

Epreuve E4 : ETUDE DES CONSTRUCTIONS

Sous-épreuve U 41 : Elaboration d'une note de calcul de structures

Durée : 4 heuresCoefficient : 2

Documents du sujet	Références	Contenus	11 Feuilles
<i>Page de garde</i>	-	<i>Présentation des documents du sujet d'examen</i>	1 Format A3
Dossier d'Etude : Travail demandé	DE 1	Présentation du bâtiment à étudier.	2 Format A3
	DE 2	Etude n°1 : poutre continue en béton armé.	
	DE 3	Etude n°2 : poteau en béton armé.	
	DE 4	Etude n°3 : poutre métallique de plancher collaborant.	
Dossier Technique : Immeuble LE PARVATI	DT 1	4 Façades.	5 Formats A3
	DT 2	Plan partiel du R.D.C.	
	DT 3	Coupe BB.	
	DT 4	Coupe CC partielle.	
	DT 5	Plan de COFFRAGE partiel du plancher haut du R.D.C.	
Annexes	ANNEXE 1	Hypothèses générales : charges et matériaux	1 Format A3
	ANNEXE 2	Profilés HEB - Plancher collaborant	
Document Réponse	DR	Descente de charges en pied de poteau du R.D.C.	1 Format A3

Barème : ETUDE n°1 : 7 points.
ETUDE n°2 : 6 points.
ETUDE n°3 : 7 points.

Rédigez vos réponses
aux études n°1, 2 et 3
sur 3 copies distinctes.

Document autorisé : Formulaire eurocodes.Matériel autorisé : Calculatrice.

1 Présentation du bâtiment à étudier :

L'immeuble LE PARVATI est un bâtiment à usage de bureaux, offrant sur chacun de ses 4 niveaux (cf. DT1), deux plateaux paysagers, de surfaces respectivement égales à environ 205 m² (cf. DT2) et 75 m² (hors zone d'étude).

Ces plateaux de bureaux paysagers sont **exempts de tous porteurs verticaux** et de toutes cloisons (cf. DT2). Les **porteurs verticaux** se situent **en façade** et sont constitués de **poutres continues en B.A.** reposant sur des **poteaux B.A.**, espacés suivant un **maillage régulier** (cf. DT2, DT3, DT4 et DT5).

Ces poutres des façades EST et OUEST, sont porteuses, à chaque niveau :

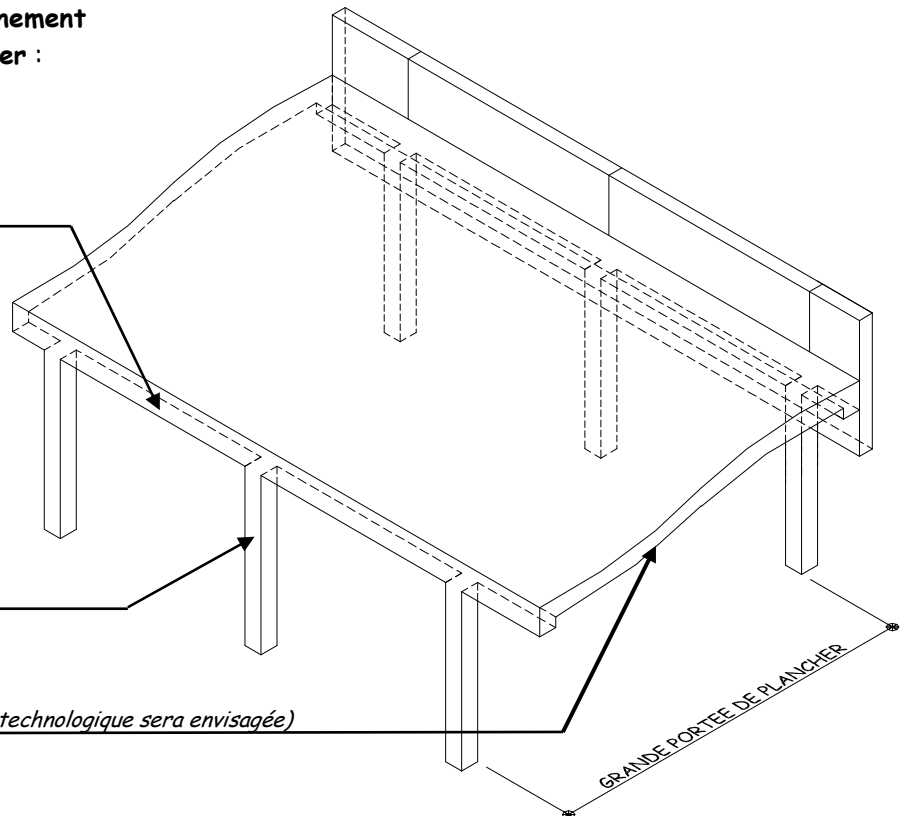
- d'un **plancher** (réalisé, *a priori*, en dalles alvéolées),
- de **panneaux de façade** préfabriqués.

Votre travail portera sur le **dimensionnement** d'une **poutre**, d'un **poteau** et du **plancher** :

Etude n°1 : **POUTRE en B.A.**

Etude n°2 : **POTEAU en B.A.**

Etude n°3 : **PLANCHER** (Une variante technologique sera envisagée)



Les proportions des différents éléments représentés, n'ont pas été respectées, afin d'améliorer la lisibilité de l'illustration graphique. C'est pour la même raison, que les panneaux de façade, devant se situer au premier plan de la perspective, n'ont pas été dessinés.

Caractéristiques du béton armé

- Béton : C30/37 $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ et armatures du béton armé : B500 classe B $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$.

Classe d'exposition du béton armé : XC1 : Béton des poteaux et des poutres en B.A. à l'abri des intempéries et du risque de condensation, taux d'humidité faible.

