

ETUDE PLANCHER A

par Molux

Date	Version	Description
16/03/2010	V1.00	Création du document
17/03/2010	V1.10	Ajout étude chevêtre et assemblage
17/03/2010	V1.20	Ajout de la réaction sur appuis
18/03/2010	V1.30	Ajout du problème avec le linteau de la fenêtre

Nous avons acheté il y'a plus d'un an maintenant une vieille bâtisse de ~1900 en mauvais état. Après de lourds travaux de réhabilitation des caves et des fondations, nous allons bientôt attaquer la réalisation de nos planchers.

Nous avons deux planchers bois à réaliser nous même et comme nous sommes des amateurs nous souhaitons d'abord nous faire la main sur le plus petit des deux.

Ce document à donc pour but d'analyser, étudier et dimensionner les composants de notre premier planché, appelé pour l'occasion plancher A. N'ayant jamais fais de RDM je soumet mon projet par l'intermédiaire de ce document à qui veut bien m'aider à finaliser et valider théoriquement ce projet avant la mise en oeuvre.

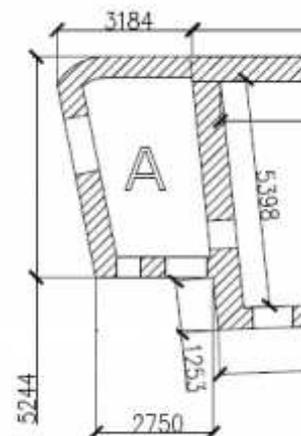
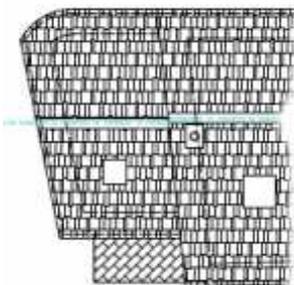
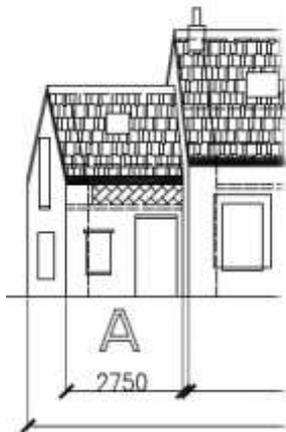
CONTEXTE

Ce plancher sera situé dans le tout petit bâtiment A, une petite « maisonnette » adossée à un autre bâtiment de dimensions plus raisonnables. Il permettra la réalisation d'un étage de faible dimension



Depuis cette photo:

- La cheminée a été enlevée
- La toiture a été refaite
- La porte « monte grain » qui donne à l'étage sera murée de l'intérieur, la porte sera conservée de l'extérieur pour l'esthétique.
- Nous sommes en train de rejoiner les quelques pierres bougeantes à l'intérieur
- Les murs semblent seins



1. CAHIER DES CHARGES

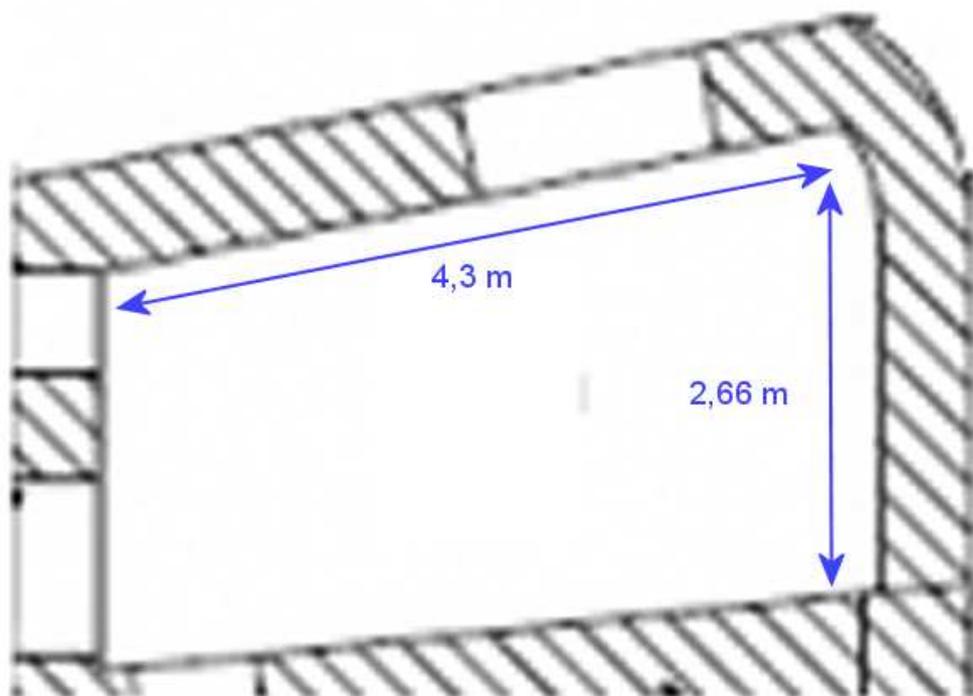
- Le plancher devra être aux normes en vigueur
- Le plancher est destiné à être un petit bureau
- Le plancher devra pouvoir être soutenu, encastré dans des murs en moellons, avec « tout-venant » au milieu, montés à la terre, ou à la chaux, de 50 cm d'épaisseur.
- Un petit escalier, même non conventionnel, devra permettre l'accès à cet étage (réalisation d'un chevêtre)
- Les éléments d'assemblage devront être esthétiques pour permettre de laisser les poutres apparentes
- Des poteaux peuvent être disposés si besoin, les sols sont tous juste décaissés.
- Aucun impératif d'isolation phonique ou thermique entre les étages.
- La mise en œuvre doit rester simple et accessible à des non-professionnels
- Le matériel utilisé pour réaliser les éléments du plancher doivent être courant et facilement trouvable en GSB si possible.
- Le coût total des matériaux doit rester raisonnable

