L'imagerie CCD dans un site urbain, les solutions...

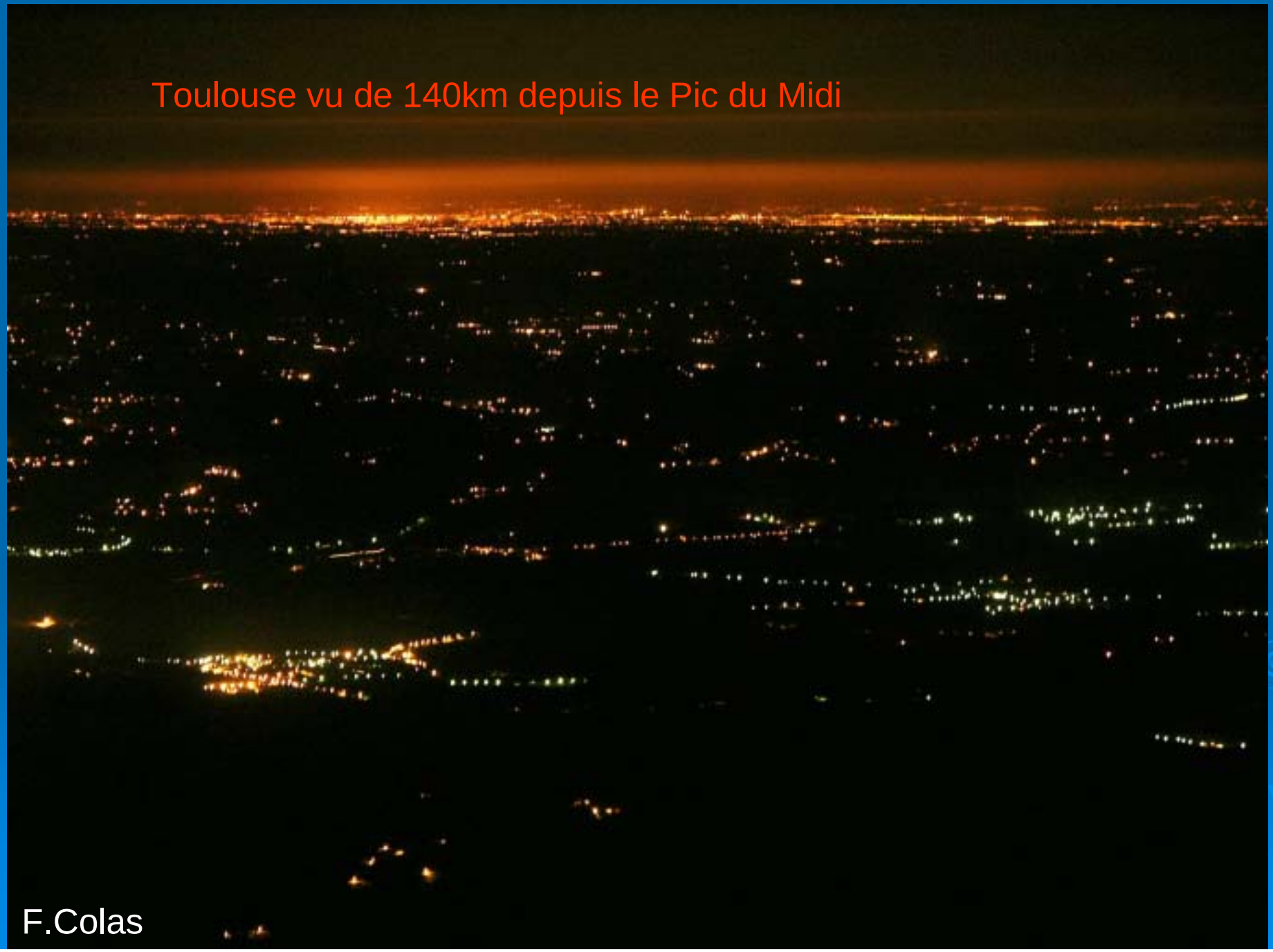
Cyril CAVADORE

9 Nov 2002

RCE 2002

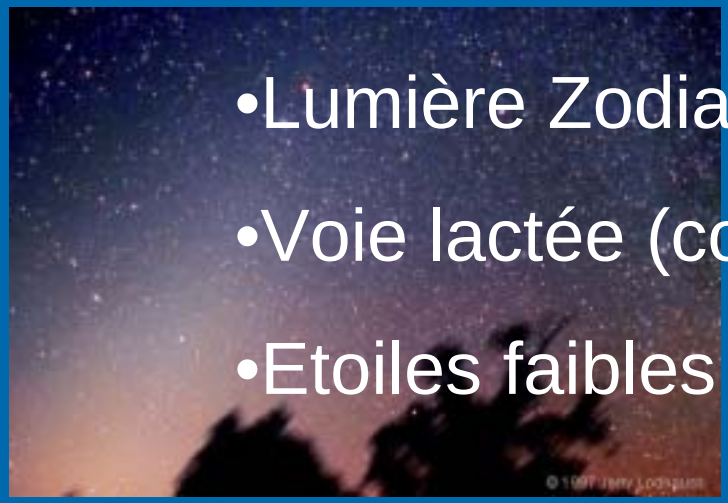
16h-16h45

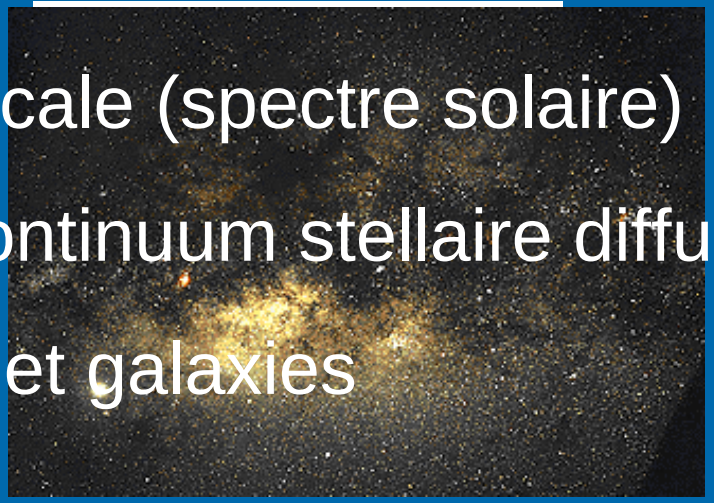
Un fléau pour l'observateur…

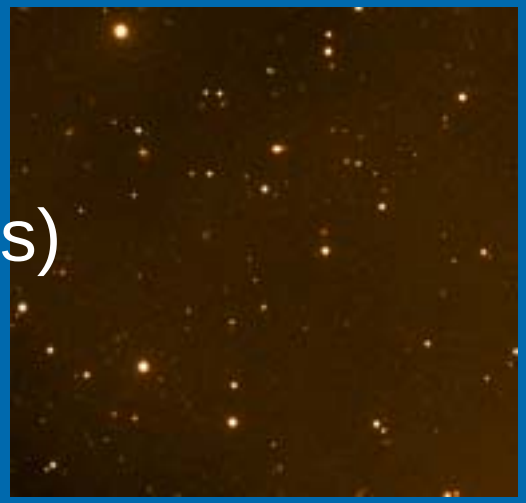


Les composantes du fond de ciel

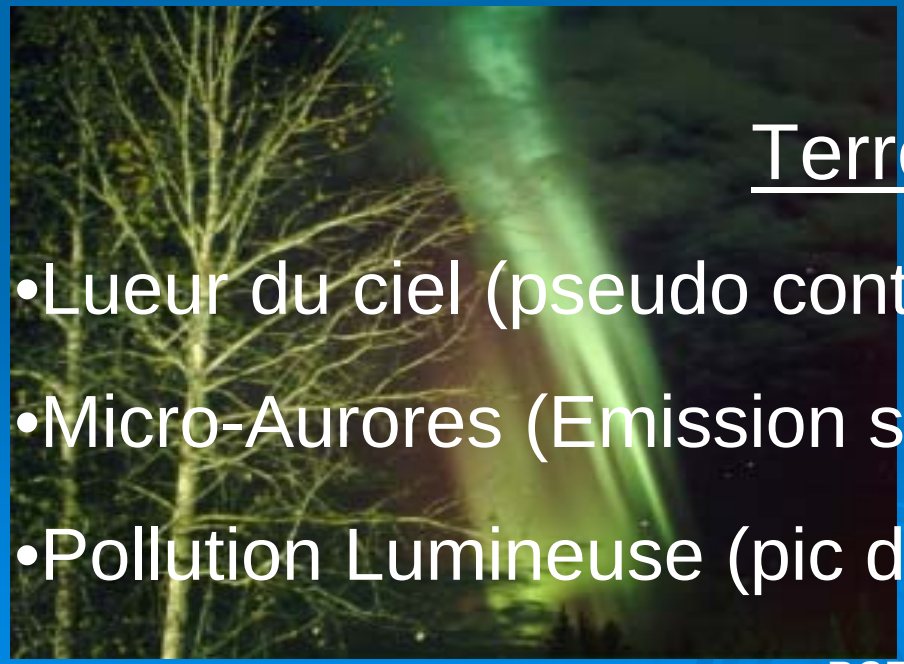
Extra Terrestre





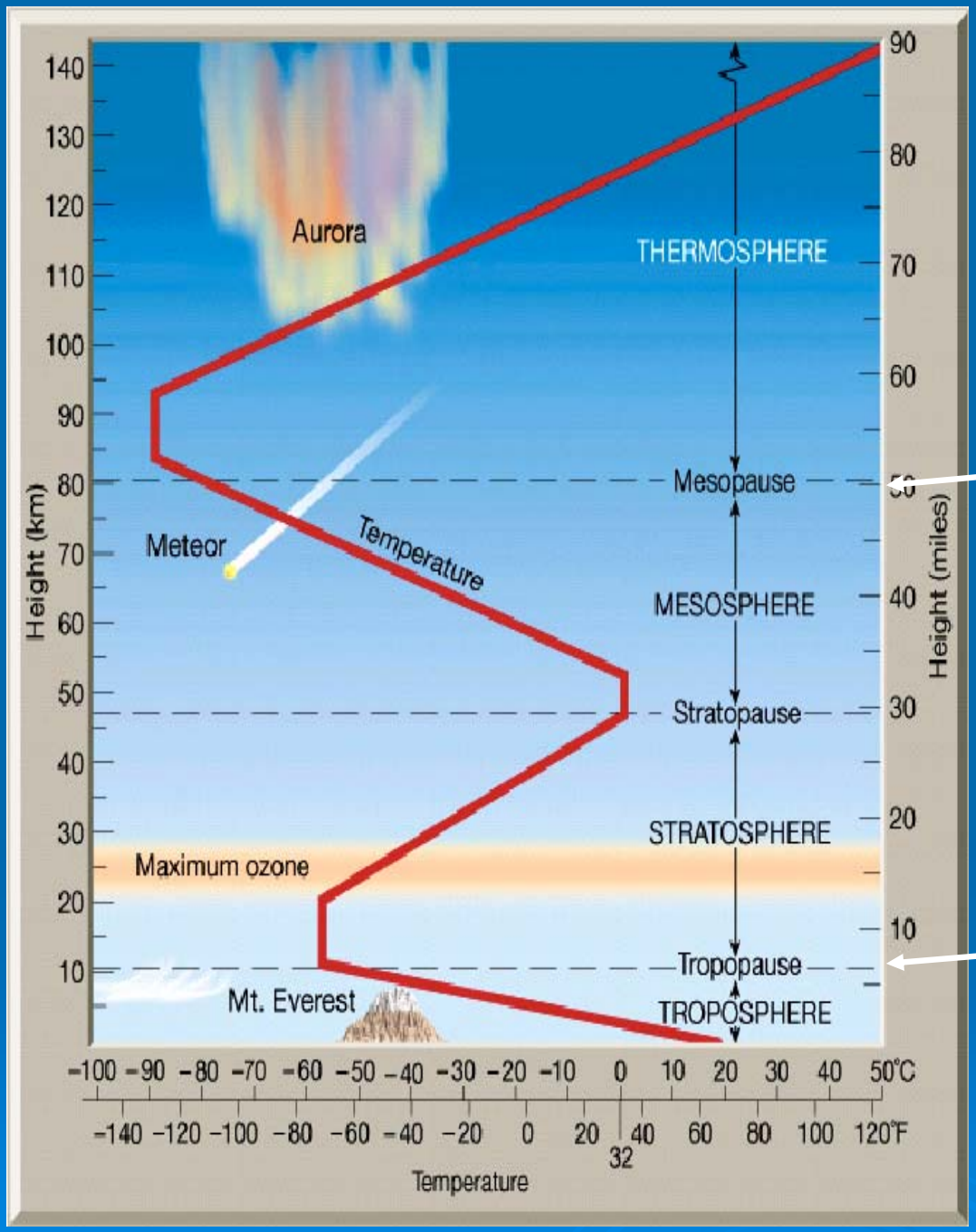


- Lumière Zodiacale (spectre solaire)
- Voie lactée (continuum stellaire diffus)
- Etoiles faibles et galaxies



