

SESSION 2017

CAPET
CONCOURS EXTERNE
TROISIÈME CONCOURS
ET CAFEP CORRESPONDANTS

Section : SCIENCES INDUSTRIELLES DE L'INGÉNIEUR

Option : INGÉNIERIE DES CONSTRUCTIONS

**ETUDE D'UN SYSTÈME, D'UN PROCÉDÉ OU D'UNE
ORGANISATION**

Durée : 4 heures

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

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

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

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

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

Les Dock's de Strasbourg Réhabilitation d'un entrepôt des années 30

L'histoire retiendra que le début du XXI^{ème} siècle a vu les grandes villes opérer de grandes mutations dans leur développement. *Nantes, Paris, Bordeaux, Marseille, Toulouse* etc., en sont autant d'exemples.

L'Eurométropole de Strasbourg n'échappe pas à cette règle et de nouvelles perspectives d'aménagements urbains deviennent possibles grâce aux opportunités que laissent les friches industrielles. L'une d'entre elles, située au cœur de la *presqu'île André Malraux* et du *bassin Austerlitz* constitue le support de l'étude proposée.

Vaste opération de réhabilitation, "Les Dock's" vise à transformer les entrepôts *Seegmuller*, bâtiment industriel des années 30, en un ensemble mixte de 57 logements, de bureaux et de commerces. Le "*Shadok*", espace dédié au numérique et à la culture, complète la vocation volontairement "futuriste" de ce bâtiment.

Désaffectés à la fin du siècle dernier et considérés comme exemples d'un rare patrimoine portuaire, les magasins d'entreposage et la tour abritant autrefois bureaux et logements de service ont fait l'objet d'un diagnostic structurel. Les experts ont ainsi pu montrer qu'il était possible d'intervenir sur les bâtiments.

Comme un conteneur à la place de la toiture

Outre bon nombre d'innovations technologiques utilisées pour faire des Dock's un bâtiment très performant sur le plan énergétique, le projet architectural consistera à conserver la structure poteaux poutre en béton du bâtiment d'entreposage ainsi que les façades briques côté quai, à déposer le toit à longs pans et à tuiles plates et à lui substituer une structure parallélépipédique en acier à trois niveaux.

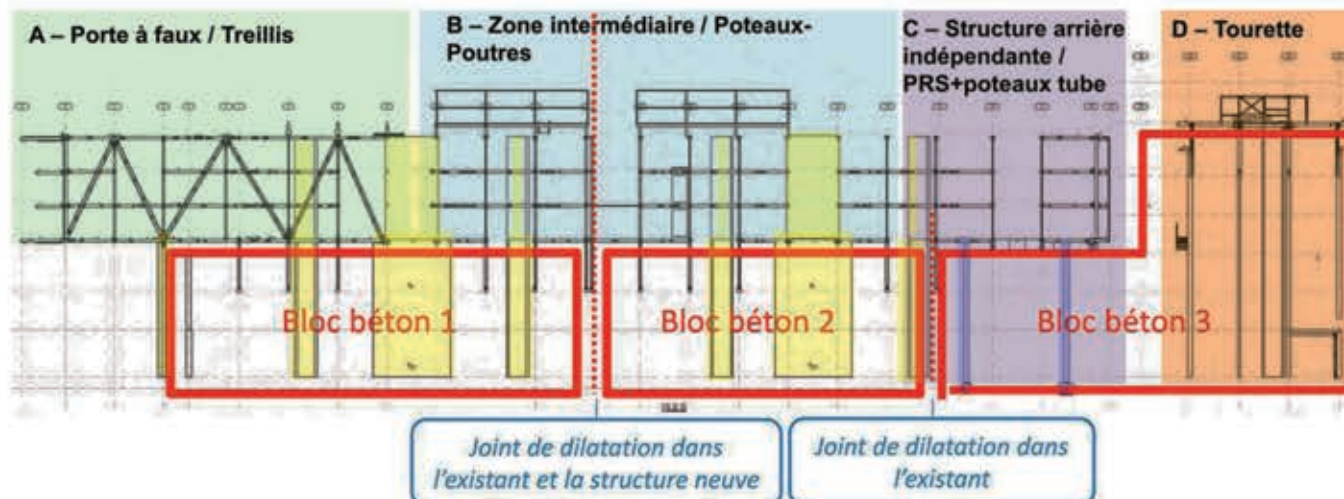


Largement vitré et rythmé par les travées existantes, ce nouveau volume horizontal possèdera 2 extensions en encorbellement : l'une avec un débord de 2,50 mètres sur les longues façades Nord et Sud et une autre, très spectaculaire, possédant un porte-à-faux de 12 mètres coté Ouest.



L'acier, l'aluminium et le verre sont les nouveaux matériaux utilisés.

L'illustration ci-dessous présente la vue en élévation de la structure du bâtiment réhabilité :



Sommaire :

Documents techniques

| | Page |
|---|------|
| - DT1 : Plans de façades | 3 |
| - DT2 : Coupe longitudinale | 4 |
| - DT3 : Plan du 3 ^{ème} étage - Plan de structure métallique PHR+2 | 5 |
| - DT4 : Appartement 313 (étage 3) - Appartement 413-414 (étage 4) | 6 |
| - DT5 : Détails de la Structure métallique PHR+2 | 7 |
| - DT6 : Ferme treillis file F1 - Implantation grue | 8 |

Questionnaire

| | | |
|----------------|---|-----------|
| Etude 1 | Validation architecturale des règles d'urbanisme | 9 |
| Etude 2 | Etude thermique du plancher sur porte-à-faux | 9 |
| Etude 3 | Etude acoustique d'un appartement et des circulations | 10 |
| Etude 4 | Vérification des fondations existantes | 11 |
| Etude 5 | Etude de la structure métallique du porte-à-faux latéral | 11 |
| Etude 6 | Préhension des fermes treillis | 13 |

Annexes

| | | |
|---------------|---|-------|
| - Annexe 1 : | Urbanisme | 14 |
| - Annexe 2 : | Extrait du CCTP Isolation phonique et thermique | 15 |
| - Annexe 3 : | Certification Acermi des isolants étudiés | 16 |
| - Annexe 4 : | Extrait des FDES des isolants..... | 16 |
| - Annexe 5 : | Données thermiques | 17 |
| - Annexe 6 : | Règlementation acoustique - Calculs de l'isolement aux bruits aériens Estimation du niveau sonore vis-à-vis des bruits d'impacts | 17-18 |
| - Annexe 7 : | Extraits des CCTP Menuiseries intérieures bois et Cloisons Doublage | 19 |
| - Annexe 8 : | Coupes et données géotechniques | 19 |
| - Annexe 9 : | Extraits de l'Eurocode 7 | 20 |
| - Annexe 10 : | Théorème de Muller-Breslau - Intégrales de Mohr | 21 |
| - Annexe 11 : | Caractéristiques géométriques des profilés métalliques HEB | 21 |
| - Annexe 12 : | Extraits de l'Eurocode 3 | 22 |
| - Annexe 13 : | Elingues - Courbes de charge de la grue mobile | 22 |

INFORMATION AUX CANDIDATS

Vous trouverez ci-après les codes nécessaires vous permettant de compléter les rubriques figurant en en-tête de votre copie

Ces codes doivent être reportés sur chacune des copies que vous remettrez.

