

Calculs avec les tables alphonsines

Résumé des séances de calcul avec les tables à l'Observatoire de
Paris

Clément Cartier*

21 juillet 2023

Table des matières

1	Calcul du temps écoulé entre l'Incarnation et le 15 mars 1485 à 11h15 (séance du 12 juin 2023)	2
2	Calcul de la position du Soleil	3
2.1	Calcul du moyen mouvement du Soleil (séance du 12 juin 2023 - suite)	3
2.2	Calcul du vrai lieu du Soleil (séance du 11 juillet 2023	4
2.2.1	Calcul de l'auge du Soleil	4
2.2.2	Calcul de l'équation du Soleil	6
2.3	Calcul du vrai lieu de la Lune (séance du 20 juillet 2023) . . .	7
3	Mouvement de la latitude de la Lune	11
4	Conjonction de la Lune et du Soleil	12
4.1	Conjonction moyenne	12

*contact@catgolin.eu

1 Calcul du temps écoulé entre l'Incarnation et le 15 mars 1485 à 11h15 (séance du 12 juin 2023)

On entre d'abord dans la table des *anni collecti* pour chercher la ligne dont l'argument est le plus proche possible de 1484 en restant inférieur à ce nombre :

Arguments	Quarta	Tertia	Secunda	Prima
1000	1	41	27	30

On soustrait l'argument au nombre d'années recherchées, et on note les entrées de la table comme ci-dessous ; puis on répète l'opération jusqu'à obtenir un nombre inférieur à la plus petite entrée de la table des *anni collecti* :

Arguments (reste)	Quarta	Tertia	Secunda	Prima
1 000 484	1	41	27	30
400 84	0	40	35	0
80 4	0	8	7	0
Total (retenues)	2 1	30 1	9 0	30

On peut ensuite lire l'entrée correspondant au nombre d'années restantes dans la table intitulée *anni expansi* :

Arguments	Quarta	Tertia	Secunda	Prima
1 000	1	41	27	30
400	0	40	35	0
80	0	8	7	0
4	0	0	24	21
Total (retenues)	2 1	30 1	33 0	51

La table nous indique également, par l'ajout d'un *b* à côté de l'année, que l'année pour laquelle on effectue le calcul est une année bisextile. Cette information nous est utile pour entrer ensuite dans la table des mois, dans laquelle on lit la valeur associée au mois complet pour l'année bisextile :

Arguments	Quarta	Tertia	Secunda	Prima
1 000	1	41	27	30
400	0	40	35	0
80	0	8	7	0
4	0	0	24	21
februarius	0	0	1	0
14 jours	0	0	0	14
Total	2	30	35	5
(retenues)	1	1	1	

On utilise ensuite la table dédiée à la conversion des heures et minutes d'heures en minutes, secondes et fractions de jour :

Arguments	4 ^a	3 ^a	2 ^a	Prima	Minuta	Secunda	Tertia
1 000	1	41	27	30			
400	0	40	35	0			
80	0	8	7	0			
4	0	0	24	21			
februarius	0	0	1	0			
14 jours	0	0	0	14			
11h	0	0	0	0	27	30	
15'	0	0	0	0	0	37	30
Total	2	30	35	5	28	7	30
(retenues)	1	1	1	0	1	0	

2 Calcul de la position du Soleil

2.1 Calcul du moyen mouvement du Soleil (séance du 12 juin 2023 - suite)

On prend la racine du mouvement du Soleil pour le méridien de Paris (22 degrés à l'Est de Tolède) au début de l'ère de l'Incarnation :

	Signa	Gradi	Minuta	Secunda	Tertia
Racine du mouvement moyen du Soleil à l'Incarnation à Paris	4	38	19	12	5

Puis on entre dans la table du moyen mouvement du Soleil avec le nombre de quartes de la date calculée précédemment, et on recopie le nombre correspondant en plaçant sous la colonne des signes le nombre correspondant à la colonne indiquée pour les quartes dans la table :

Arguments	Signa	Gradi	Minuta	Secunda	Tertia
Racine du mouvement moyen du Soleil à l'Incarnation à Paris	4	38	19	12	5
2 quartes	16	39	14	38	27
Total	3	17	33	50	32
(retenues)	1	0	0	0	

On recommence ensuite cette opération avec le nombre de tierces, puis de secondes, etc. en décalant systématiquement d'une unité :

