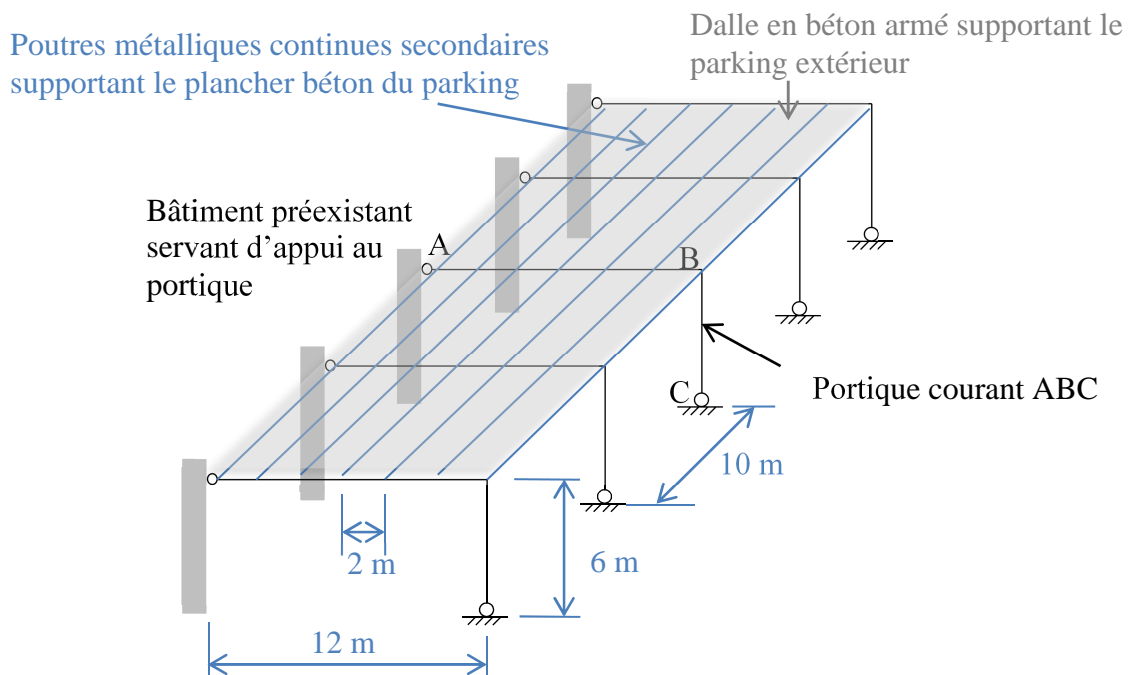


2 heures, photocopié du cours et calculatrice autorisés, notes de TD interdites.

Présentation de la structure à étudier

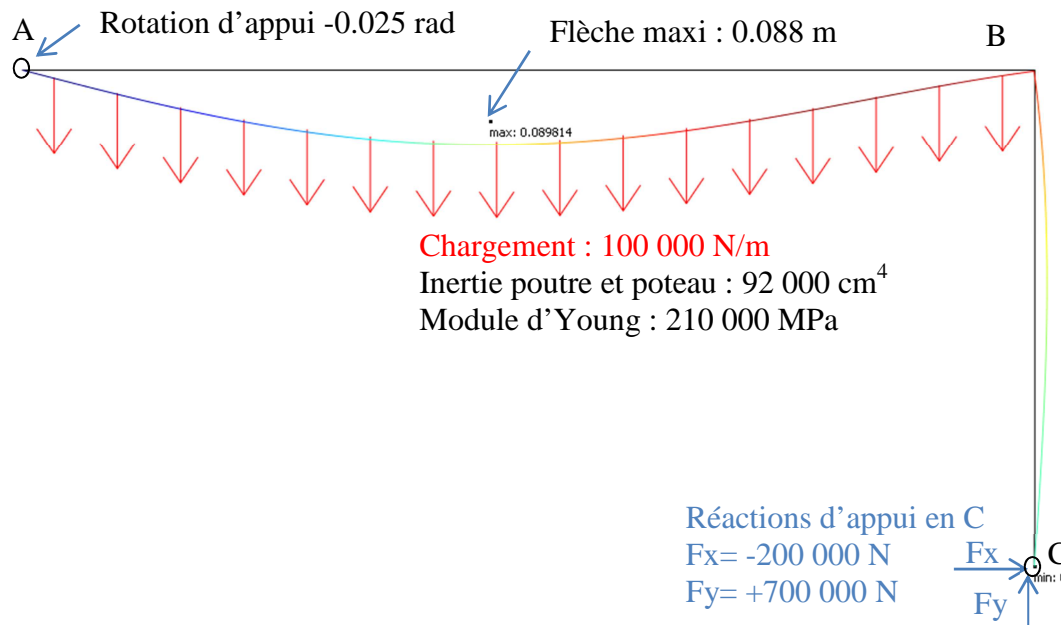
On se propose d'étudier l'extension d'un centre commercial. Cette extension comprend une galerie commerciale surmontée d'un parking en terrasse. La structure de l'extension est composée de portiques métalliques (ABC sur la Figure 1) en appui au point A sur le bâtiment préexistant. Ces portiques sont espacés de 10 m, ils ont une hauteur de poteau de 6 m et leur traverse fait 12 m de portée. Les traverses servent d'appui aux poutres secondaires continues supportant le plancher en béton Armé. Le plancher en béton armé, de 15 cm d'épaisseur est non collaborant mais permet de contreventer le bâtiment en créant une plaque rigide de toiture relié au bâtiment préexistant. Ainsi, les points A et B ne peuvent pas se déplacer perpendiculairement au plan du portique. Les liaisons entre la dalle en béton armé et la structure métallique empêchent également les risques de déversement des poutres secondaires et des poutres de traverse du portique. Le risque de déversement du poteau de portique n'est pas à considérer dans cette étude. On adopte pour le poteau BC une inertie égale à celle de la poutre AB.



