

## Epreuve écrite du concours 2019-AI-CE-02

Assistant spécialisé de recherche expérimentale

Durée : 2 heures

Les exercices sont indépendants et peuvent être traités séparément.

Tout résultat présenté sans unité (lorsque cela est nécessaire) sera considéré comme faux.

La calculatrice est autorisée.

**Concernant, le barème des points affichés, notez que le total des points pour l'ensemble des questions est de 73.**

### Questionnaire de connaissance générale de l'environnement professionnel

1. Quels sont les axes de recherche du laboratoire EMGCU ? **1 pt**

2. Quel est le statut de l'Ifsttar ? **1 pt**

3. Quels sont les ministères de tutelle de l'Ifsttar ? **0.5 pt**

**Questionnaire de connaissance générale en lien avec les domaines d'intervention du laboratoire**

1. La réaction d'hydratation du ciment est une réaction exothermique et thermoactivée. Que cela signifie-t-il ? **1,5 pt**

2. Citez deux risques rencontrés lors du coulage de pièces massives de béton en lien avec le caractère exothermique de la réaction **1 pt**:

3. Quelle est la différence entre une structure isostatique et une structure hyperstatique ? **1,5 pt**

4. Définissez simplement ce qu'est une déformation. **1,5 pt**

5. Citer les éléments constitutifs d'un béton ordinaire? **1 pt**

6. Un béton ordinaire a une résistance en compression de l'ordre de : **1 pt**

- ☐ 4 MPa
- ☐ 40 MPa
- ☐ 400 MPa

7. L'ordre de grandeur de la masse volumique d'un acier est : **1 pt**

- ☐ 785 kg/m<sup>3</sup>
- ☐ 7850 kg/m<sup>3</sup>
- ☐ 78500 kg/m<sup>3</sup>

8. Citer deux machines-outils que l'on peut utiliser pour usiner une pièce mécanique? Quels sont les risques encourus et les moyens de protection? **4 pt**

9. Vous réalisez un essai et obtenez une valeur a priori aberrante. Que faites-vous? Détailler. **4 pt**

10. Votre responsable vous confie la tâche de mettre en place un nouvel essai de mesure sur béton au sein du laboratoire. Quelle est votre démarche? **4 pt**

**Exercice 1 : Caractérisation mécanique d'un béton (mise en situation professionnelle et compréhension de document)**

Document fourni : Norme NF EN 12390-3

Dans cet exercice, on étudie la caractérisation mécanique d'un béton.

Toutes les questions peuvent être traitées indépendamment.

En tant que de besoin, on s'appuiera sur la norme NF EN 12390-3 pour répondre aux questions.

Partie A : détermination de la résistance à la compression

1. Quelles sont les géométries de corps d'épreuve les plus courantes pour un essai de compression. **2 pt**

2. Décrivez les étapes de préparation d'un essai de compression pour une éprouvette cylindrique et pour chacune d'elle, précisez leur intérêt. **3 pt**

3. Citez trois modes de surfaçage d'éprouvettes cylindriques et expliquez brièvement leur principe. **2 pt**



On considèrera dans la suite que l'essai présenté a été effectué sur une éprouvette cylindrique dont les dimensions sont données dans le Tableau 1. L'essai est réalisé avec un pilotage en effort.

*Tableau 1 : dimensions de l'éprouvette testée (mesures réparties à 120°)*

	Mesure 1	Mesure 2	Mesure 3
Diamètre (mesures en partie haute) (mm)	110.15	110.22	110.18
Diamètre (mesures en partie basse) (mm)	110.18	110.16	110.22
Hauteur (mm)	221.02	221.12	221.07

4. Quel est le réglage de vitesse de charge à mettre en œuvre (en kN/min) ? **4 pt**

L'effort maximal enregistré lors de l'essai est de 673 kN.

