

Résistance de structure en cas de séisme

Virginie BONNAILLIE - Antoine ROUSSEAU

Université Paris-Sud

Cluses, 30 Mars 2004

Plan de l'exposé :

1. Les effets des séismes.
2. Les résonances.
3. La structure agit tel un ressort.
4. Consolidation des structures.

1. Les effets d'un séisme

Photos

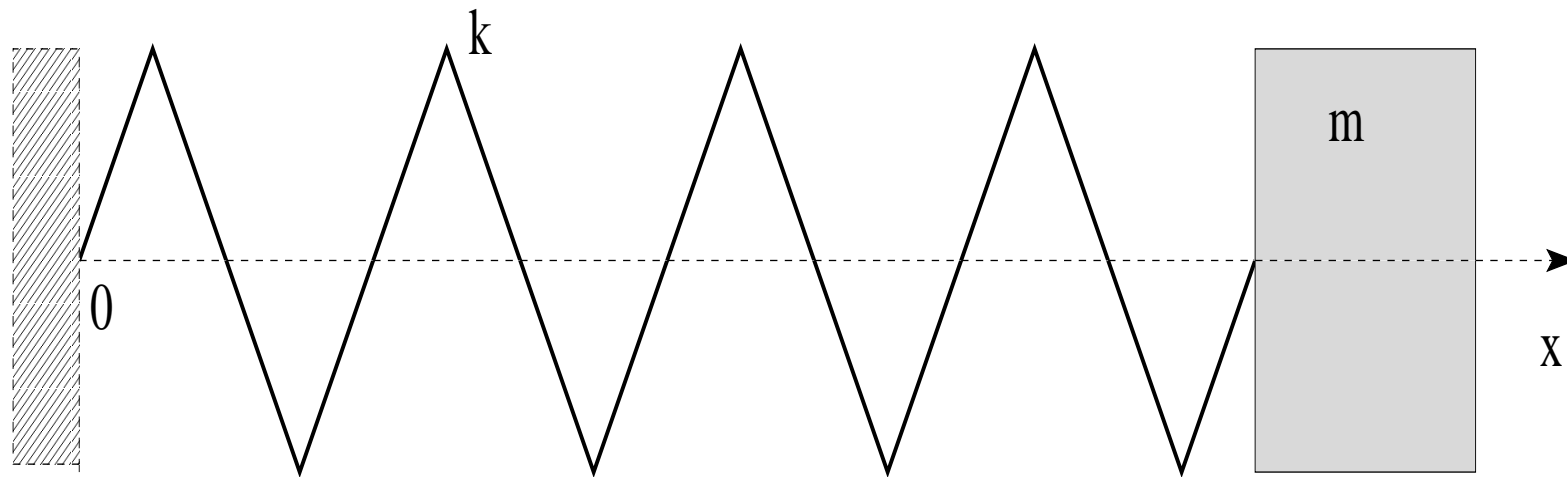
2. Les résonances.

Marche militaire en cadence sur un pont

⇒ Effondrement du pont

⇒ Rupture de la cadence de la marche en franchissant un pont.