2. DESCRIPTION DU PROJET

Le plancher servira donc de petit bureau personnel et comme il n'y a pas d'impératif d'isolation phonique ou sonore, le plancher se limitera à son plus simple appareil :

- Parquet flottant
- Dalle de fibre de bois pour éviter la résonance
- OSB
- Solive

Je conserve le sens de pose d'origine des anciennes solives (sens 2,66 m) au cas où celles-ci servent à contreventer un peu les murs



3. DIMENSIONNEMENT DES SOLIVES ET ENTRAXE

Le bâtiment n'étant pas du tout d'équerre, je prend l'hypothèse la plus défavorable et donc la plus grande dimension de portée, soit 2.66 m.

Je regarde donc dans les abaques de solivage, toujours pour avoir une marge de sécurité je regarde section « plancher lourds » (120KG + 120 Kg), pour des portées de 3 m, je tombe sur plusieurs sections possibles, celle qui m'intéresse à première vue est 63 x 175 puisqu'on en trouve en GSB. Ces dimensions me permettent des entraxes possibles de 340 mm à 515 mm

Maintenant je regarde les abaques concernant les OSB3, 18mm pour une charge de 250K/m², je trouve un entraxe maximum de 480. Ainsi mes entraxes autorisés sont désormais **340 à 480 mm**

4. OPTIMISATION DES ENTRAXES

Comme les dalles d'OSB sont rainurées il est important d'éviter les découpes, de plus, les petites rives des dalles doivent reposer sur au moins 3 cm de solive, il est donc intéressant d'adapter les entraxes pour être en adéquation avec cette contrainte.

J'utiliserais à priori des dalles d'OSB3 de 2500 mm de longueur, et je prends la plus petite largeur du bâtiment pour évaluer la longueur total du plancher, soit 4,30 m

Nb solive par dalle	Nb espaces	Entraxe (cm)	Total espaces	Total solive	Longueur plancher (m)
6	5	50	8,6 soit 8 / 9	9 / 10	4,00 / 4,50
7	6	42	10,23 soit 10 / 11	11 / 12	4,20 / 4,62
8	7	36	11,94 soit 11 / 12	12 / 13	4,96 / 4,32
9	8	31	13,87 soit 13 / 14	14 / 15	4,03 / 4,34

Déjà, les essais avec 6 et 9 solives par plaque sont hors tolérance d'entraxe.

Si je regarde les 2 possibilités restantes et plus particulièrement celle avec 8 solives par plaques, **entraxes de 36 cm**, ceci me donne **13 solives** au total, soit une largeur de 4,32 m et donc 2 cm de plus.

