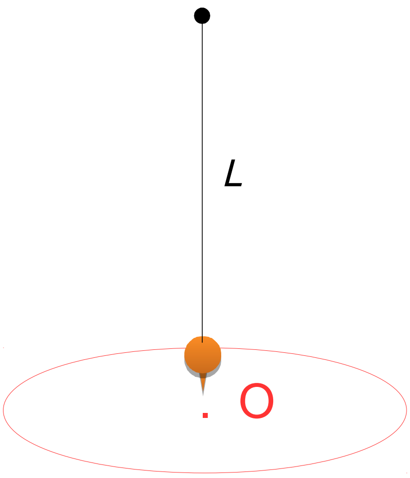
Situation de
l' Observatoire de Jolimont

Longitude : 1° 27' 48" Est
Latitude : 43° 36' 42" Nord
Altitude : 195 m

# Le pendule de Foucault et la rotation de la Terre

## Le pendule de Foucault

C'est une lourde sphère de métal disposée à l'extrémité d'un fil d'acier, lui-même fixé au plafond.

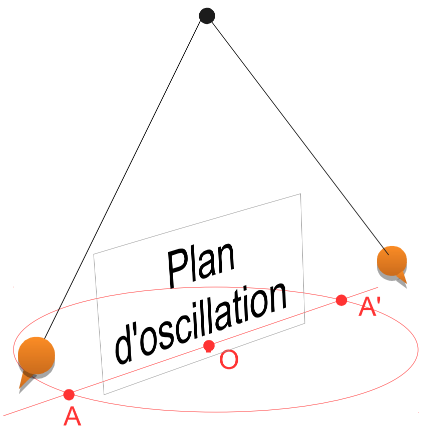



La longueur du pendule, notée *L*, s'étend du point d'accrochage du fil au centre de gravité de la sphère.

Au repos le pendule se situe à la verticale d'un point *O* pris comme origine.

Pour les besoins de l'expérience on trace un cercle de centre *O* et de 1 mètre de rayon.
Les mesures seront prises sur la circonférence de ce cercle.

## L'expérience du pendule de Foucault




Écartons le pendule de sa position de repos et lâchons-le :

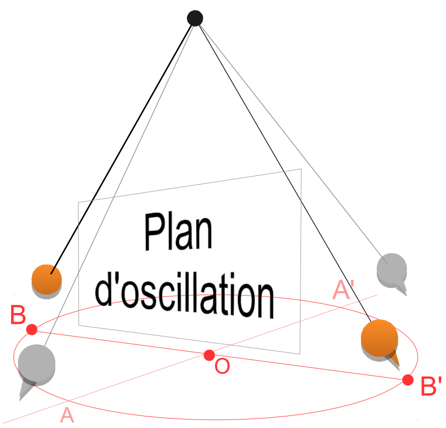
***Il se met à osciller dans un plan.***

Notons sur la circonférence la trace de ce plan par les points A et A'.

Mesurons le temps que met le pendule pour réaliser 60 oscillations complètes (les physiciens disent 60 périodes) : 6 min et 7 s.

Une oscillation complète *T* ( une période) vaut donc :

$$T=\frac{6\,min\quad 7\,s}{60}=\frac{367\,s}{60}=6{,}12\,secondes$$




Mais le plus remarquable est que durant ces six minutes

***le plan d'oscillation ne reste pas fixe :***
***il tourne autour de son axe vertical.***

La rotation du plan d'oscillation est mesurée sur la circonférence par le segment *AB* ou par *A'B'* qui lui est égal.

Le segment *AB* mesure 18,5 millimètres après 60 périodes.

La rotation se fait dans le sens des aiguilles d'une montre.

## Détermination de la longueur $L$ du pendule de Foucault

La période $T$ d'un pendule dans le cas de petites oscillations , comme ici, est donnée par :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

où $T$ est la période (secondes ), $L$ la longueur du pendule (mètres)
$g$ l'accélération de la pesanteur terrestre.

Nous connaissons $T$ (6,12 *s*) , $g$ ( 9,81 $m/s^2$ ) et $\pi$ (3,14...) ; nous cherchons $L$.

Élevons au carré : $T^2 = 4\pi^2 \frac{L}{g}$ , isolons $L$ : $L = \frac{T^2 g}{4\pi^2}$ .

Numériquement : $L = \frac{6{,}12^2 \times 9{,}81}{4 \times 3{,}14^2} = \frac{37{,}5 \times 9{,}81}{4 \times 9{,}86} = \frac{367{,}9}{39{,}44} =$ **9,32 *mètres***

## Détermination de la latitude $\lambda$ de Toulouse

Léon Foucault a montré que la durée de rotation $R$ du plan d'oscillation dépend de la latitude du lieu où se passe l'expérience : $R = \frac{86164 \ \text{secondes}}{\sin\lambda}$ . $R$ est en secondes ; 86164 est le nombre de secondes dans une rotation complète de la Terre par rapport aux étoiles (les astronomes disent « un jour sidéral ») ; $\lambda$ est la latitude du lieu.