Terrestre

- Lueur du ciel (pseudo continuum, pic d'émission)
- Micro-Aurores (Emission spectrale)
- Pollution Lumineuse (pic d'émission, continuum)

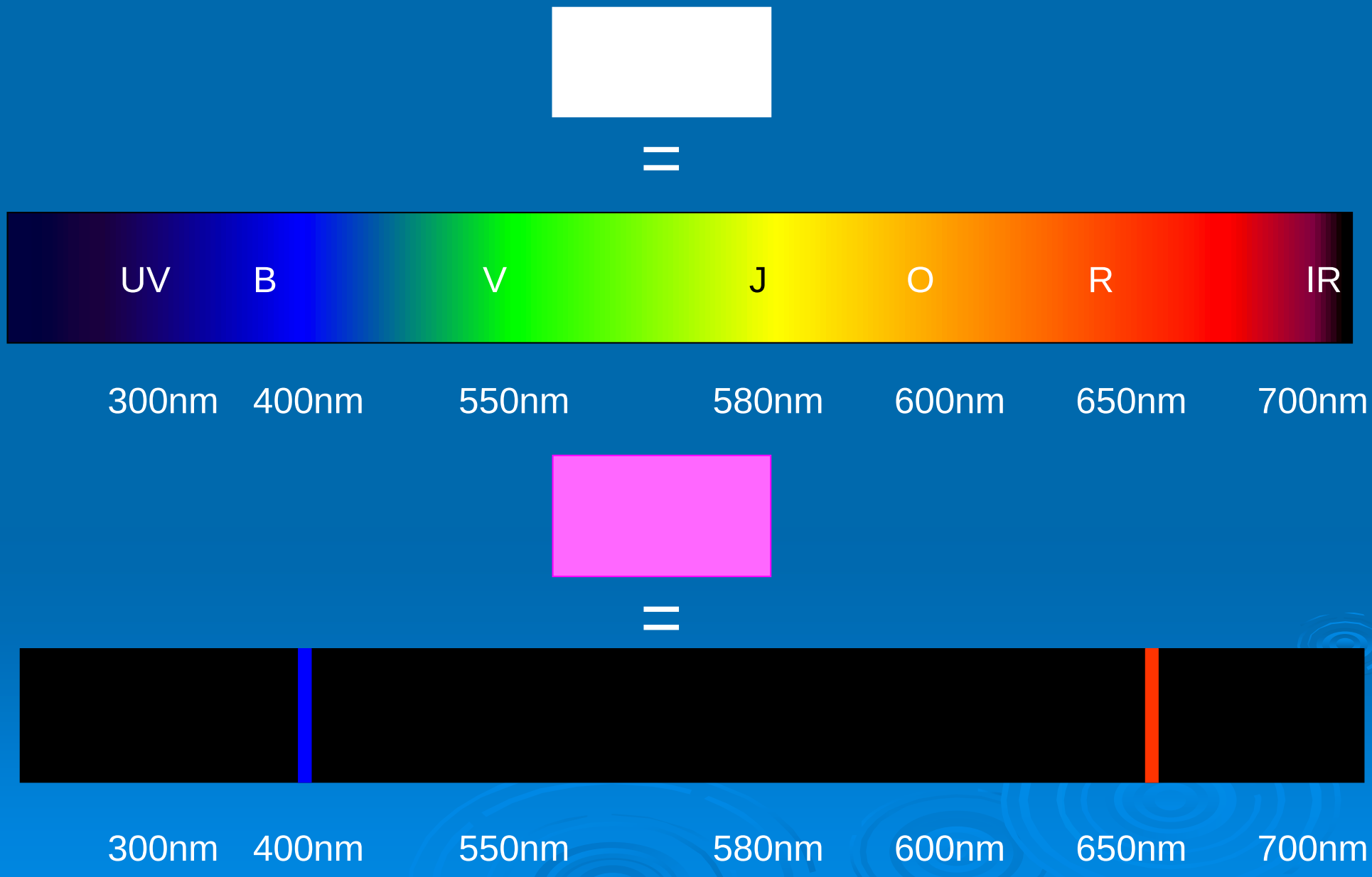


L'atmosphère émet de la lumière naturellement !

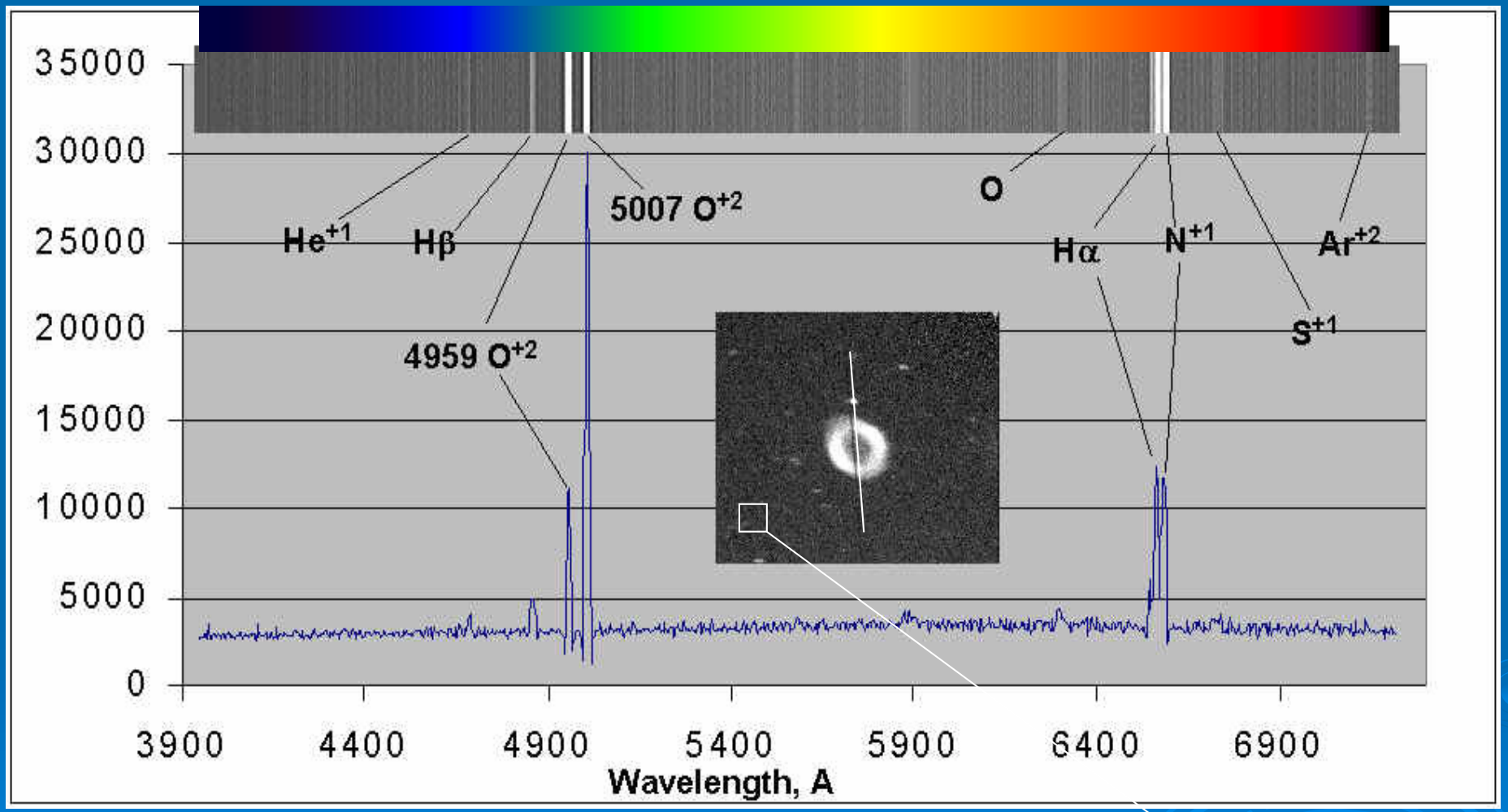
OH, O_2 , NO_2 , Na

Hg, Na (Pollution lumineuse)