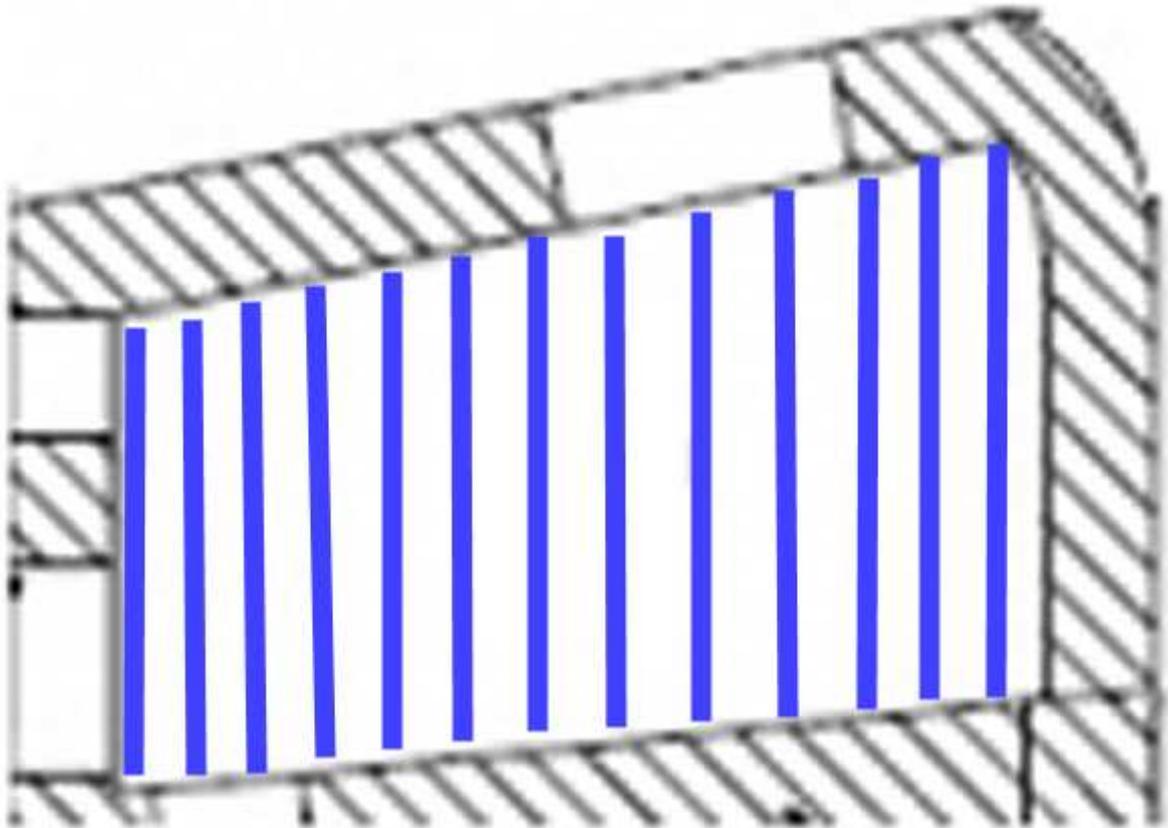
Je compte donc rapprocher les solives des bords du planché chaque coté :

- 1 cm pour rattraper la longueur réel du bâtiment.
- 1 cm pour conserver un jeu de chaque coté (dilatation et ventilation)
- 3 cm correspondant a une demi solive puisque la dalle du bord appuis sur toute la solive et non plus une demi solive.

Soit 5 cm de différence par rapport aux entraxes (36 cm) du milieu, soit 31 cm

Longueur plancher = 0,03 + 0,31 + (10 x 0,36) + 0,31 + 0,03 = **4,28 m**

Soit 2 cm de moins pour les jeux de chaque coté



En tenant compte des entraxes, la répartition des dalles de la première bande peut se faire ainsi, avec une dalle entière au milieu :

$$\text{Longueur total} = (0,03 + 0,31 + 0,36 + 0,01) + 2,5 + (0,03 + 0,31 + 2 \times 0,36 + 0,01)$$

$$\text{Longueur total} = 0,71 + 2,5 + 1,07$$

$$\text{Longueur total} = \mathbf{4,28 \text{ m}}$$

Notes :

- Les dalles découpées sur les extérieurs reposent au moins sur 3 appuis
- Je suis obligé de rajouté 1 cm de chaque coté due au % d'erreur sur l'arrondi de l'entraxe, ce taux d'erreur de l'ordre du centimètre, sera répartie autant que possible lors du positionnement des solives

5. CONSTITUTION

Description	Epaisseur (cm)	Poids (Kg/ m ²)
Lames stratifiées à clipser « Parquet flottant »	0,7	10
Dalle fibre de bois	0,7	10
OSB 2 + Visserie + colle	1,8	16
Solive (63x175 entraxes 360 ~ 3 solives/mètre)		18
Marge de tolérance		46
Totaux :	3,00	100

- Charge permanente : 100 Kg/m²
- Charge temporaire : 120 Kg/m²

Ces charges restent dans le cadre du type de plancher défini dans les abaques des abaques.

J'utiliserais donc une charge uniforme de 220Kg/m² pour l'estimation des contraintes dans suite du document

6. VERIFICATION DE LA FLECHE THEORIQUE

Je vais essayer de vérifier la flèche d'une solive pour une charge uniformément répartie sur le plancher. Cela me permettra de corréler les résultats des abaques et aussi avoir une idée du comportement en cas de surcharge, sachant que la flèche maximum autorisée est de 400ème de la portée de la solive.

