



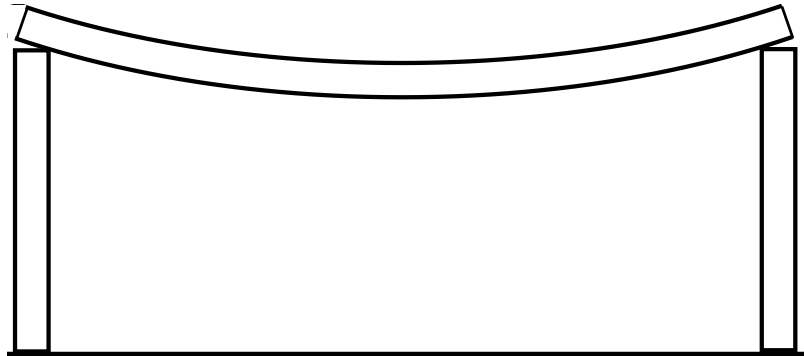
Poutre à colonne incorporée

Contenu	Page
1. Techniques habituelles de réalisation de grandes portées	2
1.0 Introduction	2
1.1 Première solution : une poutre plus haute	3
1.2 Deuxième solution : un poteau intermédiaire	3
1.3 Troisième solution : le béton précontraint	4
2. Nouvelle technique : une poutre à colonne incorporée	4
2.1 Comment ça marche	4
2.2 Conclusion	5
2.3 Les essais de confirmation	6
2.3.1 Test d'une poutre conventionnelle	6
2.3.2 Fabrication d'une colonne horizontale	6
2.3.3 Test d'une poutre à colonne incorporée	6
2.4 Résultats des tests	7
3. Conclusions	7
4. Implications	7

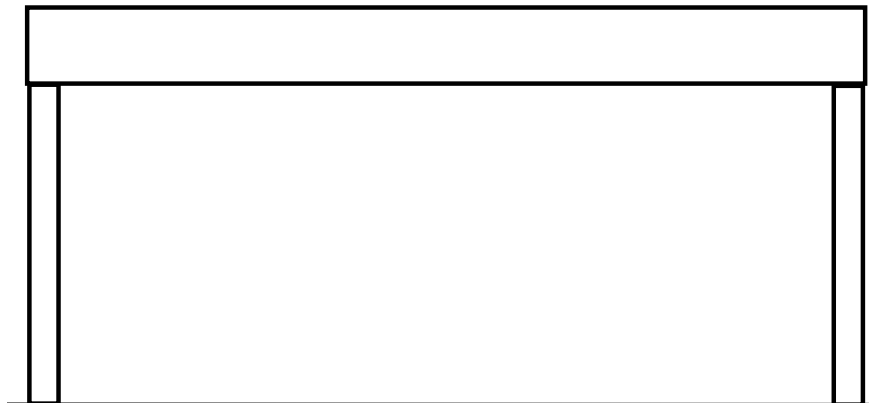
1. Techniques habituelles de réalisation de grandes portées

1.0 Introduction

Pour les grandes portées entre deux poteaux successifs, la poutre fléchit à un niveau inacceptable.



1.1 Première solution : Une poutre plus haute



La formule de calcul de la flèche maximale d'une poutre sous charge est l'une des plus importantes formules en ingénierie.

$\Delta = (q \cdot L^4) / 384 \cdot E \cdot I$ pour les poutres encastées aux extrémités.

$\Delta = 5(q \cdot L^4) / 384 \cdot E \cdot I$ pour les poutres sur appuis simples.

Où Δ est la flèche maximale au milieu de la portée, q la charge par unité de longueur, L la portée, E le module d'élasticité, et I le moment d'inertie de la poutre.