3. La structure agit tel un ressort.



m masse du ressort,

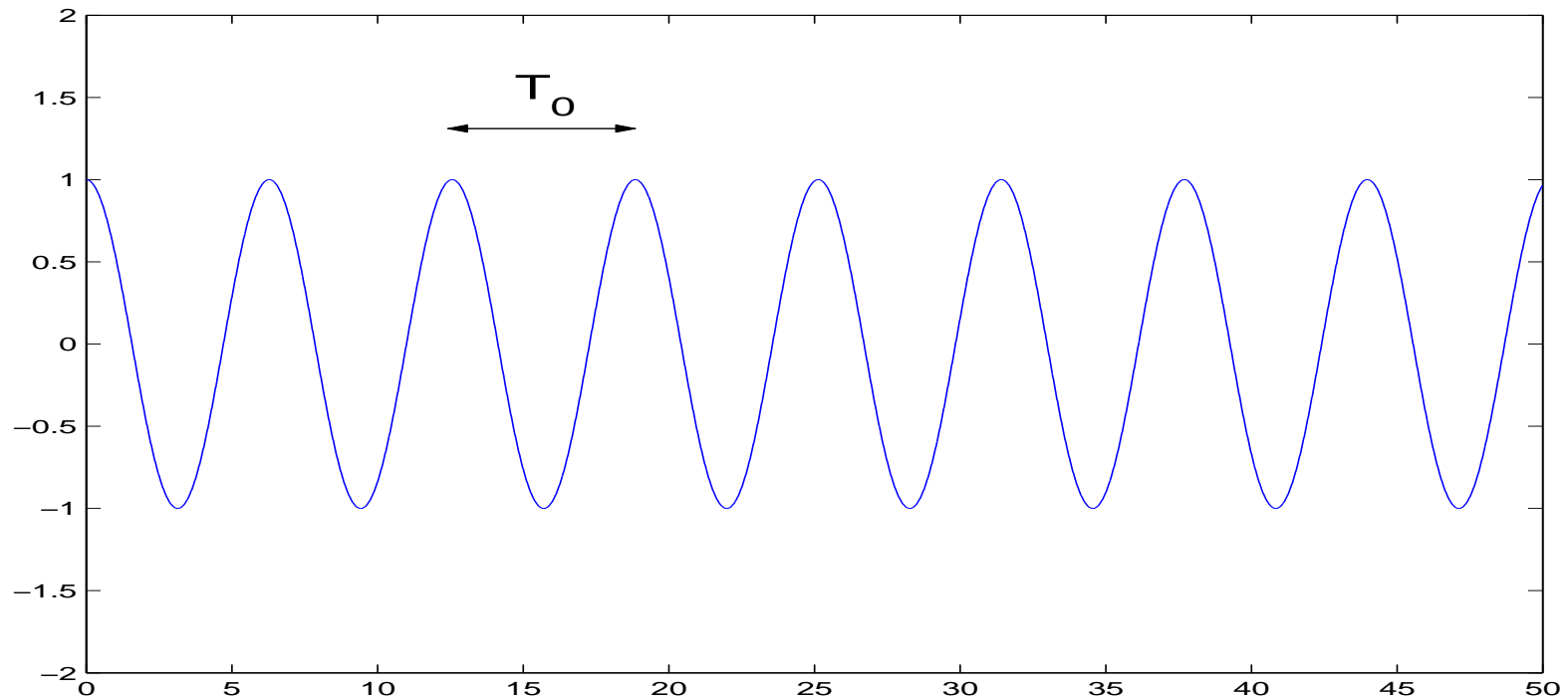
k tension du ressort,

x position de la structure (élongation).

Ressort libre

Equation de mouvement : $mx'' = -kx$. Période : $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$.

$$x(t) = x_{\max} \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right).$$



