

Année des saisons et année tropique

« Je déclare sans peine qu'il doit y avoir des fautes dans mon ouvrage ; je ne connais aucun livre d'Astronomie où il n'y en ait plusieurs ; ...La mémoire nous trompe, le calcul nous égare, la chaleur de la composition nous entraîne ; enfin on ignore souvent des choses qu'il aurait fallu savoir. »

LALANDE, Préface au *Traité d'Astronomie*,
Paris, 1771.

Dans beaucoup de manuels de cosmographie, l'année tropique est définie comme *l'intervalle de temps compris entre deux passages consécutifs du soleil à l'équinoxe de printemps*.

Dans son cours d'astronomie, M. DANJON écrit : « L'année tropique est le temps nécessaire pour que la longitude moyenne du soleil, rapportée à l'équinoxe moyen mobile, augmente de 360° . Elle se confond avec l'intervalle moyen de deux retours du soleil à l'équinoxe moyen. En une année tropique, l'ascension droite moyenne du soleil augmente de 24 heures. On obtient directement sa valeur en jours moyens, en déterminant le nombre de jours qui sépare deux équinoxes éloignés. Comme on dispose d'anciennes observations d'équinoxes, c'est l'une des constantes naturelles les mieux connues » (p. 113).

M. DANJON donne ensuite la valeur de l'année tropique, calculée par Newcomb, qui a discuté toutes les observations recueillies depuis l'Antiquité. A une date t , comptée en siècles juliens de 36 525 jours à partir du 1^{er} janvier 1900, l'année tropique vaut

$$365,242\,198\,79 - 0,000\,006\,14\,t$$

en jours solaires moyens 1900.

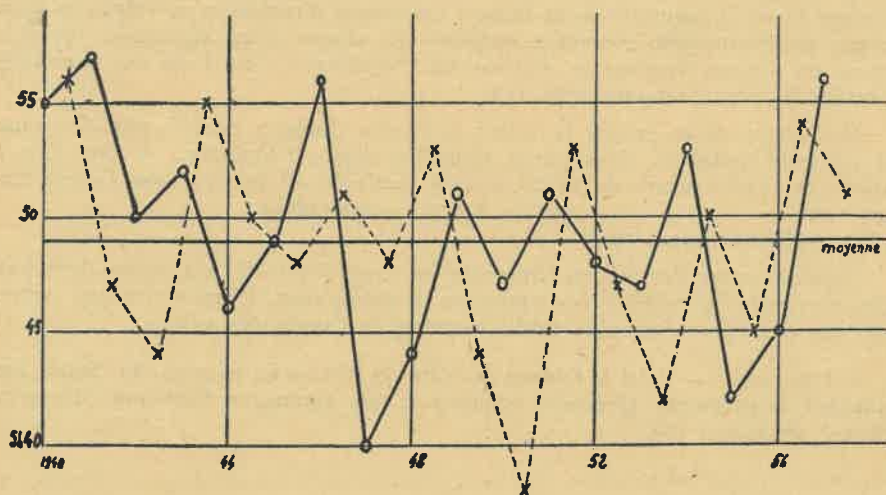
Appelons *année des saisons* l'intervalle de temps (variable) qui sépare deux passages successifs du Soleil à des équinoxes de même nom. L'année tropique pourra alors être considérée comme la valeur moyenne de l'année des saisons.

I. LES FAITS. — Voici le tableau des dates et heures du passage du Soleil aux équinoxes de printemps (première colonne) et aux équinoxes d'automne (deuxième colonne), de 1939 à 1957 :

ANNÉE	ÉQUINOXES DE PRINTEMPS		ÉQUINOXES D'AUTOMNE
	20 mars	21 mars	23 septembre
1939		12 h 28 m 34 s	22 h 49 m 35 s
1940	18 h 23 m 58 s		4 h 45 m 36 s
41		0 h 20 m 35 s	10 h 32 m 44 s
42		6 h 10 m 46 s	16 h 16 m 26 s
43		12 h 02 m 53 s	22 h 11 m 46 s
1944	17 h 48 m 48 s		4 h 1 m 32 s
45	23 h 37 m 26 s		9 h 49 m 38 s
46		5 h 32 m 57 s	15 h 40 m 46 s
47		11 h 12 m 57 s	21 h 28 m 45 s
1948	16 h 57 m 06 s		3 h 21 m 43 s
49	22 h 48 m 21 s		9 h 05 m 58 s
50		4 h 35 m 28 s	14 h 43 m 43 s
51		10 h 26 m 08 s	20 h 37 m 02 s
1952	16 h 14 m 05 s		2 h 23 m 42 s
53	22 h 00 m 43 s		8 h 05 m 58 s
54		3 h 53 m 40 s	13 h 55 m 32 s
55		9 h 35 m 20 s	19 h 40 m 59 s
1956	15 h 20 m 30 s		1 h 35 m 02 s
57	21 h 16 m 44 s		7 h 26 m 14 s

Remarques : 1° La période de quatre années, justifiant la réforme julienne du calendrier, apparaît avant tout calcul.