Le moment d'inertie I est lui-même donné par la formule :

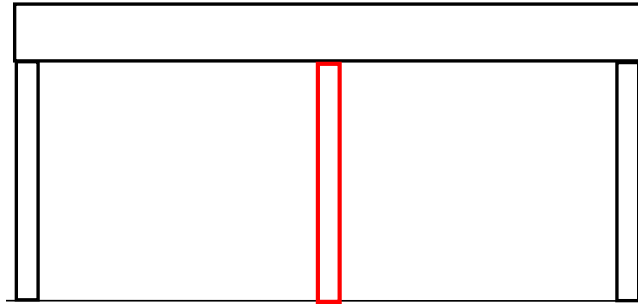
$$I = (bh^3) / 12$$

Où b est la largeur et h la hauteur de la poutre. Par exemple :

Pour une poutre de 20x20 cm de section, le moment d'inertie est $20 \times (20 \times 20 \times 20) / 12 = 13.333$
 Et pour une poutre 20x30 cm de section, le moment d'inertie est $20 \times (30 \times 30 \times 30) / 12 = 45.000$
 Donc une augmentation de la hauteur de la poutre de 1.5 fois conduit à une diminution de la flèche de 3.5 fois.

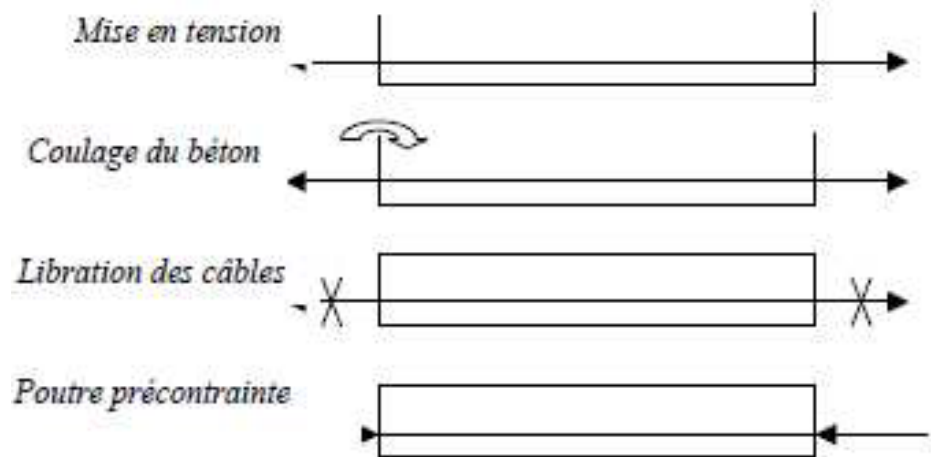
Cette solution fonctionne jusqu'à un certain point, car elle augmente l'encombrement, le poids propre et le volume des matériaux utilisés.

1.2 Deuxième solution : un poteau intermédiaire



C'est la solution la plus simple, mais avec un grand inconvénient : il perturbe fortement l'architecture intérieure.

1.3 Troisième solution : Le béton précontraint



Dans le béton armé, la tension à la face inférieure de la poutre suite à la charge, est reprise par les armatures.

Il convient de noter que si dans le béton armé les aciers sont appelés « armatures », dans le béton précontraint on les appelle « tendons ». Les armatures et les tendons diffèrent du point de la composition, du mode de fonctionnement, des performances, du coût, etc.

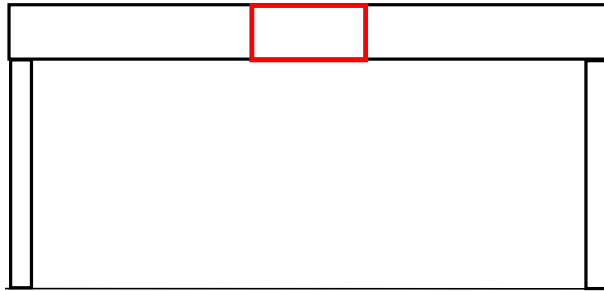
Dans le béton précontraint, le béton reprend aussi bien les efforts en compression à la face supérieure de la poutre, que les efforts en tension à la face inférieure. Les tendons ont pour rôle de le mettre en situation de le faire, par la forte compression qu'il exerce sur lui.

Grâce à ce processus complexe et délicat, les portées entre appuis augmentent considérablement.

