

# BANQUE DE SPECTRES

Les données accessibles dans la *banque de spectres* permettent d'élaborer à partir d'images spectrales obtenues lors de stages antérieurs, toute la démarche scientifique qui, de données brutes (spectres) débouchent sur l'identification des éléments présents dans l'atmosphère solaire.

La banque contient donc des *images spectrales* et des données annexes tels les tableaux de *raies d'étalonnage d'éléments, raies solaires, etc.*

## Les spectres

Les spectres obtenus avec le spectroscopie sont donnés sous deux formes :

– **forme brute** : tels qu'ils sont enregistrés directement dans l'ordinateur et stockés. Ils demandent pour être exploités de refaire la démarche complète de traitement : fond, fenêtrage, et éventuellement noir et sensibilité.

– **forme réduite ou prétraitée** : la soustraction du fond et la réduction à la partie utile ont déjà été effectuées. Ces fichiers tiennent effectivement beaucoup moins de place sur disque et en mémoire.

Chaque spectre du Soleil est accompagné d'un ou plusieurs spectres d'étalonnage pris rigoureusement dans les mêmes conditions spectrales car en dehors du changement de source, aucun élément n'a été changé ou touché.

Certains étalonnages ont été doublés avec des temps de pose différents afin d'avoir pour le spectre de comparaison plus de repères, car les raies fortes sont vite saturées et les raies faibles n'apparaissent pas aux courts temps de pose. L'ensemble de ces raies mesurées donnent un meilleur étalonnage.

## Longueurs d'ondes d'étalonnage

Les tableaux de longueurs d'onde fichier donnent un ensemble de longueurs d'onde de laboratoire pour les lampes qui ont été utilisées avec les spectres.

## Banque de données et internet

L'ensemble des données actuellement disponible se trouve sur le site Web de l'Observatoire de Lyon à l'adresse :

<http://www-obs.univ-lyon1.fr/~fc/spectro/banque.htm>

Les fichiers images spectrales compressés sont regroupés dans des fichiers exécutables autoextractible (extension .EXE). Les états de ces fichiers sont donnés ci-dessous. Les fichiers de données sont sous la forme de fichier word (.doc).

# Etats des spectres

## Série 1 – Spectres du soleil avec étalonnages

Spectres solaires avec leurs étalonnages pris avec

- l'objectif de 50 mm
- le réseau de 754 traits /mm

| Observation | Angle degrés | Nom fichier (brut) | Nom fichier (réduit) | Remarques           | Fichier autoextractibles                                      |
|-------------|--------------|--------------------|----------------------|---------------------|---|
| Soleil      | 19,75        | f50sol03.pic       | sol03.pic            |                     | Spec1a.exe (spectres bruts)<br>Specr1a.exe (spectres réduits) |
| Soleil      | 19,75        | f50sol05.pic       | sol05.pic            | Surexposé pour l'UV |   |
| Hg Cd Zn    | 19,75        | f50sol02.pic       | sol02.pic            | étalonnage          |   |
| Soleil      | 26,0         | f50sol08.pic       | sol08.pic            |                     | Spec1b.exe (spectres bruts)<br>Specr1b.exe (spectres réduits) |
| Hg Cd Zn    | 26,0         | f50sol06.pic       | sol06.pic            | étalonnage          |   |
| Soleil      | 30,0         | f50sol18.pic       | sol18.pic            |                     | Spec1c.exe (spectres bruts)<br>Specr1c.exe (spectres réduits) |
| Hg Cd Zn    | 30,0         | f50sol14.pic       | sol14.pic            | étalonnage          |   |

## Série 2 – Spectres du soleil avec étalonnages

Spectres solaires avec leurs étalonnages pris avec

- l'objectif de 200 mm
- le réseau de 754 traits /mm

| Elément  | Angle degrés | Nom fichier (brut) | Nom fichier (réduit) | Remarque   | Fichiers autoextractibles                                     |
|----------|--------------|--------------------|----------------------|------------|---|
| Soleil   | 26           | manip10.pic        | manip10r.pic         |            | spec2a.exe (spectres bruts)<br>specr2a.exe (spectres réduits) |
| Hg Cd Zn | 26           | manip07.pic        | manip07r.pic         | étalonnage |   |
| Hg Cd Zn | 26           | manip04.pic        | manip04r.pic         | étalonnage |   |
| Soleil   | 29,5         | manip16.pic        | manip16r.pic         |            | spec2b.exe (spectres bruts)<br>specr2b.exe (spectres réduits) |
| Hg Cd Zn | 29,5         | manip14.pic        | manip14r.pic         | étalonnage |   |

