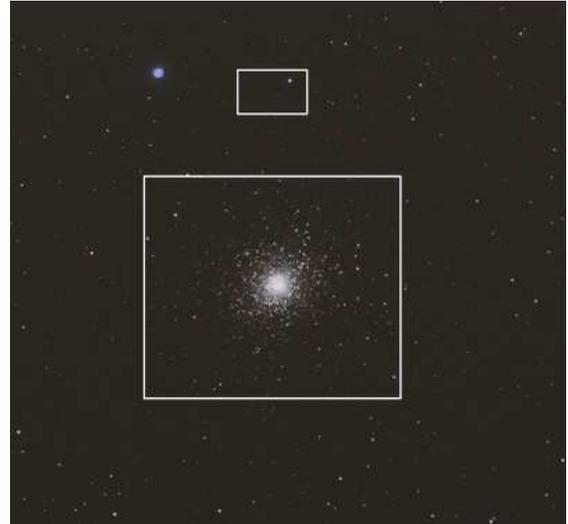
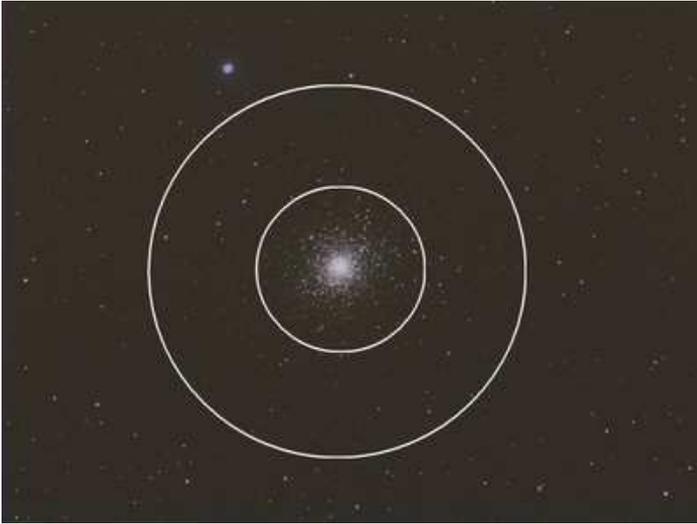


Focale, champ et échantillonnage.

Mesurer le champ d'un instrument généralité.

Connaître son champ instrumental est une nécessité pour tout astronome amateur, en effet que ce soit le champ vu à l'oculaire, ou bien le champ résultant d'une acquisition Photo ou CCD, **il est indispensable de savoir comment l'objet observé va se positionner dans le champ**.

Exemple de différents champs en fonction des oculaires ou capteur CCD / APN :



L'importance est moindre en visuel, car il est rapide de changer son oculaire, pour adapter son champ à l'objet ; **mais il en est tout autre en astrophotographie**, là plus question de s'adapter à la dernière minute, il faut impérativement savoir à l'avance si l'objet va rentrer dans le champ, et de quelle manière, peut être faudra-t-il décaler son appareil d'acquisition, ou bien y appliquer une rotation.

Certaines caméra CCD ont un 2eme capteur de guidage interne, il est également très intéressant de connaître à la fois le champ du capteur principal et du capteur de guidage (ainsi que son décalage), ceci permet de préparer parfaitement ses observations, en choisissant au préalable une étoile guide suffisamment lumineuse pour assurer le suivi.

Ceci est d'autant plus vrai si les acquisitions **se font avec un filtre h alpha** qui atténue fortement la lumière des étoiles, il est alors impératif de prendre une étoile suffisamment brillante pour assurer le guidage.

Maintenant, voyons comment mesurer ce champ, car en effet **la seule façon** de le connaître précisément est d'en faire une mesure, une autre méthode serait de le calculer, mais comme nous le verrons plus tard, ce calcul fait intervenir la focale de l'instrument, or la focale de l'instrument même si elle est donnée par le fabricant, **n'est pas connue de manière certaine**; la bonne méthode est donc de mesurer tout d'abord le champ et ensuite en déduire précisément la focale.

Méthode pratique de mesure de champ .