Arguments	Signa	Gradi	Minuta	Secunda	Tertia
Racine du mouvement moyen du Soleil à l'Incarnation à Paris	4	38	19	12	5
2 quartes	16	39	14	38	27
30 tierces	34	9	48	39	36
35 secondes	34	29	51	26	46
5 primes	0	4	55	41	38
28 minutes de jour	0	0	27	35	53
7 secondes de jour	0	0	0	6	53
30 tierces de jour	0	0	0	0	29
Total	0	2	37	21	47
(retenues)	2	3	3	4	

2.2 Calcul du vrai lieu du Soleil (séance du 11 juillet 2023)

2.2.1 Calcul de l'auge du Soleil

On commence par calculer le mouvement moyen des auge et des étoiles comme on l'a fait pour le Soleil, mais sans prendre de racine :

Arguments	Signa	Gradi	Minuta	Secunda	Tertia	Quarta
2 quartes	0	8	41	22	34	24
30 tierces	0	2	10	20	38	36
35 secondes	0	0	2	32	4	5
5 primes	0	0	0	0	21	43
28 minutes de jour	0	0	0	0	2	1
7 secondes de jour	0	0	0	0	0	0
30 tierces de jour	0	0	0	0	0	0
Total	0	10	54	15	40	49
(retenues)	0	0	1	1	1	

Puis on calcule le moyen mouvement du mouvement d'accès et de recès, en utilisant la racine du mouvement de la huitième sphère :

Arguments	Signa	Gradi	Minuta	Secunda
Radix motus octave sphere Incarnationis (pour Tolède)	5	59	12	34
2 quartes	1	0	49	38
30 tierces	0	15	12	24
35 secondes	0	0	17	44
5 primes	0	0	0	2
28 minutes de jour	0	0	0	0
7 secondes de jour	0	0	0	0
30 tierces de jour	0	0	0	0
Total	1	15	32	22
(retenues)	1	1	2	4

Détermination de l'équation avec la partie proportionnelle On convertit le nombre de signes et de degrés ainsi obtenus en degrés :

	Signa	Gradi
Moyen mouvement	1	15
converti en degrés		75

et on entre avec cette valeur dans la table de l'équation du mouvement d'accès et de recès de la huitième sphère :

	Gradi	Minuta	Secunda
Première équation (75°)	8	41	28

Comme l'argument de l'équation contenait également des fractions de degré, on note également la valeur correspondant au degré suivant et on prend la différence entre les deux équations :

	Gradi	Minuta	Secunda
Première équation (75°)	8	41	28
Deuxième équation (76°)	8	43	50
Différence	0	2	22
converti en secondes			142

On s'intéresse ensuite aux fractions de degré contenues dans l'argument, qu'on ramène au même dénominateur :

	Minuta	Secunda
Fractions du moyen mouvement	32	22
converties en secondes		1942

Le produit des deux valeurs ainsi obtenues donne **275764** quartes, que l'on ajoute à la première équation pour obtenir une équation finale. Cette équation est ensuite ajoutée au moyen mouvement des auge calculée plus haut, et à la racine du mouvement de l'auge du Soleil à l'Incarnation pour le méridien de Tolède :

	Signa	Gradi	Minuta	Secunda	Tertia	Quarta
Partie proportionnelle						275764
					4596	4
				76	36	4
			1	16	36	4
Première équation		8	41	28		
Partie proportionnelle		0	1	16	36	4
Équation finale		8	42	44	36	4
Moyen mouvement		10	54	15	40	49
Racine de l'auge du Soleil	1	11	25	23		
Vrai lieu de l'auge	1	31	2	23	17	53
(retenues)		2	1	1	1	

2.2.2 Calcul de l'équation du Soleil

On obtient l'argument de l'équation du Soleil en faisant la soustraction de son moyen mouvement par son auge :

	Signa	Gradi	Minuta	Secunda	Tertia
Soleil moyen	0	2	37	21	47
Auge du Soleil	1	31	2	23	17
Total	4	31	34	58	30
(retenues)	1		1		

On entre ensuite dans la table de l'équation du Soleil avec les signes et les degrés (4 signes et 31°), et on procède ensuite comme pour l'auge :

	Signa	Gradi	Minuta	Secunda	Tertia	Quarta
Première équation (4 ; 31°)	0	2	9	45		
Deuxième équation (4 ; 32°)	0	2	9	32		
(retenues)						
Différence en secondes	0	0	0	13	0	0
				13		
Fractions de l'argument				2098		
Partie proportionnelle						27274
					454	34
				7	34	34
			0	7	34	34
(retenues)				1	1	
Équation finale	0	2	9	37	25	26
Soleil moyen	0	2	37	21	47	
Vrai lieu du Soleil	0	4	46	59	12	26
(retenues)		0	0	1	0	

