

## Détermination de l'orbite de la Terre



Vendredi 18 août 2006

Festival d'astronomie de Fleurance

## Préambule

### Rappel sur les coniques

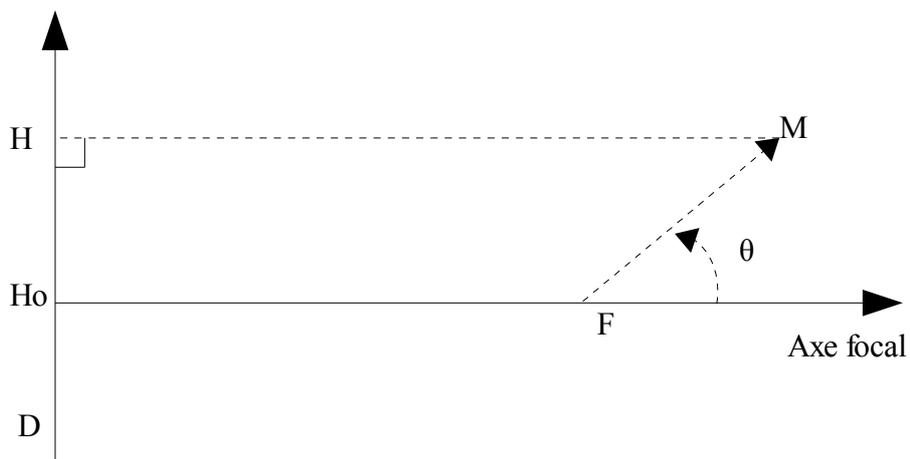
Une conique est l'ensemble des points  $M$  d'un plan tels que le rapport des distances à un point  $F$  et à une droite  $D$  soit constant.

$$FM / HM = Cte = e$$

$e$  est l'excentricité

$F$  est un foyer

$D$  est une directrice de la conique



On introduit souvent  $p$  le paramètre de la conique tel que

$$FH_o = p/e$$

## L'ellipse

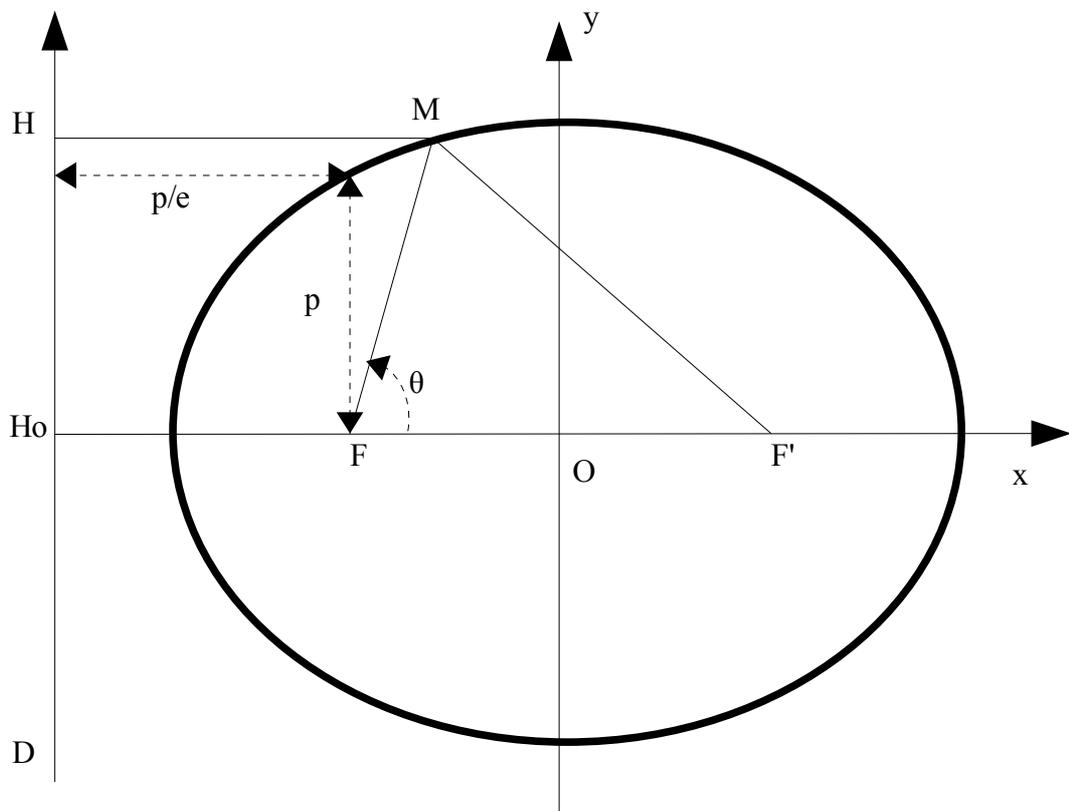
L'ellipse est une conique dont l'excentricité  $e$  est inférieure à 1.

