
Un seuil magnétique pour l'émergence des taches : faire un lien entre les courbes de lumière et les simulations MHD globales

Lucie Degott^{*1,2}, Barbara Perri³, Charly Pinçon¹, Eric Buchelin¹, Frédéric Baudin¹, and Réza Samadi⁴

¹Institut d'astrophysique spatiale – Institut National des Sciences de l'Univers, Université Paris-Saclay, Centre National de la Recherche Scientifique, Centre National d'Études Spatiales [Paris] – France

²Laboratoire d'études spatiales et d'instrumentation en astrophysique – Institut National des Sciences de l'Univers, Observatoire de Paris, Sorbonne Université, Centre National de la Recherche Scientifique, Université Paris Cité – France

³Astrophysique Interprétation Modélisation – Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, Institut National des Sciences de l'Univers, Université Paris-Saclay, Centre National de la Recherche Scientifique, Université Paris Cité, Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives : UMR_{E9005}, *Centre National de la Recherche Scientifique : UMR₇₁₅₈, Université Paris Cité : UMR₇₁₅₈ – France*

⁴Laboratoire d'Instrumentation et de Recherche en Astrophysique – Institut National des Sciences de l'Univers, Observatoire de Paris, Centre National de la Recherche Scientifique, Université Paris Cité – France

Résumé

Comprendre l'origine et le fonctionnement des mécanismes de la dynamo solaire fait partie des enjeux majeurs de la physique solaire. Ces mécanismes sont à l'origine du cycle magnétique du Soleil et de l'activité magnétique observée à sa surface, depuis les taches solaires jusqu'aux éruptions et éjections de masse coronale dans l'atmosphère solaire. Ces phénomènes peuvent se propager à travers l'héliosphère et influencer l'environnement spatial terrestre.

Si les simulations MHD globales permettent aujourd'hui d'explorer la génération et l'organisation du champ magnétique dans l'intérieur solaire, les observations directes du magnétisme restent surtout limitées aux manifestations de surface, en particulier les régions actives et les taches solaires. Établir un lien entre ces signatures observables et les propriétés du champ magnétique interne est donc essentiel pour mieux comprendre le fonctionnement de la dynamo.

Du côté observationnel, une approche consiste à étudier des étoiles de type solaire afin de mieux comprendre le passé comme le futur de la dynamo du Soleil par analogie. La photométrie constitue un outil privilégié pour cela : les courbes de lumière révèlent les signatures laissées par les taches à la surface des étoiles et sont aujourd'hui disponibles en très grand nombre grâce aux missions spatiales de haute précision comme CoRoT, Kepler, TESS et bientôt PLATO).

Dans ce contexte, j'ai développé un outil d'analyse visant à relier signatures photométriques et simulations MHD globales. Une difficulté majeure est que ces simulations ne reproduisent

*Intervenant

pas directement les taches ni la photosphère, car elles ne résolvent pas les petites échelles et ne possèdent pas de traitement du transfert radiatif, ce qui empêche la production directe de courbes de lumière synthétiques.

Pour surmonter cette limitation, j'ai adopté une approche Sun-as-a-star reposant sur la base de données solaire multi-instruments de la HFC, comprenant des informations sur plusieurs centaines de milliers de taches et de régions actives. L'analyse statistique de ces données, ainsi que l'utilisation d'images HMI et AIA, a permis la mise en évidence un seuil de champ magnétique associé à l'émergence de taches dans les régions actives.

Ce seuil peut ensuite être appliqué aux cartes de champ magnétique issues de simulations MHD globales dont la résolution est comparable à celle des régions actives solaires.

À partir de cette approche, j'ai développé un pipeline permettant d'identifier des régions potentielles d'émergence de taches et de produire des courbes de lumière synthétiques à partir de simulations globales (ASH, MaGIC). Je discuterai de ce seuil magnétique, de son application aux simulations globales et des premières courbes de lumière synthétiques obtenues.