



Jupiter

Détermination de la masse de
Jupiter à partir d'observations de
ses lunes galiléennes

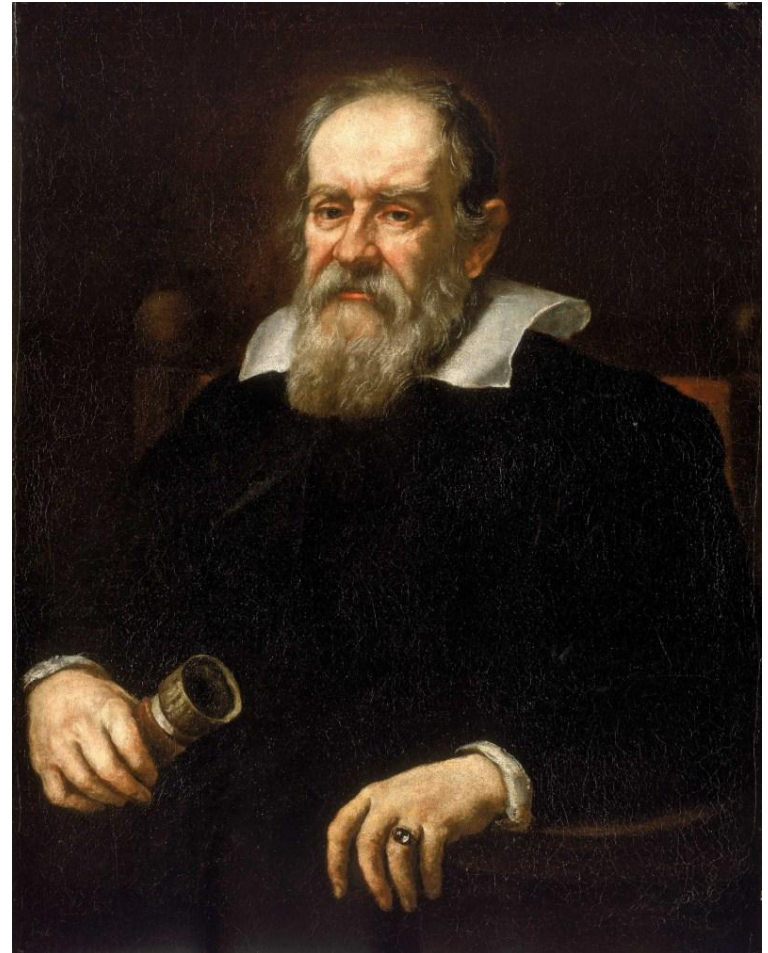
- **Objectif** : déterminer la masse de Jupiter à partir de nos observations cet hiver de ses lunes galiléennes en utilisant la **Troisième Loi de Kepler**.



Galileo Galilei

(1564–1642)

- ❖ Astronome et physicien italien
- ❖ Rival de Kepler
- ❖ Croyait les orbites circulaires
- ❖ Découvre les quatre plus grands satellites de Jupiter avec son télescope en 1610
- ❖ Nommés « lunes galiléennes » seulement au 20ème siècle.



Présentation de Jupiter

- La plus grande planète du système solaire
- **11.2 fois** environ le diamètre de la Terre
- Environ 5 UA du Soleil

