

Démarrage rapide

De l'image brute au spectre calibré
en quelques clics

Le principe

Vous disposez de quelques images brutes du spectre d'une étoile fraîchement acquises au télescope, en basse résolution. Vous n'avez ni Dark, ni Offset, ni Flat-Field — autrement dit, aucun DOF.

Ce guide montre comment obtenir la courbe spectrale étalonnée de cette étoile en quelques instants et quelques clics, tout en déterminant simultanément la loi d'étalonnage en longueur d'onde et la réponse instrumentale de votre équipement.

Nous terminerons par le traitement d'une supernova, aussi simplement que nous l'avons fait pour une étoile proche.

Avant de commencer

Ce guide est volontairement orienté vers la pratique. Nous allons partir d'images FITS brutes et suivre le chemin complet jusqu'au spectre calibré.

Ce que nous allons faire

1. choisir les images à traiter ;
2. indiquer à SpecINTI où elles se trouvent ;
3. définir la zone du spectre ;
4. identifier le type spectral de l'étoile ;
5. calculer la calibration spectrale et la réponse instrumentale ;
6. traiter ensuite d'autres spectres avec ces informations.

Les données de l'exemple

Les données utilisées dans ce guide peuvent être téléchargées [ici](#). Décompressez simplement l'archive avant de commencer.

L'étoile choisie est **79 Cyg**, de type spectral A0V. Les images sont nommées `79cyg-1.fits`, ..., `79cyg-5.fits`.

1 Les fichiers à traiter

Nous traitons en priorité le spectre d'une étoile chaude de type spectral A. Nous verrons plus loin pourquoi ce choix est particulièrement adapté. Les données peuvent avoir été acquises avec un Alpy 600, un UVEX4, un Star'Ex LR (ou BR), un TinyStar'Ex (TSE), ou tout autre spectrographe, à condition que l'ensemble du spectre visible soit couvert.

Les images du spectre de l'étoile doivent être regroupées dans un dossier de votre ordinateur. À titre d'exemple, nous supposons que le chemin de ce dossier est :

`E:/spectro/antibes_TSE_20260906/`

***Note :** Prenez l'habitude de définir un protocole de nommage pour vos dossiers et vos fichiers, et tenez-vous-y. Dans notre exemple, le nom du dossier indique que les observations ont été réalisées dans la région d'Antibes (06), avec un spectrographe TSE (TinyStar'Ex), le 6 septembre 2026. Vous êtes bien sûr libre d'adopter le protocole de nommage qui vous convient le mieux.*

Vous pouvez télécharger les données utilisées dans cet exemple **en cliquant ici** (dézippez ensuite le contenu de ce fichier d'archive).

L'objet observé est l'étoile **79 Cyg**.

Les images sont au format FITS et sont nommées : 79cyg-1.fits, ..., 79cyg-5.fits, dans l'ordre de leur acquisition.

L'astre qui illustre cet exemple n'est pas choisie au hasard. Il s'agit d'une étoile de type spectral A, plus précisément de type A0V. SpecINTI exploite les caractéristiques spectrales de ce type d'étoile pour étalonner l'instrument. Deux opérations sont notamment réalisées : la recherche de la **loi d'étalonnage spectral**, qui établit la relation entre les pixels de l'image et les longueurs d'onde, et la détermination de la **réponse instrumentale**, qui caractérise la réponse de l'instrument au flux lumineux incident en fonction de la longueur d'onde.

Le choix d'une étoile de ce type n'est nécessaire que lors de la phase d'étalonnage. Pour le traitement de routine, toutes les catégories de spectres : étoiles, galaxies, nébuleuses, comètes, ..., peuvent bien entendu être traitées.

2 Installez et lancez le programme SpecINTI

L'adresse officielle du site SpecINTI **est ici** (cliquez pour aller au lien).

Vous pouvez y télécharger gratuitement le programme et les fichiers annexes avec le choix de l'environnement (Windows, macOS, Linux). Décompressez le fichier téléchargé dans le dossier de votre choix (il devient le dossier de l'application). Le nom du programme est **specinti.exe**. Vous pouvez copier un raccourci de celui-ci sur le bureau de votre ordinateur.

Pour une description complète de l'interface et son usage consultez le **manuel utilisateur** (cliquez pour l'ouvrir).

Lancez le programme (au premier lancement, l'ouverture sera sûrement un peu lente, les choses iront bien plus vite lors des ouvertures suivantes).

Normalement, l'interface doit apparaître telle qu'elle est présentée à la figure 1. Il s'agit de l'interface dite « standard » du logiciel. Si vous ne voyez pas l'inscription **CALIBRATION LR** dans la partie supérieure de la fenêtre, cliquez sur le bouton « Revenir à la calibration », situé tout en bas.