► **Concours externe du CAPET de l'enseignement public :**

| Concours | Section/option | Epreuve | Matière |
|----------|----------------|---------|---------|
| EDE | 1411E | 102 | 4715 |

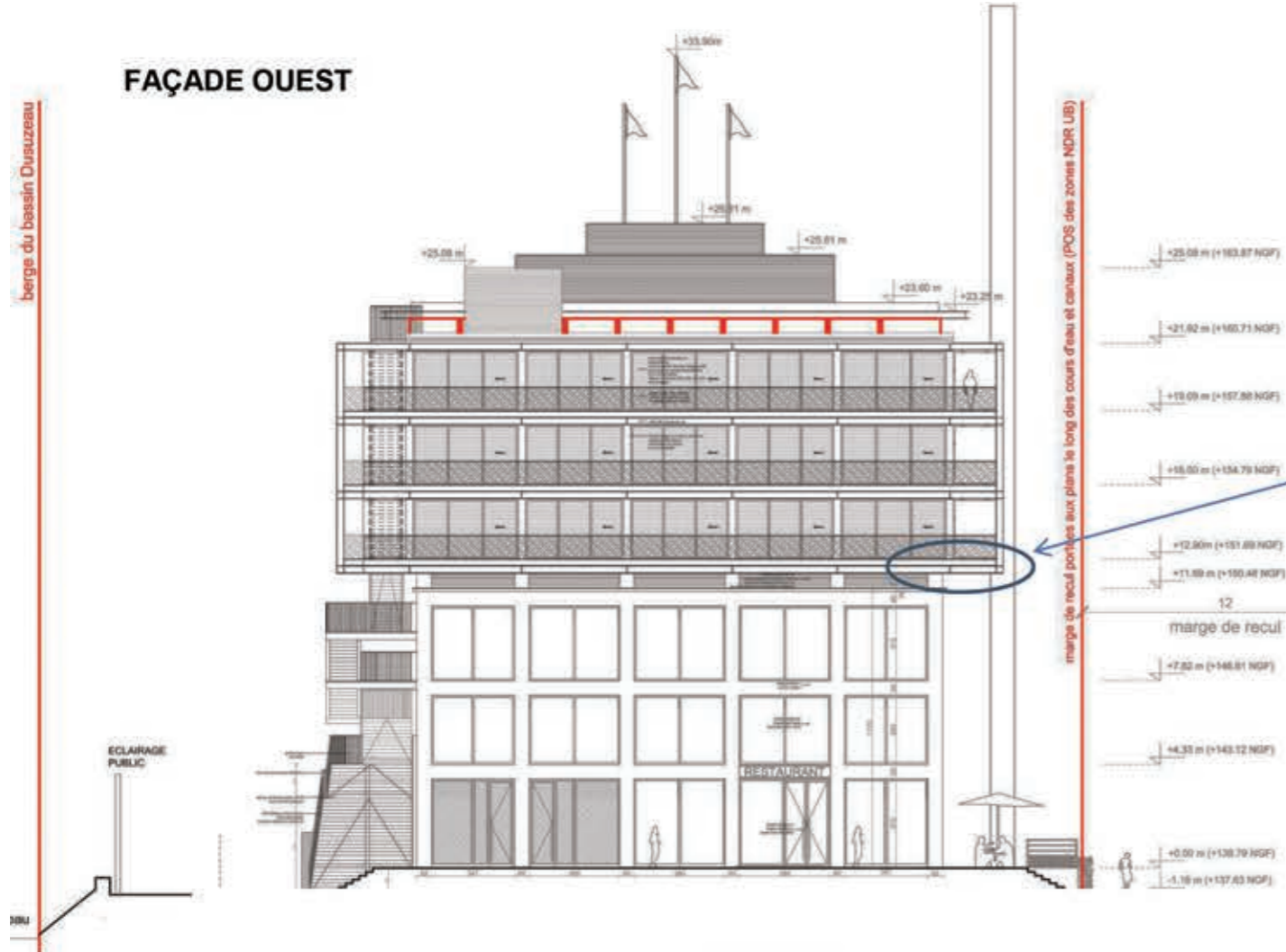
► **Concours externe du CAFEP/CAPET de l'enseignement privé :**

| Concours | Section/option | Epreuve | Matière |
|----------|----------------|---------|---------|
| EDF | 1411E | 102 | 4715 |

► **Troisième concours du CAPET de l'enseignement public :**

| Concours | Section/option | Epreuve | Matière |
|----------|----------------|---------|---------|
| EDV | 1411E | 102 | 4715 |