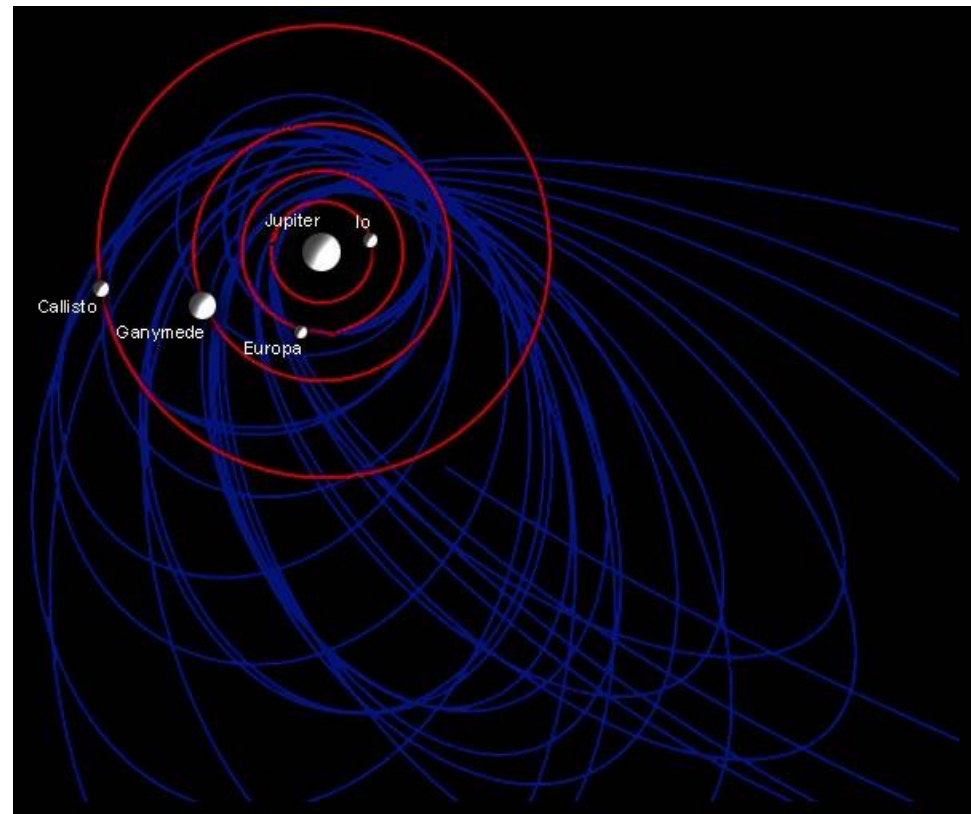
UA : Unité Astronomique, la distance moyenne
Terre-Soleil : 149 598 000 km



Les satellites de Jupiter

- Plus de 60 satellites naturels
- Dont quatre sphériques : les lunes galiléennes, les moins excentriques (quasi-circulaires)

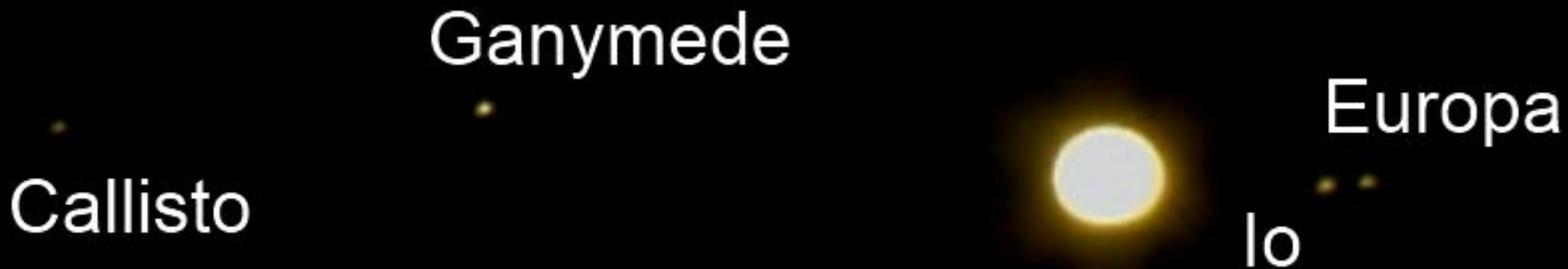
Lune	Excentricité
Io	0.0041
Europa	0.0094
Ganymede	0.0011
Callisto	0.0074



Les lunes galiléennes

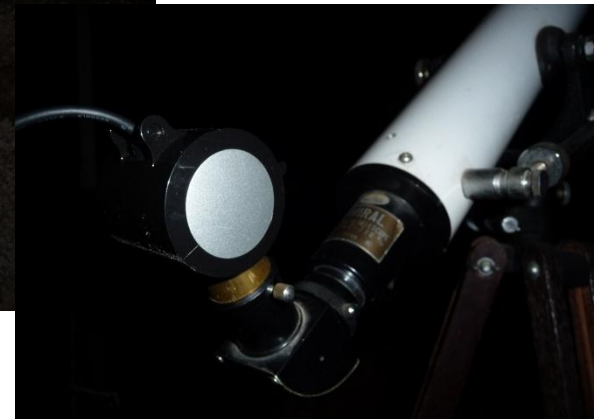
Io, Europe, Ganymède et Callisto

- Parmi les plus grandes lunes du système solaire
- Ganymède est même plus grand que Mercure !
- Io est la plus proche de Jupiter, suivie d'Europe, puis Ganymède, et enfin Callisto

