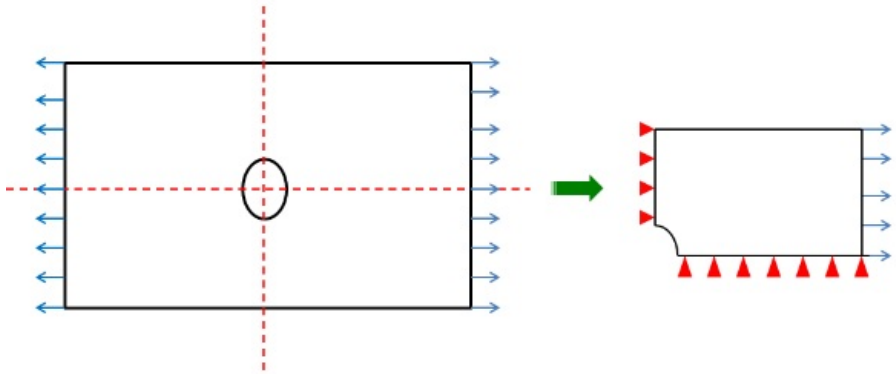
A.4. Interaction entre la structure et son environnement

A.4. Interaction entre la structure et son environnement

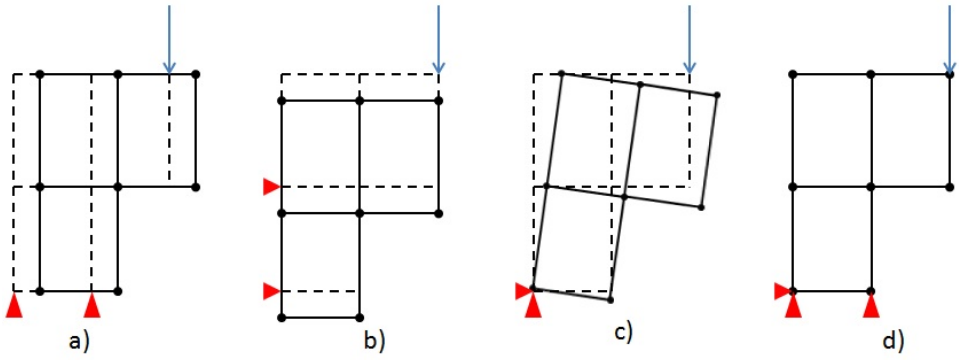
La prise en compte de l'**interaction entre la structure et son environnement** : cette considération permet de diminuer au mieux les écarts entre la modélisation par éléments finis et la réalité. L'effet de l'environnement sur la structure est déterminé à partir de grandeurs nodales telles que les déplacements nodaux et les efforts nodaux. Les premiers sont liés aux conditions aux limites et les seconds aux chargements extérieurs [1].

- Les **conditions aux limites** en déplacement (nodaux) permettent d'imposer aux nœuds une valeur de leur déplacement (nulle ou non nulle). Les déplacements imposés sont souvent appelés **contraintes cinématiques**. Elles permettent également de lier les déplacements de certains nœuds. Dans un premier temps, il est préférable de déterminer s'il faut prendre en compte la ou les **symétries** avant d'imposer les conditions aux limites. L'utilisation de symétrie impose de bloquer les déplacements nodaux perpendiculaires au plan de symétrie en 3D ou à l'axe de symétrie en 2D en imposant une valeur nulle (Figure 3) (cf. §4).



Conditions aux limites correspondant à une symétrie par rapport à deux axes dans le cas de la plaque trouée sollicitée en traction

Dans un 2ème temps, il est indispensable de neutraliser les **mouvements de corps rigide**. Une modélisation par éléments finis correctement définie doit interdire les translations et les rotations libres. En 3D, il faut donc éviter les 6 mouvements de corps rigide énoncés précédemment (en 2D, il s'agit de 3 mouvements, Figure 4).



Mouvements de corps possibles en 2D : a) Translation horizontale possible ; b) Translation verticale possible ; c) Rotation autour de la rotule ; d) Tout mouvement de corps rigide neutralisé

Une fois ces deux étapes réalisées, il est nécessaire de vérifier que tous les mouvements de corps rigide sont correctement annulés et qu'aucun mouvement de corps rigide n'a été bloqué alors que ce mode avait déjà été supprimé. Dans le premier cas, aucun calcul n'est possible et dans le second cas, des déformations non attendues risquent d'apparaître.

- Le **chargement** correspond à des efforts extérieurs exercés sur certaines parties du maillage. Parmi les chargements, il existe les forces à distance telles que la pesanteur et les inerties. Elles sont généralement modélisées par des **forces volumiques** traduites par des forces nodales sur l'ensemble des nœuds du domaine. Ce type de force est souvent simple à mettre en place.

Il existe également les **forces de contact** telles que les pressions ou toute autre force nécessitant un contact avec la structure. Ces forces peuvent être **surfaciques, linéiques ou ponctuelles**. L'application de ces forces se traduit également par des forces nodales. Une attention particulière doit être portée à la traduction de ces forces de contact lors de la modélisation vis-à-vis de son domaine de validité. L'utilisation d'une force ponctuelle peut gérer des singularités telles qu'une concentration de contraintes dans le voisinage proche du nœud d'application de la force ponctuelle. Donc pour éviter ce type de **singularité**, il est nécessaire de répartir la charge par l'intermédiaire d'un patin sur lequel la force ponctuelle sera appliquée. Cela revient à appliquer une force surfacique sur la structure englobant un voisinage plus ou moins grand du point d'application de la force ponctuelle. Se pose alors la question du **raffinement de maillage** dans cette zone et son influence que les résultats obtenus.

Les conditions de raccords

Il existe différents types d’éléments finis tels que les éléments volumiques, plaques, coques, poutres et barres. Les plaques et coques minces sont des éléments dont l’épaisseur est plus petite que les 2 autres dimensions. Une plaque ne travaille que perpendiculairement à son plan (3 degrés de liberté (ddl) par nœud : une translation et 2 rotations) alors qu’une coque travaille dans son plan et perpendiculairement à celui-ci (6 ddl : 3 translations et 3 rotations). Les éléments volumiques ont 6 ddl par nœud. Les éléments poutres ont 6 ddl par nœud également en 3D. Le chapitre 2 présente des développements pratiques sur ce point.

Révision #1
★Créé 8 December 2023 10:47:16 par Paul Terrasson Duvernon
✎Mis à jour 12 December 2023 10:44:00 par Paul Terrasson Duvernon