SPcAudace / AudeLA

Datareductie spectroscopie

Beschrijving en gebruik van de plug-in SPcAudace in AudeLA , toepassing spectroscopie datareductie en presentatie van data. functionele Pipelines automatiseren het ganse proces, welke hier beschreven zijn .
Version AudeLA: 3.0.0b4, version SPcAudace: 5.0 (25-05-2020) – vertaling van website SPcAudace

Erik Bryssinck
25-5-2020

Voorwoord:

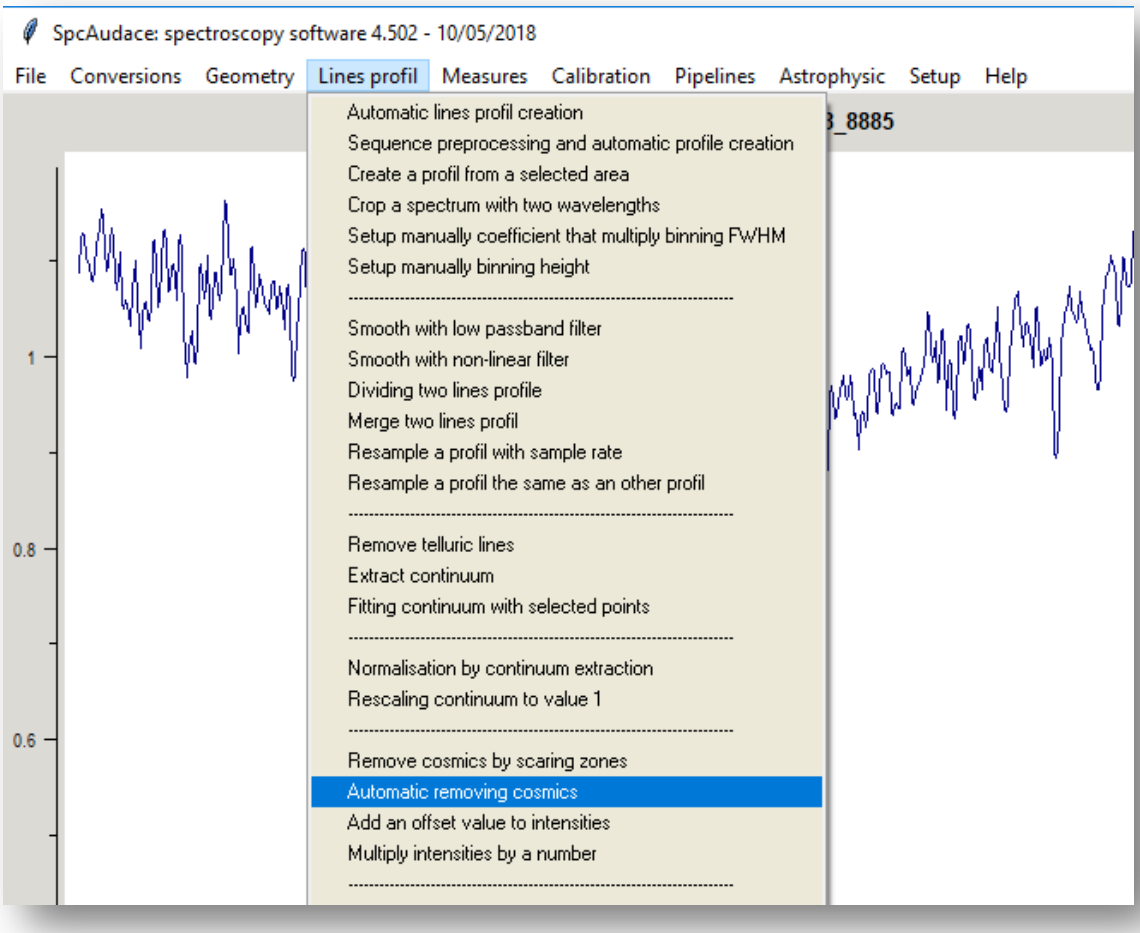
Het vergt heel wat kennis en leercurve om datareductie op een correcte manier uit te voeren voor spectra. Vooral een correcte reductie en aanmaak van een response curve voor uw optiek en spectrometer.

Om deze reden werd door een groep van amateurastronomen SPcAudace ontwikkelt die script gestuurd kan werken. Meer dan 150 commando's staan ter beschikking. De meeste van deze SPcAudace commando's dien je in de AudeLA console te typen. Het is niet nodig om alle opties van buiten te kennen. Type gewoon het commando in de AudeLA-copnsole en je krijgt automatisch een error melding met de opties die je dient op te geven. Lijkt wel vrij ingewikkeld en is niet echt gebruikelijk om met commando's te werken, maar het geeft de mogelijkheid om dingen te automatiseren.

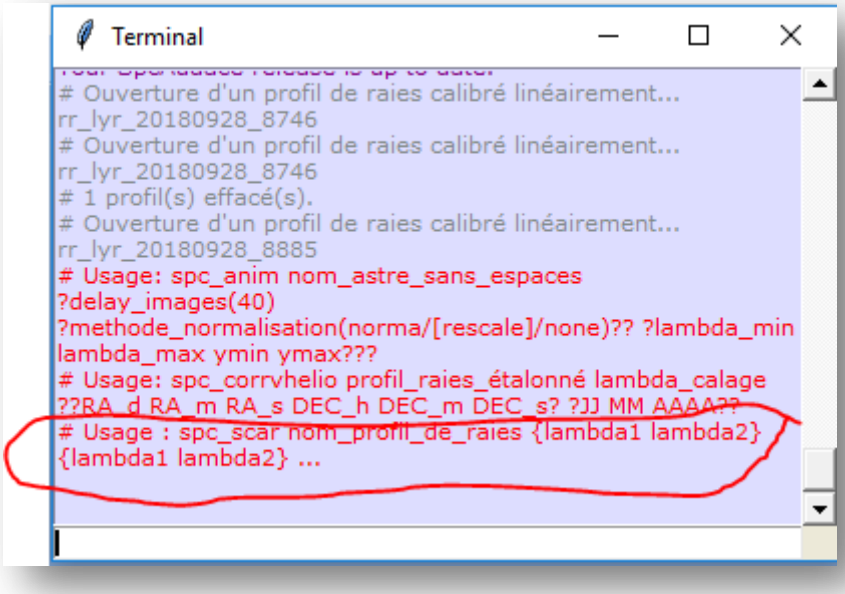
Na deze sripts vind je in de Appendix van dit document nog enkele extra commando's nader verklaard.

Voorbeeld:

Je wenst in SPcAudace op een spectrum een aantal 'comics rays'te verwijderen. Selecteer daarom in de menu van SPcAudace: Lines Profiles -> remove cosmic rays



In de ‘Terminal’ (console) van AudeLA zie je de error melding en gebruik van het commando verschijnen:



Het commando is: **spc_scar**

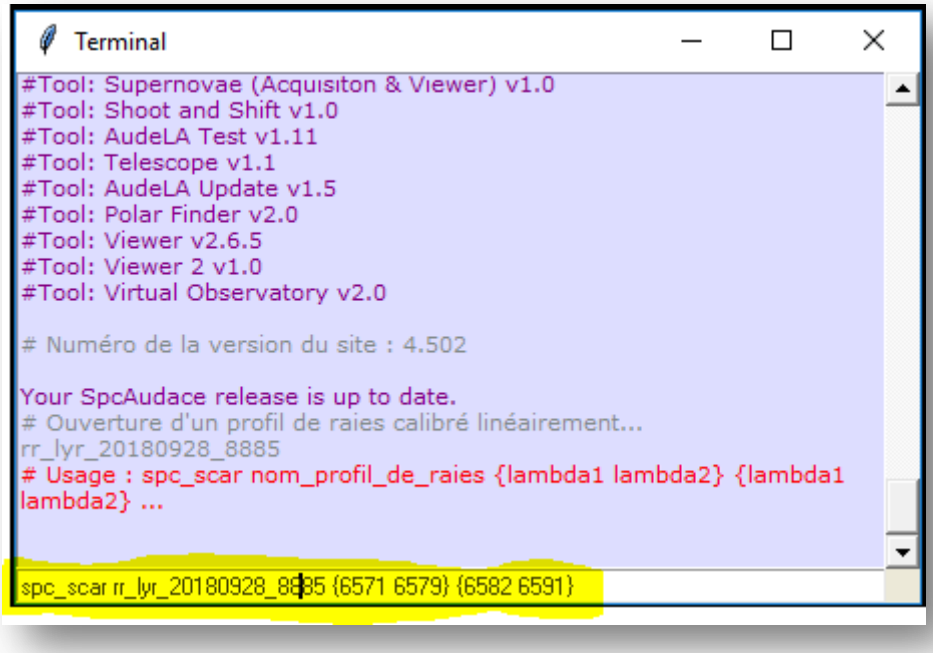
Nom_profil_de_raies: hier schrijf de naam van het spectrumprofiel waar de cosmic rays moeten verwijderd worden. Hier in ons voorbeeld **rr_lyr_20180928_8885**

Vervolgens de golflengtes waartussen de ‘cosmic rays’ zich bevinden die dienen verwijderd te worden. Je kan die juist bepalen door met je cursor over het spectrum te gaan, onderaan het spectrum zie je de actuele golflengte.

Een commano-lijn zou er dan als volgt kunnen uitzien:

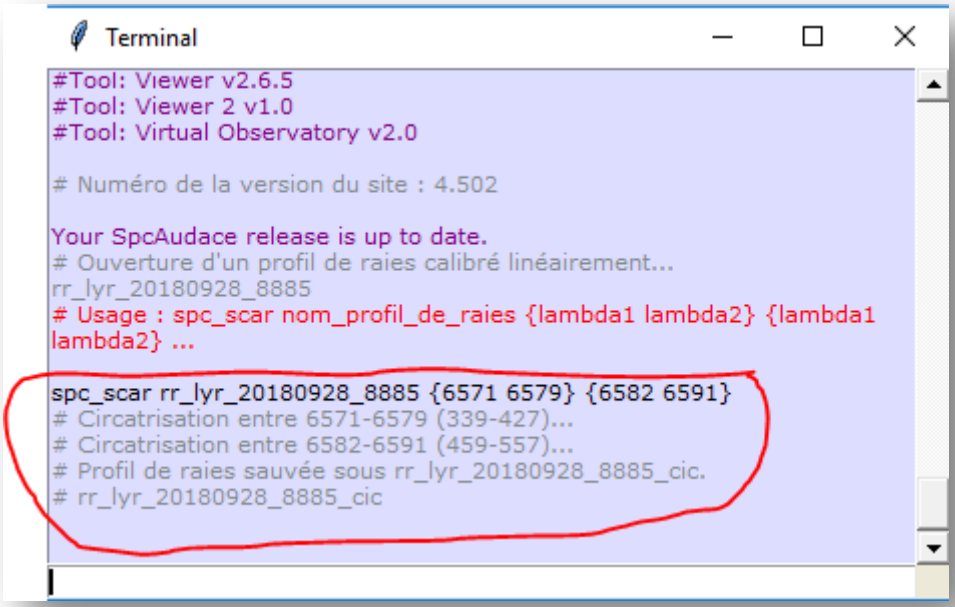
spc_scar rr_lyr_20180928_8885 {6571 6579} {6582 6591}

Plaats vervolgens dit commando in de witte regel onderaan het Terminal venster (hier is nu de opdrachtregel in geel gemarkeerd)



Druk vervolgens op enter en de opdracht wordt uitgevoerd

Als alles goed gaat, krijg je in dit voorbeeld onderste boodschap in de Terminal window:



Opdracht correct uitgevoerd en er is een nieuw bestand gecreëerd : **rr_lyr_20180928_8885_cic**, waar de 'cosmic rays' verwijderd zijn. Er is nog een andere opdracht voor het verwijderen van comic rays waar je een bepaalde filterwaarde kan ingeven, die bepaald hoe 'sterk' de filter al of niet moet werken en zoekt ook automatisch mogelijke cosmic rays op (dit commando wordt in de appendix verder verklaard.)

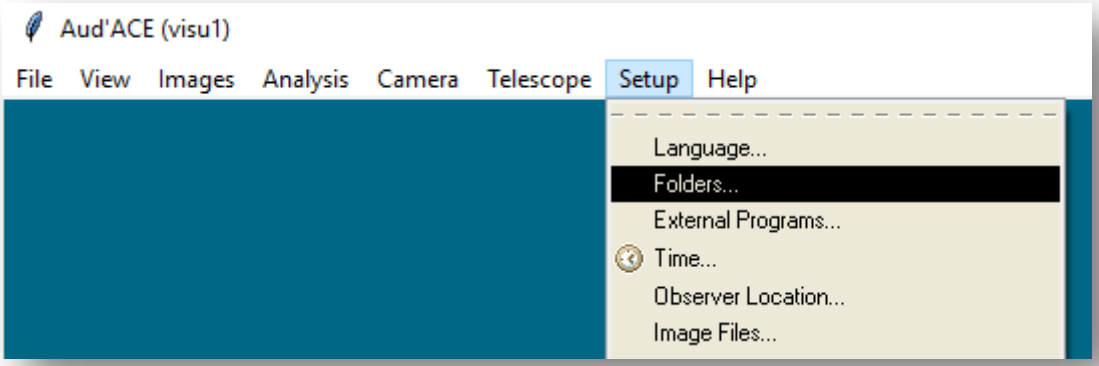
Pipelines in SPcAudace/Audela

2 pipelines zijn beschikbaar in SPcAudace voor datareductie van ruwe spectrabeelden voor hoge resolutie.

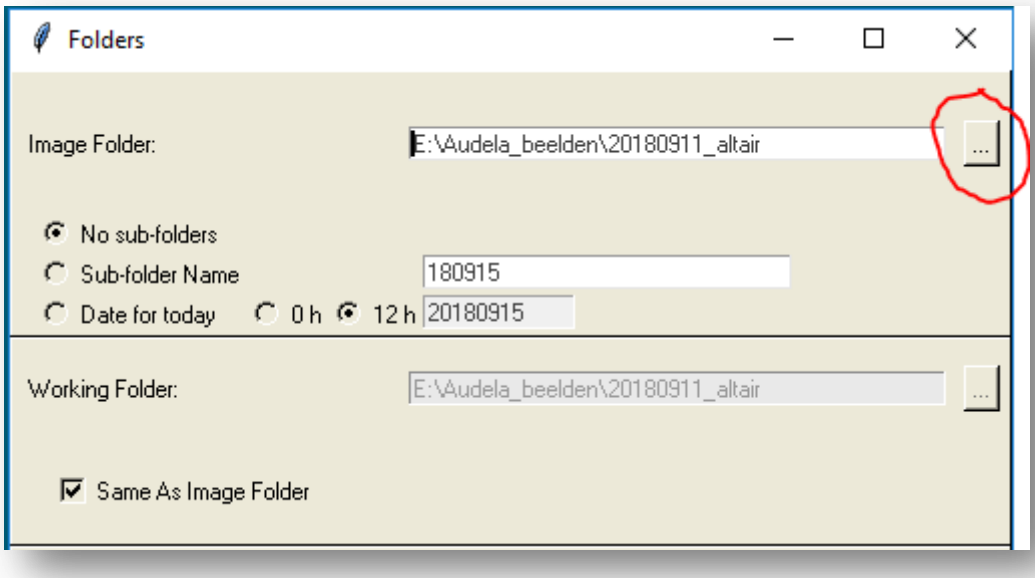
Pipeline 1 voor de reductie van de referentiester om een instrument response te maken.
Pipeline 2 om het sterspectra te reduceren met gebruik van de instrument response uit pipeline 1.

Pipeline 1:

1. **Configuratie en voorbereidende instellingen in Audela**



1.1 Selecteer de map waar je beelden hebt opgeslagen:

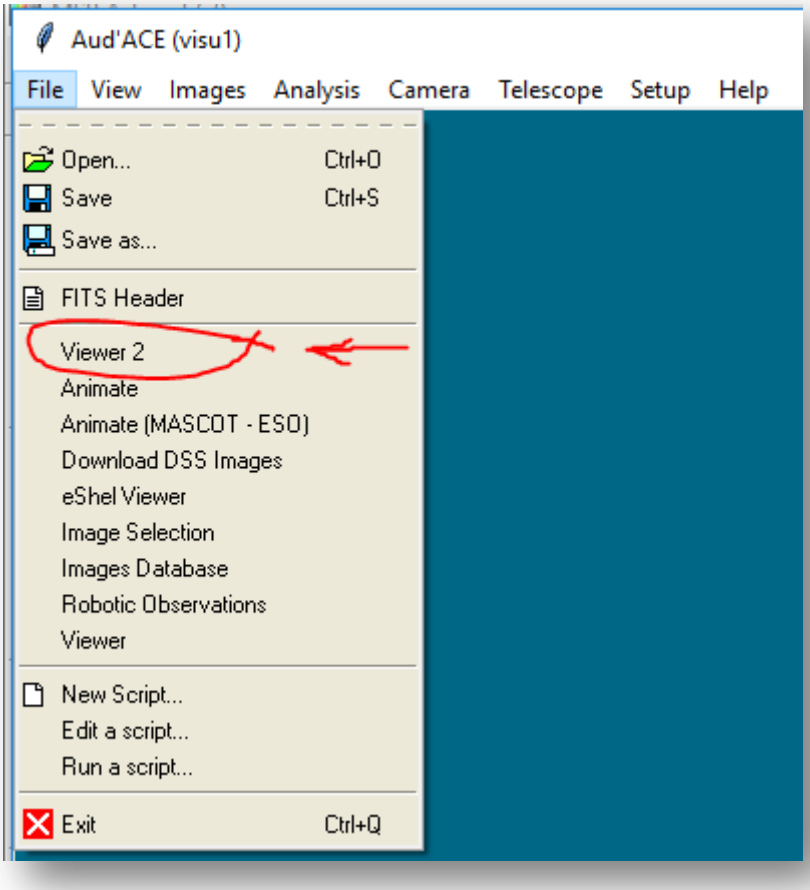


Klik eveneens de checkbox aan ‘Same As Image folder’ – of als het reeds is aangevinkt, ‘vinkje verwijderen’ en ‘vink’ opnieuw aan, anders blijft vorige folder in het venster staan.

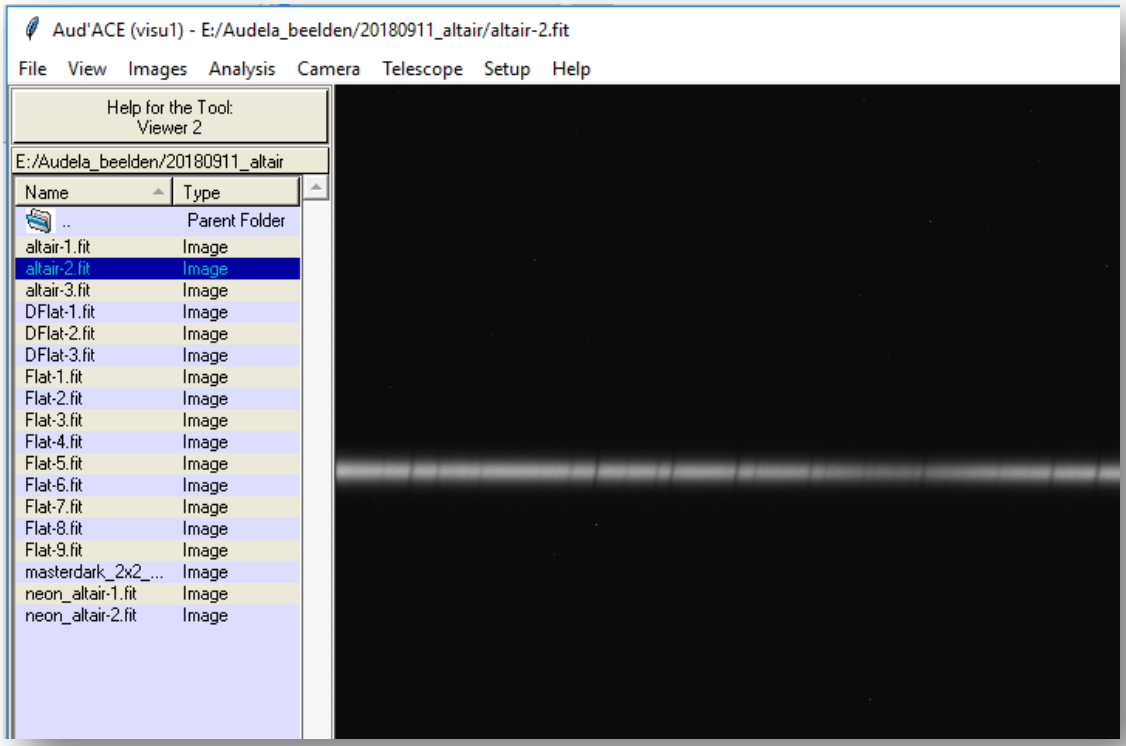
Let op !

alle gegevens die moeten worden verwerkt : 2D-spectrale ruwe afbeeldingen (inclusief de beelden die horen bij de kalibratielamp), donkere kleuren, flats, donkerbeelden van deze flats, offsets (indien van toepassing)) moeten zich in deze map bevinden.