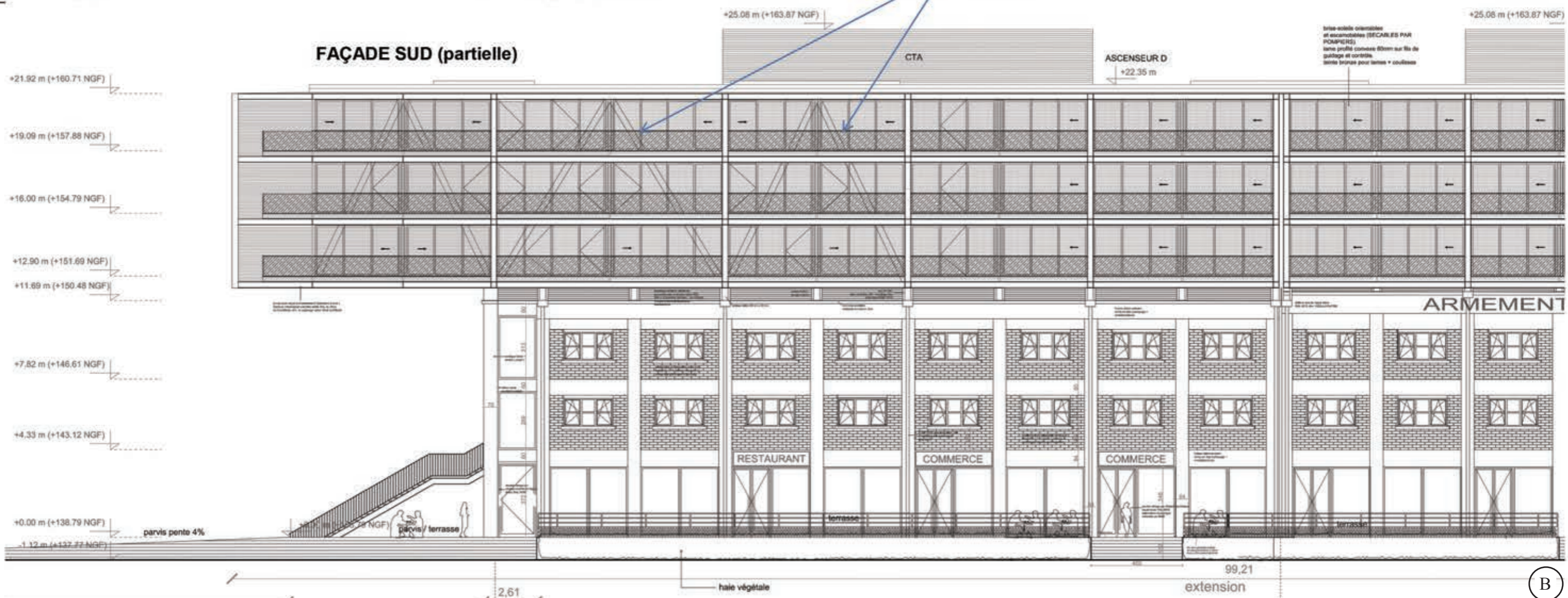
FAÇADE OUEST



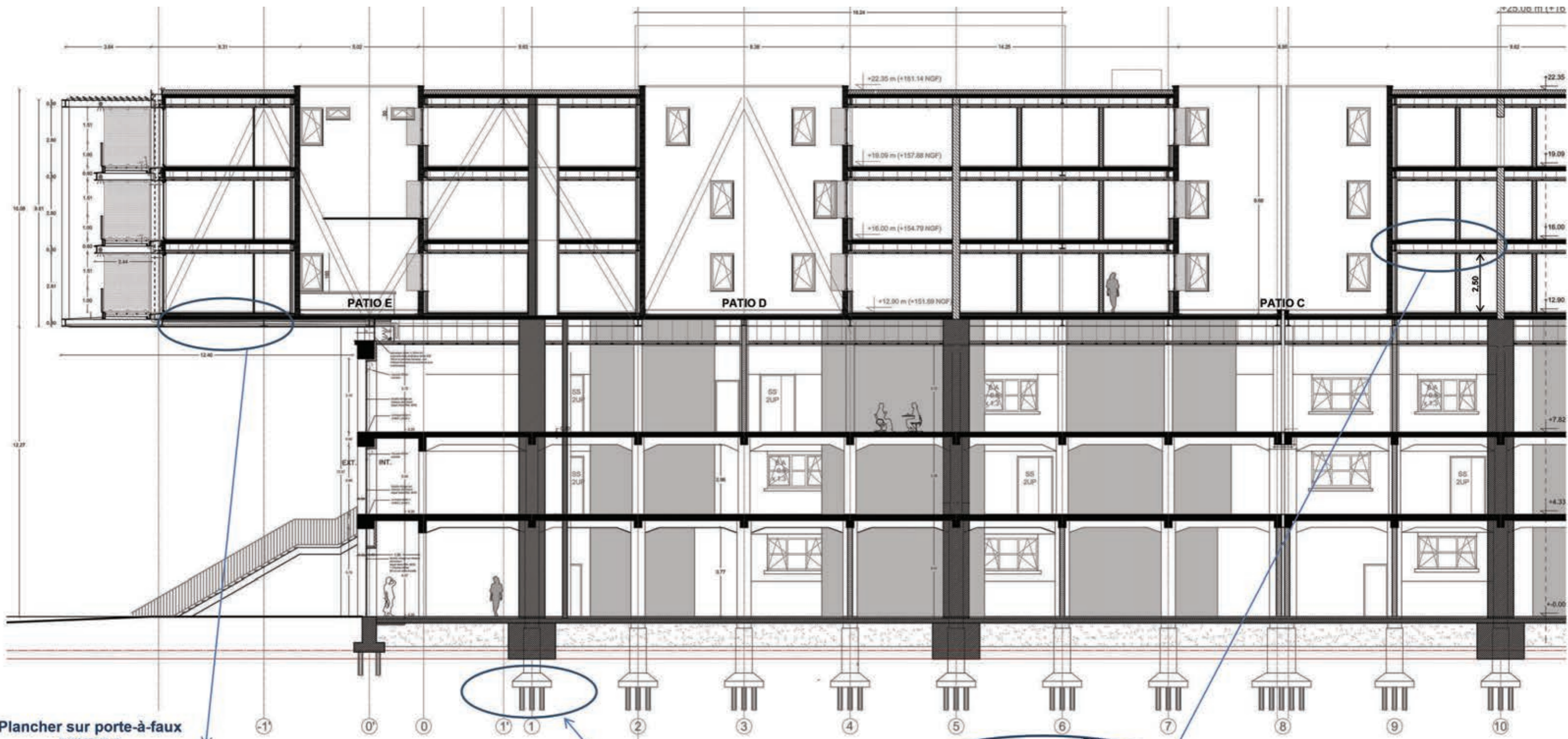
Porte-à-faux
ETUDE 5

Fermes treillis
ETUDE 6

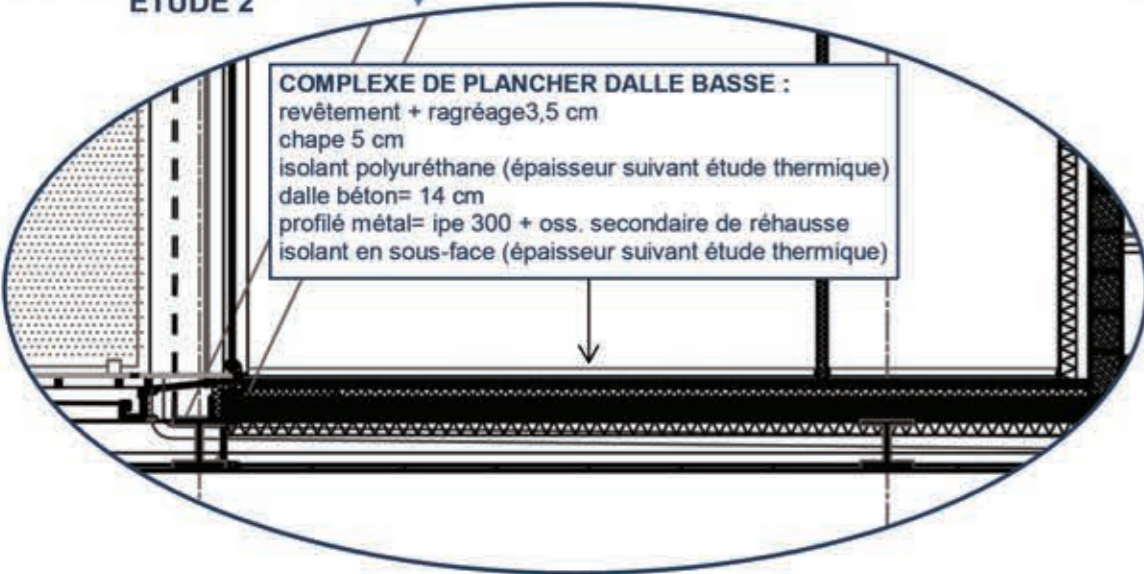
FAÇADE SUD (partielle)



