

**EPREUVE E4 : ETUDE DES CONSTRUCTIONS**

**Sous-Epreuve U42**

**ELABORATION DE SOLUTIONS CONSTRUCTIVES**

***EXTENSION D'UN CENTRE HOSPITALIER***

**Durée : 4h**

**Coefficient : 4**

**DOCUMENTS REMIS AUX CANDIDATS**

13 feuilles format A3 (p.11/13 et 12/13):

PRESENTATION ET PLAN DE MASSE (p.1/13 et 2/13)

DOSSIER TECHNIQUE ET PIECES GRAPHIQUES (p.3/13 à 7/13)

TRAVAIL DEMANDE (p.8/13 et 9/13)

ANNEXE 1 (p.10/13)

Tous les documents réponse (p.11/13 à 13/13) sont à remettre avec votre copie

**BAREME DE NOTATION**

Etude n°1	5 points
Etude n°2	5 points
Etude n°3	3 points
Etude n°4	7 points

Les études sont indépendantes.

**DOCUMENT AUTORISE** Règlement BAEL99

**Matériel autorisé :** Calculatrice réglementaire

## **NOTE AUX CANDIDATS**

*Vous allez avoir à répondre à un certain nombre de questions qui sont indépendantes ; vous êtes invités à apporter des justifications aussi souvent que cela sera possible, car une attention toute particulière sera portée à la qualité et à la précision de vos réponses.*

## **PRESENTATION**

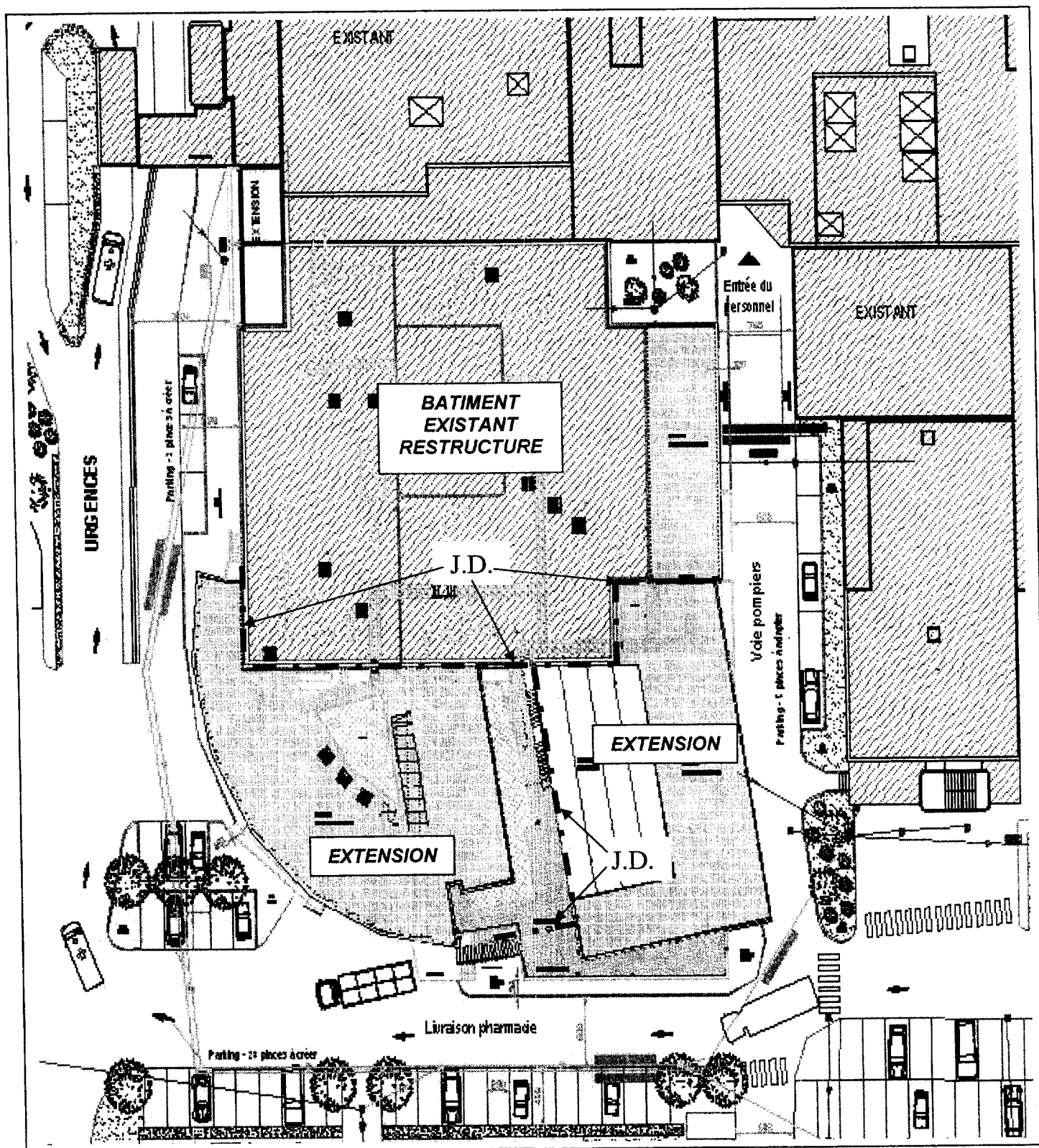
L'étude concerne l'extension et le réaménagement d'un plateau technique de centre hospitalier.

Le bâtiment existant conserve la quasi-totalité de sa structure mais s'ouvre au Sud sur une zone consacrée essentiellement à de nouvelles salles d'examens et à des locaux techniques. Les taux de charges apportés par la nouvelle structure au niveau des fondations sont similaires à l'existant.

