

## Chapitre III

### Planchers mixtes

#### Introduction

Les ossatures de planchers sont constituées de poutres croisées, les solives (supportant le platelage) portent sur des poutres maîtresses, qui portent elles-mêmes sur des poteaux. Le platelage est une dalle en béton, coulée sur piedalles ou sur bacs acier utilisés comme coffrages perdus ou collaborants.

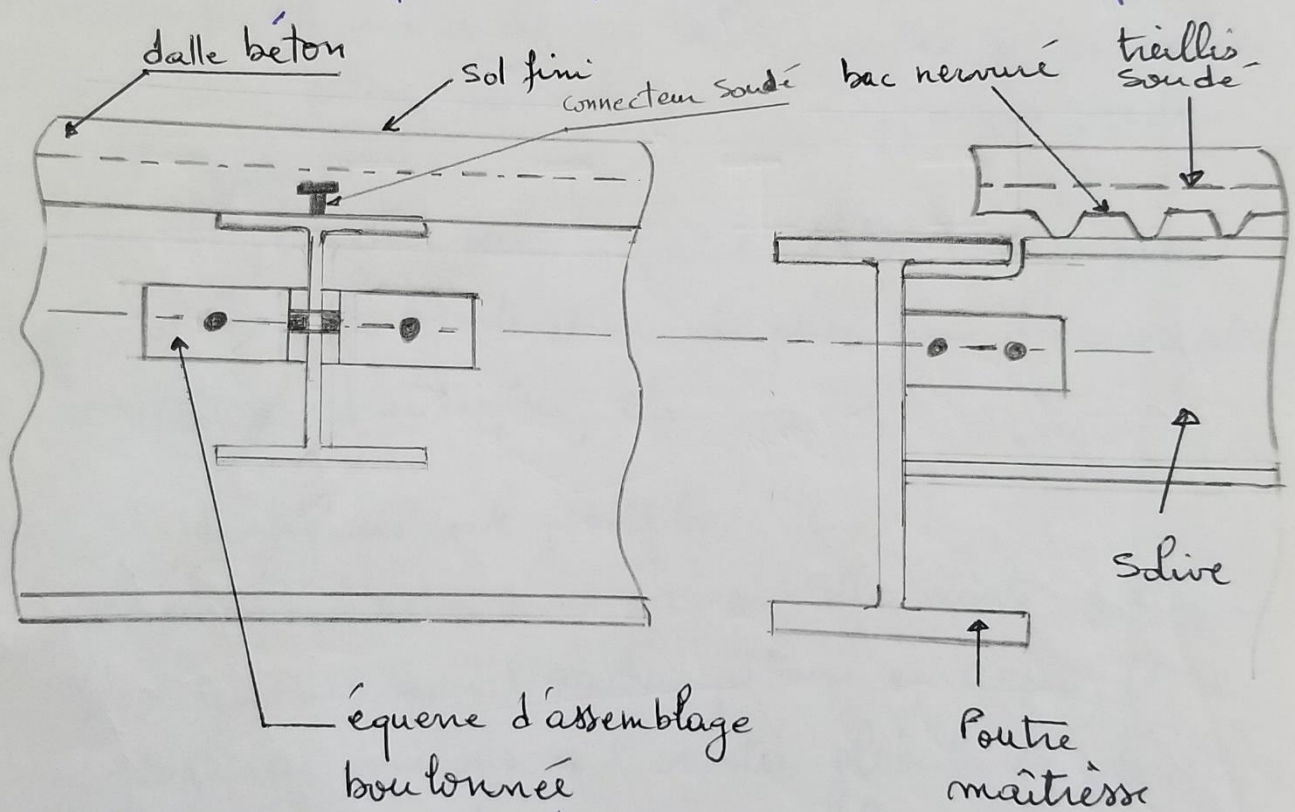
Ce type de plancher mixte (acier-béton) est le plus répandu dans les constructions de planchers d'immeubles de bureaux, d'entrepôts, etc.

Deux cas de figures sont possibles

- La dalle en Béton Armé est non Collaborante : Elle n'est pas liaisonnée avec l'ossature porteuse en acier, et ne participe donc pas, à l'inertie globale du plancher. La dalle constitue, dans ce cas une charge permanente pour l'ossature porteuse, qui est pénalisante du fait de son poids élevé.
- La dalle en Béton Armé est Collaborante : Elle participe à l'inertie globale du plancher, ce qui impose qu'elle soit parfaitement liaisonnée avec la structure porteuse.

