

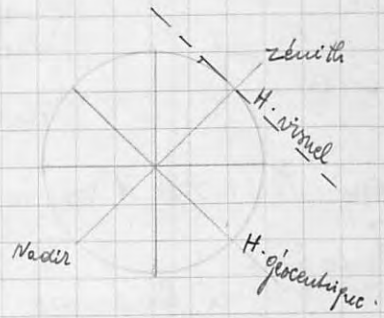
# Cosmographie.

## But.

- 1° Description (mouvements etc)
- 2° Distances, grandeurs, formes des corps célestes
- 3° Constitution physique et chimique.

- 1. mouvement diurne (est → ouest), commun à tous.
- 2. ——— particulier (planètes p.ex.) vagabondage  
entre les étoiles fixes

- 1. Horizon géocentrique
- 2. ——— visuel
- 3. ——— physique ou sensible



jour sidéral: 23h 56' 4" 0,9

différence de 4' avec le jour (moyen) solaire.

## Dimensions.

Distance Soleil - Terre = 23400 RT = 149 millions de km.

train: 60 km/h	:	283 pas
boulet de canon: 500 m/s	:	85 "
piéton: 5 km/h	:	3400 "
son: 340 m/s	:	140 "

$$R_{\text{sol}} = 109 R_T = 700.000 \text{ km}$$

$$\begin{array}{ccc} S & 234 \text{ m} & T \\ R = 1 \text{ m} & & R = 10 \text{ cm} \end{array}$$

Masse du soleil :  $1.900.000 \times M_T$

$$M_T = \begin{cases} 6 \times 10^8 \text{ tonnes} \\ 5,958 \times 10^8 \text{ tonnes} \end{cases}$$

Il y a 9 planètes : Pluton dist. au sol :  $46 \times D_{\text{sol-terre}}$   
 $46 \times 149.000.000 \text{ km}$ .

Année de lumière. unité astronomique.

$$\begin{aligned} &= 365 \times 24 \times 3600 \times 300.000 \text{ km} \\ &= 9 \text{ milliards km} \end{aligned}$$

le Parsec c'est la distance à laquelle on verrait sous un  $\angle$  d'une sec. la distance Soleil - Terre.



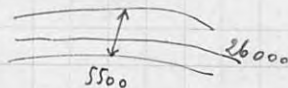
$$\text{Parsec} = 3,25 \text{ années de lumière.}$$

Rem. Pour voir 1 m sous un  $\angle$  de  $1''$  il s'éloigne à 206 m!

Distances

$\alpha$ Centaure	4,3 a.l.
Sirius	8,8 a.l.
étoile polaire ( $\alpha$ petite ours)	36 a.l.
la plus éloignée (isolée)	140.000 a.l.

Armes d'étoiles  $1^\circ$  voie lactée du N.E.  $\rightarrow$  S.O.



bande jaunâtre (toutes petites étoiles)  
dist à parcourir 26000 a.l. du N.E.  $\rightarrow$  S.O.  
largeur 5500 a.l.  
 $4 \frac{1}{2}$  milliards d'étoiles.

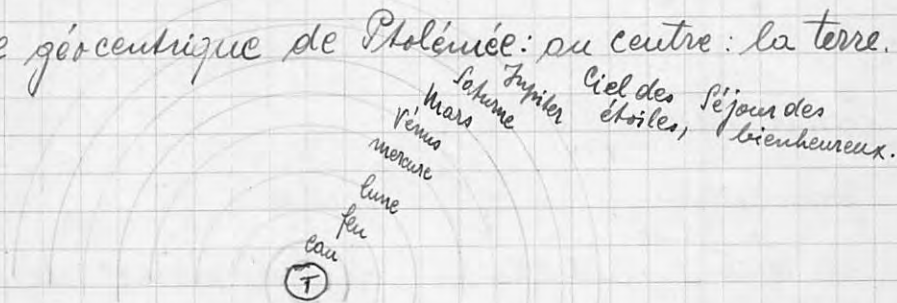
2° amas hypergalactiques : longueur 2 millions a.l.  
distance : 10 millions d'a.l.

