

# COMMENT PHOTOGRAPHER UNE PLUIE D'ÉTOILES FILANTES ET FAIRE APPARAÎTRE SON RADIANT ?

**Guillaume Poulizac**, professeur de physique-chimie et astrophotographe, association d'astronomie et d'astrophotographie La tête dans les étoiles (Amilly 45), <https://latetedanslesetoiles45.com/>

*Un exemple pratique de manipulation à effectuer, à l'occasion du retour des Perséides en août.*

Sans doute les plus populaires des « étoiles filantes », celles des Perséides d'août dernier ont fait l'objet d'une activité d'observation (dans le cadre de la formation DU ECU<sup>1</sup>) ayant suscité cet article.

Il s'agissait de réaliser un comptage visuel des météores selon un protocole établi par l'IMO (International Meteor Organization). L'observateur doit simplement enregistrer les météores observés (avec un dictaphone ou une feuille de papier) en donnant quelques informations qui permettront ensuite de les classer. La réalisation d'un tel comptage présente un réel intérêt scientifique car elle permet non seulement de confirmer la présence d'un essaim à un endroit et une date précise mais elle permet également aux scientifiques de mieux connaître la structure de la comète dont sont issus tous ces débris, en l'occurrence la comète 109P/Swift-Tuttle découverte en 1862 mais dont la plus ancienne observation de l'essaim remonte en Chine à l'an 36.

Une des premières étapes dans la préparation de la soirée d'observation est la localisation du radiant. Le radiant est le point d'où semblent provenir les étoiles filantes d'un essaim. Pour les Perséides, il se situe comme son nom l'indique à côté de la constellation de Persée. Il m'est alors venu l'idée de photographier toutes les étoiles filantes dans la nuit du 12 au 13 août 2022, au moment du maximum d'activité afin de vérifier la position du radiant, un exercice que je n'avais encore jamais pratiqué, sans doute perfectible, mais dont les résultats obtenus m'ont apporté une réelle satisfaction.

## Observation à l'œil nu

Comptage durant une session, d'une heure par exemple, en relevant :

- la direction (NNW vers SSE)
- l'éclat (estimation de la magnitude selon le protocole de l'IMO)
- la couleur (jaune, blanc...)
- la durée de passage (bref, long, x secondes...)

Exemple de session d'observation : 4 h 08 à 4 h 54 (en heure légale)

- Hauteur du radiant : 34°
- Hauteur de la Lune : 25°

N	Magnitude	Perséides	Direction	Description	Heure
1	0	OUI	Cassiopee SO	Petite	4h19
2	2	NON	Cassiopee N	Petite	4h18
3	-3	OUI	Persée NE	Très longue	4h26
4	0	OUI	Persée E	Très longue	4h28
5	2	OUI	Cassiopee O	Petite	4h31
6	0	OUI	Taureau E	Petite	4h32
7	-3	OUI	Pégase S	Longue	4h32
8	0	OUI	Persée NO	Petite	4h33
9	2	NON	Pégase N	Petite	4h36
10	2	OUI	Persée E	Petite	4h37
11	2	NON	Cassiopee N	Petite	4h41
12	3-4	NON	Cassiopee N	Petite	4h44

N.B. 1 : un entraînement à l'observation est bienvenu, notamment en estimant l'éclat des météores par rapport à la magnitude d'étoiles voisines.

N.B. 2 : les accros peuvent peaufiner les observations, voire présenter un rapport à l'IMO après inscription gratuite.

## Photographie

Voici un protocole permettant de produire vous-même une image contenant de nombreux météores à partir de plusieurs photos unitaires :



Fig.1. Photo unitaire contenant une seule étoile filante.

1 DU ECU : Diplôme Universitaire Explorer et Comprendre l'Univers.

## Le matériel nécessaire

La réalisation de cet exercice est possible avec des *moyens simples* : un appareil photo numérique sur trépied, peut-être même avec un smartphone (mais je n'ai jamais eu l'occasion de tester). Il faut pouvoir déclencher automatiquement et en continu les photos. Certains appareils récents proposent cette fonction, pour les plus anciens il faudra un déclencheur externe.

