la semelle ne sont pas pris en compte pour le calcul des sections d'aciers de la semelle.
La méthode de calcul des aciers choisie quand le moment est nul-Méthode des BIELLES.
On tient compte de la condition de non fragilité : BAEL article A.4.2.1 (0,23.b.d.ftj/fe).
On ne prend pas en compte les dispositions au séisme.
Le pas d'itérations pour le calcul de la section d'aciers est de 0.10 cm²
Il n'y a pas partage de l'effort normal.

- HYPOTHESES SUIVANT LE REGLEMENT du CCTG - Fascicule 62 -

Pour la vérification de la portance du sol :
- A l'ELU, le diagramme des contraintes sur le sol est constant.
- A l'ELS, le diagramme des contraintes sur le sol est linéaire.
- Contrainte de rupture du sol : q'u = 0.150 MPa
- Il ne faut pas tenir compte des coefficients minorateurs liés à l'inclinaison de la charge.
- La portance du sol est majorée par 1.33 lorsque le vent est l'action variable de base.

Pour la vérification du soulèvement aux ELS :
- La surface de sol comprimée sous la semelle doit être au moins égale à :
  - 75.00 % de sa surface totale sous combinaisons rares.
  - 100.00 % de sa surface totale sous combinaisons fréquentes.

Pour la vérification du glissement aux ELU :
- Gamma g1 = 1.20
- Gamma g2 = 1.50

Pour la vérification du renversement aux ELU :
- La surface de sol comprimée sous la semelle doit être au moins égale à 10.00 % de sa surface totale.

VI) Combinaisons effectuées

```
Combinaison ELU fondamentale  0 : 1.35Gmax+Gmin
Combinaison ELU fondamentale  1 : 1.35Gmax+Gmin+1.50Q1
Combinaison ELS rare          2 : G
```

Combinaison ELS rare 3 : G+Q1
Combinaison ELS fréquente 4 : G
Combinaison ELS fréquente 5 : G+0.75Q1

VII) Capacité portante du sol de fondation

Surface du sol comprimé : 2.25 m²
q : contrainte de référence calculée sous la semelle.
qlim : capacité portante du sol de fondation.
Condition à vérifier : q < (1.33).qlim

- CCTG - CALCULS AUX ELU -

	LONG TERME			COURT TERME		
Nappes	Combi	q MPa	qlim MPa	Combi	q MPa	qlim MPa
Aucune	1	0.0890	0.0927	/	/	/

- CCTG - CALCULS AUX ELS -

	LONG TERME			COURT TERME		
Nappes	Combi	q MPa	qlim MPa	Combi	q MPa	qlim MPa
Aucune	3	0.0654	0.0735	/	/	/

VIII) Décompression du sol sous la fondation

- CCTG - CALCULS AUX ELS RARES -
Condition à vérifier : surface comprimée > 75.00 %

	LONG TERME		COURT TERME	
Nappes	Combi	surface comprimée	Combi	surface comprimée
Aucune	2	100.00 %	/	/

- CCTG - CALCULS AUX ELS FREQUENTS -
Condition à vérifier : surface comprimée > 100.00 %

	LONG TERME		COURT TERME	
Nappes	Combi	surface comprimée	Combi	surface comprimée
Aucune	4	100.00 %	/	/

IX) Glissement

- CCTG - CALCULS AUX ELU -
Pas de glissement

X) Renversement

- CCTG - CALCULS AUX ELU -
Condition à vérifier : surface comprimée > 10.00 %

	LONG TERME		COURT TERME	
Nappes	Combi	surface comprimée	Combi	surface comprimée
Aucune	0	100.00 %	/	/

XI) Poinçonnement du poteau sur la semelle

Compression centrée :
Combinaison : 1.35Gmax+Gmin+1.50Q1
Qu = 63.2 kN
Qlim = 816.0 kN
Qlim = 0.045 x h x uc x Fc28/GamaB = 816.0 kN
uc = 3.4000 m
Qu = V x [1 - (a + 2 x h) x (b + 2 x h) / (A x B)]
uc = 2 x (a + h) + 2 x (b + h)
V = 200.2 kN
=> Pas de poinçonnement du poteau sur la semelle : Qu < Qlim

XII) Aciers réels

Les aciers de la semelle suivant X ont été calculés par la méthode des BIELLES.
Les aciers de la semelle suivant Y ont été calculés par la méthode des BIELLES.

Semelle	A théo.	A réel.	Nb.	HA	Esp.
Sup. X	0.00 cm²	0.00 cm²	0	12.0	0.000 m
Inf. X	6.00 cm²	6.79 cm²	6	12.0	0.257 m
Sup. Y	0.00 cm²	0.00 cm²	0	12.0	0.000 m
Inf. Y	6.00 cm²	6.79 cm²	6	12.0	0.257 m

Attentes du poteau	Nb.	HA	Esp.
principales suivant X	3	12.0	0.258 m
secondaires suivant X	0	12.0	0.258 m
principales suivant Y	2	12.0	0.217 m
secondaires suivant Y	0	12.0	0.217 m

	Nb.	HA	Esp.	Retour
Cadres du poteau	9	8.0	0.313 m	135

Epingles du poteau	Nb.	HA	Esp.	Nb. Plan	Esp. Plan
suivant X	0	8.0	0.000 m	0	0.258 m
suivant Y	0	8.0	0.000 m	0	0.217 m

XIII) Contraintes

Moment ELS suivant X = 17.3 kNm

Suivant l'axe X	Valeur	Limite
Contrainte béton comprimé	1.072 MPa	12.000 MPa
Contrainte aciers tendus bas	75.181 MPa	400.000 MPa

Moment ELS suivant Y = 12.2 kNm

Suivant l'axe Y	Valeur	Limite
Contrainte béton comprimé	0.755 MPa	12.000 MPa
Contrainte aciers tendus bas	52.914 MPa	400.000 MPa

XV) Métré

Volume de déblais = 4.500 m3
Volume de remblais = 3.312 m3
Surface coffrage semelle = 2.40 m2
Volume de béton semelle = 0.900 m3
Quantité d'aciers = 42.1 kg
Ratio d'aciers = 46.83 kg/m3

XVI) Historique

T	SEMELLE	Et	LIBELLE	VALEUR	LIMITE
A	S 2	1	Pas d'erreur détectée		