

Chapitre 5

La Lune

La Lune

Satellite naturel de la Terre

Diamètre : 3.475 km (Terre 12.756 km)

Distance moyenne / Terre : 384.400 km

Le système Terre-Lune



Vu par la sonde NEAR
à une distance de 400.000 km

Distance Terre-Lune



Varie de 356.375 km à 406.720 km
(Tailles et distance respectées)

Distance Terre-Lune



En voiture, à 100 km/h de moyenne
Sans interruption, un aller prendrait 6 mois

La Lune

Révolution

27 $\frac{1}{3}$ jours

Rotation

27 $\frac{1}{3}$ jours

Temps entre 2 nouvelles lunes

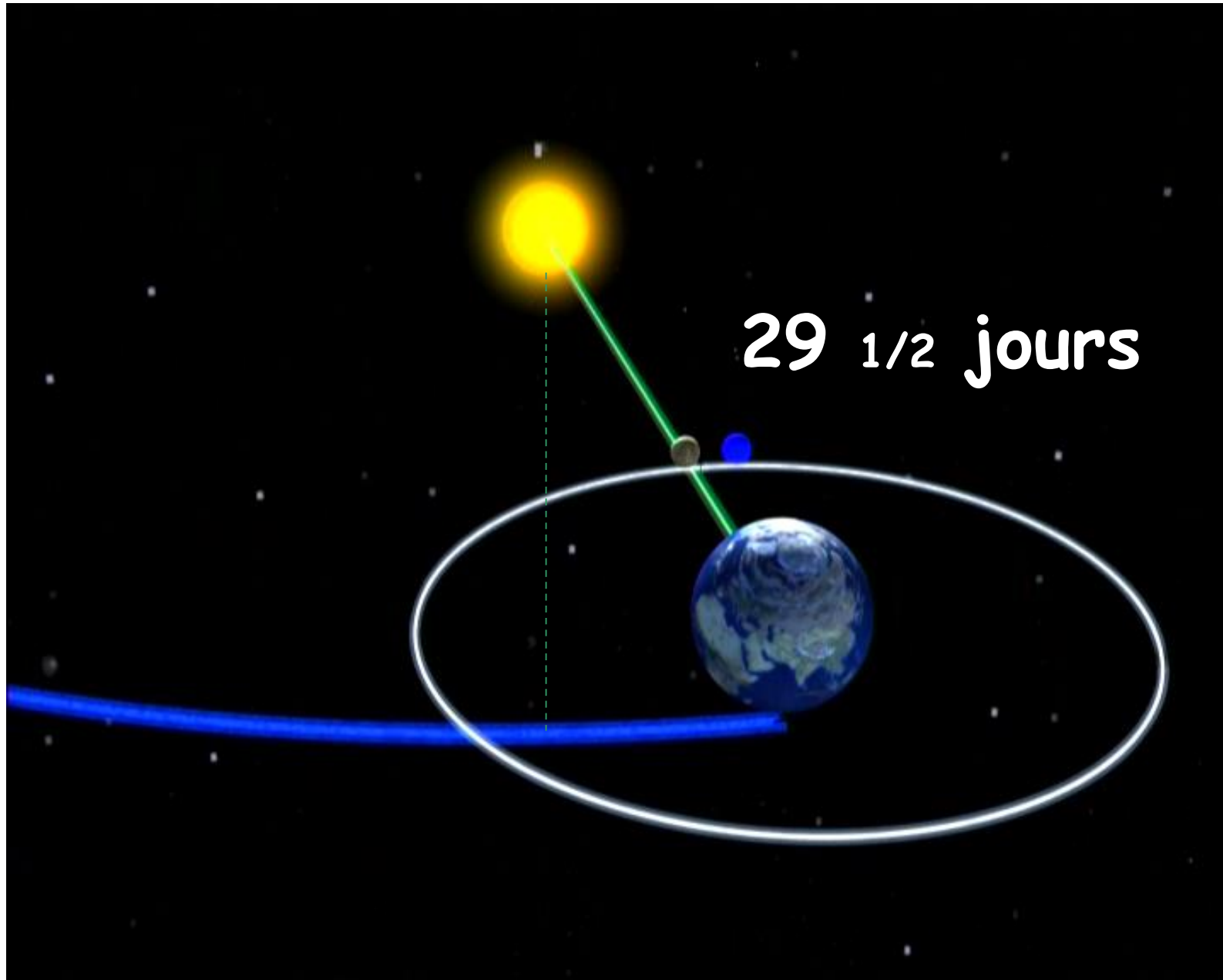
29 $\frac{1}{2}$ jours

(révolution synodique)