## Série 3 – Spectres d'étalonnages des lampes

Série de spectres de lampe d'étalonnage pris avec

- l'objectif de 50 mm
- le réseau de 754 traits /mm

Tous ces fichiers sont réduits et directement exploitables

|          | Angle degrés | Temps de pose secondes | Nom fichier (réduit) | Remarques                        | Fichiers autoextractibles |
|----------|--------------|------------------------|----------------------|----------------------------------|---------------------------|
| Argon    | 34,5         | 20                     | ar001.pic            | Pour le rouge lointain           | Spec3a.exe                |
| Hélium   | 29,5         | 20                     | he005.pic            |                                  | Spec3b.exe                |
| Krypton  | 26,5         | 25                     | kr001.pic            |                                  | Spec3c.exe                |
| Krypton  | 29,5         | 10                     | kr002.pic            |                                  |                           |
| Krypton  | 36,5         | 5                      | kr004.pic            |                                  |                           |
| Sodium   | 29,5         | 5                      | na004.pic            |                                  | Spec3d.exe                |
| Sodium   | 34,5         | 20                     | na008.pic            |                                  |                           |
| Hg Cd Zn | 20           | 0,2                    | pheta20a.pic         | Surexposé pour les raies faibles | Spec3e.exe                |
| Hg Cd Zn | 20           | 0,05                   | pheta20c.pic         |                                  |                           |
| Hg Cd Zn | 26           | 0,2                    | pheta26a.pic         | Surexposé pour les raies faibles | Spec3f.exe                |
| Hg Cd Zn | 26           | 0,01                   | pheta26e.pic         |                                  |                           |
| Hg Cd Zn | 32           | 0,1                    | pheta32a.pic         |                                  | Spec3g.exe                |
| Hg Cd Zn | 32           | 0,8                    | pheta32c.pic         |                                  |                           |
| Hg Cd Zn | 35           | 0,8                    | pheta35a.pic         |                                  | Spec3h.exe                |

## Table des longueurs d'ondes des raies de la lampe Hg Cd Zn

$$\sin \theta = n \cdot k \cdot \lambda \quad k = 1 \quad n = 754 \text{ traits/mm}$$

### Mercure :

| Couleur      | en nm | Intensité | sin   | (°)   |
|--------------|-------|-----------|-------|-------|
| Violet       | 404,7 | 18        | 0,305 | 17,77 |
| Bleu         | 435,8 | 18        | 0,329 | 19,18 |
| Vert         | 546,1 | 20        | 0,412 | 24,32 |
| Jaune/Orange | 577   | 18        | 0,435 | 25,79 |
| Jaune/Orange | 579,1 | 18        | 0,437 | 25,89 |

### Cadmium :

| Couleur | en nm | Intensité | sin   | (°)   |
|---------|-------|-----------|-------|-------|
| Bleu    | 467,8 |           | 0,352 | 20,65 |
| Bleu    | 480,0 |           | 0,362 | 21,22 |
| Vert    | 508,6 |           | 0,383 | 22,55 |
| Rouge   | 643,8 |           | 0,485 | 29,04 |

### Zinc :

| Couleur | en nm | Intensité | sin   | (°)   |
|---------|-------|-----------|-------|-------|
| Bleu    | 468   |           | 0,353 | 20,66 |
| Bleu    | 472,2 |           | 0,356 | 20,86 |
| Bleu    | 481,1 |           | 0,363 | 21,27 |
| Rouge   | 636,2 |           | 0,485 | 28,67 |

### Lampe Hg Cd Zn :

| Couleur      | en nm | Intensité | (°)   |
|--------------|-------|-----------|-------|
| Violet       | 404,7 | 18        | 17,77 |
| Bleu         | 435,8 | 18        | 19,18 |
| Bleu         | 467,8 |           | 20,65 |
| Bleu         | 468,0 |           | 20,66 |
| Bleu         | 472,2 |           | 20,86 |
| Bleu         | 480,0 |           | 21,22 |
| Bleu         | 481,1 |           | 21,27 |
| Vert         | 508,6 |           | 22,55 |
| Vert         | 546,1 | 20        | 24,32 |
| Jaune/Orange | 577,0 | 18        | 25,79 |
| Jaune/Orange | 579,1 | 18        | 25,89 |
| Rouge        | 636,2 |           | 28,67 |

