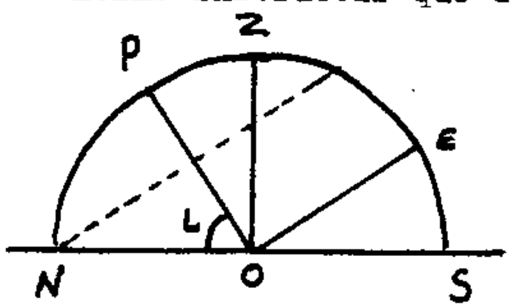
COURRIER DES LECTEURS

Rubrique faisant écho à toute question posée par un lecteur ; ou bien nous tâchons d'y répondre ou bien nous sollicitons d'autres lecteurs. Ecrire au responsable de la rubrique: Gilbert Walusinski, 26 Bérengère, 92210 Saint-Cloud.

<u>Question 1.</u> Comment savoir quelles sont les étoiles observables d'un lieu donné à une heure donnée ?

Il existe des cartes mobiles du ciel (exemples Planiciel, Sirius, ...) qui permettent de le savoir immédiatement. C'est moins instructif que de réfléchir et calculer un peu.



Pour un observateur O en un lieu de latitude L, le plan méridien se présente comme sur la figure ci-contre. P est le pôle céleste, Z le zénith, E l'intersection de l'équateur céleste et du plan méridien.

Tout astre de déclinaison supérieure à 90°-L appartient au "cercle de perpétuelle apparition" comme on disait jadis. Il culmine entre P et N' ; il a un passage inférieur dans le plan méridien entre P et N. Exemple, pour Paris (L=48°), ζ Grande Ourse (Mizar) culmine à 42+55=97° comptés à partir de E (soit une distance zénithale de 7° vers le Nord) ; passage inférieur à 7° au dessus de N.

Tout astre de déclinaison comprise entre 90-L et -90+L a seulement un passage dans le méridien ; il a un lever et un coucher. L'arc semi diurne J/2 décrit par l'astre entre sa culmination et son coucher est donné par

$$\cos J/2 = -\operatorname{tg} L \operatorname{tg} \delta \qquad (\delta \text{ déclinaison de l'astre})$$

L'azimut a du coucher est donné par $\cos a = -\dfrac{\sin \delta}{\cos L}$

On connaîtra ainsi l'heure du coucher de l'astre (donc aussi celle du lever) dès qu'on connaîtra l'heure de la culmination. Exemple : visibilité de Sirius à Paris . Coordonnées équatoriales de Sirius α = 6h 44 mn 13 s δ = -16°41'11" ; les formules donnent J/2 $\simeq$ 70° et a $\simeq$ 65°. La durée d'apparition de Sirius est la fraction 140/360 du jour sidéral 23h56mn soit environ 9h18mn : Sirius se couche 4 h 39 mn après sa culmination.

Le 2 janvier 1979 à OhTU, le temps sidéral était égal à 6h44mn: alors Sirius culminait. Le 31 janvier à OhTU, le temps sidéral était égal à 8h38mn ; Sirius avait donc culminé environ deux heures plus tôt.

Tout astre de déclinaison inférieure à -90+L n'est jamais observable du lieu considéré.

[Remarque à tendance pédagogique (!) : quelques formules de trigonométrie sphérique n'ont jamais fait de mal à personne et donnent l'occasion d'utiliser les calculatrice de poche de façon intéressante.]

<u>Question 2</u>. Quelle est la définition de la période julienne indiquée par les Ephémérides ? Comment en a été choisie l'origine ?

La question avait été posée à Champtercier par Gérard Lalanne(Metz) qui a trouvé lui-même la réponse dans l'Annuaire du Bureau des Longitudes de 1974 (p402) :

"Pour comparer des dates éloignées, il est souvent commode d'utiliser la <u>période julienne</u> de 7980 années juliennes, qu'au seizième siècle l'érudit français Joseph Scaliger a obtenue en effectuant le produit des trois nombres 28, 15 et 19, qui représentent les périodes respectives des trois éléments du comput : cycle solaire, indiction romaine et nombre d'or.

Les nombres 28, 15 et 19 étant premiers entre eux, il y a dans la période julienne une année et une seule admettant un système de trois nombres donnéscomme cycle solaire, indiction romaine et nombre d'or. La première année de la période est l'an 4713 avant notre ère(-4712) qui a été chosie parce que son cycle solaire, son indiction romaine et son nombre d'or sont tous trois égaux à 1.

