

Travaux Pratiques de Géodésie : Réduction des Observations Astronomiques Au Pôle Nord

Abdelmajid Ben Hadj Salem¹

¹*Résidence Bousten 8, Bloc B, Rue Mosquée Raoudha, 1181 La Soukra Raoudha Tunisia.*

E-mail: abenhadsalem@gmail.com

ABSTRACT:

During astronomical observations, we refer to the instantaneous North Pole. The observations had to be corrected to transfer them to the conventional pole.

Keywords : spherical trigonometry, astronomical geographic coordinates, astronomical azimuth, pole motion.

RÉSUMÉ :

Lors des observations astronomiques, on se réfère au pôle Nord instantané. Il fallait corriger les observations pour les reporter au pôle conventionnel.

Mots-clefs : trigonométrie sphérique, coordonnées géographiques astronomiques, azimut astronomique, mouvement du pôle.

Version 1., 23 Février 2023

Table des matières

1	RÉDUCTION AU PÔLE MOYEN C.I.O. DES DÉTERMINATIONS DE LONGITUDE ET DE LATITUDE ASTRONOMIQUES	2
1.1	Exercice 1.	4
2	RÉDUCTION D'AZIMUT AU PÔLE MOYEN	4
2.1	Exercice 2.	5
3	DÉTERMINATION DES MOUVEMENTS DU PÔLE	6
3.1	Exercice 3.	6

*A la mémoire de mon enseignant des travaux pratiques de géodésie à l'Ecole Nationale des Sciences Géographiques, Saint-Mandé (France) lors de mes études 1978-1981 et 1984-1986, mon collègue **Henri Duquenne** (1947-2010), Ingénieur Général Géographe.*

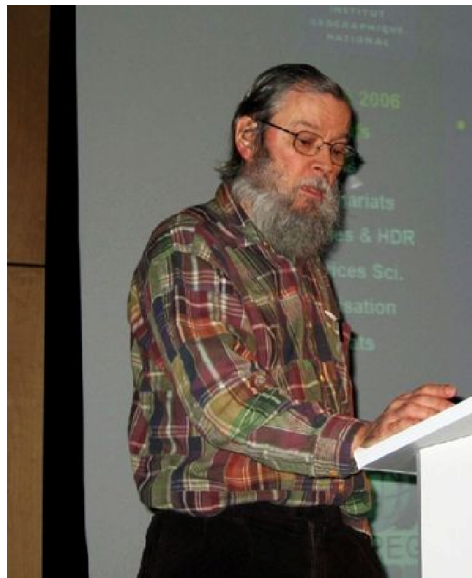


FIGURE 1. Photo de Henri Duquenne [2]

Travaux Pratiques de Géodésie : Réduction des Observations Astronomiques Au Pôle Nord

Abdelmajid Ben Hadj Salem, Ingénieur Général Géographe

Les observations astronomiques pour déterminer φ_a , λ_a et Az_a utilisent la position instantanée du pôle qui varie en fonction du temps. Comme on opère en géodésie tridimensionnelle et on utilise la position moyenne du pôle dite C.I.O., on doit alors apporter aux valeurs observées des corrections dues au mouvement du pôle et ceci en utilisant les coordonnées du pôle instantané par rapport à la position C.I.O., diffusées par le S.I.M.P. (Service International du Mouvement du Pôle) et le Bureau International de l'Heure (B.I.H.).

On admet que le méridien Origine de Greenwich reste fixe.

1 RÉDUCTION AU PÔLE MOYEN C.I.O. DES DÉTERMINATIONS DE LONGITUDE ET DE LATITUDE ASTRONOMIQUES

On se place à un point M où on observe φ_M , λ_M et l'azimut d'une direction MM' . Soit P le pôle moyen C.I.O. et P' le pôle instantané.

Pxy est un repère orthonormé tel que Px est tangent au méridien origine de Greenwich au pôle P .

Py est dans le plan tangent à la terre au P et dirigé vers l'Ouest du méridien origine de Greenwich. Soit δAz la correction de l'azimut astronomique on a :

$$Az_{M_{\text{observé CIO}}} = Az_{M_{\text{observé}}} + \delta Az \quad (1.1)$$

où δAz est l'angle dièdre \widehat{PMP}' . Le pôle instantané P' a ses coordonnées polaires (p, μ) , $x = p \sin \mu$, $y = p \cos \mu$ dans Pxy .

Dans le triangle PMP' (Fig. 3), on a les éléments suivants :

- $\widehat{PMP}' = \Delta Az$,
- $\widehat{P} = \mu - \lambda_M$,
- le côté $PP' = p$,
- le côté $MP' = \frac{\pi}{2} - \lambda_M$.

