



SOLUTION À LA CRISE MONDIALE ACTUELLE DU LOGEMENT :

L'OSSATURE PRÉBÉTONNÉE

Pour donner de l'espoir à des centaines de millions de personnes touchées par la crise du logement dans le monde, des sans-abris à ceux qui peinent à payer le loyer.

Contenu	Page
1. Sommaire	2
2. Le logement est un besoin de base de l'être humain	3
3. La crise du logement dans le monde	3
4. Comprendre le bâtiment	4
5. Le matériau qu'il faut à la place qu'il faut	4
5.1 Ce qui est nouveau	4
5.2 Faiblesse des connexions en béton armé dans les bâtiments	5
5.3 Le matériau idéal pour toutes connexions : l'acier	7
6. Principales caractéristiques de l'ossature prébétonnée	8
6.1 Industrialisation de la construction en béton	8
6.2 Forte réduction des coûts	9
6.3 Un joint à moment résistant unique	10
6.4 Une construction rapide	11
6.5 Vaincre les tremblements de terre	11
6.6 Chantiers de construction propres et dégagés	12
6.7 Une importante réduction de la main-d'œuvre	12
6.8 Constructions à l'épreuve des ouragans	12
6.9 Constructions résistantes au feu	13
6.10 Approbation rapide des projets de construction	13
6.11 Autres caractéristiques	13

7. Obstacles au changement	13
7.1 Raisons structurelles	13
7.2 Conflits d'intérêt	13
7.3 Transfert de technologie à contresens	13
8. Facteurs favorables au changement	14
9. Techniques complémentaires	14
9.1 Malaxage et pétrissage de la pâte de ciment	14
9.2 Poutres à colonnes incorporées	15
9.3 Prochaine étape : béton précontraint dans les habitations	16
9.4 Chauffage par convection thermique	16
9.5 Isolation par convection thermique	17
10. Conclusion	17

1. SOMMAIRE

1. Le logement est l'un des besoins fondamentaux de l'être humain. Dans la catégorie des besoins de sécurité.

2. Ce besoin fondamental n'est pourtant pas satisfait pour des centaines de millions de personnes à travers le monde, suite à une crise du logement qui frappe actuellement tous les pays du monde, des plus riches aux plus pauvres. L'humanité entière est affectée. Et il n'y a aucune perspective d'amélioration en vue.

3. Bien que le support physique du logement soit la maison, son mode de construction n'est pas mis sur le tapis lors de la recherche de solutions à la crise du logement.

4. Le béton est le matériau de construction le plus utilisé dans le monde. Mais la connexion en béton est inadéquate. La connexion en acier constitue une révolution qui déverrouille l'énorme potentiel du béton dans la construction, et en fait la solution idéale à la crise actuelle mondiale du logement.

5. L'ossature prébétonnée donne une perspective de solution à la crise. Elle peut être mise en œuvre rapidement, et ainsi augmenter considérablement l'offre de maisons bien construites dans le monde entier.

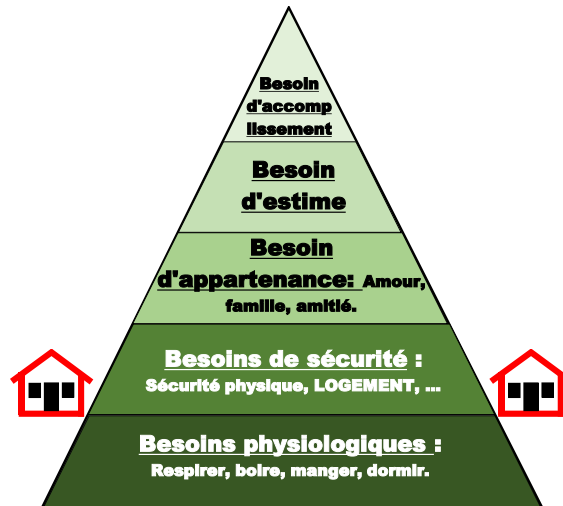
6. Les constructions sont:

- a) Plus robustes (2 -3 fois);
- b) Moins chères (0,5 fois);
- c) Plus rapides (4 fois);
- d) Plus respectueuses de l'environnement (2 fois).