Pour mesurer le champ, **deux méthodes sont possible**, soit une méthode de mesure "directe", soit une mesure de "comparaison".

La méthode de **mesure directe** consiste à chronométrer le temps mis par un objet (typiquement une étoile) à traverser le champ de vision , cette méthode est la plus adaptée pour la mesure des champs avec un oculaire , en effet elle est facile à mettre en œuvre.

La méthode **de comparaison** consiste à prendre une image d'une partie du ciel étoilé avec un APN ou une CCD , et à la comparer avec une carte de champ existante , elle est donc uniquement réalisable avec un capteur numérique , et est également très facile à mettre en oeuvre , étant donné qu'en 2014 il est très facile de se procurer des cartes de champs très précises, issues de planitiels comme [cartes du ciel](#) .

Mesure du champ d'un oculaire par chronométrage du transit d'une étoile .

Un peu de théorie:

Ce que nous savons, c'est que le jour sidéral terrestre vaut 23 h 56 mn 4 s , mais pour simplifier les calculs , nous prendrons en approximation 24 h , rassurez vous l'erreur entre les deux valeur ne sera que de 0.3%.

Le mouvement apparent d'une étoile sur l'équateur céleste est donc de 360° en 24 heures. D'où le tableau suivant donnant la distance angulaire parcourue en fonction du temps :

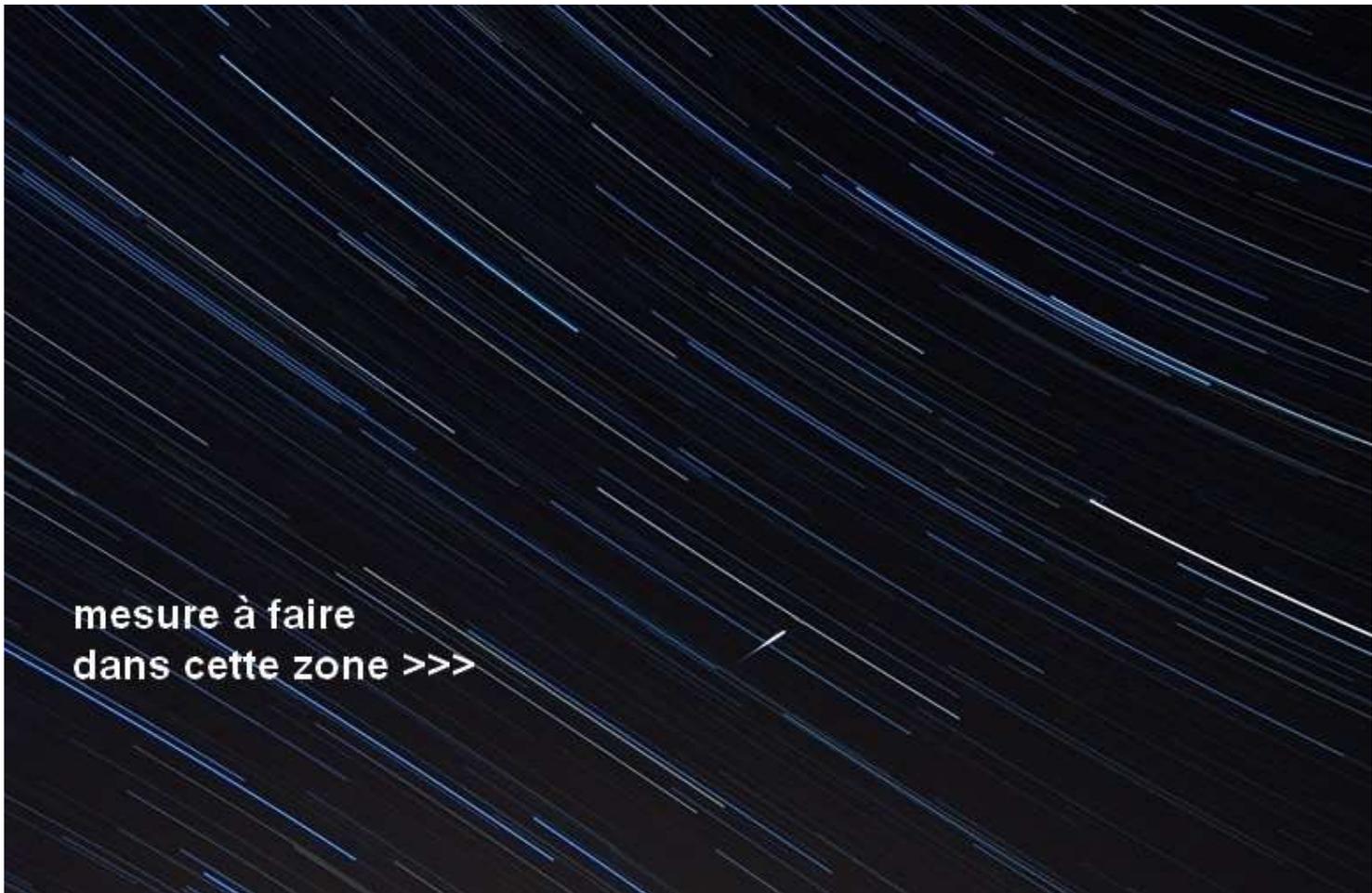
temps	angle
24 h	360 °
1 h	15 °
1 mm	0,25 ° soit 15' arcminutes
1s	0,25/60 soit 15" arcsecondes

