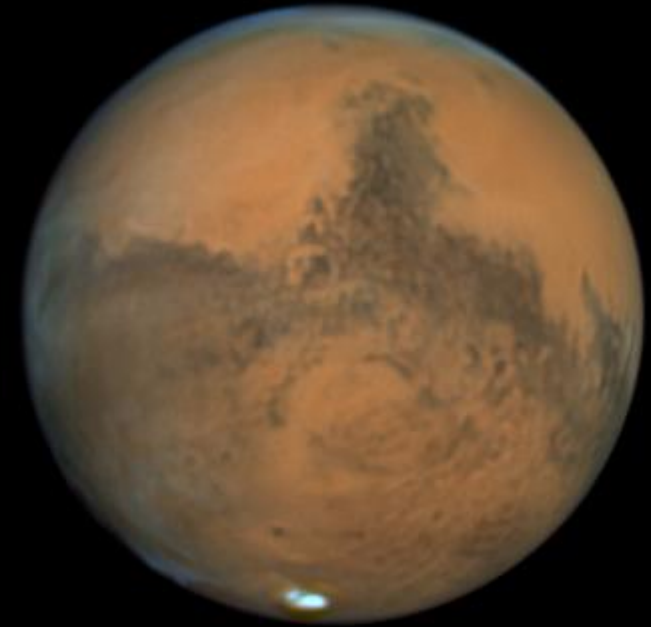


La deconvoluzione per il trattamento delle immagini planetarie



Saturn 2021/06/23 18:39.0 UT (1260s) - C14 @ F16 - ASI290MM - Singapore



Mars 2020/10/25 15:30.9 UT - C14 @ F16 - ASI290MM

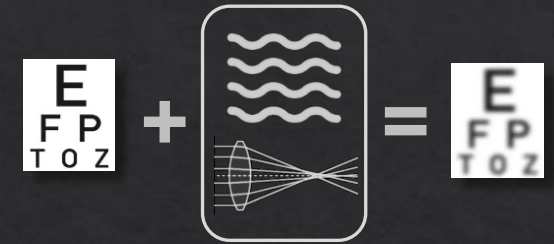
Mi Presento

- Vicentino di nascita, astrofilo da 40 anni.
- Da 16 anni in Asia per lavoro, gli ultimi 5 dei quali a Singapore (+1.3° Nord).
- “Cresciuto” con la fotografia DeepSky, ma negli ultimi anni più attivo sull’Imaging Planetario, che esercito dal terrazzo al 12^{mo} (e ultimo) piano della palazzina dove risiedo.
- Eterno studente, in perenne sperimentazione di nuove tecniche. Qualcuna, ogni tanto, funziona..
- Sito web www.glitteringlights.com

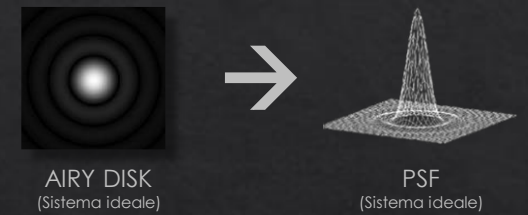


Concetti base

- ✓ L'effetto combinato del seeing e delle aberrazioni introdotte dallo strumento (sia quelle intrinseche che quelle dovute a scollimazione e/o tensionamenti) comporta una perdita di definizione sotto forma di sfocatura ("*blur*") dell'immagine ripresa. Questa interazione tra il segnale in arrivo ed il disturbo è chiamata **convoluzione**.



- ✓ L'idea di base che mira a correggere questa perdita di definizione è semplice. È possibile, infatti, prevedere con precisione quale sia la risposta di un sistema di ripresa "ideale" ad una sorgente di luce puntiforme: ha la forma del ben noto disco di Airy, causato dalla diffrazione. La funzione matematica che esprime questa risposta si chiama all'inglese "*Point Spread Function*" (PSF da qui in avanti).



- ✓ Confrontando la PSF ricavata da una immagine reale con quella teorica, è quindi possibile ricostruire, con buona approssimazione, il modello del disturbo. Con questa informazione si può successivamente andare a correggere (almeno fino ad un certo punto) il danno apportato da seeing e aberrazioni strumentali.



- ✓ Questo processo di rigenerazione dell'immagine è chiamato **deconvoluzione** e, rispetto a tecniche di aumento del contrasto come "*Unsharp Mask*" e "*Wavelets*" (molto diffuse perché semplici da implementare), ha il vantaggio di non basarsi su parametri arbitrari ma su quelli effettivi presenti al momento della ripresa.