Pégasus (5 groupes d'amas) 16 millions d'a.l.

---

Espace limité ou non?

I Système géocentrique de Ptolémée: au centre : la terre.



II Système héliocentrique de Copernic.

p. 6. 1° Les étoiles et le soleil sont immobiles dans l'espace  
c.à.d. autour de lui gravitent les satellites.

Le soleil a pourtant un mouv. de rotation  
et de translation 5 km/s vers la constellation  
d' Hercule.  
de mêmes brutes les étoiles.

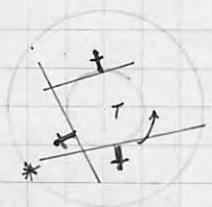
2° Les planètes (corps sphériques) tournent sur elles-mêmes  
(rotation autour de leurs axes)  
le jour sidéral explique le mouvement diurne  
des astres.

3° Toutes les planètes se déplacent autour du soleil  
en un mouvement de translation.  
terre :  $365 \frac{1}{4}$  jours.

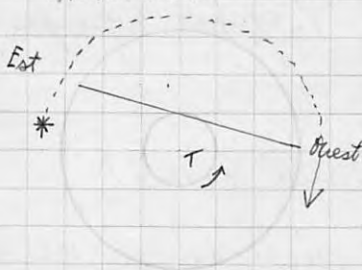
---

# Preuves pour la rotation de la terre. p. 8.

I Copernic.



Ptolémée.



II Preuve mécanique.

$$\text{force centrifuge } F = \frac{mv^2}{R} = m\omega^2 R$$

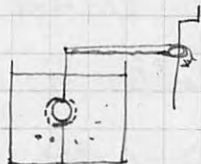
cette force deviendrait  $\infty$ ; la force attract. de la terre devrait équilibrer la ~~par~~ le soleil! Elle serait entraînée par lui "à tous les diables".

pour Sirius la f. centrifuge serait infinie!

III Preuve d'analogie.

la terre est une planète comme mars, jupiter etc.

IV Preuves expérimentales.



1° la gouttelette s'aplatit aux deux pôles, se renfle à l'équateur.

2° formation d'un tore

3° tore se décompose en sphérules (mouv. aut. de leurs axes, de transl. autour de la goutte)

Exp. de Foucault. p. 11.

## Déviations de la normale des corps qui tombent.

exp. réalisée dans les puits de mines.



Une balle se déplace de la verticale sur 158 m de 0,038 m.

On a la vitesse de la balle est plus grande que celle du point B.



vitesse de B > vit. de A.

Si l'on tire de A → B; la vitesse du proj. est celle de A: le point B devance le projectile qui est dévié vers l'ouest.

## Translation I Supp. que le soleil se déplace autour de la terre

Janv. Bélier

alors on le voit successivement dans la direction d'une autre constellation



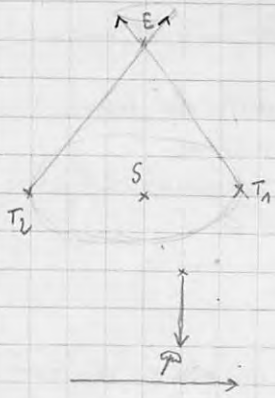
Si la terre se déplace, le mouvement du soleil n'est qu'apparent; il occupe successivement les mêmes positions que dans le premier cas.

II Analogie. Toutes les planètes sont prises de mouvements de transl. autour du soleil; la terre est une planète.