En résumé, les 7980 années sont numérotées en série unique depuis l'an 4713 (-4712) avant notre ère jusqu'à l'année à venir3267. L'an un avant notre ère, année zéro des astronomes, y porte le numéro 4713, d'où pour l'année 1979 de notre ère le numéro 4713 + 1979 = 6692 .

Les jours de la période julienne commencent à midi(12h temps universel), de sorte que la période commence le lundi 1 janvier julien à 12 h TU de l'an -4712 et finit le lundi 1 janvier julien à 12h TU de l'an 3268 (23 janvier grégorien)".

Ajoutons trois remarques :1) Les Ephémérides 79 indiquent le nombre de jours de la période écoulés au 1 er janvier

1979 à 12 h TU : 2 443 875 .
2) Pour simplifier on définit aussi le jour julien modifié (en anglais MJD) en retranchant 2 400 000,5 au nombre précédent. L'origine de cette échelle est le 17 novembre 1858 à 0h ; en effet l'avantage du MJD est de commencer à 0h TU (d'où le 0,5).
3) En divisant le rang de l'année 1979 dans la période julienne soit 6692 respectivement par 28, par 15 et par 19 on obtient les trois éléments du comput, cycle solaire (ou lettre dominicale) , indiction romaine et nombre d'or ; soit 0, 2 et 14.

Question 3. Pourquoi l'équinoxe de printemps n'a-t-il pas toujours lieu à la même date ?

Lorsque Sosigène définit le calendrier qui devait ultérieurement être appelé julien (pour rappeler que le général, ici Jules César, a plus de pouvoir que l'astronome), il prétendit fixer l'équinoxe de printemps au 25 mars. Cela se passait l'an 45 avant notre ère ; il est vraisemblable que Sosigène s'est trompé et que l'équinoxe de cette année là eut lieu le 23 ou le24 ; la mesure exacte était difficile avec les instruments de l'époque.

En l'an 325 de notre ère, lorsque se réunit le Concile de Nicée (qui fixa la règle du calcul de la date de Pâques) l'équinoxe avait lieu le 21 mars. On attribua le décalage du 25 au 21 à une erreur de Sosigène. En réalité le décalage du 23 au 21 s'explique par la différence entre 365,25 jours (durée moyenne de l'année julienne) et 365,2422 durée de l'année tropique telle que nous la connaissons aujourd'hui.

La réforme grégorienne (1582) après un rattrapage de dix jours (le lendemain du jeudi 4 octobre 1582 fut le vendredi 15 octobre, discontinuité des quantièmes et continuité des jours de la semaine)corrige le calendrier julien en supprimant un jour bissextile tous les 400 ans (en 1600 et en 2000 par exemple).

Dans l'intervalle de ces deux dates 1600 - 2000, il n'y a pas de différence de durée entre années juliennes et années grégoriennes, soit 365,25 j en moyenne : trois années de 365 j puis une année de 366 j. Le jour supplémentaire étant intercalé entre le 28 février et le 1 er mars.

De ce fait, si l'équinoxe de printemps a lieu l'année n le 20 mars à 13 h par xemple, elle aura lieu l'année n+1 _ le 20 mars à 13 + 6 = 19h environ et l'année n+2 le 20 mars à 19+6 = 25 h soit donc le 21 mars à 01 h.

Cette appréciation grossière suffit en principe à expliquer que la date de l'équinoxe de printemps varie du 20 mars (les années bissextiles) au 21 mars (l'année qui précède l'année bissextile) ; pous les deux années intermédiaires, c'est généralement le 20 et le 21 mars mais il y a des exceptions. Pour le comprendre, cela vaut la peine de regarder la date de l'équinoxe de plus près.

Deuxième explication. Relevons les dates et heures des équinoxes de printemps de 1954 à 1979 (un quart de siècle, ce qui est beaucoup pour un élève du Cours Moyen, appréciable pour un vieux prof et très court vis à vis de l'âge de la Terre). Les dates sont prises dans l'Annuaire du Bureau des Longitudes , c'est à dire à la seconde près. Le tableau 1 concerne les équinoxes de printemps, le tableau 2 les équinoxes d'automne.

Dans l'un comme dans l'autre, la période des quatre années apparaît immédiatement.

