

Durée : 4 h

Coefficient : 4

## DOCUMENTS REMIS AUX CANDIDATS :

- ✓ Présentation et descriptif sommaire page 1
- ✓ Travail demandé : page 2
- ✓ Extraits de plans et documentation complémentaire :
  - Doc.1** : PLANCHER HAUT REZ-DE-CHAUSSEE / COFFRAGE au 1/100 page 3
  - Doc.2** : OSSATURE ETAGE / COFFRAGE au 1/100 page 4
  - Doc.3** : Coupe BB, perspective sur "C11", page 5  
 Détail au 1/50 OSSATURE ETAGE (zone d'étude 3)
  - Doc.4** : Coupe VV et perspectives sur "B4" page 6
  - Doc.5** : PLAN DE DEFINITION / COFFRAGE de "B4" page 7
  - Doc.6** : PLAN DE DEFINITION / ARMATURES de "B4" page 8
  - Doc.7** : TABLEAU D'ACIERS de "B4" page 9
  - Doc.8** : PRINCIPE DE SCELLEMENT DES POTEAUX DE L'ETAGE page 9
- ✓ Documents réponses ☞ remettre avec la copie
  - DR1** : PHASES D'EXECUTION page 10
  - DR2** : Coupe AA, étude des liaisons avec la poutre "4" page 10
  - DR3** : PLAN DE DEFINITION / COFFRAGE de "C11" page 11
  - DR4** : PLANCHER HAUT DU REZ-DE-CHAUSSEE / NAPPE SUPERIEURE page 12

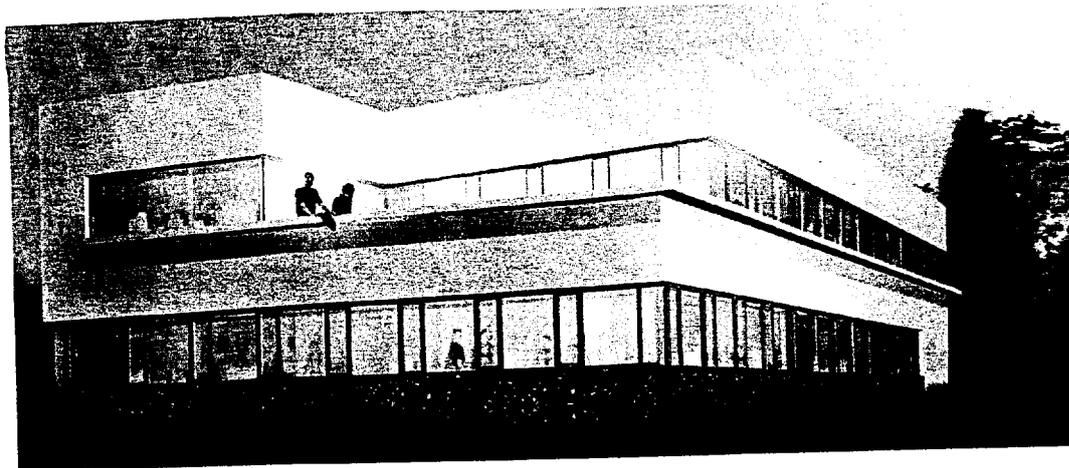
## BARÈME :

- |                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| ✎ Etude 1    3 points  | ✎ Etude 3:    7 points |
| ✎ Etude 2:    4 points | ✎ Etude 4:    6 points |

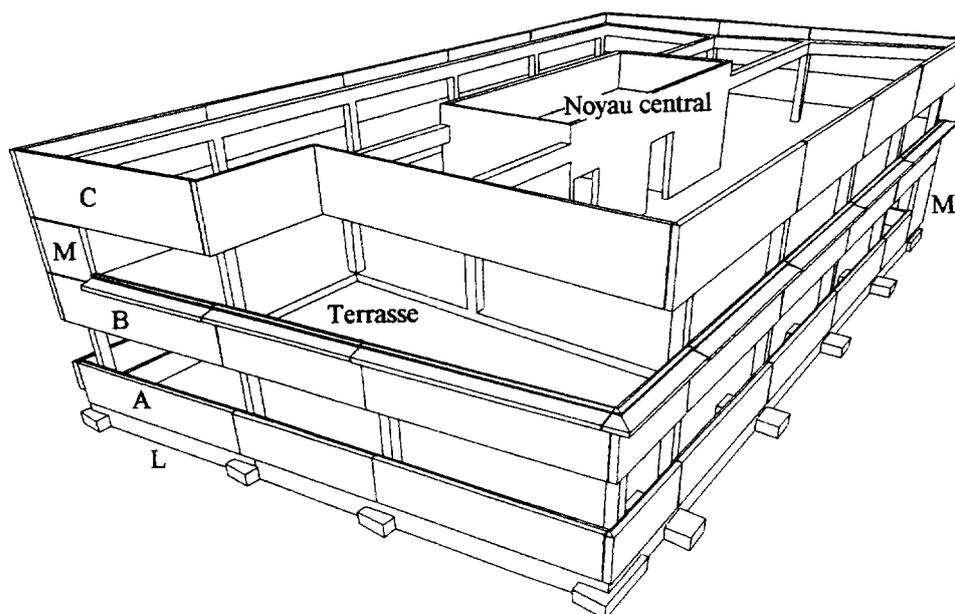
## MATÉRIEL ET DOCUMENTS AUTORISÉS :

Règlement B.A.E.L. 99 et calculatrice.

## Présentation de l'ouvrage



Le thème de l'étude repose sur la construction d'un bâtiment de type R+1 à usage de bureaux, d'environ 28 m par 16 m d'emprise au sol.  
Une terrasse accessible, traitée en "dalles sur plots", est aménagée à l'étage.  
Les façades et la structure en béton armé, sont réalisées à partir d'éléments préfabriqués en usine.  
Seuls les fondations, le noyau central (composé de murs en béton armé), le dallage ainsi que les divers volumes de clavetage seront coulés en place.



### Description sommaire :

***Nota:** Lors d'une réunion préparatoire les représentants du maître d'œuvre, du bureau de contrôle, du bureau d'études béton armé, de l'entreprise de préfabrication et de l'entreprise de gros-œuvre ont établi un document reprenant les différentes phases d'exécution de la structure du bâtiment . (DR1. p10)*

### **Infrastructure :** (coupe VV, doc.4 p6)

- Les fondations superficielles (semelles isolées) sont coulées sur colonnes balastées.
- Des longrines préfabriquées "L" reposent sur les massifs de fondation en périphérie de l'ouvrage.
- Un dallage sur terre plein est prévu sur l'emprise du rez-de-chaussée.

## Superstructure

### • Au rez-de-chaussée (Doc.1 p3):

- Les poteaux préfabriqués sont scellés sur les fondations.
- Les retombées des poutres intérieures (1 à 7) de ce plancher sont préfabriquées.
- Des allèges préfabriquées "A" (coupe VV, doc.4 p6) et quelques panneaux de murs "M<sub>0,1,2</sub>" également préfabriqués s'appuient sur les longrines et sont liés aux poteaux par des équerres boulonnées.
- Des bandeaux de façade préfabriqués "B" (linteau/allège, coupe VV, doc.4 p6) intégrant les retombées des poutres de rive ceinturent le bâtiment au niveau du plancher haut du rez-de-chaussée. Le panneau B4 est défini à titre d'exemple sur le Doc.5 p7 pour le coffrage et sur les Doc.6,7 p8,9 pour les armatures. Le clavetage des nœuds (phase 6, DR1 p10) permet d'assurer la liaison entre les retombées des poutres de rive et les poteaux.
- La dalle du plancher haut du rez-de-chaussée est coulée sur prédalles précontraintes d'épaisseur 6 cm. La continuité des poutres de rive est assurée après la mise en place des chapeaux et le coulage de la dalle.
- Le noyau central assure le contreventement du bâtiment sur la hauteur du rez-de-chaussée.