Pour cela il faut prévoir des dispositifs de liaison (connecteurs) à l'interface acier / béton, qui solidarisent dalle et poutres entre elles et s'opposent à leur glissement mutuel.

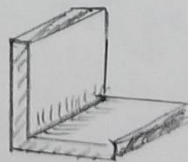
Les planchers mixtes à dalle collaborante étant la solution la plus économique et la plus judicieuse techniquement.



\* Il existe deux types de Connecteurs :



Connecteur sans forme de boulon.



Connecteur sans forme d'équerre.

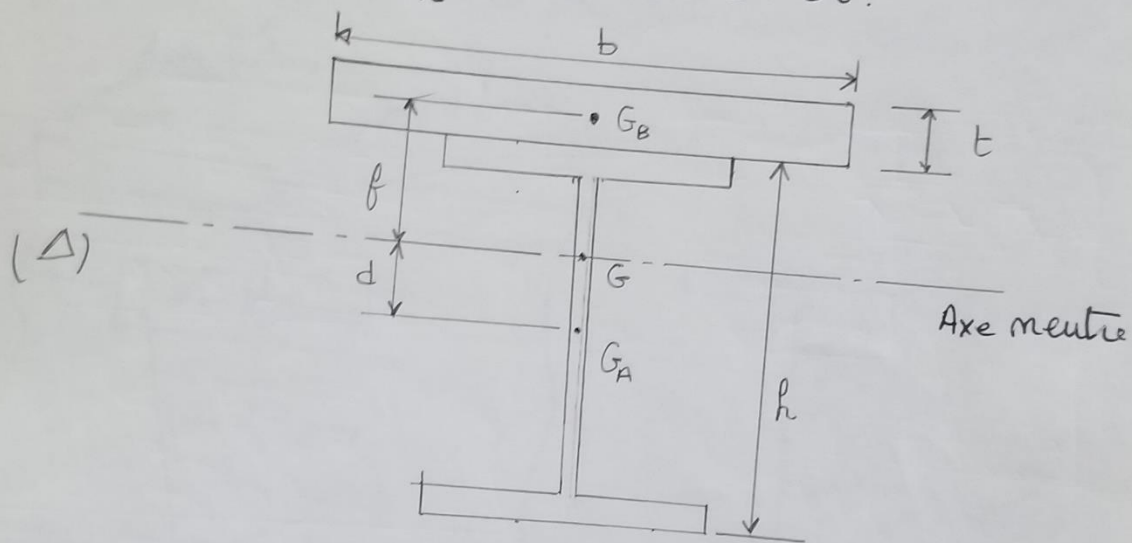


# 1) Calcul d'un plancher mixte à dalle Collaborante

\* Inertie du montage poutre/dalle.

Section mixte :

$$S = A + \frac{B}{n} \quad \text{avec } B = bt.$$



La position de l'axe neutre  $(\Delta)$  de la Section mixte Par rapport à  $G_A$ , Centre de gravité de la poutre acier, est  $d$  et on l'obtient en écrivant l'égalité des moments statiques par rapport à  $(\Delta)$ .

