

EPREUVE E4 : ETUDE DES CONSTRUCTIONS

Sous-Epreuve : U 41

Elaboration d'une note de calcul de structures

Durée : 3 h

Coefficient : 2

Documents remis

Dossier et pièces graphiques pages 1 à 8

Travail demandé : pages 8-9

Annexes pages 9-10

Barème : **Question I :** **8 Points**

Question II : **6 Points**

Question III : **6 Points**

Document autorisé : Règlement BAEL 91

Présentation

Le thème du dossier est l'agrandissement d'une école primaire située en plein centre ville. Il concerne la construction de 6 nouvelles classes sur deux niveaux ainsi que la réalisation d'une zone d'accès aux classes par l'intermédiaire d'un escalier droit puis hélicoïdal. Ce nouvel escalier servira d'issue de secours pour les anciennes et les nouvelles classes (création d'ouvertures dans le pignon du bâtiment existant).

Descriptif sommaire de la construction.

Bâtiment R+1 avec combles

Chaque niveau comporte 3 classes plus une zone d'accès.

La charpente est en lamellé-collé. La couverture est réalisée en tuiles plates à raison de 17/m².

Mode de construction du Gros-Œuvre

Fondations :

Fondations profondes par pieux avec longrines préfabriquées en Béton Armé reposant sur les têtes de pieux.
Les longrines sont coulées sur des coffrages biodégradables.

Porteurs verticaux :

Poteaux préfabriqués
Maçonneries en blocs de bétons pleins de 20 cm hourdés au mortier de ciment avec un enduit extérieur de 20 mm

Escalier droit

Le départ de l'escalier droit repose sur une console C2 qui prolonge la longrine Lg11 (voir plan de fondations n°7)

Porteurs horizontaux :

Poutres préfabriquées en usine
Plancher haut Rez-de-Chaussée et 1^{er} étage : dalle pleine coulée en place épaisseur 20 cm avec un revêtement en carrelage
Le plancher bas du Rez de Chaussée est une dalle portée liée aux longrines

Rapport de sol :

La reconnaissance du sol s'est effectuée par l'exécution d'un sondage pressiométrique de 30 m de profondeur.

Le système de fondations retenu sont des pieux encastrés dans la craie compacte, soit à plus de 23 m de profondeur.

-Niveaux d'eau : Le niveau d'eau a pu être relevé à moins de 2 m de profondeur dans les sols compressibles et peut évoluer en fonction de la pluviométrie.

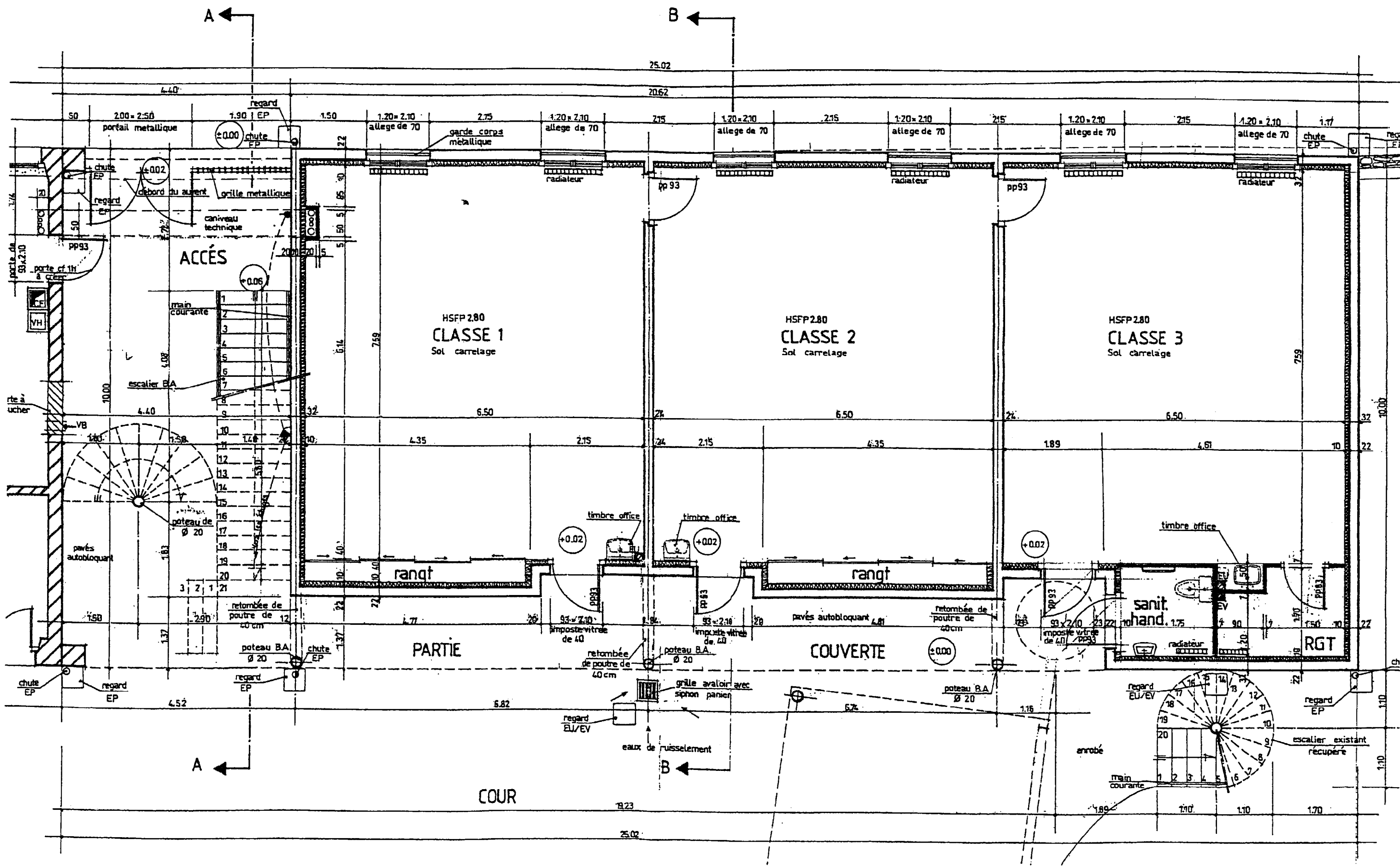
La méthodologie d'exécution des pieux devra tenir compte de la présence d'eau dans le sous-sol. De même, la nature sensible du sol (sols compressibles tourbeux, remblais, sols faibles, etc....) pourra nécessiter, outre une technique particulière d'exécution, d'armer la hauteur considérée.