### ▪ A l'étage (Doc.2 p4):

- Les poteaux préfabriqués sont scellés sur les attentes du niveau inférieur (Doc.8 p9).
- Des panneaux de façade préfabriqués "C" (linteau/acrotère, coupe VV, doc.4 p6) intégrant les poutres de rive couronnent le bâtiment. Le clavetage en béton des nœuds permet d'assurer la liaison entre les poutres et les poteaux. La continuité des poutres est assurée après la mise en place des chapeaux et le coulage d'un béton complémentaire.
- Quelques panneaux de murs préfabriqués "M<sub>3,4,5</sub>" complètent la façade. Ils sont liés aux autres éléments (en pied aux "B" et en tête aux "C") par des broches.
- Des poutres préfabriquées (8 à 11) servent d'appuis intermédiaires à la couverture.
- En façade, les poteaux et les poutres intégrées aux panneaux de couronnement sont armés de façon à constituer des portiques, assurant ainsi le contreventement de l'étage.

## Couverture :

Elle est réalisée en bacs acier nervurés, appuyés sur la structure en béton.

Seul le plancher haut du noyau central est réalisé en béton armé.

Une isolation thermique et un bicouche, auto-protégé dans la zone des bacs acier, complète la toiture. Sur la dalle du noyau central l'étanchéité est protégée par une couche de gravillons.

## Renseignements complémentaires :

- Les pièces "B", "C" et "M" sont coulées en béton blanc et sablées en usine.
- Les allèges "A" sont coulées en béton gris sur une matrice.
- Enrobage : 3 cm
- Prédalles précontraintes de 6 cm d'épaisseur
- Repos des prédalles précontraintes sur les porteurs : 2 cm
- Repos des éléments préfabriqués sur les poteaux : 2 cm
- Joints verticaux entre éléments préfabriqués : 1,5 cm
- L'étanchéité à l'eau entre les panneaux de façade est assurée par:
  - ✓ *joints verticaux*: un joint à clef de type "PN71CN0" (insert CN0  et clef PN71 ).
  - ✓ *joints horizontaux*: une forme de rejingot, réalisée sur les panneaux en béton.
- L'étanchéité à l'air entre les panneaux de façade est assurée par:
  - ✓ *joints verticaux*: une bande de feutre bitumé sur la face intérieure des panneaux.
  - ✓ *joints horizontaux*: un cordon en mousse de polyéthylène.

## TRAVAIL DEMANDE

### **ETUDE 1 : PHASAGE D'EXECUTION**

Après avoir pris connaissance de l'ensemble du dossier,

**On demande :** ☞ Sur le document réponse **DR1 (p10)**

- **Détailler les phases 8,9,10 et 11.**
- **Préciser durant quelles phases les étaitements E2, E3 et E4 devront être maintenus.**

### **ETUDE 2 : DEFINITION DES ARMATURES DE LA POUTRE 4-**

*La poutre en béton armé "4" est préfabriquée.  
On vous demande d'en étudier le ferrailage de principe.*

**On donne :**

- Plan de coffrage du plancher haut du rez-de-chaussée (Doc.1 p3)  
(sur lequel est repéré le sens porteur des dalles)
- La coupe AA définissant les reprises de bétonnage (DR2 p10)

**On demande :** ☞ Sur le document réponse **DR2 (p10)**,

- **Dessiner les aciers de principe définissant les liaisons entre la poutre 4 et les dalles.**
- **Sur « l'extrait de AA » représenter les aciers de principe de la poutre 4 uniquement.**

*Nota: "L'extrait de AA" servira de principe pour l'élaboration du plan de ferrailage de la poutre 4 qui sera communiqué à l'entreprise de préfabrication.*

### **ETUDE 3 : ETUDE DE L' ELEMENT PREFA. C11 ( panneau d'acrotère + poutre de rive )**

*Il s'agit d'élaborer, pour C11, le plan de définition du coffrage qui sera transmis à l'atelier de préfabrication.*

**On donne :**

- le plan "OSSATURE ETAGE / COFFRAGE" (Doc.2 p4)
- l'extrait au 1/50 de la zone concernée de ce même plan "OSSATURE ETAGE" (Doc.3 p5)
- la coupe BB, la perspective sur "C11" (Doc.3 p5)
- les plans "DEFINITION / COFFRAGE ET ARMATURES" du bandeau "B4" (Doc.5 p7 et Doc.6,7 p8,9)  
*(ils vous serviront de référence pour ce travail)*
- les phases d'exécution (DR1 p10)
- la coupe VV (Doc.4 p6)

renseignements complémentaires :

- Appui des poutres de couronnement sur les poteaux = 2 cm
- La pièce "C10" est en appui de rive sur "C11".  
La technologie de la liaison est définie sur DR3 p11.
- L'implantation sur les pièces voisines des inserts CN0 (pour l'étanchéité à l'eau des joints verticaux) est définie sur DR3 p11.
- Le coulage de la console C4 assure le clavetage entre C11 et C12.
- Levage par élingue 2 brins et retournement de la pièce par élingue 4 brins.
- On rappelle que les poutres de rive sont préfabriquées avec les panneaux d'acrotère C.

**On demande :** ☞ Sur le document réponse **DR3** (p11),

➤ Compléter les 3 vues du plan de "DEFINITION / COFFRAGE" de "C11" en adoptant la même présentation que le document bandeau "B4".

*Ce document étant destiné à l'atelier de préfabrication, devront y figurer non seulement la définition du coffrage avec cotation et prise en compte de la liaison "C10/C11", mais aussi l'implantation des inserts (levage, démoulage et retournement, étaielement, CN0 pour clef de joint PN71)*

**ETUDE 4 :**      **ETUDE DU CALEPINAGE DES TREILLIS SOUDES**  
**de la NAPPE SUPERIEURE du plancher haut du rez-de-chaussée .**

*L'étude est limitée (zone repérée sur Doc.1 p3) aux appuis intermédiaires files B et C.*

**On donne :**

Une étude B.A. préliminaire a permis d'établir la courbe enveloppe décalée des sections d'aciers théoriques. (DR4 p12)

Dans cette étude on a considéré une « poutre-dalle » et établi, en appliquant la méthode Caquot non minorée, la courbe enveloppe décalée des moments fléchissants. Elle est exprimée, sur le DR4, directement en sections d'aciers.

