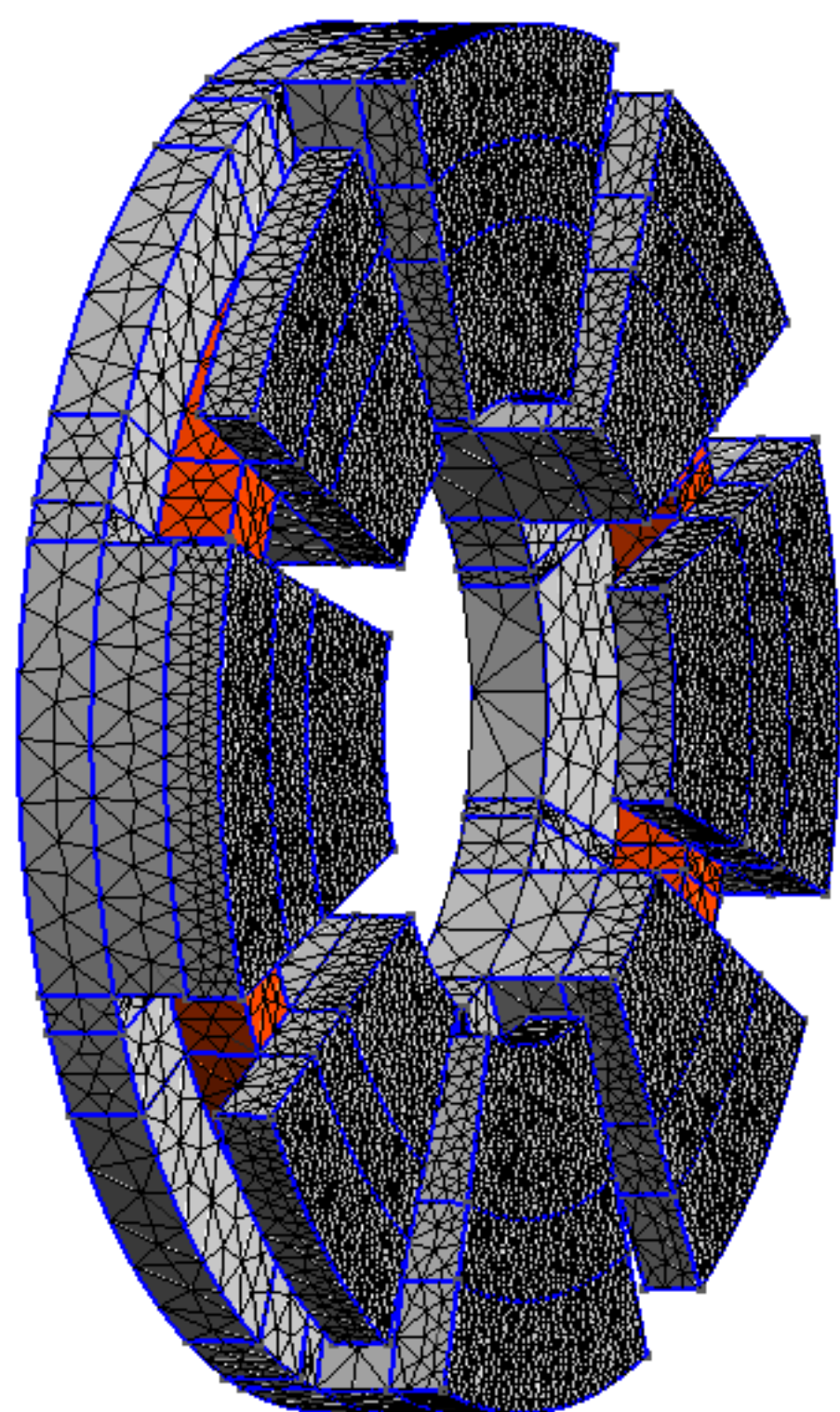


Contexte et objectif

Ma thèse « Modélisation et Optimisation d'un système de propulsion électrique innovant » débutée en Novembre 2017 est un contrat CIFRE avec Valeo et deux laboratoires partenaires, le GREEN et l'UTC. Cette structure innovante est une machine axiale avec inducteur à griffe.