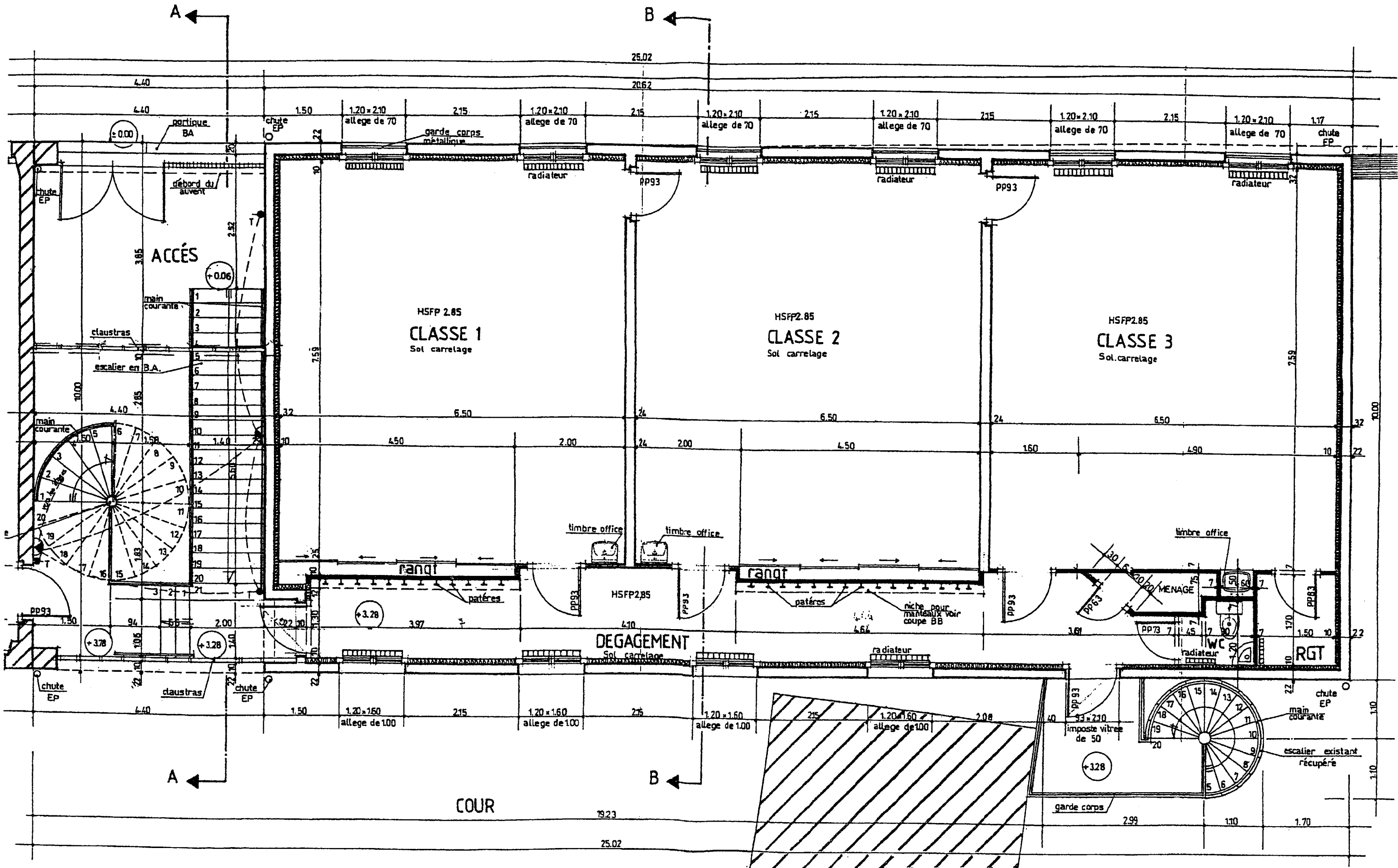
Données complémentaires

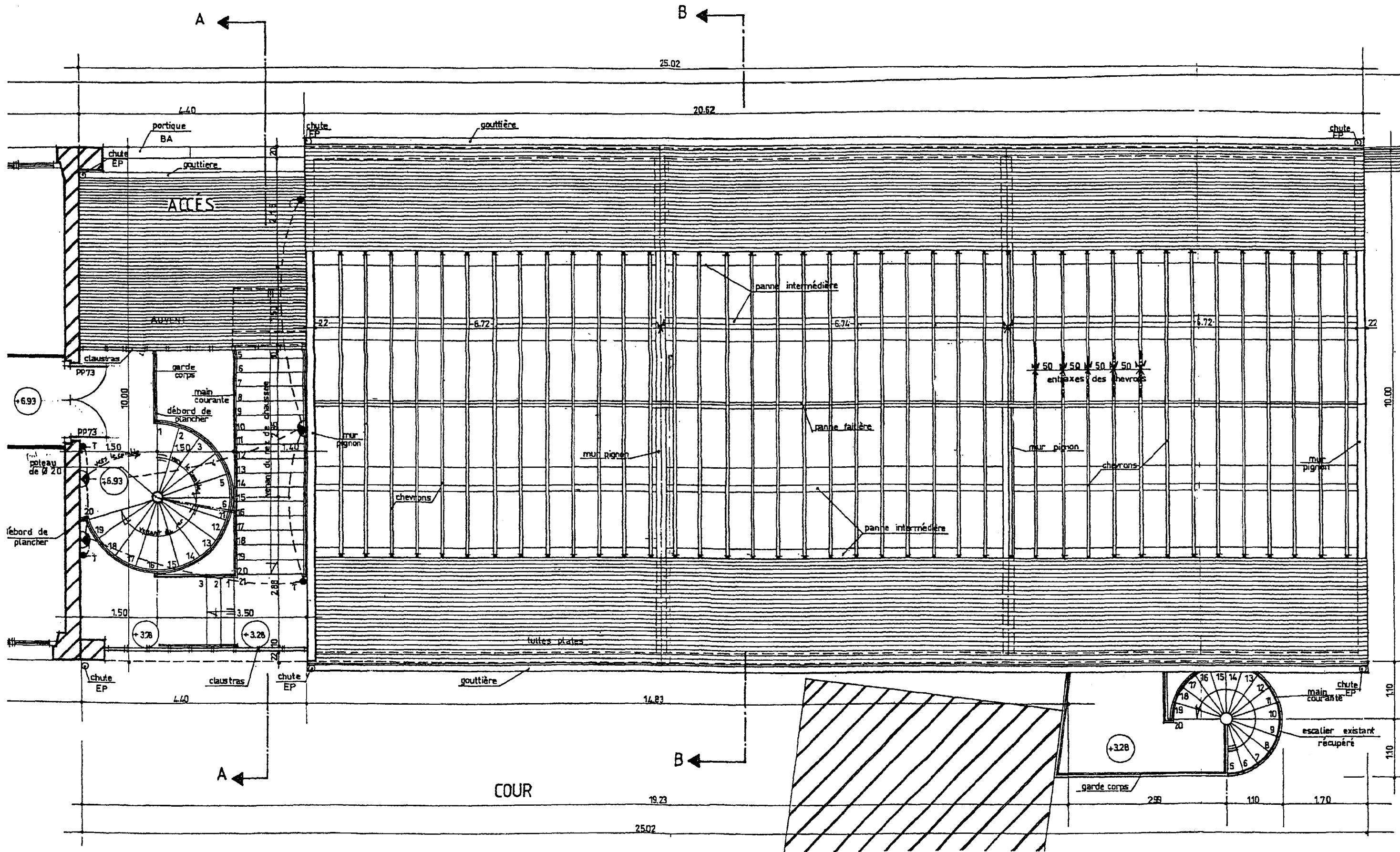
Acier Fe E500; Béton : $f_{c28} = 30$ MPa

