



SPECINTI

Anleitung zur Auswertung von Spektren eines Spaltspektrographen mit dem
Programm SpecINTI von Valerie Denoux und Christian Buil



Freie Übersetzung mit DeepL

26. OKTOBER 2025

1: SpecINTI und specINTI Editor, wofür?.....	3
2: Installation.....	3
2.1: specINTI-Editor/specINTI für Windows.....	3
2.2: specINTI Editor/specINT pour macOS.....	4
2.3: Erste Schritte mit specINTI Editor V2.....	4
2.4: Wie lese ich diese Dokumentation?.....	4
2.5: Der Geist von specINTI.....	5
3: Was ist ein Spektrum?.....	5
4: Erstes Spektrum mit SpecINTI bearbeiten.....	9
4.1: Observation file.....	10
4.2: Configuration File.....	12
4.3: Synthese.....	16
7: Verarbeitung von hochauflösenden Spektren im Detail.....	17
7.1: Wie füllt man das Beobachtungsdossier richtig aus?.....	17
7.2: Wie zeigt man das Bild eines Spektrums an?.....	19
7.3: Der Erwerb der Spektral-Referenzquelle.....	21
7.4: Flatfield Quelle.....	25
7.5: Konfigurationsdatei im Detail.....	28
7.6: Rauschen reduzieren.....	39
7.7: Genauigkeit der Spektralkalibrierung.....	43
7.8: Bewertung der instrumentellen Antwort (instrumental Response).....	45
7.8.1: Theorie.....	45
7.8.2: Berechnung der diffusen Übertragung der Atmosphäre.....	47
7.8.3: Wir finden die wahre Instrumental Response und wenden sie an!.....	51
7.8.4: Molekulare Atmosphärendurchlässigkeit.....	56
8: Lateralkalibrierung.....	60
9: Low resolution spectrography.....	70
9.1: Stand der Technik.....	71
9.2: Eine kleine Tour durch die Beobachtungsdatei.....	72
9.3: Ein wenig Tour durch die Konfigurationsdatei.....	75
9.4: Die Konsolenausgabe.....	80
9.5: Bias, Darks und Flats.....	83
9.6: Atmosphärische Korrektur.....	86
9.7: Wellenlängenkalibrierung.....	90
9.8: Zurück zum Flatfield.....	100

9.9: Bewertung der Instrumental Response.....	102
9.10: Batch-Verarbeitung.....	112
10: Infrarot Spektroskopie	115
11: Die Observation Datei.....	127
12: Kalibriermodi.....	134
13: Sondermodi.....	143
13.1: Modus -1 : Bewertung der Dispersionspolynom mit Absorptionsspektrum	143
13.2: Modus -2 : Bewertung der Dispersionspolynom mit einem Emissionsspektrum	146
13.3: Modus -3 : Bewertung des Rauschens und Gewinns einer Kamera	149
13.4: Modus -4: Manuelle Berechnung der spektralen Dispersionspolynom.....	150
13.5: Modus -5 : Extraktion des rohen Spektralprofils	151
14: Parameter Referenzhandbuch	153
14.1: Parameter zur Beobachtungssitzung.....	153
14.2: Parameter zu den Spektren.....	154
14.3: Nutzungsparameter	165
15: Function-Reference Manual	167

1: SpecINTI und specINTI Editor, wofür?

Das Auswertungsprogramm SpecINTI und der specINTI Editor wurde von Christian Buil und Valérie Desnoux entwickelt und auch diese Anleitung in Französisch und Englisch geschrieben. Frei Übersetzt in Deutsch mit DeepL und Google Übersetzung.

SpecINTI, zusammen mit seiner Erweiterung SpecINTI Editor, ist eine Software, die speziell für die Bearbeitung von Spektren von Lichtquellen entwickelt wurde, die mit einem Gitterspektrographen aufgenommen wurden. Obwohl die Anwendung in erster Linie für Spektren von astronomischen Objekten gedacht ist, ist sie sehr vielseitig und kann aufgrund ihrer flexiblen Funktionalität auch in anderen Bereichen eingesetzt werden. Die Verwendung von SpecINTI ist auch hardwareunabhängig; so können Astronomie begeisterte beispielsweise Spektraldaten von einer Vielzahl von Spektrographen verarbeiten, darunter Star'Ex, UVEX, LowSpec, Lhires III, Alpy 600 und LISA.

Dieser Leitfaden hilft Ihnen bei den ersten Schritten mit SpecINTI über die grafische Benutzeroberfläche, den SpecINTI Editor, der die Bedienung vereinfacht.

SpecINTI und der SpecINTI-Editor sind freie und quelloffene Software, die unter einem Copyright-Vermerk erhältlich ist, der beibehalten werden muss. Sie wurden vollständig in Python entwickelt und werden derzeit als ausführbare Dateien für Windows, macOS und Linux vertrieben, was eine einfache Installation ohne Python-Kenntnisse oder Programmierkenntnisse ermöglicht.

Die SpecINTI-Anwendung bildet den Kern des Systems und enthält alle Verarbeitungsfunktionen. Um sie jedoch leichter zugänglich zu machen, empfehlen wir die Verwendung des SpecINTI-Editors, einer benutzerfreundlichen grafischen Oberfläche, die die Interaktion mit SpecINTI vereinfacht. Mit dem SpecINTI-Editor können Benutzer „Parameter“ konfigurieren, die dann über eine einfache Textdatei an SpecINTI übermittelt werden. Dieser modulare Aufbau ermöglicht es SpecINTI und SpecINTI Editor, sich unabhängig voneinander weiterzuentwickeln: Sie könnten sogar Ihre eigene Version von SpecINTI Editor erstellen, um die Funktionen von SpecINTI zu nutzen. Diese Dokumentation konzentriert sich auf die Windows-Version von SpecINTI Editor, obwohl die macOS-Version funktional sehr ähnlich ist.

2: Installation

2.1: specINTI-Editor/specINTI für Windows

Laden Sie das ZIP-Archiv mit der Software und den zugehörigen Dateien über diesen Link herunter (V2.0.0): [specinti_editor_fr.zip](#)

2. Entpacken Sie das Archiv in einen Ordner Ihrer Wahl auf Ihrem System. Sie werden zwei Hauptordner und eine ausführbare Datei finden:

- `specinti_editor.exe`: Dies ist die Hauptprogrammdatei. Um schnell darauf zugreifen zu können, sollten Sie eine Verknüpfung auf Ihrem Desktop erstellen.
- Ordner „`_configuration`“: Dieser Ordner enthält eine Reihe von Beispielkonfigurationsdateien für den Betrieb von specINTI sowie einen Bereich, in dem Sie Ihre eigenen, auf Ihre Verwendung der Software zugeschnittenen Konfigurationen hinzufügen können. Es ist wichtig, dass sich der Ordner „`_configuration`“ im gleichen Verzeichnis wie `specinti_editor.exe` befindet, da das Programm sonst nicht gestartet werden kann.

- Ordner „_configuration_complement“: Eine Bibliothek mit Beispielkonfigurationsdateien, die als Vorlagen verwendet werden können. Hier finden Sie auch verschiedene Werkzeuge, die in den zur Anwendung gehörenden Tutorials erklärt werden.

Hinweis: Denken Sie daran, im Falle eines „großen“ Updates den aktuellen Ordner „_configuration“, der Ihre bevorzugten Workarounds und andere Dienstprogramme enthält, an einen sicheren Ort zu kopieren. Kopieren Sie dann die „_configuration“-Datei, die Sie verschoben haben, in das Verzeichnis, das die Aktualisierung enthält. Bei einem „kleinen“ Update müssen Sie möglicherweise nur die Datei „specinti_editor.exe“ in das Software-Verzeichnis kopieren.

4. Klicken Sie auf „specinti_editor.exe“, um das Programm zu starten. Wenn Sie das Programm zum ersten Mal benutzen, kann es einige Sekunden dauern, bis sich die Benutzeroberfläche öffnet. Danach geht der Prozess viel schneller. Es ist wichtig zu beachten, dass sich gleichzeitig ein zweites Fenster öffnet, in das die Software während des Berechnungsvorgangs Informationen schreibt. Bitte beachten Sie, dass dieses Konsolenfenster hinter dem Schnittstellenfenster verborgen sein kann. Wenn Sie es zum ersten Mal benutzen, können Fehlermeldungen in der Konsole erscheinen. Ignorieren Sie diese in den meisten Fällen:

2.2: specINTI Editor/specINT pour macOS

n.a.

2.3: Erste Schritte mit specINTI Editor V2

Diese Dokumentation basiert auf der Version 1 von specINTI Editor. Die Version 2, die Sie herunterladen, unterscheidet sich in bestimmten Aspekten der Benutzeroberfläche und in der Verfügbarkeit neuer Analysewerkzeuge. Die Version V2 ist wesentlich funktionsreicher als die Version V1. In Bezug auf die Kernfunktionalität sind sich beide Versionen jedoch ähnlich, so dass Sie durch das Lesen dieser Dokumentation keine wesentlichen Informationen verpassen werden.

Um die zusätzlichen Möglichkeiten der Version V2 besser zu verstehen, empfehlen wir die Lektüre dieses kurzen Leitfadens, der einen guten Überblick gibt:

http://www.astrosurf.com/buil/starex/specinti_quickmanuel_en.pdf

Zusätzlich können Sie ein hilfreiches Dokument zu Rate ziehen, das als Referenzhandbuch mit zahlreichen Beispielen organisiert ist (zum Download verfügbar). Dieser Leitfaden hebt die Möglichkeiten der Version V2 hervor und ist eine wertvolle Ressource, die Sie immer zur Hand haben sollten: http://www.astrosurf.com/buil/starex/specINTI_help_en.pdf

2.4: Wie lese ich diese Dokumentation?

Diese Dokumentation ist nach den Hauptthemen der Verwendung von specINTI_Editor gegliedert, z. B. niedrige spektrale Auflösung und hohe spektrale Auflösung. Es wird jedoch empfohlen, die Dokumentation linear zu lesen, um ein Maximum an Informationen und Anwendungstipps zu erhalten. In der Praxis werden Sie oft auf das Referenzhandbuch zurückgreifen.

Ein weiteres wichtiges Dokument, das Sie lesen sollten, ist die Toolbox der Software, die Sie als PDF-Datei ausdrucken können und die sicherlich eine gute Gedächtnisstütze sein wird (vielen Dank an David Trowbridge für die englische Übersetzung): [specINTI_Editor tools English](#).

Das specINTI help [Dokument](#)

2.5: Der Geist von specINTI

Trauen Sie dem ersten Eindruck nicht, bestehen Sie ein wenig darauf. Unter einem etwas „ruppigen“ Äußeren wird Ihnen diese Anwendung viel Gutes tun, aber Sie müssen den reduzierten Ansatz akzeptieren, der mit dem aktuellen Standard von Benutzeroberflächen bricht, die oft mit Schaltflächen und langen Menüs überladen sind. Das Schlüsselwort ist hier Nüchternheit, die Leistung nicht ausschließt. Außerdem muss man akzeptieren, das vorliegende Handbuch zu lesen, das auch ein kleiner illustrierter Kurs über angewandte astronomische Spektrographie ist, der sich unter allen Umständen als nützlich erweisen wird.

Die Software specINTI für die Verarbeitung von Spektren ist das Äquivalent zu INTI für die Verarbeitung von Sonnenbildern, die mit dem Instrument Sol'Ex aufgenommen wurden. Diese Software wird im Rahmen der Sol'Ex/Star'Ex-Projekte entwickelt, um zugängliche und effiziente Werkzeuge vorzuschlagen, so wie es auch bei den Instrumenten Solar Explorer und Star Explorer der Fall ist.

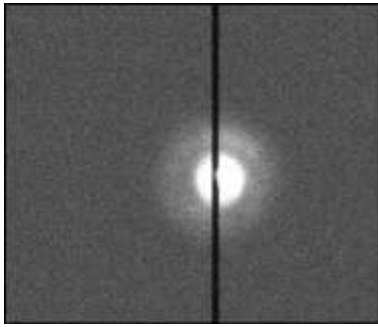
Damit die „specINTI“-Engine funktionieren kann, muss sie mit Parameterwerten gefüttert werden, die ihr übermittelt werden, sobald man Spektren verarbeiten möchte. Die Entscheidung, solche Parameter zu verwenden oder nicht, und der Wert dieser Parameter, liegt in Ihrer Verantwortung. Alles ist in einer einzigen Datei zentralisiert, die „Konfigurationsdatei“ genannt wird und die Sie mit einem einfachen Texteditor oder besser mit Hilfe einer grafischen Schnittstelle, nämlich der Anwendung „specINTI Editor“, schreiben können. Hier sehen Sie die tatsächliche physische Trennung zwischen der Verarbeitungsmaschine, specINTI, und der Schnittstelle, specINTI Editor.

Stellen Sie sich die Konfigurationsdatei wie eine „Formatvorlage“ vor, wie sie in einigen Textverarbeitungsprogrammen zu finden ist. Sie haben eine gewisse Freiheit, die Parameter in dieser Datei zu organisieren, um Ihre Arbeitsweise anzupassen, aber Sie müssen trotzdem eine Syntax einhalten. Sie finden in dieser Software-Distribution einige Beispiele für Konfigurationsdateien, die an eher allgemeine Beobachtungssituationen angepasst sind und im Folgenden beschrieben werden. Betrachten Sie diese Beispiele als Vorlagen, auf die Sie sich stützen können, um die Behandlungen an Ihre eigene Situation anzupassen (Art des Spektrographen, Art der Himmelsobjekte...). Kopieren/Einfügen wird bei dieser Aufgabe sicherlich Ihr Freund sein.

3: Was ist ein Spektrum?

Um Ihnen den Einstieg in den specINTI-Editor zu erleichtern, können Sie die Rohdaten einer Reihe von Beobachtungsnächten herunterladen. Zu diesem Zweck werden regelmäßig Internet-Links zur Verfügung gestellt. Sie werden also auf die bestmögliche Weise in das große Bad einsteigen, indem Sie mit echten Daten konfrontiert werden, die Sie verarbeiten können müssen (wir werden Sie anleiten!). Zweifellos werden Ihre eigenen Beobachtungen denen ähneln, die wir als Beispiele vorschlagen.

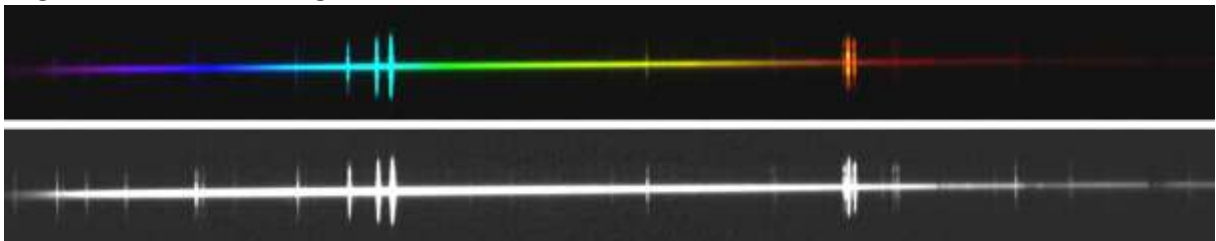
Aber was ist eigentlich ein Spektrum und wozu dient diese berühmte Bearbeitung von Spektren astronomischer Objekte?



Zu Beginn haben wir Bilder, die wie die des tiefen Himmels aussehen, außer dass das Gerät, das den Spektrographen fortführt, das übliche Punktbild der Sterne in eine Lichtlinie verwandelt, die mit den Farben des Regenbogens bedeckt ist. Dies ist das Spektrum. Stellen Sie sich den Spektrographen gewissermaßen als einen Super-Farbfilter vor, dessen Transmissionswellenlänge Sie steuern können. Wenn der Sensor Ihrer Kamera in der Lage ist, die „wahren“ Farben wiederzugeben, werden Sie sie im Moment der Beobachtung auf Ihrem Computerbildschirm sehen. Sie sind rein und magisch, und Sie werden schnell feststellen, dass Ihre geliebten Sterne, anstatt anonyme Punkte zu sein, diese Eltern der Farben viel mehr bieten, als wir oft denken.

Eine kleine Demonstration als Appetitanreger. Zunächst einmal unterscheidet sich die Aufnahme eines Bildes von Deep-Sky-Objekten und Planeten nicht grundlegend von der Aufnahme eines Spektrums derselben Objekte. In beiden Fällen braucht man eine Kamera, um die vom Himmel kommenden Photonen in ein elektronisches und dann digitales Signal umzuwandeln, man muss sein Objekt am Himmel ausrichten, man muss es fokussieren, um sein Bild scharf zu machen, man muss mehr oder weniger lange Belichtungen machen, man muss gegebenenfalls auf das Ziel lenken (manuell oder automatisch). Links ein Bild des planetarischen Nebels NGC 2392, genannt die „Eule“, wie er bei der Aufnahme seines Spektrums mit einem Ritchey-Chretien-Teleskop von 254 mm (f/8) gesehen wurde. Das Bild wird vom Pointing/Guiding-System eines Star'Ex-Spektrographen geliefert (aber alle Modelle funktionieren ähnlich). Die Schärfung erfolgt in der Ebene der Pointing-Kamera auf ganz traditionelle Weise. Auf dieser 30-Sekunden Aufnahme, die mit einer ASI178MM (ZWO) Kamera aufgenommen wurde, kann man die ausgedehnte Scheibe des Nebels erkennen. Eine Besonderheit ist das Vorhandensein einer vertikalen schwarzen Linie, die das Bild des Nebels sperrt. Dies ist das Bild des Eintrittsspalts des Spektrographen im „Schatten“, der Öffnung, durch die der Teil des Nebels, dessen Spektrum wir aufnehmen wollen, in den Spektrographen eintritt. Sie ist schmal, hier 23 Mikrometer breit, aber sehr hoch, so dass wir das Spektrum eines „Scheibchens“ des Nebels, einer Art Ausschnitt, aufnehmen. Ein großer Pluspunkt für die Spektrografie: Wenn Ihre äquatoriale Montierung oder AltAz schlecht führt, wenn es Wind gibt, hat das keine großen Auswirkungen auf die Spektrenaufnahme (außer einem Signalverlust, der durch eine längere Belichtung kompensiert wird), während Ihr Deep-Sky-Bild unter den gleichen Umständen ruiniert werden kann. In der Tat ist es viel einfacher, Spektren von Himmelsobjekten zu erstellen als Bilder von ihnen!

Die folgenden Bilder zeigen das Ergebnis des Spektrums des Nebels NGC 2392. Genauer gesagt, zeigen wir zwei Darstellungen, eine in Farbe und die andere in Graustufen:



Oben: Das Spektrum, wie es von einer Kamera mit Farbsensor nach einigen Minuten Belichtung wiedergegeben wird. Die horizontale Linie ist das Spektrum des Zentralsterns des planetarischen Nebels. Wir können sehen, wie sich die Lichtintensität je nach Farbe ändert. Der ganze Zweck der Spektrografie besteht darin, die Verteilung dieser Intensität in Abhängigkeit von der Wellenlänge aufzuzeichnen. Daraus leitet sich unser gesamtes Wissen in der Astrophysik ab, von der Zusammensetzung der Sterne bis hin zum Nachweis der Expansion des Universums. Als Amateure können Sie nun diese Beobachtungen wiedergeben, die die Geschichte der Astronomie geschrieben

haben, aber auch heute noch an Entdeckungen beteiligt sind, so reichhaltig ist die Botschaft, die das Licht transportiert, wenn es auf diese Weise genutzt wird.

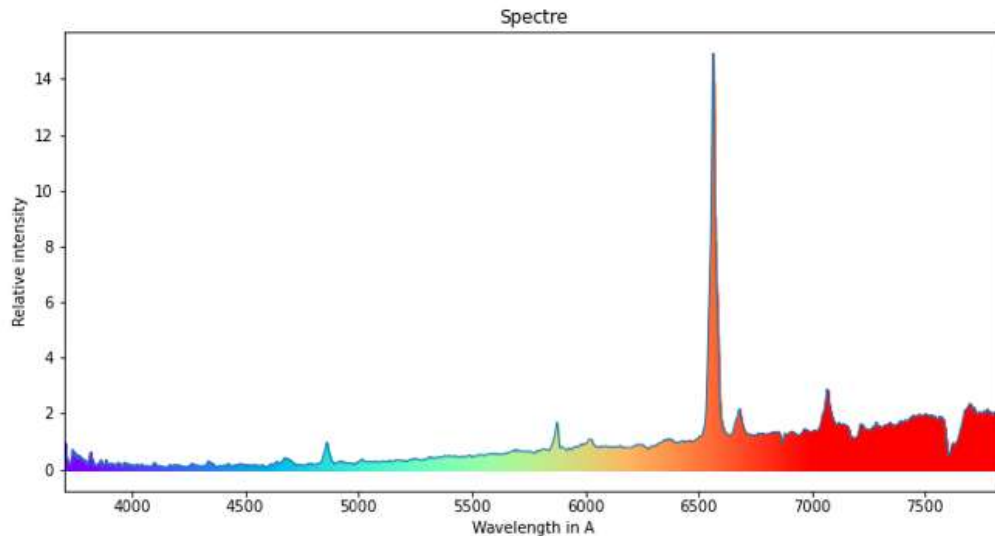
Es ist üblich, die Richtung der farbigen Dispersion entlang der horizontalen Achse darzustellen (es ist der „Spektralstern“) und links das Blau und rechts das Rot zu zeigen. In diesem Beispiel wird das gesamte photovisuelle Spektrum auf einmal erfasst, von Blau bis Rot.

Unten das gleiche Spektrum, diesmal mit einem Detektor erfasst, der nur die Graustufen anzeigt. Wenn man die Norm beachtet und ein wenig Phantasie hat, kann man die Farben trotz allem darstellen. Der Stern befindet sich in einem Nebel, der Spektrograph erfasst gleichzeitig dessen Spektrum, das in Form eines Strichcodes, der „Spektrallinien“, dargestellt wird, deren Vorhandensein unter anderem die chemische Zusammensetzung, Temperatur und Dichte des Nebels verrät. Die vertikale Achse wird als „räumlich“ bezeichnet und stellt einen Ausschnitt des Nebels dar, der genau durch den Eintrittsspalt des Spektrographen festgelegt ist.

Diese farbliche Streuung des Sternenlichts (und der Nebel) wird auch als „spektrale Dispersion“ bezeichnet. Wie wir gerade gesehen haben, ist die Aufnahme von Spektralbildern mit einem Teleskop der Aufnahme eines klassischen Sternfeldes sehr ähnlich. Wir vergessen dabei nicht einmal das traditionelle versetzte, dunkle, flache Feld. Kurz gesagt, wenn Sie wissen, wie man Bilder des Deep Sky aufnimmt, wissen Sie auch, wie man Bilder des Spektrums von Himmelsobjekten erfasst. Dann kommt der Moment der Verarbeitung der so gewonnenen Daten. Der erste Schritt ist eine klassische Vorverarbeitung, bei der die Offset-, Dark- und Flatfield-Bilder ausgewertet werden, sofern sie vorhanden sind. Dies ist natürlich eine Aufgabe, die specINTI vollkommen automatisch ausführt.

Bei Deep-Sky-Aufnahmen werden oft Bilder desselben Feldes zusammengefügt, um die Qualität des Endergebnisses zu verbessern, z. B. durch Verringerung des Rauschens. Das Gleiche wird mit Spektrenbildern gemacht (aber die Verarbeitung ist einfacher, leichter zu automatisieren und genauer).

Der letzte Verarbeitungsschritt wird im Fachjargon „Datenreduktion“ oder einfach „Reduktion“ genannt. Mit anderen Worten, wir reduzieren eine große Menge an Rohdaten in wirklich verständliche Daten, die wir auswerten können. In der Deep-Sky-Bildgebung kann dies eine schöne Komposition sein, mit einem sorgfältigen Rahmen und manchmal einer farbigen Darstellung, die Ihrem Geschmack entspricht. In der Spektrografie suchen wir nach der Intensität des vom Stern kommenden Lichts in Abhängigkeit von der Farbe oder Wellenlänge. Da Tabellen mit Zahlenwerten selten aussagekräftig sind, wird ein ästhetischer und verständlicherer Aspekt in Form einer Kurve gesucht, die wir „Spektralprofil“ nennen. Leider geben Amateure an dieser Stelle oft auf. Die so genannte mathematische Abstraktion einer Kurve, die schlechte Schulerinnerungen wecken kann, ist ein Grund, auf freiem Feld zu kapitulieren. Wie schade, so kurz vor dem Ziel! Hier liegt nämlich der Schatz unserer Arbeit und hier kommen die spannenden Dinge zum Vorschein. Betrachten Sie die folgende Kurve:



Es handelt sich um ein Spektrum, das aus den Bildern eines ganz besonderen Objekts der Helligkeit 12, des Mikroquasars SS433, gewonnen wurde (das verwendete Teleskop ist ein einfaches Celestron 8, das in der Stadt betrieben wird). Notieren wir uns die Position. Die horizontale Achse ist die der Wellenlängen (in Angström, der in der Astronomie noch weit verbreiteten Einheit, $1 \text{ \AA} = 0,1 \text{ Nanometer}$). Die vertikale Achse ist die der Intensitäten (in relativen Werten, d. h. ohne zugehörige physikalische Einheit, sie ist die einfachste).

Die Kurve zeigt, dass das Objekt ein intensives Licht im roten Teil des Spektrums erzeugt, etwas jenseits der Wellenlänge 6500 Å (genau 6563 Å). Diese Lichtemission ist auf einen begrenzten Wellenlängenbereich konzentriert. Es handelt sich um eine spektrale „Linie“ (in der Emission). Ihr Ursprung ist Wasserstoff, die im Universum vorherrschende Atomsorte. Dieses rote Licht stammt von einem stark aufgeheizten Gasring um einen der beiden Sterne eines engen Doppelsternsystems. Aber das Erstaunlichste ist nicht dabei: Wir bemerken Spitzen auf beiden Seiten der großen Linie. Auch hier ist Wasserstoff das verantwortliche chemische Element, aber die Position der Linien liegt überhaupt nicht an der erwarteten Stelle im Spektrum. Die Lokalisierung dieser Details deutet darauf hin, dass sich die Materie, die sich am Ursprung befindet, mit einer Geschwindigkeit bewegt, die ein Drittel der Lichtgeschwindigkeit erreicht, nämlich 75000 km/s! Nichts weniger. Dank eines in der Physik wohlbekannten Effekts, dem „Doppler-Fizeau-Effekt“, sind wir in der Lage, diese Geschwindigkeiten anhand unserer Kurve einfach und präzise zu messen. In Wahrheit sehen wir einen Materiestrahl, der mit relativistischer Geschwindigkeit (nahe der Lichtgeschwindigkeit) von einer der Komponenten des Paares ausgesandt wird, die zunächst die Materie ihres Nachbarn anzieht. Das für diesen Strahl verantwortliche Objekt ist sehr massiv und kompakt, wir vermuten ein Schwarzes Loch in unserer eigenen Galaxie. Versuchen Sie, all dies aus dem Punktbild von SS433 abzuleiten, das im Standardfotomodus aufgenommen wurde... Das ist unmöglich. In Wahrheit haben wir ein echtes Bild des Objekts erhalten, aber in 3 Dimensionen, das diese außergewöhnlichen Eigenschaften offenbart... indem wir eine Kurve zeichnen. Und noch etwas: Wenn man am nächsten Tag ein Spektrum aufnimmt, wird es mit Sicherheit seine Form verändert haben, denn das Objekt rotiert und ist eruptiv. Den unveränderlichen und festen Himmel gibt es in der Spektrografie nicht!

Um sich der Philosophie von specINTI und specINTI Editor anzunähern, lassen Sie uns eine Nachtprobe mit einem Satz vorher festgelegter Parameter bearbeiten, ohne sich im Moment um die Details zu kümmern.

4: Erstes Spektrum mit SpecINTI bearbeiten

Um eine konkrete Vorstellung von der Funktionsweise von specINTI zu bekommen, schlagen wir ein sehr einfaches Experiment vor. Laden Sie zunächst ein ZIP-Archiv herunter, in dem Sie die Rohdaten einer typischen Spektralbeobachtungssitzung finden. Klicken Sie dazu auf den folgenden Link: [starex213.zip](#).

Der Name dieses Archivs gibt an, dass es sich um die Beobachtung Nummer 213 handelt, die mit einem Star'Ex-Spektrographen eines der Autoren durchgeführt wurde. Es ist das Ergebnis einer einzigen Beobachtungsnacht (um die Wahrheit zu sagen, eines Teils). Der Spektrograf ist mit einem 35 Mikrometer breiten Spalt, einem 2400 Linien/mm-Gitter, einem Kameraobjektiv mit 125 mm Brennweite und einer CMOS ASI533MM-Kamera ausgestattet. Diese Konfiguration wird verwendet, um die Spektren von Sternen mit einem hohen Auflösungsvermögen (R) aufzunehmen, hier $R > 12000$ ($R = \text{Wellenlänge} / \text{spektrale Schärfe bei dieser Wellenlänge}$ - siehe unten).

Zur Erinnerung: Das Auflösungsvermögen R ist eine dimensionslose Zahl, die aus dem Verhältnis zwischen der Wellenlänge und dem feinsten spektralen Detail bei dieser Wellenlänge berechnet wird. Je größer R ist, desto mehr feine Strukturen zeigt der Spektrograph. Ein Auflösungsvermögen von $R=12000$ bei einer Wellenlänge von 6563 Å bedeutet beispielsweise, dass man Details im Spektrum von $6563 \text{ Å} / 12000 = 0,55 \text{ Å} = 0,055 \text{ nm}$ auflöst (vergleichbar mit der Feinheit eines Spektralfilters in der Fotografie!). Ein hohes Auflösungsvermögen ist nicht immer erforderlich, wenn es darum geht, einen großen Spektralbereich in einer Aufnahme abzudecken oder Objekte mit geringer Helligkeit zu beobachten. Der Star'Ex-Spektrograph kann leicht angepasst werden, um Spektren in einem sehr weiten Bereich des spektralen Auflösungsvermögens zu erfassen, z. B. von $R=300$ bis $R=30000$, was einen großen Bereich möglicher Objekte abdeckt.

Entpacken Sie das ZIP-Archiv in einen Ordner auf Ihrem Speichersystem. Dies wird Ihr „Arbeitsordner“ (oder Verzeichnis) sein. Auf den Arbeitsordner wird in dieser Dokumentation häufig Bezug genommen. Obwohl dies nicht unbedingt erforderlich ist, wird empfohlen, für jede Beobachtungssitzung einen eigenen Ordner anzulegen. Im Beispiel wird davon ausgegangen, dass der Pfad zum Arbeitsordner `d:/starex213` lautet (aber Sie können ihn frei wählen).

Hinweis: Wir mögen sehr kurze Namen für Dateien und Ordner, wie Sie feststellen werden! Auf diese Weise vermeiden wir Fehler und können uns besser zurechtfinden, das ist unsere Meinung. Wir vermeiden auch Leerzeichen in den Namen, weil sie nicht immer leicht zu erkennen sind. Wir schreiben lieber „meine_Datei“ als „meine Datei“.

Im Archiv starex213 finden Sie 4 Sequenzen von Rohbildern, die der Beobachtung von 4 verschiedenen Objekten, den Sternen, entsprechen:

Altair (alpha Aql)

QR Vul

12 Vul

V2139 Cyg

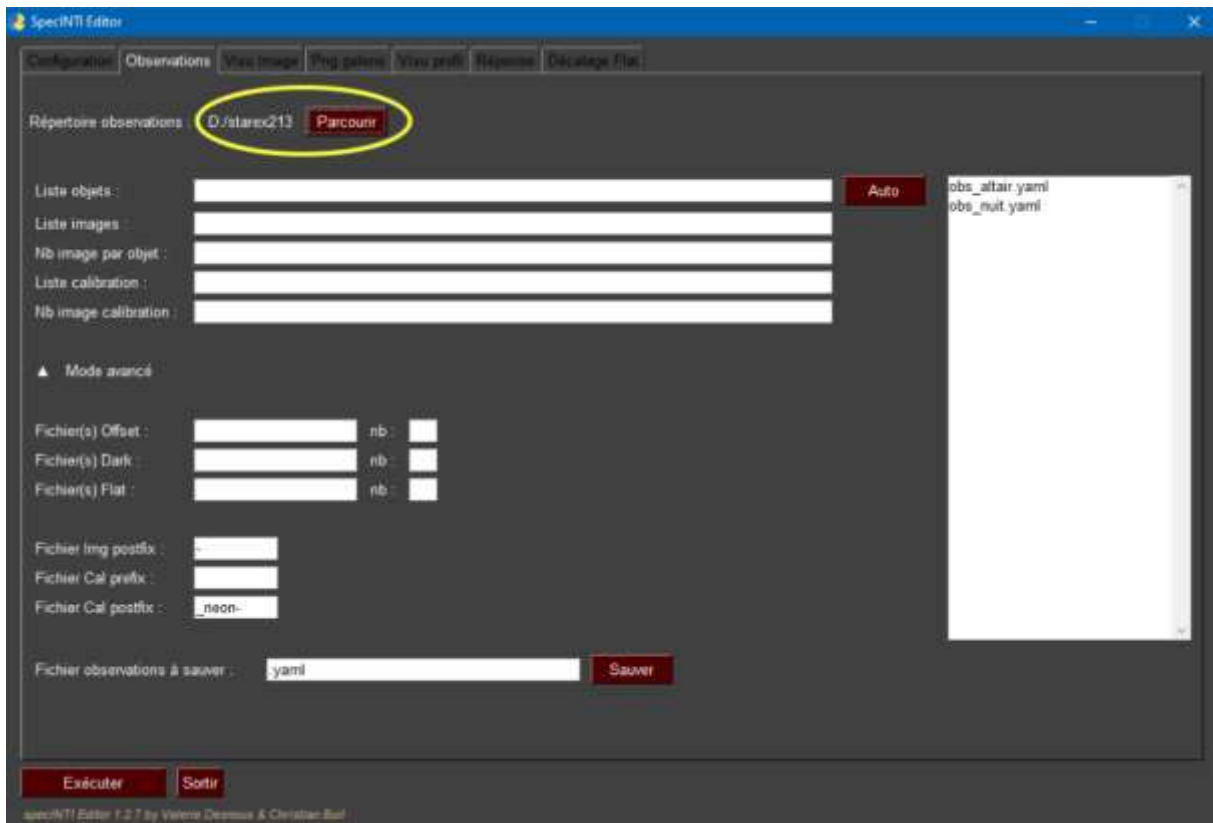
Tipp: Sehen Sie sich an, wie die Rohbildsequenzen benannt sind. Zuerst wird ein sogenannter „generischer Name“ angegeben, z. B. „qrul“, gefolgt von einer Indexnummer in der erfassten Sequenz. Beachten Sie das Vorhandensein eines „-“ zwischen dem generischen Namen und den Indizes. Dies ist eine sehr gute Angewohnheit, die Sie sich angewöhnen sollten, da sie es Ihnen ermöglicht, den Objektnamen und den Rang im Rohbildstapel richtig zu trennen (es ist viel besser,

zum Zeitpunkt der Beobachtung hd123543-1, hd123543-2, ... zu schreiben als hd1235431, hd1235432, ...).

4.1: Observation file

Der erste Schritt bei der Verarbeitung einer neuen Sitzung besteht darin, specINTI eine synthetische Beschreibung der zu verarbeitenden Daten zu geben. Öffnen Sie dazu in der Benutzeroberfläche des specINTI-Editors die Registerkarte „Observations“. Oben auf der Registerkarte finden Sie eine Schaltfläche „Directory“. Mit ihr können Sie den Arbeitsordner auswählen, in dem Sie arbeiten wollen. Drücken Sie z. B. hier die Schaltfläche „Find“ mit einem Mausklick, wählen Sie dann in dem sich öffnenden Dialogfeld Ihr Arbeitsverzeichnis aus, indem Sie die Ordner auf Ihrer Festplatte durchsuchen, und klicken Sie dann auf die Schaltfläche „Ordner auswählen“. Normalerweise sollten Sie am Ende ein Ergebnis wie dieses erhalten:

Wir wollen unsere 4 Objekte der Nacht in einem Durchgang bearbeiten (Sie können sie auch einzeln bearbeiten, wir werden später sehen, wie). Die Möglichkeit, eine ganze Sitzung in „Stapeln“ zu verarbeiten, ist eine der Stärken von specINTI: alles ist dabei hochgradig automatisiert und Sie können sich während der Verarbeitung anderen Dingen widmen.



In der Zeile „Objektliste“ geben Sie die Namen der Objekte an, die Sie bearbeiten möchten. Es empfiehlt sich, hier Namen anzugeben, die durch die [SIMBAD](#)-Abfragen des CDS identifiziert werden können, dass eine beträchtliche Anzahl von Katalogen zusammenfasst.

In unserem Stapel zu verarbeitende Bilder finden wir zum Beispiel eine Sequenz von 6 Aufnahmen des Sterns Altair mit den Dateinamen (im FITS-Format) altair-1, altair-2, ..., altair-6. Logischerweise geben wir also in dem Bereich der Benutzeroberfläche, in dem wir die Liste der zu verarbeitenden Objekte angeben, den Namen „Altair“ an. specINTI Editor stellt dann die Verbindung zwischen dem

angegebenen Namen und dem Namen der zu verarbeitenden Bilddateien im Arbeitsordner her. Damit dies funktioniert, muss natürlich eine Übereinstimmung zwischen der Art und Weise, wie Sie den generischen Namen Ihrer Rohbilder („altair-“) während der Beobachtung definieren, und dem gewählten „SIMBAD“-Namen des Objekts („Altair“) bestehen. Dies ist hier der Fall (die Groß- und Kleinschreibung hat keinen Einfluss). Diese Disziplin erleichtert die Bearbeitung erheblich und verringert die Gefahr von Fehlern. Andere gültige Namen (neben anderen) für den Stern Altair sind „alpha Aql“ oder „HD 187642“, siehe die SIMBAD-Abfrage unten mit dem Objektnamen „Altair“

Basic data :*** alf Aql -- delta Sct Variable**

Other object types:

ICRS coord. (ep=J2000) :

FK4 coord. (ep=B1950 eq=1950) :

Gal coord. (ep=J2000) :

Proper motions mas/yr :

Radial velocity / Redshift / cz :

Parallax (mas) :

Spectral type :

Fluxes (8) :

```

(*)AG,...), PM* (Cl,LFT,...), X (2013AJ,2E,...), IR (AKARI,IRAS,...), **
(ADS,CCDM,...), V* (2012ApJ,NSV,...), UV (2013AJ,TD1), dS* (2005ApJ)
19 50 46.99855 +08 52 05.9563 (Optical) [ 4.48 4.12 81 ] A 2007A&A...474..653V
19 48 20.59225 +08 44 05.6631 [ 4.48 4.12 81 ]
047.74412569 -08.90918816 [ 4.48 4.12 81 ]
536.23 385.29 [ 0.51 0.47 0 ] A 2007A&A...474..653V
V(km/s) -26.60 [ 0.4 ] / z(-) -0.000089 [ 0.000001 ] / cz -26.60 [ 0.40 ]
A 2006A&StL...32..759G
194.95 [ 0.57 ] A 2007A&A...474..653V
A7Vn C 2003AJ...126.2048G
U 1.07 [-] C 2002yCat.2237....0D
B 0.98 [-] C 2002yCat.2237....0D
V 0.76 [-] C 2002yCat.2237....0D
R 0.62 [-] C 2002yCat.2237....0D
I 0.49 [-] C 2002yCat.2237....0D
J 0.35 [-] C 2002yCat.2237....0D
H 0.24 [-] C 2002yCat.2237....0D
K 0.24 [-] C 2002yCat.2237....0D

```

**Identifiers (61) :**

An access of full data is available using the icon Vizier near the identifier of the catalogue

* alf Aql	GCRV 12193	2MASS J19504698+0852060	TD1 25537
* 53 Aql	GENE +1.00187642	N30 4388	TIC 70257116
ADS 13009 A	GJ 768	NAME Altair	TYC 1058-1399-1
AG+08 2636	GSC 01058-03399	NLT 48314	UBV M 24205
AKARI-FIS-V1 J1950472+085209	HD 187642	NSV 24910	UBV 16885
ASCC 1075038	NIC 97649	8pc 194.44	USNO-B1.0 0988-00511792
BD+08 4236	NIP 97649	PLX 4665	USNO 891

Klicken Sie versuchsweise auf die Schaltfläche „Auto“, die sich rechts neben der Zeile „Objektliste“ befindet.

Wenn Sie keinen Fehler gemacht haben, füllt specINTI Editor dann andere Felder auf der Registerkarte „Beobachtungen“ für Sie aus, insbesondere die Anzahl der Rohbilder für jedes Objekt oder die Identifizierung der Spektralkalibrierungsdateien („altair_neon-1“, ...). Sie werden diese „Auto“-Schaltfläche oft verwenden, aber im Moment ist es besser, wenn Sie im Listenfeld rechts auf den Namen „obs_nuit.yaml“ doppelklicken. specINTI Editor vervollständigt dann die Informationen im Register „Beobachtungen“ (es gibt jetzt einen Verweis auf die Offset-, Dark- und Flat-Field-Dateien)

Der Titel „obs_nuit.yaml“ bezieht sich auf eine Datei, die sich bereits in Ihrem Arbeitsordner befindet (Sie werden sie finden, wenn Sie den Inhalt dieses Ordners untersuchen). Es handelt sich um eine einfache Textdatei (Sie können sie mit Ihrem bevorzugten Texteditor bearbeiten), mit der Erweiterung „.yaml“. YAML bezieht sich auf eine Dateistruktur, die in der Computerwelt verwendet wird, um bestimmte Informationen zwischen Anwendungen auszutauschen (es ist eine Art „Standard“). Diese Datei wurde von uns vorausgefüllt. Wie Sie vielleicht schon erraten haben, beschreibt sie unsere Beobachtungsnacht, genauer gesagt, eine Auswahl der Spektraldaten, die Sie verarbeiten möchten. Von nun an weiß specINTI, was zu tun ist.

Directory
D:/StarEx/starex213

Night Obj
Autofill
Erase

Objects name : Altair, QR Vul, 12 Vul, V2139 Cyg

Images name : Altair-, QRVul-, 12Vul-, V2139Cyg-

Nb Images : 6, 5, 6, 4

Image calib : Altair_neon-, QRVul_neon-, 12Vul_neon-, V2139Cyg_neon-

Nb Img calib : 1, 1, 1, 1

Trans Atm : None, None, None, None

Flat shift : 0, 0, 0, 0

Offset : _offset Nb 0

Dark : _dark Nb 0

Flat : tung- Nb 6

Image postfix : -

Name separator : _

Calibration prefix :

Calibration postfix : _neon-

Save
obs_nuit

4.2: Configuration File

Die zweite Operation, die vor der Verarbeitung unserer Spektren durchgeführt werden muss, besteht in der Bearbeitung des Inhalts einer neuen Textdatei, die ebenfalls dem „.yaml“-Standard entspricht und in der Sie die wichtigsten Parameter Ihrer Instrumentenkonfiguration angeben (Merkmale des Spektrographen und des Teleskops, Beobachtungsort, gewählter Spektralkalibrierungsmodus usw.). Gehen Sie auf die Registerkarte „Konfiguration“ der specINTI-Editor-Schnittstelle.

Es ist sehr wichtig zu verstehen, dass die in der „Konfigurationsdatei“ enthaltenen Informationen spezifisch für eine bestimmte Instrumentenkonfiguration und Ihre Art der Spektrenverarbeitung sind. Wenn Sie also diese Instrumentenkonfiguration von einer Beobachtungssitzung zur nächsten nicht

ändern (was im Allgemeinen die Regel ist), brauchen Sie nicht in die zugehörige Datei einzugreifen. Diese Datei ist eine Art Konstante Ihres Instruments, so wie sich auch der Durchmesser Ihres Teleskops von einer Beobachtungsnacht zur anderen nicht ändert.

Wenn Ihnen die Struktur der Konfigurationsdatei komplex erscheint, sollten Sie wissen, dass: (1) ihr Inhalt wird im Folgenden sorgfältig beschrieben, und die Komplexität ist nur scheinbar, (2) Sie haben nur sehr selten die Gelegenheit, in diese Datei einzugreifen, um sie zu ändern, wir wiederholen.

Hinweis: Es ist diese Datei, und nur diese, die der specINTI-Anwendung zur Verfügung gestellt wird, wenn die Verarbeitung beginnt. Die Software findet hier alles, was sie zum Reduzieren der Spektren benötigt. Aber der specINTI-Editor verbirgt diese Computer-„Küche“ vor Ihren Augen, denn Sie müssen diese Details nicht kennen, um arbeiten zu können (der specINTI-Editor dient, wie der Name schon sagt, zur Bearbeitung der Beobachtungs- und Konfigurationsdateien und wird auch verwendet, um die specINTI-Anwendung transparent aufzurufen, um Ihnen das Leben zu erleichtern).

Auf der Registerkarte „Konfiguration“ sehen Sie die Liste auf der rechten Seite. Dies ist eine Reihe von vordefinierten Konfigurationsdateien. Sie entsprechen den instrumentellen Situationen, die wir in dieser Dokumentation untersuchen werden. Diese Dateien werden zwangsläufig in einem Unterordner Ihres specINTI Editor-Installationsordners mit dem Namen „_configuration“ gespeichert. Normalerweise können Sie diese Art von Detail ignorieren.

Hinweis: Achtung: Wenn der Unterordner „_configuration“ nicht existiert, kann die Anwendung specINTI Editor nicht gestartet werden. Das betreffende Verzeichnis wird automatisch erstellt, wenn Sie das Distributionsarchiv entpacken.

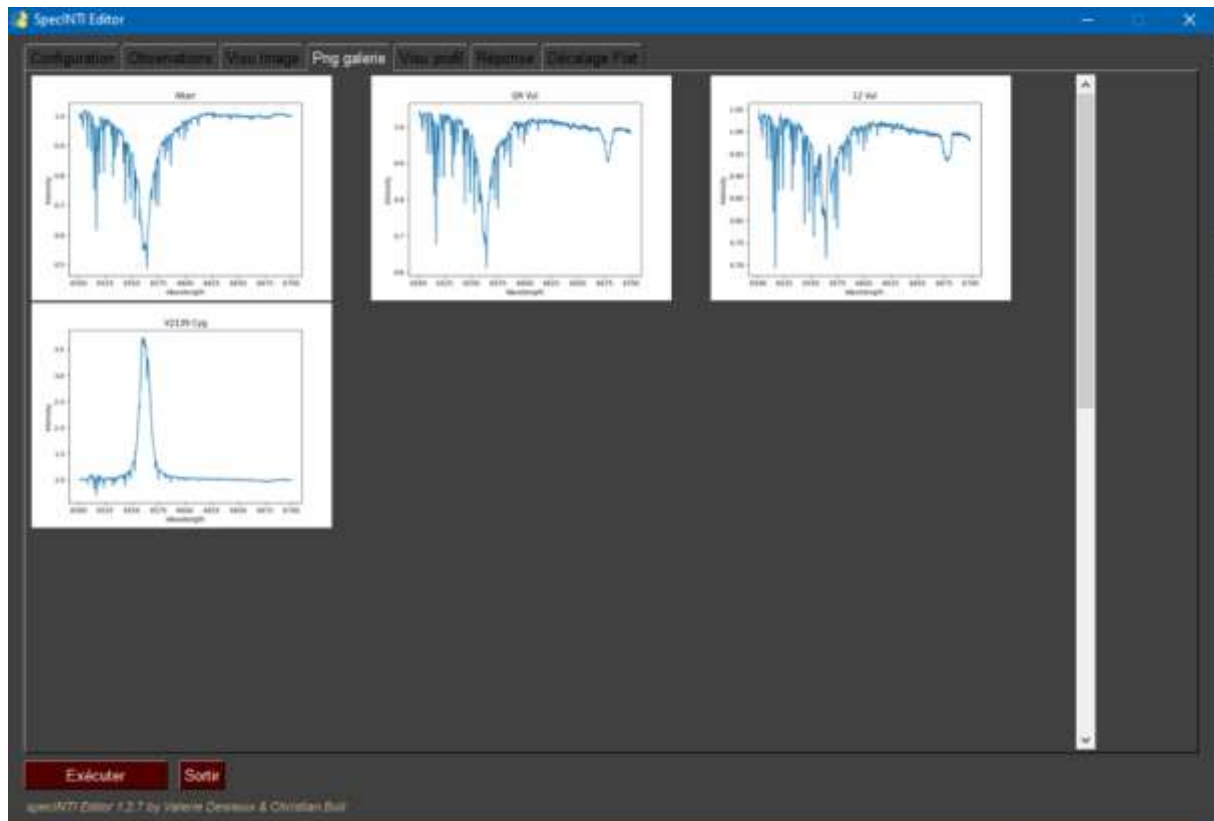
Wählen Sie die Konfiguration „conf_starex2400_mode0_demo3.yaml“ aus der Liste auf der rechten Seite durch Doppelklick auf den Namen:

Hinweis: Es steht Ihnen frei, Ihre eigenen Konfigurationsdateien zu benennen.

Der Bearbeitungsbereich auf der linken Seite wird automatisch ausgefüllt. Sie können ihn durchblättern, aber machen Sie sich keine Sorgen über den Inhalt, Sie werden ihn bald beherrschen, wenn Sie mit specINTI weitermachen.

Und jetzt kommt der lang erwartete Moment: Klicken Sie auf die Schaltfläche „Ausführen“ am unteren Rand der Registerkarte. Die Verarbeitung des Spektrums Ihrer 4 Objekte wird dann automatisch beginnen.

Nach einigen Augenblicken zeigt specINTI Editor das Ergebnis in Form von kleinen Miniaturbildern an, aber Sie haben auch andere Möglichkeiten, diese Spektren und andere Zwischenbilder zu sehen, wie wir später sehen werden. Betrachten Sie die Registerkarte „Galery, die sich automatisch öffnet, als einen schnellen Blick auf das Ergebnis der Verarbeitung. Hier sehen Sie nur einen kleinen Teil des Spektrums der Objekte, aber mit sehr hoher spektraler Auflösung (die breite Linie etwas links ist die h-alpha Linie). Es ist wie bei der Beobachtung eines Planeten mit einem langbrennweitigen Instrument: Man sieht die Oberfläche im Detail, aber das Sichtfeld ist sehr begrenzt:



Gleichzeitig hat specINTI die Ergebnisse als Dateien in den Arbeitsordner geschrieben, die Sie später einsehen können. Sie können sich ein Bild davon machen, indem Sie sich den Inhalt des Fensters „Konsole“ ansehen:

```
specinti_editor2
EXPTIME = 3600.0
OBJNAME = 'V2139 Cyg'
EXPTIME2= '4 x 900.0 s'
BSS_ITRP= 11996
SPE_RPOW= 11996
BSS_VHEL= 0
DATE-OBS= '2022-08-03T01:14:32.714400'
GEO_LONG= 7.094
GEO_LAT = 43.5801
GEO_ELEV= 40
BSS_SITE= 'Antibes Saint-Jean'
BSS_INST= 'RC10 + StarEx2400 + ASI533MM'
OBSERVER= 'cbuil'
BSS_COSM= 'Removed'
BSS_TELL= 'None'
BSS_NORM= 'None'
CRPIX1 = 1
CTYPE1 = 'Wavelength'
CUNIT1 = 'Angstroms'
VERSION = 'specINTI 2.0.0'
JD-OBS = '2459794.5518'

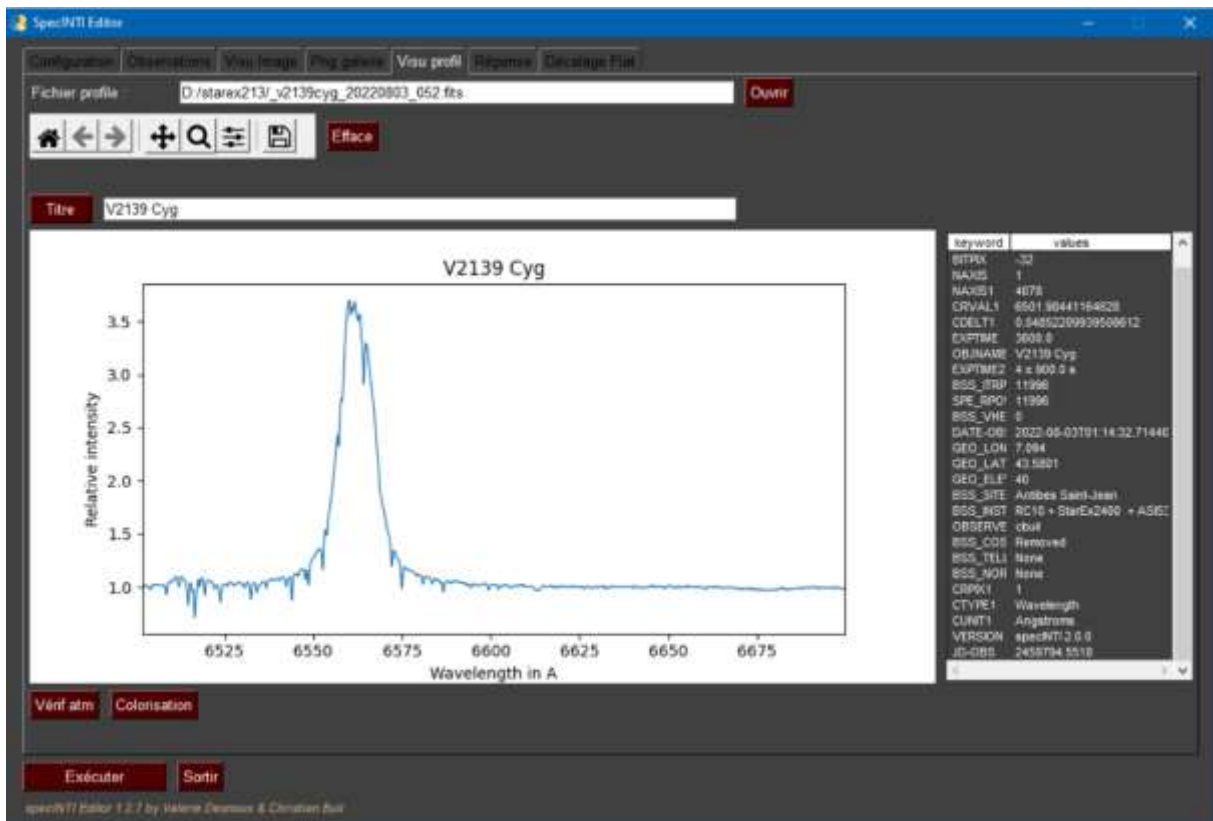
-----
Output files name:
D:/starex213\_v2139cyg_20220803_052.fits
D:/starex213\_v2139cyg_20220803_052.png
D:/starex213\_v2139cyg_20220803_052_2D.fits
D:/starex213\_v2139cyg_20220803_052.yaml
D:/starex213\_v2139cyg_20220803_052_log.txt
-----
End of the processing.
```


Hinweis: Die bearbeiteten Spektren werden automatisch als Dateien im Arbeitsordner gespeichert („Ausgabedatei“). Die Namen, die diesen Dateien von specINTI zugewiesen werden, mögen Sie aufgrund ihrer Länge überraschen. Zum Beispiel „_v2139cyg_20220803_052.fits“ (die wichtigste Datei, das endgültige Spektralprofil im FITS-Format). Dieser Name ist eigentlich sehr praktisch. Das „_“ am Anfang zeigt an, dass es sich um verarbeitete Daten und nicht um Rohdaten handelt. Diese Kennung erleichtert das Sortieren der Ergebnisse, wenn Sie sie von einem Ordner in einen anderen verschieben müssen. Dann suchen wir den Namen des Objekts, wie er bei der Bearbeitung der Beobachtungsdatei in das Feld „Objektliste“ eingegeben wurde. Wir finden ein neues „_“, dann das Aufnahmedatum des ersten Bildes der Sequenz im Format JJJJMMTT_FFF, wobei FFF der Bruchteil des Tages im Vergleich zu Mitternacht ist.

Sie werden feststellen, dass für jedes bearbeitete Spektrum eine Reihe von Dateien geschrieben werden, die mit „_“ beginnen. Die Datei „_v2139cyg_20220803_052.png“ zum Beispiel ist eine kleine Miniaturansicht des Ergebnisses, die Sie sofort in eine Nachricht einfügen können. Die Datei „_v2139cyg_20220803_052.yaml“ ist eine einfache Kopie der Konfigurationsdatei, die für die Verarbeitung des Spektrums des Objekts verwendet wird. Diese letzten Daten sind charakteristisch für die praktische Seite von specINTI: Wenn Sie in 6 Monaten oder zwei Jahren dieselben Daten erneut verarbeiten wollen, selbst wenn Sie eine kleine Änderung vornehmen müssen, müssen Sie nur die zuvor verwendete Konfigurationsdatei wiederverwenden. Diese Art der erneuten Verarbeitung ist mit den meisten Programmen, die über eine komplexe grafische Schnittstelle verfügen, nur schwer möglich, ist aber für die Nachhaltigkeit Ihrer Beobachtungen auf lange Sicht unerlässlich.

In diesem Stadium können Sie die Datei „_v2139cyg_20220803_052.fits“ natürlich mit Software von Drittanbietern für fortgeschrittene Analysen (wie VisualSpec oder ISIS) verwenden oder direkt in Datenbanken exportieren (der Dateikopf ist mit dem BeSS-Format kompatibel).

Natürlich bietet specINTI Editor selbst Anzeigetools, zum Beispiel auf der Registerkarte „Visu-Profil“:



Hinweis: Auf der rechten Seite dieser Registerkarte wird der Inhalt der Kopfzeile der FITS-Datei angezeigt.

4.3:Synthese

Die Bearbeitung einer Beobachtungssitzung umfasst die Bearbeitung einer Beobachtungsdatei, die automatisch ausgefüllt werden kann, wenn Sie Ihre Daten richtig organisieren. Dieser Vorgang nimmt nur wenige Augenblicke in Anspruch. Da die Konfigurationsdatei eine Konstante in Ihrem Gerät ist, müssen Sie im Allgemeinen nicht eingreifen. Schließlich beschränkt sich der gesamte Vorgang fast auf das Drücken einer Taste, der Taste „Ausführen“. Wir können nicht behaupten, dass die Verwendung von specINTI so komplex ist! Diese Anwendung erweist sich als ein sehr effizientes Produktionswerkzeug, das man schnell wieder vergisst, das Beste, was einem passieren kann, denn das Ziel ist schließlich, das Beobachten zu genießen und sich nicht mit den zusätzlichen Werkzeugen zu langweilen.

Hinweis: Das Funktionsprinzip der Software basiert auf einer einfachen Textdatei, so dass Sie sehen können, wie interessant es ist, diese Schwierigkeiten mit Kollegen zu teilen oder Tipps auszutauschen. Sie brauchen keine unleserlichen und unordentlichen Screenshots, keine versteckten Optionen in der Ecke der Benutzeroberfläche. Mit specINTI brauchen Sie nur eine einfache Textdatei von weniger als 1 kb zu senden, die Sie mit einem NotePad öffnen können und die absolut alles enthält, was Sie brauchen, um eine Qualitätsreduktionsarbeit zu teilen.

7: Verarbeitung von hochauflösenden Spektren im Detail

Wir haben zuvor einige Funktionsprinzipien von specINTI beschrieben und kurz ein Beispiel für die Verarbeitung gezeigt. Hier gehen wir ausführlicher auf den Aufbau der Beobachtungs- und Konfigurationsdateien ein, die den Kern des Anwendungsprinzips bilden, und geben Tipps für die Aufnahme und Auswertung von Spektren, insbesondere im Hinblick auf die Spektrografie mit hoher spektraler Auflösung. Als Unterstützung behalten wir die bereits früher verwendete Sitzung „starex213“ bei. Wir erinnern Sie daran, dass alle Daten, die dem Beispiel beigelegt sind, als ZIP-Archiv heruntergeladen werden können, indem Sie auf diesen Link klicken: [starex213.zip](#)

7.1: Wie füllt man das Beobachtungsdossier richtig aus?

Um den Lernprozess zu erleichtern, werden wir zu Beginn nur die Verarbeitung eines einzigen Objekts beschreiben, nämlich die Spektren des hellen Sterns Altair, der auf der berühmten roten H-alpha-Linie des Wasserstoffs zentriert ist. Unser Archiv bietet 6 Bilder des Rohspektrums dieses Objekts mit den Namen altair-1, altair- 2, ..., altair-6. Diese Bilder wurden nacheinander aufgenommen. Die individuelle Belichtungszeit beträgt 45 Sekunden.

Hinweis: Es handelt sich um Bilddateien im FITS-Format, aber die „.fits“-Erweiterung wird absichtlich ignoriert, da specINTI sie für Sie hinzufügt.

Eine weitere zugehörige Bilddatei ist vorhanden, die „altair_neon-1“-Datei. Dabei handelt es sich um das Bild des Lichtspektrums einer Neongas-Spektrallampe (genauer gesagt, einer Entladungslampe mit Neongas, wie sie manchmal in elektrischen Anlagen zu finden ist). Wir werden später sehen, wie nützlich es ist.

Öffnen wir die Registerkarte „Observations in der specINTI-Editor-Oberfläche.

Zunächst müssen Sie angeben, in welchem Ordner sich die zu bearbeitende Bilder befinden, d. h. den Pfad des Arbeitsverzeichnisses. Wir haben bereits im vorherigen Abschnitt darüber gesprochen: Klicken Sie ganz oben auf der Registerkarte auf die Schaltfläche „Durchsuchen“ und suchen Sie dann in dem sich öffnenden Dialogfeld Ihren Arbeitsordner und wählen Sie ihn aus.

Geben Sie dann den einfachen Namen des zu verarbeitenden Objekts im Feld "Objektliste" an, hier "Altair" (oberer oder niedrigerer Fall, es spielt keine Rolle). Dieser Name wird nicht zufällig gewählt: Er erinnert an den Gattungsnamen der Rohbilder und wird von SIMBAD erkannt.

An dieser Stelle bietet specINTI Editor einen Automatisierungsmechanismus. Klicken Sie auf "Auto". Die Software füllt dann viele Felder für Sie aus. Es findet automatisch den generischen Namen Ihrer Rohdateien ("Altair-"), die Anzahl der Bilder in der Sequenz (6), das Vorhandensein des Spektralkalibrierungsbilds "altairone-1" (die Software versteht auch, dass nur ein solches Bild verfügbar ist).

Tipp: Beachten Sie die Verwendung des "-" zwischen dem generischen Namen und der Indexnummer. Dies ist es zu vermeiden, Letzteres mit der Katalognummer zu verwechseln. Wie bereits erwähnt, wird es dringend empfohlen, diesen Strich beim Erstellen einer Liste von Objekten zu verwenden (auch wenn es nur ein Objekt in dieser Liste gibt).

Hinweis: Damit der Automatisierungsmechanismus funktioniert, muss der präINTI-Redakteur die Art des Separators zwischen dem generischen Namen und der Indexnummer (der "Postfix") kennen.

Es ist auch notwendig, die Offset-, Dunkel- und Flachfeldbilder zu pflegen, die für eine gute Vorverarbeitung der Rohbilder notwendig sind. Wir sind hier im Klassiker der astronomischen Bildverarbeitung.

Es gibt zwei Möglichkeiten, dies mit specINTI zu tun. Die erste besteht darin, den generischen Namen der entsprechenden Bildsequenzen und die Anzahl der Bilder anzugeben (diese Zahl wird automatisch gefunden, indem Sie auf die gut benannte "Auto"-Taste klicken). Nehmen wir an, Sie haben 20 Rohbilder des Offset-Signals mit dem Namen o-1, o-2, ... o-20, 14 Rohbilder des dunklen Signals (lange Belichtungen im Dunkeln), genannt n-1, n-2, ... n-14 und schließlich 6 Flat-Field-Bilder einer kontinuierlichen Spektrumlampe (wir werden später sehen, wie man den Namen t-wird. Geben Sie in diesem Fall die folgenden Elemente in den dedizierten Bereich der Registerkarte "Beobachtungen" ein:

The screenshot shows the 'Observations' tab of the SpecINTI software interface. It contains two columns of input fields. The left column has three fields: 'Image postfix :', 'Calibration prefix :', and 'Calibration postfix :', each followed by a text box containing a hyphen '-'. The right column has three rows of fields. The first row is 'Offset :', followed by a text box containing '_offset' and a 'Nb' field with the value '0'. The second row is 'Dark :', followed by a text box containing '_dark' and a 'Nb' field with the value '0'. The third row is 'Flat :', followed by a text box containing 'tung-' and a 'Nb' field with the value '6'.

Der zweite Weg ist, dass spe. pecINTI nach der ersten Verarbeitung mit dem generischen Namen der vorgelagerten Bilder, die wie oben bereitgestellt werden, automatisch Bilder mit reservierten Namen im Arbeitsordner schreibt: "offset", "dark", . Dies sind die verarbeiteten Masterbilder des Offset-, Dunkel- und Flachfeldsignals. Verarbeitet bedeutet, dass zum Beispiel die 20 Offset-Bilder gemittelt wurden, das Offsetsignal von den 14 dunklen Bildern abgezogen wurde, um eine echte thermische Signalkarte für die verwendete Temperatur- und Belichtungszeit usw. zu erhalten. Also in einer nächsten Verarbeitung können Sie perfekt schreiben (was in Bezug auf die Berechnung etwas

Beachten Sie, dass die Anzahl der bereitgestellten Bilder 0 ist, da "offset", "dark" und "flat" keine generischen Sequenznamen, sondern einfache Dateinamen sind.