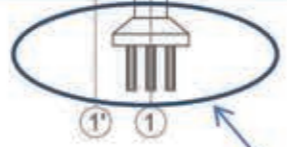
B



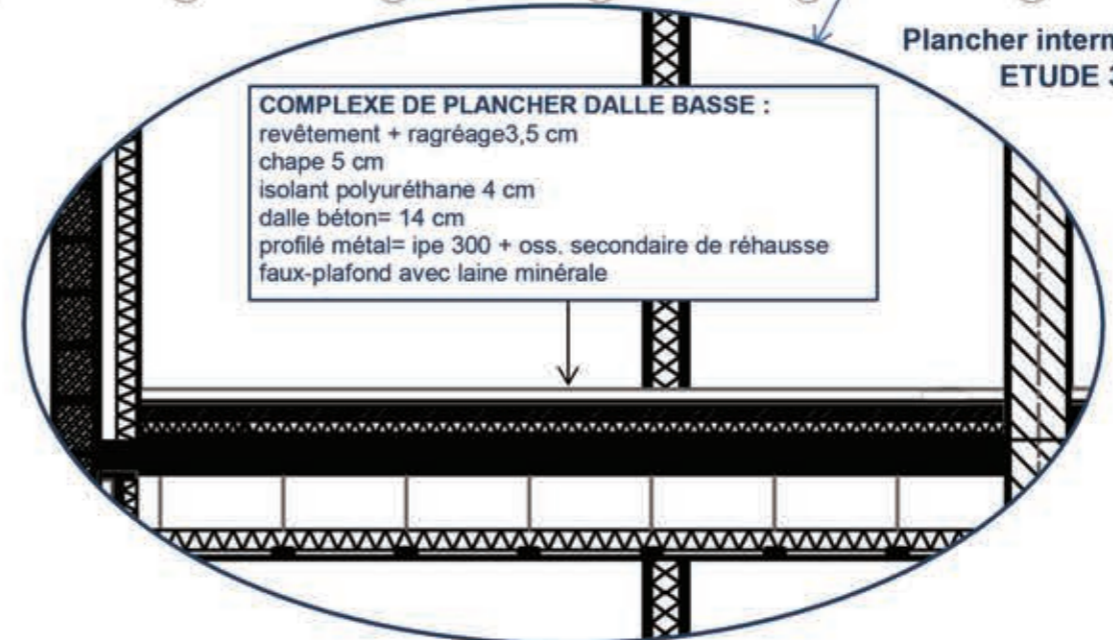
Plancher sur porte-à-faux
ETUDE 2

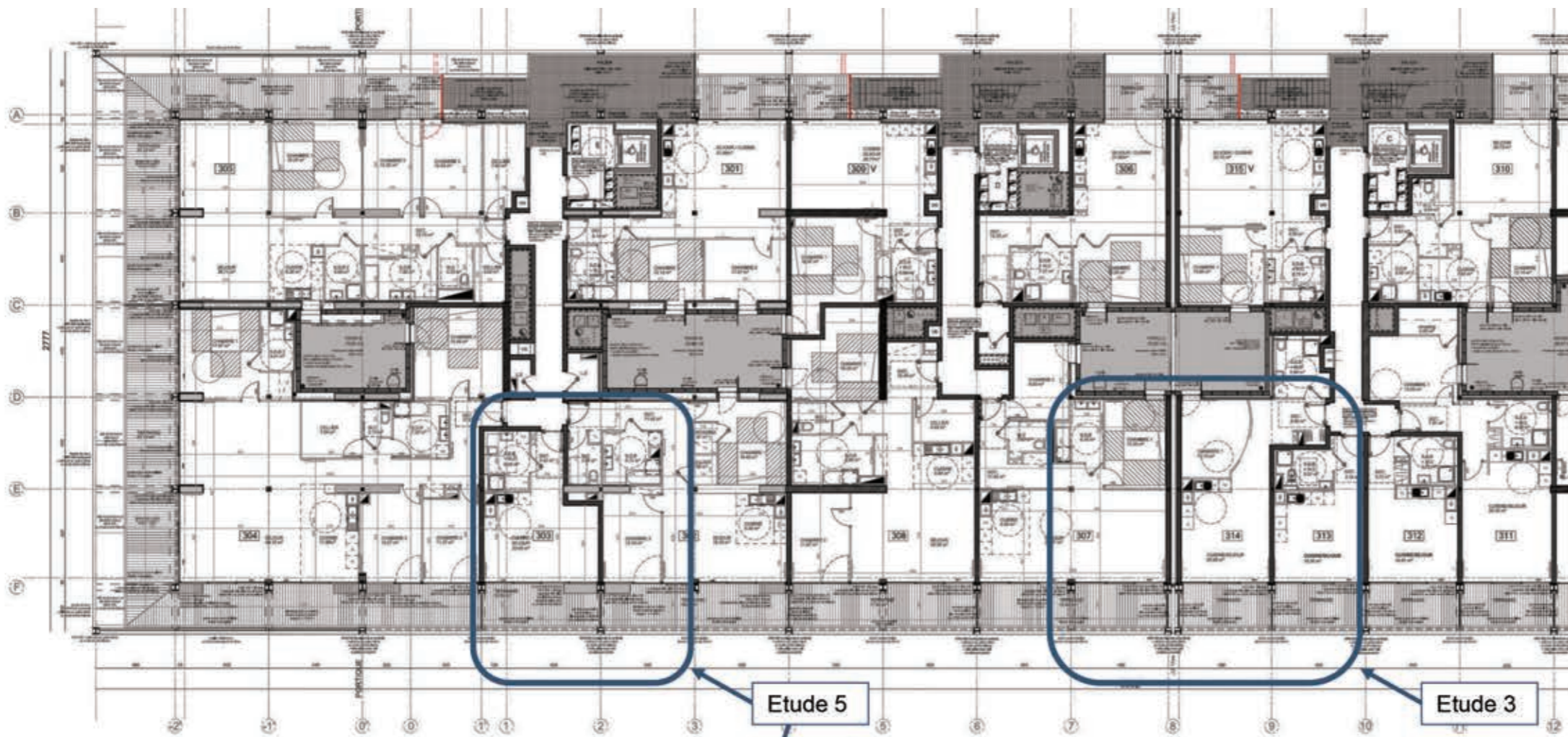


Fondations sur pieux
ETUDE 4

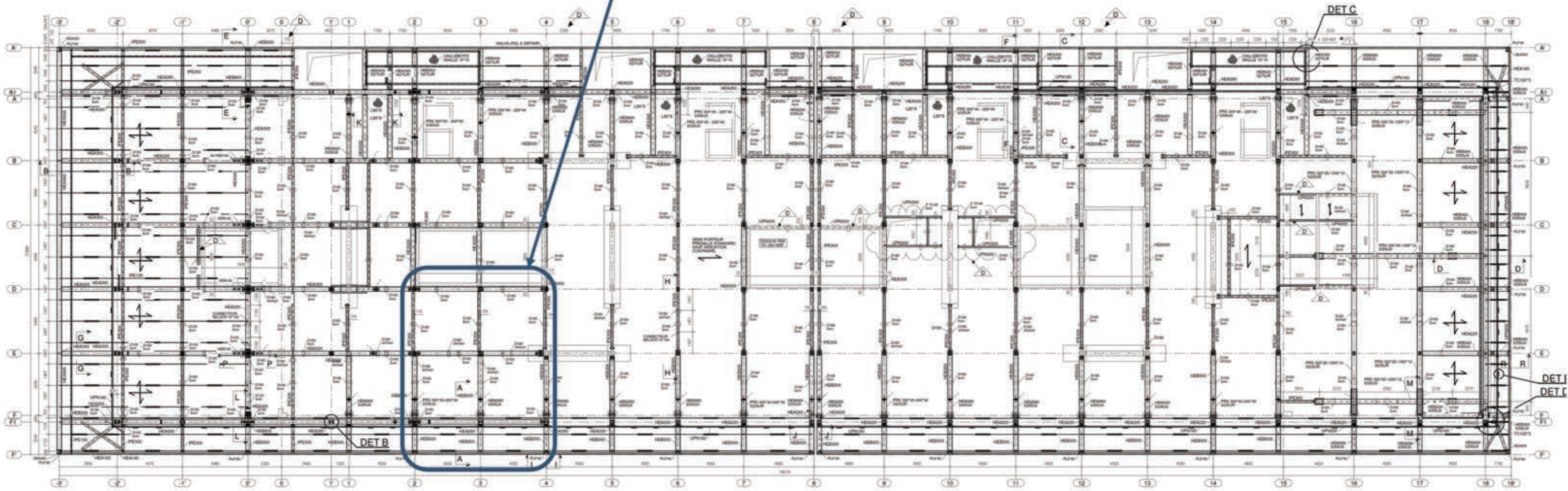


Plancher intermédiaire
ETUDE 3



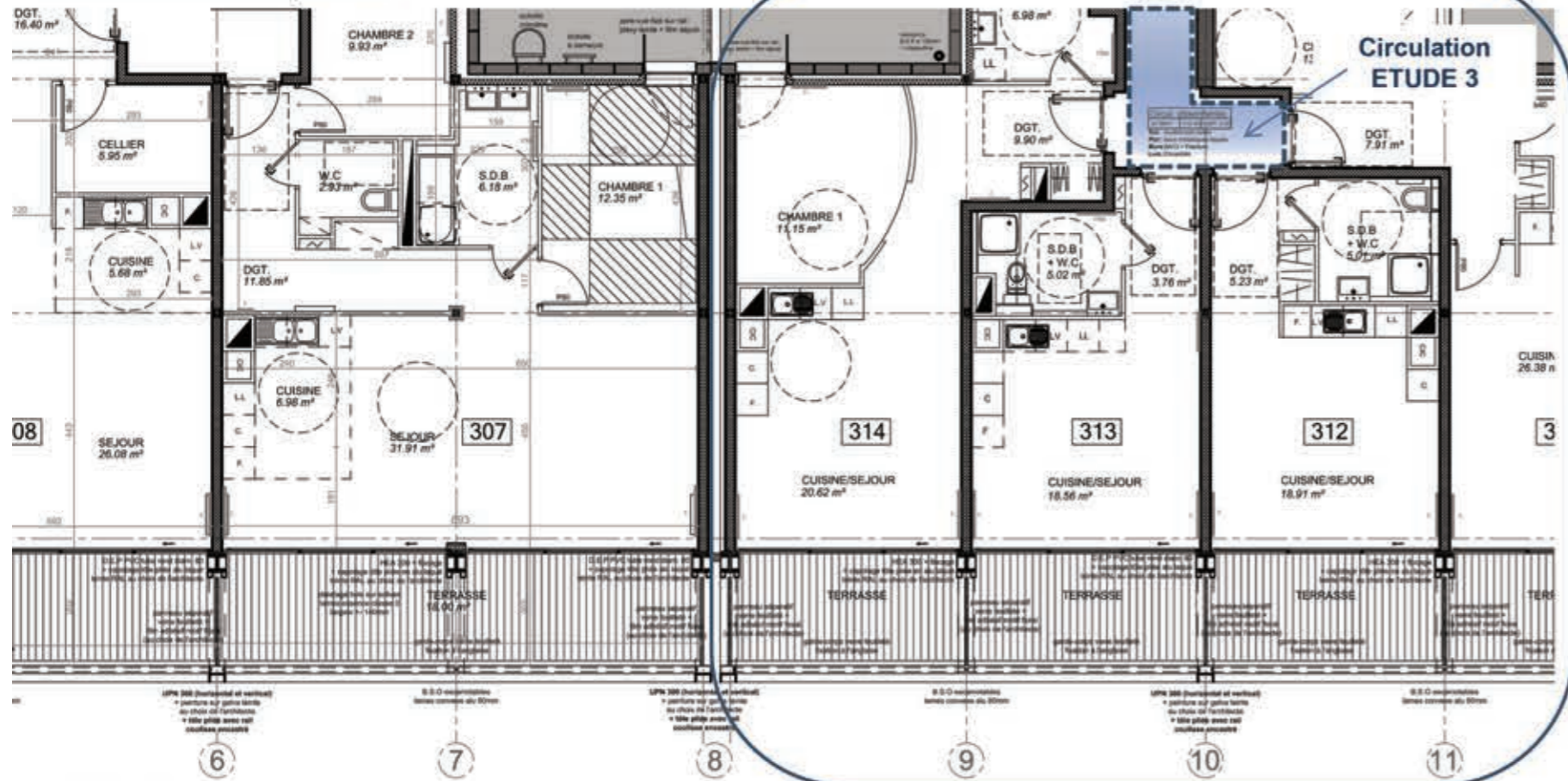