2 Exigences relatives au travail demandé :

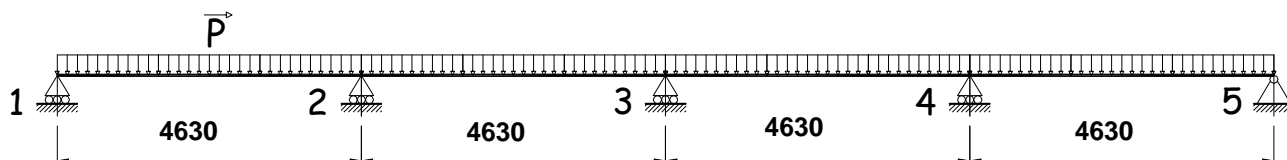
- Détail des calculs.
- Réponses claires et explicites.
- Justification des choix.
- Exactitude des résultats.

3 Étude n°1 : POUTRE CONTINUE en B.A., SUR 5 APPUIS :

A traiter sur votre copie d'examen n°1.

Vous vous intéresserez à la **poutre continue** 250 x 400 du **plancher haut du R.D.C.**, (cf. DT4 et DT5), située en façade **EST**, dont le schéma mécanique simplifié est le suivant :

La portée utile entre les poteaux P4 et P5 est en réalité de 4605, mais pour simplifier prise égale à 4630 pour obtenir la symétrie géométrique.



- Déterminez la valeur des charges permanentes G et d'exploitation Q (en kN/ml) appliquées à cette poutre (cf. S1 et S2 ANNEXE 1).

Pour la suite de l'étude, vous prendrez $G = 43$ kN/ml et $Q = 20$ kN/ml.

- Représentez le cas de chargement donnant le moment max. en travée pour la 1^{ère} travée 1-2 (précisez uniquement les valeurs numériques des charges)
Sachant que le moment sur l'appui 2 est égal à $-167,8$ mKN, déterminez la position et la valeur numérique du moment max dans cette 1^{ère} travée.
- Représentez le cas de chargement donnant le moment max. sur l'appui P3.
Proposez et justifiez la méthode de calcul à adopter.
Déterminez le degré d'hyperstaticité de cette poutre.
Écrire les 2 équations permettant de déterminer les moments de flexion sur les appuis.
Résoudre le système d'équations
- Tracez, **sans aucun calcul**, l'allure du diagramme enveloppe du moment fléchissant le long de cette poutre.
- Pour le cas de chargement donnant le moment max. sur l'appui P2, calculez la section d'armatures longitudinales A_{st} à prévoir **sur l'appui 2**, sachant que le moment fléchissant (pondéré) au nu de cet appui est égal à environ $-177,6$ KN.m.
Positionnez les aciers choisis sur un croquis de la **section verticale** de la poutre, en y plaçant également les **armatures transversales** nécessaires (sans calcul).
- Déterminez la **valeur numérique** des **moments fléchissants** sur les appuis de rive.

4 Étude n°2 : POTEAU en BETON ARME :

A traiter sur votre copie d'examen n°2 et compléter le Document réponse.

Vous vous intéresserez à l'un des poteaux porteurs de la poutre continue du plancher haut du R.D.C., située en façade EST (cf. DT2). Vous choisirez le poteau le plus chargé, parmi les 2 poteaux proposés.

1. En vous référant aux prescriptions des recommandations professionnelles, précisez clairement quel est, selon vous, le poteau le plus chargé (P2 ou P3).
2. Admettez les valeurs des charges pondérées appliquées sur les poutres (poids propres inclus) :

88 kN/ml pour les poutres des planchers hauts du R.D.C., du 1^{er} et du 2^{ème} étage.

67 kN/ml pour les poutres du plancher haut du 3^{ème} étage.

Calculez l'effort normal N_u agissant en pied du poteau du R.D.C. choisi à la question précédente. Détaillez votre descente de charge sur votre copie d'examen n°2, tout en complétant le Document Réponse, afin de mettre en évidence les zones d'influences. Les hauteurs des poteaux sont indiquées sur ce Document Réponse.

Pour la suite de l'étude, vous prendrez $N_u \approx 1710 \text{ KN}$ (pondérés).

3. Compte-tenu des dimensions de la section du poteau étudié, déterminez les sections minimale et maximale réglementaires d'armatures longitudinales.
4. Calculez la longueur de flambement du poteau étudié, sachant que le poteau est considéré articulé sur sa semelle de fondation.
Calculez l'élançement λ du poteau étudié.
5. Compte-tenu de la charge agissant sur le poteau, calculez la section d'armatures longitudinales A à prévoir,
Choisissez une section réelle d'armatures longitudinales en conformité avec la valeur A trouvée et avec celles trouvées à la question 3.
6. Déterminez le diamètre et l'espacement courant des armatures transversales,
7. Positionnez et désignez tous les aciers choisis sur un croquis de la section et sur l'élévation du poteau.

5 Etude n°3 : Plancher collaborant sur POUTRELLES HEB :

Acier des profilés HEB : contrainte limite à l'ELU : $f_{yk} = 235 \text{ MPa}$ et $E = 210000 \text{ MPa}$.

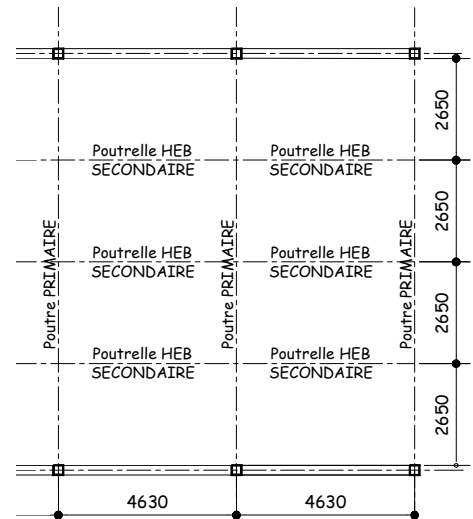
A traiter sur votre copie d'examen n°3.

Il s'agit d'envisager une variante concernant le mode constructif des planchers de l'immeuble LE PARVATI.

Les dalles alvéolées sont remplacées par un réseau de **poutres métalliques** porteur d'un **plancher collaborant** de faible épaisseur ("bacs acier + béton" : $d = 9 \text{ cm}$, cf. §3 ANNEXES).