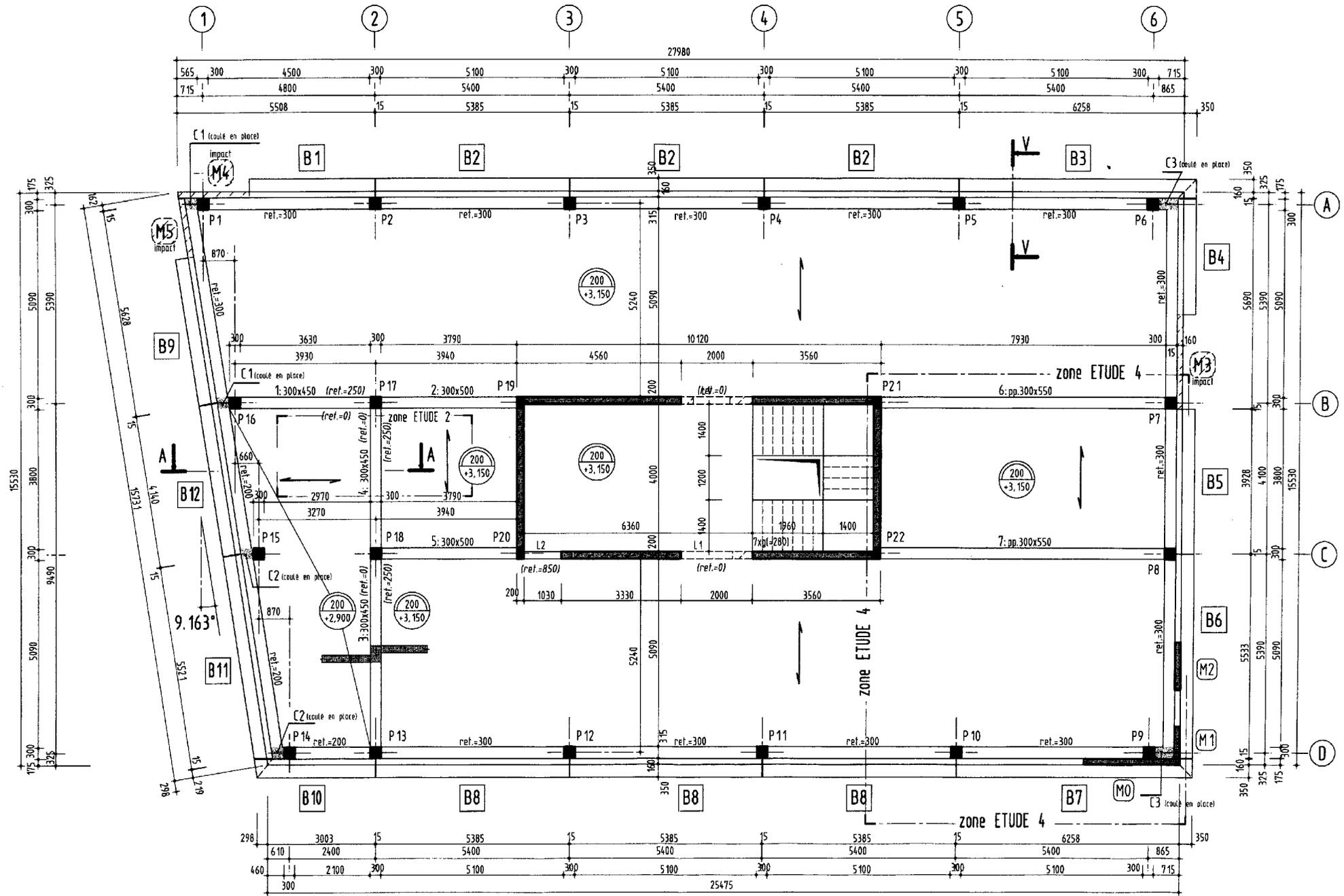
**On demande :** ☞ Sur le document réponse **DR4** (p12),

En n'utilisant que des panneaux de treillis soudé du type ST20 Adets défini ci-dessous

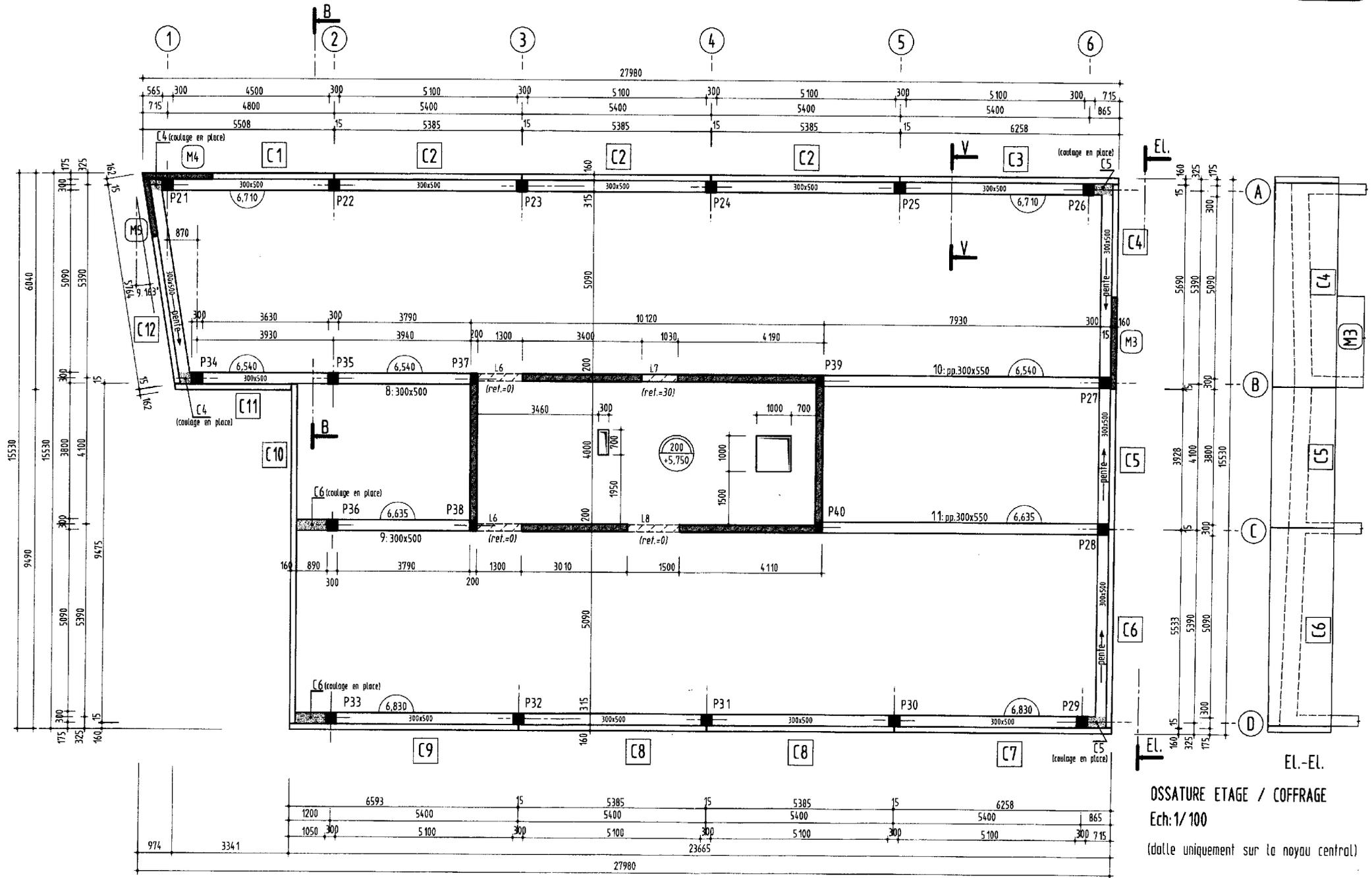
| Désignation<br>ADETS | Section<br>cm <sup>2</sup> /m | S<br>∆<br>cm <sup>2</sup> /m | E<br>e<br>mm | D<br>d<br>mm | Abouts<br>AV / AR<br>ad / ag<br>mm | Longueur<br>Largeur<br>m | Masse<br>Nominale<br>Kg /m <sup>2</sup> |
|----------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------|--------------|------------------------------------|--------------------------|---|
| ST 20                | 1,89                          | 1,89<br>1,28                 | 150<br>300   | 6<br>7       | 150 / 150<br>75 / 75               | 6,00<br>2,40             | 2,487                                   |

rappel: les lettres majuscules concernent les fils principaux  
les lettres minuscules concernent les fils secondaires

➤ Dessiner le ferrailage supérieur de la dalle sur les appuis intermédiaires (files B et C).