L'extension est composée d'un sous-sol, un rez-de-chaussée et un premier étage, couvert par un complexe de toiture-terrasse accessible et non accessible présent sur deux niveaux. Elle est séparée de l'existant par un joint de dilatation. Un local technique, couvert par une charpente métallique (avec bac acier), est localisé sur le dernier niveau et servira de stockage pour les matériels sensibles ou volumineux.

La structure porteuse est constituée d'éléments en béton armé (poteaux, poutres, planchers) mais comprend aussi des zones de dalles alvéolaires. Elle est fondée sur des pieux (avec massifs en tête) liés par des longrines, dont le maillage respecte l'implantation des porteurs. Ce système de fondation est commun aux deux bâtiments au niveau du joint de dilatation. Des éléments préfabriqués en béton blanc compléteront les façades de cette extension.

Vous avez dans votre dossier technique des plans de structure qui vous fourniront les données nécessaires au traitement des questions proposées.

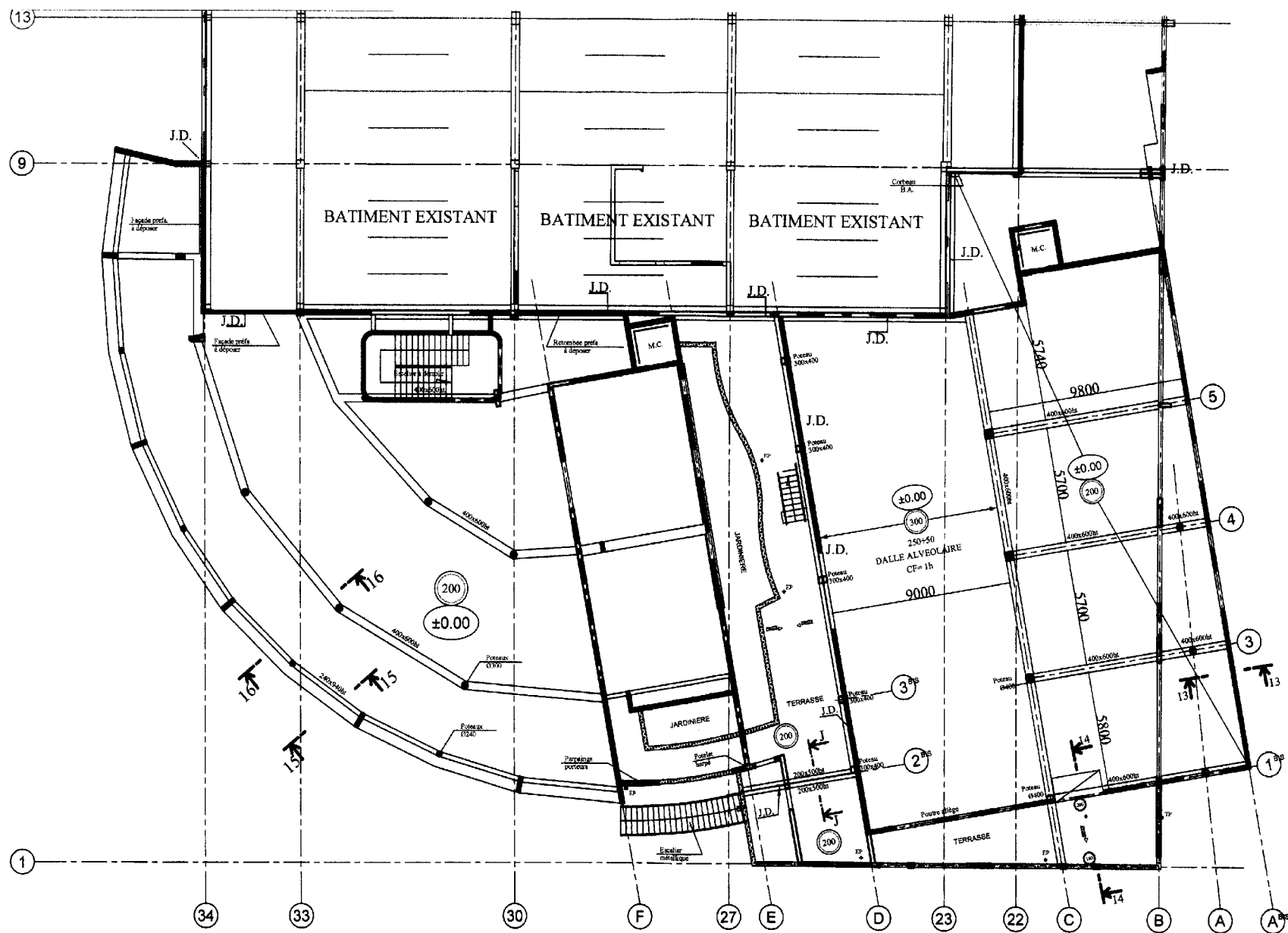


## EXTENSION DU CENTRE HOSPITALIER

### PLAN DE MASSE

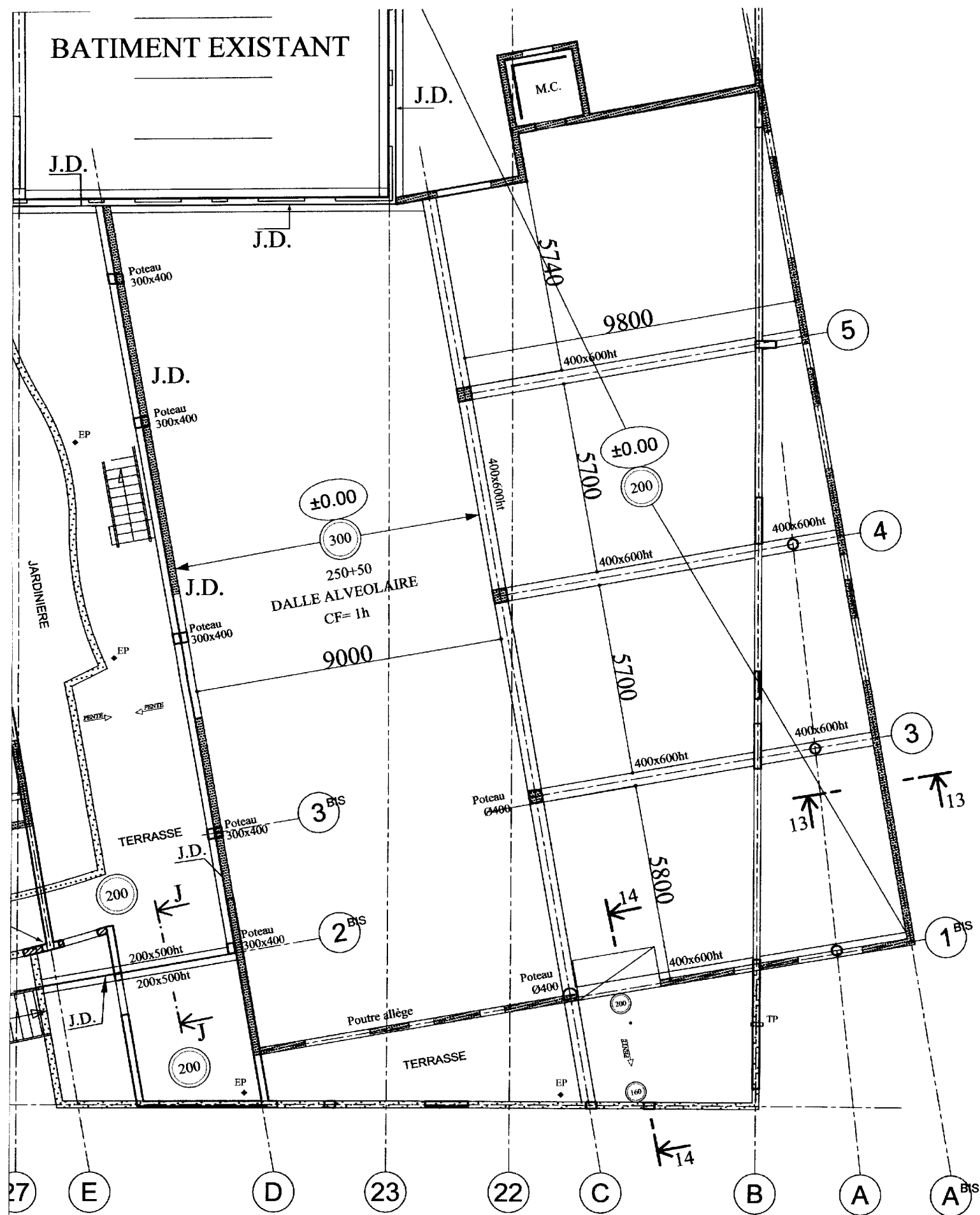
Echelle non normalisée

page 2/13

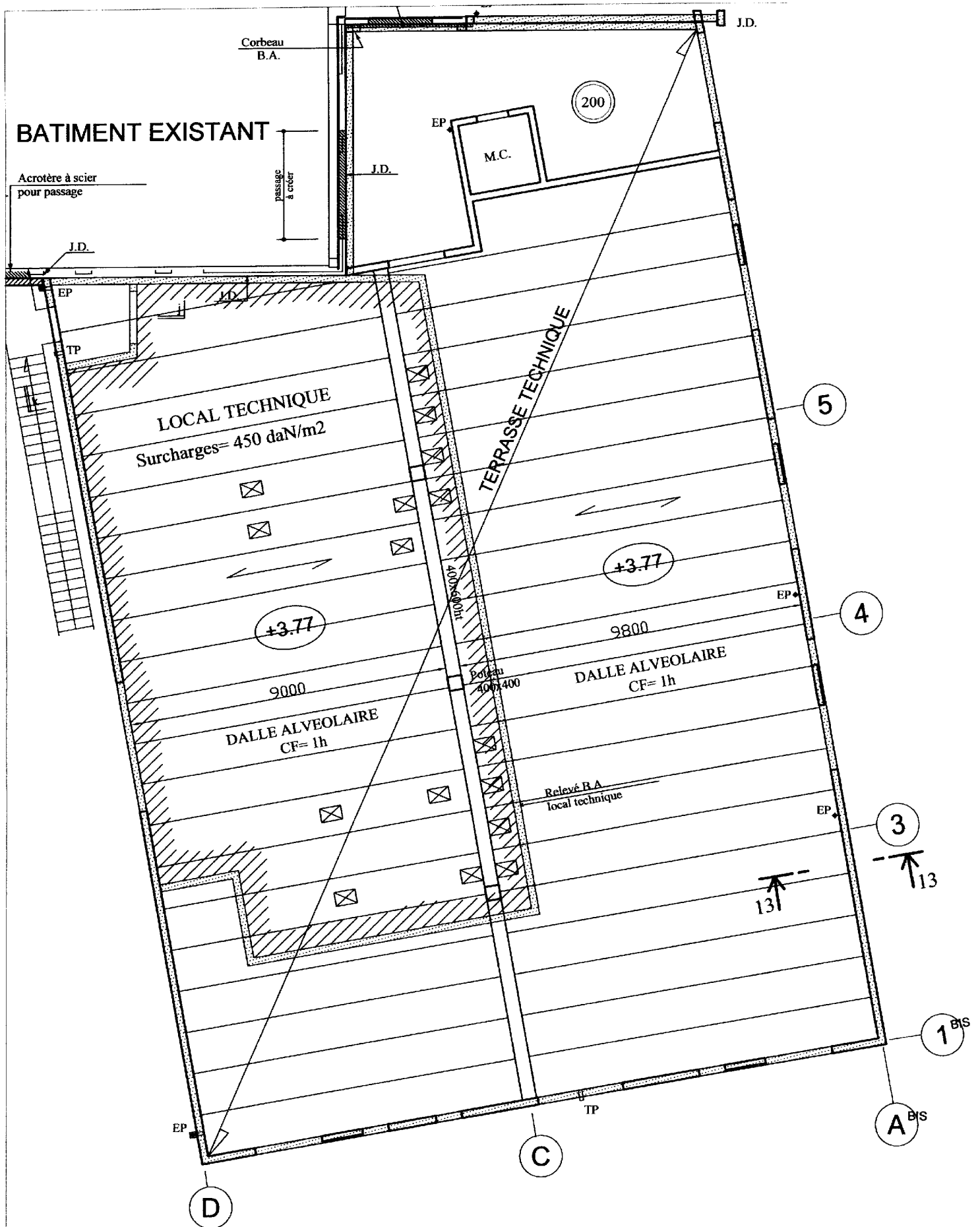




## BATIMENT EXISTANT



# BATIMENT EXISTANT



EXTENSION DU CENTRE HOSPITALIER

PLANCHER HAUT 1<sup>er</sup> ETAGE

Echelle : 1/100

page 6/13