La lumière visible, un rappel…

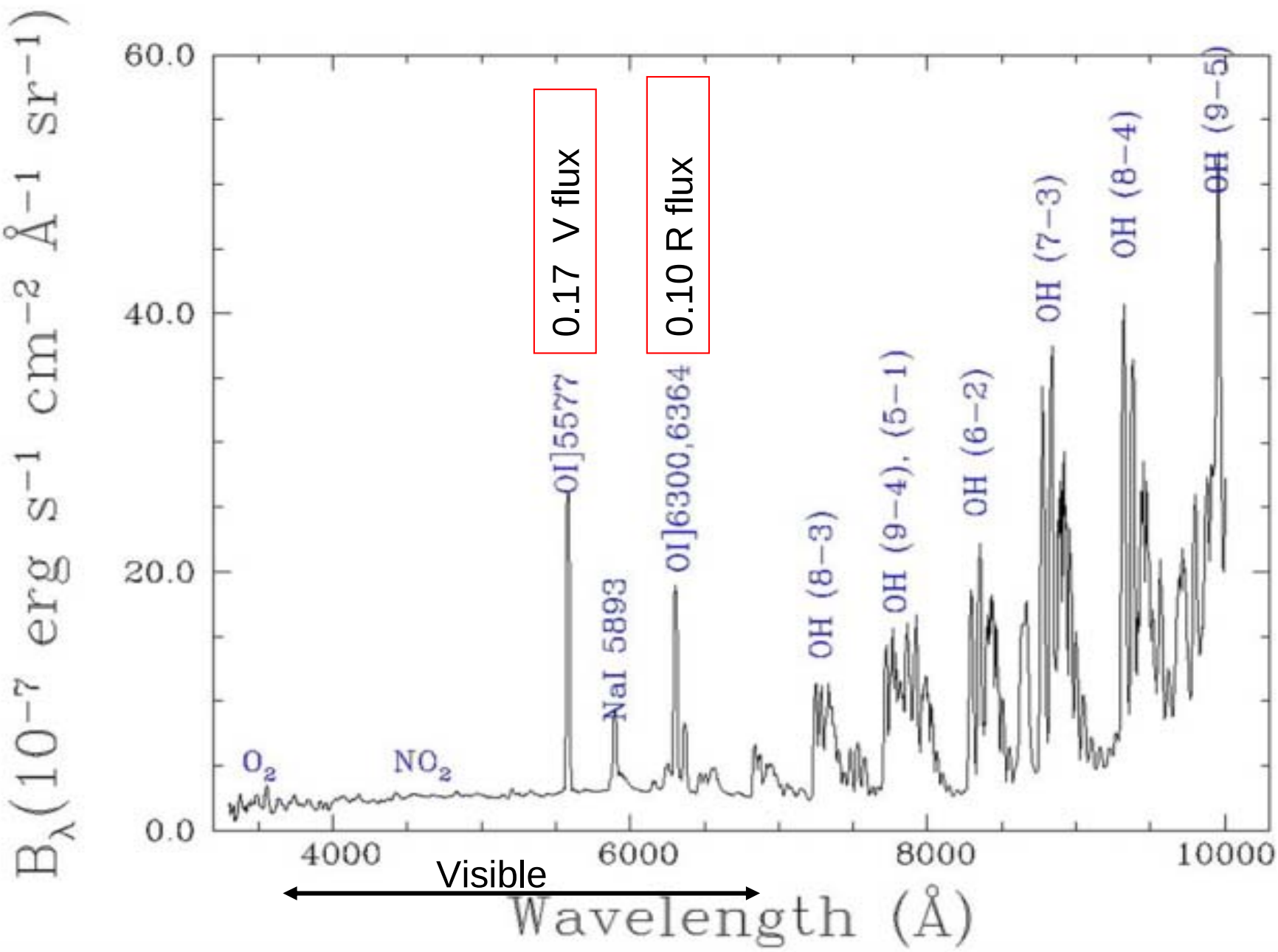


La lumière, un rappel…

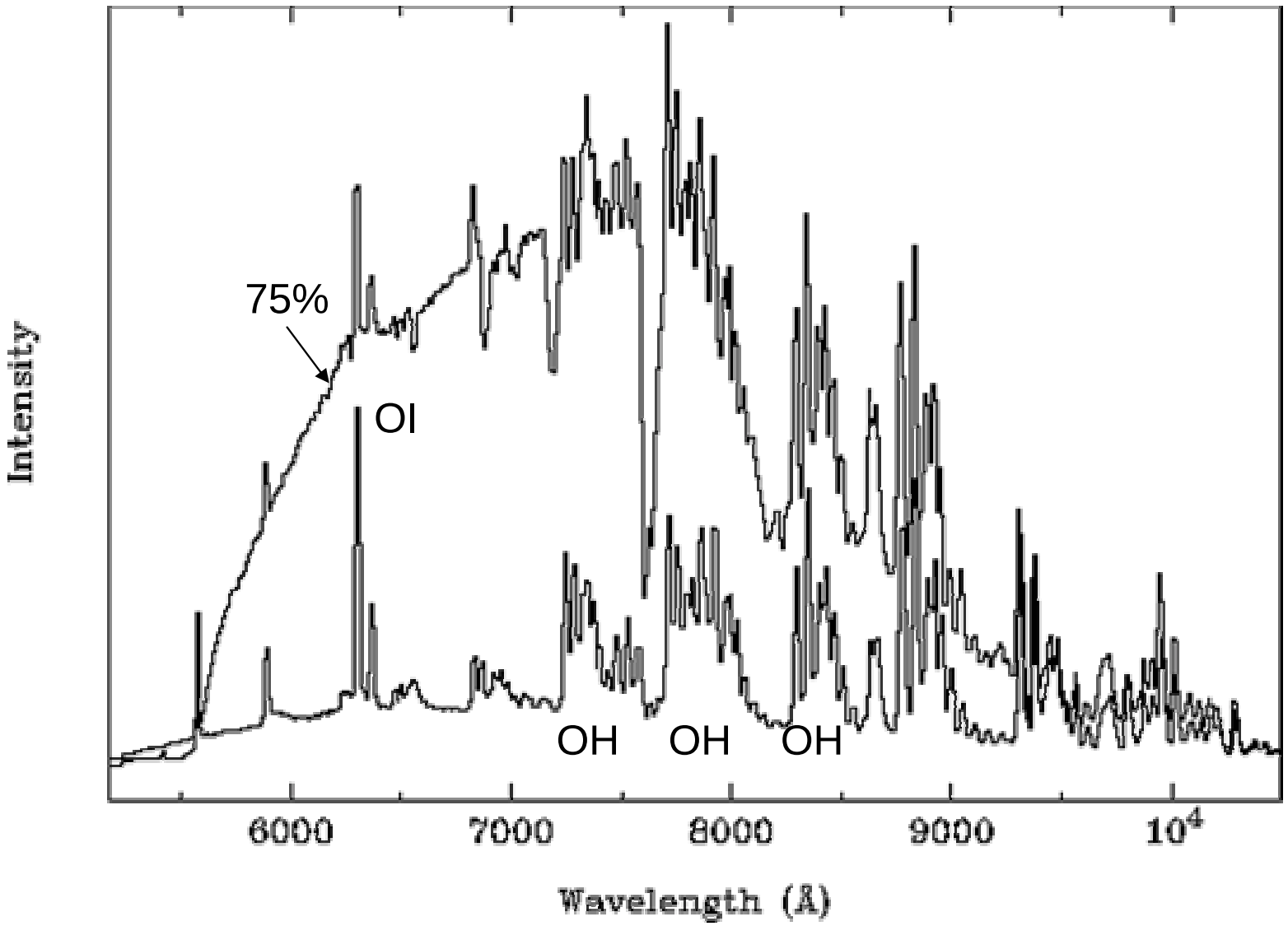


…..

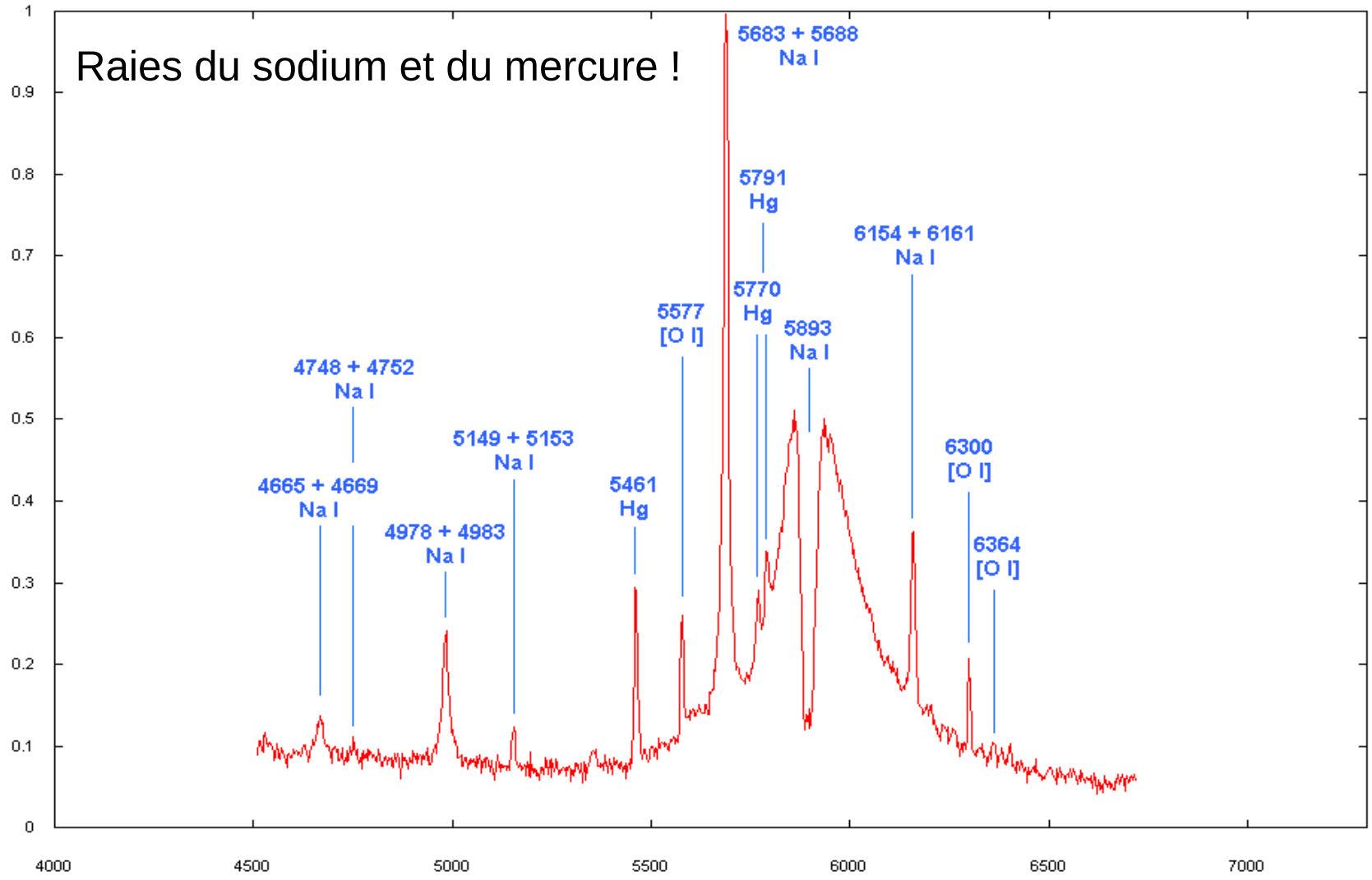
Spectre du fond de ciel, non pollué



L’effet de la Lune



Un ciel pollué



C.Buil

Magnitude du fond de ciel : definiton

Filtre : OBLIGATOIRE !

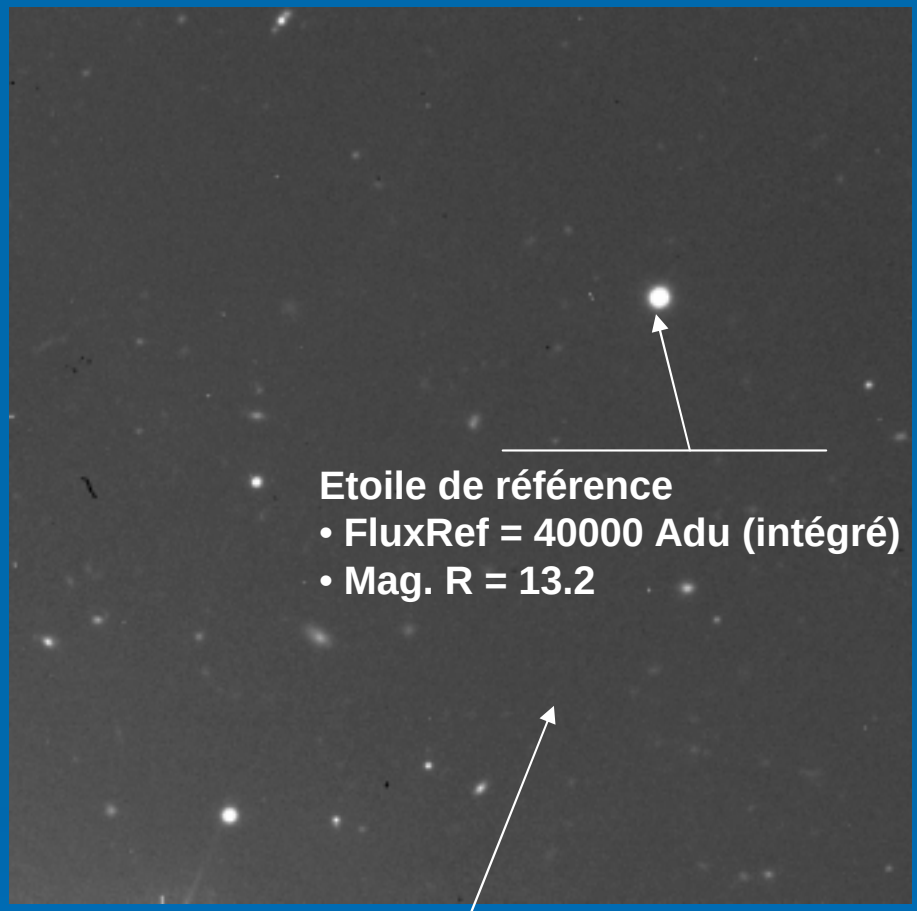
Le ciel émet donc de la lumière vers le télescope…

Brille comme un objet de 1arcsec² avec une magnitude donnée dans une bande spectrale donnée

On intègre sur 1 arsec²

Comment mesurer le fond de ciel ?

