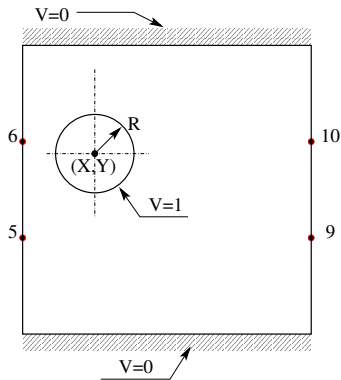


Résolution de problème inverse, plaque trouée



Une plaque carrée présente un trou circulaire. Un calcul a été effectué, avec un trou dont la position et le rayon ont été égarés. Il faut les retrouver à partir d'une information sur les bords.

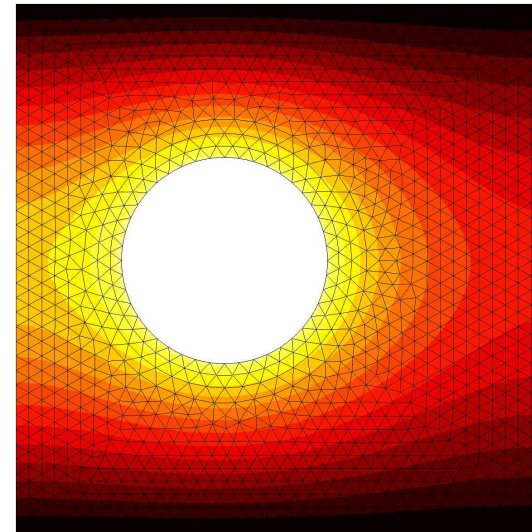
On traite un problème de conduction électrique, dans lequel la valeur du potentiel est de 1 au niveau du trou, et de 0 sur les bords inférieurs et supérieurs du carré. L'information disponible se réduit à l'intensité totale qui sort des bords haut et bas, et la valeur du potentiel en 4 points situés sur les bords latéraux, notés respectivement 5, 6, 9, 10 dans la figure ci-dessus. Le numéro de ces points situés en $x = \pm 1$ et $y = \pm 0.33$, sera respecté lors des remaillages successifs.

Après avoir examiné le système en établissant des modèles de conduction simplifiés, on résout le problème

de deux façons concurrentes, «à la main», en réalisant des calculs successifs que l'on contrôle pas à pas, et également de façon automatique, en faisant appel à une procédure d'optimisation.

Code utilisé : *ZéBuLoN/BLsurf*

Mots-clés : *modèles de conduction, problème inverse, maillage paramétré*



Prise en main du problème (répertoire REF)

Analogie conduction thermique – conduction électrique On dispose pour résoudre le problème d'un code de thermique. Ecrire les équivalences entre les deux types de problèmes physiques (température \equiv potentiel électrique,...).

Les fichiers disponibles

Les fichiers disponibles constituent un système qui permet de mailler de façon paramétrique la plaque trouée, en utilisant des valeurs spécifiées pour le rayon et les coordonnées du centre, puis de résoudre le problème de conduction, et enfin d'effectuer un post-traitement qui fournit la valeur d'une *fonction-coût* par comparaison avec l'objectif affiché. L'enchaînement est réalisé par la commande SIMU, elle-même appelée par la commande RUN, ce qui permet d'effacer les fichiers intermédiaires inutiles à l'exploitation des résultats. Dans un premier temps, on réalisera au travers de cette procédure le calcul d'une seule géométrie à la fois. Dans l'étape finale du projet, on laissera se dérouler la boucle d'optimisation.

La simulation est pilotée par le fichier `optim.inp`.

La chaîne de simulation utilise les fichiers `mesh.dat.tpl` et `mesh.inp.tpl` pour fabriquer les fichiers `mesh.dat` et `mesh.inp`. Le premier sera associé aux fichiers `mesh-1.z7p` et `mesh-2.z7p` pour créer le fichier `mesh.z7p`. Ce dernier est un fichier d'entrée pour la génération de maillage, qui va permettre de générer le fichier `mesh.geof`.

Le fichier `mesh.inp` contient des consignes de manipulation de maillage, afin de créer des groupes de nœuds dans le fichier `mesh.geof` (sortie dans `square.geof`) nécessaires à l'analyse, définie dans le fichier `square.inp`.

Le fichier `square.REF` contient l'objectif que l'on cherche à atteindre en termes d'intensité résultante et de valeur du potentiel aux points 5, 6, 9 et 10.

