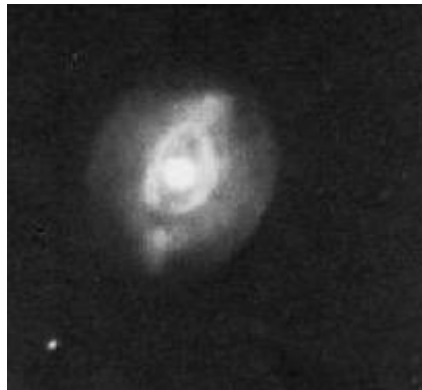


Étude spectrale
des nébuleuses planétaires
à l'aide de
la lunette coudée de Nice

Compte rendu n° 1
(Convention NOVAE-OCA)

par

Christophe VACHER
Yves BRESSON
Benjamin MAUCLAIRE



Sommaire

1	Introduction:	2
2	Protocole expérimental:	2
2.1	Configuration matérielle:	2
2.2	Interface informatique:	3
2.3	Mise en place du protocole:	3
2.4	Repérage des raies:	3
3	Remarques générales sur la manipulation:	4
3.1	Les défauts d'une première expérience:	4
3.2	Résolution du système utilisé:	4
3.3	Les spectres des nébuleuses planétaires:	4
4	Spectre de M57:	5
4.1	Raies de l'azote et de l'hydrogène:	5
4.2	Raies de l'oxygène III:	5
5	Spectre de NGC 6826:	6
5.1	Raie de l'hydrogène:	6
5.2	Raie de l'hélium:	6
5.3	Raies de l'oxygène III:	7
6	Spectre de NGC 6543:	7
6.1	Raie de l'hydrogène:	7
6.2	Raies du doublet du soufre:	8
6.3	Raie de l'hélium:	8
6.4	Raie de l'argon et l'hélium:	8
7	Spectre de M 76:	9
7.1	Raies de l'hydrogène et de l'azote:	9
7.2	Raies du soufre:	9
7.3	Raies de l'oxygène:	10
8	Conclusion:	10

1 Introduction:

Un groupe de trois membres de l'association **NOVAE** a entrepris dans le cadre de la *convention NOVAE-OCA* d'effectuer l'étude spectrale des nébuleuses planétaires. Cette étude se fait grâce à la Lunette Coudée et un appareillage optique mis au point par Yves BRESSON.

Aussi, faut-il ajouter que les NP (Nébuleuses Planétaires) sont des objets particulièrement adaptés aux conditions d'observations du site de la Lunette Coudée (ciel humide et lumineux, faible ouverture de l'instrument d'optique). D'autre part, les NP sont objets qui recèlent beaucoup de particularités facilement mesurables par l'amateur:

- Composition chimique de la nébuleuse.
- Distribution gazeuse selon les longueurs d'onde.
- Détermination de la vitesse d'expansion du nuage gazeux.
- Calcul de la vitesse relative de l'objet ...

De plus, ce sont les objets que je trouve personnellement les plus remarquables du ciel du fait de la diversité de leur forme et de leurs caractéristiques. J'espère ainsi apporter à *NOVAE*, grâce à notre petite équipe (Christophe VACHER, Yves BRESSON et moi même), l'expérience d'une des utilisations possibles d'un spectromètre.

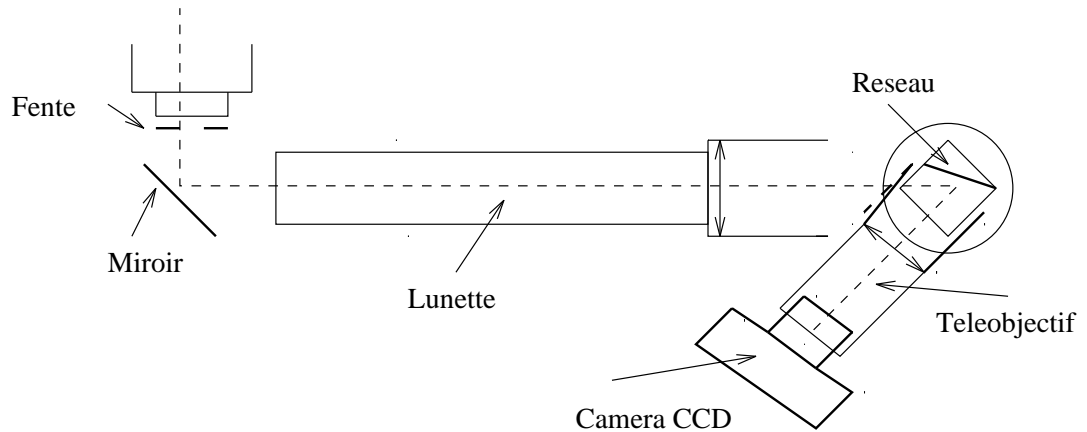
2 Protocole expérimental:

