



Jeux de réseau et mystère des nébuleuses...

Pierre Le Fur

I - Le mystère du spectre des étoiles nébuleuses

L'histoire des sciences constitue une mine inépuisable de prétextes à initier des réflexions scientifiques de la part des générations montantes, car "le néophyte doit devenir un héritier pour que sa capacité à innover prenne corps" écrit le philosophe A. Finkielkraut.

Alors en feuilletant au hasard un ouvrage de l'astronome jésuite Angelo Secchi, directeur de l'observatoire du Collège Romain, "les étoiles" publié en

1895, une petite phrase de la troisième partie intitulée "les nébulosités" retient notre attention :

"C'est là une des plus importantes révélations que la science doive au spectroscopie ; elle suffirait à rendre immortel l'auteur de cette découverte, M. Huggins" [1]. Accompagnant ce texte, une gravure (fig.1) présente un "spectre des étoiles nébuleuses".

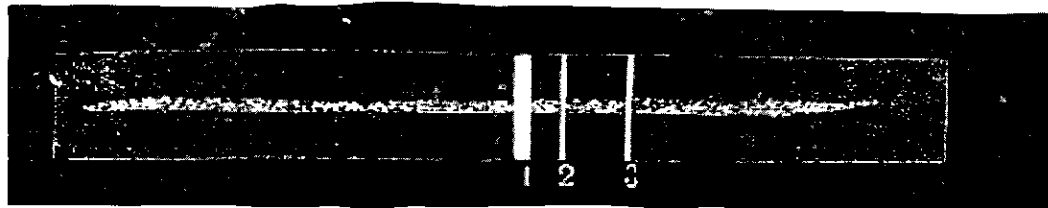


Fig. 30 – Spectre des étoiles nébuleuses.

Fig.1 : extrait de l'ouvrage de Secchi : spectre obtenu par M. Huggins en 1864

De quelle découverte primordiale s'agit-il ? Qu'entend Secchi par étoile nébuleuse ? Comment l'obtention d'un tel spectre est-elle possible ?

Recherchons dans notre dictionnaire le nom de ce Huggins, scientifique dont les travaux sont si importants au

regard du célèbre Secchi.

Quelles indications obtient-on ?

Alors, pour mettre en place les idées permettant de répondre à cette énigme historico-scientifique, initiions-nous à la spectroscopie.

II - Spectroscopie de la lumière d'une étoile

Quelle étoile brûle au-dessus de nos têtes pendant les heures de cours ? C'est le Soleil.

Proposons un montage permettant de disperser sa lumière sans difficultés expérimentales. Réunissons le matériel nécessaire constitué par un tube à essai et du papier noir, un réseau type CLEA (740 traits/mm), des sacs poubelles noirs et du ruban adhésif.

Plaçons le tube à essai retourné, dont l'intérieur est garni par le "Canson" noir, sur un support orientable. Ici c'est une

boîte de conserve orientée par des cales en bois et contenant du sable dans lequel est planté le tube retourné (fig.2). Le soleil se reflète sur cette paroi de verre cylindrique qui produit une image de notre étoile sous la forme d'un trait. Observons ce trait lumineux au travers du réseau et immédiatement le spectre solaire apparaît à l'observateur. Le spectre ainsi obtenu n'est pas contrasté et se confond avec l'arrière plan du lieu où se situe le tube. Aussi la présence d'un fond noir fixé au mur en arrière du tube de verre et l'adjonction d'un tube carton noir au réseau suppriment les difficultés énoncées. On prend soin d'orienter les traits du réseau parallèlement au segment-reflet du soleil (fig.3).



Fig.2 : tube à essai retourné, reflétant le soleil



Fig.3 : au premier plan, tube de carton avec réseau, orienté vers la source lumineuse

On peut même réaliser des photographies en utilisant un appareil réflexe conventionnel équipé d'une pellicule couleur (fig. 4) ou d'un numérique (fig. 5). Notons qu'avec l'appareil numérique que nous avons essayé (Kodak DC 200), les réglages de luminosité, la faible focale (35 mm), et sa résolution (1152 x 864 pixels) n'ont permis la saisie que d'un

groupe de raies dans le bleu-violet. Le 24 x 36 équipé d'un téléobjectif de 70 mm associé à un réseau de 660 traits /mm donne un grand nombre de raies toutes identifiables. On peut y retrouver les raies de l'hydrogène, comme exposé dans un précédent article [2].