## Etude n°1 : ETUDE DES PLANCHERS ALVEOLAIRES

Les documents que vous allez consulter sont les plans des pages 3/13 à 7/13 et l'Annexe 1 (p.10/13).

Les modes constructifs concernant les planchers de l'extension de l'hôpital ont fait l'objet de nombreuses discussions. Ils sont essentiellement de deux types : dalle pleine béton armé et dalle alvéolaire (avec béton complémentaire). Cette étude va vous permettre de justifier les choix retenus.

### 1.1. ETUDE DES DALLES ALVEOLAIRES

1.1.1. Justifiez l'utilisation de dalles alvéolaires pour la réalisation du plancher du local technique (voir plans du plancher haut du 1<sup>er</sup> étage - p.4/13 et 6/13). Donnez deux critères de choix liés au bâtiment et à ses particularités.

1.1.2. Choisir le type de dalle alvéolaire (avec table de compression) à mettre en œuvre pour le plancher technique en tenant compte des caractéristiques du projet (voir plan p.6/13). Vous choisirez le produit dans la gamme proposée en Annexe 1 (p.10/13) et justifierez précisément par écrit votre choix.

1.1.3. Dans le cadre de la préparation des plans d'exécution, il vous est demandé de calculer l'espace d'appui nécessaire pour les dalles alvéolées retenues à la question précédente. Vous observerez les commentaires de mise en œuvre recommandée dans l'Annexe 1 (p.10/13) et procéderez à la détermination de cette valeur. (Nota : la mise en œuvre se fera sans lisse de rive)