Son équation est

$$\frac{X^2}{a^2} + \frac{Y^2}{b^2} = 1 \quad \text{avec} \quad a = \frac{p}{(1-e^2)} \quad \text{et} \quad b = \frac{p}{\sqrt{(1-e^2)}}$$

$a$  est le demi grand axe

$b$  est le demi petit axe



Si  $c$  est la distance  $OF$  on démontre alors que

$$e = \frac{c}{a} \quad \text{et} \quad a^2 = c^2 + b^2$$

$c$  est la demi distance focale

*NB: on parle de demi distance pour des raisons évidentes de symétrie.*

## Un peu d'histoire

Pour fixer les idées de l'étude du mouvement des corps célestes, quelques dates sont nécessaires:

1602 : KEPLER observe que les rayons vecteurs des planètes balayent des aires égales en des temps égaux. C'est la fameuse LOI DES AIRES.

1605 : Toujours par l'observation KEPLER identifie les orbites des planètes à des ellipses, de foyer le Soleil. Plus tard Newton qui retrouvera par le calcul différentiel ces trajectoires coniques, en déduira la loi de la gravitation.

1618 : de nouvelles mesures permettent d'établir la loi des périodes.

1667 : NEWTON maintenant muni de la théorie du calcul différentiel et intégral, reprend les observations de Képler et énonçant la loi de la gravitation universelle, confirme toutes les lois de Képler et ouvre ainsi la période du déterminisme scientifique et la voie à la conquête spatiale.

## Les lois de Képler

### Première loi

Chaque planète décrit, dans le sens direct, une ellipse dont le Soleil occupe l'un des foyers.

### Deuxième loi

Les aires décrites par le rayon vecteur planète-Soleil sont proportionnelles au temps employés pour les décrire.

## Troisième loi

Le cube du demi grand axe "a" d'une orbite d'une planète, divisé par le carré de la période de révolution sidérale "T" est une constante pour toutes les planètes du système solaire.

C'est-à-dire :

$$a^3/T^2 = \text{constante} \text{ ou bien } n^2 a^3 = \text{constante}$$

( étant le moyen mouvement =  $2\pi/T$  )

## Les lois de Newton

### -Les trois lois de la mécanique

#### Loi de l'inertie

Tout corps persévère dans l'état de repos ou de mouvement uniforme en ligne droite.

#### Loi fondamentale de la dynamique

Les changements de mouvement sont proportionnels à la force motrice et se font dans le sens de la force appliquée.

Soit

$$\Sigma \vec{F} = \frac{(d m \cdot \vec{v})}{dt} = m \cdot \vec{a}$$

#### Loi des actions réciproques

À toute action est opposée une réaction égale

#### Loi de la gravitation universelle

Deux corps ponctuels de masse  $M_A$  et  $M_B$  s'attirent avec une force proportionnelle à chacune des masses, et inversement

proportionnelle au carré de la distance qui les sépare. Cette force a pour direction la droite passant par le centre de gravité de ces deux corps.