III Preuve mécanique.

pour le système géocentrique la vitesse du soleil serait trop grande.





l'étoile semble se déplacer sur une ellipse - mouvement ~~par~~ parallaxique des étoiles dû au déplacement de la terre.

parapluie (pour se protéger <sup>contre</sup> de la pluie ;)

de même on doit placer les lunettes astr. dans un certain angle.



vit. lum = 300.000 km/s  
vit terre = 30 km/s

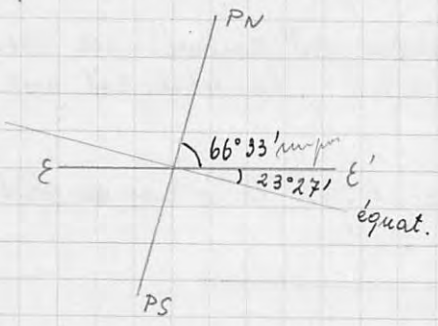
Il faut composer les vitesses comme les forces dans le # des forces.

C'est l'angle d'aberration qui est petit. (20" ouest-e)

Plan de translation = l'écliptique.

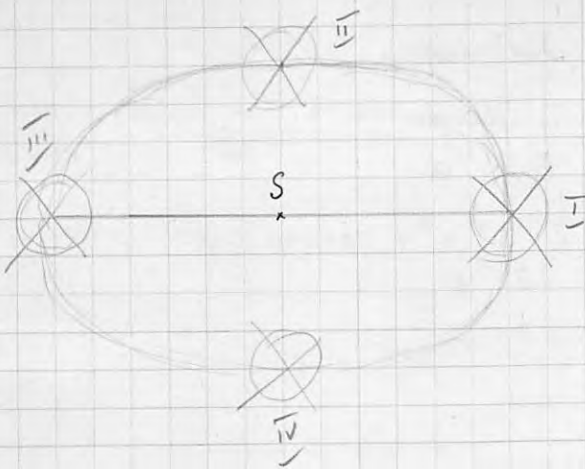
pour qu'il y ait éclipse, il faut que S T L se trouvent dans un même plan.

L'axe de rotation est incliné sur l'écliptique.



L'axe terrestre reste // à lui-même pendant la translation.

D'où résulte: irrégularité des jours



II terre pas inclinée sur le soleil (|| au soleil)  
 tous les points restent également exposés au soleil.  
 égalité de jour et de nuit  
 équinoxe de printemps.

IV id. équinoxe d'automne.

I axe terrestre incliné, plan incliné (plan qui est  $\perp$  à ST)  
 inégalité de jours et de nuits;  
 solstice d'hiver.

jours < nuits (hém. boréal) ← solstice d'été.

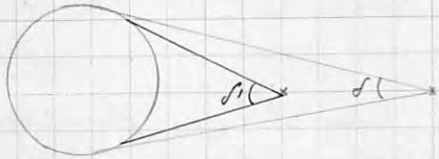
III id. j. > nuits (id) solstice d'hiver.

Vel. de transl.

$$v = \frac{e}{t} = \frac{2\pi \times 23400}{365 \frac{1}{4} \times 24 \times 60 \times 60} = 30 \text{ km/s.}$$

Soleil.

diam. apparent. d.



Plus on approche, plus le diam. app. augm.

~~d~~ d' > d ;

$$d = f \left( \frac{1}{f} \right)$$

trax	périgée	diam.	32' 36" 4	1 <sup>er</sup> janv.
	apogée		31' 32"	juillet
			32' 36" 4	janvier

En janvier le soleil se trouve plus près de la terre, mesuré plus bas.



360° degrés.

$T_1$  périhélie.

$T_1 S = d$ .

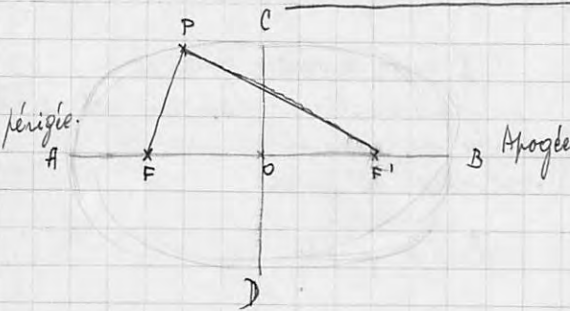
à  $32'36''4$  conesp. d.