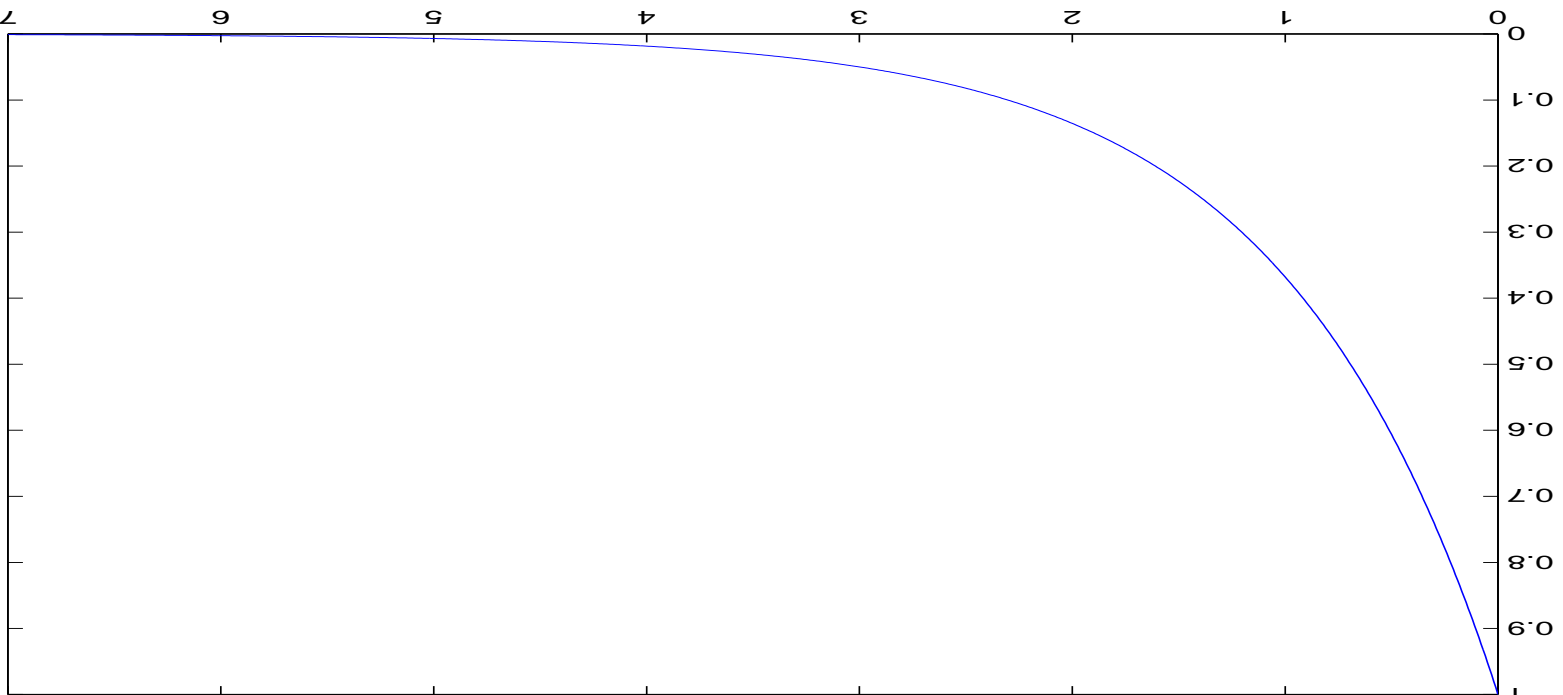
Ressort avec frottement

Force de frottement : $\lambda x'$.

Equation de mouvement : $m x'' = -kx + \lambda x'$.

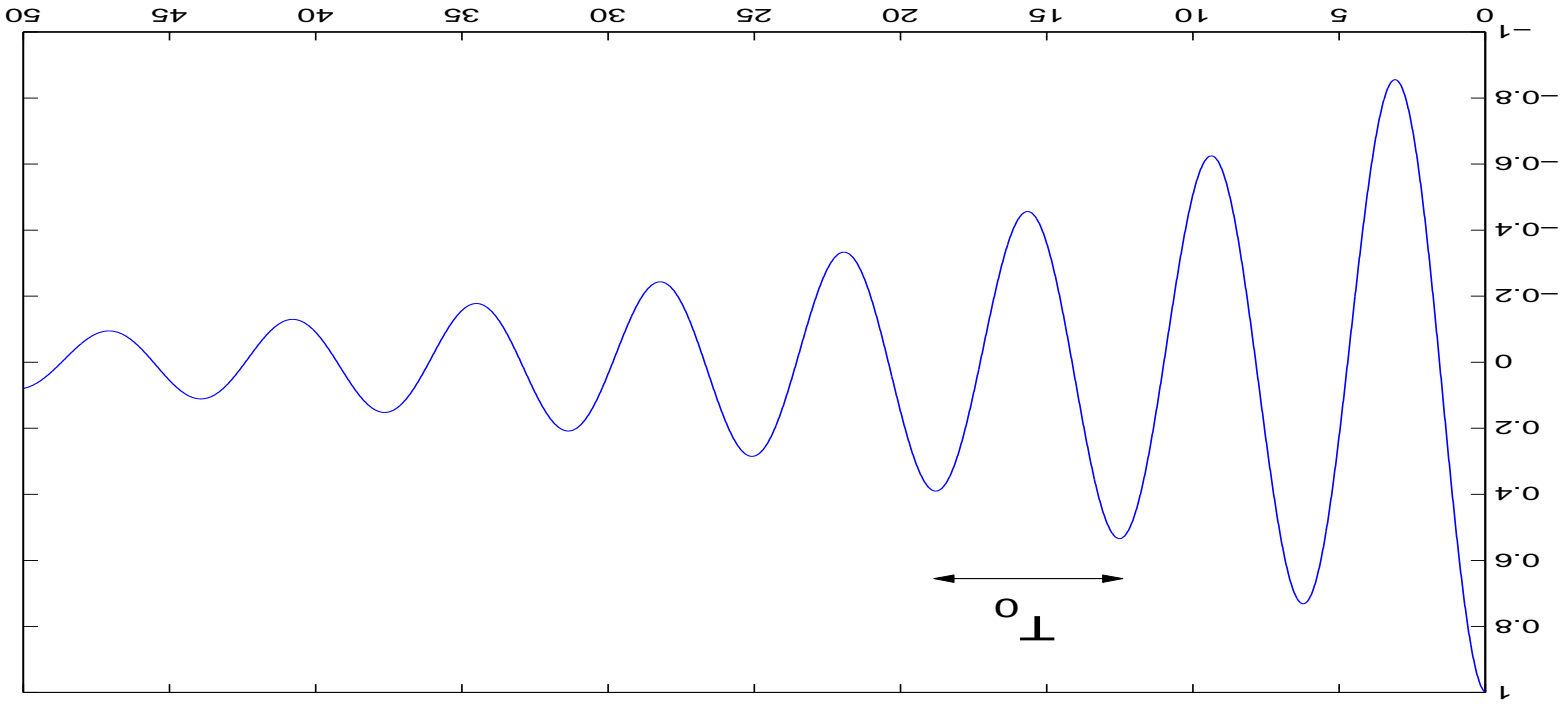
Deux cas :