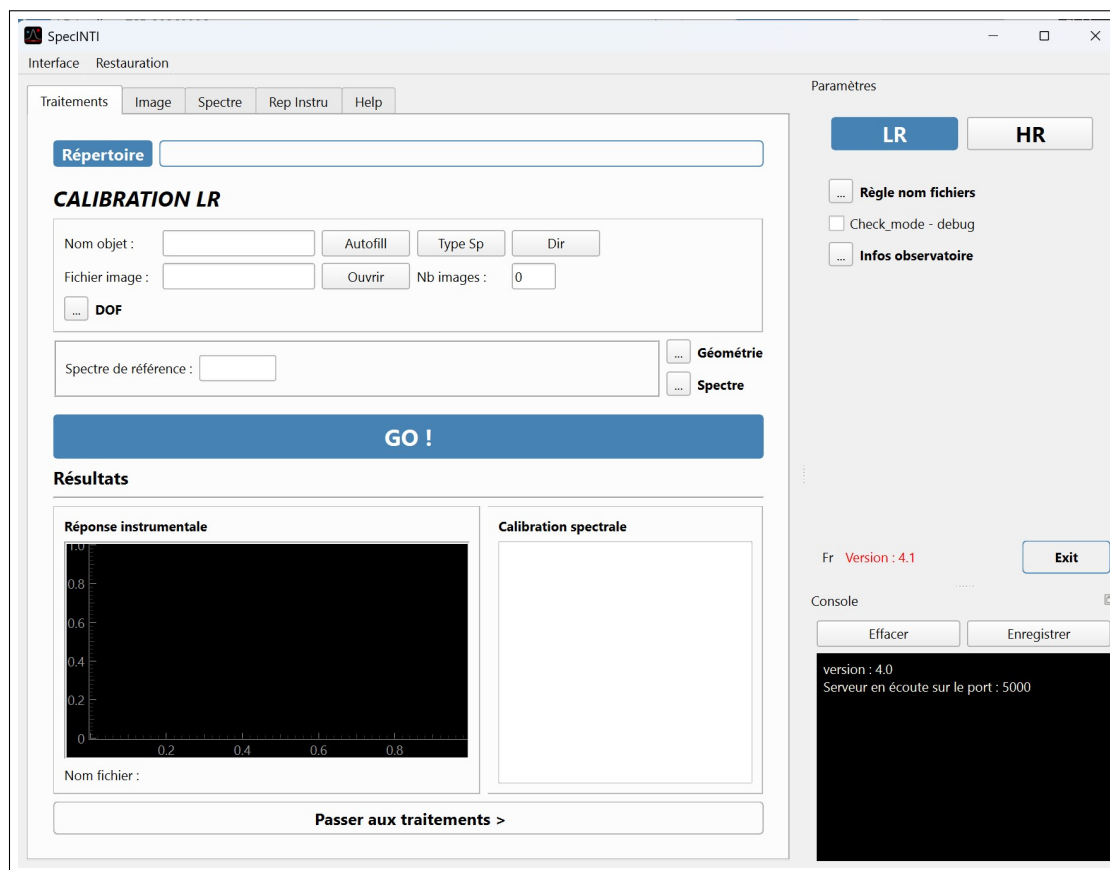


Figure 1. Aspect de l'interface SpecINTI au démarrage.

3 Sélectionnez le dossier de travail

Le dossier de travail est celui dans lequel vous avez copié les données de votre observation. Vous devez indiquer au logiciel le chemin de ce dossier. Dans notre exemple, il s'agit de :

E:/spectro/antibes_TSE_20260906/

Cliquez sur le bouton « Répertoire », situé dans la partie supérieure de l'interface. Dans la boîte de dialogue qui s'ouvre, naviguez jusqu'au dossier choisi, puis sélectionnez-le. Le résultat doit ressembler à celui présenté à la figure 2.

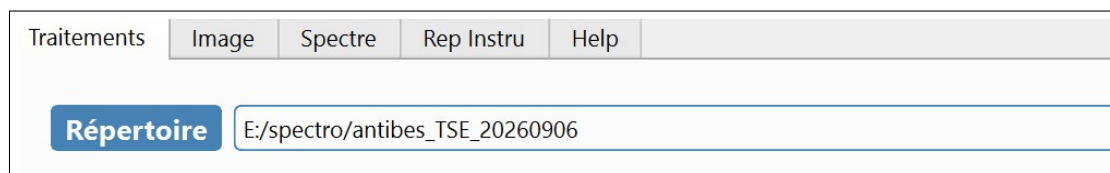


Figure 2. Choix du dossier de travail.

4 Fournissez les informations sur votre observatoire

Tout bon programme de traitement de spectres doit inclure dans l'en-tête FITS du spectre traité un certain nombre d'informations permettant par la suite de retrouver l'origine des données. SpecINTI

vous oblige à renseigner ces informations, puisque nous ambitionnons de produire des données ayant une réelle valeur scientifique.

Cliquez sur « Infos observatoire » et renseignez les différents champs dans la boîte de dialogue qui s'ouvre (figure 3). Cliquez ensuite sur la croix rouge pour terminer.

Cette étape est un peu fastidieuse, mais vous retrouverez ces informations lors de la prochaine ouverture du logiciel. Vous n'aurez donc à les fournir qu'une seule fois, sauf si vous changez d'instrument ou si vous observez depuis un autre emplacement.

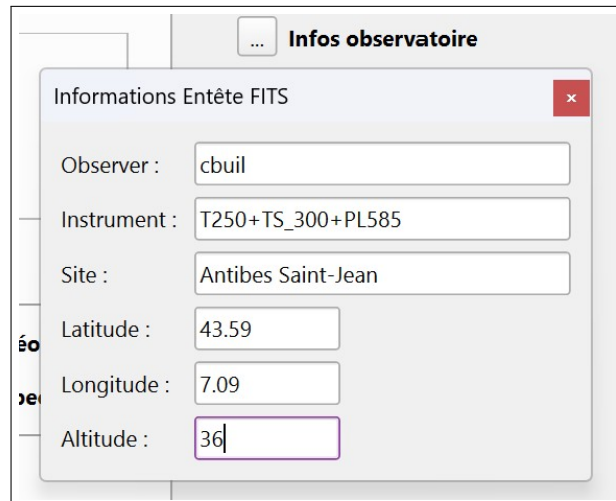


Figure 3. Informations succinctes concernant l'observateur, le lieu d'observation (la longitude est exprimée positivement vers l'est de Greenwich et l'altitude en mètres) et l'instrument utilisé. Dans cet exemple : un télescope de 250 mm de diamètre, un spectrographe TSE équipé d'un réseau de 300 t/mm et une caméra Player One Uranus pro 585. Ces champs sont libres : renseignez-les comme vous le souhaitez, en fonction des informations que vous souhaitez faire apparaître.