2. LE LOGEMENT EST UN BESOIN DE BASE DE L'ÊTRE HUMAIN

Hiérarchie des besoins humains de Maslow

La motivation dépend d'une hiérarchie de besoins. Ces besoins sont organisés dans une pyramide montrant les besoins qui devraient d'abord être satisfaits en priorité.



Hiérarchie des besoins humains de Maslow

Lorsque les besoins de survie sont satisfaits, suivent immédiatement les besoins de sureté et de sécurité, dont le logement fait partie. Avant même l'amour, la famille, et l'amitié.

3. LA CRISE DU LOGEMENT DANS LE MONDE

Une grave crise du logement sévit actuellement dans le monde entier. Elle empire chaque jour, et il n'y a pas de perspective de solution en vue.

3.1 Suisse

« Les loyers augmentent, l'offre de logement est rare et aucune perspective d'amélioration ».

3.2 France

« La crise du logement n'est pas seulement pour les infortunés. Tout le monde est concerné. »

« Crise du logement : 5 millions d'adultes vivent chez leurs parents. »

3.3 Turquie

« Entre les deuxièmes trimestres de 2022 et 2023, les prix des maisons en Turquie ont presque doublé (95,9%). »

3.4 Canada

« Crise du logement : 9 dans une maison. »

3.5 Australie

« La crise du logement en Australie est une catastrophe pour les droits humains ».

« Le nombre de sans-abris est très élevé, plus de 120 000 personnes ». (0.4% de la population).

3.6 Inde

« L'Inde devrait avoir une pénurie de logements abordables cumulative de 31,2 millions d'unités d'ici 2023, avec une taille de marché potentielle de 67 billions de roupies ± 800 milliards de dollars ! »

3.7 États-Unis

« Les États-Unis souffrent actuellement d'une pénurie de logements de 4 à 7 millions de maisons. »

« Près de 7 Américains sur 10 sont préoccupés par la hausse des coûts des logements. »

« Nous sommes confrontés à un déficit massif de logements. Même si les constructions doublent immédiatement, nous avons encore besoin de 5 à 10 ans pour rattraper la demande actuelle. »

4. COMPRENDRE LE BÂTIMENT

Le support physique du logement c'est le bâtiment !

Les gens se sont faits à l'idée qu'une maison est une chose trop compliquée, que même des professionnels ne comprennent pas trop bien comment ça marche réellement.

Cela a contribué à rendre le changement difficile, et a conduit à l'incapacité des systèmes de construction à répondre efficacement à la crise actuelle du logement.

Pour simplifier les bâtiments sont composés de 3 principaux éléments:

1. La structure : fondation + poteaux et poutres + dalles + escaliers ;
2. Les murs ;
3. Les compléments : portes et fenêtres; eau et électricité; Isolation et finition.

5. LE MATÉRIAU QU'IL FAUT À LA PLACE QU'IL FAUT

5.1 Ce qui est nouveau

Nous avons pris le meilleur des principales techniques de construction.

De la construction de bois, nous avons pris la technologie : poteaux et poutres, planchers à solives, murs en panneaux.

De la construction en béton, nous avons pris le matériau : le béton armé.

De la construction d'acier, nous avons pris la connexion et la triangulation.

Et il en a résulté l'ossature prébétonnée.

**La connexion en acier dans la construction en béton armé change
profondément la donne, avec effets immédiats.**

C'est la parfaite illustration du principe du matériel qu'il faut à l'endroit qu'il faut.

Sa mise en œuvre permet :

- a) Un dimensionnement personnalisé des connexions pour répondre à toute nécessité structurelle.
- b) La construction de logements dans une perspective et à un niveau industriel.

D'énormes possibilités du béton dans la construction en général et dans la construction de logements en particulier ont été déverrouillées.

L'ossature prébétonnée a suffisamment de particularités pour être une nouvelle technologie de construction.

