

Agence Sud-Est:

Z.I. Les Paluds – Parc CREATI
58, avenue des Caniers – bât. A
13 400 Aubagne
Tél. : +33 (0)4 42 72 36 60

Siège social :

96, avenue du Général Leclerc
92100 Boulogne Billancourt
Tél. : +33 (0)1 80 87 48 90
Fax : +33 (0)1 80 87 60 96

Agence Ouest :

30, rue Frédéric Caillaud
44 000 Nantes
Tél. : +33 (0)2 40 37 54 81
Fax : +33 (0)2 72 22 06 42

Agence Centre :

16, rue Isaac Newton – Esprit 1
18 000 Bourges
Tél. : + 33 (0)2 48 66 63 93
Fax : + 33 (0)2 48 68 06 88

Agence Sud OUEST :

Rue Robert Caumont Imm P Les bureaux
Du Lac II 33049 BORDEAUX CEDEX
Tél. : +33 (0)5 56 11 70 15
Fax : +33 (0)5 56 39 51 12

Contact internet :

a.knellwolf@btpconsulting.fr

www.btpconsulting.fr

SAS SMPI
C/o SNC GESTIPAR
CS 500 80
7 RUE ALLIEIS
06414 CANNES CEDEX

Immeuble de logements
Place des Trois Six à Béziers (34)



**Diagnostic structurel et
pathologique avec préconisations**

RAPPORT DE DIAGNOSTIC

Référence	Etabli par :	Date :	Indice :
151660	M. KNELLWOLF	02/07/2015	0



SOMMAIRE

I. GENERALITES	5
II. PRESENTATION DU BATIMENT.....	5
II.1 LOCALISATION	5
II.2 DESCRIPTION SUCCINCTE.....	6
III. RESULTAT DES INVESTIGATIONS.....	9
III.1 LES PLANCHERS.....	9
III.1.1 Plancher haut RDC	9
III.1.2 Plancher haut R+1 (plancher bas R+2).....	12
III.1.3 Plancher entresol entre R+1 et R+2.....	17
III.1.4 Plancher haut R+3.....	19
III.2 LES ESCALIERS	27
28	
III.3 LES MURS.....	29
IV. CAPACITES PORTANTES DES PLANCHERS.....	31
IV.1 PLANCHER HAUT RDC	32
IV.1.1 ZONE 1.....	32
IV.2 PLANCHER HAUT R+1 (PLANCHER BAS R+2).....	33
IV.2.1 ZONE 2.....	33
IV.2.2 ZONE 3.....	34
IV.3 PLANCHER ENTRESOL ENTRE R+1 ET R+2	35
IV.3.1 ZONE 4.....	35
IV.4 PLANCHER HAUT R+3.....	36
IV.4.1 ZONE 5.....	36
IV.4.2 ZONE 6.....	37
IV.4.3 ZONE 7.....	38
V. ANALYSE DES DESORDRES ET PATHOLOGIES	39
V.1 DEGRADATION DES ELEMENTS BOIS	39
V.1.1 Affaissement des escaliers.....	39
V.1.2 Dégradation des planchers bois.....	42
V.2 FISSURATION DES REVETEMENTS DE SOL (TOMETTES) ET DES DOUBLAGES ET ENDUITS DES MURS.....	46
V.3 FISSURATION DES MURS DES COURETTES (PUITS DE LUMIERE) – FLECHISSEMENT DES POUTRES BOIS PRIMAIRES.....	49



VI. CONCLUSIONS ET PRECONISATIONS	51
VI.1 MURS PORTEURS.....	51
VI.2 ELEMENTS EN BOIS DES PLANCHERS ET DES ESCALIERS.....	51
VI.2.1 Planchers en bois	51
VI.2.2 Escalier en bois	52
VI.3 POUTRES BOIS PRIMAIRES.....	52
VI.4 ETAIEMENT DU PLANCHER EN ZONE 6 (R+3).....	52
VI.5 ETAIEMENT DES ESCALIERS.....	53
VII. ANNEXE : NOTES DE CALCUL DES CAPACITES PORTANTES	54
VII.1 PLANCHER HAUT RDC.....	54
VII.1.1 ZONE 1.....	54
1. CARACTERISTIQUES DES SOLIVES.....	54
2. CHARGES	54
3. CALCUL DE LA CAPACITE PORTANTE DES SOLIVES.....	55
VII.2 PLANCHER HAUT R+1 (PLANCHER BAS R+2).....	56
VII.2.1 ZONE 2.....	56
1. CARACTERISTIQUES DES SOLIVES.....	56
2. CHARGES	56
3. CALCUL DE LA CAPACITE PORTANTE DES SOLIVES.....	57
VII.2.2 ZONE 3.....	58
1. CARACTERISTIQUES DES SOLIVES.....	58
2. CHARGES	58
3. CALCUL DE LA CAPACITE PORTANTE DES SOLIVES.....	59
1. CARACTERISTIQUES DE LA POUTRE PRIMAIRE.....	60
2. CHARGES	60
3. MODELISATION.....	61
VII.3 PLANCHER ENTRESOL ENTRE R+1 ET R+2	63
VII.3.1 ZONE 4.....	63
1. CARACTERISTIQUES DES SOLIVES.....	63
2. CHARGES	63
3. CALCUL DE LA CAPACITE PORTANTE DES SOLIVES.....	64
VII.4 PLANCHER HAUT R+3.....	65
VII.4.1 ZONE 5.....	65
1. CARACTERISTIQUES DES SOLIVES BOIS	65
2. CHARGES	65
3. CALCUL DE LA CAPACITE PORTANTE DES SOLIVES.....	66



VII.4.2	Poutre primaire.....	67
1.	CARACTERISTIQUES DE LA POUTRE PRIMAIRE.....	67
2.	CHARGES	67
3.	MODELISATION.....	68
VII.4.3	ZONE 6.....	70
1.	CARACTERISTIQUES DES SOLIVES.....	70
2.	CHARGES	70
3.	CALCUL DE LA CAPACITE PORTANTE DES SOLIVES.....	71
VII.4.4	ZONE 7.....	72
1.	CARACTERISTIQUES DES SOLIVES.....	72
2.	CHARGES	72
3.	CALCUL DE LA CAPACITE PORTANTE DES SOLIVES.....	73

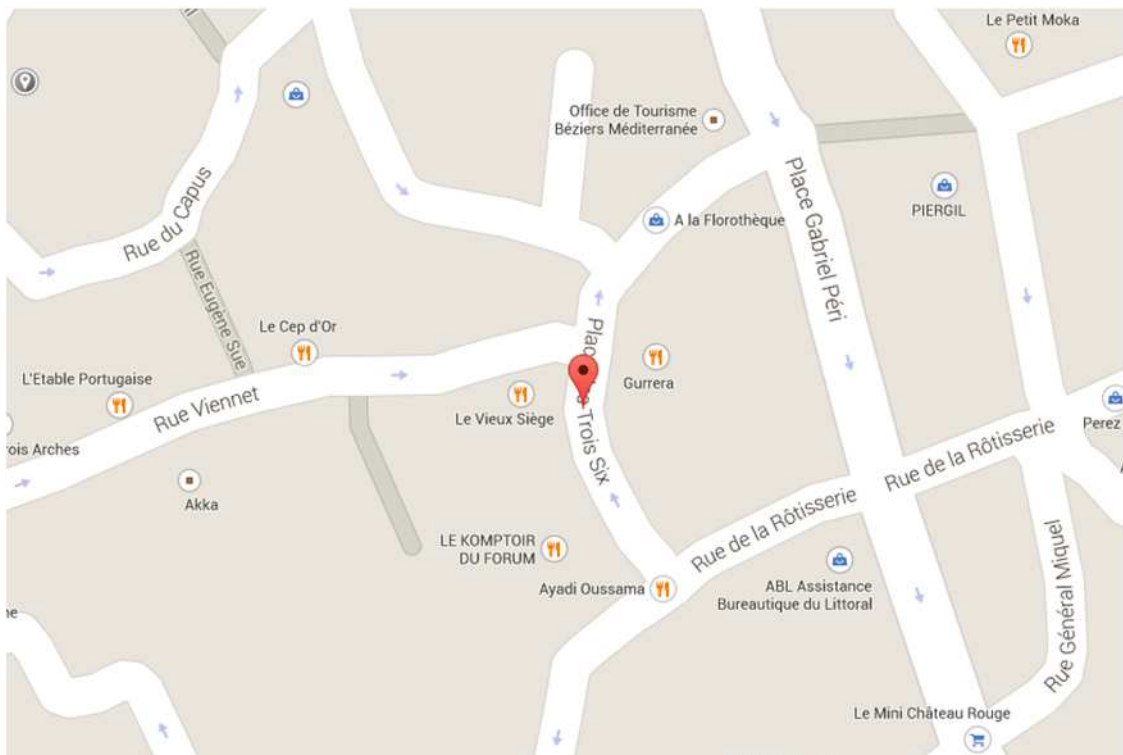
I. Généralités

Suite au constat de dégradations des planchers bois et des escaliers d'un bâtiment situé à Béziers (34), la société GESTIPAR, société de gestion immobilière, a consulté BTP CONSULTING pour une mission de diagnostic structure et pathologique avec avis technique et préconisations.

II. Présentation du bâtiment

II.1 Localisation

L'ouvrage est situé sur la Place des Trois Six à Béziers (34).



Plan de localisation

II.2 Description succincte

Il s'agit d'un vieux bâtiment d'habitation datant probablement du 19^{ème} siècle, comportant 7 niveaux :

- ✓ Un sous-sol
- ✓ Un RDC
- ✓ 3 étages
- ✓ Un niveau de combles (en R+4)



Photos du bâtiment

Il est en forme de L comme nous pouvons le voir sur le plan d'évacuation RDC ci-dessous :



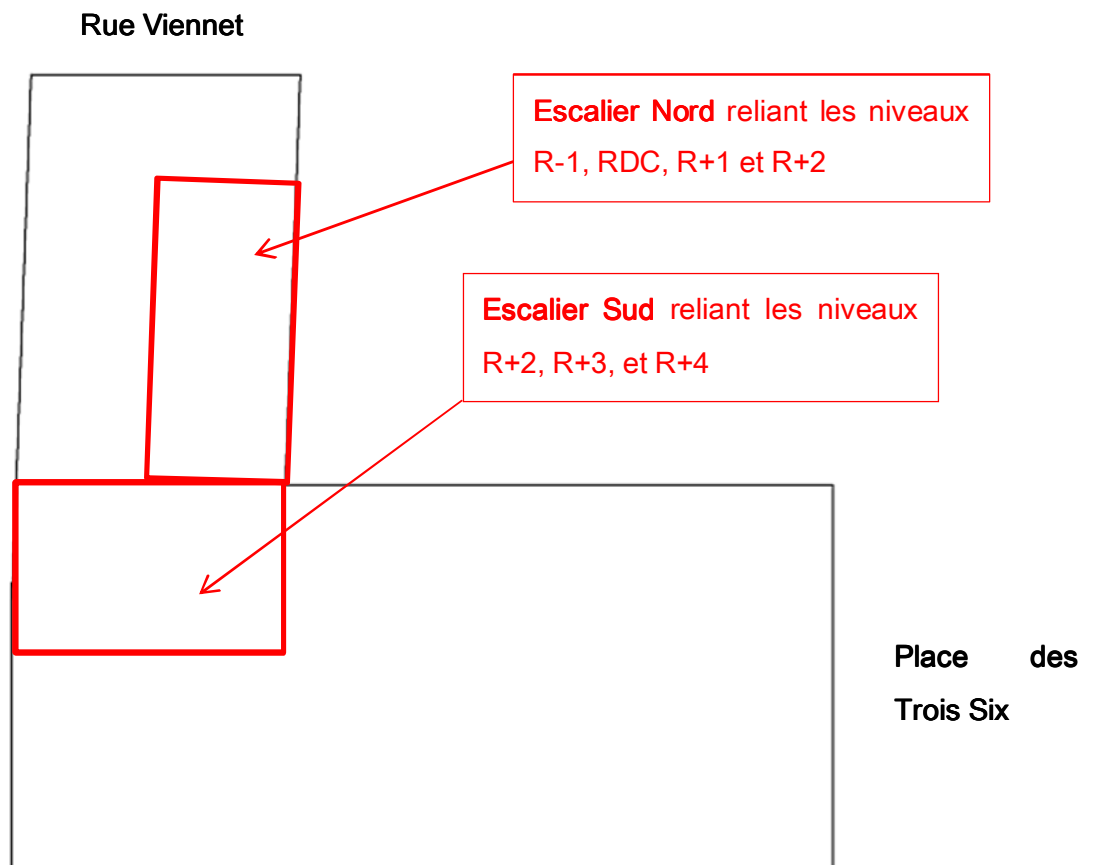
Plan d'évacuation RDC

La structure verticale est constituée par des murs en pierres de taille pour les murs de façade et de moellons pour les murs intérieurs et refends. Les planchers sont constitués par des solives bois avec des travures simples ou composées (avec des poutres bois primaires).

