



G. DISPOSITIFS D'ISOLATION & COMPORTEMENT

Cette annexe informative traite de la loi de comportement des dispositifs ou unités d'isolation.

Notations

A	Aire de l'unité d'isolation
C	Coefficient d'amortissement de l'unité d'isolation
F_0	Force précontrainte correspondante à la pression du fluide P_0
G	Module de cisaillement du néoprène
h	Hauteur totale de couches frettées
K_a	Rigidité du ressort équivalent à la compressibilité du fluide
K_e	Rigidité élastique de l'unité d'isolation
K_n	Rigidité de l'unité d'isolation en néoprène fretté
K_p	Rigidité plastique d'une unité d'isolation
K_{pe}	Rigidité élastique au cisaillement du noyau en plomb
K_{pp}	Rigidité post-élastique au cisaillement du noyau en plomb
N_{sd}	Effort vertical transmis par l'appui
R_d	Rayon de la Sphère
v	Vitesse de l'action sismique horizontale engendrée sur l'appareil d'appui
μ_d	Coefficient de frottement des deux plans de glissement
α	Exposant de la vitesse

G.1 Les dispositifs à comportement linéaire

Cette catégorie, dans les ouvrages isolés, comporte les dispositifs en néoprène fretté.

- Unité d'isolation en néoprène fretté à faible taux d'amortissement $\xi \leq 6\%$ (considéré négligeable)

La loi de comportement est de type linéaire :

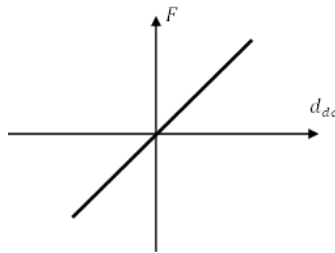
$$F = K_n \cdot d_{ab} \quad (G.1)$$

avec: $K_n = \frac{G \cdot A}{h}$

où:

- G: Module de cisaillement du néoprène
- A: Aire de l'unité d'isolation
- h: Hauteur totale de couches frettées
- K_n : Rigidité de l'unité d'isolation en néoprène fretté

Figure G.1: Loi de comportement d'unité d'isolation en néoprène fretté



b) Unité d'isolation en néoprène fretté à fort taux d'amortissement $10\% \leq \xi \leq 20\%$

La loi de comportement est de type linéaire :

$$F = K_n \cdot d_{db} + C \cdot v \quad (G.2)$$

avec:

- C: Coefficient d'amortissement de l'unité d'isolation
- v: Vitesse de l'action sismique horizontale engendrée sur l'appareil d'appui K_n : Rigidité horizontale d'une unité d'isolation

G.2 Les dispositifs à comportement non-linéaire

Ces dispositifs sont destinés à dissiper l'énergie sismique induite par des cycles d'hystérésis. Ils comportent :

- a) Le comportement du dispositif est une combinaison d'un comportement linéaire du néoprène avec ses frettes et un comportement élasto-plastique, avec des déformations irréversibles du noyau en plomb. Le comportement d'un tel dispositif peut être schématisé physiquement par deux ressorts parallèles.

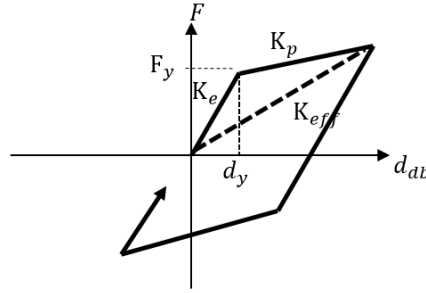
$$F = K_n \cdot d_{db} + K_p \cdot d_{db}, \text{ avec : } K_p = \begin{cases} K_{pe} , & \text{si : } F \leq F_y \\ K_{pp} , & \text{si : } F > F_y \end{cases} \quad (G.3)$$

avec: $K_e = K_n + K_{pe}$

où:

- K_n et K_{pe} représentent, respectivement, les rigidités élastiques au cisaillement des parties en néoprène et en plomb.

