

Brevet de technicien supérieur Bâtiment

Session 2008

Epreuve U4 : ETUDE DES CONSTRUCTIONS

Sous - Epreuve : U. 41

ELABORATION D'UNE NOTE DE CALCUL DE STRUCTURES

Durée : 4 h

Coefficient : 2

Documents du sujet

Page 2 : Données générales du sujet
Pages 3 et 4 : Travail demandé
Pages 5 à 7 : Plans
Pages 8 et 9 : Documents Techniques
Page 10 : Document réponse 1
Page 11 : Documents réponses 2, 3 et 4

Barème

<i>Etude A</i>	8 Points
<i>Etude B</i>	6 Points
<i>Etude C</i>	3 Points
<i>Etude D</i>	3 Points

Les études sont indépendantes

Document et matériel autorisés

Règlement BAEL et Calculatrice

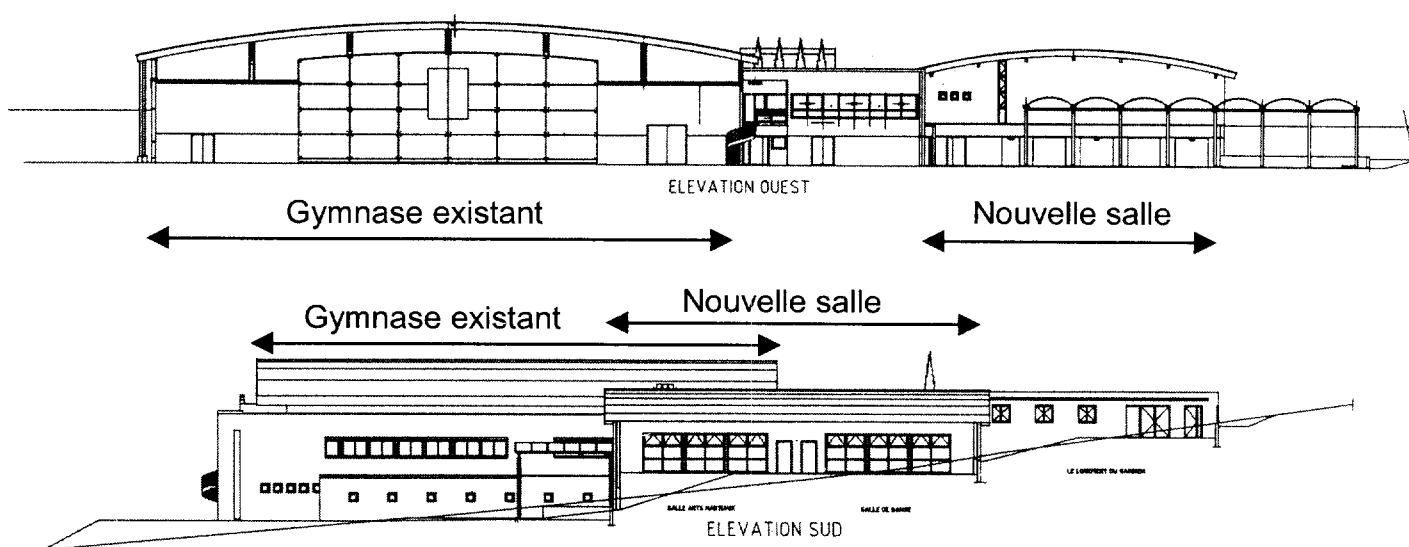
Tout document réponse A3 doit être agrafé à une copie normalisée.

Ce travail doit être effectué par les surveillants de salle.

DONNEES GENERALES DU PROJET

Présentation de l'opération

L'objet de l'étude porte sur la construction de l'extension d'un gymnase dans une commune rurale de France. Il s'agit d'un bâtiment relié au gymnase existant par une galerie. Il comprend au rez-de-chaussée 2 grandes salles spécialisées : « Arts martiaux » et « Danse et Gymnastique ». Sous la salle « Arts martiaux », un sous-sol sera aménagé ultérieurement.



Descriptif sommaire du gros œuvre

Fondations : superficielles par semelles filantes ou isolées.

Porteurs verticaux :

- Voiles intérieurs et extérieurs en béton armé de 200 mm.
- Poteaux (en sous-sol) de 300 mm x 300 mm.