Pour les *photographes les plus équipés*, une monture équatoriale simplifiera grandement le cadrage et permettra de ne pas limiter la durée de la session, soit toute la nuit si on le souhaite. Elle permettra également d'avoir des étoiles bien rondes et ponctuelles.

### Matériel minimum recommandé

- Trépied (ou monture équatoriale).
  - Appareil photo numérique avec réglage manuel (ouverture, temps d'exposition et sensibilité en ISO).
- Format d'image RAW (Siril traite aussi les jpg et les bmp).
- Déclencheur externe.

## Paramètres de prise de vue

Le choix le plus simple est celui de l'ouverture, plus elle sera grande (et donc le nombre d'ouverture sera petit), plus il y aura de lumière sur le capteur. Avec de grandes ouvertures les objectifs photo présentent des défauts (vignettage, aberration chromatique...) mais le but de l'opération est d'enregistrer le plus de lumière possible et de déceler les étoiles filantes les moins lumineuses. Pour un objectif d'entrée de gamme, elle sera en général de f/3.5.

Pour la sensibilité, il faut déterminer celle qui est la plus adaptée à son appareil. Le but est d'amplifier le signal des étoiles et étoiles filantes pour les rendre plus visibles sans trop amplifier la luminosité du ciel : c'est le rapport signal/bruit. Augmenter la sensibilité amplifie le signal mais aussi le bruit et n'augmente pas la quantité de lumière qui arrive sur le capteur. L'utilisation d'un filtre généraliste antipollution lumineuse permettrait d'augmenter le rapport signal/bruit en supprimant une partie de la lumière générée par les éclairages publics mais il n'est pas indispensable. Il est plus facile de se déplacer en campagne... Une valeur standard est 800 ISO<sup>2</sup>.

Enfin, le temps d'exposition est le plus difficile à déterminer, il doit :

- être suffisamment court pour bien visualiser les étoiles filantes sans les noyer dans la luminosité du ciel<sup>3</sup> et pour obtenir des étoiles assez rondes en vue

de leur alignement ;

- être suffisamment long pour ne pas se retrouver avec plusieurs milliers d'images en fin de nuit.

Pour la photographie sur trépied, le choix du temps d'exposition est primordial. Il dépend de plusieurs facteurs : la focale, la taille des photosites du capteur numérique et la déclinaison de l'objet photographié. Il conviendra donc de choisir la focale la plus petite possible ce qui permettra un temps d'exposition plus long mais également de photographier un champ de ciel plus important. La taille des photosites dépendra de votre matériel. La déclinaison imposera la durée maximale d'exposition. Pour les Perséides, la déclinaison est de 58° environ, pour un Canon EOS 60D avec un objectif de 15 mm, la durée d'exposition théorique est d'environ 8 s. Il est évidemment possible en pratique de dépasser cette valeur en effectuant des essais préalables, l'important étant de ne pas voir apparaître de trop importants filés étoiles<sup>4</sup>. Si vous disposez d'une monture équatoriale vous vous affranchissez de cette limite de durée d'exposition car en dessous d'une minute, avec une bonne mise en station, l'erreur périodique est négligeable.

### Ma configuration

- Canon EOS 60D avec objectif Canon 15-85 mm IS USM f/3.5-5.6.
- Déclencheur externe.
- Monture équatoriale Skywatcher AZ-EQ6.
- Résistance chauffante pour éviter d'écourter la séance par la buée se formant sur la lentille frontale de l'objectif.
- Alimentation externe pour l'appareil photo.
- Carte SD de 128 Go.

### Mes réglages

- **Focale** : 15 mm (pour obtenir le champ le plus grand possible).
- **Ouverture** : f/3.5 (la plus grande ouverture possible).
- **Temps d'exposition** : 20 s (un premier essai à 60 s s'est avéré désastreux car aucune étoile filante n'était visible, une durée plus courte aurait peut-être été meilleure mais sur une nuit j'ai enregistré près de 1000 images... il faut penser au traitement et à l'espace colossal occupé par tant d'images lors du traitement !).
- **Sensibilité** : 800 ISO.