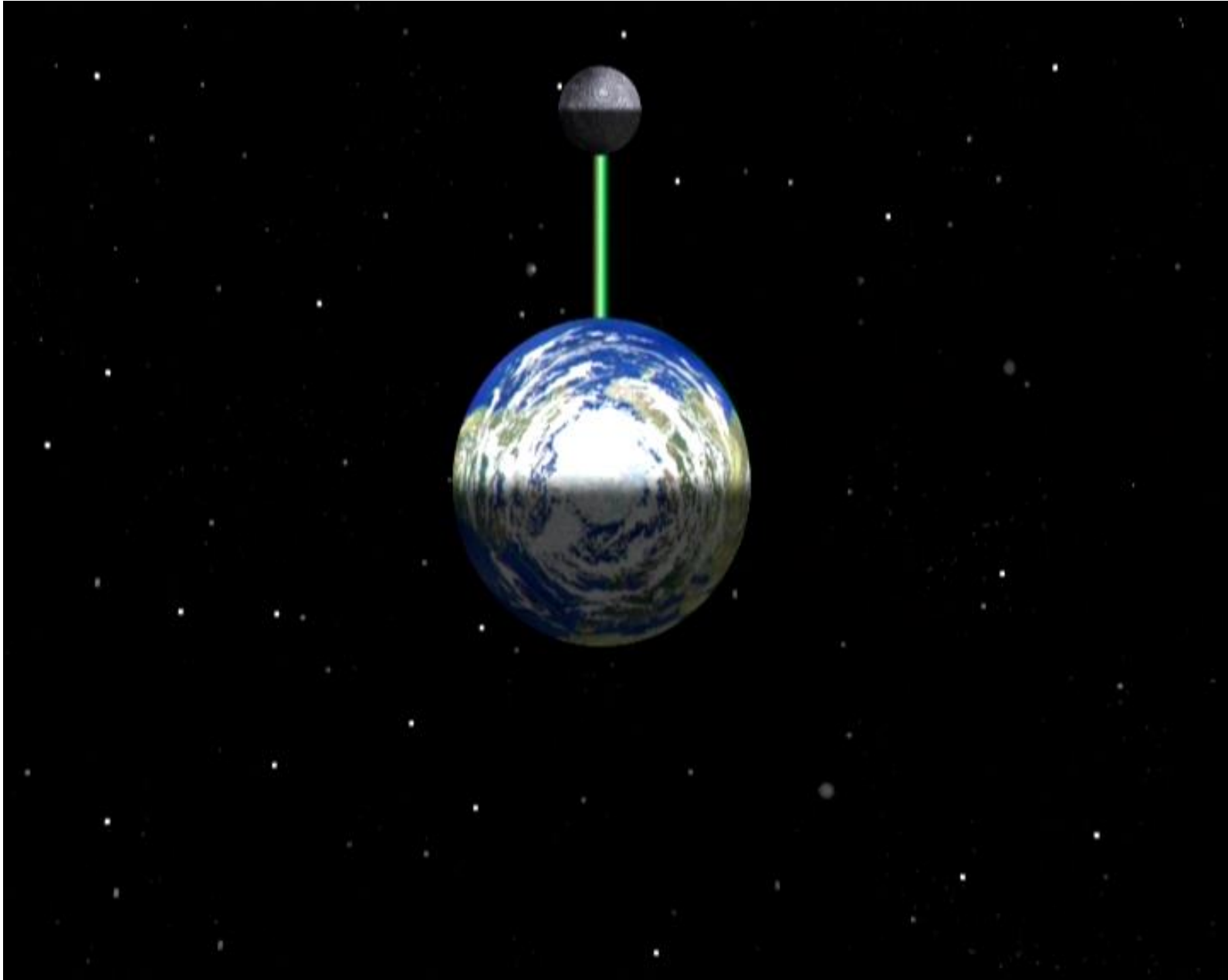
Révolution sidérale



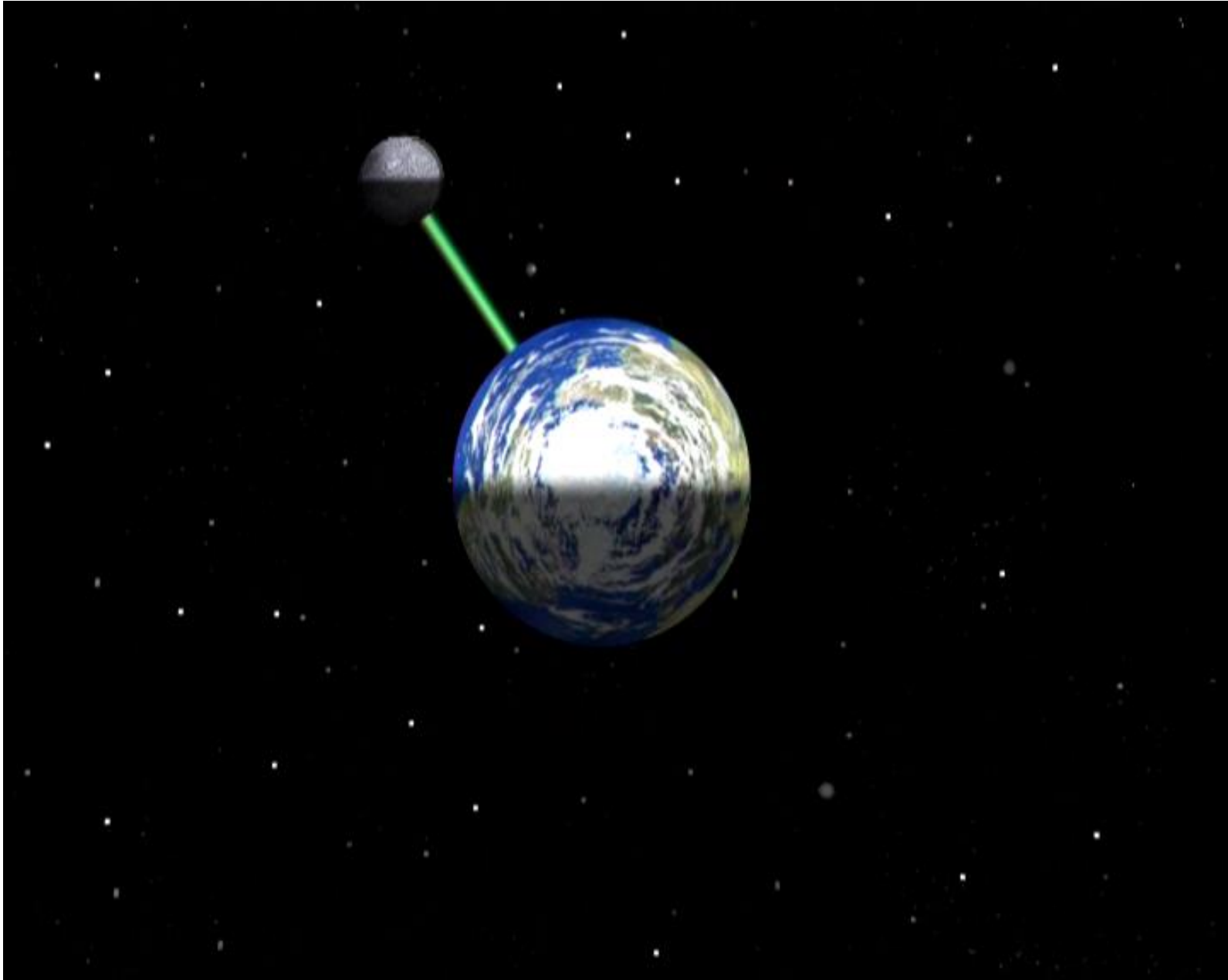
Révolution synodique



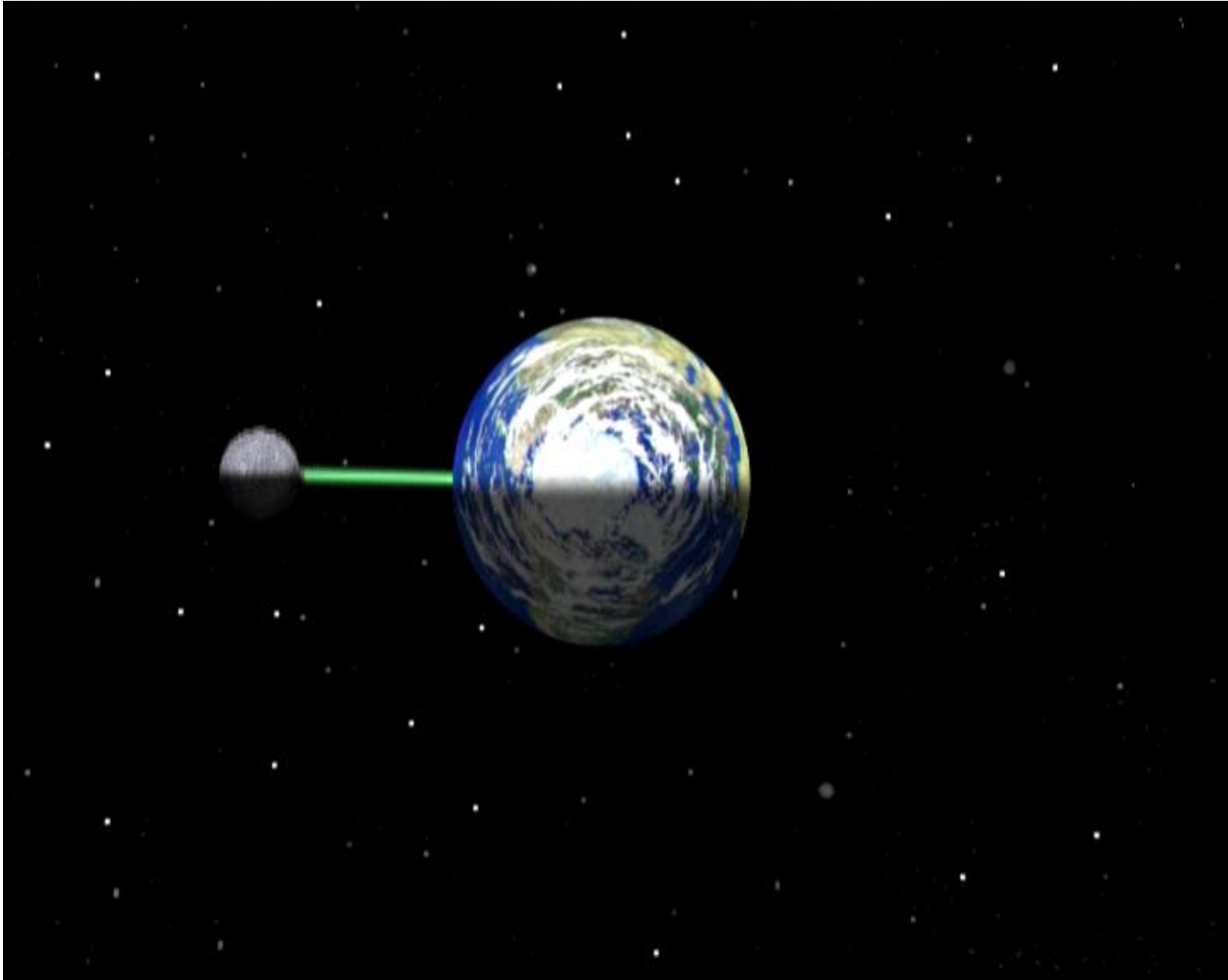
Les phases de la Lune



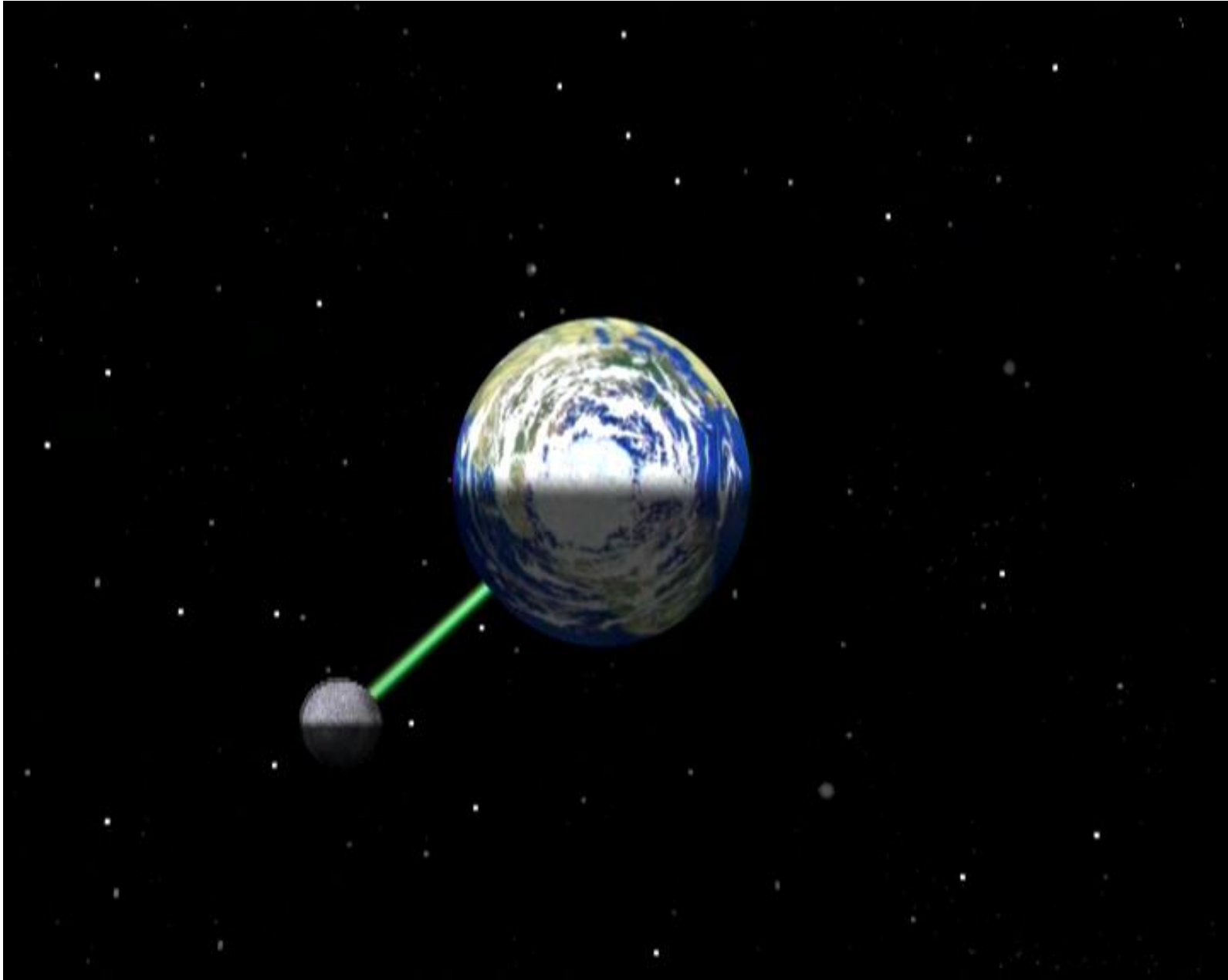
Les phases de la Lune



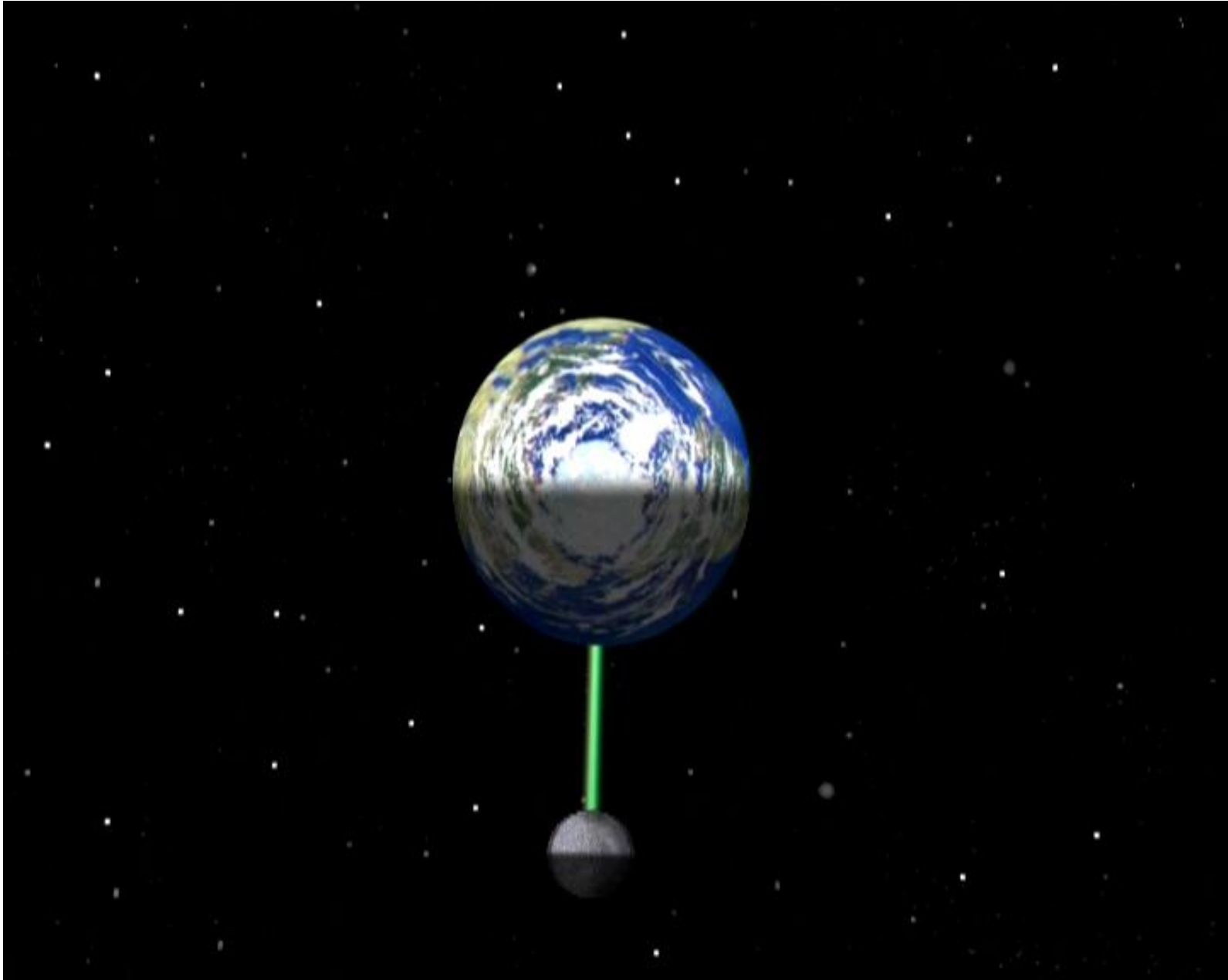