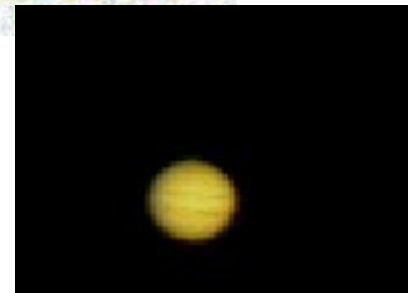
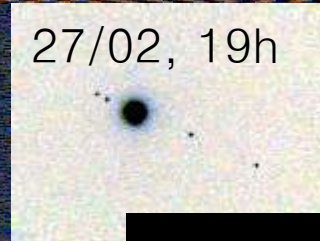
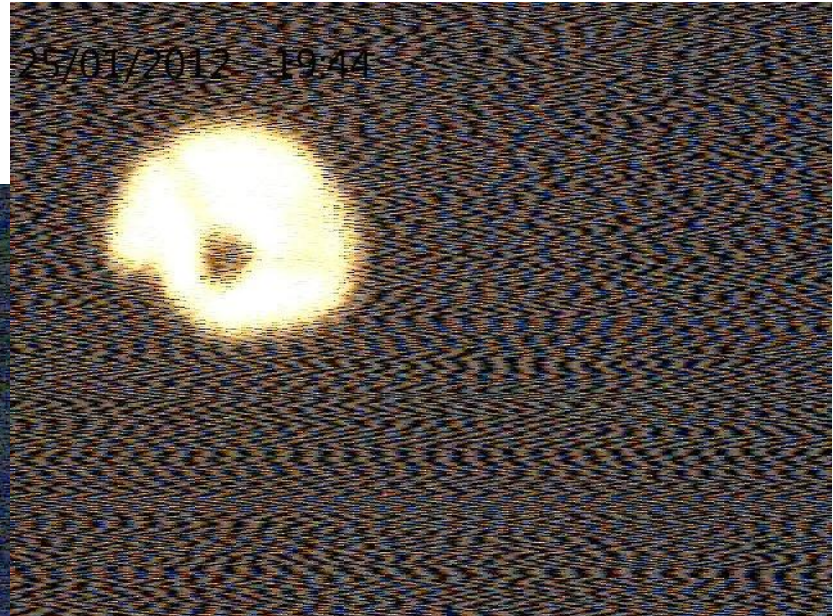


Méthode

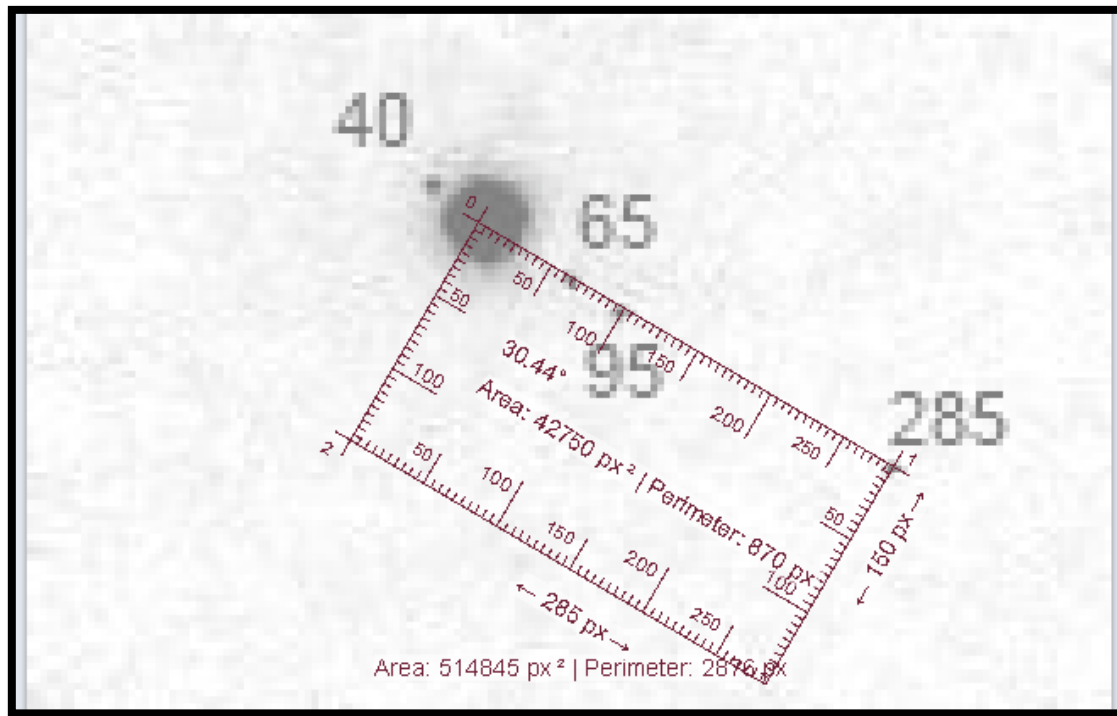
- Observations toutes les 24h de Jupiter au télescope et webcam



