

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE PRÉLIMINAIRE. — **But et principe de la méthode des rotations** 13

1. But de l'ouvrage. — 2. Constructions isostatiques et constructions hyperstatiques. — 3. Principe de l'étude d'une construction hyperstatique. — 4. Définitions. — 5. Déformations des constructions. — 6. Hypothèses de base. — 7. Principe de la méthode des rotations. — 8. Résolution des systèmes d'équations fournis par la méthode des rotations. — 9. Remarques sur l'utilisation des ordinateurs dans le calcul des constructions hyperstatiques. — 10. Résumé et avantages de la méthode des rotations. — 11. Plan de l'ouvrage.

PREMIÈRE PARTIE

DÉFORMATIONS DES CONSTRUCTIONS ET PROBLÈMES QUI S'Y RAPPORSENT

CHAPITRE PREMIER. — **Déformations des constructions** 23

1. Etude générale des déformations d'une construction. — 2. Tracé de la déformée d'une construction. — 3. Nombre d'inconnues indépendantes. — 4. Relations entre les déformations. — 5. Formules de Bresse.

CHAPITRE II. — **Conventions de signes et formules qui en découlent** 36

1. Convention de signe relative aux rotations. — 2. Convention de signe relative aux moments. — 3. Relations entre les conventions de signes précédentes et celles utilisées en Résistance des Matériaux. — 4. Moment de flexion et effort tranchant dans une section quelconque d'une poutre AB . — 5. Réactions d'appuis. — 6. Efforts normaux.

CHAPITRE III. — **Application du principe des travaux virtuels** 60

1. Travail d'une force. — 2. Travail d'un couple. — 3. Remplacement d'un encastrement par une articulation. — 4. Déplacement virtuel. — 5. Principe des travaux virtuels. — 6. Formule déduite de l'application du principe

des travaux virtuels. — 7. Calcul de $F \cdot aa' \cdot \cos \alpha$. — 8. Application pratique de la formule (8). — 9. Variante concernant l'application du principe des travaux virtuels.

CHAPITRE IV. — **Éléments de calcul matriciel. Résolution des systèmes d'équations linéaires** 84

1. Exposé du problème. — 2. Définition d'une matrice. — 3. Matrices particulières. — 4. Addition de deux matrices. — 5. Multiplication d'une matrice par un nombre. — 6. Multiplication d'une matrice par une matrice. — 7. Décomposition d'une matrice quelconque en deux matrices. — 8. Décomposition d'une matrice carrée symétrique — ou d'une matrice dont la sous-matrice située à gauche est une matrice carrée symétrique — en deux matrices. — 9. Inverse d'une matrice. — 10. Calcul des matrices inverses. — 11. Système d'équations linéaires écrit sous forme matricielle. — 12. Résolution d'un système d'équations linéaires. — 13. Résolution de systèmes d'équations linéaires ne différant que par le second membre. — 14. Résolution sous forme générale d'un système d'équations linéaires. — 15. Systèmes d'équations linéaires obtenus par la méthode des rotations. — 16. Applications numériques à des systèmes d'équations linéaires obtenus par la méthode des rotations. — 17. Méthode de Gauss.

DEUXIÈME PARTIE

CONSTRUCTIONS COMPOSÉES D'ÉLÉMENTS DROITS DE SECTION CONSTANTE

CHAPITRE PREMIER. — **Relations entre moments et déformations** 131

1. Détermination des moments d'encastrement \mathcal{M}_{AB} et \mathcal{M}_{BA} pour une poutre droite AB de section constante, parfaitement encastree en A et B , et chargée d'une manière quelconque. — 2. Détermination du moment d'encastrement \mathcal{M}_{BA} pour une poutre droite AB de section constante, articulée en A , parfaitement encastree en B , et chargée d'une manière quelconque. — 3. Valeurs des moments aux extrémités d'une barre AB de section constante en fonction des rotations des sections extrêmes et du déplacement angulaire de la corde AB .

