

INTRODUCTION AUX PRINCIPES CONSTRUCTIFS

ENTPE – 2A – Vincent Monier enseignant coordinateur – année 2016/2017

version du 14/02/2017

NOM :

PRENOM :

SIGNATURE :

Test d'évaluation du 17/02/2017

1

Démontrer que le moment généré par un couple de forces égales en normes, opposées en sens et non alignées, ne dépend pas du point où on le calcule.

2

Soit un couple de forces F_1 égales et opposées, distantes d'une distance d_1 .

Quelle serait l'intensité des forces F_2 égales et opposées, distantes d'une distance d_2 , qui généreraient un couple équivalent ?

Exprimer F_2 en fonction de F_1 , d_1 et d_2 .

3

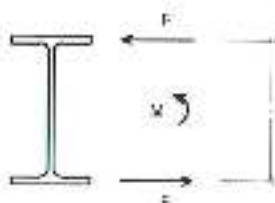
Soit une poutre en acier IPE 270 sur deux appuis simples distants de 5m.

Les dimensions du profil IPE 270 sont : $h=270\text{mm}$; $b=135\text{mm}$; épaisseur ailes=10,2mm ; épaisseur âme = 6,6mm.

La poutre est soumise à un chargement uniforme de 25 kN/m.

Quelle est la valeur du moment au milieu de la poutre, à égale distance des deux appuis ?

En considérant pour cette question uniquement la résistance mécanique des ailes du profil et non de l'âme, quel est le couple de forces F égales et opposées qui est généré dans la section pour reprendre l'effort de moment fléchissant calculé ?



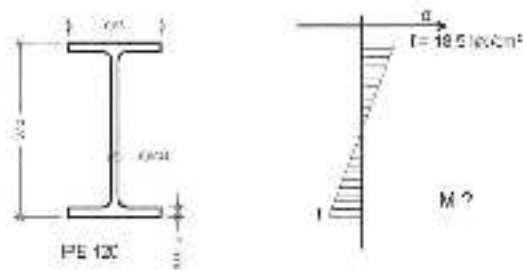
Avec le résultat obtenu pour les forces F qui s'appliquent à la section, calculer la contrainte normale dans la section.

Comparer cette contrainte à la contrainte admissible de calcul dans l'acier $f = 18 \text{ kN/cm}^2$.

Calculer la charge linéaire maximale q_{max} que la poutre peut supporter.

4

Calculer l'effort de moment fléchissant auquel peut résister cette section d'acier dans les conditions d'élasticité indiquées.
NB : Prendre en compte la résistance des ailes ainsi que celle de l'âme.



5

Sur une portée de 5 mètres avec des appuis simples, quelle est la charge linéaire q_L uniformément répartie que peut supporter la poutre en acier de la question 4, dans les conditions d'élasticité indiquées ?

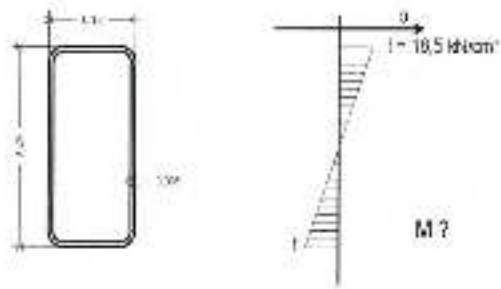
Quelle est la valeur en tonnes de la charge ponctuelle Q_L , équivalente à cette charge uniformément répartie ?

6

Sur une portée de 5 mètres avec des appuis simples, quelle est la charge ponctuelle Q_L centrée que peut supporter la poutre en acier de la question 4, dans les conditions d'élasticité indiquées ? Exprimer Q_L en kN et en tonnes.

Comparer cette charge à la charge ponctuelle équivalente Q_L de la question 5.

7
Répondre aux questions 4, 5 et 6 avec le profil d'acier suivant.



Calculer l'effort de moment fléchissant auquel peut résister une poutre en béton armé avec de telles armatures.

