



Différences entre un calcul statique linéaire et non linéaire

Nous attaquons une série d'articles dédiée à la simulation numérique non linéaire en tenue mécanique et nous commençons par la base : la différence entre un calcul statique linéaire et un calcul statique non linéaire.

Quand un chargement est appliqué à un corps, celui-ci se déforme et les effets du chargement se transmettent dans tout le corps. Les forces externes induisent des forces internes et des réactions qui conduisent le corps à un état d'équilibre.

La Méthode des Eléments Finis (MEF) permet de calculer numériquement le comportement mécanique de ce corps. La MEF est basée sur une idée simple : subdiviser (discrétiser) une forme complexe en un grand nombre de sous-domaines élémentaires de forme géométrique simple (éléments finis) interconnectés en des points appelés nœuds. Le comportement mécanique de chaque élément est donc considéré séparément, puis assemblé de telle façon que l'équilibre des forces et la compatibilité des déplacements soient satisfaits en chaque nœud.

La MEF utilise des approximations simples des variables inconnues dans chaque élément pour transformer les équations aux dérivées partielles en équations algébriques.

Processus de la MEF utilisé dans les outils de simulation numérique. Seule l'étape 6 change, en fonction du choix de l'analyse souhaitée, linéaire ou non linéaire.

1	•Création et Lecture du maillage
2	•Construction de la matrice de raideur de chaque élément $[K^e] = \{U^e\} \{F^e\}$
3	•Assemblage de la matrice globale $[K]$
4	•Construction du vecteur chargement $\{F\}$
5	•Prise en compte des conditions limites (suppression des degrés de liberté)
6	•Résolution du système linéaire $(\{F\} = [K(E,\nu)] \{U\} \rightarrow \{U\} = [K^{-1}] \{F\})$
6	•Résolution du système non linéaire $(\{F\} = [K(E,\nu,F,U)] \{U\} \rightarrow \{U\} = [K^{-1}] \{F\})$
7	•Calcul des quantités dérivées de $\{U\}$, à savoir $\{e^e\}$, $\{\sigma^e\}$ et W^e
8	•Ecriture + Analyse des résultats

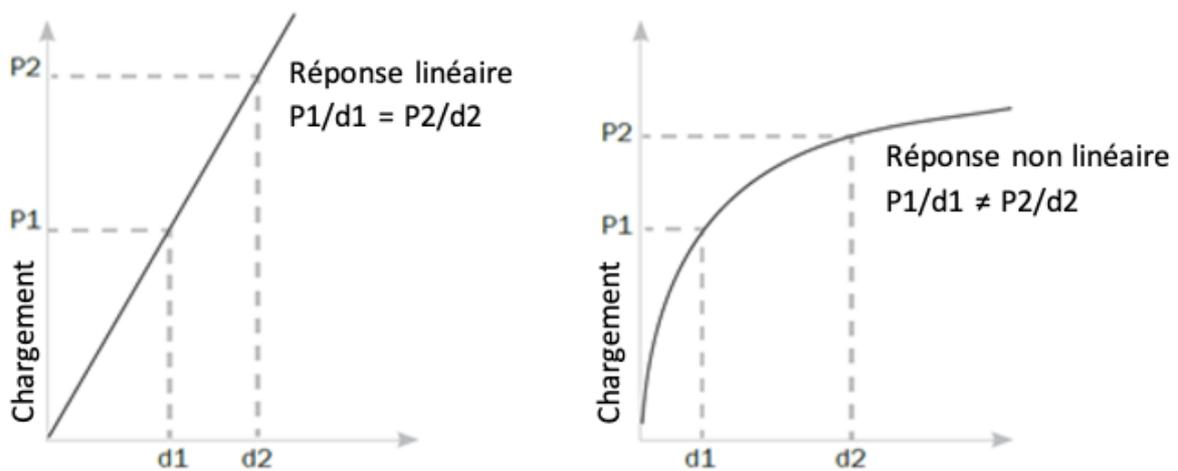
L'analyse statique linéaire prend en compte les hypothèses suivantes :

- **Hypothèse de staticité.** On suppose que tous les chargements sont appliqués d'une façon lente, continue et progressive depuis zéro jusqu'à leur intensité maximale de sorte que les déformations se produisent sans vitesse. Cette hypothèse nous permet de négliger les effets des forces d'inertie et d'amortissement, car les vitesses et accélérations induites sont négligeables.

Si le corps est soumis à des accélérations, l'hypothèse de staticité n'est plus vérifiée : il faut s'orienter vers la dynamique des structures.

- **Hypothèse de linéarité.** On suppose que la relation entre les chargements et les réponses induites est linéaire. Par exemple, si l'intensité du chargement double, la réponse (déplacements, déformations et contraintes) du modèle sera doublée.

Si cette proportionnalité n'est pas respectée, il faut considérer que l'analyse est de type non linéaire.



Nous détaillerons dans les futurs articles les différentes non-linéarités matériaux, géométriques et contacts ainsi que les méthodes de résolution numérique.