La force exercée sur le corps  $B$  par le corps  $A$  est vectoriellement donnée par

$$\vec{F} = -G \cdot \frac{(M.m)}{r^2} \cdot \vec{u} = -G \cdot \frac{(M.m)}{r^3} \cdot \vec{r}$$

### Vocabulaire

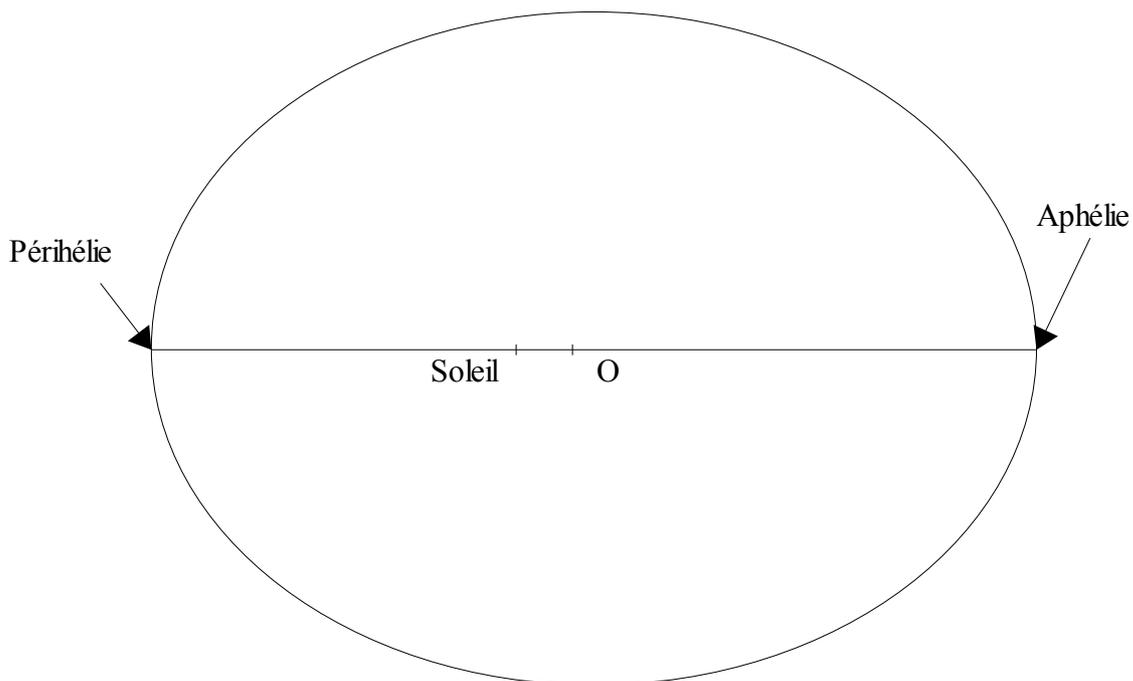
- Périhélie:

Le périhélie est le point de l'orbite d'un corps céleste (planète, comète, etc.) qui est le plus rapproché du Soleil. Cela se dit aussi de l'époque où l'objet a atteint ce point.

- Aphélie:

L'aphélie est le point de l'orbite d'un objet (planète, comète, etc.) où il est le plus éloigné du Soleil, autour duquel il tourne.

On prononce apélie et non afélie car il ne s'agit pas d'un  $\varphi$  grec mais de la rencontre accidentelle d'un p et d'un h.



## Détermination du demi grand axe $a$ et de l'excentricité $e$

### Données:

Masse :  $1,9891 \cdot 10^{30}$  kg

Densité :  $1408 \text{ kg.m}^{-3}$

Diamètre apparent au périhélie:  $0^{\circ}32'36''$

Diamètre apparent au aphélie:  $0^{\circ}31'32''$

Et c'est tout...

### Résultats:

$a =$

$e =$

### Conseils:

Comme toujours, attention aux unités (surtout avec la calculatrice).

