

2.1 SPECIMEN D'ESSAIS :

L'étude expérimentale de la résistance, de la déformabilité et de la redistribution des charges dynamiques est menée sur 9 spécimens de cadres à deux travées constituant un fragment de cadre d'une structure en béton armé à étage multiples coupé aux niveaux des points nuls des poteaux.

Les spécimens des essais sont préparés dans une échelle 1/4 des valeurs naturelles (3 séries par 3 spécimens par série) d'un béton lourd de class B25 et B30 (figure 2.1 et tableau 2.1) et armé d'acier classe A-III (marque 35). En comparant avec les études expérimentales faites antérieurement [46,109], les spécimens d'essai possèdent une augmentation de différence relative aux armatures longitudinales des sections d'appuis et des sections des travées des poutres ($M_{ap} \neq M_{tr}$) en comparant avec ceux donnés par un calcul élastique.

Les spécimens de la première série des cadres à double travées sont destinés à l'étude de la spécificité de travail des éléments barres à section critiques armées par un calcul élastique (Tableau.2.1) le rapport des armatures longitudinales des sections d'appuis extrêmes du cadre en béton armé et les armatures de la section en travée est de ($A_{ap}/A_{tr} = 1.64$).

Ce même rapport pour les sections d'appuis intermédiaires et la section en travée est de ($A_{ap}/A_{tr} = 2.04$).

La 2^{ème} série de spécimens se différencie de la première par une diminution d'armature des poteaux et des sections d'appuis des poutres. En effet, le rapport des armatures longitudinales des sections d'appuis des poutres aux armatures de section en travée est de ($A_{a}/A_{tr}=1$) (Tabl.2.1).

La 3^{ème} série de spécimens était préparée avec une section d'armature élevée en travée des poutres pour un pourcentage d'armatures moyen des poteaux. Ce qui a permis d'éclaircir le caractère de la redistribution des forces dans les spécimens à différence maximale d'armature de celle exigée par un calcul élastique ($A_{ap}/A_{tr} = 0.49$).

L'armature transversale des barres en béton armé est de classe A I de diamètre $\Phi 6$.

Des prismes de dimensions 15×15×60 et 10×40×40 et des cubes d'arrêtes 15 cm ont été préparé pour déterminer la résistance et la déformabilité du béton.

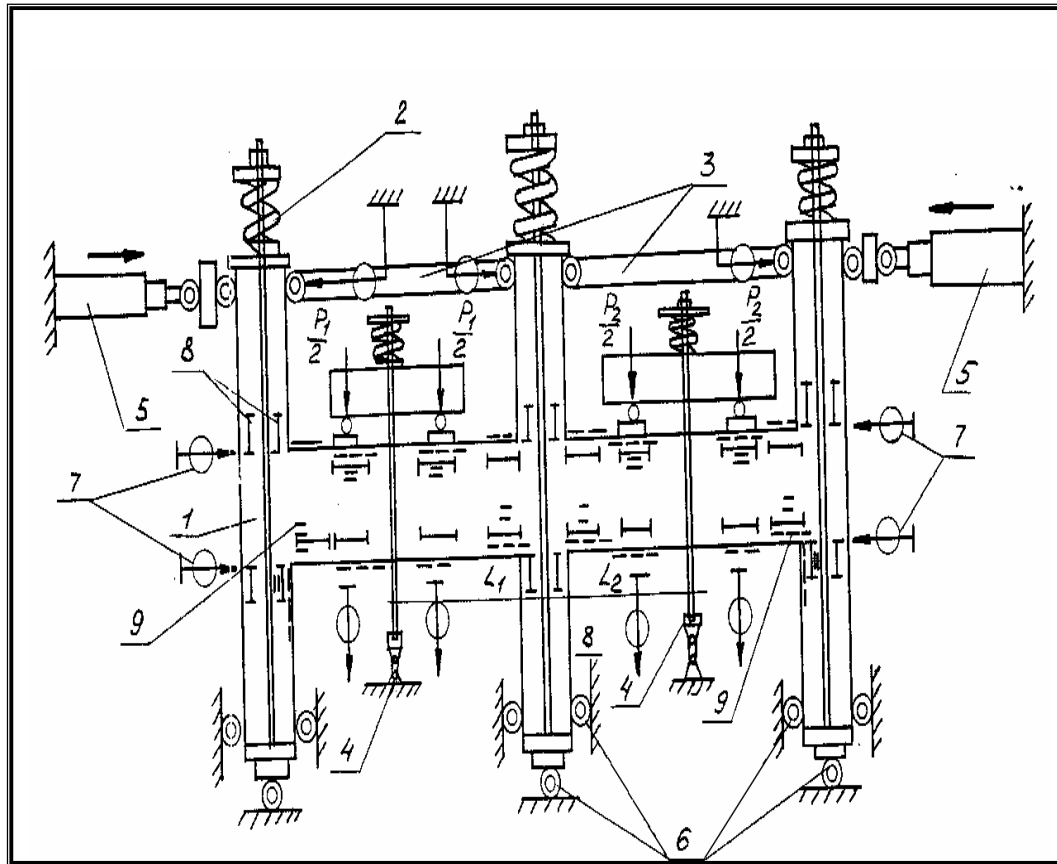


Figure 2.1: Schéma du modèle.