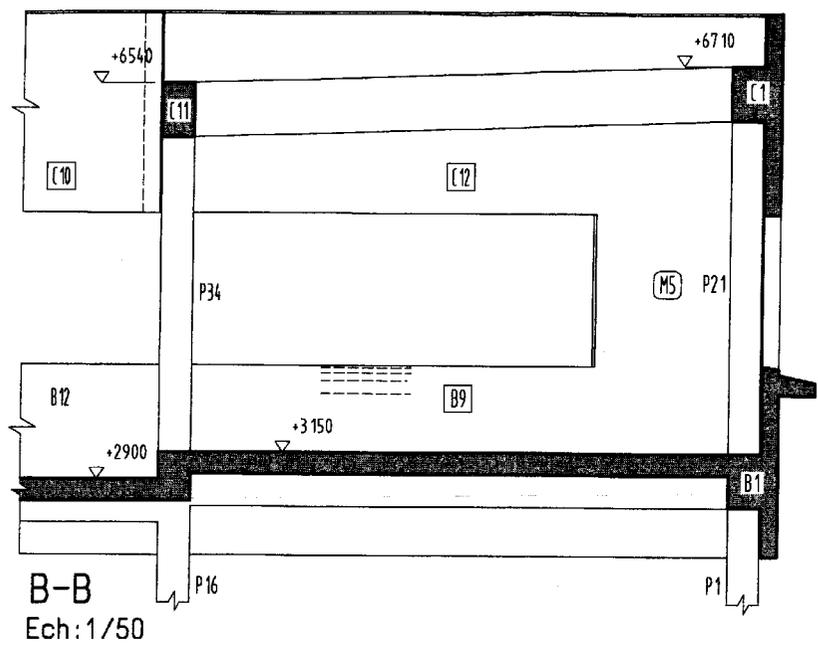


PLANCHER HAUT REZ-DE-CHAUSSEE / COFFRAGE Ech: 1/100

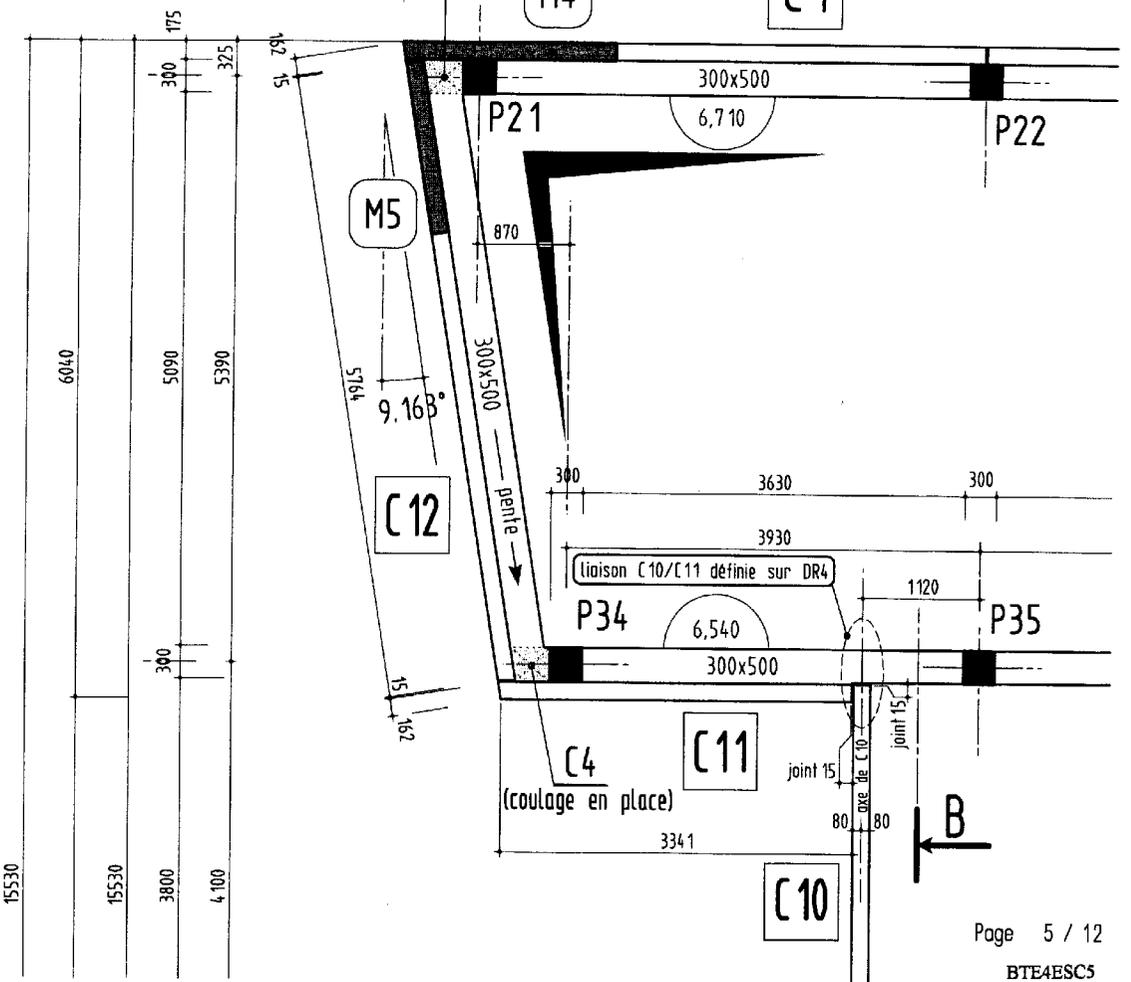
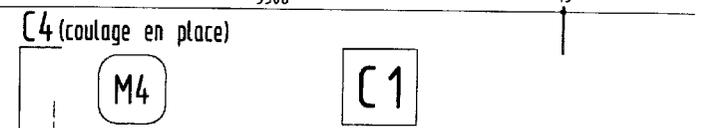
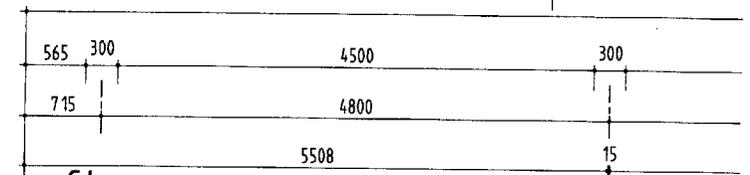
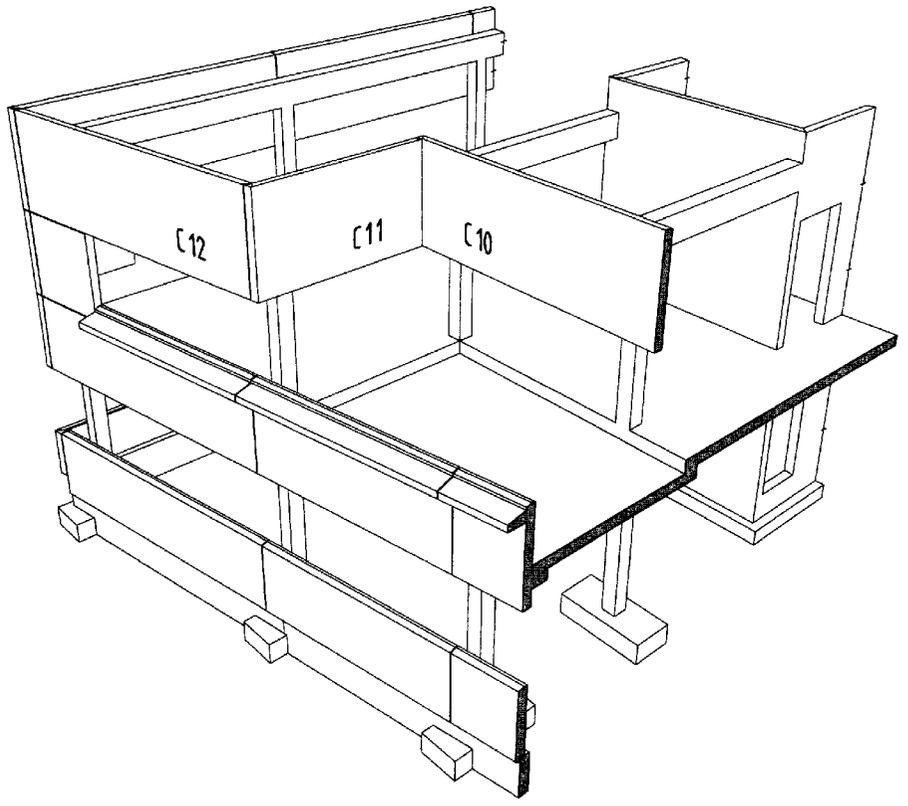