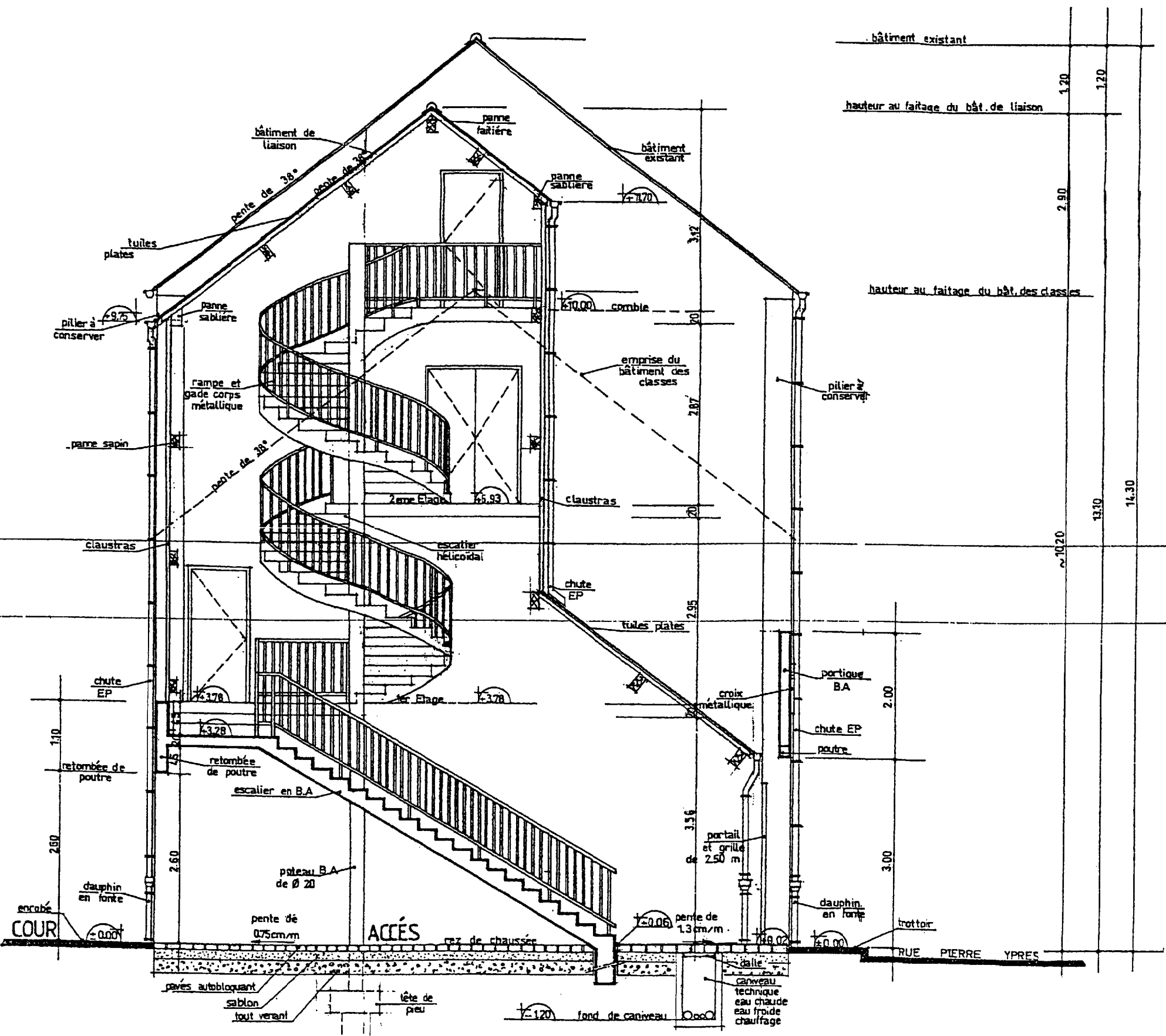
Charges Permanentes : Poids volumique béton : 25 kN/m³
Cloisons de distributions : 1 kN/m²
Carrelage : 0.22 kN/m²

