



**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**

FACULTÉ DE TECHNOLOGIE

Département de Génie Civil et Travaux Publics

Épreuve de moyenne durée – Semestre 02

Date : 16 mai 2026 – Durée : 2 heures

4^{ème} année Ingénierat : CCI

Module : Développement durable des constructions

Aucun document ni smartphone ne sont autorisés.

I-Questions de cours (16 pts)

1- Quel est la nature des déchets de chantier recyclés. (2pts)

2 -

2.A- Quel est l'objectif de déterminer les fonctions acoustiques ? (2 Pts)

2.B- Proposer un matériau alternatif permettant de remédier à ce problème de durabilité. (2 Pts)

3- Comment pourrait l'ingénieur diminuer la réverbération à l'intérieur des salles en maintenant une durabilité de ce matériau. (4pts)

4- Le cisaillement du béton lors de sa mise en œuvre nécessite le passage des gros granulats les uns sur les autres, ce qui peut provoquer des blocages locaux constituant un seuil critique du comportement rhéologique. Comment limiter ces effets néfastes afin d'améliorer la durabilité du béton et la qualité de la construction ? (3pts)

5- Dans quelle mesure la stéréotomie contribue-t-elle à la durabilité environnementale des ouvrages ? Expliquez. (3pts)

6-exercice : (4pts)

Une poutre en béton armé de portée $L=6\text{m}$ de section rectangulaire, $h=0.5\text{m}$ et $b=0.3\text{m}$ est soumise à une charge uniformément répartie $q=20\text{KN/m}$.

+ **Données** : $E=30\text{GPa}$, $I=(bh^3)/12$, l'armature est correctement protégée, mais le béton présente un retrait important si la déformation est trop élevée.

1- Calculer la déflexion maximale de la portée δ avec la section donnée. (1pt.)

2-

a)- On souhaite réduire la déflexion pour limiter le retrait et améliorer la durabilité.

Proposez deux solutions pour augmenter la rigidité d la poutre. (1.5pts)

b)- Expliquer pourquoi augmenter la rigidité améliore la durabilité. (1.5pts)

Bon courage



MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

FACULTÉ DE TECHNOLOGIE

Département de Génie Civil et Travaux Publics

Épreuve de moyenne durée – Semestre 02

Date : 16 mai 2026 – Durée : 2 heures

4^{ème} année Ingénierat : CCI

Corrigé de l'épreuve de moyenne durée – Semestre 02 : Développement durable des constructions

I-Questions de cours 14 pts

1- Quel est la nature des déchets de chantier recyclés.

Les déchets de chantier estimés environ, à 61% sont des matériaux inertes tel que le béton pierres naturelles etc.

2-Quel est l'objectif de déterminer les fonctions acoustiques ?

A- La transmission des ondes acoustiques est fortement amortie dans les matériaux mous et par des changements de densité. Les matériaux isolants mous et légers sont placés entre des parois lourdes et rigides pour éviter la propagation des bruits aériens et ondes de choc.

B- Proposer un matériau alternatif permettant de remédier à ce problème de durabilité.

Les matériaux fibreux, qui de plus absorbent les ondes acoustiques conviennent très bien à cette application. Ils sont utilisés pour déterminer la réverbération sonore à l'intérieur des salles (panneaux acoustiques).

c-Question :

Comment remédier à la réverbération afin d'assurer la durabilité et le confort d'une construction ?

Réponse :

La réverbération peut être réduite par l'utilisation de matériaux absorbants comme les faux plafonds acoustiques, les panneaux isolants et les revêtements souples. Une bonne conception architecturale et le traitement des surfaces permettent d'améliorer le confort sonore, la qualité d'usage et la durabilité du bâtiment.

Conception architecturale : éviter les grands volumes totalement vides ; limiter les surfaces parallèles qui réfléchissent fortement le son ; utiliser des formes irrégulières ou des éléments diffuseurs. Entre autre, **l'isolation et joints** : traiter les joints et fissures ; assurer une bonne étanchéité des cloisons ; éviter les vibrations structurelles.

5-Le cisaillement du béton lors de sa mise en œuvre nécessite le passage des gros granulats les uns sur les autres, ce qui peut provoquer des blocages locaux constituant un seuil critique du comportement rhéologique. Comment limiter ces effets néfastes afin d'améliorer la durabilité du béton et la qualité de la construction ?

Afin de limiter ces effets néfastes, il est d'usage de réduire la taille du gros granulat mais également de favoriser des empilements tels que chaque taille de grain est desserré par les tailles de grains inférieurs.

Cet empilement n'est pas l'empilement le plus compact et donc va nécessiter un volume de pâte

De remplissage accru mais en contrepartie , moyennant un volume de pâte d'écartement suffisant , une tel béton sera efficace à long terme.

Par ailleurs ;Ces effets peuvent être limités en optimisant la formulation du béton (réduction du rapport G/S, amélioration de la granulométrie continue) et en utilisant des adjuvants plastifiants ou superplastifiants. L'ajout de fines (fillers, additions minérales) améliore aussi la lubrification du squelette granulaire. Cela réduit les blocages internes, améliore la mise en œuvre et augmente la durabilité du béton.

6- Dans quelle mesure la stéréotomie contribue-t-elle à la durabilité environnementale des ouvrages ? Expliquez.