Elle a été inventée au Burundi et brevetée dans le monde entier :

BI 2015 321; US 10494807; US 10837167; EP 3310973; EA 034805; CN 4238807; IN 471248.



5.2 Faiblesse des connexions en béton armé dans les bâtiments

Elles devraient être une chose du passé.

5.2.1 La connexion, cruciale dans la stabilité des bâtiments

Les bâtiments sont exposés à 2 principaux types de forces : forces verticales et forces horizontales.

Forces verticales

Elles sont connues à l'avance avec une certaine précision : le poids propre du bâtiment, du mobilier et des occupants. Il est relativement facile d'y répondre efficacement.

Forces horizontales

Elles sont imprévisibles en survenance, en amplitude et en durée. Essentiellement le vent, les tremblements de terre, et les dissymétries constructives.

Elles sont les plus dangereuses pour les constructions.

Tous les éléments structuraux sont sollicités pour s'opposer à ces forces, mais les connexions sont sur la ligne de front !

Et pourtant les connexions ne sont généralement pas dimensionnées pour qu'elles soient à la hauteur de ces défis.

5.2.2 Connexions laissées-pour-compte dans la construction en béton armé

Les colonnes et les poutres sont dimensionnées pour résister aux forces verticales. Les connexions sont les résultantes « naturelles » du dimensionnement des colonnes et des poutres. Une sorte d'enfants naturels dont on ne s'occupe même pas.



<https://www.researchgate.net/publication/245378123>

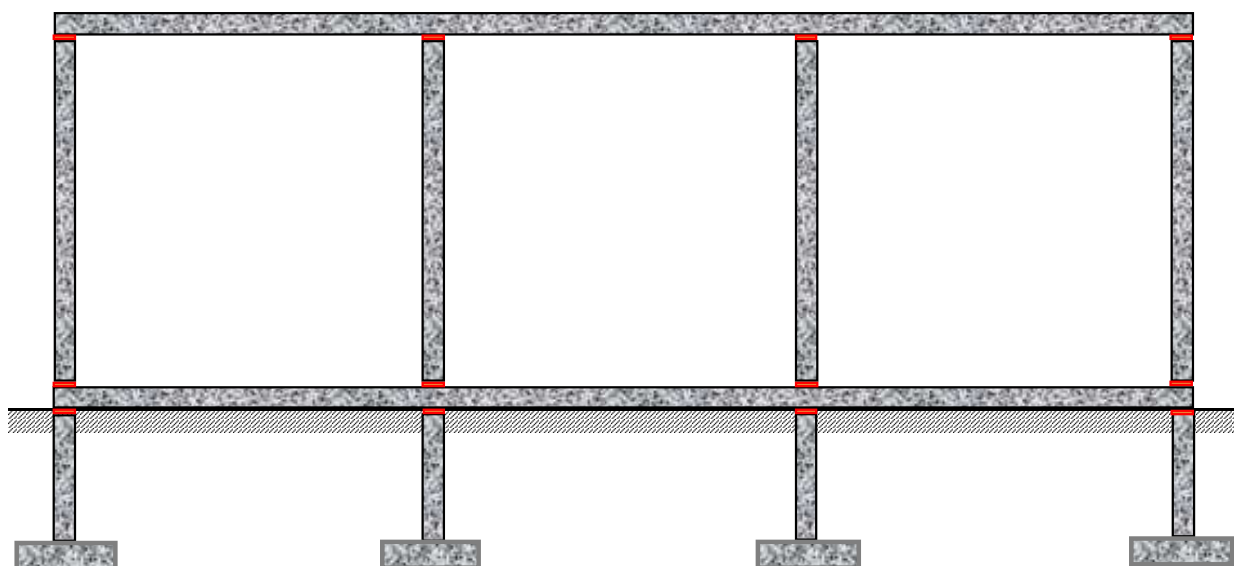
Les connexions en béton armé ne sont pas dimensionnées pour résister efficacement à de fortes charges horizontales

La solution palliative contre les forces horizontales sont les murs de cisaillement. Certains des murs du bâtiment sont spécialement conçus pour jouer le rôle qu'auraient dû jouer les connexions si elles avaient été dimensionnées à cet effet.