La charpente est quant à elle constituée par une charpente bois, supportant la toiture constituée par des tuiles.

Le bâtiment comporte 2 escaliers:

- ✓ Un escalier « Nord », reliant les niveaux RDC, R+1 et R+2 : il s'agit d'un escalier à volées droites avec un palier intermédiaire, surplombé par une verrière ;
- ✓ Un escalier « Sud », reliant les niveaux R+2, R+3 et R+4 : il s'agit d'un escalier balancé à deux quarts tournants, surplombés par une verrière.

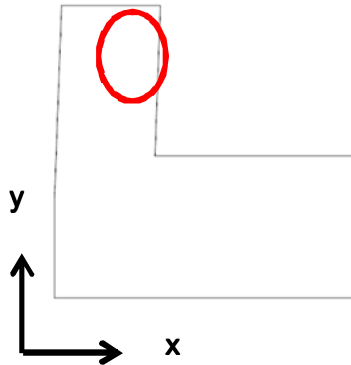


III. Résultat des investigations

III.1 Les planchers

III.1.1 Plancher haut RDC

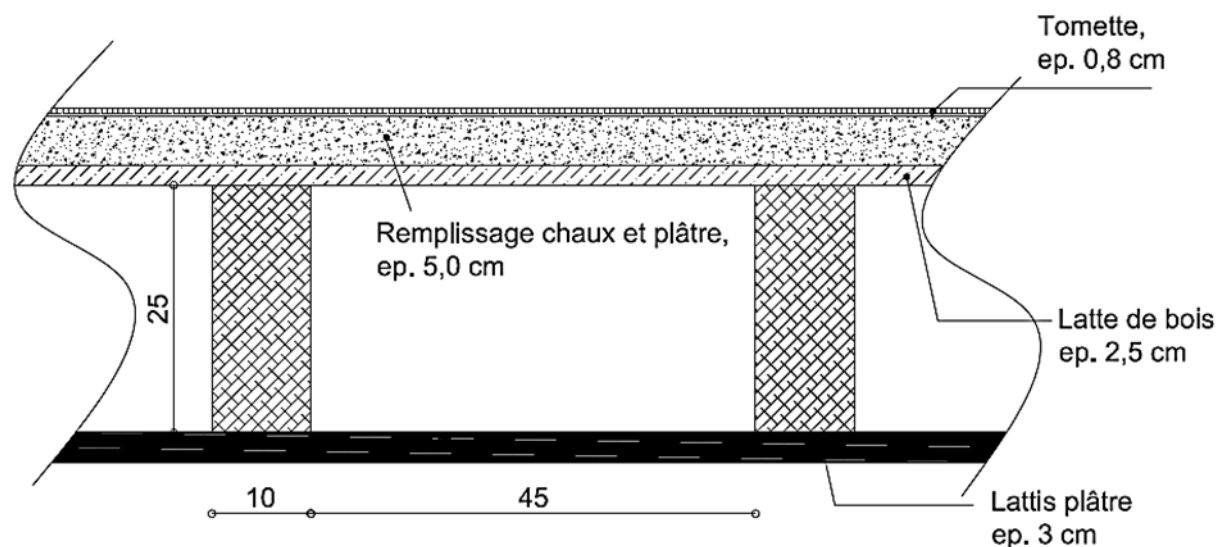
III.1.1.1 ZONE 1



Type de plancher	Plancher bois
Description	Solives bois portant selon la direction Y s'appuyant entre le mur de façade et une poutre bois. La constitution complète du plancher est détaillée sur la coupe page suivante.



Photos prises en sous-face (en plancher haut RDC)



Coupe du plancher selon X - ZONE 1 (PH RDC)

Caractéristiques des solives bois :

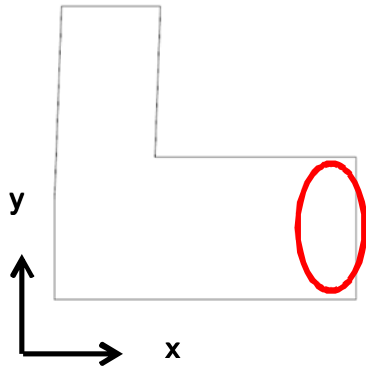
<i>Type de bois</i>	Résineux (pin ou sapin)
<i>Section</i>	10cm*25cm
<i>Entraxe</i>	55 cm
<i>Portée (max)</i>	5,20 m
<i>Taux d'humidité</i>	~ 30%
<i>Test de poinçonnement (au tournevis)</i>	1 cm
<i>Etat sanitaire</i>	<p>Mauvais état – Pourriture des bois au niveau des appuis suite à des infiltrations partiellement stoppées. Le taux d'humidité relevé près des appuis est anormalement élevé et met en évidence le fait qu'il existe encore des infiltrations aujourd'hui (nous sommes intervenus le lendemain d'un orage).</p> <p>Un morceau de lattis plâtré s'est effondré suite aux importantes infiltrations.</p>



Test de poinçonnement

III.1.2 Plancher haut R+1 (plancher bas R+2)

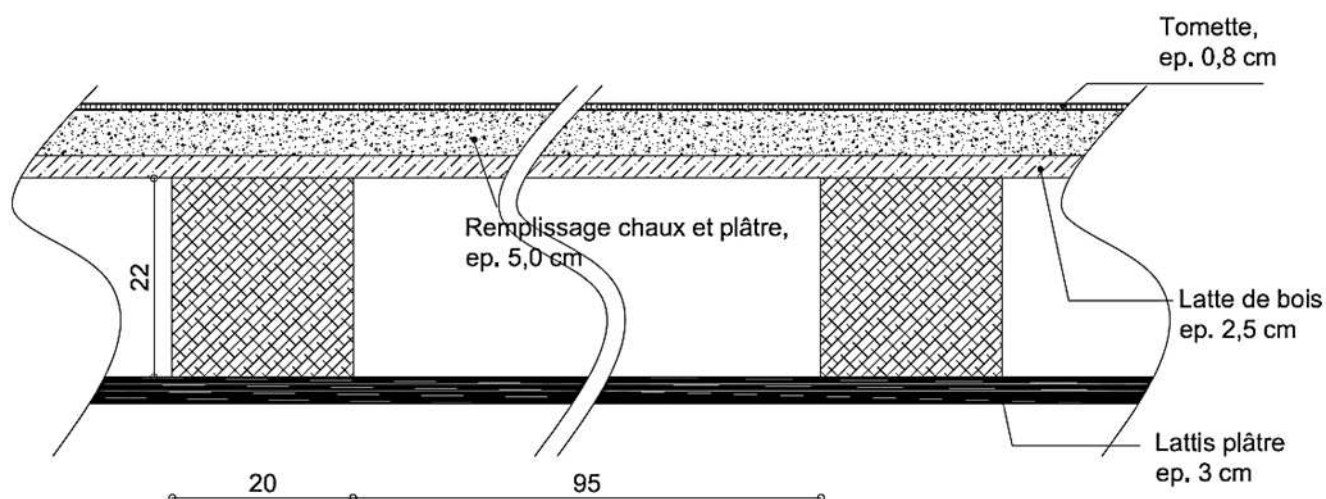
III.1.2.1 ZONE 2



Type de plancher	Plancher bois
Description	<p>Solives bois portant selon la direction X s'appuyant entre le mur de façade et une poutre bois.</p> <p>La constitution complète du plancher est détaillée sur la coupe page suivante.</p>



Photos du sondage prises par le dessus (en plancher bas R+2)



Coupe du plancher selon Y - ZONE 2 (PH R+1)

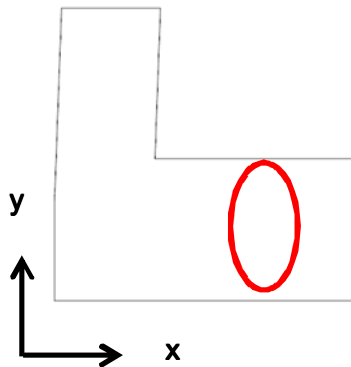
Caractéristiques des solives bois :

Type de bois	Résineux (pin ou sapin)
Section	20cm*22cm
Entraxe	130 cm (en moyenne)
Portée (max)	5,20 m selon X
Taux d'humidité	~ 7 %
Test de poinçonnement (au tournevis)	0,3 cm
Etat sanitaire	Bon état



Mesure du taux d'humidité

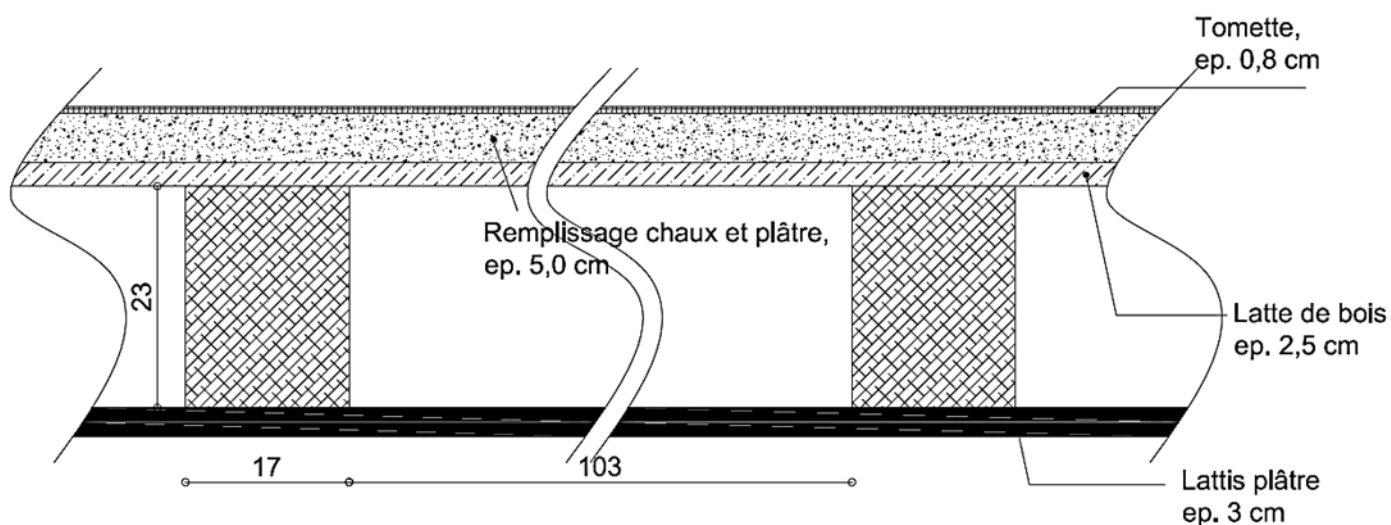
III.1.2.2 ZONE 3



Type de plancher	Plancher bois
Description	Solives bois portant selon la direction X s'appuyant sur 2 poutres bois. La constitution complète du plancher est détaillée sur la coupe page suivante.



Photos du sondage prise par le dessus (en plancher bas R+2)



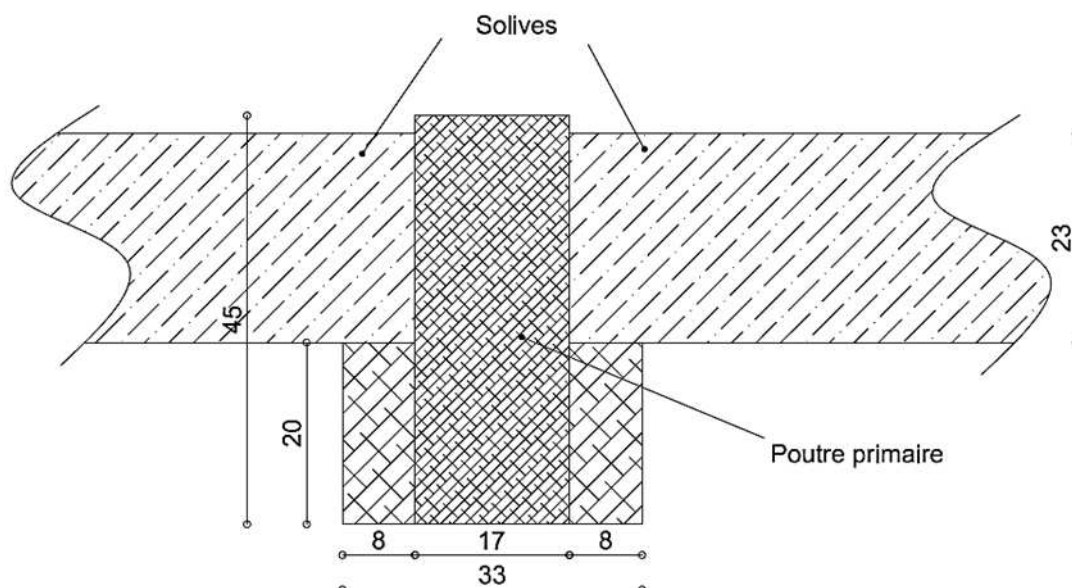
Coupe du plancher selon Y - ZONE 3 (PH R+1)