Dans la colonne de droite, on a calculé la durée entre deux équinoxes de même nom, durée variable que M.Paul Couderc proposait d'appeler l'année des saisons et comme les résultats sont différents pour le printemps et pour l'automne, on pourrait parler de l'année des printemps et de l'année des automnes. Ces valeurs sont données d'abord en jours, minutes et secondes, puis en parties décimales de jour :

1 h = 0,041 67 j ; 1mn = 0,000 69 j ; 1 s = 0,000 02 j

Ces tableaux de valeurs posent deux questions :

1°) Pourquoi ces variations de durée de l'année des saisons ?

La réponse a été donnée par Paul Couderc dans un article déjà ancien (Bulletin APMEP n°176, mars 1956, p.319) dont je reprends l'essentiel."C'est le point G, barycentre du système Terre-Lune qui décrit l'orbite képlérienne autour du Soleil". Si T est le centre de la Terre et R son rayon, TG = 0,73 R. Pour unifier les observations faites à partir de divers lieux, on les ramène à T. Mais puisque c'est G qui décrit l'orbite, en apparence le centre S du Soleil ne décrit pas exactement l'écliptique : la latitude céleste du Soleil n'est pas nulle, même si

Tableau 1 des équinoxes et des années des printemps

année	mois	quantième	heure			durées		
1954	mars	21	03 h	53 mn	40s			
55		21	09	35	20	365j5h41mn40s		= 365,23724
56		20	15	20	30	45	10	23970
57		20	21	16	44	56	14	24738
58		21	03	06	08	49	24	24264
59		21	08	54	58	48	50	24194
60		20	14	43	01	48	03	24170
61		20	20	32	27	49	26	24266
62		21	02	30	01	57	34	24831
63		21	08	20	05	50	04	24310
64		20	14	10	11	50	06	24312
65		20	20	05	06	54	55	24647
66		21	01	53	27	48	21	24191
67		21	07	37	20	43	53	23880
68		20	13	22	23	45	03	23961
69		20	19	08	29	46	06	24035
70		21	00	56	45	48	16	24185
71		21	06	38	33	41	48	23736
72		20	12	21	54	43	21	23844
73		20	18	13	00	51	06	24382
74		21	00	07	18	54	18	24604
75		21	05	57	19	50	01	24307
76		20	11	50	09	52	50	24502
77		20	17	42	56	52	53	24506
78		20	23	34	17	51	21	24399
79		21	05	22	36	48	19	24189

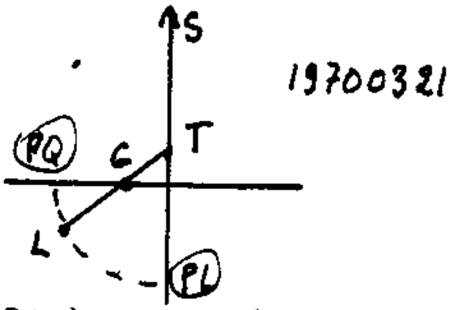
Tableau 2 des équinoxes et des années des automnes

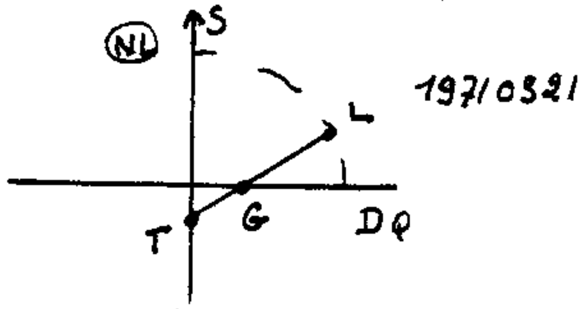
année	mois	quantième	heure			durées
1954	sept	23	13h	55m	32s	
55			19	40	59	365j5h 44m 27s = 365,23920
56			01	35	02	54 03 24587
57			07	26	14	51 12 24388
58			13	08	54	42 40 23796
59			19	08	31	59 37 24973
60			00	58	58	50 27 24337
61			06	42	36	43 38 23863
62			12	35	27	52 51 24503
63			18	23	35	48 08 24176
64			00	16	48	53 13 24529
65			06	06	23	49 35 24277
66			11	43	24	37 01 23404
67			17	38	15	54 51 24642
68		22	23	26	29	48 14 24183
69		23	05	07	14	40 45 23663
70			10	59	08	51 54 24437
71			16	45	11	46 03 24031
72		22	22	33	02	47 51 24156
73		23	04	21	29	48 27 24198
74			09	58	38	37 09 23413
75			15	55	32	56 54 24785
76		22	21	48	35	53 03 24517
77		23	03	29	32	40 57 23677
78			09	25	47	56 15 24739
79			15	16	48	51 01 24376

elle est faible en valeur absolue et variable. C'est l'origine d'une "inégalité mensuelle du Soleil", mensuelle car sa période est liée à la révolution synodique de la Lune.

