C.2 Pourquoi exécuter des calculs non-linéaires ?

C.2 Pourquoi exécuter des calculs non-linéaires ?

Comme dans bien des domaines de la physique, il n'est raisonnable d'entreprendre un calcul non-linéaire qu'une fois que l'on a au moins une petite idée de la « fin de l'histoire », c'est-à-dire de la façon dont la structure va évoluer au point de devenir instable. Nous présentons ci-dessous les raisons pouvant justifier un calcul non-linéaire, en distinguant les bonnes de certaines plus discutables...

1) Bonnes raisons

- Étudier la **redistribution des efforts**. Une fois que certaines parties d'une structure sont entrées en plasticité, le niveau de contrainte y est, en un certain sens, à peu près « gelé » à une valeur déterminée, et le travail des actions extérieures ne peut plus être dissipé qu'en augmentant le niveau de contrainte ailleurs, ou en faisant s'écouler la matière des zones déjà plastiques. Le but est ici de vérifier dans quel ordre les éléments d'une structure « lâchent », et d'appréhender le mécanisme de ruine final.

- Déterminer l'**évolution des conditions d'appui** d'une structure, soit par un calcul de contact, soit par formation de rotules plastiques internes.

- Sans aller jusqu'à s'intéresser à la redistribution des efforts, **obtenir un état d'équilibre** où, dans les zones plastiques, les contraintes sont, en moyenne, proches de la contrainte d'écoulement du matériau, et où les contraintes sont bien dans le domaine élastique ailleurs. Pour les **géomatériaux**, obtenir un état d'équilibre où les contraintes sont, sauf en quelques zones très ponctuelles, des contraintes de compression (**éliminer les tractions**).

Ces démarches sont raisonnables, car :

- elles peuvent être menées généralement dans le cadre fondamental des petites déformations,

- elles permettent une simplification de la modélisation, et donc une lecture simple de la mécanique de la structure : les zones plastifiées, en effet, n'ayant plus de rôle porteur, on peut proposer une analyse de l'affaiblissement de la structure par une succession de calculs élastiques phasés, en « désactivant » à certains niveaux de chargement, les zones plastifiées ; l'analyse des zones plastiques peut aussi suggérer une approche statique de la plastification (modèle bielles et tirants).

2) Raisons discutables

- connaître l'aspect de la structure très déformée (et même en train « d'exploser »), éventuellement en utilisant l'algorithme de remaillage automatique fourni avec le logiciel,

- faire un calcul avec un comportement a priori très riche du point de vue descriptif, pour voir si ça sert à quelque chose, ou si on comprend mieux le résultat qu'avec le calcul élastique fait précédemment.

Ces motivations sont de celles qui aboutissent le plus souvent à des problèmes de non-convergence ou de « pivot nul » (cf. ci-après). Lorsque l'on interrompt le calcul, faute de mieux, à une étape du processus itératif, la déformée de la structure (donnée par la déformée du maillage, ou le champ des déformations) est illusoire :

- les déformations sont généralement supérieures à 1 %, donc à ce stade le problème mécanique n'est plus écrit dans les bonnes variables ;

- la déformation calculée dépend du maillage de façon critique, c'est-à-dire que pour deux maillages initialement voisins, on peut obtenir des valeurs de déformation locale très différentes ;

- le programme de calcul ne « suit » par définition qu'une instabilité à la fois ; or les problèmes de grands déplacements sont par nature multi-branches, c'est-à-dire qu'à un certain stade, il existe plusieurs configurations d'équilibre possibles pour un chargement donné...

Révision #1
★Créé 8 December 2023 11:35:21 par Paul Terrasson Duvernon
✎Mis à jour 12 December 2023 10:44:00 par Paul Terrasson Duvernon