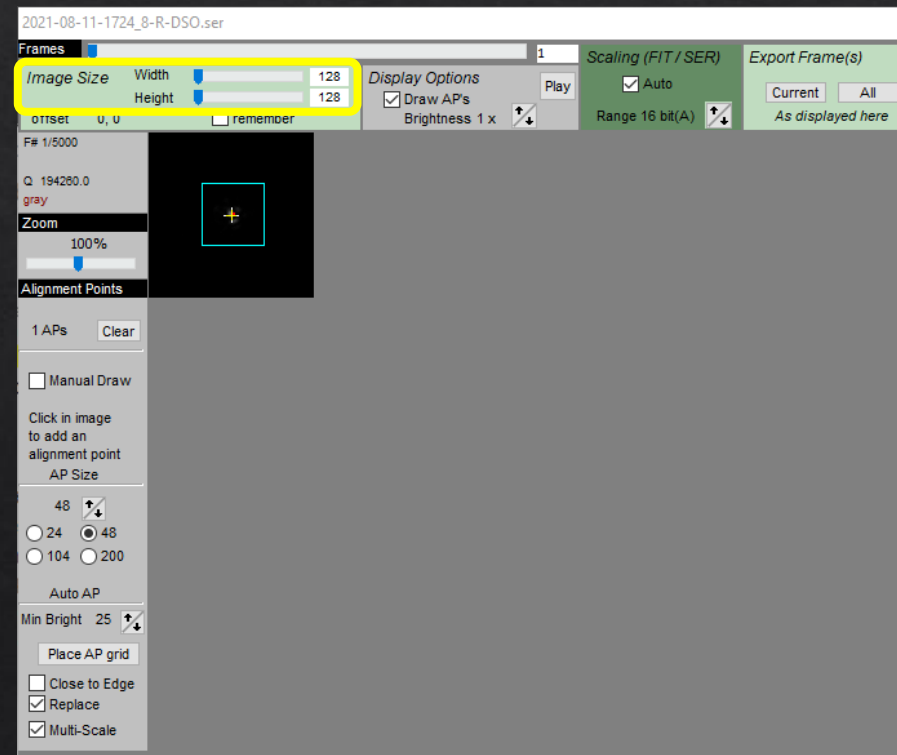
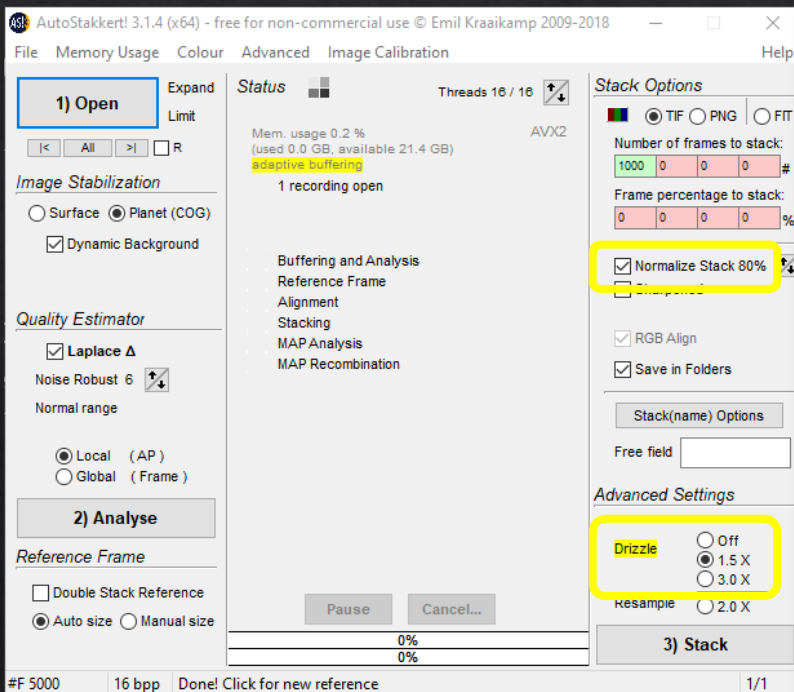
Ripresa immagine di riferimento PSF

- ✓ Sfortunatamente nelle riprese planetarie in alta risoluzione non si hanno stelle nel campo da usare per la PSF. Ma si può (parzialmente) aggirare il problema riprendendone una posta nelle vicinanze del pianeta.
(vedi anche http://pianeti.uai.it/index.php/La_deconvoluzione_Richardson-Lucy).
- I. Scegliere una stella di $\approx 7^{\text{ma}}$ magnitudine entro 5/10 gradi dal pianeta (si trova sempre!). Non spostarsi oltre in modo di riprendere con seeing e dispersione atmosferica comparabili ed evitare possibili flessioni e/o "Mirror Flop" (con SCT). L'uso di un foceggiatore esterno è fondamentale! Se si usa un ADC va regolato opportunamente e non cambiato successivamente per la ripresa del pianeta.
- II. Impostare una esposizione simile a quella usata poi sul pianeta. È fondamentale che la stella non venga saturata, assicurandosi che l'istogramma sia mediamente al 25/30% (nei picchi "perfetti" sarà inevitabilmente più alto): aggiustare il gain per ogni filtro usato (RGB, IR ecc) per ottenere questo valore. Consigliato l'uso di **Firecapture** che mostra bene l'istogramma alla base dell'immagine durante la ripresa.
- III. PSF di qualità = alto segnale/rumore (SNR) = almeno 200 fotogrammi sommati (meglio 500+) → video da 5000+ fotogrammi per ogni filtro usato, dei quali 10/20% (a seconda del seeing) selezionati e sommati.
- IV. Nel caso le condizioni varino significativamente nel corso delle successive riprese planetarie (elevazione del pianeta, inversione al meridiano del telescopio, cambio regolazioni dell'ADC) è necessario riprendere una nuova immagine di riferimento per la PSF.