✓ **Caractéristiques des solives bois :**

Type de bois	Résineux (pin ou sapin)
Section	17cm*23cm
Entraxe	120 cm
Portée (max)	3,20 m selon X
Taux d'humidité	~ 7 %
Test de poinçonnement (au tournevis)	0,2 cm
Etat sanitaire	Bon état général

✓ **Caractéristiques des poutres primaires :**

Type de bois	Résineux (pin ou sapin)
Section	17cm*45cm
Portée (max)	8,15 m selon Y
Taux d'humidité	~ 4 %
Test de poinçonnement (au tournevis)	0,2 cm
Etat sanitaire	Bon état général



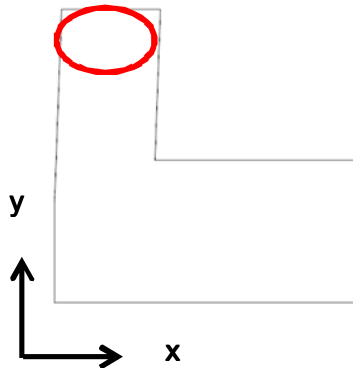
Coupe au niveau de la poutre primaire selon X - ZONE 3 (PH R+1)



Photos du sondage sur la poutre primaire prise en sous-face (plancher haut R+1)

III.1.3 Plancher entresol entre R+1 et R+2

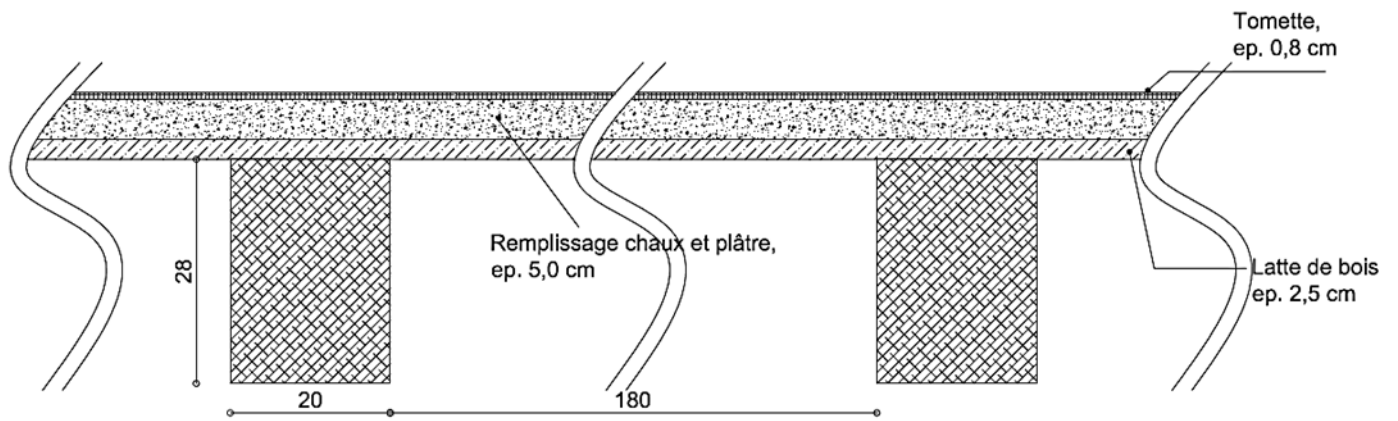
III.1.3.1 ZONE 4



Type de plancher	Plancher bois
Description	Solives bois portant selon la direction X s'appuyant sur 2 murs. La constitution complète du plancher est détaillée sur la coupe page suivante.



Photos du sondage prise en sous-face (en plancher haut de l'entresol entre R+1 et R+2)



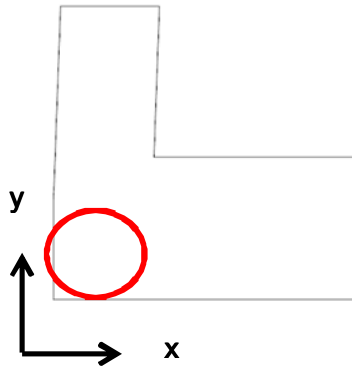
Coupe du plancher selon Y - ZONE 4 (PH entresol R+1 entre et R+2)

Caractéristiques des solives bois :

Type de bois	Résineux (pin ou sapin)
Section	20cm*28cm
Entraxe	200 cm
Portée (max)	5,00 m selon Y
Taux d'humidité	~ 16 %
Test de poinçonnement (au tournevis)	0,8 cm
Etat sanitaire	Etat moyen – anciennes traces d'infiltrations ayant légèrement altéré le bois aux appuis.

III.1.4 Plancher haut R+3

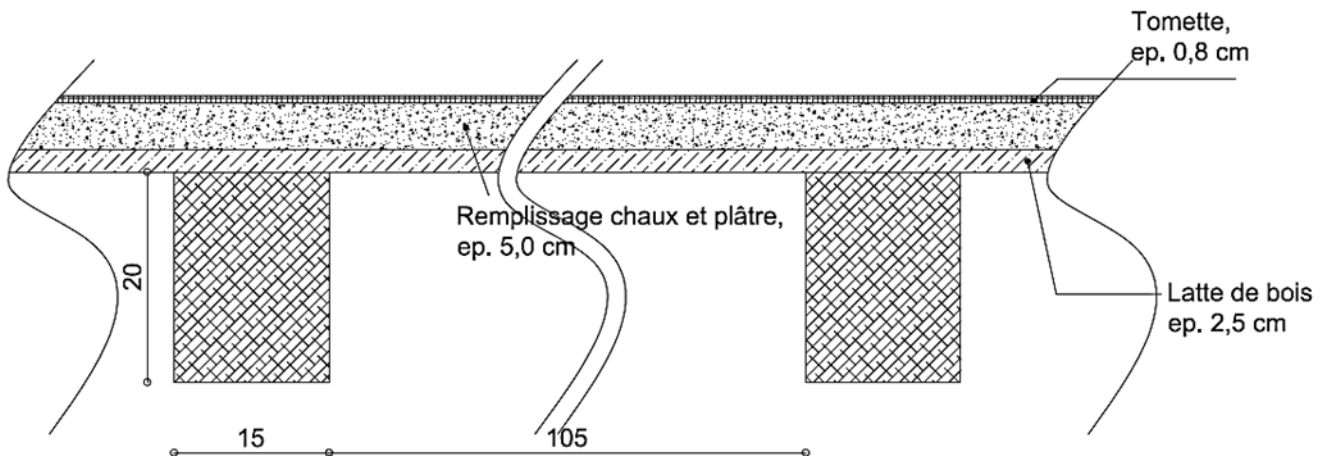
III.1.4.1 ZONE 5



Type de plancher	Plancher bois
Description	Solives bois portant selon la direction X s'appuyant sur 2 poutres bois. La constitution complète du plancher est détaillée sur la coupe page suivante.



Photos du sondage



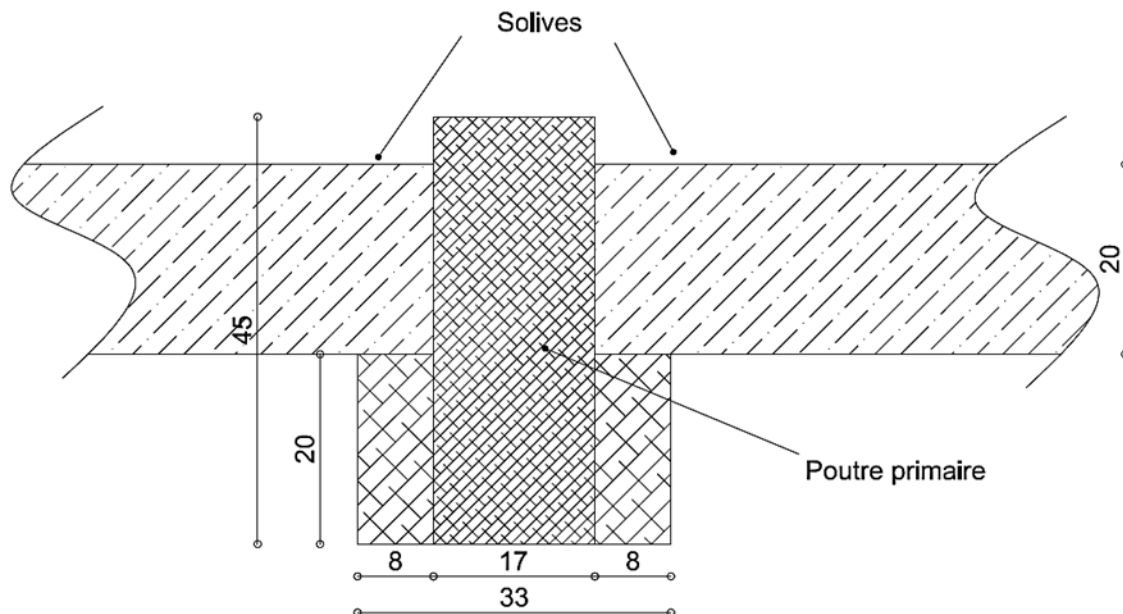
Coupe du plancher selon Y - ZONE 5 (PH R+3)

✓ Caractéristiques des solives bois :

Type de bois	Résineux (pin ou sapin)
Section	15cm*20cm
Entraxe	120 cm
Portée (max)	3,20 m selon X
Taux d'humidité	~ 7 %
Test de poinçonnement (au tournevis)	0,2 cm
Etat sanitaire	Bon état général

✓ **Caractéristiques des poutres primaires :**

Type de bois	Résineux (pin ou sapin)
Section	17cm*45cm
Portée (max)	8,15 m selon Y
Taux d'humidité	~ 4 %
Test de poinçonnement (au tournevis)	0,4 cm
Etat sanitaire	Bon état général

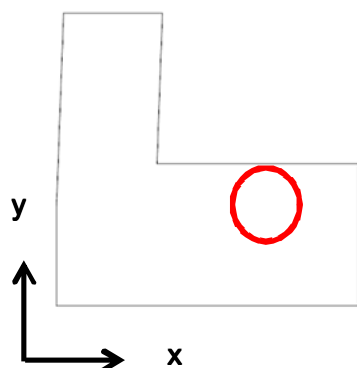


Coupe au niveau de la poutre primaire selon X - ZONE 5 (PH R+3)



Photos du sondage sur la poutre primaire (sous-face en plancher haut R+3)

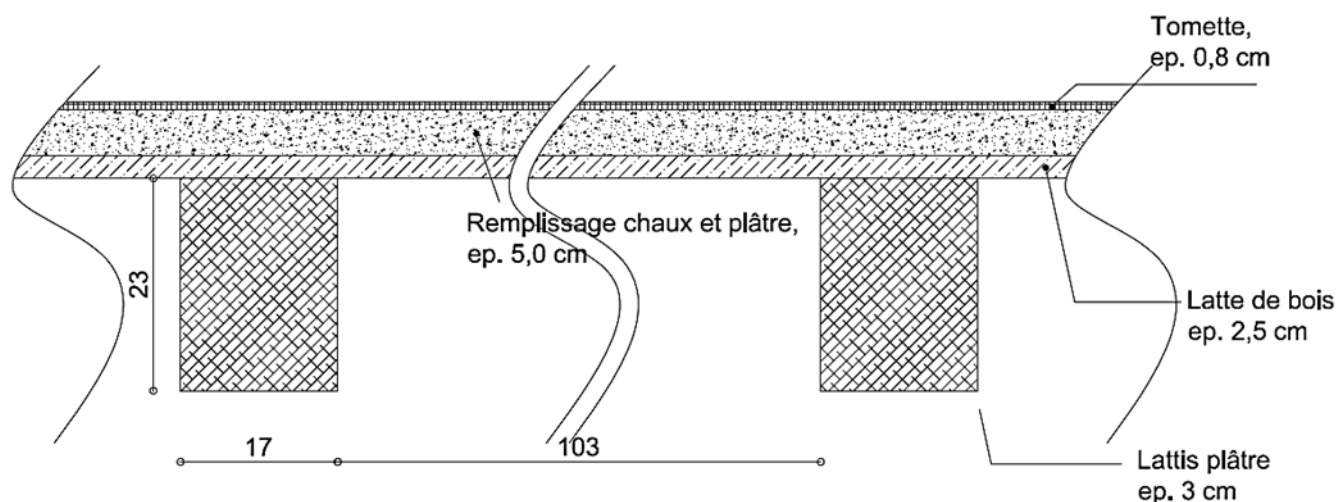
III.1.4.2 ZONE 6



Type de plancher	Plancher bois
Description	Solives bois portant selon la direction X s'appuyant sur 2 poutres bois. La constitution complète du plancher est détaillée sur la coupe page suivante.