2.1 Configuration matérielle:

Le système utilisé est composé d'une fente fixée à l'emplacement de l'oculaire, d'un petit miroir orienté à 45° et assurant le renvoi de l'image dans une lunette collimatrice ($\varnothing 102$ mm, $f=1000$ mm). Cette dernière rend parallèle le faisceau lumineux sur le réseau 600 tr/mm qui, utilisé en réflexion, permet d'obtenir le spectre recherché.

Pour enregistrer le spectre avec une caméra CCD, il est nécessaire de disposer à la sortie du réseau un téléobjectif qui focalise le spectre dans le plan du CCD, ici un 85mm. Lorsque nous souhaitons avoir accès à une longueur donnée, nous n'avons plus qu'à changer l'orientation du réseau.

Pour augmenter le rendement du système, la partie du miroir fixée à l'oculaire et celle se trouvant entre la lunette et le réseau sont isolées de la lumière avec soin.



2.2 Interface informatique:

La caméra CCD utilisée est une HISIS 22 comportant une matrice 768x512 pixels d'une taille de $9 \mu\text{m}^2$. Elle est pilotée à l'aide du logiciel QMIPS (C. Buil) qui nous permet également d'effectuer le traitement des images.

2.3 Mise en place du protocole:

Le protocole mis en place pour l'obtention des images exploitables est le suivant:

- Prise de vue de la lampe étalon à Argon (une pour chaque série)
- Prises de vue de l'objet (compositage de 5 à 10 images)
- Prises de vue du fond du ciel de Nice (dark, autant que de vues de l'objet)

Aussi, nous pensons y inclure la prise de vue des objets sans fente pour avoir un aperçu de la structure nébulaire selon les longueurs d'ondes. Ainsi nous aurons les manipulations suivantes:

- Prises de vue de l'objet
- Prises de vue du fond du ciel de Nice

2.4 Repérage des raies:

Nous utilisons la lampe étalon à l'Argon pour effectuer le repérage des raies qui composent le spectre de l'objet pointé. Nous superposons le spectre de la lampe étalon et celui de l'objet. Ensuite nous en déduisons l'élément chimique qui est à l'origine de la raie.

D'autre part, nous envisageons d'élaborer un programme qui permettrait la mesure

et l'analyse automatique des spectres. Ce apporterait la précision nécessaire pour la mesure de vitesses d'expansion de faible intensité.

3 Remarques générales sur la manipulation:

3.1 Les défauts d'une première expérience:

Malgré que la qualité des images acquises reste très moyenne, nous comptons exploiter le Coudé au maximum de ses possibilités. Bien que nous ayons traité les images, le parasitage de celles-ci est leur majeur défaut. Sont en cause le bruit électronique dû au matériel électrique et informatique environnant. D'autre part, les conditions météorologiques n'ont pas toujours été convenables pour effectuer des prises de qualité.

3.2 Résolution du système utilisé:

Les travaux ont été effectués avec un objectif de 85 mm qui procure une focale résultante de 870 mm. Nous avons donc avec la HISIS 22 une échelle de 1' pour 260 μm (30 Pixels) soit: 4" **pour 2 Pixels**. La résolution spectrale finale est de 3 Å.

Cette résolution permet d'avoir accès à l'information contenue dans une grande majorité des NP parmi celle de magnitude inférieure à 12 et de taille comprise entre 10" et 40".

3.3 Les spectres des nébuleuses planétaires:

Parmi toutes les raies présentes, nous avons identifié les plus remarquables:

- $H\alpha$ à 6563 Å
- [NII] à 6584 Å et 6538 Å
- Le brillant doublet [OIII] à 5007 Å et 4959 Å
- Parfois le doublet [SII] à 6716 Å et 6731 Å
- He à 5875 Å
- Parfois aussi $H\beta$ à 4861 Å
- Et le couple ArIII à 7136 Å et HeI à 5875, 6677 et 7065 Å

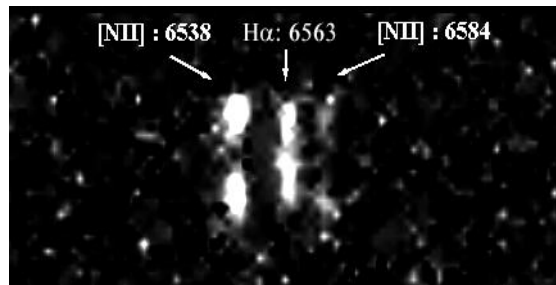
Nous remarquons que pour les couples [OIII] et [NII], les deux raies n'ont pas la même intensité. D'autre part, la forme géométrique des raies ne représente pas toujours la classique petite bande verticale, mais parfois deux lobes alignés verticalement.