5. Calculez la résistance à la compression de cette éprouvette ? **3 pt**

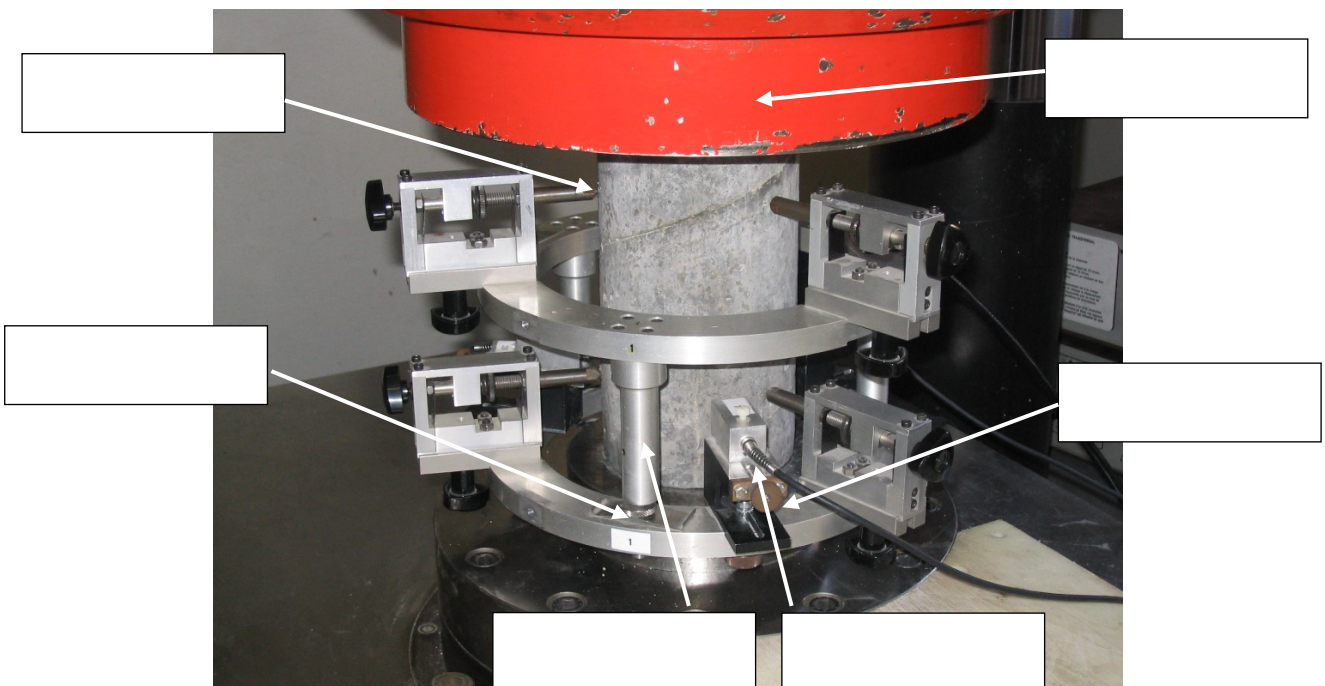
6. Cette éprouvette a-t-elle pu faire l'objet d'une rectification de surface par surfaçage au soufre ? Justifiez votre réponse. **2 pt**

## Partie B : loi de comportement en compression d'un béton


Dans cette partie, on cherche à caractériser le comportement d'un béton en compression. Pour cela, on a mesuré l'évolution des contraintes et des déformations d'un béton jusqu'à rupture.

1. Sur la figure ci-dessous, identifiez les éléments suivants : **3 pt**

- Pointeau de maintien de l'extensomètre
- Capteur de déplacement longitudinal
- Capteur de déplacement radial
- Plateaux de presse
- Vis de réglage de course de capteur longitudinal
- Vis de réglage de course de capteur radial



2. A l'aide de l'extensomètre ci-dessus, on a obtenu le résultat illustré par la **Figure 4 en annexe** de ce document. Identifiez sur ce graphe : **3 pt**
- La zone de comportement élastique
  - Un exemple de déformation plastique
  - Le point de rupture de l'éprouvette
3. Selon vous, cette courbe a-t-elle été obtenue par le biais d'un pilotage en force ou en déplacement ? Justifiez votre réponse. **3 pt**



4. Estimez le module d'Young du béton testé  
(au besoin, on pourra s'appuyer **sur la Figure 5 à la fin du document**). **3 pt**