### 1.2. ETUDE DE STRUCTURE DU PLANCHER HAUT DU RDC

La réalisation du plancher haut du RDC a fait appel à deux techniques de réalisation :

- dalle pleine béton armé entre les files Abis et C (e=200mm)
- dalles alvéolaires entre les files C et D (e=300mm)

1.2.1. Après avoir observé les documents p.5/13 à 7/13, justifiez le réseau de poutres présent à ce niveau.

1.2.2. Suite à cette analyse, en déduire maintenant pourquoi deux techniques de réalisation ont été retenues pour les dalles. Vous détaillerez votre réponse.

## Etude n°2 : ETUDE DE LA COUPE 14-14 SUR SEUIL

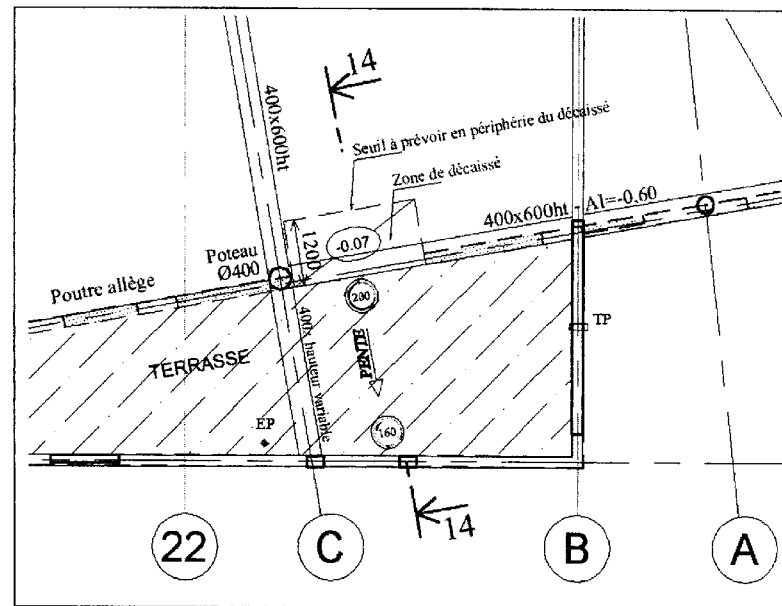
Nous allons nous intéresser à la coupe 14-14 repérée sur le plan de structure de la page 5/13 (PH RDC). Cette coupe est réalisée sur une entrée permettant de passer de la toiture terrasse accessible localisée au PH RDC à l'intérieur du bâtiment. Elle présente des caractéristiques au niveau de sa conception que vous allez étudier. Un détail complémentaire (échelle non normalisée) vous est présenté ci-dessous :

2.1. En observant ce détail, vous constatez qu'il y a une variation d'épaisseur pour le plancher béton armé au niveau de la toiture terrasse accessible. Justifiez cette variation.

2.2. Complétez la coupe 14-14 sur le document-réponse DR 1 p.11/13

Vous traiterez notamment le relevé d'étanchéité contre l'acrotère.

Vous utiliserez les données fournies ci-dessous et tiendrez compte des informations fournies sur le détail et la vue en plan du PH RDC.