2° Par différence d'une date à la précédente, et en prenant des équinoxes de même nom, on trouve la valeur variable de l'année des saisons. Les résultats sont représentés dans le graphique suivant :



Les points ronds représentent la durée écoulée, de l'équinoxe de printemps de l'année indiquée en abscisse à l'équinoxe de printemps de l'année précédente ; les croix représentent les durées écoulées de l'équinoxe d'automne de l'année marquée en abscisse à l'équinoxe d'automne de l'année précédente. Toutes ces durées sont arrondies au nombre entier de minutes le plus voisin.

Les écarts de l'année des saisons avec sa valeur moyenne prise égale à 365 j 5 h 49 m, peuvent donc atteindre 11 minutes en plus ou en moins.

Quand nous signalons à nos élèves le phénomène de précession des équinoxes, il est courant de citer l'égalité

année sidérale — année tropique = 20 m.

On voit, en se limitant aux données du graphique (intervalle 1939-1956) que la différence (année sidérale — année des saisons) a varié de 12 à 31 minutes, selon les années. Une irrégularité de cette importance, facile à constater si l'on consulte simplement des calendriers ou des annuaires usuels, risque de troubler ceux qui ne sont pas prévenus.

2. CAUSES DU PHÉNOMÈNE. — Les facteurs qui altèrent la régularité du passage apparent du Soleil au point γ sont très nombreux, mais la plupart d'entre eux ont une action progressive ou de longue période.

Dans le cas présent, nous avons à rechercher la cause dans une ou plusieurs inégalités à courte période.

La cause principale est la suivante :

C'est le point G, barycentre du système Terre-Lune, qui décrit l'orbite képlérienne autour du Soleil.

Rappelons que ce point G est intérieur à la Terre. Si T est le centre de la Terre, $TG = 0,73 R$. TG est peu différent des $3/4$ du rayon terrestre.

Les astronomes observent le Soleil de différents points de la surface de la Terre et, pour unifier les résultats, ramènent leurs observations au centre T de la Terre.

Autrement dit, le passage du Soleil au point γ est supposé observé du centre T de la Terre.

Mais puisque c'est le point G qui décrit l'écliptique, la position de T est, en général, extérieure à l'écliptique et la position apparente du Soleil peut se trouver décalée de $6''5$ par rapport à ce qu'elle serait si l'observation était faite de G. Une inégalité atteignant $13''$ peut donc s'introduire entre les passages en γ et γ' ou entre γ' et γ .

Telle est la cause principale des variations dans le tableau des passages.

Incidentement, c'est pour cette même raison que le centre du Soleil ne décrit pas l'écliptique : la latitude du centre est faible, mais généralement non nulle, ce qui ne manque pas de troubler les débutants pour qui l'écliptique est la trajectoire du centre du Soleil — *ne varietur*.

On appelle « inégalité mensuelle du Soleil » cette correction périodique des observations du Soleil et des planètes supposées faites du centre de la Terre. Sa période est en effet celle de la révolution synodique de la Lune.

L'établissement des tables de cette correction fournit une détermination du point G et par conséquent le rapport des masses de la Terre et de la Lune, soit, d'après NEWCOMB, 81,1 (pour plus de détails, consulter le cours de M. DANJON, p. 272 et 276).

SECOND FACTEUR IMPORTANT D'INÉGALITÉ POUR L'ANNÉE DES SAISONS. — Le mouvement du point G est lui-même *perturbé* par l'action des autres planètes, par l'action de Jupiter en particulier. L'effet différentiel de ces perturbations peut être très sensible à six mois d'intervalle. La période synodique de Jupiter est de 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.

AUTRES INÉGALITÉS. — *La nutation*, dont la période est de 18,60 années, altère la date du passage du Soleil à l'équinoxe de printemps de dix minutes (en plus ou

en moins) au maximum, mais un tel écart ne peut être obtenu en une demi-année (de γ_1 à γ'_1 ou de γ'_1 à γ_2), ni même en une année (de γ_1 à γ_2) : la formule de la nutation le prouve.

Il faudrait tenir compte aussi des perturbations apportées par les autres planètes, des nombreuses inégalités de la Lune, de l'emploi de notre temps *moyen* conventionnel au lieu du temps vrai, pour fixer *l'heure* des passages, etc...

CONCLUSION. — S'il n'y a pas lieu de signaler aux élèves toutes les difficultés, il semble qu'on peut du moins éviter la confusion entre *l'année tropique* (valeur moyenne pratiquement constante) et l'année des saisons (éminemment variable).

D'après une série de calendriers ou d'annuaires, on peut faire relever les variations très irrégulières de l'année des saisons, construire le graphique et avertir les élèves du rôle du barycentre. Cela peut se faire dès que nous présentons le mouvement apparent du Soleil sur la sphère des fixes.

Plus tard, en parlant de la précession des équinoxes, nous signalons la nutation : nous pouvons alors, sans insister, donner un aperçu des innombrables complications de l'astronomie de position.

P. COUDERC et G. WALUSINSKI.