1.2 Gebruik Audela's "Viewer 2" om een overzicht van de betreffende bestanden te hebben:

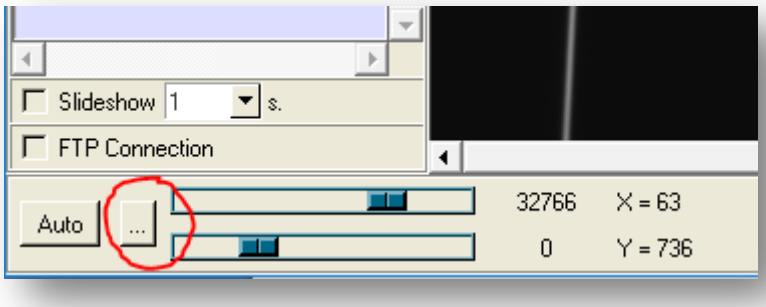


1.3 Door op een bestand te klikken, wordt het weergegeven. U kunt ook de pijltjestoetsen van het toetsenbord gebruiken om van het ene bestand naar de buren te navigeren.



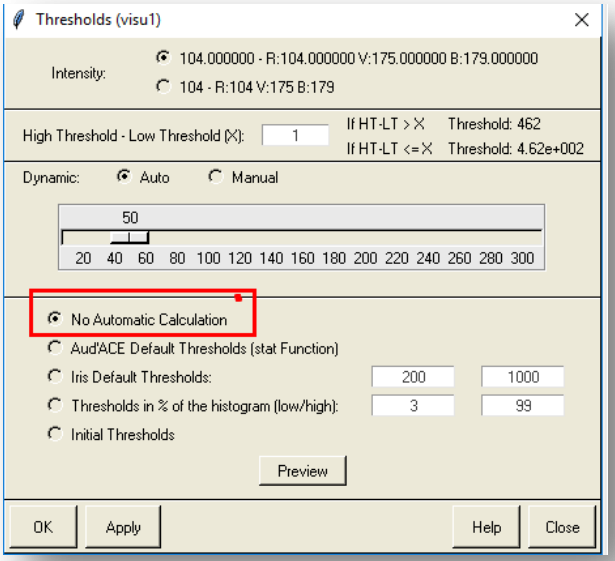
Let op de naamconventie die verschillend is van bijvoorbeeld gebruik bij ISIS.

1.4 Stem de weergavedrempels af:

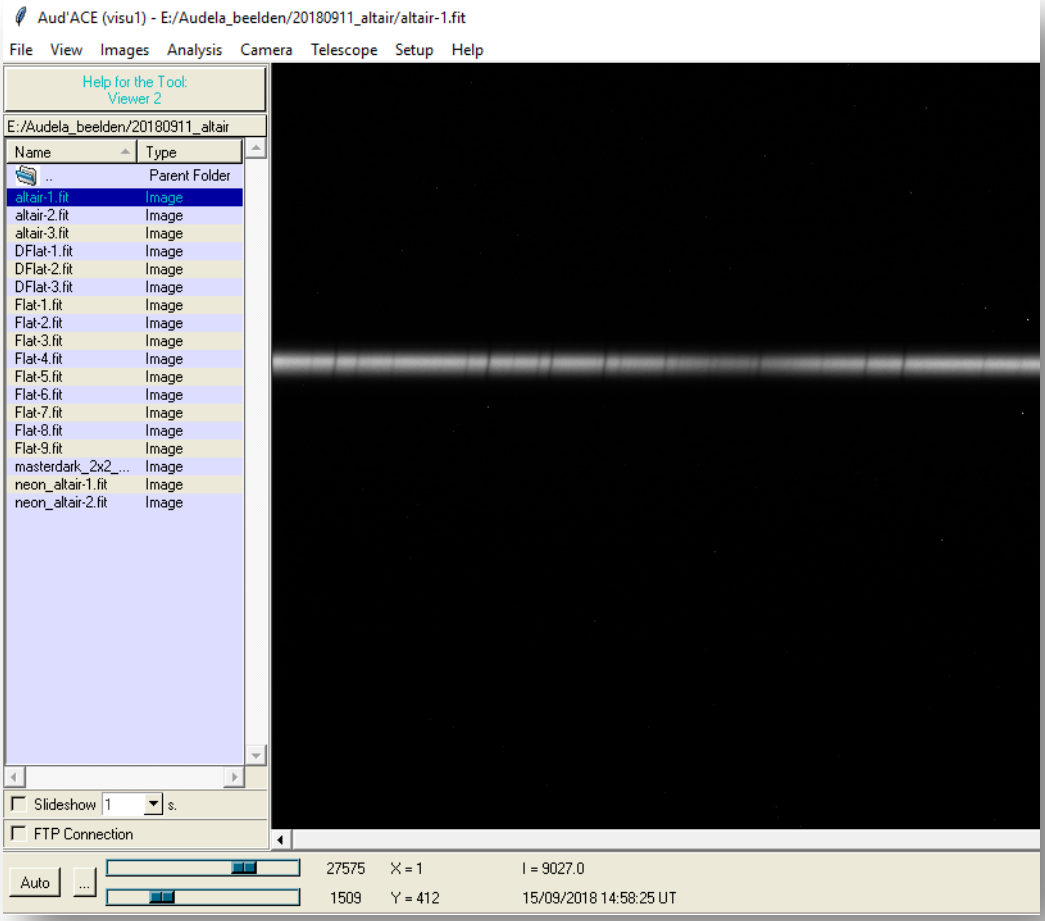


Het doel is om zowel de tellurische lijnen binnen het continuüm als de mogelijke kosmische gegevens zichtbaar te maken.

Het werkt beter om de automatische drempelaanpassing uit te schakelen. Klik hiertoe op de knop "...", net links voor de cursors die worden gebruikt voor het afstemmen van de drempels:



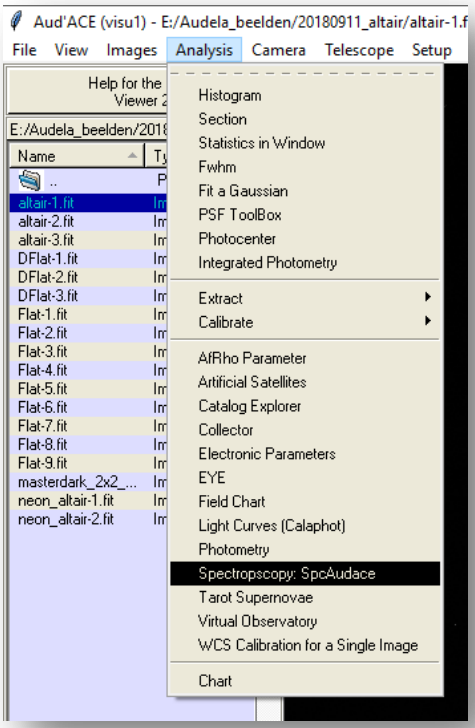
1.5 Controleer de ruwe spectrale afbeeldingen en elimineer afbeeldingen van slechte kwaliteit:



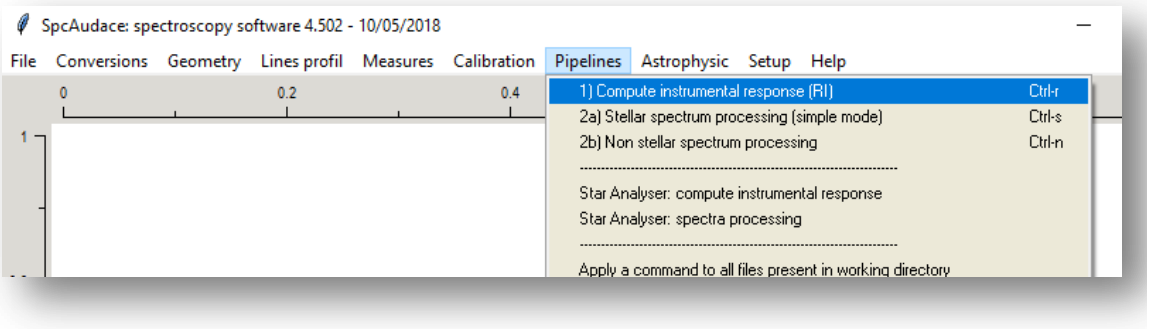
2. Start de pijplijn gewijd aan de berekening van de instrumentele respons

Het gebruik van het spectrum van de 3 voorgestelde referentiesterren (**Regulus, Altair en Castor**) maakt een eenvoudige berekening van de instrumentele respons mogelijk. Dit wordt hieronder geïllustreerd met behulp van het spectrum van Altair.

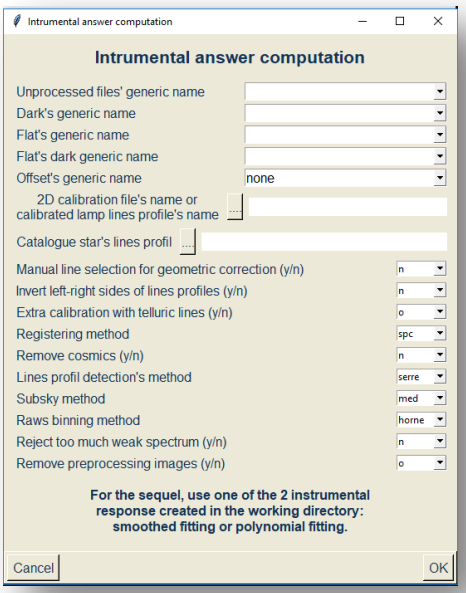
2.1 **Start SpcAudace**: Dit wordt bereikt via het menu **Analysis** in Audela.



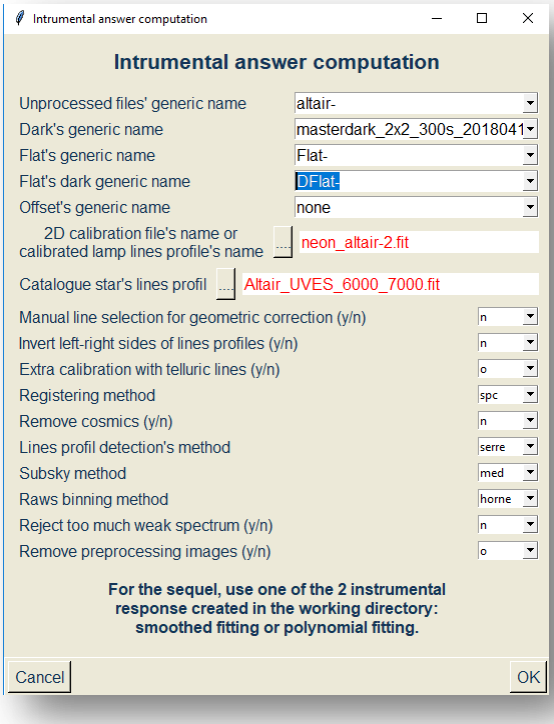
2.2 Start Pipeline nummer 1 voor de berekening van de instrumentele respons:



2.3 Klik in het menu Pipelines op "Compute instrumental response (RI)". Het pijplijn nummer 1 venster verschijnt:



2.4 selecteer de files om het venster volledig van gegevens te voorzien



ruwe bestanden 'generieke naam' (naam voor onbewerkte spectra):

Omdat Altair is gekozen als referentiester voor de berekening van de instrumentele respons, zijn de namen van de acquisitiebeelden voor dit doel: altair-1.fit, altair-2.fit en altair-3.fit. De generieke naam die moet worden opgegeven, is dus: "altair-".

De generieke naam van Dark (naam voor darks):

Op dezelfde manier specificeren we de generieke naam, hier dark300s-, voor de onbewerkte donkere afbeeldingen. Als er echter al een hoofdduister is berekend, moeten we alleen de naam ervan geven, bijvoorbeeld "masterdark ".

De generieke naam van Flat (generieke naam voor flats):

Specificeer de generieke naam voor de onbewerkte afbeeldingen. In ons voorbeeld Flat-1, Flat-2 …. Flat-9, dus dit wordt “Flat-“

De donkere generieke naam van flat (generieke naam voor de donkere beelden die op flats worden toegepast):

Nogmaals, we kunnen de generieke naam voor de onbewerkte afbeeldingen of de naam van de hoofdafbeelding opgeven: "Dflat-smd3".

Offset's (of BIAS) generieke naam (generieke naam voor vooringenomen afbeeldingen):

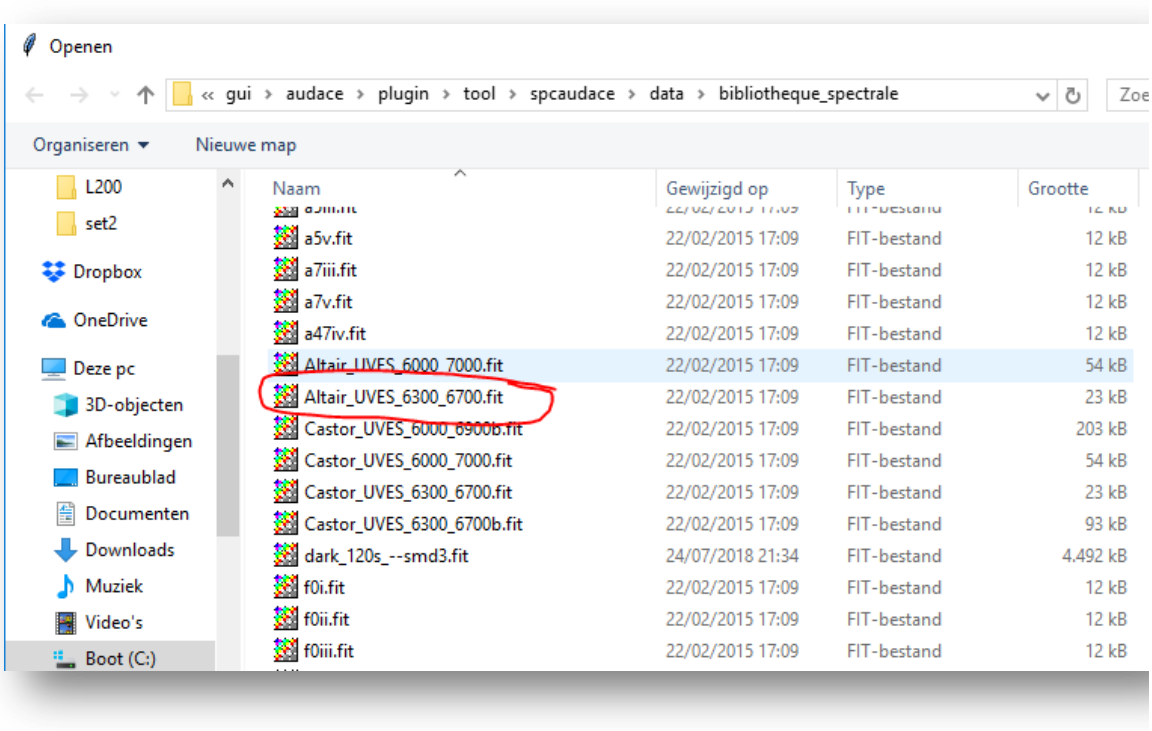
Als bias-afbeeldingen moeten worden gebruikt (dat is in het geval van verschillende belichtingstijden voor de afbeeldingen en de overeenkomende donkere kleuren), voert u de bias-generieke naam in. Anders "none" behouden.

Naam van het 2D-kalibratiebestand of naam van het kalibratielijnprofiel (naam van het 2D-spectrum van de kalibratiebeelden):

Om stellaire (of andere astronomische objecten) spectra te kalibreren, hebt u voor en na de acquisitie van de spectrale beelden kalibratie-afbeeldingen genomen (afbeeldingen van een kalibratielamp, neon in het algemeen). Door op "...." te klikken, selecteert u de eerste van de kalibratie die u hebt gemaakt, hier in ons voorbeeld "neon_altair-1.fit". Als er slechts één kalibratie-image beschikbaar is, selecteert u deze. Het wordt echter sterk aanbevolen om verschillende kalibratie-afbeeldingen te maken, ten minste één vlak voordat u het spectrum van een voorwerp vastlegt en één vlak erna, als een lange (meer dan 15 minuten) belichting vereist is. Inderdaad worden de kalibratiebeelden gebruikt, niet alleen voor de kalibratie, maar ook voor de horizontale registratie van de verschillende afbeeldingen (door bijvoorbeeld flexure als oorzaak)

Catalogus star's lines profil (1D catalog spectrum van de referentie ster):

Als u op "..." klikt, wordt een venster geopend met de spectrale catalogusprofielen van verschillende sterren. Deze profielen zijn gekalibreerd. Selecteer degene die overeenkomt met de referentiester die u hebt vastgelegd. SpcAudace-catalogus bevat UVES-spectra van **Altair, Castor en Regulus**. Afhankelijk van het spectrale venster dat door uw instrumentarium wordt bedekt, kunt u ervoor kiezen om te kiezen tussen de band 6000-7000 A of 6300-6700 A. Met onze KAF1600-sensor en een rooster van 2400 g / mm gecentreerd op Hα, kiezen we voor: "**altair-UVES-6300-6700.fit**".



4. optionele berekenings keuzes

Het resterende formulier betreft verschillende opties die moeten worden gespecificeerd voor de berekening. De standaardinstellingen zijn geschikt voor de meeste gevallen die u tegenkomt. Ze hoeven zelden te worden gewijzigd, met name voor spectroscopie met hoge resolutie. Daarom wordt de informatie in deze sectie hoofdzakelijk gegeven omwille van de volledigheid.

"Manual line selection for geometric correction y/n" (handmatige selectie van een straal voor geometrische correcties):

o (oui = ja) of **n** (niet = nee), afhankelijk van of u wel of geen automatische detectie van de centrale lijn in de kalibratie-afbeelding wilt. De geselecteerde lijn is degene die wordt gebruikt voor het schatten van de 'smile' in de spectra.

Invert Left-right sides of Lines profiles (y/n) (links-rechts inversie):

De conventie is om de blauwe kant links van de spectra te hebben. Uw gegevens voldoen aan deze conventie als uw camera correct op de spectrograaf is gemonteerd. Als dat niet het geval is, kiest u "o" (oui) om links en rechts om te keren. De standaardinstelling komt overeen met gegevens die voldoen aan de conventie.

“Extra calibration with telluric Lines (y/n) (gebruik tellurische lijnen om de kalibratie te verbeteren):

Als u genoeg spectrale resolutie hebt, kunt u verwachten dat telluurlijnen waarneembaar zijn. Het gebruik van deze lijnen zal waarschijnlijk de kalibratie verbeteren. Als u deze kans wilt grijpen, selecteert u optie "o" (oui / yes).

Registering methode (techniek gebruikt voor verticale registratie van de afbeeldingen):

Voor deze registratie worden drie opties voorgesteld: "spc", "reg" en "n", respectievelijk voor verticale, stellaire of geen registratie. De "spc" -optie is degene die meestal het beste werkt.

Remove comsics (verwijdering van kosmologie):

Als je onbewerkte afbeeldingen besmet zijn met veel kosmische dingen, kun je proberen ze te verwijderen door optie "o" te kiezen. Maar het nadeel is een lichte verslechtering van de signaal-ruisverhouding. Als alternatief kunt u de procedure spc_scar toepassen op het profiel dat u verkrijgt. Met deze procedure wordt het profiel alleen lokaal gewijzigd.

Lines profile detection’s method (methode gebruikt voor spectrumdetectie):

De pijplijn moet het gebied identificeren waar spectrale informatie is gelokaliseerd in tegenstelling tot de hemelachtergrond. we stellen twee methoden voor, afhankelijk van of u een smal ("serre") of een breed ("large") gebied wilt. Gewoonlijk heeft de optie ‘serre’ de voorkeur. Als u echter te maken krijgt met slechte signaal-tot-ruis beelden, kunt u mogelijk worden geleid om de optie "large" te gebruiken.

Sub Sky method (methode die wordt gebruikt voor aftrekking van de hemelachtergrond):

De hemelachtergrond moet worden afgetrokken van de pixels in het gebied waar spectrale informatie is gelokaliseerd (spectraal gebied). De luchtachtergrond wordt verondersteld een constante te zijn waarvan de waarde moet worden geschat. Voor deze schatting worden verschillende methoden voorgesteld.