à 1 . . . . .

à  $x$  . . . . .

$$\frac{32'36''4}{1} = \frac{d \times x}{32'36''4}$$

$x$



$2a =$  grand axe = AB

$2b =$  petit axe = CD

$FF' = 2c$ .

$$a^2 - b^2 = c^2$$

$2a > 2c$ .

l'eccentricité  $e$  défini par le rapp  $\frac{c}{a} = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a} = 0,01679$

si  $e = 0$ ;  $\frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a} = 0$ ;  $a = b$ ; cercle.

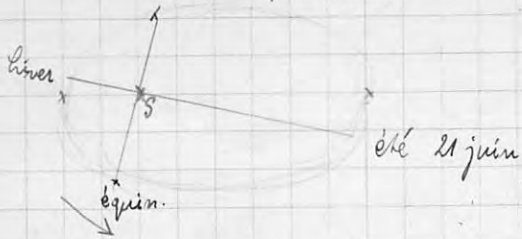
- I L'ellipse est presque un cercle pour la terre (ecc. faible)
- II Les aires balayées par le rayon vect (FP) en des temps égaux sont égales.

Les carrés des temps de transl. des planètes autour du soleil sont prop. aux cubes des grands axes.

$$\frac{T^2}{T'^2} = \frac{a^3}{a'^3}$$



23 sept. équin. d'out.



annid. le dépl. du sol. de l'équin. de print. y ou solstice d'été (20 mars - 21 juin) 92 j. 20 h. le printemps.

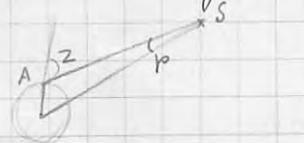
21 juin - 23 sept: 93 j. 14 h. été  
23 sept - 22 déc: 89 j. 21 h. automne  
22 déc - 20 mars: 89 j. hiver.



Si les temps sont inégaux, les aires balayées sont inégales; hiver la plus petite.

Dist. soleil-terre.

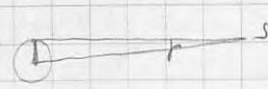
Parallaxe solaire: angle sous lequel un observateur placé au centre de la terre voit le rayon terrestre.



z est la dist. géométrique du soleil (H. des sinus)

$$\frac{\sin p}{r} = \frac{\sin z}{\text{Dist.}}$$

$$\text{Dist} = \frac{r \sin z}{\sin p}$$



S à l'horizon (parallaxe horizontale)  
z = 90°

$$p = 8'' 844 \pm 0'' 017$$

$$D_{ST} = \frac{R}{\sin 8'' 8}$$

1. ellipse à peu près circnf.  
Δ ATS (invariable, x petit)

$$\overline{TA} = \text{arc } \widehat{TA}$$

$$\overline{AT} = \overline{RT}$$

Les 4 au centre sont prop. aux arcs.

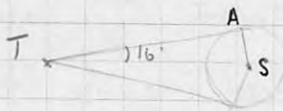
$$\frac{360^\circ}{1'} = \frac{2\pi D_{ST} \times 8,8}{360 \times 60 \times 60} = R_T$$

$$1'' \quad 8'' 8$$

$$D_{ST} = \frac{R_T \times 360 \times 60 \times 60}{2\pi \times 8'' \times 8}$$

$$= 23400 R_T$$

$$= 144000000 \text{ km}$$



$$AS = R = TS \times \sin 16'$$

$$= D_{ST} \times \sin 16'$$

$$R_A = 23400 R_T \sin 16'$$

$$= 109 R_T$$

1. circumf.