La stéréotomie contribue à la durabilité environnementale en optimisant la forme et l'assemblage des blocs, ce qui réduit la consommation de mortier et donc de liants cimentaires fortement émetteurs de CO₂. Elle permet également une meilleure précision d'exécution, limitant les déchets de chantier et les reprises. Enfin, la durabilité accrue des ouvrages réduit les besoins de réparation et de reconstruction, diminuant ainsi l'impact environnemental global sur le cycle de vie.

7-exercice :

Une poutre en béton armé de portée L=6m de section rectangulaire, h=0.5m est soumise à une charge uniformément répartie q=20KN /m. Dans le cadre de l'analyse de la durabilité des constructions, analyser l'influence de ce dimensionnement sur l'optimisation des matériaux et la réduction de l'impact environnemental de l'ouvrage.

Données : E = 200GPa, $f_c = 30 \text{ MPa}$, l'armature est correctement protégée, mais le béton présente un retrait important si la déformation est trop élevée.

1- Calculer la déflexion maximale de la portée δ avec la section donnée.

2-

a-On souhaite réduire la déflexion pour limiter le retrait et améliorer la durabilité.

Proposez deux solutions pour augmenter la rigidité d la poutre.

b-Expliquer pourquoi augmenter la rigidité améliore la durabilité.

Corrigé

$$\delta = (5ql^4) / 384 EI$$

$$I = bh^3/12 = 0.3(0.5)^3 / 12 = 0.003125 \text{ m}^4$$

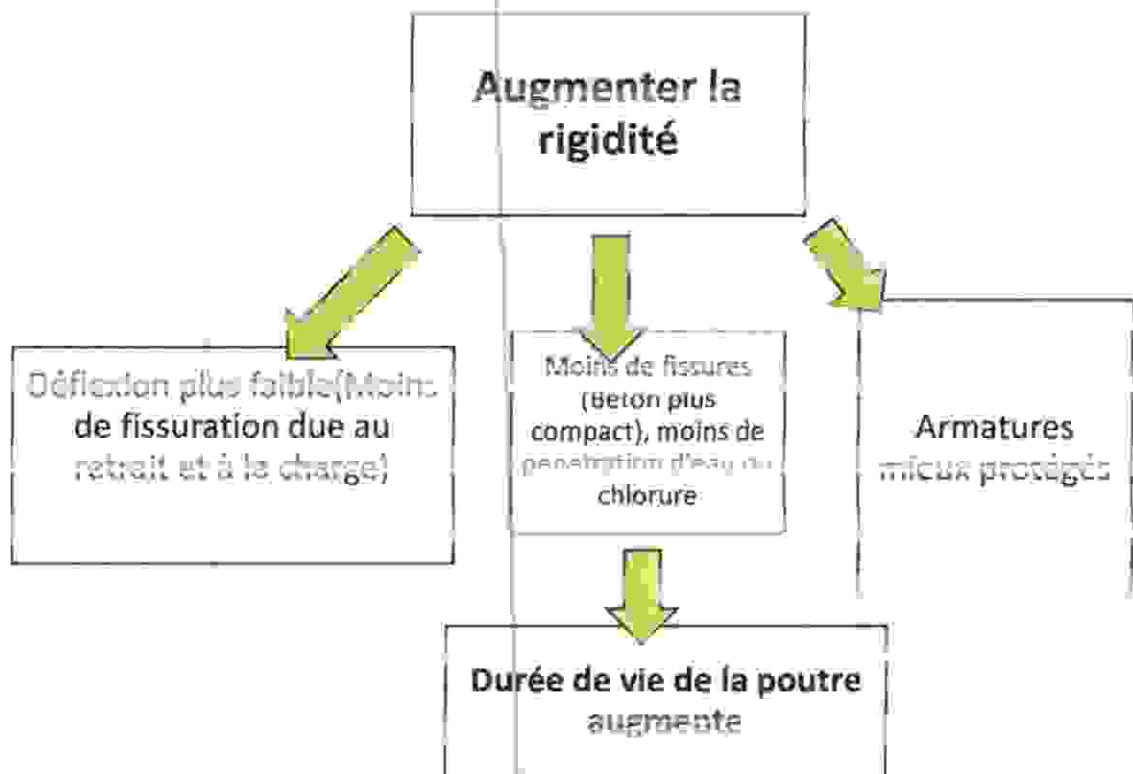
$$\delta_{\text{max}} = 5.20.000.(6)^4 / 340.30.10^9.003125$$

$$\delta_{\text{max}} = 3.6 \text{ mm}$$

Deux solutions à proposer : soit augmenter h

ou augmenter E ou ajouter des fibres

Solution 2 : Reprendre une nouvelle section en T.



Conclusion : la durabilité n'est pas seulement chimique ou environnementale.

En structure augmenter la rigidité (section béton et armatures), limiter les déformations et fissures, ce qui protège le béton et l'armature sur le long terme.

Donc : Un bon dimensionnement d'une poutre en béton armé permet d'optimiser la quantité de béton et d'acier utilisée tout en assurant la sécurité structurale. Dans ce cas, la maîtrise de la section et des charges réduit le surdimensionnement, limitant ainsi la consommation de ciment, principal contributeur aux émissions de CO_2 .

Cette optimisation se traduit par une durabilité accrue de l'ouvrage, une réduction des coûts de l'ouvrage et en réduisant l'extraction des ressources naturelles. Elle permet aussi de limiter les déchets de chantier et d'augmenter la durée de vie de la structure grâce à un meilleur contrôle des efforts et déformations.