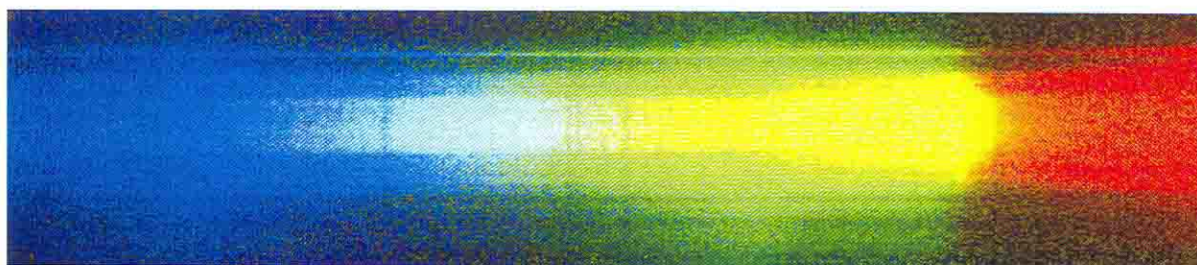


Fig.4 : spectre solaire obtenu avec un appareil réflexe 24x36 équipé d'une pellicule Kodak Ektachrome

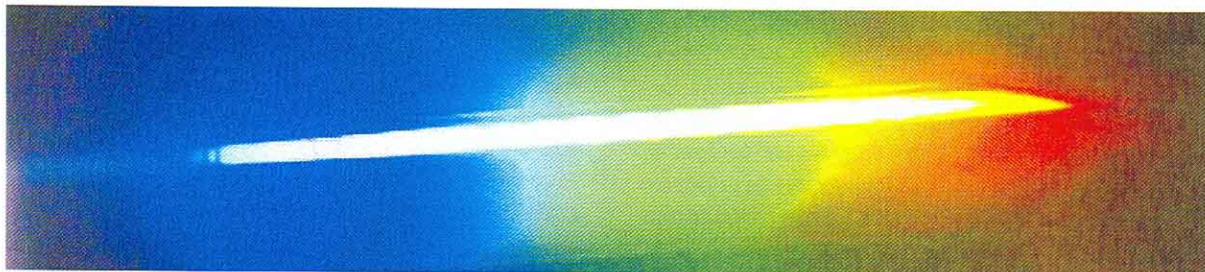


Fig.5 : spectre solaire obtenu avec un appareil numérique simple Kodak DC 200 ; on remarque le doublet du calcium dans le bleu

On notera que notre spectroscopie de fortune ne contient aucune fente source, toujours délicate à réaliser et à régler, fidèle en cela à la méthode du premier des spectroscopistes stellaires, Fraunhofer qui, pour ces observations d'astres peu lumineux, avait recours à des lentilles cylindriques pour obtenir une source rectiligne (sans fente) avant dispersion par le prisme [3] afin d'éviter les pertes lumineuses.

Ces premiers résultats nous initient à l'aspect d'un spectre stellaire classique : un fond continu constituant un magnifique arc-en-ciel se trouve strié par des raies d'absorption, véritable code-barre représentatif des éléments de la source lumineuse et de son état physique.

Le Père Secchi l'exprime poétiquement en écrivant : "c'est la lumière, cette active voyageuse, qui, des profondeurs de l'espace, nous apporte ces renseignements précieux" [4].

Nous admettons donc comme les travaux de Secchi (plus de 4000 étoiles spectroscopées) et de bien d'autres l'ont montré, que ce spectre solaire représente le type même d'un spectre classique d'étoile : fond continu + spectre d'absorption.

III - Spectroscopie d'un nuage de gaz atomique excité :

En plus des étoiles ou des planètes, de grands nuages de gaz constitués d'atomes peuvent exister dans l'espace. Le grand Laplace lui-même utilisa cette idée pour inventer le modèle de formation du système solaire et de son soleil qu'il présenta à Napoléon. Un tel nuage peut-il émettre de la lumière ? Y aurait-il dans notre environnement quotidien un objet se rapprochant de ce concept ? Quel serait le spectre de sa lumière ?

Admettons qu'une lampe à vapeur de mercure, utilisée pour éclairer la voirie, répond à peu près à cette définition : elle est en effet constituée d'une ampoule contenant du mercure vapeur atomique, excité par une décharge électrique permanente.

Observons maintenant le spectre de la lumière d'un éclairage de rue à l'aide de notre réseau. Un léger fond continu apparaît mais quatre "raies" brillantes (dites en émission) dominent l'ensemble.