- 1- modèle expérimental.
- 2- élément de maintenance des poteaux.
- 3-Traverses horizontales entre les poteaux du portique.
- 4-Stabilisateur des charges statiques verticales.
- 5-Hydrauvibrateur.
- 6-Dynamomètre.
- 7- Indicateur de flèche.
- 8- Tensiomètre électromécanique.
- 9- Tensio-résistor.

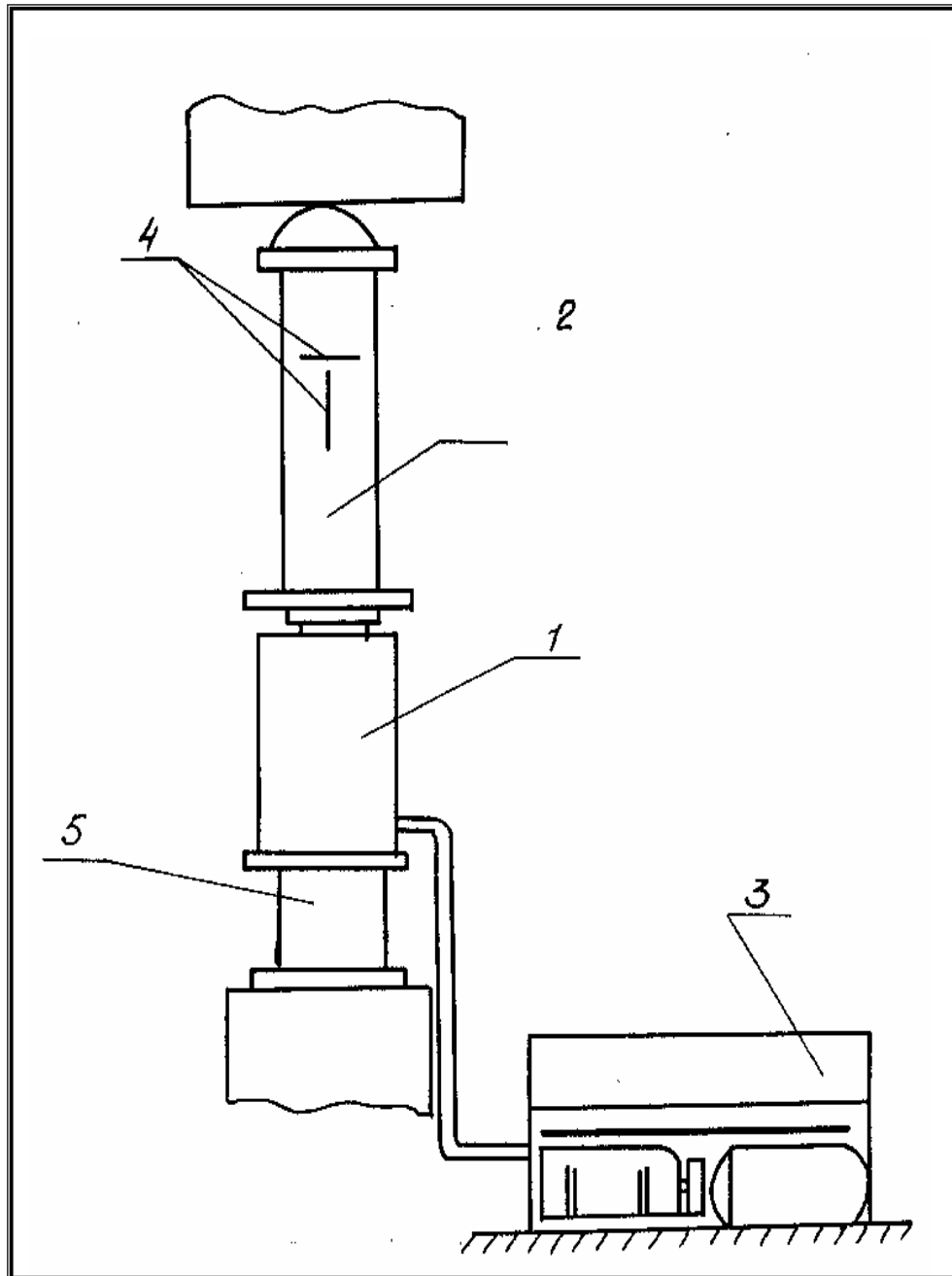


Figure 2.2: Schéma de chargements dynamiques cycliques des prismes.

- 1- Hydraulvibrateur capacité $Q = 50$ t.
- 2- Eprouvettes prismatiques de béton.
- 3-Hydrau-Compresseur MVG 1.
- 4-Tensiorésistor.
- 5-Dinamomètre.