4 Spectre de M57:

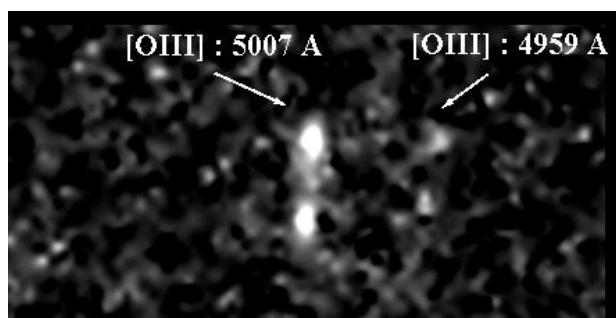
Voici d'abord le résultat trouvé lorsque l'on effectue aucun zoom sur les zones où se trouvent les raies d'émissions intéressantes:



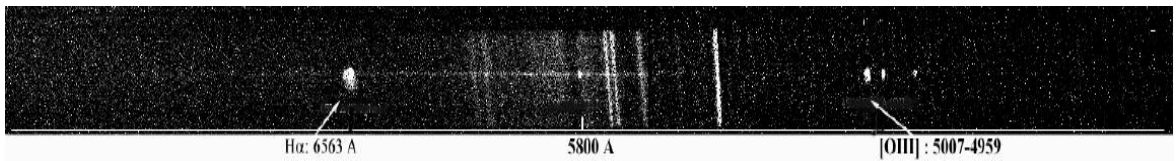
4.1 Raies de l'azote et de l'hydrogène:



4.2 Raies de l'oxygène III:



5 Spectre de NGC 6826:



5.1 Raie de l'hydrogène:

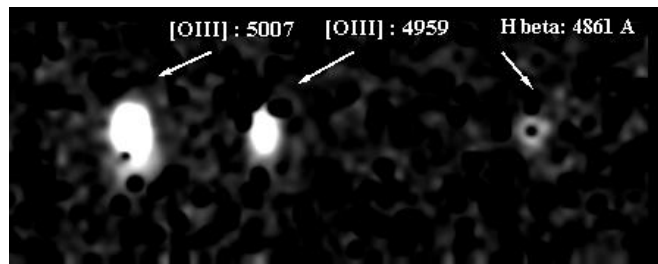


Nous pouvons remarquer que la raie H_{α} de cette nébuleuse est très intense. Cependant, il s'avère que cette prise n'est pas de bonne qualité car elle est très bruitée et la mise au point de la nette n'est pas optimum.

5.2 Raie de l'hélium:

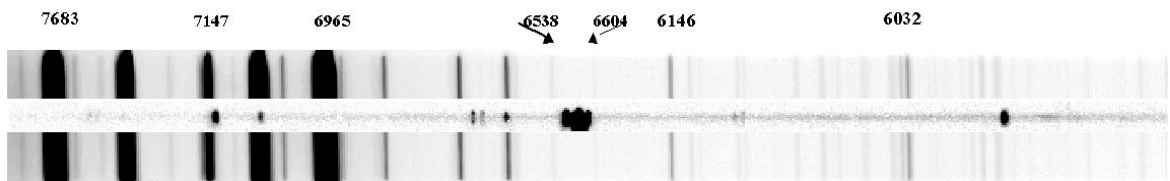


5.3 Raies de l'oxygène III:



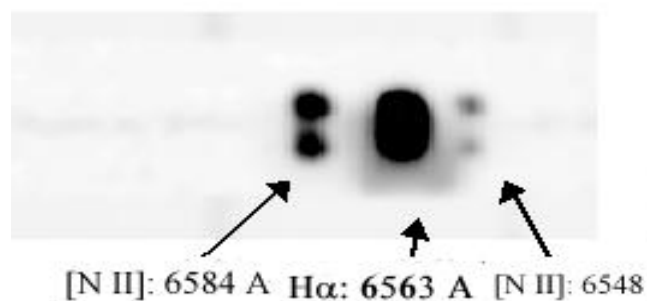
Nous pouvons constater qu'il y a un long continuum lumineux provenant du rayonnement de l'étoile centrale de NGC 6826 qui est particulièrement vive.

