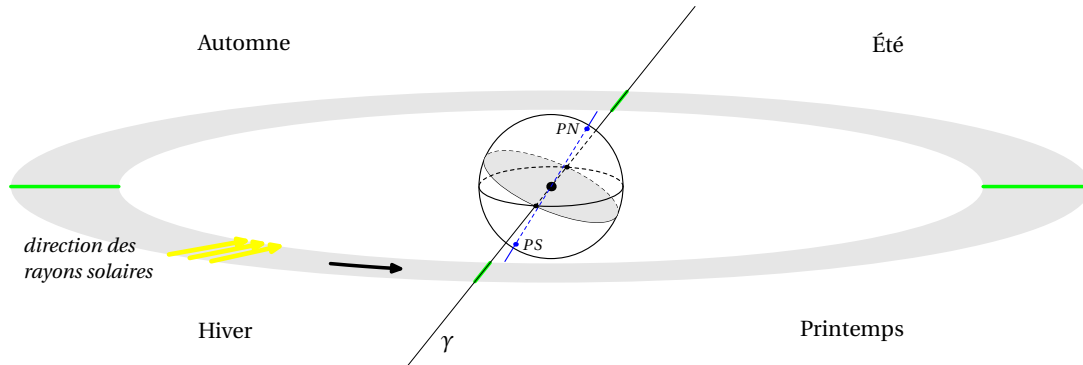


Détermination des saisons (3)

Dates et durées des saisons

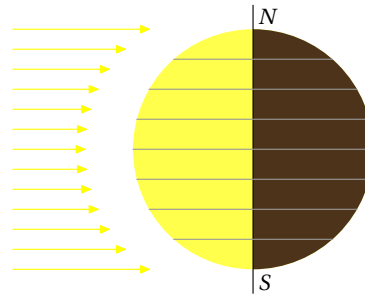
Jusque là nous pouvons considérer la terre comme un point matériel or c'est une sphère qui de plus est en rotation sur elle même (rotation *diurne*). Son axe (supposé de direction fixe dans l'espace) n'est pas perpendiculaire au plan de l'écliptique, il est perpendiculaire à un plan qui est le *plan équatorial*, l'intersection de ces deux plans est la ligne des *équinoxes* (γ).



NB : Les saisons indiquées sont celles de l'hémisphère nord.

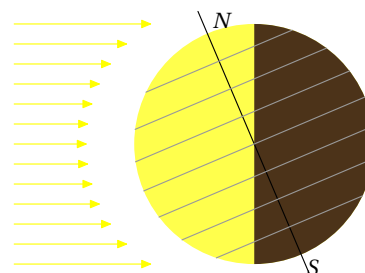
Il y a quatre instants particuliers dans le mouvement relatif du soleil autour de la terre. Je vais les évoquer en partant de la direction du soleil mentionnée sur la figure (ou plutôt de la direction des rayons solaires), ils sont matérialisés par des segments verts sur l'orbite purement abstraite qui est grisée.

- 1/ Le soleil passe pour la première fois sur la ligne des équinoxes. Nous allons supposer que, le temps d'un tour de la terre sur elle même, il reste en cet endroit... Chaque point de la terre passe alors autant de temps dans la zone éclairée par le soleil que dans la zone non éclairée ; c'est l'*équinoxe de printemps*, c'est à dire l'entrée dans le printemps pour l'hémisphère nord et dans l'automne pour l'hémisphère sud.



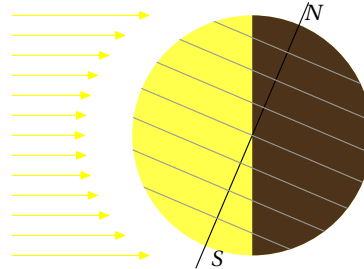
Sur la figure précédente les lignes grises représentent les trajectoire de points liés à la terre, à des latitudes différentes, dans la rotation diurne. Cette figure correspond à la vue que l'on a de la terre en ce situant dans le plan équatorial de la terre en *quadrature*¹ avec le soleil.

- 2/ Le soleil traverse pour la première fois le plan perpendiculaire à l'écliptique et contenant les pôles de la terre. C'est le *solstice d'été*, entrée dans l'été au nord et dans l'hiver au sud.