2.3 Calcul du vrai lieu de la Lune (séance du 20 juillet 2023)

On commence par calculer le moyen mouvement de la Lune, de la même façon que l'on avait calculé le moyen mouvement du Soleil :

Arguments	Signa	Gradi	Minuta	Secunda	Tertia
Racine du mouvement moyen de la Lune à l'Incarnation à Paris	2	2	22	40	52
2 quartes	10	2	30	22	9
30 tierces	17	30	37	35	32
35 secondes	41	10	25	43	51
5 primes	1	5	52	55	6
28 minutes de jour	0	6	8	56	20
7 secondes de jour	0	0	1	32	14
30 tierces de jour	0	0	0	6	35
Total	5	57	59	52	39
(retenues)	0	2	4	3	

On trouve ensuite l'élongation moyenne de la Lune en faisant la différence entre le moyen mouvement de la Lune et le moyen mouvement du Soleil :

	Signa	Gradi	Minuta	Secunda	Tertia
Lune moyenne	5	57	59	52	39
Soleil moyen	0	2	37	21	50
Total	5	55	22	30	49
(retenues)				1	

En multipliant cette élongation par deux, on obtient le centre de la Lune :
 $5s50^{\circ}45'1''38''$

On calcule à part le moyen mouvement de l'argument de la Lune :

Arguments	Signa	Gradi	Minuta	Secunda
Racine de l'anomalie de la Lune à l'Incarnation à Paris	3	18	36	17
2 quartes	47	55	0	42
30 tierces	56	58	45	10
35 secondes	37	16	28	32
5	1	5	19	29
28 minutes de jour	0	6	5	49
7 secondes de jour	0	0	1	31
30 tierces de jour	0	0	0	6
Total	2	40	17	36
(retenues)	2	2	3	

À partir du centre de la Lune, on entre dans la table de l'équation du centre de la Lune :

	Signa	Gradi	Minuta	Secunda
Première équation ($5;49^\circ$)	0	1	29	
Deuxième équation ($5;50^\circ$)	0	1	20	
(retenues)				
Différence	0	0	9	0
en minutes			9	540
Fractions du centre			45	
Partie proportionnelle				405
			6	45
		0	6	45
		0	6	45
(retenues)			1	
Équation du centre	0	1	22	15

On note également dans la table de l'équation, à côté de l'équation du centre, les *minuta proportionalia* : 0

On ajoute ensuite l'équation à l'argument moyen pour obtenir l'argument vrai :

	Signa	Gradi	Minuta	Secunda
Argument moyen	2	40	17	36
Équation du centre	0	1	22	15
Argument vrai	2	38	55	21
(retenues)		1		

Puis on entre avec l'argument vrai dans la table de l'équation de l'argument :

	Signa	Gradi	Minuta	Secunda	Tertia	Quarta
Première équation (2;38°)	0	2	0	17		
Deuxième équation (2;39°)	0	1	55	9		
(retenues)		1				
Différence	0	0	5	8	0	0
en secondes				308		
Fractions de l'argument				3321		
Partie proportionnelle						1022868
					17047	48
				284	7	48
			4	44	7	48
(retenues)		1	1	1	1	
Équation provisoire	0	1	55	32	52	12

À côté de l'équation de l'argument, on note également le *diversi diametri* :

	Signa	Gradi	Minuta	Secunda
Première entrée (2;38°)	0	1	13	
Deuxième entrée (2;39°)	0	1	10	
(retenues)				
Différence	0	0	3	0
Fractions de l'argument			55	
Partie proportionnelle				165
			2	45
		0	2	45
(retenues)			1	1
Diversité du diamètre	0	1	10	14

On multiplie ce *diversi diametri* avec les *minuta proportionalia* notées plus haut (0), ce qui donne ici un résultat nul, qu'on additionne avec la première estimation de l'équation de l'argument pour obtenir l'équation de l'argument, laquelle doit enfin être ajoutée au moyen mouvement de la Lune si l'argument vrai est supérieur à 3 signes, ou soustrait dans le cas contraire :

	Signa	Gradi	Minuta	Secunda	Tertia
Équation provisoire	0	1	55	32	12
+ Partie proportionnelle	0	0	0	0	0
(retenues de l'addition)	0	0	0	0	
Équation de l'argument	0	1	55	32	12
Lune moyenne	5	57	59	52	41
- Équation de l'argument	0	1	55	32	12
(retenues de la soustraction)					0
Lune vraie	5	56	4	20	29

3 Mouvement de la latitude de la Lune

On commence par calculer le moyen mouvement de la tête du dragon :