VUE EN PLAN R+3 – Files -3' à 12

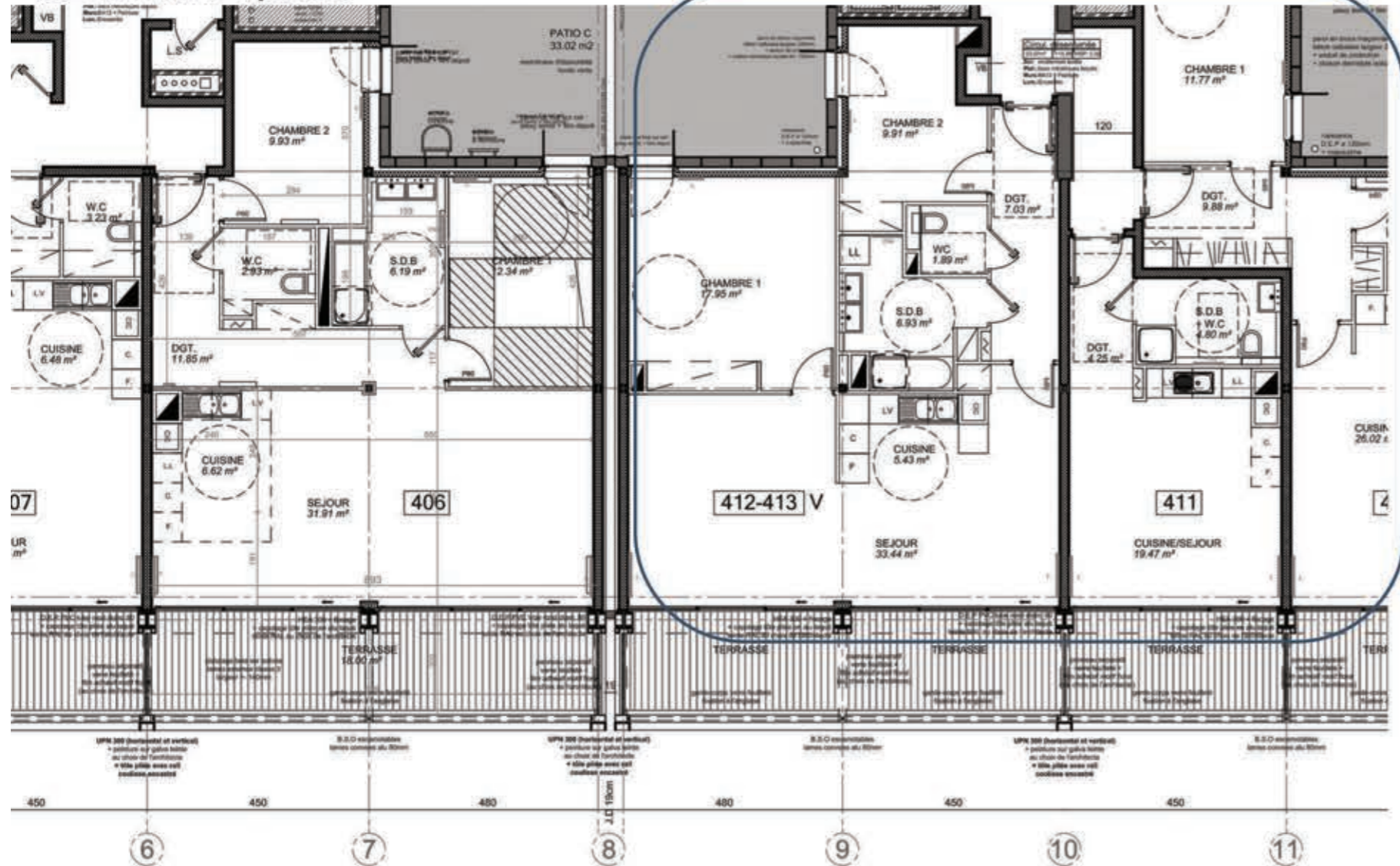


STRUCTURE METALLIQUE Plancher haut R+2

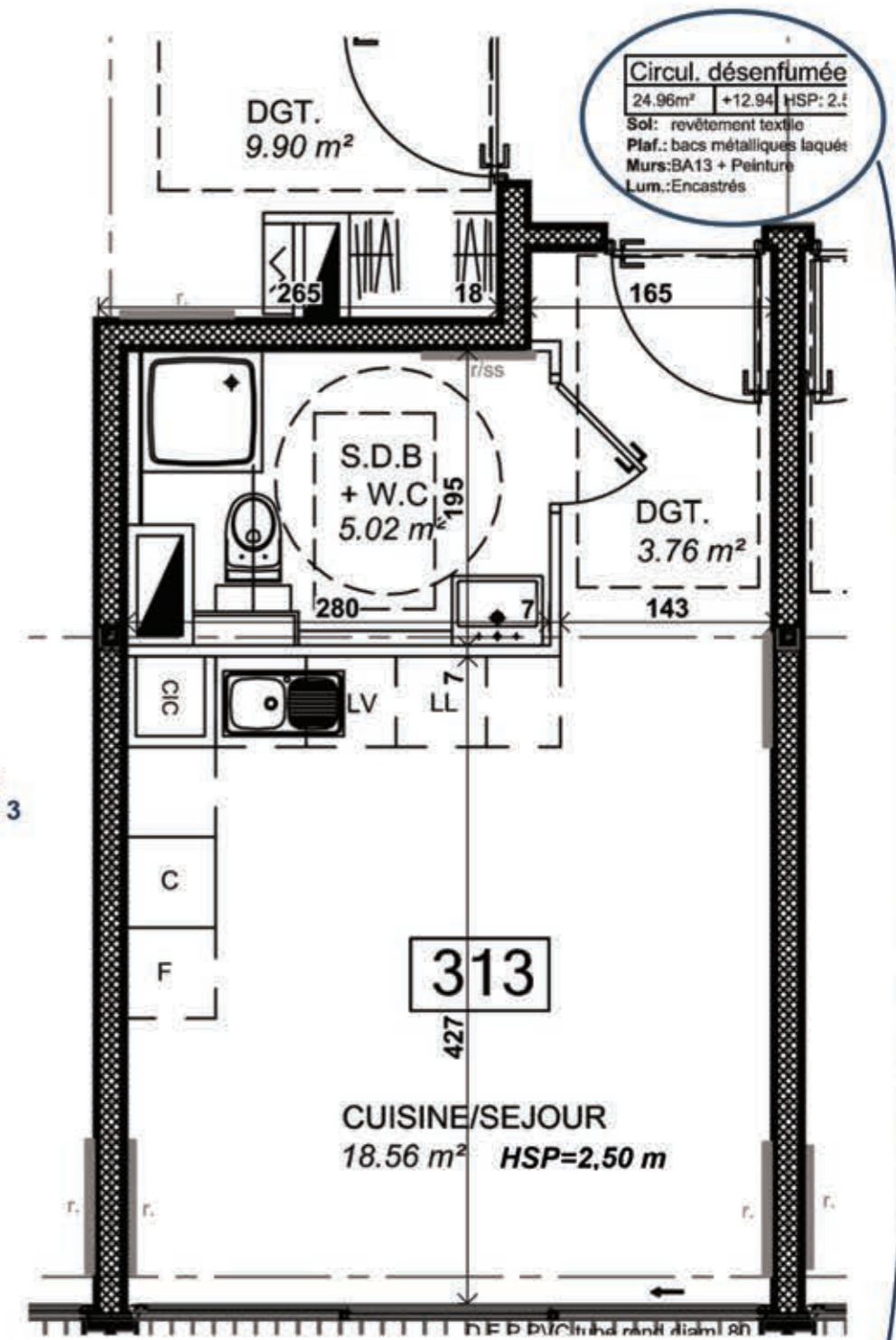
VUE EN PLAN R+3 partielle



VUE EN PLAN R+4 partielle



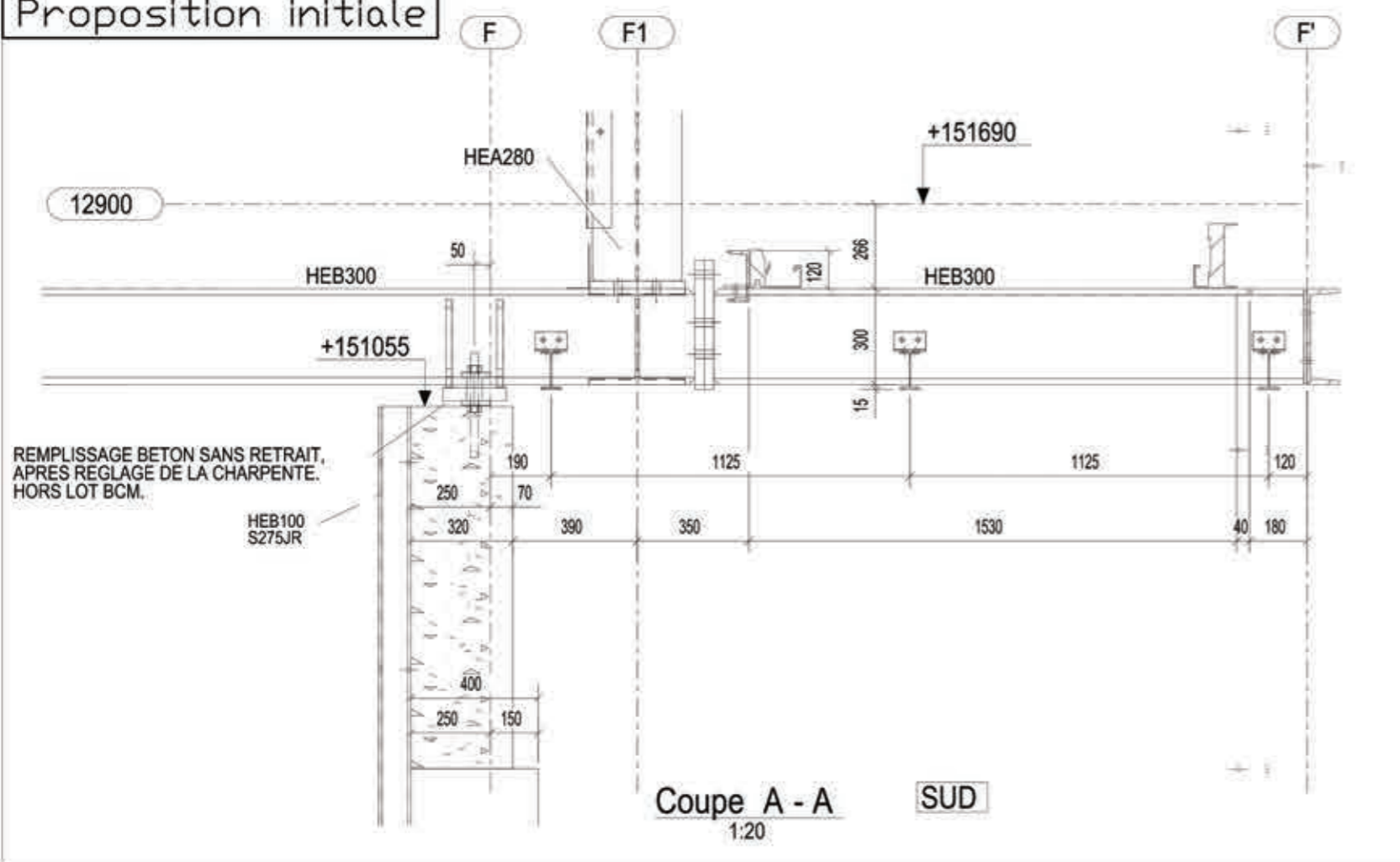
VUE EN PLAN DETAILLEE APPARTEMENT 313



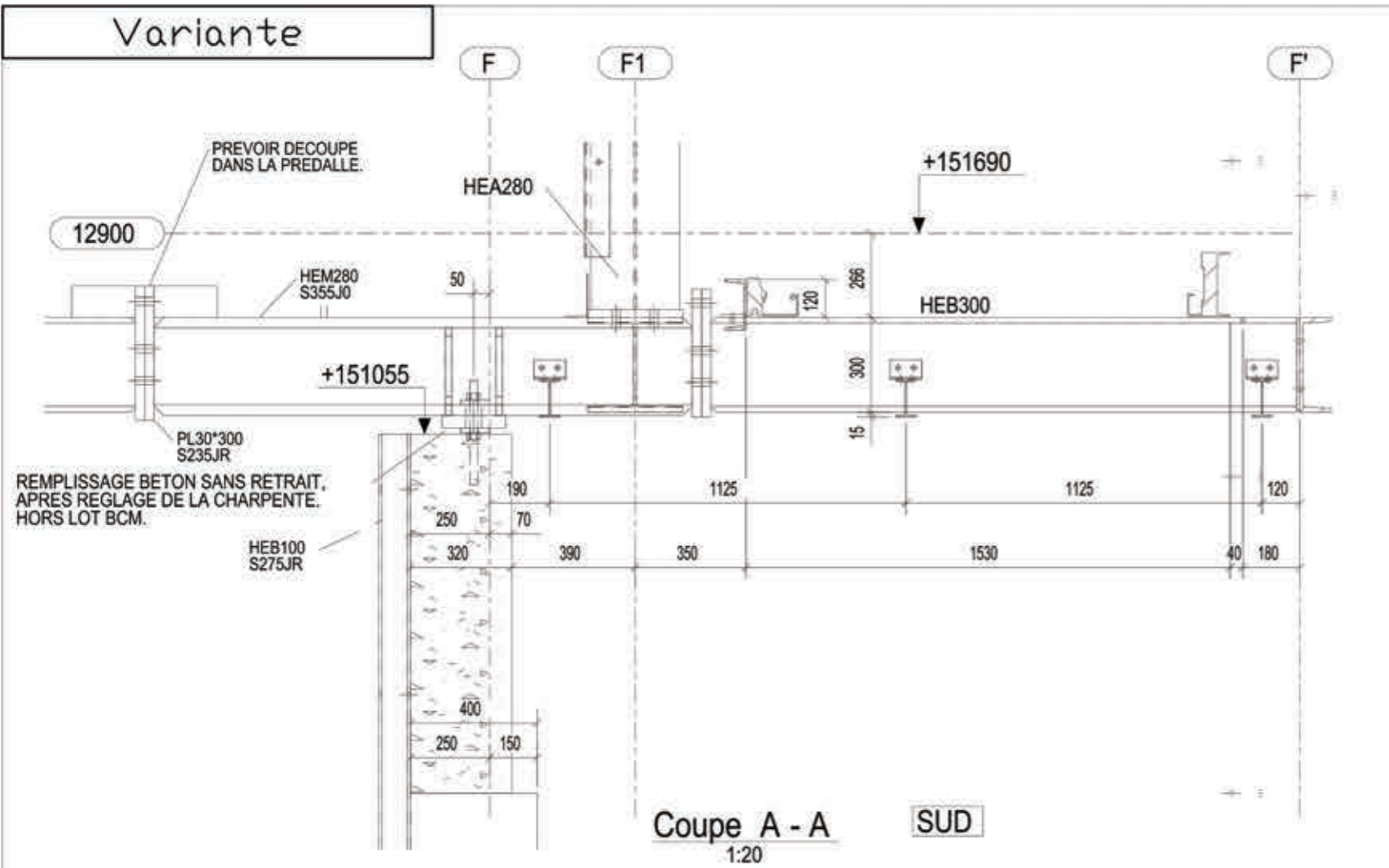
Zone
ETUDE 3

| Circulation du R+3 | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Superficie : 24,96 m ² | Matériau | Coefficient d'absorption α_w |
| HSP : 2,50 m | Sol : Revêtement textile | 0,20 |
| Niveau : +12,94 m fini | Plafond : Bacs métalliques laqués | 0,10 |
| | Murs : BA13 Peint | 0,02 |
| | Porte bois 100x203 | 0,08 |