*Rappel :*

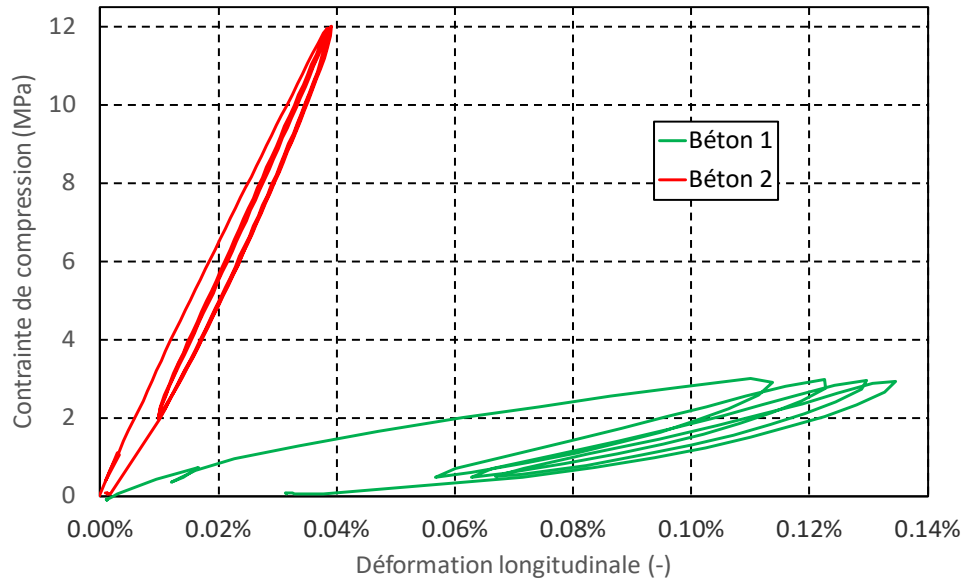
Le module d'Young  $E$ , également appelé module d'élasticité, est le paramètre liant contrainte  $\sigma$  et déformation  $\varepsilon$  dans la zone de comportement élastique (soit jusqu'à une contrainte d'environ 10-12 MPa dans le cas présent, correspondant à la zone où la contrainte évolue linéairement pas rapport à la déformation) suivant la relation :

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$



Partie C : identification d'un béton dégradé sur la base de son comportement mécanique

On a testé deux cylindres en béton en compression (application de cycles de chargement jusqu'à des valeurs de 30% de leur résistance à la compression). Le résultat de ces essais est fourni par la Figure 1. **4 pt**



*Figure 1 : essai de sollicitation en compression de deux cylindres en béton*

Un de ces deux bétons est atteint de dégradations. Indiquez lequel et justifiez votre choix ci-dessous.

#### Partie D : détermination de la résistance à la traction

Dans cette partie, on considère les deux essais suivants :

N° essai	1	2
Géométrie	cylindre	cylindre
Diamètre (cm)	11	16
Hauteur (cm)	22	32
Type d'essai	Traction directe	Fendage
Effort de rupture (kN)	36	297

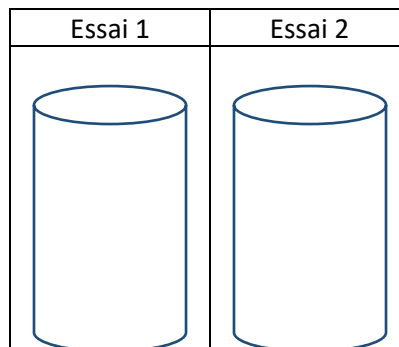
Pour un essai de traction en fendage, on rappelle que la résistance à la traction se calcule de la façon suivante :

$$f_{ct} = \frac{2 \cdot F}{\pi \cdot L \cdot d}$$

Avec :

$F = \text{effort de rupture}$      $L = \text{hauteur de l'éprouvette}$      $d = \text{diamètre de l'éprouvette}$

1. Pour chacun de ces essais, représenter un faciès de rupture possible. **4 pt**



2. Pour chacun de ces essais, calculer la résistance à la traction. **4 pt**



## Exercice 2 : corrosion des armatures dans un béton armé en fonction de l'agression 10 pt

Quatre dalles en béton armé (vieillies ou non) entreposées en milieu extérieur naturel urbain ont été analysées par des mesures électrochimiques.