### Détermination de la durée $R$ de rotation du plan d'oscillation.

Nous avons vu qu'en 6 min et 7 s soit 367 s , le plan d'oscillation s'est déplacé de 18,5 millimètres sur la circonférence de centre *O*.

Assimilons ce petit segment de droite à l'arc de cercle correspondant. L'erreur commise est négligeable.

La circonférence $C$ de centre $O$ et de 1 mètre de rayon mesure $C = 2\pi \times 1 = 6{,}283$ *mètres* et 18,5 millimètres représentent le 1 / 339,621 ième de cette circonférence.

La durée d'une rotation complète du pendule, à Toulouse est donc théoriquement de :

367 s x 339,621 = 124 641 s soit **$R$ = 34 ᴴ 37 ᵐ 21 ˢ**

Cette valeur est théorique car le pendule ne fait jamais un tour complet. Les frottements et la torsion du fil amortissent le mouvement : le pendule finit par s'arrêter de lui même en quelques heures.

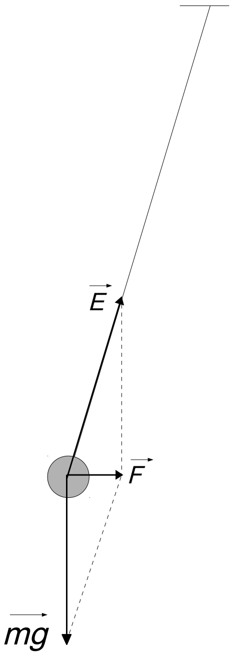
### Détermination de la latitude $\lambda$ de Toulouse

Réarrangeons la formule de Foucault pour isoler $\lambda$ : $\sin\lambda = \frac{86164}{R}$

On a : $\sin\lambda = \frac{86164}{124641} = 0{,}691$ , $\arcsin(0{,}691) = 43°{,}709$ soit **$\lambda$ = 43° 42'**

**Vérification** : la latitude *vraie* de Jolimont est de 43° 36' 42 '' , par suite *l'erreur commise est inférieure à 1 %* .

## Pourquoi le pendule oscille-t-il ?




Le pendule est soumis à deux forces :

- son poids noté *mg* qui est dû à l'attraction terrestre,

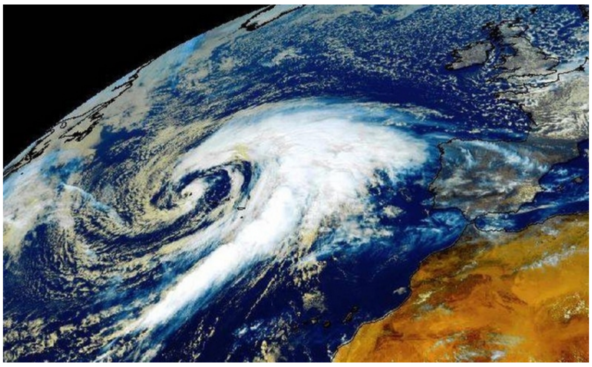
(*m* est la masse de la sphère, *g* l'accélération de la pesanteur. On néglige la masse du fil)

- la tension du fil *E* qui retient la sphère.

La résultante des deux est la force *F* ou «*force de rappel* »qui tend à ramener le pendule vers la position d' équilibre.

Lorsque le pendule passe par la verticale la force *F* s'annule, mais il possède une certaine vitesse. Il continue donc son mouvement dans l'autre sens.
La force de rappel réapparaît, en sens inverse, et freine le mouvement jusqu'à l'arrêter : c'est le sommet de l'oscillation. A ce moment le pendule repart dans l'autre sens et ainsi de suite.
Ce mouvement illustre la première loi de Newton, ou « *principe d'inertie* », initialement formulé par Galilée.

## Pourquoi le plan d'oscillation tourne-t-il sur lui-même ?



**Enroulement d'un front froid sous l'effet de la force de Coriolis. © Météo France**

Cet effet est dû à la rotation de la Terre autour de l'axe des pôles. Coriolis a montré en 1835 que *tous les mouvements à la surface de la Terre subissent une déviation* de leur trajectoire par suite de la rotation terrestre. On appelle « *force de Coriolis* » l'agent qui cause cette déviation.

La force de Coriolis, bien que faible, est à l'origine de mouvements de grande ampleur, comme l'enroulement des dépression météorologiques ou la direction des vents alizés.
La *rotation du plan du pendule de Foucault* est due à la force de Coriolis.

La force de Coriolis agit en sens inverse dans les deux hémisphères : un pendule de Foucault lancé dans l'hémisphère sud tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre !

**Le pendule de Foucault de la Société d'Astronomie Populaire à l'Observatoire de Jolimont**