

## TP « SPECTROSCOPIE STELLAIRE » CESIRE

Le but de cette courte expérimentation est l'obtention de divers spectres et notamment le spectre du soleil (ce dernier étant soumis aux aléas météos), dans des conditions comparables à celles d'une expérimentation de spectroscopie stellaire classique

on utilise pour cela une caméra CCD:



couplée à un spectrographe:



*Spectrographe Lhires III*

le tout pouvant être monté au foyer du télescope de 40 cm de l'Observatoire (pour obtention de spectres stellaires ou solaires) ou utilisé seul (en cas de mauvais temps notamment) sur la lumière ambiante naturelle (ersatz de lumière solaire) ou artificielle (spectres de lampes au néon par exemple).

Une roue à filtres contenant les 3 filtres standards de la photographie trichrome peut être rajoutée sur le trajet de la lumière entrant dans le spectrographe. Elle permet de caractériser la courbe de transmission de ces filtres.

Le TP s'intéressera d'abord à la compréhension des différents instruments (télescope, spectrographe et caméra CCD) mis en jeu pour l'obtention d'un spectre longue fente.

L'acquisition de spectres du soleil par imagerie directe de la surface solaire sur la fente d'entrée du spectrographe mettra en jeu des notions de base d'observation astronomique avec un télescope. L'obtention d'images sur la caméra s'effectuera à l'aide du programme d'acquisition d'images *ccdops*. Les spectres seront ensuite dépouillés et calibrés en longueur d'onde par le logiciel *vspec*, en utilisant des lampes de calibration.

**Attention** : le filtre atténuateur doit **impérativement** être placé sur le télescope pour toute observation directe de la surface solaire.

Le spectrographe possède plusieurs éléments dispersifs donnant des résolutions spectrales différentes: il s'agira de mesurer ces résolutions spectrales. Le spectrographe possède une lampe (Ne) permettant la calibration en longueur d'onde, avec les difficultés suivantes:

- les lampes de calibration (He, Ne, Ar, Cd, Hg) ne couvrent pas tout le spectre
- les raies d'émission de ces lampes ne sont pas nécessairement faciles à reconnaître au premier abord (différences d'aspect d'avec les spectres de référence identifiés)

Suivant les conditions météo, on pourra:

- mesurer la courbe de transmission de certains filtres utilisés en astronomie;
- mesurer le spectre d'une lampe néon usuelle et en identifier les raies ;
- étudier les **raies d'absorption de l'atmosphère terrestre**;
- caractériser la **longueur d'onde** et l'**espacement** du **doublet du sodium** dans le spectre solaire.
- Mesurer la vitesse de rotation du soleil en utilisant du déplacement de raies d'absorption entre 2 positions sur le soleil.

En cas de très bonnes conditions d'observation et en présence de taches solaires actives, on essaiera d'utiliser le mode haute résolution spectrale du spectrographe pour mesurer l'effet zeeman sur les raies du fer à 630 nm.