Les 4 dalles en béton armé sont les suivantes :

- Dalle 1) Béton armé sain
- Dalle 2) Béton armé avec des ions chlorures apportés lors de cycles d'immersion/séchage
- Dalle 3) Béton armé avec des ions chlorures introduits lors du coulage
- Dalle 4) Dalle en béton armé carbonaté

Nota : La teneur en ions chlorure de la dalle 2 est supérieure à celle de la dalle 3.

Les résultats de potentiels libres en fonction du temps et de résistances de polarisation linéaire sont respectivement présentés sur les Figure 2 et Figure 3.

Les valeurs des résistances (d'enrobage et d'électrolyte déterminées par impédance) sont données dans le tableau 1.

Attribuer un numéro de dalle (1, 2, 3 et 4) à une couleur de signal (Bleu, Vert, Rouge et Rose). Expliquez votre choix.

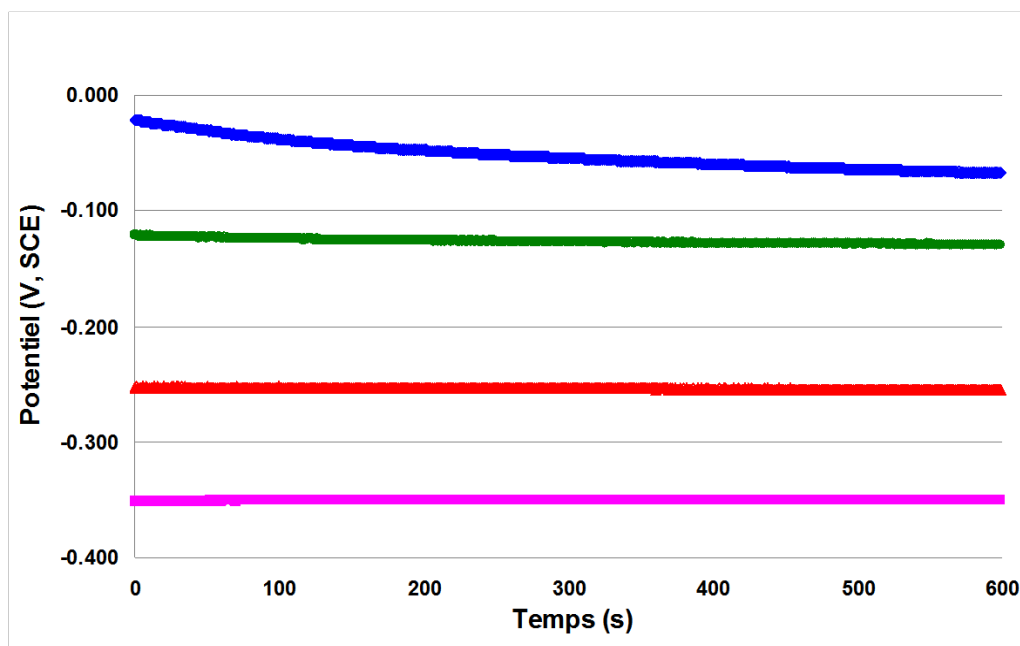


Figure 2 : Potentiels libres en fonction du temps des 4 dalles en béton armé.