6 Spectre de NGC 6543:

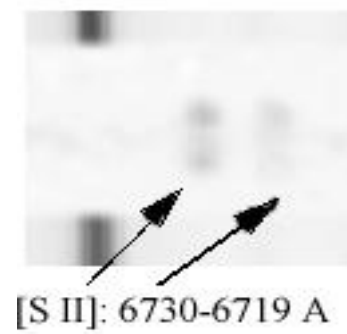


Pour cette NP, nous avons fait seulement l'acquisition de la bande des longueurs d'onde autour de l'hydrogène. Cependant, cette région est particulièrement riche du point de vue de la diversité des espèces atomiques qui rayonnent.

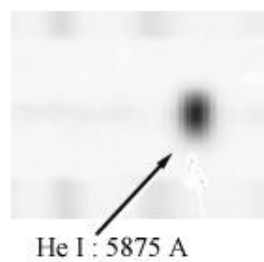
6.1 Raie de l'hydrogène:



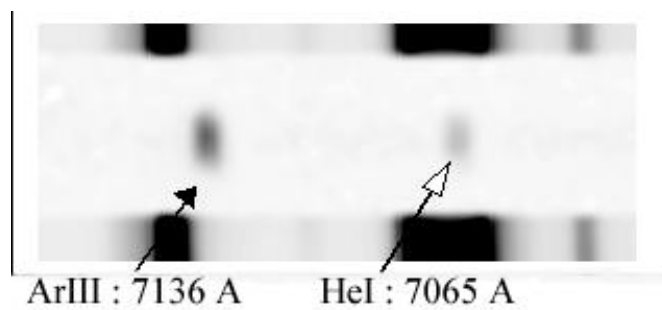
6.2 Raies du doublet du soufre:



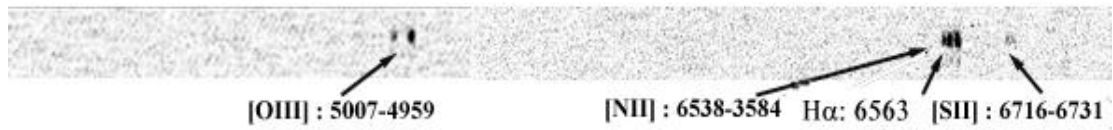
6.3 Raie de l'hélium:



6.4 Raie de l'argon et l'hélium:

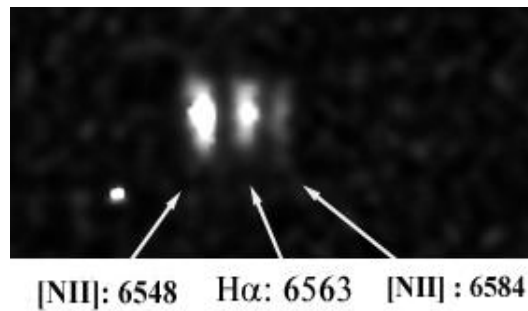


7 Spectre de M 76:

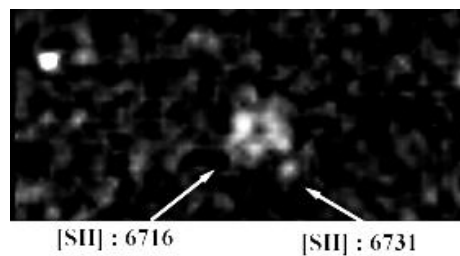


Pour M76, nous avons pu mettre en évidence le doublet du soufre, pourtant discret. Les conditions météorologiques de ce soir là étaient particulièrement bonnes et permirent alors de bonnes acquisitions. Toutefois, il réside dans les images des parasites qui proviennent du bruit électronique de machines placées proches du câble de transmission.

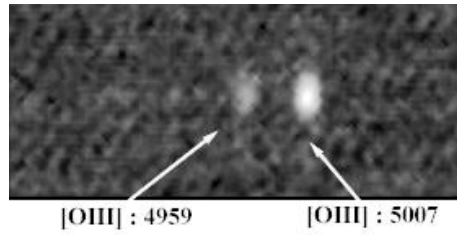
7.1 Raies de l'hydrogène et de l'azote:



7.2 Raies du soufre:



7.3 Raies de l'oxygène:



8 Conclusion:

Dans ce premier temps, nous avons validé l'instrumentation et cherché une certaine méthodologie pour acquérir et traiter les spectres.

Ainsi, malgré l'inexpérience, nous avons obtenu une partie des spectres (N6543 et M76) avec une certaine qualité. Nous comptons utiliser les données acquises pour tirer quelques mesures physiques intéressantes quant à l'étude des Nébuleuses Planétaires.