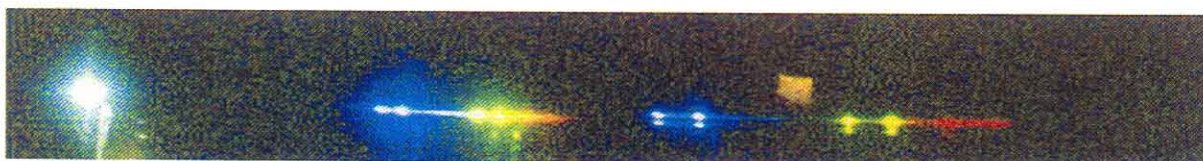


Fig.6 : de la gauche vers la droite : lampe de voirie à vapeur de sodium, puis spectre d'ordre 1 (surexposé) et enfin spectre d'ordre 2 (sous une fenêtre éclairée)

L'étude de la photographie obtenue avec un appareil réflexe monté sur un support fixe et un réseau 300 traits /mm placé devant l'objectif de 50 mm en atteste. Ce cliché (fig. 6) obtenu l'hiver vers 18 h par des élèves de première littéraire révèle le spectre d'émission de l'élément mercure (code-barre /raies à 579, 546, 436 et 405 nm de longueurs d'onde) [2].

On notera qu'il n'est pas nécessaire de disposer de lampe

spectrale basse pression pour faire cette observation et qu'elle est réalisable l'hiver pendant les heures d'ouverture des établissements scolaires quelle que soit la "météo".

Nous admettons que ce spectre d'émission représente le type même d'un spectre classique d'un nuage atomique excité ou "gaz lumineux" : fond continu faible ou inexistant + spectre d'émission.

IV - La question de la nature des nébuleuses

Depuis la nuit des temps, les hommes ont remarqué des objets "nébuleux" dans le ciel, autres que les étoiles ou planètes. Le premier d'entre eux est la Voie lactée dont la consistance a alimenté bien des légendes ou des hypothèses. Au début du 17ème siècle, Galilée et sa lunette montrèrent qu'elle était entièrement composée d'étoiles. En un instant "une infinité de questions agitées depuis des siècles au sujet de cette mystérieuse nébulosité se trouvaient résolues" [5].



Fig. 7 : "nébuleuse" M 92 résolue en étoiles

Fig. 7 et 8 : observations visuelles par l'auteur au télescope de 100 mm (magnitudes respectives 6 et 8,8). Pour la figure 8, le point d'interrogation désigne une étoile surnuméraire par rapport à l'observation à faible grossissement, la nébuleuse étant l'astre ("étoile-nébuleuse") situé en bas, de diamètre apparent non négligeable, à 112,5 fois.

On sait actuellement que M 92 est un amas globulaire et que NGC 6543 est une nébuleuse planétaire...

"L'agrandissement continu de la puissance télescopique n'a pas donné à la science le dernier mot du problème des nébuleuses, car à mesure que les instruments d'optique devenaient plus immenses et plus pénétrants et permettaient de résoudre en étoiles un plus grand nombre de ces nuées, ils amenaient la découverte de nébulosités plus pâles et plus lointaines, et l'on voyait apparaître ces formes fantastiques, ces agrégats de lumière diffuse qui ne semblaient point dus à de véritables amas de soleils innombrables situés à des

Mais d'autres nébulosités, découvertes avec les instruments, comme la grande nébuleuse d'Orion observée par Peiresc, humaniste provençal contemporain de Galilée, ne purent être résolues en étoiles.

Les astronomes amateurs contemporains connaissent bien les objets de Messier pour savoir qu'avec une optique suffisamment puissante certains peuvent être "résolus en étoiles" comme M 92 (fig.7). D'autres restent nébuleux malgré l'accroissement du grossissement comme cette nébuleuse planétaire du Dragon NGC 6543 (fig. 8).

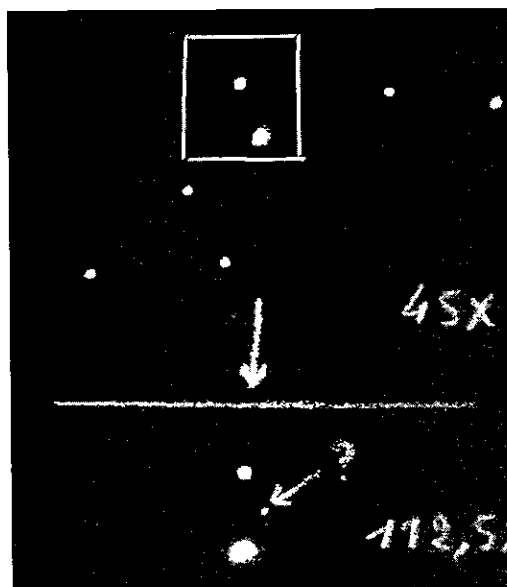


Fig. 8 : "nébuleuse" NGC 6543 non résolue

distances de plus en plus inaccessibles", nous explique avec enthousiasme Camille Flammarion [6] dans son ouvrage "les étoiles" de 1882.

V - La découverte d'Huggins

Revenons à l'énigmatique phrase de Secchi, contemporain de Flammarion.