A noter une relation intéressante parce que facile à retenir : en **4 minutes** , le mouvement est de **1°**

Autre particularité : le champ d'un oculaire en arcsec est égal à 15 **fois le temps de transit d'une étoile en secondes** (de temps).

$$C = 15 \times tps$$

Pour effectuer ces mesures il convient d'être proche de l'équateur céleste , et ceci pour 2 raisons , d'une part la vitesse est calculée pour cet emplacement , d'autre part , à l'équateur céleste , les étoiles semblent décrire un ligne droite , ce qui n'est plus du tout le cas vers les pôles.



A l'extrême, pour une étoile très proche du pôle, l'étoile ne sortira jamais du capteur , même pour le cycle complet de 24 heures , elle décrira simplement un cercle dans le champ.

Si toutefois l'étoile n'est pas exactement sur l'équateur , ce qui est le plus souvent le cas , il suffit d'appliquer une correction dans les mesures.

Cas d'une étoile non située sur l'équateur céleste :

$$C = 15 \text{ tps } \cos \delta$$

où δ est la déclinaison de l'étoile
C est le champ en arcsecondes
Tps est le temps en secondes

A noter que pour une étoile située dans la bande des 10° de part et d'autre de l'équateur céleste , $\cos \delta$ vaut au maximum 0,985 .

On ne commet alors qu'une erreur de 1,5% en prenant comme $\cos \delta = 1$, ce qui peut être négligé selon la précision désirée.

En pratique:

On vise une étoile dans l'oculaire , on l'amène vers le "bord Est" du champ , en dépassant légèrement le bord , ensuite on coupe le moteur du télescope , l'étoile va réapparaître dans le champ coté "Est" , c'est alors que l'on lance le chronomètre , qui sera stoppé lorsque l'étoile disparaîtra dans le bord opposé, on a maintenant la mesure du transit en secondes.

Pour l'exemple le temps mesuré est de 148 secondes pour un ploss 26 au foyer d'un C8 ,