Calcul de la flèche maximum autorisée

$$f_{\max} = 2,66/400$$

$$f_{\max} = 0,0066 \text{ m}$$

$$\mathbf{f_{\max} = 6 \text{ mm}}$$

Calcul du moment d'inertie d'un bastaing de 63x175

$$I = BH^3 / 12$$

$$I = 0,06 \times 0175^3 / 12$$

$$I = 0,0000267$$

Calcul de la charge d'une des solives centrales 220 Kg/m² uniformément répartie

$$P = 2.66 \times 0.36 \times 220$$

$$P = 0.96 \times 220$$

$$P = 211 \text{ Kg}$$

$$P = 2110 \text{ N}$$

Calcul de la flèche (E = 1100 Mpa pour du sapin)

$$f = (5 \times P \times l^3) / (384 \times E \times I)$$

$$f = (5 \times 2110 \times 2,66^3) / (384 \times 11000000000 \times 0,0000267)$$

$$f = 0,0017$$

$$\mathbf{f = 2 \text{ mm}}$$

f est bien inférieur à fmax, ce qui valide dans un premier temps le dimensionnement des solives et l'entraxe choisi.

Voyons voir ce qu'il se passe en cas de surcharge

Charge uniformément répartie (Kg/m ²)	150	220	400	600	800	1000
Flèche (mm)	1	2	3	5	6	8

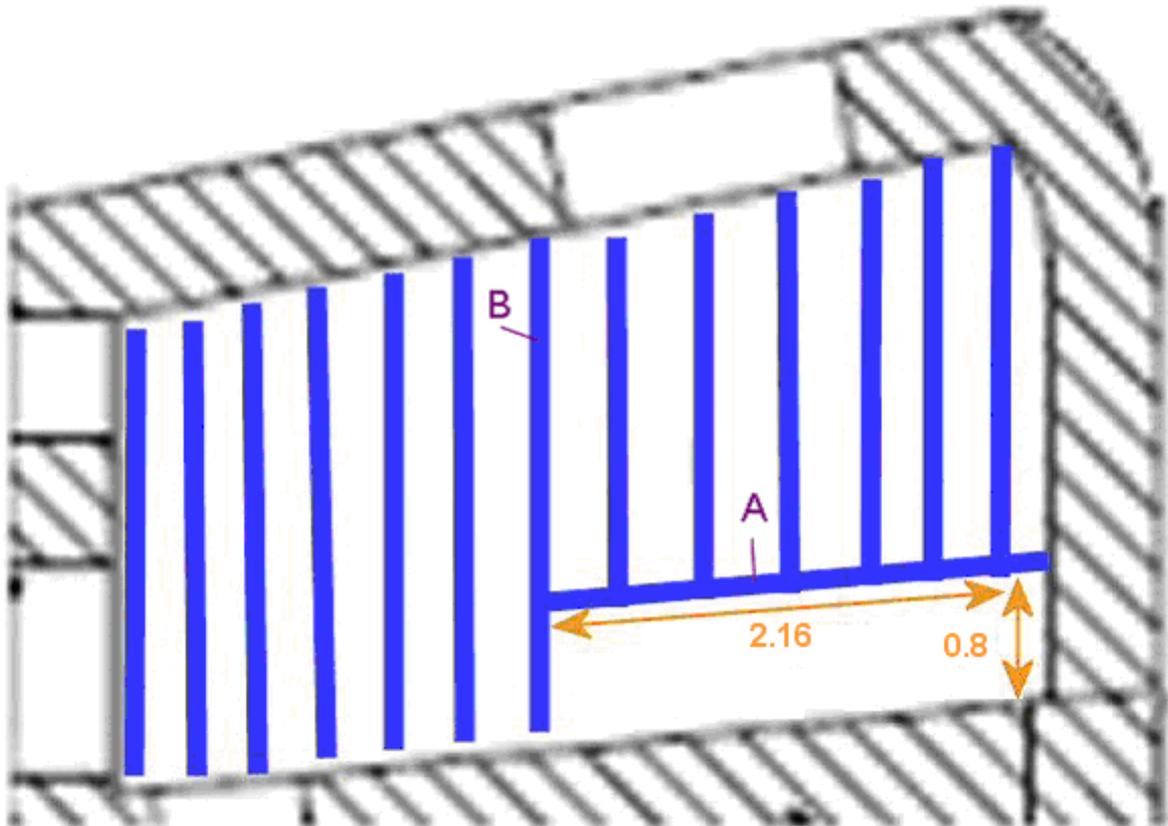
J'ai donc une marge d'erreur théorique de 1 à 4 en ce qui concerne la charge admissible par mes solives. Il semble donc que les sections et l'entraxe soit correctement dimensionnés

7. CREATION DU CHEVETRE

Il faut pouvoir accéder à ce plancher, un escalier est donc nécessaire. Etant donné le dégagement disponible, et le nombre de murs occupés par des ouvertures, il n'existe pas beaucoup de possibilité simple (escalier droit).

Avec un entraxe de 0,36 j'ai 2 possibilités

- Couper 5 solives : $5 \times 0,36 = 1,80$ m (Ce qui semble un peu juste)
- Couper 6 solives : $6 \times 0,36 = 2,16$ m



La charge total sur le dessus du chevêtre pour une charge uniforme de 220 Kg/m^2 :

$$C = 2,15 \times (2,66 - 0,80) \times 220$$

$$C = 2,15 \times 1,96 \times 150$$

$$C = 930 \text{ Kg}$$

Ces 930 Kg sont repris pour moitié par le mûr et l'autre moitié par le chevêtre A.