- Frottements forts.
- Frottements faibles.



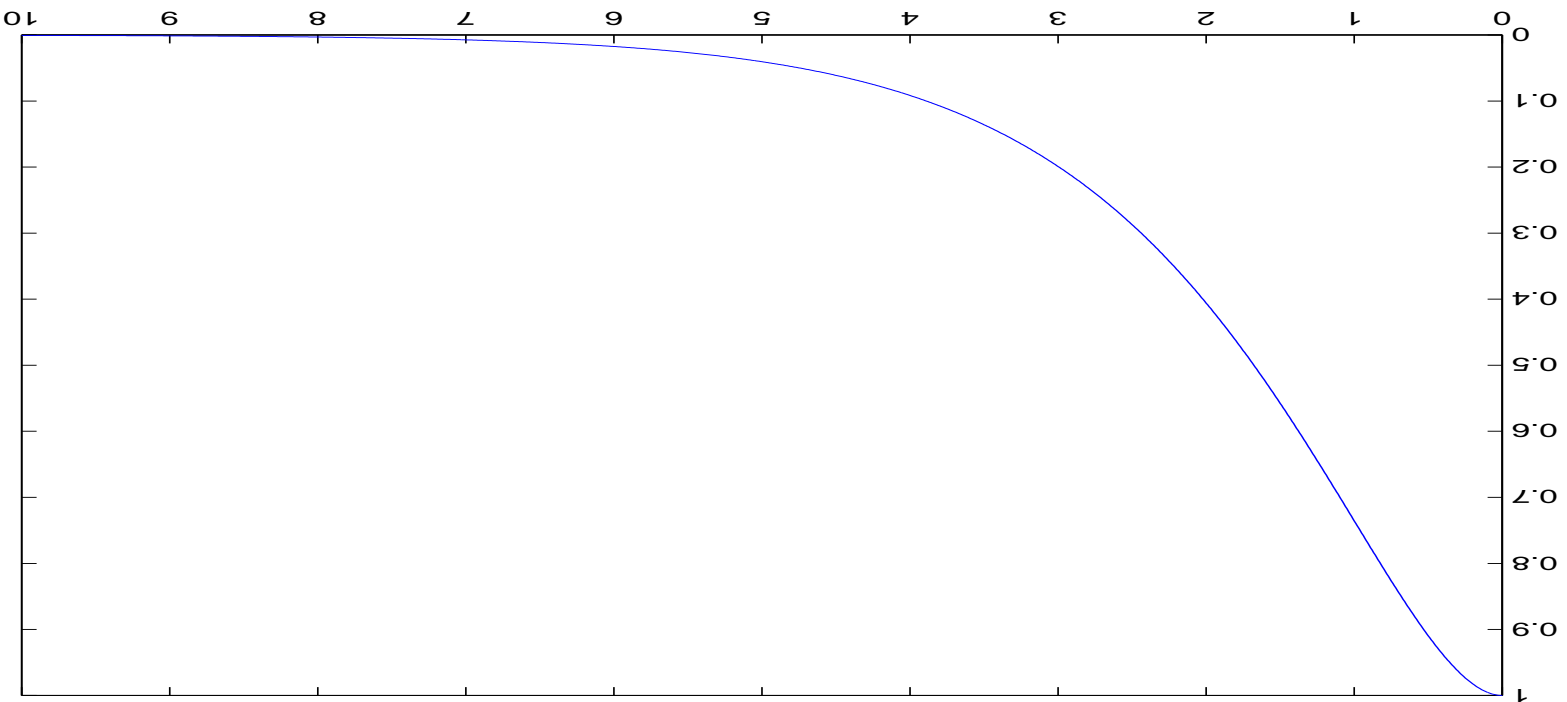
Si $\lambda > 2\sqrt{km}$,

$$x(t) = C \exp\left(-\frac{\lambda t}{2m}\right) \left(1 \pm \sqrt{1 - \frac{4km}{\lambda^2}}\right).$$



$$x(t) = C \exp\left(-\frac{\lambda t}{2m}\right) \cos\left(\frac{\lambda t}{2m} \sqrt{1 - \frac{4km}{\lambda^2}}\right)$$