Charges d'exploitation : 4 kN/m²

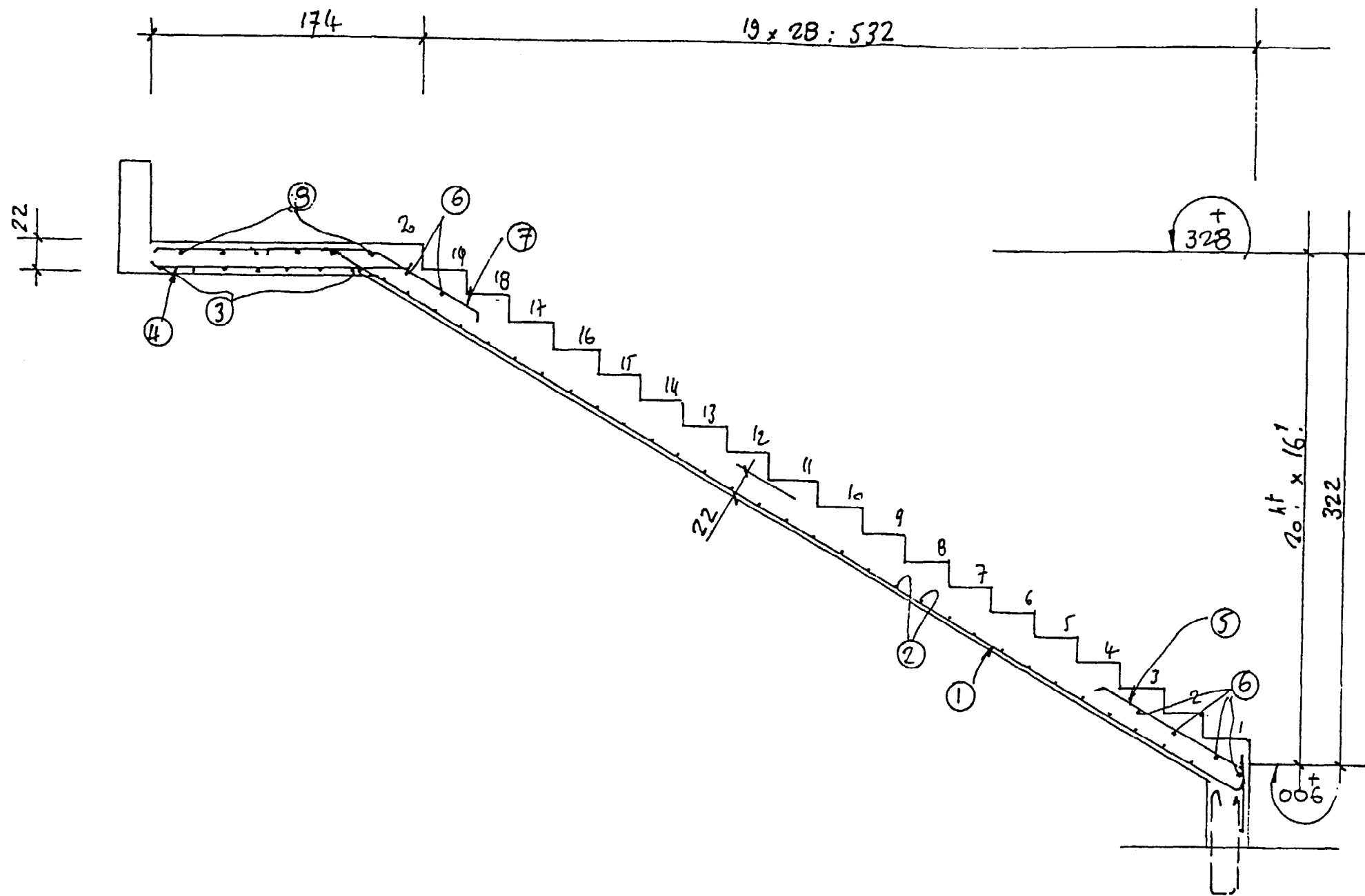






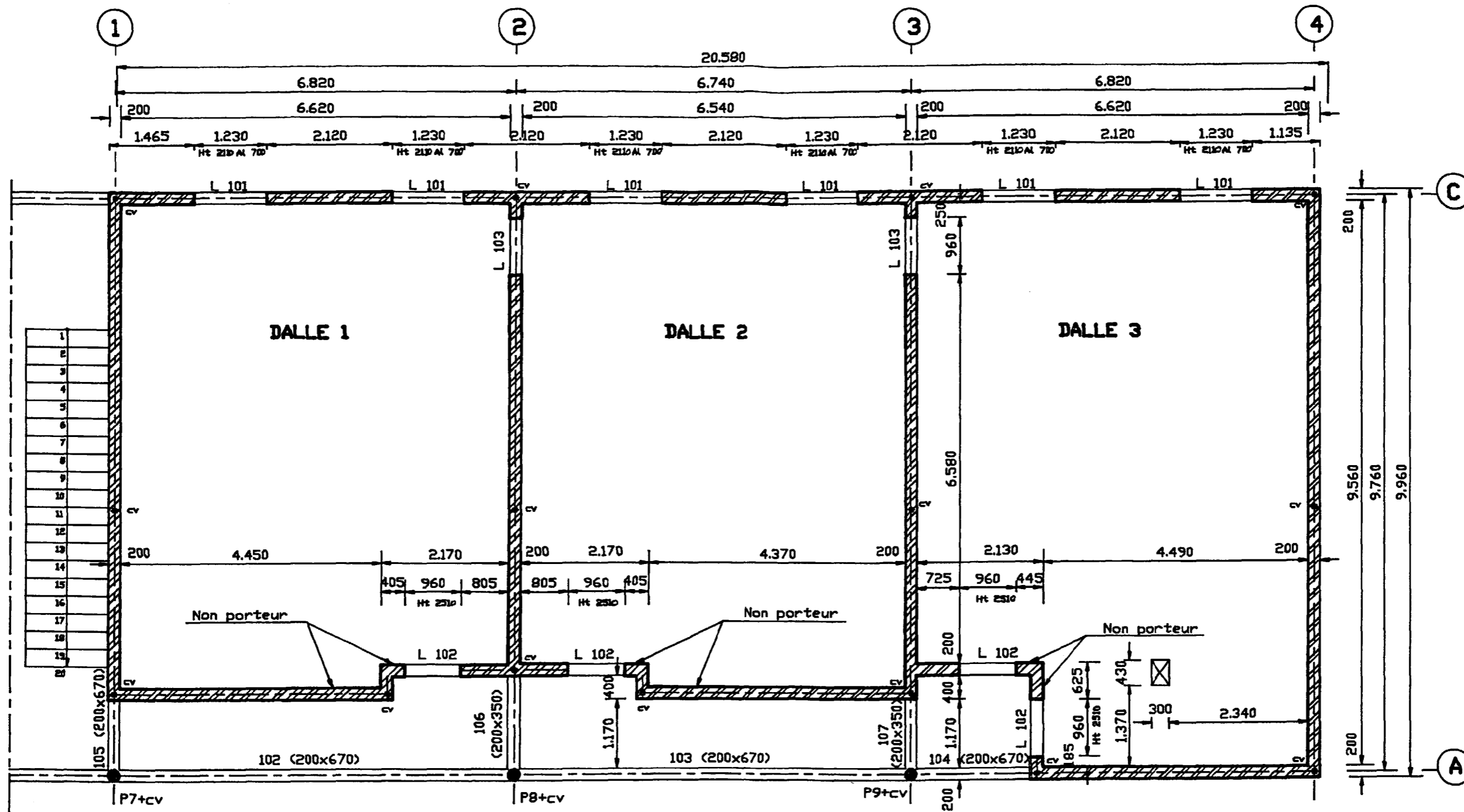


- COUPE AA -



Repères	Nombre	Aciers		Longueur	Espac	Schémas
		HA	Doux			
①	8	16		740	19	50 50 20
②	31	8		136	20	
③	8	16		350	20	50 165 20
④	15	8		144	20	
⑤	6	8		130	25	105 25
⑥	6	6		136	25	
⑦	6	8		180	25	135 45
⑧	6	8		190	25	180 10

Cotation en cm

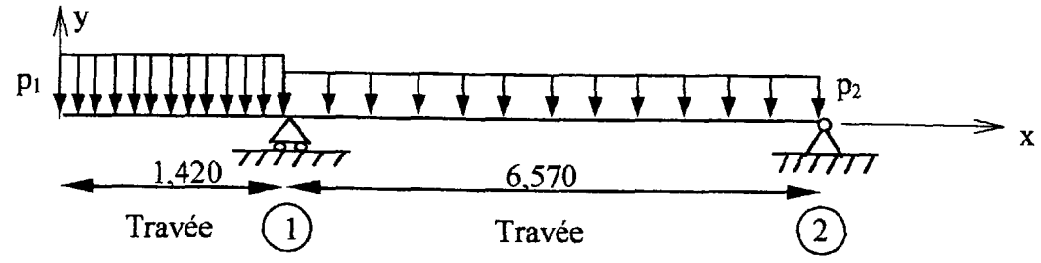


TRAVAIL DEMANDE :

I. ETUDE DE LA CONSOLE C2

I.1. A partir des documents suivants (plan du RDC – p.2/10, plan du 1^{er} étage – p.3/10, coupe A-A – p.5/10, coffrage et ferrillage escalier droit – p.6/10), déterminez la charge ponctuelle (à l'E.L.S.) apportée par l'escalier droit sur la console C2 (localisée sur le plan de fondations sous escalier – p.8/10). Les seules charges à prendre en compte sont le poids propre de l'escalier et les charges d'exploitation.

I.2. On propose pour la console C2 et la longrine Lg11 le schéma mécanique suivant :



p_1 (de $x = 0$ à $x = 1,42$ m) = 44 kN/m

p_2 (de $x = 1,42$ m à $x = 7,99$ m) = 31 kN/m

Déterminez à l'aide du schéma mécanique précédent, les diagrammes des efforts tranchants et des moments fléchissants.