Les 465 Kg sur A sont repris pour moitié par le mur et l'autre moitié sur le sommier B
Soit 232 Kg de charge sur B.

Report de charge ponctuelle à l'intersection AB et sur le mur

$$U = 220 \times (2,15/2) = 236 \text{ Kg}$$

Chargement uniformément répartie sur la solive

$$P = 2.66 \times 0.36 \times 220 = 211 \text{ Kg}$$

La solive B devra désormais supporter les 211 Kg uniformément répartie sur sa bande de chargement mais aussi les 236 Kg ponctuels à l'intersection de A et B. Ce qui change le dimensionnement de cette solive.

Voyons déjà ce que donne seulement cette charge ponctuelle sur la solive B

$$f = (P \times l^2 \times l^2) / (3 \times E \times I \times L)$$

$$f = (2360 \times 1,96^2 \times 0,80^2) / (3 \times 11000000000 \times 0,0000267 \times 2,66)$$

$$f = 0.002.4$$

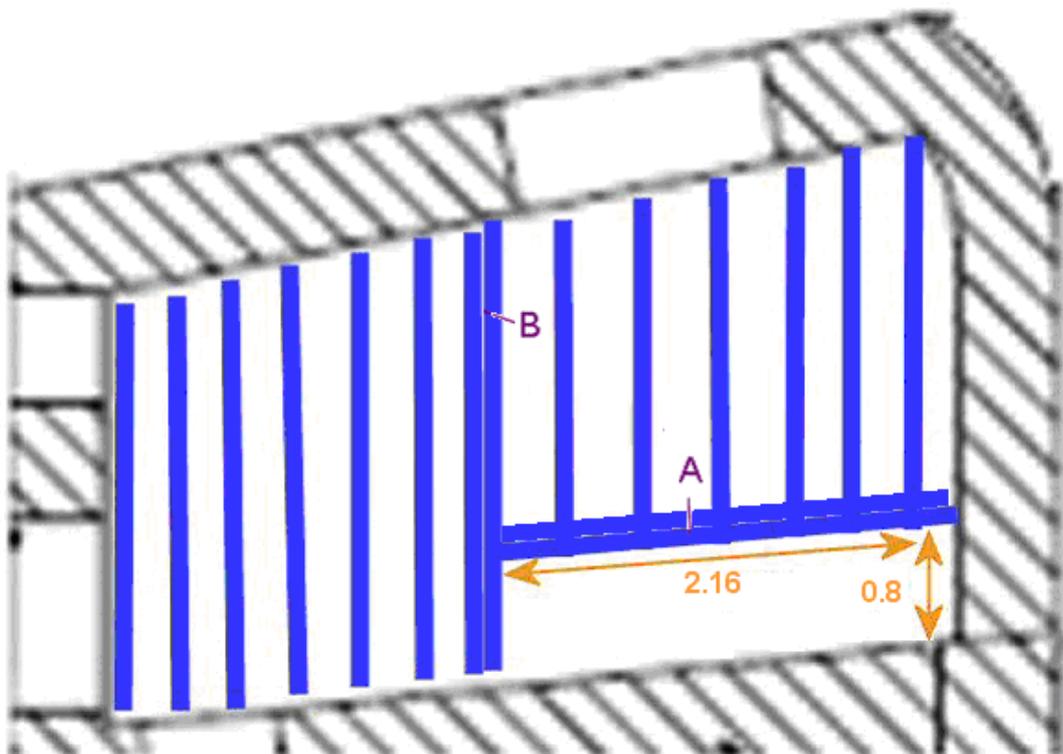
$$f = 2 \text{ mm}$$

f est une inférieure à fmax lorsque seul la charge ponctuelle est appliqué ce qui est très tolérable.

Comme je n'ai aucune idée des propriétés cumulatives des forces ponctuelle et uniforme sur la solive, le plus simple pour moi est alors de doubler la solive et attacher les 2 pièces entre elle, ainsi je pourrais considérer

- 1 solive de 63x175 de 2.66 m qui supportera 211 Kg uniformément répartie avec une flèche de 2 mm
- 1 solive de 63x175 de 2.66 m qui supportera 236 Kg de charge ponctuelle avec une flèche de 2 mm

J'ai pus aussi lire plusieurs fois que les pièces de bois « amorcée » (entaillées, ajourées ou découpées) devaient être doublées. Le chevêtre A va être percé de 12 trous de 10 mm, il sera plus sûr de doubler le chevêtre A aussi. Ceci rigidifiera aussi l'ensemble.