5 Désignez l'objet à traiter

Cliquez sur le bouton « Dir », puis, dans la liste qui s'ouvre, double-cliquez sur l'un des cinq fichiers image de la séquence, peu importe lequel.

SpecINTI renseigne alors automatiquement les champs nécessaires au traitement. Il identifie notamment le nom racine des fichiers image à traiter (ici **79cyg-**), leur nombre (ici 5) et le nom de catalogue de l'objet (ici **79 Cyg**). Le résultat est présenté à la figure 4.



Figure 4. Désignation des fichiers à traiter et du nom « catalogue » (ou « officiel ») de l'objet.

6 Détourez la trace du spectre

Le but est d'encadrer la trace du spectre par des marques dans l'une des images brutes, aussi bien horizontalement que verticalement. Cette opération a un double objectif :

- Isoler un ensemble de raies d'absorption (les raies de Balmer) sur lesquelles le logiciel s'appuie pour évaluer la loi d'étalonnage spectral. Il sait reconnaître automatiquement les raies présentes dans l'intervalle ainsi défini. Vous n'avez donc pas à indiquer les raies individuellement, mais simplement la zone dans laquelle elles se trouvent.
- Isoler verticalement le spectre de l'objet à traiter afin de le distinguer d'éventuels objets plus brillants ou de structures intenses, comme la région photométrique de la fente GEN2. Cette opération est optionnelle, car elle n'est utile que pour les objets de faible éclat. Pour un objet brillant, comme c'est le cas ici, le logiciel sait trouver automatiquement la coordonnée verticale de la trace du spectre, sans que vous ayez à indiquer quoi que ce soit.

Le détournage est manuel, mais vous êtes grandement aidé dans cette tâche par les fonctionnalités offertes par le logiciel.

Cliquez sur le petit bouton à trois points qui précède le nom « Géométrie ». Une fenêtre s'ouvre (figure 5).

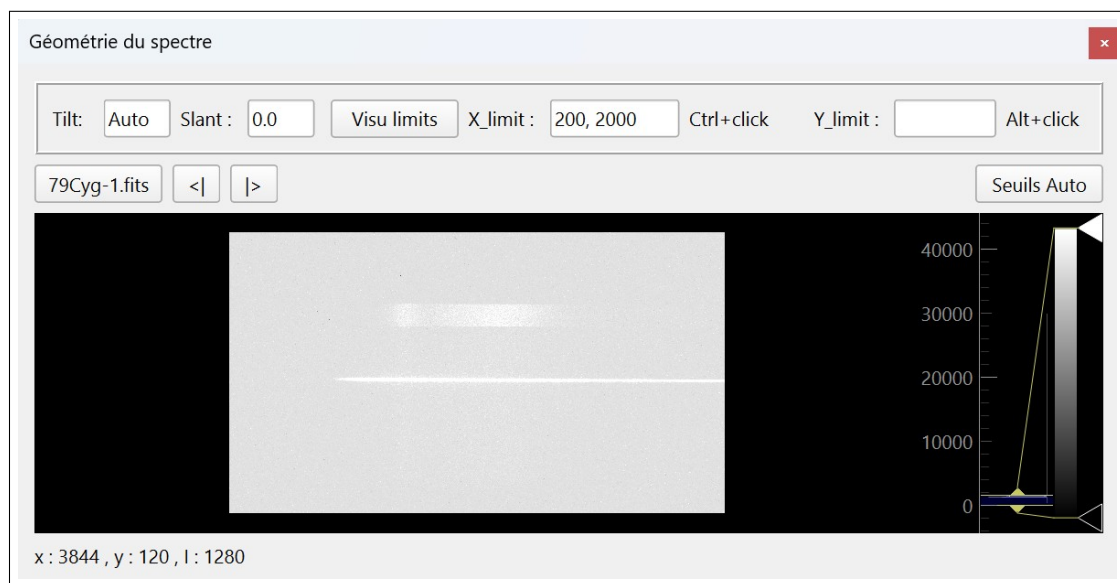


Figure 5. Aspect de la fenêtre « Géométrie » à la première ouverture.

À ce stade, vous disposez d'une grande liberté pour modifier l'aspect de la première image de la séquence traitée. Vous pouvez bien sûr, de manière habituelle, modifier la taille de la fenêtre. Vous pouvez également modifier la luminosité et le contraste en agissant sur les curseurs verticaux qui s'affichent à droite. Vous pouvez zoomer avec la molette de la souris, ou encore vous déplacer dans l'image en cliquant avec le bouton gauche de la souris et en le maintenant enfoncé.