"med": de waarde wordt verkregen door het gemiddelde van twee schattingen te nemen; deze schattingen worden verkregen door de mediaan van de pixels binnen één band boven het spectrale gebied en één hieronder te berekenen; de verticale breedte van deze banden is een van het spectrale gebied.
"moy": hetzelfde, maar het gemiddelde wordt gebruikt ter vervanging van de mediaan.
"moy2": hetzelfde, maar we gebruiken hier een gewogen gemiddelde.
"sup": de schatting houdt hier niet rekening met het gebied onder het spectrale gebied.
"inf": de schatting houdt hier niet rekening met het gebied onder het spectrale gebied.
"back": de schatting gebruikt een filter met kernelachtergrond.
"none": de geschatte waarde is nul.
De methode "med" geeft in de meeste gevallen de beste resultaten.

Raws binning method (methode voor het samenvoegen van kolommen):

Het profiel is verkregen door een kolom te ‘binnen’. Er worden drie methoden voorgesteld:
"add": louter binning.
"rober": binning gebaseerd op een gewogen gemiddelde inclusief een afwijzing van uitschieters.

"horn": Horner-methode, nog niet geïmplementeerd.
Methode "rober" blijkt het meest effectief te zijn.

Reject to much weak spectrum (afwijzing van zwakke spectra):

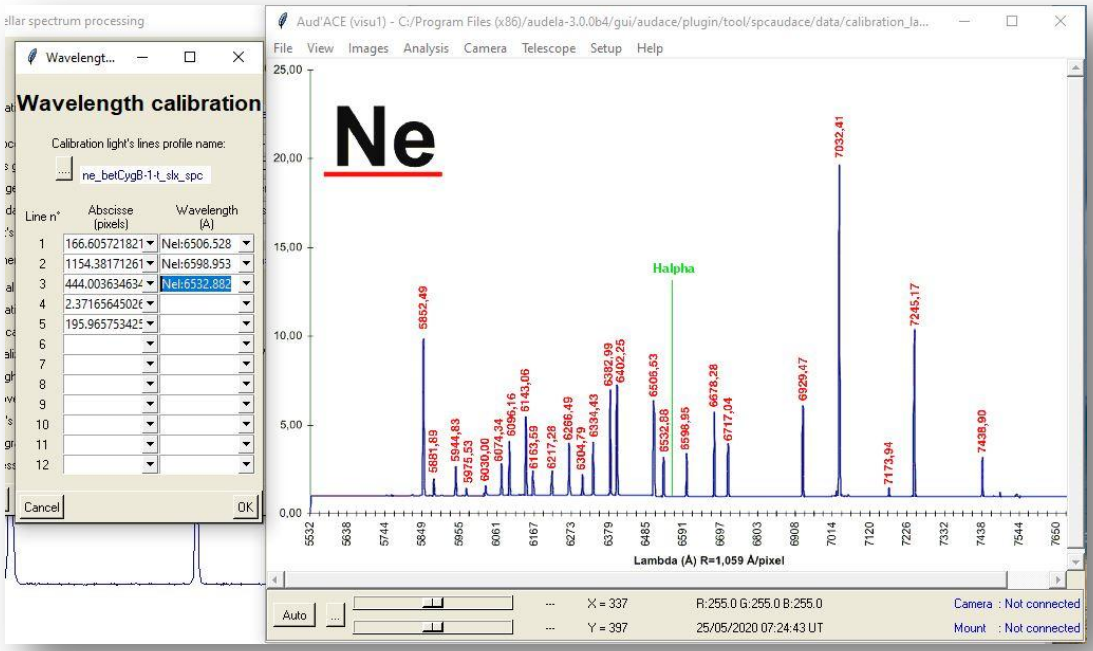
Onbewerkte afbeeldingen met een slechte signaal / ruis-verhouding (dit treedt waarschijnlijk op in het geval van een plotselinge wolk of in het geval van een probleem met autoguiding) worden niet in rekening gebracht als u de optie "o" hebt gekozen.

Remove preprocessing images (verwijdering van tussenbestanden):

In een ander stadium van de verwerking worden tussenbestanden gemaakt. Omdat ze in het algemeen nutteloos zijn, worden ze aan het einde van de pijplijn verwijderd (optie "o"). Als u ze echter nodig hebt voor analyse, selecteert u optie "n".

Klik op "OK" en start de pijplijn.

Het begint met een smile-correctie van de lijnen in de kalibratie. Vervolgens verwerkt het de onbewerkte beelden voorbewerkingen en daarna opent het een nieuw venster gewijd aan de spectrale kalibratie. Dit is de enige fase waarin de gebruiker aanvullende informatie moet verstrekken.



Je krijgt enkele extra vensters te zien, waaronder het standaardcalibratiespectrum van Neonlamp als richtlijn en geheugensteun. Vervolgens uw calibratiespectrum en een venster 'Wavelength Calibration'.

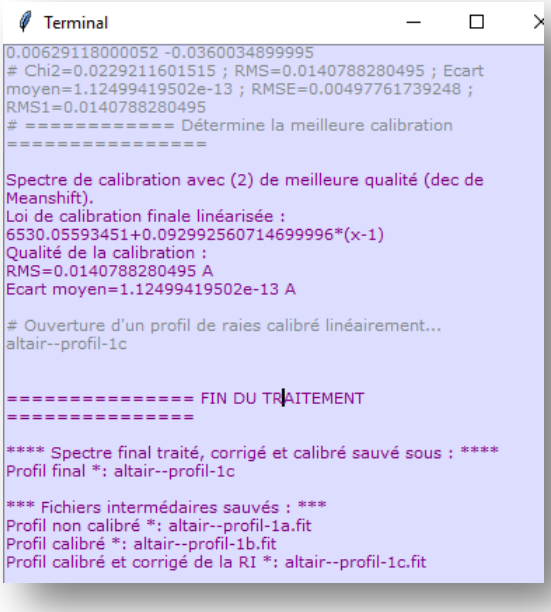
Ga met de muis langs de neonlijnen op uw spectrum en controleer de pixel op de x-as. U herkent lijnen met golflengten 6532.93 A, 6598.95 A en 6678.28 A.

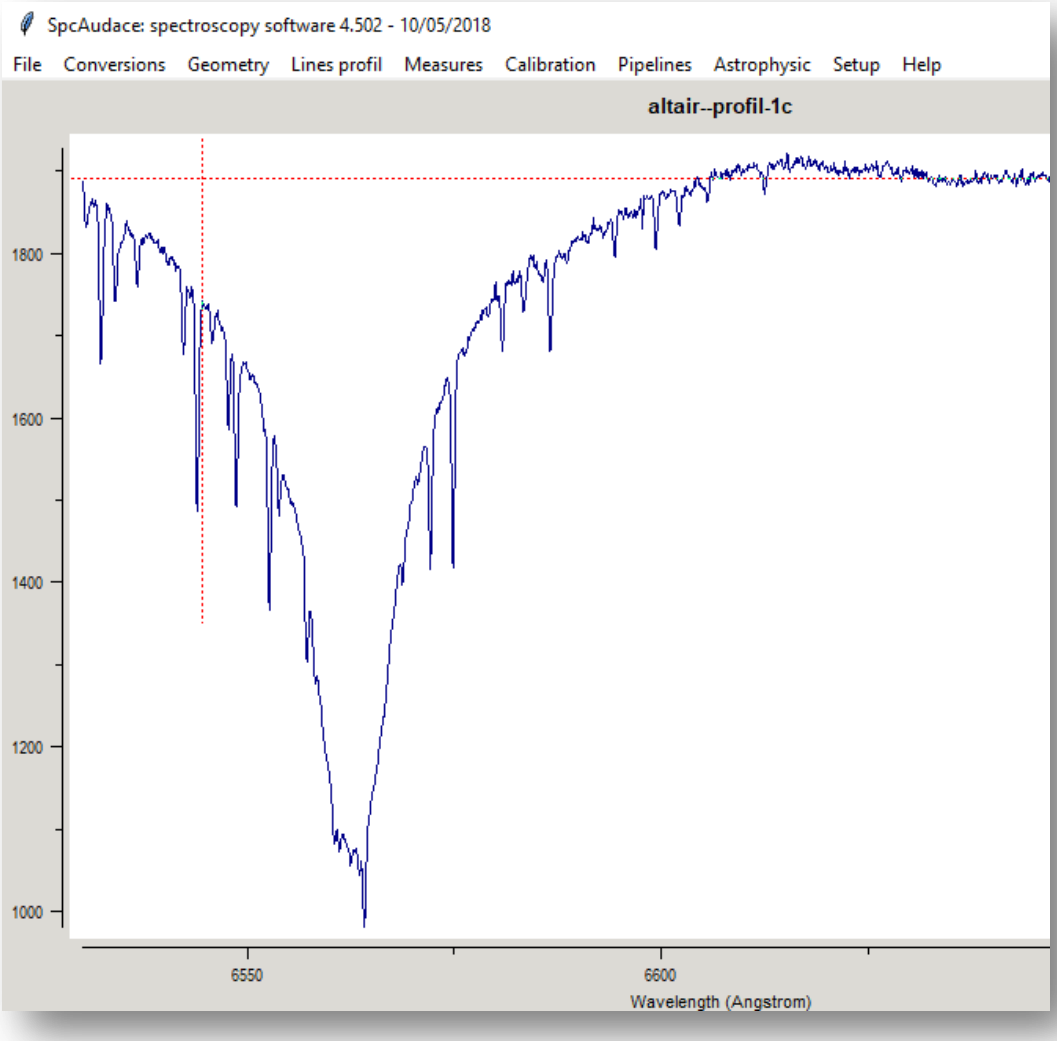
Selecteer deze in het venster ‘wavelength calibration’ en zoek de overeenkomstige golflengte (het venster met de neonlijnen van een calibratielamp is hierbij zeer handig. Doe dit voor alle lijnen die je ziet in je spectrum. Het is verplicht om de golflengtevelden te houden die zijn gekoppeld aan lijnen die SpcAudace mogelijk ten onrechte heeft gedetecteerd. Deze velden worden dan genegeerd en leeg gelaten.

Klik vervolgens op "OK" om de laatste berekeningen te starten. De pijplijn voltooit vervolgens de reductie van spectrale gegevens en produceert profielen tot niveau 1c.

U kunt de voortgang van de pijplijnberekeningen bekijken via de console van Audela. De verschillende stappen van deze berekeningen zijn:

1. Preprocess van onbewerkte beelden. Dit omvat de berekening van een master dark en van een master flat. De master dark wordt verkregen door de mediaanwaarde voor elke pixel te selecteren.
2. Geometrische correcties:
   a. Correctie voor de smilex.
   b. Correctie voor tilt.
   c. Verticale registratie.
   d. Horizontale registratie (wanneer 2 kalibratie-afbeeldingen beschikbaar zijn).
3. Stapel (sommatie) van de zo gecorrigeerde afbeeldingen.
4. Hemelachtergrondschatting en aftrekking.
5. Binning van kolommen om een spectraal profiel te produceren.
6. Toepassing van de berekende calibratiemapping op het profiel van de referentie ster (hier Altair).
7. Schatting van 3 mogelijke instrumentele responsen.
8. Correctie voor de instrumentele respons met behulp van de standaard instrumentele respons.
9. Regelmatig opnieuw bemonsteren (in golflengte) van het profiel.
10. Weergave van het laatste profiel in het SpcAudace-venster.

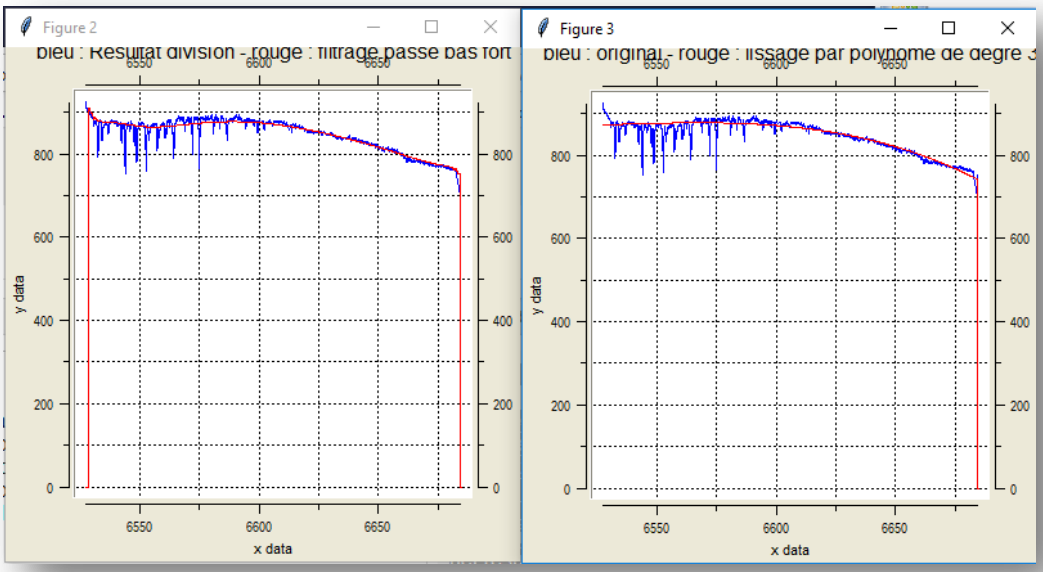




Weergave van het laatste profiel (niveau 1c) in het SpcAudace-venster.

7. Het kiezen van de instrumentale respons

De 3 berekende instrumentele responsen worden opgeslagen in bestanden: reponse_instrumentale-1.fit, reponse_instrumentale-2.fit en reponse_instrumentale-3.fit. Deze instrumentele resultaten worden verkregen door verschillende filters toe te passen op het resultaat van de indeling van het niveau 1b-profiel door het catalogusprofiel van de betreffende ster (hier Altair).
De pijplijn geeft 2 instrumentale responsen weer (in rood) gesuperponeerd met het resultaat van de deling (in blauw):



reponse_instrumentale-3 komt het beste overeen met het resultaat van de deling terwijl het erg soepel blijft. Dit is de meest voorkomende situatie en dit instrumentele antwoord is gebruikt (standaardinstelling) voor de berekening van het niveau 1c profiel van Altair hierboven weergegeven. Deze instrumentale respons is degene die moet worden gebruikt voor het corrigeren van de spectrale gegevens die zijn verkregen met dezelfde instrumentatie.

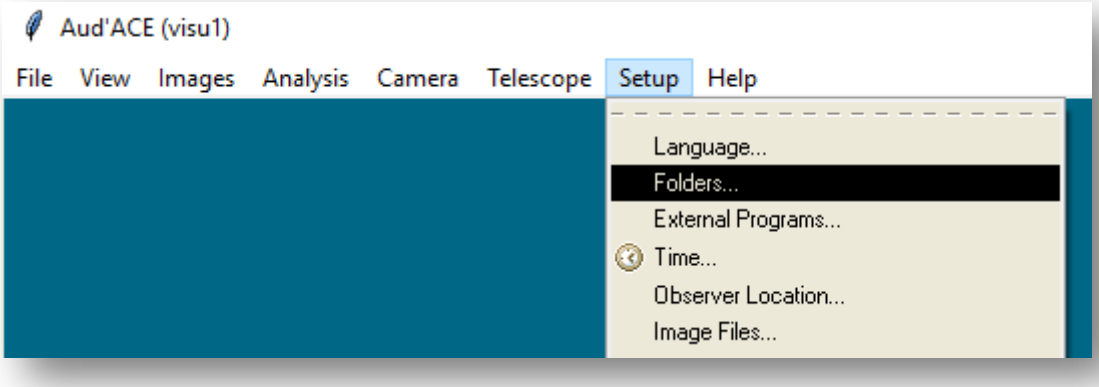
Er is ook een video beschikbaar van deze tutorial pipeline 1

Bekijk nu de tutorial voor Pipeline 2A voor de reductie van hoge resolutie spectra

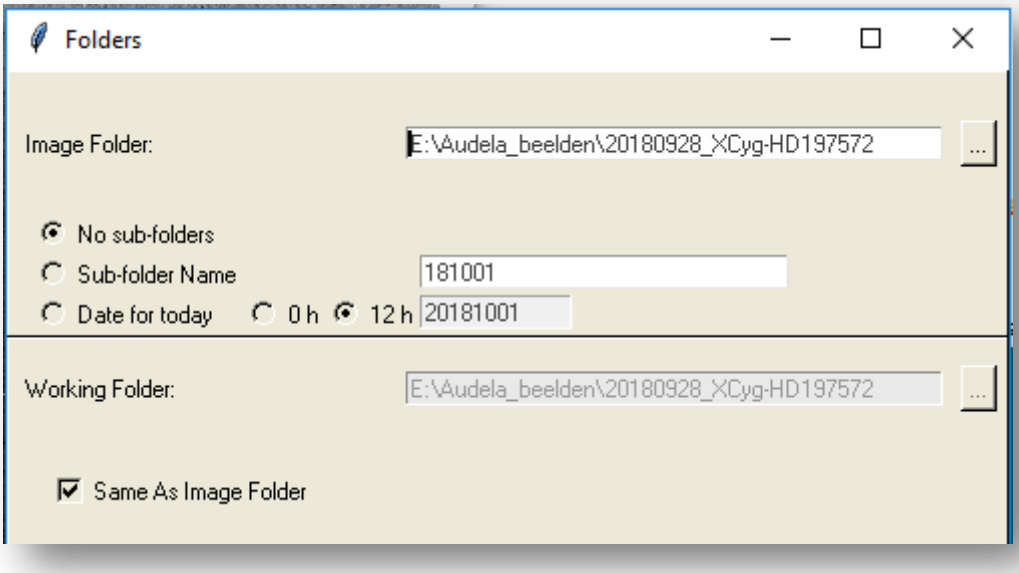
----

Pipeline 2

1. Configuratie en voorbereidende instellingen in Audela



1.1 Selecteer de map waar je beelden hebt opgeslagen:

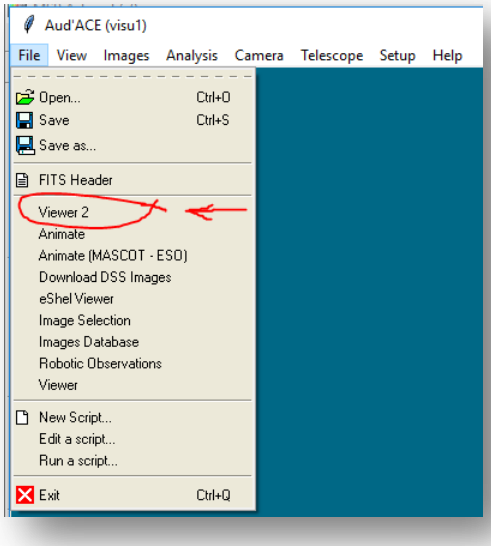


Klik eveneens de checkbox aan 'Same As Image folder' – of als het reeds is aangevinkt, 'vinkje verwijderen' en 'vink' opnieuw aan, anders blijft vorige folder in het venster staan.

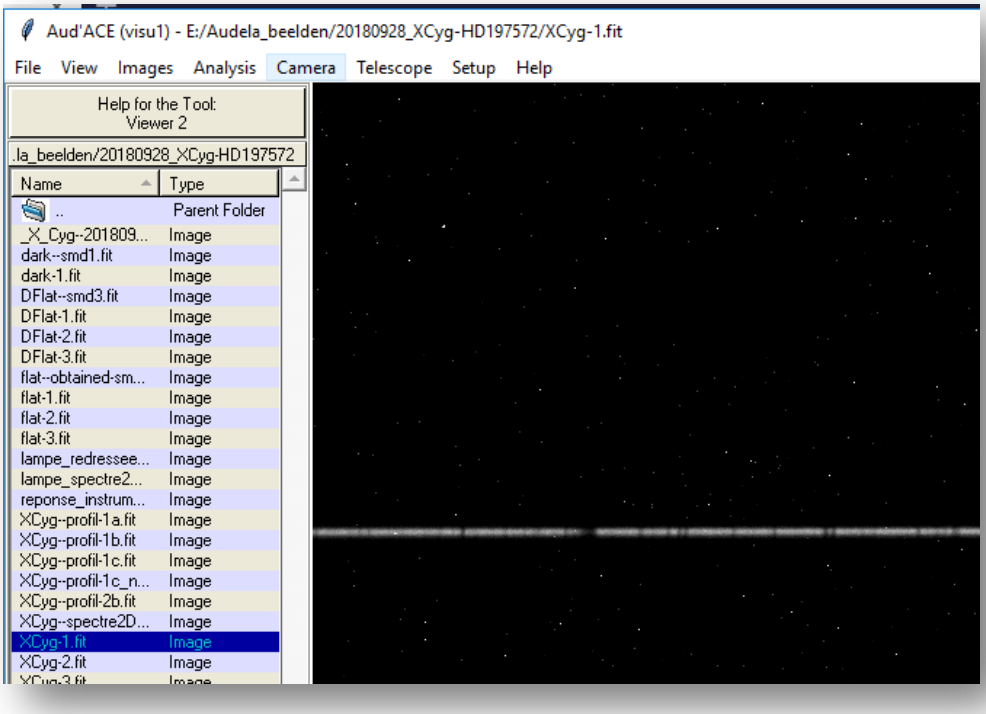
Let op !

alle gegevens die moeten worden verwerkt : 2D-spectrale ruwe afbeeldingen (inclusief de beelden die horen bij de kalibratielamp), donkere kleuren, flats, donkerbeelden van deze flats, offsets (indien van toepassing)) moeten zich in deze map bevinden.