OSSATURE ETAGE / COFFRAGE  
 Ech: 1/100  
 (dalle uniquement sur la noyau central)

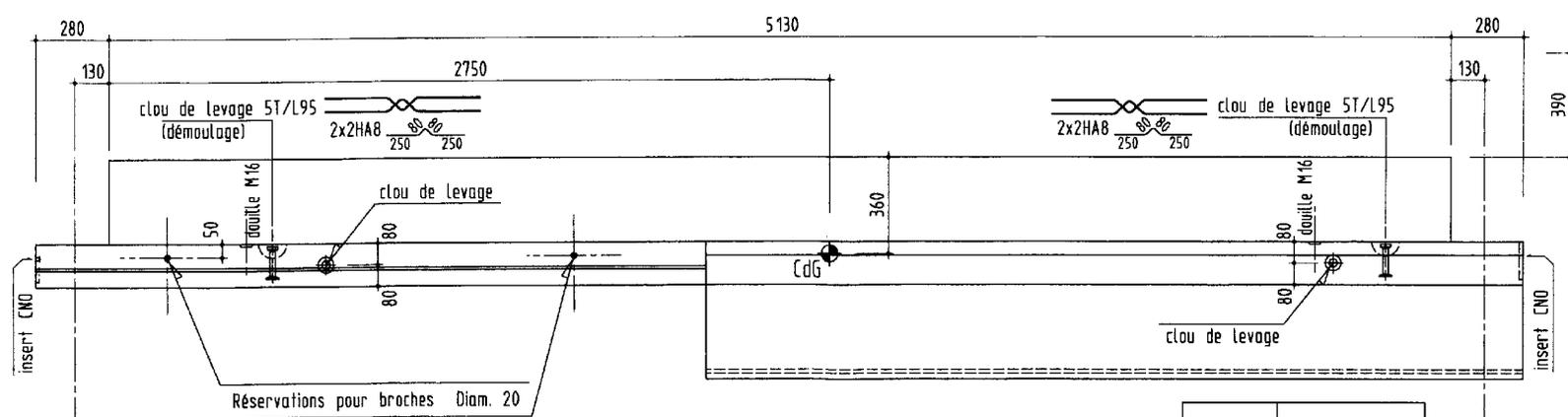
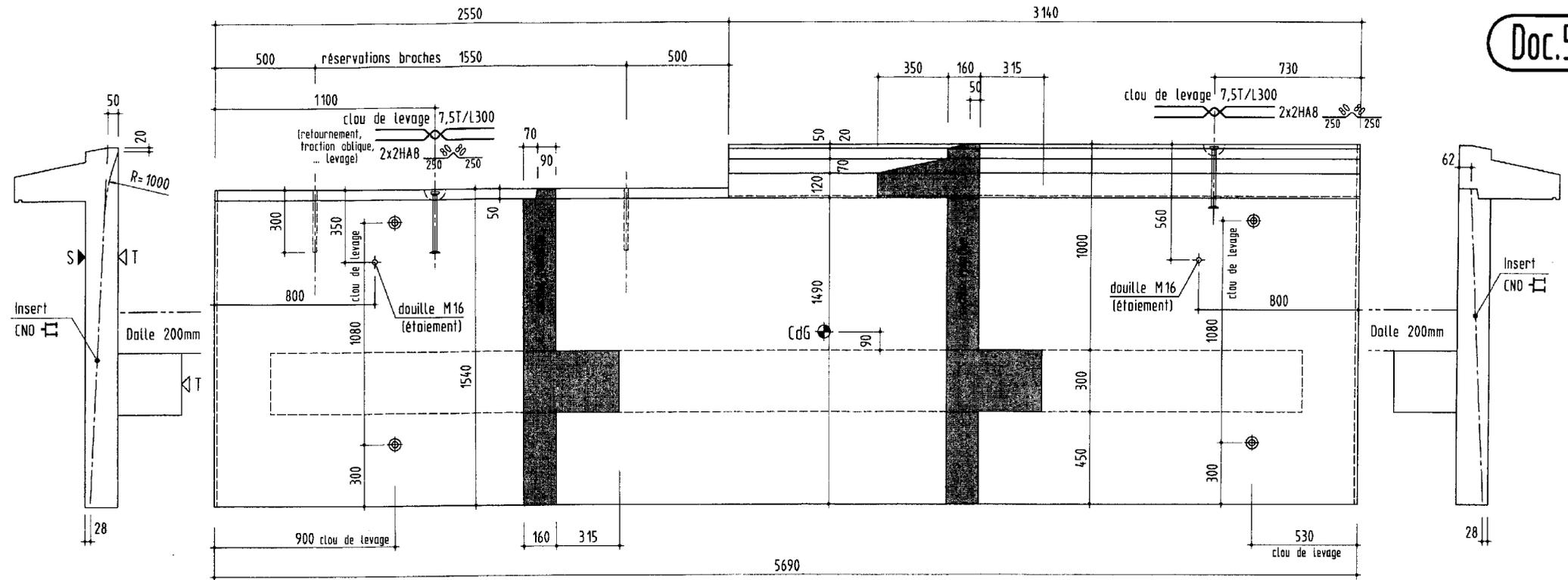
EXTRAIT  
OSSATURE ETAGE (ZONE CONCERNEE PAR L'ETUDE 3) Ech:1/50



B-B  
Ech:1/50







| Inserts dans l'élément |   |
|------------------------|---|
| Clous 7.5T/L300        | 2 |
| Clous 5T/L95           | 4 |
| Douilles M16           | 2 |
| Insert CND             | 2 |