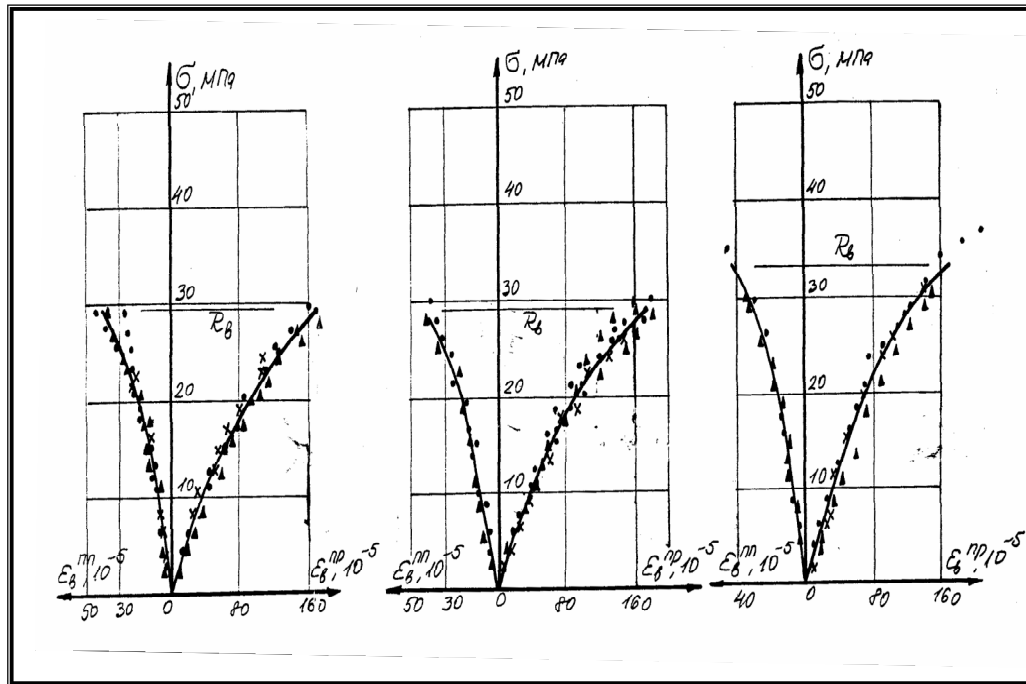


Figure 2.3 : Déformation longitudinale et transversale à la compression des prismes de béton dimension (15x15x 60) cm.

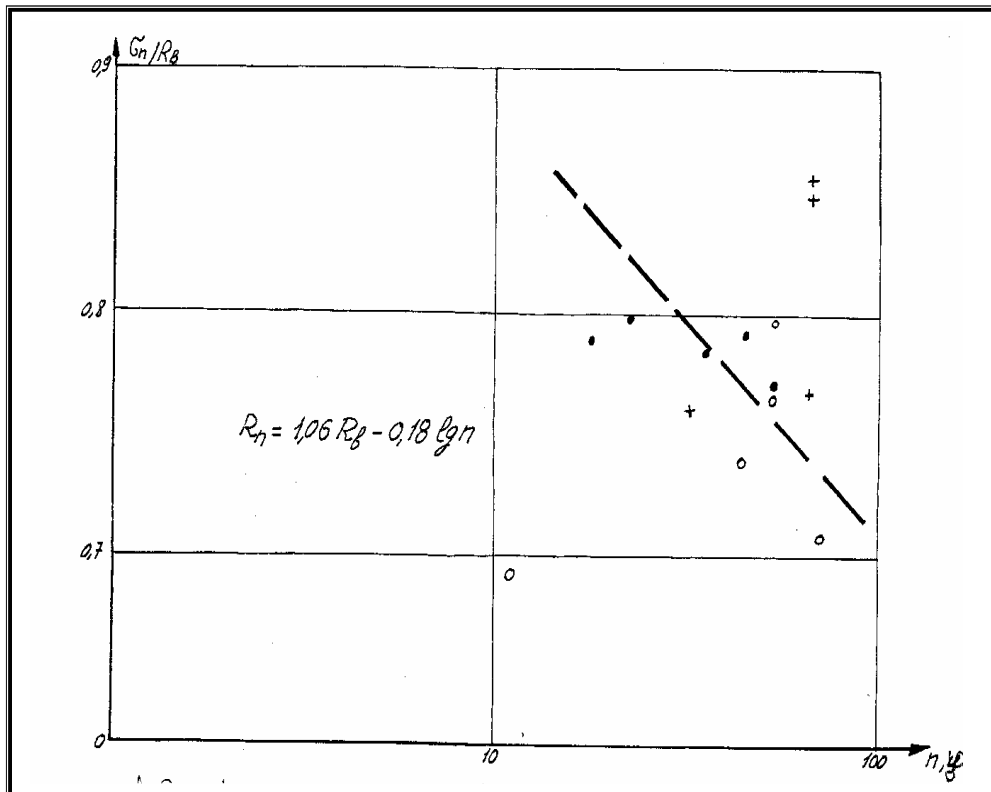


Figure 2.4 : Relation entre résistance prismatique du béton et nombre de chargement (0-I période, 0-II période, + - III période).