1.2 Gebruik Audela's "Viewer 2" om een overzicht van de betreffende bestanden te hebben:

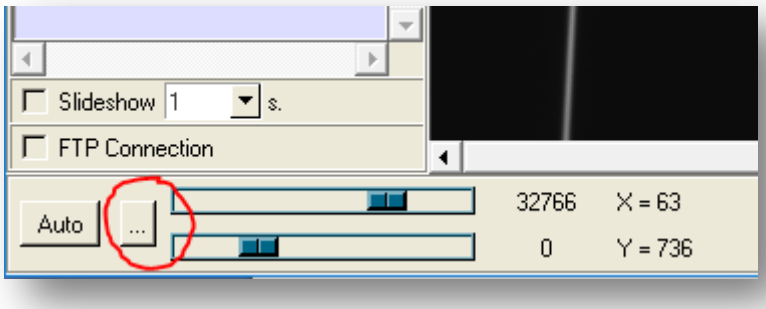


1.3 Door op een bestand te klikken, wordt het weergegeven. U kunt ook de pijltjestoetsen van het toetsenbord gebruiken om van het ene bestand naar de onderliggende bestanden te navigeren.



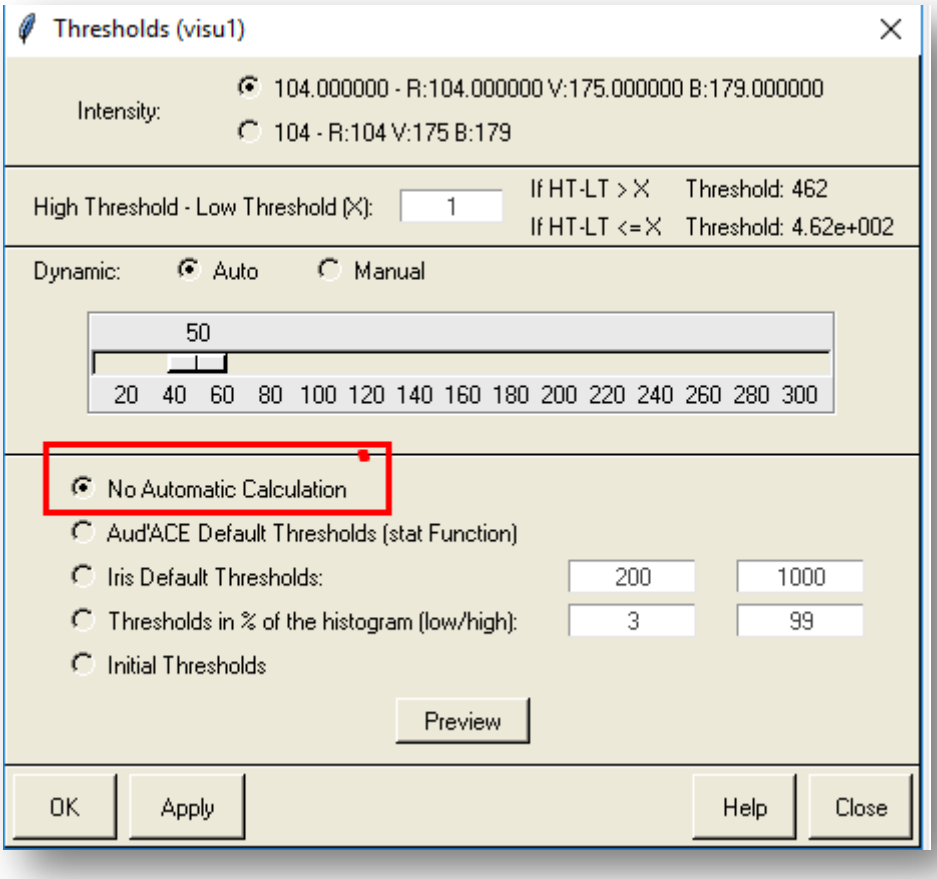
Let op de naamconventie die verschillend is van bijvoorbeeld gebruik bij ISIS.

1.4 Stem de weergavedrempels af:

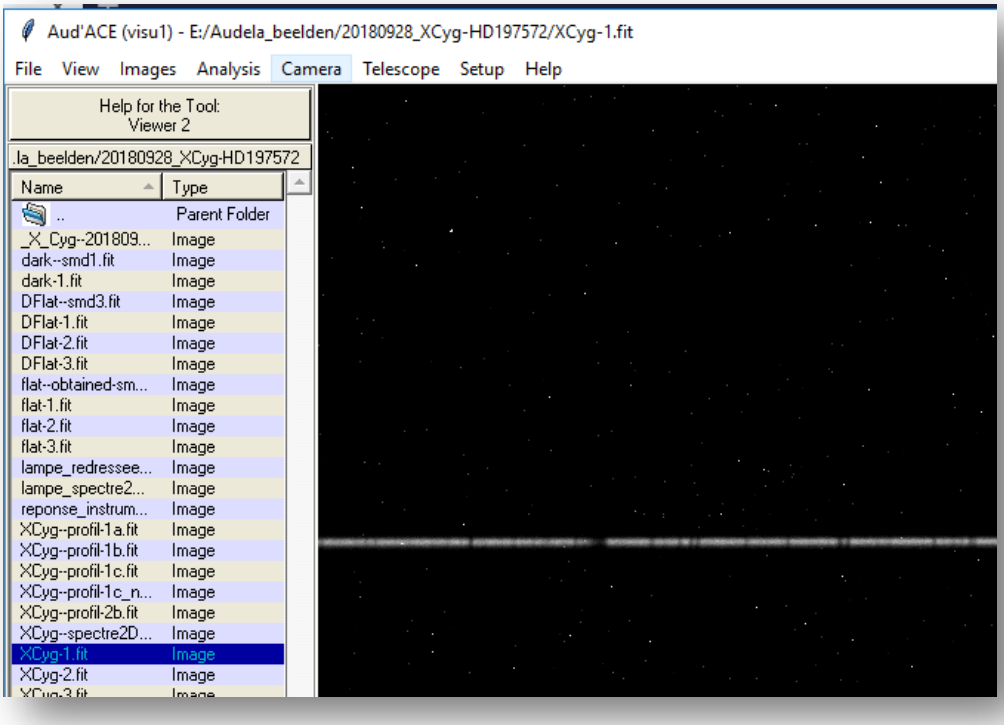


Het doel is om zowel de tellurische lijnen binnen het continuüm als de mogelijke kosmische gegevens zichtbaar te maken.

Het werkt beter om de automatische drempelaanpassing uit te schakelen. Klik hiertoe op de knop "...", net links voor de cursors die worden gebruikt voor het afstemmen van de drempels:



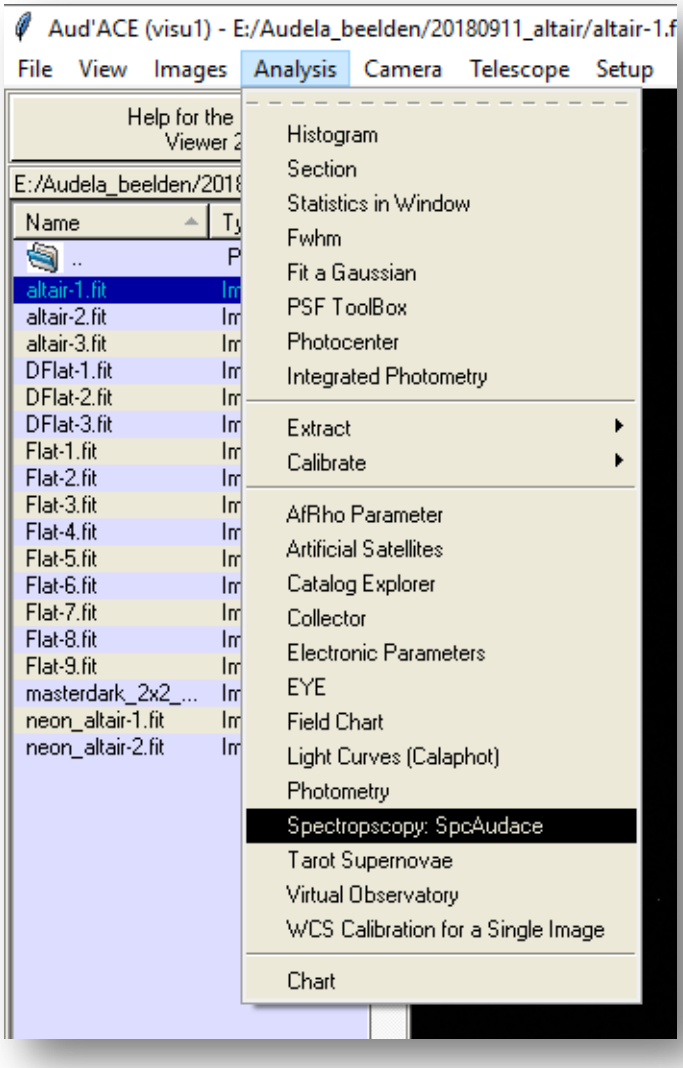
1.5 Controleer de ruwe spectrale afbeeldingen en elimineer afbeeldingen van slechte kwaliteit:



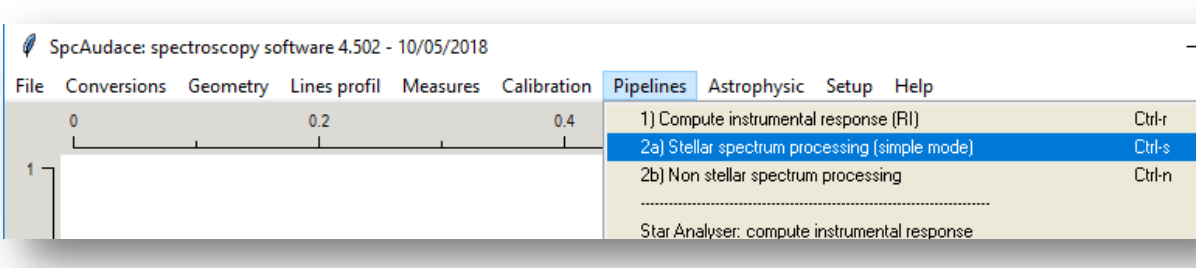
1. Start de pijplijn gewijd aan de berekening van de instrumentele respons

We verwerken hier de spectrale gegevens die zijn verkregen op X Cygni, een pulserende vraiabele ster in De Zwaan (Cygnus) van magnitude 6.45

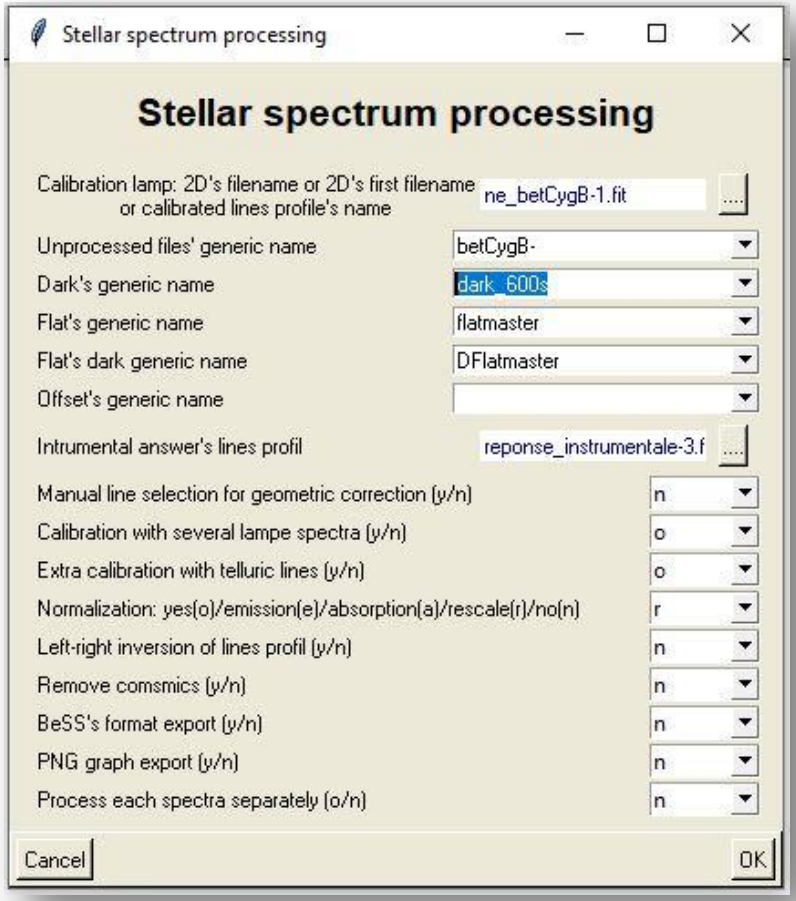
Start SpcAudace:
Dit wordt bereikt via het menu ‘Analysis’ in Audela ..



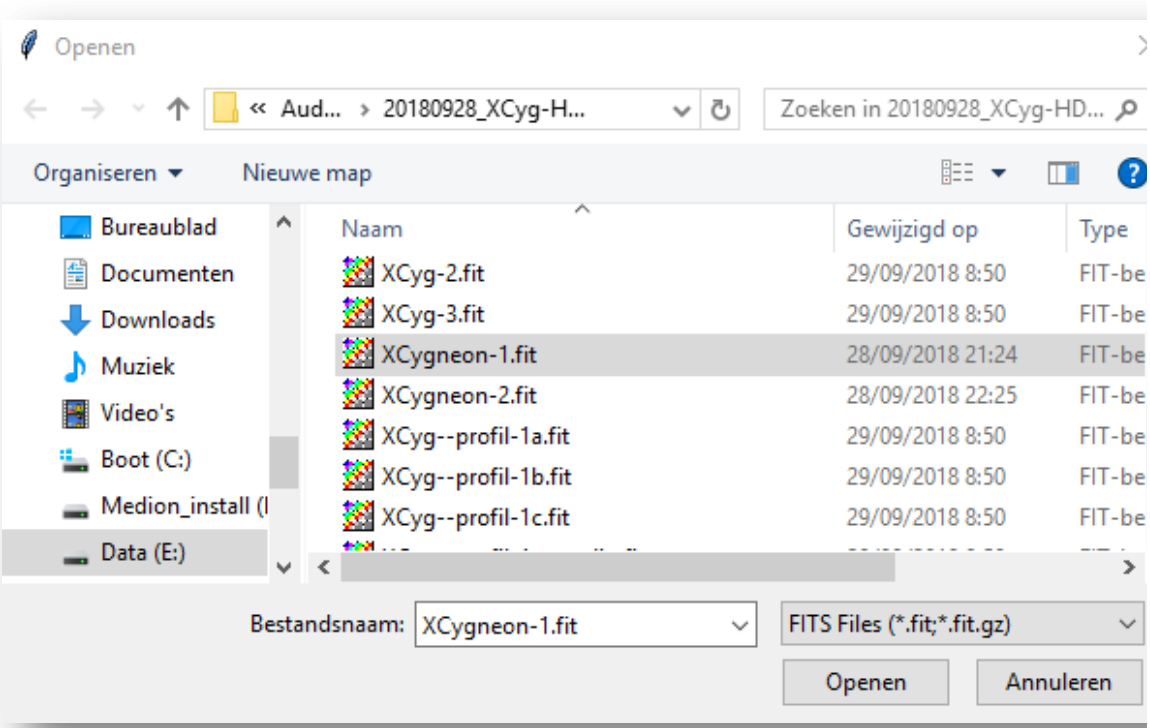
Start pijplijn nummer 2a voor een automatische reductie van spectrale gegevens:



Start pijplijn nummer 2a voor een automatische reductie van spectrale gegevens:
Klik in het menu Pipelines op "Pipeline 2a". Het nummer van de pijpleiding nummer 2a verschijnt:

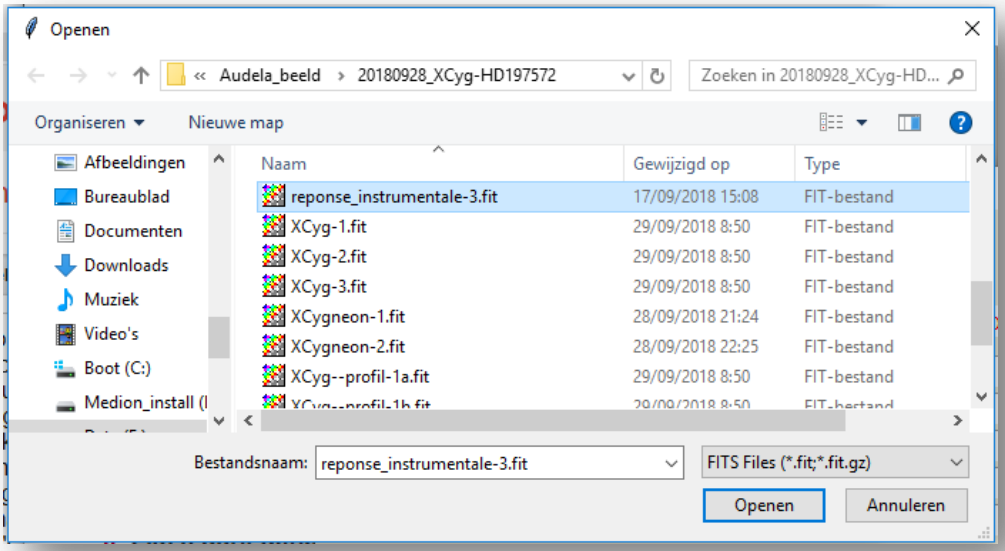


1. **Naam van het 2D-kalibratiebestand of naam van het kalibratielijnprofiel** (naam van het 2D-spectrum van de kalibratiebeelden):
   Om spectra te kalibreren, hebt u voor en na de acquisitie van de spectrale beelden kalibratie-afbeeldingen genomen (afbeeldingen van een kalibratielamp, neon in het algemeen). Door op "…" knop te klikken, selecteert u de eerste van de kalibratiefile die u hebt gemaakt, hier in ons voorbeeld "XCygneon-1.fit". Als er slechts één kalibratie-image beschikbaar is, selecteert u deze.
   Het wordt echter ten zeerste aanbevolen verschillende kalibratie-afbeeldingen te maken, ten minste één vlak voordat het spectrum van een object wordt vastgelegd en één vlak erna, als een lange (meer dan 15 minuten) belichting vereist is. Inderdaad worden de kalibratiebeelden gebruikt, niet alleen voor de kalibratie, maar ook voor de horizontale registratie van de verschillende afbeeldingen.



2. **Niet-verwerkte bestanden 'generieke naam' (genetische naam voor onbewerkte spectra):**
   Omdat we geïnteresseerd zijn in de gegevens die zijn gekoppeld aan zeta Tau, zijn de namen van de acquisitiebeelden voor dit doel: XCyg-1.fit, XCyg-2.fit en XCyg-3.fit. Dus de genetische naam die moet worden opgegeven is: "XCyg-".
3. **De generieke naam van Dark (genetische naam voor darks):**
   Op dezelfde manier specificeren we de generieke naam, hier ***dark-***, voor de onbewerkte donkere afbeeldingen. Als er echter al een master dark is berekend, moeten we alleen de naam "dark--smd3.fit" opgeven.
4. **De generieke naam van Flat (generieke naam voor flats):**
   Specificeer de generieke naam voor de onbewerkte afbeeldingen.
5. **De donkere generieke naam van flat (generieke naam voor de donkere beelden die op flats worden toegepast):**
   Nogmaals, we kunnen de generieke naam voor de onbewerkte afbeeldingen of de naam van de hoofdafbeelding opgeven: "dflat - smd3".
6. **Offset's generieke naam (generieke naam voor vooringenomen afbeeldingen):**
   Als bias-afbeeldingen moeten worden gebruikt (dat is in het geval van verschillende belichtingstijden voor de afbeeldingen en de overeenkomende donkere kleuren), voert u de bias-generieke naam in. Anders "none" behouden.
7. **De instrument respons van de referentiester (1D-spectrum van de instrumentele respons):**
   Om rekening te houden met de spectrale gevoeligheid van de instrumentatie, zullen we het niveau 1b profiel moeten indelen door de instrumentele respons berekend door pijplijn nummer 1. Tenzij je dit instrumentale responsniet bij de hand hebt (in dit geval kun je dit veld verlaten) leeg), moet je de naam van het FITS-bestand geven met de instrumentale respons: klik op "...." om het bestand te

selecteren (het moet zich in ***dezelfde map*** bevinden als de andere afbeeldingen):[22]



4. berekenings opties

De resterende settings betreft verschillende opties die dienen te worden gespecificeerd voor de berekening. De standaardinstellingen zijn geschikt voor de meeste gevallen die u tegenkomt. Ze hoeven zelden te worden gewijzigd, met name voor spectroscopie met hoge resolutie. De informatie in deze sectie wordt dus voornamelijk gegeven voor de volledigheid.