A livrer au chantier

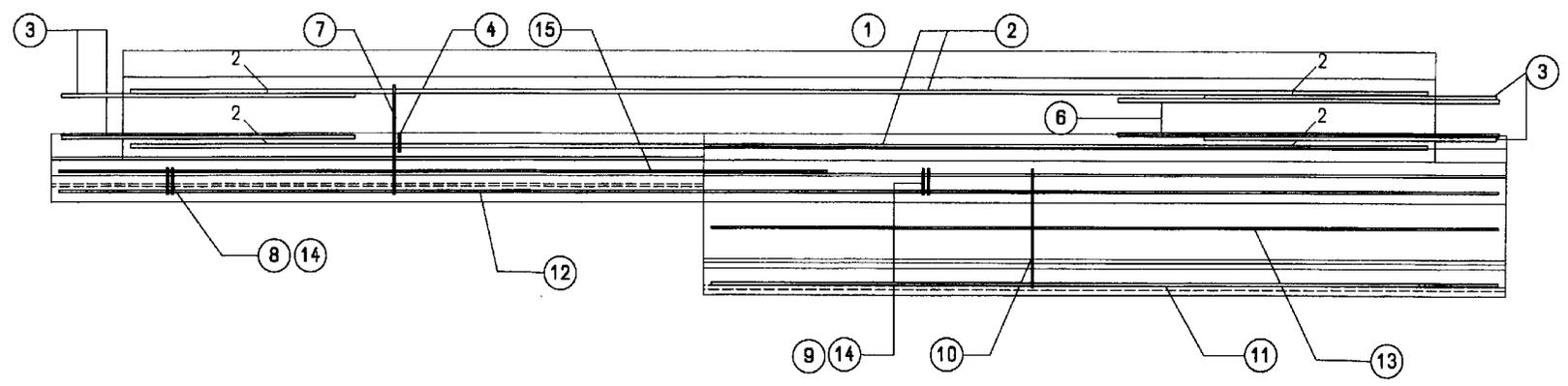
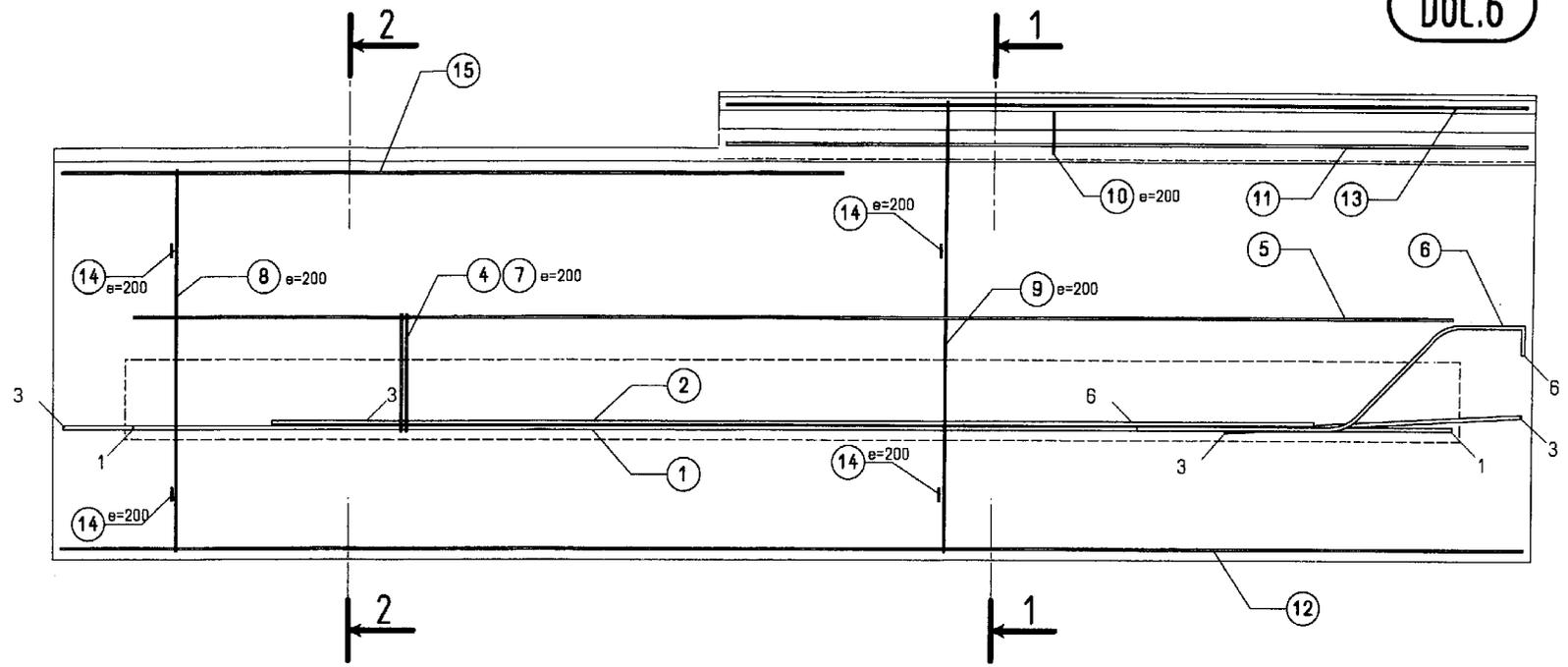
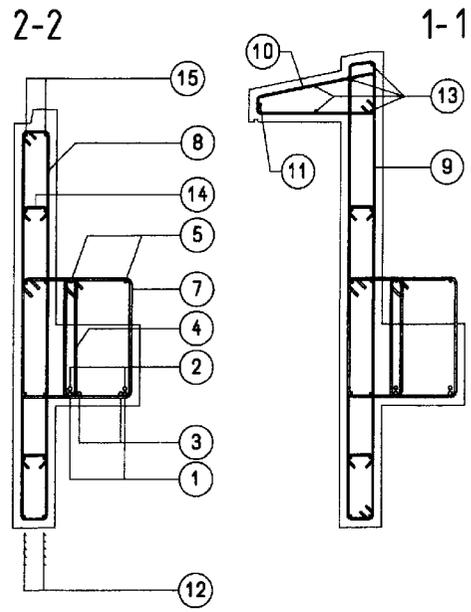
Clefs de joint PN71 

 mise en place de la clef PN71

S▷ SABLE  
T▷ TALOCHE PROPRE

|                 |                     |
|-----------------|---------------------|
| <b>B4</b>       | 1 pièce             |
| Béton Blanc B30 |                     |
| Vol. bét.       | 2,15 m <sup>3</sup> |
| Poids           | 5,4 T               |