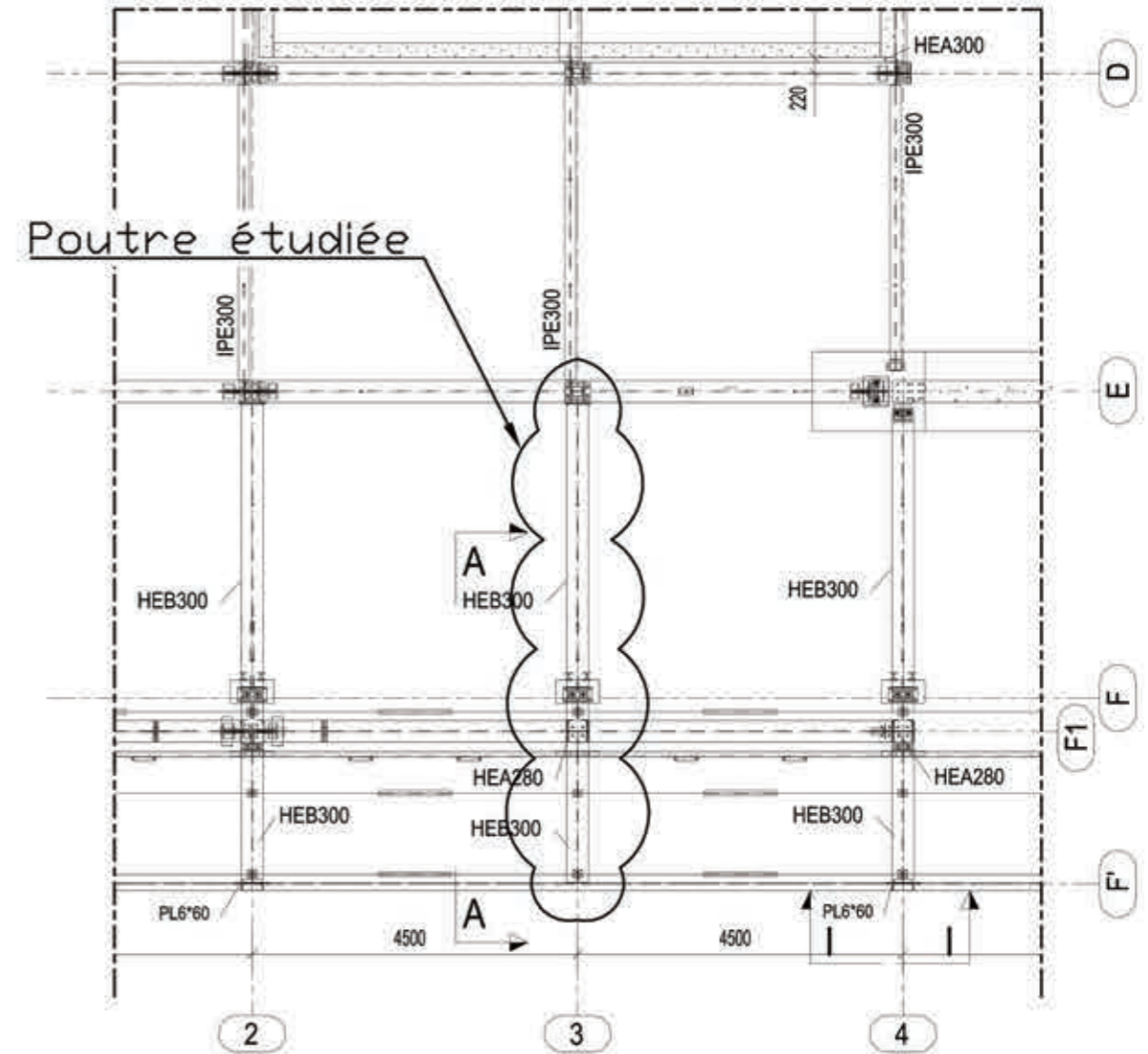
Proposition initiale



Variante

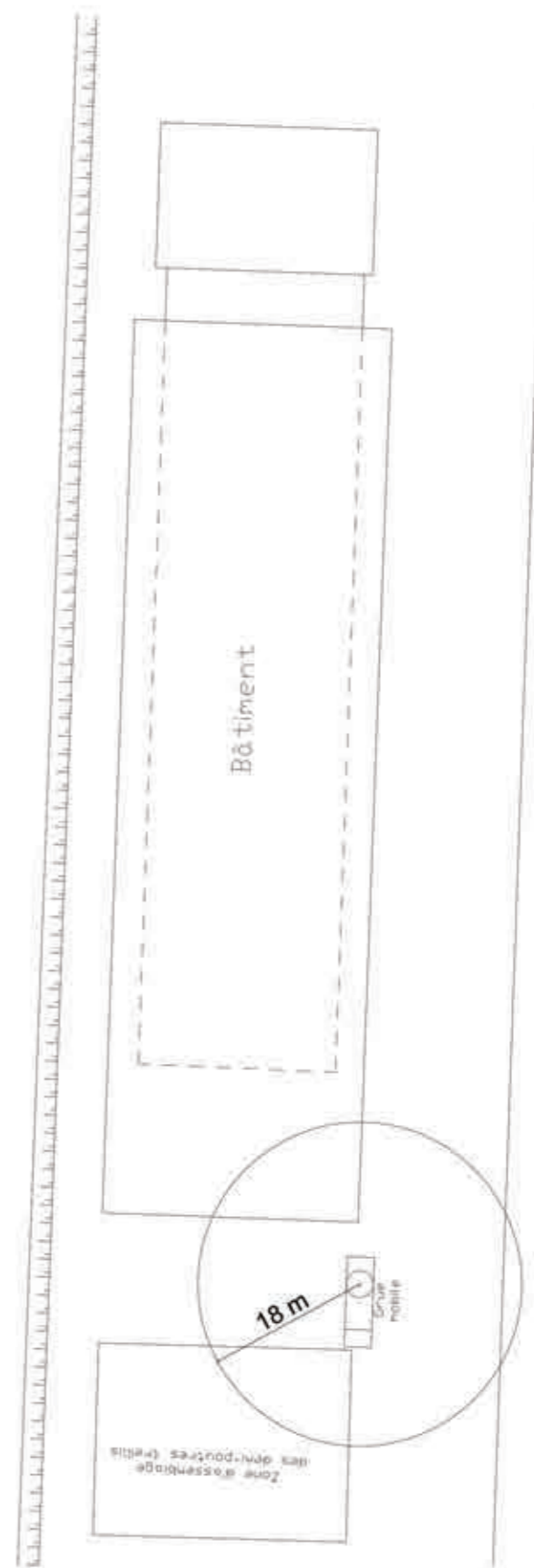
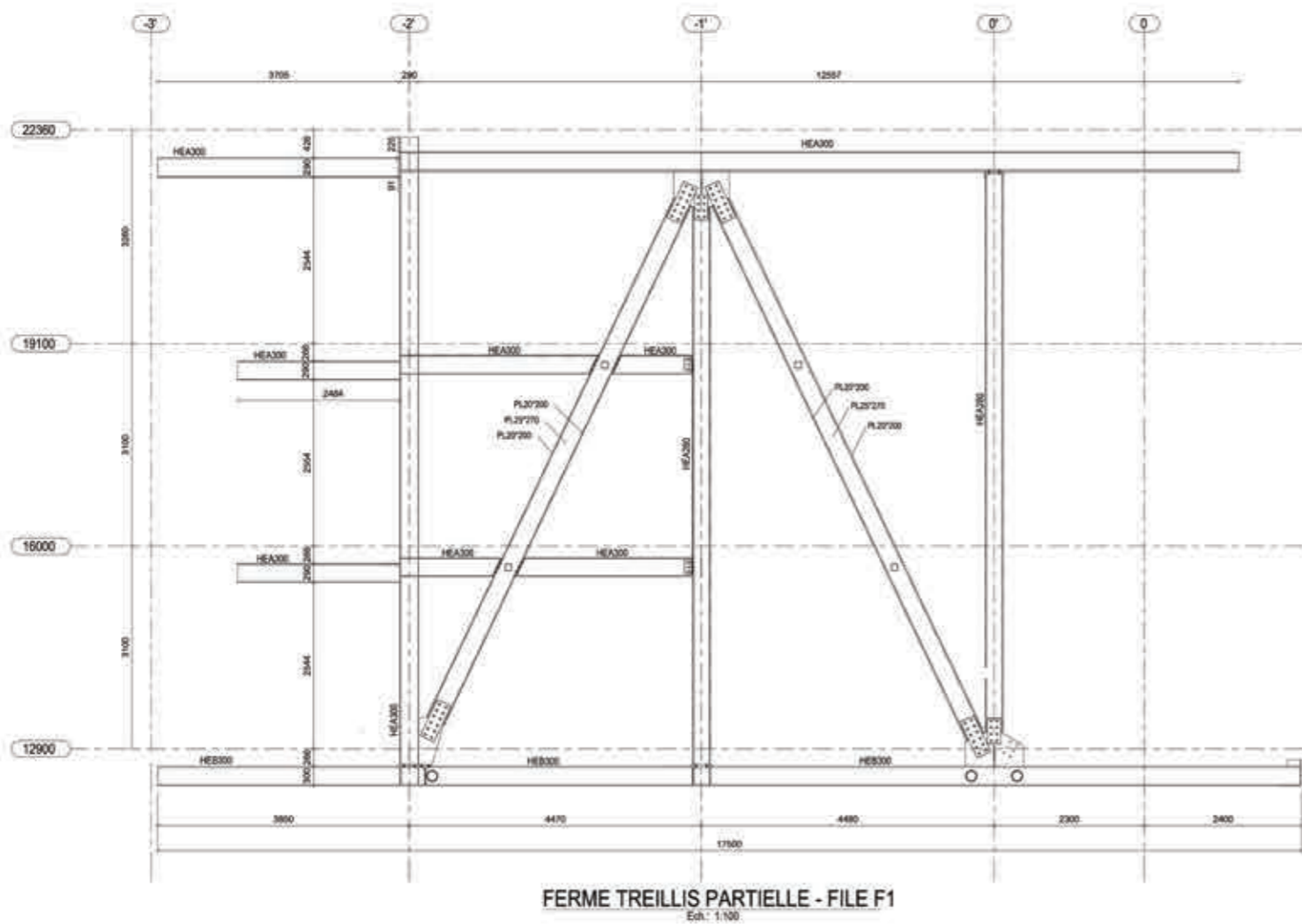
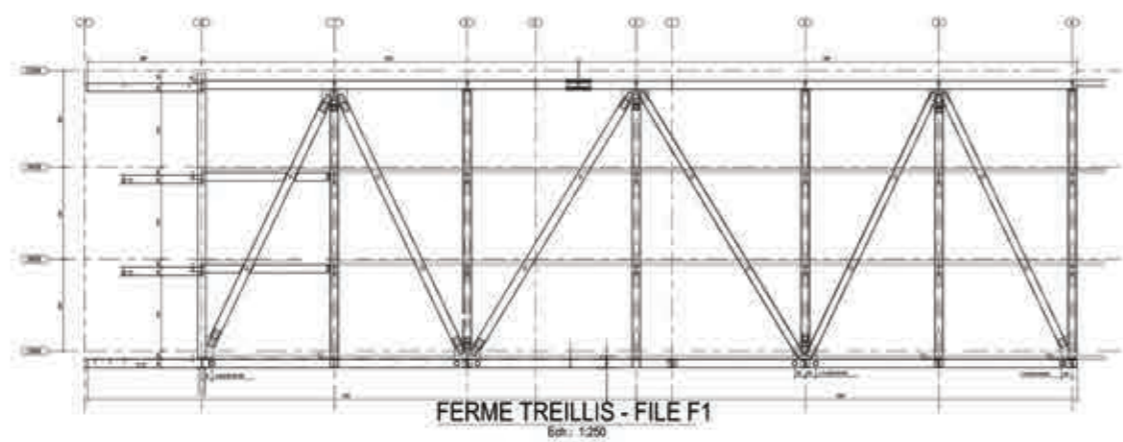