Poutre :  $J_A = A \cdot d$

dalle :  $J_B = \frac{B}{n} \cdot f$

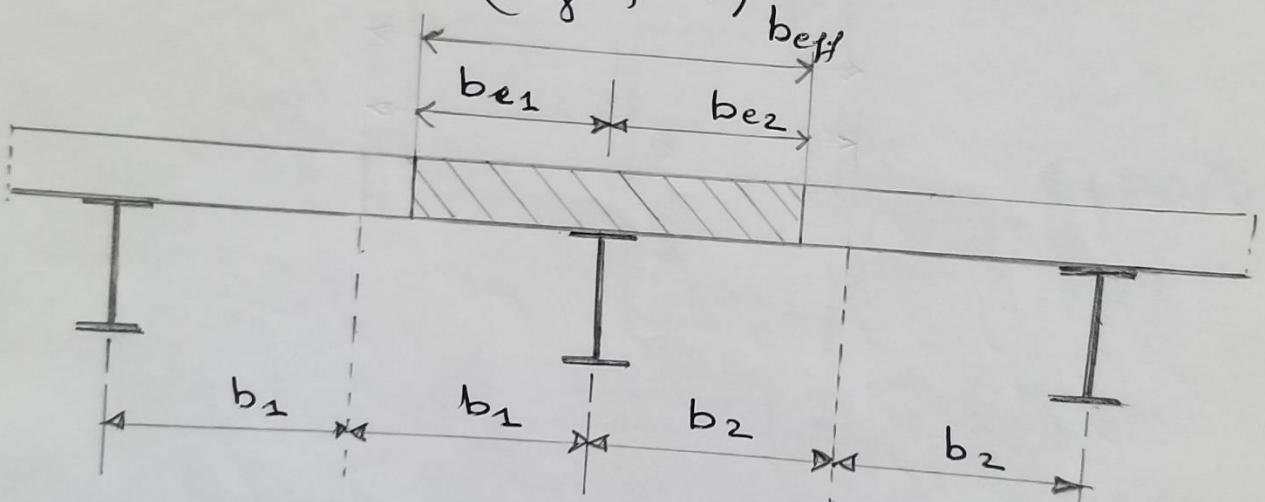
Soit  $A \cdot d = \frac{B}{n} f$  or  $f + d = \frac{t+h}{2}$

\* largeur de la dalle participante:  $b_{eff}$ .

$b_{eff}$  = largeur efficace de la dalle.  
= largeur participante.

$$b_{eff} = b_{e1} + b_{e2}$$

avec  $b_{ei} = \min \left( \frac{l_0}{8}, b_i \right)$



largeur participante de dalle pour une poutre.

Dans le cas d'une poutre sur 2 appuis, la longueur  $l_0$  est prise égale à la portée  $L$  de la poutre.

$$d'ou d = \frac{bt}{n} \times \frac{t+h}{2s}$$

Le moment d'inertie de la Section mixte par rapport à l'axe neutre ( $\Delta$ ) est :

$$I = I_A + A d^2 + \frac{I_B}{n} + \frac{B}{n} \left( \frac{t+h}{2} - d \right)^2$$

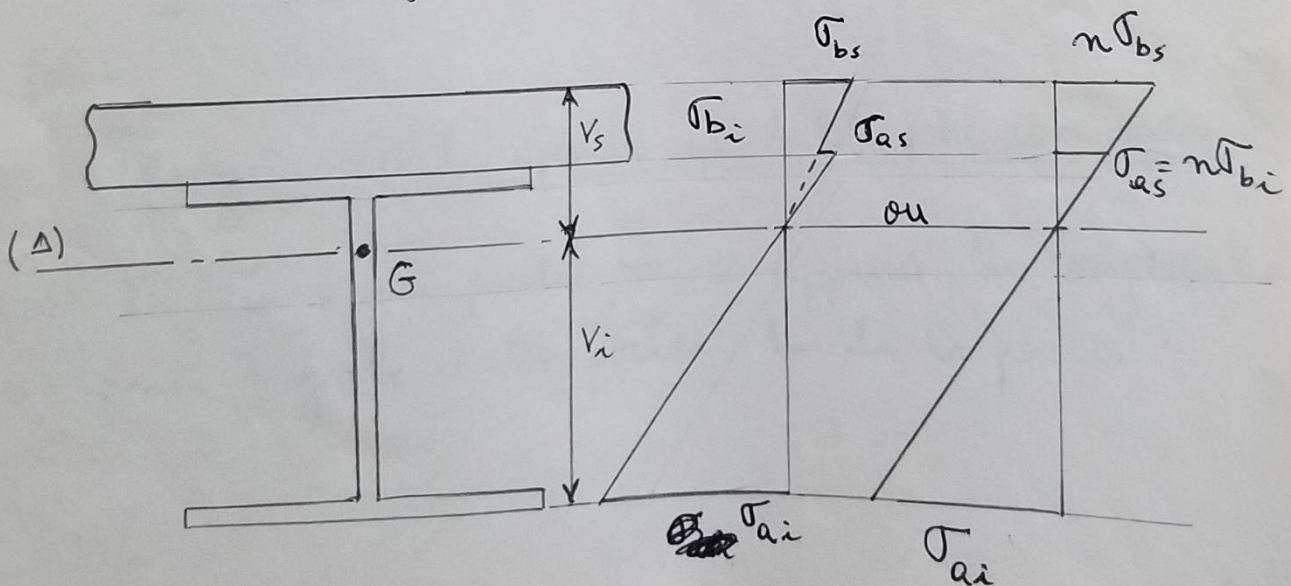
$I_A$  et  $I_B$  étant les inerties propres des sections

A et B

Soit

$$I = I_A + A d^2 + \frac{bt^3}{12n} + \frac{bt}{n} \left( \frac{t+h}{2} - d \right)^2$$

Contraintes de flexion Simple.





