

Module : Méthode des éléments finis

**TP N° 02 : Analyse de Structure d'un Système Electromagnétique
(Cas d'une Machine à courant continu)**

Position du Problème:

La conception des systèmes électromagnétiques, fait appel de plus en plus à l'outil informatique au moyen des modélisations et simulations, elle permet de prévoir le comportement des ces systèmes ainsi que les éventuels problèmes que peuvent rencontrer les concepteurs. Le travail suivant présente un exemple d'outil d'analyse de la structure du circuit magnétique d'une machine à courant continu. Cette analyse fait appel à un logiciel mettant en œuvre l'utilisation de la méthode des éléments finis, qui est un outil mathématique très puissant pour la résolution de tels problèmes.

But du TP :

L'objectif premier de ce TP est de montrer l'utilisation de tels outils dans la conception des machines électriques.

L'étudiant illustrera (sur ordinateur) les paramètres électromagnétiques (potentiel vecteur magnétique, induction et champ magnétiques, perméabilité, flux...) pour l'analyse d'une machine à courant continu, on utilisera l'outil « Pdetool » sous MATLAB (Partiel Differential Equation Tool)

1. Phase d'Elaboration du Modèle Géométrique

- Air
- Stator et rotor
- Inducteur

2. Phase de Définition du Modèle à Etudier

- Définition des matériaux
- Définition des conditions aux limites
- Maillage

3. Phase de Résolution du Problème

Cette phase nous permet de résoudre le problème électromagnétique posé, au moyen de « pdetool ».

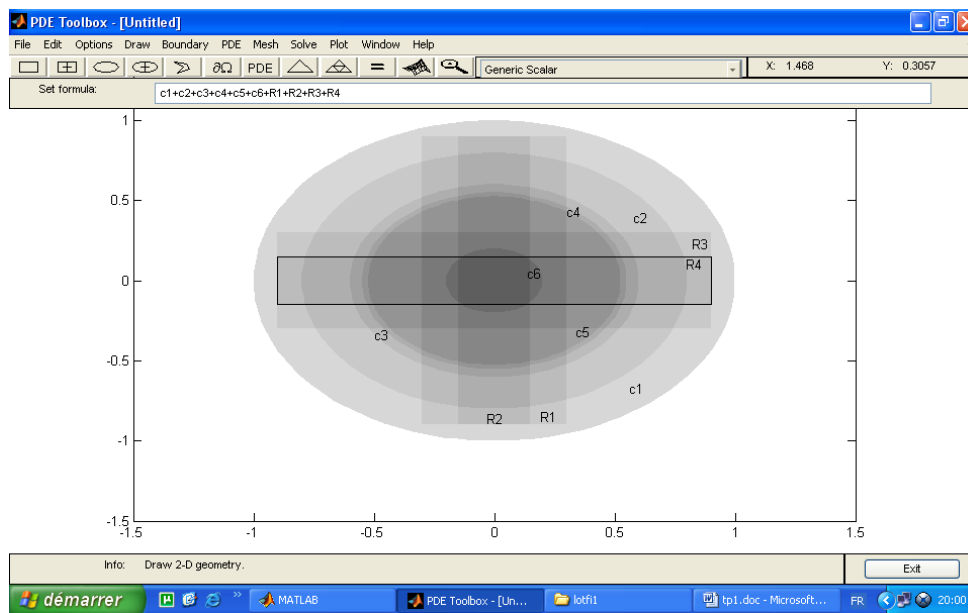
4. Phase d'Analyse du Système Développé

L'interface graphique de « pdetool » permet d'extraire et d'analyser un certain nombre de résultats.