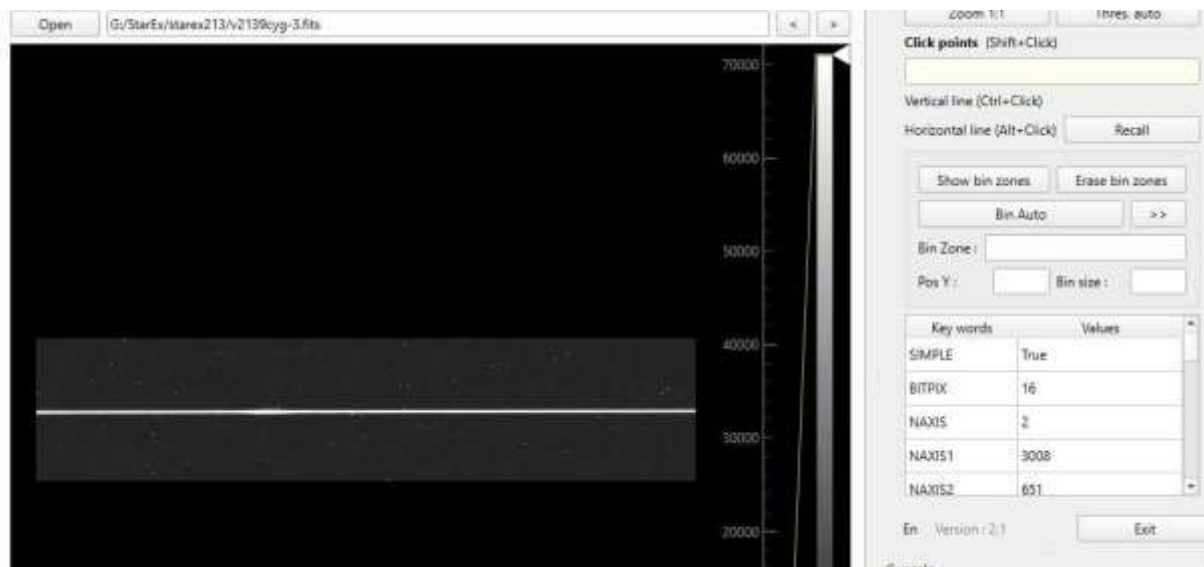
Es ist noch möglich, vorrekalierte Masterbilder mit Rohkalibrierungsbildern in Listenform zu mischen. Dies ist die Situation für unsere Beobachtung "starex213", wo wir vorschlagen, die vorkalkulierten Bilder "offoffset" und "dark" zu verwenden, und eine rohe Abfolge von 6 Flachfeldbildern mit dem generischen Namen "tung-", was am Ende gibt:

Hinweis: Eine Frage wird oft über die Belichtungszeit gestellt, um für dunkle (oder schwarze) Bilder zu wählen. Sollten wir die gleiche Belichtungszeit wie für die Bilder astronomischer Ziele nutzen? Glücklicherweise ist die Antwort nein! In unserem Fall beträgt die Belichtungszeit für jedes unserer 14 elementaren dunklen Bilder 900 Sekunden (1/4 Stunde). Wenn Sie ein 60-Sekunden-exponiertes Spektrum verarbeiten müssen, hat es keinen Sinn, ein dunkles Bild zu berechnen, das aus elementaren Bildern generiert wird, die 60 Sekunden lang exponiert sind, da specINTI das grundlegende dunkle Bild von 900 Sekunden anpasst, um ein dunkles Bild von 60 Sekunden zu simulieren. Moral: Machen Sie dunkle Bilder mit einer Zeit, die mindestens so lange wie die längste Belichtungszeit auf den Zielen verwendet wird, und das ist es (niemals ein Spektrum zu verarbeiten, das 600 Sekunden lang mit einem "Dunkel" freigelegt wurde, das 60 Sekunden lang ausgesetzt war, weil dann das Geräusch sehr stark wird). Der sehr wichtige Punkt ist, dass die Temperatur des Detektors immer die gleiche sein muss, zum Beispiel hier -12°C (wenn nötig, um sich zu erinnern, können Sie Ihr "Dark" nennen: n900-12-1, n900-12-2, ... ein guter Trick, um Ihren Weg zu finden, weil einige Erfassungssoftware nicht die Temperatur des Sensors in den FITS-Header schreiben).

Um die Bearbeitung der Registerkarte "Beobachtungen" zu vervollständigen, denken Sie daran, der Beobachtungsdatei einen Namen zu geben. Durch Klicken auf die Schaltfläche "Speichern" speichert spe.INTI Editor Ihre Beobachtungsdatei im aktuellen Arbeitsordner (verpflichtend). Es ist eine Datei, die die YAML-Architektur im Textformat respektiert. Sie sind frei für den Namen. Hier haben wir "obs-altair" gewählt (mit dem Verständnis, dass wir eine Beobachtung des Sterns Altair verarbeiten). Durch Doppelklick auf den Namen derselben Datei (oder einer anderen), die dann in der Liste rechts erscheint, zeigen Sie den Inhalt im Tab "Beobachtungen". Das ist sehr nützlich, um die Art und Weise zu finden, wie Sie alte Daten verarbeitet haben.

7.2: Wie zeigt man das Bild eines Spektrums an?

Vielleicht sind Sie neugierig zu wissen, wie ein rohes Bild des Altair-Sterne-Spektrums aussieht? Es ist sehr einfach. Gehen Sie zur Registerkarte "Image", klicken Sie auf "Öffnen", wählen Sie die Datei altair-1.fits (z.B.) im Arbeitsverzeichnis aus und das Spektrumbild wird sofort angezeigt:



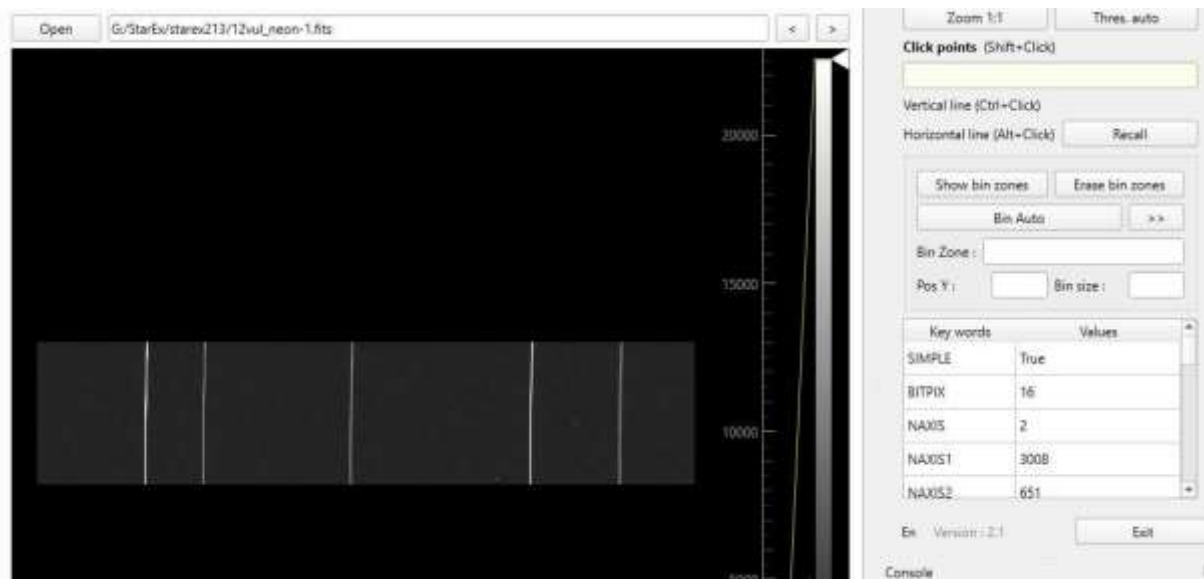
Hier sieht man nur einen Auszug aus dem aufgenommenen Bild. Um sich innerhalb des Bildes zu bewegen, ziehen Sie mit der linken Maustaste nach unten. Lernen Sie, die horizontalen Schieberegler am unteren Rand der Registerkarte zu verwenden, mit denen Sie den Kontrast und die Helligkeit einstellen können. Um die Intensität eines Punktes im Bild herauszufinden, positionieren Sie den Mauszeiger, dann mit der linken Mausklick.

Das globale Image selbst zeigt nur einen Teil des Spektrums des Sterns Altair im roten Teil, etwa zentriert auf die H-alpha-Linie. Es ist typisch für ein hochauflösendes Spektrum, das mit dem Star'Ex-Spektrographen oder einem anderen Spektrographen derselben Kategorie erworben wurde: Das tatsächliche Spektrum des Sterns ist die dünne horizontale Linie. Die H-alpha-Linie ist die große Absorptionseinrückgabe, die ein wenig links vom Bild zu sehen ist. Diese ungewöhnliche Breite für diese Art von Stern kommt daher, dass sich der Stern sehr schnell um seine Achse dreht, die eine sehr bedeutende Doppler-Fizeau-Verbreiterung der Wasserstofflinie und alle anderen Sternlinien im Spektrum dieses Objekts produziert. Die feinen Linien sind tellurische Linien, d.h. Linien, die erscheinen, wenn das Licht des Sterns die dünne Schicht der Erdatmosphäre überschreitet. Die fraglichen Linien stammen aus der Absorption der H₂O-Moleküle (Wasserdampf in der Atmosphäre) - darauf werden wir zurückkommen.

Hinweis: Die H-alpha-Linie ist nicht auf den erfassten Teil des erfassten Spektrums ausgerichtet. Dies ist bewusst, um gleichzeitig eine Heliumlinie beobachten zu können, die sich weiter im roten, rechts des Bildes befindet.

Es ist wichtig zu beachten, dass wir beim Einkauf des Bildes nur einen Bruchteil des Erfassungsbereichs des Sony IMX533 Sensors mit 3008x3008 Pixel (ZWO ASI533MM Kamera) ausgenutzt haben. Das aufgenommene Bild, das Sie auf dem Bildschirm anzeigen, ist nur 3008 Pixel breit und 651 Pixel hoch. Zum Zeitpunkt des Erwerbs, mit der verwendeten Software (Prism), haben wir darauf geachtet, nur den Teil des als nützlichen Bildes als nützlich erachteten Bildes (aus der englischen "ROI") zu behalten. Das Spektrum ist eine Linie, es ist logisch, nur ein Band um die Spur zu halten. Dieses Zuschneiden vermeidet eine unnötige Sättigung der Festplatte, beschleunigt Berechnungen und gibt ein angenehmeres Display. Die Arbeit am ROI ist eine sehr wichtige Angewohnheit in der Sternspektrographie.

Darüber hinaus erfolgte die Übernahme in 1x1 Binning. Auch hier ist dies eine wichtige Überlegung bei der Arbeit mit einem CMOS-Sensor. Natürlich reduziert zum Beispiel ein 2x2-Binning die Größe der Bilder, aber es ist eine zerstörerische Operation, die sehr nützliche Informationen eliminiert, um das optische Bild des Spektrums zu nutzen. Man kann nach einem 2x2-Binning nicht zurückgehen, der Schaden ist angerichtet. Sie dürfen nicht mit anderen CMOS-Sensoren als in 1x1 Binning arbeiten, wenn Sie das Beste aus Ihren Bildern herausholen möchten (wir kommen später darauf zurück).



Wir sehen die Emissionslinien, die von der spektralen Kalibrierlampe erzeugt werden - die dünnen, etwa vertikalen Linien. Diese Linien sind mit einem sehr schmalen Spektralbereich verbunden und perfekt in Wellenlängen identifiziert. Wir sprechen von "monochromatischen" Linien, während das Spektrum unseres Sterns "polychromatisch" ist (es enthält mehrere Wellenlängen oder Farben).

Wenn Sie ein wenig aufmerksam sind, werden Sie feststellen, dass diese Linien leicht gebogen sind, die bei der Verarbeitung berücksichtigt werden müssen. Diese Krümmung wird auf Englisch als "Lächle" bezeichnet (ein "Lächeln" auf Französisch). Es kommt von einer variablen Inzidenz von Lichtstrahlen auf dem Beugungsgitter des Spektrographen, je nachdem, ob die Strahlen aus der Mitte des Schlitzes oder der Kante kommen. Dies führt zu einer leichten Variation der Dispergkraft der Roste, abhängig von der Höhe, die auf dem Schlitz betrachtet wird, daher die Krümmung. Dieser Effekt ist mit einem Gitter von 2400 Linien/mm deutlich sichtbar, aber sehr abgeschwächt mit einem Gitter von 300 Linien/mm zum Beispiel, so dass es unbemerkt bleibt.

7.3: Der Erwerb der Spektral-Referenzquelle

Wir haben gerade den Aspekt des Spektrums der Neonlampe gesehen, die eines der Elemente der Wellenlängenkalibrierung unserer Spektren sein wird (der Prozess der Verbindung einer Wellenlänge mit jedem Pixel entlang der Spektralachse des Bildes).

Die "traditionelle" Methode, um ein solches "monochromatisches" Linienspektrum zu erhalten, besteht darin, direkt vor dem Spektrographen (zwischen dem Teleskop und dem Spektrografen) eine Art Lichtkasten zu platzieren, in dem die Emissionslinienspektralquelle untergebracht ist. Ein Servomechanismus, der oft vom Akquisecomputer gesteuert wird, ermöglicht es, entweder das Licht des zu beobachtenden Sterns frei passieren zu lassen oder das Licht der Standardquelle zum Spalt zu senden. Je nach Gehäuse, der Erwerb des Spektrums des Sterns oder das Spektrum der Standardlampe. Diese Montage an der Vorderseite des Spektrographen wird oft "Bonnette" genannt.

Wir stellen zunächst fest, dass es in der beschriebenen einfachen Form nicht möglich ist, gleichzeitig das Spektrum des Sterns und das Spektrum der Referenzspektren zu erwerben. Diese Zeitverschiebung ist eine Quelle des Kalibrierfehlers, wenn sich das Gerät im Laufe der Zeit unter seinem eigenen Gewicht beugt oder wenn eine Temperaturvariation auftritt (dies wird als "thermo-elastische" Verformung bezeichnet). Zumindest ist es notwendig, sicherzustellen, dass die Zeit zwischen den Akquisitionen am Himmel und den Kalibrierkäufen kurz ist, auch wenn es bedeutet, sie ideal zu wechseln, aber es ist mühsam.

Einer der Nachteile der traditionellen Methode ist, dass sie einen Punkt der Zerbrechlichkeit darstellt, sobald ein Mechanismus implementiert ist. Es erzeugt auch zusätzliches Gewicht am Ende des Teleskops. Es gibt auch einen finanziellen Aufschlag. Schließlich ist es in der Regel nicht einfach, in einem kleinen Volumen ein optisches Gerät unterzubringen, das das Öffnungsverhältnis des Teleskops simuliert, wenn das Licht der Standardlampe injiziert wird (ideal, um eine gewisse Kalibrierverzerrung aufgrund der kontinuierlichen optischen Aberrationen des Spektrographen zu vermeiden).



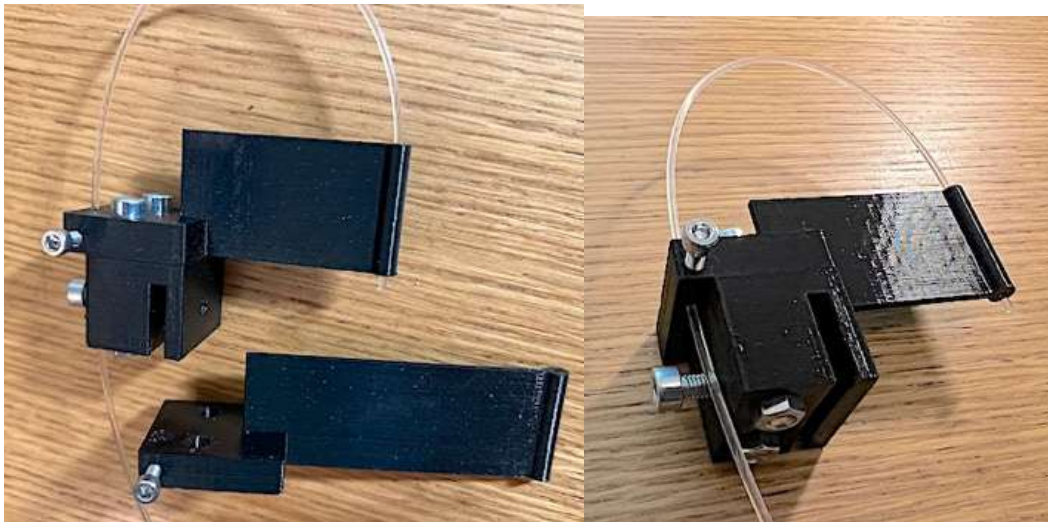
Der Fluss kann auch über eine oder mehrere Glasfasern zum Eingang des Teleskops geleitet werden (Plastikfasern sind geeignet, mit einem großen Durchmesser, mit einem möglichen Scherenschnitt und einem sehr niedrigen Kostenfall, [siehe zum Beispiel hier](#)). Es ist die Fasertechnik, die wir für den Erwerb der Spektren verwendet haben, die diese Demonstration veranschaulichen:



Wir können einen kleinen Lichtkasten machen, wie im anderen Beispiel, der den Beginn der Fasern enthält und eine einfache Neon-Nachtlichtlampe mit E10-Basis integriert, die von 220V, aber Vorsicht, aus Sicherheitsgründen über einen 12V bis 220V-Wandler verwendet wird. Nie 110/220V direkt am Teleskop!



Als Beispiel: Wie eine 1,5 mm CHINLY Kunststofffaser auf der Vorderseite eines 100-mm-Durchmesser-Teleskops mit einer zweiteiligen 3D-gedruckten Baugruppe montiert ist ([klicken Sie hier](#), um die entsprechenden STLs herunterzuladen). Beachten Sie, dass die Faser in der Mitte der Linse positioniert ist, was die spektrale Kalibrierungsverzerrung minimiert.



Danach die Versammlung, die angenommen werden muss, um in voller Sicherheit ein Entladung Nachtlicht (Neon oder anderes Gas) zu nutzen. Wir verwenden ein 220V-12V Netzteil, dann einen gängigen 12V->220V-Wandler. Wir geben auch die Referenz der Neonlampe mit E10-Basis empfohlen, weil gut leuchtend (LG234 230V) unter der Referenz 582852 beim Lieferanten Conrad.



Barthelme
Anzeige- und Signallampen®

Liliput-Glimmlampen T2 $\frac{3}{4}$

LG

Sockel E10

(10 x 25 mm)



Spannung	Typ	Artikel-Nr.	EAN 4821553...
115V	LG 204	00012040	060002
230V	LG 234	00012340	060019
	LG 234/1 rot getaucht	00012341	060026
	LG 234/3 grün LST (Neon)	00012343	060033
400V	LG 274	00012740	060064
Lampenzieher T2 $\frac{3}{4}$		01909006	

Je besser die Beleuchtung über die Eingangspupille des Teleskops oder Refraktors verteilt wird, desto besser ist das Ergebnis, aber ein Beleuchtungspunkt kann bereits ausreichen. Wenn die Beleuchtung pünktlich ist, wird empfohlen, die Punkte im 0,7-fachen Radius des Teleskops (oder Teleskops) zu platzieren, beginnend mit der Mitte und in der Verlängerung der langen Achse des Spalts. Im Gegensatz zu dem, was man meinen könnte, ist diese Beleuchtung in der Pupille sehr wenig aufdringlich. Wenn Sie das Verhältnis von Oberflächen vornehmen, werden Sie sehen, dass ihre Auswirkungen im Vergleich zu der durch die zentrale Behinderung des Teleskops vernachlässigbar sind. Die Tragteile sind im 3D-Druck leicht herzustellen. Ein einfaches Neonlicht mit E10-Basis, mit 220V (über einen 12V->220V-Wandler) ist durchaus geeignet.

Das Interesse dieser Art der Injektion des Lichts der Standardquelle ist, dass es ein statisches System ist, ohne Mechanismus, Licht, in der Lage zu sein, in der Wohnung gelassen zu werden, und von sehr niedrigen Kosten (es kann an einem Tag gebastelt werden). Wir arbeiten auch so nah wie möglich am optischen Weg, dem das Licht der Sterne folgt. Darüber hinaus kann die Lampe zeitweise über einen Computerbefehl z.B., aber auch dauerhaft bei der Beobachtung der Himmelsziele angezündet werden, um eine kontinuierliche Kalibrierung zu üben, effizient und die in Abschnitt 6 beschrieben wird.

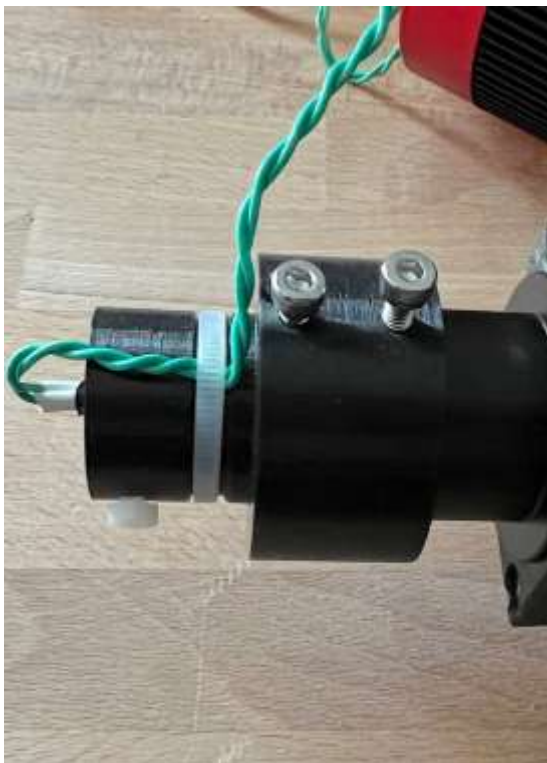
7.4: Flatfield Quelle

Traditionell wird das Flachfeld dank eines Leuchtkastens vor dem Eingangsspalt des Spektrographen realisiert, aber mit den gleichen Mängeln wie bei der spektralen Kalibrierung unterstrichen (Schwierigkeiten, die Teleskopöffnung, Komplexität, Unordnung) darzustellen. Es ist manchmal bequemer, den Eingang des Teleskops auf einheitliche Weise zu beleuchten, wie in diesen Ansichten gezeigt, da der Kalibrierfluss dem gleichen Weg wie die Sterne folgt und die Fokusebene kahler ist.



Für Teleskope mittlerer Größe (z. B. bis 300 mm Durchmesser) ist diese Technik praktikabel und liefert gute Ergebnisse. Aber es erhöht auch Schwierigkeiten. Es erfordert eine intensive Quelle, um ein korrektes Flat-Field-Signal mit einem Minimum an Rauschen (hohes Signal-zu-Rise-Verhältnis, besonders in heiterem Himmel) zu haben. Die Wahl der Lampe ist begrenzt: Halogenstrahler heizen sich schnell auf, LED-Panels haben je nach Wellenlänge eine sehr chaotische Intensitätskurve (nicht sehr günstig, um den Fall eines in geringer Auflösung realisierten Spektrums zu behandeln). Die Umwelt ist auch reichlich beleuchtet. Schließlich, wenn das Teleskop wächst, wird das Gerät schwer und der Betrieb verbraucht Zeit.

Am Ende wählen wir eine viel leichtere und einfachere Technik. Wir werden auf dem Tisch auf sehr lokale Weise arbeiten, indem wir den Spektrographen kurzzeitig vom Teleskop entkoppeln. Nur der Eingang des Spektrographen, klein, wird dann mit einer weißen Lampe beleuchtet, um das Flachfeld zu erhalten. Hier ist eine Anordnung:



Die Lampe ist eine Glühlampenfräse, die ein Halogengas (Krypton) enthält, das ein sehr weißes Licht gibt. Wir stellen am Eingang des 31,75-mm-Schiebereglers das Vorhandensein eines kleinen Membranmerkmals fest, das das Blendenverhältnis des Teleskops simuliert, das mit einem Lichtdiffusor bedeckt ist (einfaches Blatt Rücklaufpapier). Das Ganze ist im 3D-Druck. Das Bedauerliche ist, dass es schwierig wird, Wolframfilamentlampen wegen des Aufkommens von LED-Beleuchtung zu finden (LEDs sind eine Katastrophe für die Spektrographie und Astronomie im Allgemeinen, im Gegensatz zu dem, was wir hier und da hören können. Natürlich ist die elektrische Effizienz einer LED hoch, aber die Qualität des Lichts, das in der städtischen Beleuchtung emittiert wird, ist sehr schlecht für den Anblick, denn im Allgemeinen zu viel Blau ist, weil das gesamte sichtbare Spektrum verschmutzt ist (im Gegensatz zu dem, was wir mit einer Hochdruck-Natriumlampe bekommen), weil die Steuerschaltungen teuer sind

und oft fehlschlagen, weil es oft fehlschlägt, weil es fehlschlägt, fehlschlagen. Kurz gesagt, diese Art der Beleuchtung ist viel weniger ökologisch, als es gesagt wird, während die guten alten Natriumlampen für die urbane Beleuchtung aufgrund der Qualität des emittierten Lichts in jeder Hinsicht ein Segen waren.

Eine **Alternative**, die sehr einfach ist, ist die Verwendung als Flat-Field-Quelle, eine MAGLinte-Taschenlampe, die immer noch Modelle mit



Welcher Durchmesser ist dem Membran zu entnehmen? Angenommen, der Abstand zwischen dem Eingang des Schlitzes und der Ebene der Membran ist 76 mm. Wenn wir eine Teleskopöffnung von $f/8$ ($F/D=8$) simulieren wollen, muss der Durchmesser des Lochs $76 / 8 \times 9,5$ mm betragen. Denken Sie daran, das Zwerchfell mit einem Stück Transparentpapier zu bedecken, um die Beleuchtung auch auf der Oberfläche des Zwerchfells zu machen.

-Die Realisierung von Flachfeldbildern unterscheidet sich daher von der Nachtbeobachtung. Es kann getan werden, wenn Sie möchten (zum Beispiel am Tag), ohne Stress und durch die Verabreichung der Beobachtung der Ziele (vermeiden Sie es vermeiden, den Spektrographen zwischen dem Moment, den Sie beobachten, und dem Moment, in dem Sie das flache Feld einnehmen, zu stören oder zu schütteln). Die Belichtungszeit für unsere Tung-1, Tung-2,... Bilder beträgt nur 2,6 Sekunden (natürlich müssen Sie vermeiden, den Detektor zu sättigen). Diesmal ist so kurz, dass wir nicht zögern, die Anzahl der Flachfeldbilder für ein minimales Rauschen vor allem im Blau des Spektrums zu multiplizieren. In dieser Demonstration gibt es 6 Wolframbilder, aber in der Tat haben wir 30 erworben - nur die ersten 6 der Serie, die hier geliefert wird).

7.5: Konfigurationsdatei im Detail

Der Text, der im Fenster links erscheint, ist eine Reihe von Parametern, die Ihre Instrumentenkonfiguration beschreiben und wie Sie die Spektren verarbeiten möchten. Die Teile des Textes, die in Grau erscheinen, sind Kommentare, die Ihnen helfen, sich zurechtzufinden. Schauen wir uns den Inhalt dieser Konfigurationsdatei an, wie wir sie hier vorschlagen. Hier ist die komplette Liste

```
-
*****
*****

- Star'Ex hochauflösende Konfiguration

2400 l/mm Gitter - 80x125 - 35 Mikrometer-Schlitz

-Kalibriermodus 0

-
*****
*****

-----

- Arbeitsverzeichnis

-----

Work-Path: D:starex213

-----

- Bearbeitung von Stapelndatei

-----

batchname: obs-altair

-----

- Spektralkalibriermodus

-----

calib-mode: 0

-----

Automatische Suche nach Kalibrierleitungen

-----

auto-calib: [6500 6700]

-----

- Polynome Ordnung

-----

Poly-Order: 2
```

- Binning Breite

Größe: 22

- Sky-Hintergrundberechnungsbereiche

Himmel: [200, 15, 15, 200]

- Meilenradius

smile-radius: -24000

x-Limits für geometrische Messungen

xxlimit: [300, 2200]

- Einheitsnormalisierungsbereich

normwave: [6640, 6660]

Profil-Cropping-Bereich

crop-wave: [6500, 6700]

Farbtemperatur der Wolframlampe

planck: 2900

- Länge des Beobachtungsortes

Länge: 7.0940

- Breite der Beobachtungsstelle

Breite: 43.5801

Höhe des Beobachtungspunktes in Metern

Höhe: 40

- Beobachtungsstelle

Liegeplatz: Antibes Saint-Jean

Beschreibung des Instruments

Inst: RC10 + StarEx2400 + ASI533MM

- Beobachter

Beobachter: cbuil

- Goodies

Check-Modus: 0

Die Datei besteht aus mehreren Zeilen, die so viele Parameter sind, außer den Kommentarzeilen (sie beginnen mit dem Zeichen "-"). Aber eine gute Nachricht, für eine bestimmte Instrumentalkonfiguration (Ihr eigener Spektrograph in einfacher Sprache) und wenn Sie sich nicht bewegen, ändert sich der Wert dieser Parameter nicht, außer am Rand. Eine Konfigurationsdatei, wie

sie dargestellt wird, ist also eine Art Rahmen oder Leinwand, auf der Sie einige Anpassungen transplantieren. Aber natürlich müssen Sie die Bedeutung der Parameter kennen.

Beachten Sie zuerst, dass die Reihenfolge, in der sie erscheinen, keine Auswirkungen auf die Verarbeitung hat, so dass Sie diese Parameter nach Kategorien für eine bessere Lesbarkeit gruppieren können. Einige Parameter sind obligatorisch, andere optional.

Was die Syntax betrifft, muss man streng sein. Zuerst gibt es den Parametertitel, gefolgt vom Zeichen ":" (kein Leerzeichen). Dann kommt ein Leerzeichen (nur eins!), dann der Wert des Parameters, der eine Zahl, eine Zeichenfolge oder eine Liste von Werten sein kann (die zwischen eckigen Klammern gesetzt wird).

Nehmen wir zwei Beispiele für Parameter:

calib-mode: 2

norm-well: [6400, 6420]

Der erste, "calib-mode", wird hier der Wert 2 zugewiesen. Dies bestimmt, wie specINTI Ihre Wellenlängenspektren kalibrieren wird.

Der Parameter "Norm-Wave" ist mit einer Liste von zwei Werten (in eckigen Klammern) verbunden, wobei der Wellenlängenbereich festgelegt wird, in dem specINTI das letzte Spektrum zur Einheit normalisiert.

Es gibt nur einen Parameter pro Zeile, und der Name eines Parameters ist in der Konfigurationsdatei eindeutig (keine Möglichkeit, den doppelten Parameter "Norm-wave" zu definieren, z.B. in derselben Konfigurationsdatei).

Wichtig: Vorsicht, wenn Sie einen Fehler in der Syntax eines Parameters machen, wird er in der Anwendung nicht berücksichtigt und es wird keine Fehlermeldung geben (die Art und Weise, zu überprüfen, ob die Operationen korrekt durchgeführt werden, ist, die Ausgabe in der Konsole zu untersuchen, die viele Details gibt).

Jetzt lassen Sie uns unsere Konfigurationsdatei überprüfen. Der erste im Eintrag gefundene Parameter heißt "working-path". Das ist ein benötigter Parameter. Der Wert ist der Weg zum Arbeitsordner.

Tipp: Wenn Sie die Beobachtungsdatei bearbeiten und speichern, wird der Wert des Parameters "working-Path" in der Konfigurationsdatei automatisch aktualisiert. Das spart Zeit.

Der nächste Parameter "batch-name", ebenfalls obligatorisch, hat den Namen der Beobachtungsdatei, die die zu verarbeitenden Daten beschreibt, im Wert. Im Beispiel "obs-altair" (die Erweiterung .yaml ist nicht angegeben). Sie können in Kleinbuchstaben oder Großbuchstaben schreiben.

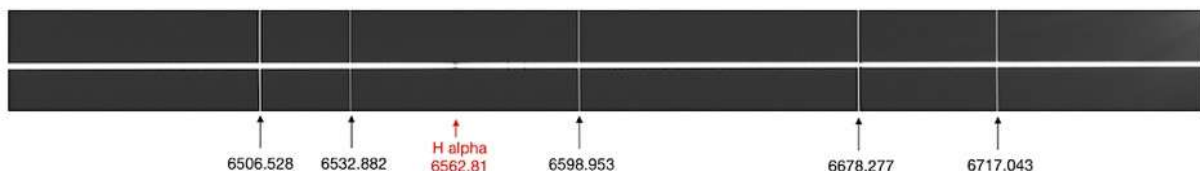
Tipp: Der Wert dieses Parameters wird automatisch geändert, wenn Sie die Beobachtungsdatei speichern, genau wie der Parameter "working-Path".

Der Parameter "calib-mode" ist zwingend. Es gibt die Art der spektralen Kalibrierung, die während der Verarbeitung durchgeführt wird. Mehrere Strategien sind möglich, beschrieben in Abschnitt 10 dieses Handbuchs. Sie sind 0, 1, 2, 3, 4. Hier ist der verwendete Modus Nummer 0, in gewisser Weise der Grundmodus für einfache Spektrographie und ideal für hohe spektrale Auflösung.

Damit specINTI in diesem Modus 0 funktioniert, muss er mit dem Namen mindestens eines Bildes versehen werden, das ein Emissionslinienspektrum von einer Referenzlampe enthält, zusätzlich zum Namen der zu reduzierenden Bilder. Die in der Beobachtungsdatei gemeldete Datei haben Sie die in der Beobachtungsdatei gemeldete Datei erkannt. Wir sorgen dafür, dass specINTI die Zeilen in diesem Spektrum automatisch findet, damit es die Verbindung zwischen den Pixelzahlen und der Wellenlänge herstellt. Dieser Link findet sich über eine mathematische Methode namens "am wenigsten Quadrate", von der die Begriffe einer Polynomfunktion so gut wie möglich angebracht sind. Diese Funktion, ein Polynom eines bestimmten Grades, verbindet eine Pixelzahl mit einer Wellenlänge. Es wird auch manchmal "Dispersion polynomial" (Spektral) genannt.

Das Vorhandensein des optionalen Parameters "auto-calib" zwingt specINTI, die Spektrallinien in der Bilddatei "altair-one-1" automatisch zu finden, um sie nach ihren Wellenlängen (aus einem internen Katalog) zu identifizieren, um die Position dieser Zeilen im Bild auf einen Bruchteil von Pixeln zu messen und schließlich ein Dispersions-Polynom zu etablieren. Der in der Konfigurationsdatei vorhandene Parameter "auto-calib" löst einen komplexen und leistungsstarken Prozess aus (aber dies gilt nur für die H-alpha-Linienregion und für hochauflösende Spektrographie ($R > 10000$)).

Im beobachteten Spektralbereich können wir 5 nutzbare Neonlinien identifizieren, die unten in der Überlagerung zu einem Sternspektrum dargestellt sind:



Sie finden sie leicht im Bild "altairone-1". Prüfen Sie jedoch das Erscheinen der Linie bei 6717 Å auf der rechten Seite. Es scheint verschwommener als die vorherige Linie bei 6678 Å. Wir sind hier mit den optischen Grenzen des Star'Ex-Spektrografen in der gewählten Konfiguration konfrontiert. Über der Wellenlänge 6700 Å räumen wir ein, dass die optischen Aberrationen zu hoch sind, um das Spektrum richtig auszunutzen (zu viel "Blume" im Bild). Wir schließen daher die Linie mit 6717 Å für die Berechnung des Dispersionspolynoms aus. Dies erklärt die Werte des Parameters "auto-calib", einer Liste von zwei Zahlen in eckigen Klammern:

auto-calib: [6500, 6700]

Dies weist specINTI an, die Kalibrierleitungen nur zwischen den Wellenlängen 6500 Å und 6700 Å zu finden. Die potenziell problematische Linie wird so aus der Berechnung entfernt. Am Ende wird die Kalibrierung aus n-4-Linien durchgeführt, unter Berücksichtigung dieser Wahl.

Das maximale Maß des Kalikaps Polynoms ist gleich $n-1$, wir können kein Polynom von Grad größer als 3 verwenden. Das ist gut so, denn in hoher Auflösung bietet ein Polynom von Grad 2 bereits eine ausreichende Genauigkeit.

Um zugeben, dass das zu bewertende Streumultimeterbezeichnung von Grad 2 beträgt, müssen wir den Parameter "poly-order" mit dem Wert 2 hinzufügen, wie es sein sollte:

Poly-Order: 2

Tipp: Wenn aus irgendeinem Grund die automatische Suche nach Kalibrierlinien fehlschlägt (Sie erhalten eine Nachricht in der Ausgabekonsolle), können Sie den Parameter "auto-calib" aus der Konfigurationsdatei entfernen und mit zwei Parametern "line-pos" und "Wellenlänge" austauschen,

durch die Sie jeweils die (ungeheure) Position der ausgewählten Emissionszeilen und der ausgewählten Emissionszeilen angeben. Das Ergebnis ist das gleiche wie bei "autocalib":

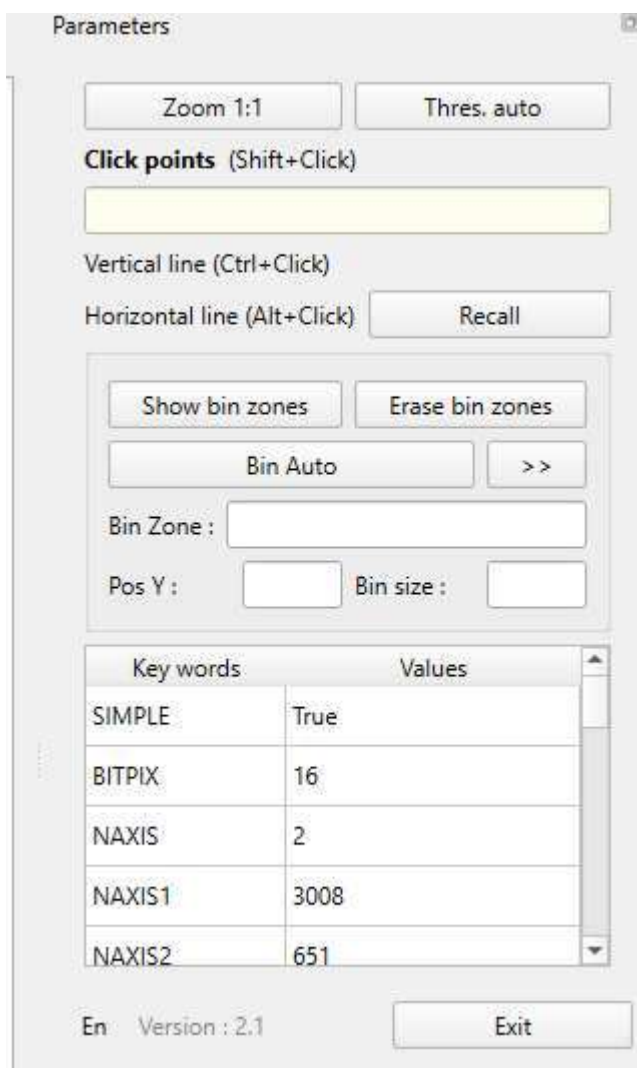
- Position der Kalibrierleitungen

line-pos: [495, 761 1435, 2260]

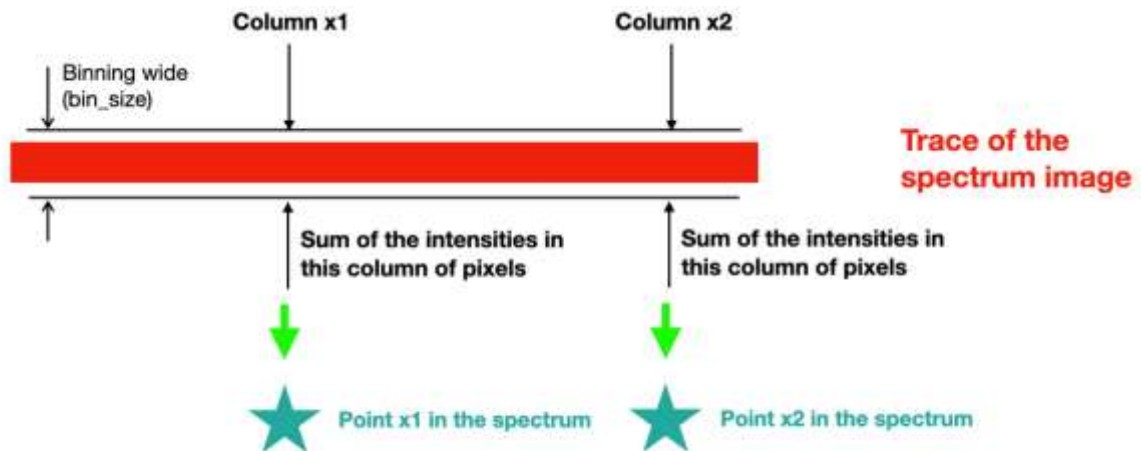
Wellenlänge der Kalibrierleitungen

Wellenlänge: [6506.53, 6532.88, 6598.95, 6668,8]

Ein weiterer kleiner Trick. Zeigen Sie das Bild des Neonspektrums an, klicken Sie auf die Zeilen nacheinander von links, während Sie die Taste "Alt" halten. Die horizontalen Positionswerte in Pixeln finden sich dann im Feld "X coord". Sie müssen diese Werte nur kopieren und dann so einfügen, wie es ein Argument ist, um den Parameter "line-pos" zu verwenden.

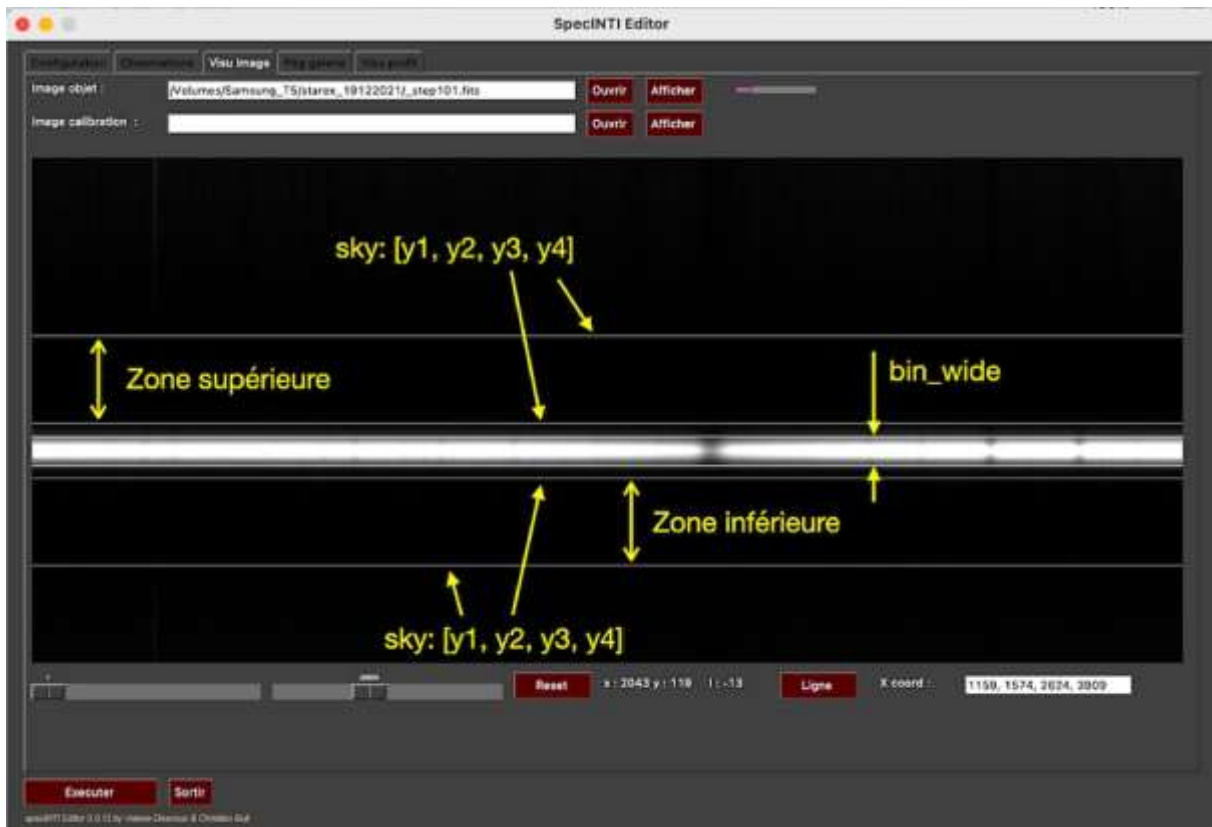


Der Wert des Parameters "bin-size" definiert eine vertikale Breite um die 2D-Spektrum-Spuren, in der specINTI eine Zusammenfassung der Bildintensitäten, Spalte für Spalte, um das spektrale Profil nach Punkt zu erstellen:



Eine gute Strategie, um einen korrekten Wert für den Parameter "bin-size" zu finden, besteht darin, diese Breite 99% des effektiven Signals (entlang der vertikalen Achse des Bildes) zu machen. Aber der Wert von "bin-size" sollte nicht so hoch sein (außer bei Verwendung eines optimalen Profilextraktionsalgorithmus - eine Möglichkeit, die in Abschnitt 5.6 beschrieben wird), sonst wird das Rauschen unnötig steigen, während das Signal nicht. Hier ist der Binning-Bereich 22 Pixel hoch.

Es ist wichtig, dass die spektrale Binning-Operation ein gutes Ergebnis erzielt, zuerst das Signal des Himmelshintergrunds entfernt, der ein Parasit ist. Es ist die Rolle des "Himmels"-Parameters, um zugeben, wie es vorgehen soll. Der Zweck dieser Entfernung ist es, nur das Signal des Sterns im Spektralprofil zu halten. Auch wenn die Sky-Intensität oft wenig Spektrographie ist, wegen des Vorhandenseins eines schmalen Schlitzes am Eingang des Spektrographen, sollte die Operation nicht vernachlässigt werden (Lichtverschmutzung ist zum Beispiel als diskrete Linien oder diffuse Bänder sichtbar, die mit dem wahren Spektrum des Sterns kollidieren können, wenn nichts getan wird). Die Arbeit besteht darin, aus dem Binning-Bereich zu entfernen, Spalte für Spalte, das Signal auf beiden Seiten der Spektrumspur gefunden. Diese Messung des Hintergrunds erfolgt in zwei Regionen, die sich auf jeder Seite der Spur befinden und deren Breiten und Positionen als Werte des Parameters "Himmel" definiert sind. Die Positionen in Pixeln sind relativ zur vertikalen Koordinate der Spur:



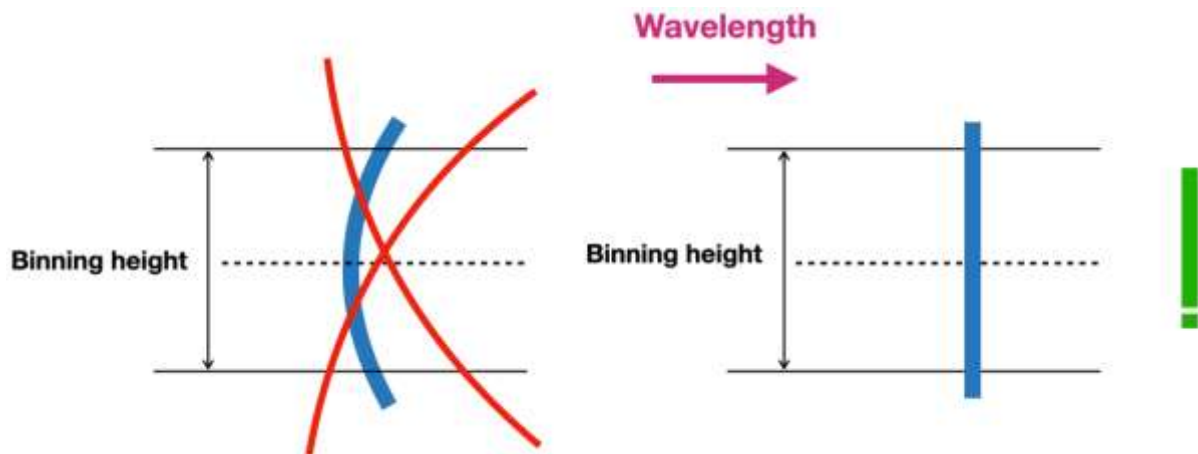
Beispiel liegt der Sky-Hintergrund-Evaluierungsbereich zwischen -20 und -120 Pixeln von unten in der Spur und zwischen +20 bis +120 Pixeln von oben auf der Spur, wie im obigen Diagramm gezeigt. Eine Bewertungsfläche des Himmelshintergrunds von 80 bis 150 Pixel gilt als zufriedenstellend. Für diese Operation werden zwei Algorithmen vorgeschlagen, die mehr oder weniger effizient versehentliche Signale im Himmelshintergrundberechnungsgebiet entfernen können (z. B. kosmische Strahlungsspur). Die verwendete Methode hängt vom optionalen Parameter "sky-mode" ab, siehe Abschnitt 5.8. Da dieser Parameter aber nicht in der Konfigurationsdatei vorhanden ist, wird die einfachste Technik verwendet, und auch die schnellste und ausreichend in diesem Fall.

Als nächstes finden wir den Parameter "smile-radius":

- Meilenradius

smile-radius: -24000

Das Phänomen des "Lächerns", das auf eine Krümmung der Linien hinausläuft, wurde bereits erwähnt. Diese Krümmung der Linien ist bei der Durchblutung problematisch, denn in ihrer Gegenwart kontrieren wir Intensitäten, die verschiedenen Wellenlängen entsprechen. Dieser Effekt führt zu einem Verlust der spektralen Auflösung und verändert die Form der Linien. Es ist daher vor allem etwas anderes wichtig, die Geometrie des Spektrums durch Berechnung so zu ändern, dass die Linien nach der Berechnung vertikal sind:



Der Wert des Parameters "smile-radius" ist der Krümmungsradius des Mühlen in Pixeln, hier bei $R = -24000$ Pixeln bewertet. Das Zeichen zeigt die Ausrichtung der Krümmung an. Aus diesen Informationen erzeugt specINTI einen inversenmille Effekt von $r = +24000$, um das scheinbare Lächeln der Optik zu kompensieren und so zu geraden Linien zu führen. Ein Problem ist, dass die aktuelle Version von specINTI keine direkte numerische Bewertung des Radius der Krümmung des Lächelnseffekts erlaubt. Es ist notwendig, diesen Wert durch Versuch und Irrtum zu finden, um geometrisch korrigierte Linien zu erhalten, die vertikal und gerade sind.

Es gibt mehrere Möglichkeiten, den Wert des Krümmungsradius zu finden, durch eine einfache visuelle Beobachtung. Lassen Sie uns die einfachste verwenden, die es uns auch ermöglicht, zu verstehen, wie wir in der Konfigurationsdatei agieren und die Zwischenberechnungsergebnisse interpretieren können.

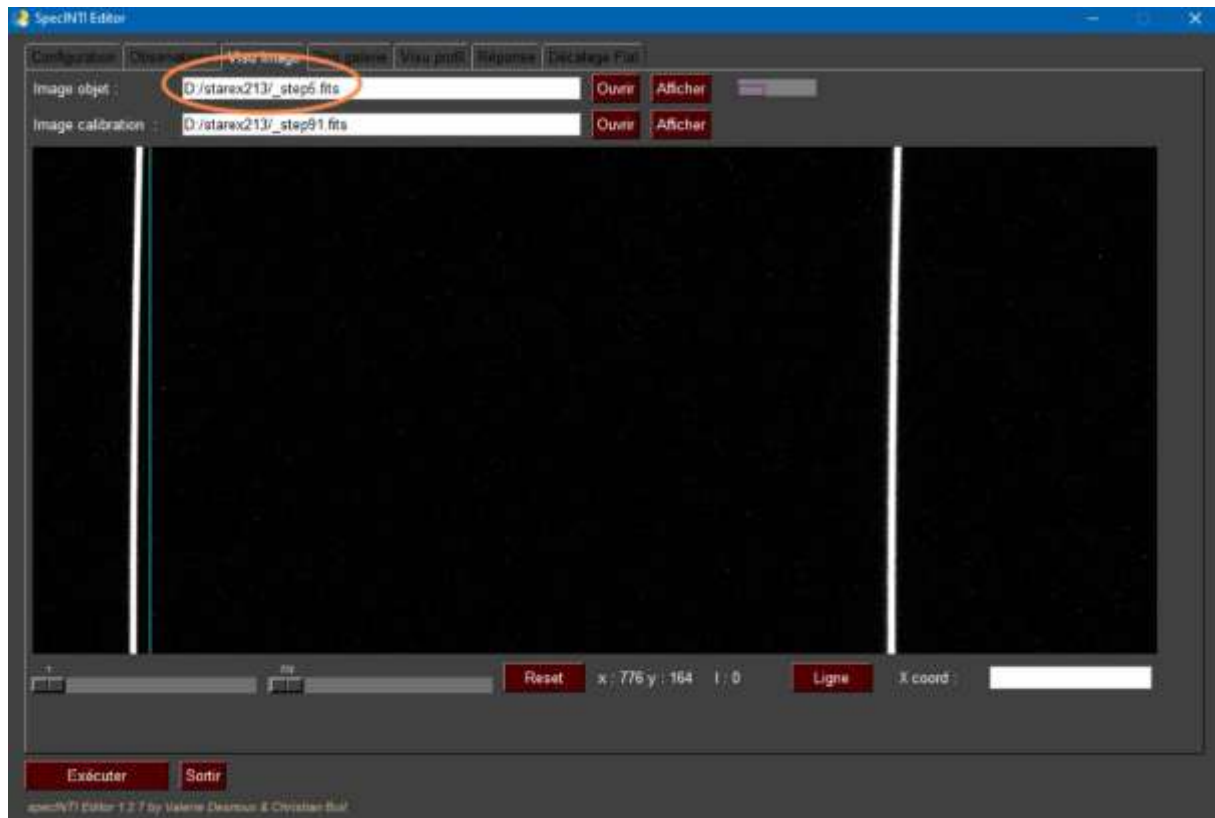
Zunächst zuweisen Sie dem Parameter "smile-radius" absichtlich ein fehlerhaftes Ergebnis, zum Beispiel einen Radius der Krümmung von $R = -4000$, indem Sie den aktuellen Wert in der Konfigurationsdatei ändern:

smile-radius: -4000

Lassen Sie uns eine weitere Änderung der Konfigurationsdatei vornehmen. Am Ende der Konfigurationsdatei finden Sie den Parameter :

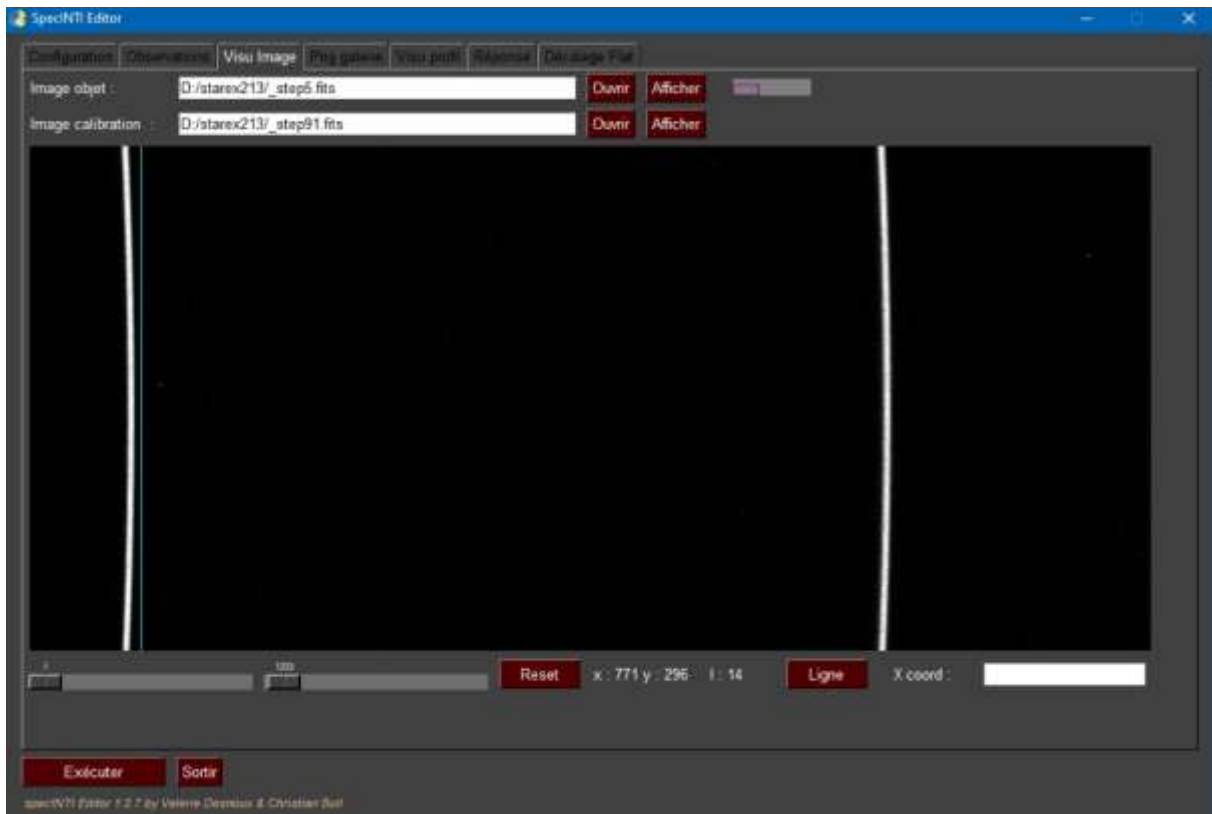
Check-Modus: 0

Dieser Parameter, der optional ist, steuert den Detaillierungsgrad der an der Konsole gelieferten Informationen und auf Ihre Festplatte, wenn das Programm ausgeführt wird. Wenn der Wert von "check-mode" 0 ist, sind wir in einer Option, die sehr verkürzte Informationen liefert (dies ist auch der Standardwert, wenn der optionale Parameter "check-mode" nicht in der Konfigurationsdatei vorhanden ist). Legen Sie den Wert "check-mode" auf 1, um ein Maximum an Informationen über den Programmfluss in der Konsole zu erhalten. Wenn dieser Wert verwendet wird, schreibt die Software eine Reihe von Profil- und Bilddateien in das Arbeitsverzeichnis, das, wenn es richtig interpretiert wird, dazu beiträgt, eine Verarbeitungsanomalie zu erkennen. Wir haben eine solche Anomalie künstlich mit dem Lächelnradius produziert. Legen Sie den Wert "check-mode" auf 1 und starten Sie die Verarbeitung, indem Sie auf "Run" klicken. Sie werden feststellen, dass das "Log" in der Konsole viel größer ist als sonst. Dann öffnen Sie die Registerkarte "Image view" und zeigen Sie nacheinander Bilder mit dem Titel "-spec5.fits" und "sstep91.fits" die berühmten Zwischendaten an. Das Bild "-step5" zeigt das Aussehen des Spektrums der Standardlampe vor geometrischer Nachbesserung:



Tipp: Sie können eine vertikale Cyan-Zeile im Bild anzeigen, wie im obigen Dokument, das hilft, den Wert des Lächelns zu messen. Um diese Zeile an einem bestimmten Punkt im Bild erscheinen zu lassen, klicken Sie auf den fraglichen Punkt (linken Klick), während Sie die "Ctrl"-Taste auf der Tastatur halten.

Zeigen wir nun das Bild "-step91". Dies zeigt das Bild des Neonspektrums nach geometrischer "Korrektur", wenn in der Konfigurationsdatei der



Das Lächeln wird wegen des falschen Wertes mit "Smile-Radius" stark überkorrigiert. Jetzt tun :

smile-radius: -24000

dann das Programm neu starten:

Die Linien und das Führungsfernsehen sind jetzt gut parallel, wir haben einen zufriedenstellenden Wert für den Parameter "smile-radius" gefunden (es gibt eine gute Toleranz, ein Wert von $R = -20000$ wird zum Beispiel nicht viel Unterschied machen).

Tipp: Wenn Sie den iterativen Prozess beschleunigen möchten, geben Sie in der Registerkarte "Beobachtungen" vorübergehend an, dass Sie nur ein Bild des Altair-Sterne-Spektrums anstelle von 6 haben.

Der Parameter "xlimit" schränkt ein Intervall in Pixeln im Bild des Spektrums der Sterne ab, in dem specINTI eine Reihe automatischer geometrischer Berechnungen durchführt (die Y-Koordinate der Spur (vertikal) in jedem Bild einer Sequenz, Neigung der Spur (auch "Neigungswinkel" genannt,). Das gewählte Gebiet sollte einen recht gut sichtbaren und einheitlichen Teil der Spektrumspur umschließen. Im Beispiel ist das Gebiet großzügig breit, links von X-300, rechts x 2200 (das ist sehr flexibel)

Der (optionale) Parameter "Norm-Wave" definiert ein Intervall in der Wellenlänge, in dem die Software einen Durchschnitt berechnet (also im Spektralprofil), dann eine Normalisierung des gesamten Spektrums, so dass die durchschnittliche Intensität in der durchschnittlichen Intensität nach dem Betrieb 1 gleich ist. Sie können den Normalisierungsbereich frei wählen. Hier ist der Spektralbereich 6640 Å - 6660 Å, ausgewählt, weil er frei von intensiven Sternlinien ist.

Der (optionale) Parameter "Crop-wave" ist wieder ein Spektralintervall, aber dieses Mal definiert er eine Clipping-Zone des Spektrums, um die als nutzlos betrachteten Teile zu beseitigen (zum zu stark

von Rauschen oder unzureichender spektraler Auflösung betroffen). Hier wird das endgültige Spektralprofil durch die Wellenlängen 6500 Å - 6700 Å begrenzt.

Die Definition des optionalen Parameters "planck" in der Konfigurationsdatei zwingt specINTI, das im Spektrum der Flachfeldbilder (hier tung-1, tung-2, tung-3...) zu korrigieren, um die Farbtemperatur der verwendeten Glühlampe zu berücksichtigen. Diese Informationen ermöglichen es, ein Spektralprofil der Sterne näher an der erwarteten zu erhalten. Die Verteilung des Spektralsignals von einer Lampe wie einem MAGlite (siehe Abschnitt 5.4) wird mit dem von einem schwarzen Körper erzeugten Asselfolge assimiliert, und der Wert des Parameters ist die Temperatur dieses Körpers in Kelvin. In der Demonstration wählen wir eine Temperatur von 2900 K, ein bisschen Passe-Teilout und nahe an der realen Temperatur für die verwendete Lampe.

Die Parameter "Länge", "Breiten" und "Höhe" liefern die Koordinaten der Beobachtungsstelle (die Winkel in Dezimalwerten, die positive Länge östlich von Greenwich und die Höhe in Metern). Diese Parameter sind optional, aber es wird empfohlen, sie in der Konfigurationsdatei zu definieren. Diese Koordinaten finden sich im FITS-Header des verarbeiteten Profils.

Mit den Parametern "Site", "inst" und "observer" können Sie den Namen Ihrer Beobachtungsseite (Beobachtung), die Art des Instruments, mit dem die aktuelle Konfigurationsdatei verknüpft ist, und den Namen des Beobachters angeben. All diese Elemente werden auch im Header der FITS-Spektrum-Dateien zu finden sein. Es wird empfohlen, dass Sie sie definieren, da sie Ihre Art sind.

TIPP: Sie können den optionalen Parameter "Datei-Erweiterung" hinzufügen, der den Typ des FITS-Dateikopfes angibt, überall in der Konfigurationsdatei. Der Standardwert ist Null und entspricht der Erweiterung ".fits". Wenn Sie den Wert 1 verwenden, ist die Erweiterung ".fit". Beispiel

file-extension: 1

Natürlich haben Sie die Möglichkeit, die Konfigurationsdatei zu speichern, die Sie gerade bearbeitet haben. Verwenden Sie die Zeile "Konfigurationsdatei zum Speichern" am unteren Rand der Registerkarte. Der Standort des Backups ist notwendigerweise das Unterverzeichnis "Configuration" des SpektrINTI-Editors-Installationsverzeichnis. Zum Beispiel:

conf-RC10-starex2400-VIS.yaml

Das "conf-" am Anfang zeigt an, dass es sich um eine Konfigurationsdatei handelt. Dann kommt eine Beschreibung des für Sie spezifischen Instruments. Hier die Art des Teleskops, ein 10-Zoll-Rariche-Chretien, dann eine kurze Beschreibung des Zustands des Spektrographen (hier ein 2400 t/mm-Grüss auf einem SternEx-Spektrografen, der für das Sichtbare optimiert ist). Sie können eine Bibliothek von Konfigurationsdateien auf diese Weise aufbauen, wenn Sie mehrere Geräte bedienen. In diesem Stadium verwenden wir für die Demo die entsprechende YAML-Parameterdatei "conf-starex2400"mode0-demo0.yaml" (siehe "Konfiguration"-Unterverzeichnisse).

7.6: Rauschen reduzieren

Die Reduktion des Messlärms ist immer ein Ziel. Die Herausforderung besteht zum Beispiel darin, ein lesbares Spektrum (mit einem Signal-Rausch-Verhältnis von mindestens 5) für Objekte der geringstmöglichen Helligkeit zu erhalten, da man weiß, dass der Wert des Signals durch die Dauer der Belichtung begrenzt ist, die immer eine Grenze findet (Geduld, Länge der Nacht, die Notwendigkeit, die Anzahl der beobachteten Objekte zu optimieren usw.).

Die specINTI-Software bietet mehrere Möglichkeiten in Form von optionalen Parametern, die separat oder zusammen genutzt werden können. Hier sind die wichtigsten.

Der erste dieser Parameter heißt "sky-mode". Es geht um die Art und Weise, wie der Himmelshintergrund berechnet und dann von den Rohdaten abgezogen wird, um das wahre Profil des Sterns ohne radiometrische Tendenz zu extrahieren (siehe Parameter "Himmel"). Wenn der Wert des Parameters 0 (Standardwert) ist, wird der Himmelshintergrund Spalte nach Spalte des Bildes gefunden, indem das Mediansignal auf beiden Seiten der Spur n . Wenn der Wert 1 ist, bewertet ein Interpolationsalgorithmus auf Basis von Legendre-Polynomen das Himmelshintergrundsignal. Im Allgemeinen schätzt dieser letzte Algorithmus den Himmelshintergrund besser, was Geräusche und einige Artefakte reduziert, aber die Berechnungszeit ist deutlich länger.

Der Parameter "extract-mode" impliziert, dass die Software eine "optimale" Extraktion des Spektralprofils während der Binning-Phase des Bildes (Agglomeration) durchführt, um das Spektralprofil zu erreichen. Dazu muss der Parameter "Extract-Modus" auf 1 gesetzt werden. Genauer gesagt, showINTI implementiert hier einen Algorithmus, der als "Hornes-Algorithmus" bekannt ist und häufig zur Reduzierung astronomischer Spektren verwendet wird. Die Idee ist, eine Gewichtung anzuwenden, wenn die Signalsäule nach der anderen nach der Spalte hinzugefügt wird. So haben die Punkte, die weit vom Zentrum der Spur entlang der Raumachse (vertikal) entfernt sind, ihr Rauschen reduziert, weil sie auch einem Signal von niedrigem Wert entsprechen, mit einem kleinen Endbeitrag. Darüber hinaus ist der Algorithmus von dem iterativen Typ, mit dem Ziel, die Spur der kosmischen Strahlung zu eliminieren, die wahrscheinlich falsche Defunde im Spektrum erzeugen wird.

