

## Avant-propos

Le contact est un phénomène qu'on doit prendre en compte en mécanique des structures lorsqu'on traite plusieurs corps reliés entre eux ou susceptibles d'entrer en contact entre eux. La nouveauté par rapport aux problèmes mécaniques sans contact est l'existence des conditions aux limites non classiques qui ne s'expriment pas simplement en termes de déplacements imposés ou de contraintes imposées. Ces conditions aux limites de contact, formées d'équations et aussi d'inéquations, imposent la non-interpénétration des corps et d'autres relations plus ou moins complexes entre le glissement relatif et les contraintes à la frontière. Le contact amène ainsi deux difficultés :

- (i) la première vient du fait que les lois de contact sont écrites sur des portions de la frontière des corps. Il faut donc maîtriser le calcul de la géométrie des surfaces (dans le cas 3D). De plus, les surfaces de contact évoluent en général au cours de la transformation des corps et sont elles-mêmes des inconnues du problème ;
- (ii) la seconde difficulté est due aux inégalités contenues dans les lois de contact. Le problème mécanique est donc nécessairement non linéaire, même en hypothèse des petites perturbations. Du point de vue numérique, on sait que les inégalités sont plus difficiles à traiter que les égalités.

Il existe de nombreux travaux dans la littérature qui portent sur des questions aussi bien théoriques que numériques du problème de contact et qui sont réalisés dans différents contextes, petites ou grandes transformations, statique ou dynamique, sans ou avec frottement, avec la loi de frottement de Coulomb ou d'autres lois d'interface plus complexes.

Les études théoriques sur l'existence et l'unicité de la solution ou les solutions analytiques sont difficiles, même en l'absence de frottement et en petites transformations. La résolution numérique aussi est difficile lorsque l'on tient compte du frottement, notamment avec une loi de frottement plus sophistiquée que celle de Coulomb, ou lorsque l'on travaille dans le cadre des grandes transformations avec de grands glissements relatifs. Depuis plusieurs décennies, de nombreuses formulations numériques, avec de nombreuses variantes, ont été proposées permettant de résoudre de manière efficace et robuste différents problèmes complexes de contact en mécanique des structures.

Cet ouvrage présente une méthode de résolution numérique du problème de contact en grandes transformations et avec la loi de frottement de Coulomb. La formulation proposée diffère des autres dans la mesure où elle repose sur une forme faible qui généralise le principe des puissances virtuelles bien connu des problèmes sans contact. La forme faible est une relation des résidus pondérés, exactement comme le principe des puissances virtuelles. Par conséquent, elle

peut être discrétisée à l'aide de la méthode des éléments finis en suivant la même démarche habituelle que dans un problème sans contact. La différence avec un problème sans contact est que, cette fois-ci, on obtient un système d'équations couplé avec des inconnues de déplacement et des inconnues de contraintes de contact.

À part la forme faible des résidus pondérés qui est spécifique à cet ouvrage, les autres parties de l'ouvrage sont plus ou moins communes avec d'autres formulations du contact dans la littérature. Ainsi, par exemple, la cinématique du contact est la même pour toutes les formulations. Quelle que soit l'approche choisie, la résolution numérique du système d'équations matricielles non linéaires fait appel à un schéma itératif de type de Newton, et la matrice tangente de contact s'obtient par la technique de linéarisation ou de variation qui sera décrite dans cet ouvrage.

L'auteur espère que cet ouvrage puisse servir de lecture préliminaire permettant au lecteur d'acquérir des notions de base nécessaires avant de se plonger dans la belle et immense littérature existante sur le contact.