Composition de la toiture-terrasse :

- étanchéité asphalté (e=20 mm) – équerres de renfort à prévoir au droit des relevés
- isolation de type ROOFMATE (e=80 mm)
- supports de dalles (plots) de hauteur variable
- dalles de béton (e=50 mm) de dimensions 500x500 – arase supérieure des dalles : -0.02
- protection des relevés par solin
- point haut des acrotères situé au niveau +0.60.

La sous face de la dalle pour la toiture-terrasse sera située à -0.44 par rapport au niveau de référence.

Composition du décaissé (sur 1.20m de longueur) :

- étanchéité asphalté (e=20 mm) sur la longueur du décaissé jusqu'au seuil
- chape de protection (e=50 mm)



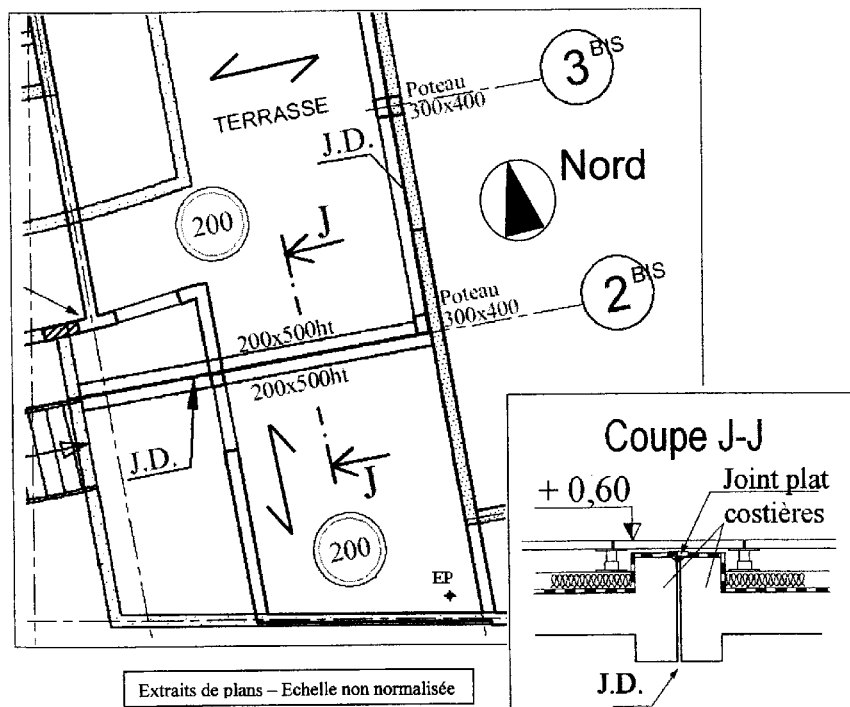
### Etude n°3 : ETUDE DES LIAISONS SUR LE JOINT DE DILATATION

- 3.1. Donnez la définition et le rôle d'un joint de dilatation. Même question pour un joint de rupture.
- 3.2. Justifiez pourquoi un joint de dilatation (repéré JD sur les plans) et non un joint de rupture, a pu être réalisé pour séparer le bâtiment hospitalier existant de l'extension. (Voir localisation sur les plans de structure p.3 à 6/13) Vous tiendrez compte des informations données dans la présentation du projet (p.2/13) et des définitions.
- 3.3. Observez maintenant la structure porteuse proposée sur cet extrait du **plancher haut RDC** (p. 5/13) et la coupe J-J ci-dessous ; pour réaliser le joint de dilatation au niveau de la file 2bis, deux solutions ont été étudiées :

- la première (dessinée ici sur la coupe J-J) est constituée de deux poutres ;
- la seconde envisagée pourrait être réalisée au moyen de goujons assurant la liaison entre une dalle (située côté Sud) et une poutre.

Dessinez (à main levée) un croquis de cette seconde solution. Vous tiendrez compte des éléments de toiture-terrasse (et en particulier la continuité de l'étanchéité).

Comparez enfin avec la solution initiale (avantages/inconvénients).



### Etude n°4: ETUDE DES ARMATURES DE LA POUTRE - FILE C

Nous allons définir le plan d'armatures de la première travée de la **poutre file C du plancher haut du 1<sup>er</sup> étage** (p.6/13)

L'étude mécanique et le dimensionnement du ferrailage ont conduit aux valeurs récapitulées dans le tableau ci-contre :

Description de la Poutre	Appui 1 bis sur voile	Travée 1	Appui 3
Portées		5,80 m	
Armatures longitudinales supérieures	2 HA 12		2 HA32
Armatures longitudinales inférieures		1 <sup>er</sup> lit : 4 HA 32 2 <sup>ème</sup> lit : 4 HA 25	
Armatures transversales résistantes		Forme à définir 4 diamètre 10	

Les poutres file C sont constituées de soffites préfabriqués et d'une partie coulée en place.

Les conditions de fissuration sont considérées comme peu préjudiciables.

L'acier utilisé est de type Fe E 500 (S500) ; le béton aura une valeur de  $f_{c28} = 30$  MPa.

L'ancrage des aciers longitudinaux sera assuré par des crochets à 135°. La profondeur d'appui est donnée égale à 150 mm sur les appuis 1bis et 3.

L'enrobage est fixé à 30 mm et pour le béton  $c_g = 25$  mm.

Les aciers de montage seront incorporés à la préfabrication dans les soffites et constitués de barres HA12.

La profondeur des appuis (ou espace d'appui) des dalles alvéolaires (avec table de compression de 50mm) sera de 50mm sur la poutre (avec utilisation de lisse de rive) ce qui amène à une réflexion particulière pour la forme des cadres et autres armatures transversales.