Eine Komplikation ist, dass der Hornes-Algorithmus erfordert, dass der Gewinn der Kamera (e^-/ADU) und ihr Lesegeräusch (in e^-) bekannt sind, die über die Parameter "gain" und "Lärm" an die Software übertragen werden. Wir zeigen in Abschnitt 11.3, wie man diese Werte experimentell findet, wenn sie noch nicht bekannt sind. Zum Beispiel haben wir mit einer ASI533MM-Kamera von ZWO, die mit einem Gewinn von 150 (15 dB) betrieben wird, \approx gewinne 0,083 electron/ADU und Rauschen von 1,3 Elektronen (mit einer ASI183MM-Kamera, die mit einem Gewinn von 200 verwendet wird, haben wir $g > 0,041 e^-/ADU$ und Rauschen 1,8 e^-)

Die Effizienz des Algorithmus ist nur beim Umgang mit Signalen von sehr geringer Intensität im Vergleich zum Rauschen wirklich wahrnehmbar (typischerweise ein Signal-Rausch-Verhältnis unter 20). In anderen Situationen können Sie zu einem einfacheren Algorithmus (einfache arithmetische Summation in der Binning-Wiederholung) zurückkehren, entweder indem Sie "Extract-Modus" nicht definieren oder den Parameter den Wert 0 angeben (in diesem Fall sind die Parameter "Gewinn" und "Rauschen" nutzlos).

Der Parameter "kernel-size", wenn er gesetzt wird, oder wenn er einen anderen Wert als 0 hat, führt das Programm zu einer nichtlinearen Filterung des Mediantyps auf allen Bildern der Sequenz. Wenn der Parameter auf 3 gesetzt ist, bedeutet dies, dass der Berechnungskern ein Quadrat von 3×3 Pixeln ist. Eine Filterung auf einem Kern von 5 Pixeln Seite ist ebenfalls möglich, der Wert des Parameters ist dann nicht 3, sondern 5. In seiner Grundform ist dieser Filter ziemlich zerstörerisch: Er entfernt sehr gut das "Salz und Pfeffer"-Geräusch (oder RTS-Lärm, auch "Percutational" genannt), aber auch sehr oft echte Details des Bildes. Es wird nicht empfohlen, den Parameter "Kerngröße" auf diese Weise zu verwenden. Auf der anderen Seite, wenn Sie dem Parameter einen negativen Wert geben, -3 oder -5, ist es immer noch eine mittlere Filterung, die gilt, aber basierend auf einem Algorithmus, der das Rauschen gut filtert, während die Details erhalten bleiben. Dies ist ein Filtermodus, den wir manchmal CMED (für CmosMEDian) nennen. Die Verwendung dieser Filterart ist jedoch auch bei negativen Werten nur dann möglich, wenn die Breite bei halbmaximum (FWHM) des Auflösungselements mit dem -3-Filter größer als 4 und größer als 6 mit dem -5-Filter ist. Deshalb

werden die CMOS-Daten zwingend in Binning 1x1 am Teleskop erfasst. Hier ist das FWHM 5,5 Pixel (siehe "Log" in der Konsole), so dass wir den optimierten Medianfilter -3 verwenden können. Die Idee ist, dass die Häufigkeit der Details, die wir löschen wollen (Lärm) deutlich höher sind als die optische Frequenz des Spektrographen. Das Ergebnis ist immer recht spektakulär mit CMOS-Sensoren, die von einem allgemein hohen RTS-Lärm betroffen sind (dies ist bei den alten CCD-Sensoren nicht der Fall, für die die CMED nicht angewendet werden muss, aber gleichzeitig, CMOS-Sensor + CMED gibt dem Ende ein Geräusch, das niedriger ist als das der CCD-Kameras).

Der Parameter "sigma-gauss" zwingt den Rohbildern (sowie auf den Bildern der Kalibrierlampe) eine Gaußfilterung auf. Diese Filterung mildert das Aussehen der Bilder und ist daher schnell möglich, die Auflösungskraft zu reduzieren. Für das behandelte Gehäuse beträgt der Wert der Filterung 1.0 (Standardabweichung des Filters, mit einer Filterung umso mehr akzentuiert, da der Wert stark ist). Die Anwendung dieses Filters reduziert die Auflösungsleistung von 13.000 R ZAR auf 12000, was als vernünftig gilt, da das Rauschen schneller als die Auflösung abnimmt (wieder eine Frage der Bemusterung der Spektrumbilder). Führen Sie einige Tests durch die Überwachung des Ergebnisses im Protokoll.

enn Sie alle diese Geräuschreduzierungstechniken in unserer Demonstration verwenden möchten, fügen Sie die folgenden Zeilen irgendwo in der Konfigurationsdatei hinzu (siehe geänderte Parameterdatei befindet sich in der Distribution unter dem Namen "conf2400-mode0-demo1.yaml"):

- Sky-Extraktion

sky-mode: 1

- Median-Filtermuster

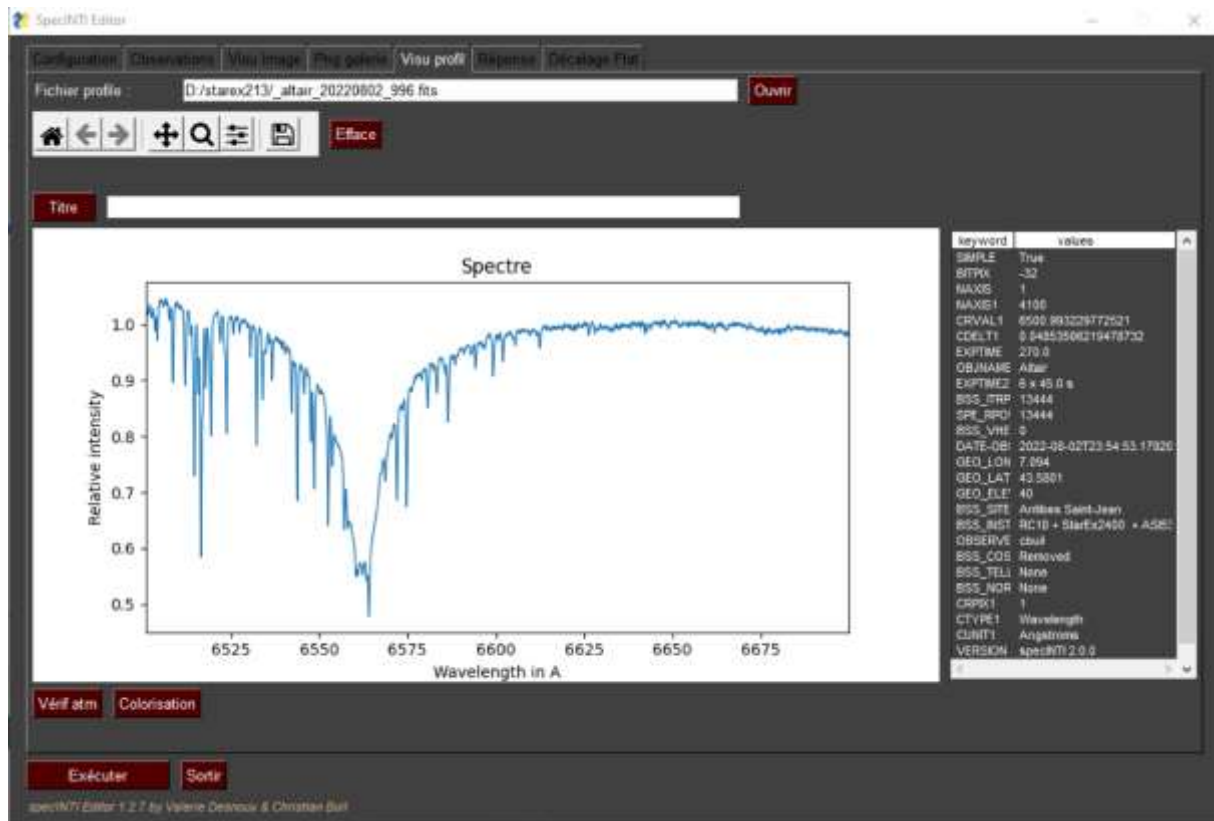
Größe des Kernel: -3

- Optimale Gewinnung

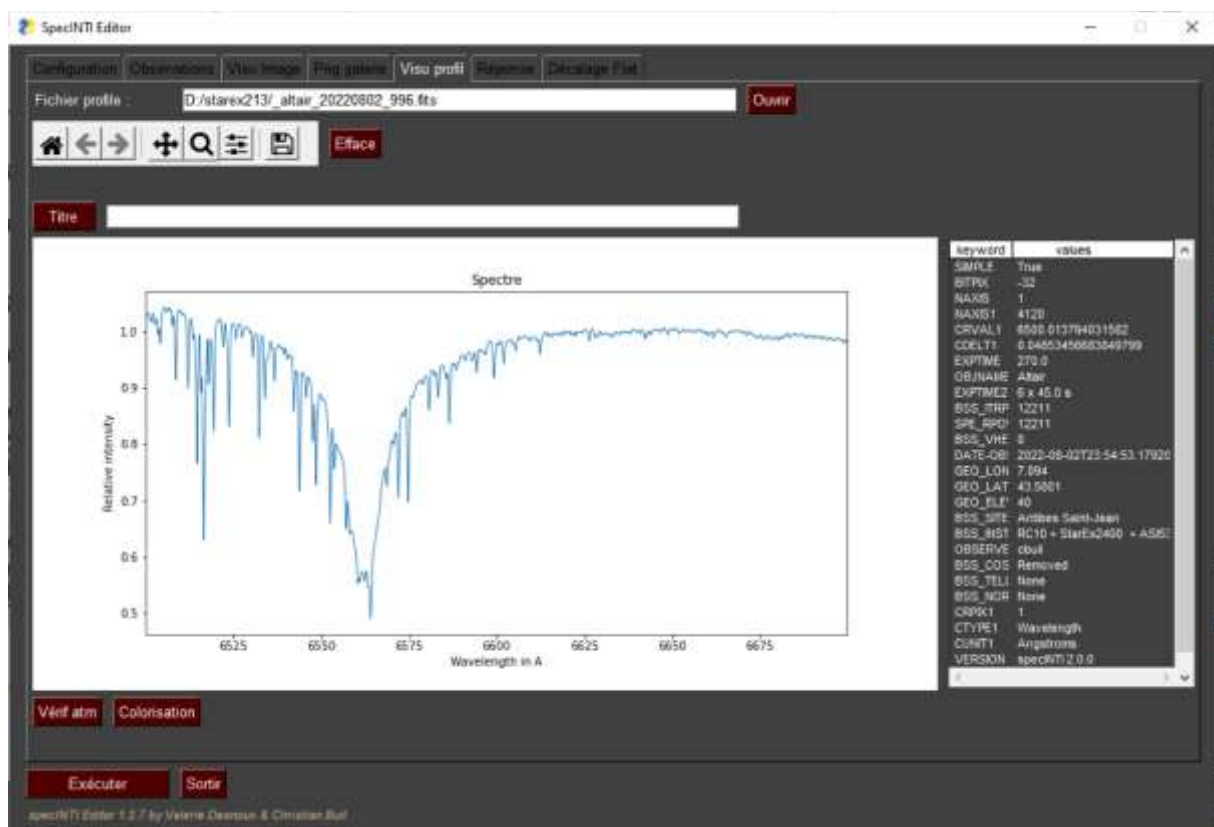
extract-mode: 1

gain: 0,083

Rauschen: 1.3



Vor dem Filtrern



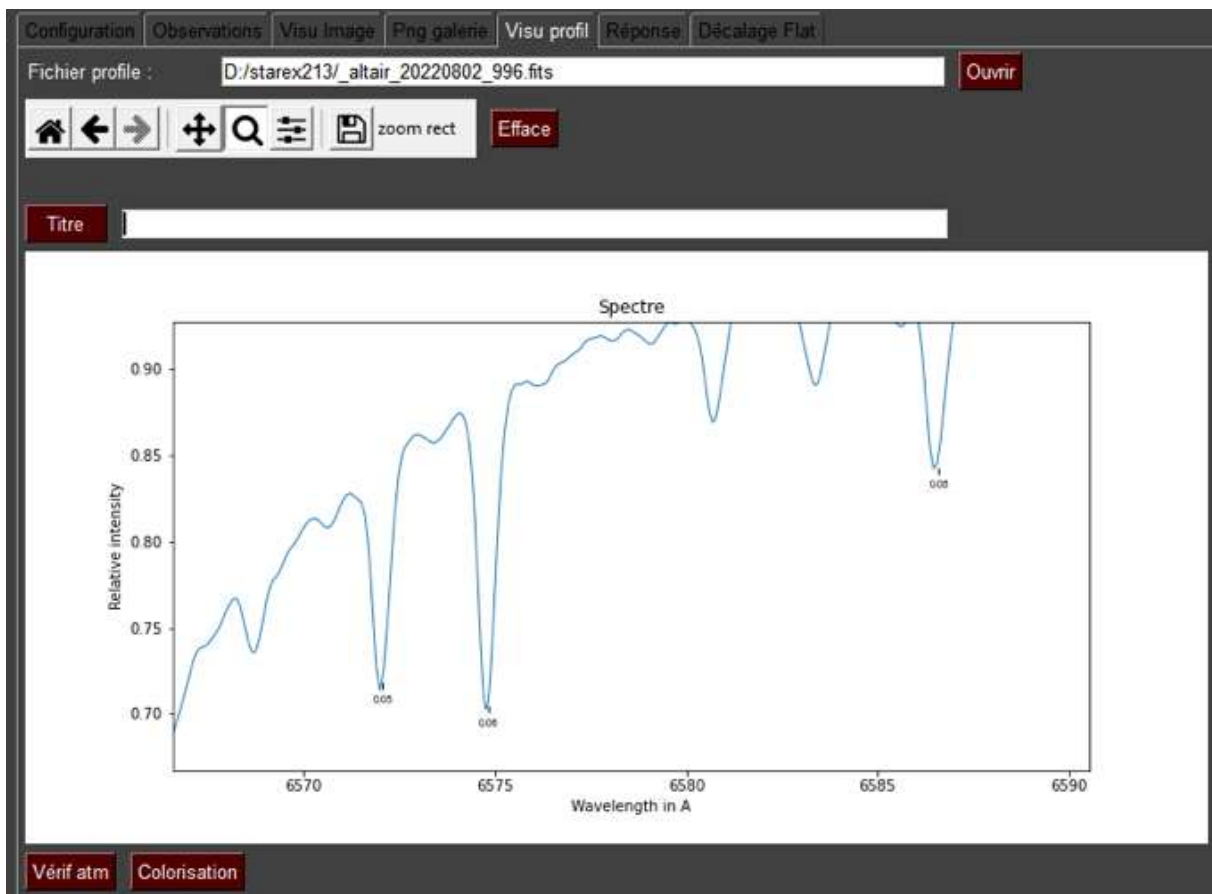
Nach dem Filtrern

7.7: Genauigkeit der Spektralkalibrierung

Am Ende der Reduktionsarbeiten, ist die spektrale Kalibrierung wirklich fair, wirklich genau und wie viel? Eine Vielzahl von Veranstaltungen kann die Qualität dieser Kalibrierung verschlechtern. Das häufigste Problem ist die Zeit, die zwischen dem Moment, in dem wir die "Wissenschaftsbilder" machen, und dem Moment, in dem wir die Kalibrierbilder aufnehmen, verstreicht. Dieser Zeitraffer ist förderlich für Verzerrungen des Instruments, manchmal winzig, aber mit einer spürbaren Wirkung im letzten Spektrum. Eine weitere klassische Ursache für Fehler ist der Unterschied im Pfad der Lichtstrahlen, die aus den "Wissenschaft" und den Kalibrierquellen stammen (die Fehler sind dann systematisch).

Es ist daher immer gut, misstrauisch zu sein und zu überprüfen, dass alles so gut läuft wie erwartet. specINTI Editor bietet ein Tool, um diesen Scheck durchzuführen, besonders angepasst an Spektren mit hoher Spektralauflösung um die H-alpha-Linie, die genau unsere Situation ist. Wir verwenden ein natürliches Spektrum, das immer eine Spur in den Spektren unserer Sterne hinterlässt (es sei denn, wir beobachten in sehr hohen Bergen mit sehr trockener Luft): die tellurischen Wasserdampflinien (H₂O). Dieses chemische Element unserer Atmosphäre erzeugt ein Spektrum an feinen Linien in der Absorption, mit vollkommen bekannten Wellenlängen. Es ist genau der Vergleich zwischen den beobachteten Wellenlängen und den Wellenlängen des Linienkatalogs, der es uns ermöglicht, die Qualität der spektralen Kalibrierung zu bewerten.

Zeigen Sie das reduzierte Spektralprofil von Altair an (über die Registerkarte "Visu profile", dann klicken Sie auf den Button "Check atmo" im unteren Teil des Tabs. specINTI Editor zeichnet Markierungen am erwarteten Standort der Hauptlinien H₂O sowie die Abweichung (in Å) zwischen der gemessenen Position und dem Katalog. Sie können mit der Lupe zoomen, um die Details besser zu untersuchen:



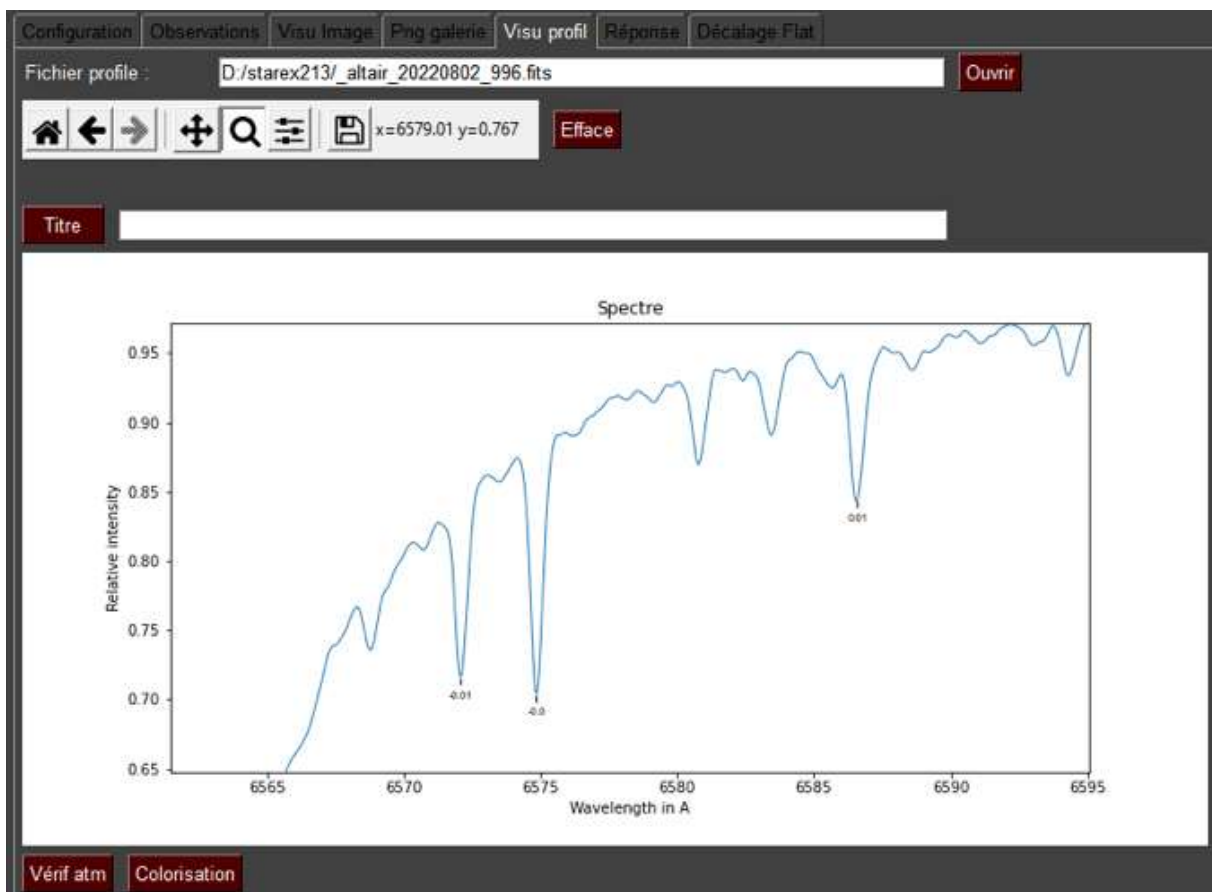
Wir erkennen dann, dass die Tellurlinien in Richtung des Blaus von etwa 0,07 Å verschoben werden. Diese Abweichung ist recht klein, 1/7 bis 1/8 der Spektralschärfe von Star'Ex, aber immer noch deutlich wahrnehmbar mit dem implementierten Werkzeug, das man nicht zögern sollte. Der Defekt kann durch eine thermoelastische Variante des Spektrographen zwischen dem Moment, in dem die Spektren des Sterns aufgenommen werden, und dem Moment erklärt werden, in dem das Spektrum des Neons erfasst wird (am Ende der Beobachtungssitzung des Altair-Sterns, während es im Idealfall notwendig wäre, ein Referenzspektrum am Anfang der Sequenz und eine andere zu nehmen).

Sobald der spektrale Kalibrierfehler bekannt ist, ist es einfach, ihn mit dem optionalen Parameter "spectral-shift-wave" zu korrigieren, dessen Wert das Negativ der Spektralverschiebung ist, die in Angströms beobachtet wird (d.h. +0.07 Å). Fügen Sie diese Zeile in die Konfigurationsdatei ein und führen Sie die Verarbeitung erneut aus:

spectral-shift-wave: 0,07

Die beobachteten Tellurlinien sind nun fast perfekt auf ihre Katalogpositionen abgestimmt

(die geänderte entsprechende YAML-Konfigurationsdatei ist "conf-starex2400-mode0-mono2.yaml" - siehe "Goodies"-Sektion):



Oft ist die beobachtete Verschiebung eine Konstante, von einem Ziel zum anderen, und so kann der Parameter "Spektral-Shift-Wave" in der Konfigurationsdatei bleiben. Beachten Sie die Existenz des Parameters "spectral-shift-vel", dessen Wert dieses Mal eine Geschwindigkeitsverschiebung (km/s) ist, was bedeutet, dass es dann möglich ist, eine strenge Doppler-Fizeau-Verschiebung über einen weiten Spektralbereich durchzuführen (weil die Doppler-Schicht nicht linear mit der Wellenlänge ist).

7.8: Bewertung der instrumentellen Antwort (instrumental Response)

7.8.1: Theorie

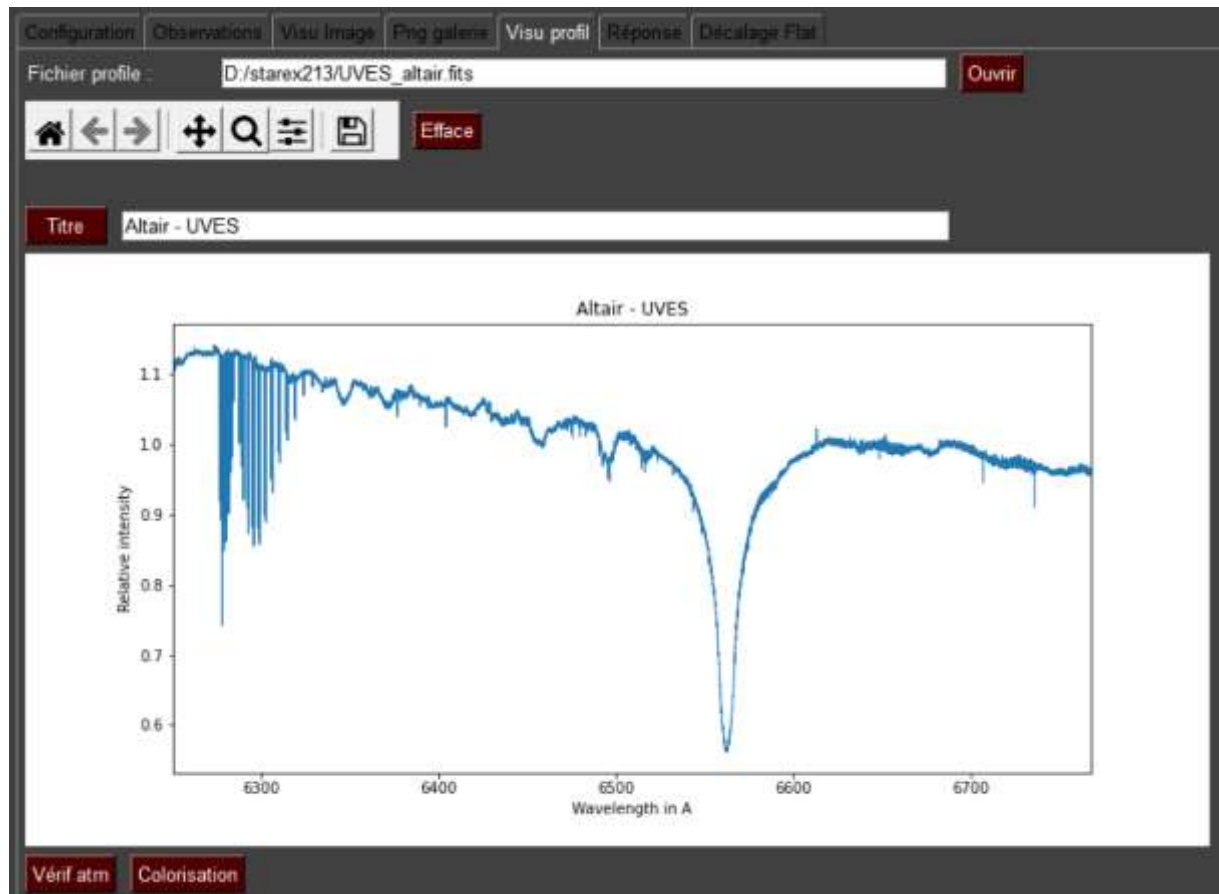
Bevor das Teleskop erreicht wird, durchquert das Licht des beobachteten Sterns die Erdatmosphäre, die den Effekt hat, ihr scheinbares Spektrum im Vergleich zu dem, was es in Wirklichkeit ist, zu verändern. Tatsächlich verhält sich die Atmosphäre wie ein farbiger Filter, der bestimmte Wellenlängen stärker abschwächt als andere. Die Absorption ist einerseits kontinuierlich (Aerosolstreuung, Rayleigh-Streuung, die seine blaue Farbe zum Tageshimmel gibt), Ozon, und andererseits in Form von Bändern (H_2O , O_2) lokalisiert - das ist die molekulare Absorption.

Es ist die kontinuierliche Absorption, die durch die Atmosphäre induziert wird, die bei weitem unser Hauptanliegen ist und die wir versuchen müssen, zu löschen.

Die traditionelle Methode, um die kontinuierliche Verzerrung des Spektrums durch die Atmosphäre zu korrigieren, besteht darin, in einem kleinen Winkelabstand vom Stern zu beobachten, der einen Stern untersucht hat, dessen reales Spektrum vollkommen bekannt ist (in Tabellen, Katalogen). Der Vergleich zwischen dem scheinbaren Spektrum dieses Referenzsterns (dem beobachteten) und dem Spektrum im Katalog (real spectrum) ermöglicht es, die Auswirkungen der Atmosphäre zu bewerten und dann im Spektrum des untersuchten Ziels zu korrigieren. Diese Technik liefert gute Ergebnisse, zumal sie auch einen subtilen Effekt teilweise korrigiert: den atmosphärischen Chromatm (die Atmosphäre bricht Lichtstrahlen entsprechend ihren Wellenlängen, was die Gesamtform des Spektrums beeinflusst, insbesondere in Blau und UV). Leider ist diese "differenzielle" Technik ziemlich mühsam (idealerweise sollte man für jedes Ziel das Spektrum von zwei Objekten nehmen, die nicht im selben Bereich sind), und man findet nicht immer gut platzierte Referenzsterne. Darüber hinaus wird in dieser Situation das Verhältnis zwischen dem scheinbaren Spektrum und dem realen (Katalog-) Spektrum des Sterns oft als "instrumentelle Antwort" bezeichnet, aber das ist eine Fehlbezeichnung. In der Tat hängt die Form dieser Reaktion vom Zustand der Atmosphäre ab, während letztere nichts mit dem Instrument zu tun hat. Was hier "instrumentelle Antwort" genannt wird, ist eine Kurve, die je nach, ob wir in der Nähe des Horizonts oder am Zenit von einer Nacht zur anderen beobachten. Die Erlangung dieser "Pseudo-Response" erfordert daher einen erheblichen Beobachtungsaufwand, der Zeit und Energie verschwendet.

Unser Vorschlag hier ist ganz anders, da er die "wahre" Instrumentalantwort, d.h. eine Konstante für ein bestimmtes Instrument, wo immer ein Punkt am Himmel und zu jeder Zeit ist, zu bewerten. Der Aufwand konzentriert sich dann auf die Schätzung der atmosphärischen Übertragung, insbesondere ihres kontinuierlichen Teils. Es ist Ihr Computer, der sich darum kümmert und das Ergebnis für Sie in einem Bruchteil einer Sekunde berechnet. Wir gehen in drei Schritten vor:

- (1) Zuerst beobachten wir einen sogenannten "Referenz"-Stern, dessen wahres Spektrum in einem Katalog verfügbar ist (Spektrum, wie
- (2) Das scheinbare Spektrum von Altair, wie wir es in dieser Phase mit specINTI reduziert haben, wird in ein Spektrum umgewandelt, wie wir es aus dem All sehen konnten, indem wir die inverse optische Übertragung der Atmosphäre des Augenblicks anwenden. Konkret ist die Bedienung einfach: Wir teilen das scheinbare Altair-Spektrum durch die evaluierte Atmosphäre transmissie. Es ist specINTI, das sich um die Operation kümmert.
- (3) Nach der Teilung haben wir das Spektrum des Sterns nur durch die Reaktion des Instruments (optische Übertragung der Komponenten, Quanteneffizienz des Detektors usw.) von der Realität verzerrt. Die Bewertung der "wahren" Antwort ist dann trivial: Sie ist das Ergebnis der Aufteilung des Spektrums von Altair aus der Atmosphäre durch das Katalogspektrum dieses Sterns.



Die Kraft der Methode ist, dass, wenn Sie die gleiche Operation mit einem anderen Referenzstern machen, und wenn Sie keinen Fehler bei der Bewertung der atmosphärischen Übertragung machen, werden Sie das gleiche Ergebnis finden. Eine mögliche Diskrepanz könnte ein Zeichen dafür sein, dass die Auswirkungen der Atmosphäre falsch abgewogen wurden oder dass es ein subtileres Problem der atmosphärischen Brechung gibt (wenn möglich, beobachten Sie die Sterne am Zenit, um diesen Effekt zu beseitigen).

Die Mitwirkenden der wahren Antwort haben daher keinen Grund, zu sehen, dass sich ihre Eigenschaften im Laufe der Zeit entwickeln. Sie sind also Konstanten. Die instrumentelle Reaktion außerhalb der Atmosphäre ist ebenfalls eine Konstante. Die Moral ist, dass letzteres nur einmal bewertet werden muss, und schon gar nicht für jeden beobachteten Stern. Die Zeitersparnis ist bedeutend und die Dinge werden nachts einfacher, wenn Minuten so wenige Gelegenheiten gezählt werden, die es zu beobachten gilt.

In diesem Abschnitt beschreiben wir die Werkzeuge, um das Spektralsignal außerhalb der Atmosphäre zu finden, als wären wir im Vakuum des Weltraums.

specINTI schlägt ein Werkzeug vor, um die Übertragung der Atmosphäre in Richtung des Zielhimmels zu finden, ein Ergebnis, das bei der ersten Bestellung von zwei Parametern abhängt:

(1) Über die Menge an Aerosol in der Atmosphäre, die es mehr oder weniger der optischen Strahlung beneidet. Die Maßnahme wird durch die AOD-Aerosol-Optik-Distimmung angegeben (siehe zum Beispiel: <https://earthobservatory.nasa.gov/global-maps/MODAL2-M-AER-OD>). Je höher der Wert von AOD, desto undurchsichtiger ist die Atmosphäre. Der AOD wird an Boden- oder Satellitenvermessungen gemessen. Doch die einfache Beobachtung der Natur (horizontale Transparenz) gibt bereits Hinweise. Denken Sie daran, diese Werte für den AOD: Eine sehr trockene Bergluft entspricht einem AOD von 0,02 und für eine trockene Wüste ist der AOD 0.04.

In Frankreich ist der AOD im Winter 0,07, im Sommer 0,21 und im Durchschnitt im Jahresverlauf von 0,13. Wenn das Wetter sehr heiß und stürmisch ist, kann der AOD 0,50 erreichen. Für unsere Beobachtung, die im Sommer in der Nähe des Meeres gemacht wurde, aber nicht in einer richtig transparenten Nacht, nehmen wir den durchschnittlichen Wert an: AOD > 0,13.

(2) Die Winkelhöhe des Sterns in Bezug auf die Horizontlinie. specINTI berechnet diesen Winkel automatisch für Sie, aber Vorsicht ist es zwingend notwendig, dass der Header der FITS-Dateien folgende Keywords enthält: DATE-OBS, CRVAL1 und CRVAL2. Die letzten beiden entsprechen jeweils der richtigen Überschreitung und Deklination des Zielsterns, mit den Werten in Dezimalwerten.

7.8.2: Berechnung der diffusen Übertragung der Atmosphäre

In unserem Schema der Bewertung der wahren instrumentellen Reaktion ist der Eckpfeiler die Berechnung der diffusen atmosphärischen Übertragung unter den Bedingungen der Beobachtung.

Lassen Sie uns spezifizieren, dass die Wirkung der atmosphärischen Übertragung, wenn man bedenkt, wie wir unser Spektrum während dieser starex213-Sitzung erworben haben, indem wir einen kleinen Teil des roten Spektrums des Sterns beobachten. Die Sache wird ernster, wenn wir eine globalere Gruppe des Spektrums und insbesondere des blauen Teils beobachten (siehe Abschnitt 7 dieser Dokumentation). Lassen Sie uns jedoch das Spiel spielen und den Zustand der Atmosphäre berechnen, auch im Kontext der Beobachtung des Sterns Altair in hoher spektraler Auflösung um die H-alpha-Linie.

specINTI integriert ein ziemlich genaues atmosphärisches Übertragungsmodell, bei dem nur ein Parameter aktiviert und der zugehörige Wert verwendet werden muss: der AOD (siehe oben). Beachten Sie, dass das atmosphärische Modell specINTI Aerosolstreuung, Rayleigh-Streuung und Absorption durch Hochgelegene Ozon umfasst.

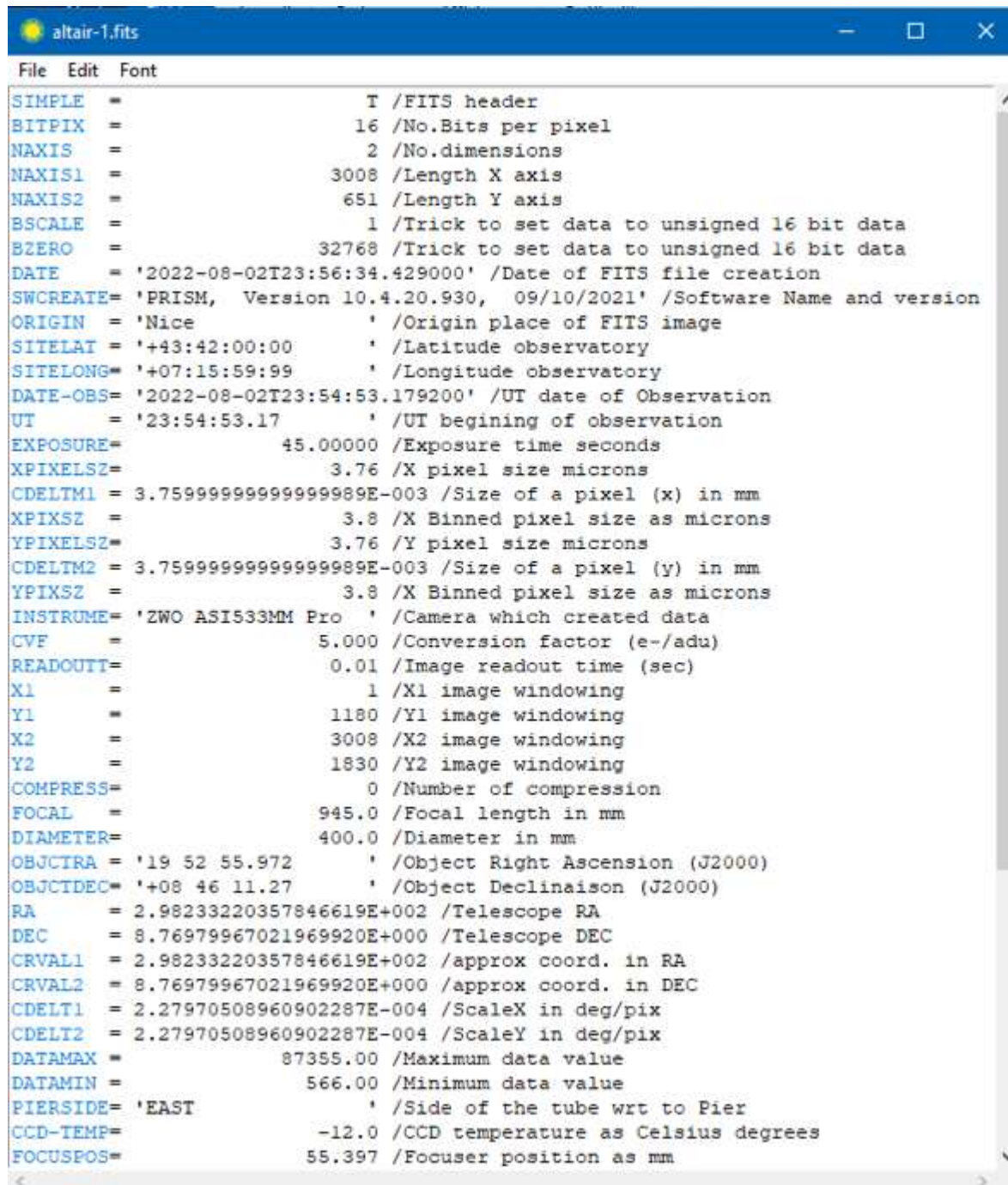
Der geschätzte Wert des AOD zum Zeitpunkt der Beobachtung wird über den Parameter "corratmo" an specINTI übergeben. Zum Beispiel:

- Atmosphärische Übertragungskorrektur

corratmo: 0,13

Die Software berechnet nicht nur die atmosphärische Übertragung, sondern korrigiert auch die Spektrenprofile, so dass sie so werden, als wären sie "aus der Atmosphäre" gesehen worden (übrigens sind es Spektren, die normalerweise für wissenschaftliche Analysen verwendet werden sollten, wobei die Erdatmosphäre ein parasitäres Element im Fall ist).

Damit die Berechnung durchgeführt werden kann, benötigt präzentuICH die Winkelhöhe des Sterns in Bezug auf die Horizontlinie und muss daher das Datum der Beobachtung, die äquatorialen Koordinaten des Sterns und Ihre geografischen Koordinaten auf der Erde kennen. Das Datum der Beobachtung wird aus dem FITS-Header der Bilder aus dem Standard-DATE-OBS-Keyword-Parameter (in UT) extrahiert. Einige Erfassungssoftware addieren automatisch die äquatorialen Koordinaten des betroffenen Sterns im Kopf der FITS-Dateien der Bilder, CRVAL1 und CRVAL2, bzw. die richtige Deklination, mit den Werten in Dezimal Grad.



```

altair-1.fits
File Edit Font
SIMPLE = T /FITS header
BITPIX = 16 /No.Bits per pixel
NAXIS = 2 /No.dimensions
NAXIS1 = 3008 /Length X axis
NAXIS2 = 651 /Length Y axis
BSCALE = 1 /Trick to set data to unsigned 16 bit data
BZERO = 32768 /Trick to set data to unsigned 16 bit data
DATE = '2022-08-02T23:56:34.429000' /Date of FITS file creation
SWCREATE= 'PRISM, Version 10.4.20.930, 09/10/2021' /Software Name and version
ORIGIN = 'Nice' /Origin place of FITS image
SITELAT = '+43:42:00:00' /Latitude observatory
SITELONG= '+07:15:59:99' /Longitude observatory
DATE-OBS= '2022-08-02T23:54:53.179200' /UT date of Observation
UT = '23:54:53.17' /UT beginning of observation
EXPOSURE= 45.00000 /Exposure time seconds
XPIXELSZ= 3.76 /X pixel size microns
CDELT1 = 3.7599999999999999E-003 /Size of a pixel (x) in mm
XPIXSZ = 3.8 /X Binned pixel size as microns
YPIXELSZ= 3.76 /Y pixel size microns
CDELT2 = 3.7599999999999999E-003 /Size of a pixel (y) in mm
YPIXSZ = 3.8 /X Binned pixel size as microns
INSTRUME= 'ZWO ASI533MM Pro' /Camera which created data
CVF = 5.000 /Conversion factor (e-/adu)
READOUTT= 0.01 /Image readout time (sec)
X1 = 1 /X1 image windowing
Y1 = 1180 /Y1 image windowing
X2 = 3008 /X2 image windowing
Y2 = 1830 /Y2 image windowing
COMPRESS= 0 /Number of compression
FOCAL = 945.0 /Focal length in mm
DIAMETER= 400.0 /Diameter in mm
OBJCTRA = '19 52 55.972' /Object Right Ascension (J2000)
OBJCTDEC= '+08 46 11.27' /Object Declinaison (J2000)
RA = 2.98233220357846619E+002 /Telescope RA
DEC = 8.76979967021969920E+000 /Telescope DEC
CRVAL1 = 2.98233220357846619E+002 /approx coord. in RA
CRVAL2 = 8.76979967021969920E+000 /approx coord. in DEC
CDELT1 = 2.27970508960902287E-004 /ScaleX in deg/pix
CDELT2 = 2.27970508960902287E-004 /ScaleY in deg/pix
DATAMAX = 87355.00 /Maximum data value
DATAMIN = 566.00 /Minimum data value
PIERSIDE= 'EAST' /Side of the tube wrt to Pier
CCD-TEMP= -12.0 /CCD temperature as Celsius degrees
FOCUSPOS= 55.397 /Focuser position as mm

```

Wenn die Software nicht die Schlüsselwörter CRVAL1 und CRVAL2 definiert, kann specINTI automatisch nach äquatorialen Koordinaten in der astronomischen Datenbank suchen

SIMBAD (<http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/sim-fid>) dank des Namens des Objekts (der Name(en) im Feld "Objektlste" der Registerkarte "Beobachtungen"). Damit das Verfahren erfolgreich ist, müssen Sie Folgendes haben: (1) eine Internetverbindung, (2) einen von SIMBAD anerkannten Objektnamen (Vega, HD59800, V495 Sgr usw.) angeben. Damit die SIMBAD-Suche effektiv sein kann, müssen Sie die folgende Zeile zur Konfigurationsdatei hinzufügen (Qaida):

SIMBAD search

simbad:1

Darüber hinaus liegt es in Ihrer Verantwortung, die Parameter "Länge", "Breiten" und möglicherweise "Höhen" in der Konfigurationsdatei zu füllen.

In einigen Fällen kann es vorkommen, dass das beobachtete Objekt keinen gültigen Namen in SIMBAD hat, es ist zum Beispiel für einen Kometen oder einen Asteroiden. In diesem Fall können Sie eine von specINTI angebotene Möglichkeit nutzen, so dass Sie das Vorhandensein eines FITS-Schlüsselworts und dessen Wert "durch Hand" erzwingen können. Um dies zu tun, müssen Sie einen Trick in der unten beschriebenen Parameterdatei verwenden:

TIPP: Wenn die Konfigurationsdatei so ausgelegt ist, dass sie Parameterwerte an specINTI überträgt, kann diese Hauptanwendung durch die Einführung des Begriffs "Funktionen" umgeleitet werden. Funktionen sind kleine Computercodes, die überall in die Konfigurationsdatei eingefügt werden können (am Anfang, in der Mitte, am Ende). Wenn Sie specINTI ausführen, ist das erste, was das Programm tut, zu überprüfen, ob es eine Funktion in der Mitte der Parameterliste findet. Wenn es eine (die erste) findet, führt specINTI das kleine Programm aus, das damit verbunden ist, und am Ende dieser Berechnung stoppt sie die Ausführung (Ihre Spektren werden nicht verarbeitet). Stellen Sie sich die "Funktionen" als kleine Dienstprogramme vor. Wenn Sie sie nicht mehr brauchen, löschen Sie die Zeile der Funktion oder setzen einen Kommentar "-" vor die fragliche Linie, und Sie können Ihre Spektren wieder normal verarbeiten. In Bezug auf die Syntax ähneln Funktionen den Parametern, außer dass der Titel immer mit dem Zeichen "-" beginnt. Zum Beispiel :

"my"-Funktion: [Parameter1, Parameter2, Parameter3]

All dies zu sagen, dass, wenn die Schlüsselwörter CRVAL1 und CRVAL2 nicht im Header Ihrer Dateien vorhanden sind, Sie versuchen können, sie "bei der Hand" zu ändern, dank der speziell in specINTI geschriebenen Funktionen: "-img-add-item-float", "-img-add-item-item-int" bzw. "-img-add-item-str". Zum Beispiel können Sie die folgende Zeile, die eine Funktion ist, zur Konfigurationsdatei hinzufügen, die Sie zur Hand haben:

'img-add-item-float: [monimage-1, CRVAL1, 254.8646, monimage-1]

Nach dem Ausführen von specINTI mit dieser Zeile in der Konfigurationsdatei wird das Stichwort CRVAL1 mit dem Wert 254.8646 im Header der Datei monimage-1.fits im Arbeitsordner hinzugefügt. Sie können auf die gleiche Weise fortfahren, wenn Sie eine Reihe von Bildern zu ändern haben, indem Sie den Wert des Bildindex anpassen. Zum Beispiel für das zweite Bild in einer Serie, tun Sie :

'img-add-item-float: [monimage-2, CRVAL1, 254.8646, monimage-2]

und so weiter. Denken Sie daran, diese Zeile aus Ihrer Konfigurationsdatei zu entfernen (oder als Kommentar zu sagen), wenn Sie möchten, dass specINTI danach eine normale Bearbeitungsaufgabe durchführt.

Hinweis: Das Funktionskonzept in specINTI ist leistungsstark, flexibel und skalierbar. Man kann sich diese Funktionen als Dienstprogramme vorstellen, die auf der "Befehlszeile" verfügbar sind. specINTI enthält eine große Anzahl kleiner Dienstprogramme dieser Art, die in Abschnitt 13 aufgeführt sind. Ein Beispiel: Wenn Sie die Wellenlängen eines Spektrums manuell um -0,07 Å verschieben möchten, da Sie feststellen, dass es falsch kalibriert ist, können Sie die folgende Zeile in die Konfigurationsdatei einfügen:

"pro-shift-wave: ['qrvul'20220803'012, -0.07, .qrvul-20220803'012]

Aber kommen wir zurück zu dem Parametersatz und der Behandlung unseres Spektrums des Sterns Altair. Also wollen wir sein Spektrum so finden, wie es im Orbit gesehen werden würde, indem wir unser Observatorium (specINTI erlaubt es!) Satellitenisieren, was übrigens das Standardverfahren sein sollte. Fügen Sie einfach die folgende Zeile in der Konfigurationsdatei hinzu:

corratmo: 0,13

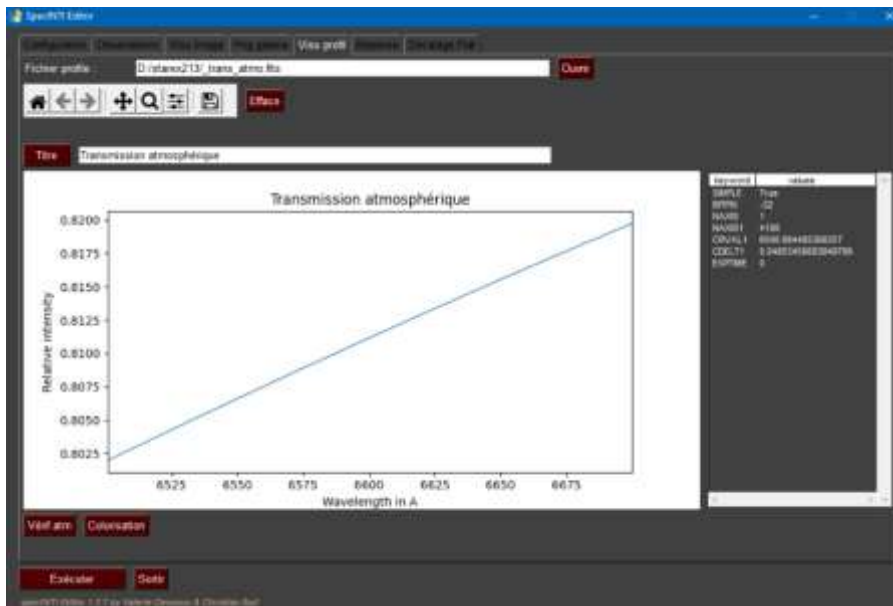
Hinweis: Wenn Sie zum ersten Mal "corratmo" nennen, ist es wahrscheinlich, dass specINTI automatisch ein Himmelskoordinaten-Transformationsmodell von einem NASA-Standort abholt. Sie müssen Zugang zum Internet haben. Das ist nicht mehr nötig.

Es wird auch empfohlen (aber nicht erforderlich), den Parameter "check-mode" auf 1 zu setzen, indem :

Check-Modus: 1

Auf diese Weise schreibt specINTI am Ende der Verarbeitung automatisch eine Spektralprofildatei mit dem Namen "trans-atmo.fits", die keine andere als die Kurve der berechneten atmosphärischen Spektralübertragung ist. Sie finden auch Dateien im Zusammenhang mit Aerosol, Rayleigh und Ozonübertragung, die Endübertragung ist das Produkt dieser elementaren Übertragungen.

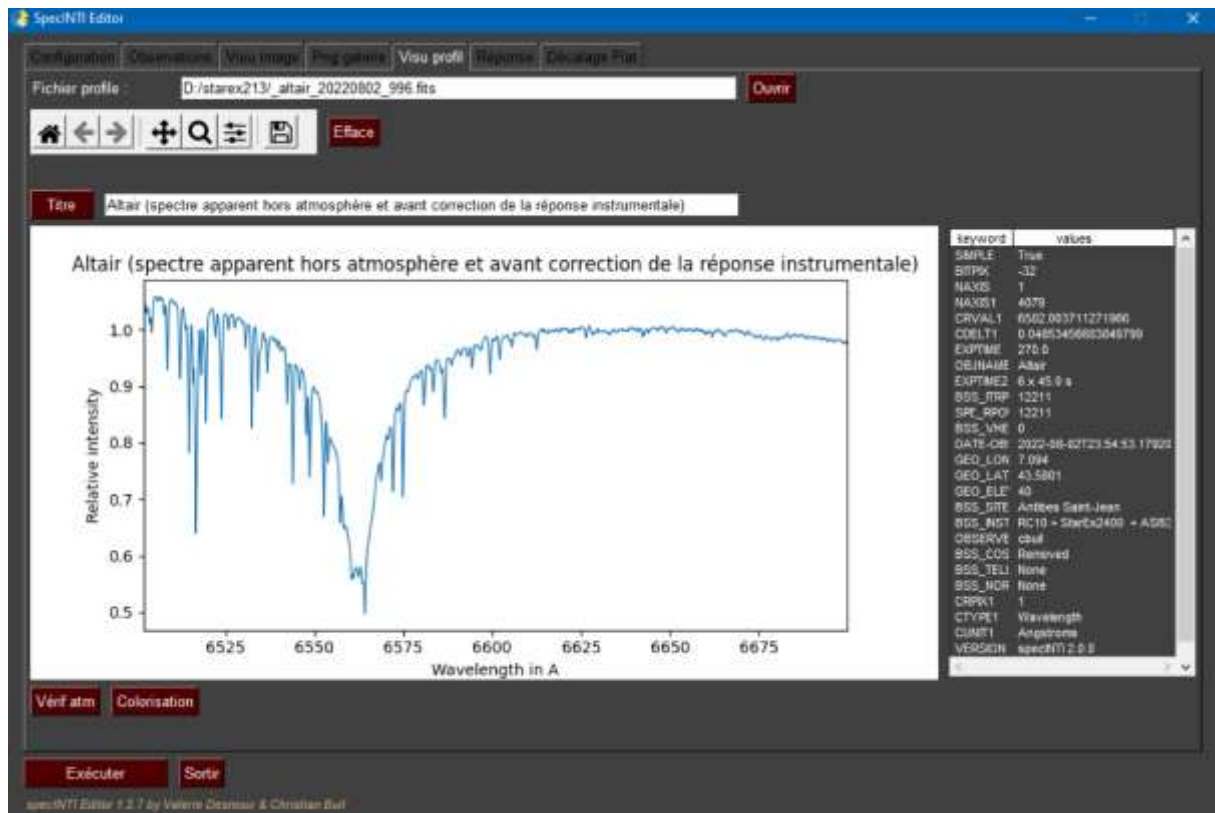
Sie können die vordefinierte Konfigurationsdatei "conf-starex2400-mode0-demo3.yaml" verwenden, die die Situation beschreibt, wo wir jetzt sind. Beginnen Sie also mit diesen Einstellungen den Altair-Stern zu verarbeiten. Das Ergebnis mag Sie überraschen, denn das verarbeitete Spektrum des Sterns wird auf den ersten Blick sehr unterschiedlich erscheinen, je nachdem, ob die atmosphärische Übertragung berücksichtigt wird oder nicht. Es gibt dennoch einen Unterschied, aber es ist wahr, dass es angesichts der Enge des Spektralbereichs, der in hoher spektraler



Wir stellen fest, dass unsere Atmosphäre unter Beobachtung etwa 20% des Lichts des Sterns in der Nähe Ihrer roten Wasserstofflinie absorbiert, dies ist nicht vernachlässigbar. Wir stellen auch fest, dass die relative Variation der atmosphärischen Übertragung im Beobachtungsband bescheiden ist, etwa 2%. Dies ist der Grund, warum die Wirkung der Korrektur der atmosphärischen Übertragung in unseren Spektren so diskret erscheint (es wird eine völlig andere Geschichte in geringer spektraler Auflösung sein).

7.8.3: Wir finden die wahre Instrumental Response und wenden sie an!

Wir haben jetzt ein fast vollständig verarbeitetes Spektrum, das im Arbeitsverzeichnis unter dem Namen "-altair-20220802-996.fits" gespeichert ist:



Wir sagen "fast", denn wenn wir die Situation zusammenfassen, ist dies das Spektrum, das man außerhalb der Atmosphäre sehen würde, aber immer noch von den Verzerrungen betroffen ist, die durch die instrumentelle Reaktion verursacht werden, die keine Chance hat, eine gleichmäßige flache Kurve zu sein (die Effizienz des Gitters hängt zum Beispiel von der Wellenlänge ab). Das fragliche Spektrum ist also das Ergebnis der Operation :

scheinbares Spektrum (echtes Spektrum) x (instrumentelle Antwort)

Das scheinbare Spektrum (außerhalb der Atmosphäre) ist das, das wir gerade berechnet haben. Wir haben auch das wahre Spektrum, es ist das UVES-Spektrum. Daher ist die Berechnung der Antwort sehr einfach, wir kehren die vorherige Gleichung um:

Instrumentalantwort (scheinbares Spektrum) / (echtes Spektrum)

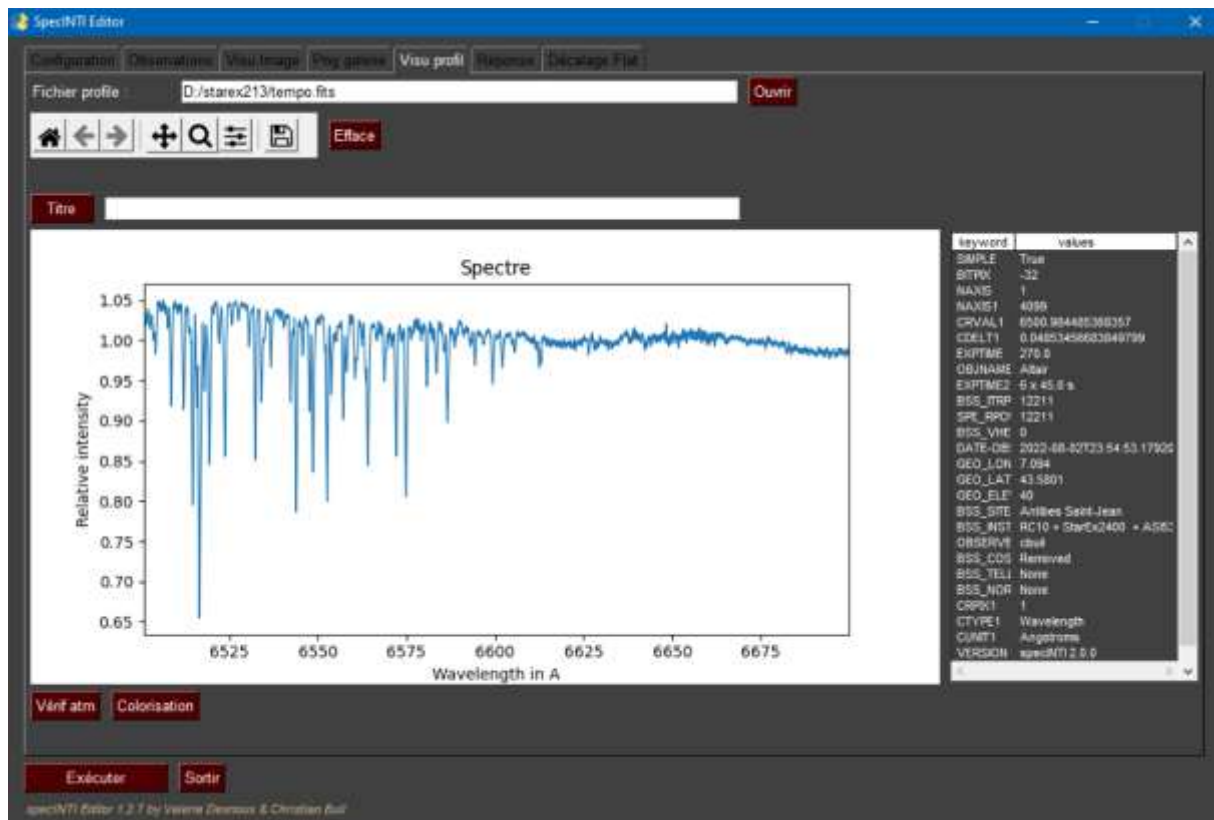
Um diese Teilung zu realisieren, verwenden wir eine Funktion von specINT, die "-pro-div" heißt. Der Name ist explizit: Es ist, zwei Spektralprofile zu teilen, eine Art Arithmetik von Spektren. Wenn der auszuführende Vorgang $P3 = P1/P2$ ist, ist die Syntax wie folgt:

.pro-div: [P1, P2, P3]

Mit den Elementen unseres Beispiels ist es das, was es gibt (erinnern Sie sich, das wahre Sternspektrum ist die Datei "UVES-altair.FITS"):

"pro-div: ['altair'20220802'996, uves'altair, Tempo]

Wir beschließen, das Ergebnis der Division "Tempo" und nicht "Antwort" zu nennen, Sie werden schnell verstehen, warum. Hier ist der Look des "Tempo"-Spektralprofils:

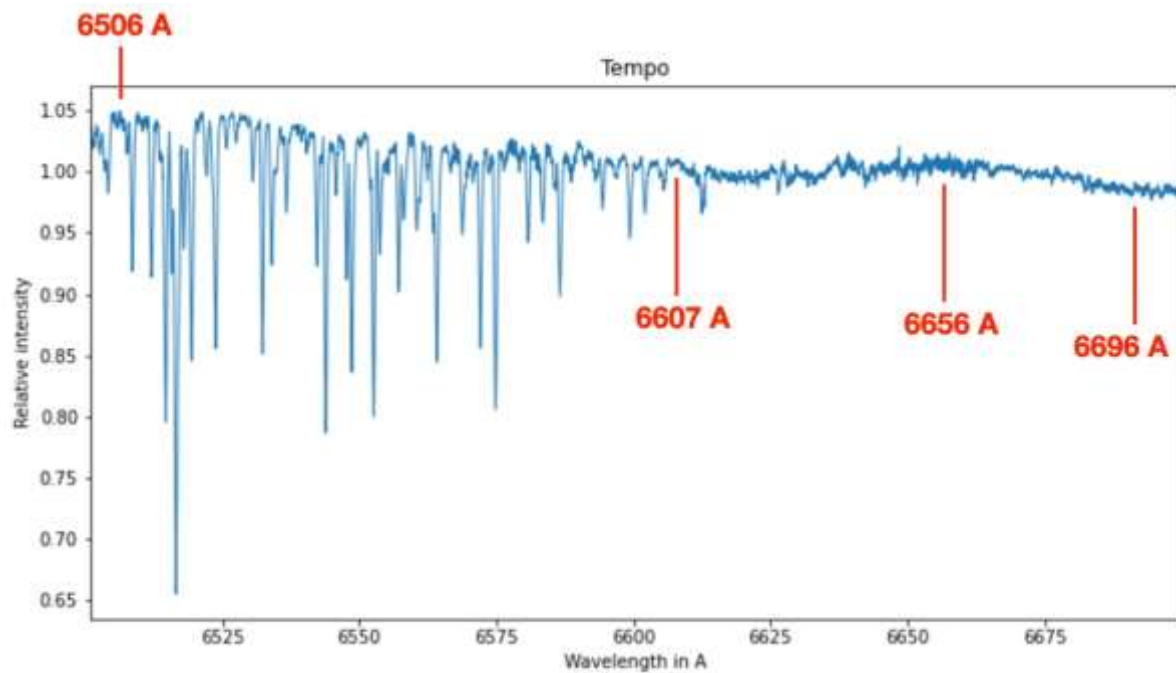


Die H-alpha-Wasserstofflinie ist in einer, wie man es nennen könnte, "instrumentalen Antwort" verschwunden (in der Tat ist die H-alpha-Linie sowohl im Zähler als auch im Nenner vorhanden). Leider sind die Tellur-Linien (das Spektrum des H₂O-Moleküls) gut in der Dividende vorhanden, denn wenn sie in unserem scheinbaren Spektrum existieren, fehlen sie im UVES-Spektrum.

Wenn wir jedoch die H₂O-Linien ignorieren, sehen wir einen leichten Abwärtstrend von der blauen Seite zur roten Seite des Profils. Diese Tendenz ist real und stellt die angestrebte instrumentelle Antwort dar. In diesem Stadium können wir ein theoretisches Spektrum an Wasserdampf synthetisieren und dieses im "Tempo"-Spektrum entfernen. Dies ist machbar und wird im nächsten Abschnitt erklärt, aber es ist ansonsten komplex.

Eine andere Lösung, viel schneller, die ich hier empfehle, weil das Endergebnis zufriedenstellend ist, ist es, ein neues Profil zu generieren, indem man innerhalb des aktuellen Profils von einer sehr kleinen Anzahl von Punkten abschneidet und Tellurlinien vermeidet. Wir verwenden eine neue Funktion, "pro-fit", die einfach ein Parabelprofil durch nur 4 Punkte des Spektrums anpasst, um zu interpolieren, definiert durch ihre Wellenlängen.

Die Auswahl der Punkte ist flexibel: Sie müssen nur Tellurzeilen vermeiden und gleichmäßig verteilen. Verwenden Sie den Mauszeiger aus dem Reiter "Visu profile". Zum Beispiel:



Löschen Sie die vorherige Funktion ("pro-div"), indem Sie sie durch "pro-fit" ersetzen, deren Syntax :

"pro-fit: [input, w1, w2, w3, w4, Ausgabe]

Für unser Beispiel gibt es:

"pro-fit: [Tempo, 6506, 6607, 6656, 6696, .

Launch specINTI Editor mit dieser Zeile irgendwo in der Konfigurationsdatei. Das Profil "Rep" ist im Arbeitsordner geschrieben. Das ist unsere eigentliche instrumentelle Antwort. Sie können es aus der Registerkarte "Profilansicht" anzeigen:



In dieser Darstellung haben wir in blau das Profil der wahren Antwort (Datei "-rep") und in Orange, das Profil der Antwort des Ausstiegs mit den Tellurzeilen. Wie es sein sollte, ist das "Response"-Profil eine monotone Kurve ohne Undurchsichtigkeit, die dem allgemeinen Trend des temporären "Tempo"-Profils folgt.