Bref, la position apparente du Soleil peut se trouver décalée de 6",5 ; une différence de 13" peut s'introduire entre le passage du Soleil d'un équinoxe de printemps au suivant.

Le correspondant qui nous a orientés sur cette question (et qui désire rester anonyme) a d'ailleurs comparéles positions respectives de T, G et L le 21 mars 1970 (T est en avance sur G) et le 21 mars 1971 (T est en retard sur G) :





D'où une année des printemps particulièrement courte :
265 j 5 h 41 mn 48 s = 365,23736 j

Notons incidemment que les tables de la correction rendue nécessaire par cette inégalité fournissent une détermination de G et par conséquent le rapport des masses de la Terre et de la Lune (d'après Newcomb 81,1).

Il faudrait encore ajouter que le mouvement de G est perturbé par Jupiter dont la période synodique est 399 jours; si Jupiter était proche de sa quadrature occidentale à l'équinoxe de printemps, il sera proche de sa quadrature orientale au début de l'automne. Enfin la nutation (période 18,6 années) altère la date du passage du Soleil à l'équinoxe de dix minutes en plus ou en moins. Il y a aussi les perturbations dues aux autres planètes, les inégalités de la Lune, l'emploi du temps moyen au lieu du temps vrai pour fixer l'heure du passage au point γ .

2°) Comment, dans ces conditions, retrouver la durée de l'année tropique, valeur moyenne de l'année des saisons ?

La première idée est de prendre la durée entre l'équinoxe 1954 et l'équinoxe 1979 soit 365 25 + 6jours bissextiles + 1h 28m 56s soit 9125,43741 jours et diviser par 25 ; on trouve 365,2426 jours.

La seconde idée est de faire la moyenne arithmétique des 25 valeurs indiquées dans le tableau 1 ; on trouve 365,2425 un peu plus proche de la valeur connue 365,2422.

La première méthode a l'avantage de la simplicité. Seulement, si les deux équinoxes choisis sont l'un très"en avance", l'autre très "en retard, et si le nombre d'années qui les sépare est relativement petit, le résultat peut être décevant. Il réserve aussi des surprises : à partir des équinoxes d'automobre de 54 et de 79, je trouve 365,2422, un coup de chance !

Conclusion : il n'était pas utile d'invoquer les variations des années des saisons pour répondre à la question posée. Mais toute question invite à s'en poser d'autres et il n'est pas mauvais de prendre consciencedes complications que recouvrentles moyennes grâce auxquelles on peut donner une première description des phénomènes.

Et, de toutes façons, le printemps est toujours le bienvenu.

-=-

BIBLIOGRAPHIE

Faute de place et de temps, celle-ci est renvoyée au numéro 4 des Cahiers. Citons cependant ici des titres d'ouvrages sur lesquels il faudra surement revenir :

Plurisciences 1979 , un volume édité par Encyclopaedia Universalis, 512 pages du format de l'ancyclopédie. Importants articles sur la Cosmologie, sur les observatoires d'URSS, sur les progrès dans l'exploration du système solaire, sur Einstein.

Roemer et la vitesse de la lumière , un ensemble d'exposés d'une table ronde du CNRS de juin 1976 (éd Vrin)

Einstein et le conflit des générations par Lewis S.Feuer , 376 pages, éditions Complexe [sur l'histoire des travaux de Einstein et les circonstances sociales qui les ont entourées]

L'observation des étoiles doubles visuelles par Paul Couteau qui travaille à l'Observatoire de Nice, 252 pages, édition Flammarion [Une mise au point d'actualité sur une question dont on sait l'importance pour les mesures de distance et de masse des étoiles].

Kepler astronome astrologue par Gérard Simon, 488 pages, édition Gallimard [Sur un sujet bien connu, la réflexion d'un philosophe. Sujet bien connu mais toujours passionnant].