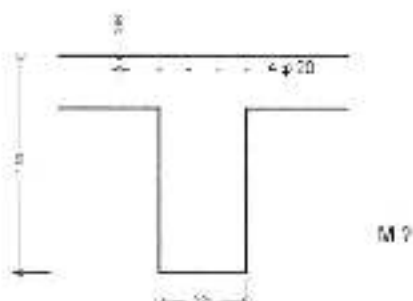
NB : Il s'agit ici de résister à un moment négatif, au niveau d'un appui dans le cas d'une poutre en continuité par exemple.

Indications méthodologiques :

- calculer l'effort de traction U que peuvent reprendre 4 barres d'acier de 20 mm de diamètre ;
- calculer la surface de béton comprimée qui peut reprendre l'effort de compression U ;
- la largeur de la surface comprimée est égale à la largeur de la poutre, on peut donc calculer la hauteur de la surface comprimée et déterminer la position de son centre de gravité ;
- calculer le bras de levier z entre l'effort de traction dans les aciers et l'effort de compression dans le béton ;
- calculer (avec le couple de forces U et le bras de levier z) l'effort de moment fléchissant auquel peut résister la poutre.

Données caractéristiques :

Béton BA-25 avec contrainte limite de calcul $f_c = 1,2 \text{ kN/cm}^2$
 Acier B500 avec contrainte limite de calcul $f_s = 31 \text{ kN/cm}^2$



Diamètre nominal selon norme SIA 262	Section nominale	Poids nominal
[mm]	[mm ²]	[kg / m]
6	28,3	0,222
8	50,3	0,395
10	78,5	0,617
12	113	0,888
14	154	1,21
16	201	1,58
18	254	2
20	314	2,47
22	380	2,98
26	531	4,17
30	707	5,55
34	908	7,13
40	1256	9,86

Tableau des sections d'acier pour les armatures.

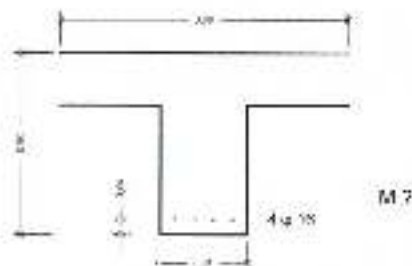
Source : Commerce de fer
 fribourgeois SA

9

Calculer l'effort de moment fléchissant auquel peut résister une poutre en béton armé avec de telles armatures.

NB : Il s'agit ici de résister à un moment positif, au milieu de la travée par exemple.

Indications méthodologiques et données caractéristiques identiques à la question 5 à l'exception de la largeur de la surface de béton comprimée qui sera prise égale à $0,80\text{ m}$ car la dalle et la poutre sont coulées solidairement, les efforts de compressions se répartissent donc dans la partie haute de la dalle au delà de la largeur de la poutre. La largeur de la surface comprimée est communément prise entre $0,80\text{ m}$ et $2,00\text{ m}$. Prendre dans le cas présent une largeur de $0,80\text{ m}$.



Calculer la section d'acier à mettre en oeuvre pour que la poutre résiste à l'effort de moment fléchissant indiqué.
Déterminer le nombre de barres du même diamètre qu'il faut donc mettre en oeuvre.

Indications méthodologiques :

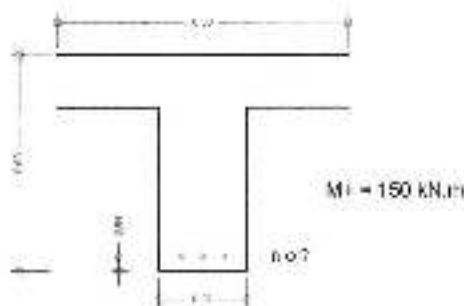
- Il s'agit d'une démarche itérative d'essai puis de vérification.