Vous devez définir deux bornes, matérialisées par deux clics de souris, qui encadrent une partie du spectre riche en raies suffisamment contrastées. Commencez par la partie bleue du spectre, en appuyant simultanément sur la touche « Ctrl » et en effectuant un clic gauche : une barre verticale bleue apparaît à l'endroit du clic (figure 6).

Dirigez-vous ensuite vers la partie rouge du spectre et effectuez un second clic gauche au-delà de la raie H α (à sa droite, il est important d'inclure cette raie dans la zone). Un trait vertical rouge apparaît alors (figure 7).

Vous venez ainsi d'isoler la région du spectre dans laquelle le logiciel va rechercher les raies spectrales utilisées pour calculer la loi de dispersion. Dans notre exemple, il s'agit d'une région de l'image allant du pixel $x = 996$ au pixel $x = 2555$ (valeurs du paramètre « xlimit »).

Si vous vous êtes trompé, recommencez simplement le positionnement des deux bornes.

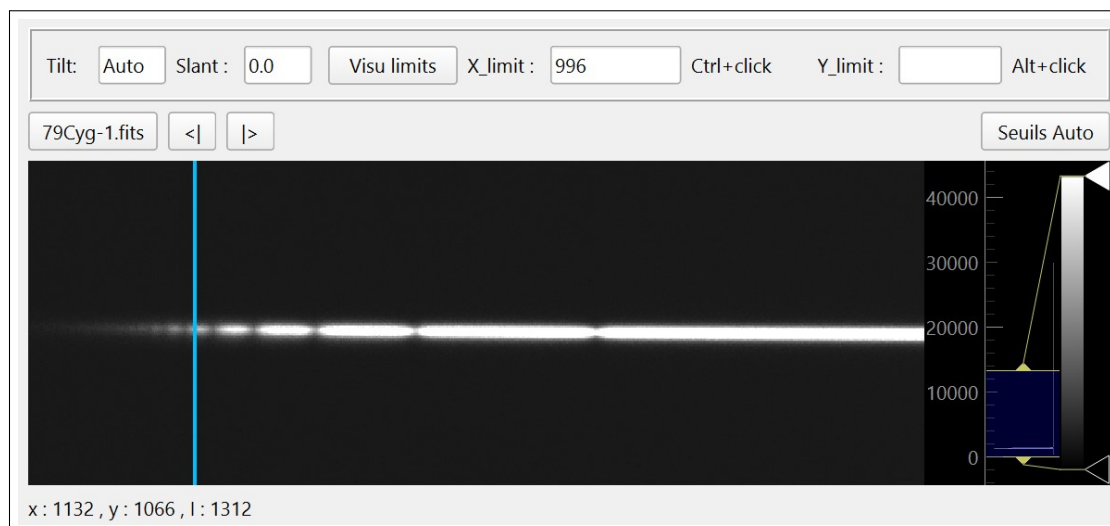


Figure 6. Définition de la borne horizontale du côté bleu. Nous avons, dans la partie droite, un nombre significatif de raies de Balmer, sans chercher les moins contrastées.

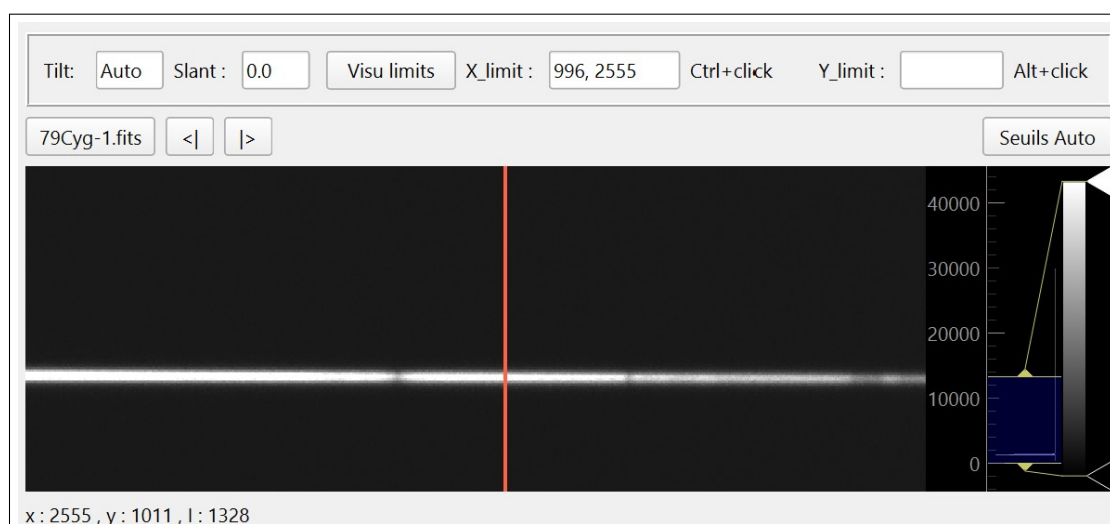


Figure 7. Définition de la borne horizontale du côté rouge. Il est important que la zone sélectionnée contienne la raie $H\alpha$.

Pour isoler verticalement la trace de l'étoile et, éventuellement, la distinguer d'un objet intrus, faites un clic en dessous de la trace, puis un autre au-dessus de celle-ci, en appuyant simultanément sur la touche « Alt » (voir figure 8). L'ordre dans lequel vous définissez les deux bornes n'a pas d'importance.

Dans l'exemple, le logiciel cherchera la trace de l'étoile à traiter entre les coordonnées $Y = 986$ et $Y = 1118$ (ces valeurs ne sont données qu'à titre d'exemple).

