

# Pourquoi les télescopes goto ou pushto ne nous aident pas toujours à pointer l'objet souhaité ?

Vu la « galère » pour certains, l'imprécision relative pour d'autres dans l'utilisation des systèmes de coordonnées numériques et autres gotos, je vous propose une synthèse de travaux réalisés ces 15 dernières années sur le sujet.

## La notion de « précision »

elle est un peu différente suivant la pratique souhaitée. En visuel, avec un dobson une marge de  $\pm 0,25$  degré est acceptable, car l'objet doit être dans le champ. En CCD, le champ étant souvent bien plus étroit, la marge sera plutôt de l'ordre de  $\pm 10$  min d'arc.

Dans tous les cas, **toutes les erreurs dues aux réglages et au montage doivent être inférieures à la précision demandée** : ex, en visuel, pour pointer avec moins de  $0,25$  deg d'erreur sur tout le ciel, il faut que tous les paramètres **cumulés** (niveaux, parallélisme des axes) soient plus précis que  $0,25$  deg. Nous allons le voir, c'est un vrai challenge !!!

De plus, l'erreur n'est jamais linéaire, sur certaines zones du ciel le pointage peut être correct, et à d'autres endroits, catastrophique. Mathématiquement, on « empile » plusieurs cônes d'erreurs selon des axes différents, ce qui donne des décalages incroyablement complexes.

## Principe de quadriage du ciel

avec une monture équatoriale, il faut déterminer (souvent l'ordinateur de pointage s'en charge) l'angle horaire L'angle horaire est calculé d'après l'ascension droite (utilisé dans les atlas) et le temps sidéral (différent de celui de la montre). Je ne rentrerai pas dans les calculs<sup>1</sup> La déclinaison reste identique aux catalogues.

avec une monture altazimutale, nous avons 2 modes de calculs pour déterminer l'azimut et la hauteur de la cible.

Tout d'abord la méthode trigonométrique qui nécessite une mise à niveau très précise, la connaissance des coordonnées géographiques de l'observateur, la détermination du temps (date et heure) à quelques secondes près (1 minute d'erreur et la barre des  $0,25$  deg d'erreur est franchie).

en 1987, le Japonnais Toshimi Taki a proposé une alternative, par calcul matriciel, permettant de s'affranchir de la mise à niveau, des coordonnées géographiques et du calcul du temps sidéral. Cette méthode permet en outre de prendre en compte un certain nombre d'erreurs. Sa mise en œuvre nécessite par contre un peu plus de calculs.<sup>2</sup>

## Cas de la monture équatoriale

Voici une liste défauts pouvant entraîner un pointage chaotique...

- Une mauvaise mise en station, due :
  - à un viseur polaire dérégulé, qui n'est pas dans l'axe, ce qui entraîne
- Un niveau mal fait et latitude erronée.
- Des axes non perpendiculaire, cas rarissime monture du commerce

<sup>1</sup> [https://fr.wikipedia.org/wiki/Temps\\_sid%C3%A9ral](https://fr.wikipedia.org/wiki/Temps_sid%C3%A9ral)

<sup>2</sup>[http://www.geocities.jp/toshimi\\_taki/aim/aim.htm](http://www.geocities.jp/toshimi_taki/aim/aim.htm)

- et le **MISTIGRI** : l'axe optique différent de l'axe mécanique :

cela peut être du à une collimation défectueuse. Mais même avec un bon réglage optique rien ne vous garantit du parallélisme de ces axes... il suffit de voir comment le réglage du chercheur change en fonction de la collimation, (souvent 1 à 2 degrés!). Si la différence entre ces 2 axes était moins importante il y a longtemps que les chercheurs seraient réglés en usine (il n'y a pas de raison qu'on sache régler des prismes de jumelles et pas le parallélisme d'un chercheur). Mais ce n'est pas le cas.

l'imprécision mécanique vient aussi du rail de fixation, qui n'est généralement pas dans l'axe optique non plus. Le simple jeu induit par les vis pour le montage du rail est supérieur à la tolérance (inférieure au 1/10 de mm) .