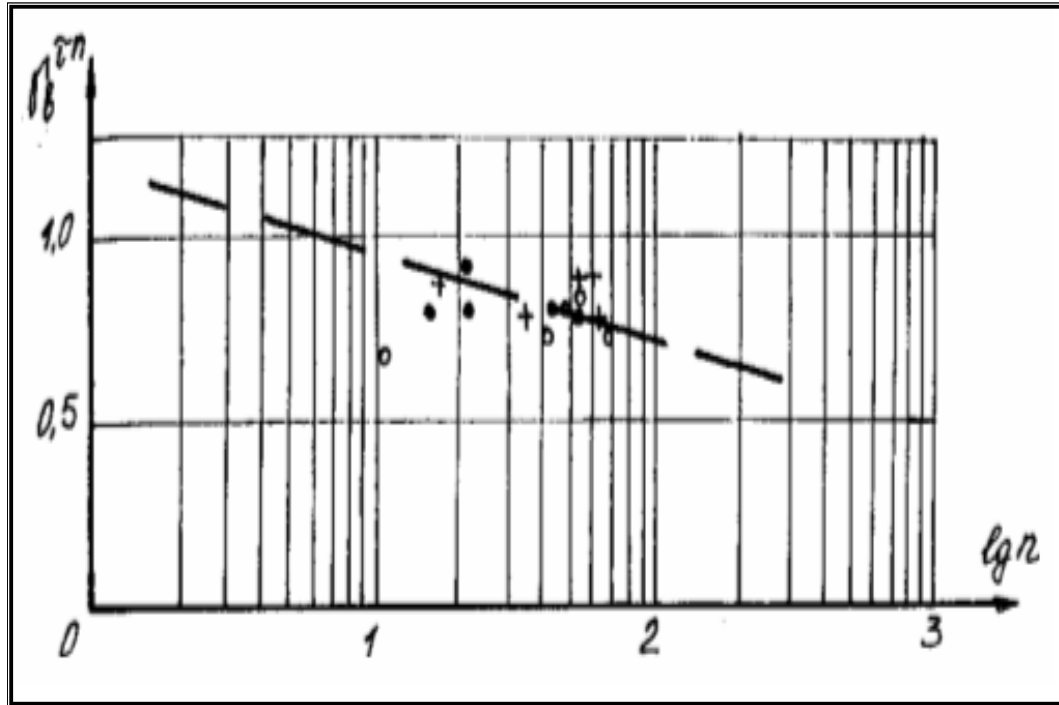


Figure 2.5 : Relation entre résistance des éprouvettes prismatique de béton et le nombre de chargement pour $\rho = 0$, $\omega = 1$ Hz. (O- série I, 0- Série II, + -III Série)

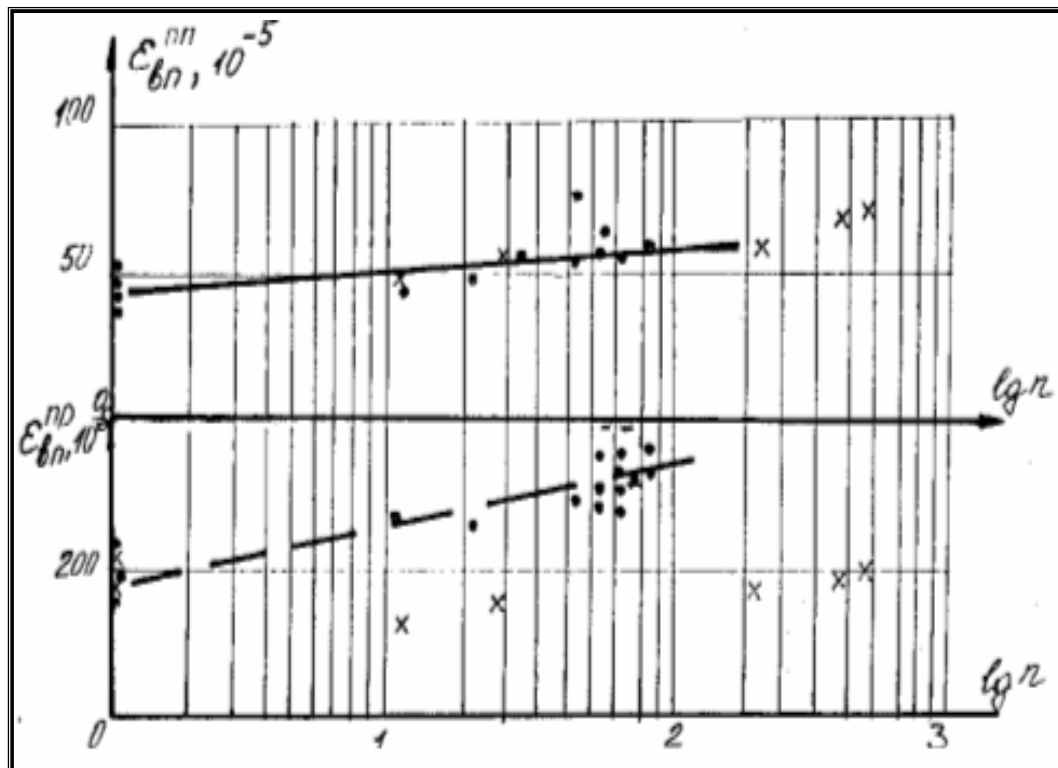


Figure 2.6 : Relation entre déformation limites transversales et longitudinale des éprouvettes prismatiques de béton et nombre de cycles de chargement dynamique alternées.