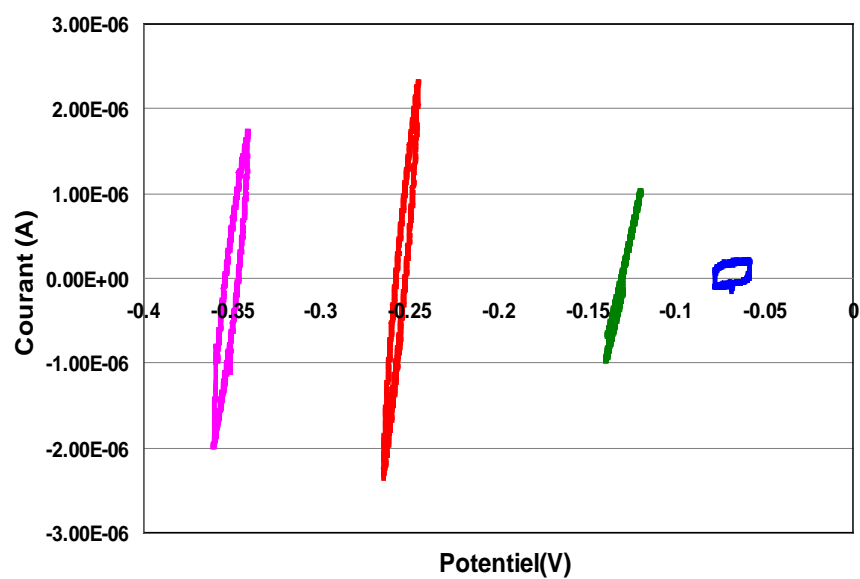
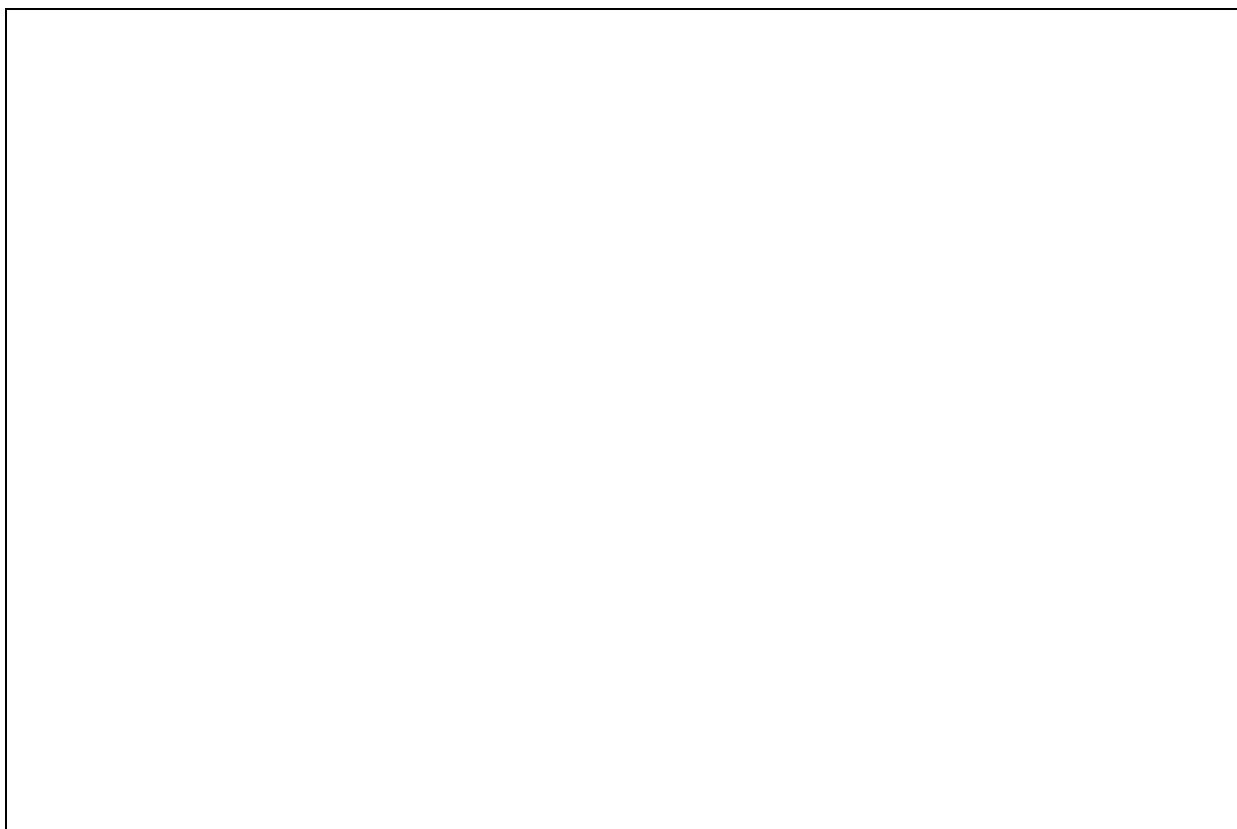


Figure 3 : Résistance de polarisation linéaire des 4 dalles en béton armé.