# COULEURS DU SPECTRE VISIBLE

et raies solaires observées par Fraunhofer

| Couleur        | Domaine     | $\lambda$ central | Raies solaires  |
|----------------|-------------|-------------------|---|
| Violet pur     | 395,0-416,9 | 405,9             | K 393,368 CaII<br>H 396,849 CaII  |
| Bleu violet    | 416,9-459,7 | 438,3             | G 430,774 CaI, 430,791 FeI  |
| Bleu           | 459,7-486,7 | 473,2             |   |
| Bleu cyané     | 486,7-505,3 | 496,0             | F 486,135 H $\beta$   |
| Vert bleu      | 505,3-511,2 | 508,2             |   |
| Vert franc     | 511,2-542,9 | 527,1             | b 516,722, 517,269, 518,362 MgI<br>E 526,955 FeI  |
| Jaune verdâtre | 542,9-578,4 | 560,6             |   |
| Jaune          | 578,4-583,1 | 580,8             |   |
| Jaune orangé   | 583,1-592,6 | 587,9             | D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub> 588,998, 589,594 NaI  |
| Orangé         | 592,6-601,8 | 597,2             |   |
| Rouge orangé   | 601,8-639,8 | 620,8             |   |
| Rouge          | 639,8-760,3 | 700,0             | C 656,2.81 H $\alpha$<br>B 686,6 O <sub>2</sub><br>$\alpha$ 718,8<br>A 759,3 O <sub>2</sub> |

longueurs d'onde en nanomètres

## Nomenclature

En astronomie les éléments chimiques sont désignés par leur symbole habituel de la table de Mendéléév (H hydrogène, He hélium, Li lithium, etc) que l'on fait suivre de l'état d'ionisation : I neutre, II élément une fois ionisé, III, deux fois ionisé, etc.

HI hydrogène neutre, HII hydrogène ionisé ou proton

OI oxygène neutre, OII oxygène 1 fois ionisé, OIII oxygène 2 fois ionisé.

FeI fer neutre, FeXV fer 14 fois ionisé (couronne solaire)

## Principales raies solaires

blend : raies superposées non résolues

| Nom              | Longueur d'onde (nm) | Nom          | Longueur d'onde (nm) |
|------------------|----------------------|--------------|----------------------|
| O2 atmosphérique | 684,7 – 694,4        | Fe I (blend) | 426,0                |
| H $\alpha$       | 656,28               | Cr I         | 425,43               |
| Ba II            | 649,69               | Sc II        | 424,68               |
| Fe I             | 639,64               | Fe I         | 423,6                |
| Zn I             | 636,23               | Fe I         | 422,74               |
| O2 atmosphérique | 627,9                | Ca I         | 422,67               |
| Ni I             | 618                  | Sr II        | 421,55               |
| Si I             | 594,86               | Fe I         | 420,20               |
| Na I             | 589,59               | Fe I         | 419,83               |
| Na I             | 588,95               | Fe I         | 419,14               |
| Cr I             | 578,58               | Fe I (blend) | 417,3                |
| Ni I             | 571,19               | Mg I         | 416,73               |
| Ni I             | 570,96               | Fe I         | 415,45               |
| Fe I             | 571,19               | Fe I         | 414,38               |
| Fe I (blend)     | 570,71               | Fe I         | 413,20               |
| Fe I (blend)     | 561,45               | Ca I         | 410,86               |
| Mg I             | 552,84               | H $\delta$   | 410,174              |
| Fe I             | 545,65               | Fe I         | 407,17               |
| Fe I             | 545,56               | Fe I         | 406,45               |
| Fe I             | 532,80               | Mg I         | 405,75               |
| Fe I             | 527,04               | Mn I         | 405,55               |
| Mg I             | 518,36               | Fe I         | 404,58               |
| Mg I             | 517,27               | Mn I         | 403,57               |
| Mg I             | 516,73               | Mn I         | 403,45               |
| Ni I             | 503,60               | Mn I         | 403,31               |
| Fe I             | 495,75               | Mn I         | 403,08               |
| Ba II            | 493,41               | Fe I         | 400,52               |
| H $\beta$        | 486,13               | Fe I (blend) | 399,7                |
| Mn I             | 478,34               | Mg I         | 398,68               |
| Fe I             | 466,56               | Fe I         | 397,8                |
| Ba II            | 455,40               | CaII         | 396,85               |
| Ti II            | 446,92               | Al I         | 396,15               |
| H $\gamma$       | 434,047              | Fe I         | 395,7                |
| CH               | 432,4                | Fe I (blend) | 395,3                |
| CH               | 432,3                | Fe I         | 395,09               |
| Fe I             | 430,85               | Al I         | 394,40               |
| Fe I (blend)     | 429,9                | Ca II        | 393,37               |
| Fe I             | 427,18               | Fe I         | 392,79               |