- TOUT LE MONDE PEUT LE FAIRE :
- Filtre Rouge, pas de Lune, au zénith
- Crépuscule astronomique
- Camera CCD
- Image prétraitée (flat,offset)
- Une étoile de référence magnitude R bien connue (USNO A2, Landolt…)



MgRef := 13.2 — Magnitude of the reference star

FluxRef := 40000 — Flux for the given star, expressed in ADUs

FluxMes := 630 — Flux of the sky backgound per pixel

Pix := 2.05 — Pixel size, in arcsec per pixel

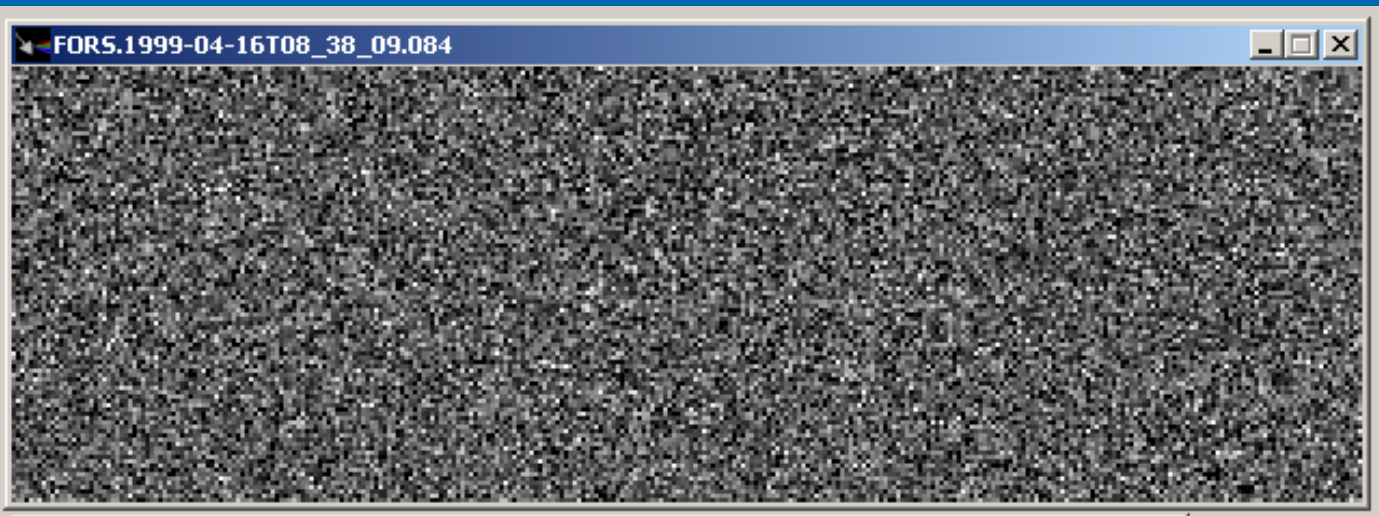
$$MagnS := \frac{\ln\left[\frac{FluxRef}{\left(\frac{FluxMes}{Pix^2}\right)}\right]}{\ln(2.512)} + MgRef$$

MagnS = 19.265

Observatory	Lieu	Magnitude par arcsec^2 (R)
Pises Obs.	France, Cévennes, 1300m.	19.5 a 20
Les Angarouines	France, Var, 40km d'Avignon	19 a 19.5
Garching	Allemagne, Banlieue 15 km de Munich (1.2M habitants)	18.5 a 19
VALMECA Obs.	France, Alpes de Hte Provence, 20 km d'Oraison	19 a 19.5
Pic du Midi Obs.	France, Alt. 2870m, Hte Pyrénées, haute montagne	F.Colas...
Toulouse	5 km du centre de Toulouse	17.5
Paranal Obs.	Chili, Région 10	20.4 a 21.5

Le bruit de photons

La lumière obéi a une statique de poisson : ce n'est pas uniforme



Pixel Table

	270	271	272	273	274	275	276	277	278
30	1003	977	999	1004	1065	1039	1016	1030	1024
29	1036	1004	1002	1035	974	1011	1010	1029	1028
28	1011	1060	1069	993	1015	1009	1040	1025	1012
27	1009	998	1024	1040	1065	969	989	1015	952
26	989	1002	1021	941	934	1039	995	970	977
25	1039	962	1014	997	957	1015	1008	964	1034
24	971	942	1000	1022	978	1041	1080	995	1018
23	971	1000	976	1076	984	1062	1026	965	979
22	1012	947	1025	1021	1008	1081	964	948	982

Size: 5x5 | 7x7 | 9x9 | 11x11 | 13x13

Moyenne = 1000
Ecart type = 31.6

Mesure :
1000 + 31.6

31.6 est la racine carrée de 1000

Le bruit de photons

- Ce n'est pas l'intensité du fond de ciel qui gêne, mais son bruit associé !
- La limitation : bruit statistique de Poisson

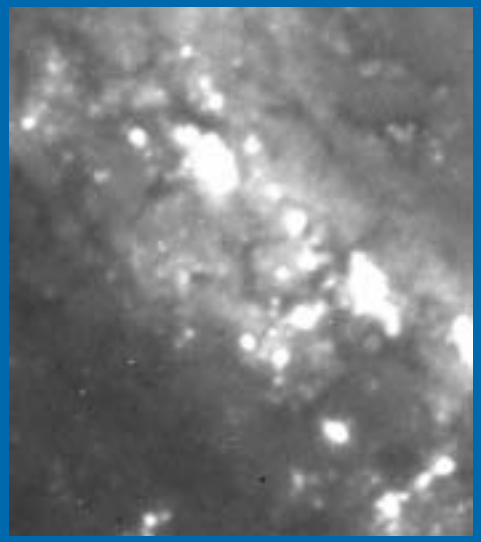
$$Bruit = \sqrt{signal}$$

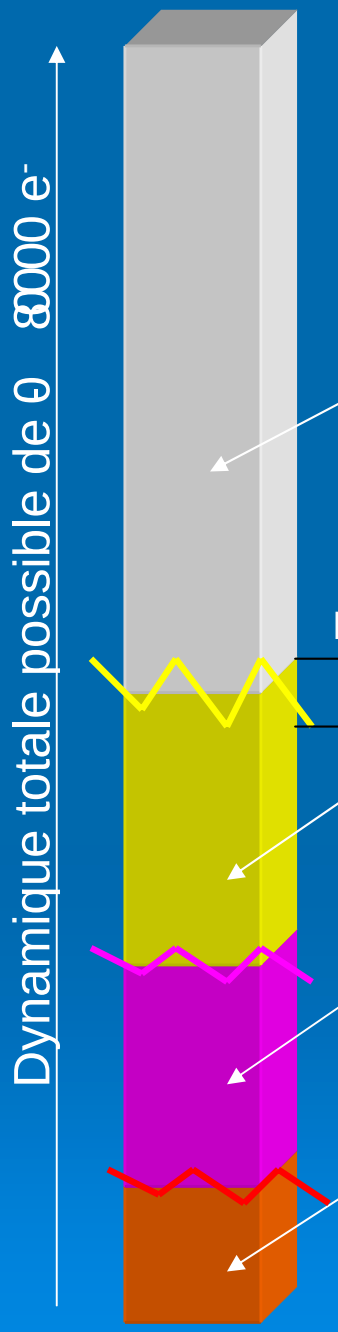
$$SignalMesure = Signal + \sqrt{signal}$$

Le bruit, de par sa fluctuation détruit l'information dans l'image…..

$$Bruit_total = \sqrt{Signalphotons + BruitLectureCCD^2 + signalThermique}$$

Signal CCD : cas 1





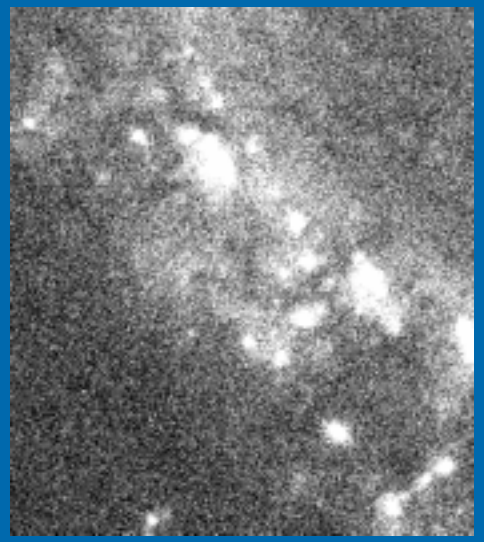
$Signal_disponible$

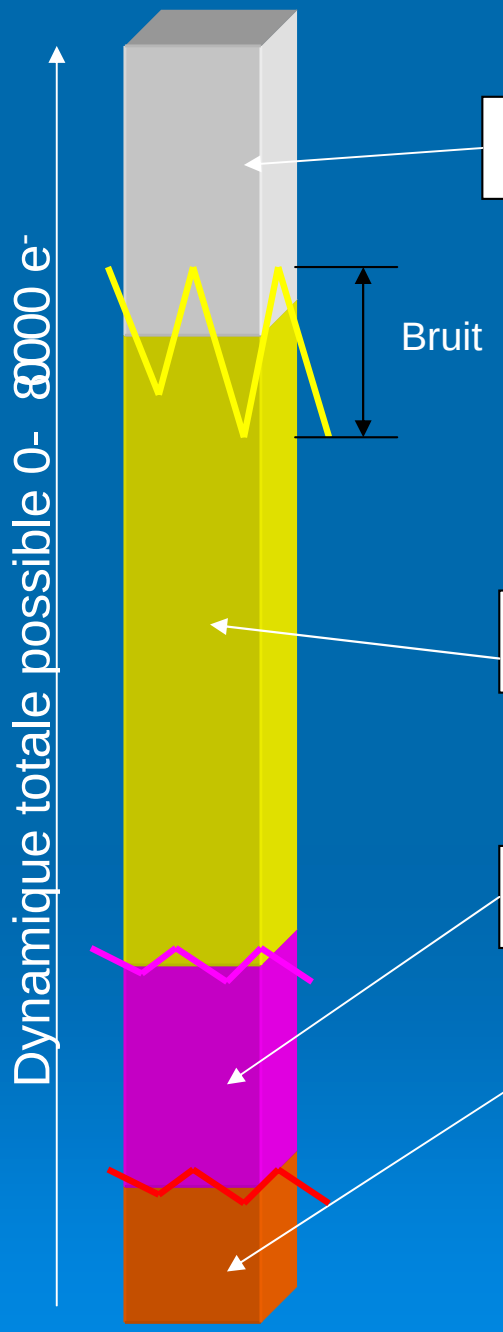
$Signal_Fond_ciel \pm \sqrt{Signal_Fond_ciel}$

$Signal_Thermique \pm \sqrt{Signal_thermique}$

$Offset \pm Bruit$

Signal CCD : cas 2





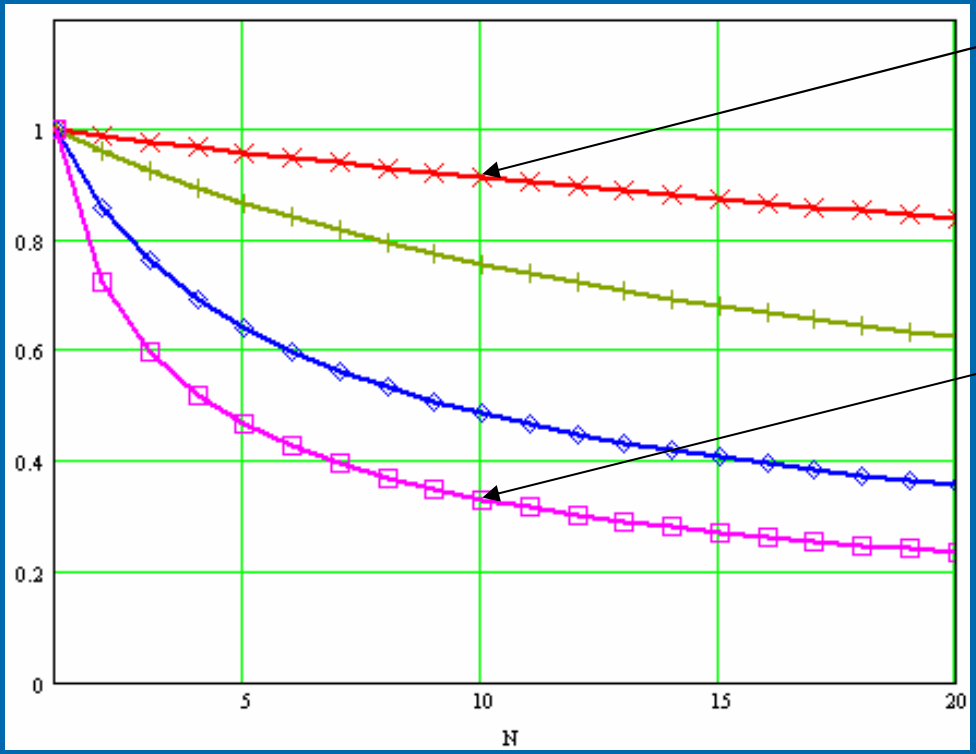
$$Signal_disponible$$

$$Signal_Fond_ciel \pm \sqrt{Signal_Fond_ciel}$$

$$Signal_Thermique \pm \sqrt{Signal_thermique}$$

$$Offset \pm Bruit$$

Decoupage des poses



10 poses de 50s, 100e /pixel de fond de ciel. SNR 90% par rapport a une pose unique : le bruit de fond de ciel domine

10 poses de 50s, 5e /pixel de fond de ciel. SNR 30% par rapport a une pose unique : le bruit de lecture du CCD domine

Bruit de lecture CCD = 15e

Moralité si le fond de ciel est fort :