### Protocole expérimental (à adapter) :

- Installer l'appareil sur le trépied (ou faire la mise en station si utilisation d'une monture équatoriale).
- Régler l'appareil : 15 mm ; f/3.5 ; 20 s ; 800 ISO.
- Pointer le ciel pour réaliser la mise au point.
- Choisir le cadrage final en anticipant le mouvement du ciel.
- Bloquer le déclencheur externe pour la réalisation d'images en continu.

4 Ces essais permettront également de vérifier que l'on n'a pas laissé trop monter le fond de ciel.

<sup>2</sup> Un exemple pour affiner les réglages :

<https://www.astrophotography.app/EOS.php>

<sup>3</sup> Pour que la nuit soit bien noire, évitez la présence de la Lune et attendez la fin du crépuscule astronomique si possible.

### Remarques pratiques

Utiliser le mode rafale permet de réduire le délai entre deux images, même en pose longue.

Penser à bloquer la bague de mise au point avec un adhésif et également le zoom de l'objectif avec un gros élastique !

Réaliser la mise au point avec le LiveView en essayant d'obtenir les étoiles les plus fines possibles.

## Traitement des images

Les images seront traitées avec le logiciel Siril<sup>5</sup>. Le traitement d'image proposé dans cet article est très simplifié pour être accessible aux débutants mais de nombreux tutoriels sont disponibles sur internet pour des utilisations plus avancées, notamment pour la réalisation d'images calibrées (avec dark, flat et offset).

Le logiciel est divisé en deux : la partie gauche de visualisation et la partie droite de prétraitement avec les onglets « Conversion », « Séquence », « Alignement » et « Empilement » nécessaires.

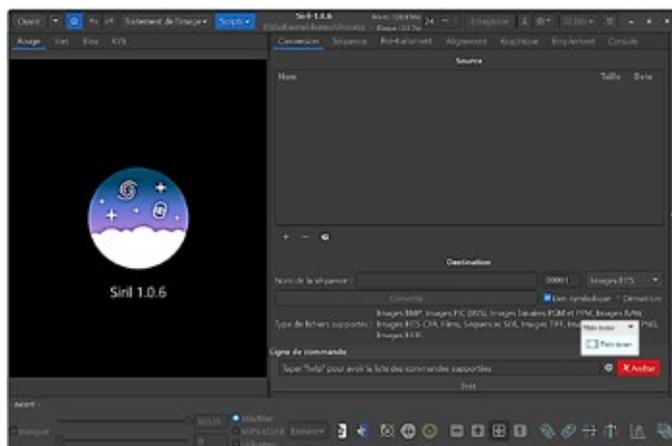


Fig.2. Fenêtre principale du logiciel Siril.

Après avoir téléchargé et installé Siril, créer sur le bureau de Windows un dossier nommé « Process » dans lequel il faut déposer, dans un sous-dossier, les photos originales. Relier le logiciel au dossier « Process » en cliquant sur l'icône en forme de maison sur fond bleu (en haut et à gauche). Le chemin du dossier apparaîtra en haut de la fenêtre du logiciel.

L'ensemble des fichiers générés pendant le traitement apparaîtra dans le dossier « Process ».

### Étape 1 : Conversion de la séquence d'images en format .FIT

Le .FIT est le format d'image standard utilisé en astronomie. Dans l'idéal il faudrait utiliser des fichiers photos brutes .RAW (.cr2 chez Canon, .nef chez Nikon...)

à convertir en .FIT mais le processus fonctionne tout de même avec des fichiers .JPEG.

Choisir l'onglet « Conversion » puis ajouter les fichiers à convertir en cliquant sur le petit « + » en bas de l'onglet. Indiquer « Brutes » dans « Nom de la séquence », sélectionner l'option « Dématriker » pour obtenir une image en couleurs, et ne changer aucun des autres paramètres puis cliquer enfin sur « Convertir ».