Vous pouvez fermer la fenêtre « Géométrie du spectre » en cliquant sur la croix sur fond rouge située à droite de la fenêtre.

7 Désignez le spectre de référence

Lors de l'étape de calibration, le logiciel va comparer le spectre que vous avez observé à celui attendu pour son type spectral, en s'appuyant sur une bibliothèque de spectres de référence installée en même temps que SpecINTI. Cette comparaison permet de déterminer la réponse spectrale de

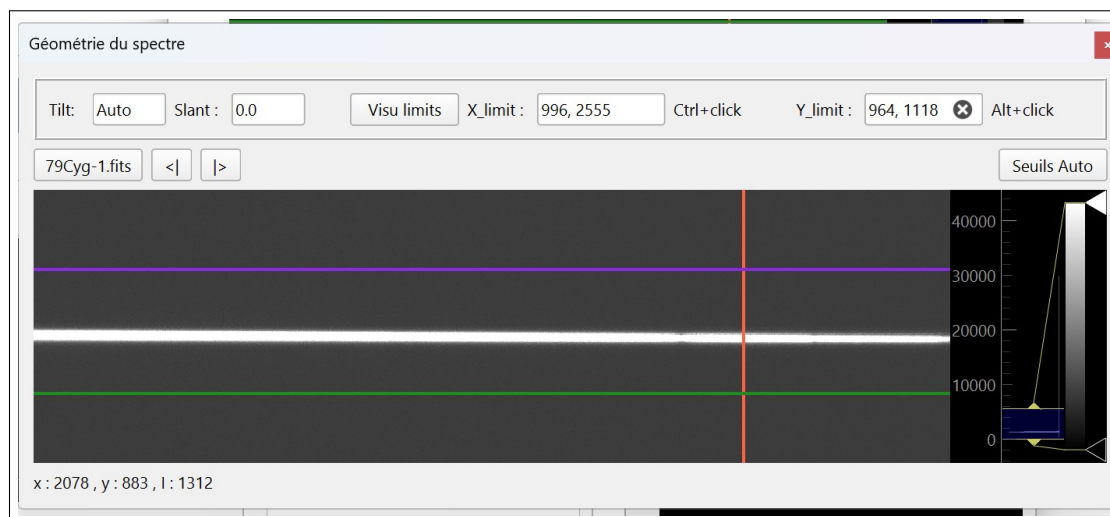


Figure 8. Établissement de la zone de recherche automatique de la trace, entre les traits vert et violet.

l'instrument. Pour cette étape, vous devez impérativement observer une étoile de type A, un type qui a la caractéristique d'offrir un spectre avec les raies de Balmer bien constartés et isolées. C'est le cas de notre étoile cible 79 Cyg.

***Astuce :** les étoiles de type A sont nombreuses sur la voûte céleste. Vous trouverez les plus brillantes et les moins rougies par l'absorption interstellaire dans l'aide intégrée de SpecINTI, ou encore en vous aidant de l'excellent utilitaire [spectro-starfinder](#).*

Figure 9. Évaluation automatique du type spectral le plus proche de l'étoile observée (ici, le type spectral A0V). Il suffit de cliquer sur le bouton « Type Sp ». Le spectre de référence est choisi dans la base de données spectrale Pickles, installée en même temps que l'application.

8 Calculez la loi d'étalonnage et la réponse instrumentale

Nous allons à présent réaliser en un seul clic une opération souvent considérée comme fastidieuse : la calibration, ou étalonnage, de l'instrument.

Cliquez sur le gros bouton « Go ! ». La figure 10 montre le résultat du calcul, réalisé sans effort pour vous.

Dans cette figure, nous avons en **1** la loi d'étalonnage sous la forme d'un polynôme d'ordre 2 et, en **2**, la loi de réponse spectrale de l'instrument, qui intègre également l'effet de l'atmosphère traversée par la lumière.

Cette courbe de réponse est automatiquement sauvegardée dans un fichier du répertoire de travail, dont le nom est indiqué par le logiciel.

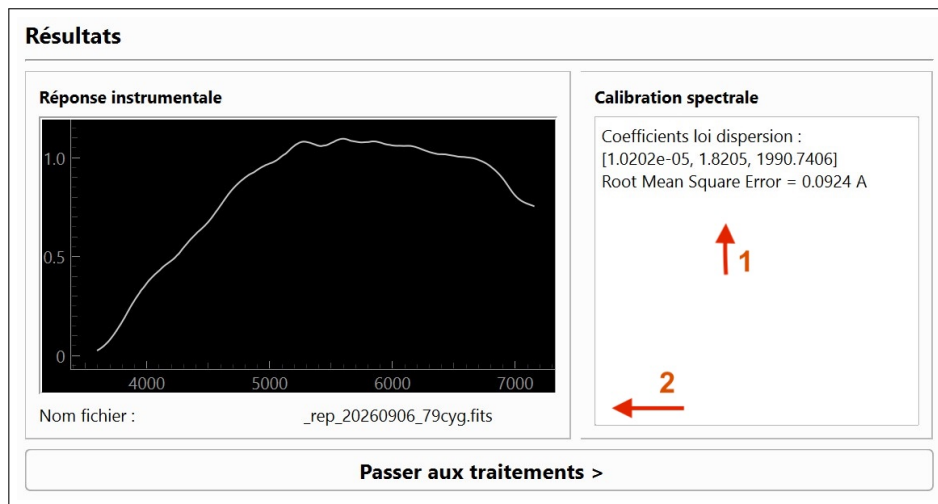


Figure 10. Résultat du calcul de la loi d'étalonnage en longueur d'onde et de la réponse instrumentale.