"Manual line selection for geometric correction y/n" (handmatige selectie van een straal voor geometrische correcties):

o (oui = ja) of **n** (niet = nee), afhankelijk van of u wel of geen automatische detectie van de centrale lijn in de kalibratie-afbeelding wilt. De geselecteerde lijn is degene die wordt gebruikt voor het schatten van de 'smile' in de spectra.

Calibration with weveral lampe spectra (y/n) (kalibratie met behulp van verschillende kalibratiebeelden):
Voor een grotere nauwkeurigheid wordt het ten zeerste aanbevolen om ten minste één kalibratie te maken vlak voor en één net na de acquisitie van de spectrale gegevens die aan een doel zijn gekoppeld. Hier zijn de kalibratiebeelden XCygneon-1.fit en XCygneon -2.fit vastgelegd. Houd in dit geval de standaardoptie "o" (oui) aan.
Extra Clibration with telluric Lines (y/n)(gebruik tellurische lijnen om de kalibratie te verbeteren):
Als u genoeg spectrale resolutie hebt, kunt u verwachten dat telluurlijnen waarneembaar zijn. Het gebruik van deze lijnen zal waarschijnlijk de kalibratie verbeteren. Als u deze kans wilt grijpen, selecteert u optie "o" (oui / yes).
Normalisation (normalisatie van het continuüm):
Verschillende bewerkingen kunnen worden overwogen om een gemakkelijke vergelijking tussen spectra van hetzelfde object mogelijk te maken. Deze bewerking is toegankelijk via de onderstaande opties:
"o" (oui): het profiel wordt genormaliseerd door het te delen door een automatische benadering van het continuüm;
"e" (emissie): deze normalisatie is gebaseerd op de hoofdemissielijn;
"a" (absorptie): deze normalisatie is gebaseerd op de hoofdabsorptielijn;

"r" (schaal continuüm): het profiel wordt gedeeld door een constante die overeenkomt met de gemiddelde waarde; dit is de veiligste optie omdat het geen vervorming veroorzaakt; het is de standaardoptie;
"n" (niet): geen normalisatie toegepast.

Left-Right inversion of line-profiles (links-rechts inversie):

De conventie is om de blauwe kant links van de spectra te hebben. Uw gegevens voldoen aan deze conventie als uw camera correct op de spectrograaf is gemonteerd. Als dat niet het geval is, kiest u "o" (oui) om links en rechts om te keren. De standaardinstelling komt overeen met gegevens die voldoen aan de conventie.

Remove cosmics (verwijdering van kosmologie):

Als je onbewerkte afbeeldingen besmet zijn met veel kosmische dingen, kun je proberen ze te verwijderen door optie "o" te kiezen. Maar het nadeel is een lichte verslechtering van de signaal-ruisverhouding. Als alternatief kunt u de procedure spc_scar toepassen op het profiel dat u verkrijgt. Met deze procedure wordt het profiel alleen lokaal gewijzigd.

Export BeSS format (Bess-formaat exporteren):

Met deze optie wordt een venster geopend dat is bedoeld voor het exporteren van Bess-formaat aan het einde van de pijplijn. (Be-sterren)

PNG graph export (exporteer een afbeelding in PNG-indeling):

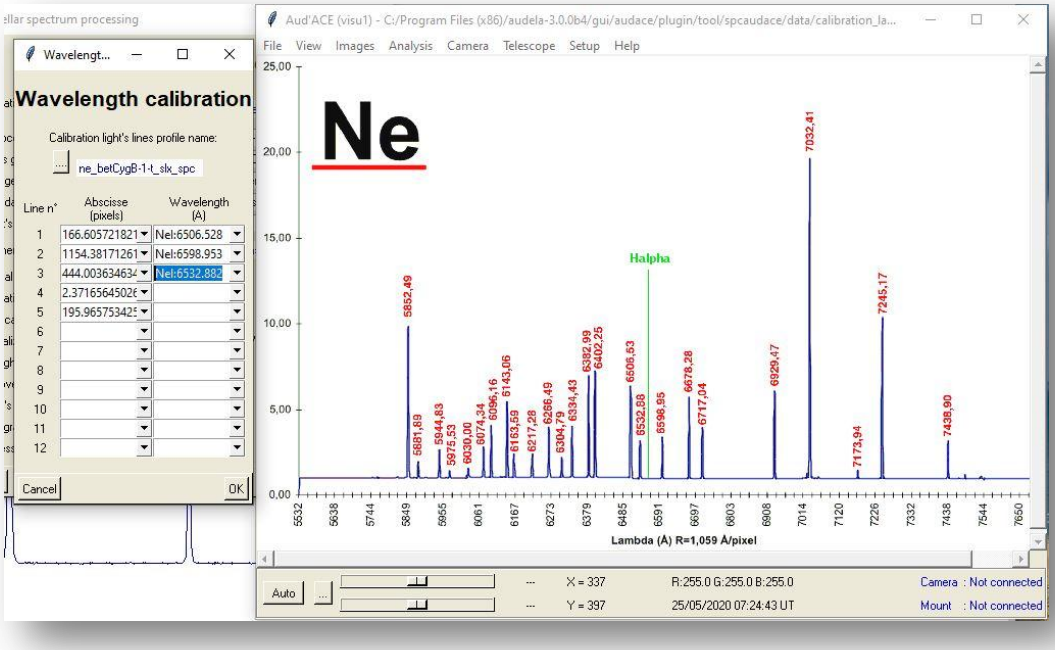
Met deze optie wordt een venster geopend waarmee de afbeeldingen in PNG-indeling kunnen worden geconverteerd. De titel wordt automatisch gedefinieerd aan de hand van de informatie in de FITS-header, maar dit kan worden gewijzigd door de vakjes in dit nieuwe venster in te vullen.

Process each spectra separately (elk ruw beeld wordt aparte datareductie toegepast)

Aparte datareductie per beeld is mogelijk. Duidt hier ‘o’ aan als je dit wil bekomen. Dit is zeer handig om een tijdreeks op te maken om snel variërende fenomenen in de spectra te tonen. Deze kunnen via een extra functie in SPcAudace op een grafische manier afgebeeld worden.

Klik op "OK" en start de pijplijn.

Het begint met een smile-correctie van de lijnen in de kalibratie. Vervolgens verwerkt het de onbewerkte beelden voorbewerkingen en daarna opent het een nieuw venster gewijd aan de spectrale kalibratie. Dit is de enige fase waarin de gebruiker aanvullende informatie moet verstrekken.



Je krijgt enkele extra vensters te zien, waaronder het standaardcalibratiespectrum van Neonlamp als richtlijn en geheugensteun. Vervolgens uw calibratiespectrum en een venster 'Wavelength Calibration'.

Ga met de muis langs de neonlijnen op uw spectrum en controleer de pixel op de x-as. U herkent lijnen met golflengten 6532.93 A, 6598.95 A en 6678.28 A.

Selecteer deze in het venster 'wavelength calibration' en zoek de overeenkomstige golflengte (het venster met de neonlijnen van een calibratielamp is hierbij zeer handig. Doe dit voor alle lijnen die je ziet in je spectrum. Het is verplicht om de golflengtevelden te houden die zijn gekoppeld aan lijnen die SpcAudace mogelijk ten onrechte heeft gedetecteerd. Deze velden worden dan genegeerd en leeg gelaten.

De pixelcoördinaat naar golflengtekaart (kalibratiekaart) wordt gemodelleerd door een polynoom van lage graad. De mate hangt af van het aantal lijnen dat u hebt geselecteerd:

met twee spectraal lijnen (minimaal vereist), eerste graads polynoom;
met drie spectraallijnen, tweede graads polynoom;
met vierspectraallijnen of meer, polynoom uit de derde graad;
De parameters die de kalibratiekaart definiëren, worden opgeslagen in de FITS-header:

coëfficiënten die de polynoom beschrijven: SPC_A, SPC_B, SPC_C en SPC_D voor $\lambda = a + b * x + c * x2 + d * x3$.
in het geval van een profiel dat regelmatig in golflengte wordt bemonsterd (lineaire kalibratiekaart): CRVAL1 en CDELT1 voor $\lambda = CRVAL1 + CDELT1 * x$.
met x gedefinieerd door: x = pixelnummer-CRPIX1 (CRPIX1 is het FITS-sleutelwoord dat de referentiepixel definieert).

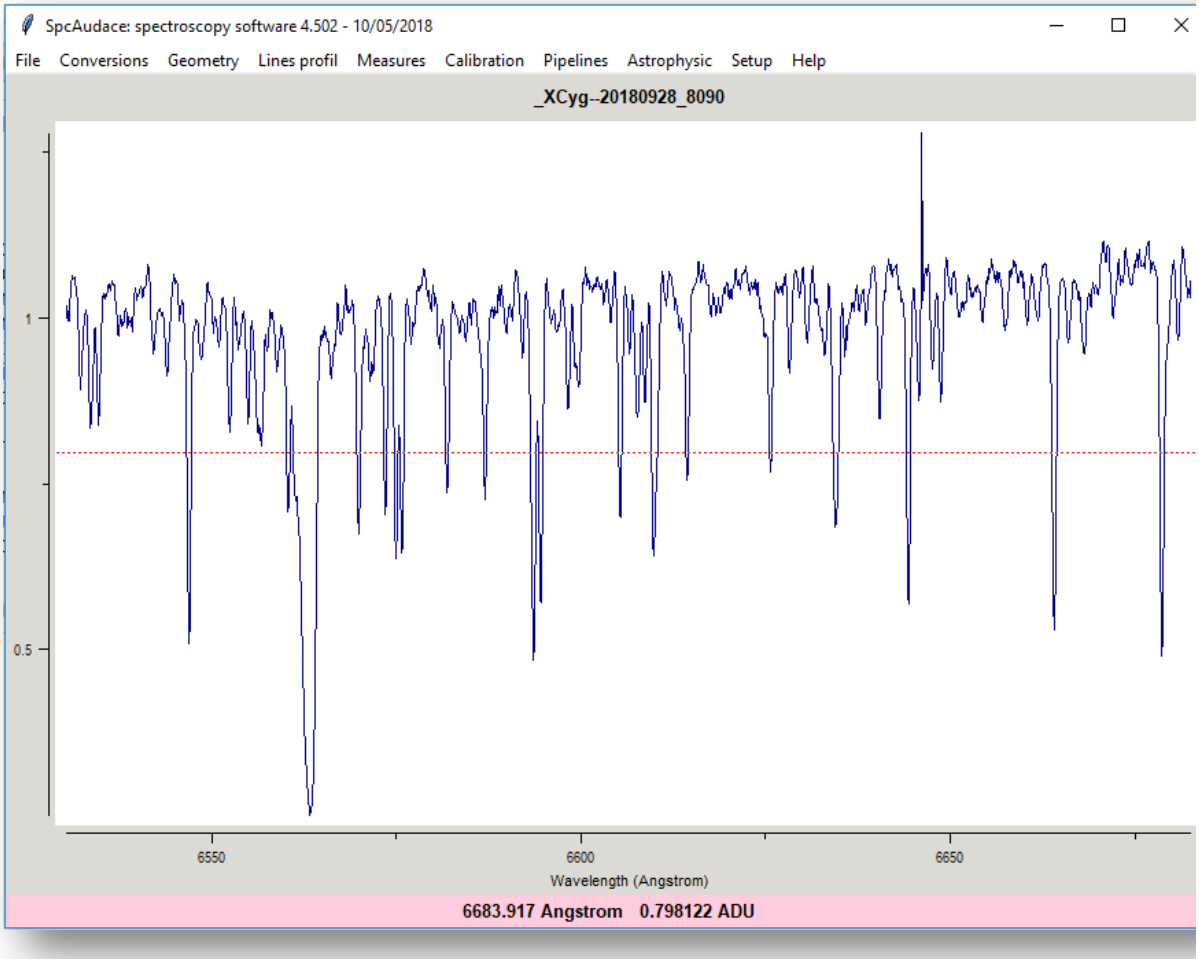
Uiteindelijk produceert de pijplijn profielen die regelmatig worden bemonsterd in golflengte: een interpolatie is dan vereist tenzij de polynoom eerste graad is (deze interpolatie wordt onterecht "linéarisation de la loi de calibration" genoemd). Hierdoor kunnen deze profielen worden gelezen door alle astronomische software.

Klik vervolgens op "OK" om de laatste berekeningen te starten. De pijplijn voltooit vervolgens de reductie van spectrale gegevens en produceert profielen tot niveau 2b.

6. De pijplijn starten

U kunt de voortgang van de pijplijnberekeningen bekijken via de console van Audela. De verschillende stappen van deze berekeningen zijn:

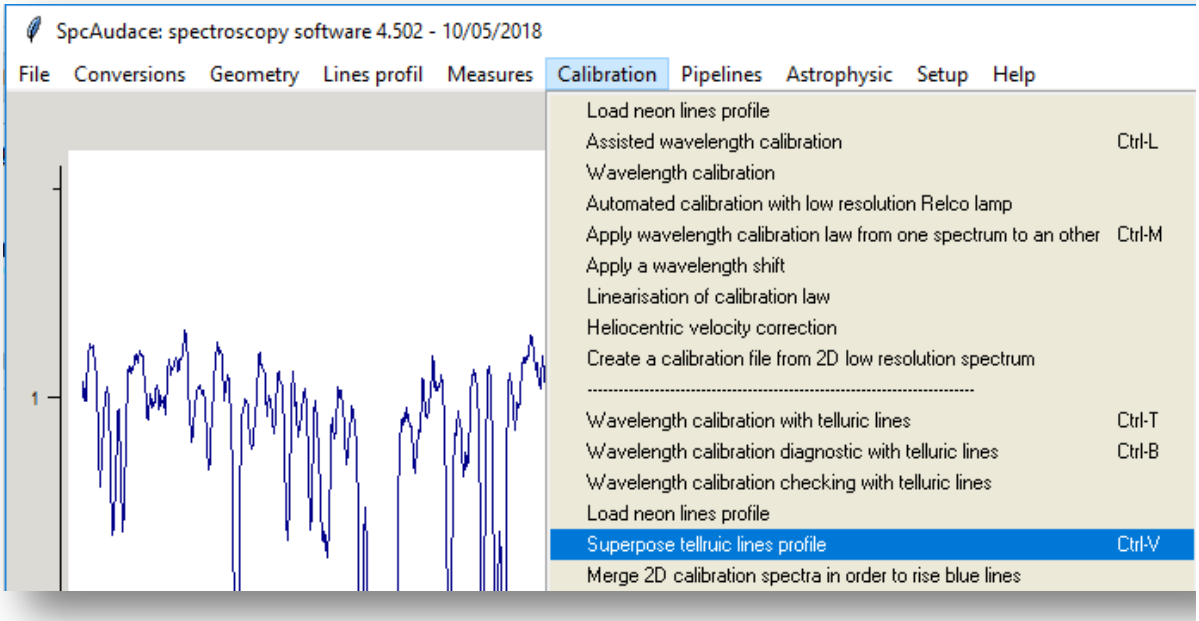
1 Preprocess van onbewerkte beelden. Dit omvat de berekening van een master dark en van een master flat. De master dark wordt verkregen door de mediaanwaarde voor elke pixel te selecteren.
2 Geometrische correcties:
   a. Correctie voor de smile.
   b. Correctie voor tilt.
   c. Verticale registratie.
   d. Horizontale registratie (wanneer 2 kalibratie-afbeeldingen beschikbaar zijn).
3 Stapel (sommatie) van de zo gecorrigeerde afbeeldingen.
4 Hemelachtergrondschatting en aftrekking.
5 Binning van kolommen om een spectraal profiel te produceren.
6 Toepassing van de berekende calibratiemapping op het profiel van de referentie ster (hier X-Cyg).
7 Correctie voor de instrumentele respons.
8 Regelmatig opnieuw bemonsteren (in golflengte) van het profiel.
9 Weergave van het X-Cyg profiel in het SpcAudace-venster.



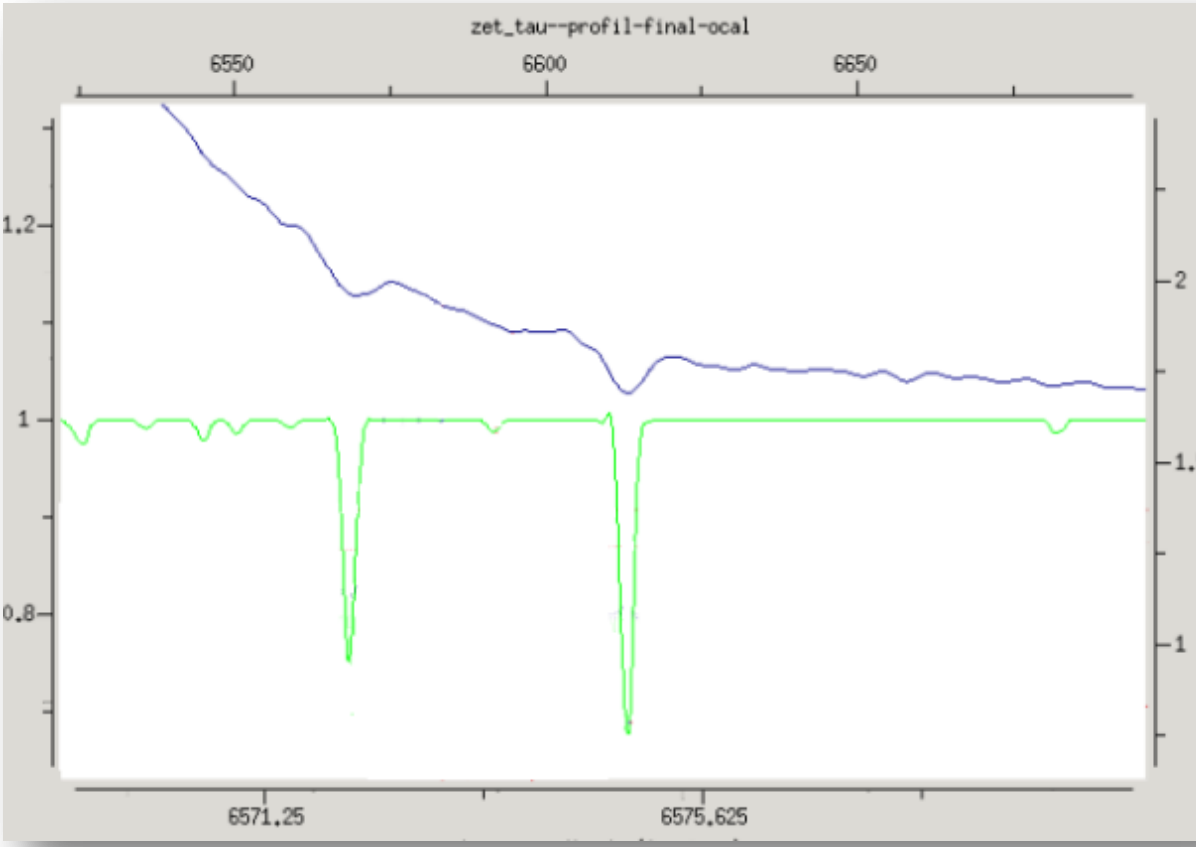
Eindpresultaten worden opgeslagen in de werkdirectory. U kunt de volgende bestanden vinden, afhankelijk van de opties die in de pijplijn zijn geselecteerd:
XCyg - profil-final-ocal: lines profil van de ster met alle opties toegepast, in ons voorbeeld wordt het continuüm herschaalt en gekalibreerd met tellurische lijnen (-ocal suffix);
XCyg--profil-2b-ocal: hetzelfde bestand als beschreven;
XCyg--profil-2b: regels profil met continuüm opnieuw geschaald;
XCyg--profil-1c: regels profil gecorrigeerd voor instrumentele respons;
XCyg--profil-1b: lijnenprofiel met golflengtekalibratie gemaakt met de spectrale lamp;
XCyg--profil-1a: niet-gekalibreerde lijnen profil;
XCyg--spectre2D: 2D-spectrum afkomstig van de 32-bits optelling van de 3 voorbewerkte spectra van XCyg en gecorrigeerd voor geometrische vervormingen.