Les espacements des cours d'armatures transversales seront déterminés en mm dont voici les résultats pour la travée 1 :

Répartition des armatures à partir de l'appui de rive 1bis dans la travée 1 :

Première nappe à 50 mm de l'appui, puis : 3x110 ; 3x 130 ; 3x 160 ; 3x 200 ; 3x250 ; X ; X ; 350 ; 3x250 ; 3 x200 ;3x160 ;3x130 ; 60

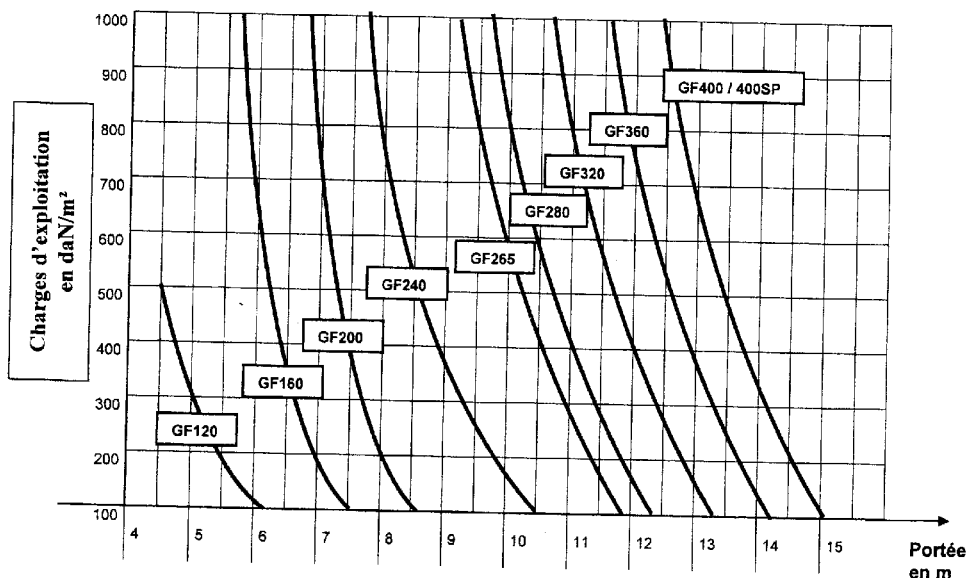
A partir de l'annexe E.1 , article E.1.3 du B.A.E.L., on vous demande de dessiner le plan d'armatures complet de la poutre pour la travée 1, y compris les aciers en chapeau sur les appuis 1bis et 3. Vous utiliserez le document réponse DR2 de la page 12/13.

A partir des informations laissées sur le document réponse DR3 (P.13/13), on vous demande de réaliser la nomenclature complète des armatures dessinées sur le DR2.

# ANNEXE 1

## DOCUMENTATION DALLES ALVEOLEES

ABAQUE DE DETERMINATION AVEC TABLE DE COMPRESSION



LA DALLE ALVEOLEE					SANS TABLE de compression		AVEC TABLE de compression (5 cm)	
Nom	épais- seur cm	Module standard m	Pds dalle seule daN/ml	litrage joints l/m²	Pds du plancher fini daN/m²	Affaibliss. acoustique Indicatif dBA	Pds du plancher fini daN/m²	Affaibliss. acoustique Indicatif dBA
GF 120	12	1.20	247	4.6	215	46	335	54
GF 160	16	1.20	300	7.1	265	50	385	56
GF 200	20	1.20	348	9.6	310	52	430	57
GF 240	24	1.20	415	11.6	375	55	495	60
GF 265	26.5	1.20	441	13.7	400	56	520	61
GF 280	28	1.20	453	14.2	415	56	535	61
GF 320	32	1.20	506	17.1	460	58	580	62
GF 360	36	1.20	569	19.5	510	58	630	62
GF 400	40	1.20	612	22.1	560	60	680	63
GF 400SP	40	1.20	702	23.1	640	63	760	66

### Recommandations pour la pose des dalles alvéolées

La pose des dalles alvéolées sans lisse d'appui est possible à condition que les **largeurs d'appuis** soient **supérieures aux valeurs nominales** définies ci-dessous (voir schéma ci-dessous).  
L'espace d'appui est la profondeur devant être réservée, à la conception des appuis, pour permettre la pose des dalles alvéolées compte tenu d'obstacles éventuels et des différentes tolérances.

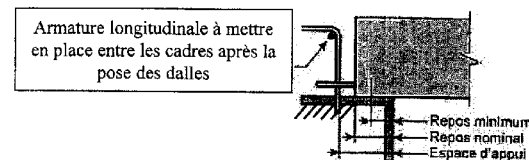
### Définitions

**Repos minimum:** Valeur de repos sur appui en dessous de laquelle une lisse de rive est obligatoire.

**Repos nominal:** Valeur du repos sur appui indiquée sur le plan de pose.

Pour garantir le repos minimum, le repos nominal doit tenir compte des tolérances de fabrication des dalles et des tolérances d'exécution des ouvrages.

**Espace d'appui:** profondeur d'appui nominale devant être réservée pour permettre la pose des dalles alvéolées compte tenu d'obstacles éventuels (cadres de poutre par exemple) et des différentes tolérances.



La valeur de l'espace d'appui est la plus grande des 2 valeurs:

• **A1 (cm)** =  $P_a / 1500$  ( $P_a$  en daN/m est défini ci-dessous)

• **A2 (cm)** = donnée par le tableau ci-contre

VALEURS A2 POUR SUPPORT BETON

L en m	Repos minimum	Repos nominal	Espace d'appui
$L < 10$	5	5	7
$10 \leq L < 12,5$	4	6	8
$12,5 \leq L < 15$	5	7	9
$L > 15$ m	6	8	10

En dessous de ces valeurs une lisse autostable le long de l'appui est obligatoire.

