Nutation et précession gyroscopique de la Terre

Selon plusieurs référence, le cycle de la variation de l'angle d'inclinaison du plan de rotation de la Terre sur elle meme serait de 41 milles ans, c'est ce phénomene que l'on appelle nutation gyroscopique, certain utilise l'expression variation de l'obliquité de l'axe polaire. Ce cycle de nutation gyroscopique de la Terre ne correspond pas au cycle de précession gyroscopique de la Terre qui dure 26 milles ans. Pour voir si cela est conforme au loi du gyroscope, je propose d'étudier ces deux mouvements gyroscopique. Dabord le moment de force qui engendre ce phénomene est du au fait que le centre de gravité de la Terre n'est pas completement au centre, ce qui fait que le Soleil et surtout la Lune peut excercé un moment de force sur le plan de rotation journaliere de la Terre, appelons ce moment de force M. Considérons l'axe x,y,z ; x pour l'axe gauche-droite de nos écran d'ordinateur, y pour l'axe qui est une droite perpendiculaire au plan de nos écrans, z pour l'axe vertical. Considérons 0y est une position angulaire autour de l'axe des y et que 0'y est la vitesse angulaire de rotation autour de l'axe des y et que 0''y est l'accélération rotationel autour de l'axe des y, nous pouvons faire de meme pour les autres axes x et z. Considérons que le gyroscope tourne de facon constante rapidement au départ autour de l'axe des y et que cette vitesse de rotation est représenté par w, il faut distingué cette rotation avec la précession sur l'axe des z. Maintenant en considérant que i est le moment d'inertie du gyroscop on peut maintenant établir les principales équations de base du gyroscope activé:

$i0''x = M - iw0'z$ (équation 1),

$i0''z = iw0'x$ (équation 2),

intégrons l'équation 2:

$i0'z = iw0x + C1$ (équation 3),

au condition initial $i0'z = 0 = iw0x$ et C1 vaut donc 0, alors nous devons donc considéré que $i0'z = iw0x$ et que $0'z = w0x$, Nous cherchons la relation entre 0'z et 0'x , continuons en intégrant l'équation 1 : $i0'x = Mt - iw0z + C2$ (équation 4) ,

au condition initial(t = 0), $0'x = 0 = 0x = 0z$, alors C2 = 0 , Notons que le mouvement 0'x est le mouvement de nutation et 0'z est le mouvement de précession. En posant C2= 0 dans l'équation 4, on obtient: $i0'x = Mt - iw0z$ (équation 5),

$i0'z = iw0x$ (équation 3 avec C1 = 0),

prenons t= T/2 = (.5T), T étant la période complete du cycle de nutation, alors T/2 correspond a un demi cycle de nutation, pour une tel condition 0'x vaut 0 et M = (.5)iw0'z (il faut considéré l'équation 1 pour 0''x =0 a la fin de la décélération et non pas a la fin de l'accélération, il y a combat contre l'énergie cinétique (.5)i(0'x)^2 pour la rendre nulle et une fois celle-ci nulle, iw0'z est 2 fois plus grand que M), écrivons l'équation 5 avec ces valeurs:

0 = [(.5)iw0'z]T(.5) - iw0z ,

0z = [(.25)0'z]T (équation 6),

prenons 0z = pie et 0'z = (C3)0'z moyen = (C3)[(pie)/(.5P)] ou .5P est la demi période de précession, introduisons ces valeur dans l'équation 6: (pie) = [(.25)(C3)(pie)/(.5P]T ,

P = (1/2)(C3)T ,

j'ai estimé que C3 valait 2, j'ai écris les calculs de la démonstration un peu plus loin, quoi qu'il en soit C3 n'est pas tres loin de cette valeur, pour C3 =2 , on a:

P = T (équation 7),

cela démontre que la période du cycle de précession P est égal a la période du cycle de nutation T.

Démonstration que C3 =2 :
selon l'équation 3, 0'z = w0x , introduisons cette valeur dans l'équation 6, a la place de 0'z :

0z = [(.25)w0x]T (équation 6,

divisons chaque membre de cette équation par (.5)T, cela donne:

0z/(.5T) = (.5)w0x mais le therme de gauche est la vitesse de précession moyenne qui vaut a ce moment (.5)0'z maximum, il le faut bien pour que 0'z = w0x selon l'équation 3).
Fin de la démonstration que C3 = 2.

Ma démonstration(que P= T) est incomplete, car dans l'équation 6, j'ai établit que 0z valait (pie) quand t = T/2, puis avant d'arrivé a l'équation 7, on obtient le résultat suivant:

0z/(pie) = T/P (équation 9),

mais cela peut etre démontré, avant il faut remarqué que les équations de base du gyroscope sont simplifié et ici cette simplification peut se faire, car la variation de l'inclinaison 0x est faible pour la Terre(2.4 degrés), l'erreur ne dépasse pas 10 % .