2. corde  $AS = \text{arc } AS = R_A$

3.  $\triangle AST \sim \triangle \text{isoc.}$

$$\frac{360^\circ}{16'} = \frac{2\pi D_{ST} \times 16}{360 \times 60} = \widehat{AS} = \widehat{AT} = R_A$$

$$R_A = \frac{2\pi D_{ST} \times 16}{360 \times 60} = \frac{2\pi 23400 R_T \times 16}{360 \times 60} = 109 R_T$$

$$= 692009 \text{ km}$$

$$\frac{S_{sol}}{S_T} = \frac{R_A^2}{R_T^2} = 109^2$$

$$S_{sol} = 109^2 \times S_T = 12000 \times S_T$$

$$\frac{V_A}{V_T} = \frac{R_A^3}{R_T^3} = 109^3 \quad | \quad V_A = 1300000 V_T$$

masse du soleil : appl. loi de Newton, loi de la pesanteur

$$M_A = 324000 M_T = 1932 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$M = V \times d.$$

$$M_s = V_s \times d_s = 324000 \times M_T$$

$$= 324000 \times V_T \times d_T$$

$$1300.000 \cdot V_T \times d_s = 324000 \times V_T \times d_T^{5,5}$$

$$d_s = \frac{324000}{1300000} \times 5,5 = \frac{1}{4} \cdot 5,5 = 1,4$$

Résultat : gaz en soleil.

### Description.

obsero. lunette

pendant les éclipses

photographie

héliospectroscopie.

parties :

1. noyau central
2. photosphère blanche
3. (avec cratères, taches noires)



- 3° couche absorb. (gaz et vap.)
- 4° chromosphère rosée avec protubérances
- 5° couronne (ou atmosphère coronale)

1° noyau, solide, liquide incandesc.

2° photosphère (lime)

protubérances : max. de haut. 600000 - 700000 km.

vitesse : 60-70-40 km/s. vit moyenne 150-160 km/s.

# Taches solaires

- 1° noyau sombre
- 2° pénombre
- 3° bourrelet très brillant (facule)  
(vap. de Ca)



les facules précèdent la format. de la tache.



minima	1867	max.	1871
	1879		1882
	1890		1894
	1902		1905
	1912		1916
	1923		1926
	1934		1938

périodicité: 11 ans

perturb. des aiguilles d'incl. et de décliv.

dépendent des variations des taches solaires

de même : { aurores boréales  
                  { orages.

coïncidence ? éruptions volcaniques et tremblements de terre;

maxima de temp. de pluie : nous approchons d'un max.  
(Abbe' Mureux)

- { 1° max. des taches
- { 2° — — protub.
- { 3° — des rayonnements coronaires.

Hale : tache = puerbill. de matières



associées à un courant  
(vit des mat 496 km/s)  
produisent champ<sup>él</sup> magn.

3000 gauss.

agit sur les aiguilles à la terre.

si le champ est Max.

masses magn. (nickel, cobalt)

champ du soleil agit sur cette masse (Laplace, Poincaré)

Déplacement des taches : dure 14 jours de l'est vers l'ouest.

inclinaison de l'axe du soleil

pour nous 27,4 jours

réalité 17,3

vit lin :  $19,2 \pm 1$  km/s.

Température du Soleil . 5462°

(mesure pyrométrique)  
Abbot et Ferole

5440°

5500°

5990°

Nordmann

moyenne : 6000°

on a déjà eu une temp. de 8000°

Energie solaire donnée par la constante solaire

en. envoyée par cm<sup>2</sup> normal. sur l'atmosph. ext. par  
minute = 1,95 C/m = 1,36 · 10<sup>6</sup> erg/min.

Pression de la lumière.

Lebedew.

$2 \times 4,46 \times 10^{-3}$  dynes cm<sup>2</sup>

= 10 gr de pression par ha

= 10<sup>5</sup> tonnes pour la surface de la terre.

attraction du Soleil : 80.000 millions x plus grande.

Constitution.

spectroscopie.

presque tous les corps de poids atom inf à 120

- 1 Fe avec 2 minerais
- Ni           Zn
- C            Cu
- Ca         Ag
- Ma         Pb
- K            Cr
- Na          Co
- 1 Si         1 H
- Mg

par les raies m e déterminé  
les proportions : la terre  
à les mêmes proportions.

pas dans le soleil.