Photos prises en sous-face (en plancher haut R+3)



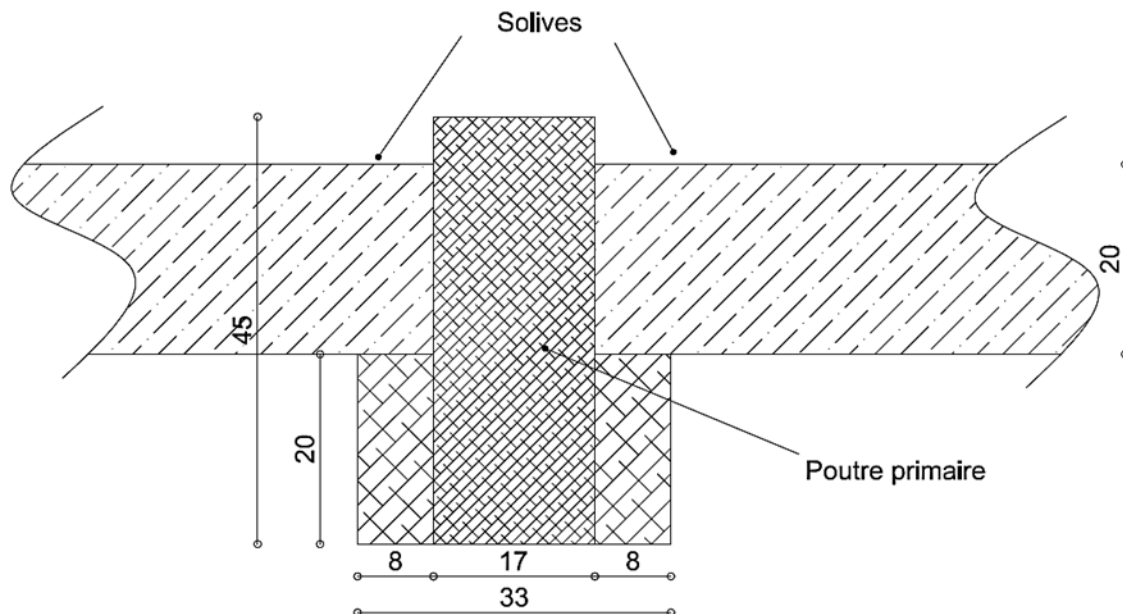
Coupe du plancher selon Y - ZONE 6 (PH R+3)

✓ Caractéristiques des solives bois :

Type de bois	Résineux (pin ou sapin)
Section	17cm*23cm
Entraxe	120 cm
Portée (max)	3,20 m selon X
Taux d'humidité	~ 8 %
Test de poinçonnement (au tournevis)	1 cm
Etat sanitaire	Très mauvais état - Au-dessus (au R+4) il y avait une salle de bain, présentant de gros défauts d'étanchéité pendant probablement une longue période ayant entraîné d'importantes infiltrations (qui sont aujourd'hui stoppées puisque le bâtiment n'est plus exploité). Les taux d'humidité sont donc normaux, mais le bois est généralement pourri, comme le montre le test d'enfoncement.

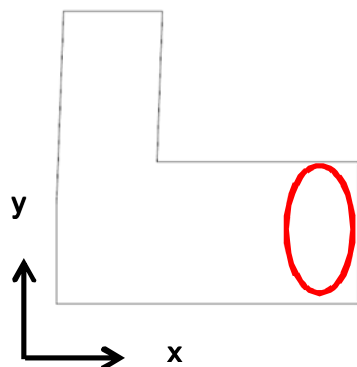
✓ **Caractéristiques des poutres primaires :**

Type de bois	Résineux (pin ou sapin)
Section	17cm*45cm
Portée (max)	8,15 m selon Y
Taux d'humidité	~ 4 %
Test de poinçonnement (au tournevis)	0,4 cm
Etat sanitaire	Etat moyen



Coupe au niveau de la poutre primaire selon X - ZONE 5 (PH R+3)

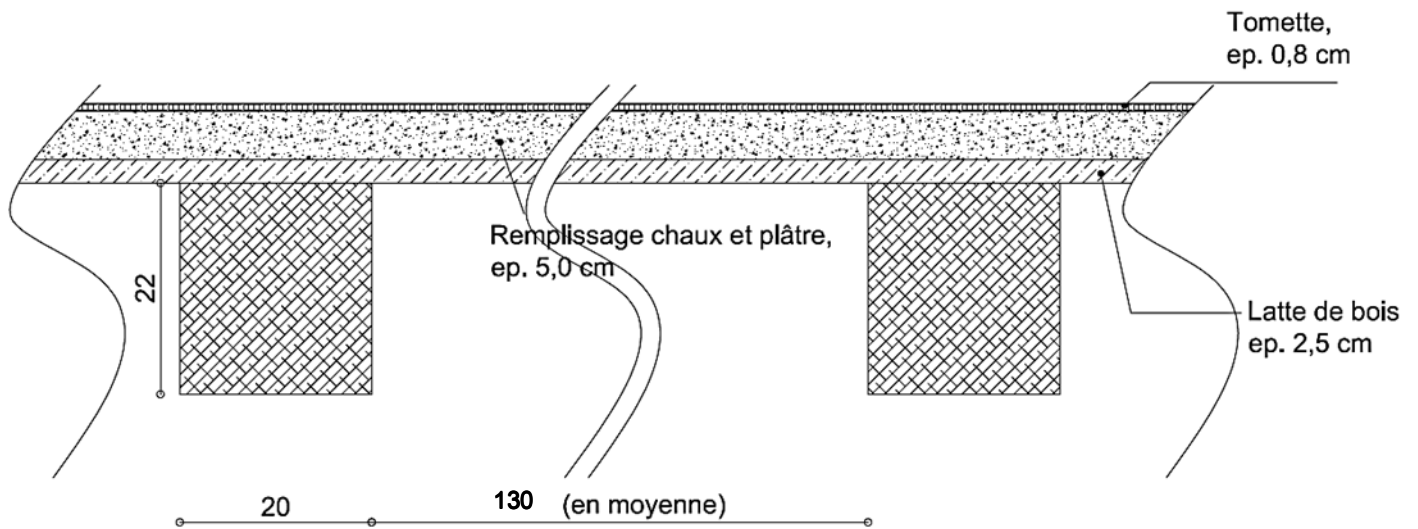
III.1.4.3 ZONE 7



Type de plancher	Plancher bois
Description	Solives bois portant selon la direction X s'appuyant entre le mur de façade et une poutre bois. La constitution complète du plancher est détaillée sur la coupe page suivante.



Photos prises en sous-face (en plancher haut R+3)



Coupe du plancher selon Y - ZONE 7 (PH R+3)

Caractéristiques des solives bois :

Type de bois	Résineux (pin ou sapin)
Section	20cm*22cm
Entraxe (en moyenne)	130 cm
Portée (max)	3,20 m selon X
Taux d'humidité	~ 5 %
Test de poinçonnement (au tournevis)	1 cm
Etat sanitaire	<p>Mauvais état au niveau de certains appuis côté mur de façade – bois altéré au niveau de certains appuis côté façade ayant subi des infiltrations.</p> <p>Bon état sur le reste des éléments.</p>

III.2 Les escaliers

Les escaliers Sud et Nord sont constitués par des poutres bois en consoles encastrés dans les murs, supportant les marches et les contremarches en dalles de pierre taillées. Un remplissage constitué d'un tout venant probablement mélangé à de la chaux, a été mis en œuvre entre les poutres bois et sous les marches, retenu en sous-face par un lattis plâtré.



Poutre bois en console encastrée dans le mur



Remplissage



Encastrement de 20 cm environ



Lattis plâtré en sous-face des escaliers

III.3 Les murs

Les murs sont constitués par des pierres de taille en façade, et par des murs en moellons pour les murs intérieurs.

Côté intérieur, les murs sont:

- ✓ soit doublés en briquettes de 5 cm d'épaisseur environ, revêtues d'un enduit de 1cm d'épaisseur environ :



Doublage en briquettes avec enduit

- ✓ soit directement recouverts d'un enduit sur une épaisseur de 3 cm environ :



Murs recevant directement un enduit

Au niveau des 2 courettes intérieures (puits de lumière), il s'agit de murs de remplissage (non porteurs), supportés par les poutres primaires et sur des chevêtres en bois, dont certaines sont directement visibles (flèches rouges ci-dessous).



Murs des courettes (puits de lumières)



IV. Capacités portantes des planchers

Avant de réaliser une analyse des désordres et des pathologies (qui sera traitée dans la partie suivante), nous avons voulu vérifier par le calcul que les planchers étaient aptes à reprendre des charges d'exploitation d'habitation (150 kg/m² au sens de la norme NFP 06-001).

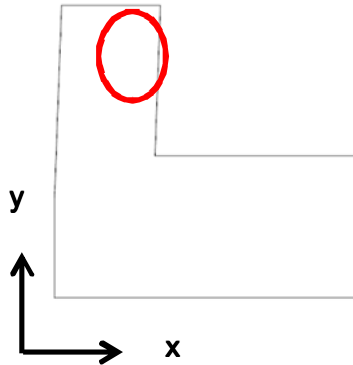
Pour cela nous avons relevés pour chacun des 7 zones les caractéristiques des solives et des éléments constituant le plancher, ainsi que celles de certaines poutres primaires.

Les notes de calculs sont fournies en annexe (partie VII).

REMARQUE IMPORTANTE : Les capacités portantes données sont valables pour des éléments en bon état de conservation et ne présentant pas de pathologie particulière. Se reporter à la partie suivante V « analyse des désordres et pathologies » et suivre les préconisations données en partie VI.

IV.1 Plancher haut RDC

IV.1.1 ZONE 1



IV.1.1.1 Solives

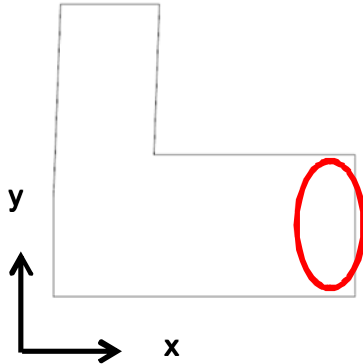
Les solives du plancher de la zone 1 sont bien aptes à reprendre une charge d'exploitation d'habitation (150 kg/m²), aussi bien en termes de contrainte qu'en termes de flèche.

IV.1.1.2 Poutres primaires

Non relevées.

IV.2 Plancher haut R+1 (plancher bas R+2)

IV.2.1 ZONE 2



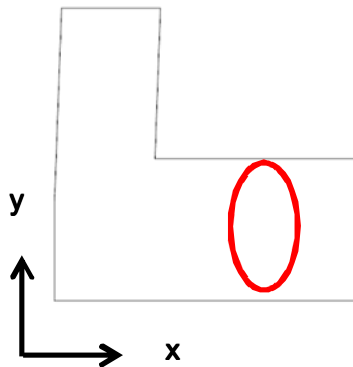
IV.2.1.1 Solives

Les solives du plancher de la zone 2 sont aptes à reprendre une charge d'exploitation d'habitation (150 kg/m²) du point de vue de la contrainte, mais pas en termes de flèche : on a une flèche de 2,5 cm au lieu des 1,7cm admissibles. Ceci explique en partie les désordres observés au niveau des sols de cette zone (cf. détails dans la partie V.2).

IV.2.1.2 Poutres primaires

Non relevées.

IV.2.2 ZONE 3



IV.2.2.1 Solives

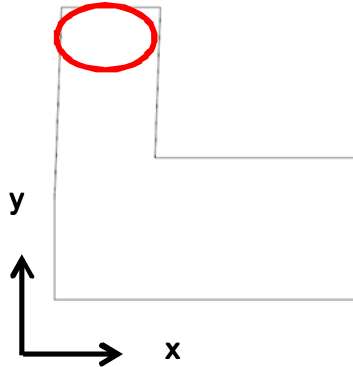
Les solives du plancher de la zone 3 sont bien aptes à reprendre une charge d'exploitation d'habitation (150 kg/m²), aussi bien en termes de contrainte qu'en termes de flèche.

IV.2.2.2 Poutres primaires

Les calculs montrent que la contrainte dépasse d'environ 2 fois la contrainte admissible du bois (215,5 bar > 100 bar) en considérant une charge d'exploitation d'habitation (150 kg/m²). Par ailleurs, en termes de déformée, on obtient une flèche de 6,3cm au lieu des 2,7 cm admissible (l/300). Ceci explique ainsi les désordres observés notamment au niveau des murs supportés par ces poutres qui fissurent (cf. détails en parties V.3 et V.4).

IV.3 Plancher entresol entre R+1 et R+2

IV.3.1 ZONE 4



IV.3.1.1 Solives

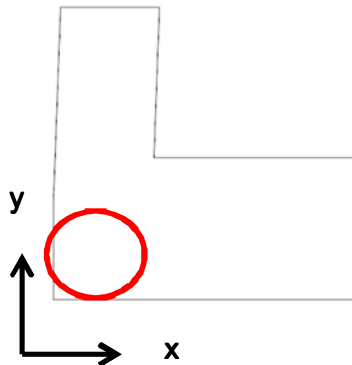
Les solives du plancher de la zone 4 sont bien aptes à reprendre une charge d'exploitation d'habitation (150 kg/m²), aussi bien en termes de contrainte qu'en termes de flèche.