PLAN DE DEFINITION / COFFRAGE Ech.1/20



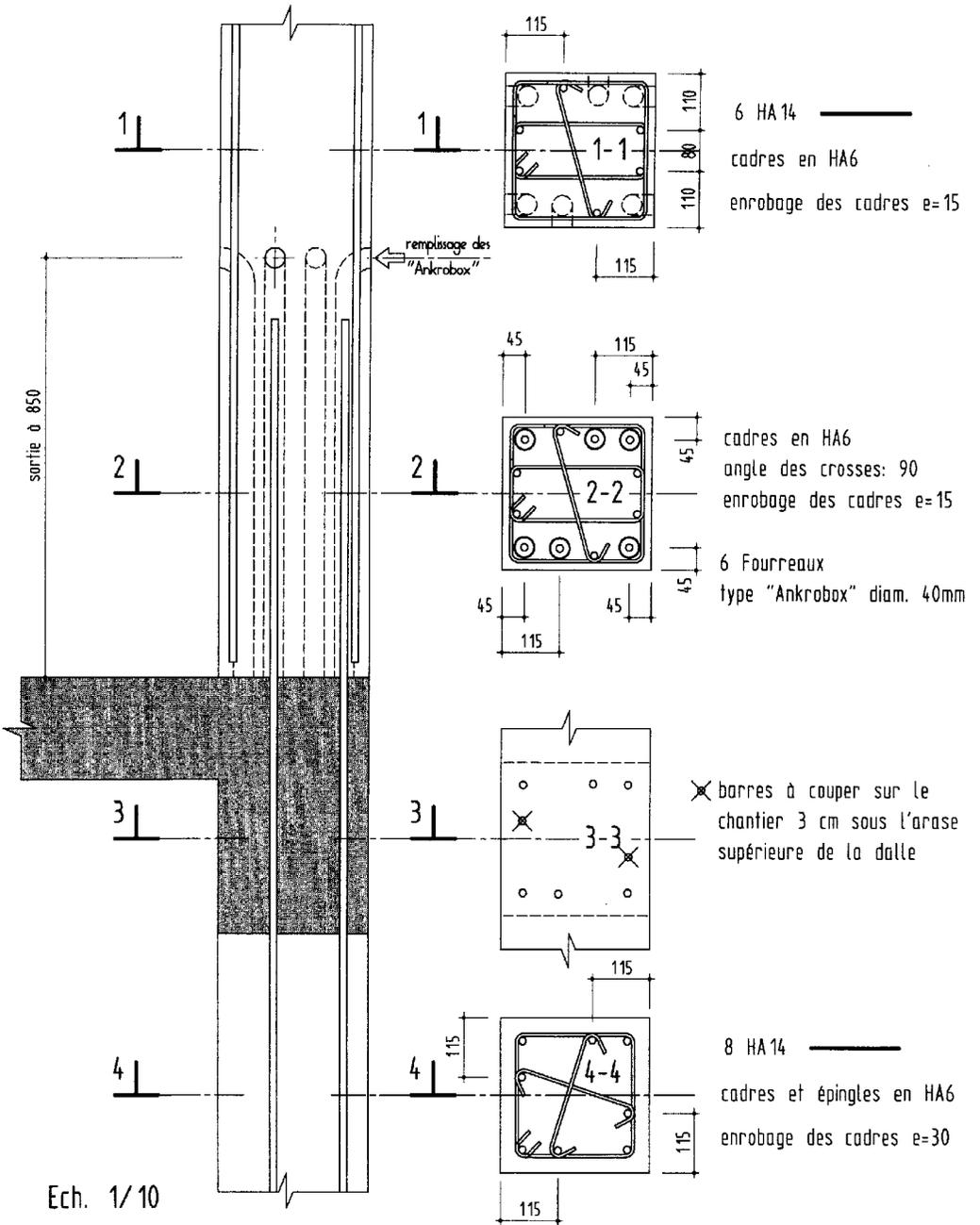
|  |           |
|--|-----------|
| Définition des aciers                  |           |
| Voir tableau d'aciers annexé           |           |
| Aciers pour levage                     |           |
| 24HA8 250                              | Lg 0,64m  |
| Lg tot.15.36m                          | M: 6,06kg |
| Chapeaux à livrer au chantier          |           |
| 3 HA16 L=2,80m axés sur P5 / M:13,28kg |           |

PLAN DE DEFINITION / ARMATURES Ech. 1/20

|                                |         |
|--------------------------------|---------|
| <b>B4</b>                      | 1 pièce |
| Masse totale aciers = 134,6 kg |         |

| B4   |    | 1 pièce  |    |                 | TABLEAU D'ACIERS                            |                  |            |
|------|----|----------|----|-----------------|---|------------------|------------|
| Pos. | Nb | e = [mm] | HA | Long. Indiv [m] | Façonnage + Cotation (non à l'échelle) [mm] | Long. Totale [m] | Masse [kg] |
| ①    | 2  |          | 14 | 5.07            | 5070  | 10.14            | 12.27      |
| ②    | 2  |          | 14 | 4.00            | 4000  | 8.00             | 9.68       |
| ③    | 4  |          | 14 | 1.15            | 1150  | 4.60             | 5.57       |
| ④    | 26 | 200      | 8  | 1.14            |   | 29.64            | 11.71      |
| ⑤    | 2  |          | 8  | 5.07            | 5070  | 10.14            | 4.01       |
| ⑥    | 2  |          | 14 | 1.78            |   | 3.56             | 4.31       |
| ⑦    | 26 | 200      | 8  | 1.88            |   | 48.88            | 19.31      |
| ⑧    | 13 | 200      | 6  | 3.18            |   | 41.34            | 9.18       |
| ⑨    | 16 | 200      | 6  | 3.65            |   | 58.40            | 12.96      |
| ⑩    | 16 | 200      | 6  | 1.23            |   | 19.68            | 4.37       |
| ⑪    | 1  |          | 10 | 3.08            | 3080  | 3.08             | 1.90       |
| ⑫    | 10 |          | 8  | 5.63            | 5630  | 56.30            | 22.24      |
| ⑬    | 5  |          | 8  | 3.08            | 3080  | 15.40            | 6.08       |
| ⑭    | 14 | 200      | 6  | 0.20            |   | 11.60            | 2.58       |
| ⑮    | 2  |          | 8  | 3.00            | 3000  | 6.00             | 2.37       |