HYPOTHESE SUR LA SURFACE DE BETON COMPRIMEE

- Formuler une première hypothèse sur la surface de béton comprimée.
- Comme dans la question précédente, la largeur de la surface comprimée est prise égale à $0,80\text{ m}$.
- En fonction de la surface choisie, calculer l'effort normal de compression U_c qui peut être supporté par le béton.
- Calculer le bras de levier z_c entre le centre d'inertie de la surface de béton comprimé et le centre des aciers.
- Calculer (avec le couple de forces U_c et le bras de levier z_c) l'effort de moment fléchissant auquel peut résister la poutre.
- Si l'effort de moment fléchissant qui peut être repris est supérieur ou égal à l'objectif, sans être trop supérieur, passer au dimensionnement des aciers, sinon, reprendre en formulant une nouvelle hypothèse pour la surface de béton comprimée afin de se rapprocher de l'objectif fixé.

DIMENSIONNEMENT DES ACIERS ET VERIFICATION DE LA RESISTANCE AU MOMENT FLECHISSANT

- Déduire l'effort normal de traction U_t repris par les aciers.
- Calculer la section d'acier nécessaire pour reprendre l'effort normal de traction U_t .
- Déterminer le nombre de barres d'acier de même diamètre à mettre en oeuvre pour reprendre l'effort U_t .
- Calculer cette fois l'effort U_c qui peut être repris par les barres d'acier mises en oeuvre
(Les barres doivent pouvoir reprendre un effort supérieur ou égal à U_t , car pour avoir un nombre entier de barres, la surface retenue doit être supérieure ou égale à la surface calculée.)
- Calculer la surface de béton comprimée qui peut reprendre l'effort de compression U_c .
- Calculer le bras de levier z_c entre le centre d'inertie de la surface de béton comprimée et le centre des aciers.
- Calculer (avec le couple de forces U_c et le bras de levier z_c) l'effort de moment fléchissant auquel peut résister la poutre.
- Si l'effort de moment fléchissant qui peut être repris est supérieur ou égal à l'objectif, sans être trop supérieur, le dimensionnement est juste, sinon reprendre de nouvelles hypothèses et répéter la même démarche.



11

Calculer l'effort de moment fléchissant auquel peut résister une dalle en béton armé avec de telles armatures.

NB : il s'agit ici de résister à un moment positif, au milieu de la travée par exemple.

Le moment fléchissant sera exprimé en $m.kN/m$.

$m.kN/m$ = mètre x kilonewton / mètre linéaire de dalle dans le sens perpendiculaire à la portée.

Données caractéristiques identiques à la question 5.



12

Convertir en kilogrammes et en tonnes les poids suivants :

– 36 kN =

– 850 N =

13

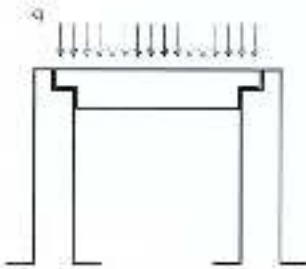
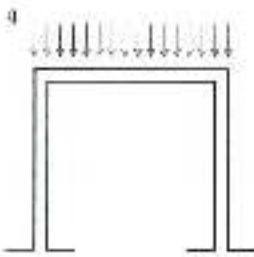
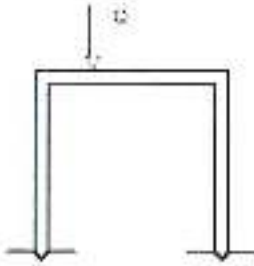
Convertir en kN/cm^2 , N/mm^2 et bar les pressions suivantes :

– 70 MPa =

– 15 000 Pa =

14

Pour chacune des structures schématisées ci-dessous avec leur chargement, produire trois schémas filaires sur lesquels représenter les diagrammes de répartition des efforts (moment fléchissant M , effort normal N , effort tranchant T). Indiquer avec des lettres les dimensions sur les structures et exprimer les valeurs des efforts en fonction de la charge et des dimensions. Indiquer les points caractéristiques de correspondance entre les différents diagrammes d'une même structure.



Sur la base des photographies ci-dessous et du texte de présentation, extraits de la revue Séquence Bois n°100, dessiner un des poteaux porteurs (encadré sur la photographie ci-dessous) de la toiture haute du préau avec les éléments de charpente qui portent la toiture, analyser la structure, calculer les efforts et dimensionner les éléments.

