



Introduction à l'utilisation de LS-DYNA

TP N°1 Systèmes à barres

OBJECTIF

Il s'agit ici de mettre en données des problèmes simples de la mécanique des milieux continus par utilisation du code éléments finis LS-DYNA.

Dans un premier temps, un calcul analytique ainsi qu'une résolution matricielle du problème associé à la discrétisation par la méthode éléments finis sera mis en œuvre. L'intégration du problème se fera par une méthode de dynamique transitoire explicite et quasi-statique implicite.

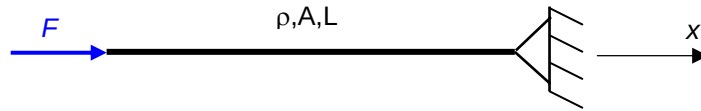
Dans un second temps, on pourra alors réaliser la mise en données du problème dans LS-DYNA avec ces deux schémas d'intégration.

Après comparaison des résultats, on tentera alors de modéliser un treillis déjà étudié dans le cadre des enseignements sous Ansys. Une confrontation des résultats permettra ainsi de conclure quant à la pertinence de ceux-ci.



1 Problème considéré

On désire résoudre le problème d'une barre en compression suivant



Où ρ représente la masse volumique du matériau constituant la barre, A est l'aire de la section et L la longueur de la barre.

On considère que l'effort F appliqué est donné par la relation suivante

$$F = \frac{\alpha}{\tau} t \quad (1)$$

Où α et τ sont des constantes et t représente le temps

Le comportement de la barre est supposé isotrope et élastique linéaire. Il est intégralement défini par son module d'Young E et son coefficient de Poisson ν .

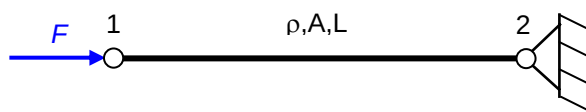
1. Sachant que dans le cas de cette étude, le chargement est dépendant du temps. Est-il possible d'utiliser les équations de la mécanique associées aux barres ?
2. Dans le cas d'une résolution quasi-statique implicite, peut-on résoudre ce problème qui dépend du temps ?
3. Résoudre le problème associé à la barre en compression par la théorie des barres sachant qu'il existe les deux relations suivantes

$$\frac{dN}{dx} + q = 0 \quad (2)$$

$$N = EA \frac{du}{dx} \quad (3)$$

N est l'effort normal à la section droite A , q est une densité linéique d'effort dans la direction de la barre et u le déplacement en un point de la barre. Les conditions aux limites seront déterminer par l'étudiant.

4. On désire résoudre le problème par la méthode des éléments finis. Pour cela, on discrétise la structure à l'aide d'un seul élément barre



Dans le cas d'une intégration explicite, calculer la matrice de raideur $[K]$ et la matrice masse $[M]$ définies par

$$[K] = \int_{\Omega} [B]^T [C] [B] dV \quad (4)$$

$$[M] = \int_{\Omega} \rho [N]^T [N] dV \quad (5)$$

Où $[N]$ représente la matrice d'interpolation des déplacements et $[B]$ son homologue en déformations.

5. Construire le vecteur des efforts extérieurs $\{F\}$
6. Diagonaliser la matrice masse par utilisation de la méthode de la matrice masse consistante (renforcement des termes diagonaux par les termes extra diagonaux) ainsi que par calcul des valeurs propres. Que peut-on en déduire ?
7. On considère que le nœud 1 possède une vitesse initiale nulle, résoudre le système différentiel associé au schéma d'intégration de dynamique transitoire explicite suivant pour $t \in [0, T]$

$$[M]\{\ddot{u}\} + [K]\{u\} = \{F\} \quad (6)$$

Calculer le déplacement, la vitesse et l'accélération du nœud 1.

8. Calculer la valeur du pas de temps stable limite associé au schéma des différences centrées, soit la relation de Courant Levy Frediech

$$\Delta t = L \sqrt{\frac{\rho}{E}} \quad (7)$$

Que peut-on dire de la pulsation propre de la solution obtenue par résolution explicite ?

9. En négligeant les phénomènes dynamiques, résoudre le problème par une méthode de type quasi-statique implicite menant à la résolution du problème matriciel suivant

$$[K]\{u\} = \{F\} \quad (6)$$

10. Comparer la solution quasi-statique implicite avec la solution analytique
11. Dans le tableau suivant, on donne les valeurs numériques des paramètres

α (N)	τ (s)	ρ (kg/m ³)	L (m)	A (cm ²)	E (MPa)
500.	0.5	7800.	1.	25.	210000.

A l'aide de ces données, représenter sur deux graphiques séparés :

- La comparaison entre approche dynamique explicite et quasi-statique implicite sur une période égale à deux fois le pas de temps stable limite (en faisant attention au nombre de points pour tracer ces évolutions). Constatations ?

- La comparaison entre approche dynamique explicite et quasi-statique sur une période de 0,5 s (en faisant attention au nombre de points pour tracer ces évolutions). Constatations ?

12. Mettre en données le problème avec LS-DYNA en explicite (faire appel à l'enseignant)

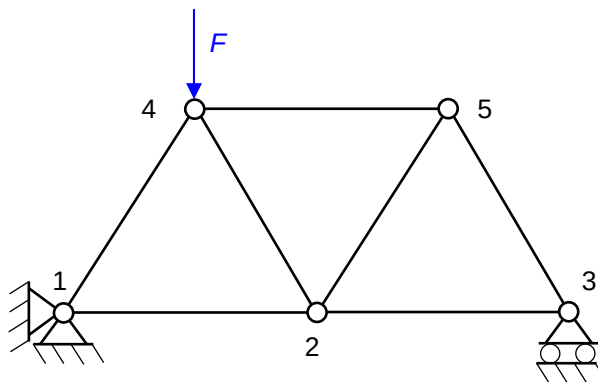
13. Lancer la simulation et tracer l'évolution du déplacement, de la vitesse et de l'accélération du nœud 1. Comparer avec les résultats obtenus aux questions 7 et 11.

14. Mettre en données le problème avec LS-DYNA en implicite (faire appel à l'enseignant)

15. Lancer la simulation et tracer l'évolution du déplacement du nœud 1. Comparer avec les résultats obtenus aux questions 9 et 11.

2 Application à un treillis

1. Mettre en données le problème suivant avec LS-DYNA



Les barres ont une longueur $L=1\text{m}$ pour une section $A=25\text{ cm}^2$, elles sont constituées d'un matériau élastique linéaire et isotrope (acier) dont les propriétés mécaniques sont

E (MPa)	ρ (kg/m ³)	ν
210000	7800.	0.3

L'effort appliqué au nœud 4 est tel que sa norme vaut $\|\vec{F}\| = 0.5e6\text{ N}$

2. Quantifier les déplacements aux différents nœuds et comparer avec les résultats obtenus sur Ansys. Conclusions
3. Quantifier les efforts développés par les conditions aux limites et dans les barres.
4. En déduire les contraintes.

3 Conclusions

Dans le cadre de ce TP, l'étudiant conclura sur les compétences qu'il pense avoir acquises à la fin de l'exercice. Il notera les notions essentielles qu'il a retenues ainsi que les points qu'il doit éclaircir pour une parfaite compréhension et maîtrise des calculs menés.