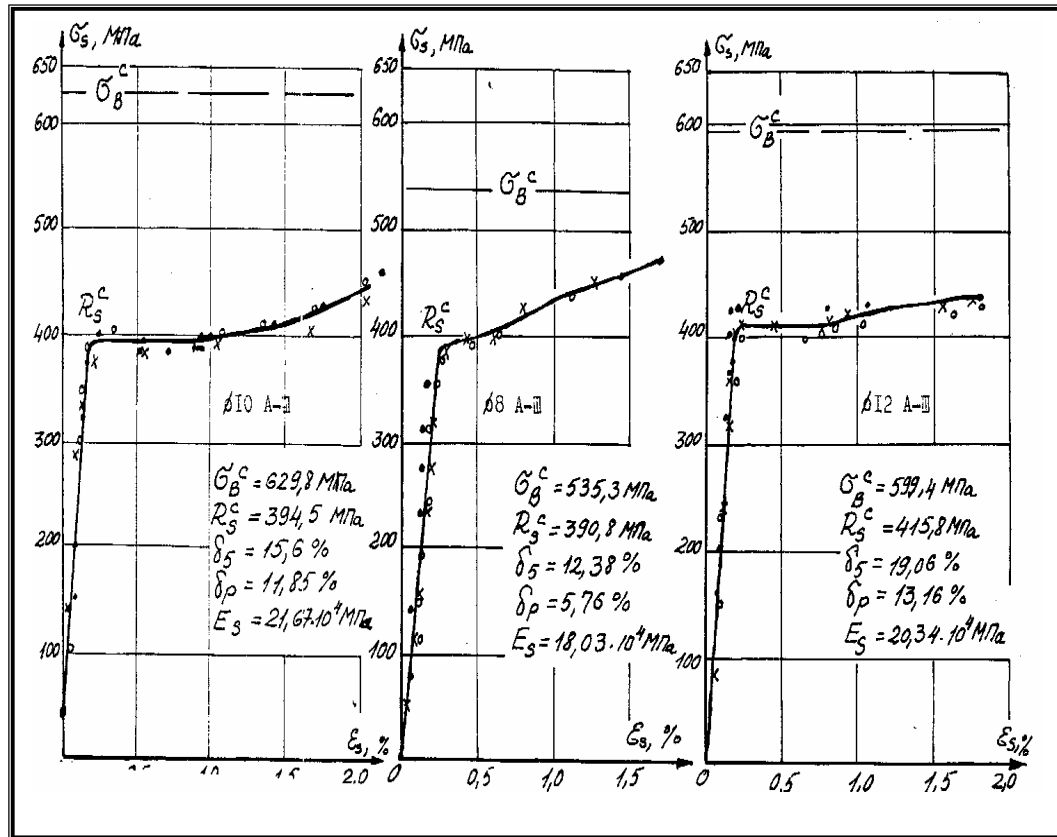


Figure 2.7 : Diagrammes ($\sigma - \epsilon$) des Armatures FeE400 $\Phi 8$, $\Phi 10$ et $\Phi 12$ sous chargement statiques.

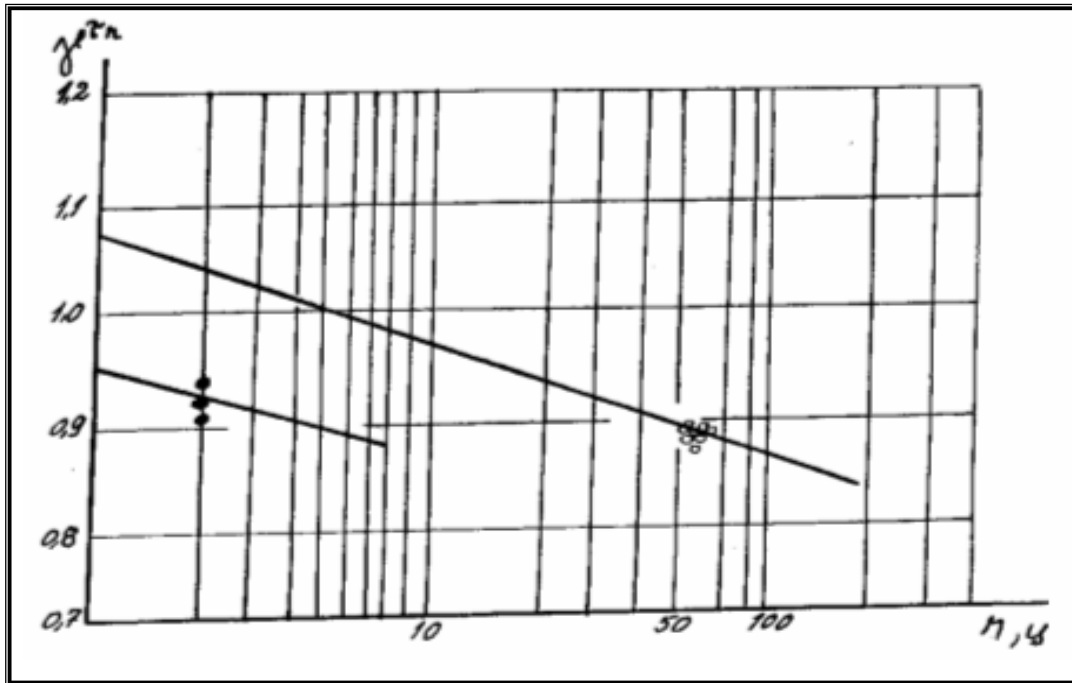


Figure 2.8 : Relation entre coefficient de condensation de travail des portiques en béton armé et nombre de cycles de chargements statiques alternés (—●—) et dynamiques alternés (—○—).