M étant le moment fléchissant maximal dans la section mixte, d'inertie  $I$ , les diverses contraintes extrêmes sont :

\* Contraintes dans le poutre acier

• Traction :  $\sigma_{ai} = \frac{M}{I} V_i$

• Compression :  $\sigma_{as} = \frac{M}{I} (V_s - t)$

\* Contraintes dans la dalle Béton :

• Compression (fibre supérieure) :  $\sigma_{bs} = \frac{M}{nI} V_s$

• Compression (fibre inférieure) :  $\sigma_{bi} = \frac{M}{nI} (V_s - t)$

avec  $V_i = \frac{h}{2} + d$  et  $V_s = \frac{h}{2} + t - d$

$n$  : Coefficient d'équivalence Acier/Béton :  $n=15$

Prédimensionnement des éléments porteurs

• Les planchers supportent de fortes charges (sur charges d'exploitation de bureaux, de stockage, ..., pouvant atteindre plusieurs tonnes au  $m^2$ ) leurs ~~ossatures~~ sont constituées d'ossatures lourdes (IPE parfois, mais surtout HEA, HEB et PRS)

Dimensionnement des éléments porteurs.

Sommier : Profilé laminé :  $h \approx \frac{l}{25} \rightarrow$  HEA ou HEB

Solive : Profilé laminé :  $h \approx \frac{l}{30} \rightarrow$  IPE

Fleche

Règlementairement, elles sont limitées :

- à  $\frac{1}{400}$  de la portée, pour plancher supportant des murs, cloisons, ou vitrages

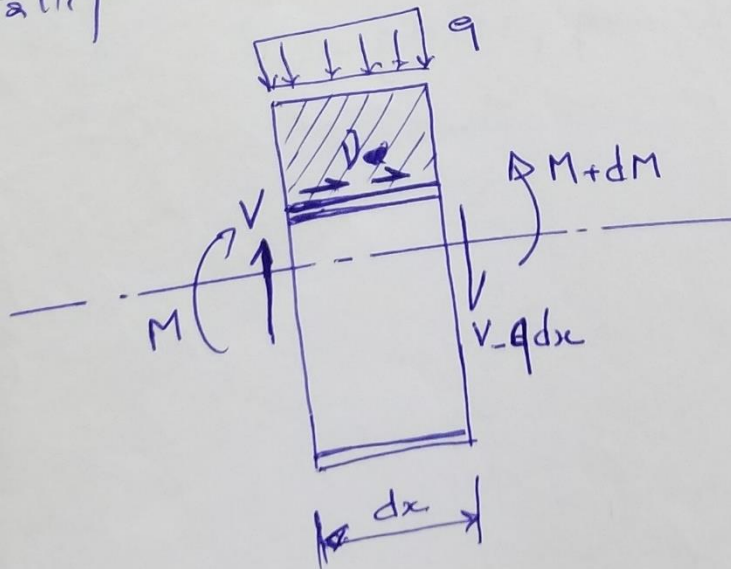
- à  $\frac{1}{250}$  de la portée, pour les planchers courants.

## Connection acier - Béton.

### Définition

La Connection entre la dalle en Béton et la poutelle métallique est la justification même de la construction mixte. Cette Connection est réalisée par des moyens de liaison appelés connecteurs qui ont pour but d'empêcher le glissement relatif entre les deux éléments à assembler.

Effort trassant : est l'effort de cisaillement longitudinal que la Connection doit transférer à l'interface entre la dalle en béton et la poutre métallique.



$$V = \frac{V \cdot S_c}{n \cdot I_b} \quad (1)$$



$V$  = Effort trasant dans la section considérée.

$S_c$  = moment statique de la dalle (largeur b eff) par rapport à l'axe neutre de la section mixte.

$n$  = Coefficient d'équivalence acier béton ( $n = \frac{E_a}{E_c}$ )

$I_b$  = moment d'inertie de la section mixte.