IV.3.1.2 Poutres primaires

Non relevées

IV.4 Plancher haut R+3

IV.4.1 ZONE 5



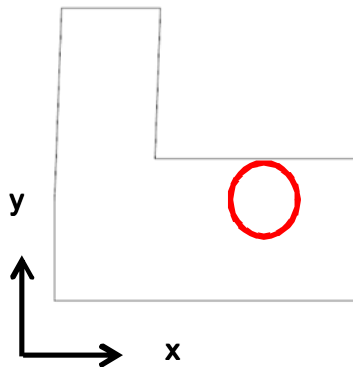
IV.4.1.1 Solives

Les solives du plancher de la zone 5 sont bien aptes à reprendre une charge d'exploitation d'habitation (150 kg/m²), aussi bien en termes de contrainte qu'en termes de flèche.

IV.4.1.2 Poutre primaire

Les calculs montrent que la contrainte dépassent d'environ 2 fois la contrainte admissible du bois (215,5 bar > 100 bar) en considérant une charge d'exploitation d'habitation (150 kg/m²). Par ailleurs, en termes de déformée, on obtient une flèche de 6,3cm au lieu des 2,7 cm admissible (l/300). Ceci explique ainsi les désordres observés notamment au niveau des murs supportés par ces poutres qui fissurent (cf. détails en parties V.3 et V.4).

IV.4.2 ZONE 6



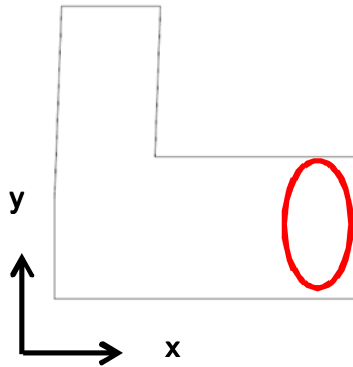
IV.4.2.1 Solives

Les solives du plancher de la zone 6 sont bien aptes à reprendre une charge d'exploitation d'habitation (150 kg/m²), aussi bien en termes de contrainte qu'en termes de flèche.

IV.4.2.2 Poutres primaires

Non relevées

IV.4.3 ZONE 7



IV.4.3.1 Solives

Les solives du plancher de la zone 7 sont aptes à reprendre une charge d'exploitation d'habitation (150 kg/m²) du point de vue de la contrainte, mais pas en termes de flèche : on a une flèche de 2,5 cm au lieu des 1,7cm admissibles. Ceci explique en partie les désordres observés au niveau des sols de cette zone (cf. détails dans la partie IV.2).

IV.4.3.2 Poutres primaires

Non relevées

V. Analyse des désordres et pathologies

V.1 Dégradation des éléments bois

Le bâtiment a subi de nombreuses et importantes infiltrations d'origines différentes :

- ✓ Infiltrations depuis la toiture
- ✓ Infiltrations depuis les façades au niveau des menuiseries notamment
- ✓ Infiltrations depuis les verrières (au droit des escaliers Nord et Sud)
- ✓ Infiltrations dues à des fuites de canalisation (notamment dans les salles de bain)

La plupart de ces infiltrations sont aujourd'hui traitées (à part au niveau de la zone 1 en RDC au niveau de la façade Nord), ce que nous avons pu vérifier lors de nos investigations qui se sont déroulées le jour même et le lendemain d'une journée de forte précipitation (les 8 et 9 juin 2015). En effet, aucune trace d'infiltration n'a été constatée et les mesures des taux d'humidité sur les zones sondées étaient toutes inférieures à 20%.

Cependant, certaines de ces infiltrations ont été suffisamment importantes et ont duré suffisamment longtemps pour permettre aux insectes xylophages de se développer et d'altérer le bois constitutifs sur certaines zones de planchers, mais surtout des escaliers.

V.1.1 Affaissement des escaliers

L'affaissement et le déchaussement des marches des escaliers Nord et Sud sont dus aux nombreuses infiltrations ayant eu lieu au niveau des verrières, dont les traces encore visibles aujourd'hui attestent de leur ampleur, tout particulièrement au niveau de la verrière de l'escalier Sud (escalier reliant les niveaux R+2 à R+4) :



Traces d'infiltration derrière escalier Nord



Traces d'infiltration derrière escalier Sud

Les sondages que nous avons réalisés au niveau des marches d'escaliers mettent en évidence une altération avancée des bois porteurs : signes de pourrissement, traces d'attaques par insectes xylophages, test d'enfoncement à la pointe supérieur à 1cm (cf. photo ci-dessous).



Test d'enfoncement au tournevis : enfoncement de plus de 1 cm

La photo ci-dessus permet également de voir clairement le degré d'altération avancé du bois.

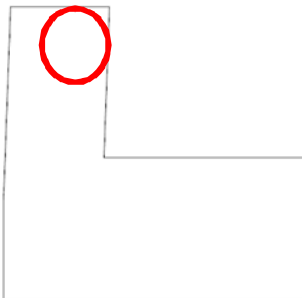
Nous considérons que l'intégralité des escaliers Nord et Sud est à reprendre ou à remplacer (cf. partie suivante VI « Conclusions et préconisations »).

V.1.2 Dégradation des planchers bois

Nous avons constaté 2 zones affectées :

- ✓ Au niveau de la ZONE 1 en plancher haut RDC :
- ✓ Au niveau de la ZONE 6 en plancher haut R+3

V.1.2.1 Plancher haut RDC - ZONE 1



Pourriture des bois au niveau des appuis suite à des infiltrations partiellement stoppées. Le taux d'humidité relevé près des appuis est anormalement élevé (~ 30%) et met en évidence le fait qu'il existe encore des infiltrations aujourd'hui (nous sommes intervenus le lendemain d'un orage).

Un morceau de lattis plâtré s'est effondré récemment suite à ces infiltrations.

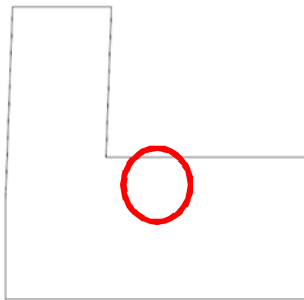


Test de poinçonnement

**BTP CONSULTING
INGENIERIE – DIAGNOSTICS – GEOPHYSIQUE – EXPERTISES**

V.1.2.2 Plancher haut R+3 –ZONE 6

Au-dessus (au R+4) il y a une salle de bain, présentant de gros défauts d'étanchéité pendant probablement une longue période ayant entraîné d'importantes infiltrations (qui sont aujourd'hui stoppées puisque le bâtiment n'est plus exploité). Les taux d'humidité sont donc normaux (<20%), mais le bois est très altéré dans cette zone, ce que confirme le test de poinçonnement (enfouissement supérieur à 1cm).



Photos prises en sous-face (en plancher haut R+3)

Par ailleurs, le système d'étalement mis en place pour assurer provisoirement la stabilité du plancher haut R+3 dans cette zone n'est pas adapté : certains étais ne supportent pas les solives bois, mais le parquet situé entre ces solives :



De même, en plancher bas du R+3, les bastaings, servant à répartir les charges, sont disposés parallèlement aux solives, alors qu'elles devraient être disposées perpendiculairement afin de répartir les charges sur les solives :



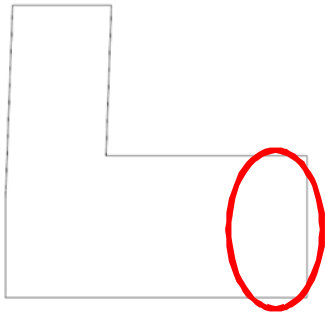
Système d'étalement à reprendre

Remarque 1 : en règle générale, les étais supportant le plancher haut N+1, devraient être repris au niveau du niveau N, et ainsi de suite jusqu'au niveau le plus bas afin d'assurer la descente de charge jusqu'au sol. Cependant, les calculs de capacité portante montrent que sur cette zone, les solives sont capables de reprendre une charge importante (plus de 500 kg/m²), et le plancher bas R+3 n'est pas altéré : on pourra donc se permettre de ne pas étayer les niveaux inférieurs, *dans le cas où les travaux de reprise sont envisagés à court terme.*

Remarque 2: Il conviendra de vérifier visuellement l'état des solives et poutres bois sur leur intégralité après dépose de la totalité des lattis plâtrés sur les niveaux R+1 et R+2. Nous estimons que les solives et poutres bois altérées, qui doivent faire l'objet d'un renforcement, représentent environ 20% de l'ensemble de ces éléments.

V.2 Fissuration des revêtements de sol (tomettes) et des doublages et enduits des murs

Sur la trame entourée en rouge ci-dessous, sur les niveaux R+1 à R+3, nous avons remarqué que les revêtements de sol et les enduits de murs présentent des fissures.



Fissure au niveau des sols près des appuis des planchers – Zone 2 R+2

Nous avons bien vérifié que les fissures visibles sur les murs ne se prolongent pas dans le mur : seul le doublage brique ou l'enduit est concerné. Il ne s'agit donc pas de tassement différentiel, d'autant plus que ces fissures ne se prolongent pas jusqu'aux niveaux inférieurs.



Fissure biaise du doublage du mur refend Nord côté façade de la zone 2 (R+2)



Fissure biaise du doublage du mur refend Sud côté façade de la zone 2 (R+2)



Fissure biaise de l'enduit du mur de façade Est de la zone 7 (R+3)

Les calculs de capacité portante réalisés sur cette trame sur les plancher haut R+1 (zone 2) et plancher haut R+3 (zone 7) montrent que les solives sont aptes à reprendre une charge d'exploitation d'habitation (150 kg/m²) du point de vue de la contrainte, **mais pas en termes de flèche : on a une flèche de 2,5 cm.**

Les fissures observées s'expliquent donc en partie par un fléchissement relativement important du plancher, et notamment en raison des rotations sur appuis : en effet les fissures des revêtements se trouvent à proximité des appuis, ainsi que les fissures des doublages et enduits des murs.

V.3 Fissuration des murs des courettes (puits de lumière) – fléchissement des poutres bois primaires



Fissures biaisées murs des courettes

Ces murs de remplissage sont supportés par les poutres primaires et des poutres chevron. Les fissures biaisées sont très marquées au niveau des murs supportés par les poutres primaires. Or, les calculs de capacité portante ont montré que la contrainte dépassent d'environ 2 fois la contrainte admissible du bois ($215,5 \text{ bar} > 100 \text{ bar}$) en considérant une charge d'exploitation d'habitation (150 kg/m^2). Par ailleurs, en termes de déformée, on obtient une flèche de $6,3 \text{ cm}$ au lieu des $2,7 \text{ cm}$ admissible ($1/300$). Ceci explique largement les désordres observés.

Par ailleurs, le fléchissement de ces poutres primaires est également observable :

- ✓ Par les fissures observées de l'enduit plâtre en sous-face de certaines poutres primaires:



Fléchissement poutre primaire mis en évidence par la fissuration de l'enduit plâtre

- ✓ Par le fléchissement de certains planchers selon l'orientation Nord-Sud (parallèlement aux poutres primaires), notamment au niveau des zones 3 et 6.

VI. Conclusions et préconisations

VI.1 Murs porteurs

Les murs porteurs sont en bon état : les fissures visibles sont principalement dues à la flexion des planchers provoquant la fissuration des enduits et doublages. Il n'y a pas de problème lié aux fondations observé.

VI.2 Eléments en bois des planchers et des escaliers

D'importantes infiltrations ont eu lieu dans le passé, et elles sont pour la plupart traitées (à part encore quelques une aujourd'hui qui sont toujours d'actualité, comme en zone 1). Ces infiltrations ont altéré les bois structurels de certaines zones de planchers, mais aussi et surtout ceux des escaliers Nord et Sud (pour rappel, l'ossature porteuse des escaliers est constituée de poutres bois en console encastées dans les murs, supportant les marches et les contremarches en pierre, du remplissage et un lattis plâtré en sous face).

VI.2.1 Planchers en bois

Il conviendra de **vérifier l'intégralité des solives et poutres primaires** des planchers sur l'ensemble des niveaux, après dépose de l'ensemble des lattis plâtrés. En effet, il est possible que d'autres zones soient altérées. Seule une inspection exhaustive permettra de se prémunir de ces points faibles structurels. Nous pouvons néanmoins estimer que les éléments bois dégradés à reprendre représentent environ 20% des éléments totaux.

Nous préconisons la **réparation des éléments bois dégradés, comprenant étaieement provisoire, purge des bois malsains, façon de coffrage, calfeutrement et coulage de résine.**

Nous recommandons également de traiter l'ensemble des solives par un **traitement insecticide et fongicide des bois** comprenant sondage, buchage, dépoussiérage, suivi d'un traitement en profondeur des bois par injecteur et double application par pulvérisation.

VI.2.2 Escalier en bois

Au vu de l'état de dégradation des escaliers, nous préconisons soit de remplacer, soit de renforcer intégralement les 2 escaliers (Nord et Sud).

Plusieurs solutions sont envisageables, et pourront être étudiées par la suite, dans la continuité de cette mission, en collaboration avec une entreprise spécialisée en renforcement structurel.

