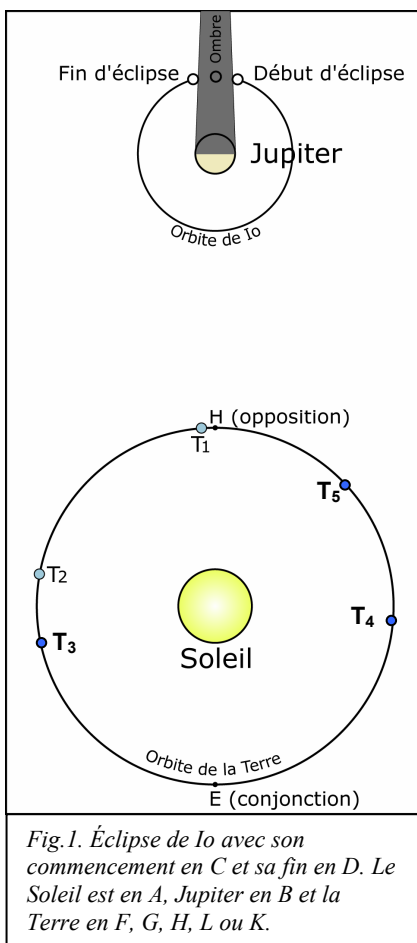


La lumière a-t-elle une vitesse infinie

d'après un article de Francis Berthomieu, Cahiers Clairaut n°130 (Comité de Liaison Enseignants et Astronomes)

En 1610, Galilée observe Jupiter dans sa lunette et découvre quatre satellites, quatre lunes de Jupiter. On les appellera Io, Europe, Ganymède et Callisto.

En 1676, Rømer observe les éclipses de Io depuis l'observatoire de Paris. Lorsque ce satellite traverse l'ombre de Jupiter, on le voit s'éteindre brusquement. Rømer essaie de fabriquer des tables pour prévoir les horaires de ces éclipses mais



Quelques précisions :

- Sur ce schéma vu du nord, la Terre tourne autour du Soleil dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, de même que Io autour de Jupiter.
- Le schéma est fait sans aucun respect d'échelles et en supposant Jupiter immobile.
- Quand Io passe de C à D, dans l'ombre de Jupiter, il est éclipsé.
- On parle de quadrature de Jupiter lorsque l'angle Soleil Terre Jupiter est un angle droit.
- Quand la Terre est en H, on dit que Jupiter est à l'opposition (vus depuis la Terre, on voit Jupiter à l'opposé du Soleil).
- Quand la Terre est en T₄ ou T₅ (avant l'opposition), on voit le début des éclipses (en C) mais la fin (en D) est cachée par Jupiter. Quand la Terre est en T₂ ou T₃ (après l'opposition), on voit la fin des éclipses (en D) et non le début.

A partir des éphémérides actuelles des éclipses de Io, essayez de refaire le travail de Rømer.

1. La Terre tourne sur son orbite autour du Soleil. Autour de quelles positions, la distance Terre Jupiter varie-t-elle le moins ?
2. Pourquoi ne peut-on observer Jupiter quand la Terre est en E ?
3. À partir des tableaux ci-dessous, est-il possible de calculer le temps que met Io pour faire un tour autour de Jupiter ? Cette durée sera appelée période de révolution de Io. On pourra utiliser les débuts d'éclipses (avant l'opposition) ou les fins d'éclipses (après l'opposition).

4. En utilisant un tableur, calculez la période moyenne de Io au moment de l'opposition.

Extraits d'éphémérides donnant les débuts et fins d'éclipses de Io en 2010.

Date	heure
Commencements d'éclipses de Io	
<i>proches de la quadrature</i>	
11/06/2010	14 :25 :36
13/06/2010	8 :54 :00
15/06/2010	3 :22 :36
16/06/2010	21 :51 :06
18/06/2010	16 :19 :36
20/06/2010	10 :48 :06
22/06/2010	5 :16 :42
23/06/2010	23 :45 :06
25/06/2010	18 :13 :42
27/06/2010	12 :42 :12
29/06/2010	7 :10 :42
<i>proches de l'opposition</i>	
13/09/2010	9 :37 :42
15/09/2010	4 :06 :18
16/09/2010	22 :34 :54
18/09/2010	17 :03 :36
20/09/2010	11 :32 :12

Fin d'éclipses de Io	
<i>proches de l'opposition</i>	
22/09/2010	8 :15 :12
24/09/2010	2 :43 :48
25/09/2010	21 :12 :24
27/09/2010	15 :41 :06
29/09/2010	10 :09 :42
<i>proches de la quadrature</i>	
10/12/2010	23 :49 :30
12/12/2010	18 :18 :24
14/12/2010	12 :47 :18
16/12/2010	7 :16 :06
18/12/2010	1 :45 :00
19/12/2010	20 :13 :48
21/12/2010	14 :42 :42
23/12/2010	9 :11 :36
25/12/2010	3 :40 :30
26/12/2010	22 :09 :18
28/12/2010	16 :38 :12
30/12/2010	11 :07 :06

Opposition le 21 septembre 2010

5. La première fin d'éclipse qui suit l'opposition a lieu le 22 septembre 2010 à 8 h 15 min 12 s, position T_1 de la Terre. Comme Rømer, pouvez-vous prévoir la date et l'heure de la fin d'éclipse après cinquante révolutions de Io. (utilisation du tableur).