5.2.3 Illusion de structures monolithiques : les joints froids

L'un des points les plus faibles de la construction en béton armé sont les « joints froids », en particulier à la base et au sommet des colonnes.

Toute la structure du béton est censée être monolithique. Cela signifie qu'il est censé avoir été bétonné en une seule pièce. Cependant, le bétonnage ne peut pas se faire en une fois pour tout le bâtiment. En conséquence, l'adhérence n'est pas adéquate entre les lots de béton qui n'ont pas été vibrés ensemble.



Joints froids en haut et en bas des colonnes

5.3 Connexion idéale : l'acier

Il paraît évident que le béton est le matériel qui convient pour toutes les fondations.

Il devrait en être de même de l'acier pour toutes les connexions, quel que soit le matériau utilisé ailleurs dans le bâtiment.

5.3.1 Bâtiments simples

Pour les bâtiments simples, les connexions ne sont pas sollicitées à un niveau alarmant, sauf pour les zones à risque sismique. En conséquence, le bois utilise les connexions en bois et le béton utilise des connexions en béton sans risque spécial, du point de vue de la stabilité.

5.3.2 Bâtiments à plusieurs étages

La construction en bois laisse percevoir une certaine fierté d'être 100% en bois.

Mais elle est pragmatique, et passe aux connexions en acier lorsque « les choses sérieuses commencent ».

. The Ascent, USA, un immeuble hybride de grande hauteur, 25 étages.

. Mjostarnet, Norvège, un immeuble commercial de grande hauteur en bois, 18 étages.

. Bullitt Center, États-Unis, un bâtiment commercial de cinq étages.

Par contre, la construction en béton ne s'est pas adaptée. Elle n'a pas adopté le matériel des connexions qui convient aux bâtiments en hauteur.

6. PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DE L'OSSATURE PRÉBÉTONNÉE

L'introduction de connexions en acier dans la construction du béton peut être assimilée à un acte de libération du béton, lui permettant d'afficher son plein potentiel dans la construction.

6.1 Industrialisation de la construction en béton

Tous les éléments structurels et non structurels de la construction sont réduits à leur forme parallélépipède élémentaire, avec des méthodes appropriées pour les assembler sur le chantier de construction.

- . Poteaux et poutres pour la structure;
- . Solives et panneaux en béton armé pour dalles;
- . Limons, marches et contremarches pour les escaliers;
- . Montants et panneaux pour les murs.

Elle conduit directement à l'industrialisation de la construction avec son lot d'avantages: production de masse, réduction des coûts, construction en hauteur, etc.

Cela seul suffit pour rendre la technologie compétitive à tous les points de vue: technique, économique, temps de construction, résistance contre les catastrophes naturelles, etc. De plus, la technique a un grand potentiel d'amélioration en aval. Elle est à son tout début.



Poteaux et poutres prébétonnés, en masse



Limons d'escaliers prébétonnés, en masse

6.2 Une forte réduction des coûts

6.2.1 Construction de colonnes

Il est 2 à 3 fois plus difficile de construire des colonnes en position verticale sur site de construction, que de les fabriquer en position horizontale, en usine.

On y arrive aussi en fin de compte. Mais pourquoi faire compliqué lorsqu'on peut faire simple ?

Ferrailage, coffrage, bétonnage, décoffrage, cure.



https://youtu.be/frxDHxoTNLk?si=XgTbh_REt13Wj9Hx

6.2.2 Construction de poutres

Il est 2 à 3 fois plus difficile de construire une poutre à 3, 6 ou 10 mètres du sol sur le chantier de construction, que de la fabriquer au sol, en usine.

Ferrailage, coffrage, bétonnage, décoffrage, cure.



6.2.3 Construction de dalles

Il est 2 à 3 fois plus difficile de construire une dalle conventionnelle sur chantier de construction, que d'en fabriquer les éléments constitutifs en usine.

Ferraillage, coffrage, bétonnage, décoffrage, cure.