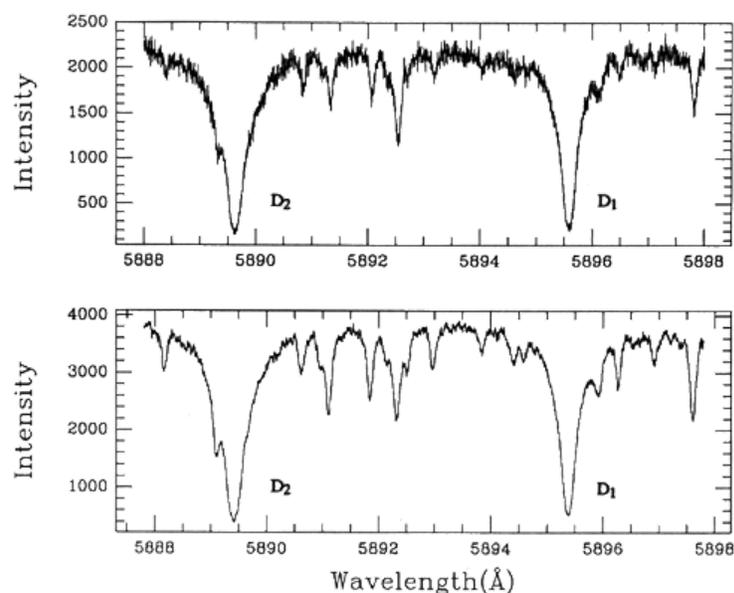


Fig. 1: Deux spectres du doublet du sodium à 589,0 nm et 589,6 nm. Les autres raies sont dues à la vapeur d'eau dont la quantité a varié entre les deux observations.

L'effet zeeman déplace la raie en 2 composants espacés de  $2 \cdot \Delta\lambda$  suivant la formule:

$$\Delta\lambda = eB g \lambda^2 / \pi m_e c^2 \quad (g=2.5 \text{ pour Fe})$$

La calibration des spectres haute résolution pour calculer B se fait à partir des raies d'absorption de  $O_2$  à proximité des raies Fe (cf fig 2)

Fig. 2: Raies du Fe et de  $O_2$  atmosphérique, dans et hors (en bas) d'une tache solaire.