On obtient alors, avec plus ou moins de succès :



- Mesures sur les photos des distances apparentes Jupiter/satellites avec **ScreenRuler Pro**
- $R_{Jup} = 142984 \text{ km}$, et 47 pixels sur les photos
- Donc $1 \text{ pixel} = 142984/47 = 3042 \text{ km}$

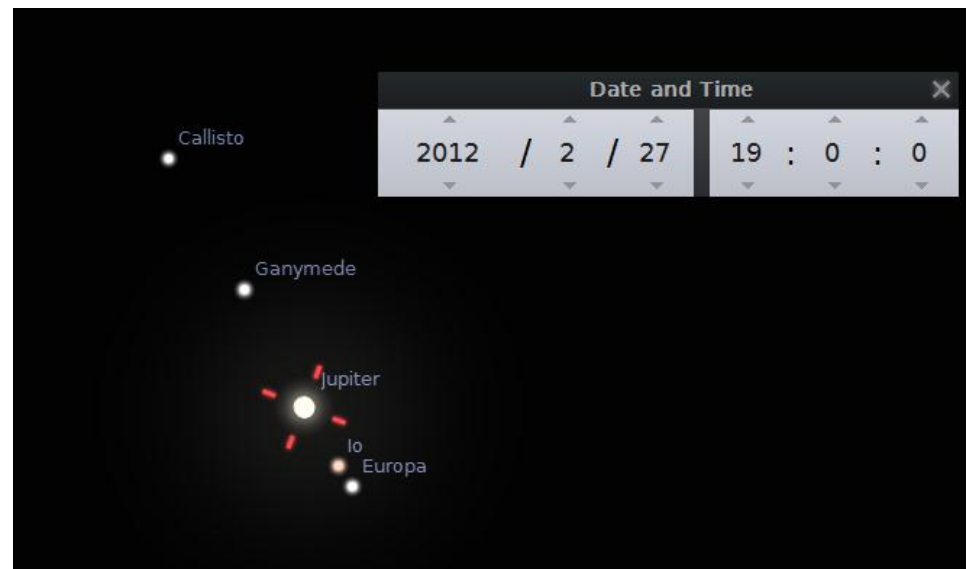


La distance, en pixels, séparant les satellites de Jupiter :

Date (19h)	Temps (s)	Io	Europa	Ganymède	Callisto
26 Février	0	65	-35	?	-200
27 Février	86 400	60	85	-125	-270
28 Février	172 800	-60	-70	-167	-290
29 Février	259 200	40	-65	-95	-285
01 Mars	345 600	?	98	52	-291
02 Mars	432 000	?	?	145	-155

(les - signifient que la lune était a “gauche” de Jupiter)

On identifie les lunes sur la photo a l'aide du logiciel Stellarium :