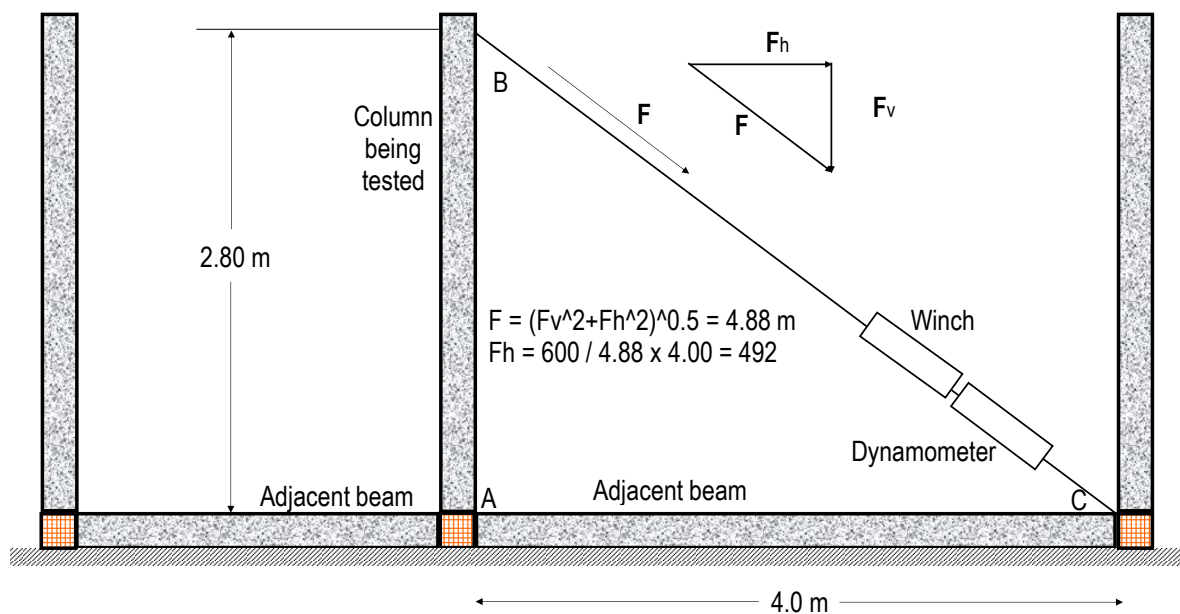


6.2.4 Construction des escaliers

Il est 2 à 3 fois plus difficile de construire des escaliers sur chantier de construction, que d'en fabriquer les éléments constitutifs en usine.

Ferraillage, coffrage, bétonnage, décoffrage, cure.

6.3 Un joint à moment résistant unique



Une force de 500 kg (1 100 lb) est appliquée à la tête de chaque colonne sur les bâtiments en construction, pour prouver sa résistance aux charges horizontales.

6.4 Construction rapide

Les sociétés de prébétonnage tiennent disponibles et prêts à être assemblés, tous les éléments de la construction : les poteaux et poutres, les solives et panneaux pour dalles, les limons, marches et contre-marches pour escaliers, les montants et panneaux pour murs.

Une ossature prébétonnée de 5 étages, 10 appartements, peut être achevée en 3 mois par 6 soudeurs, 6 ouvriers, 2 maçons et 1 superviseur, hiver ou été.

Les murs de remplissage, les portes et les fenêtres, la plomberie et l'électricité, l'isolation et la finition ne sont pas inclus dans ce délai.

Avec la méthode habituelle, la même construction prendra probablement 4 fois plus de temps, coûtera 50% de plus et sera 2 fois moins solide!



6.5 Vaincre les tremblements de terre

Les experts parlent de « vaincre les tremblements de terre » avec des structures triangulées comme l'ossature prébétonnée.

<https://www.youtube.com/watch?v=bg4ksign67i&t=3s>

Min 0-2:45

Les connexions à moment résistant ainsi que la triangulation intense rendent les bâtiments presque indestructibles. Même en cas de puissants tremblements de terre ou des ouragans, les bâtiments peuvent souffrir au plus de dommages non structurels.