2.2 METHODE DE L'ANALYSE EXPERIMENTALE:

Il existe plusieurs expressions analytiques des diagrammes (σ - ϵ) du béton dont les branches supérieures comprimées données par les relations de **BAĬKOV et DEMITROV**

$$\frac{\sigma}{R} = v = a\eta + b\eta^2 + c\eta^3 + d\eta^4 + f\eta^5 \quad (2.1)$$

a-b-c-d-f : constantes données ou tirées par les états aux limites ou d'après les graphes de **BACHICKOV et BAMBOUR [13.9]**.

$$v = 2.65\eta + 2.2\eta^2 + 0.6\eta^{.05} + d\eta^4 \quad (2.2)$$

$$\text{C.Y.TCETLUN. [98]} \quad v = k\eta(1 - k\eta/4) \quad (2.3)$$

$$\text{KROL et TUROMIROV [45]} \quad v = 1 - (1 - \eta)^k \quad (2.4)$$

Le changement des propriétés du béton sur toutes les étapes de son travail est relation de son M. Les recommandations de comité Euro-International du béton, pour le calcul des structures en béton armé.

$$\frac{\sigma_b}{R} = \frac{k\left(\frac{\epsilon}{\epsilon_R}\right) - \left(\frac{\epsilon}{\epsilon_R}\right)^2}{1 + (k-2)\left(\frac{\epsilon}{\epsilon_R}\right)} \quad (2.5)$$

R et ϵ_R : résistance maximale du béton et ϵ_R : déformation correspondante à la traction et en compression.

$K = \frac{E\epsilon_R}{R}$: Coefficient caractérisant l'état elasto-plastique du béton et qui sera égal à de 5.75 ; 2 et 1.56 « béton lourd, léger, et de résistance très élevé ».

$$\text{De (2.5)} \longrightarrow v = \frac{k\eta - \eta^2}{1 + (k-2)\eta} \quad (2.6)$$

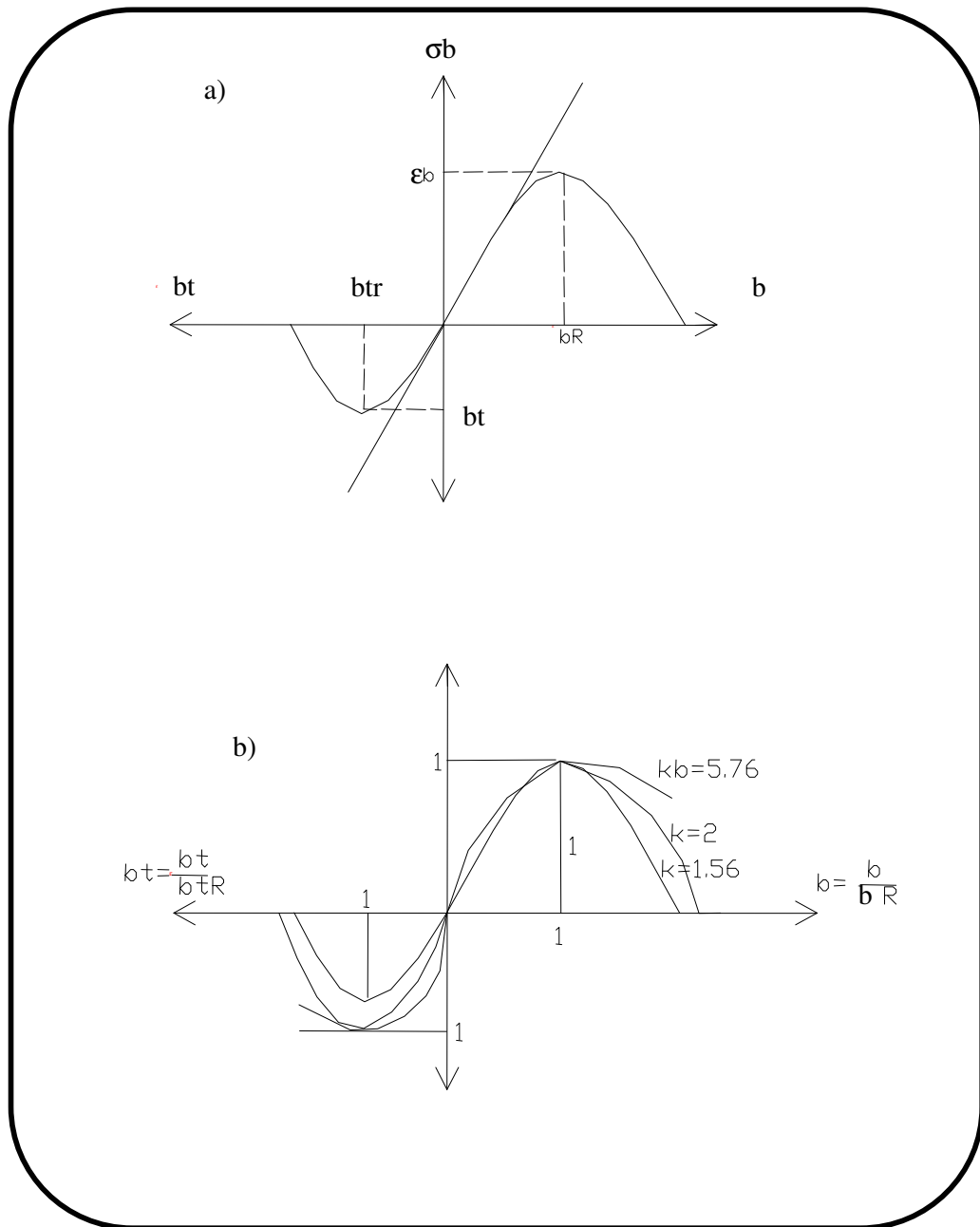
D'après les formules (2.1), (2.4) et (2.6), le paramètre $v = \frac{\sigma}{R}$, $\eta = \frac{\epsilon}{\epsilon_R}$.