On peut donc calculer le champ , $C = 15 \text{ tps} \cos \delta$

$$C = 15 \times 148$$

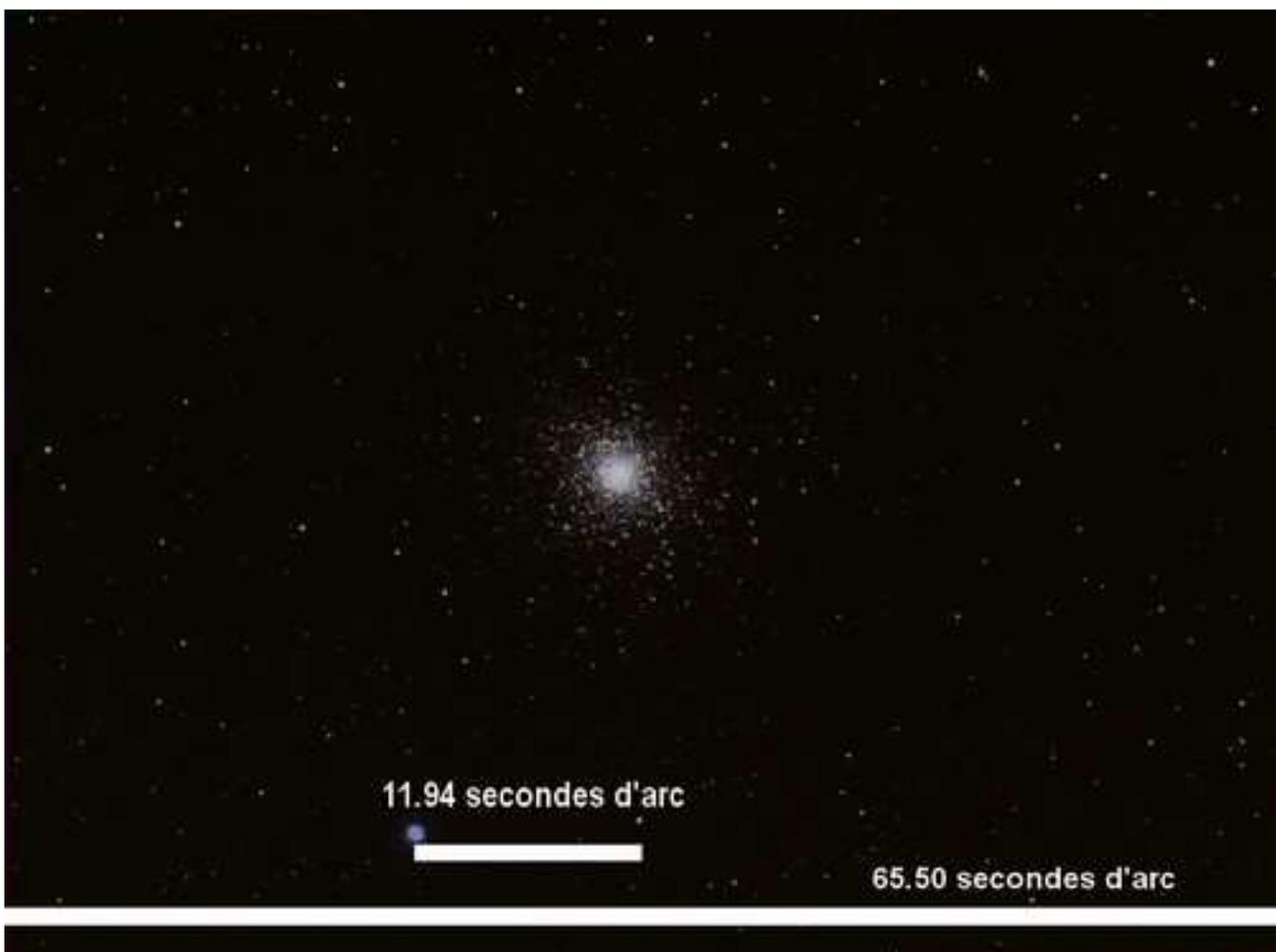
$$C = 2220 \text{ arcs}$$

oculaire	temps	déclinaison	cos δ	champ en "	champ en '
ploss 26 mm renvoi coudé	148	0	1	2220.0	37.0

Mesure du champ d'un capteur numérique par comparaison :

Tout simplement on prend une image du ciel et on la compare avec une image issue d'un planétiel.

Pour l'exemple , la distance entre les 2 étoiles au dessus du petit trait blanc est de 11.94' , une simple règle de trois donne comme champ horizontal 65.5 '.