Figure G.2: Loi de comportement d'un dispositif en néoprène fretté à noyau en plomb



- $K_p = K_n + K_{pp}$
- K_{pp} représente la rigidité post élastique au cisaillement du noyau en plomb.

b) Dispositif à frictions (système pendulaire glissant)

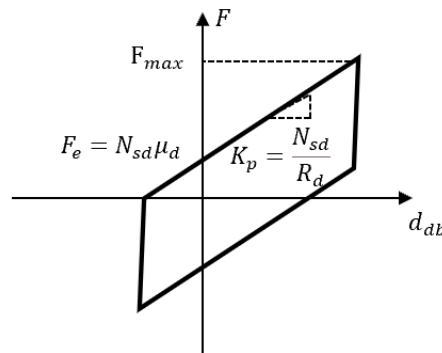
L'appui combine deux mouvements, vertical et horizontal par l'intermédiaire d'un plan de glissement incurvé, autour d'une partie d'une sphère, de rayon R_d . L'effort vertical combiné à l'effort horizontal sur la surface incurvée et grâce aux frottements exercés entre les deux parties, ce mouvement engendre une dissipation d'énergie par frictions. Ce double mouvement assure, aussi, une fonction de recentrage du système sur sa position d'équilibre à la fin du mouvement sismique.

$$F = N_{sd} \cdot \mu_d \cdot \text{signe}(v) + \frac{N_{sd}}{R_d} \cdot d_{db} \quad (\text{G.4})$$

avec:

- N_{sd} : Effort vertical transmis par l'appui
- μ_d : Coefficient de frottement des deux plans de glissement
- R_d : Rayon de la Sphère

Figure G.3: Loi de comportement d'un système pendulaire glissant



Le rayon des surfaces sphériques conditionne la rigidité de l'appui, tandis que l'amortissement est apporté par le frottement des plans de glissement.

Pour une surface de glissement plate, la loi de comportement défini par Eqn. G.4 est formulée comme suit :

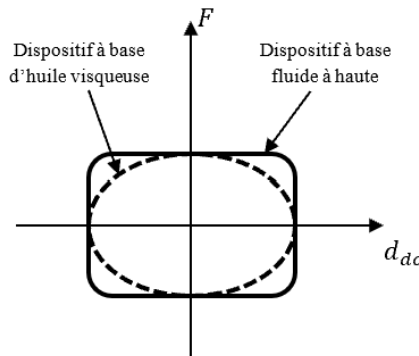
$$F = N_{sd} \cdot \mu_d \cdot \text{signe}(v) \quad (\text{G.5})$$

- c) Dispositifs dissipateurs d'énergie à base de fluide visqueux (Amortisseurs)
Ils comportent les dissipateurs à base de fluide visqueux compressible ou non compressible.
La loi de comportement est de type :

$$F = C.v^\alpha \quad (G.6)$$

où: α , exposant de la vitesse, dépend principalement de la nature et des caractéristiques mécaniques du fluide.

Figure G.4: Loi de comportement des amortisseurs visqueux



- d) Dispositifs dissipateurs d'énergie précontraints (Amortisseurs-Ressort-Précontraint)

$$F = C.v^\alpha + F_0 + K_a.d_{db} \quad (G.7)$$

avec:

- F_0 : Force précontrainte correspondant à la pression du fluide, P_0 , préalablement créée dans le réservoir
- K_a : Rigidité du ressort équivalent à la compressibilité du fluide.

La précontrainte permet d'immobiliser le mouvement du système pour les actions à faibles actions (vents, séismes faibles à modérés). Cette fonction permet aussi le recentrage du système sur sa position d'équilibre à la fin du mouvement sismique.

Figure G.5: Loi de comportement des dispositifs dissipateurs d'énergie précontraints