- Sb    Au
- As    Hg
- Bi    Se
- Az ?   S



doux  
 Yrid.  
 Plut.  
 Uranium.  
 Plutonium  
 Tantal  
 Wôfram.

Chromosphère : H H $\alpha$  C Mg Ca

Couronne : Helium Coronium.

## Les Planètes.

1° Mars 15 oct - 15 mai



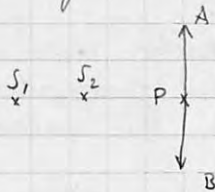
2° ne s'éloignent pas beaucoup du

3° plan de l'écliptique.  
 3° apparaissent dans la lunette.

4° présentent des phases (comme la Lune)  
 donc réfléchissent la lumière solaire.

5° pas de scintillation ; plus intense - plus faible

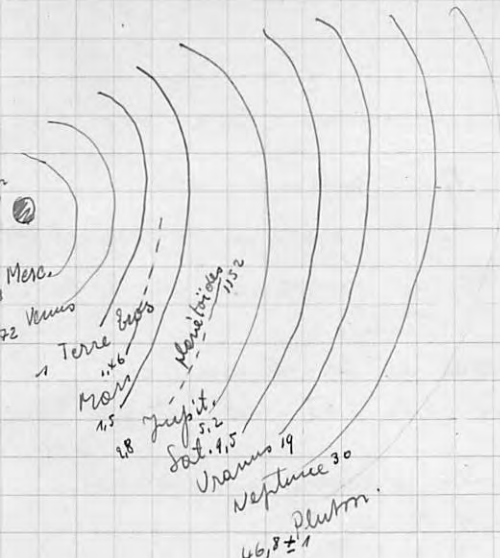
phén. interférentiel : (en acoustique 2 sons  
 lumière ej. à la lum. donne de l'obscurité)



S<sub>1</sub> pousse P vers A  
 S<sub>2</sub> ————— B  
 P reste en place  
 ou bien les 2 sources  
 poussent P vers A  
 double élongation.  
 réflexion en I

pas d'interférence pour les planètes  
 lumière incohérente.

dist. expr. en dist. S-T



Règle de Bode.

0	3	6	12	24	48	96	192	384	768
0,4	0,7	1	1,6	2,8	5,2	10	19,6	38,8	77,2

Lois de Képler. p. 40

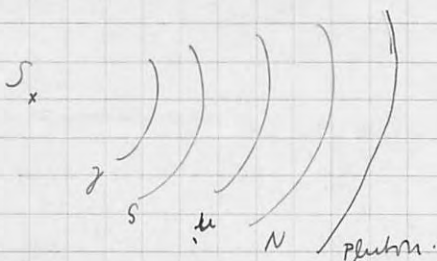
Loi de Newton:  $F = k \frac{m_1 m_2}{d^2}$

$k = 666 \times 10^{-10}$  dynes.

Les planètes ne tombent pas vers le soleil; elles ont une force centrifuge (force centripète) <sup>avancent grâce à la</sup> force

les inclinaisons des project. sur l'écliptique sont faibles

# Neptune.



$T_1$  action du soleil  
 $T_2$  + action de Jup. et Sat.  
 $T_3$  ne correspond pas à la  
 "réalité"

donc il existe une autre planète qui fait que la diff.  $T_2 - T_3$  soit 0.

Pickering Lowell : qui il doit exister 4 planètes en dehors de Neptune  
 Pluton. O P Q R

Pluton.