8. Kwaliteitscontrole van de golflengtekalibratie

U kunt deze kwaliteit eenvoudig controleren door de tellurische lijnen over het berekende profiel heen te leggen: klik in het menu Kalibratie op "Superpose telluric lines "



U moet dan de naam van het bestand met het sterprofiel opgeven:
De intensiteit van het profiel van de tellurische lijnen wordt automatisch aangepast aan de intensiteit van het stellaire profiel:



Er is een goede match tussen tellurische lijnen en absorptielijnen in het stellaire profiel, een indicator voor een correcte kalibratie. Let wel op dat je de juiste absorptielijn neem welke een telluric

absorptielijn is. Vooral zeer misleidend zoals bijvoorbeeld bij deze ster X Cygni, welke zeer veel metaal absorptielijnen vertoont die wel eens als telluric lijn aanzien kunnen worden. Bij twijfel schakel je best deze optie uit voor de start van de pipeline 2.

Daarnaast worden numerieke indicatoren met betrekking tot de kwaliteit van de kalibratie berekend. De resultaten worden opgeslagen in de FITS-header via de onderstaande zoekwoorden:

SPC_RMSO: schatting van de RMS-discrepantie tussen tellurische lijnen en de overeenkomstige lijnen waargenomen in het sterspectrum; deze schatting is afhankelijk van verschillende factoren, zoals bijvoorbeeld de signaal-ruisverhouding.
SPC_MDEC: de gemiddelde mismatch, indicator van een mogelijke globale verschuiving met tellurische lijnen.
SPC_CALO: naam van de methode die wordt gebruikt om de kalibratie met tellurische lijnen te verbeteren.
SPC_RESP: spectrale resolutie geschat op basis van de kalibratie.

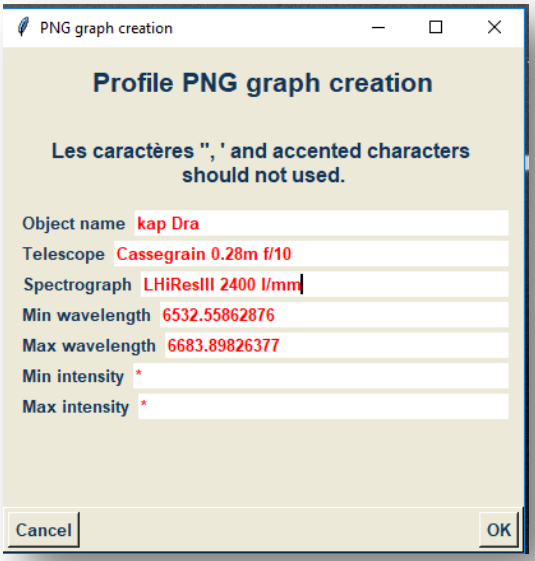
FITS Header (visu1) - E:/Audela_beelden/20180928_KapDra-HD109387/kap_dra_20180928_7717.png

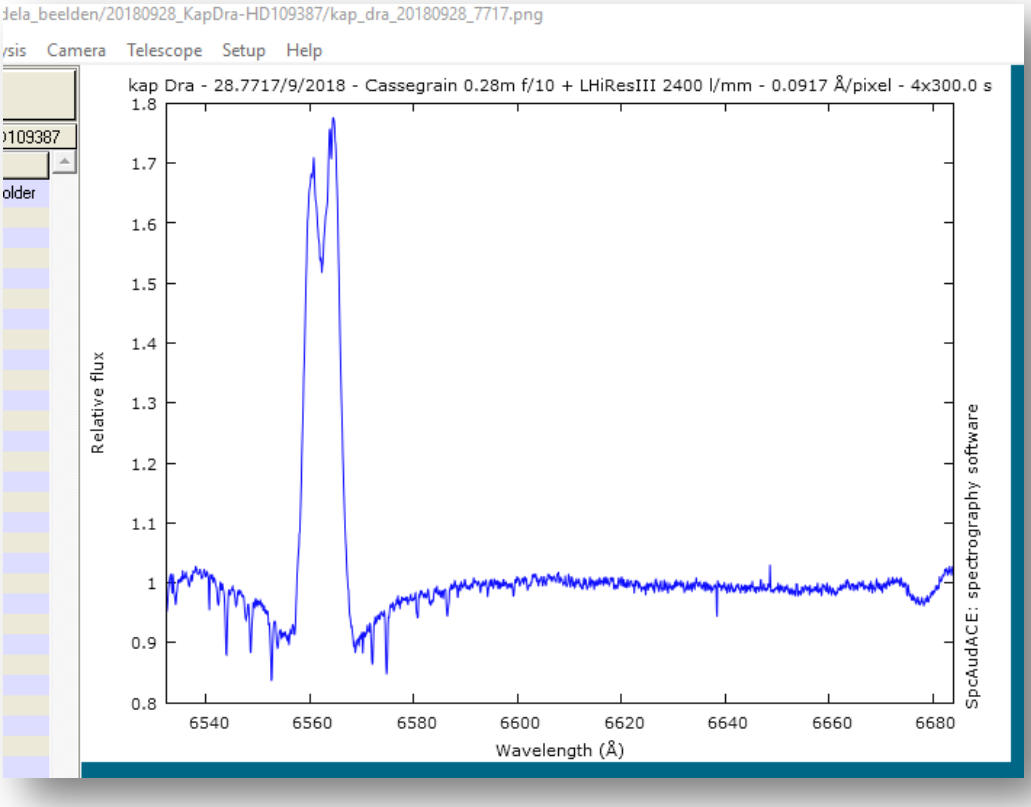
```
  OBJECT = kapdra
 OBJNAME = kap Dra   Current name of the object
OBSERVER = E.Bryssinck
SBSTDVER = SBFITSEXT Version 1.0  Version of SBFITSEXT standard in effect
SET-TEMP = -15  CCD temperature setpoint in C
  SIMPLE = T  file does conform to FITS standard
 SITELAT = 51 09 49           Latitude of the imaging location
SITELONG = 04 18 37           Longitude of the imaging location
SPC_CALO = yes (method 2)  Yes if spectrum has been calibrated with tellur
SPC_COSM = removed, weighted median filter  Method used for erasing cosmics
 SPC_DEC = -0.043329037500299997  [angstrom] Wavelength shift   angstrom
SPC_HBIN = 24  [pixel] Binning thickness   pixel
SPC_MDEC = -0.000311268750125  [angstrom] Mean shift from telluric lines   angstrom
 SPC_NBF = 4  Number of single shots
SPC_NORM = Rescaling to local middle continuum  Process used for the continuum
SPC_RESL = 6598.9530000000004  [angstrom] Wavelength where power of resolution   angst
om
SPC_RESP = 13922  Power of resolution at wavelength SPC_RESL
 SPC_RMS = 9.999999940000000e-009  [angstrom] Wavelength calibration RMS   angstrom
SPC_RMSO = 0.044995806461299998  [angstrom] RMS computed with telluric lines   angstro
```

9. Exporteer een afbeelding in PNG-formaat

Aan het einde van de pijplijn verschijnt het venster dat is bedoeld om een afbeelding in PNG-indeling te exporteren, indien de gebruiker dit vraagt bij het invullen van het eerste formulier. U hoeft alleen het formulier in te vullen, tenzij de informatie in de FITS-header staat.

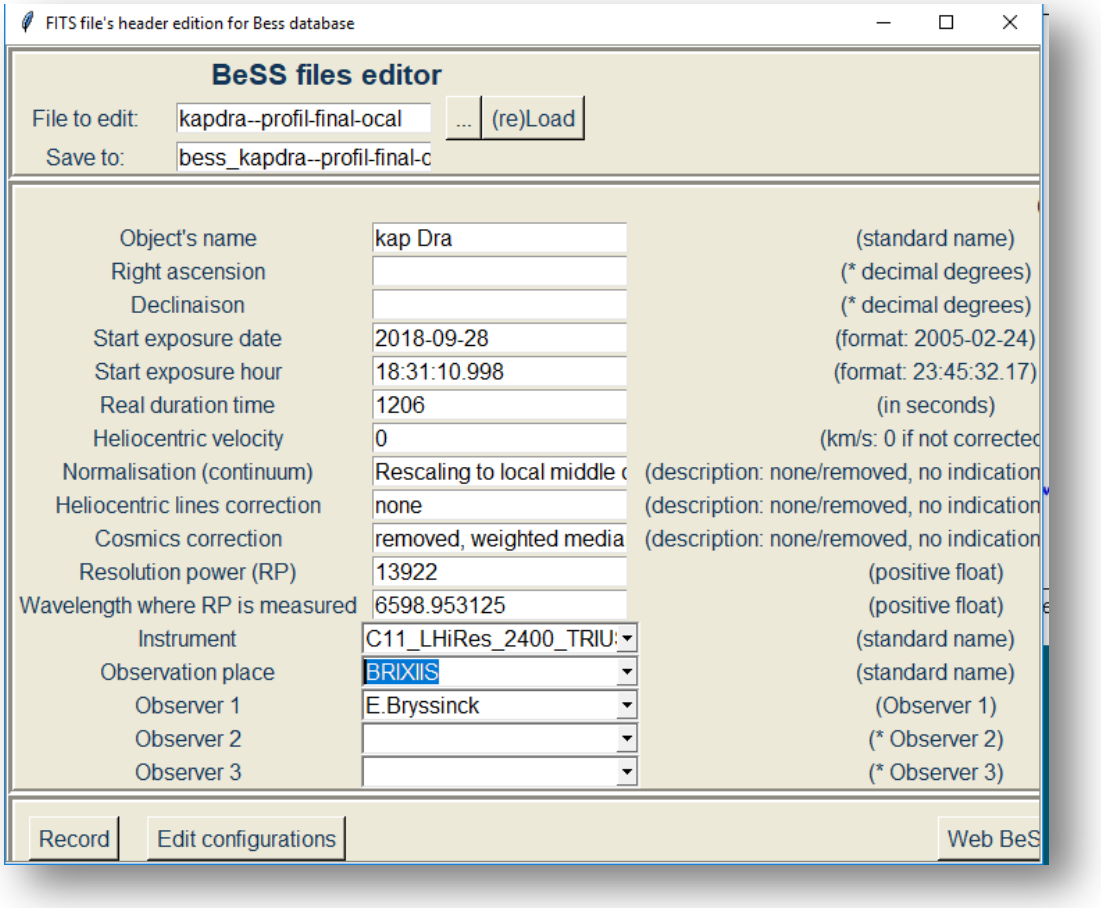
Gewoonlijk worden alleen de naam van de spectrograaf en de naam van de ster gespecificeerd :. (hier in dit voorbeeld een ster kap Draconis)





10. Exporteer naar het BeSS-formaat

Zodra de kwaliteit van de kalibratie is gecontroleerd en als er geen anomalie aan het licht komt, kunt u het profiel indienen bij de BeSS-database en zo deelnemen aan een samenwerking tussen professionelen en amateurs gericht op de observatie van Be-sterren. U hoeft alleen het onderstaande formulier in te vullen:



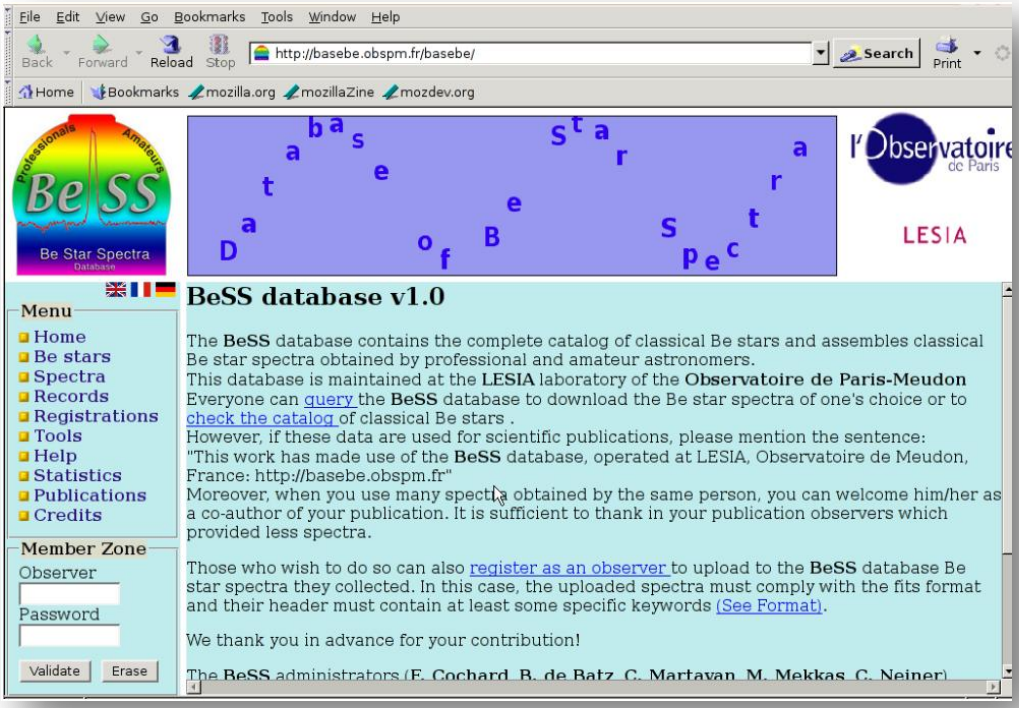
Daarvoor moet je:

Geef de juiste naam van de ster (bijv .: alp Gem, del Sco): "kap Dra". De juiste schrijfwijze moet wel in de BeSS database gekend zijn.
Specificeer uw instrumentatie door in het speciale menu te scrollen. Uw instrument moet echter eerst worden geregistreerd in uw Bess-account.
Kies de observatieplaats nog steeds door in het speciale menu te scrollen. Nogmaals, deze site moet eerst worden geregistreerd in uw Bess-account.
Geef de naam van de waarnemer op voorwaarde dat deze naam is geregistreerd in uw Bess-account.
Voor een eerste gebruik van dit exportvenster, moet u de verschillende regels bewerken met de knop "Edit configurations". (voorbeeld hieronder voor mijn toepassing)

```
# Fichier de configuration pour le panneau Spectres BeSS.
#
# Syntaxe : Chaque ligne dÃ©bute par un mot clÃ©, encadrÃ© par
des crochets.
# Ce mot clÃ© est suivi par un champ de donnÃ©es (valeur ou
texte) correspondant Ã  ce mot clÃ©.
# Tout ce qui suit le symbole # dans une ligne est ignorÃ©.


[observer] E. Bryssinck
[observer]
[observer]
[site] BRIXIIS
[site]
[site]
[instrument] C11_LHiRes_2400_TRIUSSX814
[instrument]
[instrument]
```

Zodra de verschillende items zijn voltooid, klikt u op "Record”. Het geëxporteerde spectrum verschijnt met het voorvoegsel "bess_". U kunt dit spectrum nu indienen bij de BeSS-website: klik op "Web BeSS". De Bess-webpagina verschijnt dan in uw webbrowser:



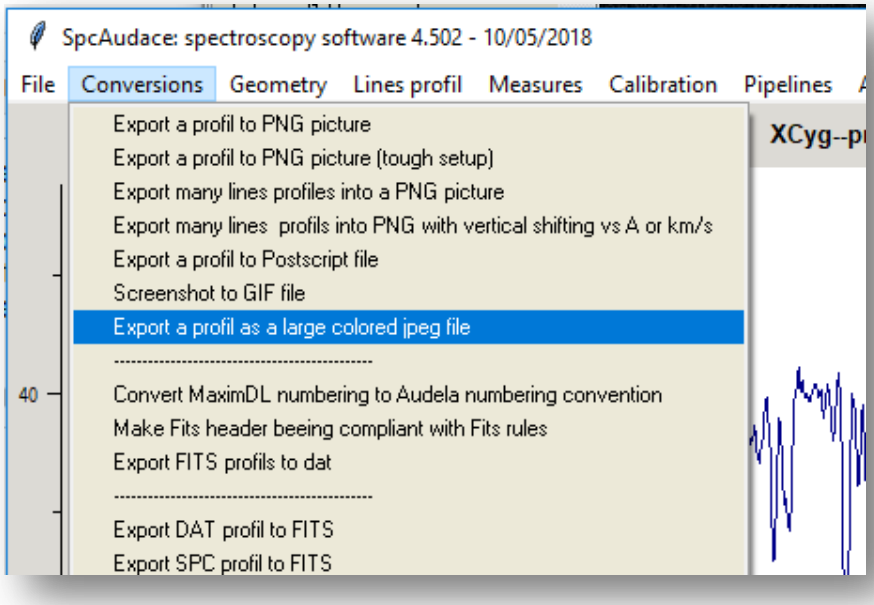
Voer gewoon uw ID en wachtwoord in en upload uw spectrum.

De verwerking is voltooid. U kunt doorgaan naar de gegevens die horen bij het volgende object!

Appendix:

1.Colorized bar in jpeg
2.Verwijderen cosmic rays in je spectrum
3.Verschillende spectra in één grafiek
4.Animatie verschillende spectra
5. correctie spectra voor heliocentrische snelheid (+ opt. meerdere spectra)
6.radiale snelheid bij bijv. spectroscopic binary

1. **Download het colorized spectrum van XCyg--profil-1c.fit: Top van de pagina**
   De opdracht is beschikbaar via het menu "SpcAudace / Conversions /Export a profil as a large colored jpg file".

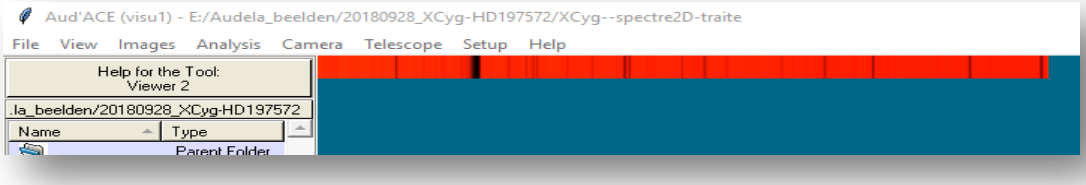


Synthaxe: spc_fit2colors file_fits? Lambda_start lambda_fin?
Creëer het colorized spectrum: ***spc_fit2colors XCyg--profile-1c 6630 6680*** (in ons voorbeeld)

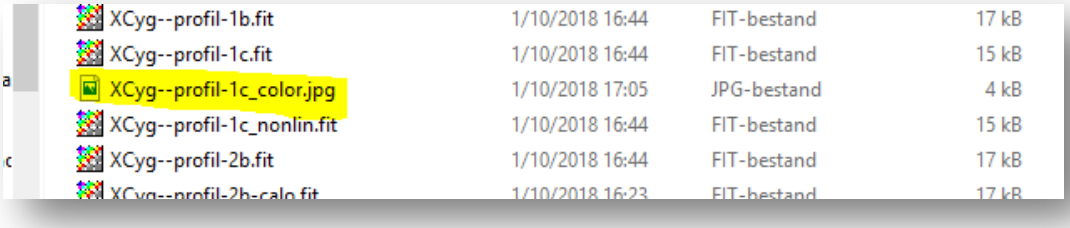
Je krijgt in het controle venster van Audela:

```
spc_fit2colors XCyg--profil-1c.fits 6531 6680
# Profil déjà linéarisé mais sauvé sous XCyg--profil-1c_linear
# Profil de raies exporté sous XCyg--profil-1c_color.jpg
# XCyg--profil-1c_color.jpg
```

IN Audela krijg je vervolgens het gekleurde jpg:



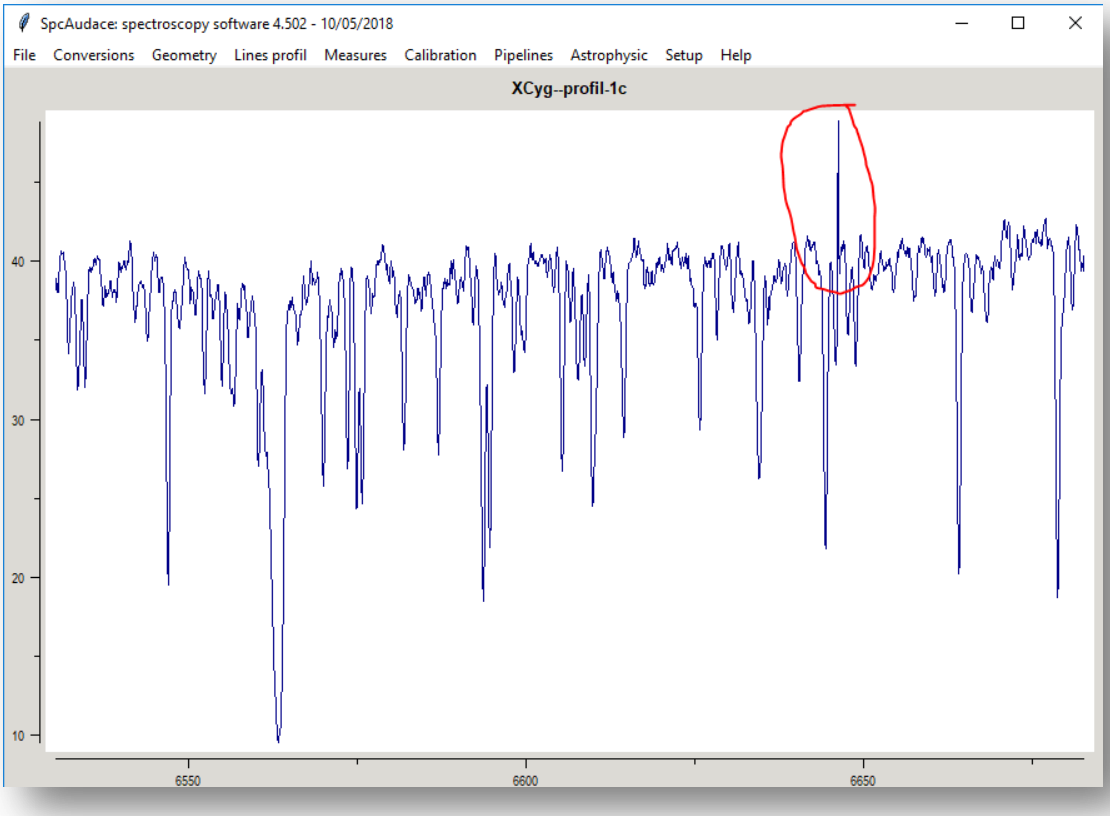
In de map van je bestanden vind je vervolgens het jpg bestand van deze colorbar terug voor verder gebruik



XCyg--profil-1b.fit	1/10/2018 16:44	FIT-bestand	17 kB
XCyg--profil-1c.fit	1/10/2018 16:44	FIT-bestand	15 kB
XCyg--profil-1c_color.jpg	1/10/2018 17:05	JPG-bestand	4 kB
XCyg--profil-1c_nonlin.fit	1/10/2018 16:44	FIT-bestand	15 kB
XCyg--profil-2b.fit	1/10/2018 16:44	FIT-bestand	17 kB
XCyg--profil-2b-calo.fit	1/10/2018 16:23	FIT-bestand	17 kB

2. Verwijderen van eventueel overgebleven cosmic rays in je spectrum

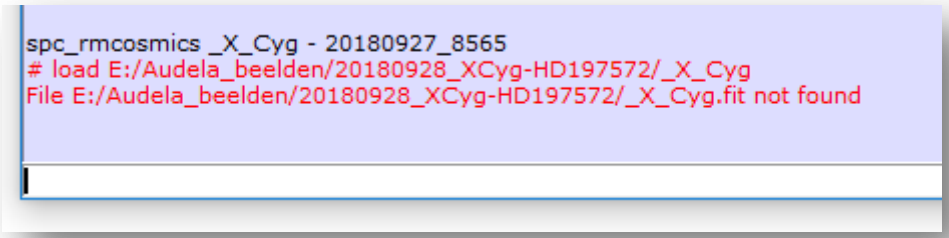
Onderstaand voorbeeld geeft nog een cosmic ray weer (te smal om een reële emissiepiek te zijn)



Typ deze opdracht in Audela Console.