8. ASSEMBLAGES

Pour plus de simplicité, et pour rester esthétique en apparence, les assemblages sur le chevêtre seront effectués par des tirefonds de longueur suffisante

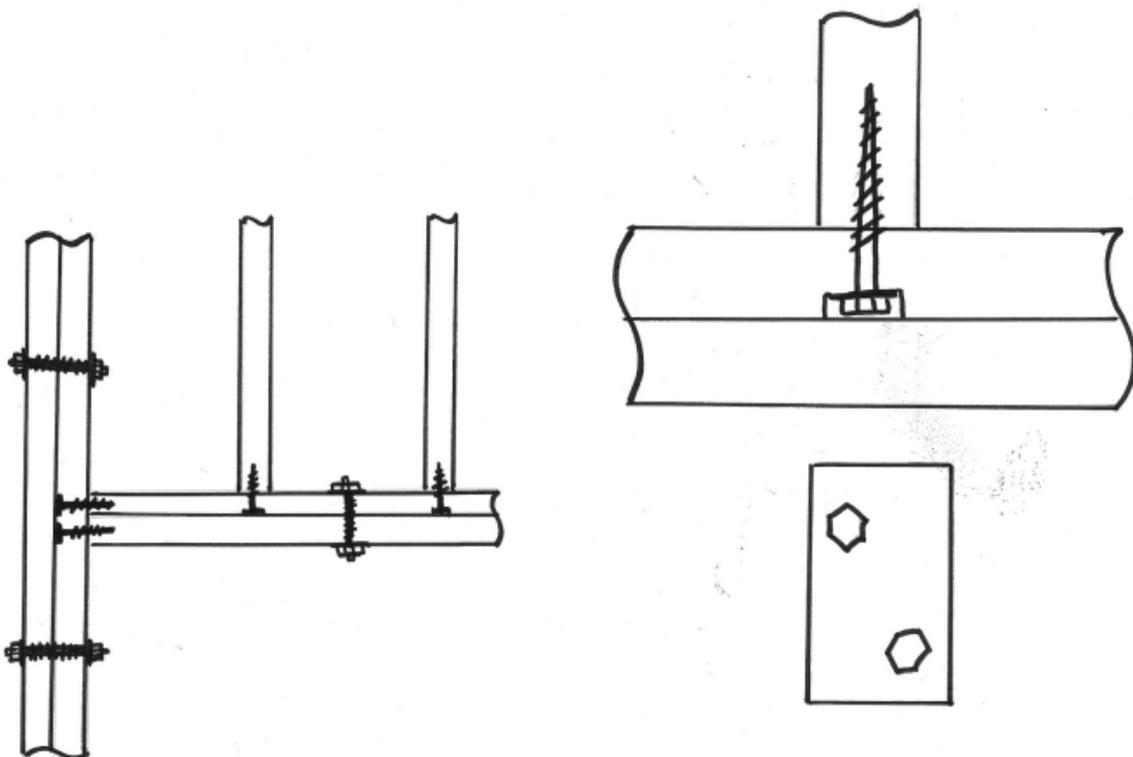
Charge sur l'intersection petite solive et chevêtre A

$$M = (1,96 \times 0,36) \times 220 / 2$$

$$M = 78 \text{ Kg}$$

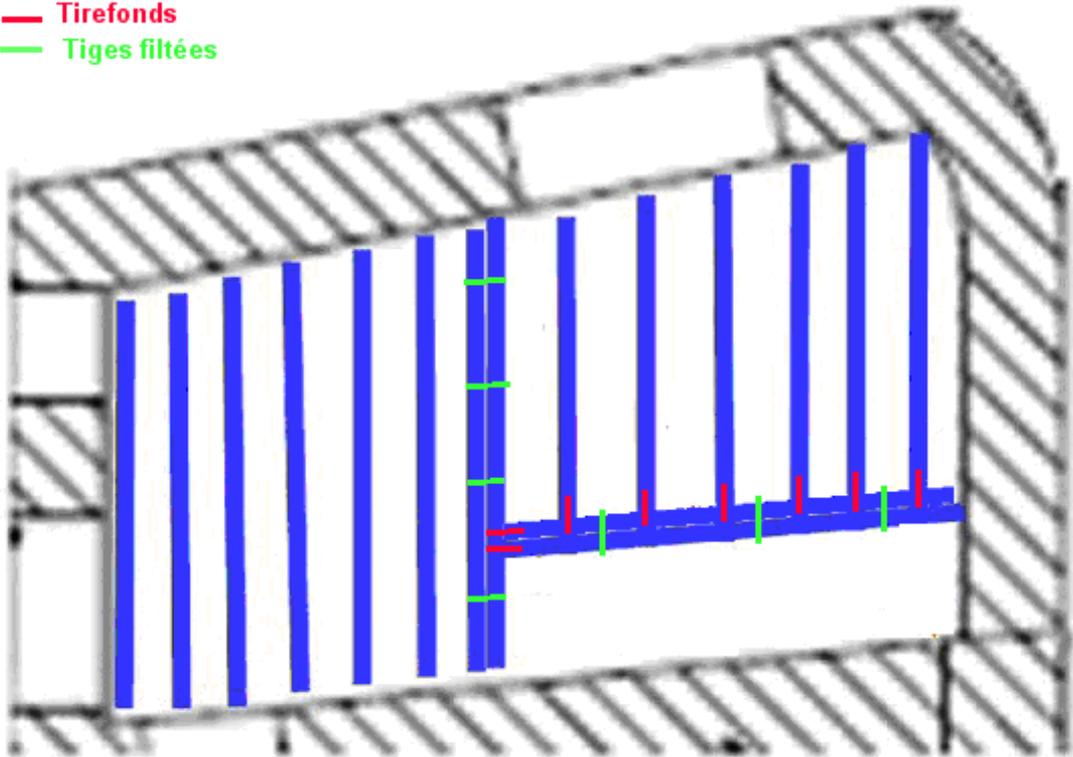
M étant inférieur à U, les tirefonds devront résister au moins à **236 Kg** au cisaillement. Je vais utiliser 2 tirefonds par fixation, des tirefonds de 8 ou 10 en qualité 6-8 min, semblent amplement suffisants. La longueur est importante, il faudrait au moins 10 cm dans le bout plus l'épaisseur d'une solive soit 160 mm minimum. J'utiliserais donc suivant stock au moins :