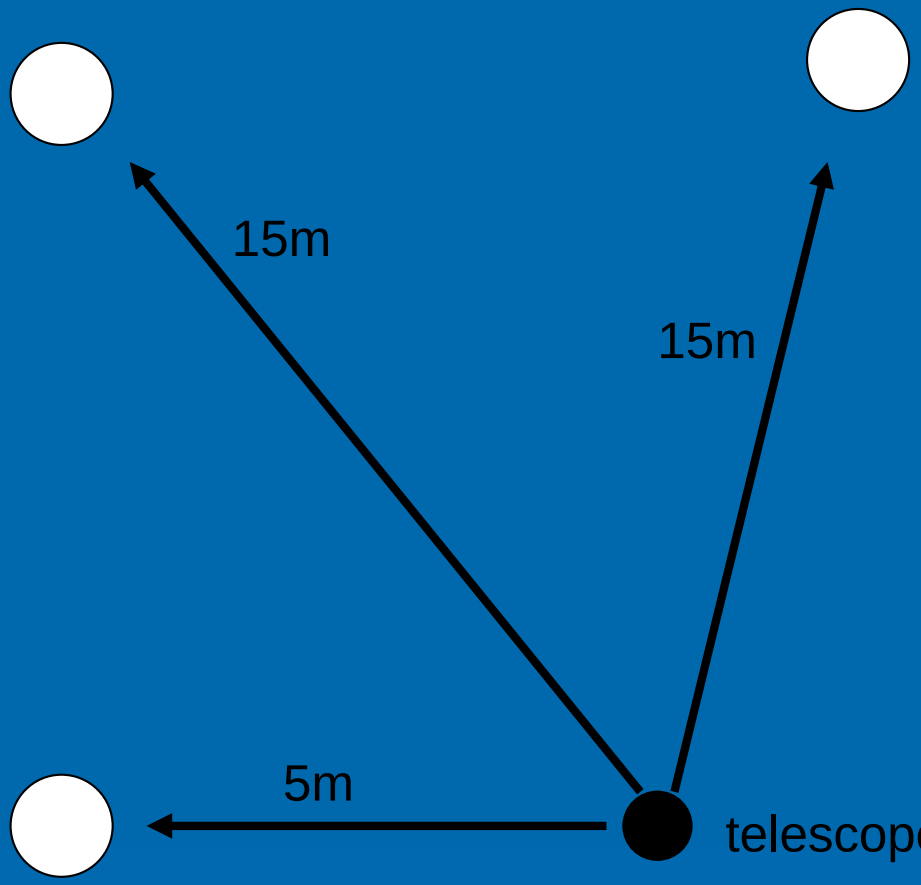
- On ne perd presque rien a découper de longues poses en petites poses.
- On est pas trop gêne par le bruit de lecture
- MAIS le signal des objets faible est plus difficile a faire ressortir

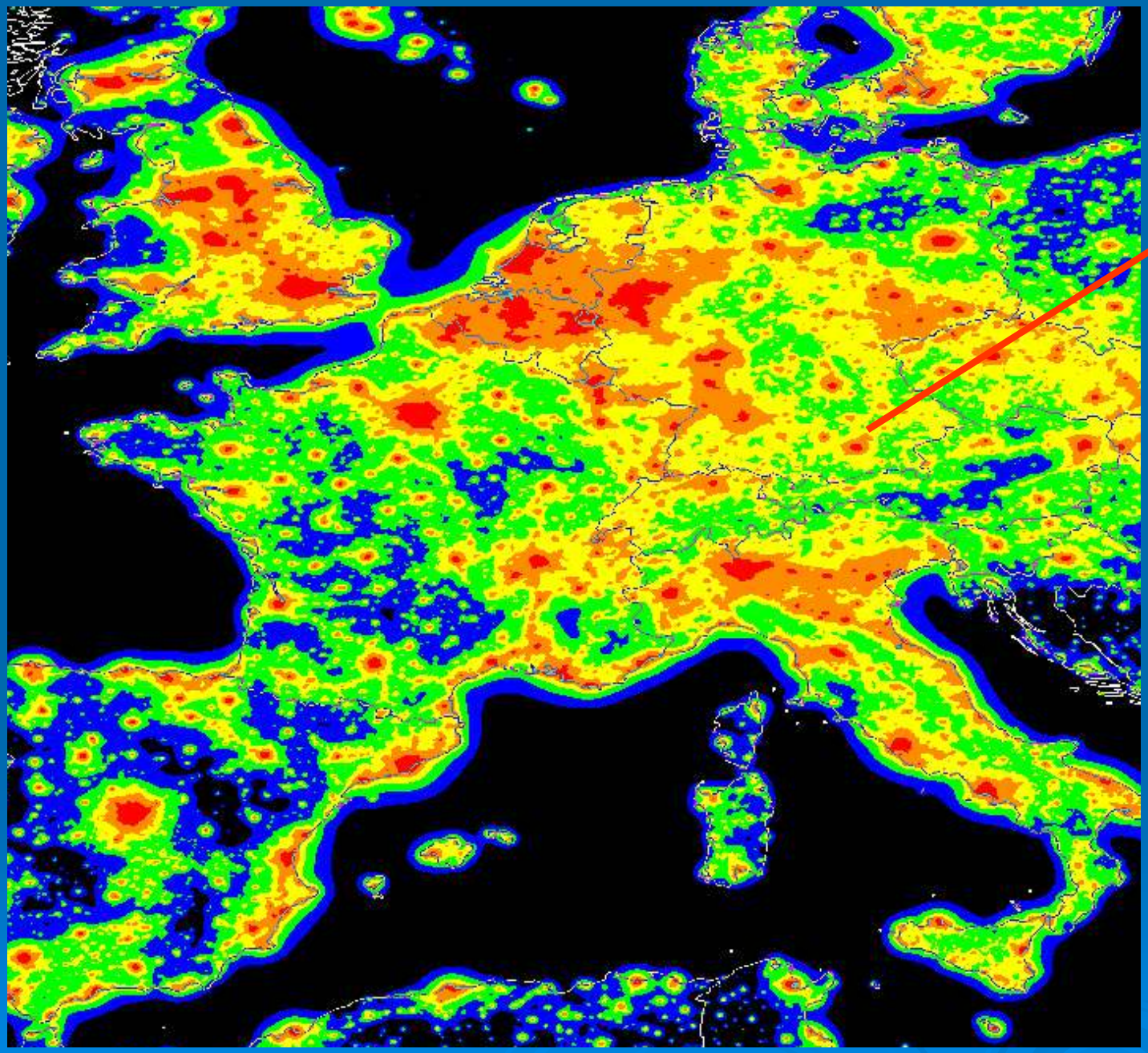
Le paradis : pas de bruit de lecture, ni de fond de ciel !

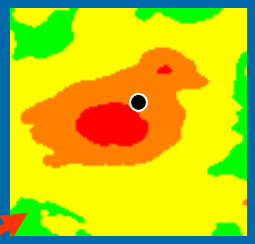
Section travaux pratiques

Ou j’observe !

Mes 3 lampadaire au Mercure







Munich
1.2 Millions d'habitants
13 Km au Nord

Noir : <0.11
Bleu : 0.11 0.33
Vert : 0.33 1
Jaune : 1 3
Orange : 3 9
Rouge : >9

Cinzano et al.

Le télescope en opération…

Le telescope

- Diamètre 250 mm, F/D=3.5
- Monture Valmeca, erreur guidage :
  - +/-3 arcsec, guidage en boucle ouverte
- CCD Aminci 1000x1000 Marconi
- Champs de 47x47 arcmin, pixel = 2.83”
- Correcteur de champ
- Pointage automatique

Règles de base (Environnement)

- Avoir la possibilité de couper les lampadaires a éclairage direct
  - Etre discret ;-)
- Faire pousser des arbres et des haies devant !
- Des voisins qui se couchent tôt !
- Pas trop de passage de voitures et de piétons

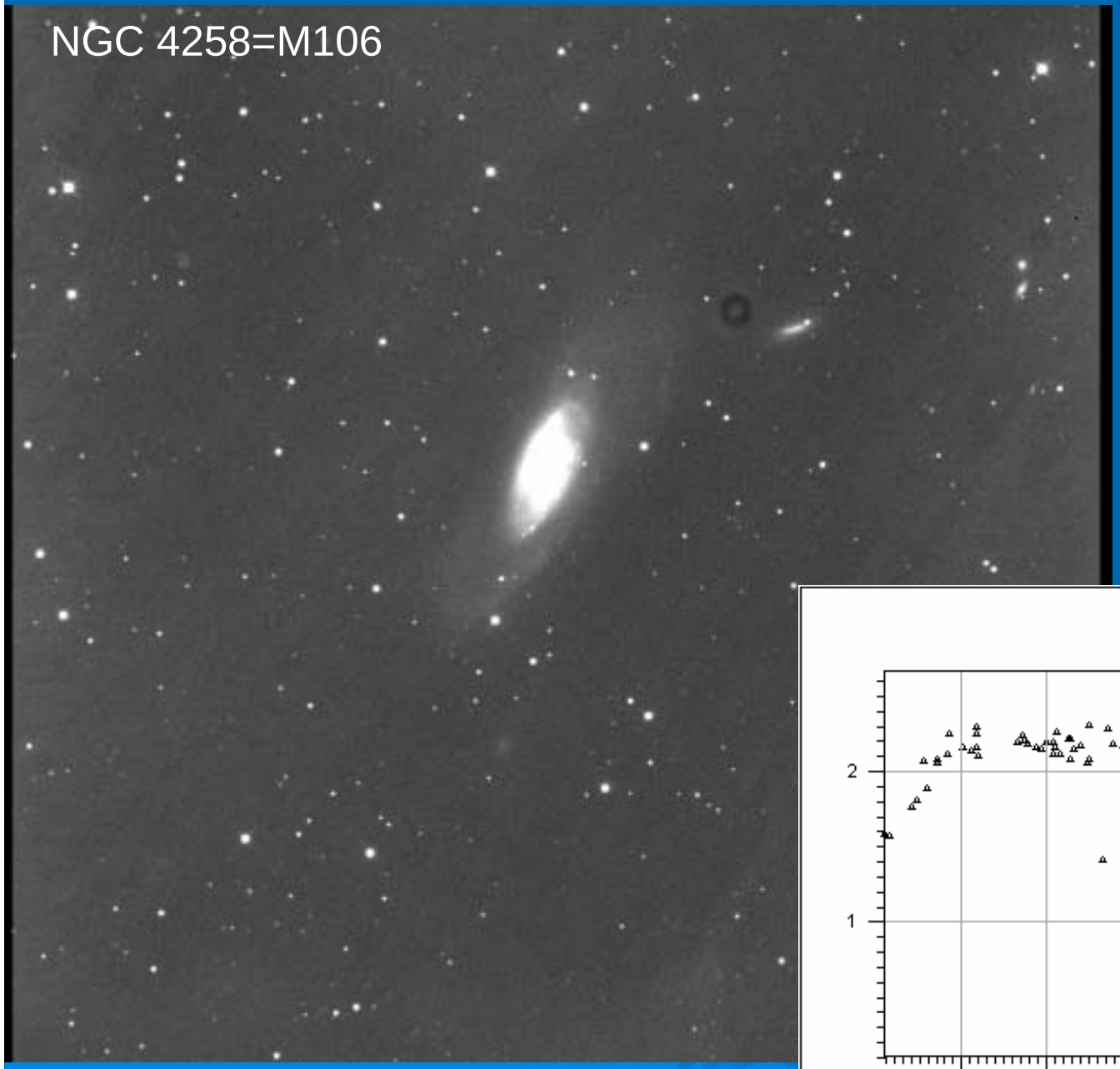
Règles a respecter (Telescope)

- Bafflage contre les lumière parasites
  - Critique
  - Intérieur recouvert de velours noir
  - Pare lumière de 50 cm
- Mise en station
  - La plus efficace avec un viseur polaire : 10 min
- Ne pas hésiter a poser longtemps
  - Télescope en mode automatique…
- Pointage automatique
  - Sinon impossible de trouver les objets !

