

Importance de la convection en géodynamique interne et externe

Tristan FERROIR

March 15, 2007

Introduction

Il y a différents moyen de transmettre la chaleur dans un corps :

- le rayonnement (exemple le Soleil, la surface terrestre)
- la conduction (chauffage une barre de fer à son extrémité)
- la convection c'est à dire un mouvement macroscopique de matière. Ceci à deux conséquences : une tendance à homogénéiser le milieu au niveau thermique mais aussi au niveau chimique. On peut donc penser que deux paramètres majeurs ont une influence dans la convection : le profil de température et le profil chimique.

I Qu'est-ce que la convection?

A Petite expérience de convection

B Géométrie d'un système convectif

- * Il faut un fluide déformable, un gradient de densité anormal \rightarrow mouvement.
Si le mouvement perdure, c'est qu'il est entretenu par un apport d'énergie.
- * notion de couche limite thermique
- * Gradient de T faible
- * Différents types de chauffage

C Physique de la convection

- * Déclenchement de la convection : notion d'instabilité (chimique ou thermique) avec un seuil
- * Les différents nombres de Rayleigh (chauffage interne, refroidissement sur les bords). Aspects de la convection en fonction de du nombre de Rayleigh.
- * Liens avec l'expérience : (calculs pour de l'eau)

II La convection des enveloppes externes et leur conséquences

A La convection atmosphérique

- * Chauffage différentiel du soleil
- * Importance de la force de Coriolis
- * Organisation en différentes cellules
- * Création de zones dépressionnaires et anticycloniques

B La circulation thermohaline et l'hydrothermalisme océanique

- * Circulation thermohaline : coupe de l'Atlantique N
- * 0-100m/2-70°C : charge de l'eau en K^+ , Ca^{2+} , Si^{4+} , K^+ se redépose rapidement en K_2O sous forme de halo
- * 200m-500m/70-170°C : Conditions + red. Mg^{2+} précipite sous forme de saponite, Ca^{2+} sous forme d'anhydrite. Charge légère en Fe, Mn, Zn, Cu
- * 500m-2000m/170-400°C : Acquisition de la signature des fluides v charge augmente car T augmente. Apparition de la chl et ep -i hydrothermalisme océanique
- * Remontée : décharge lors de la rencontre avec des fluides froids et précipitation PbS (galène), FeS_2 (pyrite), $(Cu,Fe)S_2$ chalcopyrite, ZnS (blende). Chypre

C Influence sur le climat

- * Précipitation
- * direction des vents dominants
- * régulation climatique générale
- * Crise du "Younger Dryas" par exemple
- * Mécanisme de formation des "upwellings"

III La convection des enveloppes internes, preuve d'une planète active

A La convection mantellique

- * De la chaleur sort de la Terre et il y a un mouvement en surface...
- * Obtention des différents paramètres physique du manteau
- * Rayleigh du manteau
- * Descente active, remontée passive + Tomo
- * Une ou deux couches?
- * Point chaud

- * Les deux types de convection peuvent être modéliser analogiquement en classe

B La convection nucléaire

- * Exercice sur les contributions thermiques et chimiques
- * Modèle existant
- * Création du champ magnétique

Conclusion

Importance de la différence de température mais aussi de la force de Coriolis qui peut influencer grandement la dynamique de la convection. Importance sur les climats, la dissipation de la chaleur interne et intérêt économique.... Quid des autres planètes? Du Soleil : pour le soleil c'est inversé . La zone radiative se trouve à l'intérieur et convective vers le bord. Toute proportion gardée, on constate une convection de type point chaud au niveau du soleil

Biblio

Comprendre et Enseigner la Planète Terre - Schéma de synthèse et explications basiques
La Physique et la Terre - Convection dans le manteau
Physique de la Terre Solide - Convection
L'intérieur de la Terre et des planètes - Expériences analogiques