**Figure 1 : Schéma de principe de l'extension du bâtiment commercial**

Le parking en terrasse est de catégorie F, le bâtiment est construit en région Toulousaine. On étudie la structure sous combinaison d'actions permanente (G), charge d'exploitation du parking (Q), et neige caractéristique (S).

Afin de connaître les déplacements on dispose d'un calcul élastique du portique soumis à une charge linéique de 100 000 N/m sur la poutre AB. Les résultats de ce calcul sont donnés sur la Figure 2. Pour la charge linéique de 100 kN, et pour l'inertie donnée sur la Figure 2, le calcul fournit la flèche maximale dans la traverse, la rotation de l'appui A et les réactions d'appui en C.



**Figure 2 : Résultats du calcul numérique du portique pour une charge en traverse de 100 000 N/m et une inertie de flexion de 92 000 cm<sup>4</sup>**

### Travail demandé

#### **1<sup>ère</sup> partie : étude d'une poutre secondaire continue en partie courante**

- 1- Déterminer les valeurs numériques des charges surfaciques à appliquer sur le plancher ; en déduire les charges linéiques non pondérées permanente, de neige et d'exploitation sur une poutre secondaire. Pour la charge permanente, on pourra négliger le poids propre des poutres devant celui de la dalle en béton armé.
  - 2- Déterminer la charge linéique ELS à utiliser pour dimensionner les poutres secondaires.
  - 3- Prédimensionner la poutre secondaire (de type IPE) en travée courante (pas une travée de rive) avec le critère de flèche. Expliquer pourquoi la flèche d'une poutre secondaire peut être évaluée pour une travée courante, dans cette étude, à partir de la formule suivante :
- 
- 4- Après avoir évalué le moment maximal et la contrainte maximale à l'ELS, vérifier la réversibilité de la flèche.
  - 5- Déterminer la charge linéique ELU à utiliser pour vérifier la poutre secondaire.
  - 6- Classer la section de la poutre déterminée à la question 3 vis-à-vis du risque de voilement local.
  - 7- Déterminer le moment ultime conduisant à la plastification de la poutre en effectuant une analyse limite plastique d'une travée courante de cette poutre hyperstatique (on

pourra se ramener, en le justifiant et si cela est possible, à un cas connu vu en cours qu'il ne sera pas utile de redémontrer).

8- Vérifier la poutre secondaire à l'ELU.

## **2<sup>ème</sup> partie : Dimensionnement des barres du portique ABC**

- 9- Déterminer la charge linéique ELS appliquée sur la traverse AB du portique. Pour la charge permanente, on pourra négliger le poids des poutres métalliques devant les autres charges.
- 10- On rappelle que le portique est à inertie constante (même inertie pour la poutre AB et le poteau BC) et qu'un calcul de flèche pour une charge et une inertie arbitraire est fourni sur la Figure 2. Utiliser ce résultat pour prédimensionner l'inertie du portique vis-à-vis de la condition de flèche vertical en traverse. A ce stade de l'étude, on adopte un même profil métallique de type IPE pour la traverse et le poteau.
- 11- Calculer les réactions d'appui  $F_x$  et  $F_y$  en C ainsi que le moment en B pour :
  - a. La charge permanente seule (en négligeant le poids des poutres métal par rapport à la dalle BA)
  - b. La charge d'exploitation seule
  - c. La charge de neige seule (en valeur d'accompagnement)
  - d. La combinaison ELS la plus défavorable
  - e. La combinaison ELU la plus défavorable
- 12- Après avoir justifié que le moment en B était maximal, vérifier que l'inertie minimale calculée à la question 10 assure la réversibilité de la flèche du portique.
- 13- Classer la section du poteau vis-à-vis du risque de voilement local en vue de réaliser sa vérification ELU.
- 14- Déterminer la longueur de flambement du poteau pour un flambement dans le plan du portique. En déduire la force critique de flambement du poteau pour ce mode de flambement.
- 15- Après avoir donné la longueur de flambement du poteau hors du plan du portique ainsi que la charge critique associée, calculer les élancements réduits du poteau pour les deux directions de flambement envisagées.
- 16- Vérifier le poteau à l'ELU. Si le poteau choisi à la question 10 ne permet pas de satisfaire la condition ELU, indiquer les alternatives possibles.

## **3<sup>ème</sup> partie : Etude de l'assemblage articulé A**

- 17- L'articulation A du portique permet d'assurer la liaison de celui-ci avec le bâtiment préexistant. En A la traverse que vous avez dimensionnée doit être reliée à un poteau HEA400 appartenant au bâtiment préexistant. Quelle épaisseur de cornière et quel diamètre de boulons adopteriez-vous pour cet assemblage ? Déduisez en le type de cornière à utiliser pour cet assemblage.
- 18- L'effort tranchant en A est de l'ordre de 470kN, après avoir justifié cette valeur, prédimensionner le nombre de boulons pour reprendre l'effort tranchant.
- 19- Faites un schéma de positionnement des boulons respectant les espacements requis par l'EC3 et les règles de trusquinage des cornières. En déduire le moment parasite dans l'assemblage.
- 20- Calculer l'effort parasite dans le boulon le plus sollicité, vérifier le boulon le plus sollicité, proposer une solution si la vérification n'est pas satisfaite.