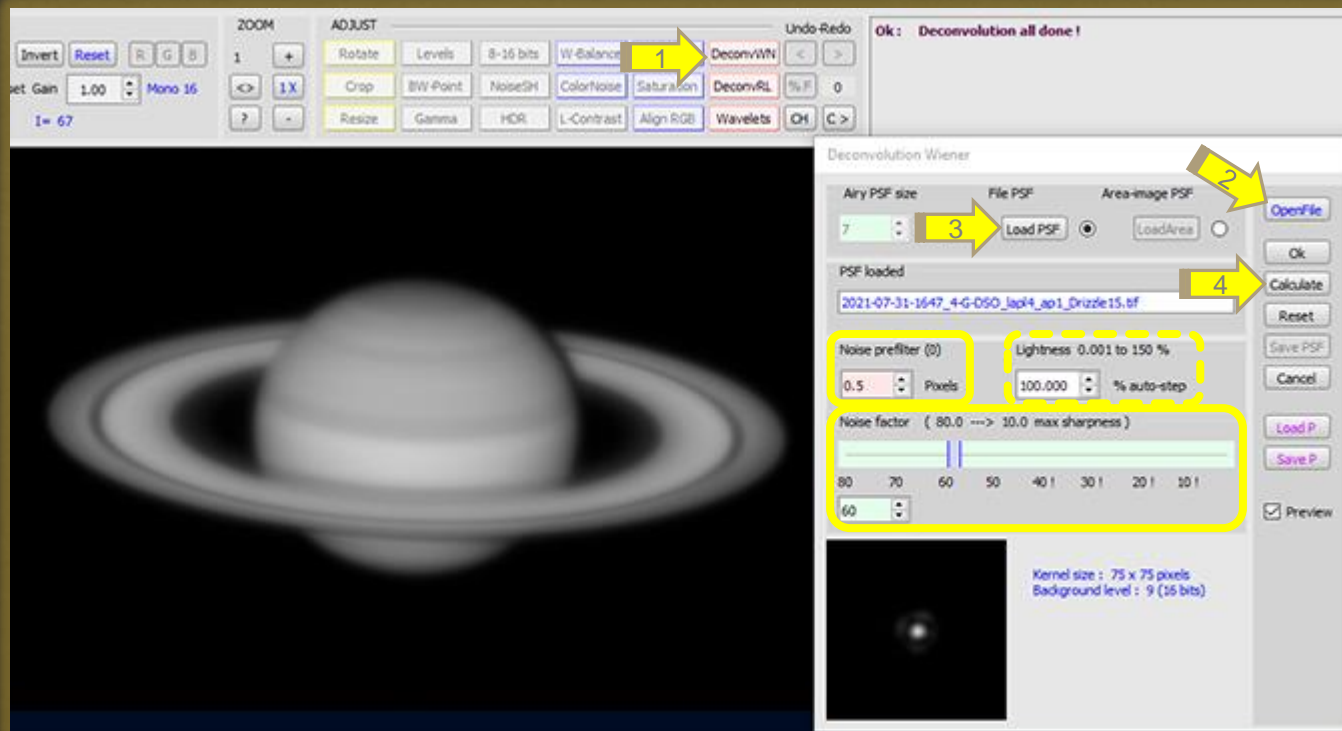
Preparazione immagine riferimento PSF

- ✓ L'immagine stellare per la PSF si somma normalmente come le immagini planetarie, con **AutoStakkert**.
- ✓ E' consigliabile attivare la normalizzazione luminosità ("*Normalize Stack*") al 75/80% per entrambe le immagini (pianeta e stella). Limitare "*Image Size*" a 128x128 per poter usare successivamente in AstroSurface l'immagine prodotta. Impostare gli stessi parametri di *Drizzle* usati per la somma dell'immagine planetaria da deconvolvere.



