

Simulations numériques d'effets dynamo dans un modèle global stratifié de milieu intra-amas

Jean-Maël Kempf, François Rincon, IRAP, CNRS, UT, Toulouse

L'observation des amas de galaxie en rayons X montre que ces grandes structures de l'Univers, situées au nœuds de la toile cosmique, recèlent d'un gaz très chaud, diffus, et ionisé, communément appelé le milieu intra-amas (ICM, de l'anglais *intracluster medium*). Ces mêmes observations témoignent de la présence d'un certain degré de turbulence subsonique dans ce gaz, alors que des radio-observations complémentaires y dévoilent un champ magnétique d'une amplitude typique de l'ordre du microGauss. Cependant, les questions relatives à l'origine du magnétisme des amas et à sa structure restent à ce jour modérément contraintes par les observations, et donc globalement ouvertes. Une possibilité longtemps évoquée dans ce contexte est la conversion d'énergie cinétique en énergie magnétique par l'action d'une dynamo de fluctuation à petite échelle, notamment facilitée par le régime à très grand nombre de Prandtl magnétique (P_m , défini comme le rapport des diffusivités visqueuse et magnétique) propre aux amas.

Dans ce travail, nous utilisons IDEFIX pour la réalisation de premières simulations numériques de cet effet de dynamo auto-excitée susceptibles d'amplifier la champ magnétique jusqu'à l'équipartition avec l'énergie cinétique du champ de vitesse responsable de son induction. Ces simulations de dynamo dans un modèle d'amas à géométrie sphérique et à très haute résolution (1024^3) sont inédites de par leur caractère global et stratifié, leur régime à très grand P_m , et du fait de la multiplicité des effets physiques pris en compte. Différents types de forçages pertinents, se distinguant principalement par l'action stabilisante ou non des effets de flottaison (potentiellement magnétisée), sont envisagés. L'anisotropie des processus de transport, typique du régime de forte magnétisation des amas, est également prise en compte dans le régime de MHD Braginskii.

Dans la limite des très grands P_m , nos simulations établissent qu'une dynamo est toujours possible dans les amas, malgré la forte stratification radiale. Cependant, l'orientation du champ magnétique dépend très fortement du caractère stable ou instable des effets de flottaison, malgré une structure en plis commune et réminiscente d'une action de dynamo à petite échelle. Cette différence de comportement est partiellement relaxée lorsque le transport visqueux est lui-même anisotrope.

Par la suite, nous espérons utiliser ces premiers résultats afin de mieux comprendre, et possiblement contraindre, la dynamique du champ magnétique dans les amas par comparaison aux observations de ces structures en rayons X et en radio.