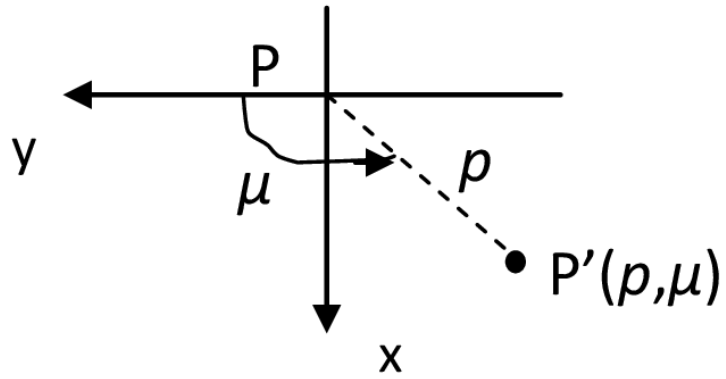


FIGURE 2. Le repère du Pôle CIO

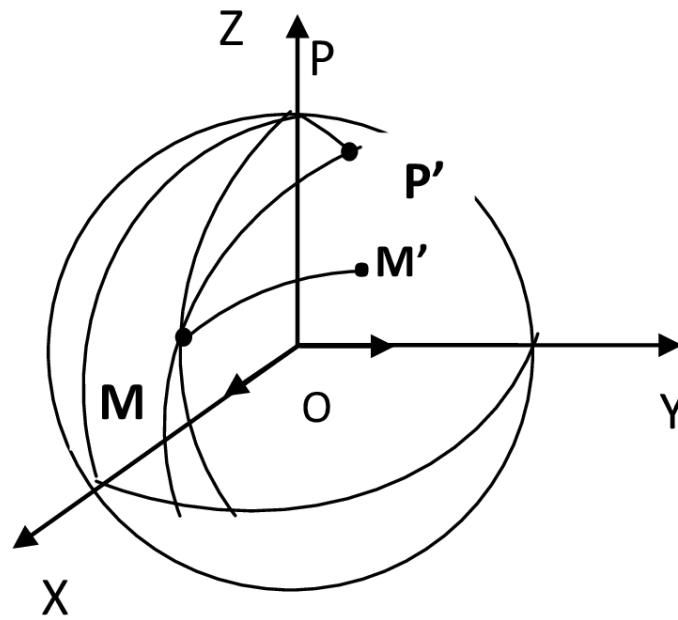


FIGURE 3. Le triangle sphérique PMP'

La relation des sinus donne :

$$\frac{\sin \Delta Az}{\sin p} = \frac{\sin(\mu - \lambda_M)}{\sin(\frac{\pi}{2} - \varphi_M)}$$

Comme $\sin\Delta Az = \Delta Az + o(\Delta Az)$ et $\sin p = p + o(p)$ (P' reste dans un cercle de rayon 20 m environ et de centre P) d'où :

$$\Delta Az = \frac{p \sin(\mu - \lambda_M)}{\cos\varphi_M} = \frac{p \sin\mu \cos\lambda_M - p \cos\mu \sin\lambda_M}{\cos\varphi_M} = \frac{x \cos\lambda_M - y \sin\lambda_M}{\cos\varphi_M}$$

soit :

$$\boxed{\Delta Az = \frac{x \cos\lambda_M - y \sin\lambda_M}{\cos\varphi_M}} \quad (1.2)$$

1.1 Exercice 1.

Démontrer que les corrections $\Delta\varphi$ et $\Delta\lambda$ sont :

$$\Delta\varphi = x \cos\lambda_M - y \sin\lambda_M \quad (1.3)$$

$$\Delta\lambda = \operatorname{tg}\varphi_M (x \sin\lambda_M + y \cos\lambda_M)$$

2 RÉDUCTION D'AZIMUT AU PÔLE MOYEN

Soit (O, X, Y, Z) le référentiel terrestre particulier : le système CIO-BIH., c'est un repère orthonormé $(O, \mathbf{I}, \mathbf{J}, \mathbf{K}_0)$ tel que :

- O le centre de masse de la Terre,
- l'axe OZ prend la position CIO (Conventional International Origine) position moyenne du pôle instantané Nord, entre les dates 1900.0 et 1905.0, qui était adoptée par l'Union Géophysique et Géodésique internationale (UGGI) en 1967 et reprise aussi lors de l'adoption du nouveau système de référence 1980 (au lieu du système de référence de 1967) par la même organisation en 1979 [1],
- le plan OZX défini comme le méridien origine du système du Bureau International de l'Heure (B.I.H).

\mathbf{K}_0 est le vecteur unitaire porté par la direction du Pôle conventionnel CIO (Fig. 4). En raison du mouvement du Pôle par rapport à la surface de la Terre, nous notons par \mathbf{K} le vecteur unitaire de l'axe du Pôle instantané. Soient $x, -y$ les composantes de \mathbf{K} dans $(O, \mathbf{I}, \mathbf{J})$. Elles sont appelées coordonnées du Pôle. Le signe négatif devant y provient de ce les astronomes ont traditionnellement compté les longitudes dans le sens rétrograde (positives vers l'Ouest).