CHAPITRE II. — **Equations de base de la méthode des rotations** 140

1. Equation exprimant l'équilibre d'un nœud. — 2. Relation résultant de l'application du principe des travaux virtuels.

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE III. — **Constructions du groupe zéro** 146

1. Définition des constructions appartenant au groupe zéro. — 2. Méthode de calcul. — 3. Marche à suivre pour les calculs. — 4. Dispositions pratiques à utiliser. — 5. Première application numérique : Poutre continue. — 6. Deuxième application numérique : Construction avec porte-à-faux. — 7. Constructions symétriques et symétriquement chargées. — 8. Conclusions.

CHAPITRE IV. — **Constructions du groupe I** 156

1. Définition des constructions appartenant au groupe I. — 2. Propriétés des constructions appartenant au groupe I. — 3. Application du principe des travaux virtuels aux constructions appartenant au groupe I. — 4. Méthode de calcul. — 5. Marche à suivre pour les calculs. — 6. Dispositions pratiques à utiliser. — 7. Première application numérique : Portique simple dissymétrique. — 8. Deuxième application numérique : Portique multiple. — 9. Troisième application numérique : Portique continu. — 10. Quatrième application numérique : Construction soumise à un moment extérieur. — 11. Cinquième application numérique : Construction avec porte-à-faux. — 12. Sixième application numérique : Construction soumise à des forces agissant de la droite vers la gauche. — 13. Constructions symétriques.

CHAPITRE V. — **Constructions du groupe II** 206

1. Définition des constructions appartenant au groupe II. — 2. Méthode de calcul. — 3. Marche à suivre pour les calculs. — 4. Dispositions pratiques à utiliser. — 5. Première application numérique : Portique simple avec montant incliné. — 6. Deuxième application numérique : Portique simple avec traverse brisée. — 7. Troisième application numérique : Portique continu quelconque. — 8. Quatrième application numérique : Portique continu avec travées de hauteurs différentes. — 9. Cinquième application numérique : Portique multiple avec montants inclinés. — 10. Sixième application numérique : Portique multiple avec traverse discontinue. — 11. Septième application numérique : Portique multiple dont certains montants sont interrompus. — 12. Huitième application numérique : Portique simple à faîte triangulaire. — 13. Neuvième application numérique : Portique continu à faîte triangulaire. — 14. Constructions symétriques.

CHAPITRE VI. — **Constructions symétriques** 262

A. — *Constructions symétriques et symétriquement chargées* 263

1. Le nombre des travées est pair. — 2. Le nombre des travées est impair. — 3. Le nombre des travées est pair pour certains étages, impair pour d'autres

étages. — 4. Première application numérique : Portique multiple à nombre pair de travées. — 5. Deuxième application numérique : Portique multiple à nombre impair de travées.

B. — *Constructions symétriques mais dissymétriquement chargées* .. 272

1. Le nombre des travées est pair. — 2. Le nombre des travées est impair. — 3. Le nombre des travées est pair pour certains étages, impair pour d'autres étages. — 4. Première application numérique : Portique continu à nombre pair de travées. — 5. Deuxième application numérique : Portique multiple à nombre impair de travées.

C. — *Constructions symétriques dont certains nœuds ne sont pas reliés directement aux fondations par des piliers* 283

1. Constructions symétriquement chargées. — 2. Applications numériques relatives à des constructions symétriquement chargées. — 3. Constructions dissymétriquement chargées. — 4. Applications numériques relatives à des constructions dissymétriquement chargées.

CHAPITRE VII. — *Etude d'une construction sous forme générale. Lignes d'influence* 318

1. Principe de la méthode. — 2. Application numérique. — 3. Rappel concernant les lignes d'influence. — 4. Ligne d'influence du moment sur l'appui B d'une poutre continue. — 5. Lignes d'influence des moments M_{BC} et M_{CB} d'un portique continu.