Porteurs horizontaux :

- Pour le plancher bas de la salle des arts martiaux :
 - Dalle en béton armé coulée en place de 210 mm.
 - Poutre en béton armé coulée en place sans reprise de bétonnage de 300 mm x 610 mm
- Pour la salle de danse et gymnastique :
 - Dallage en béton armé coulé en place de 150 mm.

Toiture :

- Charpente composée de poutres en bois lamellé collé (LC) de 103 mm x 717 mm.
- Pannes en bois lamellé collé (LC) de 88 mm x 212 mm reprises par les poutres LC.
- Couverture en bac acier de 35 mm support d'un isolant thermique protégé par une membrane PVC.
- En sous face du bac acier, un complexe acoustique composé d'une plaque perforée en acier et d'un isolant acoustique.
- Au-dessus de la salle de danse uniquement, 2 plaques de BA13 superposées sous les pannes.

Données générales

- Pour l'ensemble des études, la fissuration est considérée **peu préjudiciable sauf pour les fondations pour lesquelles elle est considérée préjudiciable.**
- Aciers **FeE500 (S 500)** et Béton C30/37, $f_{c28} = 30$ MPa.
- Si $\mu_u < 0,26$ alors les armatures comprimées ne sont pas nécessaires et l'ELU est considéré comme étant le plus défavorable (pas de vérification à l'ELS).
- Enrobage de 3 cm partout sauf pour les fondations où l'enrobage est de 5 cm.
- La contrainte de calcul du sol à prendre en compte est $q = 0,23$ MPa.

Charges permanentes à prendre en compte :

- Poids volumique du béton armé : ----- **25 kN/m³**
- Poids volumique du bois lamellé collé : ----- **6 kN/m³**
- Revêtement de sol souple collé (salle d'arts martiaux) : ----- **0,06 kN/m²**
- Isolant en sous face de la dalle : ----- **0,05 kN/m²**
- Bac acier de 35 mm : ----- **0,06 kN/m²**
- Isolant thermique en toiture : ----- **0,03 kN/m²**
- Membrane PVC : ----- **0,06 kN/m²**
- Complexe acoustique de toiture (plaque acier + isolant) : ----- **0,15 kN/m²**
- BA13 par plaque : ----- **0,12 kN/m²**

Charges d'exploitation à prendre en compte :

- Plancher de gymnase (Eurocodes 1) : ----- **5 kN/m²**
- Toiture (Eurocodes 1, catégorie H) : ----- **0,8 kN/m²**
- Charge de neige calculée (Eurocodes 1) : ----- **0,45 kN/m²**

Données complémentaires pour le bois lamellé collé :

On notera BLC-GL24h le Bois Lamellé Collé de classe GL 24 homogène. En ce qui concerne la signification des notations utilisées, il convient de se référer au document DT4 page 8/11.

- Résistance caractéristique vis-à-vis de la flexion: **$f_{m,k} = 24$ MPa**
- Résistance caractéristique vis-à-vis du cisaillement: **$f_{v,k} = 2,7$ MPa**
- Module moyen d'élasticité axial: **$E_{moyen} = 11\ 600$ MPa**
- Coefficient γ_M : **$\gamma_M = 1,25$**
- Coefficient k_{mod} (actions à court terme) : **$k_{mod} = 0,9$**
- Coefficient k_h (poutre de 717 mm de hauteur) : **$k_h = 1$**
- **$k_{def} = 0,6$** coefficient prenant en compte l'augmentation de la déformation en fonction du temps sous les effets du fluage et de l'humidité.

TRAVAIL DEMANDE

ETUDE A : Vérification de la section de la poutre faitière LC4 en bois lamellé collé.

La charpente du bâtiment se compose de poutres en bois lamellé collé de dimension 103 mm x 717 mm de classe GL24 homogène. On se propose de vérifier sa section en fonction de la nouvelle réglementation européenne.

Hypothèses : Les bacs acier reposent uniquement sur les pannes. La pente de la toiture est négligée.