5. Travail Demandé

Travail de préparation et d'exécution

- Ouvrir le « pdetool » sous MATLAB,
- Dessiner la géométrie

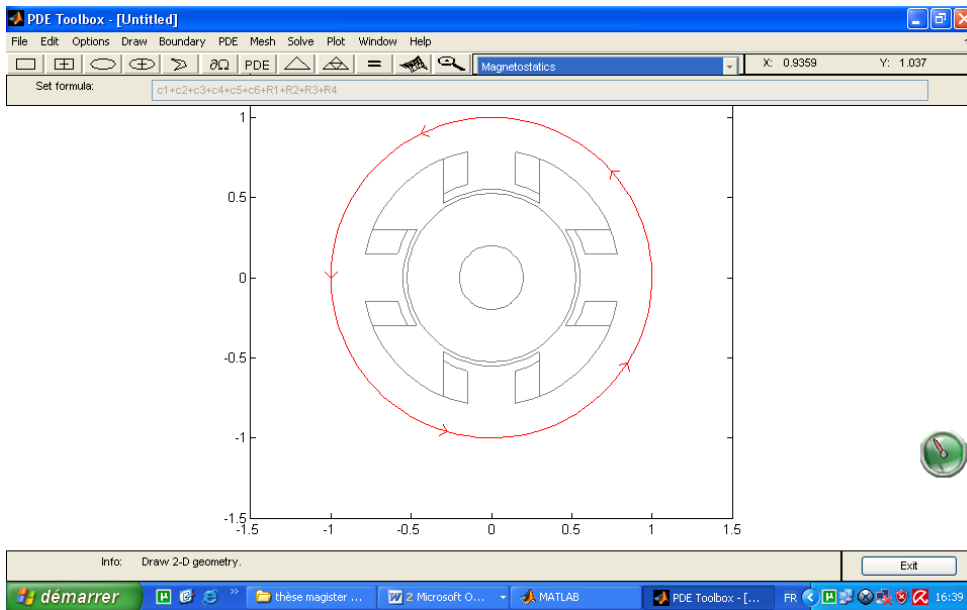


Cercle	C1 :	0	0	1	1	0	c1
Cercle	C2 :	0	0	0.8	0.8	0	c2
Cercle	C3 :	0	0	0.6	0.6	0	c3
Cercle	C4 :	0	0	0.55	0.55	0	c4
Cercle	C5 :	0	0	0.525	0.525	0	c5
Cercle	C6 :	0	0	0.2	0.2	0	c6

Rectangle	R1 :	-0.3	-0.9	0.6	1.8	r1
Rectangle	R2 :	-0.15	-0.9	0.3	1.8	r2
Rectangle	R3 :	-0.9	-0.3	1.8	0.6	r3
Rectangle	R4 :	-0.9	-0.15	1.8	0.3	r4

Afin d'obtenir la géométrie de la machine, enlever les segments de droite et portion d'arc en plus en utilisant « Boundary mode », on obtiendra la géométrie désirée comme illustré sur la figure ci-dessous.

On procédera par l'introduction des conditions aux limites du problème (la condition de Dirichlet à l'extérieur), en utilisant le bouton « specify boundary condition ».



On définira les différentes régions, en utilisant le mode « Pde » et le bouton « Pde specification »

- Stator et Rotor :

H/m $\mu = 1500 \mu_0$ - Perméabilité magnétique constante :

- Densité de courant J nulle.

- Inducteur :

H/m $\mu_0 = 4 \pi 10^{-7}$. - Perméabilité magnétique constante :