Applicazione deconvoluzione di Wiener

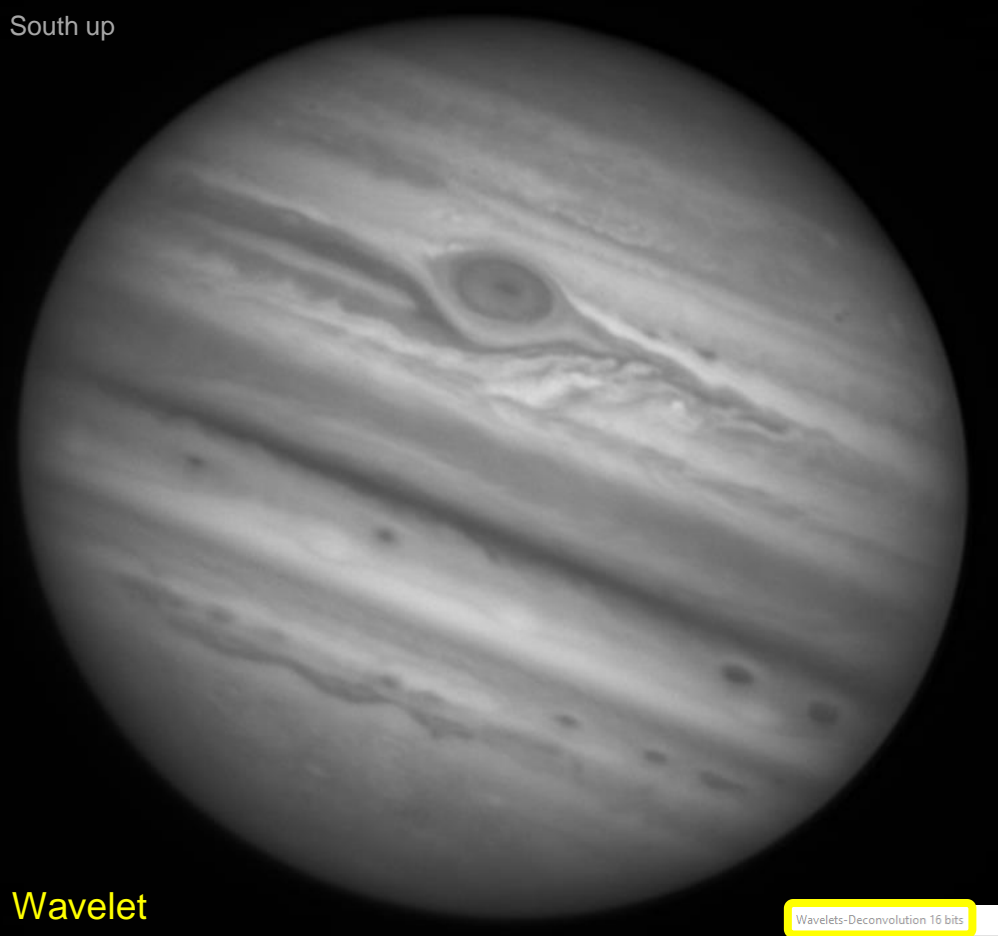
- ✓ Per la deconvoluzione (e non solo!) si usa l'ottimo programma gratuito **AstroSurface** di LucienP. Scegliere l'algoritmo di Wiener, superiore nell'*HighRes* planetario rispetto al più conosciuto Richardson-Lucy.
- ✓ In AstroSurface → azionare pulsante "**DeconWN**" → selezionare l'immagine da deconvolvere con "**OpenFile**" → selezionare la corrisponde (stesso filtro) immagine stellare di riferimento per la PSF tramite il pulsante "**Load PSF**" (il pulsante va prima attivato selezionando l'apposta opzione).



- I. "**Noise prefilter**" tra 0.4 e 1.0 (max!), "**Noise factor**" tra 55 e 70, preview con "**Calculate**". Iniziare con Noise prefilter basso (0.3~0.4), regolare il Noise factor per estrarre i dettagli (senza esagerare col rumore), rifinire riducendo il rumore (ma senza perdere dettagli) alzando il Noise prefilter. Iterare.
- II. "**Lightness**" di solito è al 100% ma se l'immagine satura abbassare il valore (succede con le calotte polari di Marte, i Satelliti Medicei, Urano e Nettuno..)
- III. Se in seguito l'immagine viene derotata e mediata con altre immagini, si può tenere una elaborazione un po' più aggressiva (con rumore più alto).