Le béton précontraint est largement utilisé dans la construction des ponts entre autres. Dans le secteur résidentiel, il est essentiellement utilisé dans la fabrication de poutrelles pour dalles à hourdis, et pour des éléments de dalles prébétonnées.

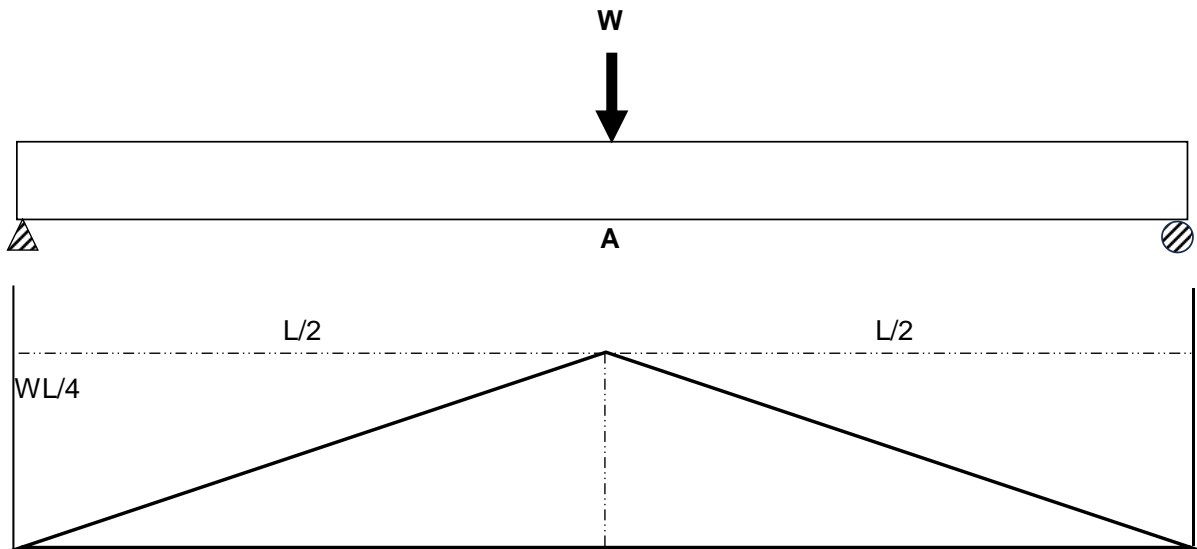
2. Nouvelle technique : Poutre à colonne incorporée

2.1 Comment ça marche



La nouvelle méthode consiste à renforcer la poutre en son milieu, pour la rendre incassable dans cette zone.

Le principe a été inspiré du diagramme du moment fléchissant d'une poutre sur appuis simples.



Le diagramme du moment fléchissant a la forme d'un triangle.

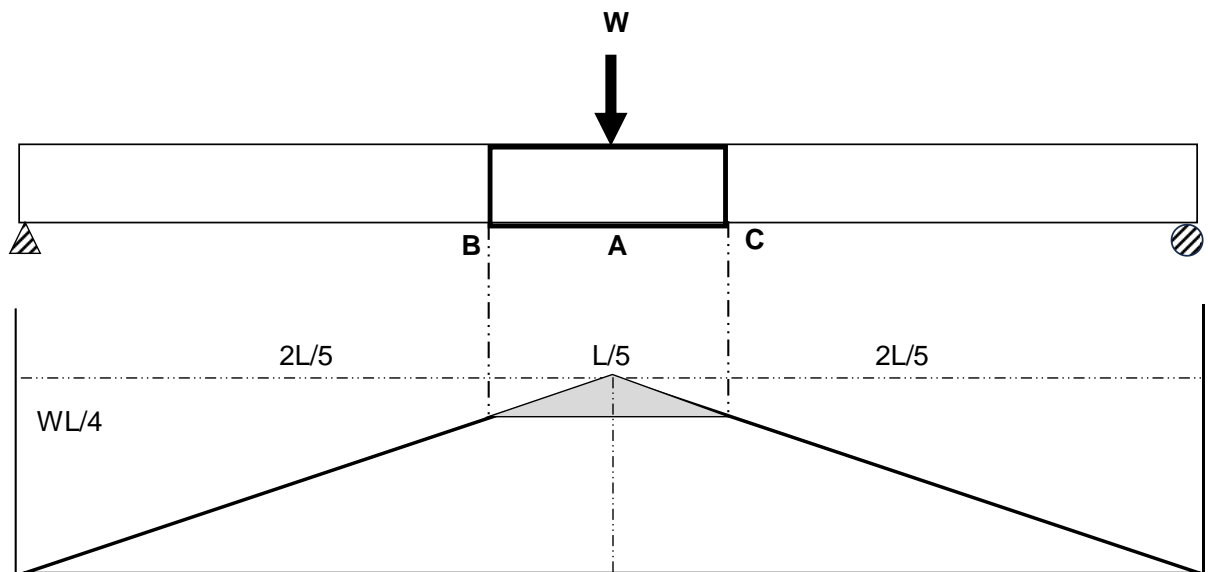
La flèche de la poutre a la même allure.