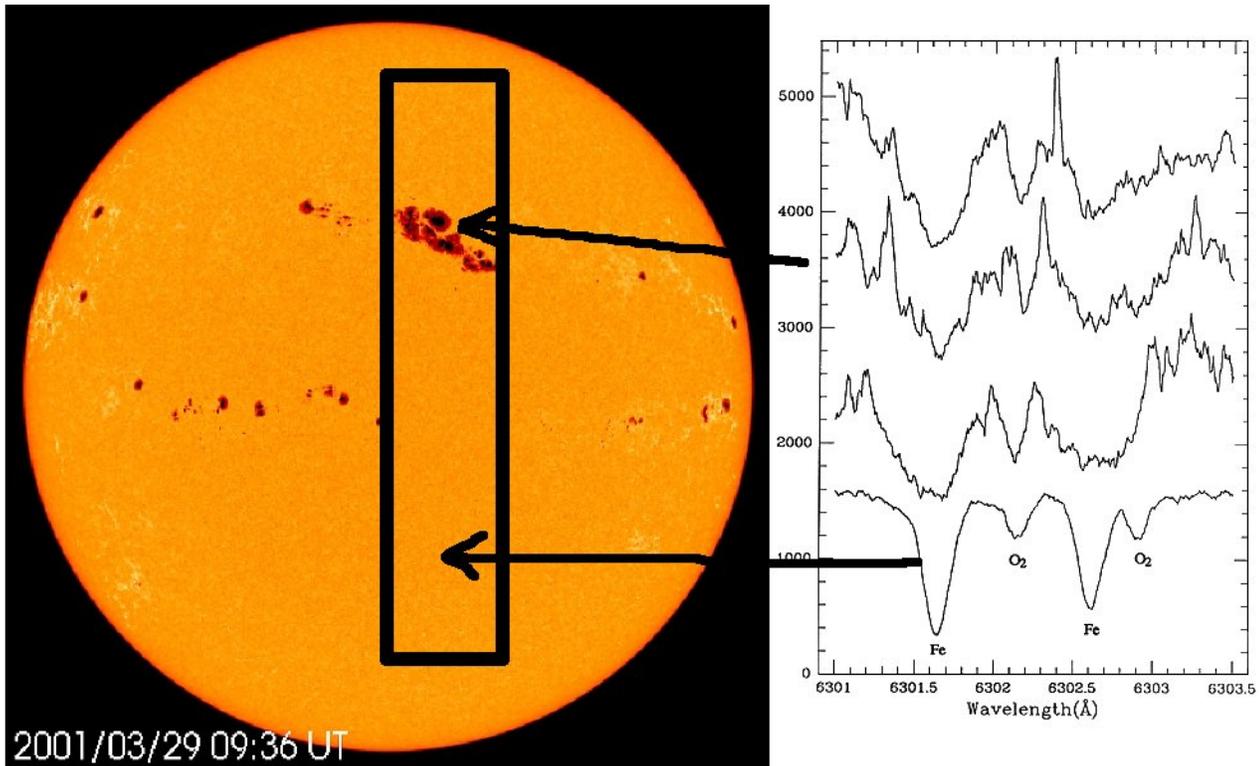
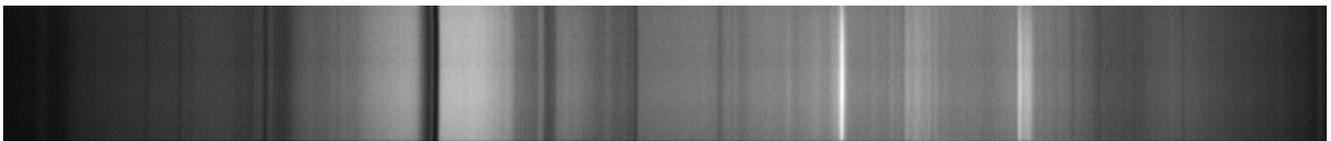
