

Par Benoît Saintot

Integrated Flux Nebula (IFN)

Que sont ces poussières, où sont-elles, comment les photographier ?

Lorsque j'ai publié cette photo (voir ci-contre) de l'étoile Polaire sur Astrobin, je ne m'attendais pas à recevoir ce message... Non pas celui (qui m'a offert un grand sourire il est vrai) d'avoir été nommé image du jour, mais un petit message privé, que j'avais presque raté, de Steve Mandel, me félicitant pour mon image, et me demandant s'il pouvait l'utiliser pour une de ses conférences. Petit moment de vertige. Ce nom parle peut-être à certains d'entre vous. Pour moi il sonnait soudain comme le nom de la cible que je venais de photographier, tout comme celui d'une autre un an auparavant. Petit bond en arrière... Un soir de Décembre 2004, alors que Steve Mandel photographie la région de M81 / M82 en grand champ (voir photo 2), il remarque comme un brouillard très fin, un voile non uniforme qui s'étend de 3 à 4° sur son image (soit 6 à 8 fois la pleine Lune). Intrigué, il recommence son acquisition, en décalant cette fois légèrement le champ. Cette nébulosité est bien là, se superposant à la première. Après quelques recherches, il découvre que cette région avait déjà été décrite par Allan Sandage en 1976, dans l'Astronomical Journal, suite à des photographies de B.T. Lynds en 1965. Steve Mandel se prend alors de passion pour ces poussières mystérieuses, et cette découverte l'entraînera dans une formidable aventure, qui l'amènera à collaborer avec de nombreux astrophysiciens, astronomes, scientifiques, y compris au sein de la NASA. Il recevra plusieurs distinctions à ce sujet. Son parcours est un formidable exemple d'une collaboration pro-amateurs en astronomie. On doit ainsi à son enthousiasme sur le sujet l'entrée des IFN dans les galeries de nos astrophotographies.

Que sont les IFN ?

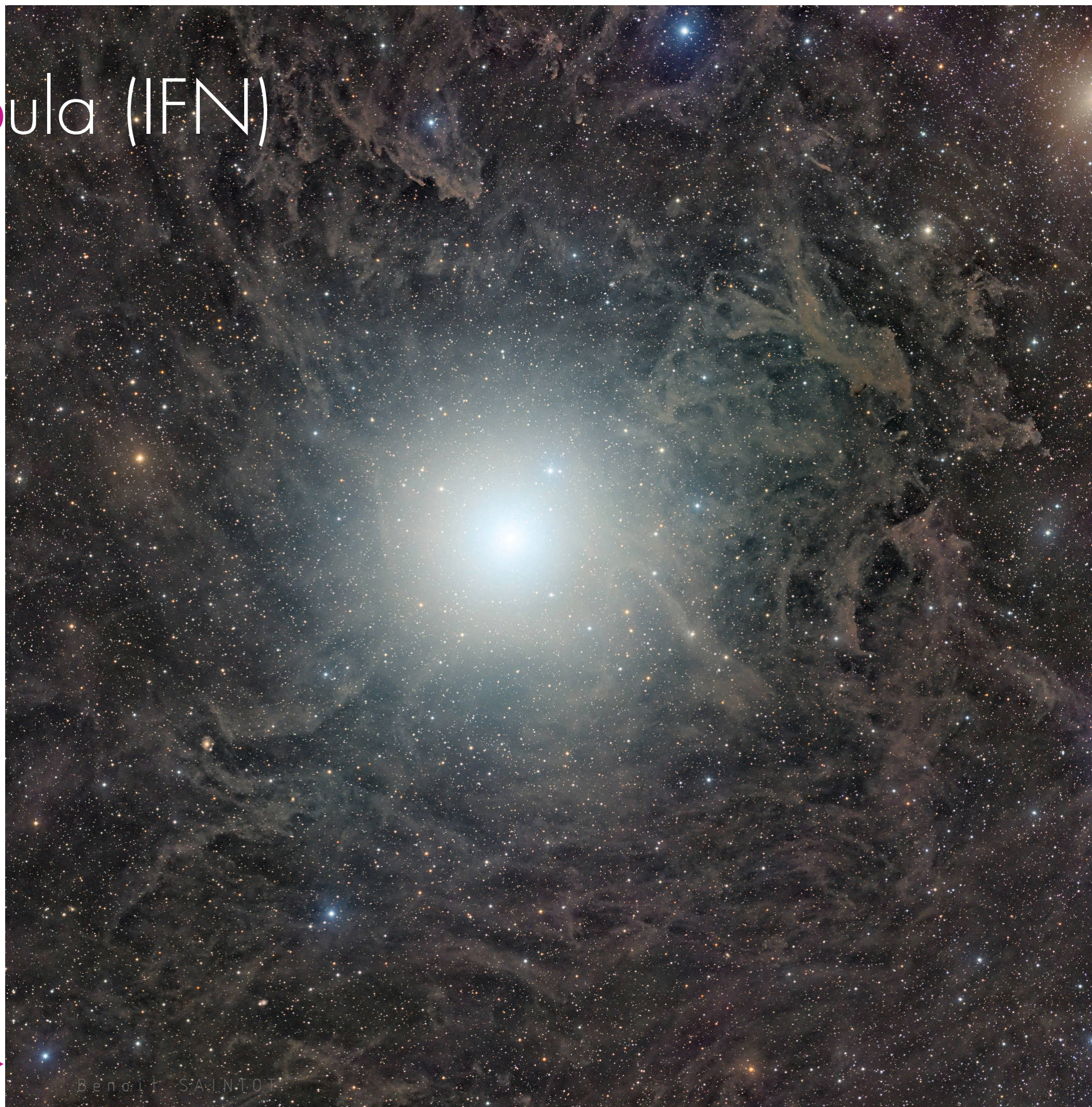
IFN est l'acronyme de Integrated Flux Nebula. Ce sont des poussières extragalactiques, qui forment des structures diffuses (Nebula), illuminées non pas par une étoile proche, mais par l'ensemble du flux lumineux (Integrated Flux) des étoiles de notre galaxie, la Voie Lactée. Ces poussières se différencient donc des poussières interstellaires (ISM) que l'on trouve au sein de notre propre galaxie, par exemple entre les Pléiades et les Hyades. Ces dernières sont illuminées par les étoiles qui en sont proches, alors que les IFN, puisqu'elles se situent en périphérie de notre galaxie, se situent bien trop loin pour être illuminées par une étoile. Elles ne le sont que par l'ensemble du flux lumineux de notre Voie Lactée. Une image de l'ensemble des poussières de notre galaxie, réalisée par le télescope IRAS et le satellite COBE (voir photo 3) illustre bien la localisation des IFN en périphérie de la Voie Lactée, bien plus éloignées des étoiles que celles qui se trouvent à l'intérieur du plan galactique (les ISM, donc...).