- a/ Produire :
- une vue en plan du préau avec la structure des deux toitures (se limiter à une trame)
 - une vue de face (coupe longitudinale AA' dans la toiture basse avec le grand poteau et la toiture haute vus)
 - une vue de côté (coupe transversale BB' dans les toitures haute et basse avec les poteaux vus)

S'attacher à représenter clairement un des grand poteaux du préau avec la charpente qu'il porte. Choisir une échelle appropriée pour la représentation et estimer les dimensions non renseignées, indiquer les cotes sur les dessins. Indiquer les traits de coupe AA' et BB'.

- b/ Expliquer comment sont sollicités les différents éléments de la structure.
- c/ Mettre en parallèle avec la cinquième figure de la question 14, un des éléments de la structure.
- d/ En formulant une hypothèse sur le chargement, tracer le diagramme de moment fléchissant dans l'élément horizontal inférieur en tête de poteau et donner les valeurs extrêmes du moment. Quelle section de bois pourrait résister à cet effort de moment fléchissant ? Justifier par le calcul.
- e/ Calculer la charge critique d'Euler pour le poteau et la comparer à l'hypothèse de chargement de la question d. Proposer une section de bois qui résiste au flambement. Justifier par le calcul. Comparer avec les renseignements donnés dans le texte. Conclure.

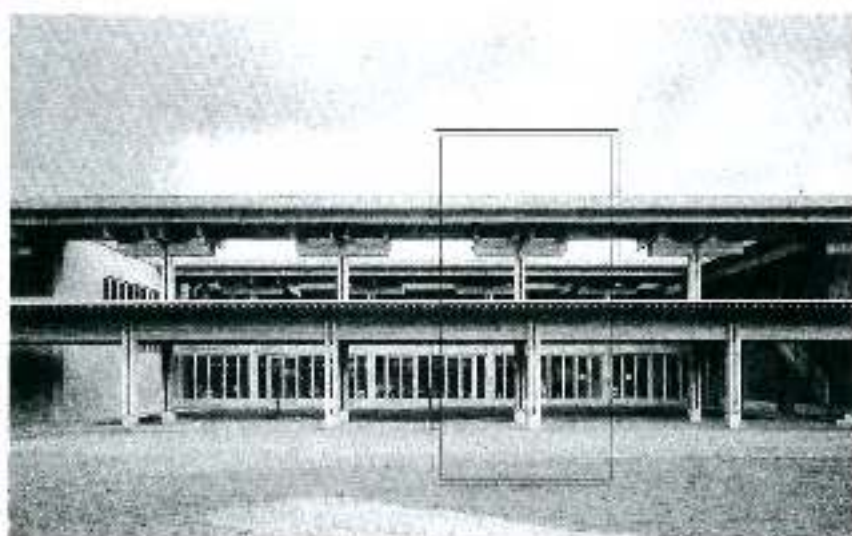


Photo : Séquence Bois n°100, p. 102 et 103. Collège Van Gogh, Blénac



Photo : Séquence Bois n°100, p. 102 et 103. Collège Van Gogh, Blénac



Photo : Séquence Bois n°100, p. 102 et 103. Collège Van Gogh, Blénac

La reconstruction et le rajout des deux toitures du Collège Van Gogh à Blénac, gère à une conception globale de la structure bois, réfléchi sur les détails et les implications des choix. Les architectes ont fait le pari de construire autour des 5 échelles suivantes : format (poutres, poteaux, charpente), bois (une essence, une construction), air (l'air est la qualité d'une salle pour un confort de 100 m de cube, un grand geste de patio intérieur), les espaces adjacents, les lieux deviennent des « lieux » depuis le début du projet, la base constructive de 50 m, correspond à une distribution de l'espace du projet. Le projet structurel est développé à partir de quatre poteaux d'axe au gabarit de support de

2,22 m x 3,60 m. Moments élevés, deux directions, les poteaux en liaison avec les poteaux de quatre poteaux de base de 11 x 17 cm, un mélange de la charge par suspension des poteaux de bois à travers un système complexe pour le charnier de ces poteaux ont été simplifiés. La structure de bois est associée à des poteaux en acier, avec des pontons de la membrane en bois, montage à sec, après réalisation, facile à gérer, confort et montage séquentiel et l'intervention pour l'ajout aux besoins de l'économie régionale, les concepteurs ont également pris en compte les directions et les sections de bois accessibles aux créateurs d'ouvrages d'entreprises locales.