Règles a respecter (CCD)

- Eviter le vignetage important
- Un CCD le plus sensible ;-)
- Bon échantillonnage : min 2.5 arcsec/pixel
- Un pre-traitement le plus soigné possible
  - Des flats de bonne qualité
  - Des flats Fields au Zénith

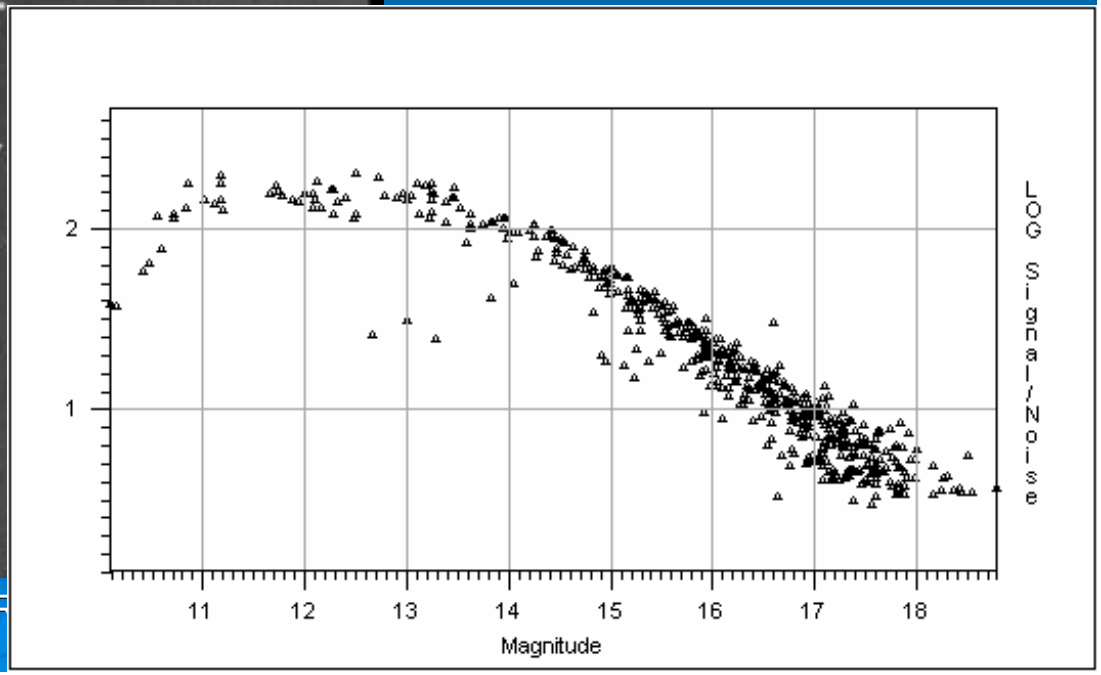
Conditions et tests



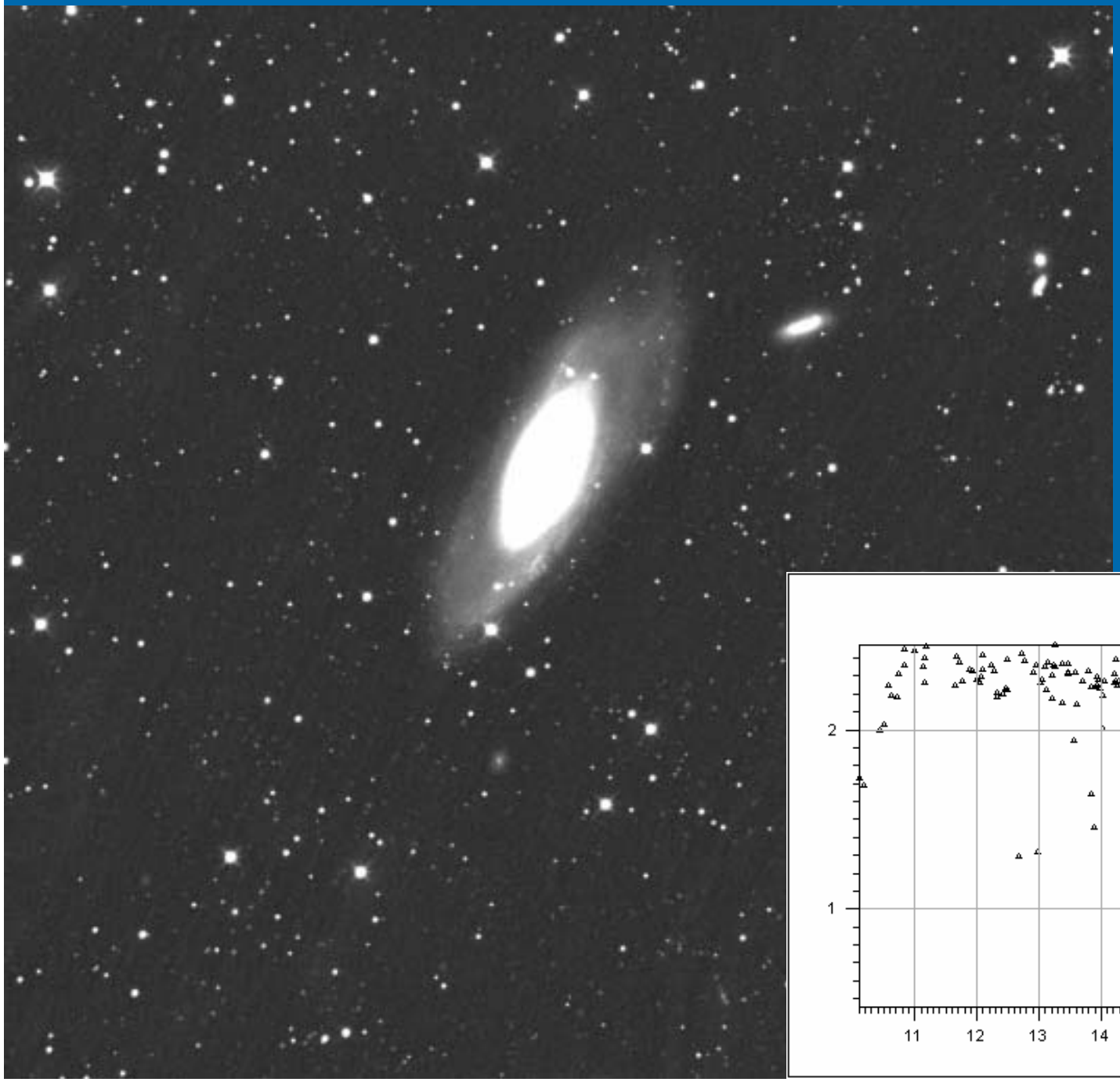
Hauteur = 71.98 degré
Pose de 120s, pas de filtre

Fond : 1864 Adu / 65535
2.8% de la dynamique

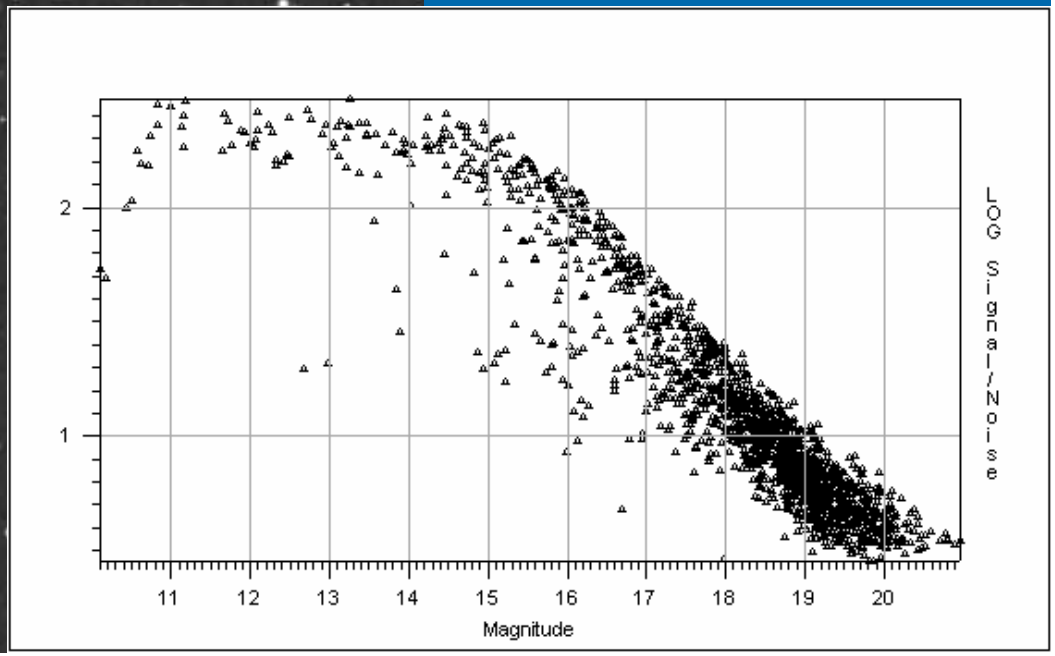
Magnitude Limite : 18



Compositage



Compositage de 19 poses de 120s = 2280s
M_limite>20



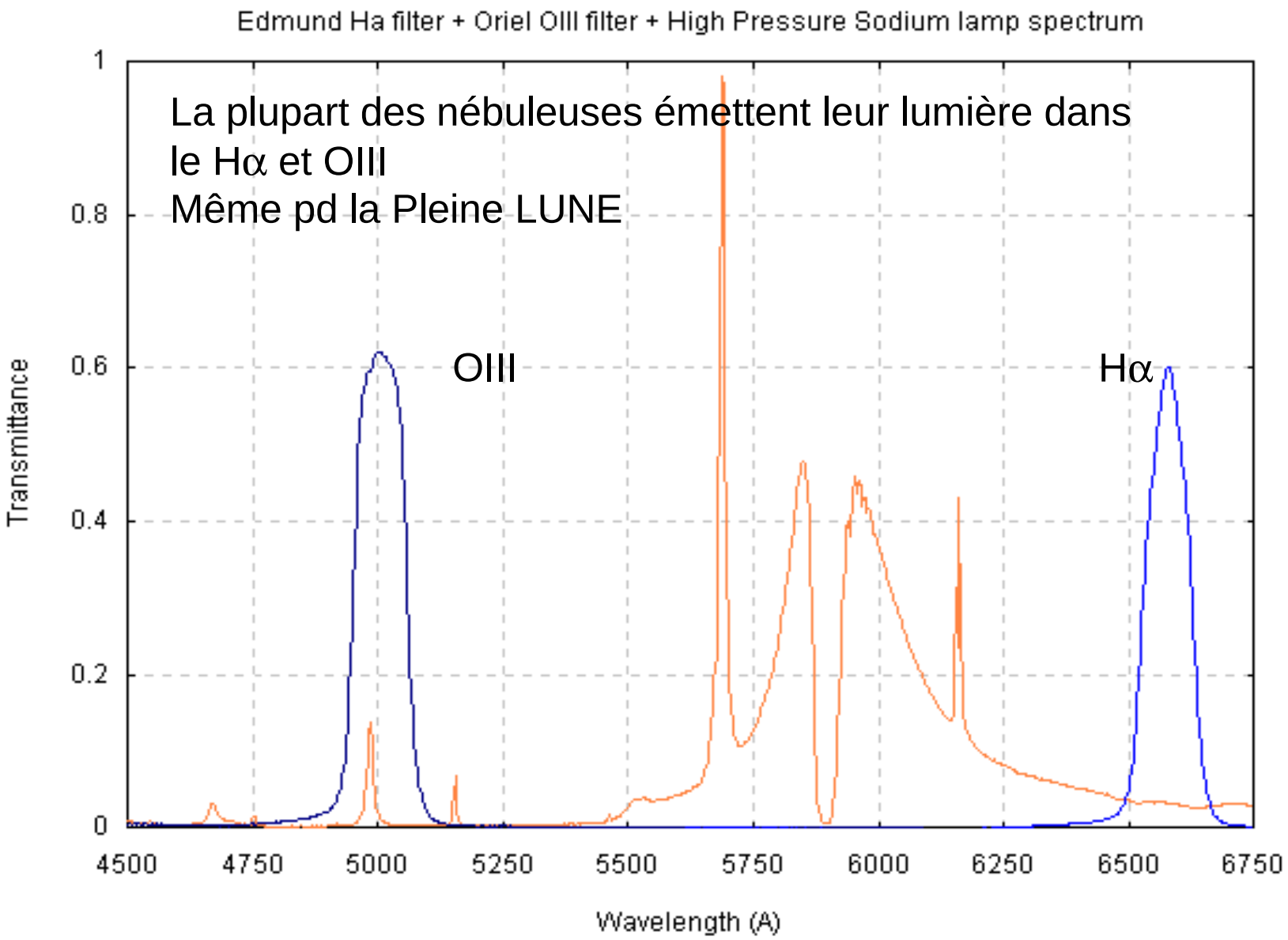
C/2002 C1
(IKEYA ZHANG)