Les phases de la Lune



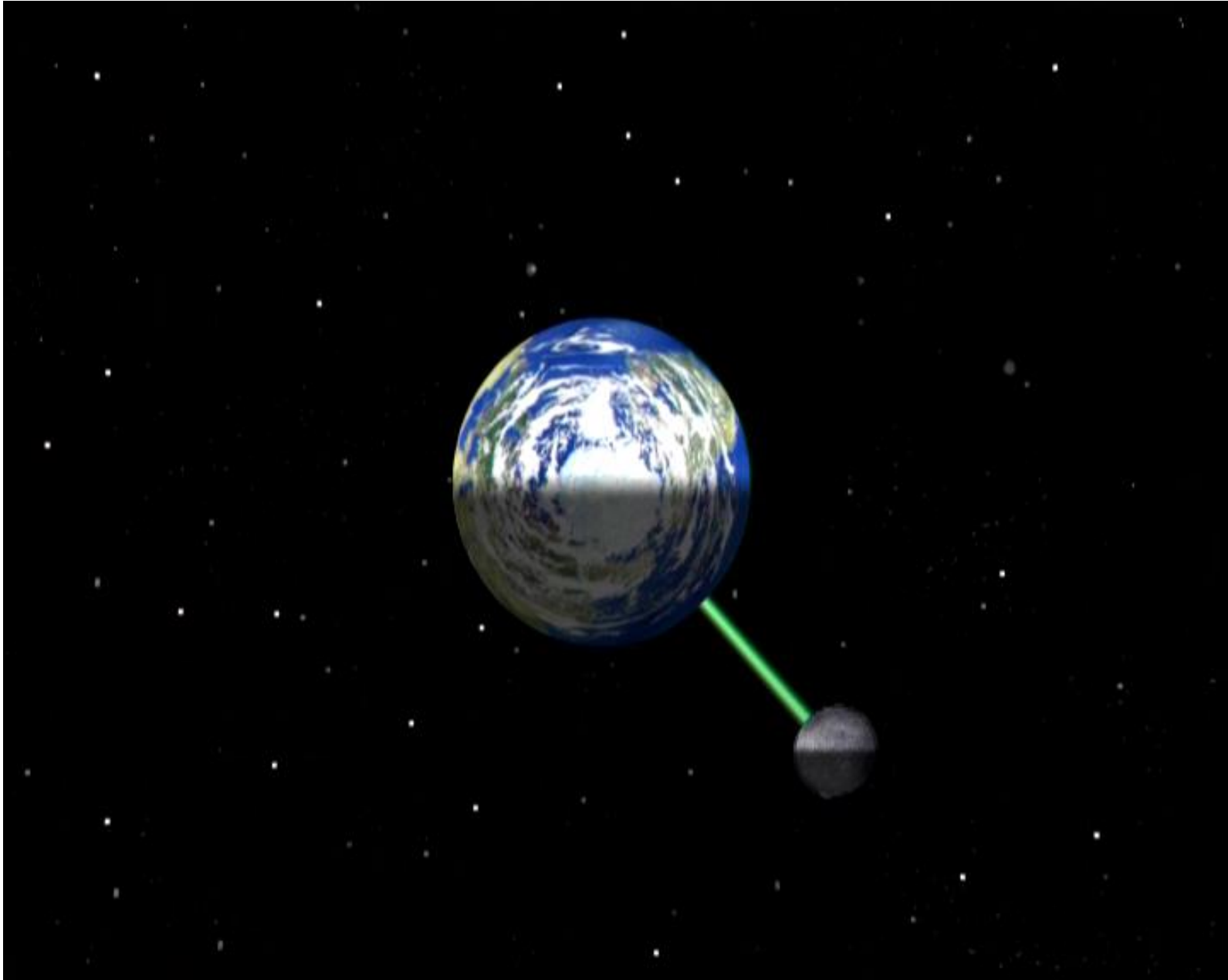
Les phases de la Lune



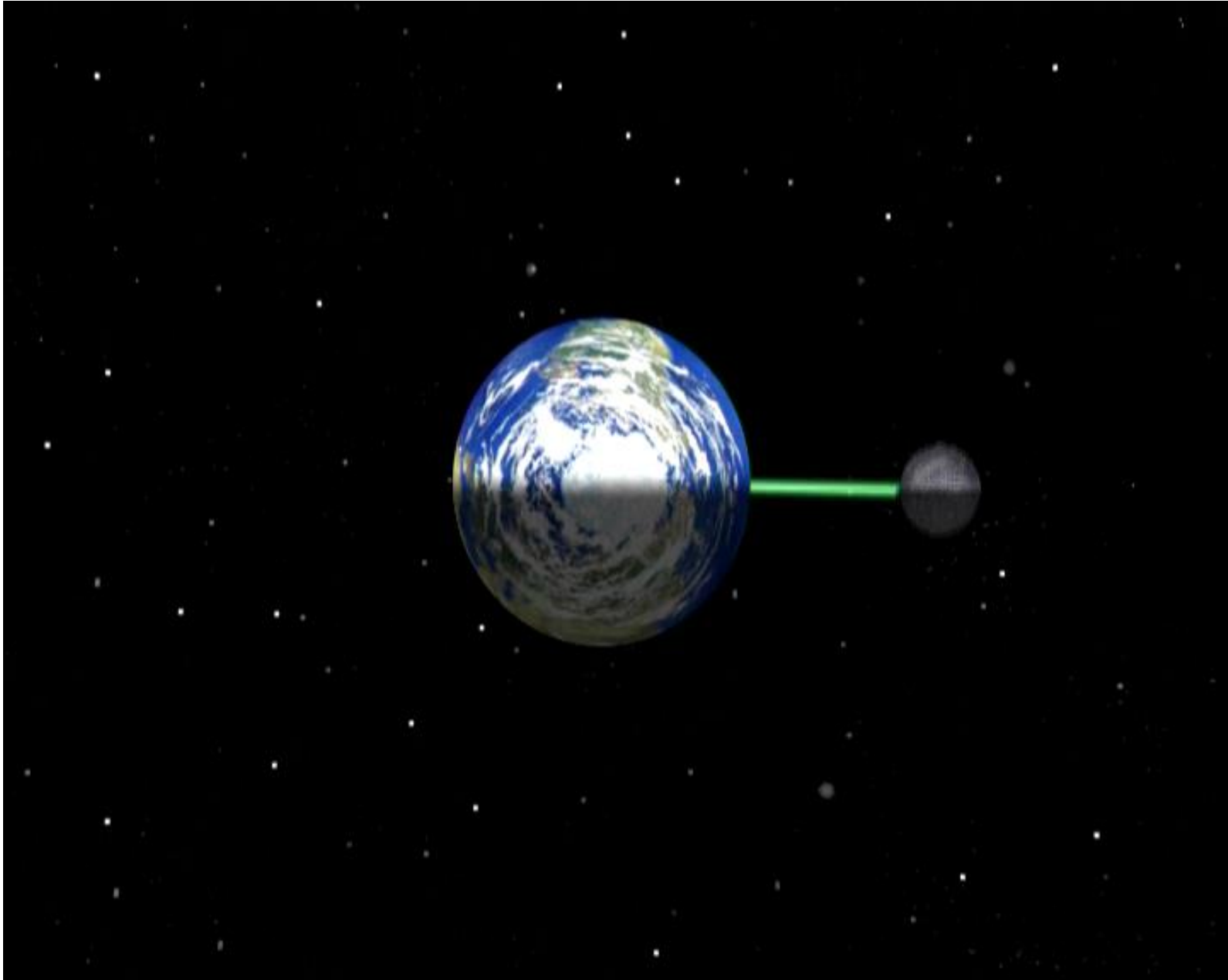
Les phases de la Lune



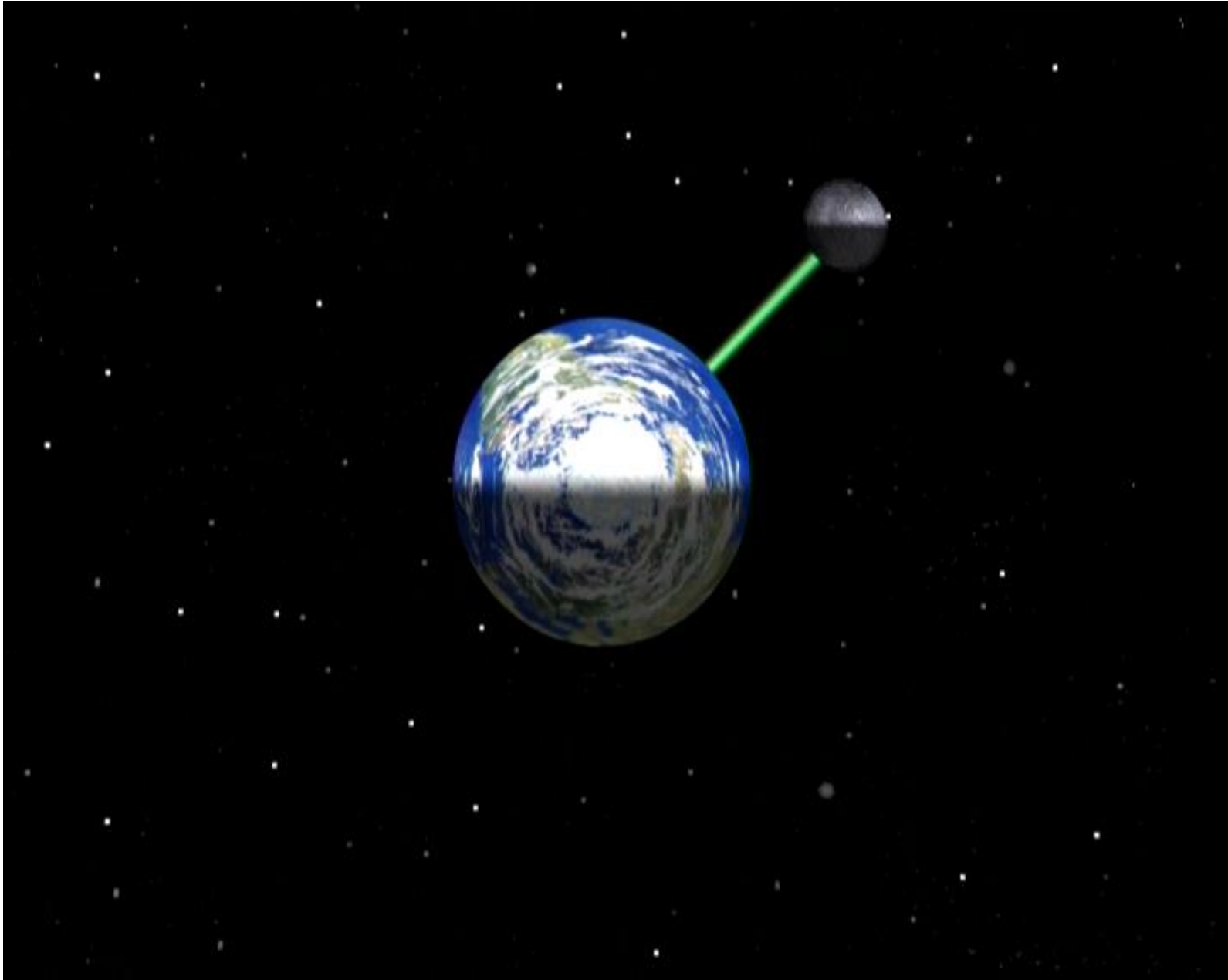
Les phases de la Lune



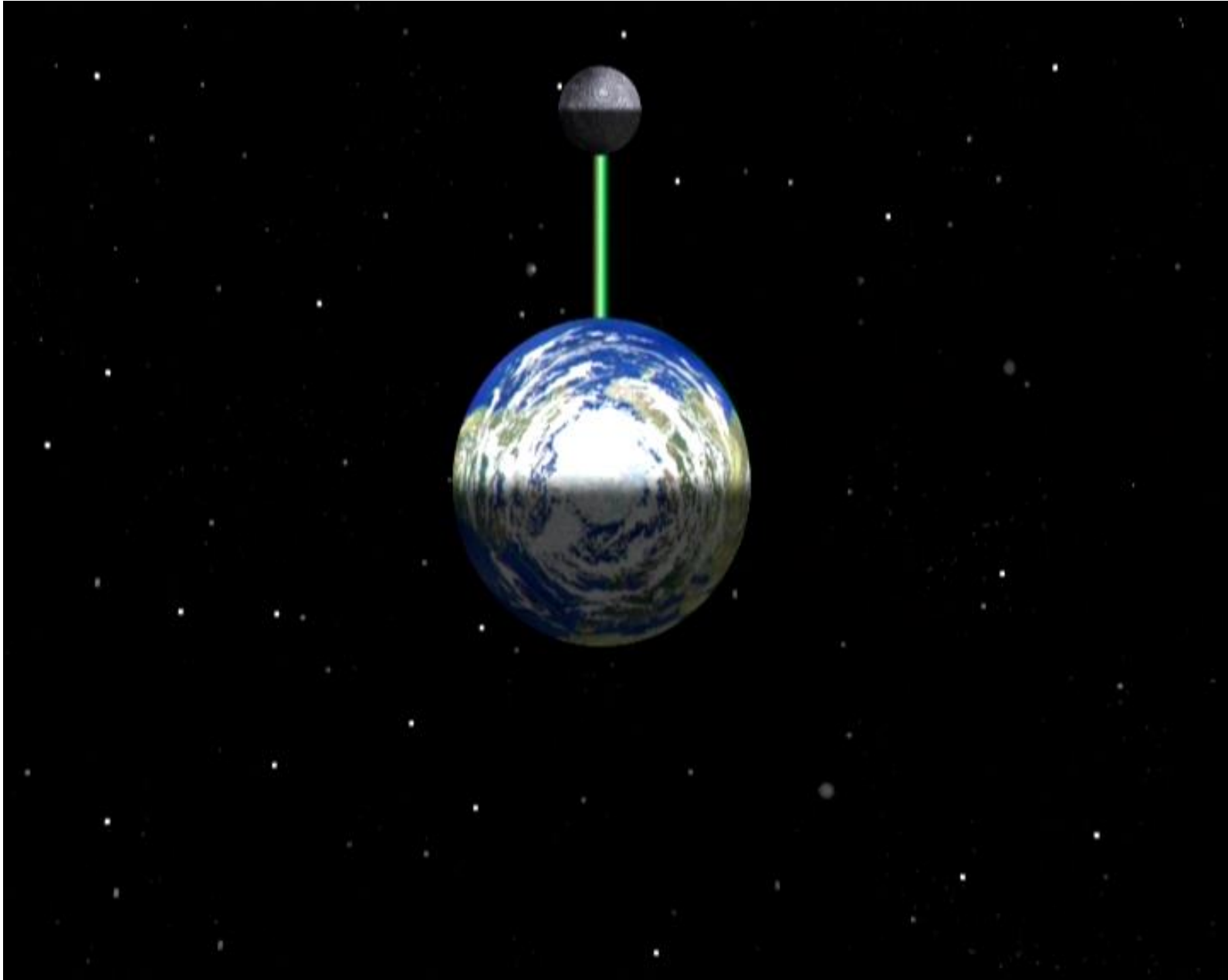
Les phases de la Lune



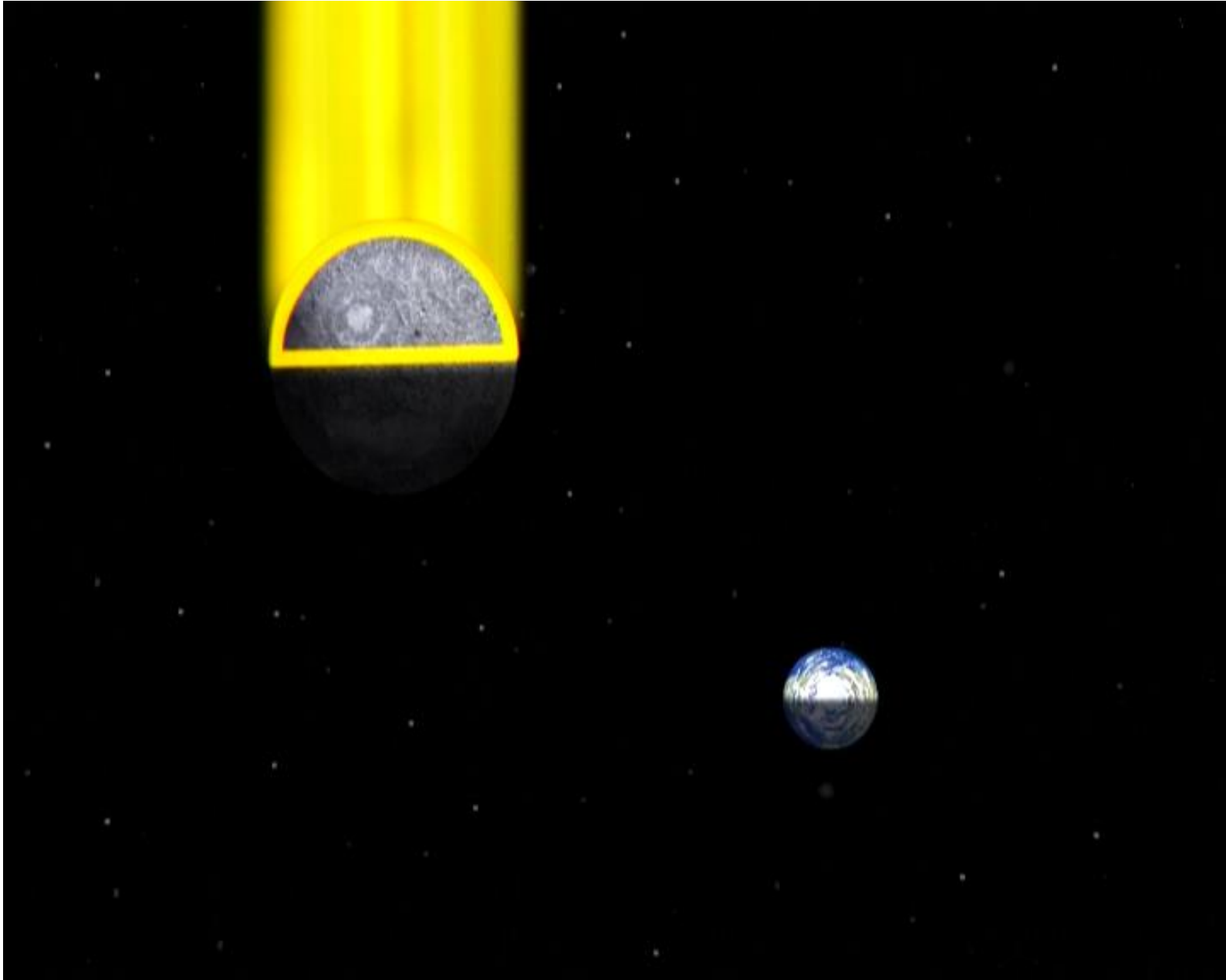