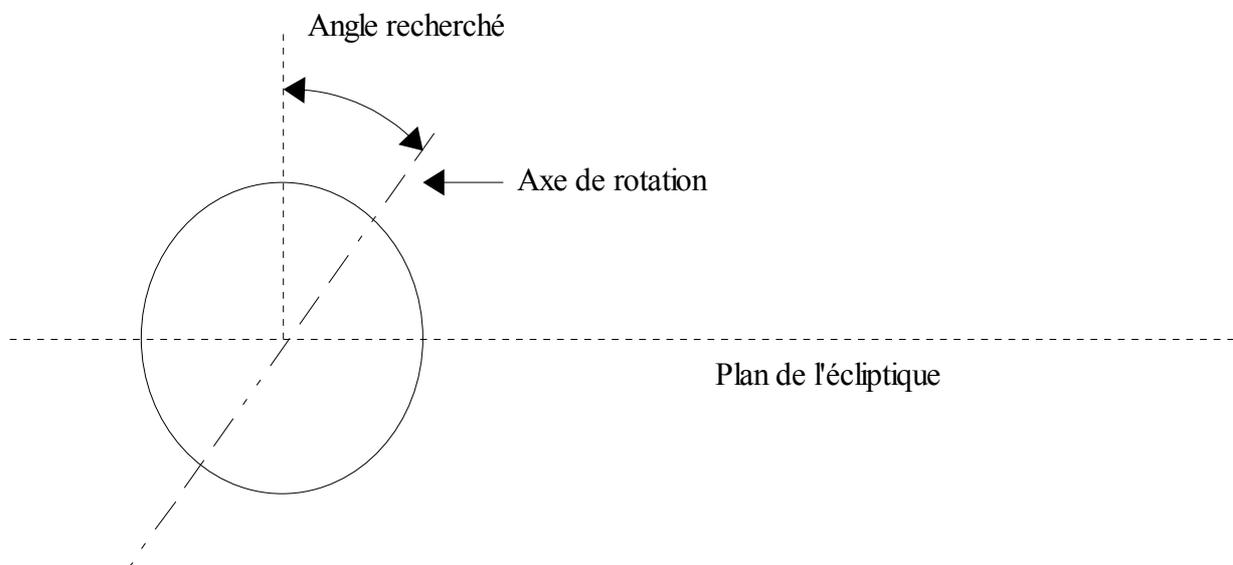
Se rappeler de l'erreur classique de notre jeunesse lors des calculs sur un cercle.

## Détermination de l'obliquité de l'écliptique

### Définition

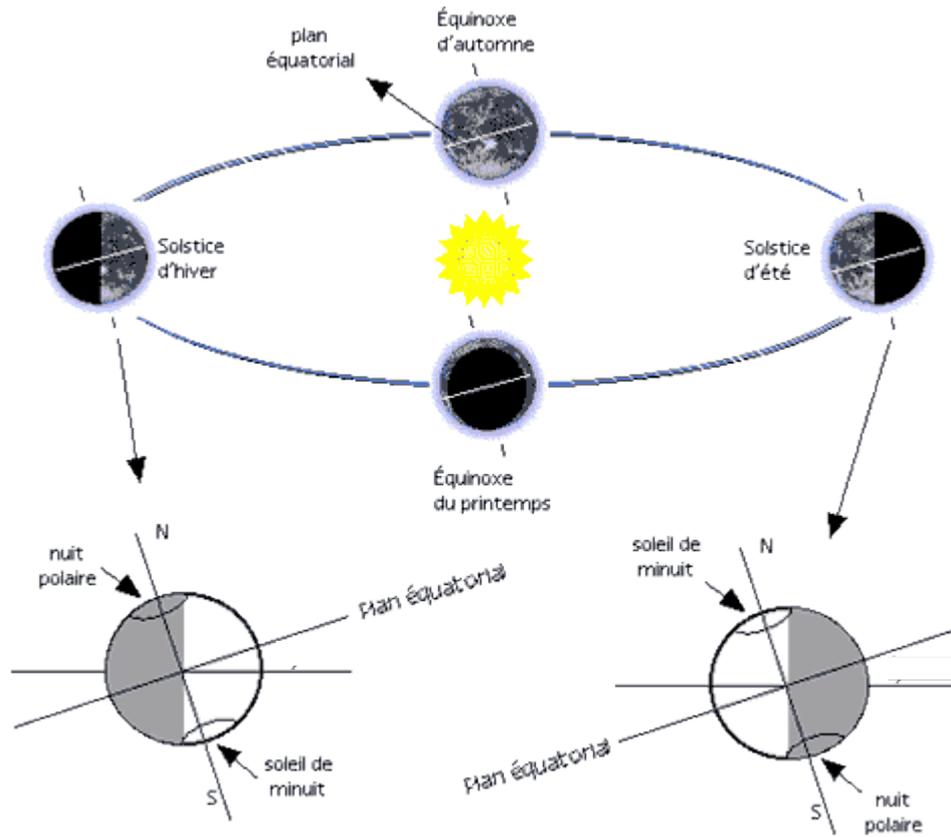
Tout d'abord il est nécessaire de définir ce qu'est le plan de l'écliptique. C'est le plan contenant l'orbite de la Terre.