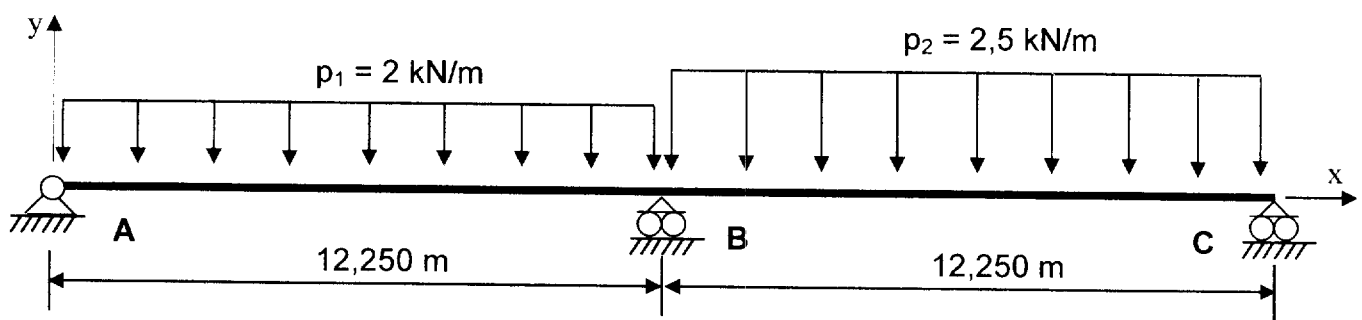
Documents à consulter : Données générales, DT1, DT3 et DT4 (pages 2, 5, 7 et 8)

A1 : Calculer les charges permanentes g , les charges d'exploitation q et de neige s reprises par la panne de section 88mm x 212mm repérée sur le DT3 et située au-dessus de la salle de danse. (on considérera la panne comme une poutre droite horizontale)

A2 : Pour la poutre faitière, la charge de neige est plus défavorable car q ne peut s'appliquer que sur 10 m² (EUROCODE 1). En faisant l'hypothèse que les pannes sont simplement appuyées à leurs extrémités sur les poutres LC et qu'elles reprennent toutes la même charge $p_u = 1,35.g + 1,5.s = 4,2$ kN/m, proposer un schéma mécanique de la poutre LC4 étudiée.

A3 : Par soucis de simplification, les charges ponctuelles ramenées sur les poutres par les pannes seront considérées comme étant uniformément réparties.

Compte tenu des différences dans la composition des toitures des 2 salles (double BA 13 sur la salle de danse) et des cas de chargement envisagés, le schéma mécanique retenu pour la poutre LC4 étudiée est le suivant :



A31 : En utilisant la méthode de votre choix, justifier que l'action de contact à l'appui C est $C_y = 11,87$ kN (on pourra notamment utiliser le théorème des 3 moments, DT5 page 9/11, ou une méthode énergétique, DT4 page 8/11)

A32 : On donne $A_y = 8,8$ kN et $B_y = 34,455$ kN. Tracer, sur le document réponse DR1 page 10/11, les courbes d'effort tranchant et de moment fléchissant le long de la poutre. Préciser les valeurs particulières.

A4 : Vérification aux EUROCODES (voir DT4 page 8/11)