Le milieu est le point le plus sollicité de la poutre. En cas de surcharge, la probabilité pour que la rupture ait lieu au point A situé au milieu de la portée est de 100%.

A partir d'ici on peut être tenté de renforcer une petite zone du milieu de la portée, en tension et en compression, au point de rendre cette zone incassable. C'est cet acte que nous appelons

blindage. Le blindage est choisi de telle sorte qu'en cas de surcharge, la probabilité pour que la rupture ait lieu au point A situé au milieu de la portée soit de 0% !

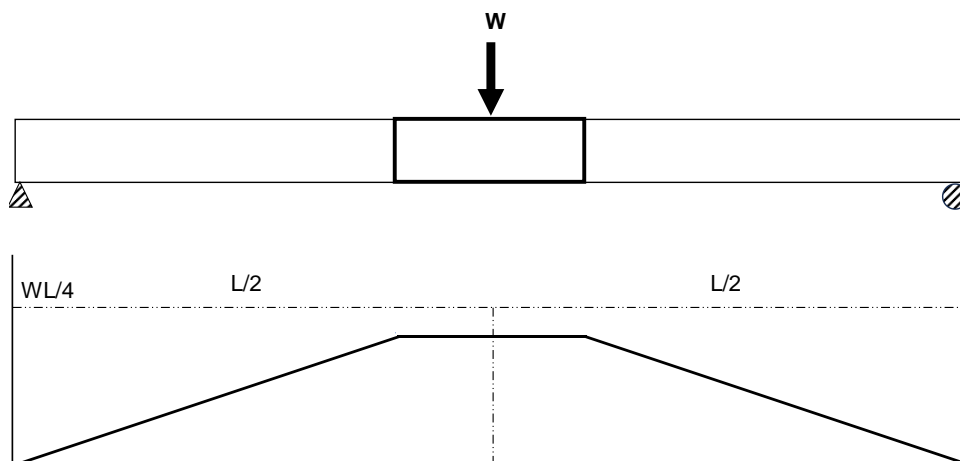
Cette probabilité passe donc de 100% à 0%.



Si la rupture a lieu ailleurs qu'au milieu de la portée, elle aura lieu en deux endroits.

Pour que la rupture ait lieu en deux endroits, il faudra une charge double par rapport à une rupture en un seul endroit.

La capacité de la poutre a donc été multipliée par deux.



L'allure de la flèche d'une poutre blindée a la forme d'un trapèze.

2.2 Conclusion




- i) Renforcer le milieu de la poutre au point de le rendre incassable double sa capacité.
- ii) La flèche est réduite proportionnellement à la longueur renforcée.

2.3 Essais de confirmation

2.3.1 Test d'une poutre conventionnelle

Une poutre standard de 20 x 20 x 480 cm a été soumise à la flexion. Une distance de 4 m sépare les appuis. Une charge concentrée est appliquée à la mi-portée.

La charge et la flèche correspondante sont enregistrées jusqu'à la rupture de l'échantillon.