VI.3 Poutres bois primaires

Les poutres primaires en bois, d'une portée de 8,15m, fléchissent de manière importante : les calculs montrent que la flèche théorique est de 6,3 cm au lieu des 2,7 cm admissibles. Cela a pour conséquence de faire fissurer les cloisons et remplissage qu'elles supportent, notamment au niveau des courettes. Les calculs indiquent également que, théoriquement, la contrainte sollicitante de flexion (plus de 215,5 bar) en considérant une charge d'habitation) est supérieure la contrainte admissible (100 bar). Dans la réalité, les cloisons en sous-face des poutres « soulagent » les poutres, et les coefficients de sécurité sur les charges et les contraintes font que les poutres sont aujourd'hui toujours « debout ». Cependant, il est nécessaire de renforcer l'ensemble de ces éléments afin d'assurer la pérennité de l'ouvrage dans le temps

Nous préconisons de renforcer l'ensemble de ces poutres primaires par moisage d'élément en bois.

VI.4 Etaisement du plancher en zone 6 (R+3)

Reprendre l'étaisement existant de manière à solliciter les solives des planchers, par la mise en œuvre de bastaings disposés perpendiculairement aux solives.

Remarque : en règle générale, les étais supportant le plancher haut N+1, devraient être repris au niveau du niveau N, et ainsi de suite jusqu'au niveau le plus bas afin d'assurer la descente de charge jusqu'au sol. Cependant, les calculs de capacité portante montrent que sur cette zone, les solives sont capables de reprendre une charge importante (plus de 500



kg/m²), et le plancher bas R+3 n'est pas altéré : on pourra donc se permettre de ne pas étayer les niveaux inférieurs, ***dans le cas où les travaux de reprise sont envisagés à court terme.***

VI.5 Etalement des escaliers

Le système d'étalement provisoire mis en œuvre pour les escaliers afin d'assurer sa stabilité est correct. Par mesure de sécurité, nous recommandons tout de même de limiter le passage d'une seule personne à la fois, avec une charge limitée en matériel, **pour un poids total (personne + équipement) n'excédant pas 100 kg.**

∴

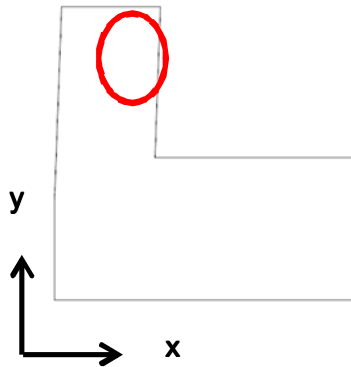
Fait à Aubagne, le 2 Juillet 2015

M. KNELLWOLF

VII. Annexe : notes de calcul des capacités portantes

VII.1 Plancher haut RDC

VII.1.1 ZONE 1



1. Caractéristiques des solives

Type structure	Bois résineux
Portée	5.20 m
Sens de portée	Suivant l'axe X
Entraxe	55 cm
Hauteur	25 cm
Largeur	10 cm

2. Charges

- Charges permanentes

Poids propre de la solive	$600 \text{ kg/m}^3 * 0.1 * 0.25 = 15 \text{ kg/ml}$
Plancher	
- Remplissage	$1700 \text{ kg/m}^3 * 0.05 * 0.55 = 46.75 \text{ kg/ml}$
- Latte en bois	$600 \text{ kg /m}^3 * 0.025 * 0.55 = 8.25 \text{ kg/ml}$
Faux plafond	$30 \text{ kg/m}^2 * 0.55 = 16.5 \text{ kg/ml}$
TOTAL	G = 86.5 kg / ml



3. Calcul de la capacité portante des solives

Caractéristiques mécaniques admissibles forfaitaires du bois			
Mode de sollicitation		CONTRAINTES ADMISSIBLE (bar)*	
		CHENE	RESINEUX
compression axiale	σ'	100	95
traction axiale	σ	90	80
flexion	σ_f	115	100
cisaillement	τ	15	12
compression transversale	$\sigma't$	40	20
traction transversale	σ_t	10	6
module de flexion	E	100 000	95000

σ adm (contrainte admissible du bois en bars)	100
L (portée en m)	5,2
e (entraxe repris par la poutre en m)	0,55
B (largeur de la poutre en cm)	10
H (retombée de la poutre en cm)	25
I/V (en cm ³)	937,5
I _{gz} ou I _z en cm ⁴	13020,833
Module de Young en bars	95000
Charge permanente en DaN/ml ou kg/ml	86,5
Charge ponctuelle en DaN ou kg	
Distance de la charge ponctuelle par rapport à l'appui en m	

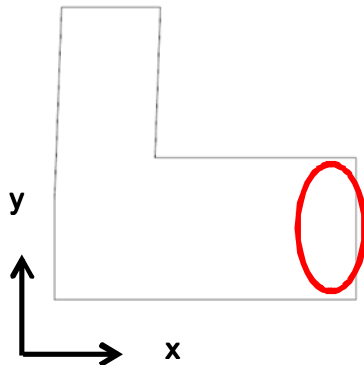
CAS D'UNE CHARGE REPARTIE

Poutre entre deux appuis - Contraintes	
Capacité portante totale en daN/ml	277,37
Charge d'exploitation admissible en daN/ml	190,87
Soit une charge d'exploitation admissible en daN/m ²	347,03
Poutre entre deux appuis - Déformée	
Déformation à l'ELS en m	0,021
Déformation admissible (l/300)	0,0173333
Charge d'exploitation maximale si la flèche est trop importante en daN/m ²	252,20

Les solives du plancher de la zone 1 sont bien aptes à reprendre une charge d'exploitation d'habitation (150 kg/m²), aussi bien en termes de contrainte qu'en termes de flèche.

VII.2 Plancher haut R+1 (plancher bas R+2)

VII.2.1 ZONE 2



1. Caractéristiques des solives

Type structure	Bois résineux
Portée	5.20 m
Sens de portée	Suivant l'axe X
Entraxe (moyen)	130 cm
Hauteur	22 cm
Largeur	20 cm

2. Charges

- Charges permanentes

Poids propre de la solive	$600 \text{ kg/m}^3 * 0.2 * 0.22 = 26.4 \text{ kg/ml}$
Plancher	
- Remplissage	$1700 \text{ kg/m}^3 * 0.05 * 1.30 = 110.5 \text{ kg/ml}$
- Latte en bois	$600 \text{ kg /m}^3 * 0.025 * 1.30 = 19.5 \text{ kg/ml}$
Faux plafond	$30 \text{ kg/m}^2 * 1.30 = 39 \text{ kg/ml}$
TOTAL	G = 195.4 kg / ml



3. Calcul de la capacité portante des solives

Caractéristiques mécaniques admissibles forfaitaires du bois			
Mode de sollicitation		CONTRAINTES ADMISSIBLE (bar)*	
		CHENE	RESINEUX
compression axiale	σ'	100	95
traction axiale	σ	90	80
flexion	σ_f	115	100
cisaillement	τ	15	12
compression transversale	$\sigma't$	40	20
traction transversale	σt	10	6
module de flexion	E	100 000	95000

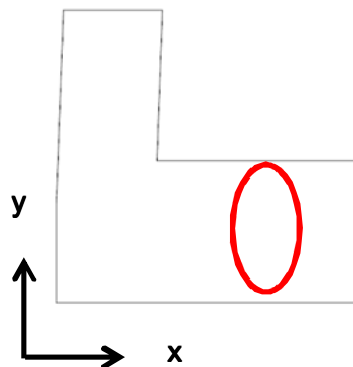
σ adm (contrainte admissible du bois en bars)	100
L (portée en m)	5,2
e (entraxe repris par la poutre en m)	1,3
B (largeur de la poutre en cm)	20
H (retombée de la poutre en cm)	22
I/V (en cm ³)	1500,4
I _{gz} ou I _z en cm ⁴	17746,667
Module de Young en bars	95000
Charge permanente en DaN/ml ou kg/ml	195,4
Charge ponctuelle en DaN ou kg	
Distance de la charge ponctuelle par rapport à l'appui en m	

CAS D'UNE CHARGE REPARTIE

Poutre entre deux appuis - Contraintes	
Capacité portante totale en daN/ml	443,91
Charge d'exploitation admissible en daN/ml	248,51
Soit une charge d'exploitation admissible en daN/m ²	191,16
Poutre entre deux appuis - Déformée	
Déformation à l'ELS en m	0,025
Déformation admissible (l/300)	0,0173333
Charge d'exploitation maximale si la flèche est trop importante en daN/m ²	85,81

Les solives du plancher de la zone 2 sont aptes à reprendre une charge d'exploitation d'habitation (150 kg/m²) du point de vue de la contrainte, mais pas en termes de flèche : on a une flèche de 2,5 cm au lieu des 1,7cm admissibles. Ceci explique en partie les désordres observés au niveau des sols de cette zone (cf. détails dans la partie V.2).

VII.2.2 ZONE 3



VII.2.2.1 Solives

1. Caractéristiques des solives

Type structure	Bois résineux
Portée	3.20 m
Sens de portée	Suivant l'axe X
Entraxe	120 cm
Hauteur	23 cm
Largeur	17 cm

2. Charges

- Charges permanentes

Poids propre de la solive	$600 \text{ kg/m}^3 * 0.17 * 0.23 = 23.46 \text{ kg/ml}$
Plancher	
- Remplissage	$1700 \text{ kg/m}^3 * 0.05 * 1.20 = 102 \text{ kg/ml}$
- Latte en bois	$600 \text{ kg /m}^3 * 0.025 * 1.20 = 18 \text{ kg/ml}$
Faux plafond	$30 \text{ kg/m}^2 * 1.20 = 36 \text{ kg/ml}$
TOTAL	G = 179.5 kg / ml



3. Calcul de la capacité portante des solives

Caractéristiques mécaniques admissibles forfaitaires du bois			
Mode de sollicitation		CONTRAINTES ADMISSIBLE (bar)*	
		CHENE	RESINEUX
compression axiale	σ'	100	95
traction axiale	σ	90	80
flexion	σ_f	115	100
cisaillement	τ	15	12
compression transversale	$\sigma't$	40	20
traction transversale	σ_t	10	6
module de flexion	E	100 000	95000

σ adm (contrainte admissible du bois en bars)	100
L (portée en m)	3,2
e (entraxe repris par la poutre en m)	1,3
B (largeur de la poutre en cm)	17
H (retombée de la poutre en cm)	23
I/V (en cm ³)	1348,95
I _{gz} ou I _z en cm ⁴	17236,583
Module de Young en bars	95000
Charge permanente en DaN/ml ou kg/ml	179,5
Charge ponctuelle en DaN ou kg	
Distance de la charge ponctuelle par rapport à l'appui en m	

CAS D'UNE CHARGE REPARTIE

Poutre entre deux appuis - Contraintes	
Capacité portante totale en daN/ml	1053,87
Charge d'exploitation admissible en daN/ml	874,37
Soit une charge d'exploitation admissible en daN/m²	672,59
Poutre entre deux appuis - Déformée	
Déformation à l'ELS en m	0,009
Déformation admissible (l/300)	0,0106667
Charge d'exploitation maximale si la flèche est trop importante en daN/m²	Sans objet

Les solives du plancher de la zone 3 sont bien aptes à reprendre une charge d'exploitation d'habitation (150 kg/m²), aussi bien en termes de contrainte qu'en termes de flèche.