6.6 Chantiers de construction propres et dégagés

Les chantiers de construction avec bétonnage sur site sont généralement bruyants, encombrés, humides, prennent beaucoup de temps, etc. Ici, rien à percer, rien à couper, à clouer, à vibrer, de cure à attendre.

Il suffit juste de lever et souder.

La construction est même plus silencieuse, plus propre et plus rapide que la construction en bois.



6.7 Une importante réduction de la main-d'œuvre

La simplification avancée des éléments de construction, leur préfabrication en usine, entraîne une forte réduction de la main-d'œuvre.



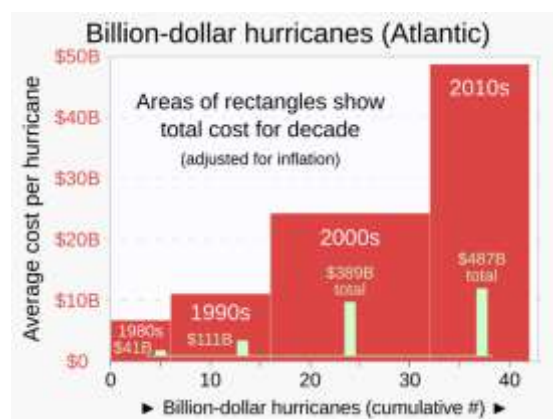
Grue manuelle posant les colonnes sur la dalle de sol.



Grue Manuelle soulevant des poteaux et des poutres du sol pour les poser au 2^{ème} niveau.

6.8 Constructions à l'épreuve des ouragans

En plus des connexions à moment résistant et une triangulation intensive, les toit-dalles avec une fixation appropriée font que les bâtiments soient à l'épreuve des ouragans.



Wikipédia

6.9 Constructions résistantes au feu

Tout est prébétonné et résistant au feu : ossature, dalles à solive, murs en panneau, escaliers et contreventements.

Les toits-dalle offrent une protection supplémentaire contre les braises volantes en cas de source de feu externe.

6.10 Approbation rapide des projets de logement

Actuellement, chaque projet de construction est unique du point de vue structurel et architectural. Il nécessite une analyse personnalisée sous ces 2 aspects avant l'approbation. Avec l'ossature prébétonnée, les projets de construction sont structurellement presque les mêmes, bien qu'architecturalement différents. Dans ce point de vue, le processus d'approbation ira plus rapidement.

6.11 Autres caractéristiques

- De nouvelles opportunités architecturales, notamment une grande facilité de faire des toit-dalles, de grandes ouvertures et de larges baies vitrées.
- Réduction du coût d'assurance des bâtiments.

7. OBSTACLES AU CHANGEMENT

7.1 Raisons spécifiques au domaine de la construction

L'industrie de la construction a une très forte inertie. Inverser une tendance quelconque, demande beaucoup de temps et d'énergie :

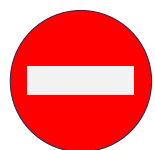
- mentalités;
- outils et équipements;
- Matériaux.

7.2 D'importants conflits d'intérêts

Certains intervenants dans la construction peuvent être guidés uniquement par la réalisation de profits. La crise du logement constitue une opportunité plus qu'un problème pour eux.

7.3 Transfert de technologie à contre sens

Le sens habituel de transfert de technologie est du Nord au Sud.
Ce n'est pas facile pour une technologie d'aller en sens contraire. Même au Sud on hésite à utiliser une technologie qui ne respecte pas la règle ci-dessus. En effet, malgré les évidences, une certaine attente de validation préalable par le Nord est perceptible.



8. FACTEURS FAVORABLES AU CHANGEMENT

Le changement profond dans le secteur de la construction nécessite une vision audacieuse et un fort engagement de la part des acteurs politiques, des communautés scientifiques, des médias, des parties prenantes sociales, etc.

Une forte mobilisation pour résoudre la crise de logement est perceptible dans le chef d'acteurs importants capables de faire bouger les choses.