### Méthode de calcul de $P_a$

$P_a$  (daN/ml): charge transmise à l'appui en phase provisoire avec :

$$P_a \text{ (daN/ml)} = (1.35 \times G + 1.50 \times Q_c) \times L/2$$

• **G:** Poids propre du plancher fini (avec ou sans dalle de compression) en daN/m²

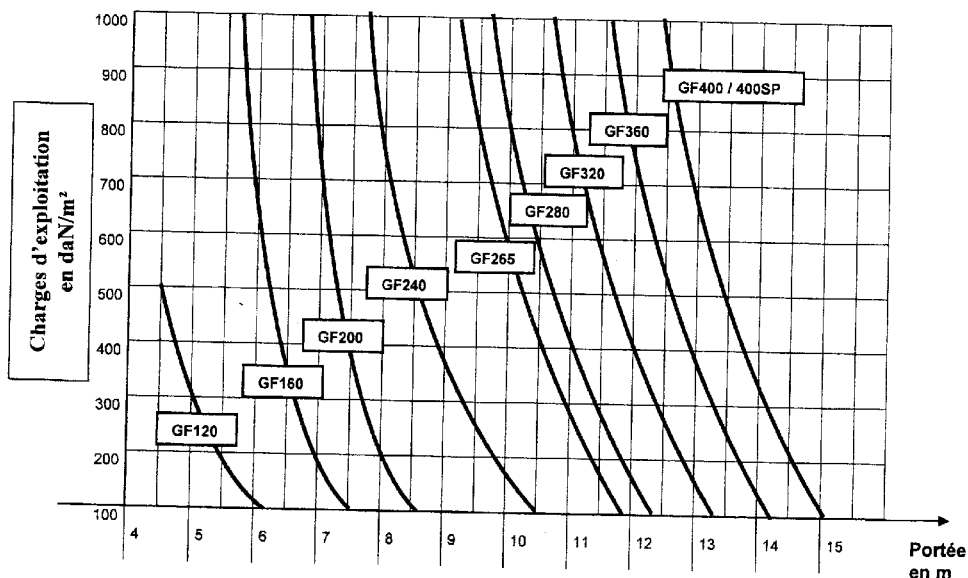
• **Qc:** Charge conventionnelle de chantier en daN/m² : 50 daN/m² pour les planchers sans table de compression 100 daN/m² pour les planchers avec table de compression

• **L:** Portée en m

# ANNEXE 1

## DOCUMENTATION DALLES ALVEOLEES

ABAQUE DE DETERMINATION AVEC TABLE DE COMPRESSION



LA DALLE ALVEOLEE					SANS TABLE de compression		AVEC TABLE de compression (5 cm)	
Nom	épais- seur cm	Module standard m	Pds dalle seule daN/ml	litrage joints l/m²	Pds du plancher fini daN/m²	Affaibliss. acoustique Indicatif dBA	Pds du plancher fini daN/m²	Affaibliss. acoustique Indicatif dBA
GF 120	12	1,20	247	4,6	215	46	335	54
GF 160	16	1,20	300	7,1	265	50	385	56
GF 200	20	1,20	348	9,6	310	52	430	57
GF 240	24	1,20	415	11,6	375	55	495	60
GF 265	26,5	1,20	441	13,7	400	56	520	61
GF 280	28	1,20	453	14,2	415	56	535	61
GF 320	32	1,20	506	17,1	460	58	580	62
GF 360	36	1,20	569	19,5	510	58	630	62
GF 400	40	1,20	612	22,1	560	60	680	63
GF 400SP	40	1,20	702	23,1	640	63	760	66

### Recommandations pour la pose des dalles alvéolées

La pose des dalles alvéolées sans lisse d'appui est possible à condition que les **largeurs d'appuis** soient **supérieures aux valeurs nominales** définies ci-dessous (voir schéma ci-dessous).  
L'espace d'appui est la profondeur devant être réservée, à la conception des appuis, pour permettre la pose des dalles alvéolées compte tenu d'obstacles éventuels et des différentes tolérances.

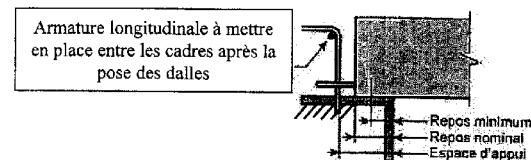
### Définitions

**Repos minimum:** Valeur de repos sur appui en dessous de laquelle une lisse de rive est obligatoire.

**Repos nominal:** Valeur du repos sur appui indiquée sur le plan de pose.

Pour garantir le repos minimum, le repos nominal doit tenir compte des tolérances de fabrication des dalles et des tolérances d'exécution des ouvrages.

**Espace d'appui:** profondeur d'appui nominale devant être réservée pour permettre la pose des dalles alvéolées compte tenu d'obstacles éventuels (cadres de poutre par exemple) et des différentes tolérances.



La valeur de l'espace d'appui est la plus grande des 2 valeurs:

• **A1 (cm)** =  $P_a / 1500$  ( $P_a$  en daN/m est défini ci-dessous)

• **A2 (cm)** = donnée par le tableau ci-contre

VALEURS A2 POUR SUPPORT BETON

L en m	Repos minimum	Repos nominal	Espace d'appui
$L < 10$	5	5	7
$10 \leq L < 12,5$	4	6	8
$12,5 \leq L < 15$	5	7	9
$L > 15$ m	6	8	10

En dessous de ces valeurs une lisse autostable le long de l'appui est obligatoire.