Le **réseau de poutres métalliques** est constitué, conformément au plan schématique ci-contre, de :

- Poutres PRIMAIRES de très forte section, portant de poteau à poteau de façades opposées.
- Poutrelles SECONDAIRES HEB, de section à définir, (porteuses du plancher collaborant) en appui sur les poutrelles primaires et parallèles aux façades EST et OUEST.

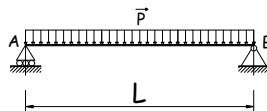


Vous vous intéresserez uniquement au **dimensionnement** des poutrelles SECONDAIRES.

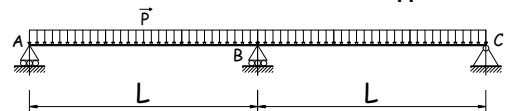
1. Vérifiez, au préalable, que la portée envisagée pour le plancher collaborant est acceptable, en vous référant au §2 et §3 ANNEXES.
2. Déterminez la valeur des charges permanentes G et d'exploitation Q , en kN/ml de HEB secondaire (cf. §1, §2 et §3 ANNEXES).

Pour la suite de l'étude, vous prendrez $P \approx 17 \text{ kN/ml}$ (à l'E.L.S.) et $P \approx 24 \text{ kN/ml}$ (à l'E.L.U.).

Deux solutions envisagées : Poutrelle secondaire sur 2 appuis : ou



Poutrelle secondaire sur 3 appuis :



Dans le cadre de la solution ISOSTATIQUE :

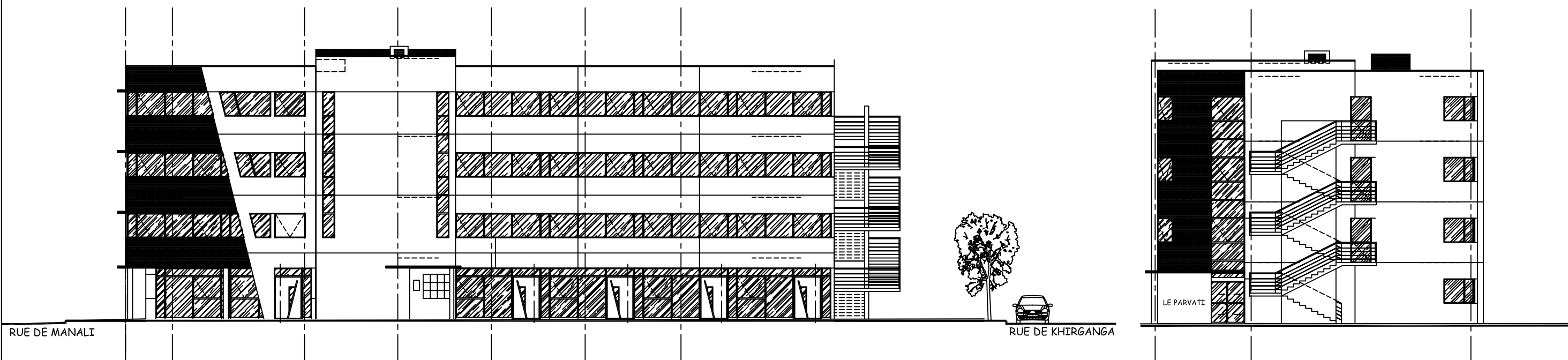
3. Déterminez la section de HEB strictement suffisante, du point de vue RESISTANCE à la flexion et du point de vue DEFORMATION (flèche limitée au $1/200$ portée pour le cas de chargement $g+q$) §4 ANNEXES).

Dans le cadre de la solution HYPERSTATIQUE, une section de HEB 160 vous est proposée :

4. Vérifiez que ce choix satisfait la condition de RESISTANCE à la flexion. Dans ce but, démontrez que le moment fléchissant sur l'appui B vaut $- P.L^2/8$. Ce moment correspond au moment fléchissant maximal subi par la poutrelle ABC.
5. Vérifiez que ce choix satisfait la condition de RESISTANCE au cisaillement. en admettant que l'effort tranchant maximal est égal à $5 P.L/8$.
6. Vérifiez que ce choix satisfait la condition de DEFORMATION. Dans ce but, admettez que $M = - P.L^2/8$ sur l'appui B, calculez la flèche maximale (atteinte approximativement à mi-portée des 2 travées). (Pour le chargement $g+q$, la flèche est limitée au $1/200$ portée et $1/300$ portée pour le chargement q)