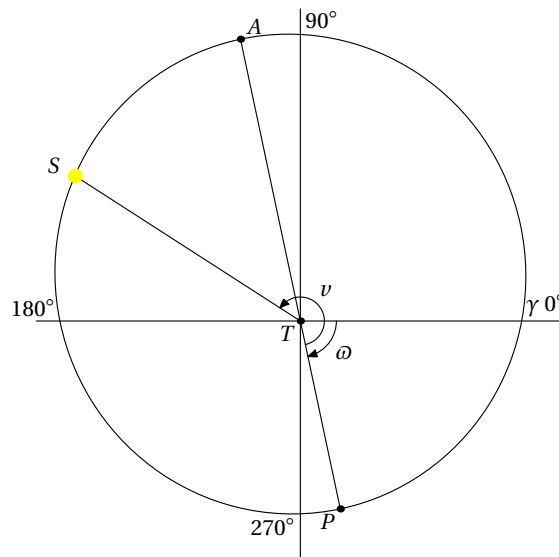


¹L'angle soleil-terre-observateur est droit.

- 3/ Le soleil passe pour la seconde fois par la ligne des équinoxes, c'est la situation symétrique de la première et les saisons s'inversent entre hémisphère sud et hémisphère nord. C'est l'*équinoxe d'automne*.
- 4/ Le soleil traverse pour la seconde fois le plan perpendiculaire à l'écliptique et contenant les pôles, c'est le *solstice d'hiver*, moment où les «journées» sont les plus courtes au nord alors qu'elles sont les plus longues au sud.



Revenons à nos calculs, les choses se présentent ainsi :



La longitude ℓ du soleil est mesurée à partir du point γ (équinoxe de printemps), elle est donc liée à l'angle ν et à la longitude ω du périégée que l'on supposera constante dans les calculs à venir.

$$\ell = \nu + \omega$$

Pour déterminer la date des saisons et, par voie de conséquence, leur durée il suffit de déterminer les instants t pour lesquels on a :

$$\nu = -\omega \quad \nu = 90^\circ - \omega \quad \nu = 180 - \omega \quad \nu = 270 - \omega$$

La situation proposée jusqu'à maintenant est «simpliste», hypothèse képlérienne du mouvement elliptique de la terre autour du soleil (en faisant comme si le soleil et la terre étaient seules au monde), fixité de l'axe de rotation de la terre (comme si la terre était une sphère parfaite ne subissant aucun *couple* affectant la position de cet axe – *précession luni-solaire*) ; en réalité les choses sont plus compliquées que cela ! Nous pouvons toutefois nous fonder sur les formules vues jusqu'à maintenant pour effectuer des calculs dans la mesure où ils n'embrassent pas une période de temps trop grande.

En interrogeant le serveur d'*éphémérides* du BUREAU DES LONGITUDES² nous avons des données fiables, prenant en compte tous les effets négligés.

²<http://www.bdl.fr>

Jour (à 0h 0m 0s)	Longitude du soleil
1 janvier 2002	280°21'34''
11 janvier 2002	290°33'2''
21 janvier 2002	300°44'13''
31 janvier 2002	310°53'58''
10 février 2002	321°2'13''
20 février 2002	331°8'27''
30 février 2002	341°11'45''

Table des longitudes du soleil

Nous allons aussi simplifier la relation entre v et M , c'est à dire entre l'anomalie vraie et l'anomalie moyenne.

Question 6

Montrer

$$\sin(v - u) = \frac{e \sin u - (1 - \sqrt{1 - e^2}) \sin u \cos u}{1 - e \cos u}$$

En déduire, l'excentricité e étant petite, qu'en tronquant au premier ordre du développement limité de u selon la variable e , nous avons :

$$v \approx M + 2e \sin M$$

Quel lien peut-on faire entre le résultat précédent et la méthode utilisée à la question 5 pour résoudre l'équation de Képler ?

Utilisons cette formule pour une première détermination.

Question 7

À partir de la table des longitudes du soleil et sachant que le passage du soleil au périhélie a eu lieu le 2 janvier à 14 heures estimer la longitude du périhélie ω en vous aidant de l'approximation ci-dessus. Vous choisirez une valeur positive comprise entre 0° et 360° . À titre d'indication cette longitude était égale à $282^\circ 4.5'$ en 1950.

Maintenant tous les éléments sont là pour que vous puissiez déterminer avec une *précision toute relative* la date et la durée des saisons pour l'année 2002.

Il est à noter que beaucoup d'éléments, en particulier l'unité de temps, n'ont pas été précisés, je m'en suis tenu à leur définition immédiate, celle que nous partageons. Or il y a beaucoup à dire et, là encore, rien n'est absolument figé.

Bon courage pour la fin des calculs et à bientôt pour une nouvelle série !