$V$  = Effort Tranchant dans la section considérée.



Nombre de Connecteurs.

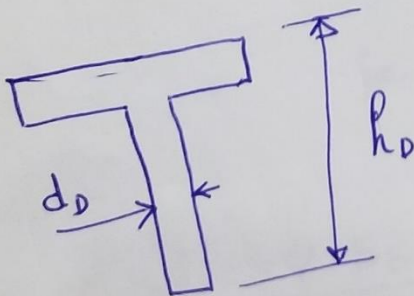
$$N = \frac{V}{P_{Rd}}$$

$$\frac{20-11-201A}{\downarrow}$$

$V$  = Valeur de calcul de l'effort trasant. (1)

$P_{Rd}$  = Valeur de calcul de la résistance d'un connecteur.  
(voir Tableau)

Les connecteurs sont normalisés



Valeur de calcul de la résistance au cisaillement  $P_{Rd}$   
d'un goujon soudé ( $f_{u,d} = 450 \text{ N/mm}^2$ )

Diamètre $d_0$ du goujon	Béton C16/20	Béton C20/25	Béton C25/30	Béton C30/37	Béton C35/45
13 mm	20 kN	23 kN	27 kN	30 kN	33 kN
16 mm	31 kN	35 "	40 "	45 "	50 "
19 mm	43 kN	49 "	57 "	64 "	70 "
22 mm	58 kN	66 "	76 "	85 "	94 "

Béton de qualité C20/25  $\rightarrow f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$

$f_{ck}$  = Valeur caractéristique de la résistance  
à la compression.  $\begin{cases} 20/25 \Rightarrow \\ 20 \rightarrow f_{ck} \text{ pour les éprouvettes Cubiques} \\ 25 \rightarrow f_{ck} \text{ " " " Cylindriques} \end{cases}$

### Répartition des connecteurs.

Les dimensions des Goujons et leur dispositions sur la poutelle,  
ainsi que les dimensions de la Toile, doivent remplir  
certaines conditions pour être pleinement efficaces.

La distance entre les goujons dans le sens longitudinal  
de la poutre :

distance maximale entre deux goujons :  $4h_0$  ou 600 mm  
distance minimale " " " :  $5d_0$

(70)



386

## DIMENSIONNEMENT DES CHARPENTES MÉTALLIQUES

des deux valeurs suivantes, tirées de la norme SIA 264 et de l'Eurocode 4, valables à condition que le goujon comporte une tête et que sa longueur soit supérieure ou égale à quatre fois son diamètre ( $h_D \geq 4 d_D$ ):

$$P_{c,Rd} = \frac{0.29 d_D^2}{\gamma_v} \sqrt{f_{ck} E_{cm}} \quad (10.73a)$$

$$P_{D,Rd} = \frac{0.8 f_{u,D}}{\gamma_v} \frac{\pi d_D^2}{4} \quad (10.73b)$$

- $d_D$  : diamètre de la tige du goujon  
 $f_{ck}$  : valeur caractéristique de la résistance à la compression sur cylindre du béton  
 $E_{cm}$  : valeur moyenne du module d'élasticité du béton  
 $f_{u,D}$  : résistance à la traction de l'acier du goujon (valeur normale  $f_{u,D} = 450 \text{ N/mm}^2$ , au maximum  $500 \text{ N/mm}^2$  dans les calculs)  
 $\gamma_v$  : facteur de résistance relatif aux moyens de connexion ( $\gamma_v = 1.25$ )

La figure 10.36 montre que la rupture de la tige du goujon, donnée par (10.73b) est déterminante dès que  $f_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$  (béton C 25/30 selon la norme SIA 262).

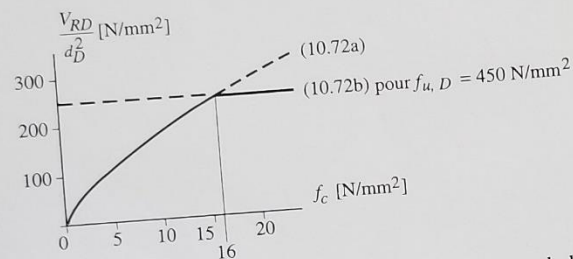


Fig. 10.36 Résistance d'un goujon en fonction de la résistance du béton.