6. Comparez avec les éphémérides. Y a-t-il concordance ?

7. Rømer a-t-il rencontré le même problème ? (lire le texte ci-dessous).

Extrait du « Journal des Sçavants » de 1676 (<http://gallica.bnf.fr>) relatant les observations des satellites de Jupiter faites par Rømer à l'observatoire de Paris.

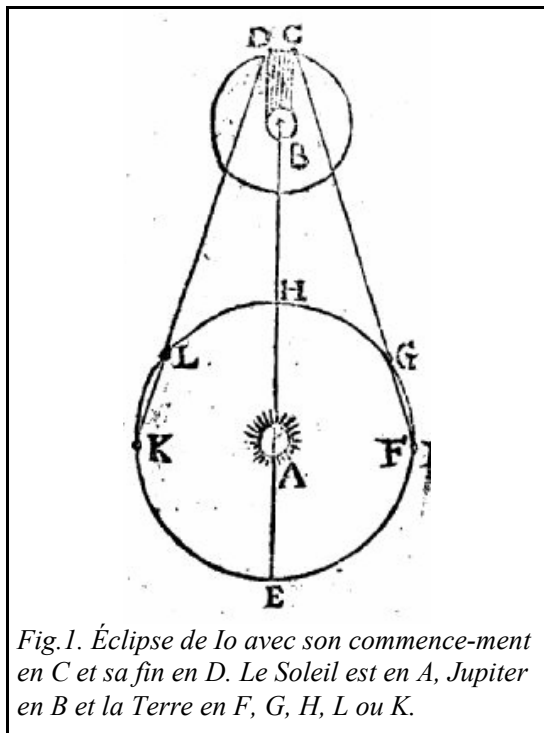


Fig.1. Éclipse de Io avec son commencement en C et sa fin en D. Le Soleil est en A, Jupiter en B et la Terre en F, G, H, L ou K.

"Or, supposé que la Terre, étant en L, vers la seconde quadrature de Jupiter, ait vu le premier satellite, lors de son émergence ou sortie de l'ombre en D, et qu'ensuite, environ 42 heures et demie après, à savoir après une révolution de ce satellite, la Terre se trouvant en K, le voie de retour en D : il est manifeste que si la lumière demande du temps pour traverser l'intervalle LK, le satellite sera vu plus tard de retour en D qu'il n'aurait été si la Terre était demeurée en L, de sorte que la révolution de ce satellite, ainsi observée par les émergences, sera retardée d'autant de temps que la lumière en aura employé à passer de L en K, et qu'au contraire dans l'autre quadrature FG, où la Terre s'approchant, va au devant de la lumière, les révolutions des immersions paraîtront autant raccourcies, que celles des émergences avaient paru allongées".

"Après avoir examiné la chose de plus près, il a trouvé que ce qui n'était pas sensible en deux révolutions, devenait très considérable à l'égard de plusieurs prises ensemble, et que par exemple, 40 révolutions observées du côté de F, étaient sensiblement plus courtes que 40 autres, observées de l'autre côté".

« La nécessité de cette nouvelle Equation du retardement de la lumière est établie par toutes les observations qui ont été faites à l'Académie royale et à l'Observatoire depuis 8 ans, et nouvellement elle a été confirmée par l'émergence du premier satellite observée à Paris le 9 novembre dernier à 5 h 35 min 45 s du soir, 10 minutes plus tard qu'on ne l'eut dû attendre en la déduisant de celles qui avaient été observées au mois d'août lorsque la Terre était beaucoup plus proche de Jupiter, ce que M. Rømer avait prédit à l'Académie ».

8. Dans cet extrait, est-ce que Rømer pense que la lumière se déplace instantanément (vitesse infinie) ?

9. D'après vous, à quoi est dû l'écart entre l'heure de l'éclipse prévue dans les éphémérides et celle que vous avez déterminée après cinquante révolutions de Io ? Calculez cet écart.

10. À la date trouvée après 50 révolutions, la Terre est en T₂ (fig.2). On supposera qu'à ce moment-là, la distance Terre Jupiter vaut approximativement la distance Soleil Jupiter.
 De combien a varié la distance Terre Jupiter entre les positions T₁ et T₂ ? (le rayon de l'orbite terrestre est de 150 000 000 km).

11. Que peut-on déduire des questions 9 et 10 ?