Que pensez-vous du terme étoile nébuleuse ?

Le spectre obtenu (fig. 1) par l'astronome anglais Huggins en 1864 présente-t-il des raies d'absorption ou d'émission ?

Que peut-on conclure quant à la nature de cette source lumineuse particulière qui n'est autre que celle représentée figure 8, dans la constellation du Dragon ?

Pensez vous qu'on puisse résoudre en étoiles cette "nébuleuse" ?

Quelle grande découverte doit-on à Huggins ?

VI - Epilogue

Flammarion précise [7] comment, dès l'obtention de ces premiers spectres de nébuleuses gazeuses, on a cherché à connaître la nature chimique des gaz les constituant.

"Mais la raie moyenne du groupe des trois lignes qui forment le spectre de la nébuleuse n'a son identique dans aucune des raies intenses des spectres des éléments terrestres connus" [8], les autres (raies 1 et 3 fig. 1) étant identifiées comme celles de l'azote et de l'hydrogène [7,8], une nouvelle question se posait pour expliquer l'origine de ces raies "interdites".

Il reprend plus loin : "Le résultat nouveau et inattendu auquel venait de conduire l'analyse spectroscopique de cette nébuleuse frappa de surprise les astronomes et les engagea à étudier attentivement les autres créations analogues qui sont disséminées dans l'étendue des cieux. Le résultat de cette analyse a été qu'un grand nombre de nébuleuses sont constituées de véritables gaz, de gaz flamboyants visibles à des milliers de milliards de lieues d'ici."

Ce qui autorise le père Secchi à classer les nébulosités en groupe stellaires, résolus ou non, et en nébuleuses gazeuses [9].

Je laisse à votre réflexion quelques lignes supplémentaires, inspirées par les idées de William Herschell, écrites par Flammarion [10] au sujet de cette nébuleuse planétaire du Dragon, spectroscopée par Huggins : "Lors donc que nous observons cette pâle nébuleuse bleuâtre située au pôle de l'écliptique, nous savons que c'est là un amas de matière gazeuse incandescente, déjà muni d'un noyau central de condensation, et nous devinons dans cette lueur lointaine l'ardente genèse d'un nouveau monde. Nous assistons d'ici à la création ... ! Là brille déjà un embryon de soleil ; là se prépare un système planétaire. Que dis-je ! Le rayon lumineux qui nous arrive en ce moment de cette région de l'infini en est peut-être parti il y a plusieurs millions d'années, et peut-être qu'en ce moment une ou plusieurs planètes sont déjà formées, fécondées, habitées, et peut-être qu'il y a là aussi des yeux qui nous contemplent et pour lesquels notre histoire étant également en retard de plusieurs millions d'années, notre système solaire n'est encore qu'une nébuleuse vue justement de face..."

Deux affirmations de Flammarion sont erronées au regard des connaissances actuelles sur les nébuleuses planétaires. Lesquelles ?

Mais je ne résiste pas à vous faire lire la suite de ce paragraphe : "...ils se demandent si un jour notre nébuleuse deviendra soleil et planètes et ne se doutent pas que nous existons déjà et que nous pourrions leur répondre ! Voix du passé, vous devenez maintenant les paroles de l'avenir, tandis que le présent, l'actuel, disparaît pour les regards échangés à travers les cieux, à travers l'infini, à travers l'éternité !

Que dire de plus ? Sinon merci à Camille Flammarion et Angelo Secchi pour cet hommage à Huggins.

Bibliographie :

- [1] Père A. Secchi dans "Les étoiles", tome second 3ème édition, p 19, bibliothèque scientifique internationale, éditeur Félix Alcan, Paris 1895.
- [2] P. Le Fur, bulletin de l'Union des Physiciens n°726 p 899.
- [3] Père A. Secchi idem, tome premier, p 69.
- [4] Père A. Secchi idem, tome premier, p 68.
- [5] Père A. Secchi dans "Les étoiles", tome second 3ème édition, p 19, bibliothèque scientifique internationale, éditeur Félix Alcan, Paris 1895.
- [6] Camille Flammarion, "Les étoiles" p 33, chez Marpon et Flammarion éditeurs, Paris 1882.
- [7] Camille Flammarion, idem p 34
- [8] Père A. Secchi dans "Les étoiles", tome second, 3ème édition, p 17, bibliothèque scientifique internationale, éditeur Félix Alcan, Paris 1895.
- [9] Père A. Secchi idem, tome second, p 1-29.
- [10] Camille Flammarion, idem p 34-35.

Ne tardez pas à vous réabonner,
en utilisant le bulletin de réabonnement ci-joint.
Cela épargnera du travail à
Dominique Balin, Jacky Dupré et Béatrice Sandré.