9 Traitement de routine des spectres

Vous disposez désormais de tout ce qu'il faut pour traiter les données d'une session complète d'observation. Vous n'avez normalement plus à revenir à la fenêtre de calibration.

Pour le démontrer, nous allons traiter les données spectrales de l'étoile 79 Cyg, qui nous a servi à calibrer l'instrument, comme s'il s'agissait d'une étoile parmi d'autres.

Cliquez sur le large bouton « Passer aux traitements », situé dans la partie inférieure de l'interface. La figure 11 montre l'aspect de la nouvelle fenêtre qui s'ouvre, spécialement dédiée au traitement des spectres à basse résolution spectrale.

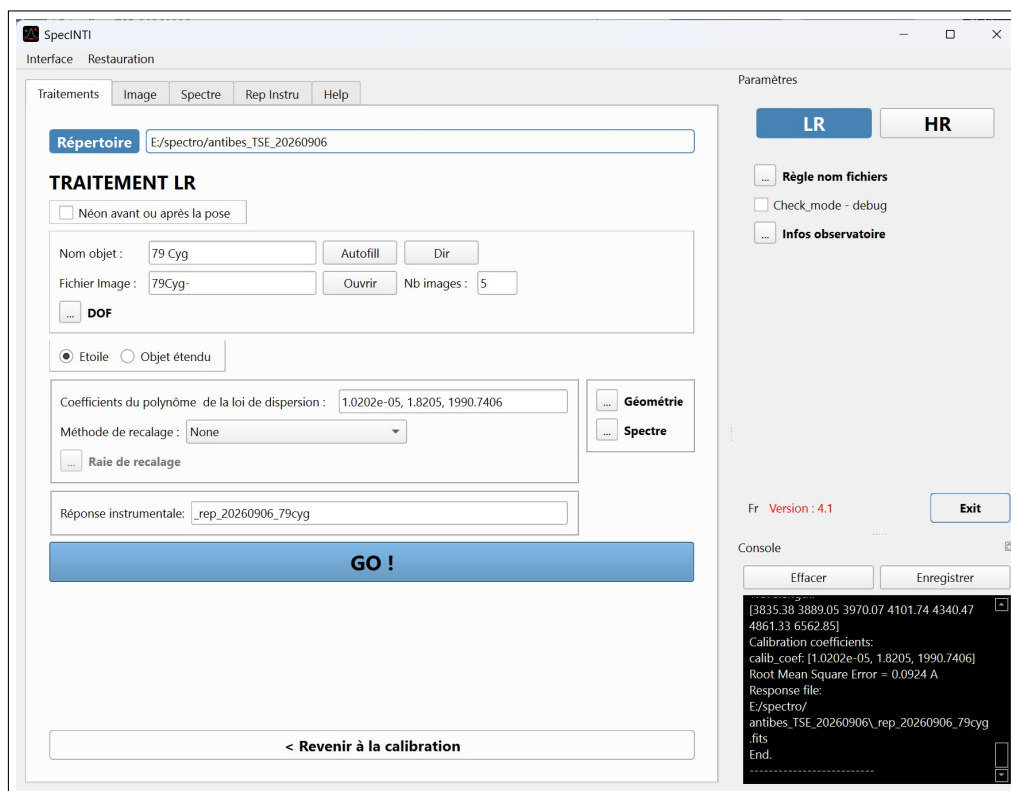


Figure 11. Aspect de la « tour de contrôle » à partir de laquelle vous allez pouvoir traiter tous vos spectres basse résolution depuis l'interface standard de SpecINTI.

En examinant attentivement la figure 12, vous remarquerez que les paramètres d'étalonnage calculés précédemment sont toujours présents. On retrouve notamment le nom du dernier objet sur lequel nous avons travaillé (79 Cyg), mais surtout les références à la loi de dispersion spectrale et à la réponse instrumentale précédemment calculées.

Ce sont ces informations qui vont être utilisées pour traiter les spectres depuis la fenêtre TRAITEMENT LR.



Figure 12. Détail de la fenêtre de traitement, avec le rappel des données de calibration.

Attention. La seule information qui n'est pas transmise de la fenêtre de calibration à la fenêtre d'étalonnage concerne les zones de détournage, horizontales et verticales. Depuis la fenêtre « Traitement LR », vous devez repasser par le bouton « Géométrie » et reprendre la définition des zones de détournage (qui sont donc indépendantes de celles utilisées pour la calibration), voir figure 13.

La fonction du détournage horizontal n'est plus ici d'isoler des raies de Balmer, mais de définir une zone suffisamment grande en pixels pour pouvoir calculer avec précision un paramètre géométrique tel que l'écart angulaire entre la direction de la trace du spectre et l'horizontale de l'image, appelé *tilt*. Ce détournage n'est normalement pas modifié lorsque vous passez du traitement d'une étoile à une autre.