D'où leur vient cette lumière ?

La couleur légèrement bleutée que Steve Mandel tirait de ses premières photos aurait pu laisser penser à une simple diffusion de la lumière par ces poussières (le bleu, par sa longueur d'onde plus faible, étant beaucoup plus diffusé que le rouge). Mais l'analyse plus poussée de celles-ci, grâce à des filtres spécifiquement conçus pour cette occasion, mettra clairement en évidence une forte

1. Mandel-Wilson 1 ▶

Lunette Takahashi FSQ 106. 14h de poses en LRGB. Photo Benoît Saintot.





◀ 2. La photographie, en 2004, sur laquelle Steve Mandel remarque la présence de ces poussières extragalactiques. Lunette Takahashi FSQ-106 et caméra SBIG 11000. 4h 20 d'exposition. Photo Steve Mandel.

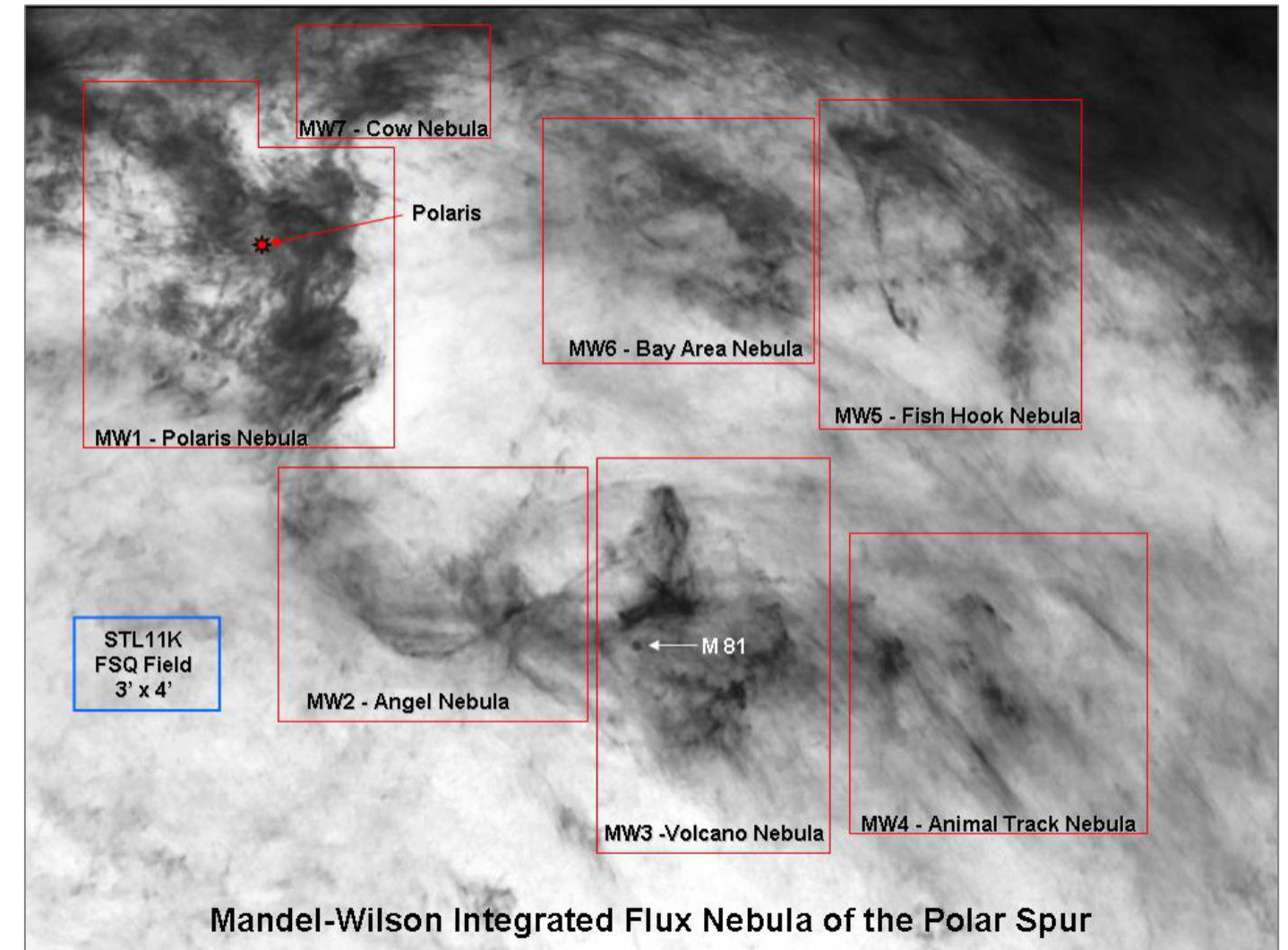
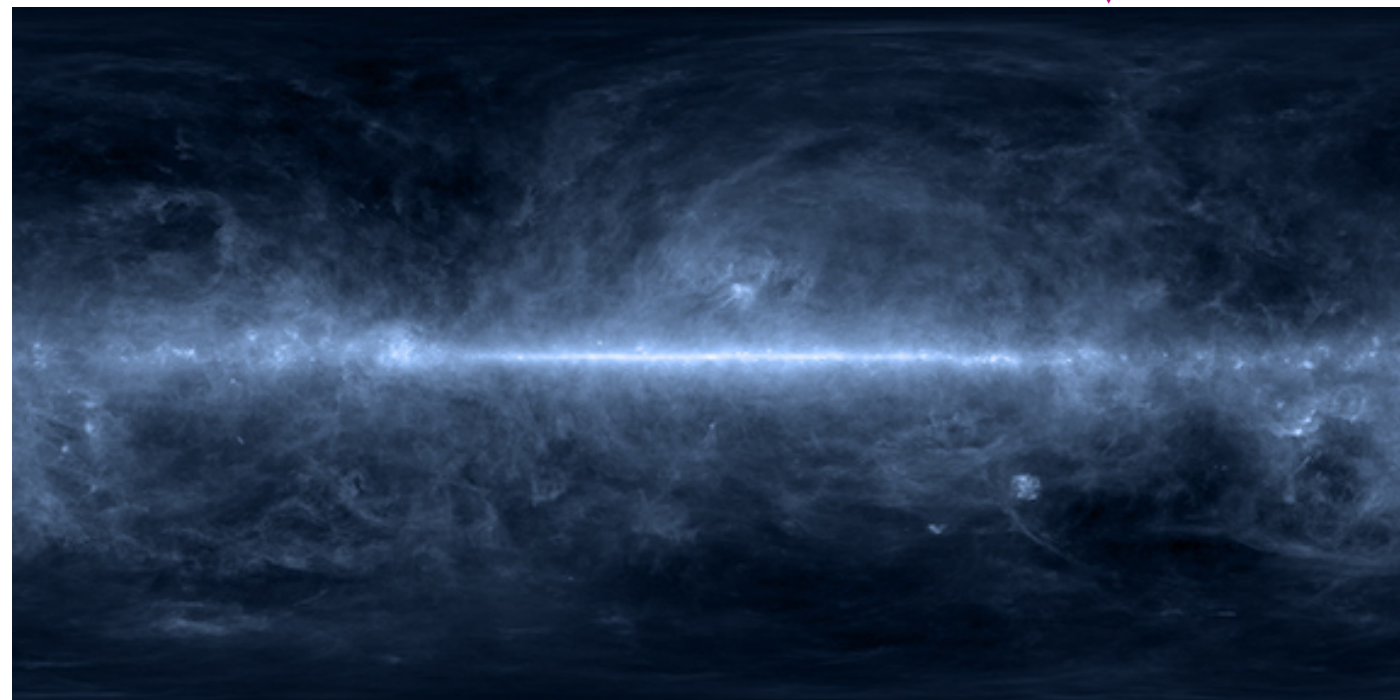
émission étendue dans le rouge (ERE), de 500 à 1000nm, ainsi qu'une émission plus localisée dans le bleu. Ces analyses suggèrent que ces poussières péri-galactiques soient composées majoritairement d'Hydrogène et de Monoxyde de Carbone. L'hypothèse est donc que le rayonnement visuel et UV provenant de l'ensemble du flux lumineux de la Voie Lactée éclaire mais aussi excite ces poussières, qui réémettent à leur tour cette énergie sous forme de rayonnement à des longueurs d'ondes plus proches du spectre visible (phénomène de Fluores-