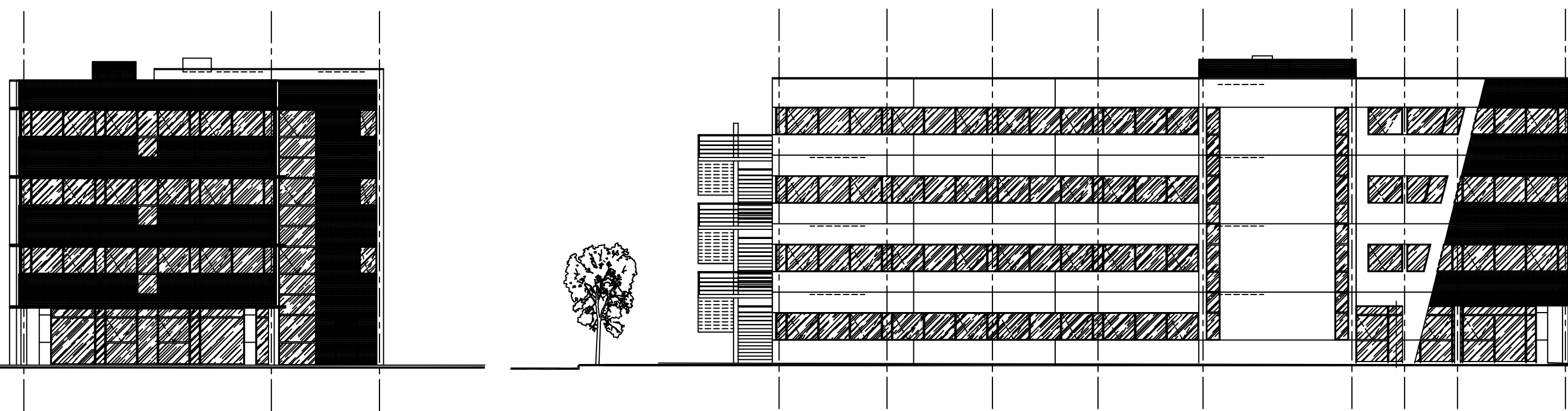
Façade EST

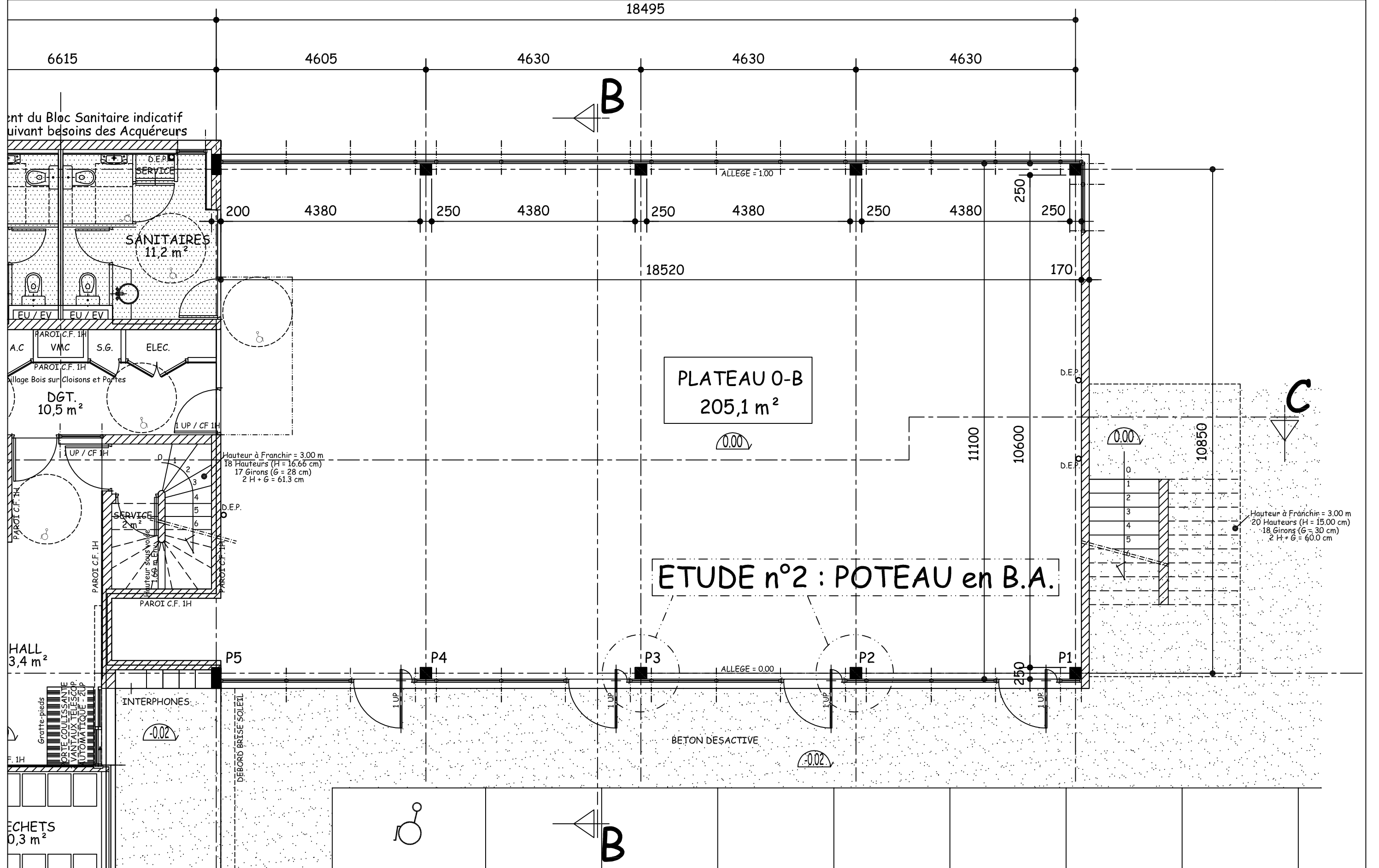
Façade NORD

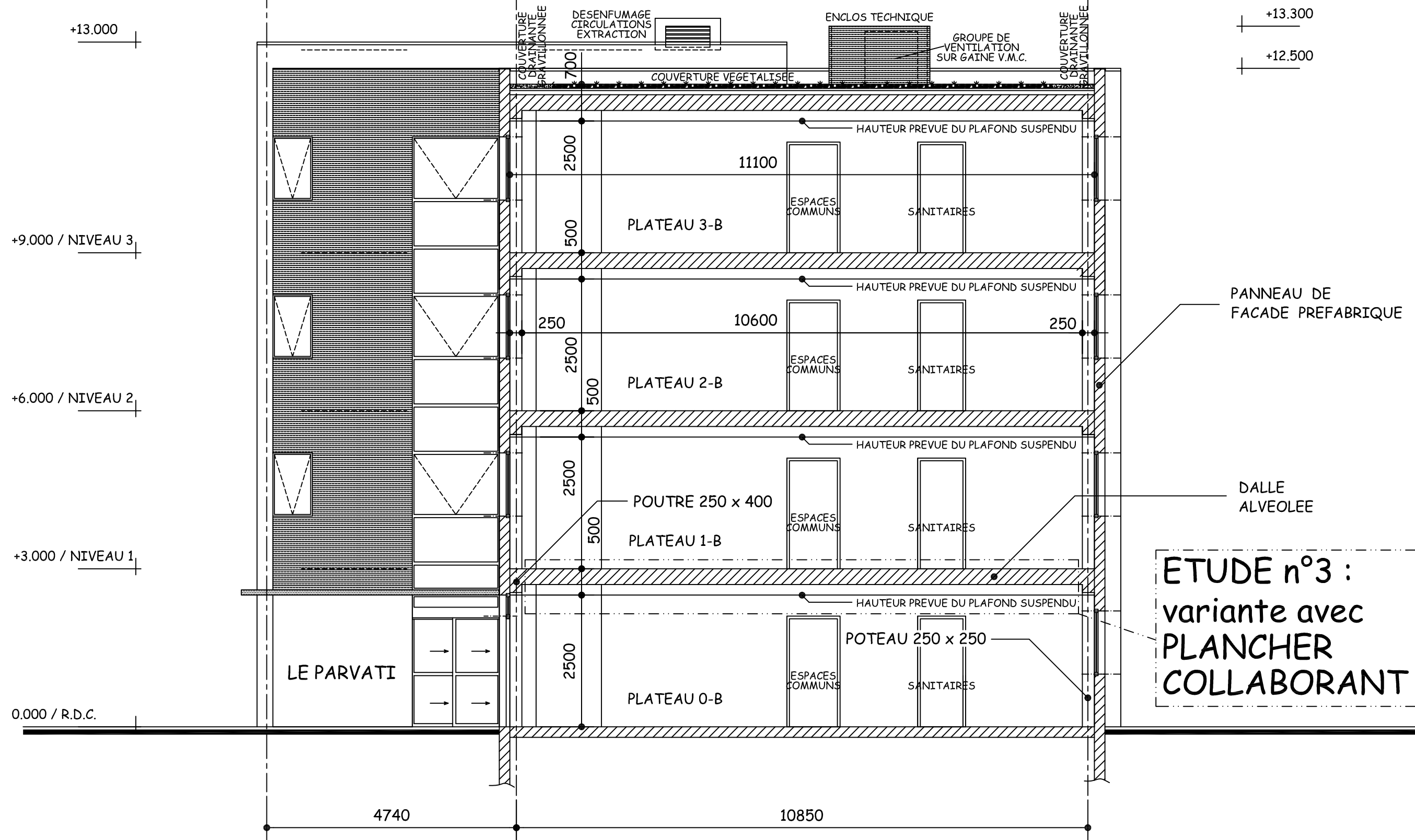


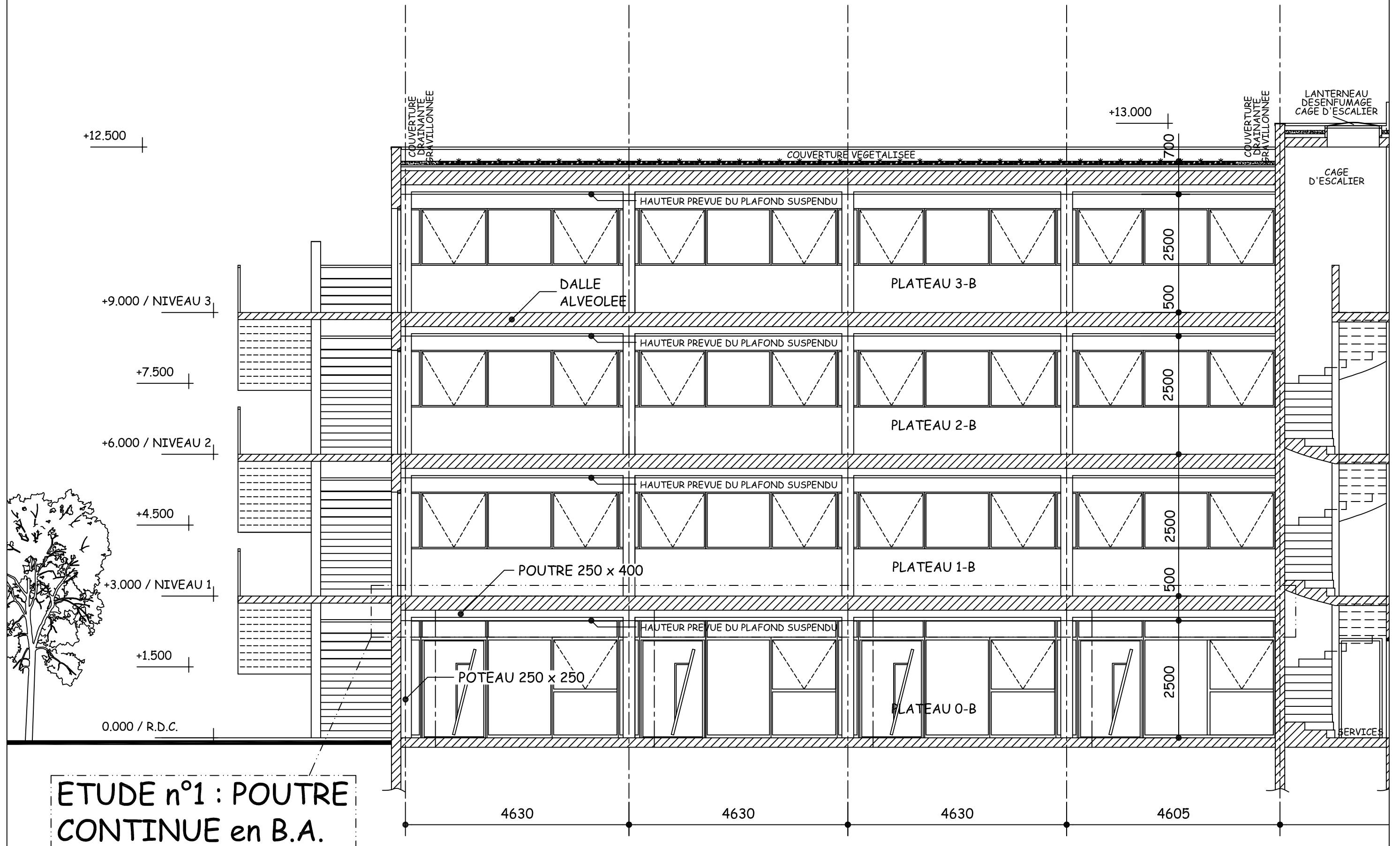
Façade SUD

Façade OUEST

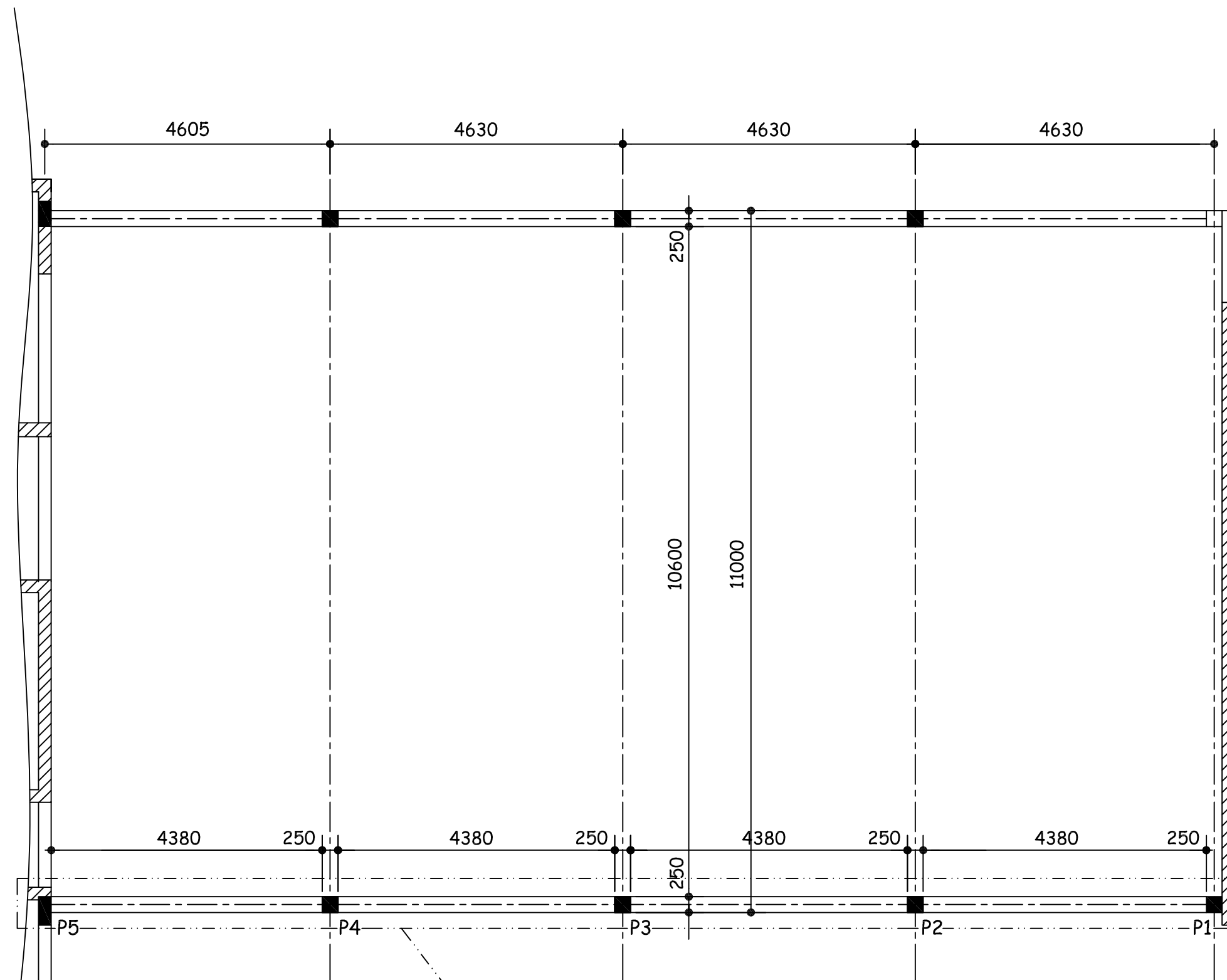








ETUDE n°1 : POUTRE CONTINUE en B.A.



ETUDE n°1 : POUTRE CONTINUE en B.A.

ANNEXES

1. Charges permanentes :

1.1 Données spécifiques aux études n°1 et 2 :