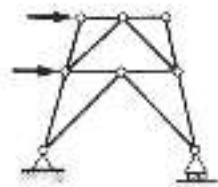
Matériaux parados en 2008, Séquence Bois n°100, p. 102 et 103.

Architecte : Christophe Chénier (C2), Séquence Bois n°100, p. 102 et 103. Séquence Bois n°100, p. 102 et 103. Séquence Bois n°100, p. 102 et 103. Séquence Bois n°100, p. 102 et 103. Séquence Bois n°100, p. 102 et 103.

Reconstruction du Collège Van Gogh, Blénac les parts à mousson.
Source : Séquences Bois n°100

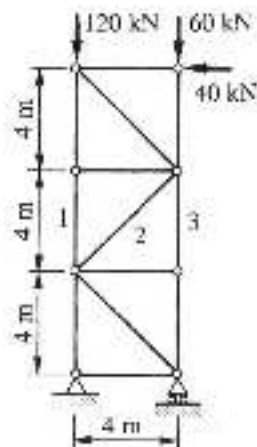
16

TREILLIS 1 Montrer que le treillis plan de la figure est instable. En ajoutant le nombre adéquat de liaisons externes (appuis) ou internes (barres), trouver trois possibilités de rendre ce treillis isostatique stable; dessiner ces structures.

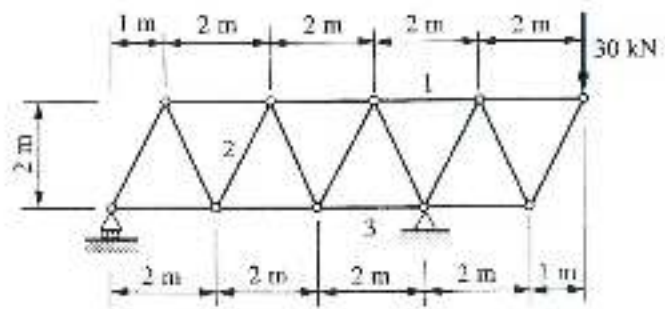


17

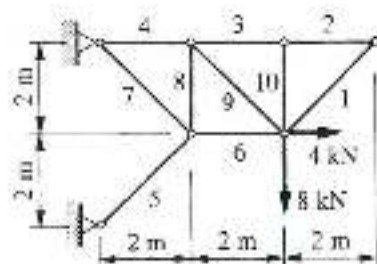
TREILLIS 2 Par une coupe simple, calculer l'effort normal dans les barres 1, 2 et 3 d'une colonne en treillis plan.



TREILLIS 3 Par des coupes simples, calculer l'effort normal dans les barres 1, 2 et 3 d'une poutre en treillis en V.



TREILLIS 4 Déterminer analytiquement les efforts normaux dans toutes les barres de la structure réticulée, chargée de deux forces de 4 et 8 kN, en faisant l'équilibre successif des nœuds; vérifier graphiquement.



TRELLIS 5 Pour la poutre en treillis plan de la figure, rechercher les barres à effort normal nul, puis, en procédant par coupes, mais sans faire aucun calcul, détecter quelles sont les barres tendues et les barres comprimées.



Donner des valeurs numériques vraisemblables avec les unités proposées pour les caractéristiques des matériaux suivants. Préciser les références du matériaux dont vous donnez la caractéristique ainsi que les spécificités géométriques lorsque le matériau n'est pas isotrope.

Matériaux	Masse volumique	Résistance en compression	Résistance en traction	Module de Young	Conductivité thermique
Unités :	kg.m^{-3}	MPa	MPa	MPa	$\text{W.m}^{-1}\text{.K}^{-1}$
BOIS - sapin					
BOIS - chêne					
ACIER					
BETON					
PIERRE - granite					
BRIQUE					
TERRE - pisé					
VERRE					