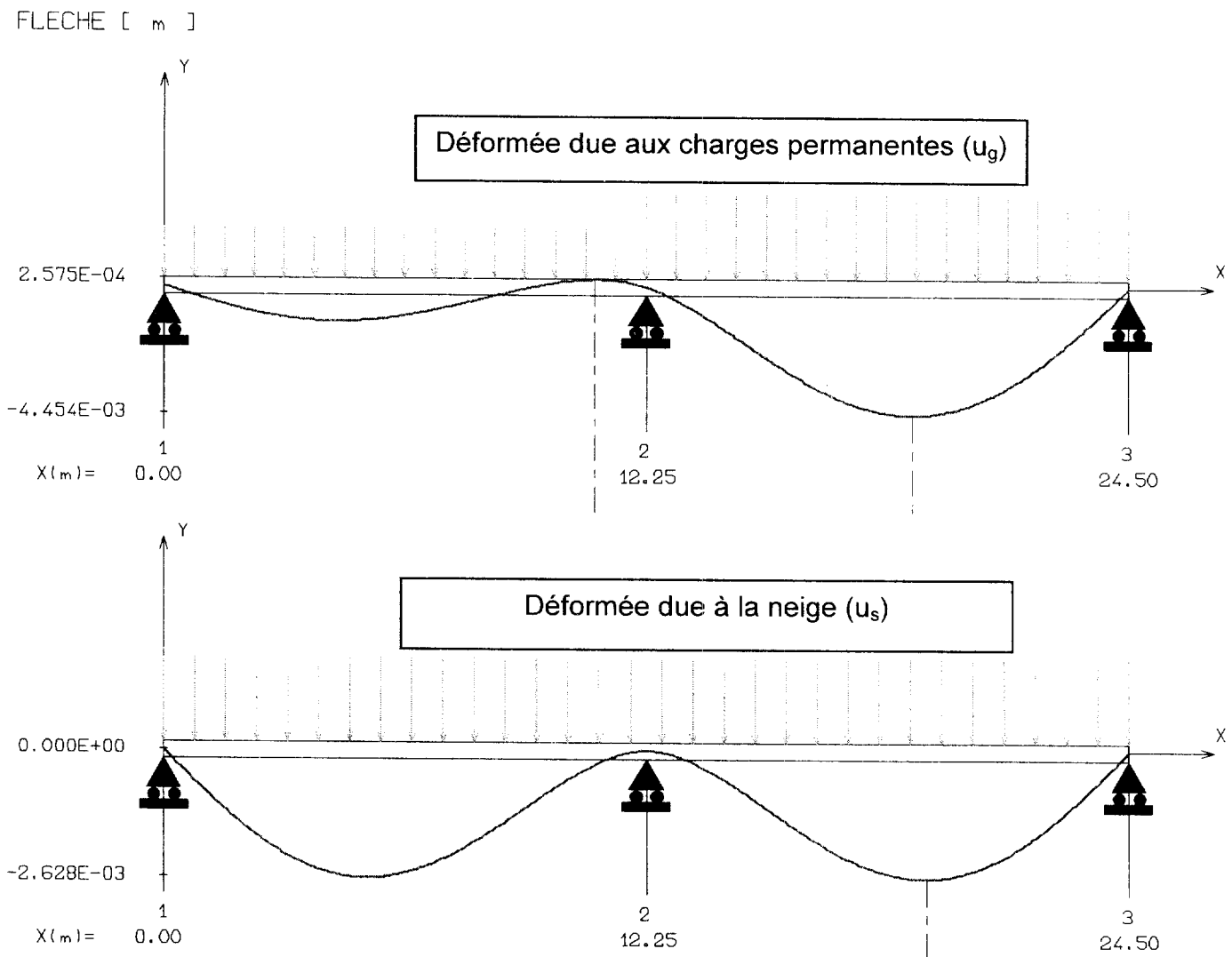
A41 : On donne le moment maximal dans la poutre $|M| = 43 \text{ kN.m}$. Vérifier le critère de résistance vis-à-vis de la contrainte normale de flexion.

A42 : On donne l'effort tranchant maximal dans la poutre $|V| = 20 \text{ kN}$. Vérifier le critère de résistance vis-à-vis de la contrainte tangentielle de cisaillement.

A5 : Vérification de la flèche maximale.

Un logiciel de calcul a permis de tracer la déformée due aux charges permanentes g (flèche maximale notée u_g) et la déformée due à la neige (flèche maximale notée u_s).

EUROCODE 5 : $u_{\text{net,fin}} = u_g \cdot (1 + k_{\text{def}}) + u_s$, flèche finale prenant en compte le fluage et l'humidité, avec $k_{\text{def}} = 0,6$ coefficient prenant en compte l'augmentation de la déformation en fonction du temps sous les effets du fluage et de l'humidité.



A51 : Calculer $u_{\text{net,fin}} = u_g \cdot (1 + k_{\text{def}}) + u_s$. On considérera, pour les 2 cas de chargement, que la flèche maximale se situe dans la même section droite.

A52 : Vérifier que $u_{\text{net,fin}}$ est inférieur ou égal à la flèche limite $L/250$.

ETUDE B : Etude de la poutre continue en béton armé S1-S2-S3.

La dalle du plancher haut du sous-sol (sous la salle des arts martiaux) repose en partie sur une poutre en béton armé repérée S1-S2-S3 de section 300mm x 610mm (retombée de 400mm). On se propose de déterminer partiellement les armatures de cette poutre.

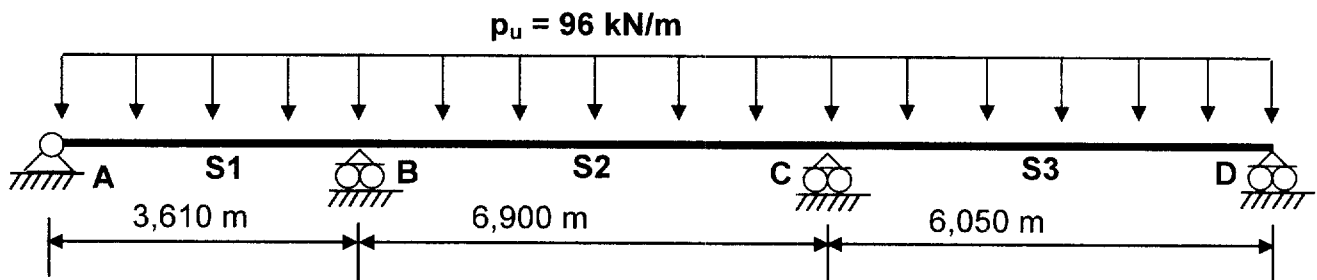
Document à consulter : DT2 page 6/11.