- Poids volumique du béton armé : 25,00 kN/m³.
- Poids surfacique des dalles alvéolées : 5,00 kN/m².
- Poids surfacique du revêtement de sol : 0,60 kN/m².
- Poids surfacique du plafond suspendu fixé en sous-face des dalles alvéolées : 0,20 kN/m².
- Poids linéique MOYEN des panneaux de façade : 9,00 kN/ml.

1.2 Données spécifiques à l'étude n°3 :

- Poids surfacique du revêtement de sol : 0,28 kN/m².
- Poids surfacique du plancher collaborant (d = 9 cm : bacs acier + béton) : cf. S3 ANNEXES.
- Poids linéique de pré-dimensionnement des profilés HEB : 0,60 kN/ml.
- Poids surfacique du plafond suspendu fixé aux HEB : 0,20 kN/m².

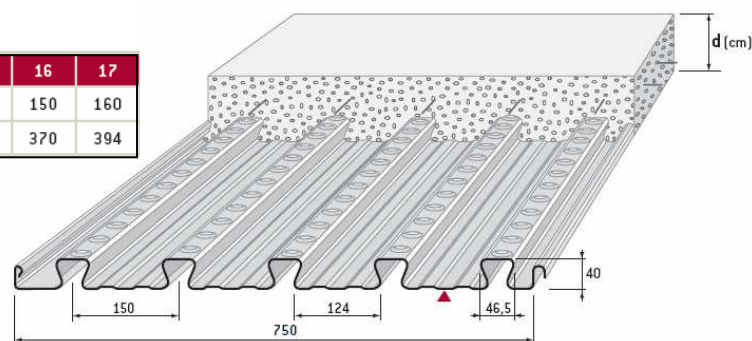
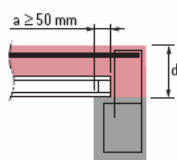
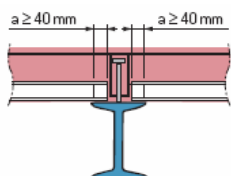
2. Charges d'exploitation :

Les différents étages de l'immeuble « LE PARVATI » sont à usage de « bureaux paysagers ».

