

# Chapitre 1

## Introduction

### 1.1 Le Soleil

Qu'il est resplendissant l'astre du jour! Cette boule toute jaune, chaude, éblouissante, devant laquelle tout homme s'incline, comme le disciple devant son "Dieu" éternel et insondable. La passion de l'homme pour cette merveille de la nature aurait pu s'arrêter là, considérant que l'on n'étudie pas le divin, que l'on se contente de l'entendre à défaut de le comprendre. Or, l'homme de science aime comprendre et, à la passivité de l'acte de foi, il oppose l'action et la curiosité de l'investigateur, de celui pour qui tout phénomène aussi mystérieux soit il, doit avoir une explication fondée. C'est donc cette démarche menée bien plus modestement au quotidien comme jeune chercheur désireux de comprendre cette étoile nourricière qu'est le Soleil, que je vais vous présenter.

Le Soleil donc n'est pas inaccessible et encore moins **insondable**, bien au contraire. Depuis maintenant plus de vingt ans, le développement de la sismologie stellaire et plus particulièrement de l'héliosismologie, nous a permis de le sonder, de l'ausculter, de l'écouter au plus profond de sa structure, par l'étude des oscillations acoustiques qui parcourent sa surface (figure 1.1, panneau droit). Cette étude couplée à notre connaissance précise de ses caractéristiques globales (masse, luminosité, rayon), de son âge, de sa composition chimique ainsi que de sa température de surface, nous permet de mieux en mieux de comprendre son fonctionnement. La description actuelle repose sur des considérations simples de son état d'équilibre (voir chapitre 2) et sur une idée générale des astrophysiciens au sujet des étoiles et, plus particulièrement sur une sphère de gaz chaud autogravitante. La figure 1.1 reflète notre compréhension actuelle de la structure solaire. On peut y remarquer plusieurs zones :

- le cœur nucléaire s'étendant sur 25% en rayon, zone de production de l'énergie nécessaire pour maintenir l'étoile en équilibre, dans laquelle l'énergie est transportée par rayonnement,
- la zone radiative allant jusqu'à 70% en rayon en incluant le cœur, contenant 98% de la masse et transportant l'énergie produite au centre sous forme de lumière,
- la zone convective prenant le relais pour le transport de l'énergie dans les 30% en rayon

les plus extérieurs, sous la forme de cellules de taille variable transportant la chaleur.

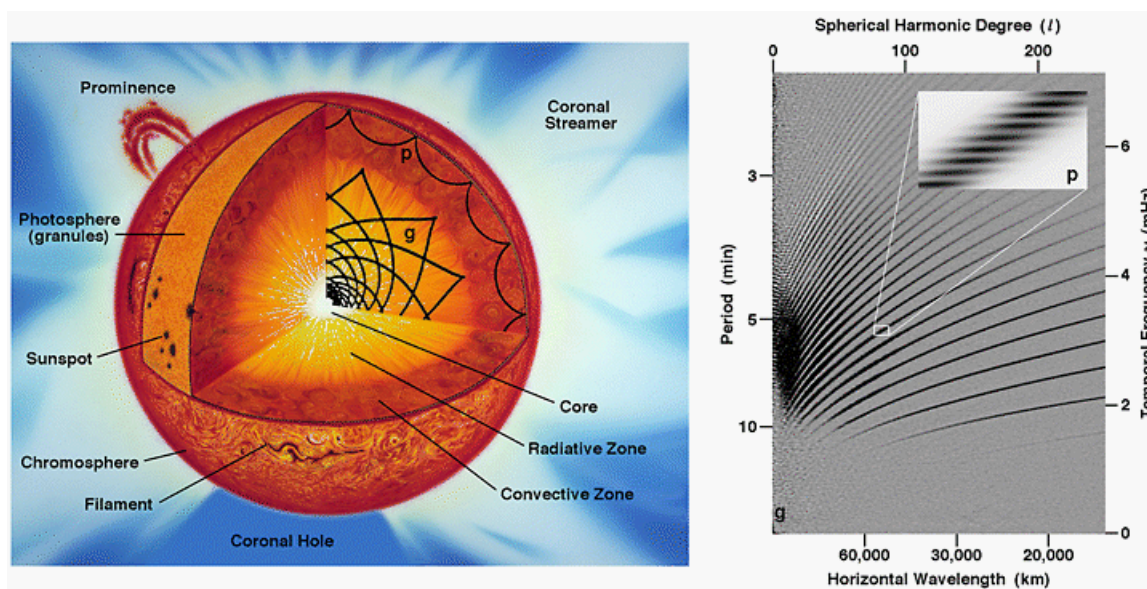


FIG. 1.1 – Structure du Soleil accompagnée du spectre discret (non-continu) en fréquence des ondes sonores du Soleil, appelées aussi oscillations de 5 minutes

Il est clair aussi que sa surface est très variable et inhomogène, signe d'une activité turbulente et magnétique intense (taches solaires, protubérances,...) moins statique que la structure interne.

Mais jusqu'à quelle précision notre description du Soleil, ce que l'on appelle modèle solaire "standard", est vérifiée et peut nous permettre de mieux comprendre l'évolution des étoiles? En effet, par sa proximité (environ 8 minutes lumière, alors que l'étoile la plus proche, Proxima du Centaure est à 4.6 années lumière, soit environ 300000 fois plus distante), le Soleil est une étoile privilégiée pour notre compréhension de leur structure. Il est même devenu grâce à l'héliosismologie, un précieux laboratoire pour la physique contemporaine. Une fois un processus physique validé par le puissant diagnostic héliosismique, il peut être introduit dans des modèles d'étoiles ayant des caractéristiques globales ou des âges différents. Dans le cas où les observations d'amas d'étoiles d'âge ou de composition chimique différents confirment à leur tour le processus, celui-ci est définitivement validé. Dans le cas contraire, soit on abandonne le processus, soit on tente de l'améliorer par l'ajout de processus complémentaires préalablement supposés négligeables. Il est donc très important de pouvoir discriminer entre les différents processus physiques jouant un rôle dominant dans le Soleil, afin d'obtenir la vision la plus générale possible des processus macroscopiques et microscopiques intervenant dans les étoiles.

Un autre point important dans l'étude du Soleil, est de pouvoir prédire l'abondance initiale d'hélium  ${}^4\text{He}$  dans la nébuleuse dont il est issu. Cela a une conséquence directe sur l'enrichissement galactique en éléments chimiques et donc sur le taux de formation stellaire depuis la nucléosynthèse primordiale.