Alles, was bleibt, ist, einen Parameter in der Konfigurationsdatei zu definieren, der specINTI sagt, dass wir unsere Instrumentalantwort "-rep" (Sie können natürlich einen anderen Namen wählen) verwenden, um das endgültige Spektrum des Altair-Sterns auszuwerten. Dieser wichtige Parameter heißt "instrumental-response". Löschen Sie die Funktion "-pro-fit" und fügen Sie die finale Konfigurationsdatei hinzu:

-

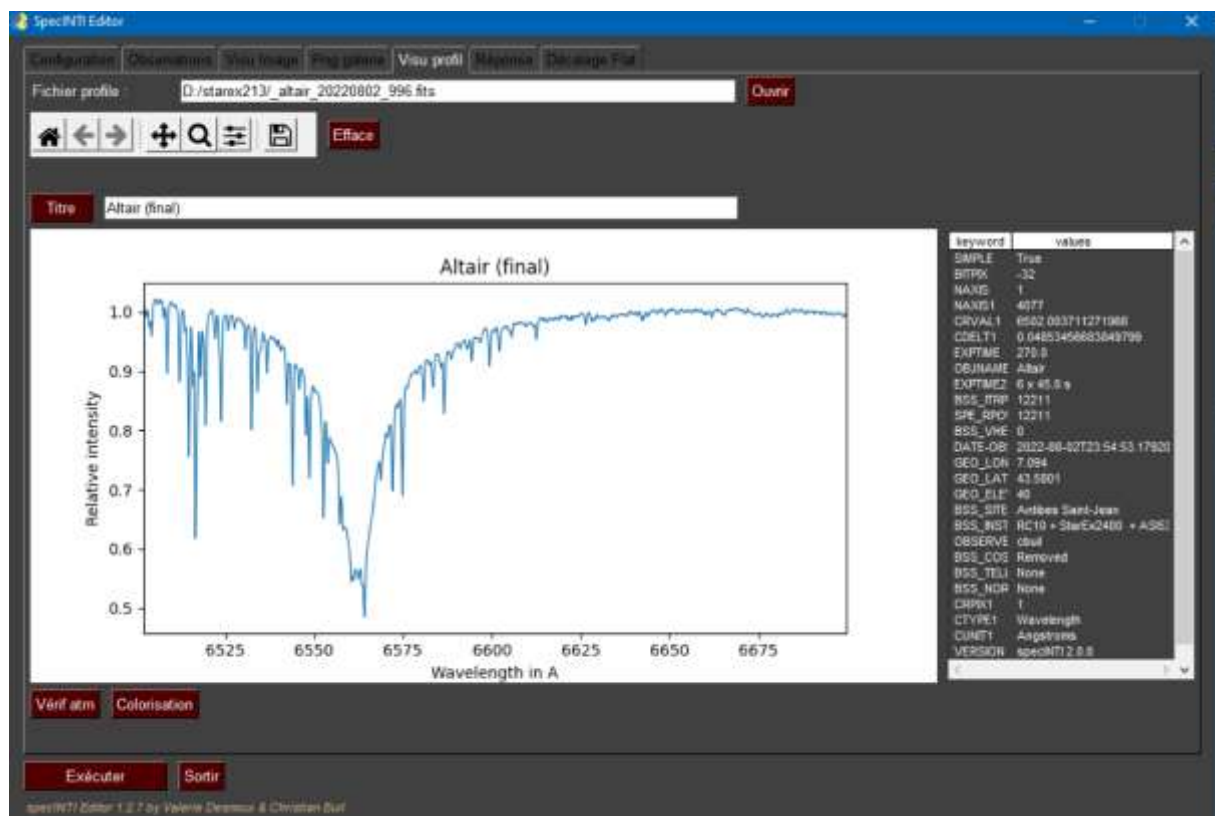
Instrumentalantwortdatei

-

instrumentale Reaktion:

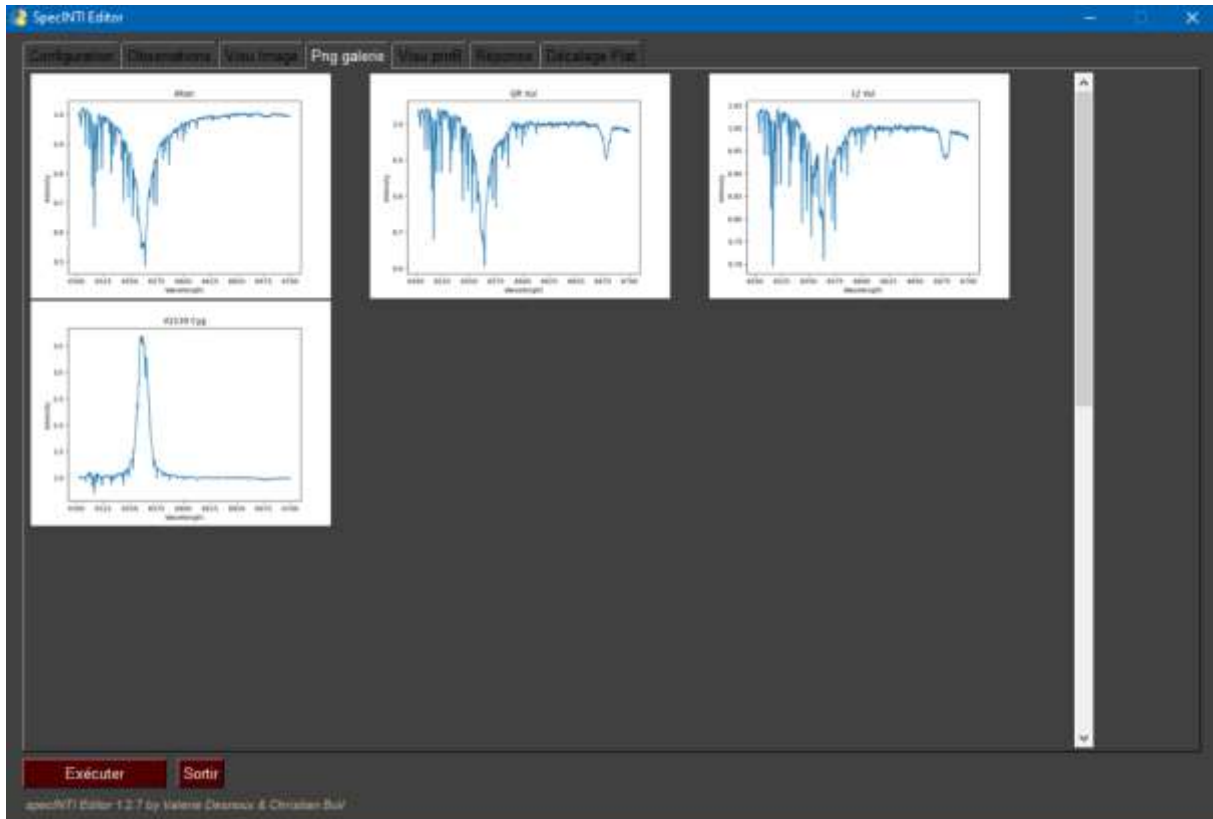
Die finale entsprechende Konfigurationsdatei lautet: "conf-starex2400-mode0-demo3.yaml".

Re-run specINTI, und Sie erhalten das letzte Profil von Altair, bereit für die Veröffentlichung - ein Spektrum aus der Atmosphäre und frei von instrumentalen Verzerrungen:



Vielleicht haben Sie diese Bewertung der instrumentellen Antwort langweilig gefunden. Sie haben ein bisschen Recht, dann führen Software wie VisualSpec oder ISIS die gleichen arithmetischen Operationen auf die Spektren auf interaktivere Weise durch. Wir werden sagen, dass der Vorteil der Funktionen in specINTI ist, dass Sie verstehen, was Sie tun und dass das Konzept erweiterbar ist.

Vor allem aber, denken Sie daran, dass die "Rep"-Datei jetzt eine Konstante ist. Sie verwenden dieselbe Antwort, wo immer Sie am Himmel zeigen. All diese Arbeit muss nur einmal erledigt werden, so dass sich der Aufwand lohnt, wenn man ein eifriger Beobachter ist und wenn man natürlich seinen Spektrographen nicht wesentlich stört. So kann die Konfigurationsdatei "conf-starex2400-mode0-demo4.yaml", die die paar Parameter "corr-atmo" (Berechnung des Spektrums aus der Atmosphäre) und "instrumental-response" (Entfernung der instrumentalen Antwort) enthält, verwendet werden, um alle Spektren unserer Sitzung erfolgreich zu verarbeiten (über die Beobachtungsdatei).



Es wird noch besser: Unsere "Rep"-Antwort kann von einer Nacht auf die nächste verwendet werden, ohne während dieser Nächte neu zu berechnen und ohne die Notwendigkeit zu beobachten, Referenzsterne, solange der Parameter "corr-atmo" in Ihrer Konfigurationsdatei vorhanden ist. Das spart viel Zeit und erleichtert Beobachtungen. Hier zeigen specINTI und die Art und Weise, wie es verwendet wird, seine ganze Kraft: Man verarbeitet blindlings auf zuverlässige Weise, manchmal sogar gleichzeitig mit der Beobachtung, wenn man will. Mit specINTI wird es sehr einfach, wenn alles aufgebaut ist.

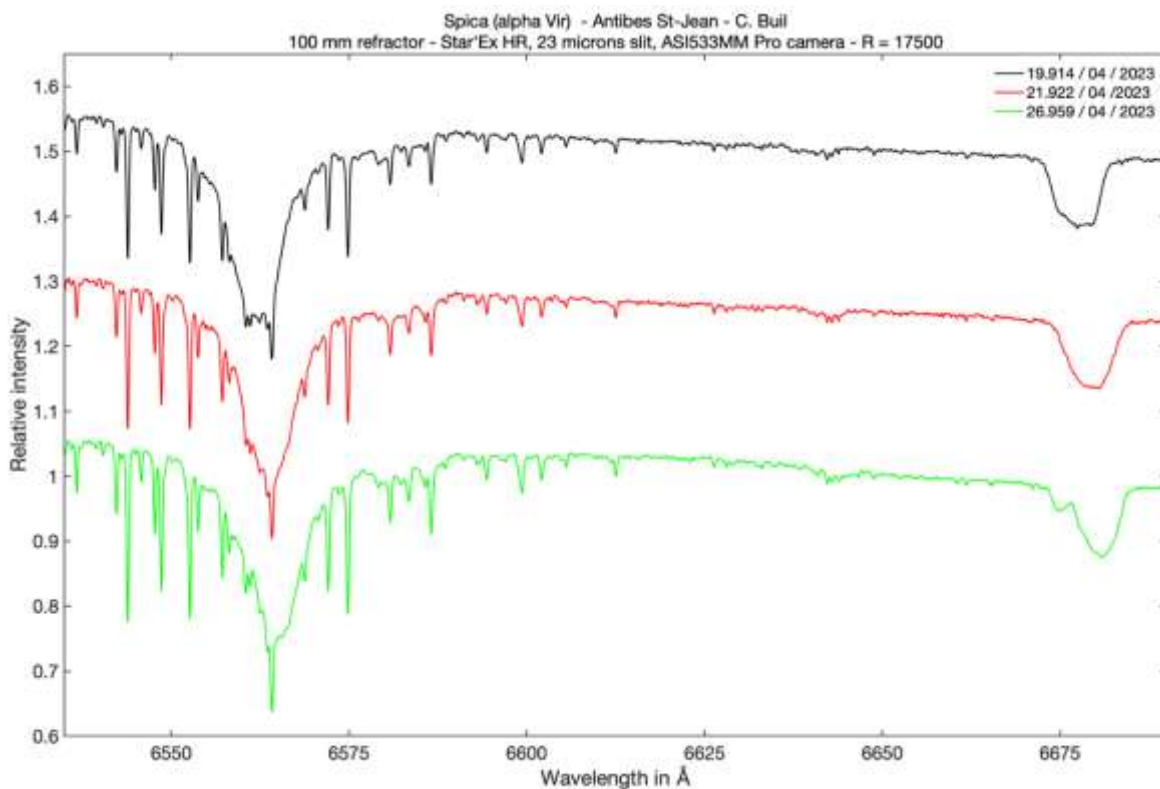
Tipp: Hier ein besonders wichtiger und nützlicher Tipp. Sie haben gerade die starex213 Sitzung bearbeitet. Jetzt möchten Sie den Satz von Spektren der starex214-Sitzung reduzieren, wobei die betreffenden Daten in einem Arbeitsverzeichnis gleichen Namensverzeichnis liegen. Kopieren Sie die Dateien "offset", "dark", "flat" und "rep"-Dateien aus dem Ordner starex213 in den Ordner starex214, definieren Sie die Beobachtungsdatei dieser letzten Sitzung, klicken Sie auf die Schaltfläche "Lauf" und alles ist beendet, Sie können zur nächsten Sitzung wechseln und so weiter.

7.8.4: Molekulare Atmosphärendurchlässigkeit

Die Korrektur des scheinbaren Spektrums von Himmelsobjekten, um die molekulare spektrale Signatur zu entfernen, die von der Erdatmosphäre hinterlassen wird, ist eine heikle Operation. Im sichtbaren Teil des Spektrums stammen die verantwortlichen Linien aus den Molekülen O₂ (Sauerstoff) und H₂O (Wasserdampf). Die Schwierigkeit kommt daher, dass diese Linien zahlreich sind, manchmal in Bands (Molekularbänder genannt), und dass zu dieser Komplexität des spektralen Inhalts eine Variabilität hinzugefügt wird. Zum Beispiel hängt die Tiefe der Tellur-Linien von der Luftfeuchtigkeit der Atmosphäre ab, die natürlich je nach Ort (Wüste, Tropen, Berg...), Jahreszeit und sogar von Stunde zu Stunde, im Laufe der Nacht variieren kann. Die Höhe des Sterns über dem Horizont zeigt den gekreuzten Luftmasse und damit auch den Kontrast der Tellurlinien.

Was ist das Interesse, die Unterdrückung der Tellur-Linien in Angriff zu nehmen? Erstens stören diese Linien in unterschiedlichem Maße die Suche nach der instrumentellen Reaktion, wie wir es zuvor gesehen haben. Diese Einbuchtungen im Spektrum, die fehlen, wenn wir die Sterne außerhalb der Atmosphäre beobachten, können zufällige Verzerrungen im Spektralprofil sein. Aber das Ärgerlichste ist, dass sie manchmal das Spektrum der Sterne so verändern, dass es schwierig ist, es zu analysieren.

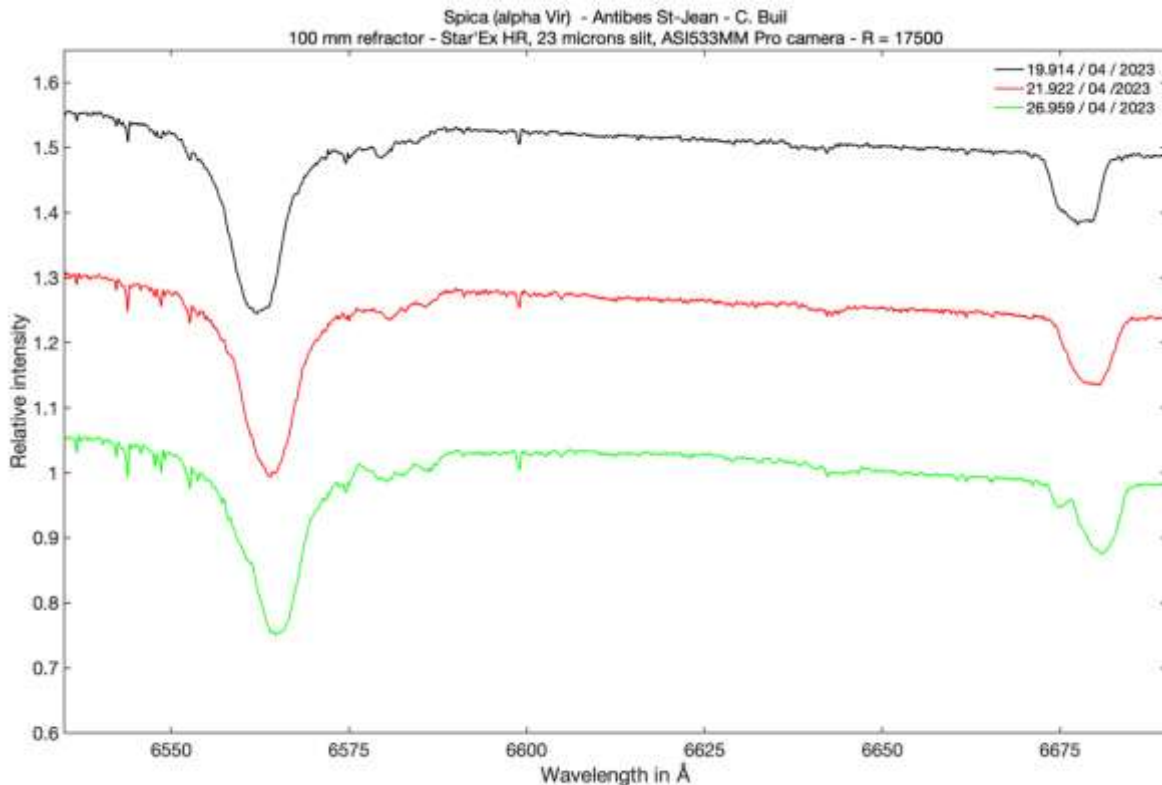
Hier ist ein typisches Beispiel für diesen letzten Punkt. Die folgende Grafik zeigt drei hochauflösende Spektren des Sterns Spica (Alpha Vir) um



Spica ist in der Tat ein spektroskopisches Doppel mit einer ziemlich starken Amplitude in Radialgeschwindigkeit und kurzer Zeit. Aufgrund der variablen Radialgeschwindigkeit der Sterne des Paares um einen gemeinsamen Schwerpunkt werden die Sternlinien periodisch in Richtung Rot und dann in Richtung heiterem Himmel verschoben. Diese drei Spektren zeigen deutlich die Verschiebung der Halpha-Linie in Bezug auf die festen Tellur-Linien sowie die schmalen Linien, die von den Molekülen des atmosphärischen Wasserdampfs stammen. Die Sorge kommt von der Tatsache, dass

die Halpha-Linie mit wenig Kontrast in diesem Stern von tellurischen Linien begrenzt wird, die eine genaue Messung des Doppler-Effekts behindern.

Die Tellurlinien können numerisch entfernt werden, wie die Kurven der gleichen Spektren nach der Operation zeigen:



Die Spektren sind, wie man sie in Abwesenheit der terrestrischen Atmosphäre beobachten würde. Die Halpha-Linie ist so offenbart, wie sie wirklich ist, ohne die atmosphärischen Interferenzen.

Es ist wichtig zu beachten, dass das Entfernen der Tellur-Linien einen erheblichen Einfluss auf die beobachteten Spektren haben kann, und es wird daher oft aufgefordert, sie in den angegebenen Daten zu speichern, außer im Rahmen spezifischer Behandlungen. Die kritischsten Bereiche des Spektrums, die von tellurischen Linien betroffen sind, sind in Gelb und Rot, vor allem um den Doppelpunkt von Natrium und die Halpha-Linie von Wasserstoff.

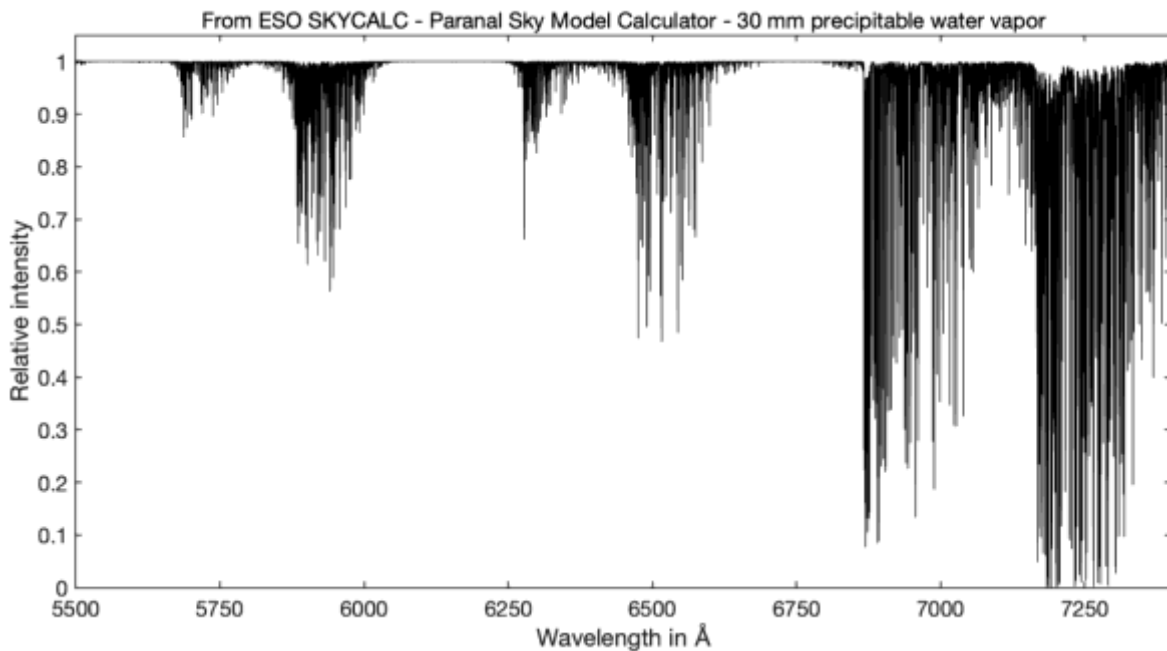
Komplexe Software-Tools existieren, um die Atmosphäre und ihre Übertragung zu modellieren, wie HITRAN, aber es ist schwierig, ein getreues Spektrum der Atmosphäre zu erhalten, das nur auf einer parametrischen Analyse basiert.

Die SpektrINTI-Software bietet die Möglichkeit, die tellurischen H₂O-Linien im sichtbaren Teil des Spektrums automatisch zu entfernen, so einfach. Dieser Ansatz basiert auf der Verwendung von vorkalkulierten synthetischen molekularen Spektren, die in einer Spektrenbank verfügbar sind, die von der ESO Sky Model Calculator-Website heruntergeladen werden können:

<https://www.eso.org/observing/etc/bin/gen/form?INS.MODE=swspectr+INS.NAME=SKYCALC>

Wir haben eine Reihe von molekularen Spektren der Atmosphäre extrahiert, die für die Verarbeitung mit specINTI formatiert wurden. Diese Spektrenbank ist in einem ZIP-Archiv verfügbar, das Sie von diesem Link herunterladen können: atmo-molecular.zip

Es wird empfohlen, im Installationsverzeichnis specINTI einen Ordner "atmo-molecular" zu erstellen, um die aus dem ZIP-Archiv extrahierte molekulare Spektren zu speichern. Diese Spektren sind im FITS-Format und decken einen Spektralbereich von 3000 bis 11000 Å ab, mit einem Schritt von 0,1 Angstrom für das Spektrum "-molecular-30mm.fits". Die spezielle Serie von Spektren, deren Name mit "HR" endet, deckt einen kleineren Spektralbereich ab, aber mit einer feineren Stufengröße von 0,02 Å, geeignet für die Verarbeitung von Spektren mit hoher Spektrenauflösung ($R > 10000$).



Die vielen feinen Linien werden von den H₂O- und O₂-Molekülen der Erdatmosphäre, den berühmten Tellur-Linien, produziert. Achtung, dies ist ein Spektrum, das "unendliche Auflösung" (oder fast) genannt wird. Es ist nicht genau der Aspekt, der bei unseren Spektrographen beobachtet wird, die eine begrenzte Auflösungskraft haben.

Die zügigste Art und sicherlich Ihr Favorit, um tellurische Linien aus einem Sternspektrum zu löschen, hat die Form einer sehr einfachen Funktion, die "Pro-telluric" genannt wird. Es hat folgende Parameter:

`.pro-telluric: [molekulares Spektrum, Eingabespektrum, Ausgabespektrum]`

"spectro-molecular" bezieht sich auf eine der ESO-Spektren, die im Verzeichnis "Atmo-molecular" enthalten sind. Für die meisten Situationen stellen Sie nicht zu viele Fragen und wählen Sie das mediane Spektrum "molekulare 80mm-HR". "Eingangsspektrum" ist der Name des zu verarbeitenden Spektrums, und "output-spectrum" ist das Spektrum des Objekts nach dem Entfernen von Tellur-Linien.

Hier ist, wie man diese Funktion nutzt - es dauert zwei Zeilen in einer Konfigurationsdatei, die Sie nach Belieben nennen.

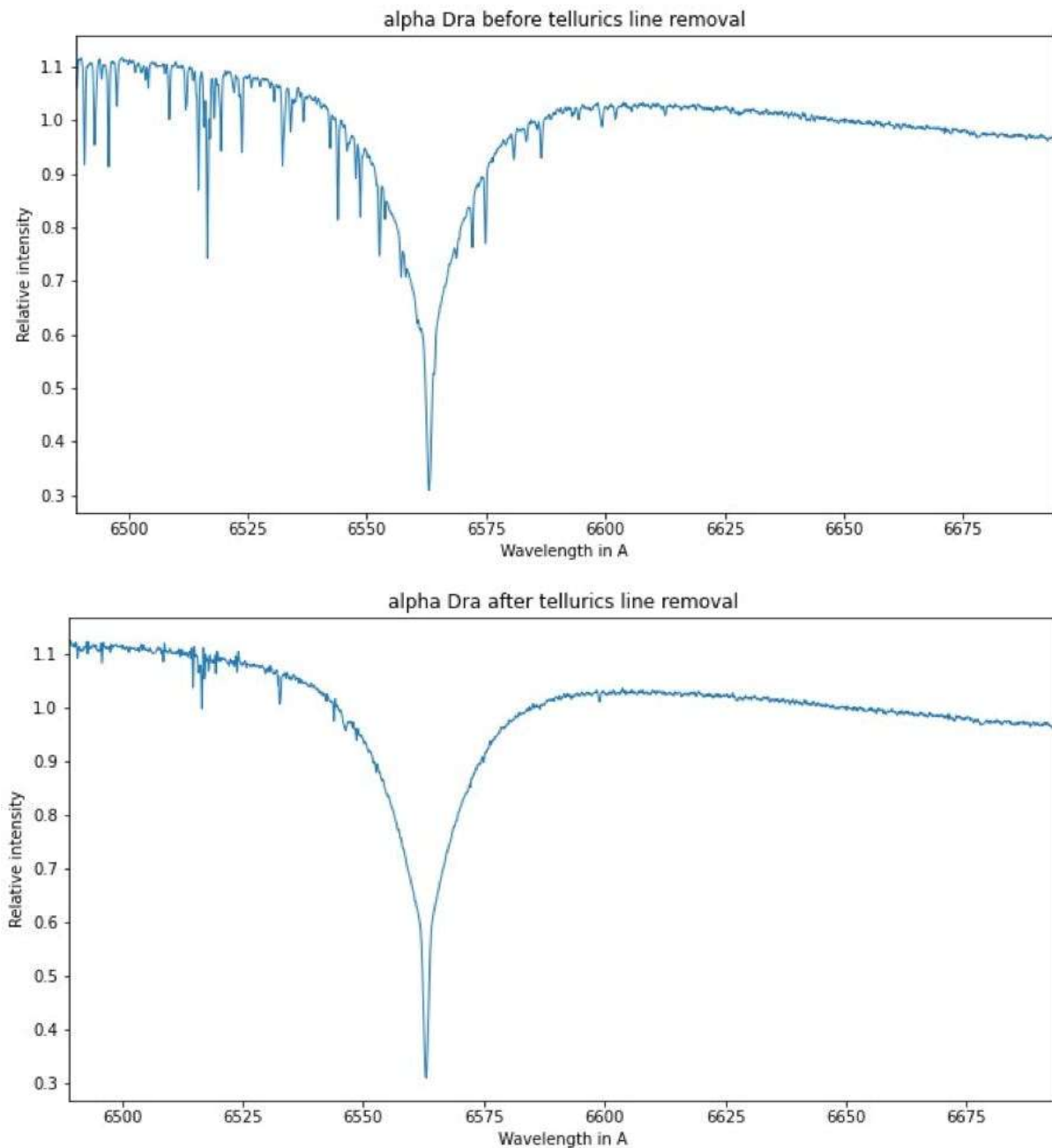
Wenn wir zum Beispiel die tellurischen Zeilen aus einem verarbeiteten Spektrum entfernen wollen, das korrekt in der Wellenlänge mit dem Namen "alphadra 20230505"807 kalibriert ist, schreiben wir einfach in einer dedizierten Konfigurationsdatei:

Work-Path: d:/starex308

"pro-telluric: [-molekulare 80mm-HR, alphadra-20230505-807,-alphadra-telluric-recaped]

Dann starten wir specINTI.

Unten links das Spektrum der Halpha-Linie im Alphastern-Dar vor der Entfernung der Tellurzeilen H₂O, rechts nach der Entfernung.



Die Funktion "pro-telluric" ist sehr effektiv, wenn Sie aus dem einen oder anderen Grund tellurische Linien aus einem Spektrum entfernen müssen.

8: Lateralkalibrierung

Wie üblich, um diesem Teil zu folgen, laden Sie die entsprechenden Beobachtungsdaten auf diesen Link herunter: starex198.zip

In diesem Archiv finden Sie eine Reihe von Rohbildern des Spektrums des Sterns Altair und des Sterns 12 Vul. Das verwendete Teleskop ist ein C9.25 (Celestron), das direkt am direkten Fokus f/10 betrieben wird. Der Spektrograf ist ein Star'Ex im hochauflösenden Modus (2400 t/mm Gitter, 80x125 Objektivkombination, 35 Mikrometer-Schlitz, ASI533MM Kamera). Die Spektren sind auf die H-alpha-Linie zentriert.

Die Daten werden mit einer bestimmten Kalibriertechnik, dem "lateralen" Modus, erfasst. Aus unserer Sicht ist es ein Fortschritt, der Leichtigkeit, Komfort und Präzision bringt. Diese Technik begünstigt auch die Verwendung von Spektrographen, die als leicht und preiswert entwickelt wurden, da sie das Ergebnis des 3D-Drucks sind - was an sich eine Revolution ist. Oft haben die Instrumente aus dieser Technologie eine Schwäche in Bezug auf Steifigkeit, die etwas zu wünschen übrig lässt. Sie verformen mehr oder weniger unter ihrem eigenen Gewicht, abhängig von der Lage des Ziels des Himmels. Wir wissen auch von Schwermetallspektrographen, die unter dem gleichen Defekt leiden, es ist in der Tat unmöglich, absolute Steifigkeit zu erreichen. Hinzu kommen die Deformationen, die "term-elastic" genannt werden, im Zusammenhang mit Temperaturänderungen. Dies führt zu spektralen Kalibrierfehlern, die die Qualität der erworbenen Spektren beeinflussen. Die Hauptidee des "lateralen Modus" ist es, bei der Beobachtung der Verformungen, die sich auf diese Kalibrierung auswirken, quasi kontinuierlich zu überwachen und zu berücksichtigen, um ein besseres Ergebnis zu erzielen.



Das Prinzip besteht darin, dauerhaft (oder semi-permanent) den Eingang des Teleskops mit Licht aus einer Spektrallampe, zum Beispiel ein Neon-Nachtlicht, für eine sehr wirtschaftliche Lösung zu beleuchten und wenn wir uns für den roten Bereich des Spektrums interessieren, der die H-Alpha-Linie des Wasserstoffs umfasst, die in der Astrophysik so wichtig ist. Die Lampe kann direkt vor dem Teleskop platziert werden, wie im Bild gezeigt. Keine Sorge, wie bereits im vorherigen Abschnitt erwähnt, stellt die belegte Fläche eine sehr geringe Behinderung dar, die nur geringfügig die gesammelte Flussmenge beeinflusst (tun Sie die Oberflächenquote, um dies zu sehen). Diese Art von Halterung ist dank der 3D-Drucktechnik einfach in der gewünschten Form herzustellen.

Die Injektion in die Eingangspupille kann auch über Glasfasern erfolgen, wie in Abschnitt 5.3 beschrieben.

leichzeitig erfassen wir das Spektrum der Himmelsziele und das Spektrum der Emissionslinien der Kalibrierlampe. Am Ende überlappt das Bild des Spektrums der Standardlampe das Bild des Spektrums des Sterns, das eine auf der anderen. Der Zweck liegt auf der Hand: Wenn während der Belichtung auf einem Ziel, das lang sein kann (10 Minuten... 30 Minuten) der Spektrograf entfernt, da das Licht des Kalibriersignals ungefähr dem gleichen optischen Pfad folgt, und vor allem in der gleichen Zeit, beeinflusst die konsequente Bewegung des Spektrums sowohl das Spektrum des Sterns als auch das Spektrum der Lampe.

Übrigens eliminieren wir einen Schritt, einen separaten Kalibrierspektrum am Ende der Sitzung an einem Stern (oder am Anfang oder beidem) zu machen.

Aber ist der Erwerb von zwei Spektren gleichzeitig nicht eine Ursache für Informationsstörungen, da eine das andere überschreiben kann? Die Frage ist legitim. Was uns hier rettet, ist, dass die Art der Spektren sehr unterschiedlich ist: eine mehr oder weniger kontinuierliche Lichtlinie in der Situation des Spektrums eines Sterns, ein Spektrum diskreter Linien, sehr lokalisiert, für die Referenz-Standardlampe. Natürlich gibt es eine Überschneidung, aber es ist nur sehr lokal und nicht sehr ärgerlich in der Praxis vor dem Interesse, dass wir aus der Methode schöpfen.

Hier ist, was es auf dem Bild 12vul-1.fits gibt, das Sie in der Sitzung "starex198" finden:



Die horizontale Linie ist die Spur des Spektrums des Sterns 12 Vulpecula nach einer Exposition von 900 Sekunden. Gleichzeitig sehen wir die Emissionslinien der Neonlampe im selben Bild. Wir haben zwei Spektren in einem. Seien Sie versichert, dass die folgende Verarbeitung es uns ermöglicht, das einzige Spektrum des Sterns am Ende zu isolieren. Die Informationen, mit denen wir dieses Spektrum kalibrieren, sind die auf beiden Seiten der Strecke, in diesen Seiten, in diesen Seitenteilen, daher der Name "laterale Kalibrierung", der dieser Technik oder dem "lateralen Modus" gegeben wird.

Der allgemeine Ansatz ist nicht neu: Es ist nicht anders als die von fast allen Fachleuten, die astronomische Spektrographie durchführen (das sind viele Leute und viele Geräte!). Um zeitliche Verzerrungen (mechanische Verschiebungen ...) zu vermeiden, schaffen sie es auch, gleichzeitig das Spektrum des untersuchten Sterns und die nützlichen Informationen für die Kalibrierung zu erfassen. Diese Art, Dinge zu tun, wurde leider von der Amateurgemeinschaft vergessen, die die Spektrographie praktiziert, obwohl sie eine der Grundlagen der Instrumentalspektrographie und Metrologie ist. Profis verfeinern die Technik etwas mehr, indem sie das Kalibrierspektrum arrangieren, um das des Sterns zu begleiten, aber ohne Überlappung dank mehr oder weniger ausgeklügelter optischer Systeme, aber das Prinzip ist das gleiche.

Die schwerwiegendste Beschwerde ist nicht die der Überlagerung von Spektren, sondern die Tatsache, dass beim Führen des Sterns das Kalibriersignal, das auch dauerhaft am Eingang des

Spektrographen kommt, einen parasitären Fluss erzeugt. Wir sind irgendwie geblendet. Glücklicherweise stellt sich heraus, dass unsere Kalibrierungsbeleuchtung sehr gering sein muss, damit die Emissionsleitungen den Detektor nach 15 Minuten Exposition nicht sättigen (z.B.). Infolgedessen ist dieses falsche Signal automatisch dürrtig, zumal in hoher spektraler Auflösung (der seitliche Modus ist besonders für hohe Auflösung geeignet) die Ziele sind ziemlich helle Sterne. Der Fluss, der von der Standardlampe kommt, ist daher nicht generell störend.

Trotzdem kann man sich auch eine semi-permanente Beleuchtung vorstellen, die für mehr oder weniger lange Zeit eingeschaltet wurde (mit einem Timer, Befehlen, die vom Erfassungscomputer gesendet werden, ...). Aber die ultimative Lösung, weil sehr effektiv, besteht darin, direkt vor der Führungskamera einen Spektralfilter (31,75 mm Durchmesser) zu platzieren, dessen Bandbreite das Licht der Standardlampe blockiert. In unserem Fall stellt die Verwendung eines grünen Breitbandfilters eine unpassierbare Barriere für die Kalibrierphotonen dar (ein relativ wirtschaftliches Filtermodell, wie sie in der Tiefenhimmel-Bildgebung verwendet werden, um Farbbilder von Schwarz-Weiß-Sensoren zu erhalten, ist perfekt geeignet). Der Hintergrund im Bild der Leitkamera wird dann fast schwarz. Gleichzeitig reduzieren wir durch das Filtern an der Leitkamera einige optische Aberrationen und die Führung ist genauer, mit Bildern von Sternen gut.

Danach neben dem Seitenmodus, notwendig, denn nicht unbedingt bekannt, kommen wir zur Verarbeitung von Spektren.

Auf der Seite der Beobachtungsdatei, da wir zwei Spektren zu verarbeiten haben (Altair und 12 Vul), schreiben wir von der Registerkarte "Beobachtungen" :

Répertoire observations : D:/starex198 **Parcourir**

Liste objets : Altair, 12 Vul **Auto**

Liste images : Altair-, 12Vul-

Nb image par objet : 4, 6

Liste calibration : Altair_neon-, 12Vul_neon-

Nb image calibration : 0, 0

▲ Mode avancé

Fichier(s) Offset : _offset nb : 0

Fichier(s) Dark : _dark nb : 0

Fichier(s) Flat : _flat nb : 0

Fichier Img postfix : -

Fichier Cal prefix :

Fichier Cal postfix : _neon-

Fichier observations à sauver : obs_12vul **Sauver**

Die Dinge sind einfach: Wir geben den Namen der beiden Objekte an, dann "Auto". specINTI findet keine rauen Bilder für Offset-, Dunkel- und Flachfeld, so dass es eine Nullzahl von Bildern anzeigt. Dies sind Kalibrierungs-Masterbilder, die in einer vorverarbeiteten Form zur Verfügung gestellt werden, die hier im Archiv "starex198" (-offset, sark und .-flach) vorhanden sind. Das ist alles aus der Beobachtungsdatei.

Hier ist die empfohlene Konfigurationsdatei, aber es kann Variationen je nach Ausstattung geben (siehe auch die Datei "conf-starex2400"mode3.yaml, die in der specINTI-Distribution enthalten ist):

-

```
*****  
*****
```

- Star'Ex hochauflösende Konfiguration

C9.25 € 2400 t/mm Gitter - 80x125 - 35 Mikron Slot

Kalibrierung im Modus 3

-

```
*****  
*****
```

- Arbeitsverzeichnis

Arbeitsweg: D:/starex198

- Bearbeitung von Stapelndatei

batch-name: obs-12vul

- Spektralkalibriermodus

calib-mode: 3

Automatische Suche nach Kalibrierleitungen

auto-calib: [6500, 6700]

Binning Breite (obligatorisch)

Größe: 30

- Sky-Hintergrundberechnungsbereiche

Himmel: [150, 25, 25, 150]

- Sky-Auswertungsmodus

sky-mode: 1

Radius der Krümmung des Lächelns

smile-radius: -16000

Entfernen Sie Artefakt an den Kalibrierlinien Wellenlänge

clean-wave: [6506.52, 6532.88, 6598.95, 66678.28]

clean-weit: [0.9, 0.9, 0.9, 1.0]

x-Klemmen für geometrische Messungen

xxlimit: [450, 2000]

Breite in Pixeln des Liniensuchbereichs

- Spektralkalibrierung

search-weit: 100

Bestellung des Kalilektroniums zur Bewertung

Obligatorisch, wenn calib-mode - 0 oder 3

Poly-Order: 2

Name der Instrumentalantwortdatei (optional)

instrumentale reaktions: reponse-C9

- Wolframlampe Farbtemperatur

planck: 2900

- Median-Filtermuster

Größe des Kernel: -3

- Gaußische Filterung

sigma-gauss: 0,8

- Optimale Gewinnung

extract-mode: 1

gewinn: 0,083

Rauschen: 1.3

- Einheitsnormalisierungsbereich

normwave: [6640, 6660]

Profil-Cropping-Bereich

crop-wave: [6501, 6700]

- Länge des Beobachtungsortes (optional)

Länge: 7.0940

Höhe des Beobachtungspunktes (optional)

Breite: 43.5801

Höhe des Beobachtungspunktes in Metern (optional)

Höhe: 40

Beobachtungsseite (optional)

Site: Antibes Saint-Jean

- Instrumentenbeschreibung (optional)

Inst: C9 + StarEx2400 + ASI544MM

Beobachter (optional)

Beobachter: cbuil

- Goodies

Check-Modus: 1

spectral-shift-wave: 0,01

skyremove: 1

Eine wichtige Änderung in Bezug auf die im vorherigen Abschnitt durchgeführte Verarbeitung mit hoher Spektralauflösung - die Verwendung des seitlichen Modus, der in specINTI durch Schreiben angegeben ist:

calib-mode: 3

ieser Kalibriermodus Nr. 3 nutzt die seitliche Beleuchtung. Nach der Detektion der Neonlinien auf beiden Seiten des Sternspektrums berechnet specINTI das optimale Kalibrierungspolynom, das es dann auf das Sternspektrum anwendet. Darüber hinaus wird das Neonspektrum sowohl im Endspektrum des Ziels gelöscht als auch möglich.

Der Parameter "auto-calib" ist vorhanden, um Ihre Arbeit zu erleichtern. Die automatische Suche nach Kalibrierlinien ist perfekt mit Modus 3.

Die Binning-Höhe wird auf 30 Pixel ("Bin-size"-Parameter) gesetzt, um fast das gesamte Signal unserer Ziele zu sammeln. Die durch den "Himmel"-Parameter definierten Bereiche (150, 25, 25, 150) sind wie immer gewählt, um jedes Signal auszuschließen, das vom Zielstern kommt, mit Rand, aber auch breit genug auf beiden Seiten der Spur des Spektrums, um den Himmelshöhe ohne zu viel Rausch richtig zu entwickeln. Aber hier hat der "Himmel"-Parameter eine Doppelfunktion. Zuerst das Signal des Himmelshintergrunds zu bewerten, aber auch, um das Profil der Neonlinien des Lateralmodus zu extrahieren, um dann die spektrale Kalibrierung durchzuführen. Dieses Neonspektrum, das im Spektrum des Sterns gemessen wird, wird im Beispiel durch Agglomerationssäule nach der anderen, das Signal zwischen den Koordinaten $y = 150$ bis $y = -25$ relativ zur Spur und darunter berechnet, und das Signal zwischen den Koordinaten $y = 25$ bis $y = +150$ im Verhältnis zur Spur und darüber.

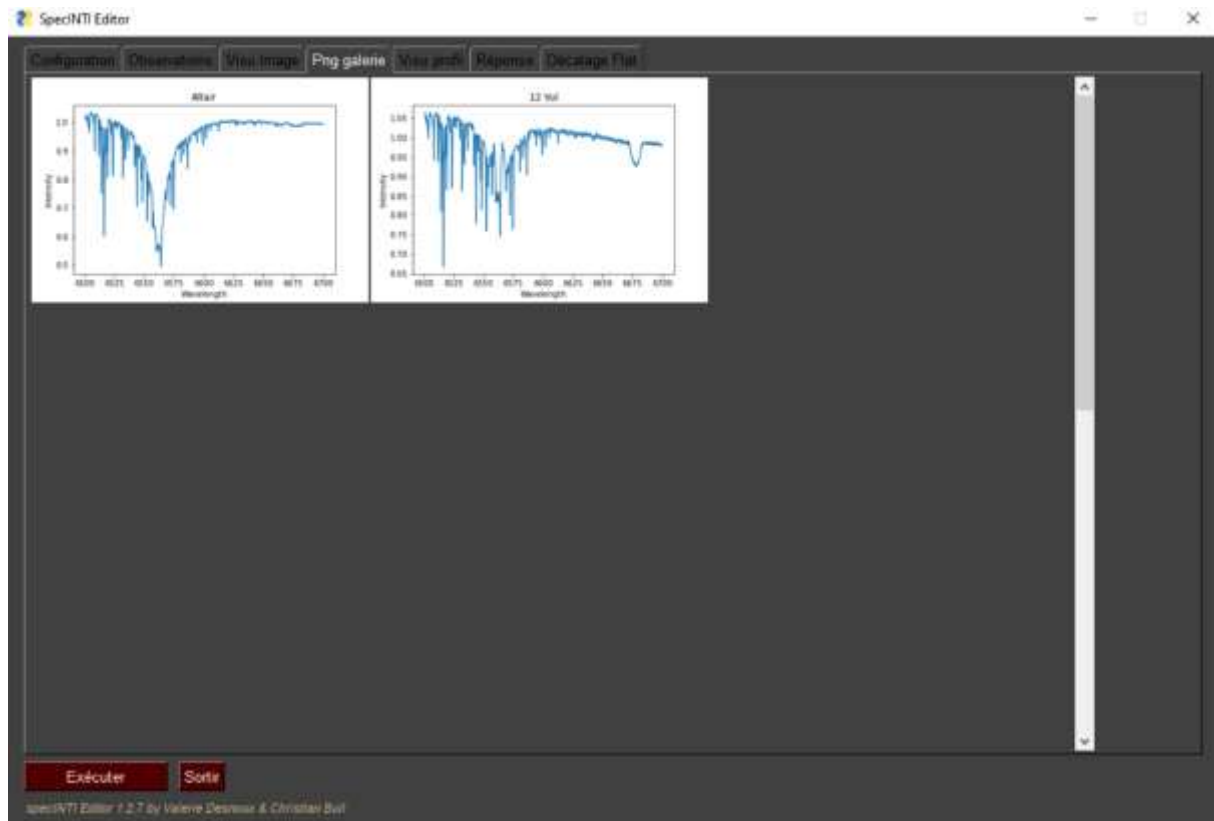
Die Parameter "clean-wave" und "sauber-weit" sind optional und neu. Sie werden gemeinsam verwendet, um die Restartefakte bei der Entfernung des Kalibrierspektrums nach der Himmelssubtraktion zu reduzieren. Da diese Entfernung nicht immer perfekt ist, können die Kalibrierleitungen Spuren hinterlassen, die mit diesem zusätzlichen Verfahren entfernt werden können. Der Parameter "Clean-Wave" ist eine Liste der Längen in Angstroms der betroffenen Linien. Der Parameter "clean-wide" ist eine Liste spektraler Breiten in Angström, die auf den im Parameter "Clean-wise" angezeigten Linien zentriert sind. specINTI führt in diesen Intervallen eine lineare Interpolation durch, die die dort gefundenen Defekte beseitigt.

Die Instrumentalantwort "Reponse-C9" ist in der Verteilung enthalten (typisch für ein hohes Spektrum der Spektralauflösung, siehe Teil 4 dieser Dokumentation).

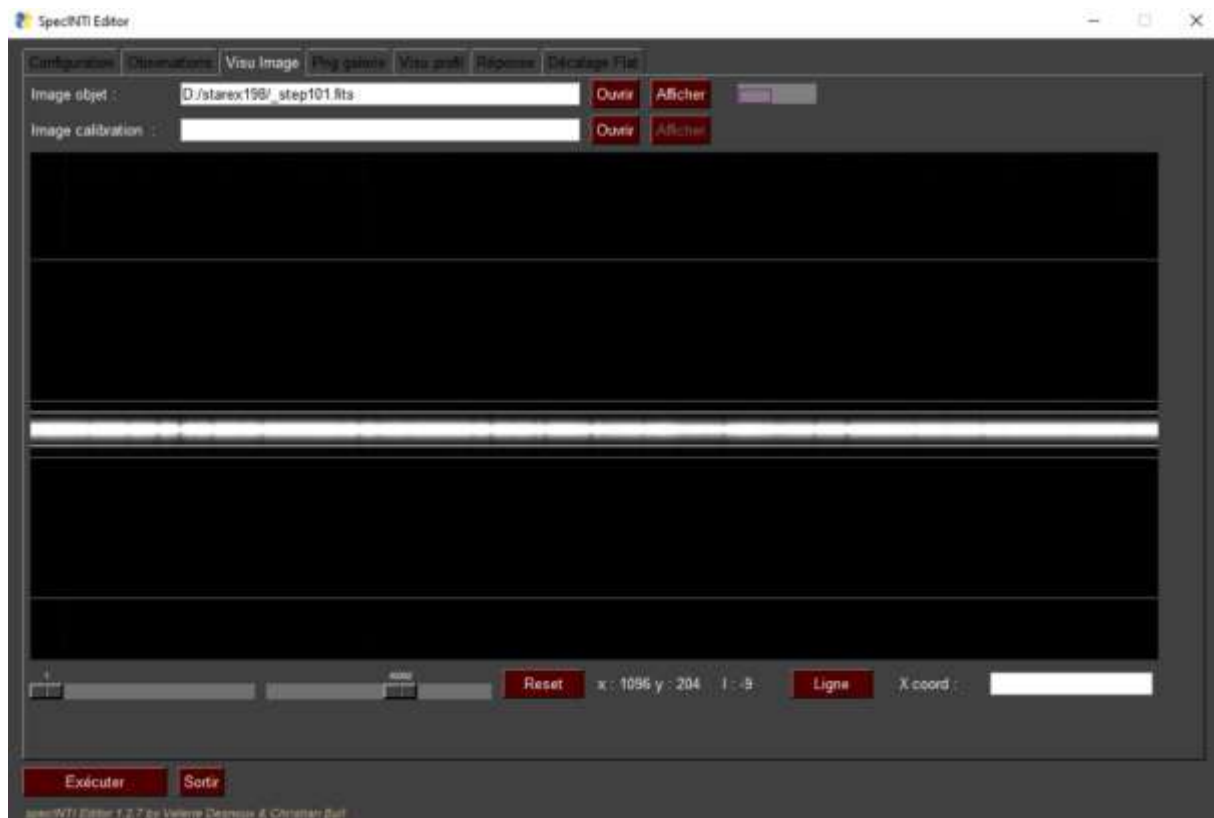
Die Bilder durchlaufen eine klassische Rauschreduzierungsbehandlung im Kontext ("kernel-size", "sigma-gauss", "Extract-mode"), um eine Spektralleistung in der Nähe von R 12000 zu erhalten, mit einem guten Signal-Rausch-Verhältnis.

Am Ende der Konfigurationsdatei gibt es einige optionale Parameter (die "Goodies").

Starten Sie die Verarbeitung mit Zuversicht. Das Ergebnis nach wenigen Augenblicken:



Tipp: Wenn der optionale Parameter "check-mode" auf 1 gesetzt ist, liefert die Software viele Informationen an die Konsole, die es ermöglicht, die Ergebnisse zu überwachen. specINTI schreibt auch Spektralprofile und überprüft Bilder im Arbeitsordner, während das Programm läuft. Von besonderem Interesse ist ein Kontrollbild, das Bild "-step101.fits", das beim Start einer Konfigurationsdatei bei Zweifeln lernen sollte:



Es ist die Summe aller Bilder der 12 Vul-Sequenz nach der Vorverarbeitung und Sky-Entfernung. specINTI hat horizontale Markierungen hinzugefügt, um Ihre Auswahl und Diagnose zu erleichtern.

Wir sehen zuerst in der Mitte einen Extrakt aus dem 2D-Spektrum des Sterns.

Sie können sehen, dass diese Spur horizontal ist (die Software macht die Verarbeitung so, auch wenn Ihre Rohdaten in diesem Punkt nicht perfekt sind). Die Software hat auch die vertikale Position des Spektrums (Y coordinate in the "Log") erkannt, dies in den einzelnen Bildern, um eine vertikale Neuzentung aller Spuren durchzuführen.

Die beiden starken Linien auf beiden Seiten der Spur bestimmen die Binning-Höhe (Parameter "bin-size"). Sie können beurteilen, ob diese Höhe ausreicht, indem Sie den Kontrast erhöhen, um die schwachen Lichter und damit die Erweiterung des Spektrums entlang der Raumachse zu sehen.

Die anderen horizontalen Linien geben die ausgewählten Himmelshintergrundbewertungsbereiche an. Wir erinnern daran, dass auch aus diesen Bereichen das Profil des seitlichen Kalibrierspektrums extrahiert wird.

Es ist nützlich, die Details der geringen Intensität zu untersuchen, wie hier, indem man auf den Schwellen der Visualisierung spielt:



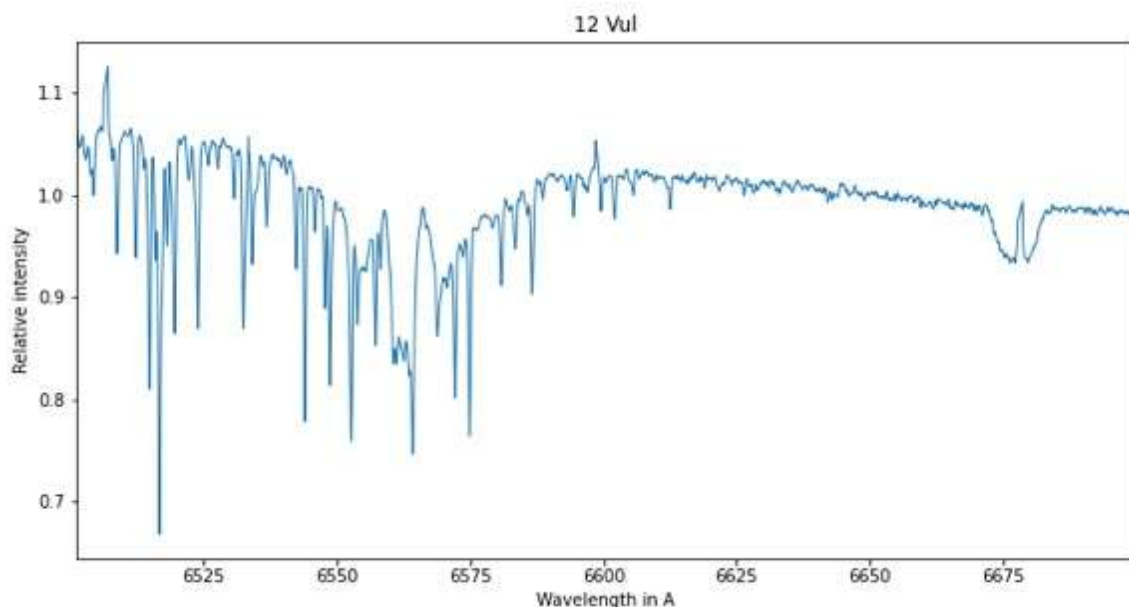
Es scheint zunächst, dass die Verarbeitung in den durch den "Himmel"-Parameter definierten Extremen in Bezug auf die Spektrumspur konzentriert ist. Dies gilt auch für die Entfernung des Himmelshintergrunds. Es scheint dann, dass das Entfernen der Neonlinien nicht perfekt ist. Ein struktureller Lärm bleibt auf ihrem Niveau. Das ist es, was Artefakte im Profil des Spektrums des Sterns verursachen wird, sehr lokalisiert.

Die Herkunft des Defekts ist der Beleuchtung der Pupille mit der Kalibrierquelle, an Punkten (Fasenausgang) und mit einem relativ monochromen Licht inhärent. Der Kalibrierstrahl hat somit einen gewissen optischen Kohärenzgehalt (wie ein Laser), der für Störungen verantwortlich ist, was zu "Skeln" (Granulat im Bild oder in den Bereichen) führt. Dieses Ergebnis wird nicht erzielt, wenn die Quelle wegen der Zerstörung der räumlichen Kohärenz in diesem Fall weit am Eingang des Teleskops ist. Dieses Phänomen "Sofa" ist der Achillesferse der Beleuchtungstechnik in der Pupille, da in diesem

Fall seine Umsetzung ist. Aber die Nachteile sind eindeutig geringer als die Vorteile. Wir erinnern uns, dass die Rückstände der Linien sehr lokal sind (die Form der H-alpha-Linie ist zum Beispiel nicht betroffen, aber ärgerlicher ist die Heliumlinie bei 6676 Å). Die Parameter "clean-wave" und "clean-size" können hier helfen.

Hinweis: Eine sehr kleine systematische spektrale Verschiebung ("spectral-shift-wave"), von 0,01 Å, kaum wahrnehmbar, wird angewendet, um eine spektrale Kalibrierungsverzerrung zu berücksichtigen, wobei die Eingangsschüler unterschiedlich beleuchtet wird, je nachdem, ob das Licht vom Himmel oder von der Kalibrierquelle kommt. Wenn es nur einen Kalibrierquellenpunkt gibt, stellen Sie ihn auf der langen Achse des Schlitzes. Schließlich, relativ zur radialen Position, legen Sie die Quelle oder die Quellen auf etwa 0,7 Radius aus dem Zentrum, eine optisch optimale Korona als repräsentativ für die allgemeine einheitliche Beleuchtung.

TIPP: Wenn Sie den optionalen Parameter "sky-remove" mit dem Wert 0 in der Konfigurationsdatei hinzufügen, wird der Himmelshintergrund nicht entfernt, und somit bleiben die seitlichen Kalibrierleitungen im Profil als Peaks über dem Kontinuum vorhanden (diese Option ist besonders nützlich, zum Beispiel für die Behandlung von gasförmigen Nebeln oder Kometen, die eine erweiterte Oberfläche haben)



9: Low Resolution Spektroskopie

Die lückenhafte Spektrographie ist attraktiv, weil sie es ermöglicht, das gesamte sichtbare Spektrum auf einmal zu erfassen, anstatt einen Teil, immer abstrakter. Leider und wahrscheinlich gegen traintuitiv ist die niedrig aufgelöste Spektrographie schwer zu üben. Der Druck liegt sowohl auf der Hardware als auch auf dem Benutzer. Auf der Hardware, da niedrige Auflösung der Weitfeld-Bildgebung ähnelt, was ein komplexes optisches System erfordert. Der definierte große Spektralbereich impliziert auch eine anspruchsvolle Farbgebung. Für den Benutzer ist es nicht einfach, eine hochwertige spektrale Kalibrierung über eine Vielzahl von Wellenlängen durchzuführen, während gleichzeitig die Suche nach dem wahren Kontinuum des Sterns ziemlich gefährlich ist. Die

Botschaft ist klar: Wenn Sie neu in der Spektrographie sind, wählen Sie eine hohe spektrale Auflösung statt niedriger Auflösung.

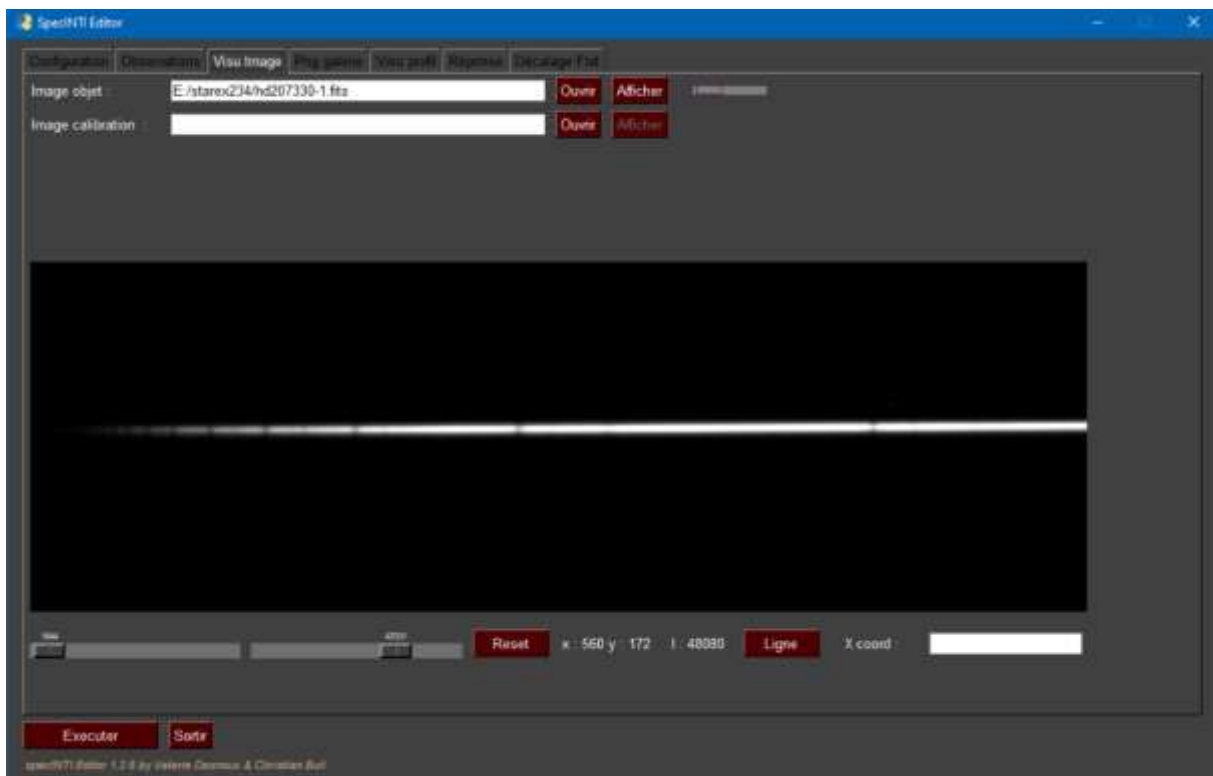
Lassen Sie uns nach dieser Warnung sehen, wie man Spezifikationsspektren mit specINTI reduziert.

9.1: Stand der Technik

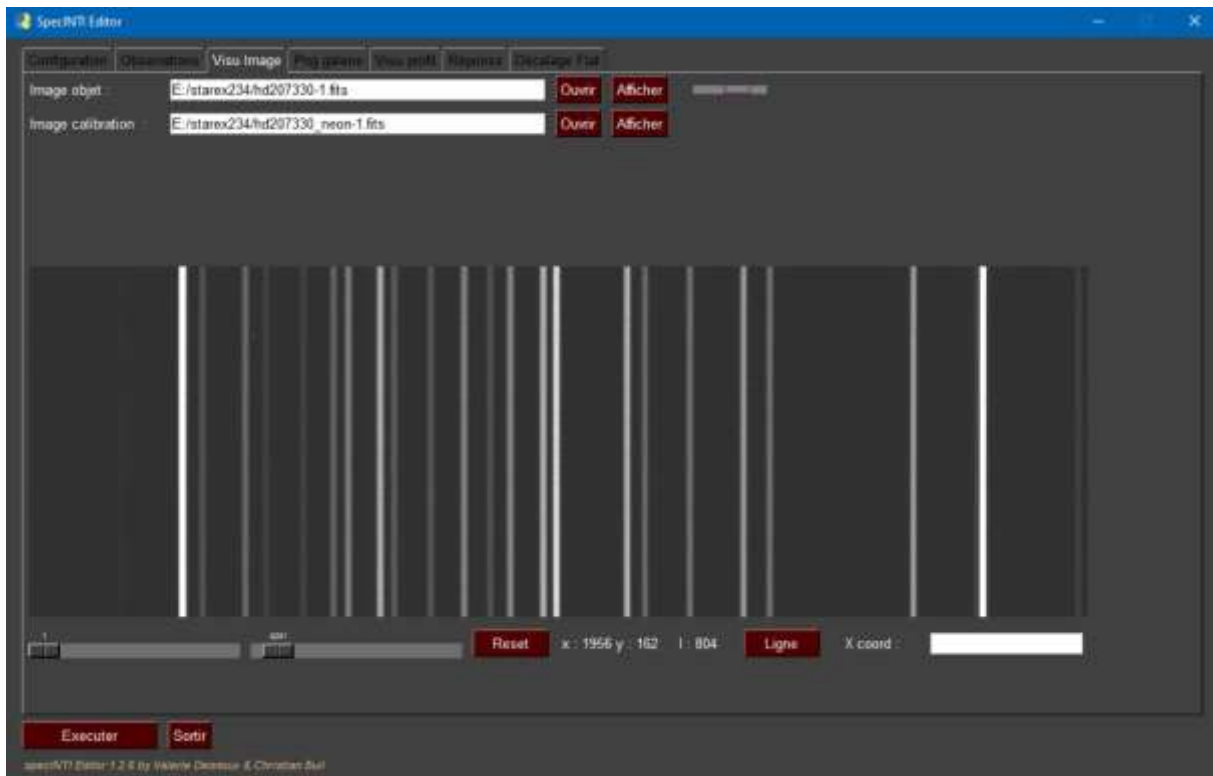
Unsere Unterstützung für diese Beschreibung ist eine Reihe von Rohbildern, wenn sie aus dem Teleskop kommen und von diesem Link heruntergeladen werden können: starex234.zip

Entpacken Sie dieses Archiv in einen Ordner. Wir gehen hier davon aus, dass der Weg des Ordners "e:/starex234" ist, aber Sie können den Ort und den Namen frei wählen. Enthalten sind Rohdaten, die mit einem 10-Zoll-Rady-Chretien-Teleskop erfasst werden, das bei f/8 (RC10 f/8) geöffnet [Star'Ex](#) ist, mit einem Star'Ex-Spektrografen, der in einer Konfiguration steht, die einen 23-Mikrometer-weiten Spalt, ein 300-Zinn- / mm-Gitter, das 80-mm-Fokus-Kameraobjektiv und ein CMOS-Kamera-Kameraobjektiv umfasst. Diejenigen, die mit Star'Ex vertraut sind, werden sicherlich eine Konfiguration namens "low Spektralauflösung" erkannt haben, die es ermöglicht, das gesamte sichtbare Spektrum in einem einzigen Bild zu erfassen. Die Sternwarte befindet sich in der Nähe der Stadt Antibes in Südfrankreich, also in einem städtischen Ort in der Nähe des Meeres.

Die Beobachtung betrifft zum einen den Stern HD207330 (ziemlich hell, Magnitude 4.2 und Spektraltyp B3III) und zum anderen den Stern SS Cyg (kataklysmischer Typ, zur Zeit des Erwerbs). Sie finden 10 Rohbilder des Spektrums von HD207330 und 8 Bilder des Spektrums des Sterns



Oder das Bild eines spektralen Kalibrierspektrums - hier von einer Neonlampe:



Diese Art von Barcode, in negativer Weise, zeigt die feinen Linien, die von der Neonlampe produziert werden, die kurz nach der Beobachtung des Sterns HD207330 vor der Teleskopöffnung winkte. Diese Emissionslinien helfen uns später, das Wellenlängenspektrum zu kalibrieren.

Hinweis: wie bereits empfohlen; alle Daten werden in 1x1 Binning erfasst. Denken Sie darüber hinaus, dass es nutzlos ist, an einem kompletten Bild zu arbeiten, da das Spektralbild des Sterns nur eine dünne Linie auf dem Sensor ist. Wir werden daher die Bilder aus der Erfassung (Cropping) aufsammeln, um Platz auf der Festplatte zu sparen und später die Berechnungen zu beschleunigen. Hier ist das im Vollrahmen des Sensors isolierten Fensters 3008 x 331 Pixel. Wir haben die Prism-Software für den Erwerb verwendet, die diese Art des Zuschneidens auf sichere und reproduzierbare Weise durchführt. Im Allgemeinen, sobald wir die Fensterparameter gewählt haben, ändern wir sie nie für eine bestimmte Instrumentalkonfiguration. Sie haben dann eine Bank mit Kalibrierbildern, die Sie nach Belieben wiederverwenden können. Das ist Zeitersparnis.

9.2: Eine kleine Tour durch die Beobachtungsdatei

Beginnen wir mit dem Extrahieren des Sterns HD207330. Wir nutzen dafür die 10 elementaren Akquisitionen, die gemacht wurden, um das berühmte Signal to Noise Ratio (oder SNR) zu erhöhen.

Es wird angenommen, dass Sie Abschnitt 5.1 dieser Dokumentation gelesen haben, der die Grundlagen für das Konzept der "Beobachtungsdatei" legt.

Nachdem Sie die Registerkarte "Beobachtungen" geöffnet haben, denken Sie daran, zuerst den Pfad des Beobachtungsverzeichnisses oder des Arbeitsverzeichnisses zu aktualisieren, z. B. ", "e:/starex234/".

Überprüfen Sie auch, ob Ihr Präfix und Ihr Postfix in Bezug auf die Art und Weise, wie Sie die Rohbilddateien benennen, korrekt sind. Zum Beispiel hier :



Geben Sie im Feld "Objektliste" den Namen des zu verarbeitenden Objekts ein, hier HD207330: das ist der Katalogname. Es ist auch der generische Name, der verwendet wird, um Bilddateien zu benennen, was kein Zufall ist und das Interesse sofort erscheint. Klicken Sie auf den Button "Auto" oben auf dem Reiter und specINTI Editor füllt alle anderen Felder für Sie aus, was Sie Arbeit und Vermeidung von Fehlern erspart.