Les Formules

La Troisième Loi de Kepler

$$\frac{a^3}{T^2} = \frac{G \times m}{4 \times \pi^2}$$

Où : a est le demi grand-axe de la trajectoire, *en m*

T est la période de rotation, *en jours*

G est la constante de gravitation

$$G = 6.67300 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$$

m est la masse de Jupiter *en kg*, qu'on cherche

Les Formules

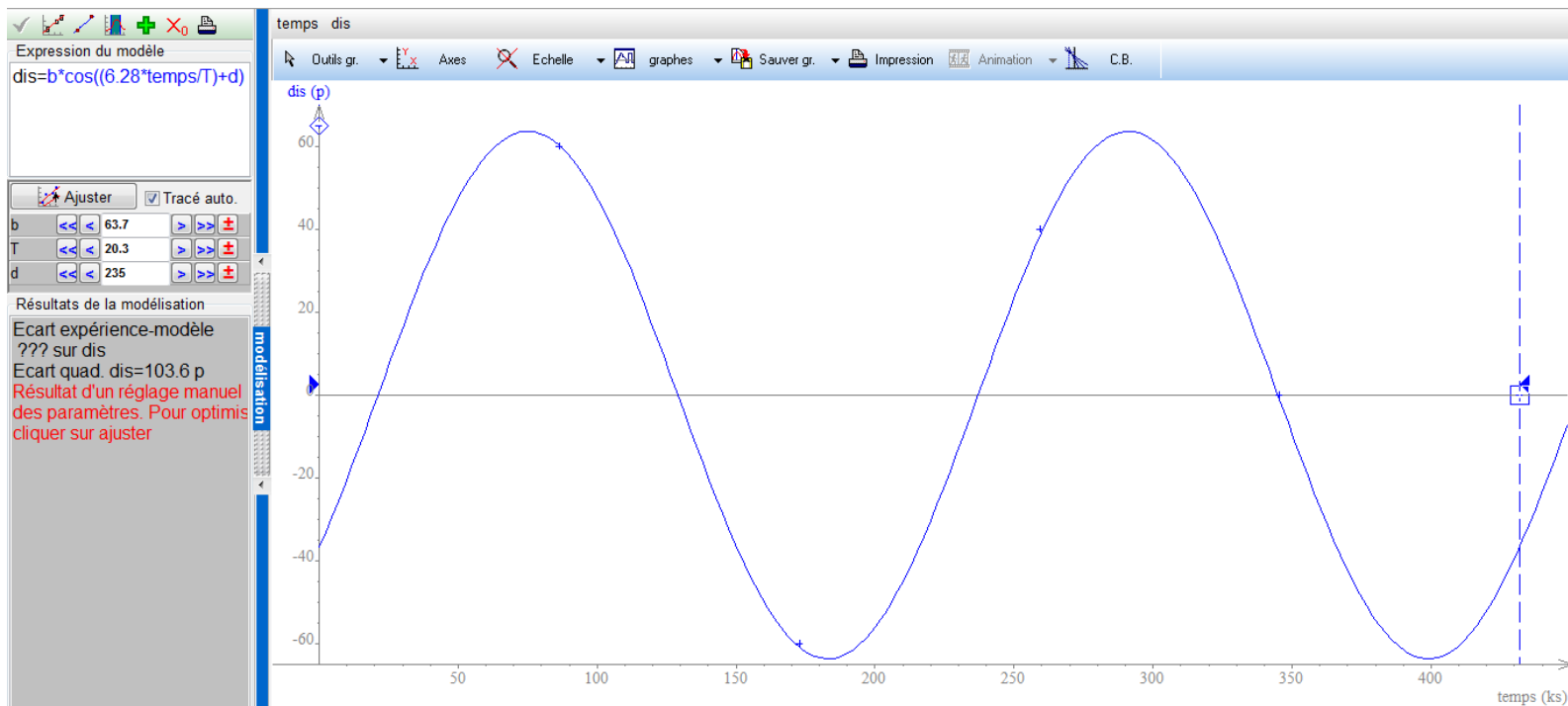
Et donc pour nous

$$M_{Jup} = \frac{4\pi^2}{G} \times \frac{R^3}{T^2}$$

- On considère les orbites comme étant circulaires, pour faciliter les calculs. C'est donc le rayon R que l'on utilisera.
- On considère également que les lunes n'ont pas de masse, et n'ont aucun impact entre eux ou sur Jupiter, considéré aussi immobile dans l'espace.