Tableau 1 : Valeurs des résistances des 4 dalles en béton armé (ohm)

Bleu	Rose	Rouge	Vert
1 000	300	500	10 000



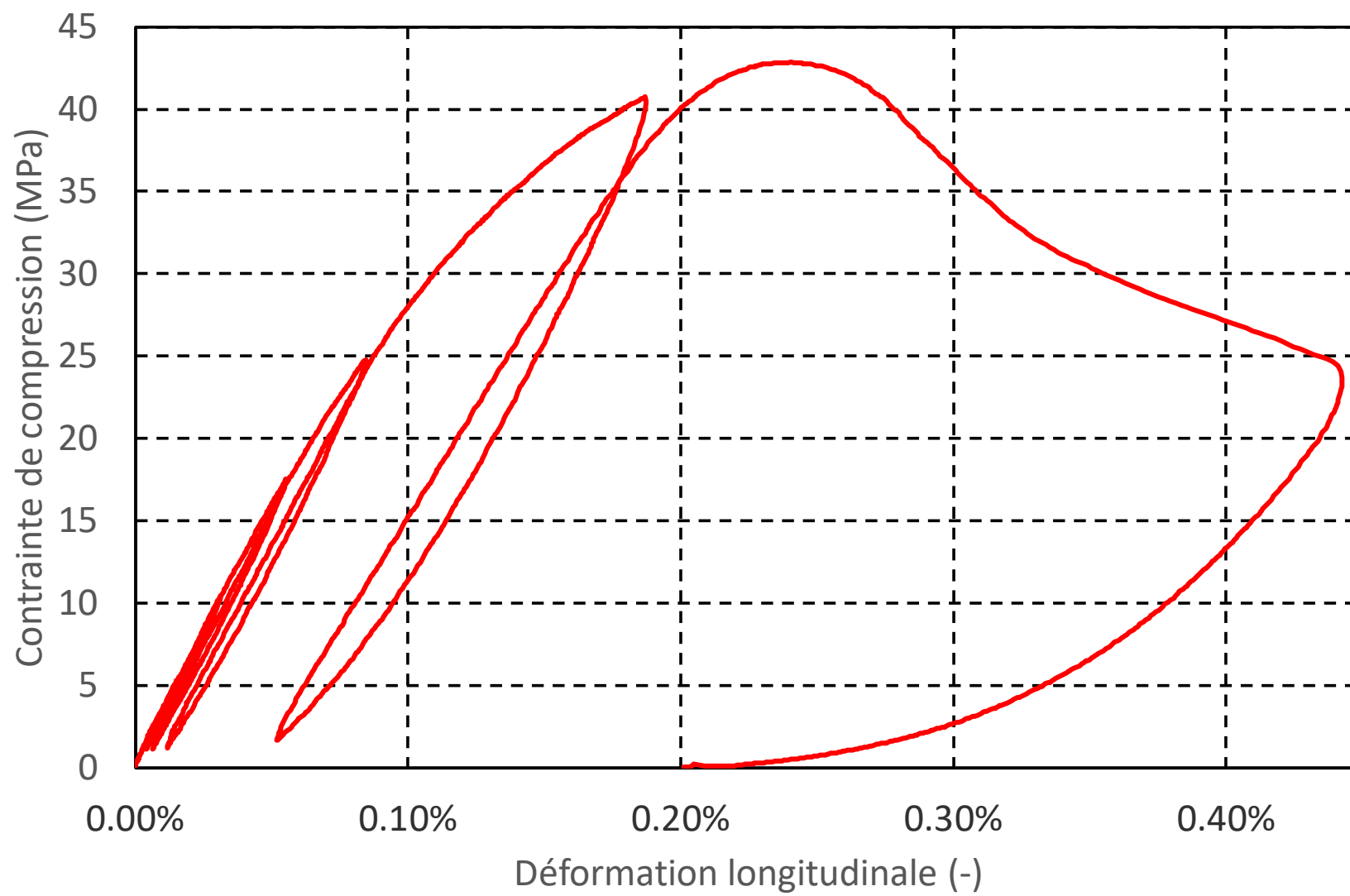