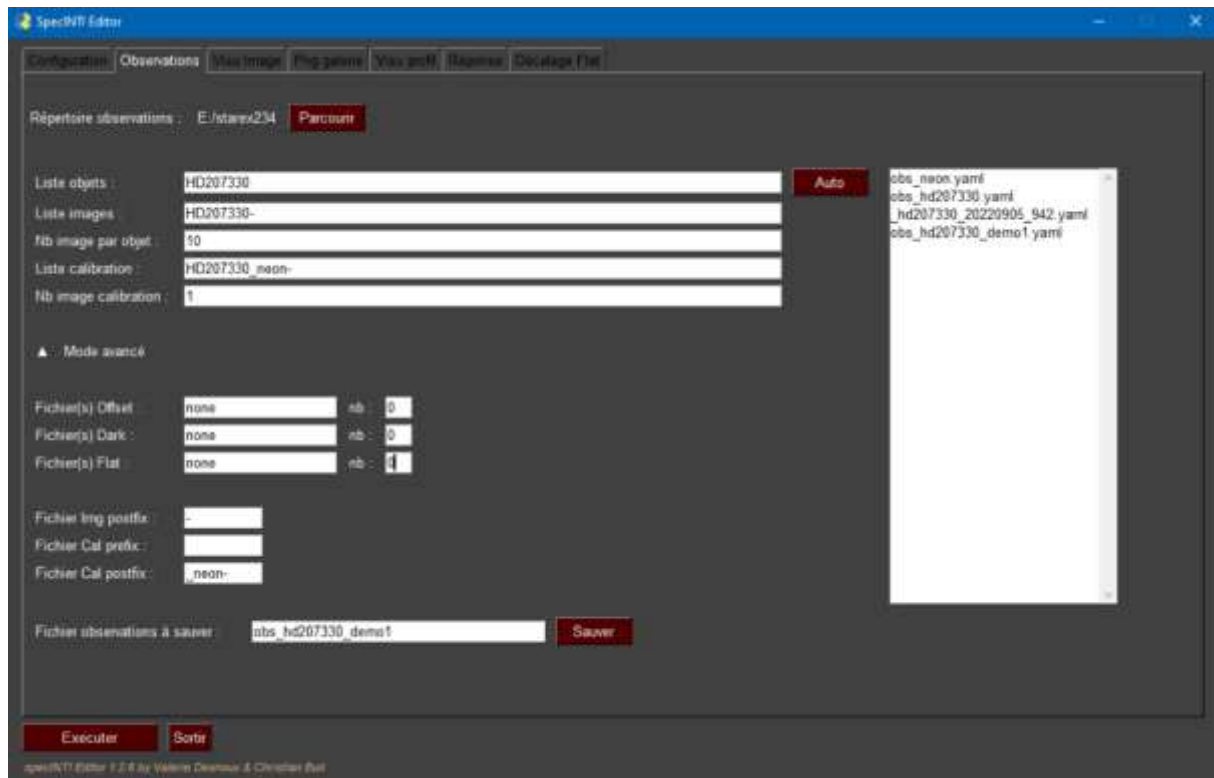
speINTI-Redaktionsor hat den Namen Ihrer Rohbilder gefunden und gibt das Ergebnis des Rootnamens "HD207330-" in das Feld "Image list" ein. Die Anzahl der Bilder in der Sequenz wurde auch automatisch im Feld "Images pro Objekt" eingegeben. Das Programm hat auch das Vorhandensein eines zugehörigen Kalibrierbildes entdeckt, dessen root-Name "HD207330-neon-" ist. Die Bedeutung der korrekten Benennung Ihrer Bilddateien! Wenn Sie mehr als ein Kalibrierbild gehabt hätten, hätte die Software es gesehen. Hier gibt es nur eine.

Überprüfen Sie, ob die Felder "Offset ", " dunkel ", " , siehe Flat ", enthalten Sie den Namen " keine ".

Sie können auch die Registerkarte "Beobachtungen" aus einer Beobachtungsdatei ausfüllen, die bereits im Bildverzeichnis vorhanden ist. Doppelklicken Sie in der Liste rechts auf den Titel "obs-hd2073390-demo1.yaml". Aber es ist am besten, die Registerkarte selbst auszufüllen, um ein gutes Gefühl dafür zu bekommen, wie man weitergeht.

Es ist durchaus möglich, diese Beobachtungsdatei unter dem Namen Ihrer Wahl im Arbeitsverzeichnis über den Button "Speichern" am unteren Rand des Tabs zu speichern.

Die Beschreibung der Beobachtung ist minimal, aber ausreichend für einen ersten Test. Hier ist, wie die Registerkarte "Observations" in dieser Phase aussieht:

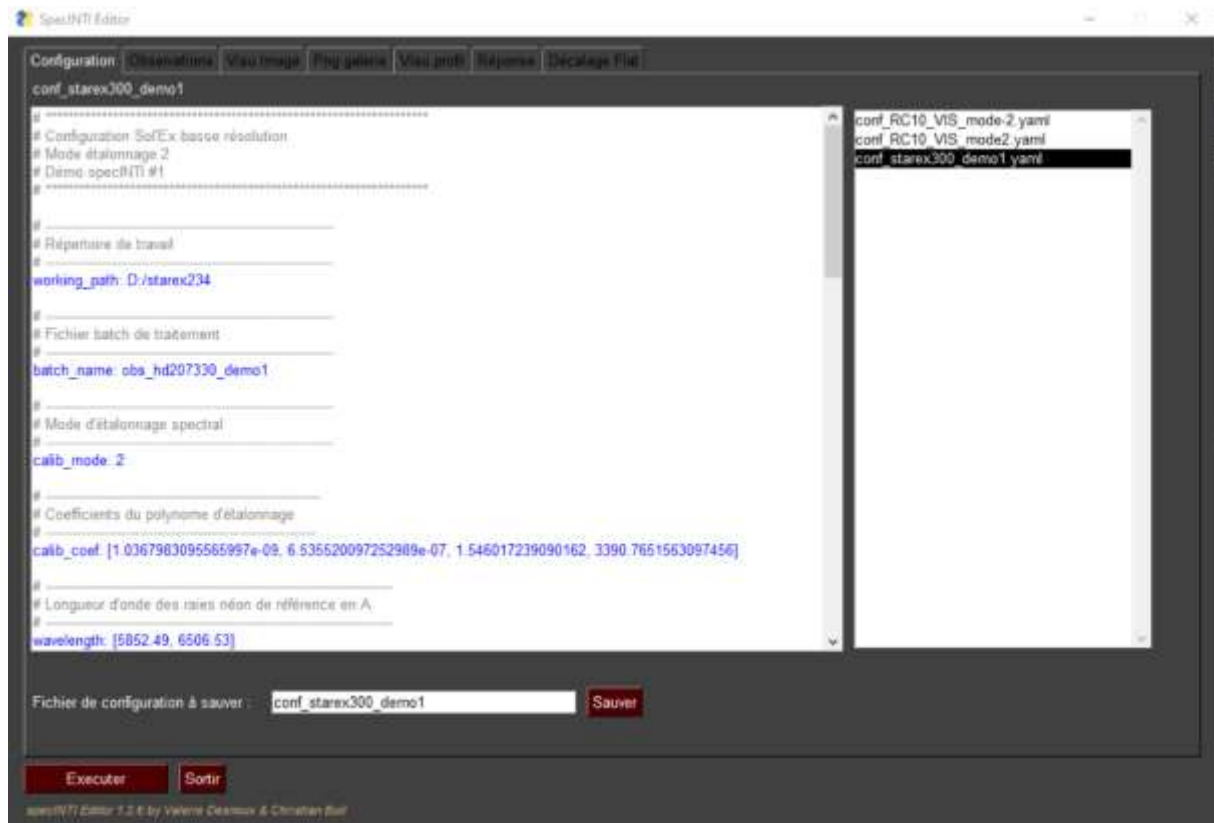


Sie befinden sich dann in einer wirklich minimalistischen Verarbeitungskonfiguration ("obs-hd2073390-demo1.yaml" im Arbeitsordner). In der Tat haben Sie keinen Namen für die Offset-, dunklen, flachen Feldvorverarbeitungsbilder angegeben. Sie haben durchaus das Recht, Ihre Spektren so zu reduzieren (beachten Sie die Verwendung von "none", um anzuzeigen, dass wir nicht die fraglichen Referenzbilder haben).

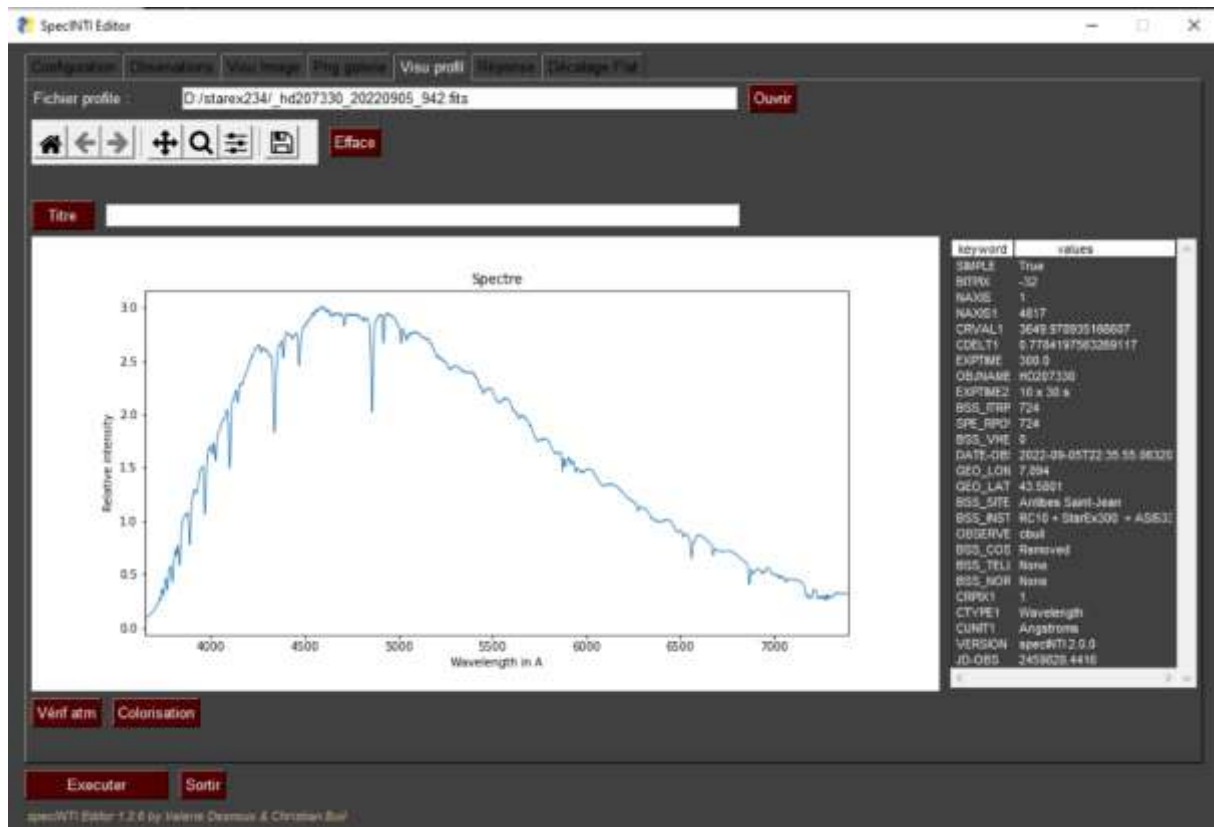
Obwohl dies nicht empfohlen wird, werden wir im Moment in dieser Situation bleiben, um die Folgen dieser Wahl zu beurteilen.

9.3: Ein wenig Tour durch die Konfigurationsdatei

Öffnen Sie die Registerkarte "Konfiguration" und statt alle Parameter von Hand einzugeben, verwenden Sie einfach die vordefinierte Konfigurationsdatei "conf-starex300-demo1.yaml", indem Sie auf den Namen in der Liste rechts doppelklicken. Hier ist das Ergebnis:



Lassen Sie uns eine erste Behandlung starten, indem Sie auf den Button "Run" klicken. Nach wenigen Augenblicken erscheint das Spektrumprofil in einem Miniaturbild. Es existiert nun auch im Arbeitsordner als FITS-Datei mit dem Namen "-hd207330-202209054-42". Wir werden den Inhalt dieser Datei im Großformat aus dem Tab "Profilansicht" anzeigen:



Wir haben hier das (sehr raue) Aussehen eines Hot-Star-Spektrums, das in geringer Auflösung von 3700 Å in heiterem Himmel, bis zu 7400 Å, am Rand des Infrarots beobachtet wird. Das Versprechen des weiten Spektralbereichs ist gut gehalten.

Leider ähnelt dieses Spektrum weit davon entfernt, der erwarteten theoretischen Form zu ähneln. Das Profil, wie wir es gerade extrahiert haben, ist von vielen Defekten getrübt. Insbesondere haben wir den Vorverarbeitungsschritt, der übrigens klassisch ist, übersprungen, der darin besteht, das Offsetsignal, das dunkle Signal und die Aufteilung durch das Flachfeld zu subtrahieren, um ein Maximum an Mängeln bei der Reaktion des Detektors und des optischen Zuges zu beseitigen. Kurz gesagt, es ist ein schlampiger Job!

Aber bevor Sie die Situation verbessern, empfehlen wir Ihnen, einen Blick auf den Inhalt der Konfigurationsdatei zu werfen, wie es ist, hier ist die komplette Liste:

```
-
*****
*****
```

- Sol'Ex Low-Resolution-Konfiguration

- Kalibriermodus 2

- Demo specINTI Nr. 1

```
-
*****
*****
```

- Arbeitsverzeichnis

Arbeitsweg: D: starex234

- Bearbeitung von Stapelndatei

batch-Name: obs-hd207330-demo1

- Spektralkalibriermodus

calib-mode: 2

Koeffizienten des Kali-Polynoms

calib-coef: [1.0367983095565997e-09, 6.535520097252989e-07, 1.546017239090162,
3390.7651563097456]

Wellenlänge der Referenzneonlinien in Å

Wellenlänge: [5852.49, 6506.53]

Position der Neon-Referenzzeilen in Pixeln

line-pos: [1580, 2000]

Breite des Suchbereichs der Referenzlinie

search-weit: 20

- Binning Breite

Größe: 22

- Sky-Hintergrundberechnungsbereiche

Himmel: [120, 20, 20, 120]

X-Boundaries für geometrische Messungen

xxlimit: [500, 2000]

Normalisierungszone zum Gerät in A

norm-well: [6400, 6420]

Profil-Cropping-Bereich

crop-wave: [3650, 7400]

- Länge des Beobachtungsortes

Länge: 7.0940

- Breite der Beobachtungsstelle

Breite: 43.5801

Höhe des Beobachtungspunktes in Metern

Höhe: 40

- Beobachtungsstelle

Site: Antibes Saint-Jean

Beschreibung des Instruments

Inst: RC10 + StarEx300 + ASI533MM

- Beobachter

Beobachter: cbuil

> FITS-Dateierweiterung (0 -> .fits, 1 -> Fit)

file-extension: 0

Sie sollten auf vertrautem Terrain sein, wenn Sie bereits Abschnitt 5.5 durchgegangen sind.

Beachten Sie den Wert 2, der dem Parameter "calib-mode" angegeben ist. Denken Sie daran, dass diese Zahl das Spektralkalibrierverfahren angibt, das zur Durchführung der Verarbeitung zu übernehmen ist. Die möglichen Optionen sind in Ziffer 10 beschrieben. Mode 2 bedeutet, dass das spektrale Dispersionsgesetz (die Beziehung zwischen Pixeln im Spektrum und der Wellenlänge) bereits als Polynomfunktion bewertet wird. Wenn Lambda die Wellenlänge ist und x eine Pixel-Rangnummer im Spektrum, führt die Polynomfunktion die Operation aus: $\text{Lambda } f(x)$. Die Art und Weise, die Koeffizienten des Spektralitätspolynoms zu bewerten, wird später beschrieben.

Der Parameter "calib-coef" erfasst die Bedingungen des Spektralkalibrierungspolynoms, die der berühmten Kalibrierfunktion, die hier auferlegt wird:

calib-coef: [1.0367983095565997e-09, 6.535520097252989e-07, 1.546017239090162, 3390.7651563097456]

Das ist ein Polynom von Grad 3. Dieser Grad fixiert in gewisser Weise die Feinheit der Passform des Spektralgesetzes. Der Grad 3 ist hier angemessen, da wir in geringer spektraler Auflösung arbeiten und angesichts der Verteilung von Bezugslinien, die es uns später ermöglichen, den Wert dieser Koeffizienten zu ermitteln. In einer klassischeren Form, mathematischer, hier ist, wie es unser Polynom präsentiert (durch Rundung der Werte):

$\text{Lambda} > 1.03680\text{e-}09 \text{ X}^3 + 6.53552\text{e-}07 \text{ X}^2 + 1.54602 \text{ X} + 3390.765$

Die Werte der Parameter "Wellenlänge" und "line-pos" zeigen jeweils die Wellenlänge der Linien an, die durch die Neonlampe der Kalibrierung und die ungefähre Position dieser Linien im Bild in Pixeln und entlang der horizontalen Achse (Achse der Dispersion) erzeugt werden. Diese Wellenlängenkorrektur ist die Basis des Kalibriermodus Nr. 2. Alle anderen Begriffe des Polynoms gelten als stabil und bleiben unverändert (sie hätten weit vor der Beobachtung oder danach berechnet werden können). In unserem Beispiel haben wir zwei Zeilen zu den Koordinaten x 1580 und x 2000 ausgewählt (Sie finden sie im Bild HD207330-neon.fits). specINTI wird diese beiden

Messungen mitteln (man könnte sehr gut eine Zeile oder 10 definieren). Sie haben eine Toleranz auf der X-Positionsgenauigkeit. Diese Toleranz wird durch den Parameter "search-wide" gesetzt. Im Beispiel sind es +/-10 Pixel, die großzügig sind (achten Sie darauf, keine zu große Toleranz zu setzen, da specINTI benachbarte Linien verwirren kann). Wenn Sie nicht "search-wide" definieren, ist der Standardtoleranzwert +/-25 Pixel.

9.4: Die Konsolenausgabe

Denken Sie daran, dass specINTI eine bestimmte Menge an Informationen im Ausgabefenster liefert (vorsichtig, es kann durch das Hauptfenster versteckt werden), während das Programm läuft. Hier ein Beispiel für diese Bearbeitung:

```
-----  
specINTI 2.0.0  
Pfad D:/starex234  
-----  
Beobachtungsdatei: D:/starex234-obsd207330-demo1.yaml  
*****  
Ziel: HD207330  
*****  
Zielbearbeitung...  
.....  
Gesamte Belichtungszeit - 300,0 Sekunden  
Berechnetes n. Y 177  
Bearbeitungskalibrieren...  
-> Schritt3  
.....  
Tilt Korrektur...  
Rechender Neigungswinkel - 0,329  
.....  
Schräge Korrektur...  
Berechneter Winkel 0,002  
.....  
Sky subtraction...  
Profil Standard Extraktion...  
Bewerten Sie die Linienposition...
```

Vordefinierte Kalibrierfunktion + berechnete Verschiebung...

Kalibrierwerte:

1.0367983095565997e-09, 6.535520097252989e-07, 1.546017239090162, 3390.7651563097456

Resampling...

Mittlere Spektralverschiebung - 15.850 Å

FWHM mit 5,12 Pixeln

Dispersions von 1.5460 Å/Pixel

Auflösungsleistung - 724 - 5732 Å

Rechen des Stapels...

...

Normalisieren...

SIMPLE - 'T'

BITPIX -32

NAXIS1

CRVAL1

CDEL1 - 0,7784197563269117

BZERO 0

BSCALE

EXPTIME

OBJNAME - "HD207330"

EXPTIME2 - 10 x 30 s

BSS-ITRP 724

SPE-RPOW 724

BSS-VHEL 0

DATE-OBS '2022-09-5T22:35:55.063200'

GEO-LONG 7.094

GEO-LAT - 43.5801

BSS-SITE 'Antibes Saint-Jean'

BSS-INST 'RC10 + StarEx300 + ASI533MM'

OBSERVER 'cbuil'

BSS-COSM-''''

BSS-TELL 'Keines

BSS-NORM 'Keine'

CRPIX1

CTYPE1 - "Wavelength"

CUNIT1 - "Angstroms"

VERSION - "specINTI 2.0.0"

JD-OBS - 2459828.4416

Ausgabedateien Namen:

D:/starex234-hd207330-20220905-942.

D:/starex234-hd207330-20220905-942.png

D:/starex234-hd207330-20220905-942-2D.

D:/starex234-hd207330-20220905-942.yaml

D:/starex234-hd207330-20220905-942-log.txt

Ende der Bearbeitung.

in der Lage, es mit Spezialprogrammen wie VisualSpec, ISIS, SpAudace usw. zu analysieren.

Die Datei .hd207330-20220905-942-2D.fits ist ein Bild, das den 2D-Bildern des Spektrums des Sterns HD207330 stark ähnelt, außer dass es die Summe der 10 Rohbilder ist, vorverarbeitet, wobei der Himmelshintergrund entfernt, geometrisch korrigiert (z. B. der Neigungswinkel ist jetzt Null)

Die Datei "hd207330" 20220905'942.png ist ein PNG-Grafik-Thumbnail-Bild des Sternprofils (es ist eine sogenannte "Quick-Look"-Version, die nützlich ist, um eine kleine illustrierte Basis von Profilen oder für die Kommunikation zu erstellen).

Die Datei .hd207330-20220905-942.yaml ist eine Kopie der Konfigurationsdatei, mit der das Objekt verarbeitet wird. Diese Kopie wird kostbar sein, wenn Sie nach einem Tag, einem Monat oder einem Jahr Ihre Bilder identisch bearbeiten möchten (hier kopieren Sie einfach diese YAML-Datei im Unterverzeichnis "Konfiguration" des SpektrINTI-Installationsverzeichnisses).

Sie finden auch eine Datei, die wir beschreiben, finden Sie unter .hd207330 20205'942-log.txt, die einen Auszug aus dem "Log" enthält, das wir beschreiben.

Denken Sie daran, dass das Protokoll umfangreicher sein kann, wenn Sie die folgende Zeile zur Konfigurationsdatei hinzufügen:

cherck-mode: 1

9.5: Bias, Darks und Flats

Die bisherige Vorverarbeitung der Spektralbilder des Sterns HD207330 ist bei weitem nicht in den Regeln der Kunst. Insbesondere respektiert sie nicht eine der Grundlagen der astronomischen Bildverarbeitung, die unter anderem die Entfernung von Vorurteilen ist, die vom Detektor induziert wurden. Denken Sie daran, dass die mit einem Spektral aufgenommenen Daten in Form von Kurven (Spektralprofile) in der Tat Bilder sind, die mit einem Spektrographen erfasst werden, so dass Sie nicht desorientiert sind, wenn Sie aus der astronomischen Fotografie stammen.

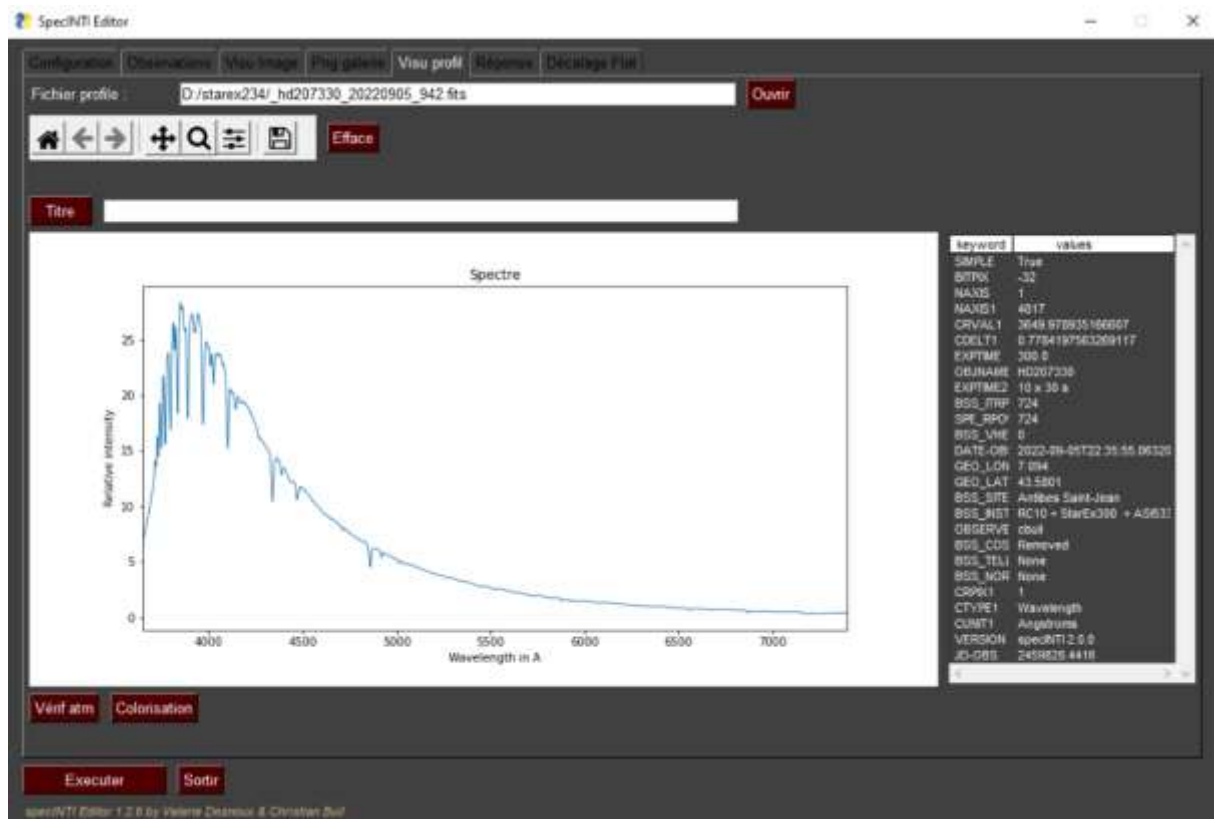
Überprüfen Sie den Inhalt des mit dieser Demonstration verbundenen Arbeitsmappen. Sie finden:

- Ein Bild des Offsetsignals o-1. Zur Erinnerung: Die Offset-Bilder werden durch Schließen der Teleskopöffnung und das Posieren für eine sehr kurze Zeit (0,1 Sekunden zum Beispiel oder weniger) erzielt. Sie können auch in einem dunklen Raum sein, das Teleskop ist nicht notwendig.
- Eine Serie von 15 Bildern des dunklen Signals, die hier jeweils 900 Sekunden freigelegt wurden, genannt n900-1; n900-2, ... n900-15. Die dunklen Bilder (oder des dunklen Signals, auch Thermal genannt) werden durch Schließen der Blende des Teleskops gemacht und posieren mindestens so lange, wie die längste Belichtungszeit auf den Sternen praktiziert wird. Tagsüber können Sie eine List verwenden, indem Sie die Darts herstellen, nachdem Sie den Spektrographen mit seiner Kamera in ein Kühlschranksfach gestellt haben, um die Kühle der Nacht zu simulieren und die Kabel durch die Tür zu übergeben. specINTI weiß genau, wie man die Belichtungszeit aller Ihrer Bilder digital anpasst, um eine kohärente Verarbeitung mit der Belichtungszeit zu erhalten. Also, wenn Sie spektrale Bilder mit einer 180-Sekunden-Belichtung aufgenommen haben, gibt es keine Notwendigkeit, 180 zweite Darts zu machen, da diejenigen, die für 900 Sekunden exponiert sind, perfekt für die Verarbeitung geeignet sind, die Software wird das Richtige tun. Es ist jedoch wichtig, dass die Temperatur des Sensors immer gleich ist (-12°C für die Daten dieser Demonstration).
- Eine Sequenz von 15 Flachfeldbildern mit dem Namen Tung-1, ... tung-20. Diese Bilder wurden tagsüber auf einem Tisch nach dem in Abschnitt 5.4 beschriebenen Verfahren aufgenommen.

Eine der Aufgaben der Software ist es, das Offsetsignal und das thermische Signal (Bild des dunklen Signals, aus dem das Offsetsignal entfernt wurde) von allen Rohbildern zu subzipieren und dann das Ergebnis durch das Flachfeldbild (selbst korrigiert für Offset und Dunkelheit) zu teilen. Diese Aufteilung ermöglicht es, einen guten Teil der spektralen Reaktion des Instruments zu entfernen, eine Reaktion, die leider nicht einheitlich entlang des Spektrums ist. Wenn wir "Response" sagen, meinen wir "Sensibilität" eines Punktes Ihres Detektors zum Fluss von Lichtstrahlen, die am Eingang des Teleskops ankommen.

Fichier(s) Offset :	<input type="text" value="o-"/>	nb :	<input type="text" value="1"/>
Fichier(s) Dark :	<input type="text" value="n900-"/>	nb :	<input type="text" value="15"/>
Fichier(s) Flat :	<input type="text" value="tung-"/>	nb :	<input type="text" value="20"/>

Starten Sie den Vorgang neu, indem Sie auf den "Run"-Button klicken (ohne etwas anderes zu tun, ist es nutzlos, da specINTI-Editor Ihre Änderungen automatisch speichert). Das Ergebnis ist ganz anders als das vorherige:



Dieses Profil ähnelt viel mehr dem, was wir von einem heißen Stern wie HD 207330 (viel Blau, nicht zu viel Rot) erwarten können.

Das Profil wird jedoch immer noch durch die "spektrale Reaktion des Instruments gestört", d. h. die Art und Weise, wie das Instrument als Ganzes (Teleskop + Spektrograf + Detektor) das wahre Signal des Sterns in Abhängigkeit der Wellenlänge verändert. Diese Verzerrung kommt von der optischen Übertragung, die den Lichtstrom, der ihn überschreitet, färbt, vom Quantenausbeute des Detektors, der mit der Wellenlänge variiert usw. Um die Dinge in Ordnung zu bringen, müssen wir diese berühmte instrumentelle Antwort etablieren und dann die verzerrte Form des Spektrums korrigieren, indem wir sie durch diese Antwort teilen. Dies ist oft der schwierigste Teil, wenn man in der Spektrographie beginnt, und vor allem in der Spektrographie mit niedriger Auflösung.

Jetzt nehmen wir zwei kleine Anpassungen vor, eine in der Beobachtungsdatei, die andere in der Konfigurationsdatei.

Die Erfahreneren unter Ihnen haben möglicherweise eine Anomalie in der zuvor durchgeführten Vorverarbeitung bemerkt. Wir haben nur ein Bild des Signals (o-1.fits). Das ist sehr wenig zu hoffen, um den Lärm im Master-Offset-Bild zu minimieren, da wir nicht die Möglichkeit haben, durchschnittliche unabhängige Zukäufe des Offsetsignals zu erhalten. Aber diese Wahl ist freiwillig, denn bei den jüngsten Sony CMOS-Sensoren (z. B. der ASI533MM-Kamera) ist das Offsetsignal neben dem Rauschen für alle Pixel fast ähnlich. Wir könnten das Master-Offset-Bild genauso gut als ein perfekt einheitliches Bild betrachten, das durch eine elementare Berechnung synthetisiert werden kann und wo das Rauschen gleich Null ist. Um dies zu tun, werden wir eine Funktion in die Konfigurationsdatei einfügen, nach einem in Abschnitt 5 erläuterten Prinzip. Fügen Sie einfach die folgende Zeile in der Konfigurationsdatei hinzu, wo immer Sie wollen:

"img-make-offset: [o-1, .offset]

Die Funktion "img-make-offset" analysiert das Bild "o-1", indem es seine durchschnittliche Intensität berechnet, dann synthetisiert ein künstliches Bild, indem es allen Pixeln die durchschnittliche zuvor berechnete Intensität gibt. Dieses synthetische Bild wird im Arbeitsordner automatisch unter dem Namen "offset" gespeichert. Das fragliche Bild ist dem realen Offset sehr ähnlich, aber ohne Lärm. Starten Sie das Programm mit einem Klick auf "Run". Es stoppt automatisch, wenn die Funktion ihre Berechnung abgeschlossen hat. Das Bild "offset" ist jetzt auf Ihrer Platte. Schließlich lösche die Linie der Funktion.

Fichier(s) Offset :	<input type="text" value="_offset"/>	nb :	<input type="text" value="0"/>
Fichier(s) Dark :	<input type="text" value="_dark"/>	nb :	<input type="text" value="0"/>
Fichier(s) Flat :	<input type="text" value="_flat"/>	nb :	<input type="text" value="0"/>

Die zweite Änderung betrifft die Konfigurationsdatei und beinhaltet das Hinzufügen des Parameters „planck“, der die Farbtemperatur der Wolframlampe berücksichtigt, die für die Erstellung des Flat-Fields verwendet wird:

- Wolfram-Lampentemperatur

planck: 2900

```
# -----
# Largeur de binning
# -----
bin_size: 22

# -----
# Zones de calcul du fond de ciel
# -----
sky: [120, 20, 20, 120]

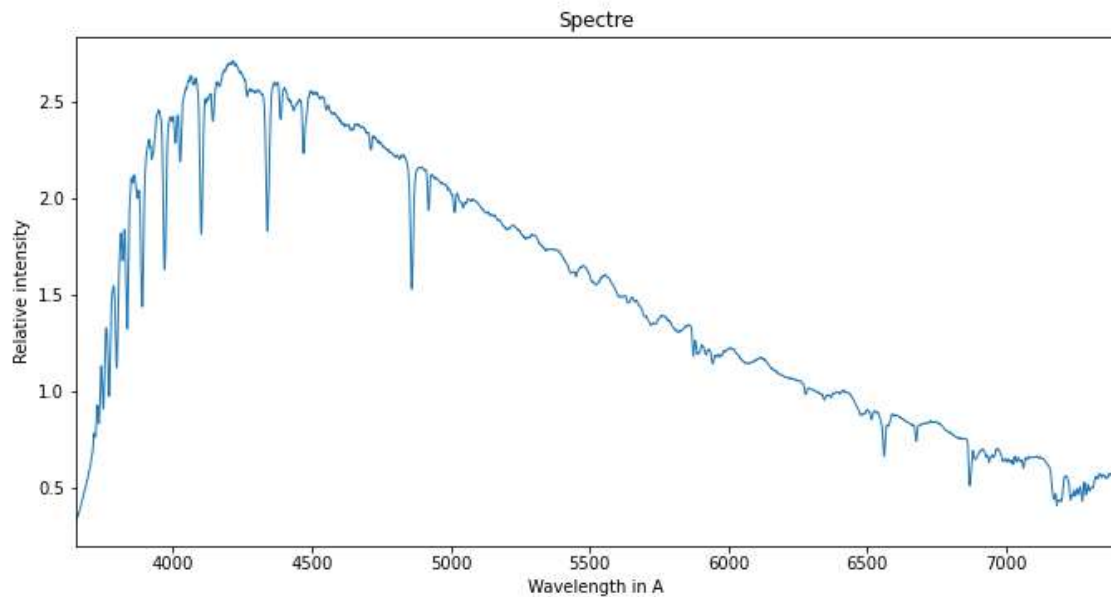
# -----
# Température de couleur de la lampe tungstène
# -----
planck: 2900

# -----
# Bornes en x pour les mesures géométriques
# -----
xlimit: [500, 2000]

# -----
# Zone de normalisation à l'unité en Å
# -----
norm_wave: [6400, 6420]

# -----
# Zone de cropping du profil
# -----
crop_wave: [3650, 7400]
```

Um das Ergebnis zu sehen, klicken Sie einfach auf "Lauf"-Button, nachdem Sie Änderungen in der Konfigurationsdatei vorgenommen haben:



Die Linien im ultravioletten Teil des Spektrums werden besser wahrgenommen. Das berechnete Spektrum ist jedoch noch nicht zufriedenstellend. Insbesondere die Art von mehr oder weniger periodischen Schwingungen, die im Rot zu sehen sind, sind kein sehr gutes Zeichen, weil sie sicherlich nicht natürlich sind (das Kontinuum eines solchen Sterns ist eigentlich ziemlich glatt). Wir müssen Abhilfe schaffen!

9.6: Atmosphärische Korrektur

Während wir in der Konfigurationsdatei sind, berechnen wir das Spektrum außerhalb der Atmosphäre mit dem Parameter "corr-atmo" (siehe Abschnitt 5.8.2):

-

- Atmosphärische Übertragungskorrektur

-

corratmo: 0,13

```

# -----
# Zones de calcul du fond de ciel
# -----
sky: [120, 20, 20, 120]

# -----
# Température de couleur de la lampe tungstène
# -----
planck: 2900

# -----
# Correction de la transmission atmosphérique
# -----
corr_atmo: 0.13

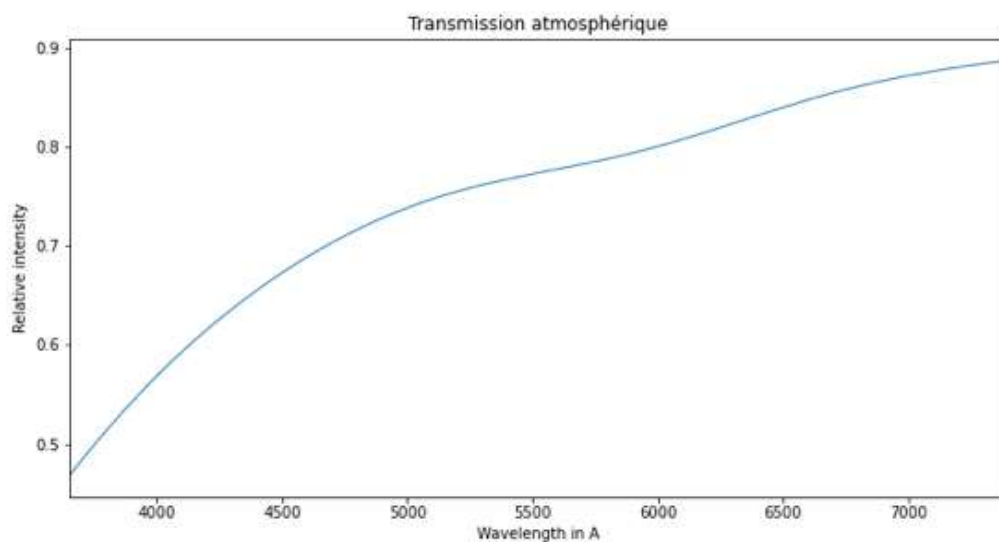
# -----
# Bornes en x pour les mesures géométriques
# -----
xlimit: [500, 2000]

# -----
# Zone de normalisation à l'unité en Å
# -----
norm_wave: [6400, 6420]

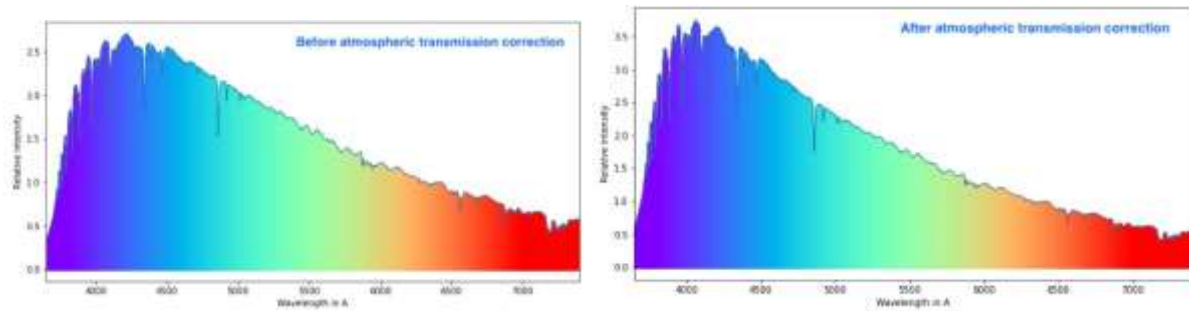
# -----
# Zone de cropping du profil
# -----
crop_wave: 13650. 74001

```

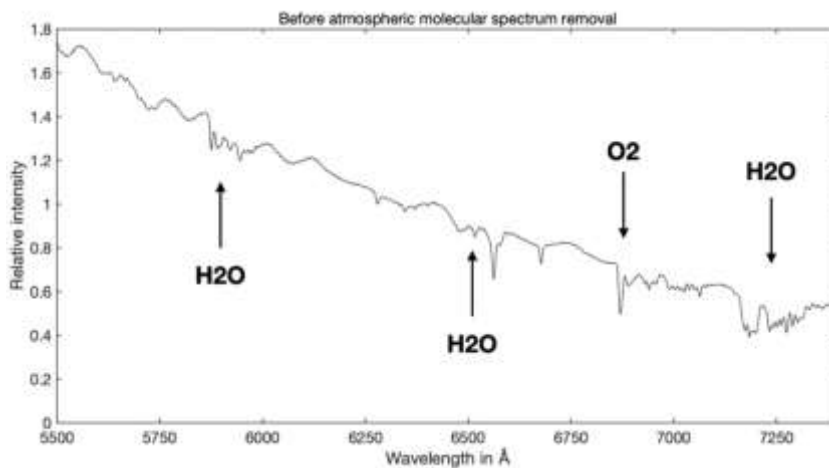
Im Folgenden der Aspekt der atmosphärischen Übertragung, der also als Funktion der Wellenlänge berechnet wird (zunieren Sie den Wert 1 dem Parameter "check-mode" zu dieser Kurve). Es scheint, dass die Absorption der Atmosphäre im blauen Teil des Spektrums stark ist (mehr als die Hälfte des Signals außerhalb der Atmosphäre geht verloren):



Hier ist die Form des Spektralprofils des Sterns vor der Korrektur der atmosphärischen Übertragung (links) und nach Korrektur (Spektrum außerhalb der Atmosphäre, rechts):



Tipp: Es wird in Abschnitt 5.8.4 diskutiert, wie das Spektralprofil durch die diffuse Absorption der Erdatmosphäre, aber auch durch die molekulare Absorption entsteht und wie letzteres berücksichtigt werden kann, um ein genaueres außerhalb der Atmosphäre des Sterns zu bewerten. Gehen wir zurück zu diesem Verfahren (optional, zumal es unter specINTI relativ komplex ist), und stellen zuerst fest, dass die H₂O- und O₂-Moleküle auch in den in geringer spektraler Auflösung erworbenen Spektren eine sehr sichtbare Spur hinterlassen:



Wir verwenden die Datei "-molecular-30mm.fits", die in der Datenbank "atmo-molecular" vorhanden ist, zu der wir in Abschnitt 5 eingeladen haben, um zu versuchen, die Spuren molekularer Linien im Spektrum des Sterns H D207330 zu löschen:

- 1- Kopieren Sie die Datei "-molecular-30mm.fits" in Ihrem Arbeitsordner (im Beispiel D:-starex)
- 2 - Aus dem Register "Observations" von specINTI, ziehen Sie das Menü "Erweitert mode" herunter.
- 3 - Im Feld "Liste der Transatm-Dateien" schreiben Sie den Namen der atmosphärischen Übertragungsdatei vom ESO-Modell (ohne Angabe der .pass.-Erweiterung):

Configuration Observations View image Prog gallery View profile Réponse Décalage Flat

Répertoire observations : D:/starex234 **Parcourir**

Liste objets : HD207330 **Auto**

Liste images : HD207330-

Nb image par objet : 10

Liste calibration : HD207330_neon-

Nb image calibration : 1

▼ Mode avancé

Liste fichiers trans at : _molecular_30mm

Liste décalage flat : 0

Fichier(s) Offset : _offset nb : 0

Fichier(s) Dark : _dark nb : 0

Fichier(s) Flat : _flat nb : 0

Fichier img postfix : -

Fichier Cal prefix : -

Fichier Cal postfix : _neon-

Fichier observations à sauver : obs_hd207330_demo3 **Sauver**

Executer **Sortir**

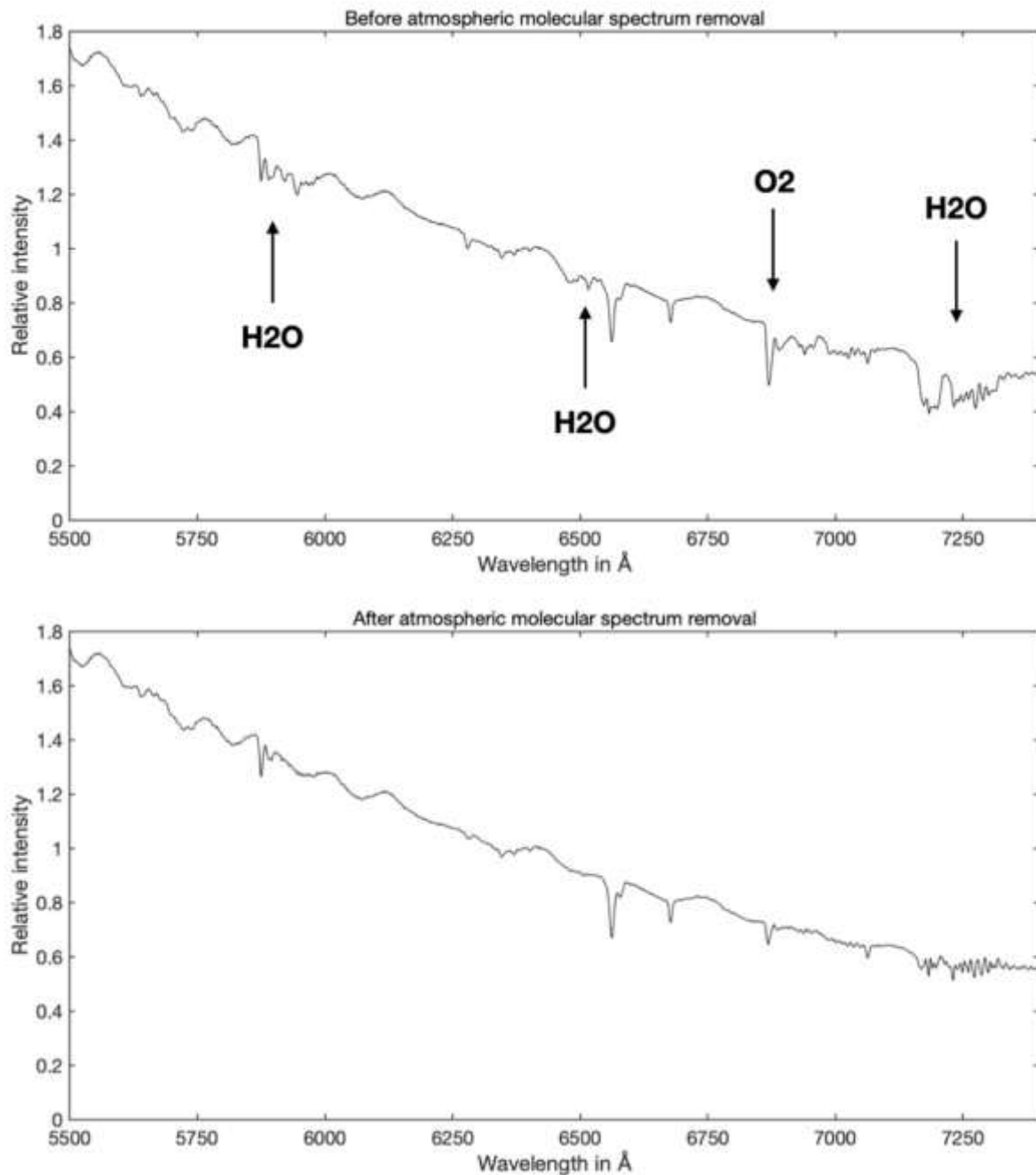
specINTI Editor 1.2.6 by Valérie Desnoir & Christian Buit

4 - Fügen Sie in der aktuellen Konfigurationsdatei den Parameter "atmo-blur" mit dem Wert 25 hinzu:

atmoblur: 25

Dieser Wert ist der Fall, der durch aufeinanderfolgende Tests gefunden wurde, um das synthetische Spektrum der Atmosphäre zur Auflösung unseres Spektrographen zu treiben.

5 - Starten Sie die Behandlung, indem Sie auf den Button "Execute" klicken.



9.7: Wellenlängenkalibrierung

In Abschnitt 7.3 haben wir einfach angedeutet, dass wir ein Dispersionspolynom verwenden, um das Spektrum in Wellenlängen zu kalibrieren. In unserem Fall ist es geschrieben :

$$\text{Lambda} \times 3 * C3 + x^2 * C2, x * C1 + C0$$

Mit,

$$C3 - 1.03680e-09$$

$$C2 - 6.53552e-07$$

$$C1 - 1.54601$$

C0 - 3390.7651

Aber woher kommen die Koeffizienten dieser Funktion, wie werden die Werte geschätzt?

Um diese Fragen zu beantworten, müssen wir ein Spektrum mit einer Reihe von Linien haben, deren Wellenlänge bekannt ist (λ_0) und deren Position x in einem 2D-Bild des jeweiligen Spektrums gemessen werden kann. Von diesen Paaren (λ_0, x), wenn möglich, zahlreiche und gut verteilt, um die Fehlerspanne zu reduzieren, nutzen wir ein mathematisches Werkzeug, das in der Lage ist, die beste Polynomfunktion ($f()$) unter den gemessenen Paaren (Methode bekannt als "am wenigsten Quadrate") zu übergeben, wie z.

$\lambda f(x)$

Hinweis: Die Technik besteht darin, den quadratischen Unterschied $(\lambda_0 - \lambda)^2$ zwischen den realen scheinbaren Wellenlängen (oder auch "beobachtet") und denen zu minimieren, die mit dem Polynom berechnet werden (wir sagen "kalkuliert"), es ist das O-C.

Um also die Koeffizienten des Polynoms zu finden, müssen Sie eine Reihe von Paaren (λ_0, x) aus dem Spektrum einer Standardlampe mit Emissionslinien wählen, in unserem Fall eine Entladungslampe, die Neongas enthält.

Unser Ansatz ist speziell für die Aufnahme des Kalibrierbildes. Es findet in zwei Schritten statt:

(1) ein erster Schuss außerhalb des Teleskops, auf einem Tisch, der nur den Spektrographen betrifft. Es wird verwendet, um die Bedingungen des Polynoms zu bewerten, leise und sich aus der Nacht der Beobachtung zu lösen. Diese Messung erfolgt in der Regel nur einmal, solange der Spektrograph nicht wesentlich gestört wird.

(2) ein zweiter Schuss, der am Teleskop gemacht wird, parallel zu den Beobachtungen auf den astronomischen Zielen. Dieser wird nur verwendet, um den Begriff C0 des Polynoms (Konstante Begriff) neu zu justieren, um ihn für die Bedingungen der Beobachtung aufzufrischen. Der Wert dieses Begriffs wird durch die mechanischen Biege- und thermoelastische Verformungen bis in die erste Ordnung beeinflusst, während die anderen Begriffe des Polynoms sehr wenig betroffen sind (in unserem Instrument sind die wahren Konstanten die Begriffe C1, C2, C3).



Die Quelle ist ein Neon-Nachtlicht mit einer E10-Basis (verfügbar von Conrad, [siehe diesen Link](#)), das vor einem mit einem Diffusor bedeckten Membran (Tracing-Papier) positioniert ist. Dieses Setup ähnelt dem in Abschnitt 5.4 beschriebenen. Die Methode zur Berechnung des Durchmessers der Membrans ist auch die gleiche. Die Membran wird hier im 3D-Druck gefertigt und am Ende eines 31,75 mm Schiebers (z.B.) montiert.

Die Quelle ist hell und die Belichtungszeit ist kurz, etwa eine Sekunde. Leider ist es klassisch mit einer Neonquelle, die sich die am unmittelbarsten sichtbaren Linien im roten Teil des Spektrums befinden. Indem man darauf achtet, den Detektor nicht durch die Wahl der Belichtungszeit (hier 0,5 Sekunden) zu sättigen, gibt es im Rahmen unserer Demonstration:



In der Tat sind die Linien im richtigen Teil des Bildes konzentriert, d. h. in der roten, und nichts im blauen Teil. Diese Situation ist katastrophal, wenn es notwendig ist, ein Polynom anzupassen, das alle Wellenlängen des untersuchten Spektralbereichs kalibrieren soll (es ist möglich, zwischen zwei Linien zu interpolieren, während die Extrapolation mit einem Polynom, wo es keine Informationen mehr gibt, riskant ist). Sie finden dieses Bild im Verzeichnis der Beobachtungsnacht unter dem Namen "tung.one-1.fits" und sehen selbst, indem Sie dessen Inhalt anzeigen.

Hinweis: Der Name dieser Datei beginnt mit "tung", da die Bilder nach den Flachfeldbildern auf dem Tisch aufgenommen wurden.

In Wirklichkeit ist die Situation nicht so schlimm wie all das, als Beweis, wir betrachten wir ein zweites Bild der Kalibrierlampe auf dem Tisch, genannt "tungoneon-2.fits" (auch im Arbeitsordner vorhanden), die dieses Mal für 30 Sekunden freigelegt wurden, so viel mehr als das erste:



Die Linien auf der roten Seite sind deutlich gesättigt, aber eine gute Überraschung, die Präsenz von Linien zeigt sich auch in den grünen, blauen und sogar ultravioletten Teilen des Spektrums. Diese Linien werden es uns ermöglichen, ein echtes Dispersionspolynom zu bewerten, das an die geringe Auflösung angepasst ist. Leider sind die Linien auf der roten Seite aufgrund der langen Belichtungszeit jetzt gesättigt, und dieser Teil des Spektrums ist daher nicht verwendbar, a priori. Sicherlich erhalten wir durch das Spielen mit der Belichtungszeit eine relativ gleichmäßige Verteilung der Kalibrierlinien, aber die Informationen werden in zwei Bildern verdünnt, während specINTI nur ein Bild akzeptiert, um die Begriffe des Polynoms zu berechnen.

Die Lösung für diese Schwierigkeit besteht darin, unsere freiliegenden 0,5- und 30 Sekunden-Kalibrierungsbilder zu einem einzigen Bild zusammenzuführen, um sicherzustellen, dass keine Linie gesättigt ist (genaue Messung der Position einer gesättigten Linie ist in der Tat unmöglich). Wir werden eine in der Fotografie bekannte Technik verwenden, die als "hohe Dynamik" oder HDR (High Dynamic Range) bekannt ist. So ist es in der Fotografie möglich, Bilder derselben Szene mit unterschiedlichen Belichtungszeiten zu kombinieren, um die dunklen Teile zu lösen, während die starken Lichter detailliert beschrieben werden.

Mit specINT wird dieses Zusammenführen berechnet, indem eine einzige Zeile in die Konfigurationsdatei geschrieben wird, der Name der Funktion "-img.merge", deren Syntax :

'img'merge: [Bild1, Bild2, Schwelle, BildHDR]

mit :

- Bild1, das Bild der mit der Zeit t1 realisierte Kalibrierquelle;
- Bild2, das Bild der Quelle mit der Zeit t2 realisiert;
- Schwelle, ein Maß an Intensität in dem am stärksten exponierten Bild, von dem man annimmt, dass die Sättigungsschwelle erreicht wird;
- imageHDR: das Ergebnis der Fusion der beiden Startbilder.

Was die Schwelle betrifft, können wir, wenn das Bild auf 16 Bit codiert ist, den Wert 65535 verwenden. Aber es ist klug, einen etwas niedrigeren Wert als dieses theoretische Maximum zu nehmen, zum Beispiel wird ein Schwellenwert von 60000 ADU in den meisten Situationen perfekt sein.

Hinweis: Die Bilder, die von einer ASI533MM-Kamera stammen, sind tatsächlich auf 14 Bits kodiert, aber der Hersteller multipliziert künstlich die Intensität aller Pixel um 4, um ein 16-Bit-Bild zu simulieren. Das ist eine kleine Täuschung.

Für unsere Anwendung schreiben Sie die folgende Zeile in die Konfigurationsdatei, wo immer Sie möchten, und tun dann "LÜ"

"img.merge": [tungone-1, tungoneon-2, 60000, neon-HDR-1]

Sie können auch eine bestimmte Konfigurationsdatei für diese Funktion schreiben ("conf-make-HDR.yaml" in der Distribution):

```
*****
*****
```

Zusammenführen Sie zwei Bilder derselben Szene in ein HDR-Bild

```
*****
*****
```

- Arbeitsverzeichnis

Arbeitsweg: D: starex234

- Synthese eines durchschnittlichen Bildes

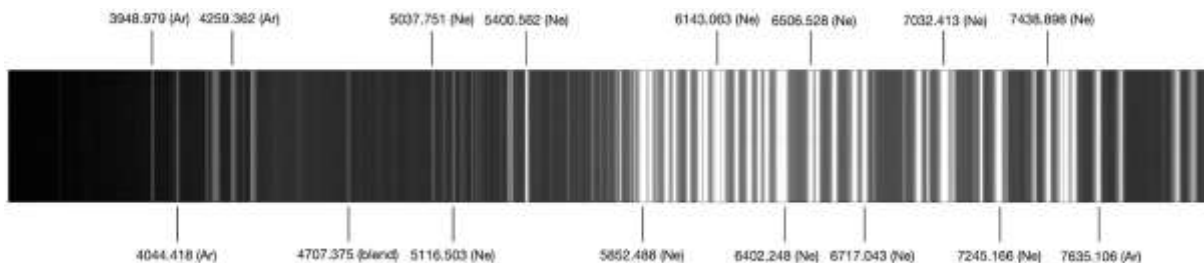
"img.merge": [tungone-1, tungoneon-2, 60000, neon-HDR-1]

Hinweis: Denken Sie daran, dass jeweils nur eine Funktion in der Konfigurationsdatei zu finden ist. Wenn bereits ein Geschenk ist, löschen Sie es oder fügen Sie ein "-" vor ihm hinzu, um einen Kommentar zu machen.

Zeigen Sie das Ergebnisbild "neon-HDR-1" aus der Registerkarte "Image View" an, Sie werden sehen, dass es sich um ein HDR-Bild handelt, das sowohl schwaches Licht (mit einem guten SNR) als auch hohe Lichter (ohne Sättigung) anzeigt.

Das folgende Dokument ermöglicht es Ihnen, eine Reihe von Zeilen zu finden, mit denen das Dispersionsgesetz unseres Star'Ex-Spektrografen auf dem Tisch berechnet werden kann (hier ist es eine logarithmische Anzeige des Bildes "neon-HDR-1"). Die Wellenlängen stammen aus einem Atlas vieler Spektralquellen, die wir zusammengestellt haben und die an dieser Adresse heruntergeladen werden können:

<http://www.astrosurf.com/buil/specinti/Atlas-Spectral-Lamps.pdf>



Hinweis: Vielleicht fragen Sie sich, warum diese Bilder der Lampe nicht direkt am Teleskop gewonnen werden? Der Grund dafür ist, dass es viel zu lange Belichtungszeiten dauern würde, um die schwachen Linien einzufangen, so dass es in den Nachts der Beobachtung, die immer zu kurz sind, bessere Dinge zu tun gibt, als Kalibrierbilder zu erhalten.

Wir sind jetzt in einer Situation, um die Paare zu finden (λ_0 , x). Um dies zu tun, lokalisieren Sie im Bild "neon-HDR-1" die Position x (horizontal) einiger Linien, die wir mit der oben genannten Figur kennen. Zum Beispiel wird die Wellenlängenlinie 5400.562 Å an Position x 1299 gefunden (Sie haben eine Toleranz von mehreren Pixeln, keine Sorge - das Ergebnis ändert sich nicht, wenn Sie zum Beispiel x 1296 liest). Wir haben also ein Paar (5400.562, 1299). Gehen Sie auf die gleiche Weise für andere Linien vor.

Erinnerung: aus der Registerkarte "Bildansicht", um die Koordinaten eines Punktes im Bild zu erhalten, positionieren Sie den Mauszeiger darauf, dann links klicken.

Die Elemente jedes Paares sind in zwei Listen getrennt, eine für die Wellenlängen, die andere für die Koordinaten im Bild. Sie sind Werte der jeweiligen Parameter "Wellenlänge" und "line-pos". Für unser Beispiel haben wir festgestellt:

Wellenlänge: [3948.979, 4044.418, 5037.751, 5116.590, 5400.562, 5852.488, 6143.063, 6402.248, 6506.528, 6717.043, 7032.413, 7245.166, 7438.898, 7635.106]

Zeile-pos: [362, 424, 1065, 1116, 1299, 1590, 1776, 1943, 2010, 2145, 2347, 2483, 2606, 2730]

Anmerkungen: Beide Listen müssen die gleiche Anzahl von Elementen enthalten (specINTI warnt Sie, wenn sie es nicht tun). Es muss natürlich eine Korrespondenz zwischen ihnen geben (z. B. in Zeile 6 finden wir unser Paar (5400.562, 1299)). Die Erstellung dieser beiden Listen ist relativ mühsam, man

darf keinen Fehler machen. Halten Sie sie in einer Ecke zur Wiederverwendung, damit Sie die Arbeit nicht wiederholen müssen.

Wie man diese beiden Listen verwaltet, um die Parameter eines Polynoms eines bestimmten Grades (hier 3) durch all diese Paare anzupassen

specINTI bietet ein spezielles Werkzeug, das durch die Wahl als Kalibriermodus (der Parameter "calib-mode") aktiviert wird, der Wert -2. Sie haben richtig gelesen, es ist der Wert -2 und nicht 2. Auf diese Weise führt specINTI eine klassische Vorverarbeitung auf einem Emissionsspektrumbild durch, misst genau die Position der Linien, deren ungefähre Position durch den Parameter "line-pos" bereitgestellt wird, berechnet die Begriffe des Dispersionspolynoms und stoppt die Arbeit an dieser Stelle.

In unserer Situation ist das zu verarbeitende Spektralbild "neon-HDR-1", daher die entsprechende Beobachtungsdatei, die Sie "obs-calib-2" (z.B.):

Die Konfigurationsdatei wird wie folgt dargestellt (Sie haben eine Kopie im Verzeichnis "Configuration" unter dem Namen "conf-starex300-mode-2.yaml", was Sie beim Tippen erspart:

```
-
*****
*****
```

- Sol'Ex Low-Resolution-Konfiguration

- Kalibriermodus -2

Suche nach dem Dispersionspolynom aus

- ein Emissionslinienspektrum

```
-
*****
*****
```

- Arbeitsverzeichnis

Arbeitsweg: D: starex234

- Bearbeitung von Stapelndatei

batch-name: obscalib-2

- Spektralkalibriermodus

calib-mode: -2

Bestellung des Dispersionspolynoms zur Bewertung

Poly-Order: 3

Wellenlängen der Standardlinien

Wellenlänge: [3948.979, 4044.418, 4707.375, 5037.751, 5116.590, 5400.562, 5852.488, 6143.063, 6402.248, 6506.528, 6717.043, 7032.413, 7245.166, 7438.898, 7635, 106]

Pixel-Koordinaten der Linien im Bild

Zeile-pos: [362, 424, 851, 1065, 1116, 1299, 1590, 1776, 1943, 2010, 2145, 2347, 2483, 2606, 2730]

Typische vertikale Koordinaten der Spektrumspur des Sterns

Posy: 177

- Binning Breite

Größe: 30

Breite des Suchbereichs der Referenzzeilen

search-weit: 10

Diese YAML-Datei ist relativ kurz. Wir zeigen natürlich den Weg des Arbeitsordners an. Dann kommt der Name der Beobachtungsdatei zu verwenden. Wir legen fest, dass der Kalibriermodus die Nummer -2 ("calib-mode" ist).

Mit dem Parameter "poly-order" können Sie den Grad des Polynoms angeben, der mit der Methode der kleinsten Quadrate angepasst werden soll, hier der Wert 3. Es ist sehr selten, bis zum Grad 4 zu gehen, denn unter dem Deckmantel, eine strengere Berechnung aus mathematischer Sicht zu machen, führt uns diese Vünke der Anpassung vom eigentlichen Kalibriergesetz weg, wenn die zu justierende Punkte uneinheitlich verteilt werden.

Der Parameter "posy" nimmt als Wert die vertikale Koordinate (y) der Spur der ungefähren Spektren in den 2D-Bildern (lesen Sie diesen Wert mit dem Mauszeiger auf wenige Pixel).

Wir kennen bereits den Parameter "bin-size", die Höhe der Agglomerationszone des Signals in den digitalen 2D-Bildern, um das Spektralprofil zu erstellen. Hier wird diese Breite zu 30 Pixeln gewählt, ein typischer und eher großzügiger Wert, um ein Signal-Rausch-Verhältnis zu erhalten.

Schließlich gibt "search-wide" die Toleranz in Pixeln für die Suche nach Zeilen aus den in "pos-line" angegebenen Stellen an. Hier ist der Wert 10 Pixel, um die Verschmutzung durch Linien in der Nähe der ausgewählten zu vermeiden.

Hier ist die "Log"-Datei beim Ausführen von specINTI mit diesem Satz von Parametern:

specINTI 2.0.0

Pfad D:/starex234

Beobachtungsdatei: D:/starex234-obs-calib-2.yaml

Ziel: neon-hdr

Offset:D:/starex234-offset.

Dunkel:D:/starex234-dark.

Flat-Field:D:/starex234-flat.

Zielbearbeitung...

.

Dunkelkoeffizient - 0,033

Gesamte Belichtungszeit 30,0 Sekunden

Vordefinierte Y 177

.

.

Schräge Korrektur...

Berechnetwinkel - 0,045

.

Bewerten Sie die Linienposition...

3948.979, 4044.418, 4259.362, 5037.751, 5116.59, 5400.562, 5852.488, 6143.063, 6402.248,
6506.528, 6717.043, 7032.413, 7245.166, 7438.898, 7948.176

362.23140702118303, 424.29871200599337, 563.1984397309055, 1064.4572726716287,
1115.6126789484579, 1298.5508940012252525252525254235, 1589.04834272727963696,
1942.1253806505647, 2009.0625252549454545, 2144.05749588887

Kalibrierfunktion...

calib-coef: [1.6185745216757565e-09, -3.193823703854025e-06, 1.55293423253762,
3387.685356134384]

O-C: [0.665 -0,173 -0.695 0.251 -0,29 0.294 0.239 0.379 0.317 0.226

0,067 -00.228 -0,452 -0.545 0.495]

Root Mean Square Error - 0,3921 A

FWHM mit 4,80 Pixeln

Dispersions von 1,5567 A/Pixel

Auflösungsleistung - 796 - 5940 A

Ende.