<https://www.youtube.com/watch?v=m8boqr9vs4>

9. TECHNIQUES COMPLÉMENTAIRES

9.1 Malaxage et pétrissage de la pâte de ciment

Pour augmenter la résistance du béton à la compression, la meilleure façon est de réduire l'eau de mélange : obtenir un faible rapport eau / ciment. Ceci est généralement réalisé en ajoutant des adjuvants chimiques tels que les réducteurs d'eau.

Nous obtenons un résultat comparable sans utilisation d'adjuvants, mais en empruntant la technique de malaxage/pétrissage à la boulangerie.

A la phase de simple malaxage de l'eau et de la farine, on ajoute une étape supplémentaire de pétrissage, au cours de laquelle les caractéristiques mécaniques de la pâte sont améliorées.

« Les ingrédients sont d'abord mélangés avant d'être pétris. La pâte à pain doit être pétrie pour que le gluten se développe en longs filaments entrelacés. »

1ère phase : l'eau, le ciment et les granulats fins sont mélangés et malaxés pour former une pâte de bonne texture.

2ème phase : la pâte est ajoutée aux gros granulats dans une bétonnière standard.

Il en résulte une résistance à la compression du béton supérieure de l'ordre de 25 %. On peut choisir de diminuer la quantité de ciment utilisé et garder la même résistance à la compression.

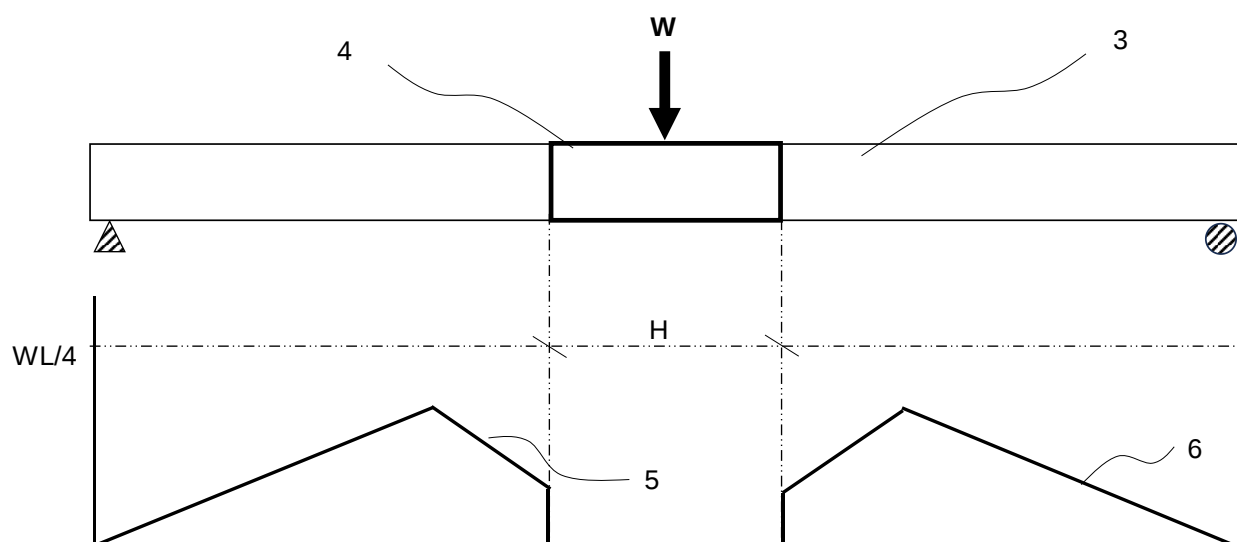


Demande de brevet CA 3 100 165 du 20/11/2020.

La demande a été abandonnée pour diverses raisons, mais l'expertise est disponible.

9.2 Poutres à colonnes incorporées

Les poutres à colonnes incorporées est un nouveau concept qui permet de doubler facilement la portée entre deux colonnes, toutes choses étant égales par ailleurs. Ou alors de réduire les dimensions des poutres, et donc les matériaux utilisés d'environ 25%!



Demande de brevet en cours: US 63/762 062.