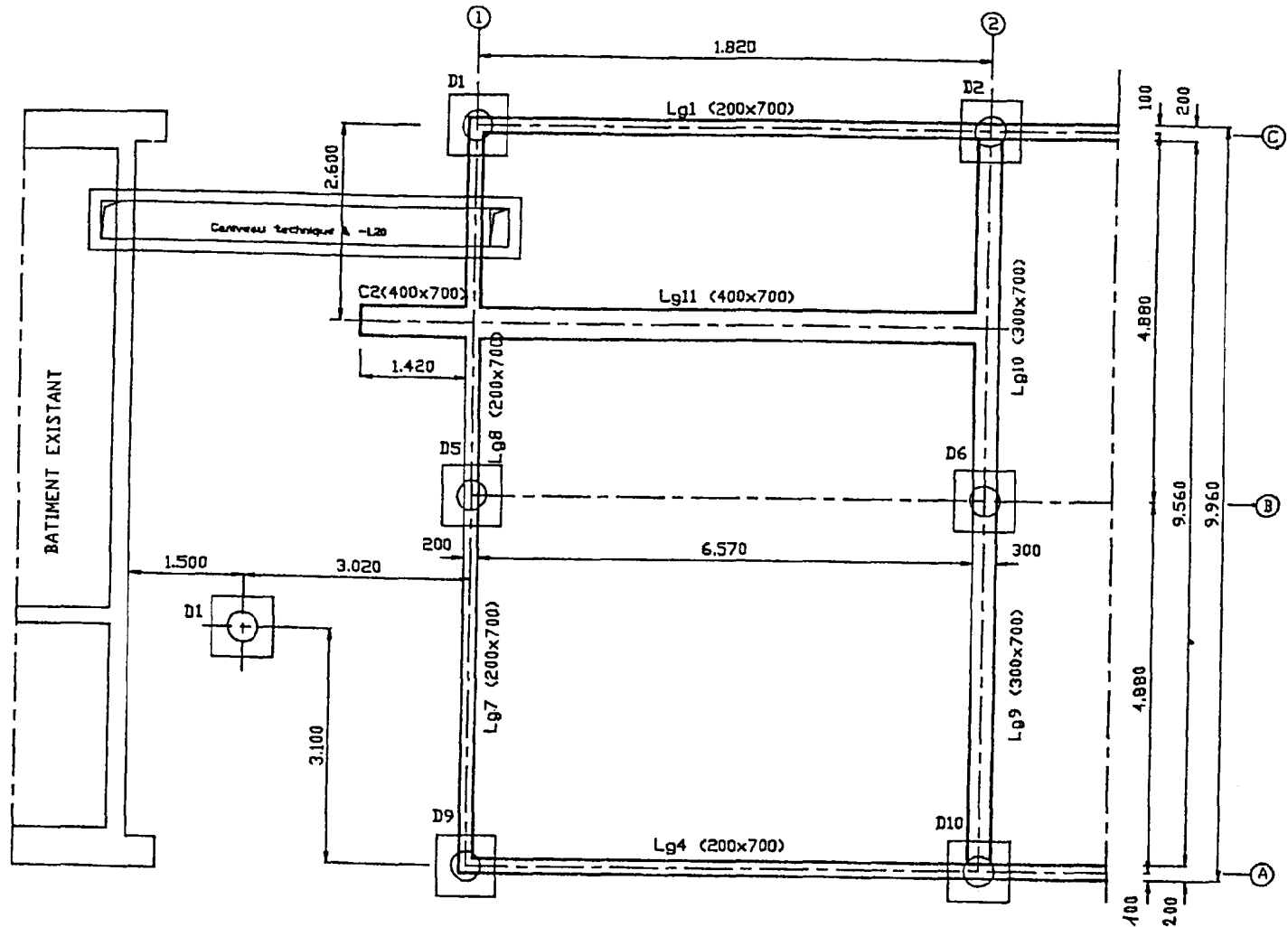
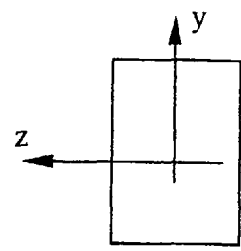
I.3. Détermination de la flèche

Calculez la flèche au point O (d'abscisse $x = 0$ m) sous l'action des charges p_1 et p_2 .

Nous négligerons les effets de l'effort normal $N(x)$ et des efforts tranchants $V(x)$.

Nous prendrons :
 pour la 1^{ère} travée $I_{G1Z} = 25,34 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$
 pour la 2^{ème} travée $I_{G2Z} = 53,15 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$

$E = 3700 \cdot f_{cj}^{1/3} = 11500 \text{ MPa}$



FONDATIONS SOUS ESCALIER
 Coffrage Plan n°7

Vous avez éventuellement la possibilité d'utiliser le tableau des intégrales de MOHR et l'équation de Bertrand de Fontviolant (ou théorème de Muller-Breslau ou de la charge unité) joints en annexe ainsi que des résultats précédents de la question I.2.

II. ETUDE DU PLANCHER HAUT DU REZ DE CHAUSSEE (p.7/10)

II.1 Le plancher a une épaisseur de 20 cm, déterminer aux E.L.U les charges appliquées sur le plancher haut du Rez de Chaussée ;

II.2 On donne $p_u = 14,4 \text{ kN/m}^2$; déterminer les moments en travée dans la dalle 1 ainsi que sur l'appui intermédiaire file 2 en justifiant vos calculs;

II.3 On donne

Dalle 1 : $M_{lx} = 43 \text{ kN.m}$
 $M_{ly} = 19 \text{ kN.m}$

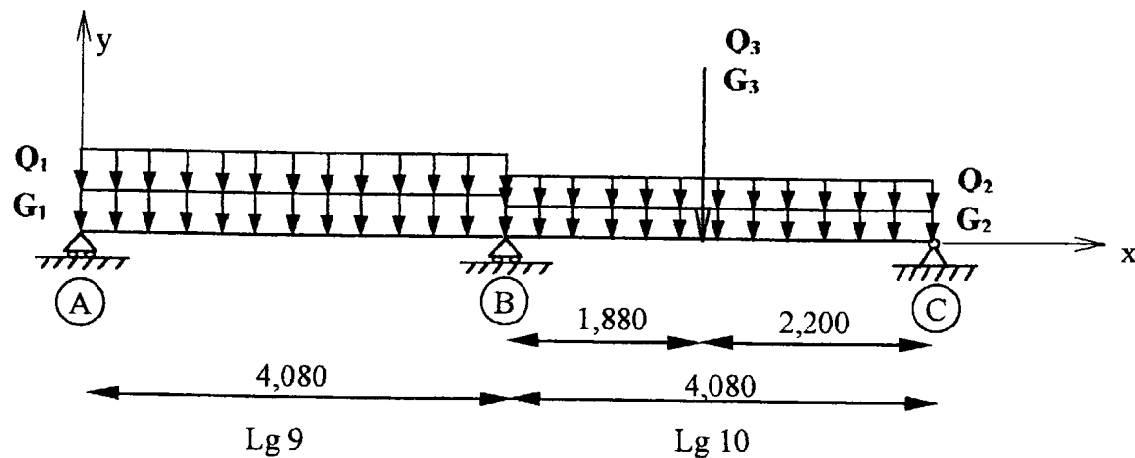
Appui file 2 $M_{A2} = - 21.5 \text{ kN.m}$

Déterminer le ferrailage nécessaire pour la dalle 1 et l'appui file 2
 Faire le choix du treillis soudé nécessaire (p.10/10)

II.4 A partir de l'article A.5.2,2 du B.A.E.L, déterminer si des armatures transversales sont nécessaires dans cette dalle.

