Physique du MIS et cartographie(s) 3D matière et champ magnétique

Encadrant: Lallement Rosine, Co-encadrant: Guillet Vincent

rosine.lallement@obspm.fr; vincent.guillet@ias.u-psud.fr

Le but: Effectuer une première étude croisée entre (1) la distribution radiale (= fonction de la distance au soleil) de la matière interstellaire (MIS), et (2) l'évolution radiale du champ magnétique du MIS. La distribution de matière (1) est tracée par les raies d'absorption imprimées sur les spectres stellaires par les espèces présentes dans les nuages, le champ (2) est déduit de la polarisation induite par les grains de poussières (fraction de lumière polarisée et angle de polarisation).

Les méthodes: Il s'agit -dans une région du ciel bien définie, d'analyser des spectres stellaires du relevé infra-rouge SDSS/APOGEE pour en extraire la bande diffuse la plus intense, une absorption qui trace la colonne de MIS absorbant jusqu'à l'étoile considérée. Les outils sont développés pour le visible, il doivent être convertis au domaine IR –dans la même région, d'extraire du relevé GPIPS les fractions de polarisation et angles de polarisation pour toutes les étoiles sur lesquelles ces quantités sont mesurées. –de comparer ensuite les gradients et étudier la cospatialité absorption/polarisation (éventuellement avec des méthodes de tomographie déjà disponibles si le temps le permet)

Le rôle fondamental de l'intensité et de la géométrie du champ magnétique du MIS dans sa structuration (voir par ex. les articles récents issus de Planck, réfs 1,2,3), et par suite dans la formation stellaire, est de plus en plus évident. La combinaison des distributions tridimensionnelles (3D) matière et champ magnétique apparaît donc comme essentielle à bien des points de vue, y compris pour la compréhension et la modélisation des émissions des grains et leur polarisation (et donc pour les avant-plans du CMB).

Si la distribution 3D du MIS dans la Galaxie est encore extrêmement imprécise, la situation évolue rapidement. En effet les distances précises aux étoiles de la Galaxie que fournira la mission Gaia (en cours) ainsi que l'ensemble des grands relevés stellaires en cours ou prévus permettront une cartographie 3D nettement plus réaliste et détaillée. Par ailleurs des relevés polarimétriques pionniers apparaissent. Les conditions requises pour une étude combinée matière-champ existent pour la première fois.

Nous avons développé au GEPI des outils nouveaux pour l'exploitation des grands relevés spectroscopiques stellaires en terme d'absorption du MIS (per ex. refs 4,5), raies du gaz et bandes interstellaires diffuses (DIBs). Ces outils à but cartographique (3) sont appliqués en ce moment au Gaia-ESO Spectroscopic Survey (GES) (4) et au relevé EDIBLES d'étude des DIBs, deux grands programmes en cours au VLT. Nous proposons au cours du stage d'adapter ces outils du visible à l'Infra-Rouge (IR) pour extraire des spectres stellaires du relevé SDSS/APOGEE les profondeurs et les vitesses radiales des DIBs imprimées par le MIS sur le trajet vers les étoiles cible. La technique multi-composante que nous avons développée pour GES permet une exploitation cinématique complète, à la différence de la mesure globale mono-nuage (6). Les extractions seront appliquées à une région du ciel couverte également par le relevé GPIPS (7,8) qui a mesuré dans l'infra-rouge la polarisation linéaire (intensité et direction) de la lumière de millions d'étoiles à toutes distances, donnant ainsi des informations massives et inversables sur la direction et l'intensité du champ magnétique du MIS dans le plan du ciel. Les distances (et extinctions) seront estimées à partir de la photométrie (GPIPS) ou de la photométrie +spectroscopie (APOGEE). Une première confrontation entre la distribution radiale de la matière tracée par les DIBs d'APOGEE et celle du champ magnétique tracée par la polarisation sera ensuite faite pour les étoiles les plus brillantes de GPIPS, phase exploratoire des analyses combinées matière-champ qui sont devenues nécessaires aujourd'hui. Cette analyse croisée sera encadrée à l'IAS ou se trouvent les spécialistes du champ.

Indépendamment du champ, une localisation des structures du MIS dans les bras spiraux sera obtenue. L'ensemble des travaux sera réactualisé lorsque les distances Gaia seront disponibles.

(1,2,3): Planck Collaboration XIX, XX, XXXII, 2014, (4) Chen et al, A&A, 550, 62 (2013), (5) Puspitarini et al, 2014arXiv1410.0842P; (6) Zasowski et al, 2014arXiv:1406.1195;(7) Clemens et al. ApJ 200,21 (2012), (8) http://gpips0.bu.edu/about/project.html

Fig 1. Absorptions correspondant à la bande diffuse IR a 1.57μm pour 9 étoiles (ref 6). Les DIBs seront réextraites de manière plus complète pour la région du ciel commune avec le relevé GPIPS.

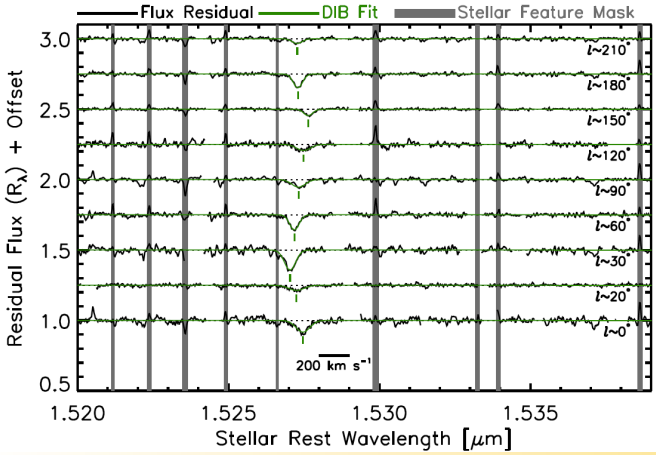
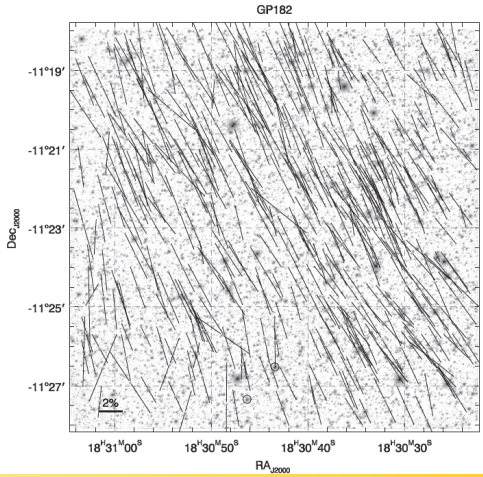


Fig 2. Un champ du relevé GPIPS (ref 7) montrant la fraction de lumière polarisée linéairement pour un grand nombre d'étoiles (taille de la barre), et la direction de polarisation (orientation de la barre).



(visitez aussi http://gepi.obspm.fr/pole-scientifique/physique-stellaire-et-galactique/themes-de-recherche-40/)