Les phases de la Lune



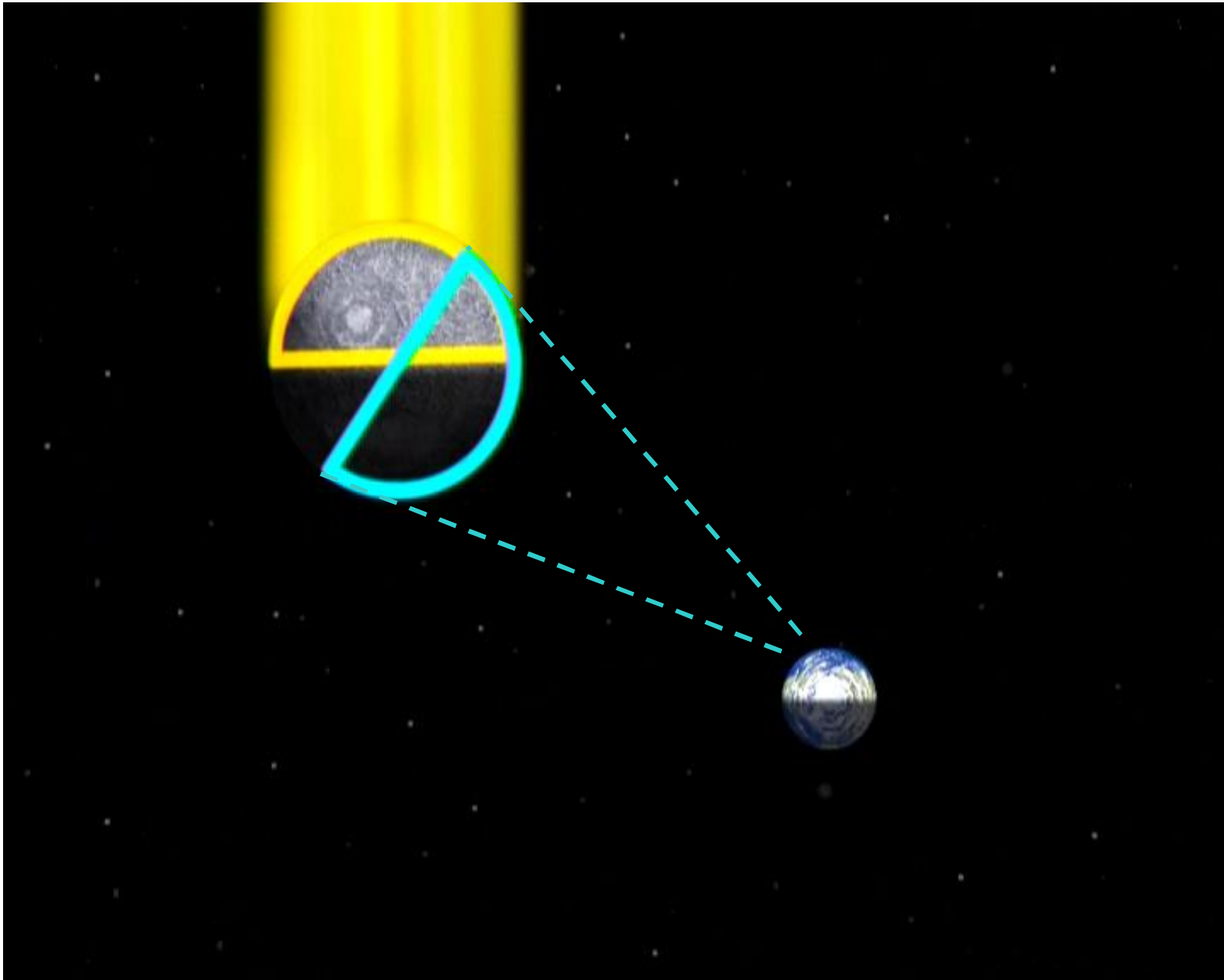
Les phases de la Lune



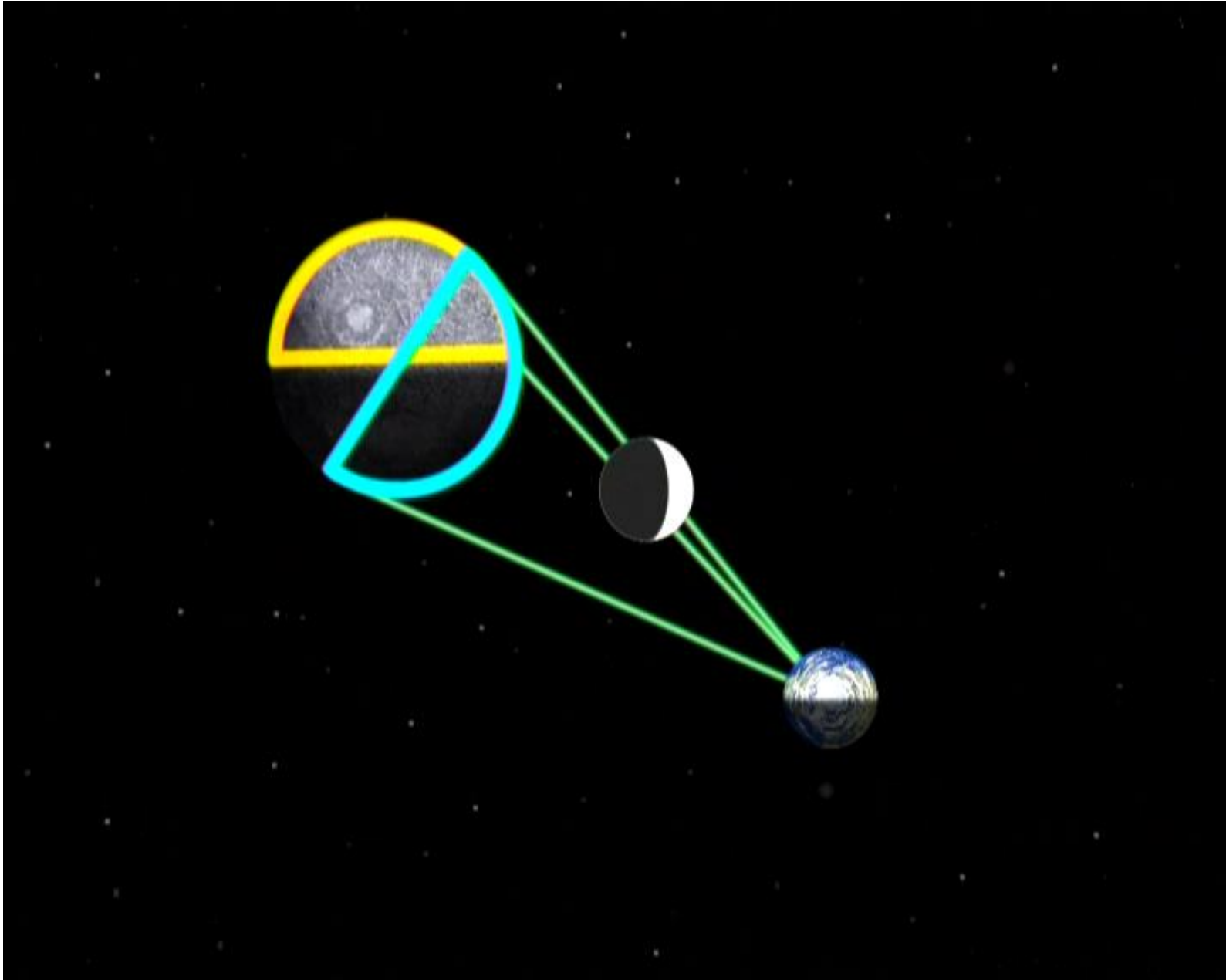
Les phases de la Lune



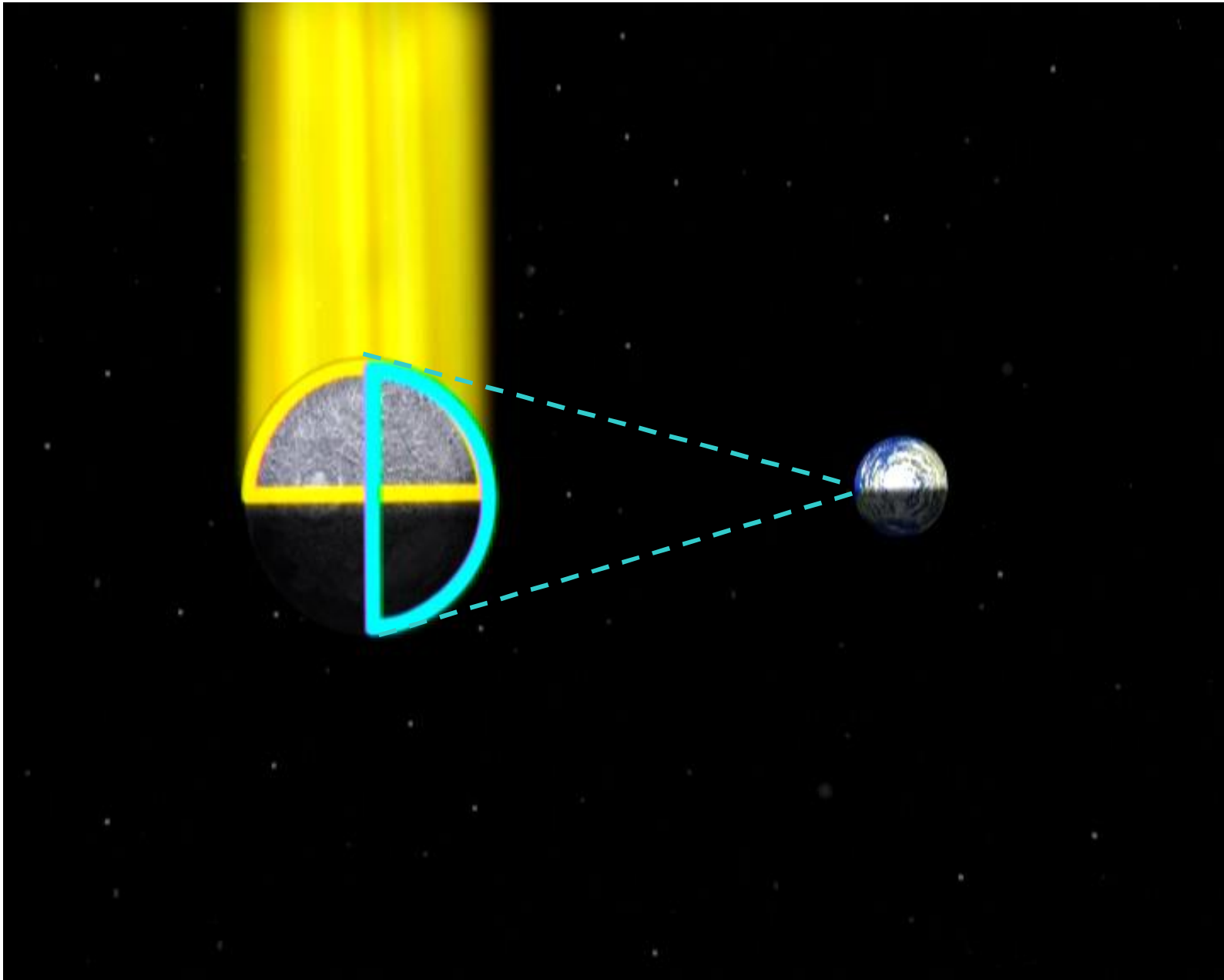
Les phases de la Lune



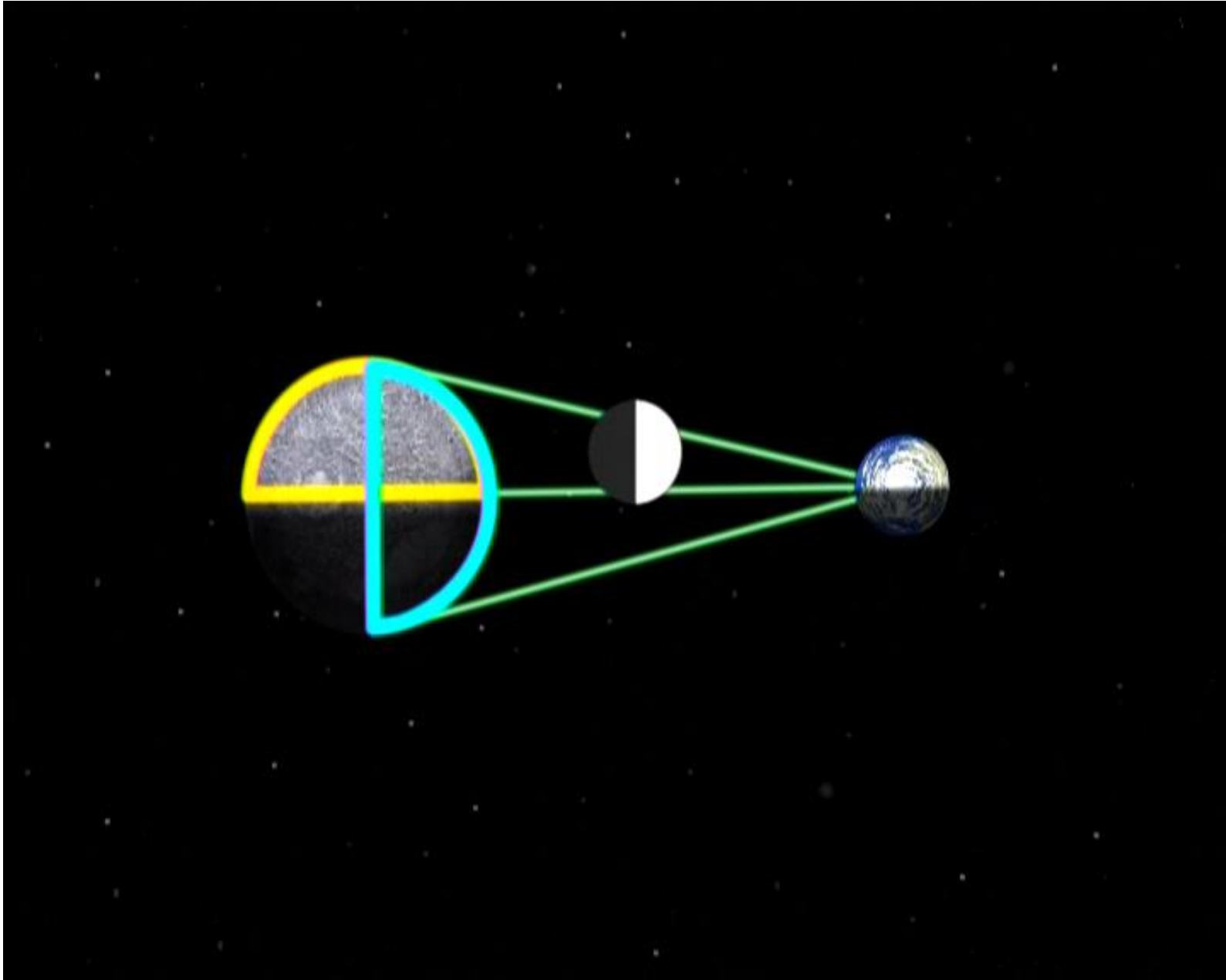
Les phases de la Lune