### Méthode de calcul de $P_a$

$P_a$  (daN/ml): charge transmise à l'appui en phase provisoire avec :

$$P_a \text{ (daN/ml)} = (1.35 \times G + 1.50 \times Q_c) \times L/2$$

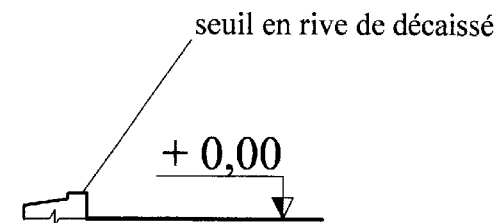
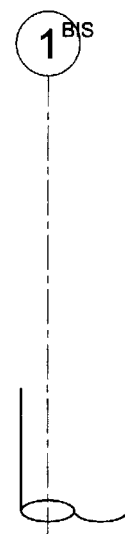
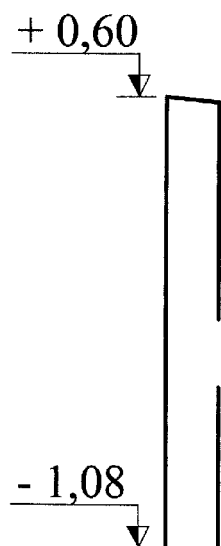
• **G:** Poids propre du plancher fini (avec ou sans dalle de compression) en daN/m²

• **Qc:** Charge conventionnelle de chantier en daN/m² : 50 daN/m² pour les planchers sans table de compression 100 daN/m² pour les planchers avec table de compression

• **L:** Portée en m

# COUPE SUR SEUIL 14-14

Echelle 1/20



## LEGENDE



Plot

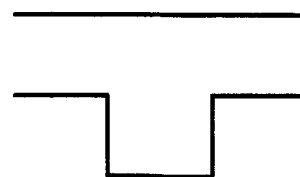
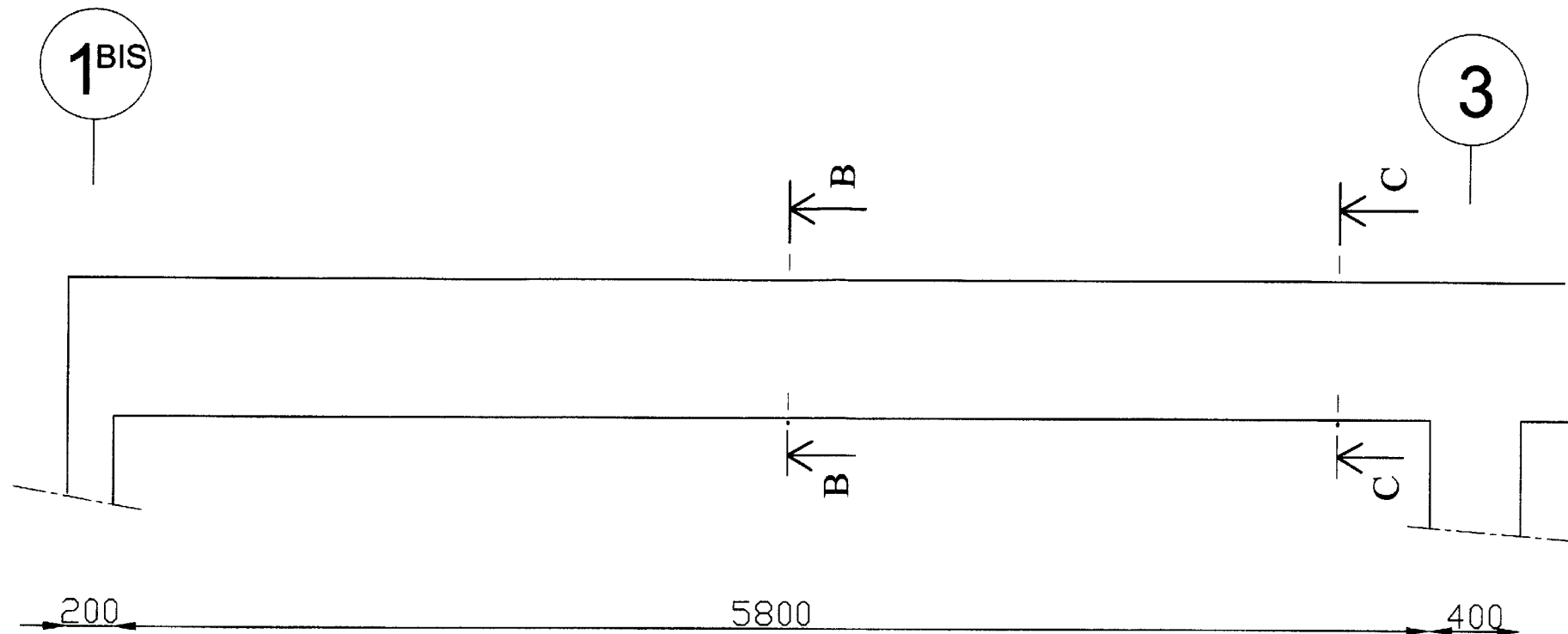


Isolation

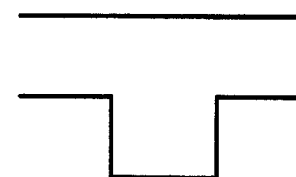


Etanchéité

DR N°1	
COUPE 14-14 & DETAILS	
Echelle 1/20	page 11/13



**B-B**



**C-C**




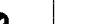

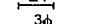
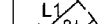
DR N°2		
PLAN D'ARMATURES		
POUTRE FILE C		
ECHELLE :	ELEVATION 1/20 COUPES 1/20	Enrobage :
		page 12/13

## NOMENCLATURE DES ACIERS

[illegible]

### AIDE AU CALCUL

Dans le tableau ci-dessous, vous trouverez les longueurs  $\Delta L$  (en mm) à ajouter aux périmètres des cadres (ou autres aciers transversaux) et aux longueurs hors tout des barres longitudinales pour obtenir la longueur développée totale.

D(mm)					D(mm)						
						ΔL	L1	ΔL	L1	ΔL	L1
6	120	110	110	110	12	180	110	200	180	240	280
8	160	160	160	160	20	300	180	330	300	400	460
10	200	200	200	200	25	380	220	410	370	500	580
12	240	240	240	240	32	480	290	530	480	640	740

Example :

- pour un cadre HA8 de 250x120, la longueur totale sera égale à :  $2 \times (250 + 120) + 160 = 900 \text{ mm}$

- pour une barre HA20 de longueur hors tout 3200mm avec crochet à 135°, la longueur totale sera égale à :  $3200 + 330 \times 2 = 3860 \text{ mm}$