



FIGURE 4.3 – Une bille, poussée jusqu’au sommet, point d’instabilité.

4.5 Non linéarités géométriques

Les calculs sont faits généralement par une évaluation de la matrice de raideur dans la configuration initiale. Si les déplacements sont importants, c’est-à-dire qu’ils modifient les efforts intérieurs entre configuration initiale et configuration déformée, les résultats ne sont pas linéaires.

La structure peut devenir instable : une solution statique n’existe alors plus.

Si le chargement est imposé en terme de force, pression ou couple. Cela signifie que, à l’approche de ce chargement maximal, l’équilibre est rompu, et la structure accélère, les déformations augmentent de façon non maîtrisée et la ruine de la structure arrive.

Si le chargement est imposé par des déplacements ou des rotations de certains points, les forces et couples pour les obtenir décroissent au fur et à mesure que l’on s’approche de l’instabilité.

Pour vous en convaincre, sur la figure 4.3, est représenté une bille que vous poussez de gauche à droite avec votre doigt. Le point d’instabilité est le sommet, et imaginez le comportement, si vous poussez la bille en imposant une force constante, ou si vous la poussez avec une vitesse constante.

Le travail peut se décomposer en deux temps : calcul de la charge critique d’instabilité (flambement ou flambage), puis calcul des positions intermédiaires avant l’instabilité.

4.5.1 Flambement

Une poutre droite élancée, de longueur L de moment quadratique de section droite I , de module de Young E , articulée à ces extrémités, a une force critique de flambement qui est donnée par la théorie d’Euler :

$$F_c = \frac{\pi^2 EI}{\alpha L}, \quad (4.5)$$

avec $\alpha = 1$.

Pour une poutre encastree-encastree $\alpha = 0.5$, encastree-libre $\alpha = 2$ et encastree-articulée $\alpha = 0.7$.

Ces résultats peuvent être obtenus numériquement.

Pour vérifier que vous arrivez à le faire, nous vous invitons à faire les brevets 613, 614 et 620.

4.5.2 Positions intermédiaires avant l’instabilité

Tant que l’on reste pour des chargement inférieurs à cette valeur de chargement critique, une solution d’équilibre existe. Pour l’approcher, comme le efforts intérieurs dépendent du déplacement, une méthode itérative doit être utilisée. On réactualise en fait à chaque itération la matrice de rigidité, car elle dépend des positions des noeuds de chaque élément.

Pour vous en convaincre, faites les brevets 618 et 619.