SI $\lambda > 2\sqrt{km}$,



SI $\lambda = 2\sqrt{km}$,

$$x(t) = C(t + c) \exp\left(-\frac{\lambda t}{2m}\right) \cdot$$

Ressort avec mouvement entretenu

Equation de mouvement : $mx'' = -kx + f$

avec $f(t) = \cos\left(\frac{2\pi}{T_E}t\right)$ et $T_E \neq T_0$.

Alors :

$$x(t) \approx C \cos\left(\frac{2\pi}{T_E}t\right) \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right).$$

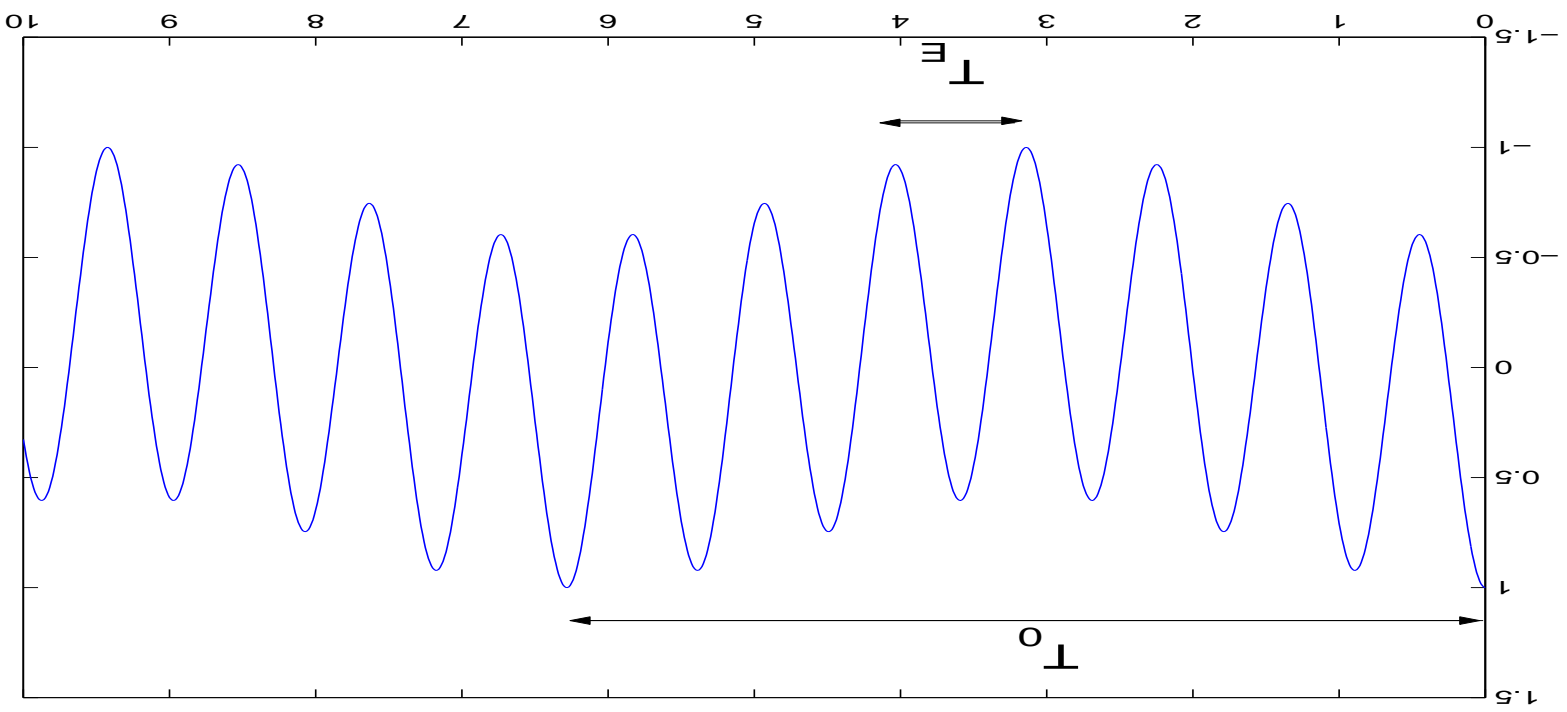


Figure 1 : Elongation au cours du temps.