****** De console moet ALTIJD ZICHTBAAR ZIJN ******

Als u bijvoorbeeld een functie in het SpcAudace-menu selecteert, wordt de synthese in Console afgedrukt. Foutmeldingen ook.



Om kosmische gegevens te corrigeren die aanwezig zijn op 6585 en 6587 op dit spectrum, typt u:

spc_rmcosmics _X_Cyg --20180928_8090 0.3

0,3 is de intensiteit in % ondergrens voor het beschouwen van zeer smalle emissie welke zijn oorzaak vind in kosmische straling. Het is als het ware een drempel.

Als deze laag (0,15) is, worden veel foto's met ruis als kosmisch te verwijderen beschouwd. Indien hoog (0,9), zullen waarschijnlijk geen kosmische deeltjes worden gevonden.

Uitvoer van deze tool zal laten zien hoeveel "emissielijnen" worden geëlimineerd welke beschouwd worden als kosmische oorsprong met hun golflengtepositie.

Output in console:

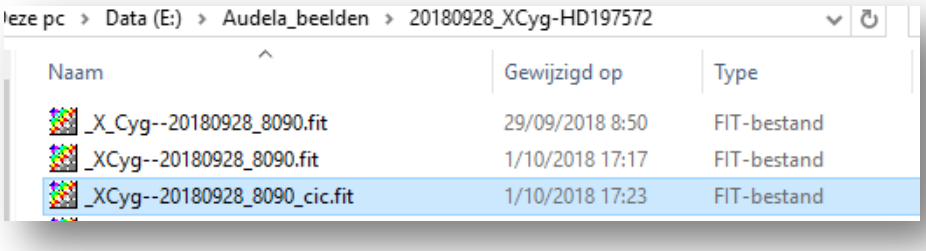
```
spc_rmcosmics _XCyg--20180928_8090 0.3
# Le continuum vaut 1.00001807229
# Les limites non nulles sont 0 ; 1660
# Le continuum vaut 1.000013 autour de 6530 A.
# Recherche des raies d'émission...
# Elimination des raies trop faibles...
# 15 raies restantes.
# Elimination des raies trop larges...
# 4 raies restantes.
# Cicatrisation des cosmics...
# Polynôme de calibration : 6530.2270039699997+0.091800831015900003*x+0.0*x^2+0.0*x^3
# Zones à cicatriser : {6593.26506483 6594.74545789} {6645.77858408 6646.55706706} {6663.78866102
6665.23719827} {6678.14554799 6680.20383141}
# Commande : spc_scar _XCyg--20180928_8090 {6593.26506483 6594.74545789} {6645.77858408
6646.55706706} {6663.78866102 6665.23719827} {6678.14554799 6680.20383141}
# Circatrisation entre 6593.26506483-6594.74545789 (688-704)...
# Circatrisation entre 6645.77858408-6646.55706706 (1260-1268)...
# Circatrisation entre 6663.78866102-6665.23719827 (1456-1472)...
# Circatrisation entre 6678.14554799-6680.20383141 (1612-1635)...
# Profil de raies sauvée sous _XCyg--20180928_8090_cic.
# 4 raies trouvees : {6594.00526136 0.310209 3.225228} {6646.16782557 0.304066 1.696026}
{6664.51292965 0.354415 3.155826} {6679.1746897 0.412575 4.484237}

# _XCyg--20180928_8090_cic
```

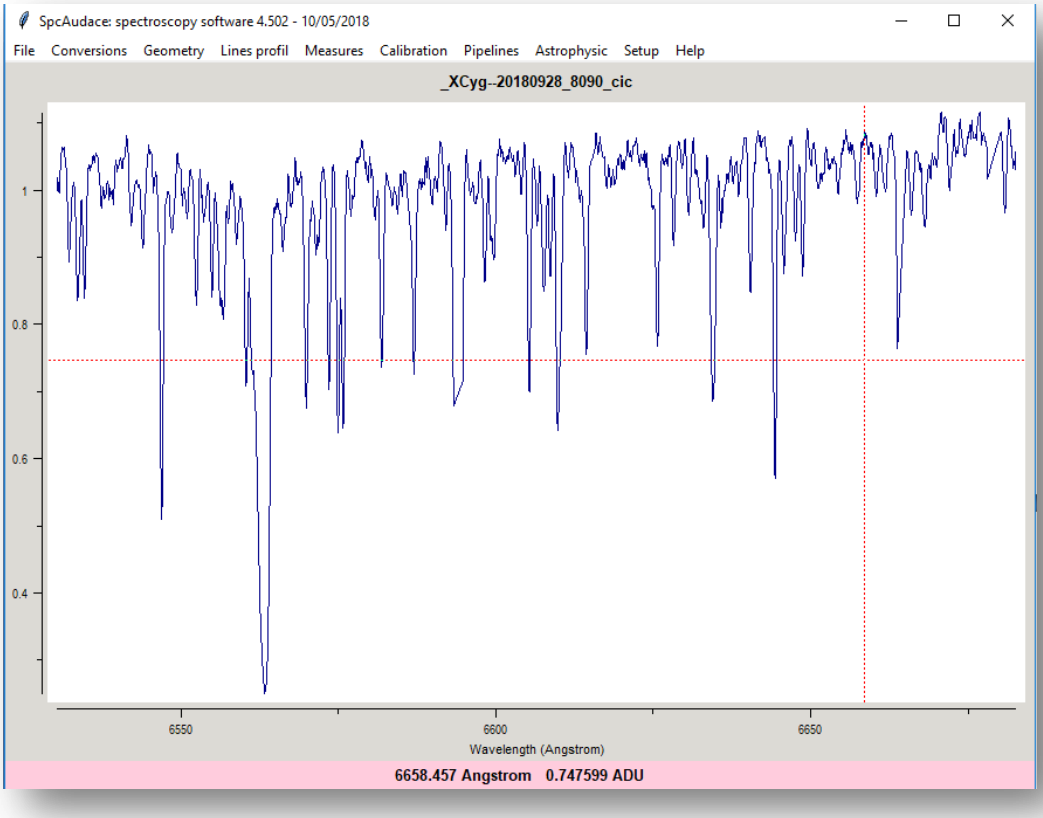
Profil de raies sauvée sous _XCyg - 20180928_8090_cic.
4 raies trouvees : {6594.00526136 0.310209 3.225228} {6646.16782557 0.304066 1.696026} {6664.51292965 0.354415 3.155826} {6679.1746897 0.412575 4.484237}

Hier bevestigt het dat de twee echte kosmische gegevens aanwezig op 6585 en 6587 zijn gewist.

Het nieuwe bestand vind je in je werkdirectory: _XCyg - 20180928_8090_cic.fit



Het spectrum ziet er vervolgens zo uit:

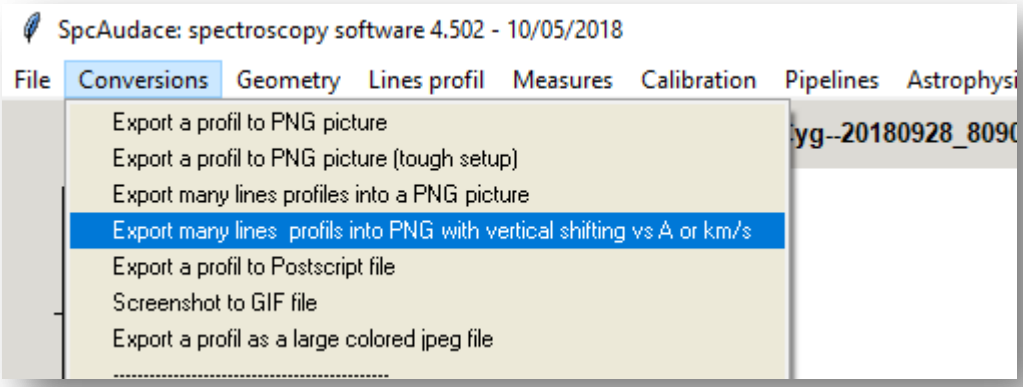


Eigenlijk moeten de meeste Spc audace-functions in Console typen.

Niet gebruiksvriendelijk, maar dit laat scriptacties toe en maakt automatisme mogelijk voor bepaalde meer complexe functies

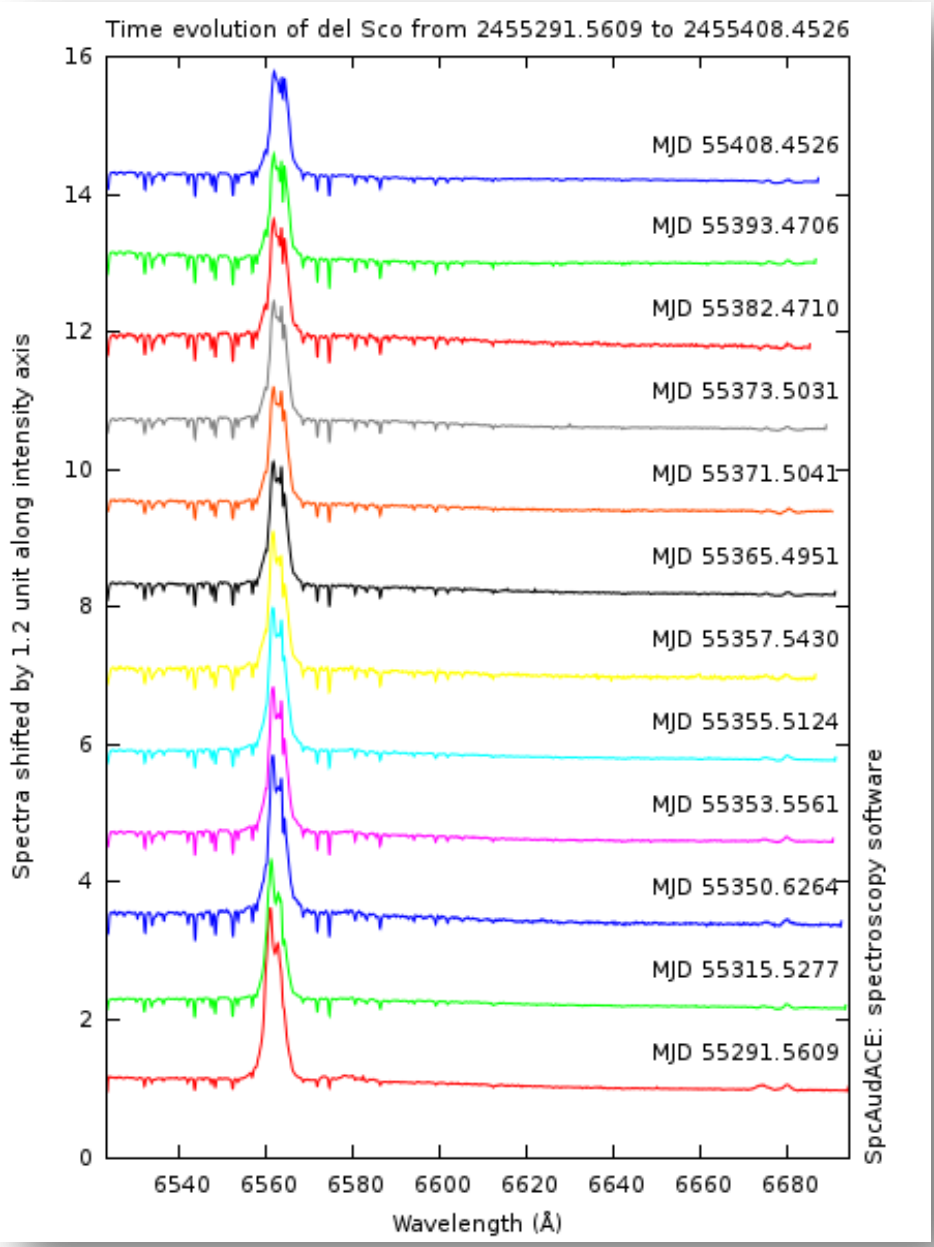
3. Overlay van verschillende spectra in één grafiek

1. Plaats alle spectra (archief van deze spectra) in een directory.
2. Stel deze map in als werkmap: in het menu Audace, Configuration / Directories.
3. De opdracht is beschikbaar via de "SpcAudace/Conversions/Export many lines profiles into PNG with vertical shifting vs A or km/sec" menu.

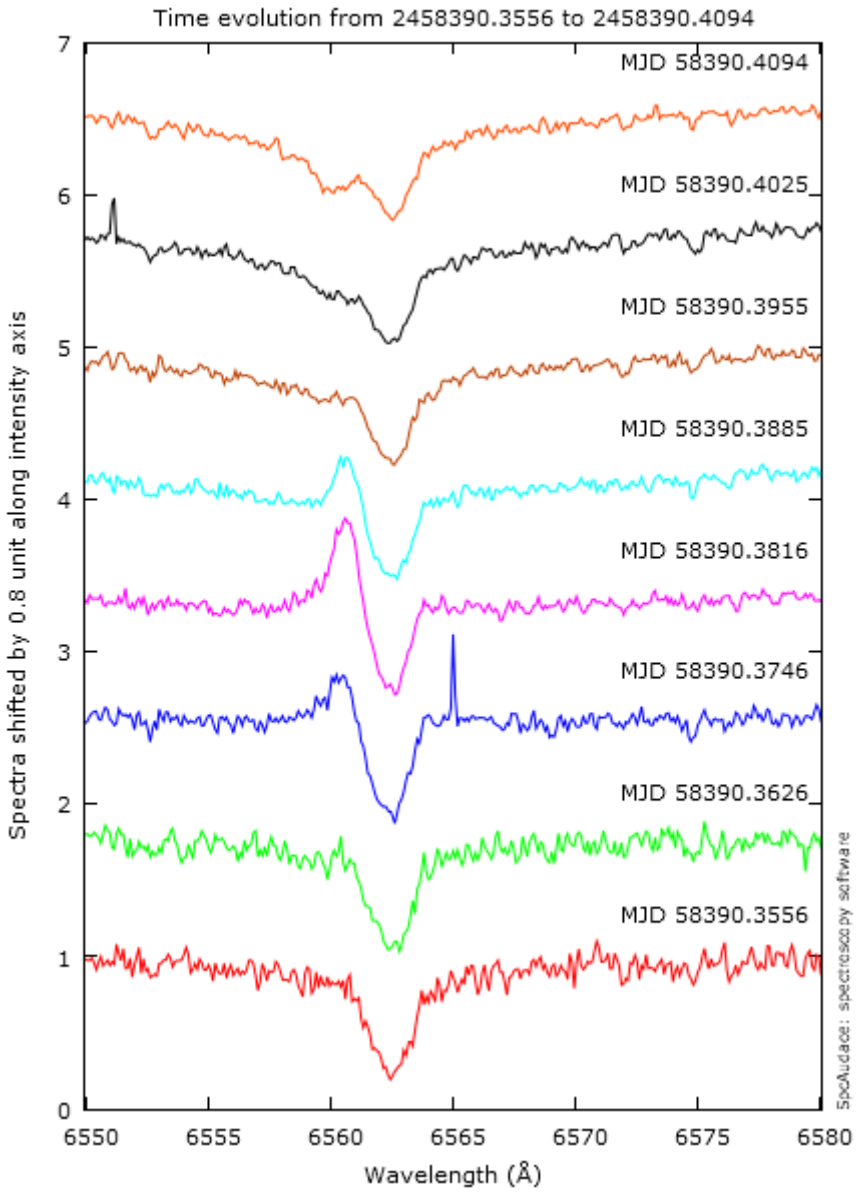


4. Mogelijke syntaxes:
   a. *spc_multifit2pngdec vertical_offset_between_profils*
   b. *spc_multifit2pngdec vertical_offset_between_profils lambda_spotted (A)*
   c. *spc_multifit2pngdec vertical_offset_between_profils lambda_begin lambda_end*
   d. *spc_multifit2pngdec vertical_offset_between_profils lambda_begin lambda_end lambda_spotted (A)*
   e. *spc_multifit2pngdec vertical_offset_between_profils lambda_begin lambda_end none lambda_reference_for_velocity*
   f. *spc_multifit2pngdec vertical_offset_between_profils lambda_begin lambda_end velocity_spotted (km/s) lambda_reference_for_velocity*

Mogelijke resultaten (lijnprofielen hier niet gecorrigeerd voor heliocentrische snelheid):*Resultaat van de opdracht : **spc_multifit2pngdec 1.2***