600 sec

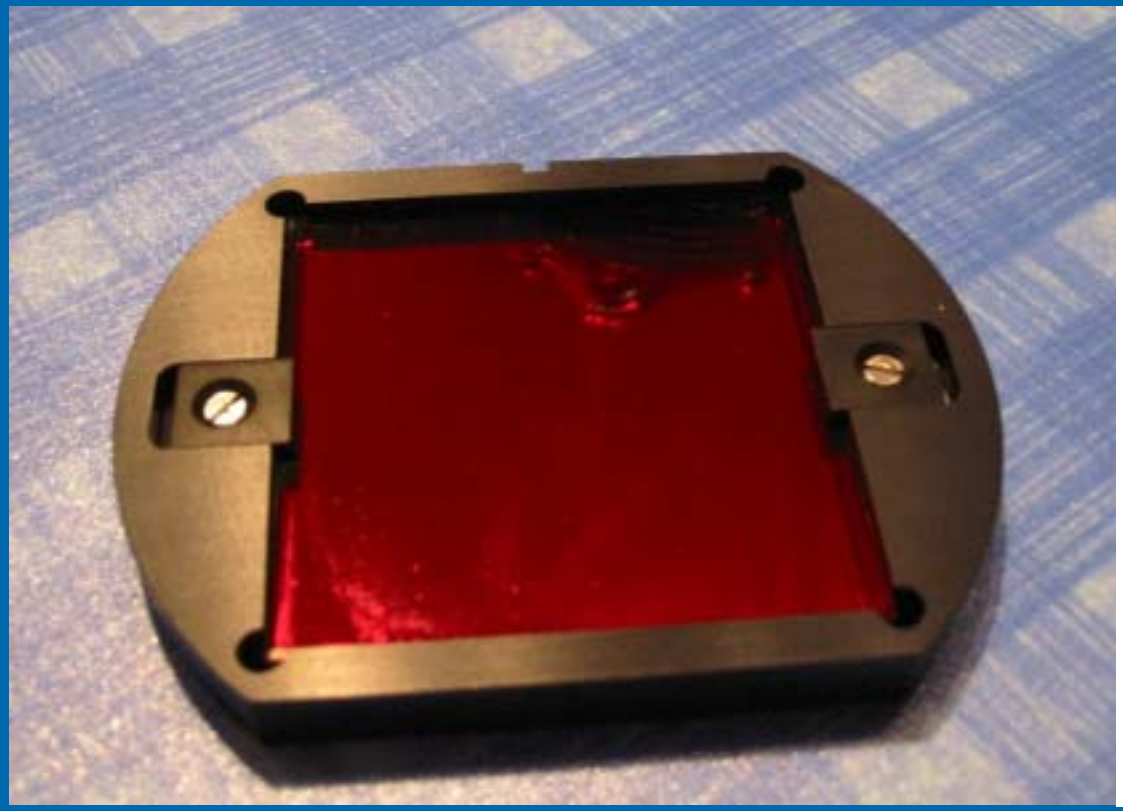
NGC7000

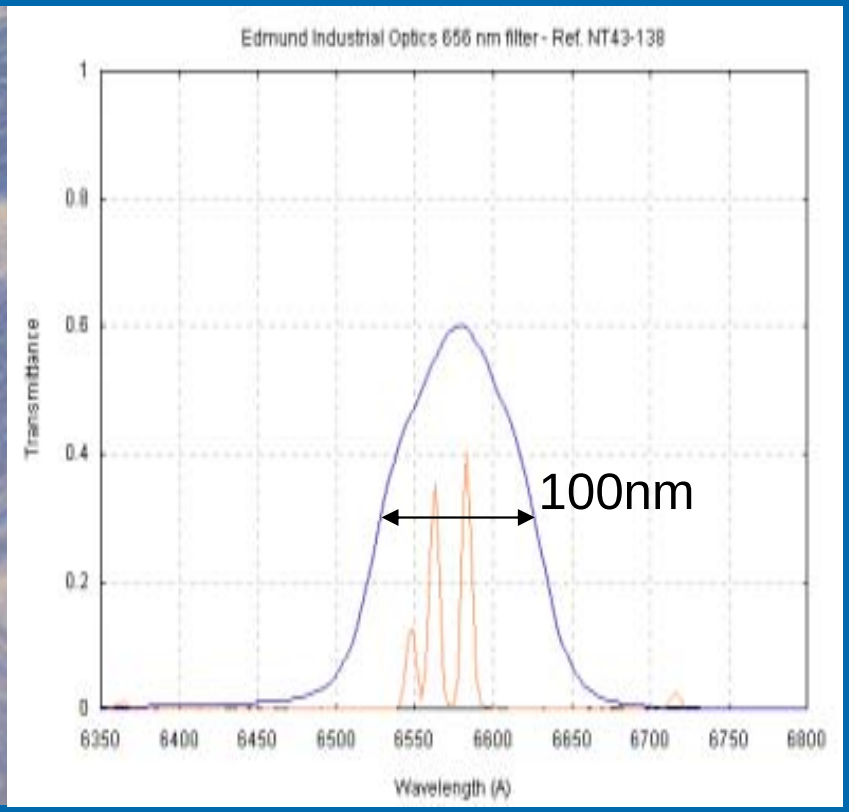
R=720s
V=720s
B=1080sec

Magique : le filtre interférentiel



Magique : le filtre interférentiel





Blocking <=0.1%, X-ray to 1.2µ
Full Width-Half Maximum (FWHM) 10 nm or 100A
FILTER INT 656NM 11.80MM DIA 656 H emission line NT43-086 $42.40
FILTER INT 656NM 24.15MM DIA 656 H emission line NT43-138 $79.50
FILTER INT 656NM 50.8MM SQ 656 H emission line NT43-190 $153.70

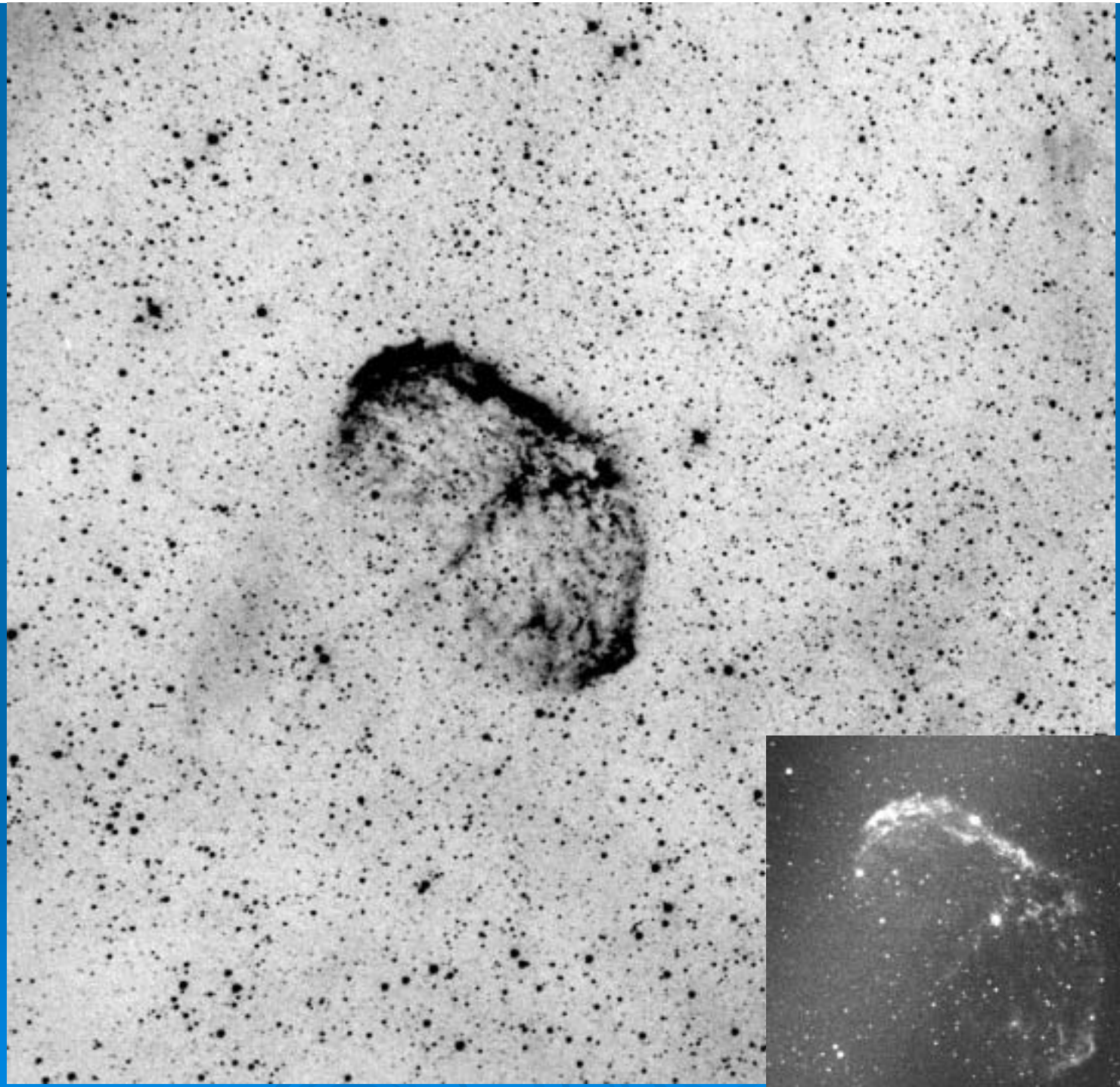
Edmund Scientific ou autres fournisseurs

Le filtre atténue fortement les étoiles :
Image plus détaillée de la nébuleuse

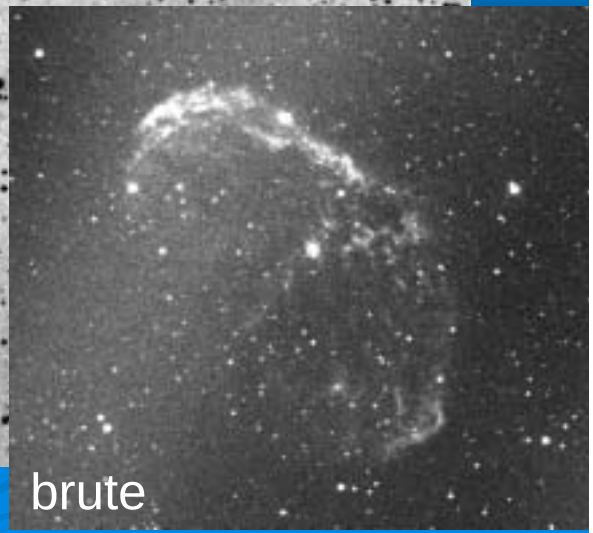
Image acquise pendant
la Lune a 75 % !