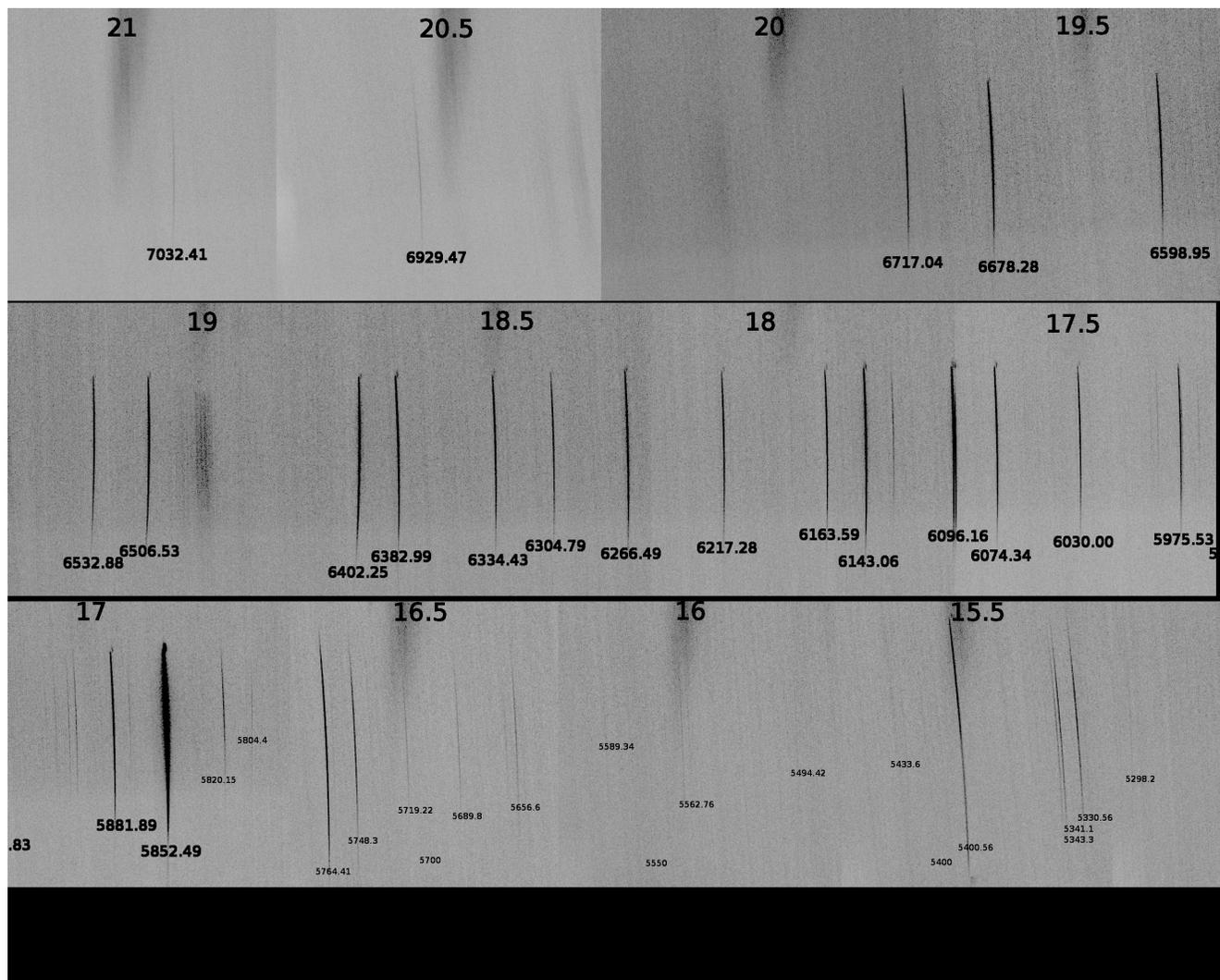