Détermination focale des instruments :

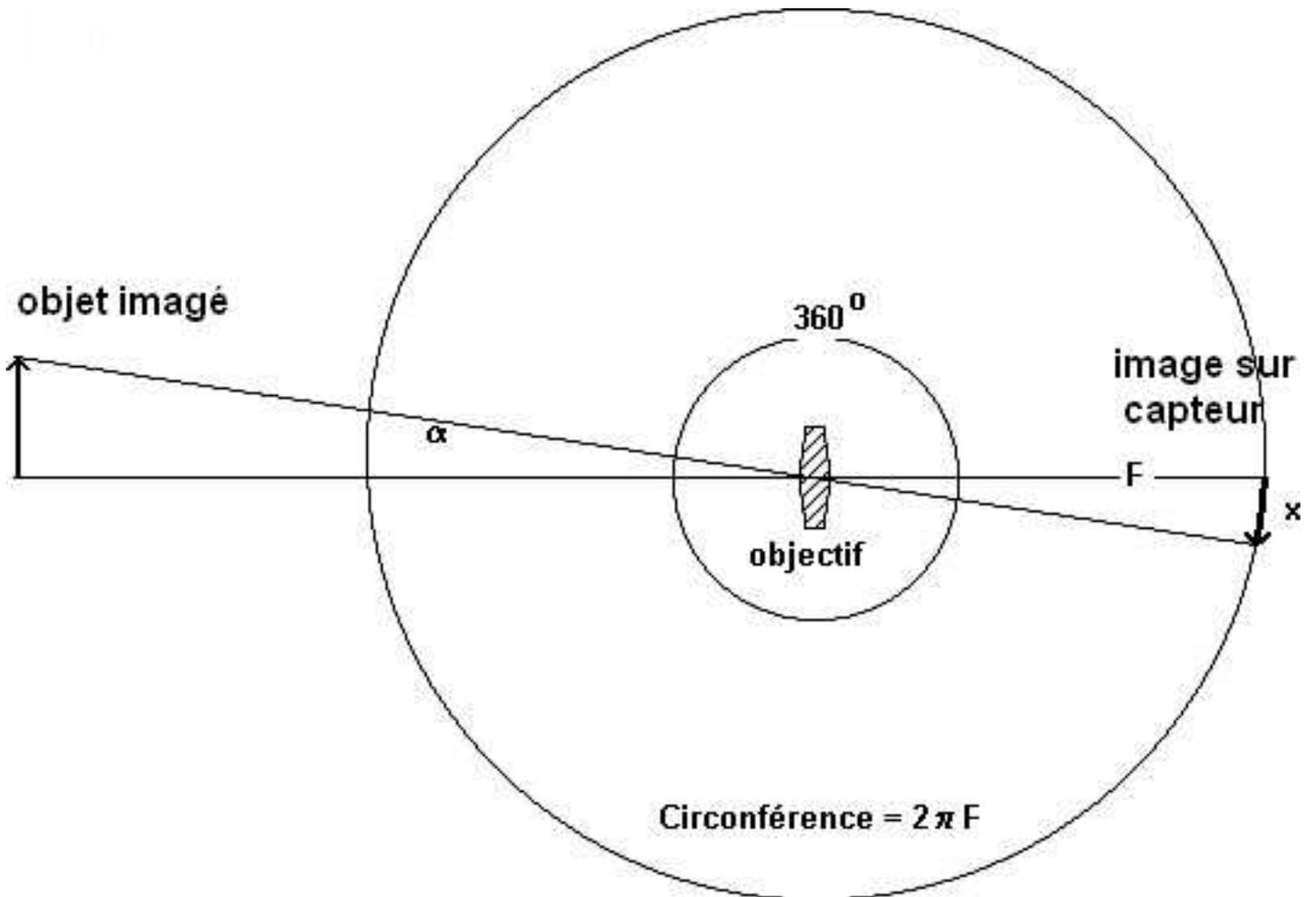
Le principe est le suivant : si on connaît la dimension d'un appareil d'acquisition d'image et le champ résultant on peut en déduire la focale car :

Le champ résultant ne dépend que de la focale et de la dimension du capteur.

Comment calculer la taille d'une image au foyer d'un télescope ??

Petit croquis :

α = angle de champ F = focale x = taille image au foyer (dimension capteur)



On voit que : $\alpha/360 = x/2 \pi F$

$$360/\alpha = 2 \pi F/x$$

$$F = 360 x / 2 \pi \alpha$$

$$F = 57,3 \cdot x / \alpha \quad F \text{ en mm} \quad x \text{ en mm} \quad \alpha \text{ en degré}$$

Conclusion : si on connaît la taille du capteur et le champ du capteur au foyer , on peut déterminer la focale.