En cas de *calcul élastique* de la résistance des sections, la résistance des goujons est réduite à 75%, de façon à limiter le glissement relatif de la dalle sur le profilé métallique et satisfaire ainsi l'hypothèse de la conservation des sections planes. Le tableau 10.37 donne les valeurs de calcul de la résistance  $P_{Rd}$  des goujons soudés, pour le calcul plastique et le calcul élastique de la résistance des sections mixtes et pour des qualités de béton de C 16/20 à C 35/45 ( $k_E = 10\,000$ ).

Tableau 10.37 Valeurs de calcul de la résistance au cisaillement  $P_{Rd}$  d'un goujon soudé ( $f_{u,D} = 450 \text{ N/mm}^2$ ).

Diamètre $d_D$ du goujon	Calcul plastique				Calcul élastique				
	Béton C 16/20	Béton C 20/25	Béton C 25/30	Béton $\geq$ C 30/37	Béton C 16/20	Béton C 20/25	Béton C 25/30	Béton C 30/37	Béton C 35/45
13 mm	27 kN	31 kN	36 kN	39 kN	20 kN	23 kN	27 kN	30 kN	33 kN
16 mm	41 kN	47 kN	54 kN	58 kN	31 kN	35 kN	40 kN	45 kN	50 kN
19 mm	57 kN	66 kN	75 kN	82 kN	43 kN	49 kN	57 kN	64 kN	70 kN
22 mm	77 kN	88 kN	101 kN	110 kN	58 kN	66 kN	76 kN	85 kN	94 kN



## 2) Charpente des planchers

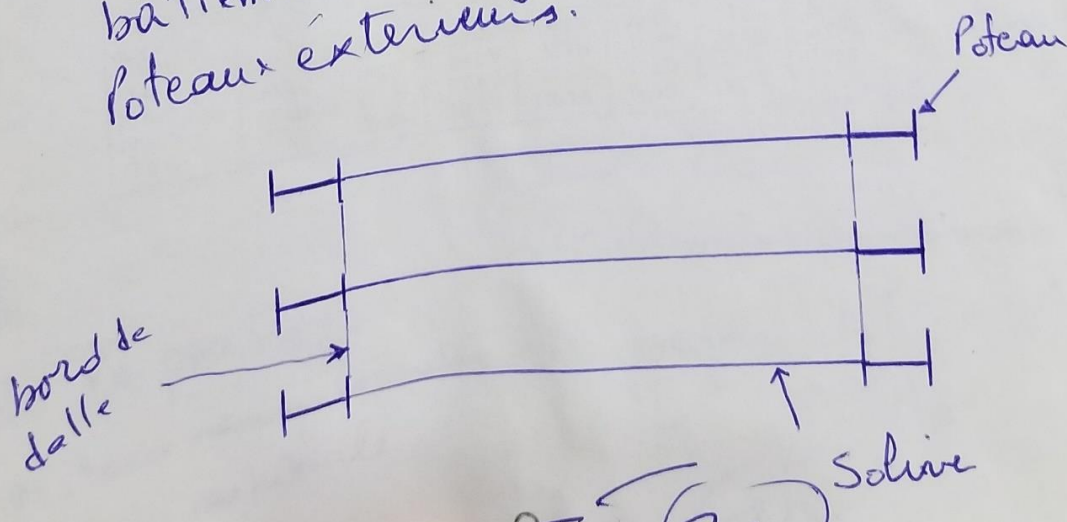
\* Système de poutraison : La poutraison est un réseau de poutres métalliques horizontales qui transmet aux poteaux les forces qui sollicitent la dalle. Ce réseau, le plus souvent constitué de solives qui reçoivent les charges verticales de la dalle et le transmettent aux sommiers perpendiculaires qui s'appuient sur les poteaux. Dans certains cas, les sommiers s'appuient sur un troisième niveau de poutres (les poutres maîtresses) qui transmettent les forces aux poteaux.