- 2 x Tirefonds de 8 x 160 mm de qualité 6-8 = 472 Kg
- 2 x Tirefonds de 10 x 160 mm de qualité 6-8 = 752 Kg



Les tirefonds seront montés en quiconque sur une même solive. Les bouts des solives seront collés avant vissage avec une colle à bois très forte (Certus, à base de caséine de lait) ce qui permettra de limiter les fractures des bouts de solives dans le temps. Les têtes de tirefonds ne seront pas visibles, cachées par la solive de doublage du sommier ou du chevêtre. Ces pièces seront reliées entre elles par des tiges filetées de 14 mm.

— Tirefonds
— Tiges filtrées



Note :

- Prendre en compte l'ordre de montage ☺
- Pré percer les emplacements des tirefonds pour éviter l'éclatement
- Ne pas mettre les trous sur le même alignement pour éviter l'éclatement
- Savonner les tirefonds en cas de problème
- Bloquer les boulons au noir de ferronnerie après que le plancher se soit placé.

9. VERIFICATIONS DES APPUIS

Je considère que les solives sont encastrées dans le mur sur au moins 10 cm, la surface d'appuis d'une solive est donc de $6.3 \times 10 = 63 \text{ cm}^2$

Charge sur mur d'une des solives du milieu :

La charge d'une solive centrale correspond à la moitié de la charge sur sa bande de chargement $(2.66 \times 0.36 \times 220) / 2 = \mathbf{106 \text{ Kg}}$

La charge sur le mur en moellon en donc de $\mathbf{1.7 \text{ Kg/cm}^2} < 10 \text{ Kg/cm}^2$

Charge sur mur du chevêtre A

La charge de 930 Kg est reprise pour moitié sur le chevêtre soit 465 Kg et celle ci est reprise pour moitié par le mur soit $\mathbf{233 \text{ Kg}}$

La charge sur le mur en moellon en donc de $\mathbf{3.7 \text{ Kg/cm}^2} < 10 \text{ Kg/cm}^2$

Charge sur mur du sommier B

Je considère donc les bras de levier de la moitié de la charge ponctuelle plus la moitié de la charge uniforme.

$$c1 = (1.96 \times 236/2) + (211/2) = \mathbf{337 \text{ Kg}} \text{ soit } \mathbf{5.4 \text{ Kg/cm}^2} < 10 \text{ Kg/cm}^2$$

$$c2 = (0.8 \times 236/2 + (211/2) = \mathbf{200 \text{ Kg}} \text{ soit } \mathbf{3.2 \text{ Kg/cm}^2} < 10 \text{ Kg/cm}^2$$

Problème de linteau : Arg !

Je viens de m'apercevoir, à partir d'une ancienne photo de l'intérieur que des solives vont appuyer directement sur le linteau au dessus de la fenêtre (ici les anciennes solives, je n'ai que cette photos sous la main)



Je vais donc avoir entre 4 et 6 solives qui vont reposer sur ce linteau, soit entre 424 Kg et 636 Kg...a priori la double poutre du sommier du chevêtre, soit 337 Kg . et bien sûr le pignon au dessus (enfin il y'au ne porte avec un linteau aussi qui écarte déjà la charge)...cette pièce de bois ne semble pas pouvoir recevoir toute cette charge...Arf... je pensais avoir terminé ma petite « étude »...