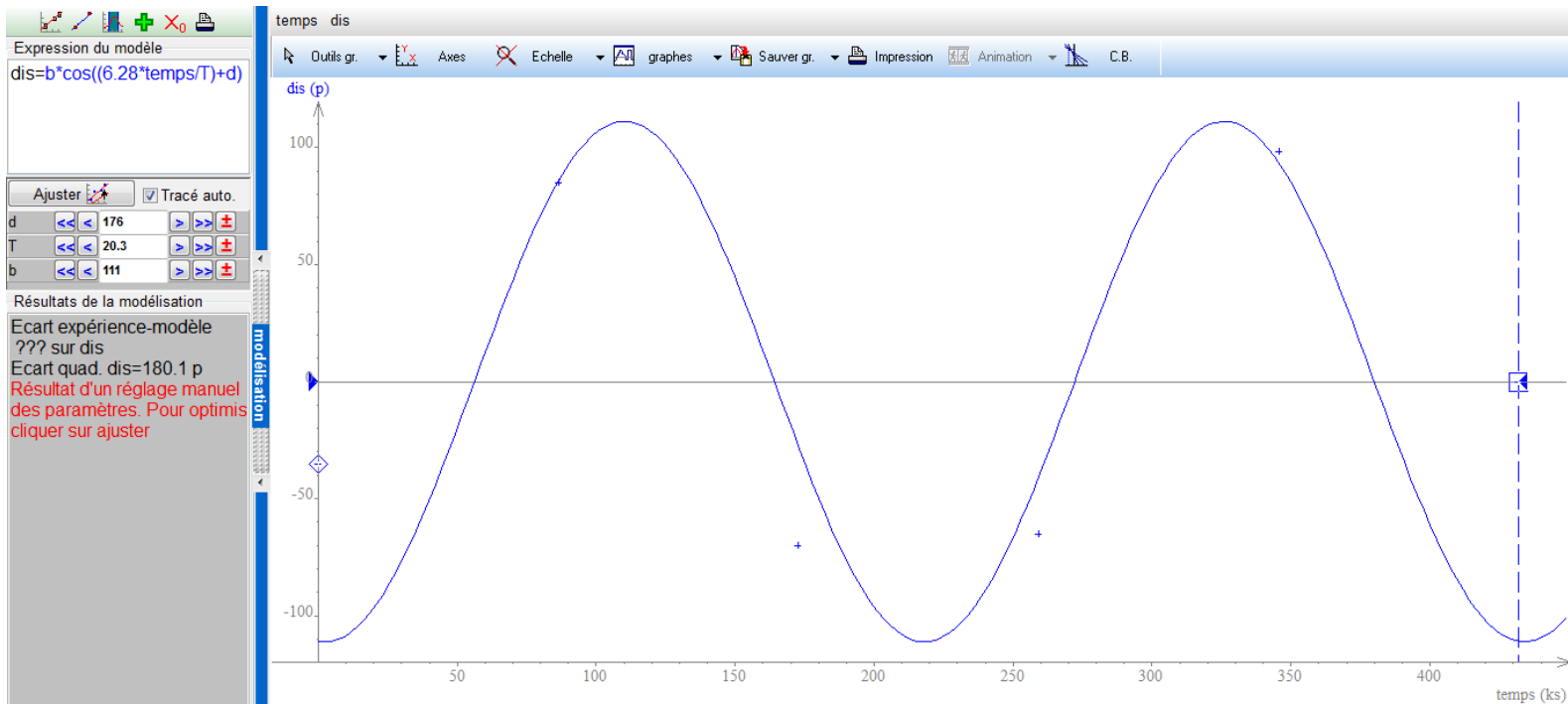
Io

- $M_{Jup} = \frac{4\pi^2}{G} \times \frac{R^3}{T^2} = \frac{4\pi^2}{6.673 \times 10^{-11}} \times \frac{197730^3}{1.45^2}$
- $M_{Jup} \approx \mathbf{2.16488 \times 10^{27} kg}$



Europe

- $M_{Jup} = \frac{4\pi^2}{G} \times \frac{R^3}{T^2} = \frac{4\pi^2}{6.673 \times 10^{-11}} \times \frac{319410^3}{2.67^2}$
- $M_{Jup} \approx \mathbf{2.7 \times 10^{27} kg}$



Et en réalité...

$$1.8986 \times 10^{27} kg$$



- Remerciements a M. Aufranc !

BERNHEIM Benjamin
DURAND Jeffrey