Unter den vielen Informationen, die zurückgegeben wurden, finden wir die Bedingungen des Polynoms durchsucht :

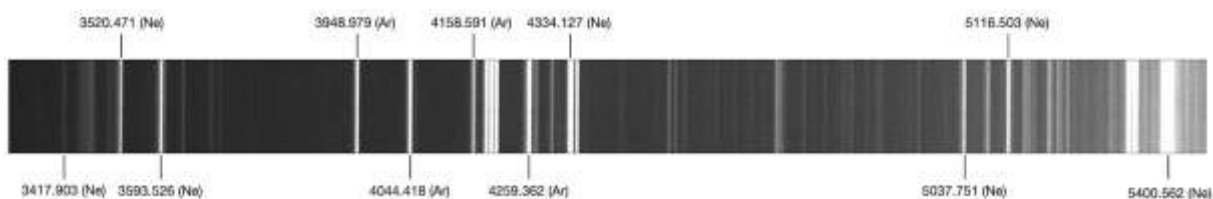
calib-coef: [1.6185745216757565e-09, -3.193823703854025e-06, 1.55293423253762,
3387.685356134384]

Sie können diese Zeile wie in die Konfigurationsdatei kopieren, mit der Sie Ihre Spektren verarbeiten (z.B. im Kalibriermodus 2).

Das "Log" bietet auch den Unterschied in Angströmen zwischen den beobachteten Längen (die aus dem Katalog) und den berechneten Linien (die aus dem Polynom) und die für alle angegebenen Linien. Dies ist das O-C, das nützlich ist, um Anomalien zu identifizieren (z. B. zahlenmäßige Werte). Das RMS (Root Mean Square) ist ein Parameter, der einen synthetischeren Blick auf diesen Unterschied gibt. Es ist hier 0,39 Å (bei 3 Sigma) wert, was bedeutet, dass der statistische Fehler der Kalibrierung mit den angegebenen Daten $\pm 0,39$ Å beträgt. Je kleiner diese Zahl, desto besser. Mit einem Spektrografen bei geringer spektraler Auflösung kann der Fehler bei der Bewertung der Polynombeurteilung bis zu 1 Å betragen. Beginnen Sie, sich ernsthaft Sorgen zu machen, wenn die RMS 5 Å überschreitet. Schließlich finden wir die durchschnittliche Spektralschärfe und Auflösungskraft bei einer bestimmten Wellenlänge. sepINTI verwendet alle angegebenen Zeilen, um diese Auswertung durchzuführen, aber die Informationen sind nur indikativ, da sie sehr abhängig von den Berechnungsparametern sind.

Hinweis1: Die allererste Zeile der Listen "Wellenlänge" und "line-pos" ist für specINTI besonders: Sie wird verwendet, um den Winkel "Schräglage" (inkl. der Linien im Vergleich zur Vertikalen) zu berechnen. Es ist daher wünschenswert, am Anfang der Listen eine relativ intensive Zeile anzuzeigen, so dass die Berechnung korrekt ist. Denken Sie daran, dass die Reihenfolge des Erscheinens der Zeilen in den Listen willkürlich sein kann, aber es ist notwendig, die Konsistenz der Linien zwischen den beiden Listen zu gewährleisten.

Note 2: Die Spektren, die diese Demonstration veranschaulichen, wurden mit einem Star'Ex-Spektrografen gemacht. Dieser verwendet mit Linsen intern die Bilder (zwei Paare von achromatischen Doppeldoppeln, die speziell für das Sol'Ex/Star'Ex-Projekt berechnet wurden). Leider werden die optischen Linsen im Ultraviolett undurchsichtig, unter einer bestimmten Wellenlänge. Star'Ex gilt als Blockierung aller Strahlen mit Wellenlängen unter 3640 Å. Um das Spektrum weiter im Ultraviolett zu erkunden, ist es am besten, gespiegelte Optiken wie den [UVEX\(4\) Spektrografen](#) zu verwenden - ein leistungsstarkes Instrument, das Sie auch im 3D-Druck herstellen können. Hier ist das Spektrum unserer Neonlampe "Conrad" mit UVEX(4) (600 Linien/mm-Gitter, 25 Mikrometer-Schlitz, ASI183MM-Kamera), die jetzt Linien unter 3640 Å zeigt, wertvoll, um Spektren zu kalibrieren, die von einem Gerät wie UVEX (der Ultra-Violet Explorer) kommen:



Wie genau ist doch eine spektrale Kalibrierung? Verlassen Sie sich nicht zu sehr auf die tatsächliche Genauigkeit des Spektralversion-Polynomiums. Es ist ein Indiz, aber viele andere Bedenken können die Genauigkeit beeinträchtigen. In geringer Auflösung und mit einer spektralen Abdeckung, die so groß ist wie die in unserem Beispiel, ist es vernünftig zu bedenken, dass die Genauigkeit 1/5 der Spektralfeinheit entspricht. Hier ist die Auflösungskraft $R = 750$ bei 5500 Å oder eine spektrale Schärfe bei dieser Wellenlänge von $5500/750 \times 7$ Å oder eine Präzision bei der spektralen Kalibrierung von $7/5 \times 1,4$ Å. Das bedeutet, dass die Wellenlänge eines Punktes in unserem Spektrum innerhalb $\pm 1,4$ Å bewertet wird.

Wir erinnern auch daran, dass die Wirkung der Erdrotation um die Sonne die Ursache für eine spektrale Verschiebung der berechneten Spektren von $+/- 0,5 \text{ \AA}$ sein kann, abhängig von der Position des Sterns am Himmel und der Periode des Jahres.

Tipp: Wenn Sie nach der Verarbeitung eine Restspektralverschiebung bemerken, die offensichtlich mit der Messgenauigkeit zusammenhängt (oder um sie zu einem heliozentrischen Bezugsrahmen zurückzubringen), können Sie den Parameter "spectral-shift-wave" verwenden, um das gesamte Spektrum während der Verarbeitung zu verschieben. Um zum Beispiel eine Spektralverschiebung von $-0,5 \text{ \AA}$ durchzuführen, fügen Sie die folgende Zeile in der Konfigurationsdatei hinzu:

spectral-shift-wave: -0,5

Auf die gleiche Weise haben Sie den Parameter "spectra-shift-vel" zur Verfügung, diesmal mit dem Wert der Spektralverschiebung in Kilometer pro Sekunde.

Tipp: Wenn Sie nach der Verarbeitung eine spektrale Verschiebung durchführen möchten, können Sie die Funktionen "-pro-shift-wave" und "-pro-shift-vel" verwenden, um in die Konfigurationsdatei eingefügt zu werden.

9.8: Zurück zum Flatfield

Die Bilder tung-1, tung-2, ... wurden auf dem Tisch gewonnen, aber ob sie auf diese Weise oder auf dem Teleskop auf traditionelle Weise hergestellt werden, die fraglichen Bilder zeigen, wenn sie genau untersucht werden, je nach Wellenlänge eine Art von Wellen zeigen:



Diese Schwingungen entsprechen mehr oder weniger periodischen Schwankungen in der Quantenausbeute des Detektors, der unsere Kamera ausstattet. Sie sind das Ergebnis, fast unvermeidlich, der Technologie zur Herstellung von CMOS-Sensoren (und sogar CCD) aus dünnen Schichten von Halbleitermaterialien. Die bloße Anwesenheit dieser Schwingungen rechtfertigt, dass sie nicht ohne den Erwerb von Wolframbildern auskommen. Die Schwingungen werden durch die klassische Operation (die "Flachfeldkorrektur") eliminiert:

Korrigiertes Bild - Rohbild / Flat-Field

SpektrINTI hat diese Operation während der spektralen Reduktionsarbeit durchgeführt, aber in unserem Beispiel stimmt etwas nicht. Wenn man sich die bisher verarbeiteten Spektralprofile anschaut, erscheint nach der Verarbeitung ein Rückstand dieser Schwingungen. Die Flat-Field-Korrektur ist nicht perfekt. Der Ursprung dieser Schwierigkeit kann durch eine Verschiebung des Spektrums entlang der Dispersionsachse zwischen dem Moment erklärt werden, als wir das Spektrum des Sterns HD207330 und dem Moment, als wir die Flachfeldbilder auf dem Tisch erhielten. Die mechanische Biege des Spektrographen ist die Ursache.

Um die Größe dieser Verschiebung zu beurteilen, zeigen Sie zuerst den Inhalt des Bildes "hd207330-neon-1" (z. B. auf der Registerkarte "Visu image" oder einer anderen Software). Dieses Bild entstand im Zuge der Rohbilder des Spektrums des Sterns. Messen Sie die horizontale Koordinate (X-Achse) der intensivsten Neonleitung von links. Sie finden (ungefähr) $x 1579$. Behalten Sie diesen Wert.

Jetzt untersuchen Sie den Inhalt des Bildes "tungone-1", das kurz nach den Wolframbildern auf dem Tisch aufgenommen wurde, ohne etwas zu bewegen. Diese Linie ist bei x-koordinate 1588.

Offensichtlich hat sich das Spektrumbild in der Detektorebene um 1589-1578 um 11 Pixel verschoben, zwischen dem Zeitpunkt, zu dem der Spektrographen auf dem Tisch liegt, und der Zeit, zu der es auf dem Teleskop ist. Dies kann auf die Verformung des Gehäuses, eine Temperaturvariation ... Was auch immer, diese Verschiebung ist real, und die Folge ist, dass wir ein Flachfeld-Kalibrierbild machen, das nicht mit dem Bild übereinstimmt, das wir verarbeiten möchten, daher das Vorhandensein eines Verarbeitungsrestes. Glücklicherweise haben wir eine Lösung, um alles wieder in Ordnung zu bringen, indem wir die Wirkung der Biege durch die Software kompensieren. Unser Algorithmus besteht darin, die niederfrequente Form des Flachfeldes um -11 Pixel (Niederfrequenzform - die die Schwingungen enthält) zu bewegen, während die Hochfrequenzstrukturen des Flachfeldes (z.B. die Pixel-zu-Pixel-Variationen des Detektors oder PRNU für "Pixel Response Non Uniformity") festgelegt bleiben. Um diesen Algorithmus anzuwenden, öffnen Sie die Registerkarte "Beobachtungen" und im "Erweiterten Modus" finden Sie das Feld "Flat-Field Offset List". Schreiben Sie -11 (achten Sie auf das Schild) in diesem Bereich:

Configuration Observations View image PNG gamma View plot Monitor Generate Flat

Répertoire observations : D:/starex234 Parcourir

Liste objets : HD207330 Auto

Liste images : HD207330-

Nb image par objet : 10

Liste calibration : HD207330_neon-

Nb image calibration : 1

▼ Mode avancé

Liste fichiers trans atm : molecular_30mm

Liste décalage flat : -11

Fichier(s) Offset : offset nb : 0

Fichier(s) Dark : dark nb : 0

Fichier(s) Flat : tung- nb : 20

Fichier img postfix : -

Fichier Cal prefix : -

Fichier Cal postfix : _neon-

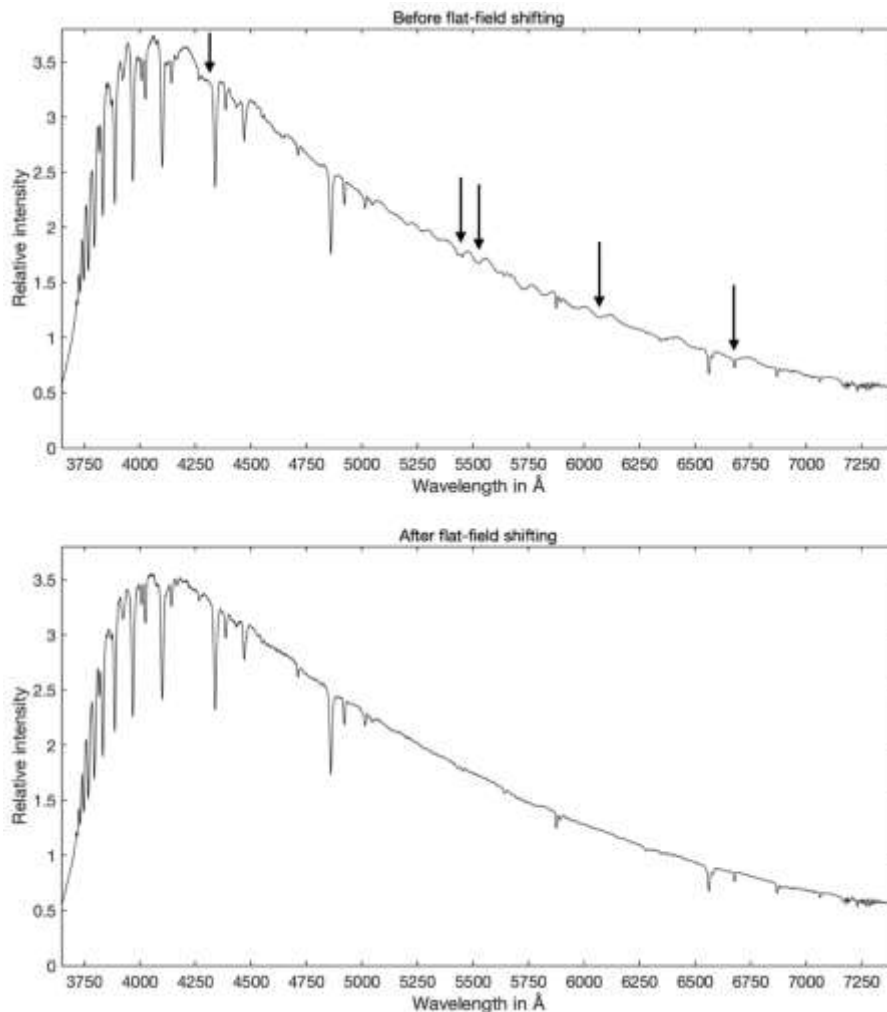
Fichier observations à sauver : obs_hd207330_demo3 Sauver

Dies ist der Weg, um auf specINTI hinzuweisen, dass das auf dem Tisch hergestellte Flat-Field um -11 Pixel verschoben werden muss, bevor der Divisionsbetrieb ausgeführt wird. Seien Sie vorsichtig, damit das Verfahren ein zufriedenstellendes Ergebnis liefert, ist es unerlässlich, die Liste der Rohbilder des Flachfeldes (generischer Name "tung-" und die Anzahl der Bilder, die 20 entsprechen) anzuzeigen, und nicht den Namen eines wiederaufbereiteten Haupt-Flachfelds ("

Keine Sorge, all diese Operationen brauchen länger, um es zu erklären, als zu tun, das ist Erfahrung, wenn man spricht!

Hinweis: Im Beispiel haben wir beschlossen, die molekulare Atmosphärenübertragung zu korrigieren, aber beachten Sie, dass dies eine optionale Operation ist, die Sie ignorieren können, um Ihr Leben zu erleichtern.

Hier ist das Erscheinungsbild des Spektralprofils des Sterns HD207330 mit der Anwendung der -11 Pixelverschiebung der Flachfeldbilder und nach der Anwendung dieser Verschiebung :



Die parasitären Schwankungen im Kontinuum sind verschwunden, und infolgedessen ist das spektrale Profil, das so behandelt wird, viel näher an dem für diese Art von Stern erwartet. In der Tat ist die Flat-Field-Korrektur dank unserer Berechnungsart fast perfekt, trotz der Tatsache, dass es ziemlich schwere mechanische Biegen gibt. Das Flat-Field erledigte die Arbeit, trotz der unterschiedlichen Bedingungen zwischen den Spektren am Teleskop und den Wolframbildern auf dem Tisch.

Die exponierte Korrekturtechnik erweist sich als sehr zuverlässig. Für das Protokoll dauerte es mehrere Tage zwischen dem Moment, als die Beobachtung am Himmel gemacht wurde, und dem Moment, als das Flat-Field genommen wurde, und darüber hinaus ist der Offset von -11 Pixeln auf dem Star'Ex, den wir verwenden, fast immer derselbe (der Wert wird sicherlich anders für Sie sein, aber wahrscheinlich konstant, solange Sie die Ausrichtung der Grate nicht berühren). Das ist so sehr, dass wir manchmal nicht einmal den Versatz zwischen Beobachtung und Kalibrierung auf dem Tisch messen und früheren Messungen vertrauen!

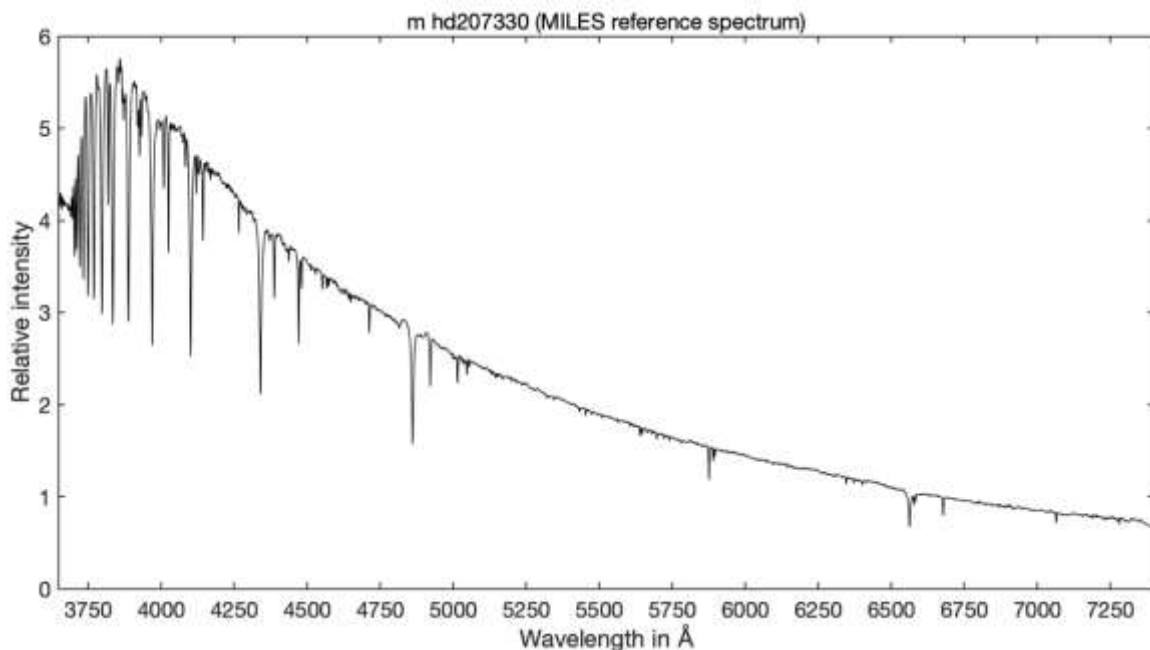
9.9: Bewertung der Instrumental Response

Der letzte Schritt zur Fertigstellung der Behandlung ist die Berücksichtigung der instrumentellen Reaktion (eine wahre Reaktion, da unsere Behandlung das berechnete Spektrum vom Weltraum auf

das liegende Spektrum reduziert hat). Wir erinnern uns an die Operation, die durchgeführt werden soll, um die instrumentelle Reaktion zu finden, d. h. die relative Variation der Empfindlichkeit des Instruments (Teleskop + Spektrograf + Detektor) als Funktion der Wellenlänge:

Instrumentalantwort (vorherverarbeitetes scheinbares Spektrum eines Referenzsterns) /
(tatsächliches Spektrum desselben Referenzsterns).

Die Wahl des Sterns HD207330 ist für diese Demonstration nicht trivial. Es ist ein Stern, dessen reales Spektrum außerhalb der Atmosphäre bekannt ist. Es ist ein "Referenz"-Stern, spektrophotometrisch gut kalibriert. Dieses Spektrum befindet sich in der [MILES Spektralbibliothek \(IAC\)](#), die Teil des in Abschnitt 5.8.1 heruntergeladenen ZIP-Archivs ist. Das fragliche Spektrum heißt "m-HD207330.fit" und hier ist sein Profil:



Die Divisionsoperation, um die instrumentelle Reaktion zu finden, ist leider nicht sofort anwendbar, da die Schärfe unseres beobachteten Spektrums geringer ist als das MILES-Spektrum. Eine Teilung, wie sie ist, wird eine große Anzahl von Artefakten produzieren, die es schwierig machen werden, die effektive Reaktion zu extrahieren (mit der niedrigen Auflösung Star'Ex, während wir sie verwenden, beträgt die Auflösungskraft 750-800, während sie für die MILES-Spektren etwa 1400 ZAR beträgt).

Bevor wir die Division durchführen, müssen wir daher die Auflösung des Spektrums "m-HD207330.fit" abbauen. Dafür werden wir die Funktion "Pro-Gauss" nutzen. Legen Sie diese Zeile in die Konfigurationsdatei ein und führen Sie dann specINTI aus:

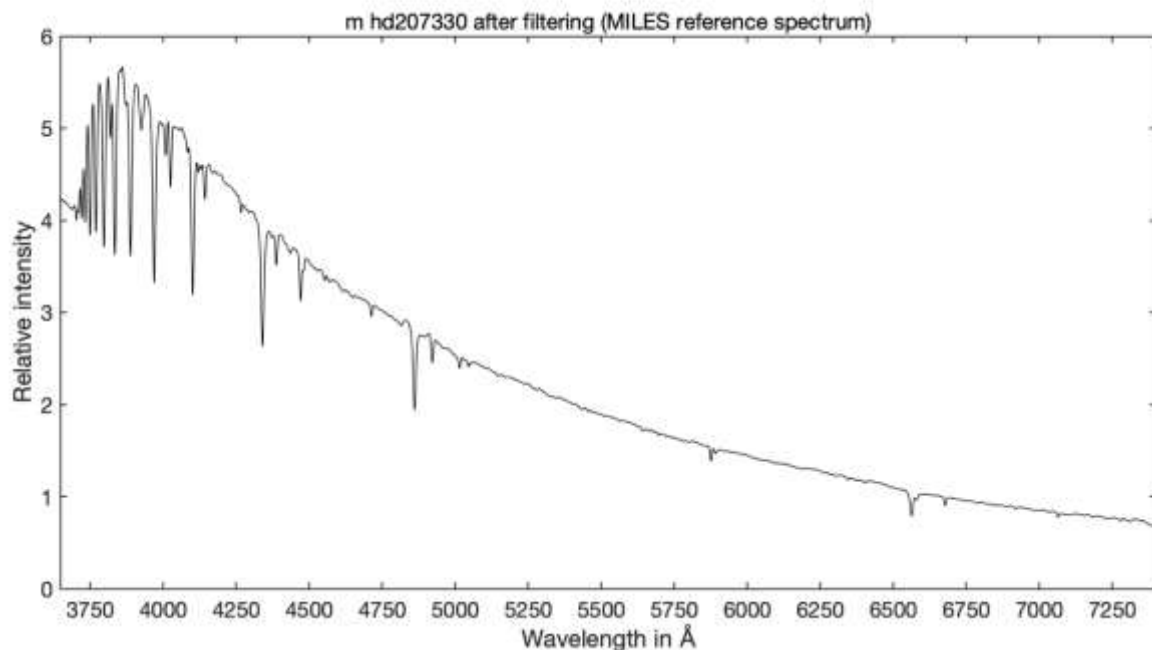
```
.pro-gauss: ['m'HD207330, 3, tempo1]
```

Hinweis: dass die Erweiterung dieser Datei ".fit" ist, wenn wir mit Dateien mit der Endung ".fits" gearbeitet haben, wird hier toleriert. Es werden keine Fehler zurückgegeben.

Die Funktion "pro-gauss" führt eine Glättungs- (oder Tiefpass)-Filterung auf dem Spektrum "m-HD207330" durch, um das degradierte Auflösungsspektrum "Temp1" zu erzeugen.

Der zweite Parameter ist die Breite der Glättfunktion, die die Stärke davon setzt. Je stärker der Wert, desto höher die Wirkung des Filters. In unserem Fall wählen wir den Wert 3,0 durch Experiment, um

von einem Spektrum von 1400 bis 800 ZAR zu gelangen (fraktionelle Werte werden zum Beispiel 3,5 berücksichtigt). Sie können Tests machen, um zu sehen, dass das Spektrum nach der Glättung dem beobachteten Spektrum ähnelt. Der so etablierte Glättungskoeffizient durch Versuch und Irrtum wird letztlich eine Art Konstante für Ihr Instrument in Bezug auf die MILES-Referenzspektren sein. Hier ist das Ergebnis nach der Glättung (Spektrum "Tempo1" im Beispiel):



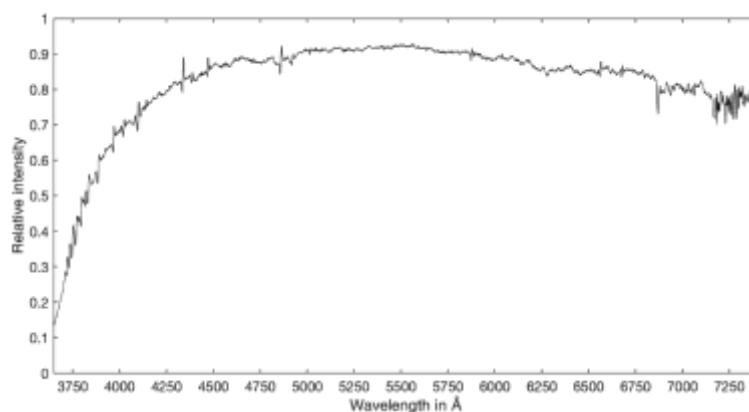
Löschen Sie die Zeile "Pro-Tugauss" oder legen Sie ein "-" vor sie, damit es als Kommentar angesehen wird, und geben Sie dann einen neuen Befehl ein:

```
"pro-div: [Stärde207330 20220905-42, Tempo1, Tempo2]
```

Wie der Name dieser Funktion andeutet, führt er die Operation aus:

tempo2 - Stunde 207330 -20220920905 x 942 / tempo1

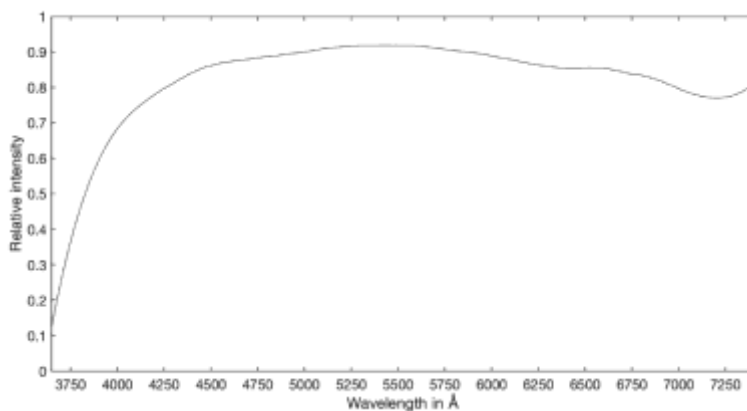
Wir teilen das Spektrum, das im vorherigen Schritt (Spektrum des Sterns ohne Atmosphäre und nach der Teilung durch das Flachfeld) nach dem Glätten gefunden wurde. Das Ergebnis ist das Spektrum "tempo2", nah an der wahren instrumentellen Antwort:



Wir beobachten in diesem Ergebnis viele Rauheiten, die nicht sein müssen, kommen aus Näherungen der Berechnung und von Abweichungen der Modellierung. Eine instrumentale Antwortkurve, die dem Namen würdig ist, ist eine monotone, glatte Kurve. Um diese Restartefakte zu löschen, führen wir eine bestimmte und energetische Glättung (SAVGOL-Algorithmus) durch, indem wir eine neue Funktion "-pro-blur" verwenden. Löschen Sie wie immer die Zeile der vorherigen Funktion und geben Sie diese neue ein:

```
.pro-blur: [Temp2, 1000, Tempo3]
```

Das tempo2-Spektrum ist das, das von Rauheit gereinigt wird. Der Parameter (1000) ist ein Koeffizient, der die Stärke des Filters einstellt, und tempo3 ist das gefilterte Spektrum. Der Wert 1000 ist typisch für das, was in diesem Fall getan werden sollte, aber Sie sind vollkommen berechtigt, zu testen, indem Sie den Befehl mit Werten 100, 2000 usw. neu ausführen. So sieht das "demo3" - Spektrum aus:



Um einen letzten Schliff zu geben, ästhetischer als alles andere, und wirklich optional, können wir die Reaktion im gleichen Spektralbereich wie die Spektren der Himmelsobjekte normalisieren:

```
"pro"norm: [tempo3, 6400, 6420, 'rep]
```

Die Datei "Rep" ist die gewünschte Instrumentalantwort!

Tipp: In einigen seltenen Situationen ist es möglich, mehrere Funktionen in einer Reihe zu starten, indem man sie mit "'begin:" und "'end:" (vergessen Sie nicht das ":"). Zum Beispiel zur Berechnung der Instrumentalantwort :

Beginnen Sie:

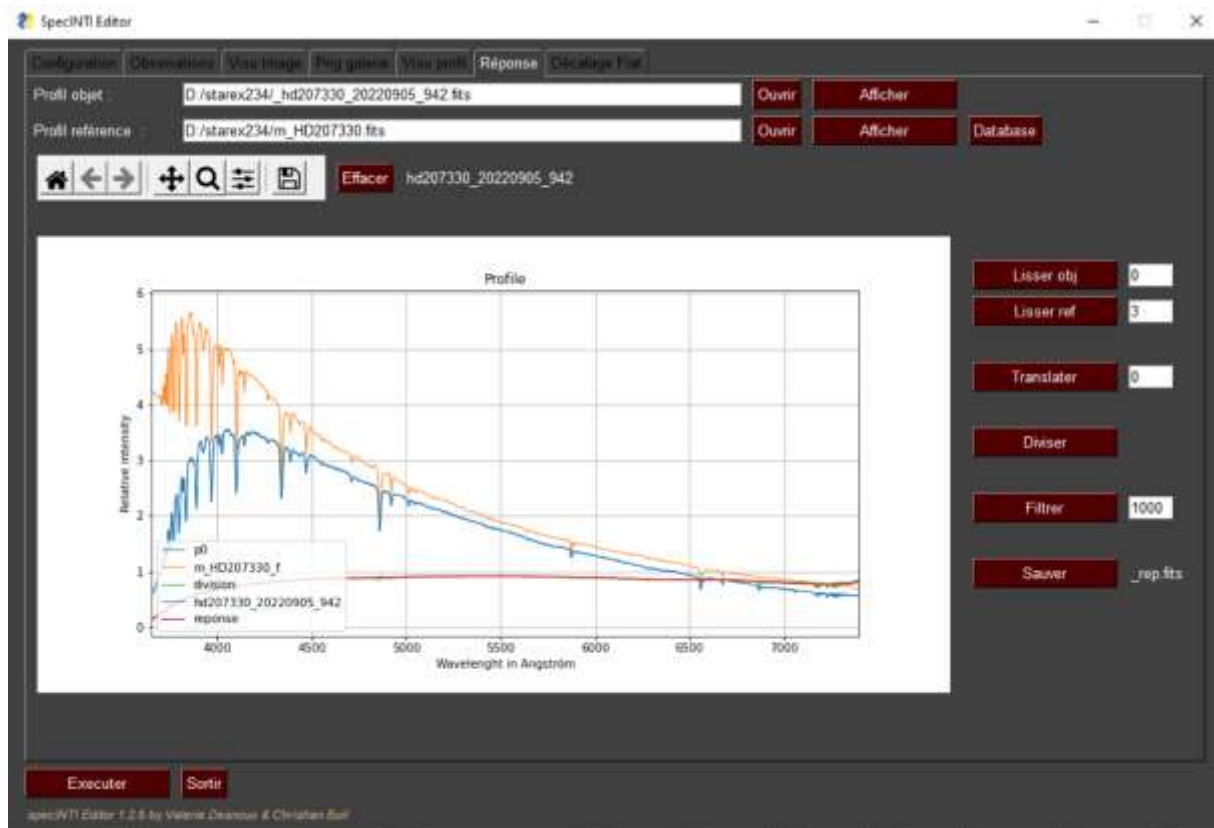
```
.pro-gausss: ['m'HD207330, 3, tempo1]
```

```
"pro-div: [Stärde207330 20220905-42, Tempo1, Tempo2]
```

```
.pro-blur: [Temp2, 1000, Tempo3]
```

Ende:

Und nun die gute Nachricht: All diese Operationen, die schwer, manuell erscheinen mögen, können grafisch und sofort vom Tab "Response" der specINTI-Redakteur-Schnittstelle erfolgen:



Die verwendeten Parameter finden Sie ganz einfach die verwendeten "Funktionen": die Namen der Dateien oben auf der Registerkarte, dann die Ebene der Glättung des Referenzspektrums (3.0) und die endgültige Filterung der Antwort (1000). Am Ende klickt man auf den Button "Speichern".

Eine weitere gute Nachricht ist, dass die Instrumental-Antwort-Datei "-rep" eine Konstante ist, wie wir oft erwähnt haben. Sie werden diese Operationen sehr selten wieder durchführen müssen (und theoretisch nie).

Irgendwo in der Konfigurationsdatei fügen Sie den Befehl "instrumental-response" hinzu, damit die Instrumentalantwort bei der Verarbeitung berücksichtigt wird. In unserem Beispiel schreiben wir einfach (der Parameterwert ist der Dateiname):

instrumentale Response:

Wir haben jetzt alles, was wir brauchen, um die Bilder von HD 207330 vollständig zu verarbeiten und das Endspektrum zu extrahieren. So sieht die Registerkarte "Beobachtungen" dafür aus:

Configuration	Observations	Visu image	Png galerie	Visu profil	Réponse	Décalage Flat
Répertoire observations : D:/starex234 Parcourir						
Liste objets :		HD207330			Auto	
Liste images :		HD207330-				
Nb image par objet :		10				
Liste calibration :		HD207330_neon-				
Nb image calibration :		1				
▼ Mode avancé						
Liste fichiers trans atm :		none				
Liste décalage flat :		-11				
Fichier(s) Offset :		_offset	nb :	0		
Fichier(s) Dark :		_dark	nb :	0		
Fichier(s) Flat :		tung-	nb :	20		
Fichier Img postfix :		-				
Fichier Cal prefix :						
Fichier Cal postfix :		_neon-				
Fichier observations à sauver :		obs_hd207330_demo4			Sauver	

Beachten Sie, dass wir die Tellur-Linien, die hier als wirksame Details des Spektrums angesehen werden, nicht entfernen, auch wenn es sich um Parasiten handelt. Hier ist die zugehörige Konfigurationsdatei, die Sie kopieren/ einfügen können, um Ihre eigenen Spektren zu verarbeiten (nicht nur von einem Star'Ex, sondern auch von einem Alpy600 oder einem LowSpec, die im Aussehen und die gleichen Anforderungen haben) kopieren/ einfügen können) :

-

- Star'Ex Low-Auflösungs-Konfiguration

- Kalibriermodus 2

-

- Arbeitsverzeichnis

Arbeitsweg: D: starex234

- Bearbeitung von Stapelndatei

batch-Name: obs-hd207330-demo4

- Spektralkalibriermodus

calib-mode: 2

- Instrumentenantwortdateiname

instrumentale Reaktion:

Koeffizienten des Kali-Polynoms

calib-coef: [1.008094181248435e-12, -4.8130567129843605e-09, 1.0804337072826731e-05,
1.5410557117037569, 3390.865801174948]

Wellenlänge der Referenzneonlinien in A

Wellenlänge: [5852,49, 6506.53]

Position der Neon-Referenzzeilen in Pixeln

line-pos: [1580, 2000]

Breite des Suchbereichs der Referenzlinie

search-weit: 20

- Binning Breite

Größe: 22

- Sky-Hintergrundberechnungsbereiche

Himmel: [120, 20, 20, 120]

Farbtemperatur der Wolframlampe

planck: 2900

- Atmosphärische Übertragungskorrektur

corratmo: 0,13

X-Boundaries für geometrische Messungen

xxlimit: [500, 2000]

Normalisierungszone zum Gerät in A

norm-well: [6400, 6420]

Profil-Cropping-Bereich

crop-wave: [3700, 7400]

- Länge des Beobachtungsortes

Länge: 7.0940

- Breite der Beobachtungsstelle

Breite: 43.5801

Höhe des Beobachtungspunktes in Metern

Höhe: 40

- Beobachtungsstelle

Site: Antibes Saint-Jean

Beschreibung des Instruments

Inst: RC10 + StarEx300 + ASI533MM

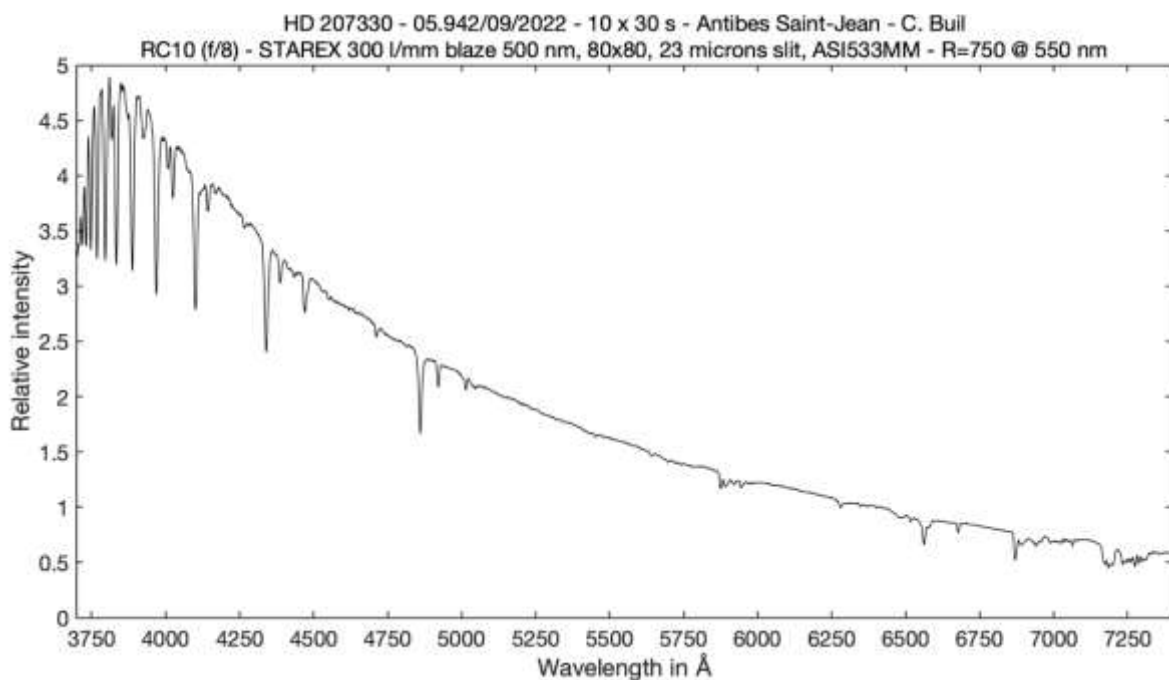
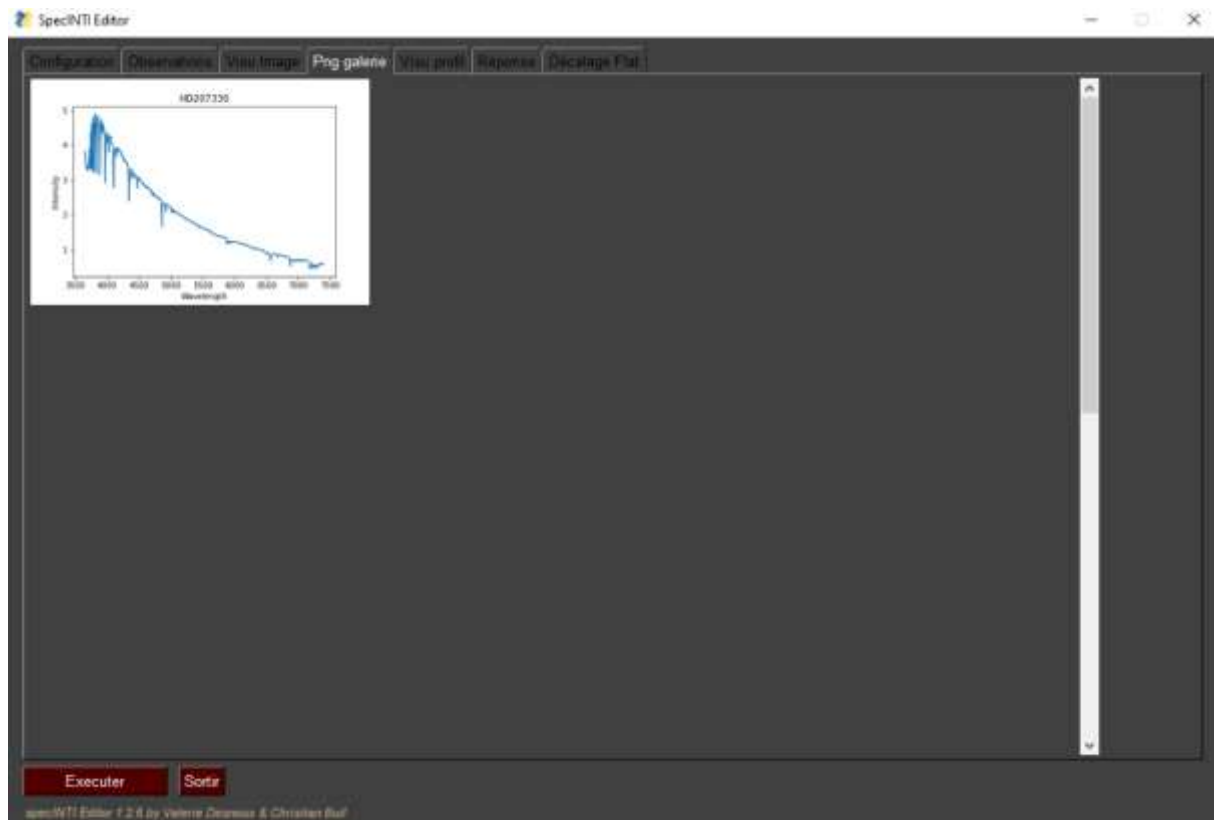
- Beobachter

Beobachter: cbuil

> FITS-Dateierweiterung (0 -> .fits, 1 -> Fit)

file-extension: 0

Le spectre final de HD207330 traité dans les r'gles, avec ce fichier de Konfiguration :



Oft zielt die niedrig aufgelöste Spektrographie darauf ab, Objekte mit geringer Helligkeit zu untersuchen. Betrachten Sie in dieser Situation, um die Geräuschreduzierungswerkzeuge zu aktivieren, die in Abschnitt 5.6 beschrieben sind. Fügen Sie z.B. die folgenden Zeilen in Ihre Konfigurationsdatei (Datei "conf-starex300-demo3.yaml" in der Distribution hinzu):

- Sky-Extraktion

sky-mode: 1

- Optimale Gewinnung

extract-mode: 1

gewinn: 0,083

Rauschen: 1.3

- Median-Filtermuster

0: keine Filterung, sonst: 3, 5, ...

Negativwert: optimiert für Impulsgeräusche

Größe des Kernel: -3

- Gaußische Filterung

sigma-gauss: 0,4

9.10: Batch-Verarbeitung

Wie Sie jetzt wissen, können Sie, ohne die Konfigurationsdatei zu ändern, alles verarbeiten, was Ihre Instrumentierung generiert (nur die Beobachtungsdatei ändert sich sowie die Bezeichnung in der Konfigurationsdatei). Zum Beispiel reduzieren wir sowohl die Spektren von HD 207330 als auch SS Cyg. Für das letztere Objekt besteht die Sequenz aus 9 Bildern des Spektrums und einem Neon-Lampenbild, das durch Beleuchtung des Teleskopeingangs hergestellt und am Ende der Sequenz aufgenommen wurde. Das Objekt ist von schwacher Brillanz zum Zeitpunkt der Beobachtung, von Magnitude 12 ungefähr, so dass die für jedes Bild eingenommene Zeit relativ lang, 10 Minuten (600 s) ist. Dies bleibt aber weniger als die Grundzeit der dunklen Bilder (15 Minuten).

Öffnen Sie die Registerkarte "Beobachtungen" und füllen Sie sie auf diese Weise aus (erinnern Sie sich daran, die Taste "Auto" zu verwenden):

Répertoire observations : D:/starex234 Parcourir

Liste objets : HD207330, SSCyg Auto

Liste images : HD207330-, SSCyg-

Nb image par objet : 10, 9

Liste calibration : HD207330_neon-, SSCyg_neon-

Nb image calibration : 1, 1

▼ Mode avancé

Liste fichiers trans atm : None, None

Liste décalage flat : -11, -11

Fichier(s) Offset : _offset nb : 0

Fichier(s) Dark : _dark nb : 0

Fichier(s) Flat : tung- nb : 20

Fichier Img postfix : -

Fichier Cal prefix :

Fichier Cal postfix : _neon-

SpecINTI Editor

Configuration Observations View image Png galerie View profile Réponse Décalage Flat

Intensity

Wavelength

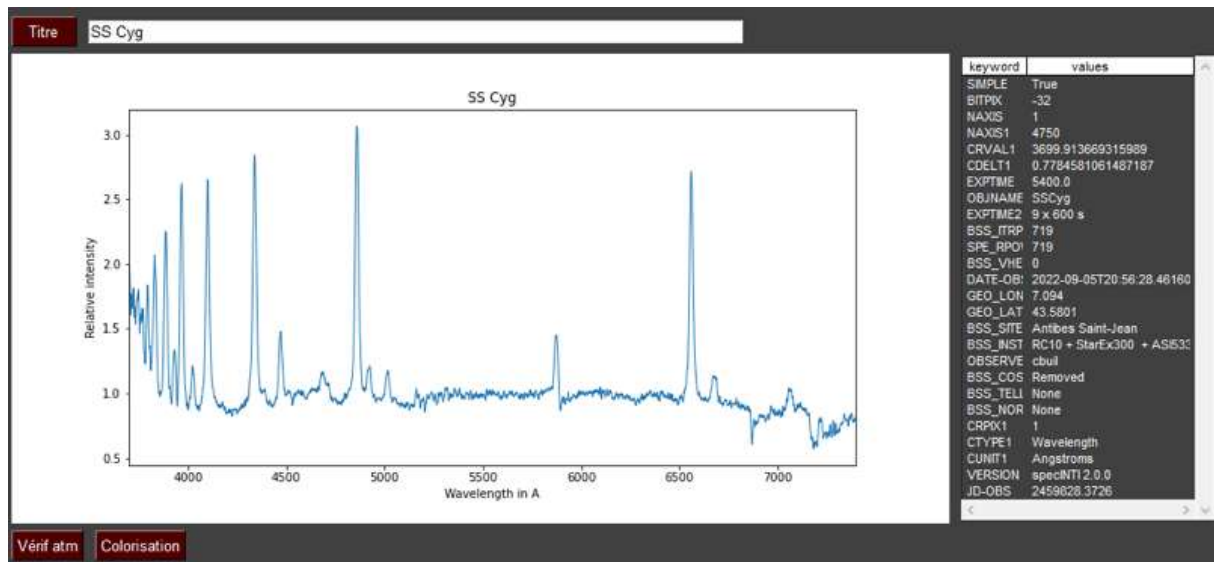
Intensity

Wavelength

Executer Sortir

SpecINTI Editor 1.2.6 by Valérie Desnoix & Christian Buil

Das Spektrum von SS Cyg ist charakteristisch für ein symbiotisches System "auf Pause" (wir sagen in "ruhigem" Zustand), aus Eruption. Wir sehen Balmer-Linien (Wasserstoff) sowie Heliumlinien in der Emission, aber durch die Geschwindigkeit von Gasen (Doppler-Fizeau-Effekt) erweitert. Der Aufstieg des Kontinuums am Anfang des Ultravioletts ist real:



10: Infrarot Spektroskopie

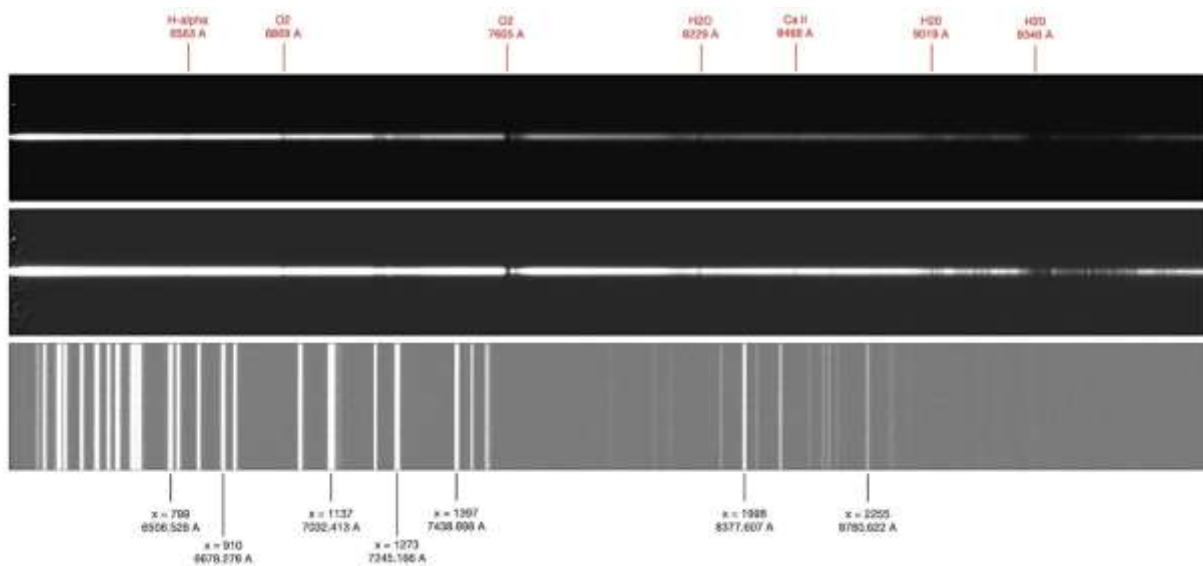
Der Star'Ex Spektrograf hat viele Konfigurationen, von geringer Auflösung bis hin zu hoher spektraler Auflösung. Die Möglichkeit, das Gitter und die Spaltbreite zu wählen, ist der Ursprung vieler Möglichkeiten. Unter diesen ist die (nahe) Infrarot-Beobachtung. Dies ist eine Gelegenheit, neue Möglichkeiten von specINTI zu zeigen.

Der Star'Ex-Spektrograf ist mit einem 300-Zhügel-Kegeln im Infrarotrand konfiguriert, an der Wellenlänge von 1 Mikron. Die Flamme bezieht sich auf die Wellenlänge des radiometrischen Wirkungsgrads des Beugungsgitters (insbesondere die Wellenlänge der Spitzenbeugungseffizienz, wenn die Winkel der Inzidenz und Beugung gleich sind). Das verwendete 80-mm-Kameraobjektiv ist speziell für Infrarot optimiert. Es ist direkt austauschbar mit dem 80-mm-Objektiv, das für den sichtbaren Teil des Spektrums optimiert ist (diese zwei Linsen sind Teil des Shelyak-Angebots, [siehe hier](#) die Konstitution der optischen Kits). Der Spalt ist 23 Mikrometer breit und davor ein Auftragsfilter eingeführt, der die Wellenlängen kürzer als 5900 Å (OG590) schneidet. Dieser Filter vermeidet, dass das sichtbare Auftragspektrum 2 das bei der Bestellung beobachtete Infrarotspektrum überlappt.

Das Set ist an der Rückseite eines Celestron 8-Teleskops montiert - siehe Gegenteil.



Das folgende Dokument zeigt im oberen Teil zwei Darstellungen des Bildes des Spektrums des Sterns HD 4915, eines Spektraltyps, der der Sonne nahe kommt, aufgenommen mit der zuvor beschriebenen Ausrüstung. Einige Sternlinien und Tellurbands sind (rot) identifiziert. Am Ende des gleichen Dokuments befindet sich ein Bild des Spektrums einer Neonlampe (an der Vorderseite des Teleskops platziert, siehe Abschnitt 5.3), mit der Identifizierung einiger Linien, die für die Spektralkalibrierung im Infrarot verwendet werden können.



Genau so ist das hier gefundene Kalibriergesetz ein Polynom von Grad 2 (ausreichend für den infraroten Teil des Spektrums), das mit dem Werkzeug ausgewertet wird, das mit dem Parameter "calib-mode" verbunden ist, der den Wert -2 und die Paare ausnutzt:

line-pos: [799, 910, 1137, 1273, 1397, 1998, 2255]

Wellenlänge: [6506.528, 6678.278, 7032.413, 7245.166, 7438.898, 8377.607, 8780.622]

Das Verfahren zur Ermittlung der Kalibrierkoeffizienten ist in jeder Hinsicht ähnlich wie in Abschnitt 7.7 (siehe entsprechende Konfigurationsdatei). Die in diesem Fall berechneten Polynom sind:

calib-coef: [1.6550775448678668e-06, 1.5562668769666603, 5264.254279595993]

Für die tatsächliche Reduzierung des Spektrums des HD 4915 Sterns (und der folgenden Objekte werden wir später verstehen, warum) haben wir den Parameter "calib-mode" den Wert 1 angegeben. Dies ist die grundlegendste Technik: specINTI vertraut nur den Bedingungen des Polynoms, das durch den Parameter "calib-coef" zur Kalibrierung unseres Wellenlängenspektrums bereitgestellt wird. Hier ist ein Auszug der in diesem Fall verwendeten Konfigurationsdatei:

```
-
*****
*****
```

Sol'EX 300 t/mm IR-Konfiguration (neues obj) - C8 - 23 Mikron Slot

- Kalibriermodus 1

```
-
*****
*****
```

- Arbeitsverzeichnis

Work-Path: D:/starex212

- Bearbeitung von Stapelndatei

batch-name: obs-HD4915

- Spektralkalibriermodus

calib-mode: 1

Die Streuung polynomial

calib-coef: [1.6550775448678668e-06, 1.5562668769666603, 5264.254279595993]

Wir bieten die Wellenlänge einer intensiven Linie im Spektrum der Kalibrierquelle, um den Winkel der
Schräglage zu finden

line-pos: [1137]

- Befugnis der Auflösung

Powerres: 900

- Binning Breite

Größe: 20

- Sky-Hintergrundberechnungsbereiche

Himmel: [150, 20, 20, 150]

- Sky-Extraktion

sky-mode: 0

x-Klemmen für geometrische Messungen

xxlimit: [900, 1600]

Name der Instrumentalantwortdatei

instrumentale Reaktion:

Farbtemperatur der Wolframlampe (Flachfeld auf dem Tisch realisiert)

planck: 2900

- Median-Filtermuster

0: keine Filterung, sonst: 3, 5, ...

Negativwert: optimiert für Impulsgeräusche

Größe des Kernel: -3

- Gaußische Filterung

sigma-gausss: 0,8

- Einheitsnormalisierungsbereich

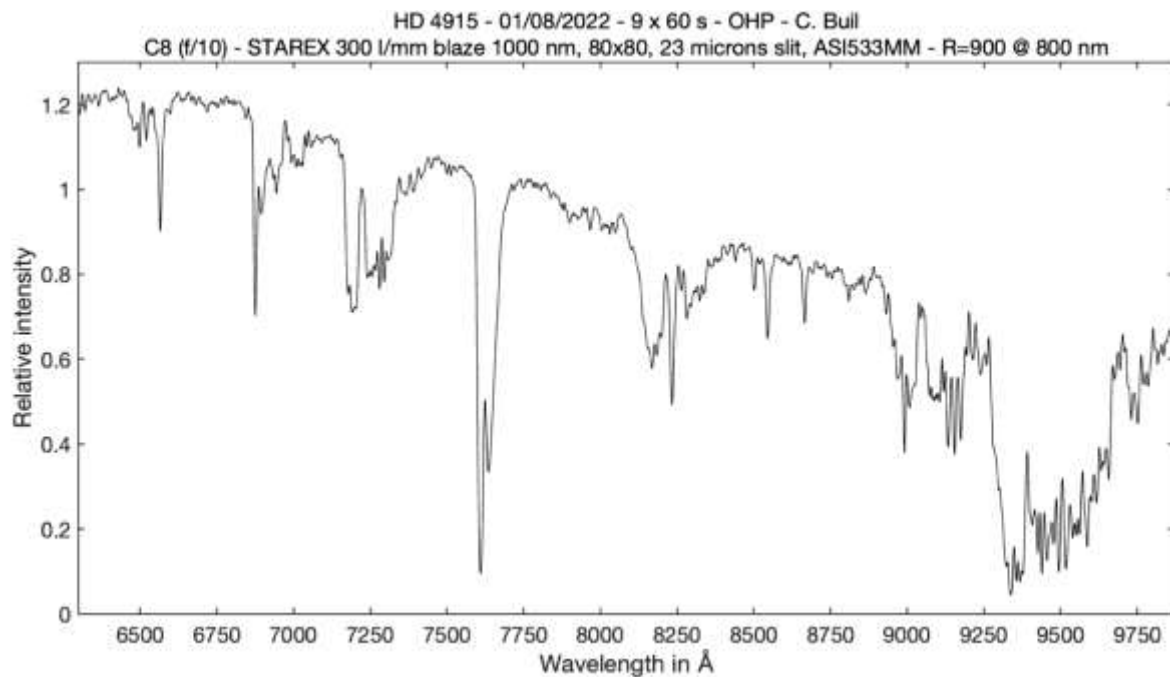
norm-wave: [7800, 7850]

Profil-Cropping-Bereich

crop-wave: [6000, 9900]

Hinweis : Wir bemerken das Vorhandensein des Parameters "line-pos", nur um die horizontale Koordinate einer Linie in der Emission zu bestimmen, von der SpektrenI geometrische Parameter des Spektrums finden. Sogar im Kalibriermodus Nr. 1 ist es daher notwendig, das Spektrum einer Kalibrierlampe zu beobachten. Wir stellen erneut das Erscheinungsbild des Parameters "Power-res" fest, der in diesem Kalibriermodus obligatorisch wird und den ungefähren Wert des Spektrographen unter Nutzungsbedingungen angibt. Der Rest sollte nun bekannt sein.

Hier ist das reduzierte Spektrum des Sterns HD 4915 auf diese Weise :



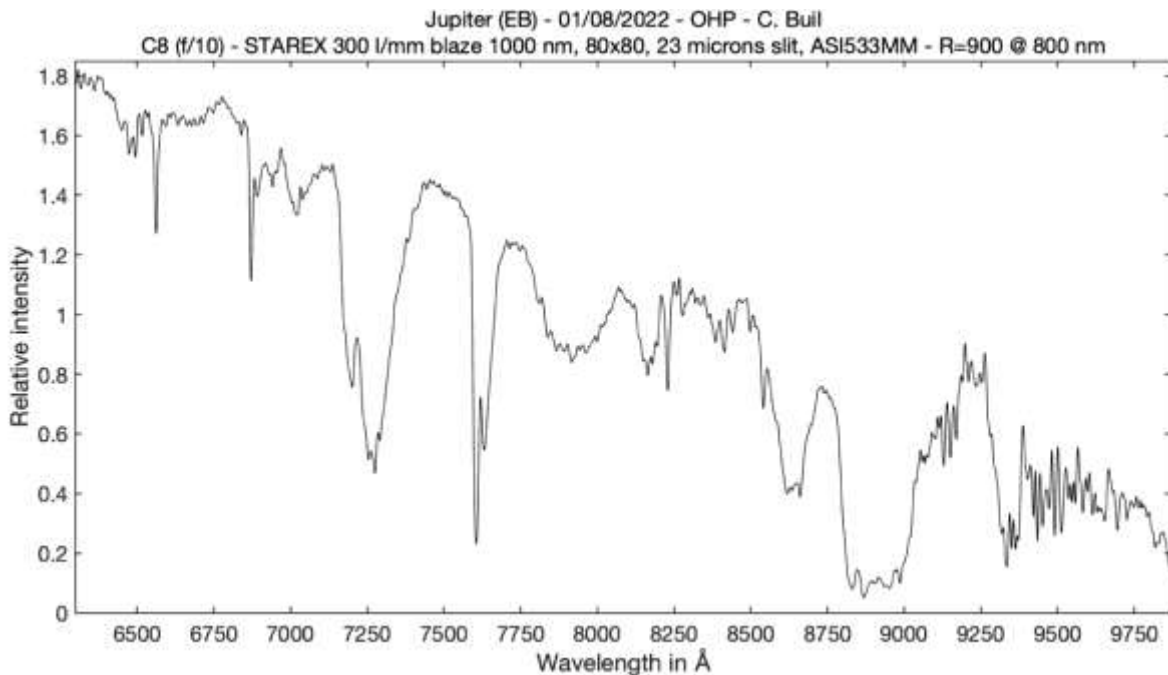
Beachten Sie, dass unsere Atmosphäre im Infrarot das Licht des Sterns stark absorbiert, vor allem um 950 nm (H₂O).

Während derselben Sitzung beobachteten wir das Spektrum des Planeten Jupiter. Hier ist ein Computerbildschirm während dieser Sitzung:



Wir verwenden hier die Prism-Software sowohl für das Zeigen, Führen und Nehmen der "Wissenschaft" Spektren. Im unteren rechten Fenster sehen wir ein Bild von Jupiter mit dem 23 Mikron Spektrografen-Eingangsschlitz, der die Scheibe von oben nach unten kreuzt. Die Scheibe des Lichts aus der Jupiterscheibe, die in den Spektrographen eindringt, erzeugt das im oberen Teil sichtbare Spektralbild. Das Spektrum ist sehr breit, weil es das eines erweiterten Objekts ist (beachten Sie, das Bild der Scheibe ist top/unten in Bezug auf das Spektrum umgekehrt).

Danach das Spektralprofil des zentralen Teils der Jupiterscheibe (Bereich des Äquatorbandes):



Der Unterschied zum Spektrum von HD 4915 ist sofort offensichtlich: Große Absorptionsbänder sind im Spektrum von Jupiter vorhanden, während das Licht, das den Stern beleuchtet, der Sonne, sehr nahe an der von HD 4915 liegt. Diese Absorptionen werden durch Methan (CH_4) und Ammoniak (NH_3), die Hauptbestandteile der Jupiteratmosphäre, verursacht.

Es ist wichtig zu verstehen, wie das Jupiterspektrum behandelt wurde, in der Tat anders als das des Sterns HD 4915, denn in einem Fall hat das Objekt eine große Oberfläche und in der anderen eine Punktoberfläche. Besser noch, wir haben nicht nur das durchschnittliche Spektrum der Jupiter-Welt dargestellt, sondern auch ein Detail dieses Globus (die EB-Band). Wie geht es zu tun ?

Es genügt, eine sehr leichte Änderung an der Konfigurationsdatei vorzunehmen, die zum Bearbeiten des Spektrums von HD 4915 verwendet wird. Zuerst fügen wir folgende Zeile in der Datei hinzu:

- Vertikale Koordinate der Spektrumsur

Posy: 289

Auf diese Weise ist specINTI gezwungen zu bedenken, dass das Zentrum der Spektrumsur, aus dem wir das Profil extrahieren möchten, an der Koordinate y . Wenn dieser optionale Parameter nicht spezifiziert ist, wird specINTI die vertikale Koordinate des Spektrums für Sie finden, aber da wir auf ein bestimmtes Detail hinweisen möchten, das die Software nicht wissen kann, legen wir die vertikale Koordinate der Spur mit dem Parameter "posy" auf.

Die andere Modifikation betrifft die Binning-Höhe, um das Spektralprofil zu bauen. Da wir das Spektrum eines Details der Scheibe erhalten wollen, reduzieren wir die Binning-Höhe drastisch auf den Wert 5:

- Binning Breite

Größe: 5

Schließlich, da das Spektrum des Jupiter sehr groß ist, müssen wir daran denken, die Berechnungsbereiche des Himmelshintergrundsignals zu entfernen, um das Licht der Welt zu vermeiden, hier indem Sie Folgendes tun :

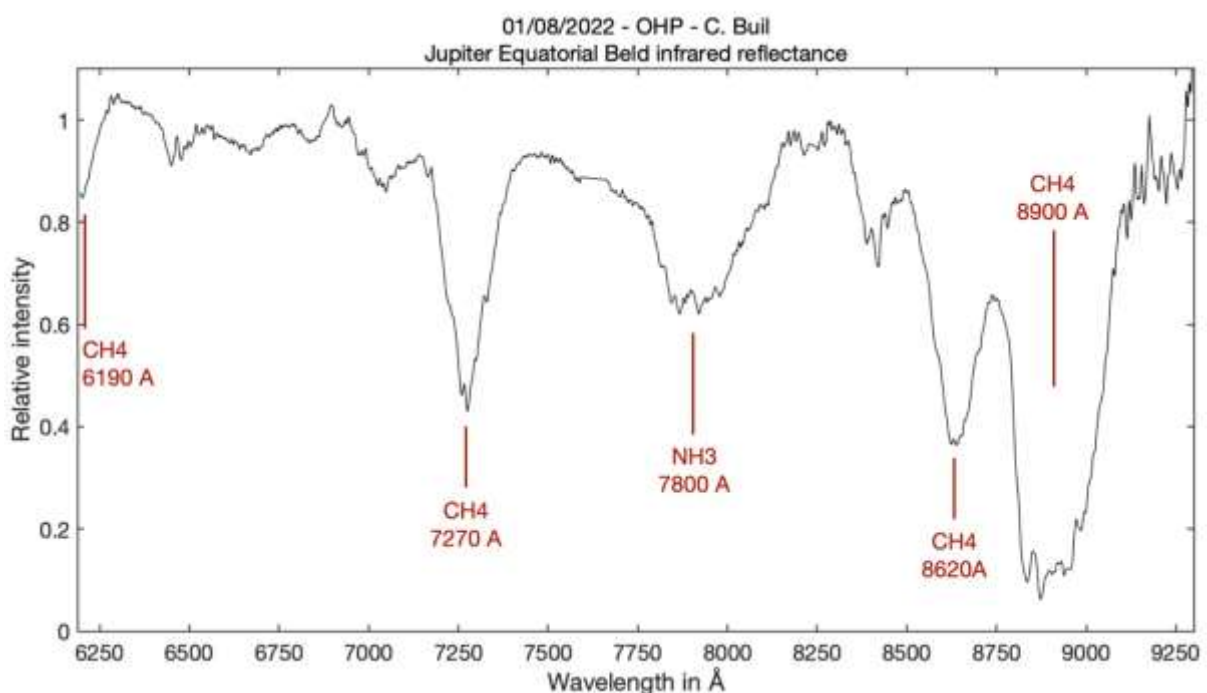
- Kalkulationsbereiche des Himmelshintergrunds

Himmel: [180, 84, 84, 180]

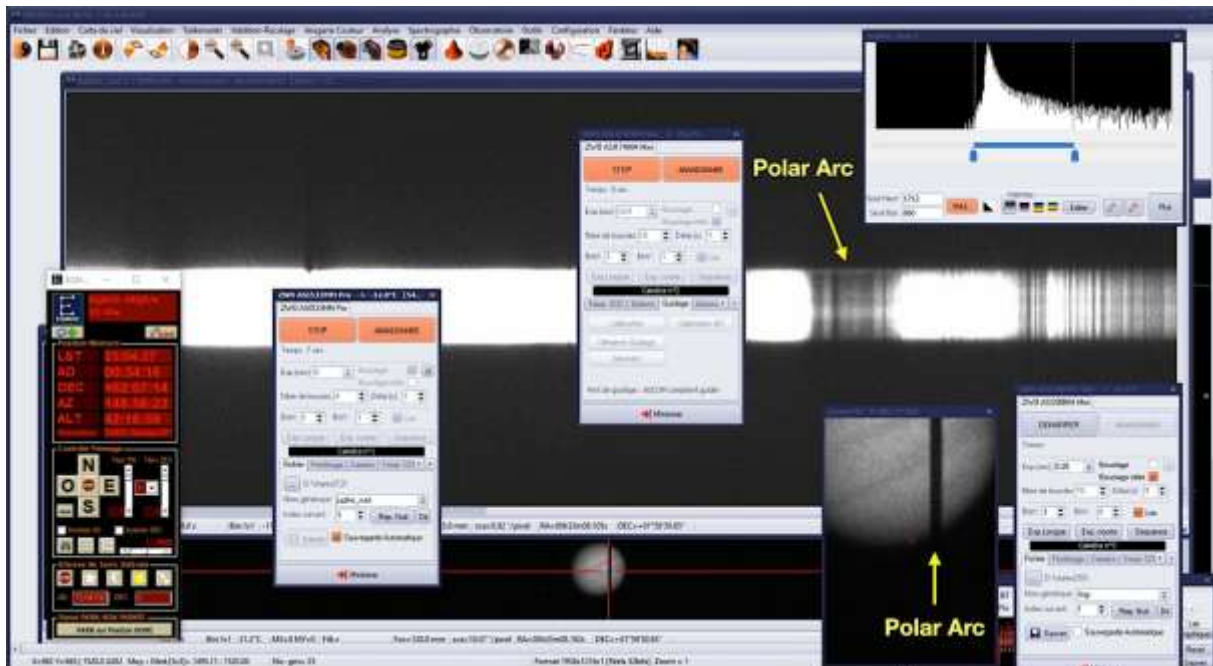
Kommen wir zu einer kleinen Ausbeutung all dieser Ergebnisse. Wir haben das scheinbare Spektrum von Jupiter (genauer das equatorial Band) und das Spektrum der Quelle, die Jupiter beleuchtet, sehr gleichwertig mit dem Spektrum des Sterns HD 4915. Das Verhältnis des ersten bis zum zweiten gibt die spektrale Reflexion der Atmosphäre von Jupiter, eine wichtige Daten, die es erlaubt, die chemische Zusammensetzung davon zu bestimmen, nichts weniger. Sie können dieses Spektrum-Verhältnis mit Software wie ISIS oder VisualSpec berechnen oder von specINTI die Funktion "pro-div" verwenden, indem Sie in der Konfigurationsdatei etwas wie .