Remarque :

Le graphe sera linéaire si $k=1$.

Le graphe sera parabole si $k=2$.

Le graphe sera hyperbole quadratique si ($1 < k < 2$ et $k > 2$).



2.3 CARACTERISTIQUES PHYSICO MECANQUES DES MATERIAUX UTILISES ACIER-BETON:

2.3.1 Béton:

Tableau 2.1 : Résistances des éprouvettes cubiques en béton sous chargement statique.

| N° | Date d'expérience (Age/jour) | N° de série Du modèle | Surface de La section en (cm ²) | Charge de rupture N (KN) | Résistance Cubique R en MPa | Valeur moyenne de la résistance cubique R _{cp} en MPa |
|----|---------------------------------|--------------------------|--|-----------------------------|-----------------------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 98 Jours | I | 226.5 | 950 | 41.8 | 40.00 |
| | | | 232.56 | 955 | 41.0 | |
| | | | 229.5 | 855 | 37.2 | |
| | | | 227.9 | 910 | 39.9 | |
| 2 | 84 Jours | II | 229.5 | 800 | 34.85 | 36.10 |
| | | | 223.5 | 780 | 34.29 | |
| | | | 228 | 830 | 36.44 | |
| | | | 232.5 | 890 | 38.33 | |
| 3 | 76 Jours | III | 231 | 1010 | 43.7 | 43.3 |
| | | | 228 | 920 | 40.35 | |
| | | | 229.5 | 1060 | 46.18 | |
| | | | 228 | 980 | 42.98 | |
| 4 | 67 Jours | I | 228 | 788 | 34.56 | 36.16 |
| | | | 225 | 834 | 37.06 | |
| | | | 229.5 | 846 | 36.86 | |
| 5 | 52 Jours | II | 222 | 730 | 32.88 | 33.01 |
| | | | 228 | 822 | 36.05 | |
| | | | 224,9 | 776 | 34.49 | |
| | | | 222 | 644 | 28.62 | |
| 6 | 44 Jours | III | 219 | 902 | 41.17 | 41.03 |
| | | | 222 | 911 | 41.03 | |
| | | | 225 | 922 | 40.97 | |

Tableau 2-2 : Résistances caractéristiques des éprouvettes prismatiques en béton de dimensions 10x10x40 cm sous charge statique de compression.

| N° | Age de L'essai | Série de modèle | Surface transversale de la section en (cm ²) | Charge de rupture (KN) | Résistance Prismatique Mpa | | Déformation, 10 ⁻⁵ | | | | Module de déformation Longitudinal initial | | $\nu = \frac{\epsilon^n}{\epsilon^{np}}$ |
|----|----------------|-----------------|--|------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------|--|-----------------------------------|--|
| | | | | | R _{bn} | R _{bn} ^{cp} | longitudinale | | transversale | | E _b 10 ⁻³ | E _{bcp} 10 ⁻³ | |
| | | | | | | | ε _b ^{np} | ε _{np} ^{bc} | ε _b ⁿⁿ | ε _{nn} ^{bcp} | | | |
| 1 | 70 jours | I | 104 | 370 | 37.57 | | 157 | | 28.5 | | 33.31 | | 0.234 |
| | | | 101 | 316 | 31.3 | 32.44 | 136 | 140 | 25.5 | 27.0 | 33.7 | 32.8 | |
| | | | 105 | 320 | 30.47 | | 126 | | - | | 31.5 | | |
| 2 | 62 jours | II | 102 | 331 | 32.45 | | 192 | | 53 | | 29.8 | | 0.289 |
| | | | 103 | 342 | 33.2 | 31.6 | 179 | 178 | 43 | 48 | 22.9 | 27.32 | |
| | | | 102.5 | 300 | 29.2 | | 165 | | - | | 29.36 | | |
| 3 | 55 jours | III | 101 | 380 | 37.62 | | 175 | | 40 | | 31.45 | | 0.253 |
| | | | 103.5 | 356 | 34.40 | 36.17 | 160 | 176 | 34 | 37 | 30.01 | 30.34 | |
| | | | 103 | 376 | 36.5 | | 195 | | - | | 29.52 | | |

Tableau 2-3 : Résistances et déformations des prismes de béton de dimension 15x15x60 cm sous charge statique de compression