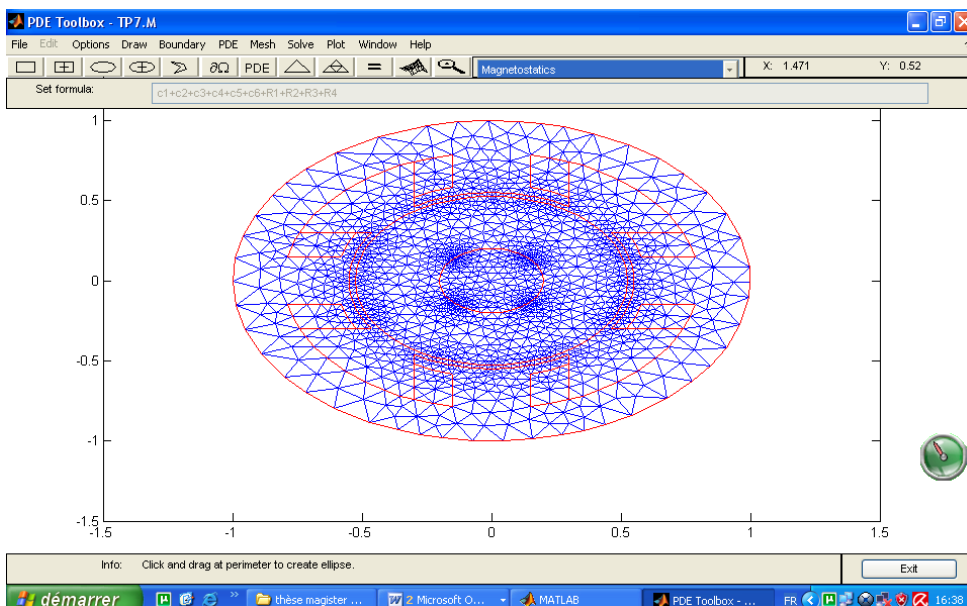
- Densité de courant $J = \pm 10^6 \text{ A/m}^2$.

- Air :

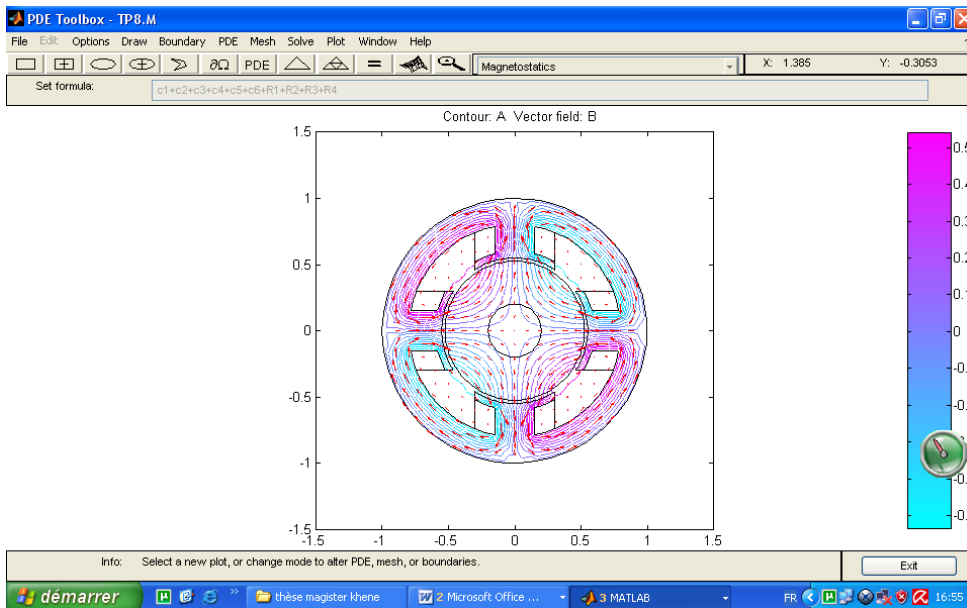
H/m $\mu_0 = 4 \pi 10^{-7}$ - Perméabilité magnétique constante :

- Densité de courant J nulle.

Ensuite on procédera au maillage de la géométrie obtenu, par l'utilisation de « Mesh mode».



On analysera ensuite le problème à l'aide « Plot » mode du menu principal.



Travail d'analyse et de résolution

Après avoir exécuté les différentes étapes du paragraphe précédent, résoudre le problème ainsi défini en utilisant le bouton « Solve » du menu principal. Cette résolution permet d'avoir un certain nombre de résultats (Potentiel vecteur magnétique, Induction magnétique....etc).

Travail à remettre

- Impression de dessin du modèle géométrique complet (avec maillage).
- Impression des résultats du modèle avec les lignes de potentiel vecteur magnétique et les flèches donnant le vecteur de l'induction magnétique.
- Analyser et interpréter les différents résultats obtenus.
- Quelle conclusion peut-on en tirer ?