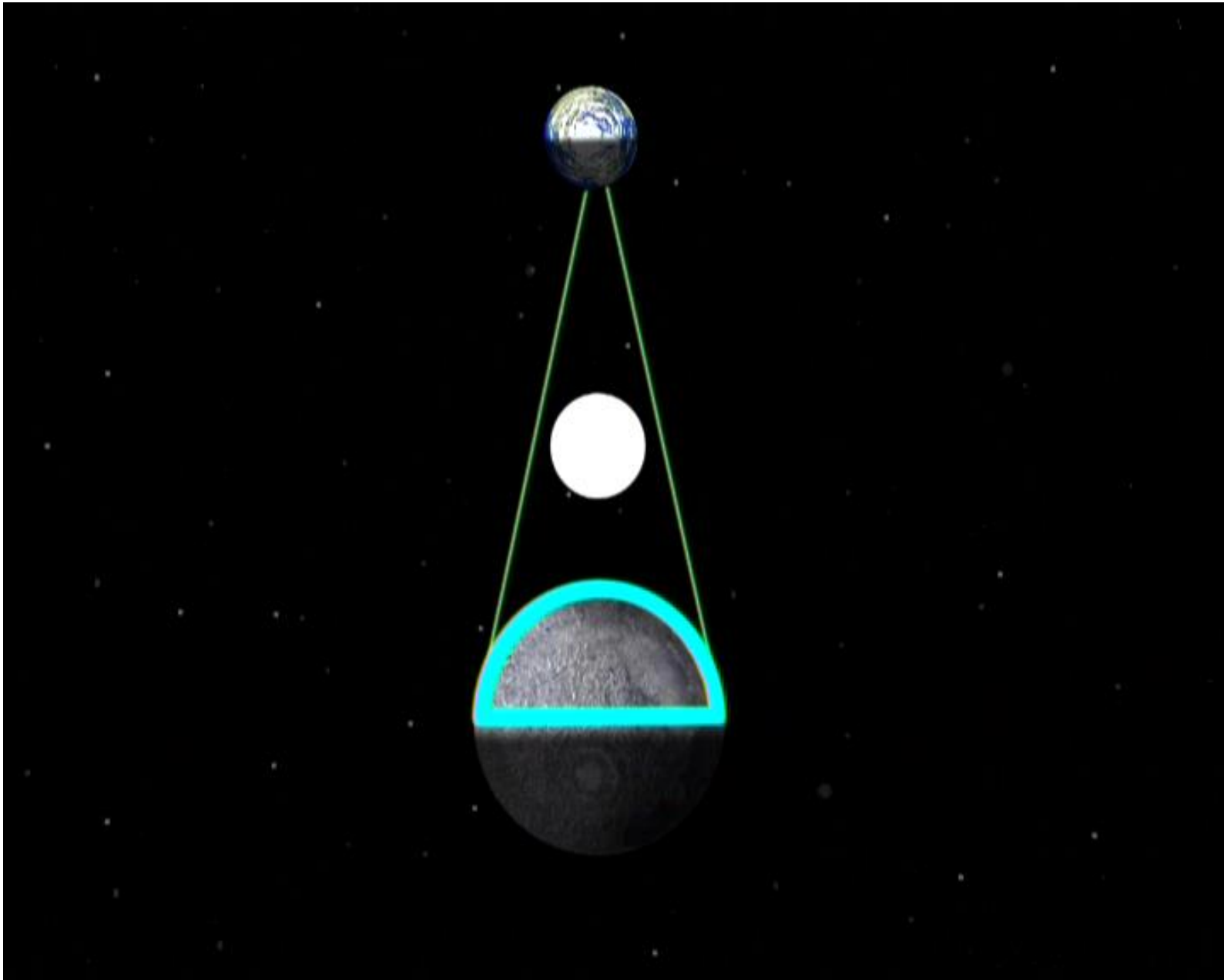
Les phases de la Lune



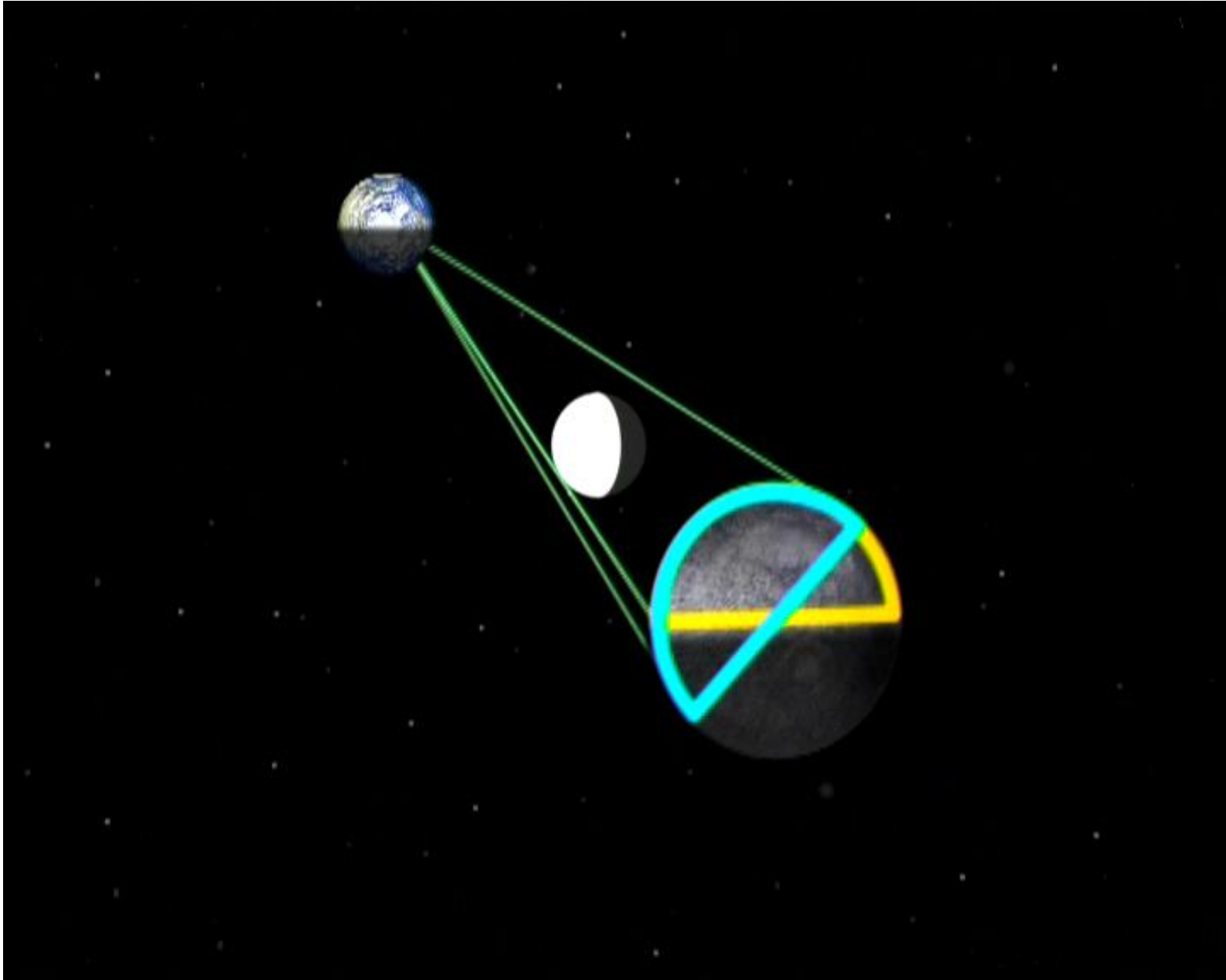
Les phases de la Lune



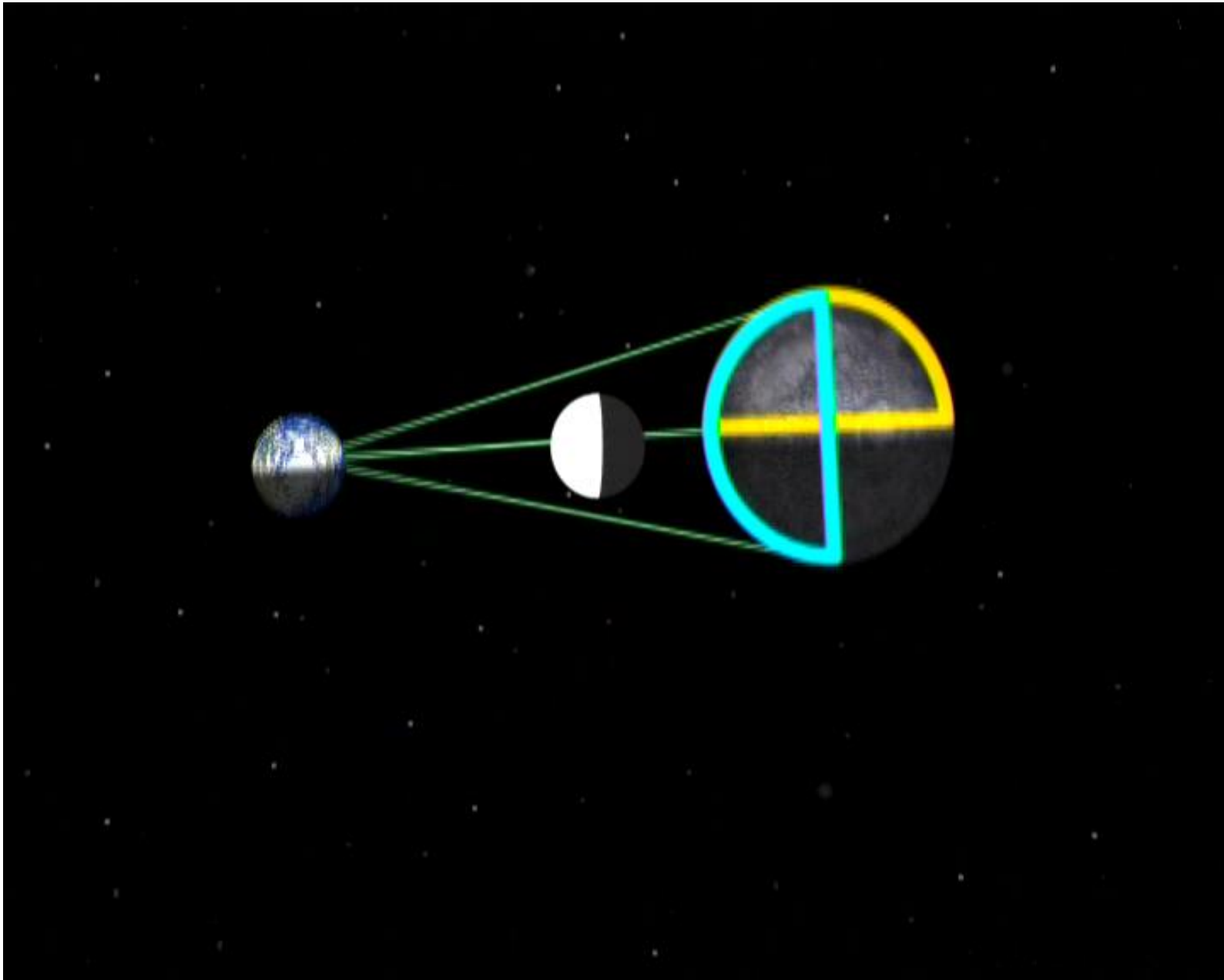
Les phases de la Lune



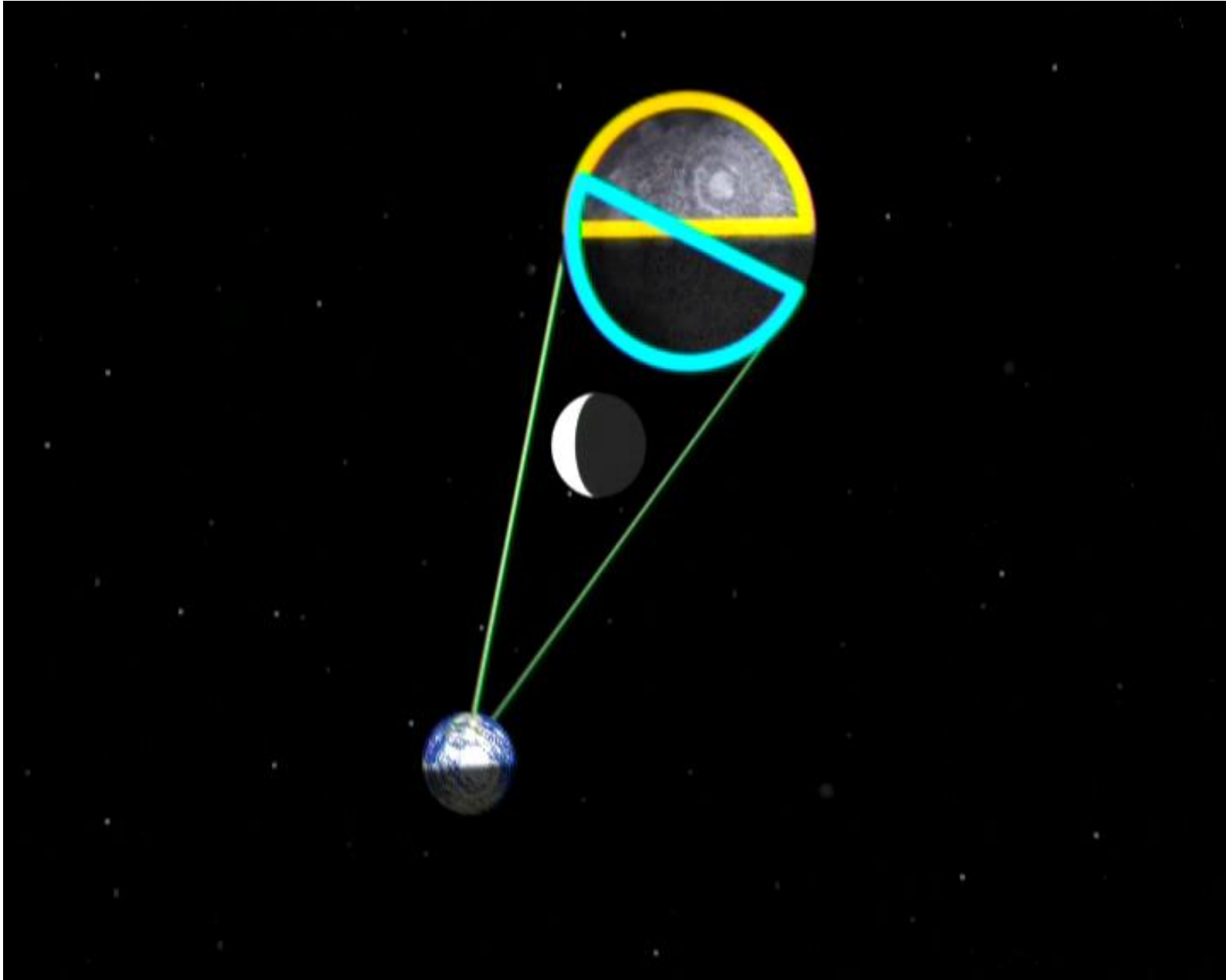
Les phases de la Lune



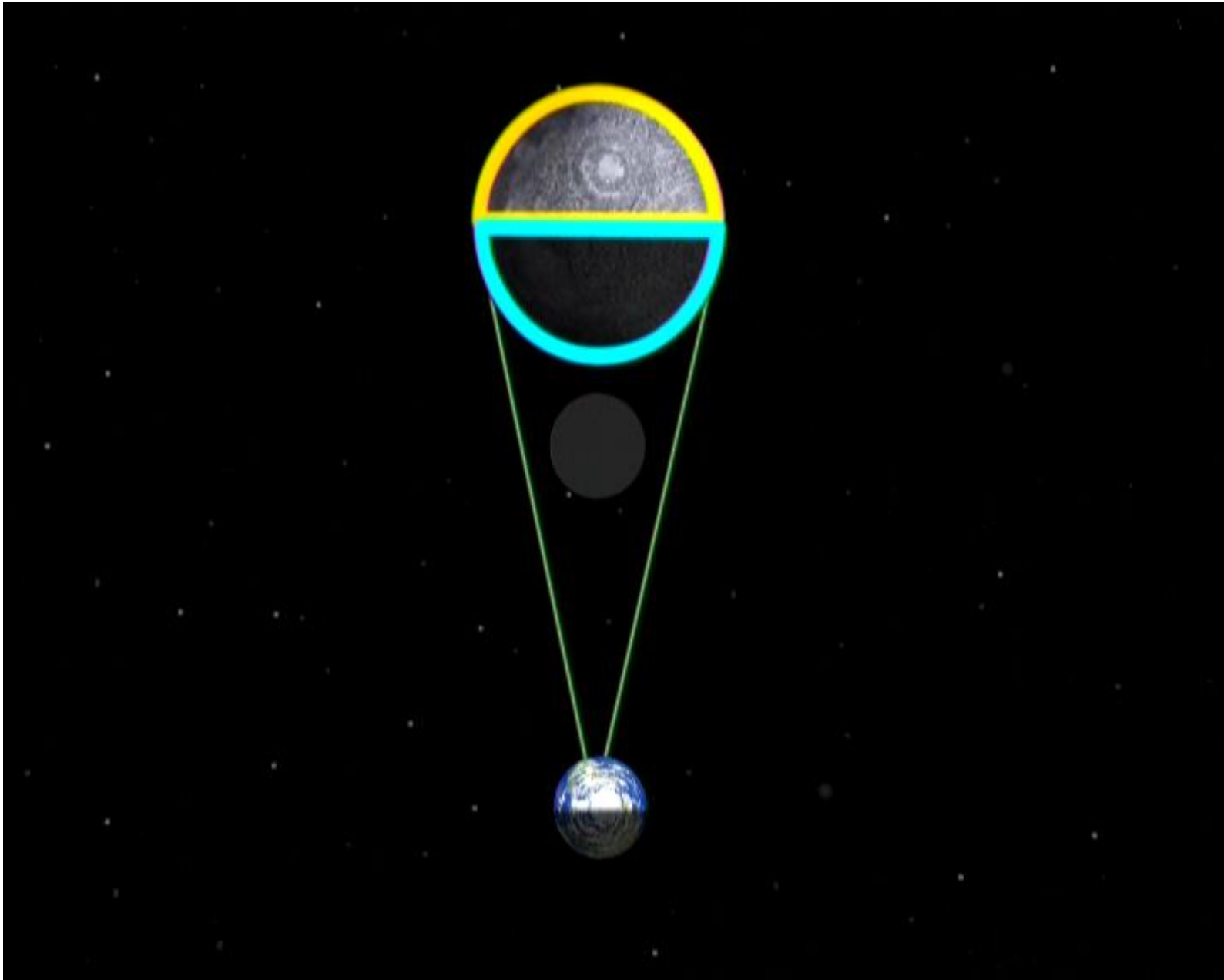
Les phases de la Lune