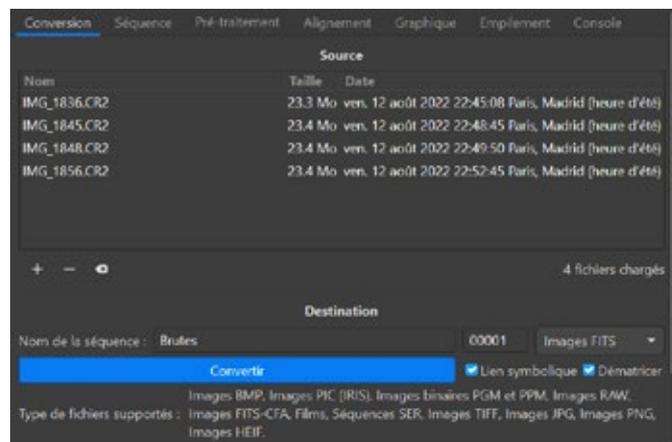


Fig.3. Réglages de l'onglet « Conversion ».

La première image de la séquence s'affiche dans la fenêtre de gauche. Pour visualiser l'image en couleurs et pour la suite du traitement choisir RVB dans les onglets situés au-dessus de l'image (ajuster au besoin les seuils de visualisation avec les deux curseurs en bas de l'écran et laisser en linéaire).

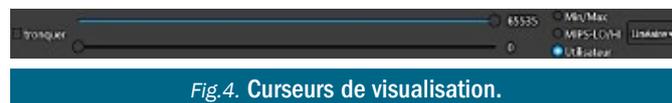


Fig.4. Curseurs de visualisation.

Il se peut que cette image soit marquée d'un fort gradient, si la photo est prise proche de l'horizon, peu après le coucher du Soleil ou si la Lune est présente. Dans ce cas il est conseillé de suivre l'étape 3 après avoir réalisé l'alignement des images.

### Étape 2 : Alignement des images

L'alignement est une étape indispensable avant d'additionner les hautes lumières de toutes les images car il permet de calibrer la position des étoiles de toutes les photos par rapport à une image de référence.

Pour cela, choisir l'onglet « Alignement », veiller à bien choisir « alignement global (ciel profond) », ne modifier aucun autre paramètre et cliquer sur « Aligner ». L'alignement se fait sur l'image avec le plus petit FWHM (Full Width at Half Maximum) qui est un indicateur de mise au point.

<sup>5</sup> Logiciel gratuit et entièrement capable de prétraiter et de traiter des images astronomiques (<https://siril.org/fr/>)

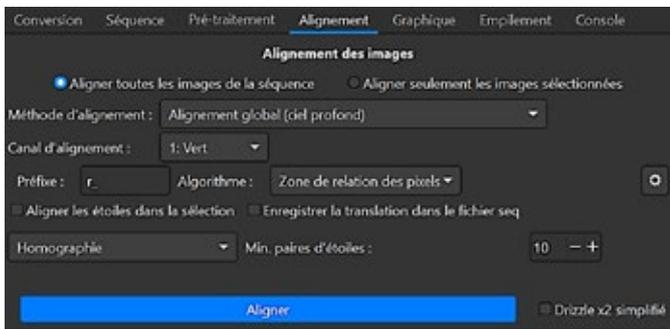


Fig.5. Réglage de l'onglet « Alignement ».

### Étape 3 : Correction du gradient de l'image

Cette étape est facultative mais elle augmente nettement la qualité du résultat final.

Cliquer sur le menu traitement de l'image situé en haut de la fenêtre, à côté de la maison sur fond bleu et choisir « Extraction du gradient ». Utiliser la méthode d'interpolation « Polynomiale » d'ordre 1 puis cliquer sur « Générer ». L'image devrait se couvrir intégralement de carrés rouges, si ce n'est pas le cas, augmenter la « Tolérance de la grille ». Laisser la correction sur « Soustraction » puis cliquer sur « Calculer le gradient ».

Une image corrigée s'affiche à l'écran. Si le résultat est satisfaisant, cocher « Appliquer à la séquence » puis sur « Appliquer ».

### Étape 4 : Empilement des images

L'empilement permet d'ajouter toutes les informations des différentes images pour en créer une seule et unique. En général les astrophotographes utilisent cet empilement pour ajouter la lumière captée pendant plusieurs heures de pose et augmenter la qualité. On l'utilise un peu différemment ici pour ajouter les hautes luminosités sans perdre d'informations.

Pour cela, dans l'onglet « Empilement » choisir la méthode d'« Empilement du pixel maximum ». Le nom du fichier .FIT final généré est indiqué en bas de l'onglet. Cliquez sur « Débute l'empilement ».