VII.2.2.2 Poutre primaire

1. Caractéristiques de la poutre primaire

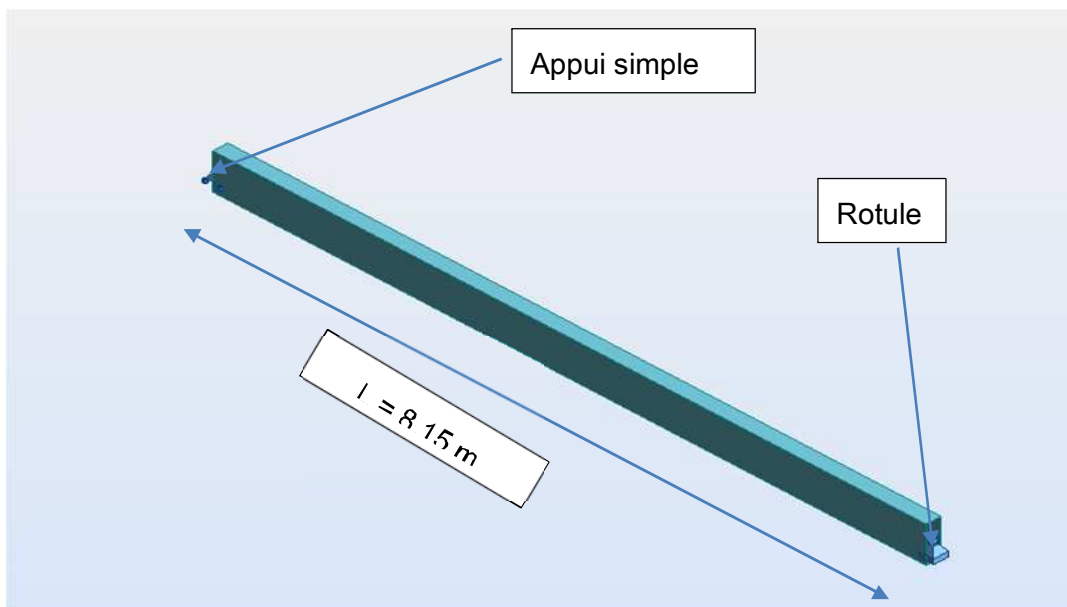
Type structure	Bois résineux
Portée	8.15 m
Sens de portée	Suivant l'axe Y
Entraxe	3.37 m
Hauteur	17 cm
Largeur	45 cm

2. Charges

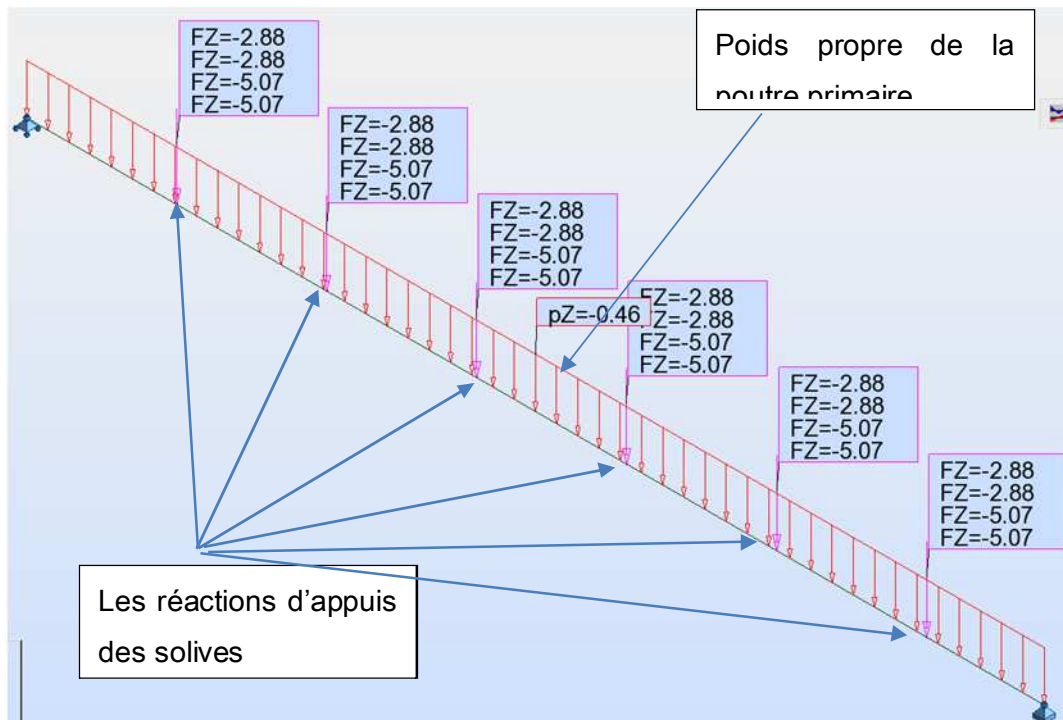
- Charges permanentes : $600 \text{ kg/m}^3 * 0.17 * 0.45 = 45.9 \text{ kg/ml}$
- Réactions d'appuis des solives (configurations isostatiques):
 - $G_{520} = GL/2 = 1.95 \text{ kN/ml} * 5.20 \text{ m} / 2 = 5 \text{ kN}$ (solives avec une portée de $L = 5.20 \text{ m}$)
 - $G_{320} = GL/2 = 1.8 \text{ kN/ml} * 3.20 \text{ m} / 2 = 2.88 \text{ kN}$ (solives avec une portée de $L = 3.20 \text{ m}$)
 - $Q_{520} = QL/2 = 1.95 \text{ kN/ml} * 5.20 \text{ m} / 2 = 5 \text{ kN}$
 - $Q_{320} = QL/2 = 1.8 \text{ kN/ml} * 3.20 \text{ m} / 2 = 2.88 \text{ kN}$
- Combinaisons de charges :
 - CB71 : $(G_{520} + G_{320}) + 1.2 (Q_{520} + Q_{320}) = 16.91 \text{ kN}$ (pour le calcul de la contrainte)
 - ELS : $(G_{520} + G_{320}) + (Q_{520} + Q_{320}) = 15.76 \text{ kN}$ (pour le calcul de la flèche)

3. Modélisation

Caractéristiques mécaniques admissibles forfaitaires du bois			
Mode de sollicitation		CONTRAINTES ADMISSIBLE (bar)*	
		CHENE	RESINEUX
compression axiale	σ'	100	95
traction axiale	σ	90	80
flexion	σ_f	115	100
cisaillement	τ	15	12
compression transversale	$\sigma't$	40	20
traction transversale	σ_t	10	6
module de flexion	E	100 000	95000



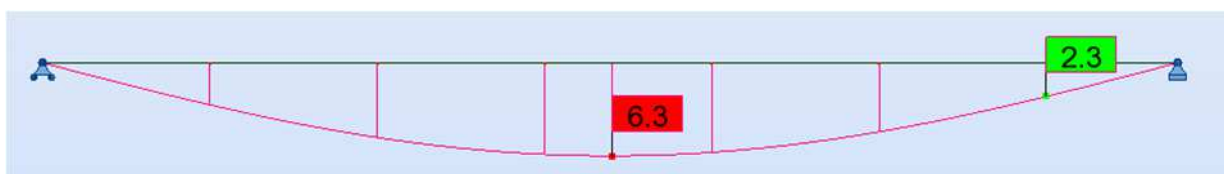
Caractéristiques de la poutre primaire



Modélisation des charges



Valeur de la contrainte maximale à mi-travée (Mpa) selon la combinaison ELU

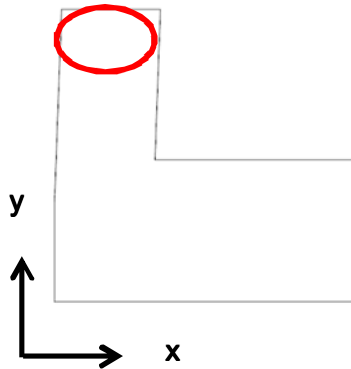


Valeur de la flèche maximale à mi-travée (cm) selon la combinaison ELS

Les calculs montrent que la contrainte dépassent d'environ 2 fois la contrainte admissible du bois (215,5 bar > 100 bar) en considérant une charge d'exploitation d'habitation (150 kg/m²). Par ailleurs, en termes de déformée, on obtient une flèche de 6,3cm au lieu des 2,7 cm admissible (l/300). Ceci explique ainsi les désordres observés notamment au niveau des murs supportés par ces poutres qui fissurent (cf. détails en parties V.3 et V.4).

VII.3 Plancher entresol entre R+1 et R+2

VII.3.1 ZONE 4



1. Caractéristiques des solives

Type structure	Bois résineux
Portée	5.00 m
Sens de portée	Suivant l'axe Y
Entraxe	200 cm
Hauteur	28 cm
Largeur	20 cm

2. Charges

- Charges permanentes

Poids propre de la solive	$600 \text{ kg/m}^3 * 0.20 * 0.28 = 33.6 \text{ kg/ml}$
Plancher	
- Remplissage	$1700 \text{ kg/m}^3 * 0.05 * 2 = 170 \text{ kg/ml}$
- Latte en bois	$600 \text{ kg /m}^3 * 0.025 * 2 = 30 \text{ kg/ml}$
Faux plafond	$30 \text{ kg/m}^2 * 2 = 60 \text{ kg/ml}$
TOTAL	G = 297 kg / ml



3. Calcul de la capacité portante des solives

Caractéristiques mécaniques admissibles forfaitaires du bois			
Mode de sollicitation		CONTRAINTES ADMISSIBLE (bar)*	
		CHENE	RESINEUX
compression axiale	σ'	100	95
traction axiale	σ	90	80
flexion	σ_f	115	100
cisaillement	τ	15	12
compression transversale	$\sigma't$	40	20
traction transversale	σt	10	6
module de flexion	E	100 000	95000

σ adm (contrainte admissible du bois en bars)	100
L (portée en m)	5
e (entraxe repris par la poutre en m)	2
B (largeur de la poutre en cm)	20
H (retombée de la poutre en cm)	28
I/V (en cm ³)	2221,3333
I _{gz} ou I _z en cm ⁴	36586,667
Module de Young en bars	95000
Charge permanente en DaN/ml ou kg/ml	297
Charge ponctuelle en DaN ou kg	
Distance de la charge ponctuelle par rapport à l'appui en m	

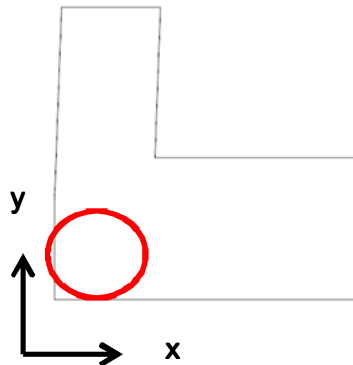
CAS D'UNE CHARGE REPARTIE

Poutre entre deux appuis - Contraintes	
Capacité portante totale en daN/ml	710,83
Charge d'exploitation admissible en daN/ml	413,83
Soit une charge d'exploitation admissible en daN/m²	206,91
Poutre entre deux appuis - Déformée	
Déformation à l'ELS en m	0,017
Déformation admissible (l/300)	0,0166667
Charge d'exploitation maximale si la flèche est trop importante en daN/m²	Sans objet

Les solives du plancher de la zone 4 sont bien aptes à reprendre une charge d'exploitation d'habitation (150 kg/m²), aussi bien en termes de contrainte qu'en termes de flèche.

VII.4 Plancher haut R+3

VII.4.1 ZONE 5



VII.4.1.1 Solives

1. Caractéristiques des solives bois

Type structure	Bois résineux
Portée	3.20 m
Sens de portée	Suivant l'axe X
Entraxe	120 cm
Hauteur	20 cm
Largeur	15 cm

2. Charges

- Charges permanentes

Poids propre de la solive	$600 \text{ kg/m}^3 * 0.15 * 0.20 = 18 \text{ kg/ml}$
Plancher	
- Remplissage	$1700 \text{ kg/m}^3 * 0.05 * 1.2 = 102 \text{ kg/ml}$
- Latte en bois	$600 \text{ kg /m}^3 * 0.025 * 1.2 = 36 \text{ kg/ml}$
Faux plafond	$30 \text{ kg/m}^2 * 1.2 = 36 \text{ kg/ml}$
TOTAL	G = 192 kg / ml



3. Calcul de la capacité portante des solives

Caractéristiques mécaniques admissibles forfaitaires du bois			
Mode de sollicitation		CONTRAINTES ADMISSIBLE (bar)*	
		CHENE	RESINEUX
compression axiale	σ'	100	95
traction axiale	σ	90	80
flexion	σ_f	115	100
cisaillement	τ	15	12
compression transversale	$\sigma't$	40	20
traction transversale	σt	10	6
module de flexion	E	100 000	95000

σ adm (contrainte admissible du bois en bars)	100
L (portée en m)	3,2
e (entraxe repris par la poutre en m)	1,2
B (largeur de la poutre en cm)	15
H (retombée de la poutre en cm)	20
I/V (en cm ³)	930
I _{gz} ou I _z en cm ⁴	10000
Module de Young en bars	95000
Charge permanente en DaN/ml ou kg/ml	192
Charge ponctuelle en DaN ou kg	
Distance de la charge ponctuelle par rapport à l'appui en m	

CAS D'UNE CHARGE REPARTIE

Poutre entre deux appuis - Contraintes	
Capacité portante totale en daN/ml	726,56
Charge d'exploitation admissible en daN/ml	534,56
Soit une charge d'exploitation admissible en daN/m²	445,47
Poutre entre deux appuis - Déformée	
Déformation à l'ELS en m	0,010
Déformation admissible (l/300)	0,0106667
Charge d'exploitation maximale si la flèche est trop importante en daN/m ²	Sans objet

Les solives du plancher de la zone 5 sont bien aptes à reprendre une charge d'exploitation d'habitation (150 kg/m²), aussi bien en termes de contrainte qu'en termes de flèche.