Figure 4 : courbe contrainte déformation du béton testé

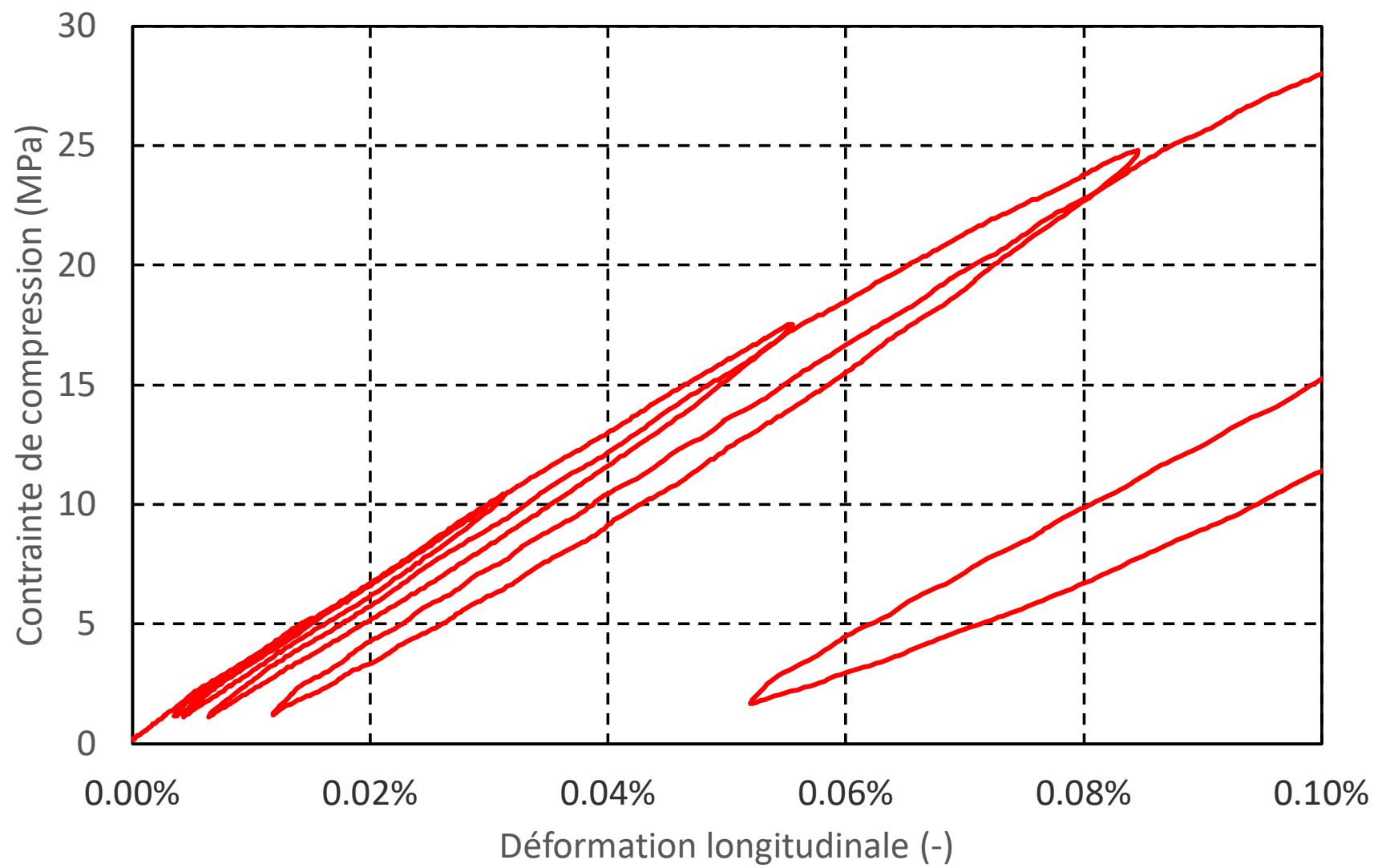


Figure 5 : courbe contrainte déformation du béton testé (zoom)