## SODIUM

Na I, potentiel d'ionisation 5,139 eV

|           |    |      |
|-----------|----|------|
| 5895,9236 | 16 | 2,10 |
| 5889,9504 | 32 | 2,10 |
| 5688,2046 | 9  | 4,28 |
| 4545,186  | 8  | 4,83 |
| 4541,633  | 7  | 4,83 |
| 4497,658  | 11 | 4,86 |
| 4494,177  | 10 | 4,86 |
| 4423,246  | 7  | 4,91 |
| 4393,340  | 9  | 4,93 |
| 4390,029  | 8  | 4,93 |
| 4324,615  | 7  | 4,97 |
| 3302,979  | 18 | 3,75 |
| 3302,369  | 19 | 3,75 |

Na II, potentiel d'ionisation 47,30 eV

|          |    |       |
|----------|----|-------|
| 3631,266 | 8  | 36,35 |
| 3533,043 | 10 | 36,35 |
| 3285,603 | 8  | 37,09 |
| 3129,368 | 6  | 36,90 |
| 3092,729 | 10 | 36,85 |
| 3053,664 | 6  | 41,27 |

## KRYPTON

Kr I, potentiel d'ionisation 13,999 eV

|           |      |       |
|-----------|------|-------|
| 7854,8215 | 800  | 12,14 |
| 7694,5393 | 500  | 11,53 |
| 7685,2460 | 400  | 12,26 |
| 7601,5443 | 200  | 11,55 |
| 7587,4130 | 1000 | 11,67 |
| 5870,9153 | 3000 | 12,14 |
| 5570,890  | 2000 | 12,14 |
| 5562,2254 | 500  | 12,14 |
| 4502,3546 | 600  | 12,78 |
| 4463,6901 | 800  | 12,81 |
| 4453,9177 | 600  | 12,82 |
| 4362,6424 | 500  | 12,76 |
| 4319,5798 | 1000 | 12,78 |
| 4318,5523 | 400  | 12,78 |
| 4273,9700 | 1000 | 12,89 |
| 3837,81   | 30   | 13,14 |
| 3812,2155 | 20   | 13,28 |
| 3800,5437 | 30   | 13,29 |
| 3796,8839 | 20   | 13,29 |
| 3773,4241 | 50   | 13,32 |
| 3679,58   | 100  | 13,28 |
| 3665,3259 | 80   | 13,29 |
| 3615,4755 | 20   | 13,46 |
| 3502,5537 | 20   | 13,45 |
| 3431,7217 | 20   | 13,53 |
| 3424,9433 | 15   | 13,53 |

Kr II, potentiel d'ionisation 24,570 eV

|         |     |       |
|---------|-----|-------|
| 7407,02 | 400 | 16,60 |
| 7289,78 | 400 | 16,60 |
| 5681,89 | 400 | 16,87 |
| 5333,41 | 500 | 90,86 |
| 5208,32 | 500 | 16,65 |

|         |      |       |
|---------|------|-------|
| 5125,73 | 400  | 19,57 |
| 4846,60 | 700  | 17,25 |
| 4832,07 | 800  | 16,83 |
| 4765,74 | 1000 | 16,87 |
| 4739,00 | 3000 | 16,60 |
| 4680,41 | 500  | 17,65 |
| 4658,87 | 2000 | 16,65 |
| 4633,88 | 800  | 18,49 |
| 4619,15 | 1000 | 17,37 |
| 4615,28 | 500  | 17,37 |
| 4577,20 | 800  | 18,56 |
| 4523,14 | 400  | 19,57 |
| 4489,88 | 400  | 21,32 |
| 4475,00 | 800  | 18,62 |
| 4436,81 | 600  | 17,37 |
| 4431,67 | 500  | 17,38 |
| 4355,47 | 3000 | 16,83 |
| 4317,81 | 500  | 19,47 |
| 4292,92 | 600  | 17,16 |
| 4088,33 | 500  | 18,88 |
| 4065,11 | 300  | 18,87 |
| 4057,01 | 300  | 18,87 |
| 3920,14 | 200  | 20,00 |
| 3906,25 | 150  | 22,06 |
| 3875,44 | 150  | 20,77 |
| 3783,13 | 500  | 20,11 |
| 3778,09 | 500  | 20,15 |
| 3744,80 | 150  | 20,47 |
| 3741,69 | 200  | 21,89 |
| 3680,37 | 100  | 20,02 |
| 3653,97 | 250  | 20,00 |
| 3631,87 | 200  | 20,02 |
| 3607,88 | 100  | 21,0  |