Poutre étudiée



DT5

Poutre métallique file 3



IMPLANTATION GRUE MOBILE

Objectif : mettre en évidence le lien entre le projet et les exigences réglementaires en matière d'urbanisme.

Documents à consulter :

- Annexe 1 et Document technique DT1

Question 1

A partir de l'extrait du règlement d'urbanisme Annexe 1, des données ci-dessous et des plans de la construction, **vérifier si le projet de construction est conforme aux exigences des articles du PLU fournis.**

| | Surfaces | Localisation |
|--|-----------------------------|--------------|
| 57 logements : | | |
| • accession privé : | 3 250 m ² | R+3 à R+5 |
| • logement locatif social : | 1089 m ² | |
| Bureaux | 2 490 m ² | R+1 et R+2 |
| Ecole (ERP) | 813 m ² | R+1 |
| Espace créatif et culturel de la ville (ERP) | 1 797 m ² | RdC et R+1 |
| Restaurant (ERP) | 1 518 m ² | RdC |
| TOTAL : | 10 957 m² | |

ETUDE 2 - ETUDE THERMIQUE DU PLANCHER SUR PORTE-A-FAUX

Objectifs : vérifier la conformité d'un isolant vis-à-vis du cahier des charges et faire un choix en fonction des critères environnementaux et techniques. Etudier les performances thermiques et hygrométriques d'un plancher donnant sur l'extérieur.

1. Etude comparative de 2 solutions techniques d'isolation sous chape

Documents à consulter :

- Annexes 2, 3 et 4
- Document technique DT2

L'isolant sous chape à mettre en œuvre aura une épaisseur de 60 +/- 5 mm (à confirmer par l'étude thermique) et devra respecter les exigences imposées au CCTP de l'Annexe 2.

Deux produits sont envisagés l'isolant Knauf Thane Sol et l'isolant TMS® de la marque EFYOS.

Question 2

A partir des fiches Acermi de ces 2 produits en Annexe 3, vérifier si ces solutions sont conformes aux exigences techniques du CCTP.

Question 3

Les FDES sont fournis par les industriels afin d'apprécier l'impact environnemental de leurs produits tout au long de leur vie. Des extraits de ces fiches sont fournis pour les 2 isolants en Annexe 4.

3.1 L'étude d'impact environnemental se base sur l'unité fonctionnelle. Définir ce qu'est une unité fonctionnelle et dire si la comparaison des 2 produits est possible.

3.2 Effectuer une comparaison pertinente de l'impact environnemental de ces isolants. Etudier prioritairement les indicateurs : consommation des ressources énergétiques, impact carbone, acidification atmosphérique et formation d'ozone à épaisseurs équivalentes.

Documents à consulter :

- Annexes 2 et 5
- Documents techniques DT2 et DT5

Question 4

L'isolant finalement retenu est le TMS® de la marque EFYOS.

En considérant les données sur les matériaux, les résistances superficielles fournies en annexe 5 et la coupe du DT2, déterminer l'épaisseur minimale de l'isolant en partie courante du plancher afin de satisfaire l'exigence du CCTP (sans isolation en sous-face).

L'épaisseur déterminée est-elle compatible avec le plan du BE charpente métallique fourni en DT5 sachant que les dalles portent directement sur les HEB 300 ?

Question 5

L'épaisseur d'isolant sous dalle flottante retenue finalement pour ce plancher sera de 40 mm et sera complété par une isolation en sous face en laine de roche ($\lambda = 0,035 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$) entre les profilés HEB. Le bureau d'étude thermique recommande de limiter les déperditions surfaciques de ce plancher à $U = 0,17 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ afin que le bâtiment puisse respecter les exigences de la RT2012.

Déterminer l'épaisseur d'isolant à ajouter en sous face de plancher afin d'atteindre ce critère et effectuer un choix d'isolant dans la documentation Rockfeu suivante.

| ROCKFEU REI 120 RsD | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|
| PERFORMANCES THERMIQUES | | | | | | | |
| Épaisseur (mm) | 60 | 80 | 90 | 100 | 105 | 110 | 120 |
| Résistance thermique R (m ² .K/W) | 1,70 | 2,35 | 2,60 | 2,90 | 3,05 | 3,15 | 3,45 |
| Épaisseur (mm) | 130 | 140 | 150 | 160 | 175 | 180 | |
| Résistance thermique R (m ² .K/W) | 3,75 | 4,05 | 4,35 | 4,65 | 5,05 | 5,20 | |

La résistance thermique globale de ce plancher ne dépend pas uniquement de sa résistance surfacique, quels autres éléments devraient être considérés pour un calcul plus complet ?

Question 6

La condensation de la vapeur d'eau est un phénomène néfaste pour les isolants de fibres minérales et doit donc être évitée. L'étude suivante permet de mettre en évidence, la présence ou non de condensation dans ce plancher.

6.1 En supposant un régime stationnaire établi, calculer le flux de chaleur dans la paroi pour une température intérieure de 20°C et extérieure de -6°C puis déterminer les températures aux interfaces des matériaux et tracer le profil des températures dans ce plancher.

6.2 Déterminer, à partir de ces températures et du tableau de l'annexe 5, les pressions saturantes correspondantes et tracer leur évolution dans le plancher.

6.3 En considérant les conditions suivantes :

- humidité relative intérieure HR=60%,
- une humidité relative extérieure HR=95%

Déterminer, par la méthode donnée page suivante, la densité de flux de vapeur d'eau dans la paroi puis les pressions réelles aux interfaces et tracer leur évolution dans le plancher.