B1 : Déterminer les charges permanentes g et les charges d'exploitation q reprises par la poutre S1-S2-S3 et donner la charge en kN/m aux ELU : $p_u = 1,35.g + 1,5.q$.

B2 : Justifier la méthode à employer pour calculer les sollicitations nécessaires à la détermination des armatures longitudinales de la poutre S1-S2-S3. (BAEL B 6.2)

B3 : Représenter à l'aide de schémas et sans calcul les 3 principaux cas de charges à l'ELU donnant les moments maximaux en travées et sur appuis de la poutre S1-S2-S3. (BAEL B 6.1.2). On indiquera pour chaque cas de charges le ou les moments maximaux qu'il permet de déterminer.

B4 : Finalement, nous allons étudier le cas de charges suivant :



B41 : A partir de la méthode « CAQUOT » et des données ci-dessus, déterminer la valeur du moment fléchissant ultime M_{uC} à l'appui C.

B42 : En prenant comme valeur arrondie $M_{uC} = -381 \text{ kN.m}$, déterminer la section d'aciers longitudinaux nécessaire sur l'appui C (On prendra $d = 0,9.h$ dans les calculs). On donnera et on commentera la valeur de μ_u .

B43 : Les calculs donnent une section d'aciers $A_{S2} = 15,35 \text{ cm}^2$ au centre de la travée S2. Choisir, à partir du tableau d'aciers du DT4 page 8/11, un ferrailage longitudinal cohérent pour l'appui C et au centre de la travée S2. Sur le document réponse DR2 page 11/11, représenter et identifier ces armatures. De plus, on positionnera et on repérera (sans calcul) les armatures transversales, les aciers de construction et les aciers de principe dans la dalle.

ETUDE C : Etude du poteau du sous-sol P₂.

La poutre en béton armé repérée S1-S2-S3 repose sur 2 voiles et 2 poteaux de section 300 mm x 300 mm (P₁ et P₂). On se propose de définir les armatures du poteau P₂.
(Voir DT2 page 6/11).

- L'effort normal en pied de poteau, poids propre compris, vaut : **Nu = 700 kN**.
- La longueur est prise égale à $l_0 = 3,600$ m et $l_f = l_0$
- Poteau coulé en place.
- On considère que les charges sont appliquées après 28 jours et avant 90 jours.

Document à consulter : **DT2**.

C1 : A partir de la valeur de la charge en pied de poteau $Nu = 700$ kN, déterminer la section d'acier à placer dans le poteau P₂ (BAEL B.8).

C2 : Choisir les armatures longitudinales et transversales ainsi que leur espacement en zone courante.

C3 : Compléter le document réponse **DR3** page 11/11 en plaçant les armatures dans les 2 épures du poteau.

ETUDE D : Etude de la semelle du poteau P₂.

On se propose maintenant de définir les armatures de la semelle du poteau P₂.

- La charge verticale arrivant sur la fondation est identique à celle donnée pour le poteau P₂ de l'étude C. Elle vaut $Nu = 700$ kN. Le poids du dallage et le poids de la couche de forme au dessus de la semelle sont négligés.
- L'enrobage est de 5 cm.

Documents à consulter : **DT2** page 6/11 et **DT5** page 9/11.

D1 : Calculer les dimensions (longueur, largeur et hauteur) de la semelle. (Pour cette question, on considérera que le poids propre de la semelle est négligé).

D2 : Pour cette question, on considérera que les dimensions arrondies de la semelle sont :

- Base de la semelle : 1,800 m x 1,800 m
- Hauteur : 0,500 m

Calculer les armatures de la semelle du poteau P₂ (voir **DT5**).

D3 : Compléter le document réponse **DR4** page 11/11 en faisant apparaître les armatures calculées à la question **D2** (en précisant leurs diamètres et leurs espacements) et les armatures complémentaires (sans calcul).