L'obliquité de l'écliptique est l'angle formé par l'axe de rotation de la Terre avec le plan de l'écliptique. Cette inclinaison est responsable des saisons.

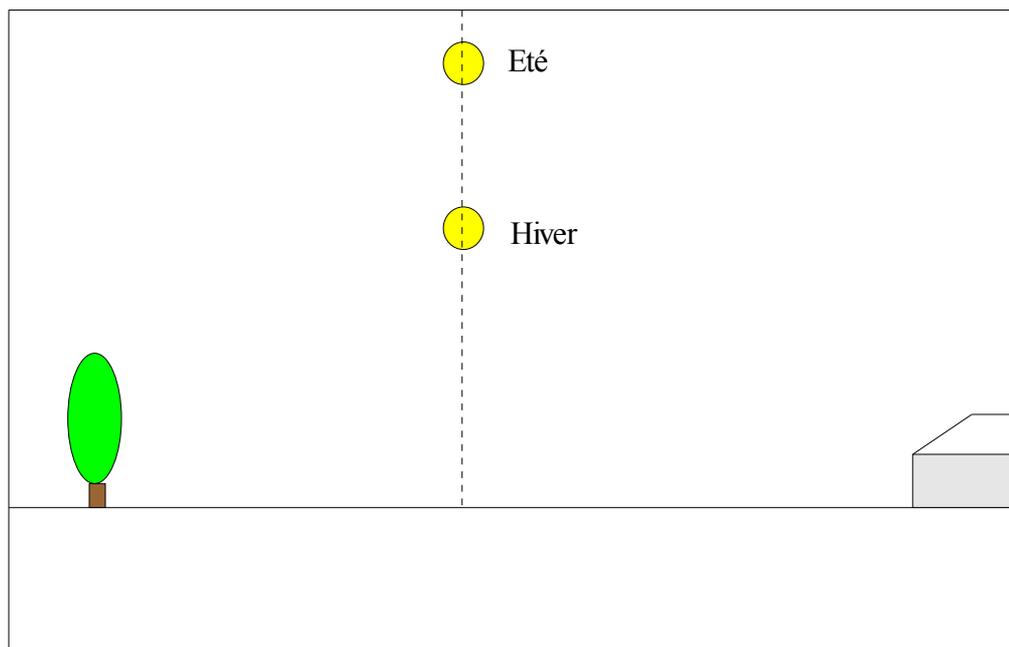


Pour déterminer cet angle nous allons nous servir des positions du Soleil à plusieurs dates de l'année.

En effet suivant la saison le Soleil est plus ou moins haut dans le ciel. Il est en effet plus « haut » en été qu'en hiver. Ceci s'explique par l'inclinaison de l'axe de rotation par rapport au plan orbital.



Lors des solstices le Soleil ces positions « extrêmes » dans le ciel.



Entre ces deux positions on peut replacer 87 disques de la même taille que le Soleil ( $0^{\circ}32'$ ).

Calculons maintenant l'obliquité de l'écliptique.

$\Theta =$