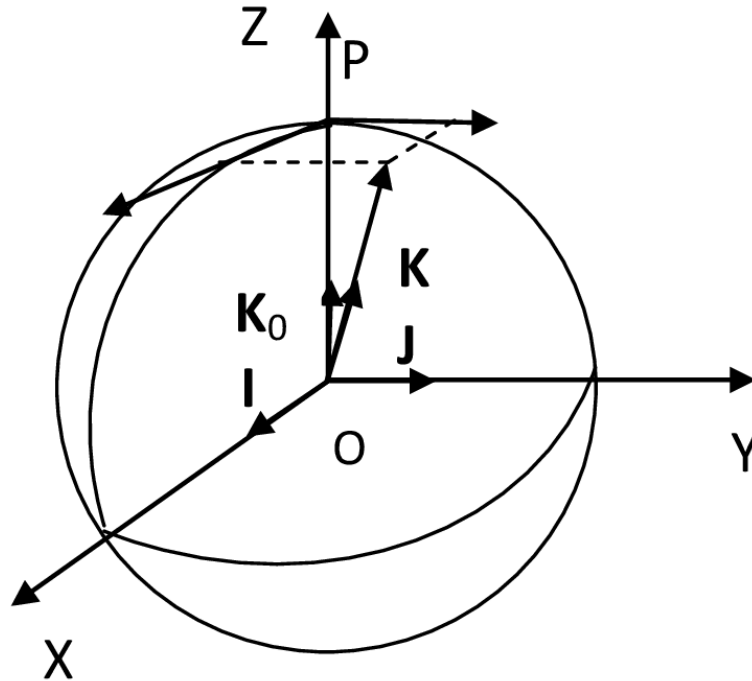


FIGURE 4. Le Référentiel terrestre particulier

2.1 Exercice 2.

On appelle Az_0 l'azimut d'une direction MM' , rapporté au méridien origine conventionnel $(O, \mathbf{I}, \mathbf{K}_0)$, et Az l'azimut de la même direction, reporté au méridien instantané. La quantité :

$$\Delta Az = Az_0 - Az \quad (2.1)$$

est appelée correction de réduction d'azimut au pôle moyen.

- 1)- ΔAz dépend-elle du point M' ? Expliquer.
- 2)- Donner une expression vectorielle de $\text{tg}Az_0 - \text{tg}Az$, puis une expression vectorielle de ΔAz .
- 3)- Trouver ΔAz en fonction des coordonnées du Pôle et des coordonnées géographiques astronomiques du point M . On simplifiera les calculs en observant que x et y

sont petits devant 1.

4)- Sachant que, à la surface de la Terre, le pôle instantané peut s'éloigner d'une vingtaine de mètres du Pôle conventionnel, la correction ΔAz est-elle négligeable ?

On prendra, comme valeur approchée du rayon terrestre, $R = 6.4 \times 10^6$ mètres.

3 DÉTERMINATION DES MOUVEMENTS DU PÔLE

Le calcul des coordonnées du pôle instantané est fait à la suite d'observations faites dans plusieurs observatoires dispersés dans le monde. Les techniques utilisées sont soit les mesures astronomiques sur les étoiles, soit les observations des satellites artificiels. De nouvelles méthodes sont en cours d'application comme les méthodes spatiales (géodésie spatiale, GPS, Glonass,..)

Les coordonnées sont données tous les cinq jours à une même heure (*OhTU*), exprimées en secondes sexagésimales. Les coordonnées sont fournies sous deux formes : valeurs brutes et valeurs déterminées par un lissage. La publication des coordonnées x, y du pôle instantané P' se fait à raison de deux à trois mois.

Historiquement, le mouvement du Pôle était surveillé par des mesures astronomiques de la longitude (λ).

3.1 Exercice 3.

1)- Soit $\varphi_{0,i}$ et φ_i , respectivement, les latitudes conventionnelle et instantané d'un observatoire i . Calculer $\varphi_i - \varphi_{0,i}$ en fonction des coordonnées du Pôle et de la longitude $\lambda_{0,i}$.

2)- Dans la pratique, on observe en permanence les quantités $\varphi_i - \varphi_{0,i}$ depuis n observatoires $i = 1, 2, \dots, n$. Optimiser la répartition des observatoires à la surface du globe terrestre.

Références

- [1] Helmut Moritz. Définition du système de référence 1980. Bulletin géodésique n°3. 1980.
- [2] Bulletin d'information scientifique et technique de l'IGN (France) n° 77 (2011/02), pp 5-10.