Risultati e confronti

South up

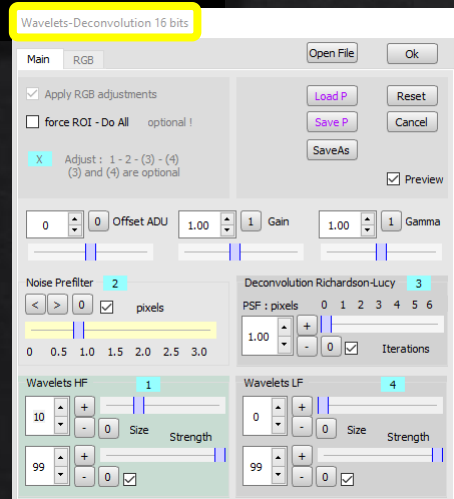


Wavelet

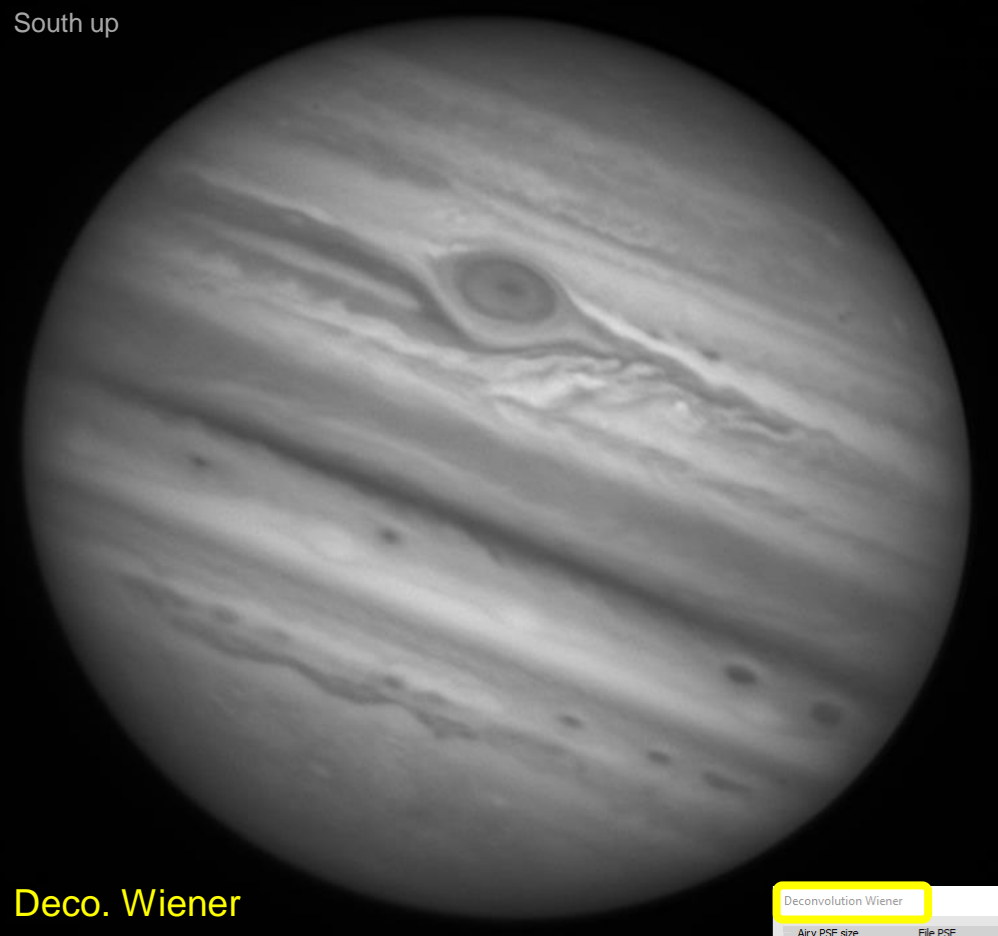
Giove

11 Agosto 2021, UT=18:57.3, D = 48.9"
C14 @ f/16, ASI290MM, Filtro Blu, 4ms
60" @ 240 fps, 80% sel. (11.5K), Drizzle 1.5x
Seeing eccellente (Antoniadi I)