$46,8 \pm 1$

$320 \pm 10$  années

Série

détermin. de  $g$ .  $g$  augm. de l'éq. vers le pôle.  
 on trouve les  $R$  (correction force centrifuge)

pendule  
 comme mercure du baromètre

méthode de triangulation

base de  $11$ .

fil

on calcule

tous les élém. du  $\Delta$

sinus etc.



on partage la surface en  $\Delta$  qui se déterminent successivement.

trigom. sph. étudier les rayons de courbure

$$a = 6378,39715$$

$$b = 6356,078$$

$$\alpha = \frac{a-b}{a} = \frac{1}{299}$$

afinement  
diff. rapportée à  
l'unité

Clerk  $\alpha = \frac{1}{293}$

Helmer  
Hayford  $\frac{1}{297}$

rayonne R = 6366 km

en 24 h  
"

$$\frac{360^\circ}{24} = 15^\circ$$

à 1h de temp.	corresp.	15°
à 1m		15'
à 1 sec		15"

avance longitude est  
retard " ouest

diff. de longitude : diff. de temps x 15.

1° méthode du transport des chronomètres.

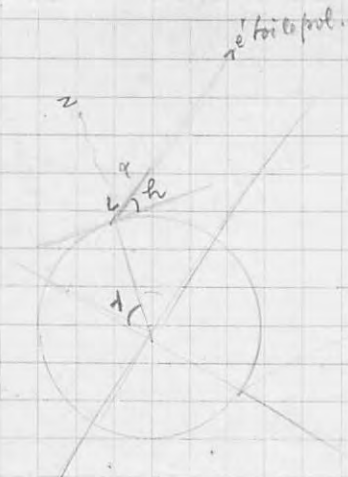
2° " optique

3° " astronomique

observe le passage d'une étoile ou d'un méridien.

4° signaux radio-télégraphiques

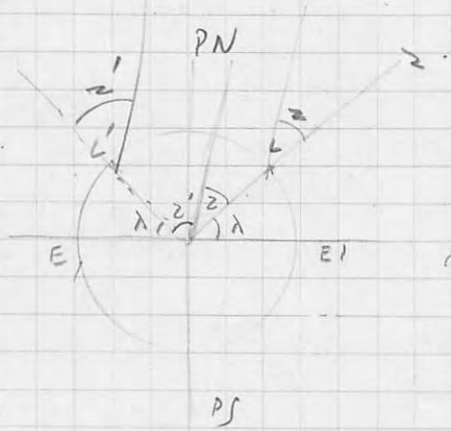
latitude & que le verticale du lieu forme avec  
le plan de l'équateur.



h est la hauteur  
de l'étoile polaire au dessus  
de l'horizon

$$h = \lambda$$

hauteur du pôle = latitude.



observer étoile circumpolaire  
dans les 2 passages (inf et  
sup) en dessus du méridien

$$\lambda + z' + z + \lambda = 180^\circ$$

$$2\lambda = 180^\circ - (z + z')$$

$$\lambda = 90^\circ - \frac{z + z'}{2}$$

Probl. Sachant que Yokohama a une  
avance de l'heure de 9h 9'16" sur Paris

sachant que Greenwich a un retard de l'heure  
de 9'21" sur Paris; Trouver la longitude  
de Yokoh. par rapp. à Greenw.

Quelle heure est-il à Yokohama s'il est  
midi à Rio Janeiro. On sait que  $\lambda$  de  
Rio p. rapp. à Paris =  $45^\circ 30' 06''$  ouest.



2<sup>e</sup> Probl. On obs. les 2 ast. jérith. au mom. de ses  
 2 passages : 1<sup>er</sup> 92° 14' 24" 2<sup>e</sup> = 6° 30' 20"

latitude de cet lieu:  $\lambda = 90^\circ - \frac{92^\circ 14' 24'' + 6^\circ 30' 20''}{2}$

$$\begin{array}{r} 89^\circ 54' 60'' \\ 49^\circ 17' 22'' \\ \hline 40^\circ 42' 38'' \end{array}$$

$$\begin{aligned} &= 90^\circ - \frac{98^\circ 84' 44''}{2} \\ &= 90^\circ - 49^\circ 17' 22'' \end{aligned}$$

$\lambda = 40^\circ 42' 38''$

Lune

parallèle horiz.



Niveau lux



observ.  
de 3 jours

x S x S' 4' de retard sur l'étoile  
 x L L' 50' 30'' de retard.

T L S conjonction

L T S opposition