

Table des matières



1	Modélisation	28
1.1	Les équations du problème	31
1.1.1	Equation du mouvement	31
1.1.2	Equation d'énergie	38
1.1.3	Equation de l'induction	41
1.2	Conditions aux limites	45
1.2.1	Conditions cinématiques	45
1.2.2	Conditions thermiques	46
1.2.3	Conditions magnétiques	46
2	Approximation numérique	51
2.1	Décomposition Poloïdale-Toroïdale	52
2.1.1	Définition et propriétés	52
2.1.2	Champ de vecteur non-solénoïdal	54
2.1.3	Application aux équations	55
2.1.4	Conditions aux limites pour cette décomposition	58
2.2	Discrétisation Verticale	60
2.2.1	Schéma radial	60
2.2.2	Prise en compte des Conditions aux limites	61
2.3	Décomposition spectrale sur la sphère	62
2.3.1	Définition et propriétés	62
2.3.2	Application à nos équations	65
2.3.3	Conditions aux limites magnétiques	67
2.4	Calcul des termes non-linéaires	69
2.4.1	Harmoniques sphériques généralisées	69
2.4.2	Aliasing	73
2.5	Schéma d'intégration temporel	75

3	Magnétohydrodynamique entre deux sphères en rotation différentielle	79
3.1	Système et forme adimensionnée	81
3.2	Mécanique des fluides	82
3.2.1	Couches d'Ekman	82
3.2.2	Etat asymptotique	88
3.2.3	Résultats numériques	93
3.3	Magnétohydrodynamique	99
3.3.1	Couches de Hartmann et d'Ekman-Hartmann	101
3.3.2	Etude numérique	108
4	Convection dans une coquille sphérique en rotation	124
4.1	Etudes expérimentales	125
4.2	Système et forme adimensionnée	129
4.3	Descriptions analytiques de la convection au seuil	134
4.3.1	Etude asymptotique	135
4.3.2	Etude en perturbation	136
4.3.3	Limites de la méthode asymptotique	138
4.3.4	Confrontation avec les études numériques	139
4.4	Etude numérique de la convection au seuil	139
4.4.1	Validation	139
4.4.2	Détermination du seuil	140
4.4.3	Représentation de la solution	144
4.4.4	Réduction de l'espace des paramètres	146
4.4.5	Etude de la limite des grands nombres de Taylor	150
4.5	Convection d'amplitude finie	171
5	Conclusions – Perspectives	187
A	Notations, dimensions, et ordres de grandeurs	196
A.1	Notations	196
A.2	Abréviations	197
A.3	Dimension des principales grandeurs	198
A.4	Nombres sans dimensions	199
A.4.1	Introduction	199
A.4.2	Définition	203
A.5	Ordres de grandeur pour la terre	204
B	Formules utiles, analyse vectorielle	206
B.1	Coordonnées cartésiennes	206
B.2	Coordonnées cylindriques	207
B.3	Coordonnées sphériques	208
B.4	Identités vectorielles	209

C	Schéma aux différences finies compactes pour nos équations	210
D	MHD flow in a slightly differentially rotating spherical shell, with conducting inner core, in a dipolar magnetic field	217