On donne $V_u = 60 \text{ kN/m}$

III. ETUDE DE LA LONGRINE Lg 9-Lg 10 (Plan N°7)



$G_1 = 130 \text{ kN/m}$ $G_2 = 115 \text{ kN/m}$ $G_3 = 61 \text{ kN}$
 $Q_1 = 55 \text{ kN/m}$ $Q_2 = 46 \text{ kN/m}$ $Q_3 = 34 \text{ kN}$

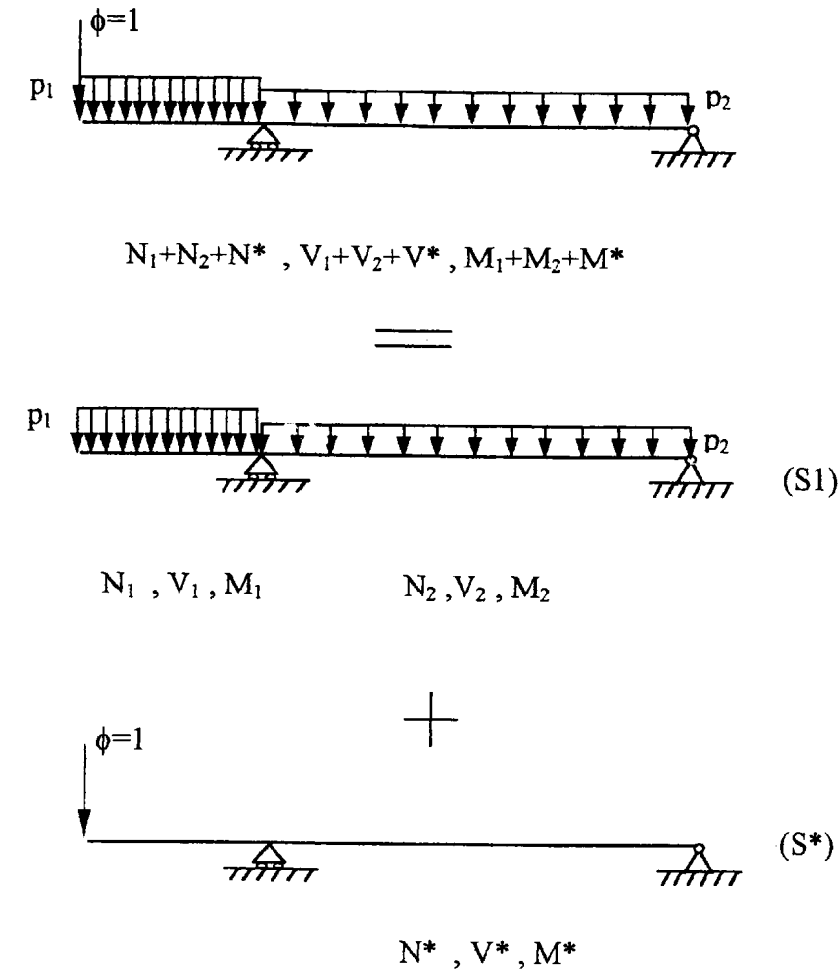
III.1 Justifier la méthode de calcul employée pour le calcul des longrines, la fissuration étant considérée comme préjudiciable ;

III.2 Déterminer le moment maximum sur l'appui file B ;

III.3 Déterminer la section des armatures longitudinales sur l'appui file B.

Rappel : Equation de Bertrand de Fontviolant (ou théorème de Muller-Breslau ou de la charge unité)

Pour calculer le déplacement en un point M d'une structure suivant une direction donnée, la structure étant sollicitée par une charge extérieure répartie p, on applique en ce point M et suivant la direction souhaitée, un facteur sollicitant unité.