Comme nous avons pris des degrés il faudra convertir le champ en degrés.

Pour l'exemple de Messier 5 çï dessus : $\alpha = 65.5'$ soit : 1.091°

X = 11.8 mm c'est la taille du capteur de la ST 2000

$$F = 57,3 \cdot x / \alpha$$

$$F = 57.3 \times 11.8 / 1.091$$

$$F = 737 \text{ mm}$$

Qu'est ce que le champ apparent d'un oculaire :

Pourquoi dans un oculaire ayant un champ apparent de 50°, nous ne voyons pas 50° du ciel ? , Tout simplement parce que le champ apparent d'un oculaire est calculé pour un grossissement théorique de 1 (grossissement qui est impossible à obtenir).

Pour trouver par le calcul le champ réel d'un oculaire au foyer d'un instrument , il suffit donc de tenir compte du grossissement de l'instrument.

En effet si un oculaire offre un champ (apparent) de 50° pour un grossissement de 1 , il aura un champ réel de :

$$Cr = ca / g \quad \text{pour un grossissement } g \text{ donné.}$$

Si $g = 100$, le champ réel sera de $50 / 100 = 0.5^\circ$

On rappelle que le grossissement est égal à la focale de l'objectif divisée par la focale de l'oculaire.

$$G = F / f$$

Qu'est ce que l'échantillonnage pour un appareil numérique :

L'échantillonnage est un facteur très important en imagerie numérique , il peut se définir comme le champ qui est "vu " par un pixel du capteur numérique.

Il se calcule par la formule : $ECH = 206 \times p / F$

ECH = échantillonnage

P= taille d'un pixel en micron

F = focale en mm

Pour l'exemple , avec une caméra ayant des pixels de 7.4 microns , avec un instrument de 1200 mm de focale , l'échantillonnage sera de :

$$ECH = 206 \times 7.4 / 1200$$

$$ECH = 1.27''$$

C'est-à-dire que 1 pixel de la caméra "voit" 1.27 " d'arc dans le ciel.

En imagerie numérique le principal facteur qui empêche d'avoir des images mieux définies est la fwhm , ou plus communément appelé le "seeing" , ou encore "largeur à mi-hauteur" , sans entrer trop dans les détails le seeing caractérise en gros le niveau de turbulence du ciel , il se mesure en pixel sur une image issue d'un capteur numérique ,la plupart des logiciel spécifiques au traitement d'images numériques savent le faire , mais attention cette mesure en pixel n'a strictement aucun sens sur la qualité de tel ou tel ciel , en effet la mesure en pixel doit impérativement être convertie en une mesure en secondes d'arc , et c'est là qu'intervient l'échantillonnage.

La fwhm en " d'arc se calcule par la formule suivante:

$$\text{FWMH " = ECH x FWHM en pixels}$$

Pour l'exemple ci-dessus , une mesure d'un "seeing" de 1.5 pixels issue d'un logiciel donnera pour résultat une fwhm réelle de :

$$\text{FWMH " = 1.27 x 1.5}$$

$$\text{FWMH " = 1.9 secondes d'arc}$$

Pour être comparables avec d'autres mesures, toutes les données relatives à la FWHM doivent donc être exprimées en seconde d'arc.

Pour les astrophotographes c'est le seeing qui va déterminer l'échantillonnage minimal que l'on peut employer ; une règle empirique détermine que l'échantillonnage minimal doit être égal à 1/3 du seeing.

Dans nos régions le seeing constaté est souvent aux environs de 2.5 à 3.5 secondes d'arc , L'échantillonnage minimum doit donc être de :

$$\text{ECH = 2.5 / 3 = 0.83}$$

Au dessus de cet échantillonnage , il n'y a pas de problème , en revanche en dessous il y aura de grandes difficultés pour obtenir une image définie ; en d'autres termes le grossissement sera trop important pour la turbulence.

Jean Claude Mario