### Étape 5 : Amélioration et enregistrement de l'image

Replacer les curseurs de réglage des seuils de visualisation aux valeurs extrêmes (Min/Max) puis dans le menu « Traitement de l'image » choisir « Transformation de l'histogramme ». Ajuster la luminosité de l'image pour lui donner plus de contraste. Pour cela déplacer la flèche gauche (noire) et la flèche droite (blanche) de manière à

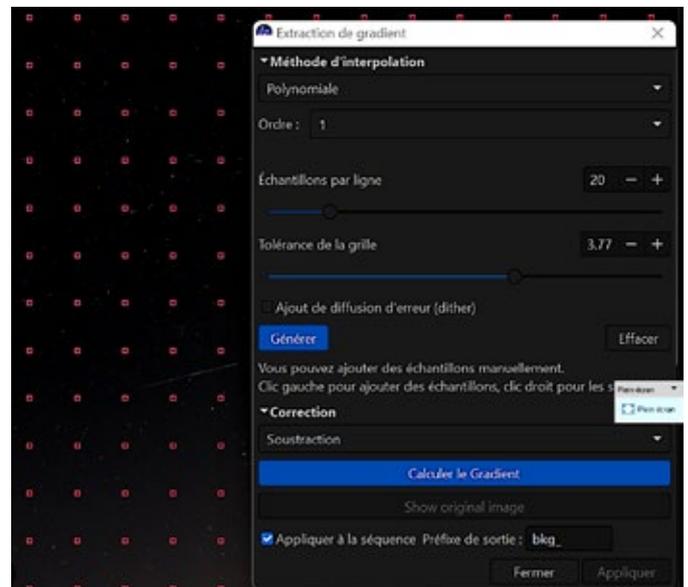


Fig.6. Réglage de « l'Extraction de gradient ».

bien encadrer l'histogramme sans trop les resserrer pour éviter une saturation de l'image<sup>6</sup>. La flèche du milieu permet de modifier la courbe de réponse de l'histogramme. Cliquer sur « Appliquer ».

Lorsque l'image est terminée, réaliser un clic droit sur la photo et l'enregistrer dans le format souhaité : elle apparaîtra dans le dossier « Process ». L'image obtenue contient un grand nombre de lignes : météores appartenant ou non aux Perséides, traces d'avions ou de satellites...

### Image finale et exploitation

La suite est simple, on ouvre l'image précédente dans un logiciel permettant de tracer des lignes (Paint convient très bien). Tracer des lignes dans la continuité de toutes les traces de l'image avec deux couleurs différentes : une pour les Perséides et une pour les autres traces. Avec suffisamment de météores on devrait pouvoir positionner le radiant des Perséides.

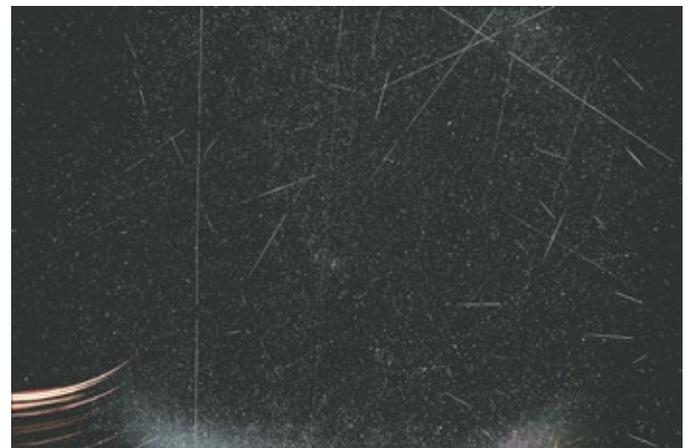


Fig.7. Image finale après empilement.

<sup>6</sup> Il est également possible d'utiliser l'auto-ajustement (bouton avec une roue dentée sous l'histogramme).