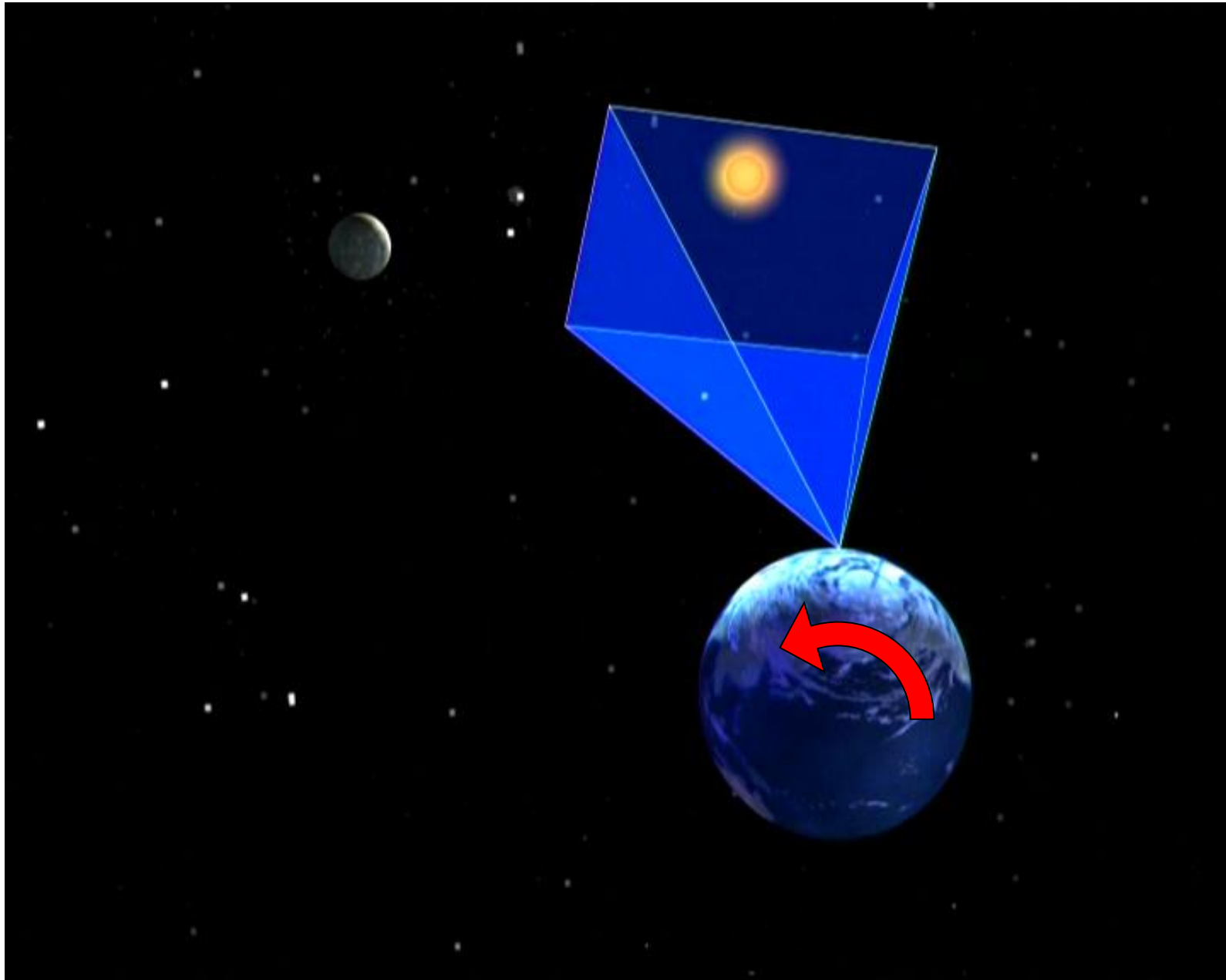
Les phases de la Lune



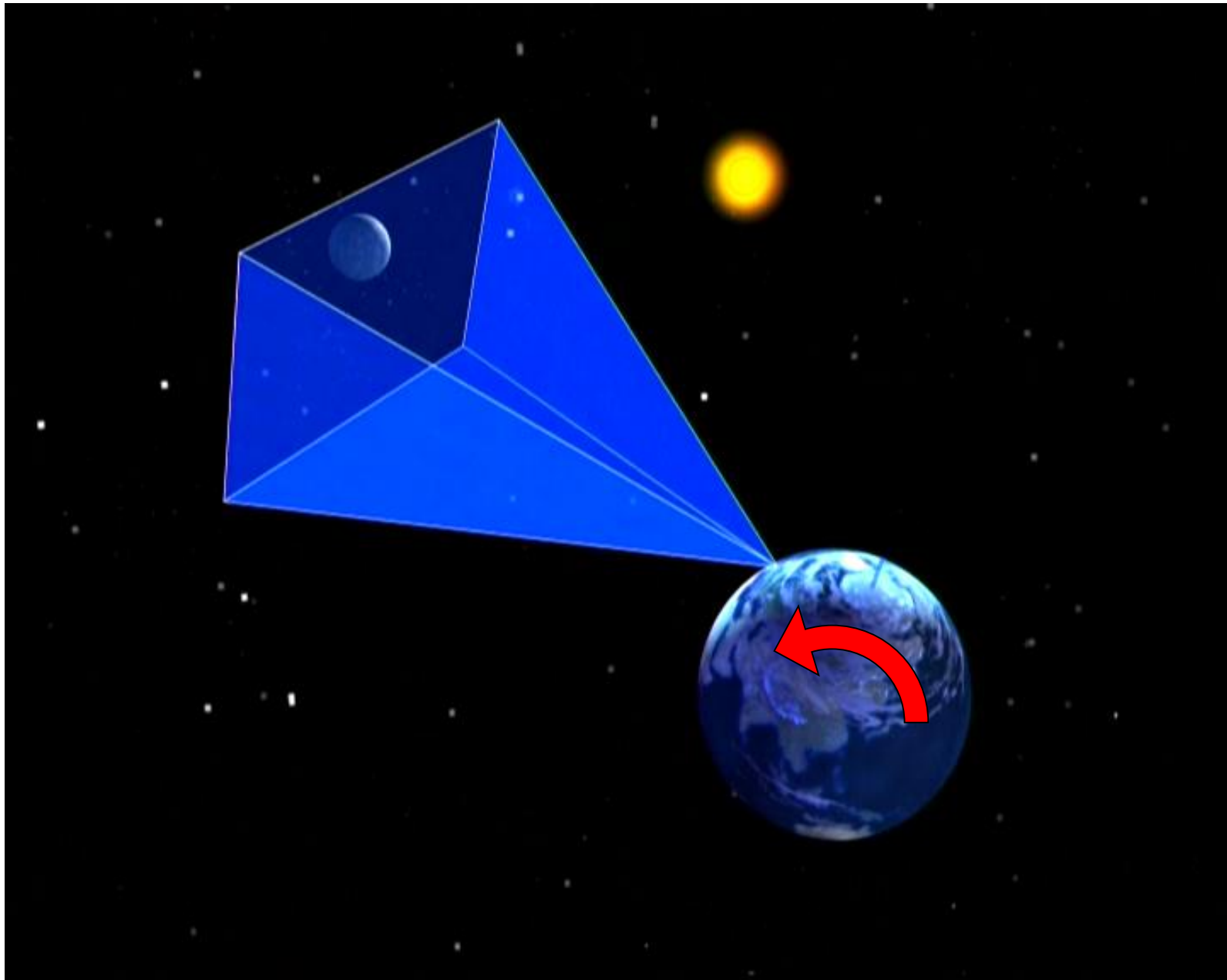
Les phases de la Lune



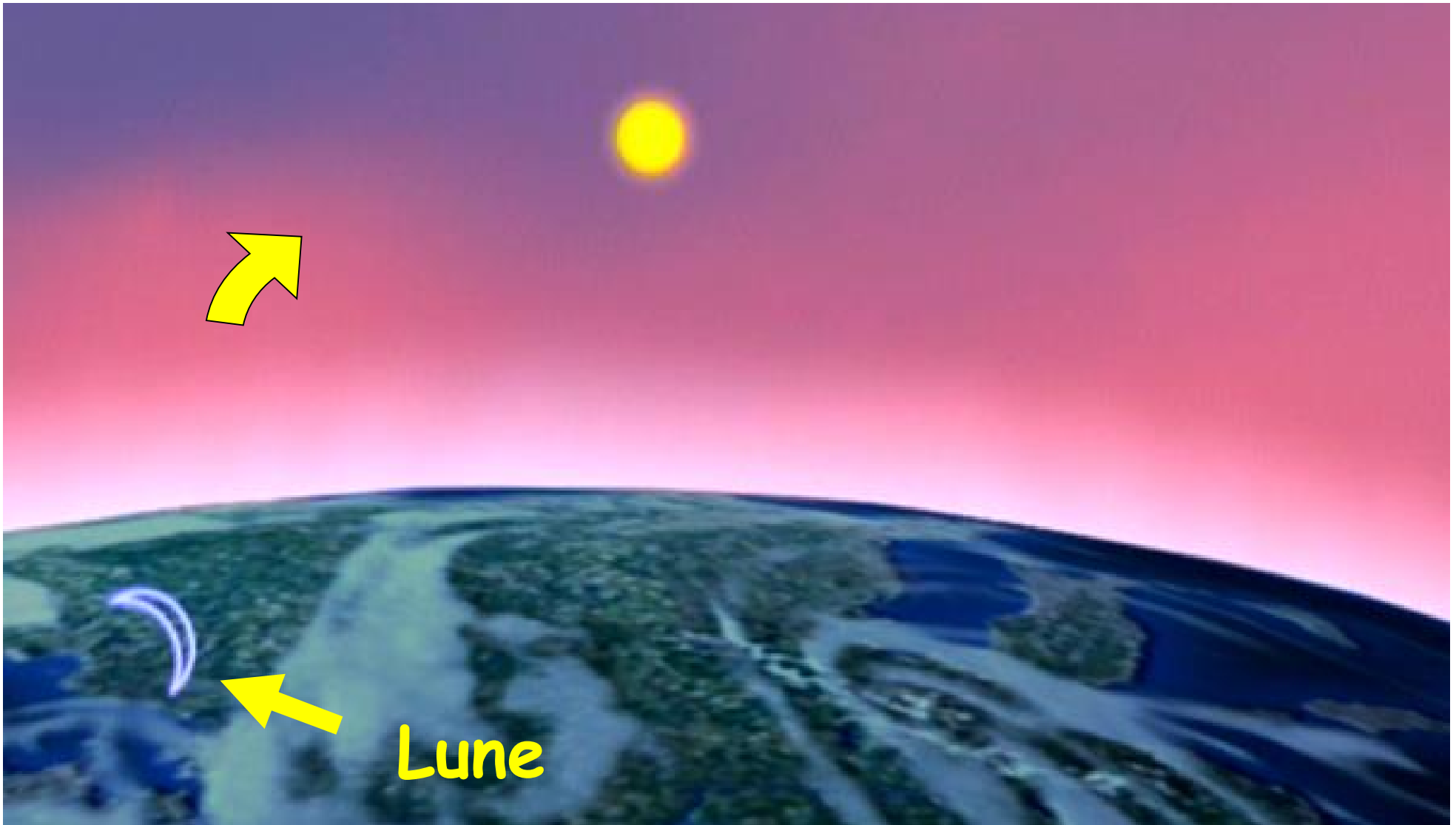
Lune croissante



Lune croissante



Pour l'observateur



Le matin, le soleil se lève,
la lune est sous l'horizon

Pour l'observateur