Telescopio collimato



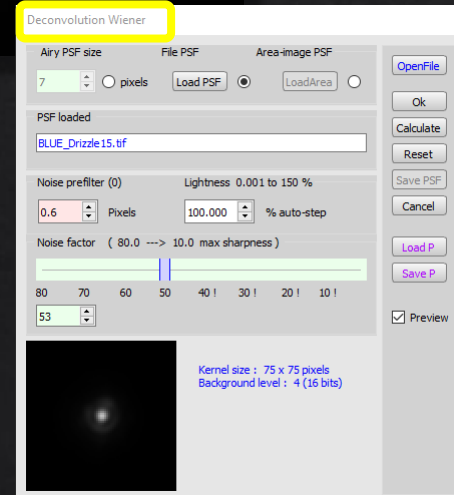
South up

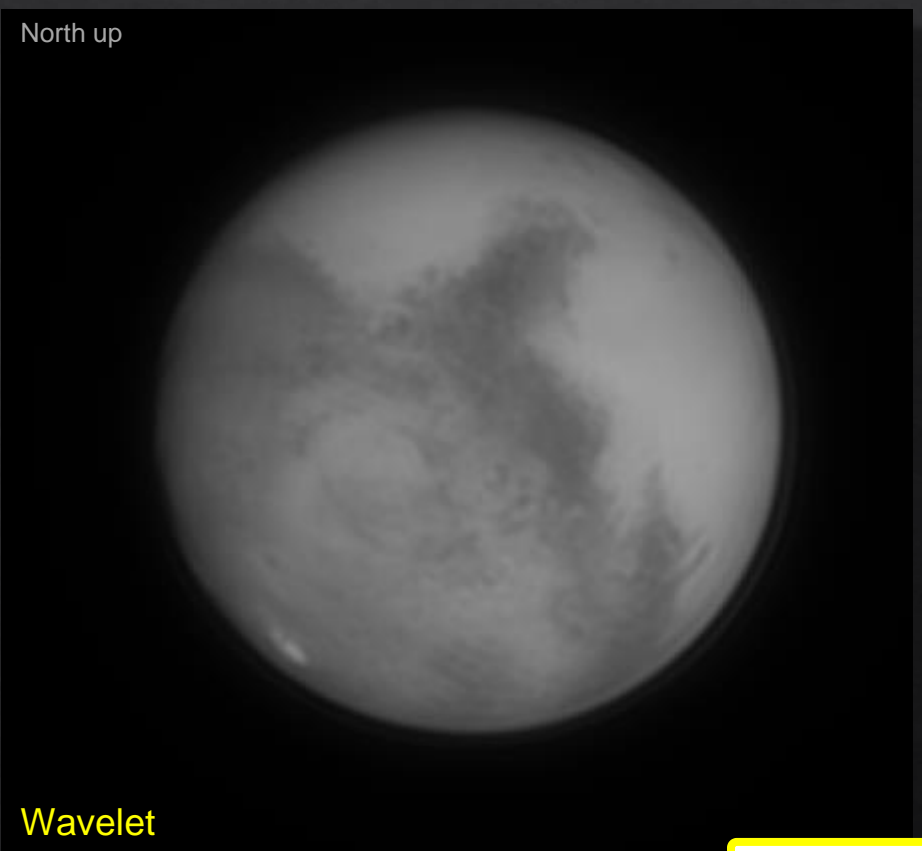


Deco. Wiener

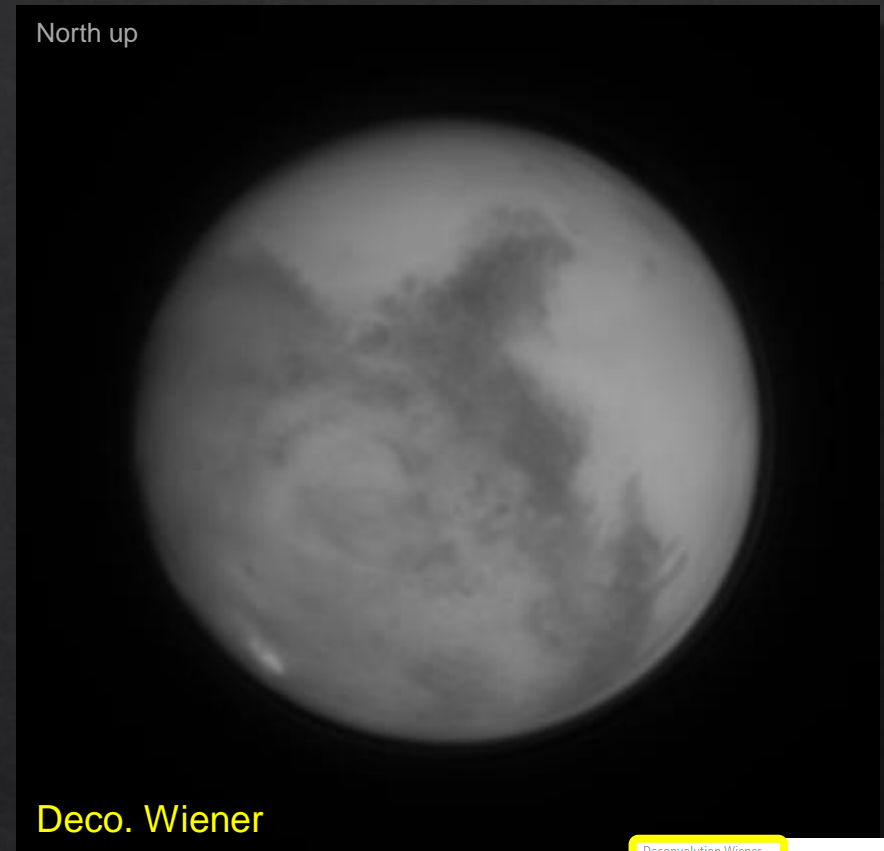


PSF (1000 F)