CHAPITRE VIII. — *Variations de température. Affaissements des appuis* 331

1. Détermination des moments $\mathcal{M}_{AB}^{\Delta}$ et $\mathcal{M}_{BA}^{\Delta}$ dans une barre AB de section constante, non chargée, encastree en A et B , et dont les extrémités se déplacent relativement de Δ_A^B sans pouvoir tourner. — 2. Détermination du moment $\mathcal{M}_{BA}^{\Delta}$ dans une barre AB de section constante, non chargée, articulée en A , encastree en B et dont les extrémités se déplacent relativement de Δ_A^B sans pouvoir tourner. — 3. Unités à utiliser. — 4. Récapitulation des formules.

A. — *Variations de température* 336

1. Exposé du problème. — 2. Constructions hyperstatiques pour lesquelles une variation de température ne produit aucun effort. — 3. Constructions hyperstatiques pour lesquelles on peut calculer directement les déplacements des nœuds dus aux variations de température. — 4. Constructions hyperstatiques pour lesquelles on ne peut pas calculer directement les déplacements des nœuds dus aux variations de température. — 5. Retrait.

TABLE DES MATIÈRES

B. — *Affaissements des appuis* 351

1. Exposé du problème. — 2. Constructions hyperstatiques pour lesquelles on peut calculer directement les déplacements des nœuds dus aux déplacements des appuis. — 3. Constructions hyperstatiques pour lesquelles on ne peut pas calculer directement les déplacements des nœuds dus aux déplacements des appuis.

TROISIÈME PARTIE

**CONSTRUCTIONS COMPORTANT
DES ÉLÉMENTS DROITS
DE SECTION VARIABLE**

CHAPITRE PREMIER. — **Relations entre moments et déformations** 361

1. Exposé du problème. — 2. Détermination des moments \mathcal{M}_{AB} et \mathcal{M}_{BA} pour une poutre droite AB de section variable, parfaitement encastree à ses deux extrémités A et B et chargée d'une manière quelconque. — 3. Détermination du moment d'encastrement pour une poutre droite AB de section variable, parfaitement encastree à une extrémité, articulée à l'autre, et chargée d'une manière quelconque. — 4. Valeurs des moments aux extrémités d'une barre AB de section variable en fonction des rotations des sections extrêmes et du déplacement angulaire de la corde AB . — 5. Tableaux numériques. Abaques. — 6. Moments d'inertie à prendre en compte pour les sections d'extrémité.

CHAPITRE II. — **Equations de base de la méthode des rotations**..... 377

1. Equation exprimant l'équilibre d'un nœud. — 2. Relation résultant de l'application du principe des travaux virtuels. — 3. Etude des différents types de construction. — 4. Constructions symétriques.

CHAPITRE III. — **Applications numériques** 384

1. Poutre continue. — 2. Portique multiple. — 3. Portique multiple avec pilier interrompu.

CHAPITRE IV. — **Variations de température. Affaissements des appuis**.... 398

1. Détermination des moments $\mathcal{M}_{AB}^{\Delta}$ et $\mathcal{M}_{BA}^{\Delta}$ dans une barre AB de section variable, non chargée, encastree en A et B , et dont les extrémités se déplacent relativement de Δ_A^B sans pouvoir tourner. — 2. Détermination du moment

\mathcal{M}_{BA}^A dans une barre AB de section variable, non chargée, articulée en A , encastrée en B et dont les extrémités se déplacent relativement de Δ_A^B sans pouvoir tourner. —
3. Récapitulation des formules. — 4. Calcul des moments aux extrémités des barres d'une construction dus à une variation de température ou à un affaissement des appuis.

QUATRIÈME PARTIE

FORMULES ET TABLEAUX NUMÉRIQUES

CHAPITRE PREMIER. — **Indications générales sur les formules et les tableaux** 403
1. Notations utilisées pour les charges. — 2. Conventions de signes. —
3. Indications relatives aux différents tableaux.

CHAPITRE II. — **Formules et tableaux numériques** 416