La Lune invisible, masquée par les
rayon du Soleil, traverse le ciel

Pour l'observateur



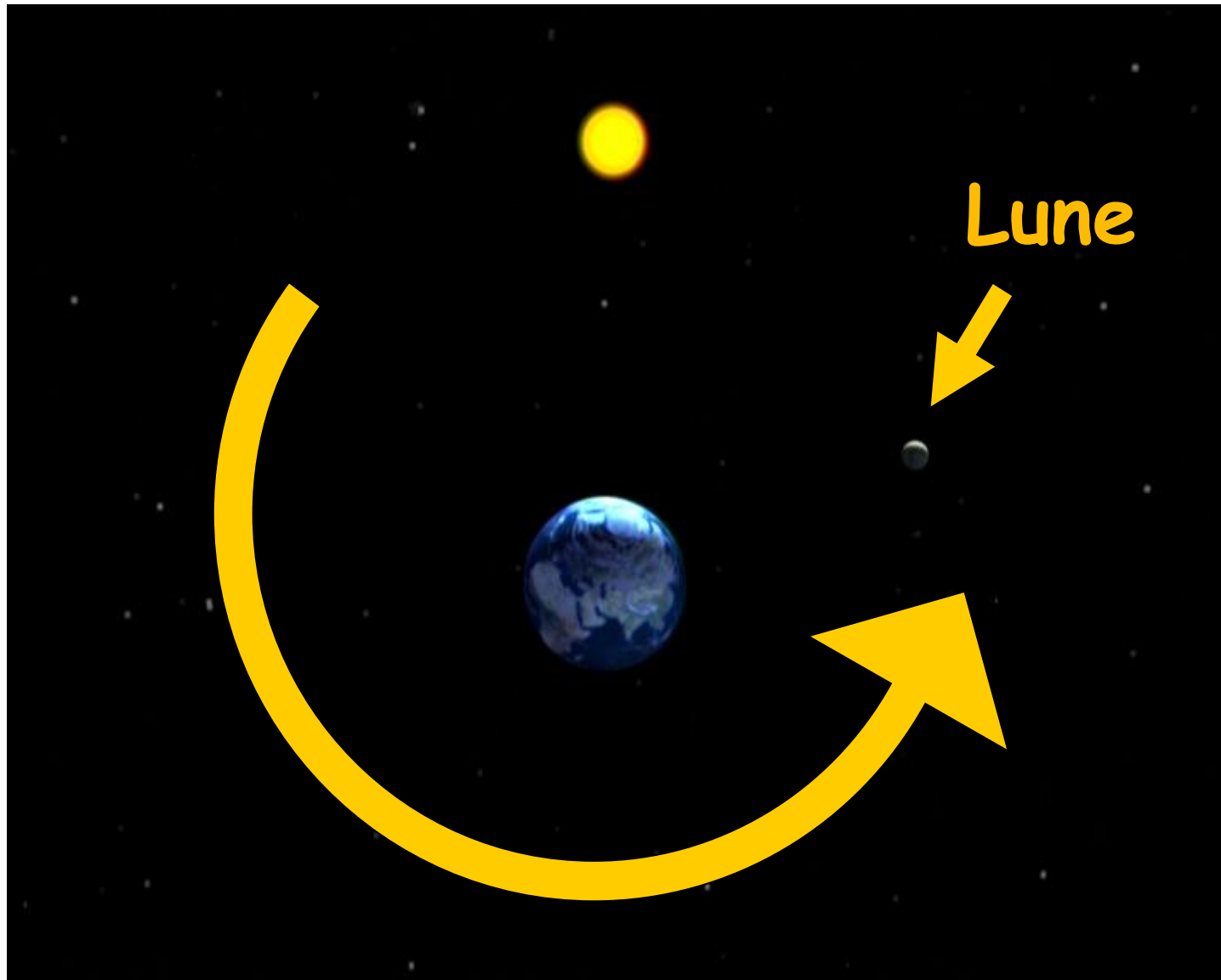
Le soir après le coucher du Soleil,
la Lune devient visible

Pour l'observateur



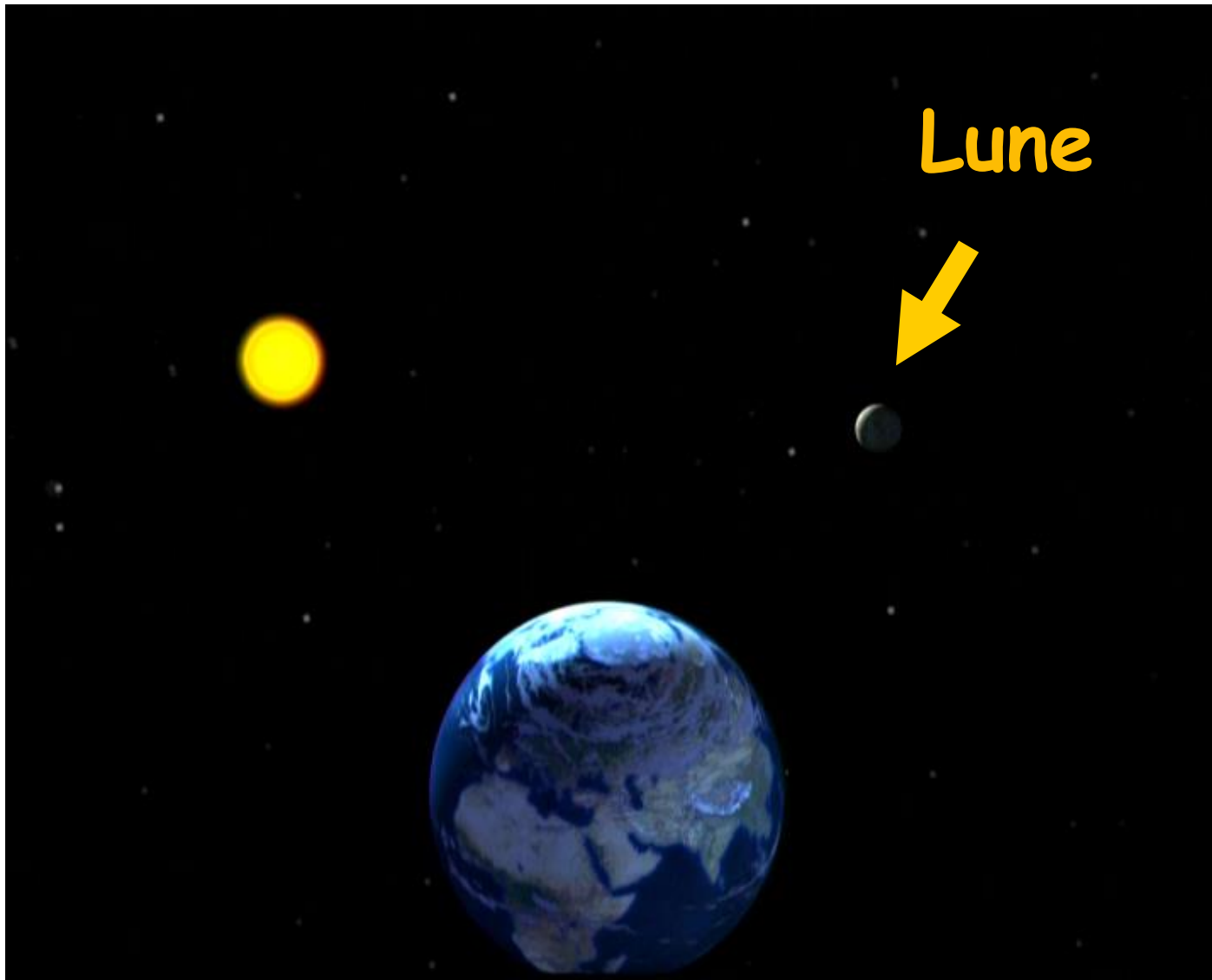
La Lune se couche quelques heures
après le Soleil