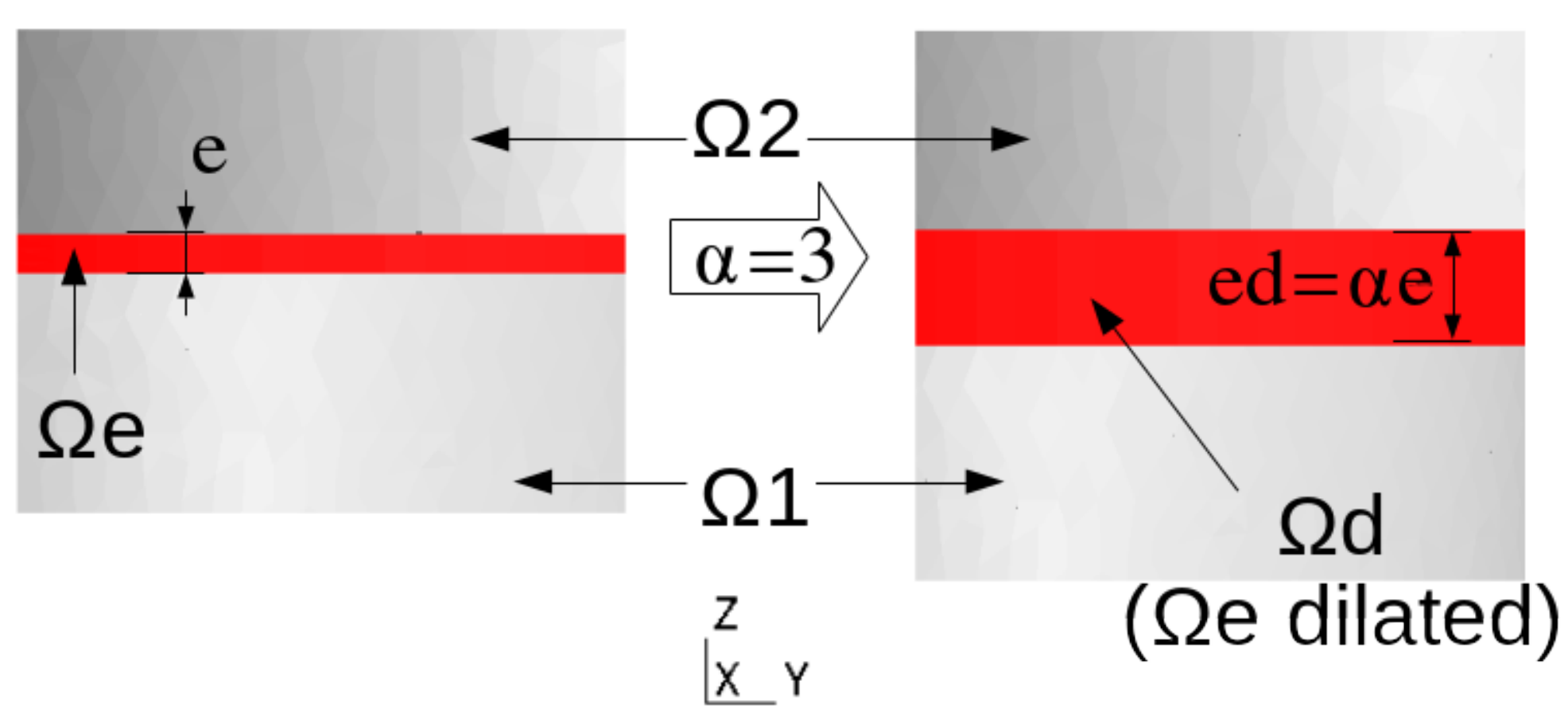


Les travaux de ma thèse concernant les applications Valéo étant confidentiels, ce poster décrit une méthode, mise en place durant cette première année, permettant de réduire le temps de calcul dans certains problèmes éléments finis.

L'idée est de prendre en compte un mouvement de translation entre deux parties de part et d'autres d'un entrefer avec un changement de coordonnées suivant l'axe de translation. Pour cela, une simple adaptation de la formulation et du post processing est nécessaire.

L'objectif de la méthode est de réduire le temps de calcul en évitant un remaillage pour chaque position et en gagnant en itérations sur les problèmes non-linéaires.

Méthode de dilatation



Real geometry $\xrightarrow{\text{Dilation factor}}$ Geometry meshed

- Nous construisons et maillons une unique géométrie avec un entrefer ed
- Nous tenons compte des différentes positions de $\Omega 2$ en appliquant un coefficient de dilatation α dans l'entrefer tel que $\alpha = ed/e$ avec e l'entrefer correspondant à la position réelle

- Seule la formulation faible en potentiel scalaire magnétique dans la zone dilatée est modifiée à l'aide d'une perméabilité magnétique équivalente μ_d :

$$-\int_{\Omega} \bar{\mu}_d \nabla \varphi|_{\Omega_d} \nabla \varphi'|_{\Omega_d}, d\Omega_d = 0 \quad \longrightarrow \quad -\int_{\Omega} \bar{\mu}_d \nabla \varphi|_{\Omega_d} \nabla \varphi'|_{\Omega_d}, d\Omega_d = 0$$