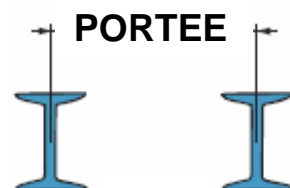
La charge d'exploitation définie par les Documents Particuliers de Marché est de 3,50 kN/m².

3. Plancher collaborant :

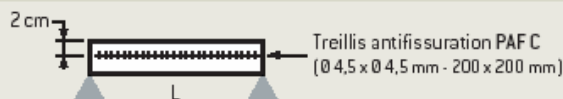
Épaisseur d (en cm)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Litrage béton (t/m ²)	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
Poids (daN/m ²) *	178	202	226	250	274	298	322	346	370	394



PORTEE MAXIMALE
entre 2 poutrelles secondaires :

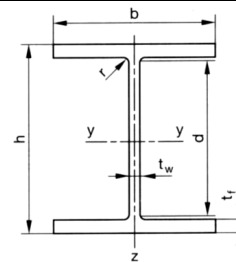


Charge d'exploitation en daN/m ²	PORTÉE SIMPLE (sur 2 appuis)												
	L : PORTÉES MAXIMALES D'UTILISATION (en m)												
	ÉPAISSEUR TOTALE DU PLANCHER d (en cm)												
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
250	2,60	2,90	3,30	3,60	3,90	4,10	4,30	4,50	4,70	4,90	5,10	5,30	5,40
350	2,60	2,90	3,30	3,50	3,70	3,90	4,10	4,30	4,50	4,70	4,90	5,00	5,20
500	2,60	2,80	3,10	3,30	3,50	3,70	3,90	4,10	4,30	4,40	4,60	4,80	4,90
1000	2,00	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	3,90	4,10	4,20	4,40