"prodiv: [Jjupiter, hd4915, ratio]

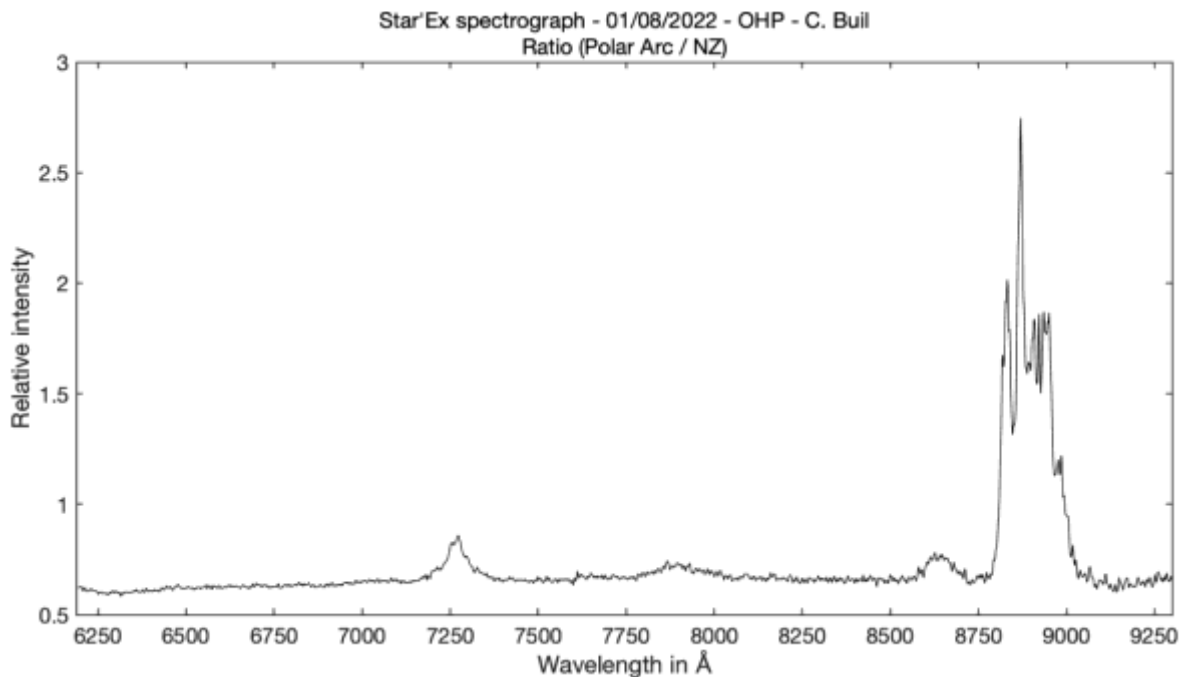
Hier ist das Ergebnis:



Lassen Sie uns die Tatsache nutzen, dass es möglich ist, das Spektrum der genauen Regionen der Platte zu erhalten, indem man es in Bezug auf den Eingabeschlitz positioniert und den Wert des Parameters "posy" wählt. Lassen Sie uns zum Beispiel das Bild des Spektrums untersuchen, wenn wir uns für die Polarregion interessieren:



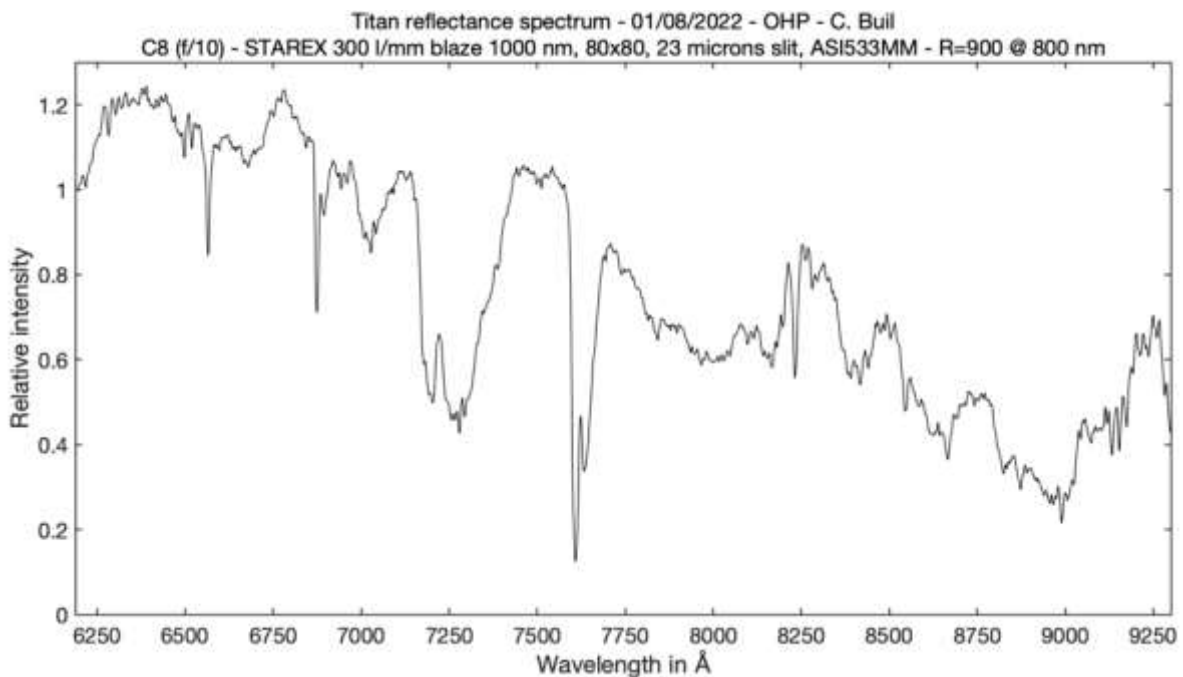
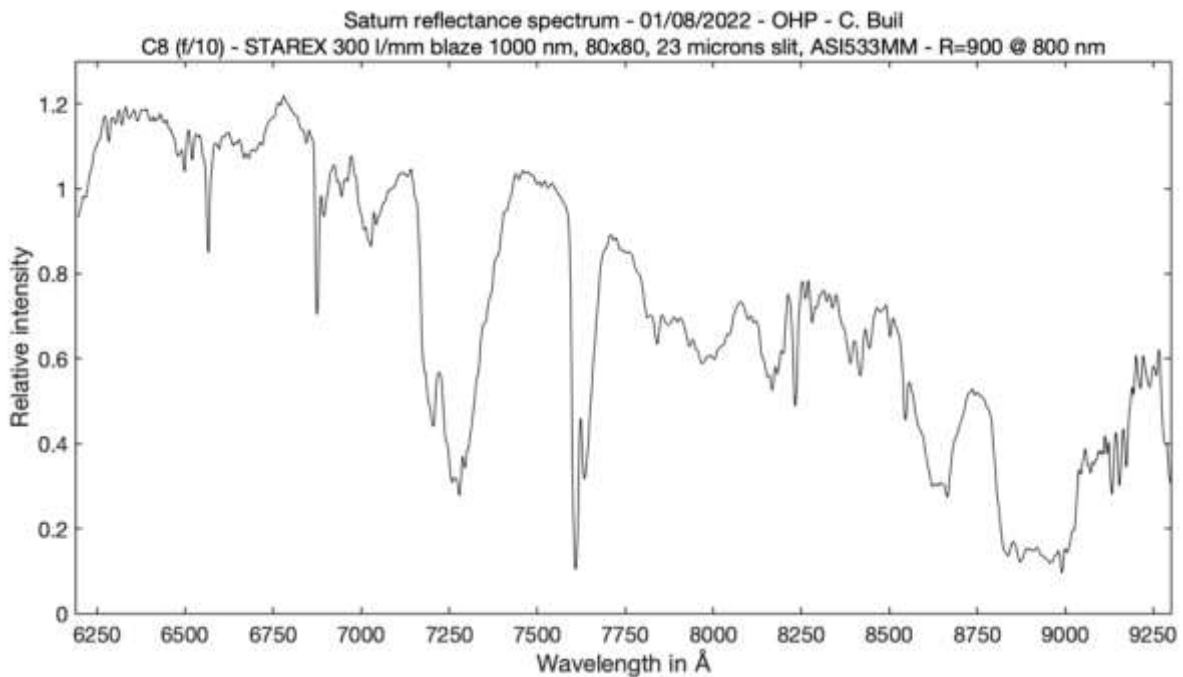
Wir vermuten am Glied des Planeten, an der Seite des Pols, eine Überintensität bei der Wellenlänge des CH₄-Bandes bei 7900 Å. Dies ist das spektrale Bild des berühmten Polarbogens, das wir sehen können, wenn wir Bilder des Planeten im "Methan" machen. Das Interesse der Spektrographie ist es, dieses Phänomen quantifizieren zu können und besser zu verstehen. Hier zum Beispiel das Verhältnis des Spektrums der Polarregion durch das Spektrum der Nordzone (NZ):

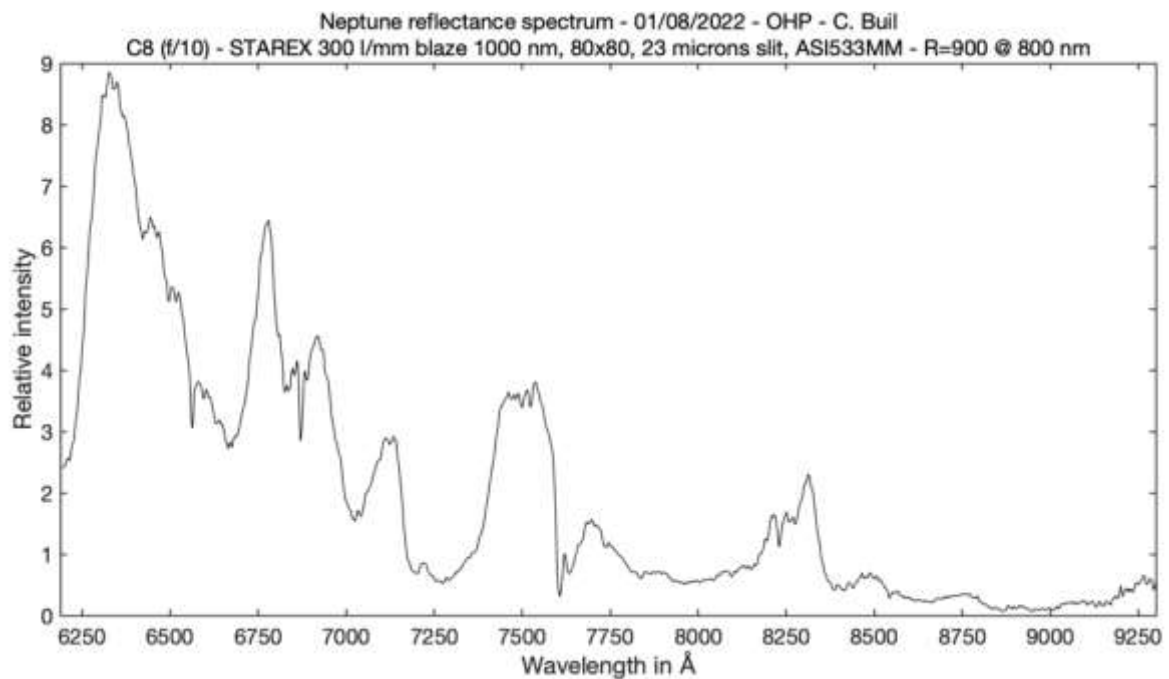
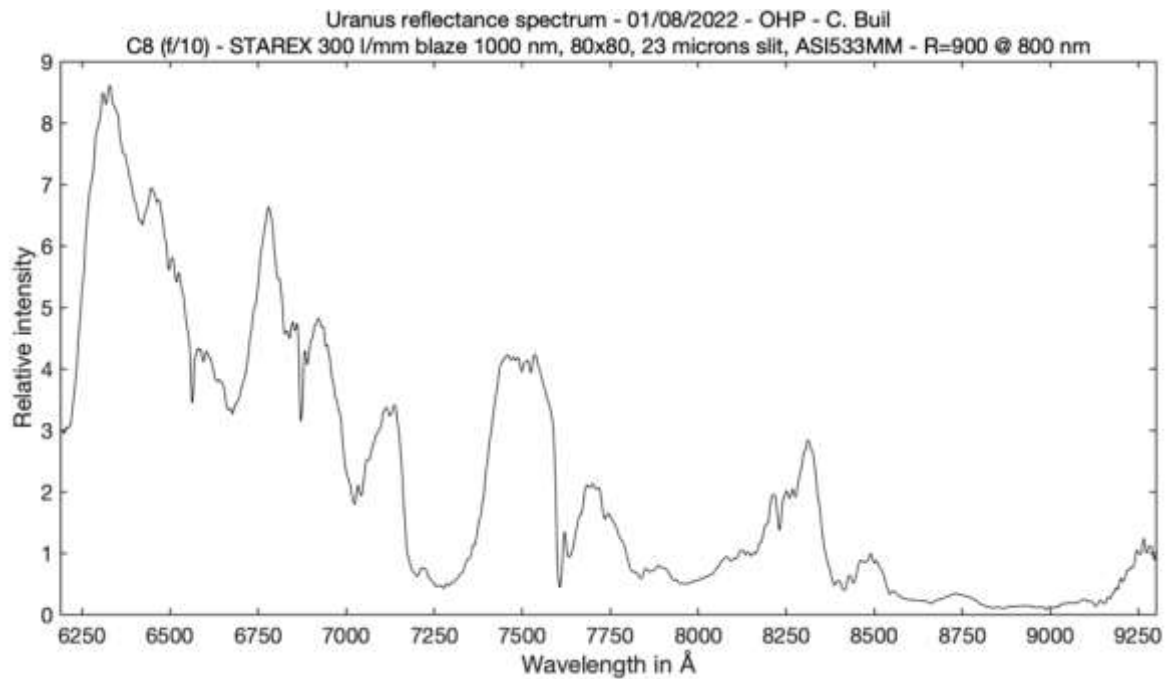


Die Überintensität des Polarbogens bei 7900 Å Wellenlänge ist sehr gut sichtbar. Auch die Details dieser Band sind real.

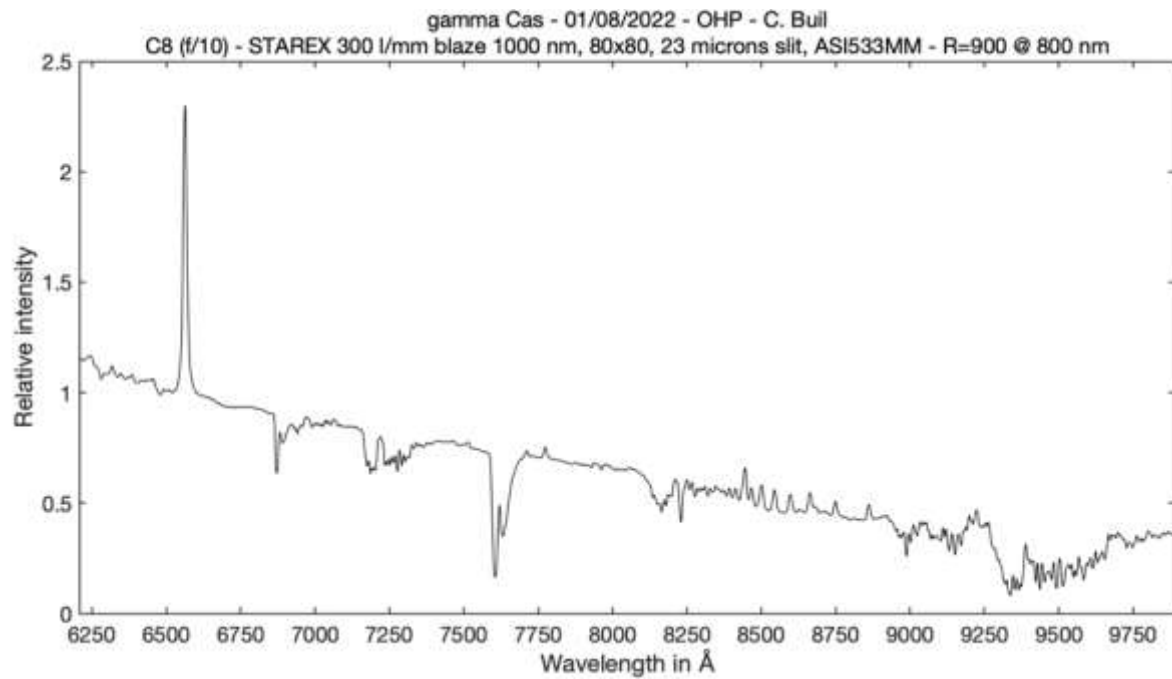
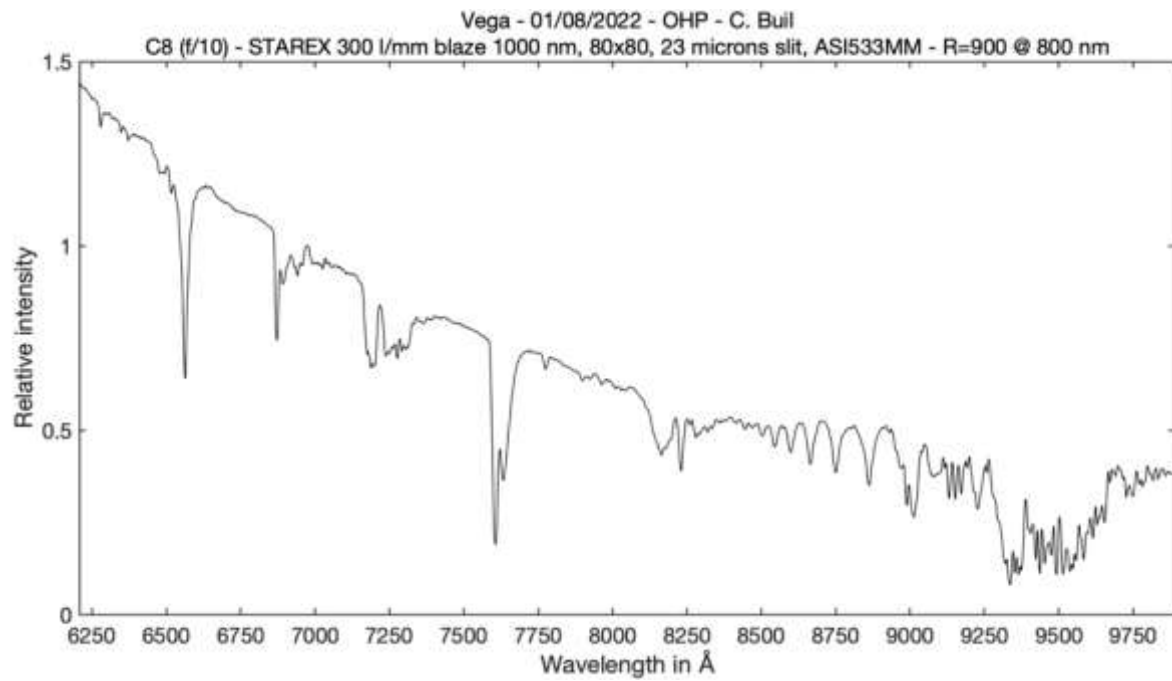
Ein Punkt, der für diese Analyse sehr wichtig ist, ist die Verwendung des Kalibriermodus Nr. 1. Dieser Modus garantiert, dass das spektrale Kalibriergesetz an allen Punkten auf der Scheibe gleich ist. Auch wenn dieses Gesetz fehlerbehaftet ist, sind die Vergleiche zwischen den Regionen sehr relevant und genau. Diese leistungsstarke Technik kann verwendet werden, um die intime Struktur von Planetenoberflächen, Kometen, Galaxien...

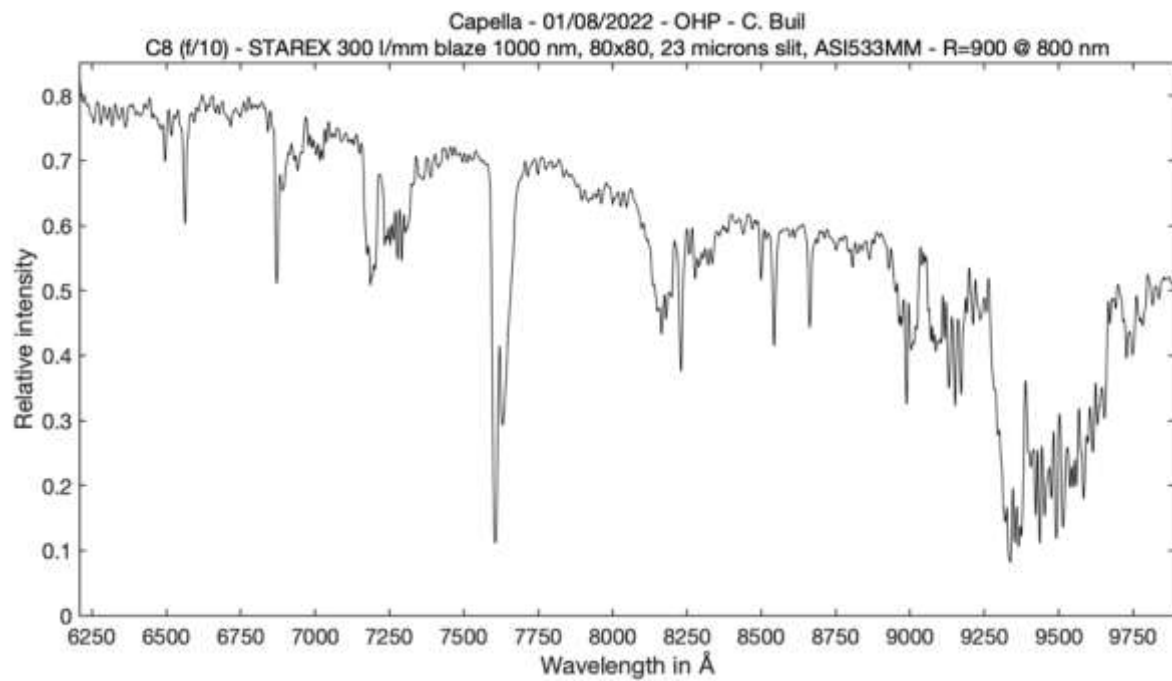
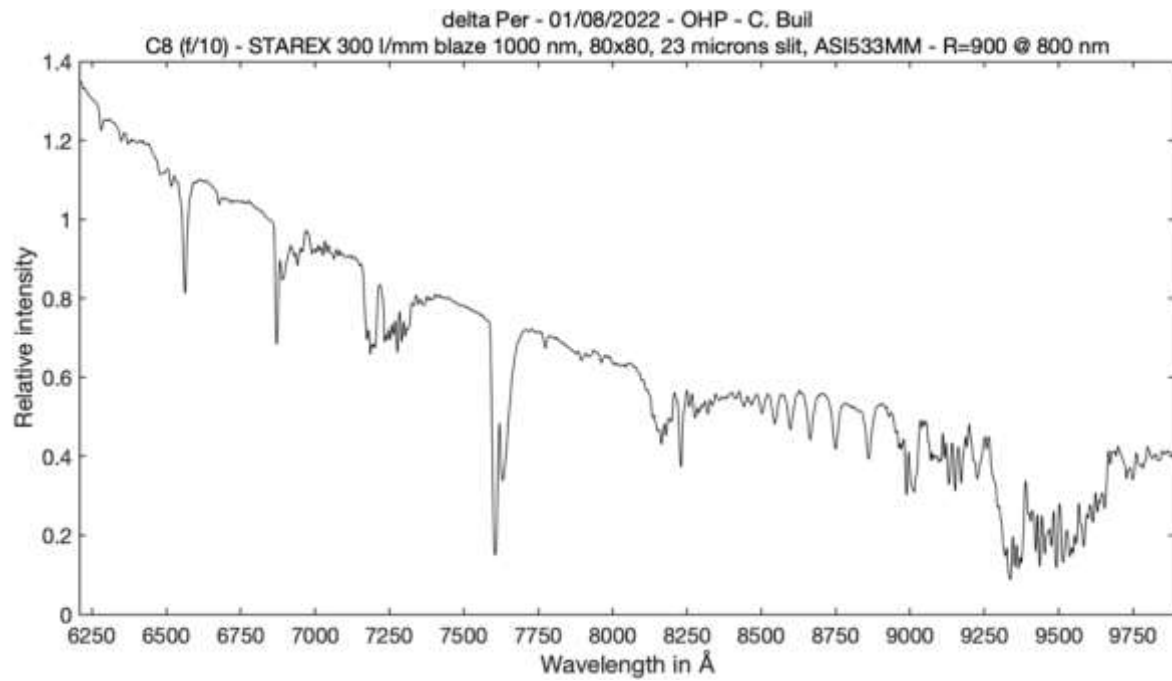
Um das Bild zu vervollständigen, hier ist eine Sammlung von Infrarotspektren von entfernten Planeten und Satelliten, die mit der Ausrüstung erworben wurden, die wir in diesem Abschnitt beschrieben haben, zusammen mit der Verarbeitungstechnik. Beachten Sie, wie Uranus und Neptun wie Kohle im Infraroten "glühen"... :





Schließlich sind hier die Infrarot-Spektrotras von Vega (Typ A0V) und Gamma Cas (Typ Be star, mit der Pashen Serie von Wasserstoff in der Emission), Delta Per (Typ B5III) und Capella (G3III), die die Leistung dieser Konfiguration "Star'Ex infrared" veranschaulichen:





11: Die Observation Datei

In den vorherigen Abschnitten haben wir gesehen, wie man die Beobachtungsdatei über die Registerkarte "Beobachtungen" der präzeninterne Editor-Schnittstelle schreibt. Diese Datei, nach dem Speichern, wird im aktuellen Arbeitsordner mit einem Namen gefunden, der mit der Erweiterung .yaml endet. In der Tat entspricht es dem YAML-"Standard", der in der Computerwelt für den Austausch von Parametern zwischen den Anwendungen bekannt ist. Sie können diese Datei mit einem einfachen Textprozessor perfekt erstellen und bearbeiten. Es kann auch von einer Drittanbieter-Software geschrieben werden, zum Beispiel die Acquisition-Software selbst, wie wir in der Nacht beobachten. Hier sind einige Erklärungen zur internen Konstitution dieser Beobachtungsdatei, falls Sie mit der Programmierung beginnen möchten. Das angezeigte Layout ist eine Art Standard für specINTI, der respektiert werden muss, um von letzterem verstanden zu werden.

Hier ein typischer Inhalt:

```
*****
```

Altair

```
*****
```

- Altair Katalog
- altair- - generischer Zieldateiname
- 13 - Anzahl der Zielspektralbilder
- Altairone- - generischer Spektrallampen-Felbenname
- 1 - Anzahl der Spektrallampenbilder
- altair-tung- - generischer flacher Lampendatenname
- 18 - Anzahl der flachen Bilder
- n900- - generischer Name der dunklen Dateien
- 16 - Anzahl der dunklen Bilder
- o- - generischer Offset-Dateiname
- 25 - Anzahl der Offset-Dateien
- keine optische Atmosphärenübertragung

```
*****
```

Beachten Sie zunächst, dass Sie Kommentare einfügen können, wo immer Sie wollen, was die Lesbarkeit verbessert. Ein Kommentar beginnt mit dem Zeichen " " " " .

Jedes zu verarbeitende Zielobjekt hat einen Datenblock. Es gibt also so viele Blöcke wie beobachtete Objekte. Der Anfang eines Blocks ist durch einen Text (oder Schlüssel) gekennzeichnet, gefolgt von einem Doppelpunkt ":".

Der Text in der Präambel wird nur verwendet, um den aktuellen Block von den vorherigen oder folgenden Blöcken abzugrenzen. Untereres Fall oder oberem Gehäuse, oder sogar Leerzeichen sind möglich. Zum Beispiel hätten Sie "Meine schöne Beobachtung von Altair" schreiben können.

Meine schöne Beobachtung von Altair:

Dann kommen 12 Zeilen (diese Zahl wird auferlegt, ohne Kommentare), die die tatsächliche Beobachtung eines bestimmten Ziels beschreiben, in diesem Fall das Spektrum des Sterns Altair (dies ist ein Beispiel). Jede Zeile muss mit einem Strich beginnen " - ", gefolgt von mindestens einem Blank. Die Reihenfolge dieser Linien muss in Bezug auf ihre Bedeutungen zwingend eingehalten werden.

Zeile 1: die "offizielle" Bezeichnung des Sterns, die in den Katalogen zu finden ist und nicht im CDS enthalten ist. Für diesen Stern konnten wir noch "HD 187642" oder "53 Aql" wählen, und wir würden dann schreiben:

- HD187642

oder

- 53 Aql

Zeilen 2 und 3: Der generische Name der Rohbilder im FITS-Format des zu verarbeitenden Sterns und die entsprechende Bildzahl in der Sequenz. Im Beispiel sind die Bilddateien der Sequenz auf der Speicherplatte benannt: altair-1, altair-2..., altair-13. Der Lesbarkeit steht gerne auf, dass der generische Name, der den Bilddateien gegeben wird, mit einem Strich endet, wie in diesem Beispiel.

Zeilen 4 und 5: der generische Name der Spektralkalibrierdateien und deren Anzahl. Beachten Sie, dass Sie unbedingt den Namen der Datei wählen können. Im Beispiel gibt es nur eine Kalibrierdatei, die "altair-neon-1" genannt wird.

Die Zeilen 6 und 7: der generische Name der Flachfeldbilder und deren Zahl. Hier haben wir die Sequenz altair-tung-1, altair-tung-2..., Altair-Tung-18. Wir werden später erklären, wie diese Bilder aufgenommen wurden. Diese Bilder werden durch specINTI kombiniert, um eine "Master-Wohnung" zu erzeugen, die unter dem reservierten Namen "-flach" im Arbeitsordner gespeichert ist.

Linien 8 und 9: der generische Name der dunklen Signalbilder und deren Zahl. Im Beispiel verwendet man 16 Bilder von dunkel exponierten 900 Sekunden in der Dunkelheit, die man zu nennen beschloss: n900-1, n900-2..., n900-18. Diese Bilder werden automatisch von specINTI kombiniert, um einen "Dunkelmaster" (und die Datei "-offset ") zu erstellen.

Die Linien 10 und 11: der generische Name der Bilder des Offsetsignals und deren Zahl. Hier: o-1, o-2..., o-25. Diese Bilder werden im Dunkeln mit einer sehr kurzen Belichtungszeit aufgenommen. specINTI verwendet diese einzelnen Bilder, um automatisch ein "Master-Offset"-Bild (und die "Dark"-Datei) zu erzeugen.

Zeile 12: der Name einer FITS-Datei, die das atmosphärische Übertragungsspektrum zum Zeitpunkt der Beobachtung und im Blickfeld des Ziels enthält. Zur Einfachheit nutzen wir hier keine solche Datei und geben deshalb den Namen "none" an.

Wenn diese 12 Zeilen zwingend sind, ist es möglich, dass Sie nicht alle notwendigen Dateien haben. Zum Beispiel hast du vergessen, die Flachfeldbilder (die nicht gut sind!) zu erwerben. Wie kann man das machen?

Der Trick besteht darin, eine Nullanzahl an Bildern für die entsprechende Sequenz anzugeben. Nehmen wir zum Beispiel an, dass Sie keine Flachbildschirme für diese Beobachtung haben. In diesem Fall würden Sie so etwas wie :

- Altairone- - generischer Spektrallampen-Felbenname
- 1 - Anzahl der Spektrallampenbilder
- altair-tung- - generischer flacher Lampendatenname
- 0 - Anzahl der flachen Bilder
- n900- - generischer Name der dunklen Dateien
- 16 - Anzahl der dunklen Bilder

Der generische Name der Sequenz spielt keine Rolle, und man könnte schreiben:

- pas de flat-field - generischer flacher Lampenakten
- 0 - Anzahl der flachen Bilder

specINTI wird Ihre Spektren immer mit den Daten verarbeiten, aber Vorsicht wäre die Verfügbarkeit des Dateitrios "flach, dunkel, Offset" ist wirklich die Regel, um Ihre Beobachtungen gut zu nutzen.

Die Beobachtungsdatei zeigt ihre Macht, wenn Sie verstehen, dass es möglich ist, mehrere Ziele in einer Reihe vollautomatisch zu verarbeiten. Alles, was Sie tun müssen, ist die Zielblöcke zu kopieren und einzufügen, wobei sich die Dateistruktur wiederholt. Zum Beispiel:

Altair

- Altair Katalog
- altair- - generischer Zieldateiname
- 13 - Anzahl der Zielspektralbilder
- Altairone- - generischer Spektrallampen-Felbenname
- 1 - Anzahl der Spektrallampenbilder
- altair-tung- - generischer flacher Lampendatenname
- 18 - Anzahl der flachen Bilder
- n900- - generischer Name der dunklen Dateien
- 16 - Anzahl der dunklen Bilder
- o- - generischer Offset-Dateiname
- 25 - Anzahl der Offset-Dateien
- keine optische Atmosphärenübertragung

Vega:

- Vega Katalogname
- vega- - generischer Dateiname
- 18 - Anzahl der Zielspektralbilder
- vegaone- - generischer Spektrallampen-Felbenname
- 1 - Anzahl der Spektrallampenbilder
- altair-tung- - generischer flacher Lampendatenname
- 18 - Anzahl der flachen Bilder
- n900- - generischer Name der dunklen Dateien
- 16 - Anzahl der dunklen Bilder
- o- - generischer Offset-Dateiname
- 25 - Anzahl der Offset-Dateien
- keine optische Atmosphärenübertragung

Hier berechnet SpektrINTI erst das Spektrum des Sterns Altair, dann weiter mit der Verarbeitung des Spektrums des Sterns Vega. Sie können so viele Zielblöcke in die Beobachtungsdatei einbeziehen.

Beachten Sie im Beispiel, dass wir für die Verarbeitung des Sterns Vega die gleichen Kalibrierdaten (gleiches Flat-Field, gleiche Dunkelheit usw.) verwenden. Das ist nicht zwingend, aber in der Praxis oft der Fall.

Wie die Dinge geschrieben sind, berechnet spektrINTI für jedes Objekt die Hauptbilder von Flat-Field, Dunkel und Offset, wobei jeder Block unabhängig von den anderen ist. Diese Berechnung ist glücklicherweise schnell, aber es gibt eine elegantere Möglichkeit, die Beobachtungsdatei "Batch" zu schreiben, wie das folgende Beispiel zeigt:

Altair

- Altair Katalog
- altair- - generischer Zieldateiname
- 13 - Anzahl der Zielspektralbilder
- Altairone- - generischer Spektrallampen-Felbenname
- 1 - Anzahl der Spektrallampenbilder
- altair-tung- - generischer flacher Lampendatenname

- 18 - Anzahl der flachen Bilder
- n900- - generischer Name der dunklen Dateien
- 16 - Anzahl der dunklen Bilder
- o- - generischer Offset-Dateiname
- 25 - Anzahl der Offset-Dateien
- keine optische Atmosphärenübertragung

Vega:

- Vega Katalogname
- vega- - generischer Dateiname
- 18 - Anzahl der Zielspektralbilder
- vegaone- - generischer Spektrallampen-Felbenname
- 1 - Anzahl der Spektrallampenbilder
- "Flat" - generischer flacher Lampenfiles
- 0 - Anzahl der flachen Bilder
- Name der generischen dunklen Dateien
- 0 - Anzahl der dunklen Bilder
- Name der generischen Offset-Dateien
- 0 - Anzahl der Offset-Dateien
- keine optische Atmosphärenübertragung

Die Art und Weise, es zu verstehen, ist, dass specINTI bei der Verarbeitung des ersten Ziels (Altair) die Stammdaten Flat-Field, Dunkel und Offset erzeugt und sie im Arbeitsverzeichnis mit den jeweiligen reservierten Namen "-flach", "dark" und "offset" speichert. Wenn Sie Ihr Datenspeichersystem untersuchen, finden Sie diese Dateien.

Für die Verarbeitung des zweiten Objekts "Vega" stellen wir sicher, dass specINTI die vorkalkulierten Masterbildern verwenden und nicht die gesamten Masterbilder neu berechnen soll. Um dies zu tun, müssen Sie nur den für die entsprechenden Zeilen reservierten Namen angeben und den Wert 0 für die Anzahl der Bilder festlegen. In dieser Situation ist die Berechnung natürlich schneller.

Dieser Prozess ist flexibel, weil die fraglichen Dateien in einer früheren Sitzung vor einem Tag, vor einem Monat... Sie müssen diese Master-Bilder nur in den aktuellen Arbeitsordner kopieren.

Tipp: Nehmen wir an, dass Sie in einer langen Folge von Sternen, die in der Beobachtungsdatei beschrieben sind, nicht die Daten eines oder mehrerer dieser Objekte verarbeiten wollen. Es ist nicht nötig, eine bestimmte Beobachtungsdatei zu schreiben, in der Sie die Blöcke unerwünschter Objekte löschen müssten. Der einfachste Weg, dies zu tun, ist, eine Nullzahl für die Abfolge von "Wissenschafts"-Bildern anzugeben, die Sie nicht verarbeiten möchten. So im Beispiel :

Altair

- Altair Katalog
- altair- - generischer Zieldateiname
- 0 - Anzahl der Zielspektralbilder
- Altairone- - generischer Spektrallampen-Felbenname
- 1 - Anzahl der Spektrallampenbilder
- altair-tung- - generischer flacher Lampendatenname
- 18 - Anzahl der flachen Bilder
- n900- - generischer Name der dunklen Dateien
- 16 - Anzahl der dunklen Bilder
- o- - generischer Offset-Dateiname
- 25 - Anzahl der Offset-Dateien
- keine optische Atmosphärenübertragung

Vega:

- Vega Katalogname
- vega- - generischer Dateiname
- 18 - Anzahl der Zielspektralbilder
- vegaone- - generischer Spektrallampen-Felbenname
- 1 - Anzahl der Spektrallampenbilder
- altair-tung- - generischer flacher Lampendatenname
- 18 - Anzahl der flachen Bilder
- n900- - generischer Name der dunklen Dateien
- 16 - Anzahl der dunklen Bilder

- o- - generischer Offset-Dateiname
- 25 - Anzahl der Offset-Dateien
- keine optische Atmosphärenübertragung

Die Art und Weise, es zu verstehen, ist, dass specINTI bei der Verarbeitung des ersten Ziels (Altair) die Stammdaten Flat-Field, Dunkel und Offset erzeugt und sie im Arbeitsverzeichnis mit den jeweiligen reservierten Namen "-flach", "dark" und "offset" speichert. Wenn Sie Ihr Datenspeichersystem untersuchen, finden Sie diese Dateien.

Für die Verarbeitung des zweiten Objekts "Vega" stellen wir sicher, dass specINTI die vorkalkulierten Masterbildern verwenden und nicht die gesamten Masterbilder neu berechnen soll. Um dies zu tun, müssen Sie nur den für die entsprechenden Zeilen reservierten Namen angeben und den Wert 0 für die Anzahl der Bilder festlegen. In dieser Situation ist die Berechnung natürlich schneller.

Dieser Prozess ist flexibel, weil die fraglichen Dateien in einer früheren Sitzung vor einem Tag, vor einem Monat... Sie müssen diese Master-Bilder nur in den aktuellen Arbeitsordner kopieren.

Tipp: Nehmen wir an, dass Sie in einer langen Folge von Sternen, die in der Beobachtungsdatei beschrieben sind, nicht die Daten eines oder mehrerer dieser Objekte verarbeiten wollen. Es ist nicht nötig, eine bestimmte Beobachtungsdatei zu schreiben, in der Sie die Blöcke unerwünschter Objekte löschen müssten. Der einfachste Weg, dies zu tun, ist, eine Nullzahl für die Abfolge von "Wissenschafts"-Bildern anzugeben, die Sie nicht verarbeiten möchten. So im Beispiel :

Altair

- Altair Katalog
- altair- - generischer Zieldateiname
- 0 - Anzahl der Zielspektralbilder
- Altairone- - generischer Spektrallampen-Felbenname
- 1 - Anzahl der Spektrallampenbilder
- altair-tung- - generischer flacher Lampendatenname
- 18 - Anzahl der flachen Bilder
- n900- - generischer Name der dunklen Dateien
- 16 - Anzahl der dunklen Bilder
- o- - generischer Offset-Dateiname
- 25 - Anzahl der Offset-Dateien

- keine optische Atmosphärenübertragung

Vega:

- Vega Katalogname

- vega- - generischer Dateiname

- 18 - Anzahl der Zielspektralbilder

- vegaone- - generischer Spektrallampen-Felbenname

- 1 - Anzahl der Spektrallampenbilder

- altair-tung- - generischer flacher Lampendatenname

- 18 - Anzahl der flachen Bilder

- n900- - generischer Name der dunklen Dateien

- 16 - Anzahl der dunklen Bilder

- o- - generischer Offset-Dateiname

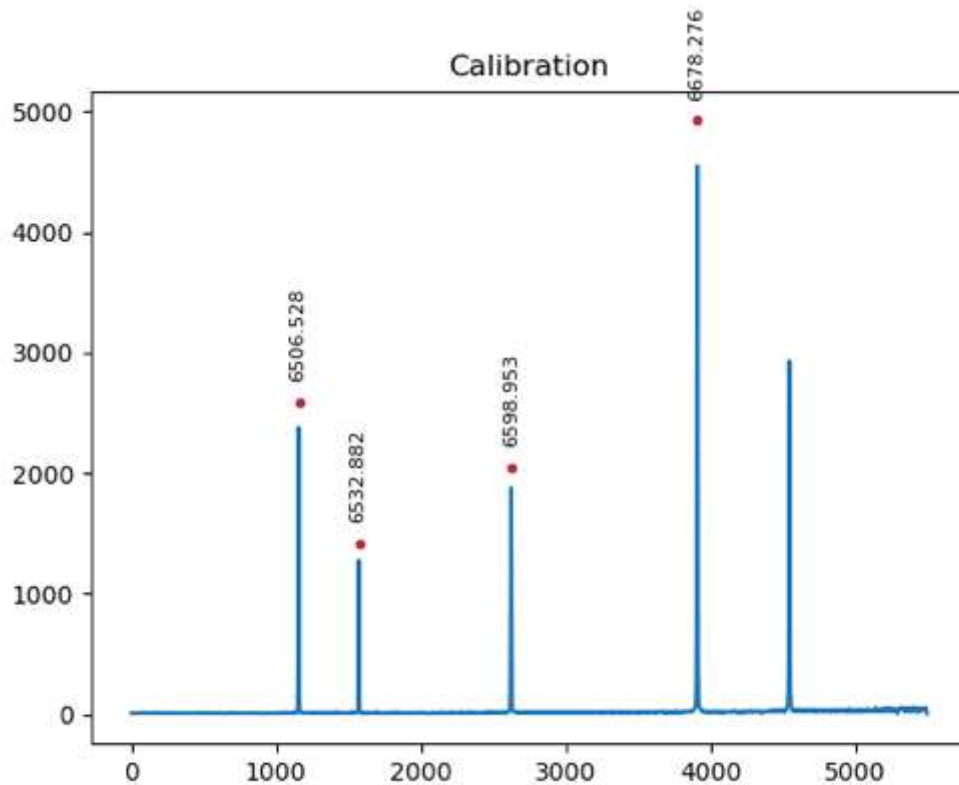
- 25 - Anzahl der Offset-Dateien

- keine optische Atmosphärenübertragung

12: Kalibriermodi

Einige der Kalibriermodi, die mit specINTI zur Kalibrierung von Wellenlängenspektren verwendet werden können, wurden in den vorherigen Abschnitten beschrieben. Diese Modi decken den größten Teil der Bedürfnisse nach Situationen ab, die eng mit der Funktionsweise des Spektrographen oder der Art des beobachteten Objekts zusammenhängen. Der Modus wird der Software über den Parameter "calib-mode" angezeigt. Hier ist die komplette Liste mit einer kurzen Beschreibung.

Modus 0 : Dies ist der Modus, der in der Spektrographie als "Standard" angesehen werden kann. Sie verwenden eine Kalibrierlampe mit Emissionslinien (Neon, Argon, Quecksilber...) und wenn möglich, nehmen Sie ein Spektrum dieser Lampe vor und nach der Beobachtungssitzung der wissenschaftlichen Bilder des Zielobjekts. specINTI verwendet das Spektrum dieser Lampe, um das kalkalibrierliche Polynom automatisch zu berechnen (Dispersion-Gesetz, das sich auf die bildnerische Daten bezieht) automatisch zu berechnen. Danach das charakteristische Spektrum einer spektralen Kalibrierlampe mit Emissionslinien (entzogen aus dem Spektrum einer Entladungslampe mit Neongas):



Modus 1: Sie haben bereits die Begriffe der charakteristischen Spektralkalibrierungspolynomial Ihres Spektrografen bewertet - eine Art Hardware-Konstante. Für diese Auswertung haben Sie das Spektrum einer Spektrallampe mit Emissionslinien oder Absorptionslinien eines heißen Sterns des Spektraltyps A oder B verwendet. Dieses Dispersionsgesetz kann mit einer anderen Software als specINTI (VisualSpec, ISIS, ...) oder mit specINTI selbst berechnet werden (siehe Abschnitt 5.4). Dieses Polynom wird direkt auf die zu verarbeitenden Daten angewendet und Sie müssen während der gesamten Beobachtungssitzung keine Kalibrierquelle verwenden. Dieser Modus Nr. 1 wird "experimentell" oder "Test"-Modus genannt, da es schwierig ist, normal zu verwenden, da nichts sagt, dass die Kalibrierfunktion während der Sitzung stabil ist, je nach Temperatur,... Die Verwendung des generischen Dispersionspolynoms kann zu erheblichen Kalibrierfehlern führen. Es gibt jedoch Situationen, in denen der Modus 1 sehr nützlich sein kann. Zum Beispiel in der Planetenspektrographie, wenn man versucht, das Spektrum mehrerer Regionen der Oberfläche zu vergleichen, erleichtert die Möglichkeit, das Kalibrierungspolynom zu fixieren, die Analyse erheblich.

Modus Nr. 2 : Dieser Modus wird zwischen den zuvor beschriebenen Modi um 0 und 1 gemischt. Die Idee ist, dass ein Phänomen der mechanischen Biegen des Spektrografen, das je nach dem Punkt des Himmels zeige oder nach einer thermoplastischen Verformung präsentiert ist, zur ersten geordneten Übersetzung des Bildes des Spektrums auf dem Detektor führt. Nehmen wir die folgende Kalibrierung an, die Reihenfolge 3:

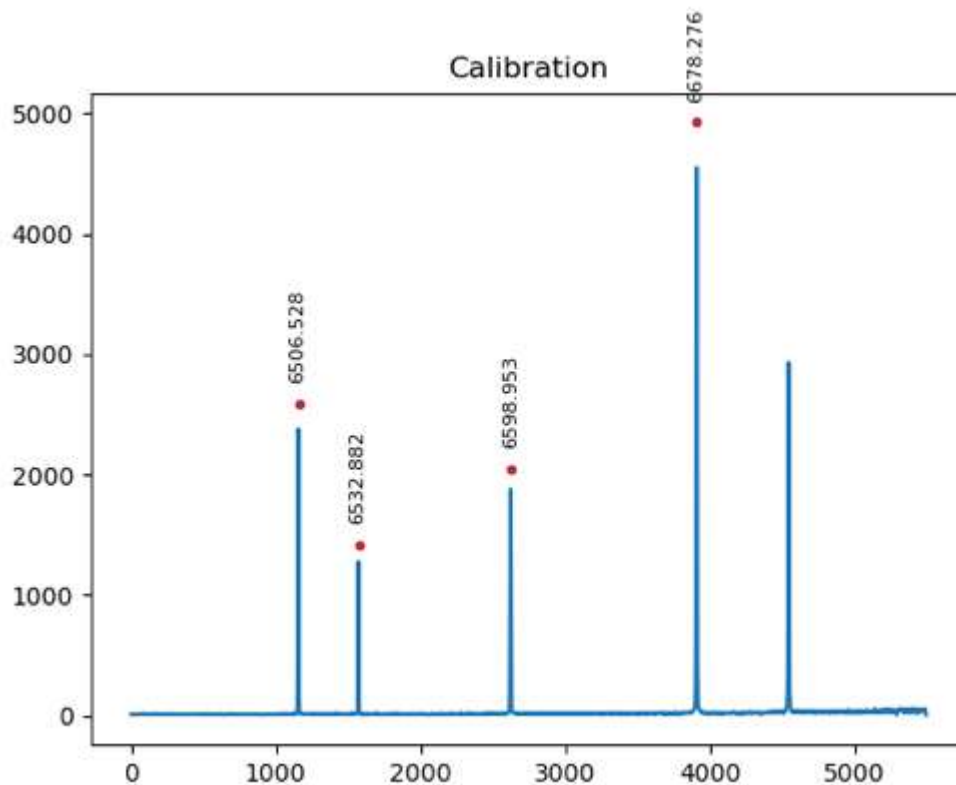
$$\text{Lambda} - A3 \times X^3 + A2 \times X^2 + A1 \times X + A0$$

mit Lambda, der Wellenlänge, X der Rang eines Pixels im Bild entlang der Spektralachse und (A0, A1, A2, A3), die Koeffizienten des Kalibrierpolynoms.

Es wird angenommen (was auch bestätigt wird), dass, wenn das Gerät eine mechanische oder thermische Verformung durchläuft, der Begriff A0 ist, der meist betroffen ist. Das bedeutet, dass das Spektrum trotz dieser Unfälle während der Sitzung (oder mehreren Sitzungen) mit sich selbst bis auf eine Übersetzung übereinstimmt. Zum Beispiel ändert sich die durchschnittliche Skala (A1-Begriff) nicht. Wir sagen, dass das Spektrum affin bleibt. Die Begriffe mit höherer Ordnung sind auch einigermaßen konstant, solange die Übersetzung nicht beträchtlich ist (z. B. ein paar Pixel zu ein paar Dutzend Pixel, wie in der Regel).

Letztendlich besteht der Kalibriermodus Nr. 2 aus: (1), um alle Begriffe des Kalibrierungspolynoms nur einmal zu bewerten, indem man eine breite Band-Spektrallampe beobachtet oder möglicherweise, aus Mangel an einem besseren Begriff, die Linien der Balmer-Serie der A- oder B-Stärke, deren Positionen gut definiert und bekannt sind, (2) zu berücksichtigen, dass dieser Polynom nicht spezifisch ist.

Der Modus 2 löst ein schwieriges und recht häufiges Problem: Es ist die Lösung, wenn Ihre Spektrallampe am Teleskop nicht genug Linien bietet, um den gesamten Spektralbereich, der vom Spektrographen beobachtet wird, abzudecken, oder wenn die Linien der Lampe nicht sehr intensiv und schlecht verteilt sind. Dieser Modus Nr. 2 ist besonders nützlich, wenn Sie in geringer spektraler Auflösung mit einem Spektrographen arbeiten, der eine breite Palette von Wellenlängen abdeckt.



Modus Nr. 3: specINTI führt eine spektrale Kalibrierung mit den Linien einer Standardlampe durch, die den Spektrographen bei der Beobachtung der Sterne beleuchtet. Die Kalibrierungsbeleuchtung nimmt idealerweise die Form einer permanenten Beleuchtung mit geringer Intensität des Teleskopspiegels bei der Beobachtung der "Wissenschaft"-Ziele an (die Helligkeit dieser Kalibrierquelle wird so angepasst, dass sein elektronisches Signal nach einer langen Belichtungszeit nur einen Bruchteil des Dynamikumfangs des Sensors darstellt). Jede elementare Belichtung der Ziele

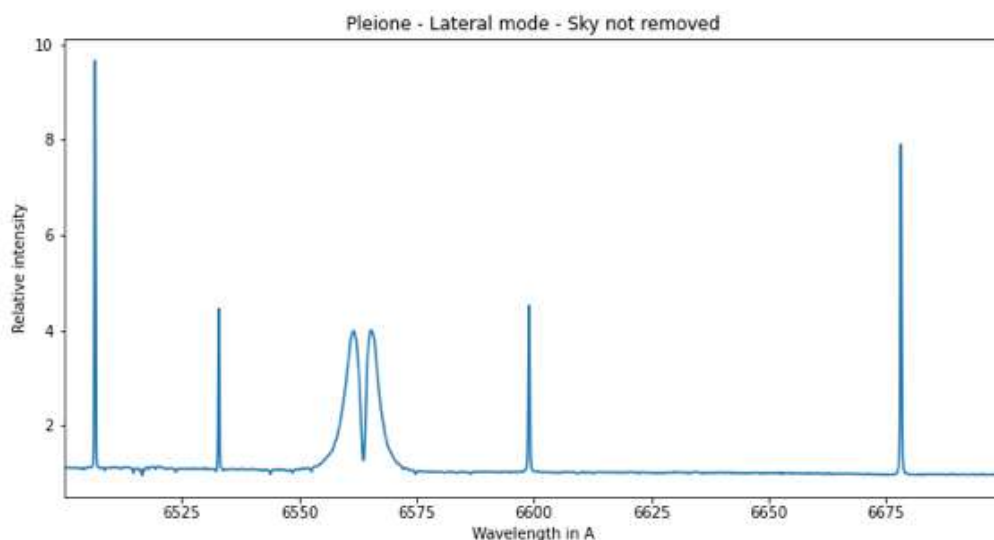
ist daher mit einem Kalibrierspektrum verbunden, das im Spektrum des Ziels selbst gedruckt wird. Am Ende gibt es in der Tat eine Überlagerung von zwei Spektren. Dies wird als seitlicher Kalibriermodus bezeichnet, da die Kalibrieremissionsleitungen auf beiden Seiten der Spektrumsspur erscheinen. Während des Behandlungsprozesses wird dieses Kalibrierspektrum aus dem wissenschaftlichen Spektrum gelöscht. Im Vorfeld wird das Kalibrierspektrum analysiert, um das kalibrierte Polynom automatisch zu extrahieren, das perfekt an die zu verarbeitenden Daten angepasst ist.

Das Interesse des Modus 3 ist die gleichzeitige Einnahme des Zielspektrums und der spektralen Kalibrierquelle. So wirken sich mechanische Biegen oder thermische Verformungen nicht mehr auf die Qualität der Spektalkalibrierung aus. Das öffnet den Weg für leichte und wirtschaftliche Spektrographen wie das Star'Ex-Instrument. Der seitliche Modus wie beschrieben ist ein echter Durchbruch in der Welt der Amateurspektrographie, der sich ganz anders annähern kann. Diese Art des Tuns ist nicht neu: mit unterschiedlichen technischen Mitteln, aber für ein identisches Ziel, dank der Kalibrierung parallel zu den wissenschaftlichen Aufnahmen, dass man Radialgeschwindigkeitsmessungen von sehr hoher Präzision erkennt, zum Beispiel beim Ursprung der Entdeckung von Exoplaneten. Der Modus Nr. 3 ist besonders an die Spektrographie mit hoher Spektralaufösung angepasst ($R > 10000$).

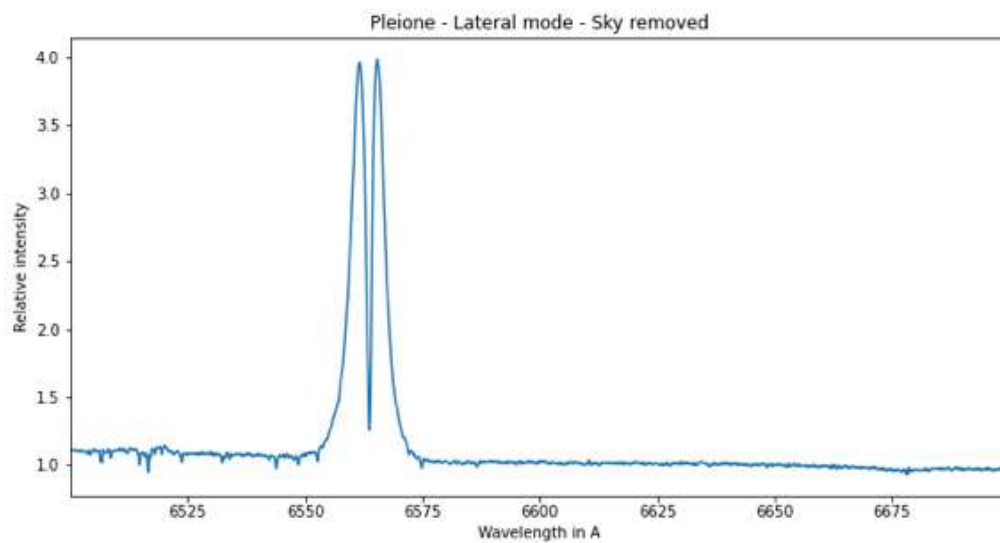
Das Bild unten zeigt ein Bild des Spektrums des Sterns Pleione (in Messier 45), das mit einem Teleskop mit 100 mm Durchmesser gewonnen wurde, ist ein Star'Ex-Spektrograf, der mit hoher spektraler Auflösung betrieben wird. Wir sind im lateralen Modus gut,



Dieses gleiche Pleion-Spektrum, aber in Form eines Spektralprofils, während die Kalibrierleitungen nicht entfernt wurden:



Unten ist das Spektrum nach dem Entfernen der Kalibrierleitungen durch die Software. Sein Aussehen ist nun üblich geworden (Parameter "sky-remove" nimmt den Wert 1 in der Konfigurationsdatei, was auch das Standardverhalten von specINTI ist).

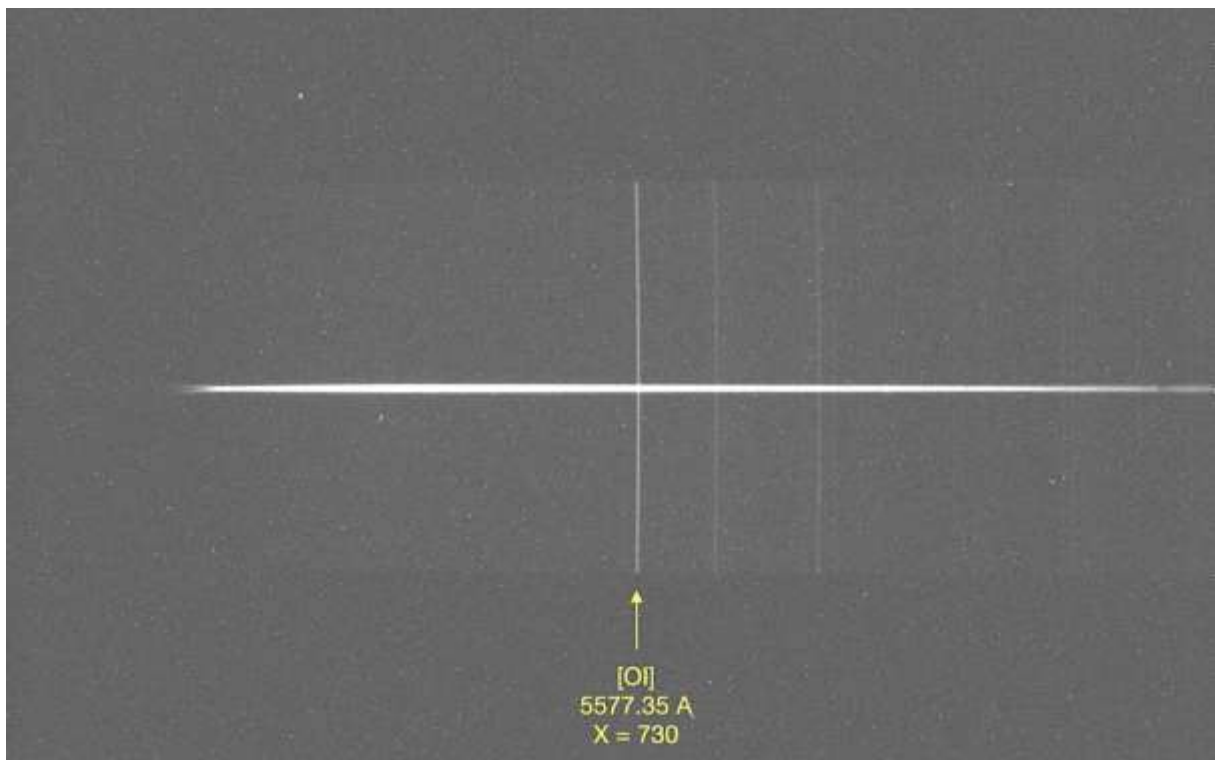


Auf dem Bild gegenüber, die Beleuchtung des Spiegels eines Newton-Teleskops mit einem Durchmesser von 250 mm Durchmesser durch 4 Neonlampen, die auf den Ästen der Nebenspinne befestigt sind.

Modus Nr. 4: Dieser Modus ist zwischen dem Modus 0 und dem Modus Nr. 3. Die Begriffe des Kalikapspolynoms werden durch die Wahl einer spektralen Lampe bewertet, die reich an Linien ist (möglicherweise auf einem Tisch, außerhalb des Teleskops, also mit relativ schweren Mitteln, siehe Abschnitt 3). Diese Koeffizienten gelten dann als Konstanten des Instruments oder zumindest als Werte, die nicht häufig aktualisiert werden. specINTI verwendet dann das seitliche Spektrum zur Neukalibrierung des Begriffs A0 des Polynoms, der sich als Funktion der Zeit oder der Teleskopzeichnung entwickeln kann.

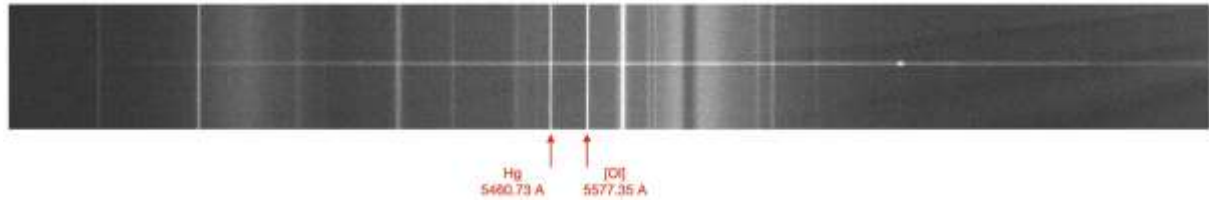
Der Modus Nr. 4 kann bei der Beobachtung unter einem verschmutzten Himmel in einer Stadt in Gegenwart von Natrium- oder Quecksilber-Stadtbeleuchtungslampen verwendet werden: Diese Verschmutzungsquelle wird dann als Vorteil genutzt, da sie die Äquivalent einer freien und dauerhaften Standardlampe bietet. Dies ist einer der seltenen Fälle, in denen Lichtverschmutzung für etwas Positives in der Astronomie verwendet wird! Wenn das Observatorium sehr isoliert von der Lichtverschmutzung ist, ist es manchmal möglich, Linien zu nutzen, die von der oberen Atmosphäre emittiert werden, insbesondere die grüne Linie bei 5577 Å, die immer bei Arbeiten in geringer Auflösung vorhanden ist. Diese Verwendung künstlicher oder natürlicher Linien, die vom Himmel selbst kommen, ist natürlich sehr einfach, aber auch genau, ohne Kalibrierungsverzerrung, da die Strahlen, die vom wissenschaftlichen Ziel kommen, und die Kalibrierquelle dem gleichen optischen Weg folgen, der der Heilige Gral in Bezug auf die Kalibrierung ist.

Um zu veranschaulichen, ist das Bild unten das 2D-Spektrum eines Sterns, der in einem Wüstengebiet in Chile hergestellt (2SPOT) mit einem Alpy600-Spektrografen verwendet: Wir verwenden hier die atmosphärische Fluoreszenzlinie bei 5577 Å, immer mehr oder weniger sichtbar (was der Aurora Borealis übrigens die grüne Farbe verleiht), um die Spektren zu ttarnieren (Anpassung des Å)



Ein weiteres Beispiel für ein niedriges Star'Ex-Spektrum des Sterns HL Tau (beachten Sie die Emission der H-alpha-Linie im richtigen Teil), diesmal im urbanen Umfeld. Die Linien, die für die Kalibrierung im

Modus 4 verwendet werden können, können die von Natrium oder besser, Quecksilber (Hg) sein, das durch urbane Beleuchtung hergestellt wird.



