



## CALCUL DES RÉACTIONS D'APPUI, SOLLICITATIONS, CONTRAINTES ET DÉPLACEMENTS DES PANNEAUX SANDWICH DE COUVERTURE ET DE BARDAGE POSÉS EN CONTINU EN TRAVÉES INÉGALES – CALCULS MATRICIELS PAR ÉLÉMENTS FINIS – PARTIE 1 : POUTRE SUR 2, 3 ET 4 APPUIS

### OBJECTIFS DE LA FORMATION

COMPRENDRE LE CALCUL MATRICIEL DES PANNEAUX SANDWICH. MODÉLISER SUR EXCEL DES PANNEAUX CONTINUS DE COUVERTURE EN TRAVÉES INÉGALES (JUSQU'À 7 TRAVÉES CONSÉCUTIVES) SOLLICITÉS PAR DES CHARGES RÉPARTIES, PONCTUELLES ET DE GRADIENT THERMIQUE. DÉTERMINER AUX NŒUDS LES RÉACTIONS D'APPUIS, SOLLICITATIONS, DÉPLACEMENTS ET CONTRAINTES. DISPOSER D'UN OUTIL EXCEL CALCULANT EN SIMULTANÉ DES PANNEAUX DE COUVERTURE OU DE BARDAGE À TRAVÉES INÉGALES (1 A 7 TRAVEES) DANS TOUTES CONFIGURATIONS.

### PROGRAMME DE 3 JOURS

#### 1) Le référentiel normatif

#### 2) Notations

#### 3) Equations différentielles de base

#### 4) Calculs préliminaires :

n°1: Etude d'une poutre bis-encastree uniformément chargée

n°2: Etude d'une poutre chargée uniquement aux nœuds d'extrémités

✓ Détermination de la matrice  $A_{ij}$  des déplacements à chaque nœud

✓ Détermination de la matrice  $B_{ij}$  des sollicitations à chaque nœud

#### 5) Matrice de rigidité $K_{ij}$ d'une poutre sandwich

5.1 Expression des termes de la matrice  $A^{-1}$

5.2 Expression des termes de la matrice  $K_{ij}$  de la barre  $ij$

#### 6) Listes des cas étudiés Par la méthode éléments finis

#### 7) Principes généraux des calculs par éléments finis

7.1 Articles de référence

7.2 Discreditation du problème en barres et nœuds

7.3 Relation effort-déplacement

7.4 Le vecteur force nodale F

7.5 Le vecteur déplacement W

7.6 La matrice de rigidité de chaque barre de longueur  $L_{ij}$

7.7 Assemblage des matrices de rigidité de chaque barre: Matrice de Rigidité globale K

7.8 Présentation d'ensemble du système à résoudre par cas de charge

7.9 Résolution du problème

7.10 Détermination des sollicitations aux nœuds libres

7.11 Détermination des contraintes aux nœuds libres

#### 8) Autocontrôle des résultats Exemples de la littérature

8.1 Poutre sur 3 appuis (charge uniforme)

8.2 Poutre sur 3 appuis (chargement différentiel)

8.3 Poutre sur 4 appuis

#### 9) Quelques cas particuliers

9.1 Porte à faux

9.2 Charges triangulaires

#### 10) Bibliographie

**EXERCICES PRATIQUES :** Modéliser sur Excel des panneaux continus de couverture en travées inégales, et jusqu'à 7 travées consécutives, sollicités par des charges uniformément réparties, ponctuelles et de gradient thermique.

### METHODES PEDAGOGIQUES

Mise à disposition d'un support de cours détaillé, des backgrounds documents servant à justifier la méthode utilisée, d'un livret d'exercices sur 2, 3 et 4 appuis pour l'autocontrôle des résultats. Construction d'un outil de calcul sur Excel.

### VALIDATION DES ACQUIS DE FORMATION

À l'issue de la formation, un test permet d'évaluer les participants sur les connaissances qu'ils ont acquises. Les résultats sont corrigés et commentés.

#### PUBLIC CONCERNÉ

Techniciens, Ingénieurs

#### PRÉ-REQUIS

Niveau ingénieur

#### DATE, LIEU & TARIF

STAGE INTRA (DATE ET LIEU À DÉFINIR).  
2 PARTICIPANTS MINIMUM : 600 € HT  
PAR PERSONNE ET PAR JOUR