Wavelet



Deco. Wiener

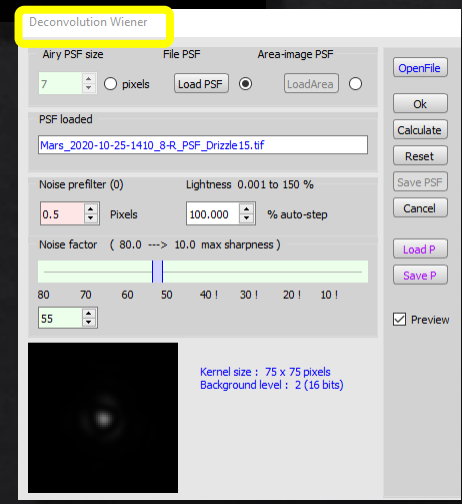
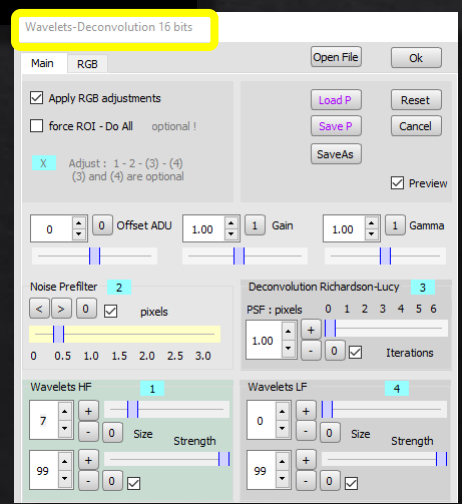
Marte

25 Ottobre 2020, UT=14:13.3, D=21.1"
C14 @ f/16, ASI290MM, Filtro Rosso, 1.5ms
120" @ 500 fps, 50% sel. (30K), Drizzle 1.5x

Seeing molto buono (Antoniadi II)

Telescopio collimato

Ottica leggermente tensionata



PSF (1000 F)

South up

Wavelet



Wavelets-Deconvolution 16 bits

Main RGB Open File Ok

Apply RGB adjustments

force ROI - Do All optional !

X Adjust : 1 - 2 - (3) - (4)
(3) and (4) are optional

Load P Reset
Save P Cancel
SaveAs

Preview

0 0 Offset ADU 1.00 1 Gain 1.00 1 Gamma

Noise Prefilter 2

< > 0 pixels

0 0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0

Deconvolution Richardson-Lucy 3

PSF : pixels 0 1 2 3 4 5 6

1.00 + - 0 Iterations

Wavelets HF 1

4 + - 0 Size Strength

99 + - 0

Wavelets LF 4

0 + - 0 Size Strength

5 + - 0

Ganimede occulta Europa (PHEMU)

8 Agosto 2021, UT=18:05.6, D = 1.8" (G), 1.1" (E)
 C14 @ f/16, ASI290MM, Filtro Luminanza, 5ms
 30" @ 200 fps, 20% selezionati (1200 tot), Drizzle 1.5x

Seeing medio / medio buono (Antoniadi II-III)

Telescopio scollimato ("mirror flop" dovuto al passaggio al meridiano non correggibile per evento concomitante)

South up

Deco. Wiener



Deconvolution Wiener

Airy PSF size File PSF Area-image PSF

7 pixels Load PSF LoadArea

OpenFile

PSF loaded

Airy_2021-08-08-1925_74-Drizzle15.tif

Noise prefiler (0) Lightness 0.001 to 150 %

0.5 Pixels 65.000 % auto-step

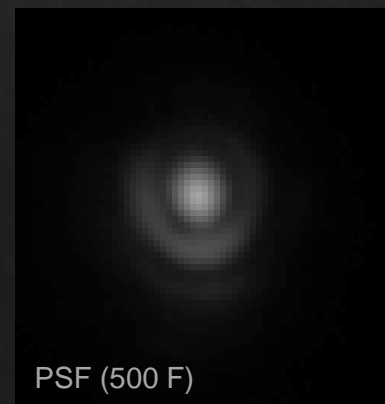
Noise factor (80.0 ----> 10.0 max sharpness)

80 70 60 50 40 ! 30 ! 20 ! 10 !

65

Kernel size : 75 x 75 pixels
Background level : 104 (16 bits)

Ok
Calculate
Reset
Save PSF
Cancel
Load P
Save P
Preview



PSF (500 F)



In conclusione: funziona?

- ✓ **Sì**, la deconvoluzione con PSF reale aiuta a rimuovere il *blur*, soprattutto quello dovuto allo strumento (aberrazioni e scollimazione). Produce risultati migliori del semplice uso di Wavelets, a meno di operare in condizioni eccellenti (sia di seeing che strumentali), nel qual caso i due risultati si equivalgono.