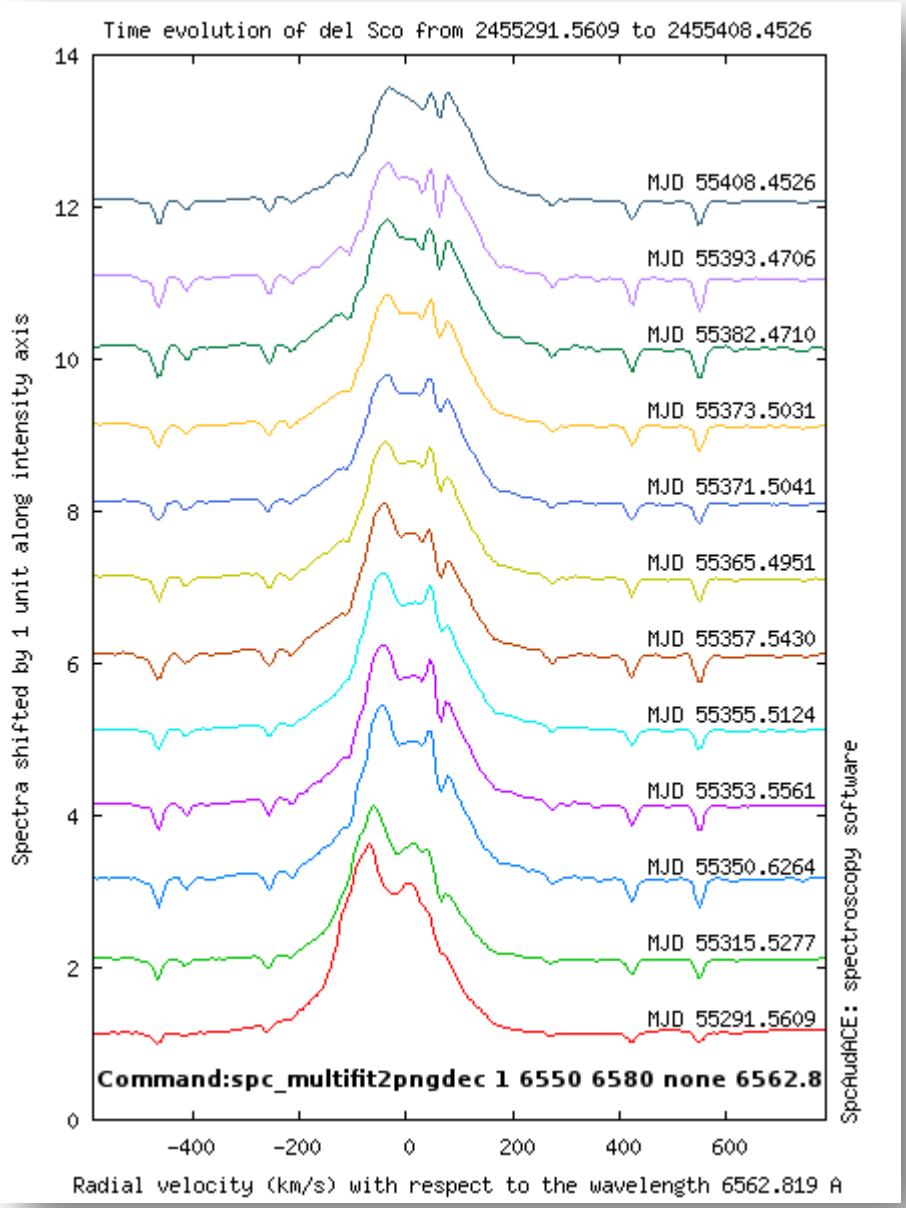
Resultaat na opdracht voor de ster RR Lyr : ***spc_multifit2pngdec 0.8 6550 6580***



- andere toepassingen (zoals Radial Velocity, etc.) de `spc_multifit2pngdec` zijn beschreven op deze pagina

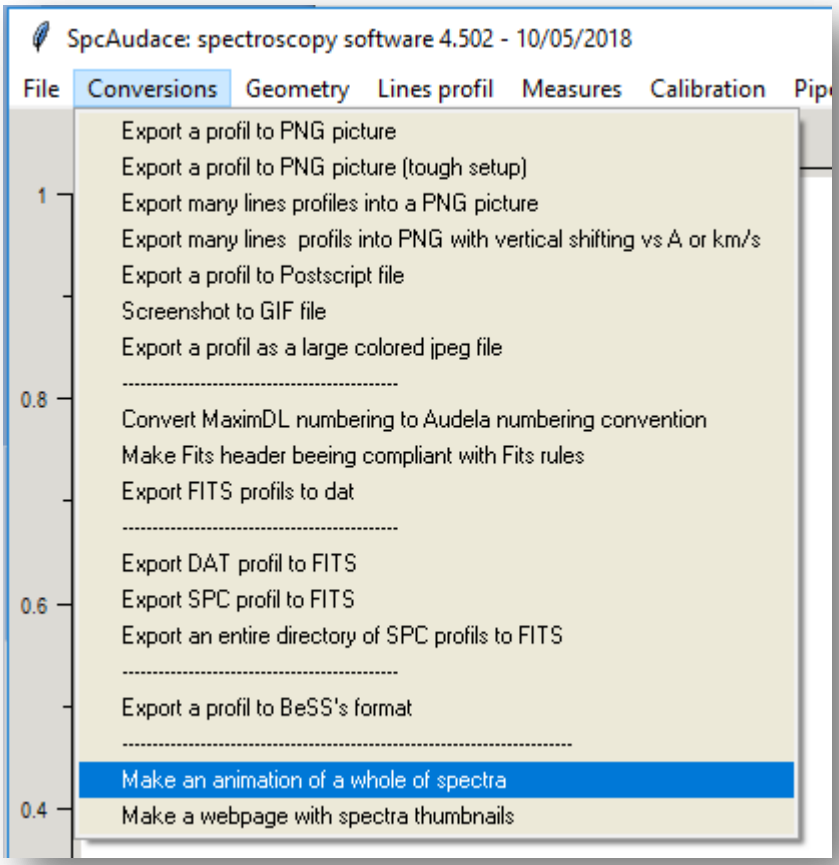
  vb: radial velocity met als ref. golflengte 6562.8 (H-alpha)

  resultaat na opdracht: ***spc_multifit2pngdec 1 6550 6580 none 6562.8***


Time evolution of del Sco from 2455291.5609 to 2455408.4526
Spectra shifted by 1 unit along intensity axis
Radial velocity (km/s) with respect to the wavelength 6562.819 A
MJD 55408.4526
MJD 55393.4706
MJD 55382.4710
MJD 55373.5031
MJD 55371.5041
MJD 55365.4951
MJD 55357.5430
MJD 55355.5124
MJD 55353.5561
MJD 55350.6264
MJD 55315.5277
MJD 55291.5609
Command:spc_multifit2pngdec 1 6550 6580 none 6562.8
SpcAudACE: spectroscopy software
0
2
4
6
8
10
12
14
-400
-200
0
200
400
600

4. Een animatie van een spectra maken

a. Zet alle spectra die nodig zijn voor de animatie (archief van deze spectra) in een lege map.
b. Stel deze map in als werkmap: in het menu Audace, Configurations / Directories.
c. De opdracht is beschikbaar via het menu "SpcAudace / Conversions /Make an animation of whole of spectra".



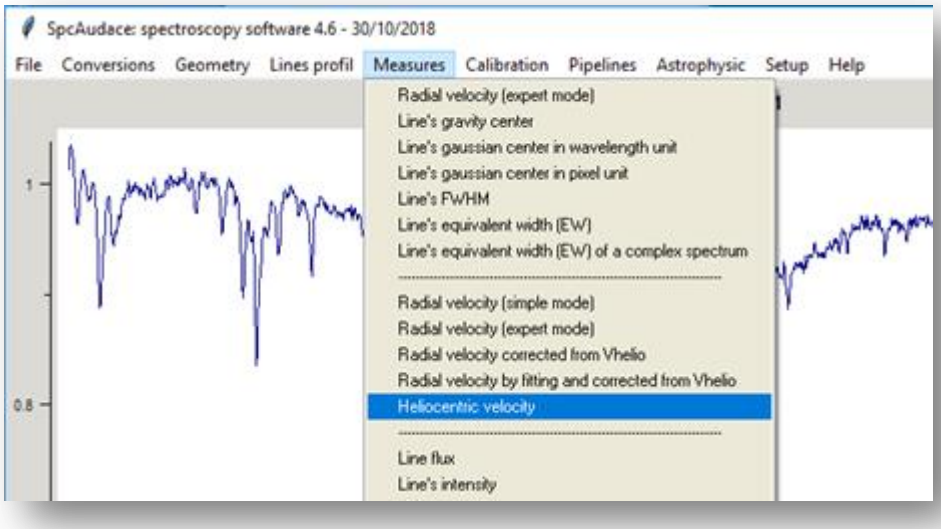
syntax:
spc_anim disaster_name_without_spaces? delay_images (40)? ? Methode_normalisation (norma / rescale /none)? ? lambda_min lambda_max ymin ymax?

d. Creatie van de animatie: spc_anim del_Sco
e. Het resultaat is een bestand met de naam del_Sco_anim.gif. De duur van elk profiel is standaard 40 ms.
f. Rescaling voor normalisatie
g. 'Lambda min' en 'lambda max' . Hier kies je de respectieve golflengtebereik welke je in je animatie afgebeeld wil zien
h. 'Ymin' en 'ymax' : Hier kies je de respectieve Y-as waarden welke je in je animatie afgebeeld wil zien.

Voorbeeld van een commando: **Spc_anim del_Sco 40 rescale 6560 6570 1.1 0.2**

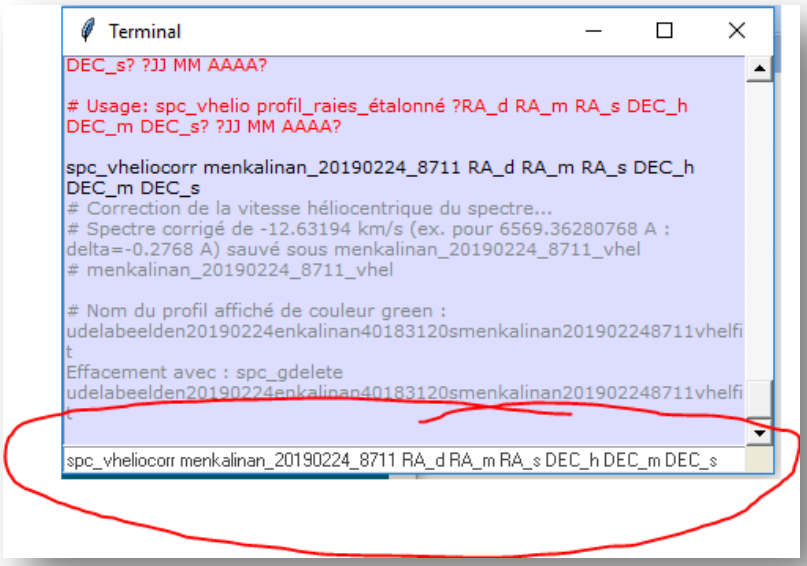
5. Corrigeer spectrum voor heliocentrische snelheid

Het commando is: spc_vheliocorr line_profile RA_d RA_m RA_s DEC_h DEC_m DEC_s
Waarbij RA en DEC uit SIMBAD gehaald wordt.



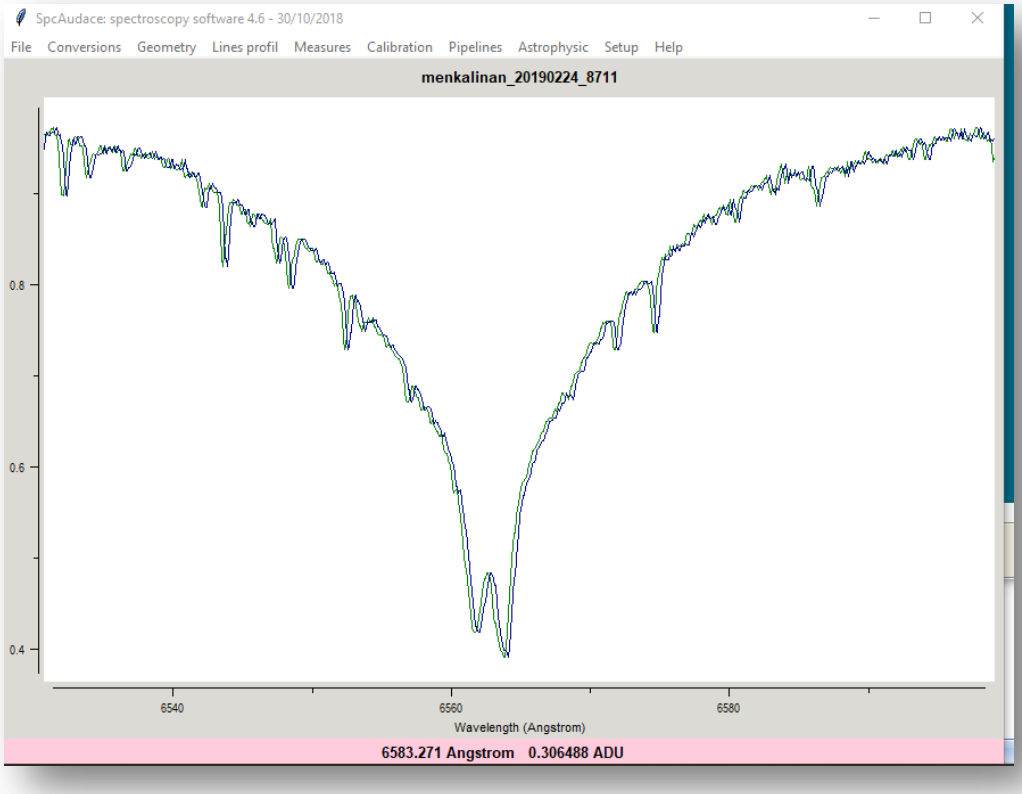
Waarbij 'line profile' de bestandsnaam is.

Voorbeeld: we hebben een fit-profiel menkalinan_20190224_8711 welke we willen corrigeren voor heliocentrische snelheid. De observatie gegevens (observatiepositie, datum tijd …) worden automatisch uit het fit-bestand gehaald en op de achtergrond via SIMBAD de RA en DEC opgehaald.
Het commando wordt dan:
spc_vheliocorr menkalinan_20190224_8711 RA_d RA_m RA_s DEC_h DEC_m DEC_s



Druk vervolgens op enter en de berekening wordt uitgevoerd. In het Terminal-window wordt de correctie ook vermeld. In dit voorbeeld: -12.63194 km/s.
Tevens wordt het gecorrigeerde spectrum bewaard met dezelfde naam ; doch als extra toevoeging **vhel** , de naam wordt dan : menkalinan_20190224_8711_vhel.fit

Hieronder zie je het verschiol zonder en met de heliocentrische correctie in ons voorbeeld van de star bet Auriga (Menkalinan)



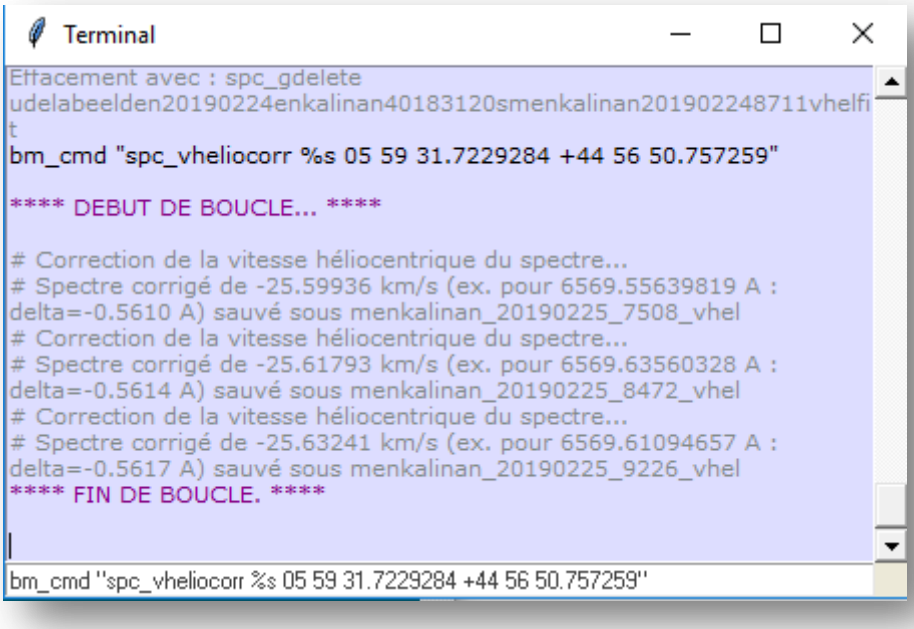
Optioneel:
Je kan ook alle spectra van deze bepaalde ster (genomen op verschillende tijdstippen) in een nieuwe directory plaatsen corrigeren voor de heliocentrische correctie (bijvoorbeeld bij een time-serie van opnames en te gebruiken voor verdere analyses). Je dient in de setup, de werkmap opnieuw te selecteren. Dit commando zal er dan als volgt uit zien:

```
bm_cmd "spc_vheliocorr %s 05 59 31.7229284 +44 56 50.757259"
```

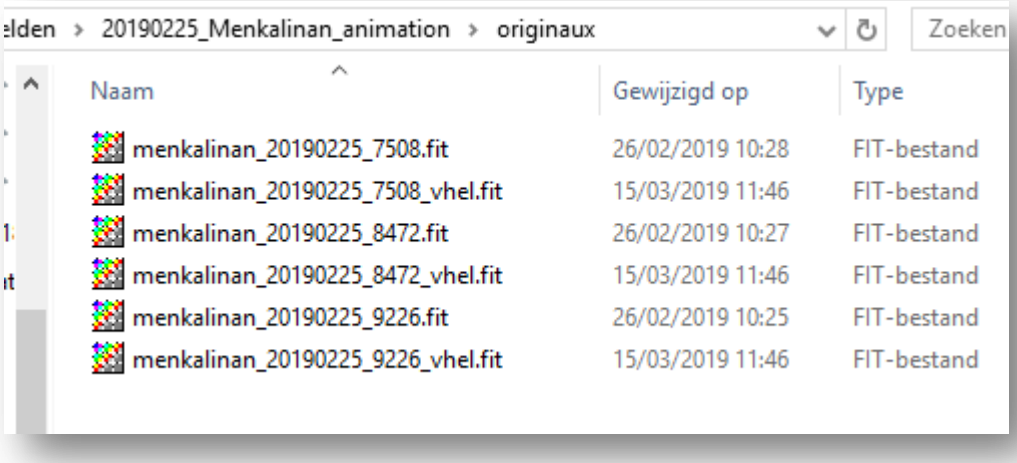
De RA en DEC dienen dan wel uit SIMBAD gehaald te worden en manueel ingevoerd te worden in de commando lijn van het Terminal-window. In ons voorbeeld zijn dit de RA en DEC van ‘beta Auriga ‘ (Menkalinan) J2000.

In ons voorbeeld van 3 opnames van Menkalinan gedurende 1 avond met tussenpauze van ongeveer 2 uur:

Commando werd uitgevoerd in het Terminal window:



Na uitvoering van deze heliocentrische correctie op de in ons voorbeeld, 3 bestanden, vind je de gecorrigeerde bestanden terug in de werkmap



6. Radiale snelheid meten

Om bijvoorbeeld de radiale snelheid te meten van de beide componenten bij een dubbelstersysteem kan je onderstaand commando gebruiken op de reeds met heliocentrische snelheid gecorrigeerde spectra.

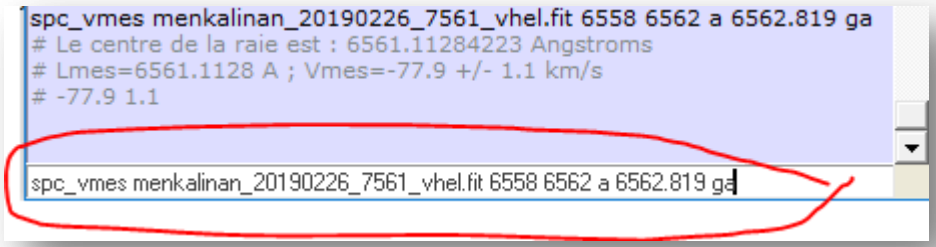
Copieer hiervoor de heliocentrisch gecorrigeerde spectra bestanden in een aparte lege map.

Commando:

spc_vmes spectre lambda_begin lambda_end ?type_sp (e/a)? ?lambda_ref(6562.819)? ?methode_mes(ga/gr)? ?precision_position_raie(pixels)?

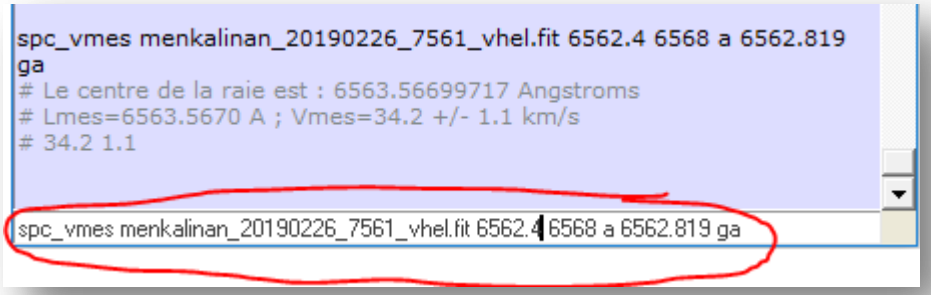
Waarbij 2 methodes gebruikt kunnen worden om de piek te bepalen gr= gravitiy center of ga= gausian method.

Dit commando kan er als volgt uitzien bij gebruik op onze voorbeeldbestanden voor de linkse absorptiepiek(controleer in de grafiek waar juist de absorptiepieken gelegen zijn zodat je op een correcte manier de breedte van het meetvenster van de golflente kan bepalen voor beide pieken:



Vmes is hier 77.9 +/- km/s blauw verschoven

Dit commando kan er als volgt uitzien bij gebruik op onze voorbeeldbestanden voor de rechter absorptiepiek:



Vmes is hier 34.2 +/- 1.1 km/s roodverschoven

Nadien kan je deze waarden noteren in een tabel (Excel) en da observatiedatum/tijd. De observatiedatum/tijd kan je vervolgens converteren naar de fase van het dubbelstersysteem.