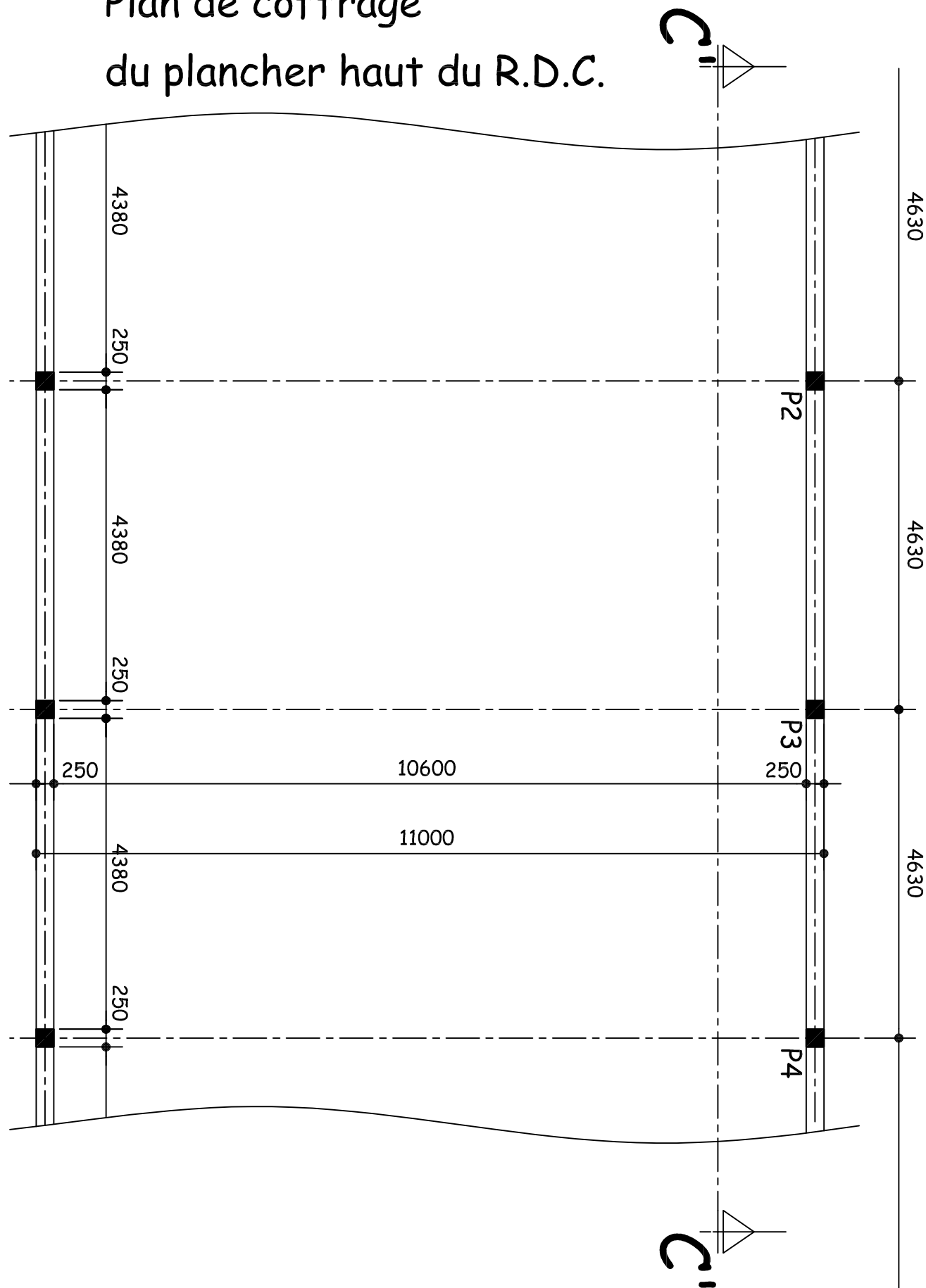
ANNEXES

4. Profilés HEB 100 à 280 :

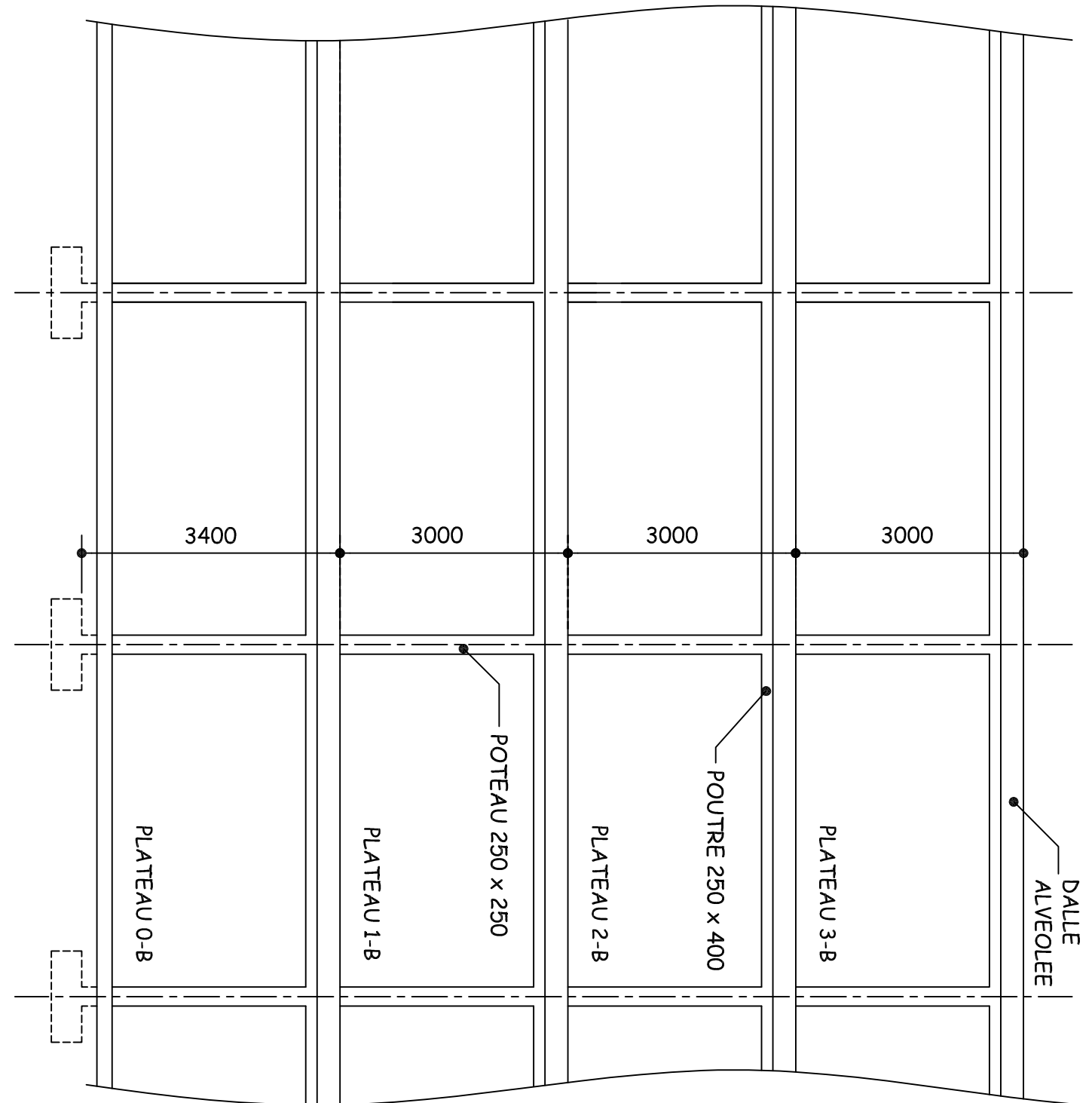


	Dimensions						Masse par mètre P kg/m	Aire de la section A cm ²	Surface de peinture		I _y cm ⁴	W _{el.y} (I _y /V _y) cm ³	i _y cm	W _{pl.y} cm ³	A _{Vz} cm ²	I _z cm ⁴	W _{el.z} (I _z /V _z) cm ³	i _z cm	W _{pl.z} cm ³	A _{Vy} cm ²
	h (h) mm	b (b) mm	t _w (a) mm	t _f (e) mm	r (r) mm	d (h ₁) mm			m ² /m	m ² /t										
HEB 100	100	100	6,0	10	12	56	20,4	26,0	0,567	27,76	449,5	89,9	4,16	104,2	9,0	176,2	33,4	2,53	51,4	21,1
HEB 120	120	120	6,5	11	12	74	26,7	34,0	0,686	25,71	864,4	144,1	5,04	165,2	11,0	317,4	52,9	3,06	81,0	27,6
HEB 140	140	140	7,0	12	12	92	33,7	43,0	0,805	23,88	1 509,2	215,6	5,93	245,4	13,1	549,5	78,5	3,58	119,8	34,9
HEB 160	160	160	8,0	13	15	104	42,6	54,3	0,918	21,56	2 492,0	311,5	6,78	354,0	17,6	889,0	111,1	4,05	170,0	43,4
HEB 180	180	180	8,5	14	15	122	51,2	65,3	1,037	20,25	3 831,1	425,7	7,66	481,4	20,2	1 362,5	151,4	4,57	231,0	52,4
HEB 200	200	200	9,0	15	18	134	61,3	78,1	1,151	18,78	5 696,2	569,6	8,54	642,5	24,8	2 002,9	200,3	5,06	305,8	62,4
HEB 220	220	220	9,5	16	18	152	71,5	91,0	1,270	17,77	8 091,0	735,5	9,43	827,0	27,9	2 842,7	258,4	5,59	393,9	73,0
HEB 240	240	240	10,0	17	21	164	83,2	106,0	1,384	16,63	11 259,3	938,3	10,31	1 053,1	33,2	3 921,9	326,8	6,08	498,4	84,7
HEB 260	260	260	10,0	17,5	24	177	93,0	118,4	1,499	16,12	14 919	1 147,6	11,22	1 282,9	37,6	5 134,0	394,9	6,58	602,2	94,4
HEB 280	280	280	10,5	18	24	196	103,1	131,4	1,618	15,69	19 270	1 376,4	12,11	1 534,4	41,1	6 593,7	471,0	7,08	717,6	104,4

Plan de coffrage
du plancher haut du R.D.C.



Coupe longitudinale C'C'



DESCENTE DE CHARGES sur POTEAU le plus chargé du R.D.C.