cence), pour leur donner cette douce teinte brune aux reflets à peine bleutés. D'un point de vue quantitatif, la majeure partie de leur lumière provient de cette émission dans le rouge/infrarouge (ERE), la part de diffusion dans le bleu étant assez faible. Les IFN ne sont donc pas simplement éclairées, elles brillent bel et bien, au milieu d'un désert situé à plus de 300 années lumières des frontières de notre galaxie, excitées par le flux lumineux de toute la Voie Lactée.

Où sont-elles situées ?

La cartographie des poussières par IRAS et

3. Localisation des poussières de la Voie lactée imagée grâce au télescope IRAS et au satellite COBE.



COBE, présente une forte corrélation avec celle du champ magnétique de notre galaxie. Les IFN semblent donc se positionner le long des lignes de champ de celle-ci. Certes... Mais pour nous, astronomes amateurs, concrètement, où les chercher ? Elles se retrouvent majoritairement autour des pôles Nord et Sud galactiques, plus faciles à localiser avec un logiciel de planétarium. Steve Mandel entreprendra le projet UNP ("Unexplored Nebula Project"), afin de tenter de les cartographier. En débutant par celles autour de M81, sa première découverte, il en identifiera plusieurs, et l'on compte 9 IFN bien identifiées, de Mandel-Wilson 1 à MW9 (voir photo 4). Ainsi, la région qui s'étend de la polaire à M81 se révèle être une immense région de plus de 20°, peuplée de ces lueurs ténues. On peut imaginer en trouver quelle que soit la direction visée. Cependant, la luminosité des objets de notre voie lactée les noiera souvent dans le résultat final, mieux vaut donc viser des latitudes galactiques assez élevées, afin de traverser le moins de voie lactée possible.

Comment les photographier ?

Les IFN ne sont assurément pas un objet facile à photographier. Pourtant, elles ne sont pas inaccessibles non plus, pour peu que l'on respecte certaines précautions. Ces poussières sont si faibles que leur principal ennemi pour les photographier va être le bruit. Tout doit donc viser à s'en éloigner, à commencer par le bruit de la pollution lumineuse. Sans avoir à voyager jusqu'en Namibie, un ciel de Bortle 4,5 vous permettra déjà d'en faire de belles photos (comme celle-ci, de MW2 dans l'Oise, en Picardie, à 60km de Paris). Ensuite, le temps de pose est primordial, surtout avec un capteur moyennement sensible. C'est bien simple : Accumulez le plus de temps de pose possible ! Avec un très bon capteur refroidi de type IMX 571 et un instrument ouvert à f/5.5, vous pouvez commencer à en révéler sur les régions les plus denses en 5h, comme on le voit là encore sur l'image de Mandel-Wilson 2 (Angel Nebula, voir photo 5). Idéalement, cumulez à minima toute une nuit. Si votre champ comporte un objet