		
Faible charge	Forte charge	<u>La rupture a lieu en un endroit:</u> au milieu de la portée.

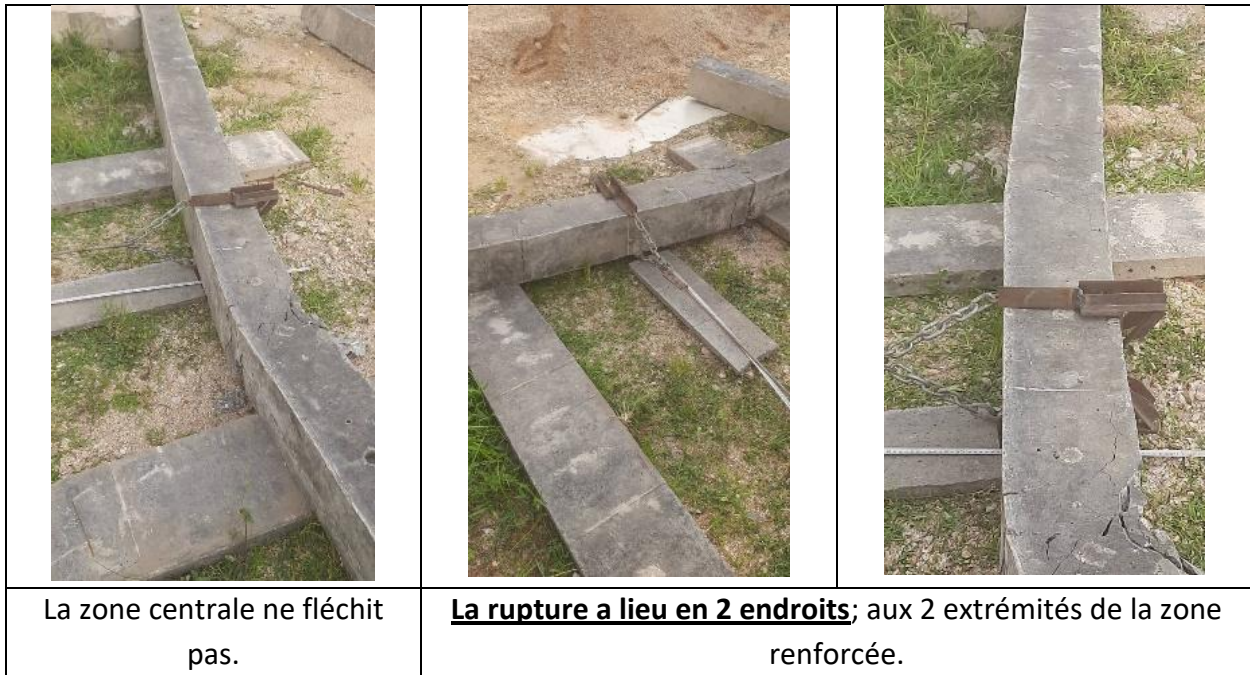
2.3.2 Fabrication d'une poutre à colonne incorporée



Ce cadre métallique de 75 cm de long, a été fabriqué avec une cornière de 50x50x5 mm. C'est une exemple d'une colonne horizontale.

2.3.3 Test de la poutre à colonne incorporée

Une poutre fabriquée comme ci-dessus a été soumise à la flexion, jusqu'à la rupture.



2.3.4 Résultats des tests

Poutre normale 20x20x480		Poutre blindée <u>au milieu</u>	
23/11/2024		10/01/2025	
Force kgf	Flèche - cm	Force kgf	Flèche - cm
500	0.50		
750	1.00		
1 000	2.00		
1 250	3.00		
1 500		1 520	2.50
1 750		1 750	3.00
2 000		2 010	4.00
2 250		2 250	5.00
2 500		2 300	

3. Conclusion

3.1 La colonne horizontale permet de doubler la capacité de la poutre à laquelle elle est incorporée.

3.2 Le blindage permet aussi de diminuer la flèche maximale, proportionnellement sa longueur.

4. Implication du point de vue des codes de construction

4.1 Révision des codes de construction des éléments structuraux en béton armé.

Les codes de construction sont amenés à ajuster les valeurs des flèches maximales s'il y a utilisation de poutres à colonnes incorporées, en les augmentant.