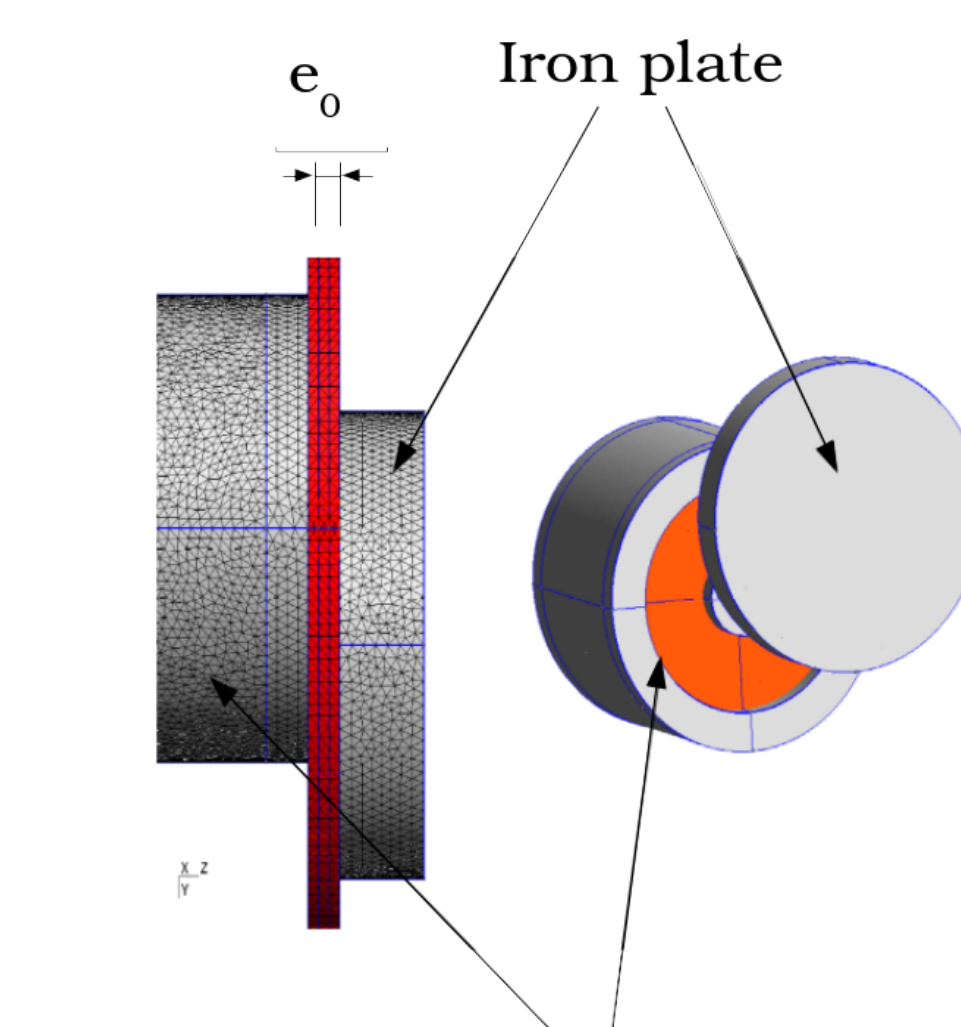
Avec :

$$\nabla \varphi|_{\Omega_e} = \underbrace{\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \alpha \end{pmatrix}}_{\bar{\sigma}} \nabla \varphi|_{\Omega_d} \quad \bar{\mu}_d = \mu | J | \bar{\sigma} \bar{\sigma}^T = \mu \begin{pmatrix} \frac{1}{\alpha} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{\alpha} & 0 \\ 0 & 0 & \alpha \end{pmatrix}$$

Perméabilité équivalente dans le domaine dilaté

Application à un électro-Aimant

Cette méthode est illustrée en calculant la force d'un électro aimant pour différentes positions sans remaillage.