### \* Types de planchers

a) Les planchers à un niveau de poutres :

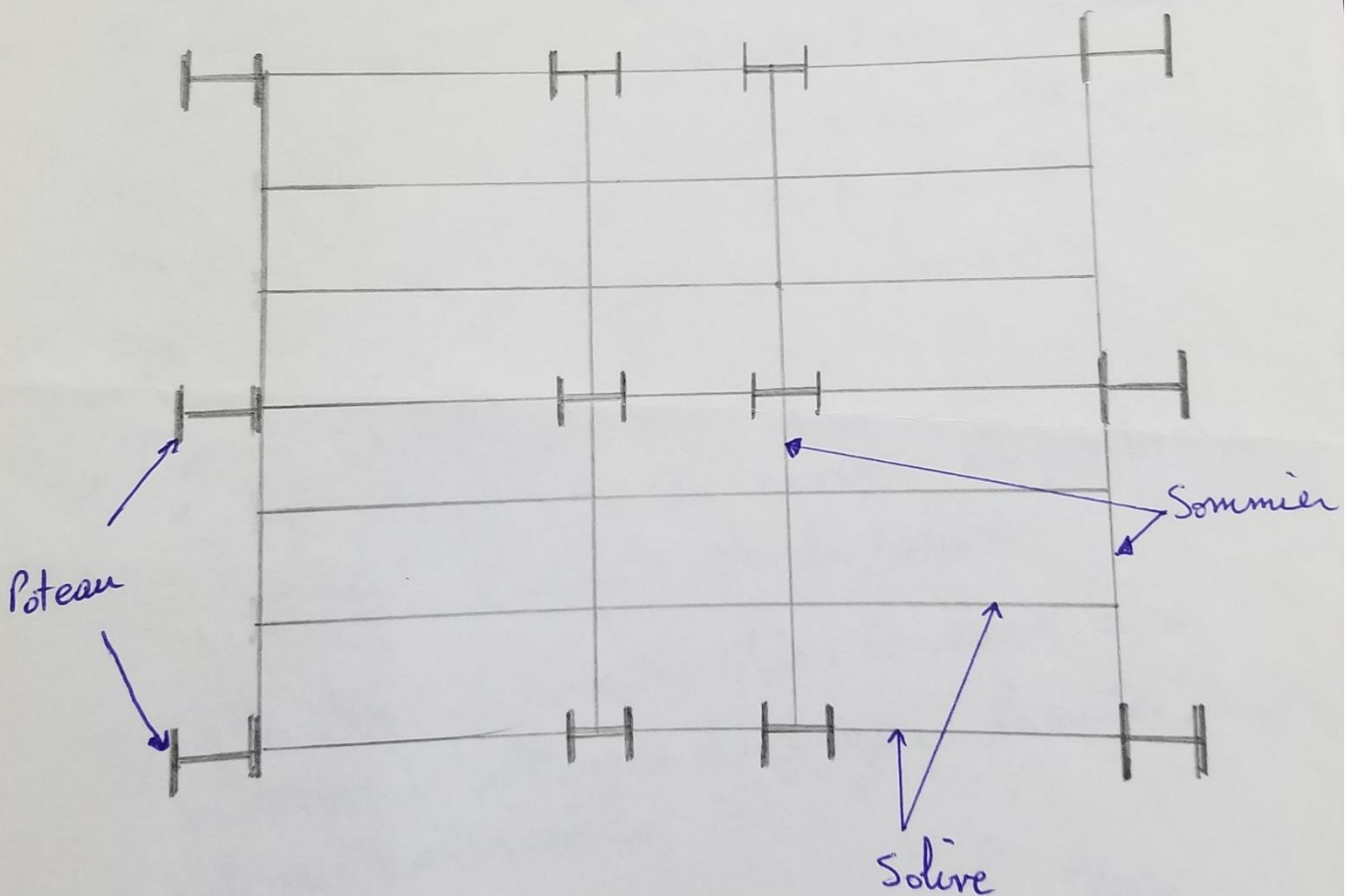
La dalle s'appuie sur la solive.

Cette forme de construction convient aux bâtiments allongés de largeur limitée avec poteaux extérieurs.



### b) Plancher à deux niveaux

Pour éviter les rangées serrées de poteaux situés en façade ou dans les cloisons intérieures, il faut augmenter l'espacement des poteaux dans le sens longitudinal du bâtiment. Les solives doivent alors être reprises par des sommiers.



### c) Planchers à 3 niveaux

Pour les très grandes portées ou lorsque il est impératif de supprimer un poteau pour des raisons d'aménagement des locaux, les réactions d'appui des sommiers sont reprises par un troisième niveau de poutre (les poutres maîtresses) et transmettent à des poteaux très espacés.

C'est en particulier le cas dans les étages inférieurs des bâtiments qui ont une autre affectation que les étages supérieurs.