Examen des fichiers

Fichier `optim.inp` Ce fichier contient respectivement :

- en première ligne, la définition de la méthode d'optimisation (single permet d'effectuer un calcul unique sans que l'optimiseur ne rentre en action) ;
- après `***files` la liste des fichiers dans lesquels se trouvent les paramètres à identifier
- grâce au mot-clé `***shell` le nom de la commande à lancer pour effectuer la simulation ;
- à la suite de `***values` le nom, la valeur initiale, les valeurs min et max des paramètres à identifier ;
- à la suite de `***constraint` quelques expressions dont la valeur doit rester négative au cours du processus d'optimisation ;
- à la suite de `***compare` la méthode de comparaison : les fichiers `square.test` et `square.REF` sont comparés colonne par colonne.

Editer le fichier de données du calcul, `square.inp` . La partie analyse (après la commande `***calcul`) permet de spécifier successivement :

- le schéma de résolution (`***resolution` : cette partie n'est vraiment utile que pour spécifier des problèmes d'évolution. Elle est donc réduite à sa plus simple expression dans ce cas ;
- les conditions aux limites : on retrouve les conditions imposées sur le cercle intérieur et sur les bords inférieur et supérieur ;
- le fichier matériau est défini en fin de fichier. Les données se limitent à la conductivité, $k = 1$;
- en plus des résultats traditionnels sur les nœuds et les points de Gauss, la spécification `*nset_var` de l'option `**curve` dans `***output` permet d'obtenir, sur l'ensemble spécifié, la valeur du «flux» sortant, qui représente donc l'intensité totale, tandis que `*node_var` fournit la «température» aux nœuds critiques. Le résultat se trouvera dans le fichier `square.test` ;
- le mot-clé `***return` termine la partie analyse ;
- à la suite de `***post_processing` on trouve les consignes pour

calculer le flux sur chaque point de Gauss. La quantité correspondante, q , sera accessible dans le post-processeur graphique.

Lancer une exécution à l'aide la commande RUN. Cette opération fabrique un maillage pour lequel un cercle de rayon 0.1 est situé au centre d'une plaque carrée comprise entre ± 1 en x et en y . Examiner les fichiers générés (mesh.z7p, square.geof). Dans ce dernier, les noms des groupes indiquent de façon évidente la localisation (groupes de nœuds, nset, et groupes de lignes, liset). En utilisant la commande Zmaster square, vérifier que le fichier correspond au maillage à l'aide d'éléments à 6 nœuds d'une plaque carrée comprise entre -1 et +1 en x et en y , et que les caractéristiques du cercle correspondent aux données. Examiner ensuite les résultats (potentiel, flux) et justifier les valeurs obtenues. Quelle est la résistance du système ?

Tout en conservant un cercle centré sur l'origine des axes ($X = Y = 0$), faire varier le rayon (par exemple de 0.001 à 0.9) et tracer la courbe donnant la résistance en fonction du rayon. En s'aidant des planches obtenues (tracés du potentiel et du flux) pour chaque géométrie, proposer un modèle de conduction simplifié, et en déduire une ou plusieurs courbes analytiques approchant le résultat de calcul.

Optimisation (répertoires REF et OPTIM)

Dans le répertoire REF, examiner le fichier objectif square.REF, et en déduire une position plausible du cercle pour obtenir ces résultats en termes de potentiel et d'intensités résultantes. Modifier manuellement les valeurs de R , X et Y , afin d'avoir une idée de la sensibilité de chacun des paramètres.

Choisir une approximation raisonnable pour le triplet (R, X, Y) , et le fournir comme point de départ à la procédure d'optimisation dans le répertoire OPTIM. Lancer la procédure d'optimisation dans ce dernier répertoire.

Pendant que la procédure d'optimisation tourne dans le répertoire OPTIM, revenir dans le répertoire REF, et... faire la course avec la machine.

A la fin de la procédure d'optimisation dans OPTIM, vérifier le résultat obtenu. Combien d'itérations ont été nécessaires ? Contrôler le chemin de convergence dans l'espace des paramètres et l'évolution de la fonction-coût grâce à la commande DES.

Enlever les commentaires (caractère %) des deux premières lignes après le mot-clé `***compare`. On va maintenant utiliser une information supplémentaire (à savoir les intensités, alors que jusqu'à présent on n'utilisait que les 4 valeurs de potentiel) pour l'évaluation de la fonction-coût. Relancer le processus d'optimisation. Commenter le résultat obtenu.

Dans le répertoire OPTIM, utiliser différentes initialisations du processus d'optimisation, différentes méthodes d'optimisation, et observer à chaque fois les chemins de convergence. Le résultat est-il indépendant du point de départ ?