| N° | Age de L'essai | Série de modèle | Surface de la section a b en (cm ²) | Charge de rupture N (KN) | Résistance Prismatique Mpa | | Déformation, 10 ⁻⁵ | | | | Module de déformation Mpa | |
|----|----------------|-----------------|---|--------------------------|----------------------------|-------|-------------------------------|-------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------|------|
| | | | | | | | longitudinale | | transversale | | | |
| | | | | | | | R _{bn} | R _{bncp} | ε _b ^{np} | ε _{bcp} ^{np} | | |
| 1 | 70 jours | I | 234 | 710 | 30.3 | | 173 | | 48 | | 31.01 | |
| | | | 225 | 666 | 29.6 | 29.7 | 142 | 166 | 38 | 45 | 28.7 | 29.7 |
| | | | 226.5 | 665 | 29.3 | | 184 | | 49 | | 29.5 | |
| 2 | 62 jours | II | 231 | 650 | 28.14 | | 173 | | 38 | | 28.5 | |
| | | | 225.4 | 683 | 30.3 | 29.14 | 176 | 170 | 40 | 39 | 27.08 | 27.0 |
| | | | 224.2 | 650 | 28.99 | | 161 | | – | | 25.6 | |
| 3 | 55 jours | III | 228 | 710 | 31.14 | | 161 | | 43 | | 30.47 | |
| | | | 228.7 | 881 | 38.52 | 33.29 | 218 | 187 | 56 | 49.5 | 29.94 | 29.8 |
| | | | 225 | 680 | 30.32 | | 163 | | – | | 29.04 | |

Tableau 2-4: Caractéristiques des prismes de béton de dimensions (10x10x40 cm) sous chargement dynamique cyclique dont ($\xi = 0$ coefficient asymétrique)

| N° | Série du modèle | Surface de la section transversale a b en (cm ²) | Charge de rupture (KN) | Nbre de cycle n | Résistance Prismatique Mpa | | Déformation, 10 ⁻⁵ | | | | Coefficients cycliques | |
|----|-----------------|--|------------------------|-----------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|---------------------|
| | | | | | R _{bn} | R _{bn} ^{np} | longitudinale | | transversale | | γ_b^{tn} | γ_{bcp}^{tn} |
| | | | | | | | ϵ_b^{np} | ϵ_{bcp}^{np} | ϵ_b^{nn} | ϵ_{bcp}^{nn} | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1 | I | 108.67 | 257.6 | 36 | 25.2 | 26.1 | 292 | 298 | 79 | 66.6 | 0.7768 | 0.804 |
| 2 | | 105 | 292.3 | 45 | 25.7 | | 305 | | 65 | | | |
| 3 | | 103.5 | 304.1 | 22 | 29.05 | | 310 | | 56 | | | |
| 4 | | 105.2 | 294.7 | 16 | 25.59 | | 267 | | - | | | |
| 5 | | 104.01 | 265.7 | 53 | 24.98 | | 285 | | - | | | |
| 6 | II | 103.5 | 256.3 | 11 | 21.8 | 23.44 | 286 | 309 | 45 | 53 | 0.689 | 0.741 |
| 7 | | 104.2 | 243.9 | 43 | 23.4 | | 298 | | 58 | | | |
| 8 | | 103 | 231 | 72 | 22.4 | | 336 | | - | | | |
| 9 | | 104 | 271.3 | 52 | 24.34 | | 336 | | - | | | |
| 10 | | 106.3 | 275 | 53 | 25.27 | | 316 | | 56 | | | |
| 11 | III | 106 | 325.3 | 65 | 27.7 | 29.31 | 370 | 366 | 58 | 56 | 0.765 | 0.81 |
| 12 | | 105 | 314 | 35 | 27.5 | | 365 | | 54 | | | |
| 13 | | 106.1 | 401.9 | 54 | 30.68 | | 358 | | - | | | |
| 14 | | 106.5 | 292.7 | 54 | 30.5 | | 382 | | - | | | |
| 15 | | 105.9 | 330.4 | 18 | 30.2 | | 357 | | - | | | |

$R_n = 1,06 R_b - 0,18 \lg n$ (résistance du béton au moment des actions répétées).

2.3.2 Armatures- Classe AIII FeE400 Type 2:

Les caractéristiques de résistance et déformations des armatures choisies sont obtenues à partir des essais des éprouvettes sous l'action d'un chargement statique à l'aide d'une presse hydraulique. GPM-1, la longueur d'armature prise pour l'essai est de 50 cm d'un tensiomètre avec un indicateur de 0.01mm jusqu'à 100mm de base.

L'analyse de ces essais d'armatures est représentée sur le tableau 2-5 et figure (2.7).

De nombreuses expériences sur la résistance et déformations des armatures sous l'action d'un chargement cyclique traité par [29, 56, 64, 80, 88, 90, 95, 103....].

Les différentes méthodes utilisées par éditeurs cités ci-dessous, sur des essais présentant des résultats expérimentaux donnant une déduction que :

- L'augmentation des caractéristiques de résistance des armatures sous une vitesse de chargement constante.

Sous compression l'acier FeE400 type 2 « classe AIII » dans un temps de 0.2-0.3 secondes [15, 17, 90,95] on remarque :

- L'augmentation de la limite « d'élasticité » de l'armature de 13 à 16% et la résistance de 10 à 11%.

On peut déduire que l'augmentation de la limite d'écoulement d'élasticité sera prise en considération par le coefficient de consolidation [17, 18, 64, 70, 71, 75, 89,95].

$$\gamma_s^{\tau} = \frac{R_s^{\tau}}{R_s^c} \quad (2.7)$$

R_s^{τ} , R_s^c : Limite d'élasticité dynamique et statique de l'acier.

Relation entre le coefficient asymétrique des cycles ξ et nombre de cycles n .

Données par la formule de **BECPAEV A.A.**

$$\gamma_{SN} = 1 - (.05 - 0.04\xi - 0.01\xi^2) \lg n \quad (2.8)$$