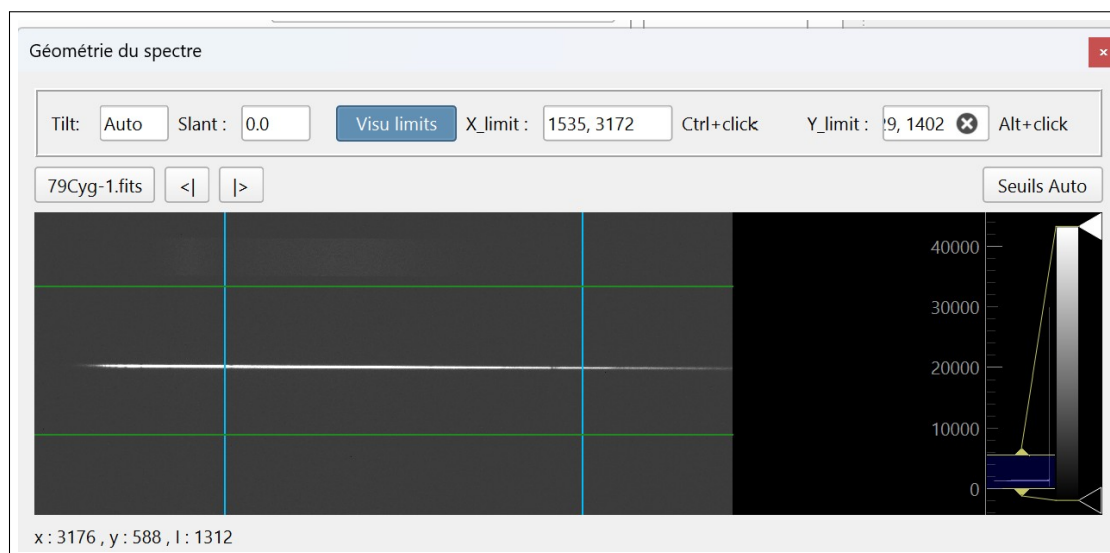


Figure 13. Définition des zones de détournage typiques pour le traitement de routine des spectres. L'écart entre les deux bornes horizontales est suffisant pour calculer précisément l'angle de *tilt* du spectre. Les parties choisies du spectre sont par ailleurs suffisamment intenses pour garantir un calcul précis.

Cliquez ensuite sur le gros bouton « Go! ». SpecINTI réalise alors le traitement complet de l'étoile 79 Cyg, sans qu'il soit nécessaire de modifier d'autres paramètres. Au bout de quelques instants, le résultat s'affiche dans un nouvel onglet, l'onglet « Spectre », qui offre de nombreuses possibilités d'analyse.

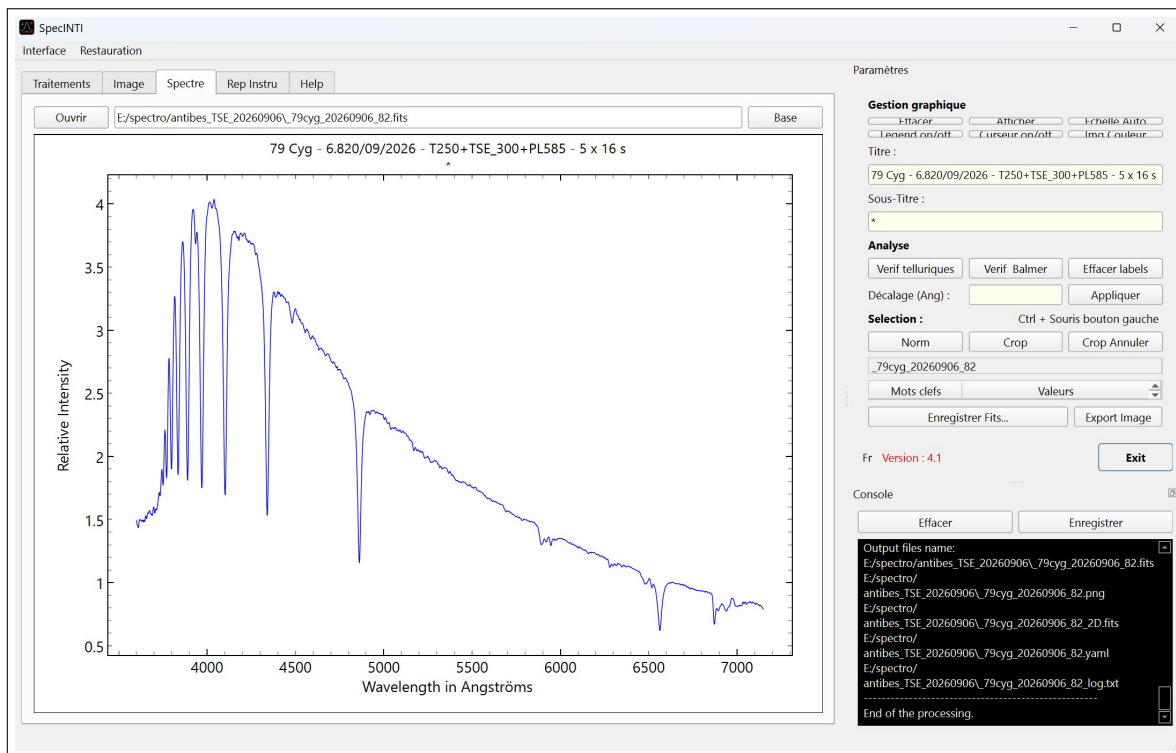


Figure 14. Résultat du traitement du spectre de 79 Cyg dans l'onglet « Spectre ».

Le profil spectral traité est par ailleurs sauvegardé dans le dossier de travail, ici sous le nom `_79cyg_20260906_82.fits`. On rappelle ici le nom de l'objet et la date d'observation.

