

Au début du XVII<sup>e</sup> siècle, Kepler améliore le modèle de Copernic en publiant 3 lois sur le mouvement des planètes autour du Soleil. Pour parvenir à ses lois, Kepler s'est appuyé sur les observations astronomiques minutieuses de Tycho Brahe.

Bien qu'effectuées à l'œil nu, les mesures de Tycho Brahe sont, à leur meilleur, au moins dix fois plus précises que celles de ses prédécesseurs en Europe. Et ses observations des positions de la planète Mars jouent un rôle décisif dans la découverte de ses lois par Kepler.

Bien que précieuses, les informations sur lesquelles s'est appuyé Kepler était très parcellaires et le fait que ces lois soient encore étudiées aujourd'hui est un authentique exploit.

On dispose aujourd'hui d'une orgie de données et un site comme [satellitetracker3d.com](http://satellitetracker3d.com) où sont représentées les trajectoires et informations de l'essaim de satellite qui entoure la Terre permet de retrouver sans trop de peine les intuitions de l'astronome Allemand.

Dies	Prothaphae. ma. ep. confum.			Verus Lune locus ab equinoctio verno			Differentia			Latitudo Lunae			Diff. calc. utr.	Differentia calculi Alph. Cop.	11 <sup>r</sup> 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50	
				Sig.	G.	M.	Se.	Gr.	M.	Se.	Gr.	M.				
	G.	M.	S.													
1	0	50	12	S	III	14	54	11	11	59	45	2	18	M. D.	P. 1 M. 19 M. 12	
2	2	1	2	S	III	26	53	56	12	1	38	3	14	M. D.	2 25 M. 7 37 M. 49 10	
3	3	9	59	S	II	8	55	34	12	4	22	4	1	M. D.	7 40 M. 7 40 M. 59	
4	4	16	12	S	II	20	59	56	12	9	29	4	36	M. D.	7 47 M. 10 47 M. 63	
5	5	17	18	S	III	3	9	25	12	15	47	5	1	M. D.	10 P. 13 M. 13 M. 12	
6	6	12	6	S	II	15	25	12	12	26	30	5	11	M. A.	11 13 M. 13 58 M. 13	
7	6	56	11	S	III	27	51	42	12	45	29	5	7	M. A.	12 40 M. 12 40 M. 45	
8	7	21	17	S	X	10	37	11	13	4	13	4	47	M. A.	12 28 M. 12 28 M. 29	
9	7	27	40	S	X	23	41	24	13	31	2	4	13	M. A.	14 15 M. 14 15 M. 10	
10	7	7	12	S	Z	7	12	26	13	56	26	3	24	M. A.	14 4 P. 6 P. 6	
11	6	21	21	S	Z	21	8	52	14	24	21	2	20	M. A.	13 12 M. 13 12 M. 19	
12	5	7	36	S	III	5	33	13	14	47	51	1	7	M. A.	14 30 M. 14 30 M. 25	
13	3	30	19	S	III	20	21	4	15	13	5	56	0	13	S. A.	12 39 S. A. 12 39 S. A. 23
14	1	34	58	S	X	5	27	0	15	13	0	1	33	S. A.	8 32 S. A. 8 32 S. A. 13	
15	0	27	26	A	X	20	40	0	15	10	15	2	46	S. A.	4 7 M. 2 7 M. 2	
16	2	27	7	A	V	5	50	15	14	58	35	3	47	S. A.	0 27 M. 0 27 M. 20 30	
17	4	15	7	A	V	20	48	50	14	38	26	4	32	S. A.	3 58 M. 3 58 M. 38	
18	5	42	58	A	Z	5	27	16	14	11	27	4	58	S. A.	5 78 M. 5 78 M. 52	
19	6	43	50	A	Z	19	38	43	13	44	9	5	4	S. D.	4 87 M. 4 87 M. 60	
20	7	17	24	A	II	3	22	52	13	16	59	4	52	S. D.	4 90 M. 4 90 M. 61	
21	7	23	47	A	II	16	39	51	12	47	35	4	25	S. D.	4 87 M. 4 87 M. 56	
22	7	0	47	A	II	29	27	26	12	26	54	3	45	S. D.	4 69 M. 4 69 M. 40	
23	6	17	7	A	II	11	54	20	12	9	40	2	55	S. D.	5 41 M. 5 41 M. 24	
24	5	16	11	S	II	24	4	0	11	56	23	2	0	S. D.	10 1 P. 1 P. 1 7 40	
25	4	1	59	A	Z	6	0	23	11	50	35	0	54	S. D.	6 27 M. 6 27 M. 11	
26	2	42	0	A	Z	17	50	58	11	50	34	0	4	M. D.	10 33 M. 10 33 M. 23	
27	1	21	58	A	Z	29	41	32	11	53	30	1	7	M. D.	7 18 M. 7 18 M. 27	
28	0	4	53	A	II	11	35	2	11	56	22	2	8	M. D.	6 4 M. 6 4 M. 24	
29	1	9	19	S	II	23	31	24	12	5	2	2	59	M. D.	5 4 M. 5 4 M. 16	
30	2	14	52	S	II	5	36	26	12	13	15	3	47	M. D.	3 11 M. 3 11 M. 1	
31	3	12	13	S	II	17	49	41	12	18	58	4	24	M. D.	1 22 M. 1 22 M. 23 50	