▲ 4. Adaptation en négatif d'une image IR de poussières obtenue par D.J. Schlegel, D.P. Finkbeiner, et M Davis. Crédit : S Mandel.



très lumineux, combinez des temps d'exposition différents, cela vous sera très utile au traitement. Enfin, côté matériel, optez pour du grand champ ($>3^\circ$), un capteur très sensible, ainsi qu'un instrument bien ouvert (en-deçà de $f/6$). Un APN défilé assez récent, au bruit de lecture très faible, équipé d'un objectif très lumineux de focale typique 135mm peut également donner de très bons résultats, attention cependant au bruit thermique. Côté filtres, puisque le spectre de ces IFN est assez large, et leur signal très faible, on utilisera des filtres LRGB. Quant aux filtres anti-pollution lumineuse, ils sont à mon avis une mauvaise idée. En effet, la plupart de ces filtres coupent le signal en amont de 450nm (bleu/violet), et entre 550 et 630nm. Il vous restera certes la partie correspondant à l'émission de l'Hydrogène, majoritaire, mais vous aurez perdu néanmoins une partie de l'équilibre du spectre de ces fragiles cirrus galactiques. Mieux vaut donc partir en quête de cieux moins pollués.

Il sera enfin important de prendre des flats et des darks de qualité, afin que ces faibles lueurs ne soient pas perdues dans du gradient, du bruit, de l'ampglow, etc...

Côté traitement...

Les IFN sont un objet délicat à traiter en imagerie. Difficile de donner un workflow magique, il nécessitera d'être adapté à chaque configuration. Mais d'une manière générale les points suivants me paraissent être incontournables :

- Consacrer du temps au retrait de gradient. Les IFN sont parfois si faibles qu'elles seront difficiles à distinguer d'un gradient. Des flats de qualité seront à ce titre indispensables. L'utilisation d'une image de référence peut vous aider à juger si ce que vous pensez être des IFN en est réellement, ou pas...
- Ne pas trop forcer les outils de déconvolution (BlurXT, etc...) Les IFN restent des objets aux structures diffuses, et aux variations de contraste local faibles. Il faut absolument s'arrêter avant l'apparition d'artefacts.
- De même, la réduction de bruit ne doit pas être trop forte, au risque de faire disparaître vos délicates poussières extragalactiques dans un magnifique effet de toile cirée...
- Le passage en Starless et des montées d'histogramme différenciées IFN / étoiles seront indispensables. En effet,

▲
5. MW-2 (Angel Nebula)
*Lunette FRA 400 et
caméra ASI2600 MM. 5h
d'intégration sous un ciel
Bortle 4,5. Photo Benoît
Saintot.*

la différence de signal entre les IFN et les étoiles est telle que ces dernières vont être complètement saturées si on leur applique le même étirement qu'aux IFN.

- Dans le même but, il est judicieux de combiner des temps d'exposition différents afin de ne pas saturer les objets les plus lumineux comme de petites galaxies en arrière-plan, et de créer ainsi une image "HDR". À défaut, l'utilisation de masques vous permettra de les préserver.
- Concernant la colorimétrie, nous avons vu que les IFN émettaient très faiblement dans le bleu ainsi que dans un domaine rouge étendu. Il doit en résulter une teinte grise assez neutre, aux reflets légèrement... marrons ou à peine bleutés. Par contre, les poussières interstellaires (ISM) doivent, elles, posséder une composante bleue plus marquée, de par leur diffusion du bleu (c'est ce que l'on remarque sur la photo de Polaris).

- Conséquence de ce dernier point, la couleur de l'image ne sera portée quasiment que par vos étoiles et leur halo. Il faudra donc veiller dans l'étirement des étoiles, à bien conserver une information de couleur (aSinh ou GHS en mode couleur sur Pixinsight par exemple), sans aboutir à un résultat artificiel.

Pendant tout votre traitement, gardez présent à l'esprit que ces IFN sont des objets diffus, en arrière-plan de toutes les étoiles qui illuminent votre cliché, mais en amont des galaxies. Tentez de donner cette sensation tri-dimensionnelle à vos photons chèrement collectés. Vous vous prendrez alors à réaliser la dimension de ces gigantesques voiles cosmiques qui drapent notre voie lactée d'une fine dentelle de poussières, nous laissant par ses interstices observer la lumière de l'univers lointain.

Un grand merci à Steve Mandel et au Dr Adolf Witt pour leurs réponses à toutes mes questions.

PUB