Pour conclure, nous avons vu comment le traitement complet d'un spectre peut être réalisé de manière très graphique et en quelques clics seulement. Nous avons néanmoins dû effectuer un certain nombre de réglages qui ne seront plus nécessaires lors d'une nouvelle session de traitement. La procédure sera alors encore plus rapide et plus simple.

Mais nous ne saurions en rester là, même dans une note se limitant à un démarrage, car, à vrai dire, nous avons fait le plus difficile pour pouvoir nous amuser avec notre spectrographe en allant bien plus loin, considérablement plus loin.

10 La suite

Si vous examinez le contenu des données téléchargées pour illustrer cette mise en jambe avec SpecINTI, vous avez sans doute noté que les fichiers d'observation de l'étoile 79 Cyg étaient accompagnés d'autres fichiers :

- Trois fichiers `SN2026aiv-xxx.fits`. Il s'agit d'images spectrales, exposées chacune pendant 1800 secondes (30 minutes), d'une supernova apparue dans la galaxie NGC 7331 et acquises la même nuit que l'étoile de « référence » 79 Cyg. Une référence, car les données d'étalonnage obtenues avec cette étoile vont également nous servir à extraire rapidement le spectre de cette supernova.
- Un fichier `_offset.fits` et un fichier `_dark.fits`. Ce sont des images obtenues à partir de la moyenne d'images élémentaires prises dans l'obscurité (dans la froideur d'un réfrigérateur, pour tout dire), car le temps de pose est si long que la mesure du signal thermique, accompagnée de celle du signal d'offset dans les mêmes conditions, est utile pour réduire le bruit correspondant. Mais remarquez que nous n'avons pas pris la peine d'acquérir une image flat-field : nous considérons

que la réponse spectrale mesurée sur la source naturelle qu'est l'étoile 79 Cyg intègre déjà tout ce qu'un flat-field peut apporter.

Restez dans la fenêtre TRAITEMENT LR, mais, à présent, indiquez au logiciel que nous disposons d'une carte du signal d'offset et d'une carte du signal thermique, comme le précise la figure 15, après avoir cliqué sur le bouton « DOF ».

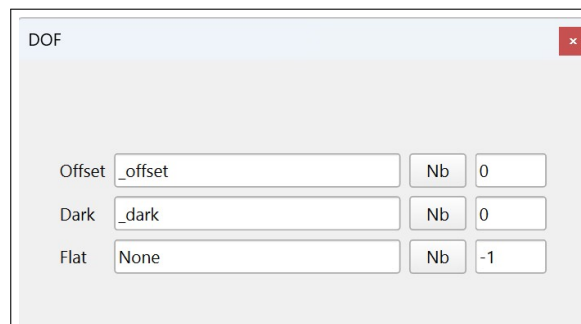


Figure 15. La manière de signifier l'utilisation des DOF.

Indiquez ensuite au logiciel les données que vous souhaitez traiter (figure 16).



Figure 16. Les noms des fichiers images fournis à SpecINTI pour le traitement.

Il ne vous reste plus qu'à cliquer sur « Go ! », et votre spectre de supernova est traité en quelques secondes (figure 17). On mesure ici toute la simplicité et l'efficacité de SpecINTI !

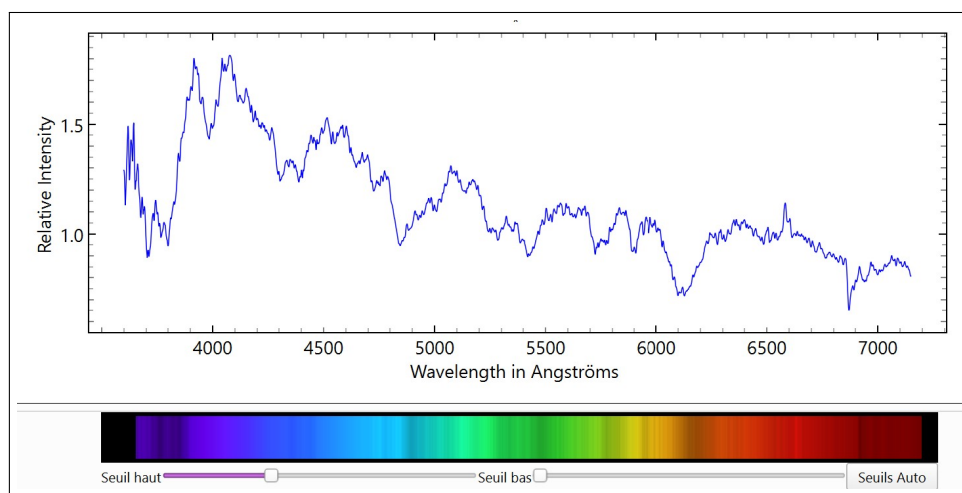


Figure 17. Le spectre de la supernova SN2026aaiv dans NGC 7331 le 6 septembre 2026, pris avec un TinyStar'Ex équipant un télescope Newton de 254 mm f/4. La magnitude de la supernova était $V = 14$ environ.

Et maintenant ?

Vous avez vu l'essentiel du traitement basse résolution avec SpecINTI. De nombreuses possibilités restent volontairement de côté dans ce démarrage : techniques d'étalonnage avancées, prise en compte de la transmission atmosphérique, traitement d'objets variés, etc. Pour aller plus loin, consultez le [Guide de traitement SpecINTI](#).

Un univers va s'ouvrir à vous !