	$M_j \int_0^L \frac{x}{L} dx$	$M_j \int_0^L \frac{x}{L} dx$	$M_j \int_0^L \frac{x^2}{L^2} dx$	$M_j \int_0^L \frac{x^3}{L^3} dx$	$M_j \int_0^L \frac{x^4}{L^4} dx$	$M_j \int_0^L \frac{x^5}{L^5} dx$	$M_j \int_0^L \frac{x^6}{L^6} dx$	$M_j \int_0^L \frac{x^7}{L^7} dx$	$M_j \int_0^L \frac{x^8}{L^8} dx$
	$M_j \int_0^L 1 dx$	$M_j \int_0^L 1 dx$	$M_j \int_0^L 1 dx$	$M_j \int_0^L 1 dx$	$M_j \int_0^L 1 dx$	$M_j \int_0^L 1 dx$	$M_j \int_0^L 1 dx$	$M_j \int_0^L 1 dx$	$M_j \int_0^L 1 dx$
	$M_j \int_0^L \frac{L-x}{L} dx$	$M_j \int_0^L \frac{L-x}{L} dx$	$M_j \int_0^L \frac{(L-x)^2}{L^2} dx$	$M_j \int_0^L \frac{(L-x)^3}{L^3} dx$	$M_j \int_0^L \frac{(L-x)^4}{L^4} dx$	$M_j \int_0^L \frac{(L-x)^5}{L^5} dx$	$M_j \int_0^L \frac{(L-x)^6}{L^6} dx$	$M_j \int_0^L \frac{(L-x)^7}{L^7} dx$	$M_j \int_0^L \frac{(L-x)^8}{L^8} dx$
	$M_j \int_0^L \frac{x}{L} dx$	$M_j \int_0^L \frac{x}{L} dx$	$M_j \int_0^L \frac{x^2}{L^2} dx$	$M_j \int_0^L \frac{x^3}{L^3} dx$	$M_j \int_0^L \frac{x^4}{L^4} dx$	$M_j \int_0^L \frac{x^5}{L^5} dx$	$M_j \int_0^L \frac{x^6}{L^6} dx$	$M_j \int_0^L \frac{x^7}{L^7} dx$	$M_j \int_0^L \frac{x^8}{L^8} dx$
	$M_j \int_0^L \frac{L-x}{L} dx$	$M_j \int_0^L \frac{L-x}{L} dx$	$M_j \int_0^L \frac{(L-x)^2}{L^2} dx$	$M_j \int_0^L \frac{(L-x)^3}{L^3} dx$	$M_j \int_0^L \frac{(L-x)^4}{L^4} dx$	$M_j \int_0^L \frac{(L-x)^5}{L^5} dx$	$M_j \int_0^L \frac{(L-x)^6}{L^6} dx$	$M_j \int_0^L \frac{(L-x)^7}{L^7} dx$	$M_j \int_0^L \frac{(L-x)^8}{L^8} dx$
	$M_j \int_0^L \frac{x}{L} dx$	$M_j \int_0^L \frac{x}{L} dx$	$M_j \int_0^L \frac{x^2}{L^2} dx$	$M_j \int_0^L \frac{x^3}{L^3} dx$	$M_j \int_0^L \frac{x^4}{L^4} dx$	$M_j \int_0^L \frac{x^5}{L^5} dx$	$M_j \int_0^L \frac{x^6}{L^6} dx$	$M_j \int_0^L \frac{x^7}{L^7} dx$	$M_j \int_0^L \frac{x^8}{L^8} dx$
	$M_j \int_0^L \frac{L-x}{L} dx$	$M_j \int_0^L \frac{L-x}{L} dx$	$M_j \int_0^L \frac{(L-x)^2}{L^2} dx$	$M_j \int_0^L \frac{(L-x)^3}{L^3} dx$	$M_j \int_0^L \frac{(L-x)^4}{L^4} dx$	$M_j \int_0^L \frac{(L-x)^5}{L^5} dx$	$M_j \int_0^L \frac{(L-x)^6}{L^6} dx$	$M_j \int_0^L \frac{(L-x)^7}{L^7} dx$	$M_j \int_0^L \frac{(L-x)^8}{L^8} dx$
	$M_j \int_0^L \frac{x}{L} dx$	$M_j \int_0^L \frac{x}{L} dx$	$M_j \int_0^L \frac{x^2}{L^2} dx$	$M_j \int_0^L \frac{x^3}{L^3} dx$	$M_j \int_0^L \frac{x^4}{L^4} dx$	$M_j \int_0^L \frac{x^5}{L^5} dx$	$M_j \int_0^L \frac{x^6}{L^6} dx$	$M_j \int_0^L \frac{x^7}{L^7} dx$	$M_j \int_0^L \frac{x^8}{L^8} dx$
	$M_j \int_0^L \frac{L-x}{L} dx$	$M_j \int_0^L \frac{L-x}{L} dx$	$M_j \int_0^L \frac{(L-x)^2}{L^2} dx$	$M_j \int_0^L \frac{(L-x)^3}{L^3} dx$	$M_j \int_0^L \frac{(L-x)^4}{L^4} dx$	$M_j \int_0^L \frac{(L-x)^5}{L^5} dx$	$M_j \int_0^L \frac{(L-x)^6}{L^6} dx$	$M_j \int_0^L \frac{(L-x)^7}{L^7} dx$	$M_j \int_0^L \frac{(L-x)^8}{L^8} dx$

Dans le tableau, $M_i, M'_i, M''_i, M_j, M'_j, M''_j$ sont les extremum des fonctions $m_i(x)$ et $m_j(x)$. Ils sont à prendre en valeurs absolues. La valeur algébrique du résultat de l'intégration dépend du signe des diagrammes.

En l'absence de tout autre chargement, ce facteur sollicitant induit dans la structure des sollicitations $N^*(x)$, $V^*(x)$ et $M^*(x)$. Le déplacement cherché en O est obtenu avec la formule suivante :

$$u_0 = \int \frac{M_1(x)M^*(x)}{EI_{G1Z}} + \int \frac{M_2(x)M^*(x)}{EI_{G2Z}}$$

$N_1(x)$, $V_1(x)$ et $M_1(x)$ étant les sollicitations dans la travée 1.
 $N_2(x)$, $V_2(x)$ et $M_2(x)$ étant les sollicitations dans la travée 2.
 E module d'élasticité longitudinal.
 I_{G1Z} et I_{G2Z} moments quadratiques de la travée 1 et de la travée 2 par rapport à l'axe Gz .

TABLEAU DES TREILLIS SOUDES DE STRUCTURE

TREILLIS DE STRUCTURE (NFA 35-016)										
Désignation ADETS	Section S cm²/m	S cm²/m	E mm	D mm	Abouts AV AR ad ag mm / mm	Nombre de fils N	Longueur Largeur L m	Masse nominale kg/m²	Surface 1 rouleau ou 1 panneau m²	Masse 1 panneau kg
ST 10	1,19	1,19	200	5,5	100 / 100	12	4,80	1,870	11,52	21,54
ST 20	1,89	1,88	150	6	150 / 150	16	6,00	2,487	14,40	35,81
ST 25	2,57	2,57	150	7	150 / 150	16	6,00	3,020	14,40	43,49
ST 30	2,83	2,83	100	6	150 / 150	24	6,00	3,326	14,40	46,46
ST 35	3,85	3,85	100	7	150 / 150	24	6,00	4,026	14,40	57,98
ST 45	4,24	4,24	150	9	150 / 150	16	6,00	4,643	14,40	66,86
ST 50	5,03	5,03	100	8	150 / 150	24	6,00	5,267	14,40	75,84
ST 60	6,36	6,36	100	9	100 / 100	24	6,00	6,965	14,40	100,3
ST 25 C	2,57	2,57	150	7	75 / 75	16	6,00	4,026	14,40	57,98
ST 40 C	3,85	3,85	100	7	50 / 50	24	6,00	6,040	14,40	86,98
ST 65 C	6,36	6,36	100	9	50 / 50	24	6,00	9,980	14,40	143,71

Les colisages sont propres à chaque membre de l'ADETS. Chaque colis est fermé par des liens qui ne sont en aucun cas prévus pour la manutention.