11x60 sec = 600s

Ngc6888

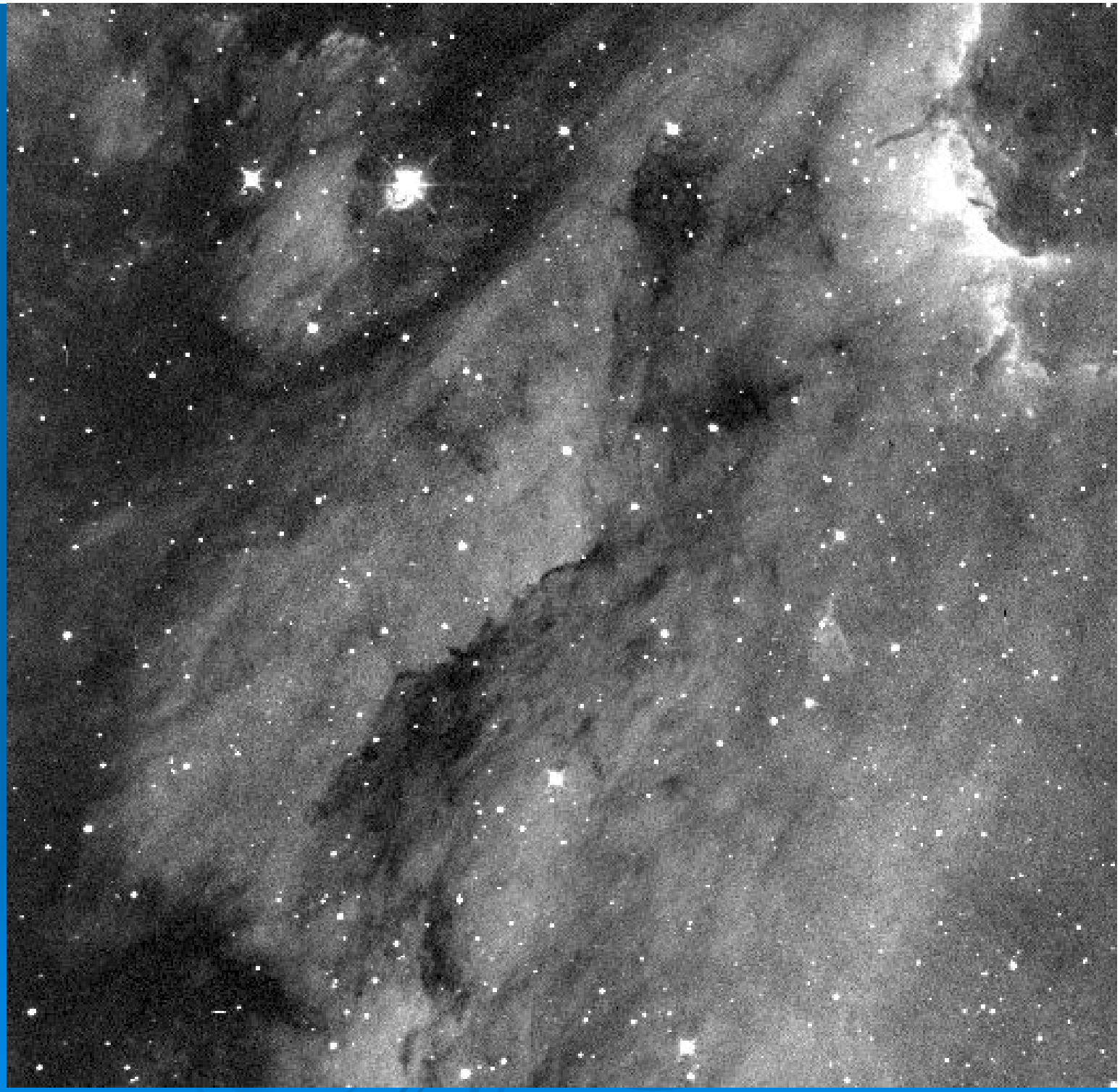


RCE2002



brute

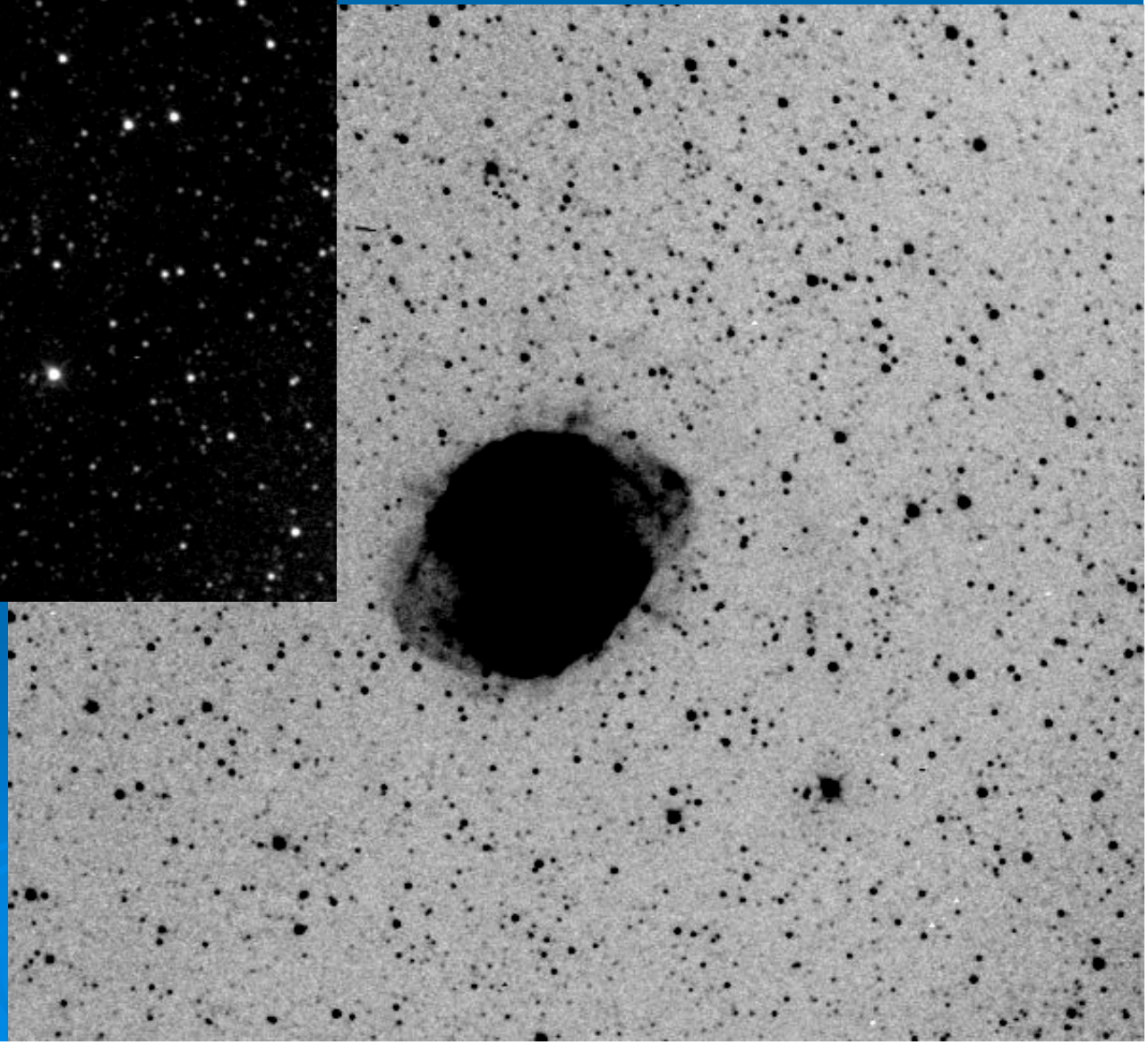
Image acquise
pendant
la Lune a 75 % !



11x60 sec = 600s

Pelican

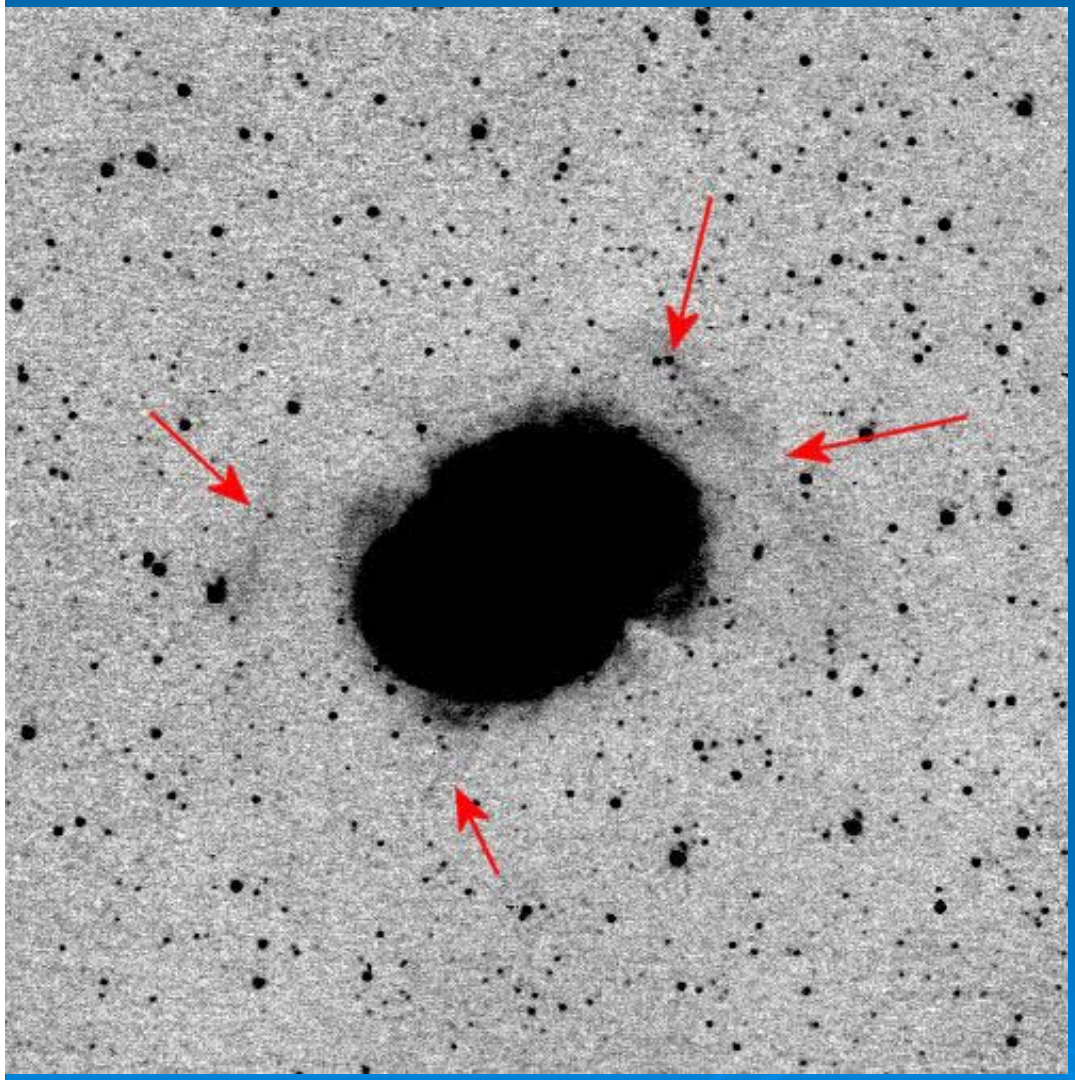
Image acquise
pendant
la Lune a 75 % !

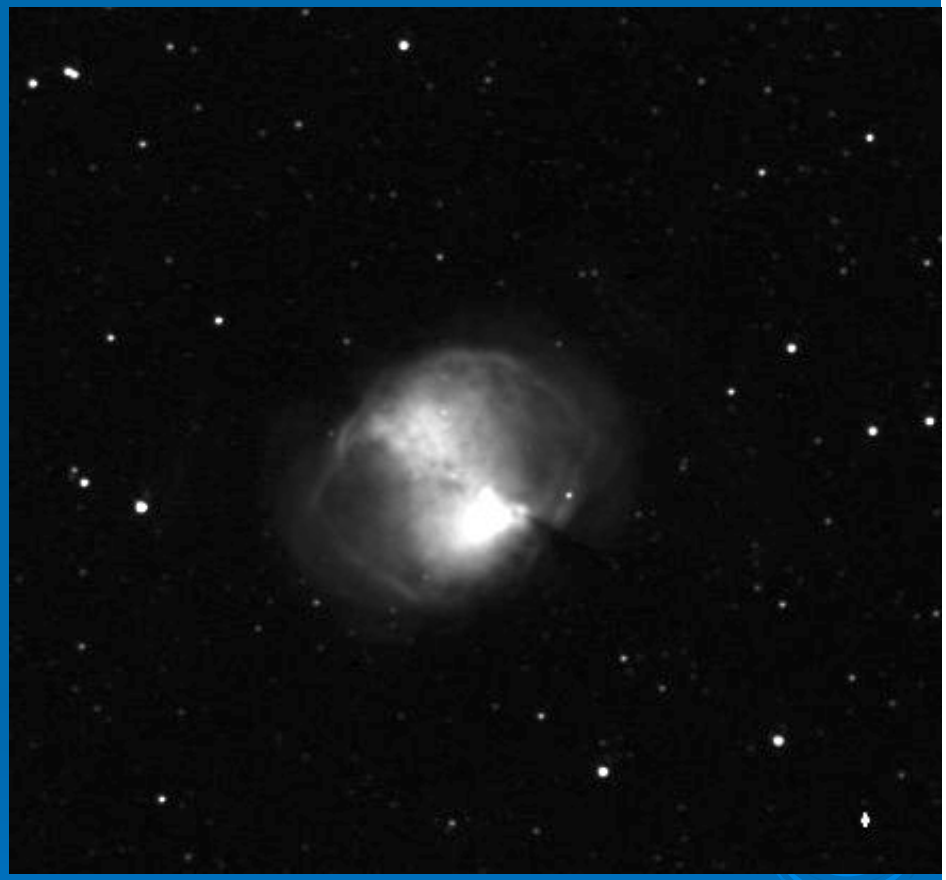


11x60 sec = 600s

M27

540sec (9x60s)





M27 OIII

Trichromie OIII+Hα

Hα = R

OIII = V

RVB

OIII = B

Mettre un spectre…

Hα filter is 1320s (11x120s)

OIII filter is 1560s (13x120s).

Dentelles du cygne

Travaux possibles

- Dans ce contexte : Mg18 en 120s
- Comètes brillantes
- Astéroïdes (courbe de lumière) : faire attention qd même
- Belles images….

Conclusion

- Ne pas se désespérer…
- A des hauteurs élevés (>45°) le ciel n'est peut être si brillant que ça.
- Faire des tests
- Finalement mon site n'est pas si mauvais que ça ?
- Filtres interférentiels, ça marche a tout les coups