On vérifie aisément ce déalignement optique/mécanique lorsqu'on retourne une monture allemande, mise en station, dans un observatoire. Du côté Est, on pointe tout va bien, on passe le méridien, il faut retourner la monture pour éviter que le contrepoids ne soit au dessus du tube. Et là, patatra, le goto pointe à côté de 1 à 4 degrés .... alors que tous les autres paramètres sont bon : (mise en station impeccable constaté par un bon suivi équatorial)

Pour les grands tubes et grands miroirs, on peut rajouter quelques autres désagréments, que les professionnels connaissent bien : la flexion du tube, le glissement/ bascule du miroir selon la position. Ce sont d'autres sources de décollimation.

## **cas monture altazimutale**

- mauvaise mise à niveau : entraîne une dérive dans les calculs trigonométriques. Selon les algorithmes de calcul, cette précaution est inutile avec le calcul matriciel. Cela explique pourquoi il n'est pas nécessaire de faire cette opération délicate avec un dobson « push to ». La nécessité de précision est élevée pour calcul trigonométrique classique (erreur de niveau typique maximale admissible de la base/trépied 0,05 à 0,2 mm!)

-axes non perpendiculaires : même exigence que pour une monture équatoriale. La tolérance faible pour un dobson dont l'usinage est souvent moins « mécanique ». La différence de niveau de part et d'autre de la fourche doit être de l'ordre de 0,1 à 0,2 mm (toujours pour une précision de 0,25 deg)

-axe optique différent de l'axe mécanique : on retrouve la même problématique, avec une possible collimation défectueuse, due à un mauvais réglage de base ou une flexion mécanique du tube, entraînant un déplacement de l'axe optique. Mais la construction même du télescope de newton (dobson) peut être mis en cause ! Si le plan de l'araignée est mal positionnée par rapport à l'axe mécanique , tout va de travers ! La tolérance entre le plan du miroir (supposé bien orthogonal avec le tube!) est de l'ordre de 0,05mm à 0,2mm. Mais ce n'est JAMAIS le cas, car il faut agir sur le plan du miroir primaire (les 3 vis de réglages à l'arrière) pour placer le miroir exactement en face du secondaire... d'où un axe optique plus moins décalé.

Cela étant ce n'est pas parce qu'un système de pointage présente une erreur maximale supérieure à 0,25 deg qu'il n'est pas efficace pour autant. Dans la plus part des cas, l'augmentation de l'erreur est progressive, lorsqu'on s'éloigne des étoiles repères. Proche des balises, l'erreur est imperceptible. Cependant, je n'ai jamais pu observer avec un télescope muni d'encodeurs (ou goto) capable de pointer n'importe quelle zone du ciel avec succès. (sans corrections décrites plus loin). La méthode est peu plus contraignante qu'il n'y paraît.

## **Les solutions**

avec PC de pointage, il es possible de réaliser un modèle de pointage, pour corriger la dérive par zone. Typiquement c'est ce que font les utilisateurs avec le logiciel Carte du

Ciel et le driver ASCOM de la monture, qui permet d'enregistrer de nombreux points de repère.

En imagerie, on peut aller encore plus loin, avec une identification automatique du champ, comme le propose prism 10. Il n'y a alors plus aucun problème !

avec une raquette simple (intelliscopes, synscan, etc) , il faut procéder avec un peu plus de méthode. On utilisera des étoiles repères proches et limitera ensuite la distance angulaire des déplacements. Cette méthode est très voisine de celle que nous utilisons autrefois avec les cercles de coordonnées : « Pointer telle balise, puis xx degré à Est et yy deg au nord. » . Ce qui revient au final à apprendre à se repérer dans le ciel, nécessite assez souvent l'utilisation d'une carte... et peut justifier après un temps de pratique l'abandon des codeurs ou du goto, pour pointer par « saut d'étoiles »....

cet article est une ébauche. Je tiens à votre disposition pour toutes les précisions, calculs, que vous jugerez utiles.

Yves Lhoumeau  
octobre 2016