Arguments	Signa	Gradi	Minuta	Secunda
Racine de la tête du dragon à l'Incarnation à Paris	1	31	55	47
2 quartes	21	16	14	29
30 tierces	35	19	3	37
35 secondes	1	51	12	14
5	0	0	15	53
28 minutes de jour	0	0	1	28
7 secondes de jour	0	0	0	0
30 tierces de jour	0	0	0	0
Total	5	58	43	28
(retenues)	1	1	3	

Les *Theorica Gerardi* enseignent que :

et dicitur caput geuzahar tantum ire medio motu contra firmamentum quantum in rei veritate vadit cum firmamento ; quera subtracto medio cursu capitis draconis a 12 signis remanet verus locus ejus computatus secundum successionem signorum

donc on soustrait le moyen mouvement de la tête du dragon à la valeur d'une révolution complète pour obtenir la vraie position du nœud lunaire :

	Signa	Gradi	Minuta	Secunda
1 cercle	6	0	0	0
Tête du dragon	5	58	43	28
Tête du dragon	0	1	16	32
(retenues)	1	1	1	

La différence entre le nœud lunaire et la Lune nous donne ensuite l'argument de la latitude de la Lune :

	Signa	Gradi	Minuta	Secunda
Lune vraie	5	56	4	20
Tête du dragon	0	1	16	32
Argument de la latitude	5	54	47	48
(retenues)		1	1	

Cet argument permettrait d'entrer dans la table de la latitude de la Lune pour obtenir la latitude de la Lune, mais Emmanuel Poulle a décidé de ne pas inclure ces tables dans son édition des tables alphonsines.

4 Conjonction de la Lune et du Soleil

4.1 Conjonction moyenne

Pour obtenir le moment d'une conjonction (ou d'une opposition) entre la Lune et le Soleil, on commence par calculer l'élongation moyenne :

Arguments	Signa	Gradi	Minuta	Secunda
Racine de l'élongation entre la Lune et le Soleil à l'Incarnation à Paris	3	24	25	50
2 quarts	53	23	15	44
30 tierces	43	20	48	56
35 secondes	6	40	34	17
5	1	0	57	13
28 minutes de jour	0	5	41	20
7 secondes de jour	0	0	1	25
30 tierces de jour	0	0	0	6
Total	5	55	44	51
(retenues)	1	3	3	

Une élongation de 3 signes correspond à une opposition, et une élongation de 6 signes correspond à une conjonction. Pour connaître le moment de la prochaine syzygie moyenne, on commence par trouver la différence entre la position de la syzygie moyenne et l'élongation moyenne obtenue :

	Signa	Gradi	Minuta	Secunda
Conjonction	6	0	0	0
Élongation moyenne	5	55	44	51
Difference	0	4	15	9
(retenues)	1	1	1	

On cherche ensuite la plus grande entrée de la table du moyen mouvement de l'élongation qui est inférieure ou égale au nombre obtenu, en considérant dans un premier temps que la première colonne de la table correspond aux signes, et l'entrée correspondante correspond alors au nombre de jours avant la prochaine syzygie moyenne. On répète ensuite l'opération, en changeant les unités au besoin (la première colonne donnera les degrés et les entrées correspondent aux minutes, puis la première colonne correspond aux minutes et les entrées correspondent aux secondes, etc.) jusqu'à avoir réduit la différence à 0 :

	Signa	Gradi	Minuta	Secunda
Reste	0	4	15	9
Entrée pour 20 minutes	0	4	3	49
Difference	0	0	11	20
(retenues)			1	

	Signa	Gradi	Minuta	Secunda
Reste	0	0	11	20
Entrée pour 55 secondes	0	0	11	10
Difference	0	0	0	10
(retenues)				

	Signa	Gradi	Minuta	Secunda
Reste	0	0	0	10
Entrée pour 49 tierces	0	0	0	10
Difference	0	0	0	0
(retenues)				

On additionne les entrées obtenues avec la date prise au départ, pour obtenir le moment de la conjonction moyenne :

Arguments	4 ^a	3 ^a	2 ^a	Prima	Minuta	Secunda	Tertia
Date oroginale	2	30	35	5	28	7	30
Écart avec la conjonction	0	0	0	0	20	55	49
Total	2	30	35	5	49	3	19
(retenues)	0	0	0	0	1	1	

On peut ensuite calculer à nouveau l'argument de la latitude de la Lune pour cette date de conjonction moyenne. Si cet argument est inférieur à 0s12°, ou supérieur à 5s48°, ou compris entre 2s48° et 3s12°, alors les conditions sont réunies pour qu'une éclipse soit possible.