Pour démontrer que 0z vaut pie, je tient compte de l'équation 3 pour déduire que 0'z = w0x ,puis il faut trouver la solution de 0x pour l'équation 1, en remplacant 0'z par w0x, et solutioner 0x pour l'équation 1 écrite sous la forme suivante:

0"x = M/i - (w^2)0x ,

0"x + (w^2)0x = M/i (équation 10),

La solution d'un tel systeme est:

0x = e^(-wjt) + M/(iw^2) (équation 11),

dans cette équation j = (-1)^(1/2), c'est un nombre complexe, pour vérifier cette solution il s'agit d'introduire cette valeur pour 0x dans l'équation 10. Nous savons d'apres l'équation 3, que 0'z = w0x, et d'apres l'équation 11, 0'z vaut:

0'z = we^(-.5wjT) + M/(iw) = 4(pie)/P (a t= T/2),(équation 12),

comme M/(iw) = 2(pie)/P ,

nous déduisons de l'équation 12, que:

e^(-.5wjT) = [2(pie)]/(wP),

il ne reste donc qu'a intégré l'équation 12 pour trouver 0z:

0z = (1/j)e^(-.5wT) + [M/(iw)](T/2) a t = T/2 (équation 13),

0z = 2(pie)/(wP) + [2(pie)/P](T/2),

0z = 2(pie)/(wP) + (pie)(T/P) (équation 14),

comme wP est beaucoup plus grand que 2(pie) dans le premier terme du membre de droite de l'équation 14, alors ce terme tend vers zéro et on peut tres bien approximé que :

0z = (pie)(T/P) = (3.1416)(T/P) (équation 15), on obtient encore l'équation 9, sauf pour T = p et pour cette valeur(0z = pie), et en introduisant 0z= pie dans l'équation 9, on obtient:

(pie)/(pie) = T/P, P = T (équation 7),

Mais pour T= P, s'agit-il d'une valeur particuliaire pour un gyroscope particulier ? Voici pourquoi que T vaut P : selon l'équation 9:

0z/(pie) = T/P (équation 9),

supposons que 0z = (C4)(pie), alors l'équation 9 devient:

(C4) = T/P (équation 16),

mais si T = P est une valeur particuliaire, alors la constante C4 vaut 1 et cette constante ne peut changé pour d'autre variables, telle que que sont les variables i,w,M et l'équation 7 est valable:

P = T (équation 7),

si P = T n'est pas une valeur particuliaire comme on l'a démontré et est valable pour toute les variables i,w,M normal, la démontration est terminé, la duré du cycle de précession est égal a la duré du cycle de nutation, pour un gyroscpe comme la Terre qui est activé par la Lune et le Soleil.

On a déduit que:

e^(-.5wjT) = (2pie)/(wP) (équation 16),

-.5wjT = Ln[(2pie)/(wP)   (équation 17),

pour P = 26 milles ans, T = 5.11 jours ?

Mais ici on peut etre beaucoup plus précis pour la Terre, en tenant compte de l'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre, et multiplier par cos(76.5) le terme suivant:
iw0'z[cos(76.5)] = (.233)iw0'z et tenir compte que cos(76.5) est constant (pour simplifier), on a donc a remplacé le terme iw0'z de l'équation 1 par:
(.233)iw0'z , de meme il faut remplacé le terme iw0'x de l'équation 2, par le terme (.233)iw0'x , puis je donne la solution de ce systeme:

0x = e^(-.233wjt) + M/[i(.233w)^2]   (équation 18),

e^[(-.233)(.5)wjT] = [(2pie)/(.233wP)],

-(.233)(.5)wjT = Ln[(2pie)/(.233wP)],

pour P = 26 000 ans , on a T = 19.92 jours.

Mais il existe une précession inverse, celle qui correspond au moment de la pleine Lune est inverse a celle qui correspond au monent de la nouvelle Lune, puis il a une précession dominante(probablement celle correspondant a la nouvelle Lune), la période de précession de 26 000 ans est donc le cumulatif de ces différente précession, il ne faut donc pas introduire P = 26 000 ans dans ces équations, alors T n'égal pas 19.92 jours.

En divisant les deux équations suivante, on pourra établir une relation entre ces deux périodes :

(0'z1 - 0'z2)P/2 = pie

pie = (.233w)[e^(-.233wjt1) - e^(-.233wjt2) + A -B](P/2)   (équa. 19),

A = M1/[i(.233w)^2] , B = M2/[i(.233w)^2] ,

(0'x1-0'x2)T/2 = (2.4)(pie)/(180)=(-.233wj)[e^(-.233wjt1) - e^(-.233wjt2)](T/2) (équa.20)

(équa. 19)/(équa. 20) = (180)/(2.4) = -2P/(jT) (équation 21),

(180)/(2.4) est un rapport angulaire,
le signe négatif est du au fait que la rotation de 0'x est de sens contraire a 0'z ,

(2/75))P = T   (équation 22),

pour P = 26 000 ans, T = 693.33 ans .

La période du cycle de nutation cumulative T est donc tres différente de la période du cycle de précession P , pour le gyroscope de la Terre activé par la Lune et le Soleil.