Poids total = 128.54 kg

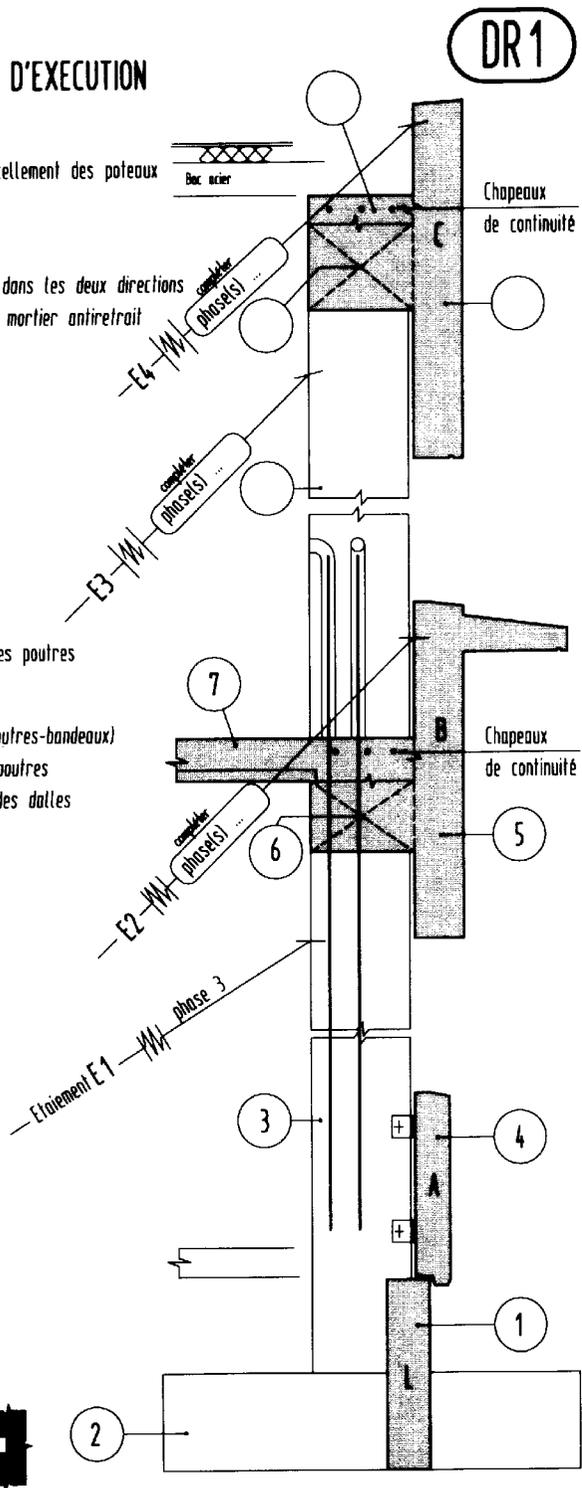


Ech. 1/10

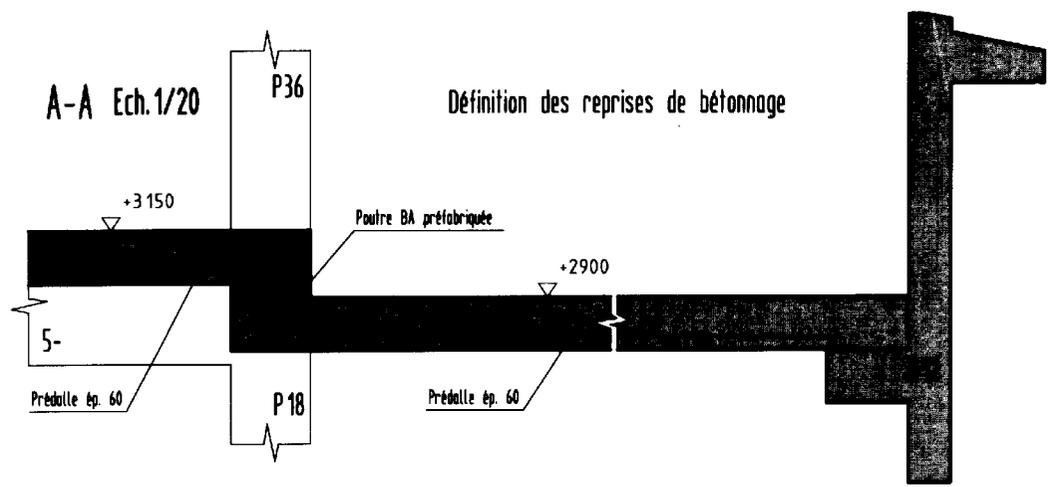
nota: sur l'élévation, pour en faciliter la lecture, toutes les barres ne sont pas représentées !

## PHASES D'EXECUTION

- ① Mise en place des longrines "L"
- ② Coulage des fondations avec réservations(s) pour le scellement des poteaux
- ③ Pose des poteaux du RCH
  - Prévoir un calage de 7,5 mm
  - Réglage et stabilisation par étais "tire-pousse" dans les deux directions
  - scellement par remplissage des réservations au mortier antiretrait
  - Penser à protéger les extrémités des attentes
- ④ Pose des allèges "A"
  - calage et réglage
  - fixation par cornières boulonnées
- ⑤ Pose des poutres-bandeaux "B"
  - Prévoir un calage de 7,5 mm
  - Prévoir un repos de 2 cm sur les poteaux
  - Réglage et stabilisation par étais "tire-pousse"
- ⑥ Clavetage des nœuds sur la hauteur de retombée des poutres
- ⑦ Réalisation des dalles
  - Pose des prédalles (repos de 2 cm sur les poutres-bandeaux)
  - Mise en place des chapeaux de continuité des poutres
  - Mise en place des armatures complémentaires des dalles
  - Coulage
- ⑧ ...
- ⑨ ...
- ⑩ ...
- ⑪ ...
- ⑫ Mise en place des clefs de joints PN71



DR2



cadre réponse de DR2

A-A Ech. 1/10

Etude des liaisons avec la poutre préfa. 4-

Dessiner les aciers de principe de :

- la poutre 4- (le complément)
- la dalle gauche
- la dalle droite

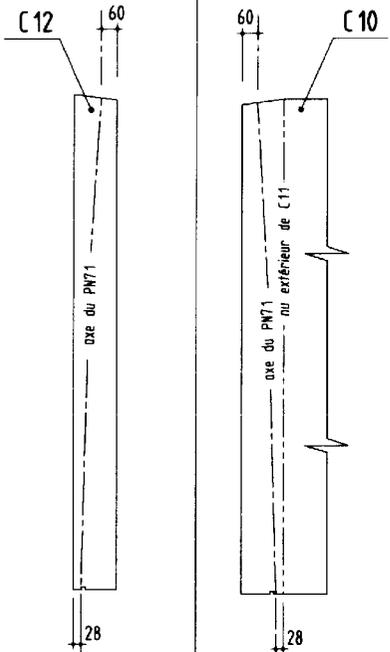
Redessiner les aciers de la poutre préfa. 4-

extrait de A-A Ech. 1/10

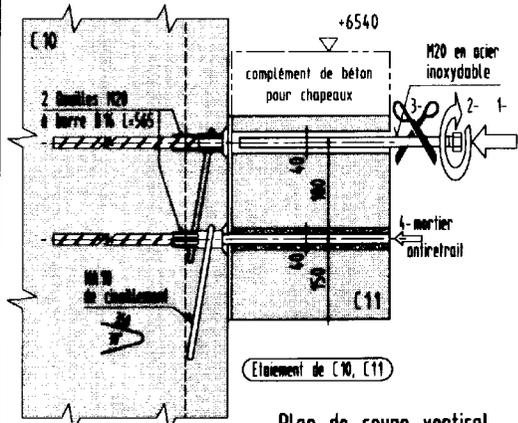
Implantation des inserts de joints CNO sur les pièces voisines de C11

face latérale de C12  
(coté C11)

face extérieure de C10  
(coté C11)



Détail de la liaison entre C10 et C11



(Elément de C10, C11)

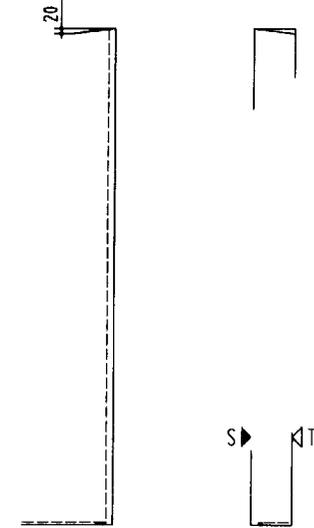
Plan de coupe vertical passant par l'axe de C10

Ech: 1/10

axe de C10

CdG

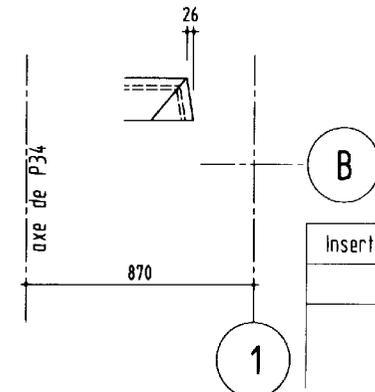
Élévation (coté intérieur)



vue de gauche

CdG

vue de dessus



|                        |   |
|------------------------|---|
| Inserts dans l'élément |   |
|                        |   |
| Inserts CNO            | ☐ |
| A livrer au chantier   |   |
| Clés de joint PN71     | ∩ |

S▷ SABLE  
T▷ TALOCHE PROPRE

|                 |         |
|-----------------|---------|
| <b>C11</b>      | 1 pièce |
| Béton Blanc B30 |         |
| Vol. bét.       | 1,42 m3 |
| Poids           |         |

PLAN DE DEFINITION / COFFRAGE / Ech: 1/20

DR4

PLANCHER HAUT DU REZ-DE-CHAUSSEE  
MAPPE SUPERIEURE / Ech. 1/50