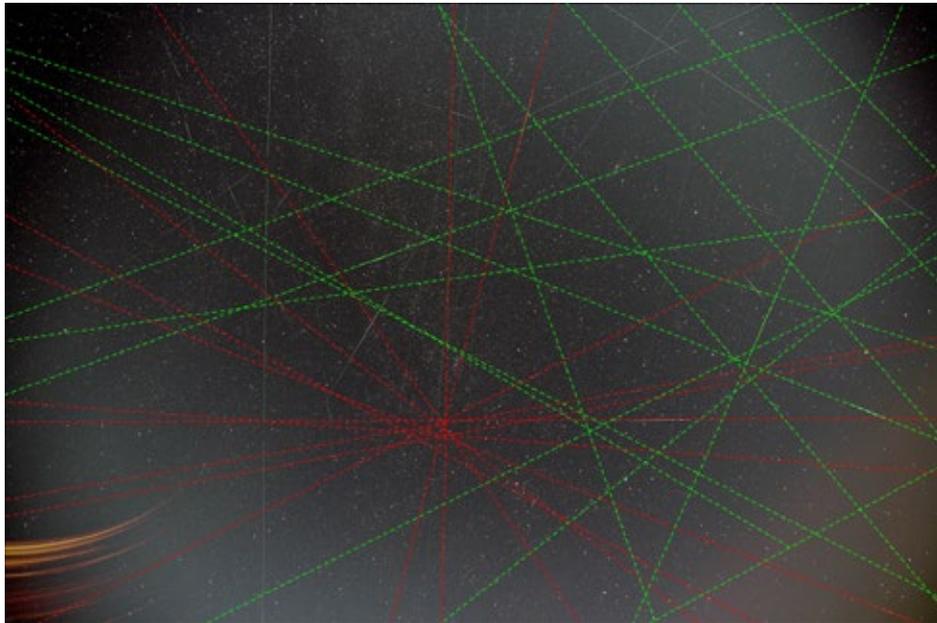


Fig.8. Détermination de la position du radiant.

## Image obtenue avec un traitement d'image avancé

Voici l'image que j'ai obtenue après un traitement d'image complet : calibration des images (offset, dark, flat), sélection des images sans arbres pour réaliser un joli fond de ciel, extraction du gradient, utilisation de calques...

En observant cette image avec attention j'ai ajouté, en plus de la détermination du radiant des Perséides, les constellations visibles dans le champ et j'ai identifié quelques objets du ciel profond dont la célèbre galaxie d'Andromède M31.



Fig.9. Mon image finale.