Hier ist ein typisches Beispiel einer Konfigurationsdatei mit Modus 4, mit rot, die Unterschiede in Bezug auf den Modus 3 beschrieben in Abschnitt 4 (hauptsächlich die Wellenlängen und Position der Linien, die zur Berechnung des Parameters A0 des Dispersionspolynoms verwendet werden, derzeit im Wert von 3773.712 A ("calib-coef"-Parameter), aber der nach der Beobachtungszeile geändert wird:

```
*****
*****
```

Sol'EX 300 t/mm Konfiguration - Newton 250 f/4 - 19 Mikronschlitz

- Kalibriermodus 4

```
*****
*****
```

- Arbeitsverzeichnis

Work-Pfad: /Volumes/Samsung-T5/starex-16102021

- Bearbeitung von Stapelndatei

batchname: obs-hltau

- Spektralkalibriermodus

calib-mode: 4

Koeffiziente der spektralen Kalibrierungspolynomial

calib-coef: [-1.336316e-9, 7.98424e-6, 0.96625, 3773.712]

- Binning Breite

Größe: 40

- Sky-Hintergrundberechnungsbereiche

Himmel: [150, 24, 24, 150]

X-Boundaries für geometrische Messungen

xxlimit: [1500, 2500]

Breite in Pixeln des Liniensuchbereichs

search-weit: 40

Längen in der Kalibrierung A-Wellen (erforderlich)

Wellenlänge: [5577.35, 5460.73]

Position in Pixeln (erforderlich)

line-pos: [1857, 1738]

Name der Instrumentalantwortdatei

instrumental-response: Antwort

- Median-Filterkerngröße

Größe des Kernel: -3

- Gaußische Filterung

sigma-gauss: 1.0

- Sky-Hintergrundbewertungsmodus

sky-mode: 1

- Profilextraktion

extract-mode: 1

- Geräusche in E- lesen

Rauschen: 1,5

Elektronischer Gewinn in e-/ADU

gewinn: 0,0418

- Einheitsnormalisierungsbereich

normwave: [6640, 6660]

Profil-Cropping-Bereich

crop-wave: [3850, 7000]

- Länge des Beobachtungsortes

Länge: 7.0940

- Breite der Beobachtungsstelle

Breite: 43.5801

Höhe des Beobachtungspunktes in Metern

Höhe: 40

- Beobachtungsstelle

Liegeplatz: Antibes St-Jean

Beschreibung des Instruments

Inst: Newton250 + SolEx (300) + ASI183MM

Beobachter (optional)

Beobachter: cbuil

13 : Sondermodi

13: Sondermodi

13.1: Modus-1 : Bewertung der Dispersionspolynom mit Absorptionsspektrum

beachten Sie zunächst, dass die Sondermodi durch eine negative Nummerierung unterschieden werden.

Der -1-Modus erlaubt es, die spektrale Dispersionspolynom in des Wertes aus der beobachteten Position der Balmer-Linien (Wasserstoffabsorptionsspektrum) aus specINTI zu berechnen. Das Ideal

dafür ist, einen heißen Stern des Spektraltyps A oder B zu beobachten, da diese Linien intensiv sind. Hier ist das Verfahren. Schreibe eine Konfigurationsdatei wie folgt (Extrakt):

- Spektralkalibriermodus

calib-mode: -1

Wellenlänge der Balmer-Linien

Passweite: [3889.05, 3970.08, 4101.75, 4340.48, 4861.34, 6562.81]

- ungefähre Position der Balmer-Linien in Pixeln

fit-posx: [259, 283, 318, 386, 528, 1012]

- Suchlinie breite Zone

seach-weit: 8

Grad der Kalibrierung Polynom

place: 3

Die Parameter Fit-Wavelength und fit-posx repräsentieren jeweils die Wellenlängen der gewählten Balmer-Linien und ihre ungefähren Pixelkoordinaten im Bild. Wir wählen den Grad des Polynoms durch den Poly-Order-Parameter (hier Grad 3). Denken Sie daran, dass, wenn n die Anzahl der gewählten Balmer-Linien ist, der Grad nicht über n-1 hinausgehen kann. Die Verarbeitung erfolgt an einem Stern, in dem die Balmer-Linien gut kontrastiert sind, zum Beispiel :

HD 223352:

- HD 223352 - Katalogname

- HD 223352- - generischer Dateiname

- 11 - Anzahl der Zielspektralbilder
- HD 223352-Neon- - generischer Spektrallampen-Felfdaten
- 1 - Anzahl der Spektrallampenbilder
- plat- - generischer flacher Lampendatenname
- 32 - Anzahl der flachen Bilder
- Dunkel-1200- - generischer Name der dunklen Dateien
- 5 Anzahl der dunklen Bilder
- Dark-bias- - generischer Offset-Dateiname
- 17 Anzahl der Offset-Dateien
- keine optische Atmosphärenübertragung

Die Verarbeitung stoppt mit der Anzeige des berechneten Dispersionspolynoms (die Verarbeitung des Sterns ist nicht vollständig):

Computerkalibrierungswerte:

-2.6658628005617565e-07, 0,0003809274285578211, 3.4241240909589154, 2991.942942846281

Rückstand 0,04 A

Ende.

Diese Elemente können Sie nun in der Konfigurationsdatei für die eigentliche Bearbeitung melden:

- Spektrale Kalibrierkoeffizienten

calib-coef: [-2.6658628005617566e-07, 0,0003809274285578211, 3.4241240905489154,
2991.9429428]

13.2: Modus-2 : Bewertung der Dispersionspolynom mit einem Emissionsspektrum

Wie der -1-Modus ermöglicht der -2-Modus, die spektrale Dispersionspolynomial des Wertes der Wahl zu berechnen, aber jetzt, indem man ein Emissionsspektrum ausnutzt, das zum Beispiel von einer Referenzspektrallampe kommt.

Die Struktur der Beobachtungsdatei wird z.B. :

```
*****
***
```

POLYNOME DE DISPERSION A PARTIR D'UNE LAMPE NEON:

```
*****
***
```

- Lampe neon > Katalogname
- neon- - generischer Zieldateiname
- 4 Anzahl der Zielspektralbilder
- kein Name generischer Spektrallampenfiles
- 0 - Anzahl der Spektrallampenbilder
- kein Name der generischen Flatlamp-Dateien
- 0 - Anzahl der flachen Bilder
- n600- - generischer Name für dunkle Dateien
- 16 - Anzahl der dunklen Bilder
- o- - generischer Offset-Dateiname
- 29 - Anzahl der Offset-Dateien
- keine optische Atmosphärenübertragung

Hier, neon-1, ... neon-4 sind die Spektrumbilder einer Neonlampe.

Die charakteristische Konfigurationsdatei wird dann wie folgt geschrieben (Auszug):

```
-----
```

```
- Spektralkalibriermodus
```

```
-----
```

```
calib-mode: -2
```

Wellenlänge der Balmer-Linien

Wellenlänge: [6506.53, 6532.88, 6598.95, 6678.28, 4861.34]

- Ungefähre Position der Balmer-Linien in Pixeln

line-pos: [1163, 1574, 2625, 386, 528, 3911]

Grad des Kalibrierungspolynoms zur Bewertung

Poly-Order: 2

Typische vertikale Position der Spektrumspur

Posy: 345

- Linien-Binnhöhe, zwischen 10 und 100 Pixeln

Größe: 40

Die Zeilensuchebreite relativ zur angegebenen Position (optional)

search-weit: 40

Definition der Berechnungsbereiche, um den Linienanlagenwinkel zu finden

Himmel: 40

Typischer Neigungswinkel, der auf der Spektren-Spuren gefunden wurde (optional)

 Neigung: -0.021

Radius der Krümmung der Mühle (optional, aber empfohlen)

smile-radius: -17000

Gaußsche Filterung (optional)

sigma-gauss: 0.5

Die Parameter "Wellenlänge" und "Linie" sind obligatorisch. Sie repräsentieren jeweils die Wellenlängen der ausgewählten Emissionslinien und ihre ungefähren Pixelkoordinaten im Bild. Beachten Sie, dass der Parameter "Auto-Kalib" in diesem -2-Modus nicht einsatzfähig ist, aber auch beachten Sie, dass specINTI Editor eine interaktive Möglichkeit bietet, die Liste der Linienkoordinaten im Kalibrierbild (die erste, z.B. wenn es eine Sequenz ist) durch ein einfaches "Alt-Klick" mit der Maus zu generieren. Dann müssen Sie diese Liste nur als Argument kopieren und an den Parameter "Zeile" einfügen. Der Parameter "posy", obligatorisch, gibt die ungefähre vertikale Koordinate in Pixeln der Spur der zu kalibrierenden Sternspektren an (in der allgemeinen Bildmitte entlang der vertikalen Achse). Es ist auch notwendig, den Parameter "limer-Größe" einzuschließen, der anzeigt, auf welcher Höhe der Emissionslinien die Berechnung erfolgt. Der typische Wert beträgt etwa 40 Pixel, um ein gutes Signal-Rise-Verhältnis zu erhalten. Die Definition des Parameters "sky" ist notwendig, um den schrägen Winkel der Emissionslinien zu bewerten. Es steht Ihnen auch frei, die Parameter "il", "smile-radius" oder "sigma" zu verwenden, um die Wirkung der Gaußschaffung auf die Spektralauflösung zu testen.

Die Verarbeitung stoppt mit der Anzeige des berechneten Dispersionspolynoms und der Bewertung der Spektralaufauflösungskraft. Genauer gesagt, hier ist eine typische Ausgabe des speziellen -2 Modus:

```
Calibration function...
calib_coef: [-1.1565723490885025e-06,
0.10002298626821492, 6484.484189850588]
O-C: [-0.003 0.005 -0.002 0.001]
Root Mean Square Error = 0.003 A
$$$$ -> _step13
FWHM = 3.90 pixels
Dispersion = 0.0975 A/pixel
Resolution power = 17313 @ 6579 A
End.
```

Sie können die Calib-Coef: Linie verwenden, wie sie ist... sie ist bereit, um Ihre Spektren zu kalibrieren. Sie sehen den mathematischen Bewertungsfehler des Polynoms (besser als 1/100

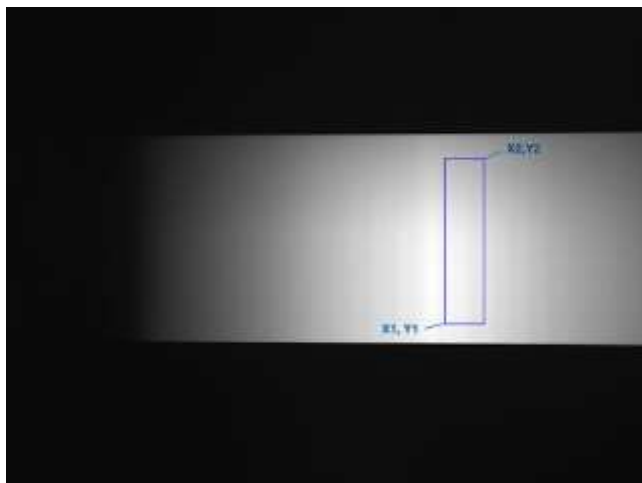
angstrom), das charakteristische FWHM der Linien, den Wert der Spektraldispersion sowie die Auflösungskraft auf der Basis Ihrer Standardlampe. All diese Informationen werden sicherlich nützlich für Sie sein. Eine Schlüsselanwendung des speziellen -2-Modus ist es, die laterale Kalibrierung von Spektren im Modus 4 zu unterstützen.

13.3: Modus-3 : Bewertung des Rauschens und Gewinns einer Kamera

Der -3 Modus ermöglicht es Ihnen, den Gewinn und das Lesegeräusch Ihrer Kamera zu berechnen. Diese Werte sind nützlich, wenn der optimale Extraktionsmodus (Horne) angefordert wird.

Die Berechnung erfolgt aus zwei Flachfeldbildern und zwei Offsetbildern (mindestens), in einem gemeinsamen Bereich der Bilder, die mit einem relativ hohen und einheitlichen Signalpegel im Flachfeld verbunden sind. Dieser Bereich ist durch ein Rechteck von Pixelwerten begrenzt, für die die Koordinaten der Gegenecken (X1, Y1) und (X2, Y2) gegeben sind. Diese Werte werden specINTI über den Parameter "Bereich" in der Form bereitgestellt :

Fläche: [x1, y1, x2, y2]



- Spektralkalibriermodus

calib-mode: -3

Wellenlänge der Balmer-Linien

Fläche: [940, 350, 1000, 600]

So füllen Sie die Konfigurationsdatei aus:

HD 223352:

- HD 223352 - Katalogname
- HD 223352- - generischer Dateiname
- 11 - Anzahl der Zielspektralbilder
- HD 223352-Neon- - generischer Spektrallampen-Felddaten
- 1 - Anzahl der Spektrallampenbilder
- plat- - generischer flacher Lampendatenname
- 32 - Anzahl der flachen Bilder
- dark1200- - generischer Name der dunklen Dateien
- 5 Anzahl der dunklen Bilder
- Offset- - generischer Offset-Dateiname
- 17 Anzahl der Offset-Dateien
- keine optische Atmosphärenübertragung

Die Software verwendet die flachen, flachen, Offset-1, Offset-2-Bilder, um den Gewinn und das Lesegeräusch zu berechnen. Hier ein Beispiel für den Output:

Kameragewinn bei 0,25 e-/ADU - Lesen Sie Lärm 3,73 e-

Ende.

13.4: Modus-4: Manuelle Berechnung der spektralen Dispersionspolynom

er Modus -4 passt zu einem Polynom des Wahlgrades, der Form $\text{Lambdaf}(x)$, mit Lambda eine Liste von Wellenlängen und x die Pixel-Koordinate dieser gleichen Längen. Die Koeffizienten des Polynoms werden in der Ausgangskonsole zurückgegeben.

Die Liste der Wellenlängen ist der Inhalt des Parameters "fit-wavelength". Die Liste der Koordinaten ist der Inhalt des Parameters "fit-posx". Der Grad des Polynoms ist das Argument des Parameters "fit-order".

Beispiel :

- Spektralkalibriermodus

calib-mode: -4

Ordnung des zu bewertenden Dispersionspolynoms

place: 3

Wellenlängen der Standardlinien

Passweite: [3948.979, 4044.418, 4259.362, 5037.751, 5116.590, 5400.562, 5852.488, 6143.063, 6402.248, 6506.528, 6717.043, 7032.413, 7245.166, 7438.898, 7635,106]

Koordinaten der Standardlinien in Pixeln im Bild

fick-posx: [307, 369, 508, 1009, 1061, 1244, 1535, 1722, 1889, 1955, 2090, 2292, 2427, 2551, 2675]

```
-----
Polynomial fit
calib_coef: [2.8404816113483127e-09,
-7.287918197640875e-06, 1.5556000224311262,
3471.4336461710245]
-----
O-C: [ 0.581 -0.182 -0.808 1.219 -0.524 -0.228
0.107 -0.007 -0.855 0.527
0.308 -0.371 0.612 -0.599 0.221]
Root Mean Square Error = 0.5698 A
End.
```

13.5: Modus-5 : Extraktion des rohen Spektralprofils

Der -5 Modus ist sehr einfach. Es wird verwendet, wenn Sie das Rohprofil des Objekts extrahieren möchten. Mit roh meinen wir ein Profil, das nicht in Wellenlänge kalibriert ist, durch ein einfaches Binning in der Spalte. Die Intensitäten sind die der Summe aller Spektren der bereitgestellten Bildliste. Die Einheit ist die rohe Zahlenzahl in den Bildern. Der Himmelshintergrund kann entfernt werden oder nicht (die Möglichkeit, es nicht zu entfernen, kann nützlich sein, um zum Beispiel das Rohprofil einer Spektrallampe zu extrahieren).

Ein typisches Beispiel:

#-----

- Arbeitsverzeichnis

Work-Path: D:/starex260

- Bearbeitung von Stapelndatei

batchname: regulus

- Spektralkalibriermodus

calib-mode: -5

- Binning Breite

Größe: 30

- Sky-Hintergrundschrumpfung

skyremove: 1

- Sky-Hintergrundberechnungsbereiche

Himmel: [200, 22, 22, 200]

- Sky-Extraktion

sky-mode: 0

x-Klemmen für geometrische Messungen

xxlimit: [400, 1700]

- Median-Filtermuster

Größe des Kernel: -3

- Gaußische Filterung

sigma-gauss: 1.0

- Goodies

Check-Modus: 0

Beachten Sie die Verwendung des optionalen Parameters sky-remove und die Fähigkeit, Bilder zu filtern (kernel-size, sigma-gauss, und in diesem Fall ist das Profil nicht mehr ganz roh - um ein Profil so nah wie möglich an den ursprünglichen Inhalten zu erhalten, entfernen Sie diese Parameter aus der Konfigurationsdatei).

14: Parameter Referenzhandbuch

Dieser Abschnitt ist das Referenzhandbuch für die Konfigurationsdatei. Alle möglichen Parameter sind beschrieben.

Obwohl es nicht obligatorisch ist, können Sie die Konfigurationsdatei organisieren (und schreiben), indem Sie die Parameter in drei separate Abschnitte gruppieren:

- ein Abschnitt, der den Parametern gewidmet ist, die Sie ändern, wenn Sie von einer Beobachtungssitzung zur anderen wechseln (typischerweise der Pfad des Arbeitsordners, der die zu verarbeitenden Daten enthält).
- ein Abschnitt, der sich auf Ihre Präferenzen bezieht, wie man die Spektren verarbeitet, Präferenzen, die in der Regel generisch von einer Beobachtungssitzung zu einer anderen sind (aber die auch spezifisch für die Verarbeitung eines bestimmten Objekts innerhalb derselben Sitzung sein können, aber dieser Fall ist eher selten).
- ein Abschnitt der Parameter, der der Art und Weise entspricht, wie Sie Ihre Akquisitionsoftware bedienen, oder Ihrem Observatorium (FITS-Dateiendung, Ihre geografischen Koordinaten). Diese Informationen können isoliert werden, da sie die Qualität Ihrer Verarbeitung nicht beeinträchtigen.

Dies ist die Organisation nach Abschnitt, die wir in diesem Referenzhandbuch annehmen, um die Parameter zu beschreiben.

14.1: Parameter zur Beobachtungssitzung

BATCH-NAME : Optionaler Parameter. Gibt den Namen der Beobachtungsdatei (Typ .yaml) im zu verarbeitenden Arbeitsordner an. Es wird empfohlen, den Parameter batch-Name in der Konfigurationsdatei zu definieren. Wenn dieser Parameter nicht vorhanden ist, geht specINTI davon aus, dass die Beobachtungsdatei den Dateinamen "object.yaml" hat.

Beispiel:

batchname: obsqrvul

WORKING-PATH : Pflichtparameter. Pfad zum Ordner mit den zu verarbeitenden Bildern und der Beobachtungsdatei (.yaml). Dieser Ordner heißt "Arbeitsverzeichnis".

Beispiel unter maxOS :

Work-Pfad: /Volumes/Samsung-T5/specINTI-Test/300/

Beispiel unter Windows :

Work-Path: c:-Beobachtungen.

14.2: Parameter zu den Spektren

ATMO-BLUR : Optionaler Parameter. Wenn dieser Parameter definiert ist, erfährt die an specINTI übertragene molekulare atmosphärische Übertragungsdatei (über die Beobachtungsdatei) eine Gaußs-Filterung (Glättung) mit einem FWHM, das dem Wert dieses Parameters entspricht. Diese Möglichkeit ermöglicht es, die spektrale Auflösung des atmosphärischen Übertragungsmodells (eine Zeilendatei) an die Auflösung der verarbeiteten Spektren anzupassen.

Beispiel :

atmoblur: 25

AUTO-CALIB : Optionaler Parameter. Führt eine automatische Suche nach Kalibrierleitungen (nur Neongas) und eine spektrale Kalibrierung, auch automatisch. Diese Funktion kann in den Standardkalibriermodi (>0 oder 2) sowie in den Seitenmodi verwendet werden (Nr. 3 und 4). Die Suche nach Linien ist durch die beiden Wellenlängen in einer Liste begrenzt. ABER BEWARE: Auto-Kalib ist nur in hoher spektraler Auflösung (400 t/mm-Grate bei der Verwendung von Star'Ex zum Beispiel oder einem Lhires III) in einem Spektralbereich, in dem die Spektrallinien gut über die gesamte Breite des aufgezeichneten Spektrums verteilt sind und natürlich, wenn die Kalibrierquelle eine Neon-Lampe ist.

Beispiel :

Auto-Kalib: [6450, 6750]

Beispiel :

Auto-Kalib: [6450, 6750]

AUTO-CALIB-TH : Optionaler Parameter. Nachweisschwelle der Kalibrierleitungen in ADU für die Funktion Auto-Kaliber. Die verwendeten Spektrallinien sind diejenigen, deren Spitzenintensität diese Schwelle überschreitet. Normalerweise ist es nicht notwendig, den Parameter auto-calib-th hinzuzufügen (der Schwelle wird automatisch von der Software berechnet), aber unter einigen seltenen Umständen kann es nützlich sein, es manuell zu definieren.

BIN-FACTOR : Optionaler Parameter Binning Faktor (Agglomeration) der Endspektrenpunkte. Wenn der Wert dieses Parameters z.B. 2 beträgt, werden die Punkte 2 von 2 hinzugefügt (specINTI berechnet einen Durchschnittswert). Die spektrale Binning ermöglicht es, das Signal-Rise-Verhältnis zu erhöhen, wenn es im Anfangsspektrum niedrig ist, aber natürlich nimmt die Auflösungsleistung ab (in einem Verhältnis, das durch den Wert der Probenahme im Verhältnis zur spektralen Schärfe bestimmt wird - es gibt nicht unbedingt eine direkte Beziehung zwischen dem Binning-Faktor und der endgültigen Spektralauflösung).

Beispiel :

bin-Faktor: 6

BIN-SIZE : Pflichtparameter Breite in Pixeln des Binning (oder Agglomerations-)Bereichs des 2D-Spektrums entlang der Raumachse, um das Spektralprofil zu erstellen. Es wird empfohlen, dass diese Breite es ermöglicht, das meiste Signal des Objekts entlang der Raumachse (vertikale) zu umfassen, sagen wir 99 % dieses Signals, um photometrische Fehler zu vermeiden. Eine übermäßige Breite für den Binning-Bereich kann zu zusätzlichen Geräuschen führen (in geringerem Maße, wenn der Wert des optionalen Parameters Extrakt-Modus 1 ist).



Beispiel :

Größe: 24

CALIB-COEF : Dieser Parameter ist obligatorisch, wenn der Parameter "calib-mode" die Werte 1, 2 und 4 nimmt. Begriffe des Spektraldispersions polynomial als Liste, beginnend mit dem höchsten Gradbegriff, z. [A4, A3, A2, A1, A. A.INTI werte den Grad des Polynoms aus der angegebenen Anzahl der angegebenen Begriffe aus.

Beispiel:

calib-coef: [-4.82275e-10, 4.5412e-6, 0.96946, 3771.874]

CALIB-MODE : Optionaler Parameter. Auswahl des Spektralkalibriermodus nach dem Wert des Parameters.

Wenn der Wert 0 ist: klassische Kalibrierung mit einem Spektrum von Emissionslinien aus einer Referenzlampe. specINTI berechnet die Dispersionsprothese mit diesen Linien. Das ist der Standardmodus.

Wenn der Wert 1 ist: Die Kalibrierung erfolgt nur mit den Begriffen eines vordefinierten Dispersionspolynoms, das eingegeben wurde (calib-coef-Parameter).

Bei 2 ist der Wert : Die Kalibrierung erfolgt aus den Bedingungen eines vordefinierten Dispersionspolynoms, das an anderer Stelle eingegeben wurde (calib-coef-Parameter), aber zusätzlich verwendet die Software die Emissionslinien eines Standard-Lampenspektrums, um das Spektrum nur in der Übersetzung genau zu kalibrieren.

Wenn der Wert ist 3: Die Kalibrierung erfolgt im seitlichen Modus mit den Emissionslinien eines Referenzlampenspektrums, das während der Belichtungszeit des Ziels eingeschaltet ist. Das Dispergionspolynom wird aus den Emissionslinien bewertet.

Wenn der Wert 4 ist, wird die Kalibrierung mit den Begriffen eines vordefinierten Dispersionspolynoms durchgeführt, das an anderer Stelle angezeigt wird (calib-coef-Parameter), dessen erster Begriff (Übersetzung) jedoch mit dem Emissionsspektrum eines seitlichen Referenzspektrums, das dem Zielspektrum überlagert wird, angepasst wird.

Der Parameter kann auch Negativwerte für Sondermodi übernehmen - siehe Abschnitte 6 und 7 für Details.

Beispiel:

calib-mode: 2

CLEAN-WAVE : Optionaler Parameter. Eine Liste von Wellenlängen, um die die Software eine lineare Interpellation auf einer Breite des entsprechenden clean-wide Parameters ausführt. Diese Funktion ermöglicht es, einige Artefakte zu löschen oder tellurische Linien zu löschen, die durch ihre Wellenlänge in Angstroms identifiziert wurden.

Beispiel :

clean-wave: [6543.9, 6552.5]

CLEAN-WIDE : Optionaler Parameter. Eine Liste der Spektralbreiten in Angströmen an der Ende, von denen die Software eine lineare Interpellation durchführt, um ein Detail des verarbeiteten Spektralprofils zu löschen. Dieser Parameter wird in Verbindung mit dem Parameter clean-wave verwendet.

Beispiel :

saubere -Welle: [2.0, 2.4]

CORR-ATMO : Optionaler Parameter. Ist dieser Parameter vorhanden, berechnet die Software die nichtmolekulare Atmosphärenübertragung und wendet sie auf das verarbeitete Spektrum an, um ein Off-Atmosphären-Profil zu finden. Der Parameter ist der AOD-Wert (Aerosoltransparenz der Atmosphäre). Erinnern Sie sich daran, dass die sehr trockene Bergluft einen AOD von 0,02 und für eine trockene Wüste hat, ist der AOD 0,04. In Frankreich ist der AOD im Winter 0,07, 0,21 im Sommer und im Durchschnitt im Jahresdurchschnitt 0,13. Wenn das Wetter sehr heiß und stürmisch ist, kann der AOD 0,50 erreichen. Für unsere Beobachtung, die im Sommer in der Nähe des Meeres gemacht wurde, aber nicht in einer richtig transparenten Nacht, nehmen wir den durchschnittlichen Wert an: AOD > 0,13.

Die Äquatorkoordinaten des Objekts sind essentiell für die Berechnung der Winkelhöhe des Objekts in Bezug auf die Horizontlinie. Normalerweise finden sich diese Koordinaten im Dateikopf, durch die CRVAL1- und CRVAL2-Tasten. Wenn diese Schlüssel nicht definiert sind, wird die Berechnung nicht fortgesetzt, es sei denn, die Suche nach diesen Koordinaten in der SIMBAD-Datenbank wird implizit über eine Internetanfrage angefordert. Es gibt drei Bedingungen dafür: (1) dass der Parameter "simbad" mit dem Wert 1 in der Konfigurationsdatei vorhanden ist, (2) dass es eine offene Internetverbindung gibt, (3) dass der Objektname in der SIMBAD-Datenbank erkannt wird. Die Suche nach äquatorialen Koordinaten ist dann automatisch und transparent. Schließlich erinnern wir Sie daran, dass es bei höherer Gewalt möglich ist, die CRVAL1- und CRVAL2-Tasten dank des Funktionsvorgangs in der Konfigurationsdatei manuell zu definieren (Funktion "img.add-item")

Beispiel :

simbad: 1

corratmo: 0,13

CORR-ATMO2 : Optionaler Parameter. Ähnlich wie in seiner Funktion "Corr'atmo" hat dieser zwei Argumente, in der Reihenfolge, in der Reihenfolge, in der Reihenfolge, dann der Wert der Winkelhöhe des Sterns in Grad. Mit anderen Worten, es ist nicht mehr notwendig, die äquatorialen Koordinaten des Sterns noch die geografischen Koordinaten zu liefern, aber Sie müssen die eckige Höhe von ihr anderswo festgestellt haben.

Beispiel :

corratmo2: [0.13, 42.7]

CORR-TOPO : Optionaler Parameter. Ist dieser Parameter vorhanden, berechnet die Software die topozentrische Radialgeschwindigkeit des Beobachters zum Objekt. Die Berechnung berücksichtigt die geographischen Koordinaten des Beobachters auf der Erdoberfläche (die Parameter Länge, Breitengrad und Höhe werden obligatorisch) und natürlich die Rotation der Erde um die Sonne. Die innere Präzision der Berechnung ist in der Größenordnung von einem Zentimeter pro Sekunde (es ist daher sehr genau).

Darüber hinaus ist der Wert des Parameters die richtige Radialgeschwindigkeit des Objekts in km/s (diese Informationen werden aus Datenbanken wie SIMBAD abgerufen, müssen aber implizit angegeben werden). Wenn die eigene Radialgeschwindigkeit des Objekts nicht bekannt ist, geben Sie den Wert 0 ein. Nach dem Standard in SIMBAD ist die Radialgeschwindigkeit positiv und im Gegensatz zum anderen Fall negativ.

In unserer Definition ist die globale radiale Geschwindigkeit (topozentrische Geschwindigkeit plus richtige Radialgeschwindigkeit) positiv, wenn sich das Objekt von der Erde entfernt und negativ ist, wenn es sich ihm nähert.

In einem zweiten Schritt korrigiert die Software die Wellenlängen des Spektrums, um sie wieder zu einem Objekt in Ruhe ("Ruhewellenlänge") zurückzubringen.

Die Äquatorkoordinaten des Objekts sind für die Berechnung der topozentrischen Geschwindigkeit unerlässlich. Normalerweise finden sich diese Koordinaten im Header der Dateien, durch die Tasten CRVAL1 und CRVAL2. Wenn diese Schlüssel nicht definiert sind, wird die Berechnung nicht fortgesetzt, es sei denn, die Suche nach diesen Koordinaten in der SIMBAD-Datenbank wird implizit über eine Internetanfrage angefordert. Es gibt drei Bedingungen dafür: (1) dass der Parameter "simbad" mit dem Wert 1 in der Konfigurationsdatei vorhanden ist, (2) dass es eine offene Internetverbindung gibt, (3) dass der Objektname in der SIMBAD-Datenbank erkannt wird. Die Suche nach äquatorialen Koordinaten ist dann automatisch und transparent. Schließlich erinnern wir Sie daran, dass es bei höherer Gewalt möglich ist, die Tasten CRVAL1 und CRVAL2 manuell zu definieren, dank des Funktionsvorgangs in der Konfigurationsdatei (Funktion "img.add-item")

Beispiel :

simbad: 1

corrtopo: -12.45

COSMIC-TH : Optionaler Parameter. Erweiterter Parameter, der auf die Abgrenzung des kosmischen Strahlungsdetektivs wirkt, wenn die optimale Extraktion des Profils angefordert wird (siehe Parameter Extrakt-Modus). Der Standardwert ist 25 und sollte nicht geändert werden, außer Artefakte im Spektralprofil zu erkennen, wenn eine optimale Extraktion angefordert wird.

Beispiel :

Kosmik: 50

CROP-WAVE: Optionaler Parameter Isoliert einen Teil des finalkalierten Spektrums, der durch zwei Wellenlängen begrenzt ist: [lambda1, lambda2]. Dieser Parameter hilft zum Beispiel, den als bedeutsam betrachteten Teil des Spektrums zu extrahieren.

Beispiel :

crop-wave: [3800, 7500]

EXPAND : Optionaler Parameter. Wenn dieser Parameter definiert ist, erzeugt spe. dates specINTI ein neues 2D-Bild, das das spektrale Profil darstellt, das entlang der vertikalen Achse auf der Anzahl der im Parameter übergebenen Linien erweitert wird (das Profil ist doppelt x mal). Es gibt tatsächlich zwei Bilder im FITS-Format und im PNG-Format.

Beispiel :

Erweiterung: 800

EXTRACT-MODE : Optionaler Parameter. Wenn der Wert null (Standardwert) ist, extrahiert specINTI das rohe Spektralprofil aus den 2D-Spektralbildern, indem es eine einfache Spalten-für-Spalten-Zugabe in der Bin-Größe-Wiederholung durchführt. Dies ist eine zweckmäßige Methode, die für helle Objekte geeignet ist. Wenn das Signal des Spektrums im Vergleich zum Rauschen sehr schwach ist, ist es besser, eine optimale Extraktionsmethode zu verwenden, die das Rauschen im Profil durch eine gewichtete Zugabe deutlich reduziert. Der Algorithmus entfernt auch kosmische Strahlung, die sich im Binning-Bereich in einem iterativen Prozess befinden können (Keith Horne ,1986; "An Optimal Extraction Algorithm for CCD Spectroscopy", PASP v. 98, S. 609). Wir aktivieren die optimale Extraktion, indem wir den Wert 1 dem Parameter geben.

Achtung, wenn die optimale Extraktion angefordert wird, werden die Parameter Lärm und Gewinn zwingend.

Beispiel :

extract-mode: 1

Lärm: 2,5

gain: 0,042

Ein weiterer abhängiger Parameter ist "smic'th".

FIT-ORDER: Pflichtparameter im Modus -4. Reihenfolge des Polynoms mit dem Sondermodus -4.

Beispiel :

place: 800

FIT-POSX : Pflichtparameter im Modus -4. Liste der Linienpositionen in Pixeln, die mit dem Sondermodus -4 betrieben werden (die typische Anwendung ist die manuelle Berechnung eines spektralen Dispersionspolynoms).

Beispiel :

fick-posx: [307, 369, 508]

FIT-WAVELENGTH : Pflichtparameter im Modus -4. Liste der Wellenlängen, die mit dem speziellen Modus -4 betrieben werden (die typische Anwendung ist die manuelle Berechnung eines spektralen Dispersionspolynoms).

Beispiel :

Passweite: [3948.979, 4044.418, 4259.362]

FLAT-MODE : Optionaler Parameter. Dies ist ein fortschrittlicher Parameter, der sich auf die optimale Extraktion des Profils bezieht (optimales Binning, siehe Extrakt-Modus-Parameter). Der Standardwert ist 0 und entspricht einer Standardnutzung des Flachfeldbildes. In dieser Situation erfolgt die Flat-

Field-Korrektur auf den Rohbildern. Dies kann jedoch die Verteilung des Rauschens im Himmelshintergrund als Funktion der Wellenlänge verändern, was den optimalen Extraktionsalgorithmus stört (nur in der Situation der Spektrographie bei geringer spektraler Auflösung im Allgemeinen). Wenn der Wert des Parameters Extrakt-Modus 1 ist, kann es nützlich sein, die Flat-Field-Korrektur auf der endgültigen Profilebene durchzuführen, indem der Wert 1 dem Parameter flat-mode zugewiesen wird. Das Ergebnis der Korrektur ist weniger streng in Bezug auf die Verzerrungskorrektur, kann aber in Bezug auf die Geräuschreduzierung für sehr schwache Objekte (nach den Umständen getestet) günstiger sein. Generell verwenden wir den Wert 0, der auch der Standardwert ist, wenn der Parameter nicht definiert ist.

Beispiel :

flat-mode: 1

GAIN : Optionaler Parameter, es sei denn, extract-mode Nr. Elektronischer Kameragewinn in Elektronen / ADU.

Beispiel:

gain: 0,042

HOT-PIXELS : Optionaler Parameter. Beseitigt die heißen Pixel im Bild des dunklen Signals. Ein Pixel gilt als heiß, wenn seine Intensität den Wert des in der ADU angegebenen Parameter übersteigt. Die Intensität des Pixels wird durch den Durchschnitt der Intensität seiner 8 Nachbarn ersetzt.

Beispiel:

hot-pixels: 6500

HOT-PIXELS2 : Optionaler Parameter. Beseitigt die heißen Pixel in jedem Bild des Spektrums einer Sequenz. Ein Pixel gilt als heiß, wenn seine Intensität den Wert des in ADU-Einheiten angegebenen Parameters übersteigt. Die Intensität des Pixels wird durch den Durchschnitt der Intensität seiner 8 Nachbarn ersetzt.

Exemple:

hot-pixels2: 50000

INSTRUMENTAL-RESPONSE : Optionaler Parameter. Name einer FITS-Datei des Spektralprofiltyps, der die instrumentelle Reaktion des Instrumentalsatzes (das Teleskop, der Spektrograph, der Detektor) enthält. Diese Datei muss im Verzeichnis der bearbeiteten Sitzung (Arbeitsordner) liegen. Sobald der Parameter verwendet wird, wird das extrahierte Spektrum für die Instrumentalantwort korrigiert.

Beispiel :

instrumental-response: reponse-starex300

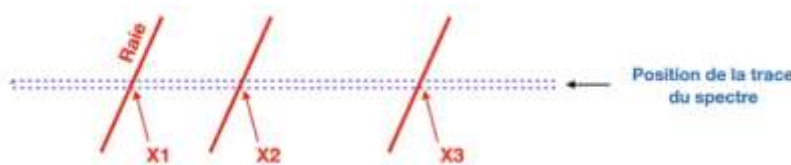
KERNEL-SIZE : Optionaler Parameter. specINTI bietet die Möglichkeit, einen Medianfilter auf die 2D-Bilder anzuwenden, bevor Sie das Spektralprofil extrahieren. Dieser Filter ist besonders nützlich bei CMOS-Sensoren, bei denen Impulsgeräusche vorhanden sind (Telegrafengeräusch oder RTS oder "Salz und Pfeffer"). Der Wert des Parameters ist die Größe des Faltenkerns. Es muss ein ungeradeswerter Wert sein. Zum Beispiel entspricht der Wert 3 einem Faltenkern von 3x3 Pixeln. Es wird nicht empfohlen, den Wert 5 zu überschreiten.

Wenn Sie einen negativen Wert bieten, führt die Software immer noch eine mittlere Filterung durch, aber mit einem optimierten Gewichtungsalgorithmus, der sowohl auf dem Impulsrauschen effektiv ist, aber die Wiederherstellung der Details des Bildes als eine klassische Medianfilterung. Beachten Sie, dass der optimale Algorithmus langsamer als der Standardalgorithmus ausgeführt wird.

Beispiel :

Größe des Kernel: -3

LINE-POS : Dieser Parameter ist für einige Kalibriermodi zwingend erforderlich. Es gibt die Koordinaten in den Pixeln im Bild des Spektrums, entlang der Spektralachse, von Linien, deren Wellenlängen auch mit dem Wellenlängenparameter versehen sind. Wenn die Kalibrierleitungen gut geneigt sind (schräg) führen Sie die Messung der Positionen an der Kreuzung mit der Spektrumschneise durch. Zum Beispiel :



Machen Sie sich keine allzu großen Sorgen über die Genauigkeit dieser Messwerte. Standardmäßig kann der Fehler ± 25 Pixel sein. Sie können den Wert dieses Unsicherheitsbereichs mit dem search-wide Parameter ändern (reduzieren oder erhöhen).

Beispiel :

line-pos: [237, 450, 633]

NOISE : Optionaler Parameter, es sei denn, extract-mode Nr. Bietet die Software mit dem Wert des Elektronendetektors Lesegeräusche.

Beispiel :

Rauschen: 2,5

NORM-WAVE : Optionaler Parameter. Wenn dieser Parameter in der Konfigurationsdatei definiert ist, wird das Endspektrum mit dem Durchschnitt der Intensitäten, die in einem Spektralbereich enthalten sind, der durch zwei Wellenlängen bestimmt wird, die im Parameter [lambda1, lambda2] angegeben sind, normalisiert.

Beispiel :

norm-wave: [6600, 6620]

PLANCK : Optionaler Parameter. Wenn dieser Parameter in der Konfigurationsdatei definiert ist, wird das Endspektrum mit dem Planck-Profil multipliziert, das für die Temperatur in Grad K berechnet wird, die im Parameter angegeben ist.

Beispiel :

planck: 2900

POLY-ORDER : Pflichtparameter, wenn calib-mode 0, 3 oder -1 ist. Beheben Sie die Reihenfolge des Dispersionspolynoms, das aus den Linien einer Kalibrierlampe zu finden ist. Wenn n die Anzahl der verwendeten Linien ist, kann die Reihenfolge des Polynoms nicht höher sein als n-1.

Beispiel :

Poly-Order: 3

POSY : Optionaler Parameter. Normalerweise berechnet specINTI eine vertikale Koordinate (entlang die Y-Achse) des Spektrums, das für jedes Bild einer Sequenz spezifisch ist. Die Verarbeitung ist für jedes Bild irgendwie individualisiert, um ein optimales Ergebnis zu erzielen. Aber es kann Situationen geben, in denen die Spur fast unmerklich ist oder in denen Sie nicht möchten, dass die Software die Berechnung für Sie durchführt (zum Beispiel das Spektrum der Nebel). In dieser letzten Situation definieren Sie den Posy-Parameter in der Konfigurationsdatei, indem Sie die Y-Koordinate des Spektrums angeben. specINTI nimmt dann als Basis die angezeigte vertikale Koordinate der Spur für alle Bilder der Sequenz.

Wenn der Posy-Wert negativ ist, ist die Software der Ansicht, dass sich die Spektrumspur etwa an der angegebenen Y-Koordinate (im absoluten Wert) vertikal befindet, aber zusätzlich rezen alle Spektren innerhalb des Binning-Limits (Bin-Size-Parameter). Der Posy-Parameter mit negativem Wert ist ein mächtiges Werkzeug, das es ermöglicht, aus komplexen Situationen herauszukommen, wie z.B. das Spektrum eines schwachen Objekts zu extrahieren, dessen Spuren sich in der Nähe eines viel intensiveren Objekts befinden.

Achten Sie darauf, die Verwendung von Posy nicht zu verallgemeinern. Die Verwendung muss ein Fall höherer Gewalt sein, da die Berechnung von speINTI immer genauer sein wird. In den überwiegenden Mehrheit der Situationen findet die Software automatisch den richtigen Wert für die Position der Frequenzspur, so dass Sie den Posy-Befehl nicht verwenden sollten.

Beispiel:

Posy: 376

POSY-EXCLUDE : Optionaler Parameter. Definiert eine Sperrzone für die Berechnung der vertikalen Y-Koordinate einer Spektrumspur. Das Argument dieses Parameters ist ein Paar Koordinaten (Y1, Y2), das ein Band im Inneren abgrenzt, in dem die Suche durchgeführt wird. Bereiche des Bildes außerhalb dieser Band werden nicht benutzt. Der Posy-exclude-Parameter ist in bestimmten Anwendungen interessant, bei denen Teile des Spektrums die Suche nach der Spektrumspur stören können. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn ein photometrischer Spalt verwendet wird, dessen erweiterter Teil eine Schwierigkeitsquelle sein kann.

Beispiel:

Posy-Ausschluss: [250, 600]

RATIO : Optionaler Parameter. Wenn der Wert dieses Parameters 1 am Ende der Verarbeitung beträgt, wird das Verhältnis des Spektrums der ersten beiden Objekte berechnet, die in der "Objektliste" der Beobachtungsdatei angegeben sind. Das Ergebnis ist eine Profildatei im Arbeitsverzeichnis mit dem Namen des Profils des ersten Spektrums, zu dem der Text "-ratio" hinzugefügt wird.

Die Berechnung wird ignoriert, wenn nur ein Objekt in der "Objektliste" steht. Der Standardwert ist 0 (die Verhältnisberechnung wird nicht ausgeführt).

Beispiel:

Verhältnis: 1

SEARCH-WIDE : Optionaler Parameter. Ändert die Toleranz auf den Wert der horizontalen Koordinaten der Linien, die mit dem Parameter line-pos angezeigt werden. Standardmäßig beträgt die Unsicherheit +/-25 Pixel, was einem Parameterwert von 50 entspricht. Bei Bedarf können Sie den Wert erhöhen, wenn die Kalibrierleitungen gut voneinander getrennt sind und sie im Gegenteil reduzieren, wenn die Leitungen nahe sind und wenn das Risiko besteht, dass sie von der Software verwirrt werden.

Beispiel :

search-weit: 68

SHIFT-POSX : Optional param. Décale Verschieben Sie das gesamte Element der POSX- oder FIT-POSX-Tabelle mit dem angegebenen Wert.

Beispiel :

shift-posx: -10

SIGMA-GAUSS: Optionaler Parameter. Anwendung eines Gaußfilters auf die 2D-Images des Spektrums, wenn der Wert des Parameters nicht null ist. Je höher der Wert, desto mehr wird die Filterung unterstützt. Diese Glättung reduziert den Lärm, kann aber zu einer Reduzierung der endgültigen Auflösungskraft führen. Ein Wert zwischen 0,5 und 1,5 ist typisch (er sollte getestet werden, um den besten Kompromiss zwischen Rauschunterdrückung und Reduzierung der Feinheit der Spektren zu finden).

Beispiel :

sigma-gauss: 1.0

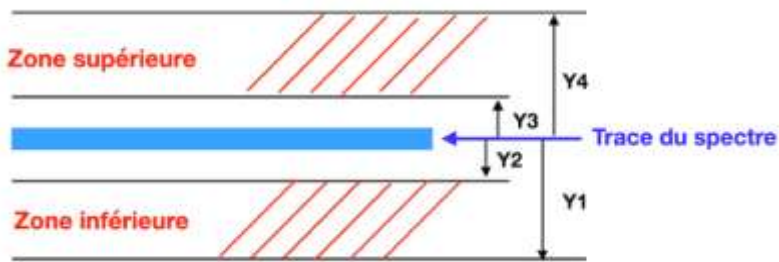
SNR : Optionaler Parameter. Gibt in der Ausgangskonsole das Signal-Rose-Lärm-Verhältnis (SNR) nach der Verarbeitung eines Spektrums zurück. Der Berechnungsbereich im verarbeiteten Spektralprofil ist in Lamm1 und Lamm2 (in Angstroms) enthalten. Idealerweise muss der so definierte Bereich im Kontinuum des Spektrums liegen, in einem Teil ohne Spektrallinien. Vor der Berechnung des Lärms, die für die Bewertung des Signal-Rausch-Verhältnisses erforderlich ist, entfernt specINTI die beste gerade Linie, die alle Punkte des Bereichs passiert, um die Verzerrung zu reduzieren, die durch eine langsame Variation des Spektralprofils im Bereich induziert wird.

Beispiel:

snr: [6550, 6560]

```
Angular elevation = 56.57 deg.
Normalize...
Cropping...
-----
Signal to Noise Ratio = 420
-----
SIMPLE = 'T'
BITPIX = -32
NAXIS1 = 4104
CRVAL1 = 6488.982821865115
```

SKY : Pflichtparameter Satz von Koordinaten in Pixeln entlang der Raumachse (vertikal) und zwei Berechnungsbereiche des Himmelshintergrundsignals auf beiden Seiten des Spektrums Spuren. Diese Koordinaten sind relativ zur vertikalen Koordinate der Spektrumspur. Das Format der Parameterdaten ist [y1, y2, y3, Y3], mit folgender geometrischer Interpretation (Werte sind immer in absolut):



Beispiel:

Himmel: [180, 30, 30, 180]

Die angezeigten Koordinaten können in Bezug auf die Spektrumspur perfekt asymmetrisch sein, z.B. :

Himmel: [110, 25, 30, 180]

Die Werte der angegebenen Koordinaten müssen sorgfältig definiert werden, da sie in specINTI oft verwendet werden, nicht nur zur Berechnung des Himmelshintergrunds. Die Koordinaten (y2, y3) definieren einen Bereich, in dem eine optimale Filterung angefordert wird (siehe Parameter kernel-size). Die Koordinaten y1 und y4 werden auch verwendet, um den slanten Winkel der Linien zu bewerten (ein geometrischer Defekt, siehe auch den slanten Parameter).

Beachten Sie, dass specINTI keine Standardwerte verwendet, um die Größe und Position der Sky-Hintergrundberechnungsbereiche zu definieren, da das Urteil des Benutzers hier wichtig ist. Diese Zonen müssen zunächst die verarbeitete Spektrumspur ausschließen. Auf der anderen Seite kann eine übermäßige Breite zu Restfehlern in der geometrischen Korrektur des Spektrums führen, die das endgültige Spektralprofil beeinflussen, oder kann zu einer versehentlichen Verschmelzung mit der Spur eines nahen Objekts führen. Sie sollten auch nicht außerhalb der Grenzen des Bildes gehen (specINTI wird Ihnen sagen, ob dies der Fall ist). Eine zu schmale Breite kann Geräusche erzeugen, da Sie dann nur wenige Pixel spalten --- keinen Mittelwerteffekt. Eine Berechnungshöhe von 100 bis 250 Pixeln gilt im Allgemeinen als korrekt. Im Allgemeinen ändern sich die Himmelsparameterwerte nie für eine bestimmte Instrumentierung.

SKY-MODE : Optionaler Parameter. Wahl der Methode zur Entfernung des Himmelshintergrunds (siehe auch Himmelsparameter). Wenn der Parameter 0 (Standardwert) ist, berechnet die Software für jede Spalte unabhängig voneinander die Medianintensität im Sky-Hintergrundauswertungsbereich und subtrahiert diesen Wert aus der Spalte. Wenn der Parameter 1 ist, passt die Software ein Legendre-Polynom durch die Intensität des Himmelshintergrunds in den Auswertungsbereichen und subtrahiert den interpolierten Wert aus der jeweiligen Spalte entlang der Spalte ab. Letztere Technik ist in der Regel genauer, aber auch langsamer in der Ausführungszeit.

Beispiel :

sky-mode: 1

SKY-REMOVE : Optionaler Parameter. Wenn der Wert 0 ist, wird der Himmelshintergrund nicht von den Bildern entfernt (nützlich für einige Nebelbeobachtungen zum Beispiel). Wenn der Wert 1 ist (Standardwert, fast immer angenommen), wird der Himmelshintergrund entfernt (siehe sky-mode-Parameter).

Beispiel :

skyremove: 1

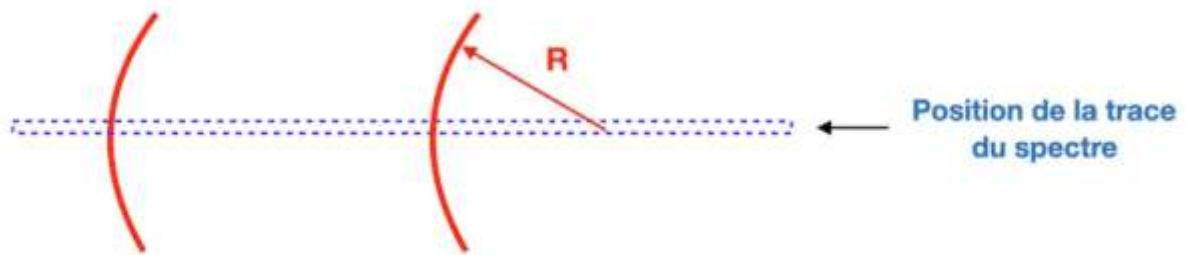
SLANT : Optionaler Parameter. Normalerweise wird der schräge Winkel der Spektrallinien automatisch durch specINTI bestimmt:

Die Software nutzt diesen Winkel, um die Linien so zu begradigen, dass sie vertikal sind. Sie können jedoch den Wert des Schrägwinkels durch den Parameter "slant" aufzwingen, indem Sie den Wert dieses Winkels (in Grad) angeben.

Beispiel :

schräg: -0,51

SMILE-RADIUS : Optionaler Parameter. Das Lächeln ist eine geometrische Verformung der Spektrallinien, die statt gerade eine gekrümmte Form haben, mit einem Radius von Krümmung R in Pixeln, der der Wert des Parameters ist:



Das Lächeln ist nur für einige Kategorien von Spektrographen spezifisch. Wenn der Krümmungsradius der Linien über den Parameter smile-radius definiert ist, korrigiert specINTI die Verzerrung in den 2D-Bildern, so dass die Linien am Ende gerade sind.

Ein Tipp: Wenn der Parameter "Check-Mode" 1 ist, erzeugt die Software im Arbeitsverzeichnis ein Bild - Schritt 5.fits, das die Form der Kalibrierlinien vor der Korrektur des Lächelnseffekts anzeigt, und das Bild nach der Korrektur passt nach der Korrektur.

Beispiel :

smile-radius: -18500

SPECTRAL-SHIFT-WAVE : Optionaler Parameter. Die spektrale Verschiebung des Endprofils um eine gewisse Menge an Angstromen. Kann zum Beispiel einen systematischen Kalibrierfehler korrigieren.

Beispiel:

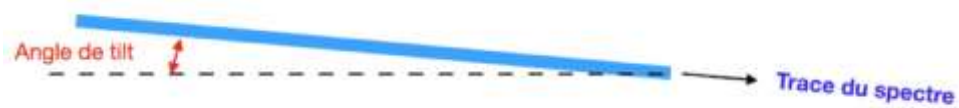
spectral-shift-wave: 0,24

SPECTRAL-SHIFT-VEL : Optionaler Parameter. Spektralverschiebung des letzten Spektralprofils um eine gewisse Menge in km/s. Kann zum Beispiel eine Doppler-Schicht korrigieren.

Beispiel :

spectral-shift-vel: -22.3

TILT: Optionaler Parameter. Normalerweise wird der Neigungswinkel der Spektrumspur automatisch durch den specINTI bestimmt:

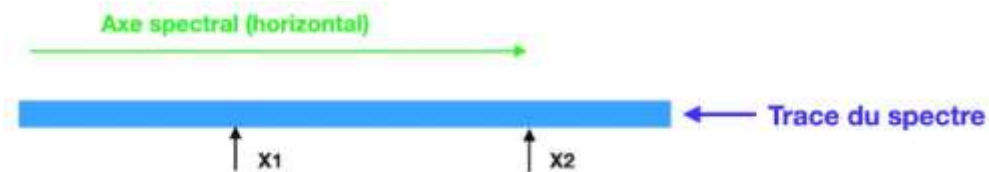


Die Software nutzt diesen Winkel, um die horizontale Spur zu nehmen (die beim Erwerb empfohlen wird). Sie können jedoch den Wert des Neigungswinkels durch den Neigungsparameter aufzwingen, indem Sie den Winkel in Grad angeben.

Beispiel :

Neigung: -0,32

XLIMIT : Pflichtparameter Set von zwei Werten in Pixeln, die eine Region der Spur abgrenzen, in der die Software eine Reihe von Berechnungen durchführt, um das Spektralprofil zu extrahieren. Das Format ist [x1, x2], mit x1 und x2 die Grenzen, die einen Teil der Spektrumspur als ausreichend intensiv beurteilen, damit die Berechnungen korrekt verlaufen. Die Wahl ist sehr flexibel. Sagen wir einfach, dass die Spur wahrnehmbar und relativ konstant sein muss. Typischerweise muss der Wert von x2 - x1 größer als 200 Pixel sein, kann aber sehr gut 2000 Pixel sein.



Beispiel:

xxlimit: [452, 1966]

WAVELENGTH : Pflichtparameter für einen Kalibriermodus. Eine Reihe von Kalibrierlinienwellenlängen, die es specINTI ermöglichen, die Dispersionspolynomie zu berechnen (Beziehung zwischen dem Pixelrang entlang der Spektralachse in Ihren Bildern und den Wellenlängen).

Dieser Parameter ist eng mit dem Parameter line-pos verbunden, der die ungefähren Positionen der entsprechenden Zeilen in Ihren 2D-Bildern angibt.

Sie können eine einzelne Zeile oder eine Liste von sehr vielen Zeilen perfekt angeben. Beispiele :

Wellenlänge: [6532,88]

Wellenlänge: [6506.53, 6532.88, 6598.95, 6668,8]

WIDE-SOURCE : Optionaler Parameter. Wenn der Wert dieses Parameters 1 ist, gibt specINTI eine vereinfachte Berechnungsart ein, sobald das Objekt eine große Oberfläche hat (insbesondere die Himmelshintergrundparameter sind nicht erforderlich). Weitere Details zur Verwendung finden Sie im Lab'Ex-Anwendungs-Anhänger. Der Standardwert des Parameters ist 0.

Beispiel :

Quelle: 1

14.3: Nutzungsparameter

ALTITUDE : Optionaler Parameter. Höhe der Beobachtungsstelle in Metern. Diese Informationen sind im Kopf der FITS-Datei des verarbeiteten Spektrums geschrieben.

Beispiel :

Höhe: 105

CHECK-MODE : Optionaler Parameter. Dieser Parameter bestimmt die Art der Ausgänge auf dem Bildschirm (Konsole) oder im Arbeitsverzeichnis während der Verarbeitung. Wenn der Wert 0 (Standardwert) ist, sind die gelieferten Informationen auf das Notwendige beschränkt. Wenn der Wert 1 ist, gibt specINTI mehr Informationen zu jedem Verarbeitungsschritt und schreibt Bild- und Spektrumdateien, die diesen Schritten in das Arbeitsverzeichnis entsprechen (Dateien mit reservierten Namen "stepxxx" und .profilexxx). Option 1 ist besonders nützlich, um die korrekte Verarbeitung und auf Erkennungsfehler und für die Fehlersuche bei Anwendern in Schwierigkeiten (eine Art After-Sales-Service!) zu überprüfen.

Beispiel :

Check-Modus: 1

FILE-EXTENSION : Optionaler Parameter. Auswahl des Endungstyps für FITS-Dateien. Bei dem Wert 0 (Standardwert) ist die Erweiterung ".fits". Bei 1 ist der Wert 1, ist die Erweiterung ".fit".

Beispiel :

file-extension: 1

INST : Optionaler Parameter. Titel des Beobachtungsmaterials. Diese Informationen sind im Kopf der FITS-Datei des verarbeiteten Spektrums geschrieben.

Beispiel :

inst: T250+Solex(300)+ASI183MM

LATITUDE : Optionaler Parameter. Breite der Beobachtungslage in Grad. Diese Informationen sind im Kopf der FITS-Datei des verarbeiteten Spektrums geschrieben.

Beispiel :

Breite: 34.5701

LONGITUDE : Optionaler Parameter. Länge des Beobachtungsortes in Grad. Diese Informationen sind im FITS-Dateikopf des verarbeiteten Spektrums verfasst.

Beispiel :

Länge: -1.4677

MASTER-PATH: Optionaler Parameter. Gibt den Pfad zu einem Verzeichnis mit DOFs mit einem Namen an, der mit "-" beginnt. Es werden Bilder von diesem Ort verwendet, wenn sie in specINTI auch von "-" bezeichnet werden.

Beispiel :

Master-Path: d:/my-master/

NEAR-STAR : Optionaler Parameter. Name eines Objekts in der Nähe des Ziels. Wenn dieser Parameter definiert ist, verwendet specINTI den Namen des als Parameter angegebenen Objekts, um die äquatorialen Beobachtungskoordinaten zu berechnen, anstatt den Katalognamen, der in der Beobachtungsdatei angegeben ist. Dies ist nützlich, wenn das Ziel einen Namen hat, der nicht von

SIMBAD (Asteroid, Nova usw.) erkannt wird, da Sie die atmosphärischen Übertragungsdaten und die topozentrische Geschwindigkeit richtig korrigieren können, da das Objekt am Himmel nahe ist.

Beispiel :

near-star: SAO 16325

POWER-RES : Optionaler Parameter, nur obligatorisch, wenn calib-mode Diese Informationen sind im Kopf der FITS-Datei des verarbeiteten Spektrums geschrieben.

Beispiel :

powerref: 15000

SEQ-MODE : Optionaler Parameter Schreibt die einzelnen verarbeiteten Spektren einer Sequenz auf Ihre Festplatte im Arbeitsordner. Der Dateiname ist der Parameterwert 1 und der Parameterwert ist, wenn der Wert 2 ist.

Beispiel :

seq-Mode: 1

OBSERVER : Optionaler Parameter. Name des Beobachters. Diese Informationen sind im Kopf der FITS-Datei des verarbeiteten Spektrums geschrieben.

Beispiel :

Beobachter: C. Buil

SITE : Optionaler Parameter. Name der Beobachtungsstelle. Diese Informationen sind im Kopf der FITS-Datei des verarbeiteten Spektrums geschrieben.

Beispiel :

site: Antibes St Jean

VERSION : Optionaler Parameter. Gibt die Version der specINTI-Software zurück, wenn der Parameterwert 1 ist. Die Ausführung des Programms stoppt, nachdem die Ver

15: Function-Reference Manual

Funktionen sind einzeilige Befehle, die in die Konfigurationsdatei eingefügt werden. Wenn eine solche Funktion vorhanden ist (sein Name beginnt mit dem Zeichen "-"), wird der zugehörige Code ausgeführt, dann hört das Programm auf.

Version:

Gib die aktuelle Version specINTI zurück.

Cimg'add: [in1, in2, out]

Fügt die Bilder (in1) und (in2) mit dem Ergebnis (out) hinzu.

'img-add-item-float: [in, Stück, Wert, raus]

Fügt dem Kopf eines FITS-Images ein Typus (Float) hinzu.

.img-add-item-int: : [in, item, value, out]

Fügt dem Kopf eines FITS-Images ein Typus (int) hinzu.

.img-add-item-str: [in, item, value, out]

Fügt dem Kopf eines FITS-Bildes ein Typus (String) hinzu.

"img.compute"-Lächle: [x1, y1, x2, y3, y3]

Berechnen Sie den Radius der Krümmung und den Zentrum eines Kreises aus den Koordinaten von 3 Punkten auf dem Kreis. Diese Funktion ist nützlich, um den Krümmungsradius einer Linie zu bestimmen (dessen Form einem Kreis nachempfunden ist), um diese Verzerrung zu korrigieren und die Linie gerade zu machen (d.h. mit einem unendlichen Krümmungsradius). Das Ergebnis wird in der Ausgabekonsole angezeigt. Beispiel:

[1669, 23, 1666, 1669, 1669, 678], was zu einem Krümmungsradius von 17200 Pixeln führt.

Eimg-Fill: [in1, x1, x2, out]

Nullt die Teile des Bildes (in) zwischen x 1 und x x x x auf der anderen Seite und zwischen x x x2 und x-max. Das Ergebnis ist das Bild (out).

"img-make-offset: [in, out]

Erzeugt ein Bild (out), dessen Intensität dem Durchschnitt der Intensitäten im Bild (in) entspricht.

"img'merge: [in1, in2, Schwelle, raus]

Zusammenführen von zwei Bildern, die kurzzeitig (in1) und lang (in2) durch die HDR-Technik freigelegt wurden. Die Schwelle definiert die Sättigungsstufe im Bild (in2).

"img-offset: [in, Offset, out]

Fügt dem Bild (in) eine Konstante (Offset) hinzu. Das Ergebnis ist das Bild (out).

Cimg-sub: [in1, in2, aus]

Berechnet den Unterschied zwischen den Bildern (in1) und (in2). Das Ergebnis ist das Bild (out).

-img-uniform: [in, Wert, raus]

Erzeugt das Bild (aus) des gleichen Formats wie das Bild (in) mit der Intensität aller Pixel gleich (Wert).

Cimg-Lächeln: [im Radius, y0, raus]

Gilt eine "Lächel"-Verzerrung auf ein Bild, mit dem Radius der Krümmung (Radius, in Pixel) und y0, der Höhe des Zentrums der Krümmung (in Pixel).

Pro-blur: [in, coef, out]

Filtert ein Profil mit dem SAVGOL-Algorithmus mit einer vom Wert (Coef) angepassten Stärke.

"pro-sau": [in, w1, w2, out]

Lineare Interpolation zwischen Wellenlängen w1 und w2. Sie können diese Funktion mehrmals ausführen, indem Sie "pro-sau1" .

"pro-div: [in1, in2, out]

Teilen Sie das Profil (in1) durch das Profil (in2) mit dem Ergebnis (out).

.pro-conv-melchior: [in, in, in, telluric]

Ein FITS-Spektrum aus der Melchior-Bibliothek in ein vereinfachtes FITS-Profil umzuwandeln. Wenn telluric = 0, wird die Melchior-Spektrum-Version von tellurischen Linien gereinigt, wenn telluric = 1, tellurische Linien vorhanden sind.

"pro-fit: [in, w1, w2, w3, w4, aus]

Glättung des Profils (in1) durch eine Parabolfunktion, die durch die Wellenlängen w1, w2, w3, w4 (in Å) bestenfalls geht. Das geglättete Ergebnis ist das Profil (out).

"pro-fit2: [in, w1, w2, w3, w4, w5, raus]

Glättung des Profils (in1) durch eine Polynomfunktion von Grad 3, die durch Wellenlängen 5 Wellenlängen bestenfalls führt.

"pro-fit3: [in, w1, w2, w3, w4, w5, w6, out]

Glättung des Profils (in1) durch eine Polynomfunktion von Grad 3, die durch Wellenlängen 6 Wellenlängen bestenfalls geht.

"Pro-Gschensions": [in, Sigma, raus]

Die Konplung des Profils (in) durch eine Gauß-Funktion, Breite (Sigma, in Å). Das Ergebnis ist das Profil (out).

"pro"norm: [in, w1, w2, out]

Normalisiert das Eingangsprofil zur Einheit mit dem Durchschnitt zwischen den Wellenlängen (w1) und (w2). Das Ergebnis ist das (Out-)Profil.

"pro-offset: [in, Offset, out]

Fügt dem Profil eine Konstante (Offset) hinzu. Das Ergebnis ist das Profil (out).

"pro-shift-vel: [in, v, out]

Richtet eine spektrale Geschwindigkeitsverschiebung (v, in km/s) auf alle Punkte des Profils (in) auf, um das Profil (out) zu erzeugen.

"pro-shift-wave: [in, w, out]

Bezieht eine spektrale Verschiebung der Wellenlänge (w, in Å) auf alle Punkte des Profils (in), um das Profil (out) zu erzeugen.

.prosnr: [in, Lamm1, Lamm2]

Gibt in der Ausgangskonsole das Signal-Rausch-Verhältnis (SNR) des Spektralprofils (in) zurück, das zwischen den Lamm1- und Lamb2-Klemmen berechnet wird.

.pro-telluric: [atmo, in, out]

Entfernt tellurische Linien aus einem Spektrum. [atmo] ist der Name einer FITS-Datei des molekularen Spektrums der Erdatmosphäre. Es ist ein synthetisches Spektrum, unter denen, die im Archiv "Atmo-Molekular" enthalten sind, deren Daten ein Spektrum sind, das aus dem ESO-Sky-Modellrechner geformt wird. [in] ist der Name des beginnenden Spektralprofils, und [out] ist das

gleiche Profil nach der Entfernung von Tellur-Linien. Diese Funktion schreibt auch im Arbeitsverzeichnis das Spektrum der Atmosphäre, die im kleinsten Quadrate-Gesinn zum beobachteten Spektrum passt. Für Anwendungsbeispiele siehe Ziffer 5.8.4 und A4.3