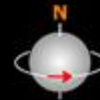
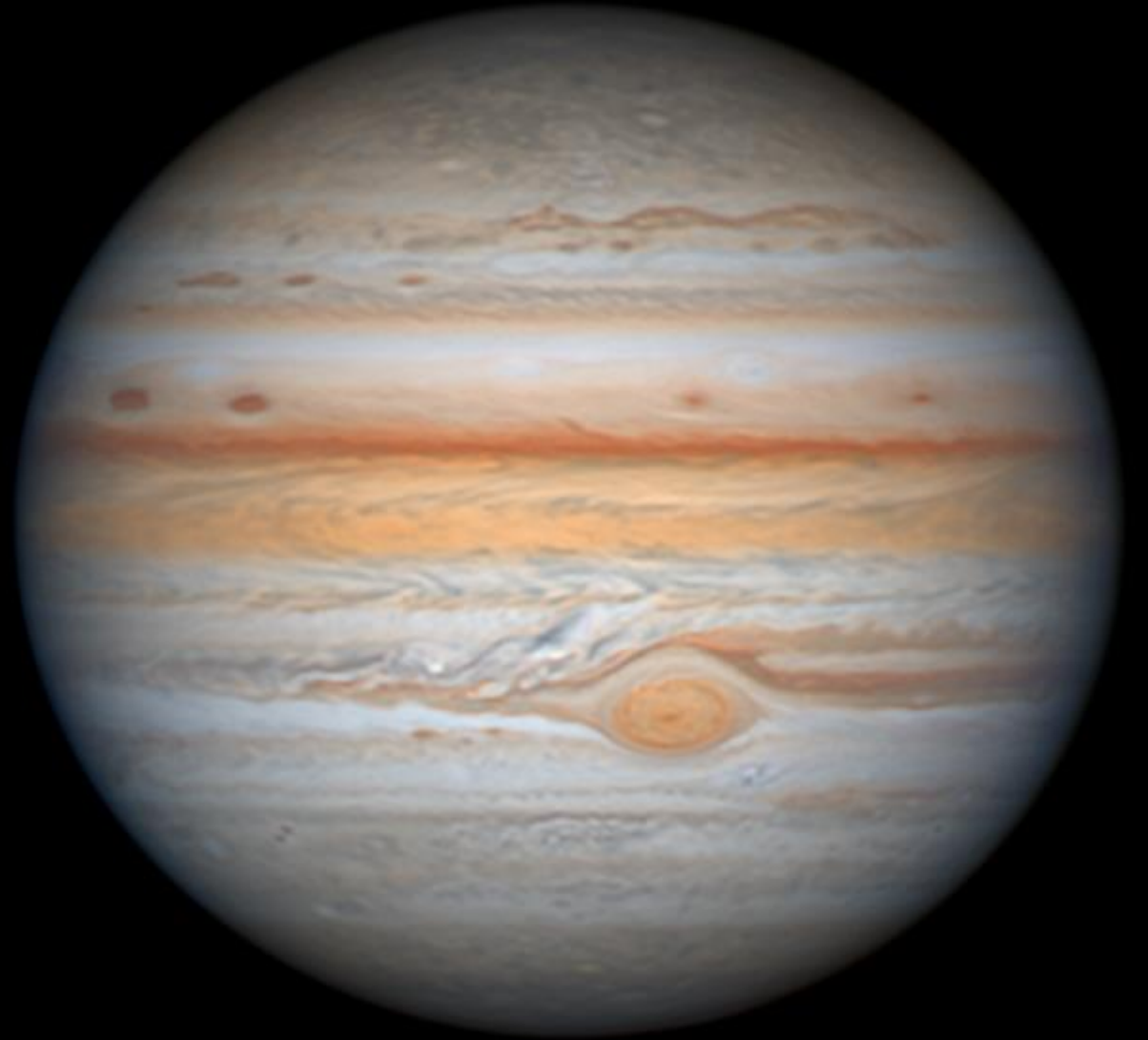
Vale la pena usarla ?

- ✓ **Decisamente sì** se si utilizzano strumenti dalla meccanica non impeccabile (SCT..).
- ✓ **Sì**, se l'aumento di complessità e di tempo richiesto (tra ripresa ed elaborazione) non è un grosso problema, in quanto garantisce (se correttamente applicata) di arrivare sempre al limite imposto dal seeing.

Grazie!

Domande ? Lorenzi70 @ gmail.com
Volete sperimentare con le immagini ?

<https://www.dropbox.com/s/sdx0b1kbbp82xcc/FilesDeco.zip?dl=0>



Jupiter - 2021/08/11 @ 18:09.0 UT - Elev. 74° - 5x60s RGB - Singapore
C14 @ F16.6 - ASI290MM - © Marco Lorenzi www.glitteringlights.com