VII.4.2 Poutre primaire

1. Caractéristiques de la poutre primaire

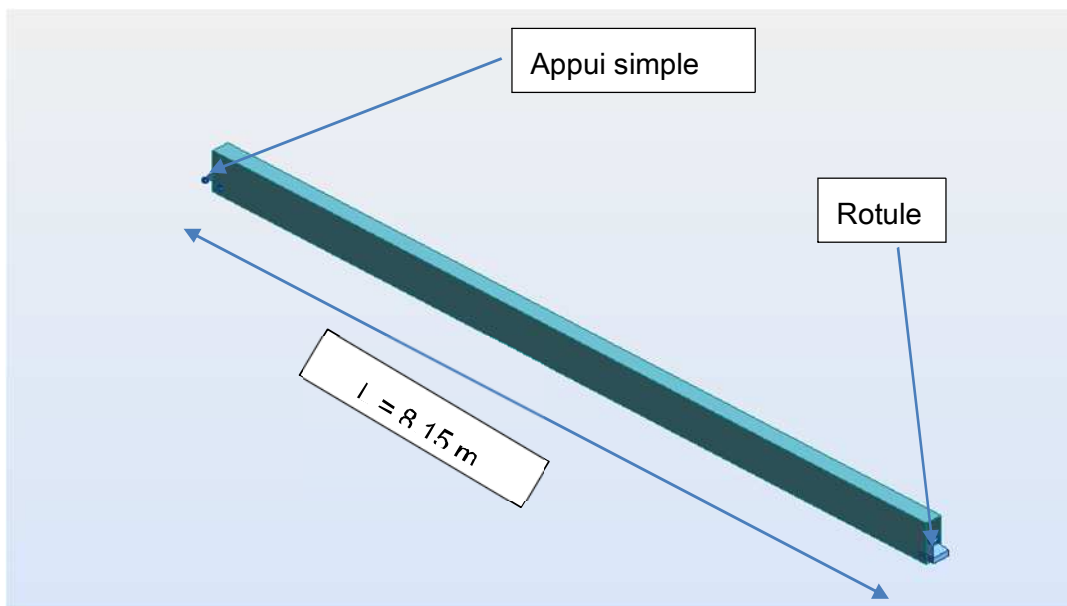
Type structure	Bois résineux
Portée	8.15 m
Sens de portée	Suivant l'axe Y
Entraxe	3.37 m
Hauteur	17 cm
Largeur	46 cm

2. Charges

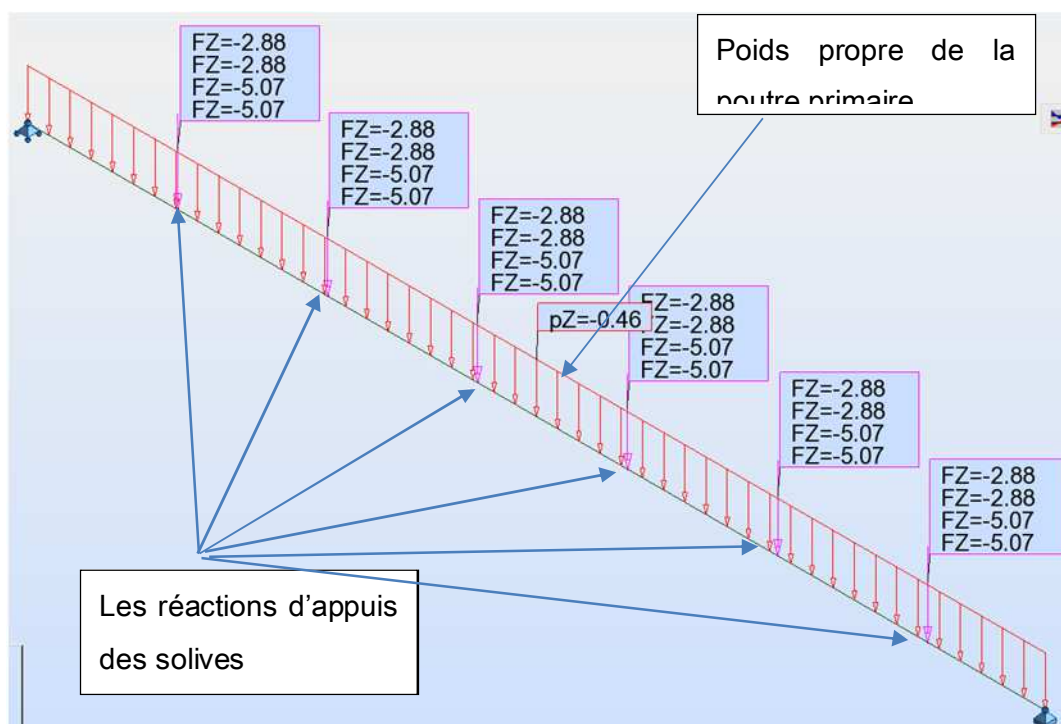
- Charges permanentes : $600 \text{ kg/m}^3 * 0.17 * 0.45 = 45.9 \text{ kg/ml}$
- Réactions d'appuis des solives (configurations isostatiques):
 - $G520 = GL/2 = 1.95 \text{ kN/ml} * 5.20\text{m} / 2 = 5 \text{ kN}$ (solives avec une portée de $L = 5.20 \text{ m}$)
 - $G320 = GL/2 = 1.8 \text{ kN/ml} * 3.20 \text{ m} / 2 = 2.88 \text{ kN}$ (solives avec une portée de $L = 3.20 \text{ m}$)
 - $Q520 = QL/2 = 1.95 \text{ kN/ml} * 5.20 \text{ m} / 2 = 5 \text{ kN}$
 - $Q320 = QL/2 = 1.8 \text{ kN/ml} * 3.20 \text{ m} / 2 = 2.88 \text{ KN}$
- Combinaisons de charges :
 - CB71 : $(G520+G320) + 1.2 (Q520+Q320) = 16.91 \text{ kN}$ (pour le calcul de la contrainte)
 - ELS : $(G520+G320) + (Q520+Q320) = 15.76 \text{ kN}$ (pour le calcul de la flèche)

3. Modélisation

Caractéristiques mécaniques admissibles forfaitaires du bois			
Mode de sollicitation		CONTRAINTES ADMISSIBLE (bar)*	
		CHENE	RESINEUX
compression axiale	σ'	100	95
traction axiale	σ	90	80
flexion	σ_f	115	100
cisaillement	τ	15	12
compression transversale	$\sigma't$	40	20
traction transversale	σ_t	10	6
module de flexion	E	100 000	95000



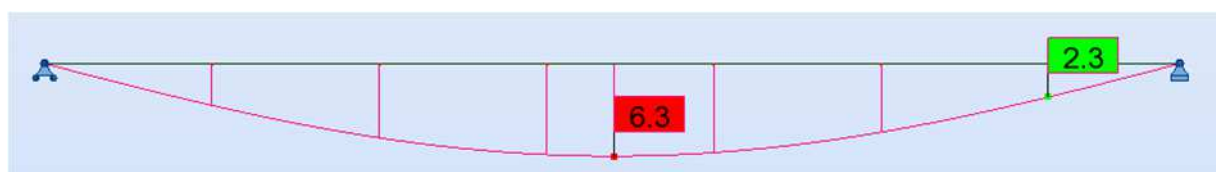
Caractéristiques de la poutre primaire



Modélisation des charges



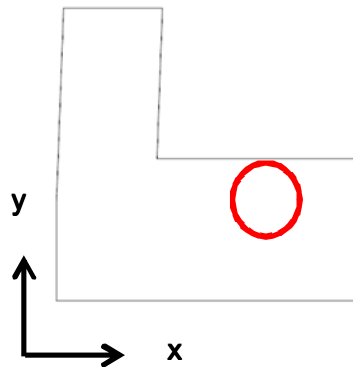
Valeur de la contrainte maximale à mi-travée (Mpa) selon la combinaison ELU



Valeur de la flèche maximale à mi-travée (cm) selon la combinaison ELS

Les calculs montrent que la contrainte dépasse d'environ 2 fois la contrainte admissible du bois ($215,5 \text{ bar} > 100 \text{ bar}$) en considérant une charge d'exploitation d'habitation (150 kg/m^2). Par ailleurs, en termes de déformée, on obtient une flèche de $6,3 \text{ cm}$ au lieu des $2,7 \text{ cm}$ admissible ($l/300$). Ceci explique ainsi les désordres observés notamment au niveau des murs supportés par ces poutres qui fissent (cf. détails en parties V.3 et V.4).

VII.4.3 ZONE 6



1. Caractéristiques des solives

Type structure	Bois résineux
Portée	3.20 m
Sens de portée	Suivant l'axe X
Entraxe	120 cm
Hauteur	23 cm
Largeur	17cm

2. Charges

- Charges permanentes

Poids propre de la solive	$600 \text{ kg/m}^3 * 0.17 * 0.23 = 23.46 \text{ kg/ml}$
Plancher	
- Remplissage	$1700 \text{ kg/m}^3 * 0.05 * 1.20 = 102 \text{ kg/ml}$
- Latte en bois	$600 \text{ kg /m}^3 * 0.025 * 1.20 = 18 \text{ kg/ml}$
Faux plafond	$30 \text{ kg/m}^2 * 1.20 = 36 \text{ kg/ml}$
TOTAL	G = 179.5 kg / ml

3. Calcul de la capacité portante des solives

Caractéristiques mécaniques admissibles forfaitaires du bois			
		CONTRAINTES ADMISSIBLE (bar)*	
<u>Mode de sollicitation</u>		CHENE	RESINEUX
compression axiale	σ'	100	95
traction axiale	σ	90	80
flexion	σ_f	115	100
cisaillement	τ	15	12
compression transversale	$\sigma't$	40	20
traction transversale	σ_t	10	6
module de flexion	E	100 000	95000

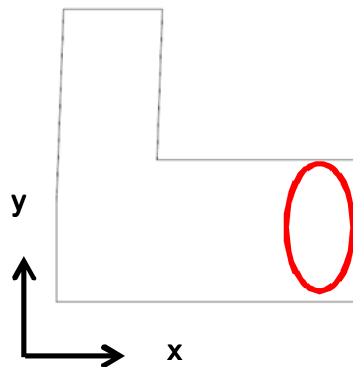
σ adm (contrainte admissible du bois en bars)	100
L (portée en m)	3,2
e (entraxe repris par la poutre en m)	1,3
B (largeur de la poutre en cm)	17
H (retombée de la poutre en cm)	23
I/V (en cm ³)	1348,95
I _{gz} ou I _z en cm ⁴	17236,583
Module de Young en bars	95000
Charge permanente en DaN/ml ou kg/ml	179,5
Charge ponctuelle en DaN ou kg	
Distance de la charge ponctuelle par rapport à l'appui en m	

CAS D'UNE CHARGE REPARTIE

Poutre entre deux appuis - Contraintes	
Capacité portante totale en daN/ml	1053,87
Charge d'exploitation admissible en daN/ml	874,37
Soit une charge d'exploitation admissible en daN/m ²	672,59
Poutre entre deux appuis - Déformée	
Déformation à l'ELS en m	0,009
Déformation admissible (l/300)	0,0106667
Charge d'exploitation maximale si la flèche est trop importante en daN/m ²	Sans objet

Les solives du plancher de la zone 6 sont bien aptes à reprendre une charge d'exploitation d'habitation (150 kg/m²), aussi bien en termes de contrainte qu'en termes de flèche.

VII.4.4 ZONE 7



1. Caractéristiques des solives

Type structure	Bois résineux
Portée	5.20 m
Sens de portée	Suivant l'axe X
Entraxe	130 cm
Hauteur	22 cm
Largeur	20 cm

2. Charges

- Charges permanentes

Poids propre de la solive	$600 \text{ kg/m}^3 * 0.2 * 0.22 = 26.4 \text{ kg/ml}$
Plancher	
- Remplissage	$1700 \text{ kg/m}^3 * 0.05 * 1.30 = 110.5 \text{ kg/ml}$
- Latte en bois	$600 \text{ kg /m}^3 * 0.025 * 1.30 = 19.5 \text{ kg/ml}$
Faux plafond	$30 \text{ kg/m}^2 * 1.30 = 39 \text{ kg/ml}$
TOTAL	G = 195.4 kg / ml



3. Calcul de la capacité portante des solives

Caractéristiques mécaniques admissibles forfaitaires du bois			
Mode de sollicitation		CONTRAINTES ADMISSIBLE (bar)*	
		CHENE	RESINEUX
compression axiale	σ'	100	95
traction axiale	σ	90	80
flexion	σ_f	115	100
cisaillement	τ	15	12
compression transversale	$\sigma't$	40	20
traction transversale	σt	10	6
module de flexion	E	100 000	95000

σ adm (contrainte admissible du bois en bars)	100
L (portée en m)	5,2
e (entraxe repris par la poutre en m)	1,3
B (largeur de la poutre en cm)	20
H (retombée de la poutre en cm)	22
I/V (en cm ³)	1500,4
I _{gz} ou I _z en cm ⁴	17746,667
Module de Young en bars	95000
Charge permanente en DaN/ml ou kg/ml	195,4
Charge ponctuelle en DaN ou kg	
Distance de la charge ponctuelle par rapport à l'appui en m	

CAS D'UNE CHARGE REPARTIE

Poutre entre deux appuis - Contraintes	
Capacité portante totale en daN/ml	443,91
Charge d'exploitation admissible en daN/ml	248,51
Soit une charge d'exploitation admissible en daN/m ²	191,16
Poutre entre deux appuis - Déformée	
Déformation à l'ELS en m	0,025
Déformation admissible (l/300)	0,0173333
Charge d'exploitation maximale si la flèche est trop importante en daN/m ²	85,81

Les solives du plancher de la zone 7 sont aptes à reprendre une charge d'exploitation d'habitation (150 kg/m²) du point de vue de la contrainte, mais pas en termes de flèche : on a une flèche de 2,5 cm au lieu des 1,7cm admissibles. Ceci explique en partie les désordres observés au niveau des sols de cette zone (cf. détails dans la partie V.2).