Pour une poutre de 4m par exemple, certains codes préconisent une flèche maximale de $1/300$, soit $400/300 = 1.3\text{cm}$. C'est une donnée fondamentale dans le dimensionnement des ouvrages.

Cette limitation est dictée par la nécessité de garder un coefficient de sécurité pour ne pas atteindre la limite d'élasticité du matériau.

Avec les poutres à colonnes incorporées, ce risque est réduit de 50%. Les conditions de sécurité seraient donc équivalentes pour une poutre conventionnelle dimensionnée pour une flèche maximale de $L/300$, et avec une poutre à colonne incorporée dimensionnée pour une flèche maximale de $L/200$ par exemple. Dans l'exemple ci-dessus d'une poutre de 4m, le dimensionnement tiendrait compte d'une flèche maximale de 2cm au lieu de 1.3cm.

Il en résulte d'importants avantages du point de vue architectural et du coût des constructions.

4.2 Ajustement de la valeur du module d'élasticité des poutres à colonnes incorporées.

La formule de calcul de la flèche maximale est la suivante : $\Delta = (q \cdot L^4) / 384 \cdot E \cdot I$

Les facteurs qui sont au numérateur concourent à augmenter la flèche, et les éléments qui sont au dénominateur concourent à la réduire.

Le moment d'inertie I dépend de la forme géométrique de la poutre, et ne peut donc pas être influencé par la colonne horizontale.

En revanche, le module d'élasticité ou module de Young E peut augmenter si la rigidité de la poutre augmente, notamment grâce à la colonne incorporée.

Dans certains code de construction $E = 5000 f_c^{0.5}$ tandis que dans d'autres $E = 5375 f_c^{0.5}$, f_c étant la résistance à la compression du béton.

C'est-à-dire qu'il y a un facteur qui dépend de la résistance à la compression du béton utilisé, et un coefficient fixe qui n'est pas identique pour tous les codes de construction.

Comme alternative à l'augmentation des valeurs de la fleche maximale dans les codes, on peut avoir le même effet en augmentant ce coefficient.

Par exemple, $E = 7000 f_c^{0.5}$ au lieu de $E = 5000 f_c^{0.5}$, et $E = 7375 f_c^{0.5}$ au lieu de $E = 5375 f_c^{0.5}$.

Cette alternative est plus facile à mettre en pratique.

5. Demande de brevet en cours

Page 1 of 2



P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313 - 1450
www.uspto.gov

ELECTRONIC ACKNOWLEDGEMENT RECEIPT

APPLICATION #	RECEIPT DATE / TIME	ATTORNEY DOCKET #
19/546,251	02/20/2026 09:22:08 PM Z ET	-

Title of Invention

Horizontal columns and vertical beams

Application Information

APPLICATION TYPE	Utility - Nonprovisional Application under 35 USC 111(a)	PATENT #	-
CONFIRMATION #	8573	FILED BY	Libere Nitunga
PATENT CENTER #	74562045	FILING DATE	-
CUSTOMER #	204278	FIRST NAMED INVENTOR	Mr. Libere Nitunga
CORRESPONDENCE ADDRESS	-	AUTHORIZED BY	-

Documents

TOTAL DOCUMENTS: 5

DOCUMENT	PAGES	DESCRIPTION	SIZE (KB)
generatedADS74562045.pdf	5	Application Data Sheet	112 KB
260222_Patent_Application_Transmittal_aia0015.pdf	2	Transmittal Letter	413 KB
260222 Horizontal columns Specification-SPEC.docx	6	Specification	21 KB
Warning: The automatic document description has been replaced.			
260222_Horizontal_columns_Drawings.pdf	2	Drawings-only black and white line drawings	84 KB
260222_Horizontal_columns_Specification.pdf	6	Specification	117 KB