Ressort avec mouvement de même fréquence

Equation de mouvement : $mx'' = -kx + f$

avec $f(t) = \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)$.

$$x(t) = C \left(\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right) + \frac{t}{2} \frac{T_0}{2\pi} \sin\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right) \right).$$

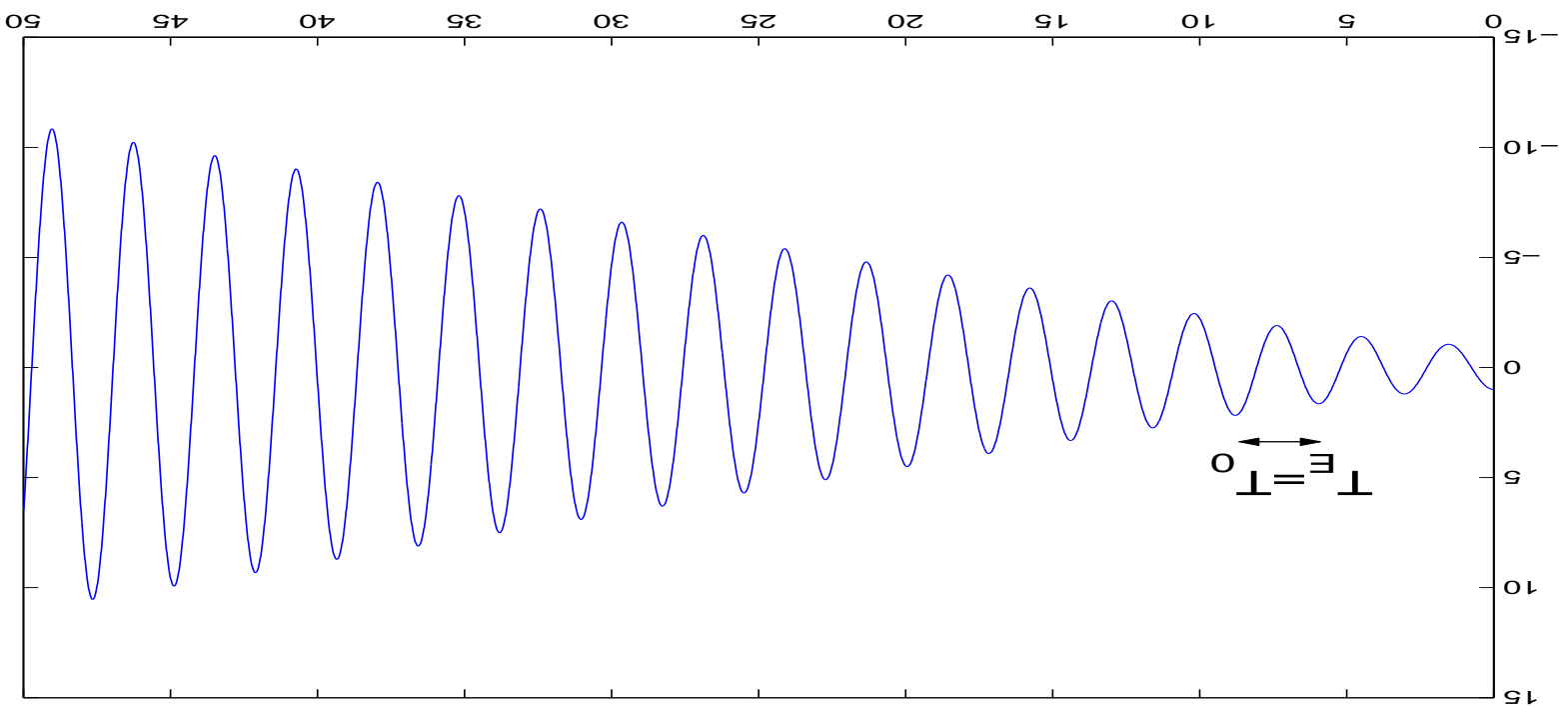


Figure 2: Elongation au cours du temps.

4. Consolidation de structure

1. Etude locale de la structure,
2. Détermination des fréquences propres de chaque partie de la structure,
3. Si la fréquence propre d'un élément de la structure est égale à celle du séisme, on consolide la structure à ce niveau puis retour à l'étape 1.