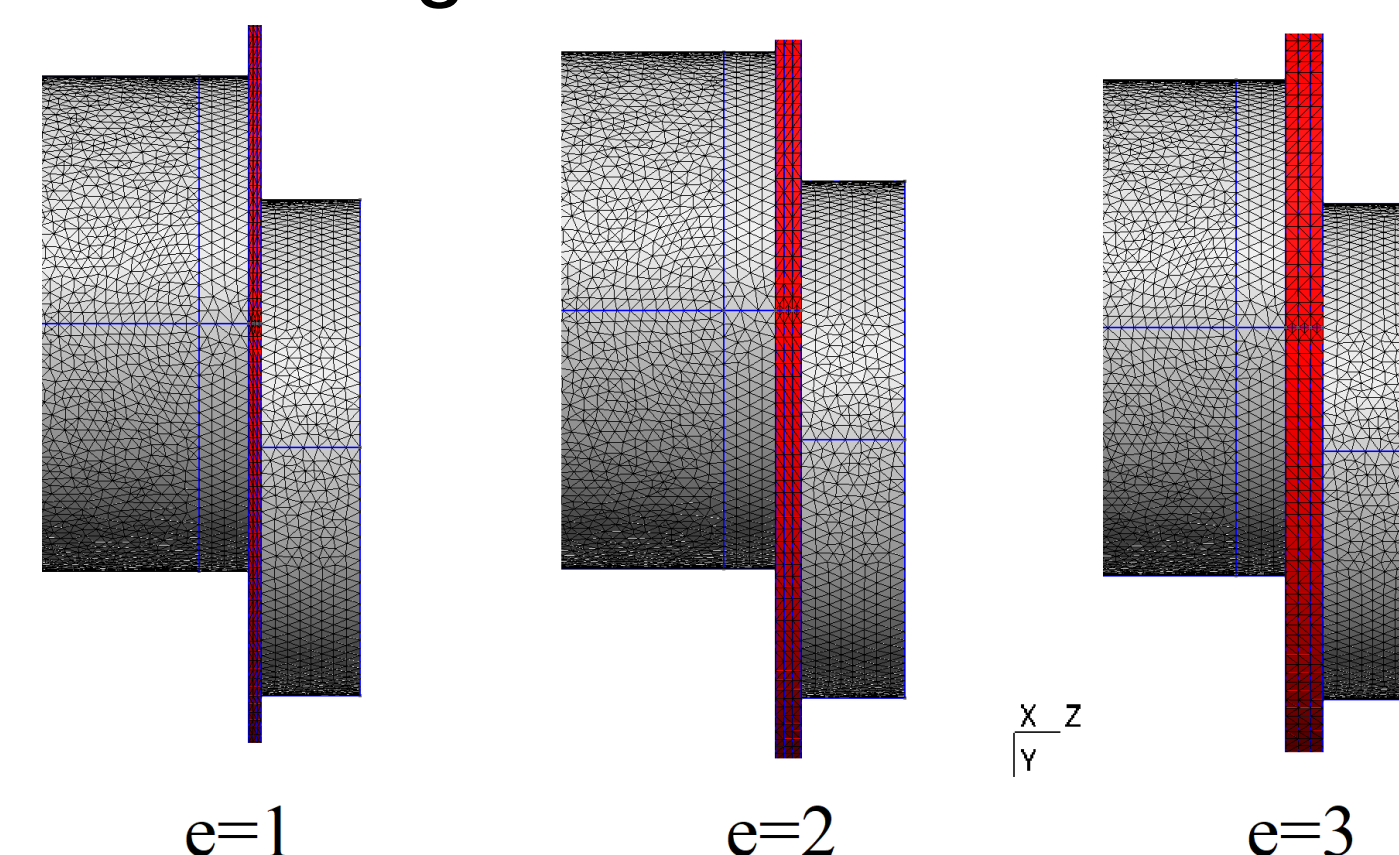


Solenoid coil with a magnetic circuit

Pour calculer la force exercée sur la plaque pour plusieurs positions, un facteur de dilatation est appliqué dans l'entrefer

Pour un même maillage, plusieurs positions sont calculées. De plus, garder le maillage permet d'initialiser le problème non linéaire avec la solution de l'itération précédente et ainsi gagner en itérations.

- Par exemple, pour résoudre trois positions avec une unique géométrie où l'entrefer est de 3mm (voir ci-dessus) :



- $\alpha = 3/1 = 3$ pour $e = 1\text{mm}$
- $\alpha = 3/2 = 1,5$ pour $e = 2\text{mm}$
- $\alpha = 3/3 = 1$ pour $e = 3\text{mm}$

Résultats

| Pour Nb=100 positions | Méthode classique avec remaillage | Méthode de dilatation |
|--|-----------------------------------|-----------------------|
| • Problème linéaire : Temps de maillage (per unit) | 1 | 1/Nb |
| • Temps de résolution (per unit) | 1 | 1 |
| • Problème Non linéaire : Temps de maillage (per unit) | 1 | 1/Nb |
| • Temps de résolution (per unit) | 1 | 1/7 |

Cette méthode peut être appliquée à d'autres problèmes avec entrefer plan.

Par exemple, elle a servi à calculer la force axial d'un moteur à double entrefer en fonction du décentrage de la partie centrale.

Perspectives de la prochaine année de thèse

- Poursuivre la modélisation 3D de machines non-conventionnelles à griffes
- Construction d'outils statistiques pour évaluer la confiance permise dans les résultats numériques
- Travail sur les différentes formulations éléments finis électromagnétique