Fig. 3: Spectre solaire basse résolution.

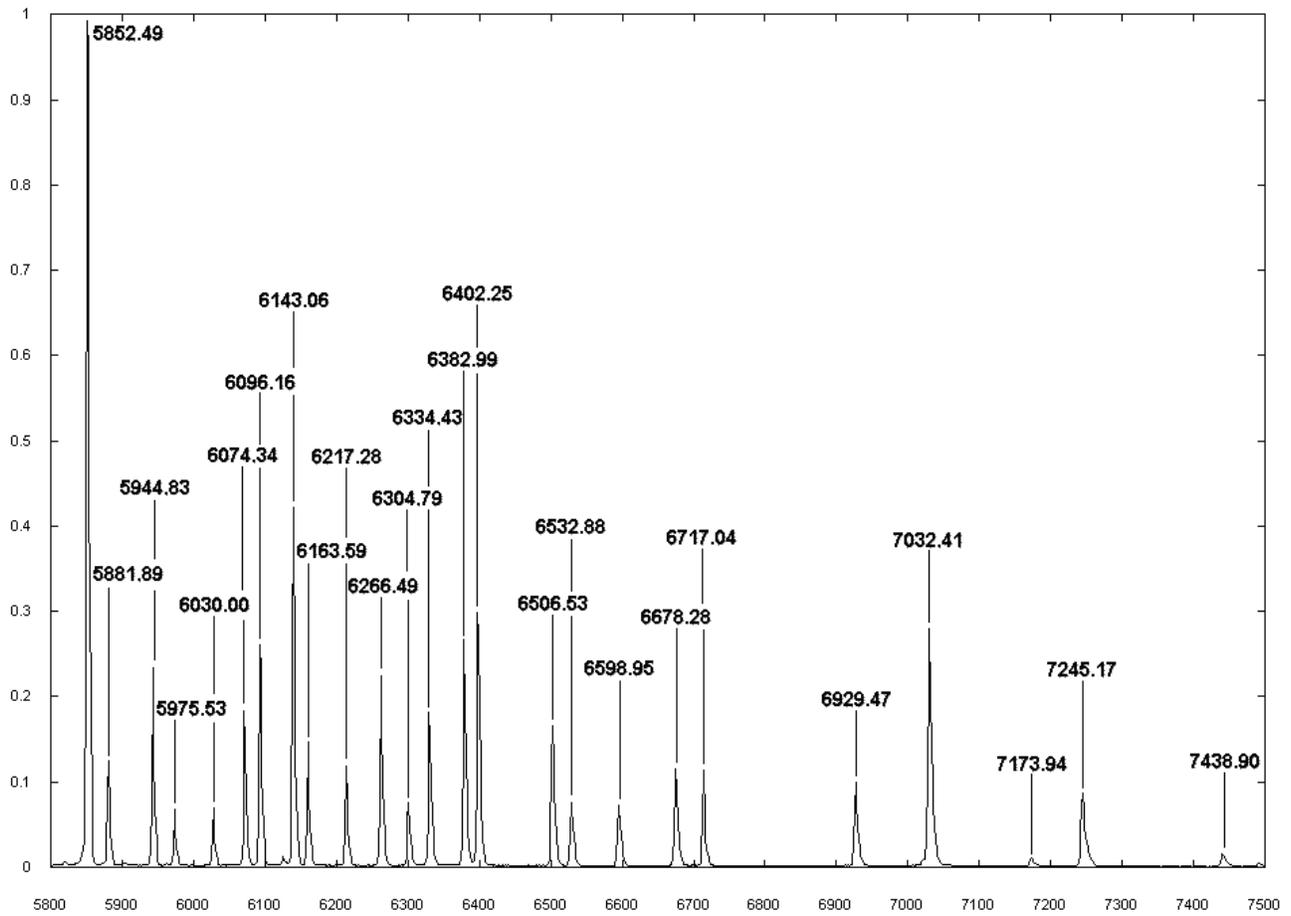


Annexes: spectres des principales lampes de calibration utilisées et spectres atmosphériques de l'oxygène.

### A.1: Spectres de la lampe néon à haute résolution spectrale

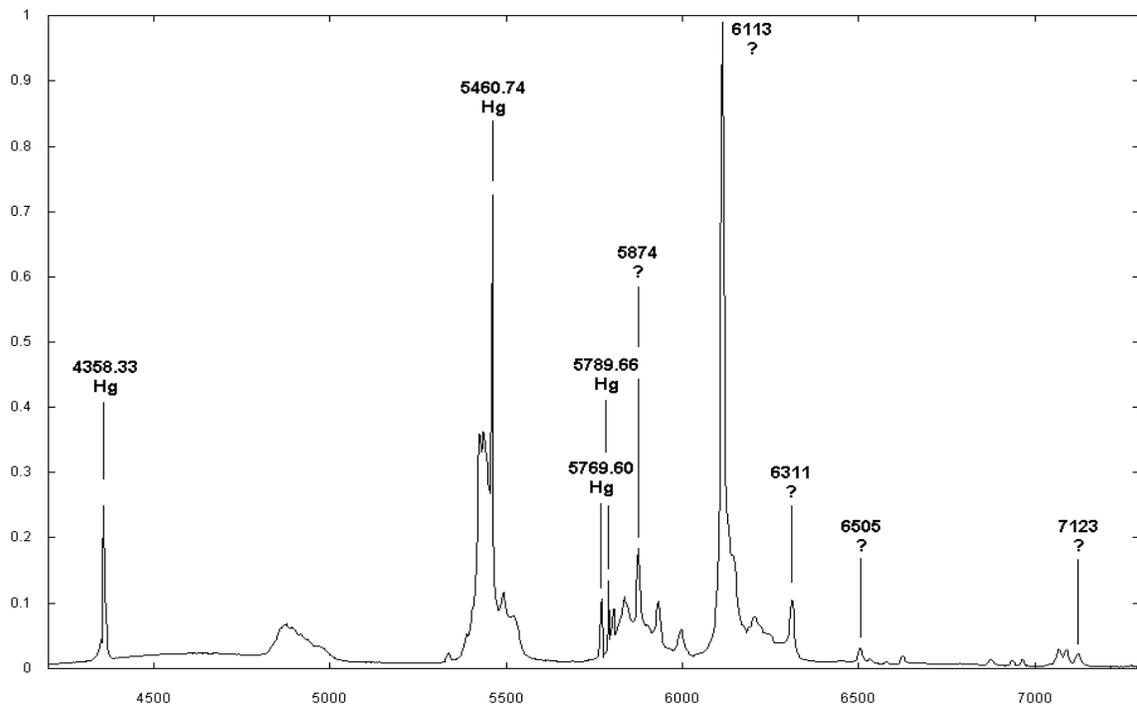


### A.2: Spectre de la lampe néon à basse résolution spectrale



### A.3: Spectre d'une lampe néon usuelle

OSRAM Dulux Mobil (fluo lamp) - 2.883 Å/pixel



## A.4: Spectres de l'oxygène atmosphérique