9.3 Prochaine étape : béton précontraint dans la construction de logements

Pour adapter la fabrication au béton précontraint, il s'agirait principalement de renforcer les moules pour qu'ils résistent à la compression pendant la précontrainte. Les extrémités des armatures sont exposées à l'extérieur, pour recevoir facilement le dispositif de traction.



9.4 Chauffage par convection thermique

« En 2024, 30% des Français ont souffert de froid chez eux. 75% des ménages disent avoir réduit le chauffage pour éviter les factures élevées. »

Le transfert de chaleur par convection se produit par le mouvement des fluides, les molécules chaudes montent en raison de leur densité plus faible et les molécules du froid descendent en raison de leur densité plus élevée. Par exemple, faire bouillir de l'eau dans un récipient.

Les techniques de chauffage actuelles s'opposent pratiquement à ce phénomène physique de convection, en forçant l'air chaud à redescendre pour chauffer l'espace utile.

C'est le rocher de Sisyphe.

Inconvénients:

- Cela crée un courant d'air inconfortable;
- L'air chaud monte constamment à travers le même phénomène de convection. La consommation d'énergie pour maintenir le cycle constitue une dépense importante pour les familles et un sacrifice inutile imposé à l'environnement.
- Le bruit de certains circulateurs et recycleurs de l'air chaud constitue une nuisance sonore significative.

Alternative: Prendre l'air froid à partir du plus bas niveau de la pièce chauffée, par exemple de sous le lit, et le déposer au-dessus de l'air chaud qui s'est accumulé au plafond, grâce à un tuyau et un extracteur d'air.

La température s'harmonise de manière extrêmement silencieuse, sans courant d'air, et avec une consommation d'énergie minimale.

Un petit dispositif de voyage permet une augmentation de la température de 2 ° C après environ 10 minutes de fonctionnement !

Le chauffage fait partie du logement. Des appareils simples conçus de manière appropriée peuvent réduire le pourcentage de personnes souffrant de froid, de 30% à 20%.

Application internationale PCT / IB2001 / 001271, AU 2001272687

La demande a été abandonnée pour diverses raisons, mais une expertise est disponible.

9.5 Isolation par convection thermique

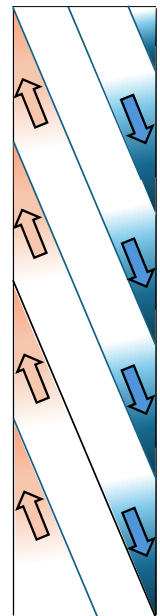
L'air est un grand isolant. Il est le gaz le plus utilisé dans l'isolation. S'il peut se déplacer facilement, il occasionnera une perte de chaleur par le phénomène de convection.

Pour le maintenir immobile, il est généralement enfermé dans de minuscules poches en fibre de verre, de laine minérale, d'aérogel de silice, etc.

La nouvelle méthode utilise des arrangements géométriques pour empêcher la convection ou pour la rendre tellement difficile que le transfert de chaleur aura lieu uniquement à travers une couche d'air.

Cette nouvelle méthode est plus efficace, en particulier pour les portes, les fenêtres et autres surfaces vitrées, où les alternatives sont coûteuses.

Demande de brevet en cours: US 63 / 766,614



10. CONCLUSION

1. La crise du logement est réelle, sévère et mondiale, car elle touche tous les pays du monde, des plus riches aux plus pauvres.
 2. Dans l'état actuel des choses, il n'y a pas de perspectives d'amélioration en vue.
 3. Le support physique du logement étant la maison, une bonne partie de la solution se trouve dans les techniques de leur construction.
 4. En réalité le domaine de la construction n'a pas encore fait sa révolution industrielle. C'est ce qui explique son incapacité actuelle à répondre efficacement à la crise.
 5. L'ossature prébétonnée est un grand pas vers l'industrialisation de la construction. Elle constitue de ce fait une grande opportunité pour changer la donne profondément, rapidement et durablement en matière de construction, et donc de logement.
 6. Des techniques connexes contribuent à rendre le logement encore plus accessible, et plus agréable à vivre.
-