1599. MARTIVS.



## Première loi

Visualiser différentes trajectoires de satellites. En cliquant sur l'onglet de réglage, vous pouvez filtrer certaines orbites. En affichant seulement les HEO, une propriété extrêmement dure à déceler du temps de Kepler devrait vous sauter aux yeux.

- Comment décrire géométriquement les orbites des satellites ? Qu'ont-elles en commun ?

## Deuxième loi

Après avoir cliqué sur un satellite, l'icône ressemblant à un compteur de vitesse permet d'avoir des informations sur son mouvement.

- Trouver un lien entre l'altitude d'un satellite et sa vitesse.

### Troisième loi

On se concentre maintenant sur le lien entre la période orbitale et la distance au centre de la Terre aux valeurs de hauteur indiquées.

3. Remplir le tableau suivant en sélectionnant des orbites approximativement circulaires avec des hauteurs différentes (étagées entre 300 km à 36000 km). On donnera les valeurs telles qu'on les lie sur le site.

	satellite 1	satellite 2	satellite 3	satellite 4	satellite 5	satellite 6
hauteur (en km)						
période de l'orbite (en h et min)						

4. Compléter le code Python du programme `loitrois.py` afin de faire les conversions et calculs demandés.

```
1 ##### ENTRER LES VALEURS OBTENUS DANS LES LISTES SUIVANTES
2 Hauteurs = [hauteur en km, hauteur en km, hauteur en km, ...]
3 Périodes = [(heures,minutes),(heures,minutes),(heures,minutes),...]
4
5 ##### CONVERSION DES HAUTEURS EN RAYON DE L'ORBITE (EN m)
6 RT = 6.378E6 # rayon de la terre en m
7 R = [] # Liste vide qui devra contenir les rayons des orbites en m
8 for h in Hauteurs:
9     R.append(.....)
10
11 ##### CONVERSION DES PÉRIODES EN s
12 T = []
13 for (heures,minutes) in Périodes:
14     T.append(....)
15
16 ##### POUR CHAQUE COUPLE (R,T), ON SOUHAITE CALCULER ET AFFICHER LE QUOTIENT  $T^2/R^3$ 
17 for i in range(len(R)):
18     quotient = .....
19     print(quotient)
```

5. Que remarquez-vous ?

Newton a plus tard confirmé la troisième loi de Kepler et trouvé que  $\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$  où  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$  est la constante de gravitation universelle et  $M$  est la masse de l'astre central.

6. Déterminer la masse de la Terre.