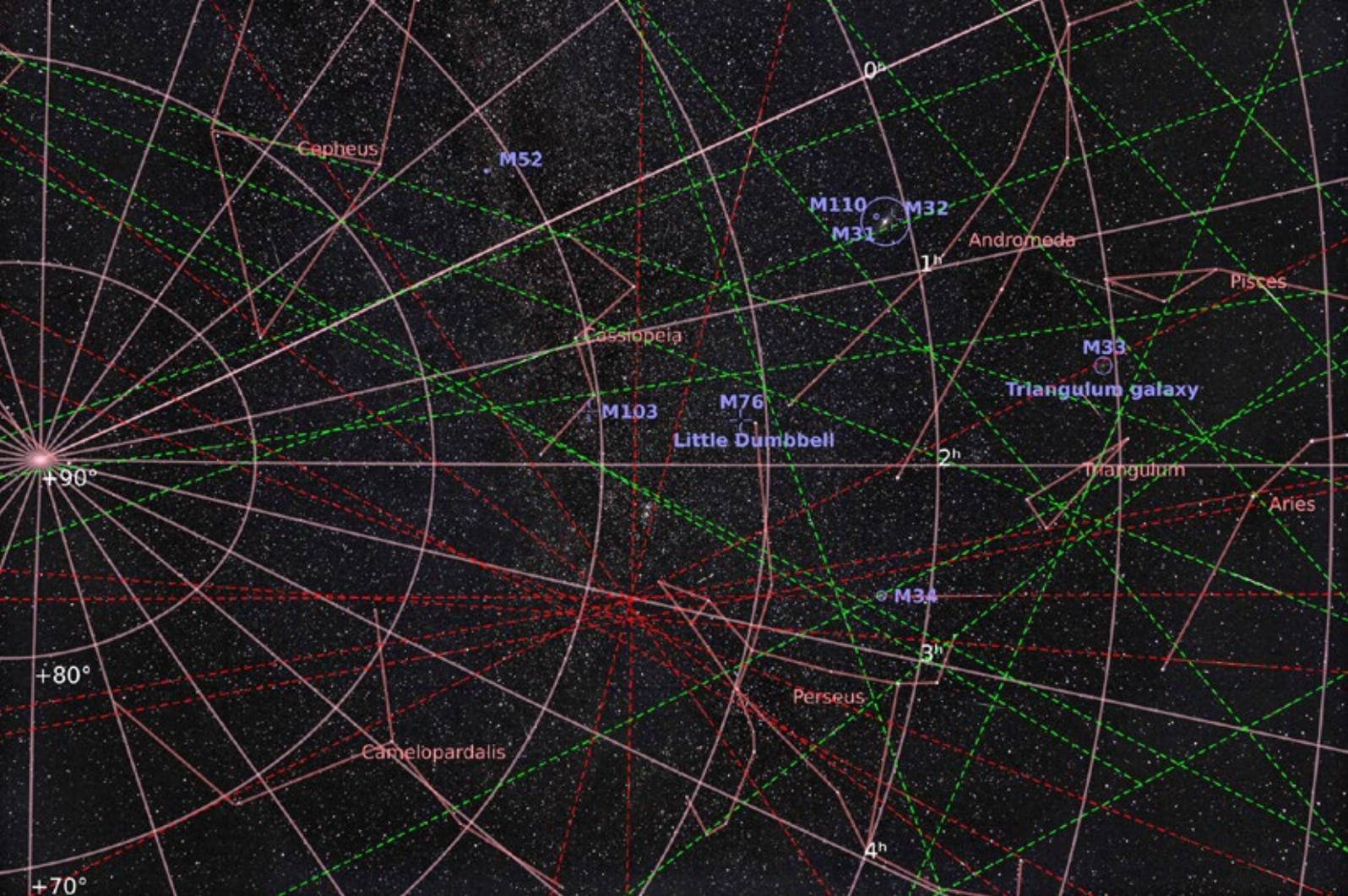


Fig.10. Détermination de la position du radiant et annotations.

L'IMO donne comme position du radiant des Perséides  $48^\circ$  d'ascension droite (soit 3 h 12 min) et  $58^\circ$  de déclinaison.

Shower	Activity	Maximum Date	Maximum $\lambda_\odot$	Radiant $\alpha$	Radiant $\delta$	$V_\infty$ km/s	$r$	ZHR
Perseids (007 PER)	Jul 17–Aug 24	Aug 13	$140^\circ 0$	$48^\circ$	$+58^\circ$	59	2.2	100

Fig.11. Les prévisions de l'International Meteor Organisation pour les Perséides en 2022. En comparant ces valeurs de l'ascension droite et de la déclinaison avec la grille de l'image de la figure 10, nous constatons que la position correspond bien aux prédictions ( $\alpha$  légèrement inférieur à  $60^\circ$  et  $\delta \approx 3,2$  h).

## Conclusion

Cette année, malgré la pleine Lune le spectacle était moindre mais au rendez-vous. Nos observations ont confirmé les prédictions relatives au nombre de météores observables par heure. Théoriquement nous aurions pu observer 100 météores par heure dans des conditions idéales. Avec la présence de la Lune, nous n'en avons compté qu'environ 10 par heure. La pollution lumineuse a sans doute eu également un impact non négligeable sur notre comptage.

En août prochain, l'observation des Perséides vers leur maximum, les 12 et 13 août, ne pâtira pas de l'éclat de la pleine Lune contrairement à l'été dernier. Celle-ci ne se lèvera qu'à environ 3 h du matin, vous profiterez donc d'une magnifique nuit bien noire de 23 h à 3 h.

Informations complémentaires :

Tutoriels pour apprendre à compter les étoiles filantes : <https://www.vigie-ciel.org/2022/08/05/campagne-observation-des-perseides/>

Protocole de l'IMO pour l'observation (parcourir le menu pour accéder à toutes les informations) : <https://www.imo.net/observations/methods/visual-observation/major/>

**Remerciements** : Barbara de Brito avec qui j'ai réalisé ces activités, Gérard Hess pour m'avoir encouragé, à tous deux pour leurs remarques.