Il faut que je déporte la charge sur les cotés ou sur le sol :

- Poteau central sous linteau
(Risque de problème d'ouverture de fenêtre)
- Petite muralière sur 2 poteaux
(oblige a remonter le plancher pour pouvoir ouvrir la fenêtre)
- Muralière sur 2 corbeaux
(oblige a remonter le plancher pour pouvoir ouvrir la fenêtre)
- Muralière 1 corbeau (ou poteau) + 1 encastrement (un autre linteau m'empêche d'encastrer les 2 cotés)
(oblige a remonter le plancher pour pouvoir ouvrir la fenêtre)

D'autre idée ?

10. NOMENCLATURE

Désignation	Quantité	PU	Total
Bastaing 63 x 175 x 3000 Classe 2	16	11	176
OSB3 4 rainures et languettes 2500 x 675 x 18 CE	7		~150
Tirefonds 10 x 160 (qualité 6-8)	16		~30
Tige filetés 14 mm (1 m)	2	2	4
Boulons 14 mm	14		5
Rondelles 14 mm	14		5
Dalle fibre de bois 7 mm	12	2,5	30
Parquet flottant 7mm	12	10	120
Bitume/colle pour « shingle »			~30
<u>Totaux :</u>			550 €

11. ANNEXES

DIVERS POIDS D'ÉLÉMENTS :

J'ai pesé moi-même les éléments indiqués avec un pese personne très bas de gamme, parfois en deux fois cumulées, avec des cales aux extrémités. Cela donne donc un ordre de grandeur des poids unitaire.

	Dimension	Poids	Poids unitaire
Chêne 140x140	4.26 m	64 Kg	15 Kg/m
Madrier 75 x 225	5 m	50 Kg	10 Kg/m
Bastaing 63 x 175	5 m	28 Kg	6 Kg/m
Dalle OSB 18 mm	2,50 m x 1,25 m	45 Kg	15 Kg m ²

CALCUL DE LA FLECHE D'UNE SOLIVE CHARGÉE UNIFORMEMENT

Je calcul déjà le moment d'inertie de la section rectangulaire de la solive

$$I = BH^3 / 12$$

B : Largeur en m

H : Hauteur en m

Puis j'applique la formule

$$f = (5 \times P \times l^3) / (384 \times E \times I)$$

P : Le poids appliqué uniformément a la solive en Newton (1 Kg = 10 N)

E : Module de young en pascal (sapin : 11000 Mpa = 11000000000Pa)

l : Longueur de la solive en mètre

f : flèche de la solive en mètre

A comparer avec fmax, la flèche max autorisée $f = l/400$

CALCUL DE LA FLECHE D'UNE SOLIVE CHARGÉE PONTUELLEMENT

Une fois le moment d'inertie calculé, j'applique la formule

$$f = (P \times l_1^2 \times l_2^2) / (3 \times E \times I \times L)$$

P : Le poids appliqué uniformément a la solive en Newton (1 Kg = 10 N)

E : Module de young en pascal (sapin : 11000 Mpa = 11000000000Pa)

L : Longueur de la solive en mètre

f : flèche de la solive en mètre

l1 : Distance mur point d'application de P

l2 : Distance de l'autre mur au point d'application de P

(avec $l_1 > l_2$ et $l_1 + l_2 = L$)

RESISTANCE TIGES FILETES

Pour les assemblages il est bon de connaître la résistance en cisaillement d'une tige filetée.

$$P = (3/4) \times T \times S$$

P : Effort tranchant en Kg

T : Limite élastique en traction en Kg/mm²

S : section noyau en mm²

On utilise un coefficient de sécurité de 5 pour obtenir la charge admissible
Les sections du noyau sont données pour des filets triangulaires

Diamètre tige filetée (mm)	Section noyau (mm ²)	6 – 8 Traction : 48 Kg/mm ² Cisaillement : 36 Kg/mm ²		8 - 8 Traction : 64 Kg/mm ² Cisaillement : 48 Kg/mm ²	
		Charge Brut (Kg)	Charge admissible en cisaillement (Kg)	Charge Brut (Kg)	Charge admissible en cisaillement (Kg)
8	32,9	1184	236	1579	315
10	52 ,3	1882	376	2510	502
12	76,2	2743	548	3657	731
14	105	3780	756	5040	1008
16	144	5184	1036	6912	1382
18	175	6300	1260	8400	1680
20	225	8100	1620	10800	2160
22	281	10116	2023	13488	2697
24	324	11664	2332	15552	3110

SOURCES

Documentation, abaques, conseils

<http://boisphile.over-blog.com>

Formules, tables de références, abaques :

Formulaire de Mécanique Général Muller 15eme édition (1975)

LIENS

Milles mercis à Amaty, Fradeco, N'Bis, JeanYves56, Soissons, Jesus, Jmb24, Cradoc et Ossau pour leurs gros coup de main...

<http://forums.futura-sciences.com>

<http://www.bricozone.be>

<http://www.systemed.fr/Forum>

<http://www.bois.com/particuliers/forum>