La Lune décroissante



2 et $\frac{1}{2}$ semaines plus tard

Pour l'observateur



La Lune est à droite du Soleil

Pour l'observateur



Le matin, la Lune se lève
avant le Soleil

Pour l'observateur



Le matin, la Lune se lève
avant le Soleil

Pour l'observateur



La Lune est invisible
le reste de la journée

Pour l'observateur



Le soir, elle se couche
avant le Soleil

La Lune ment



Lune croissante

La Lune ment



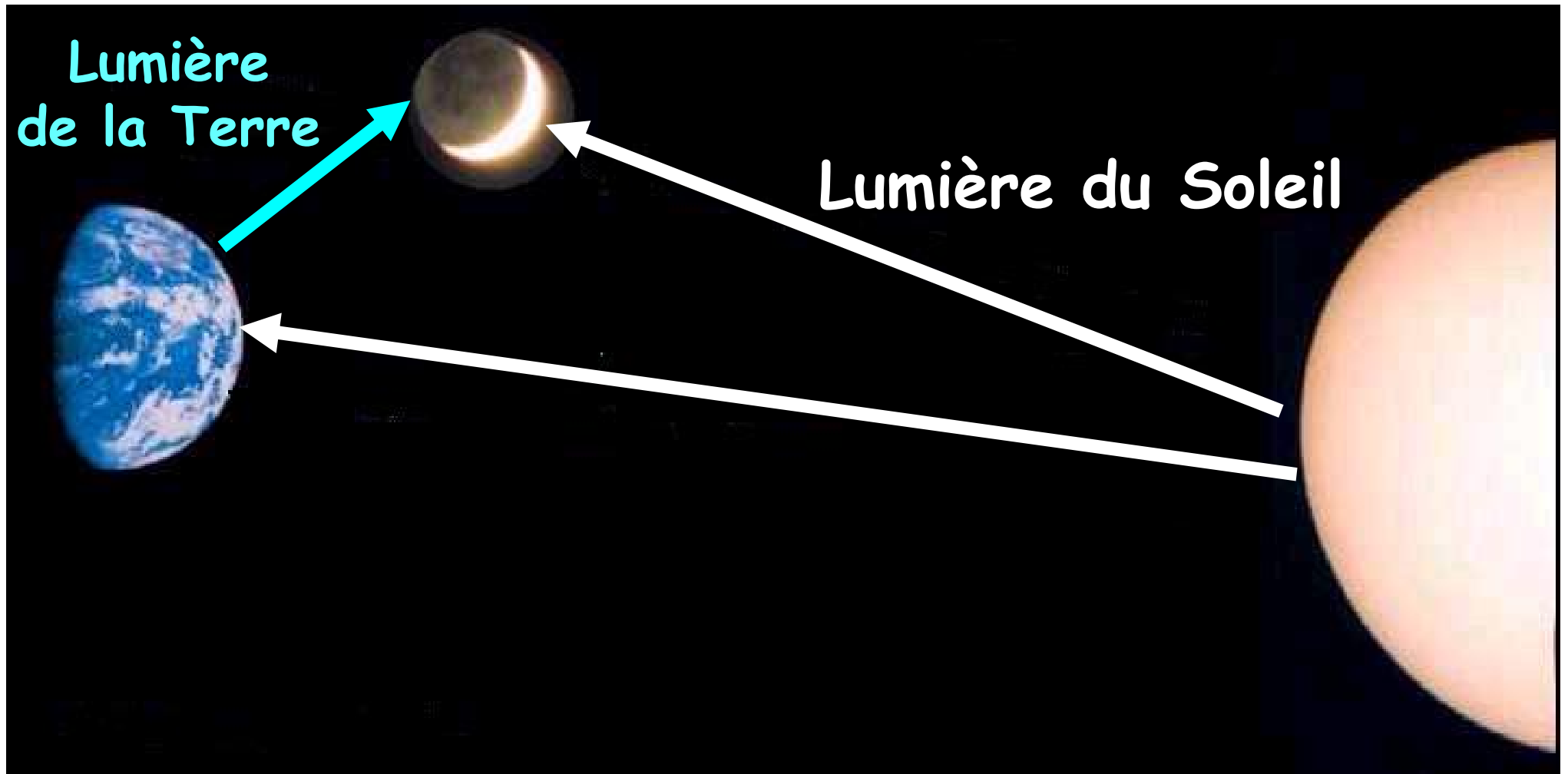
Lune décroissante

Les phases de la Lune



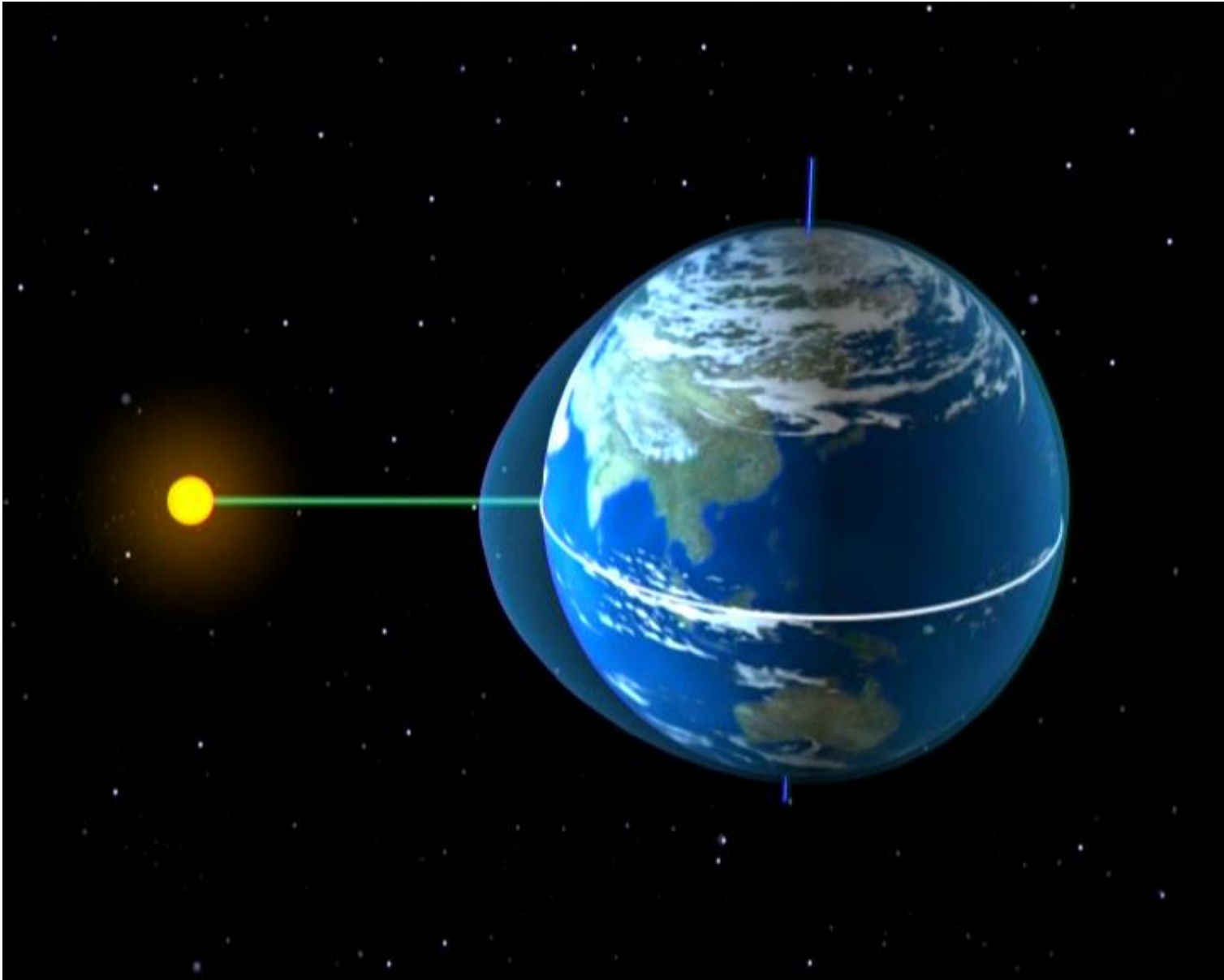
La lumière cendrée

Les phases de la Lune



La lumière cendrée

Les marées



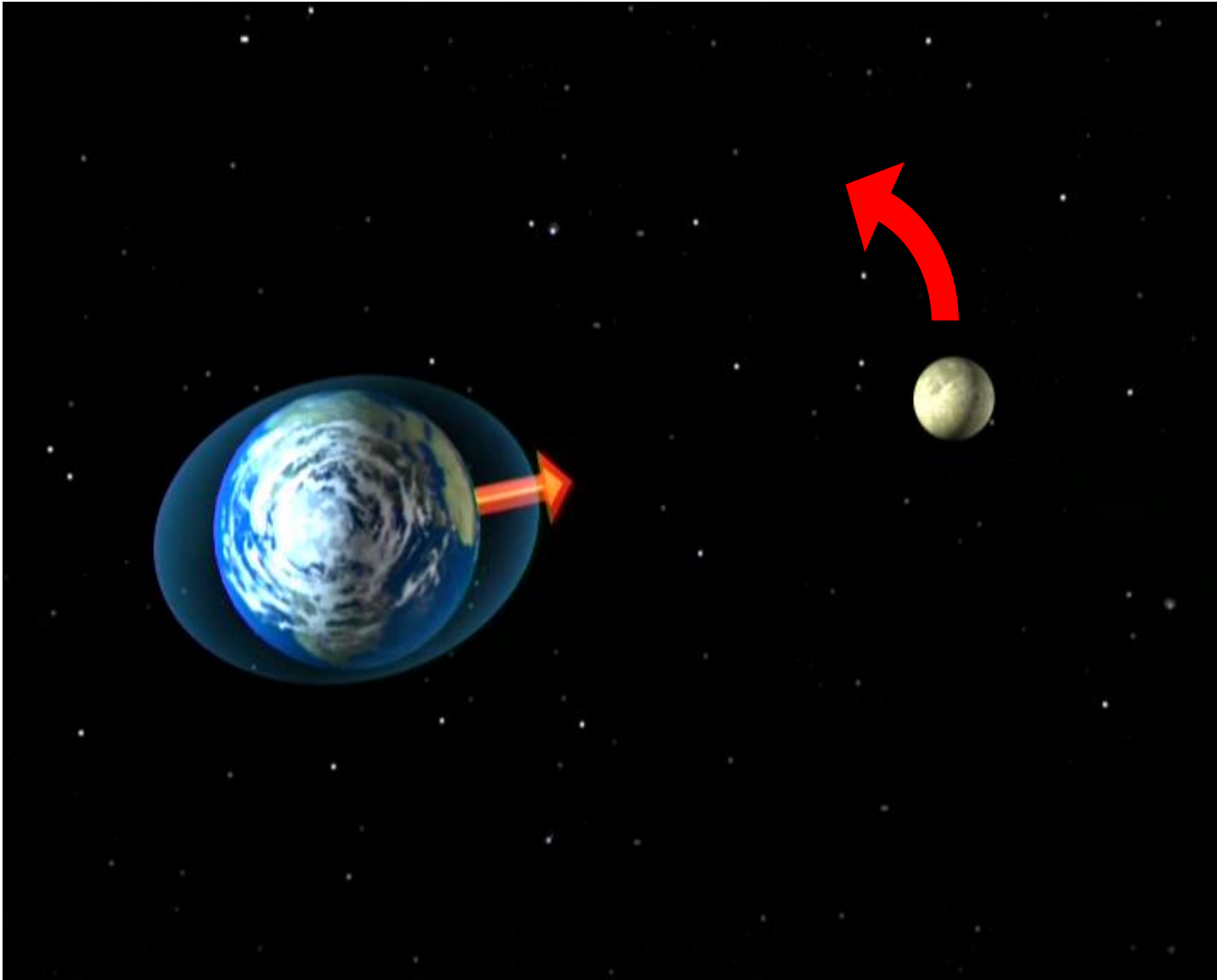
Attraction du Soleil

Les marées



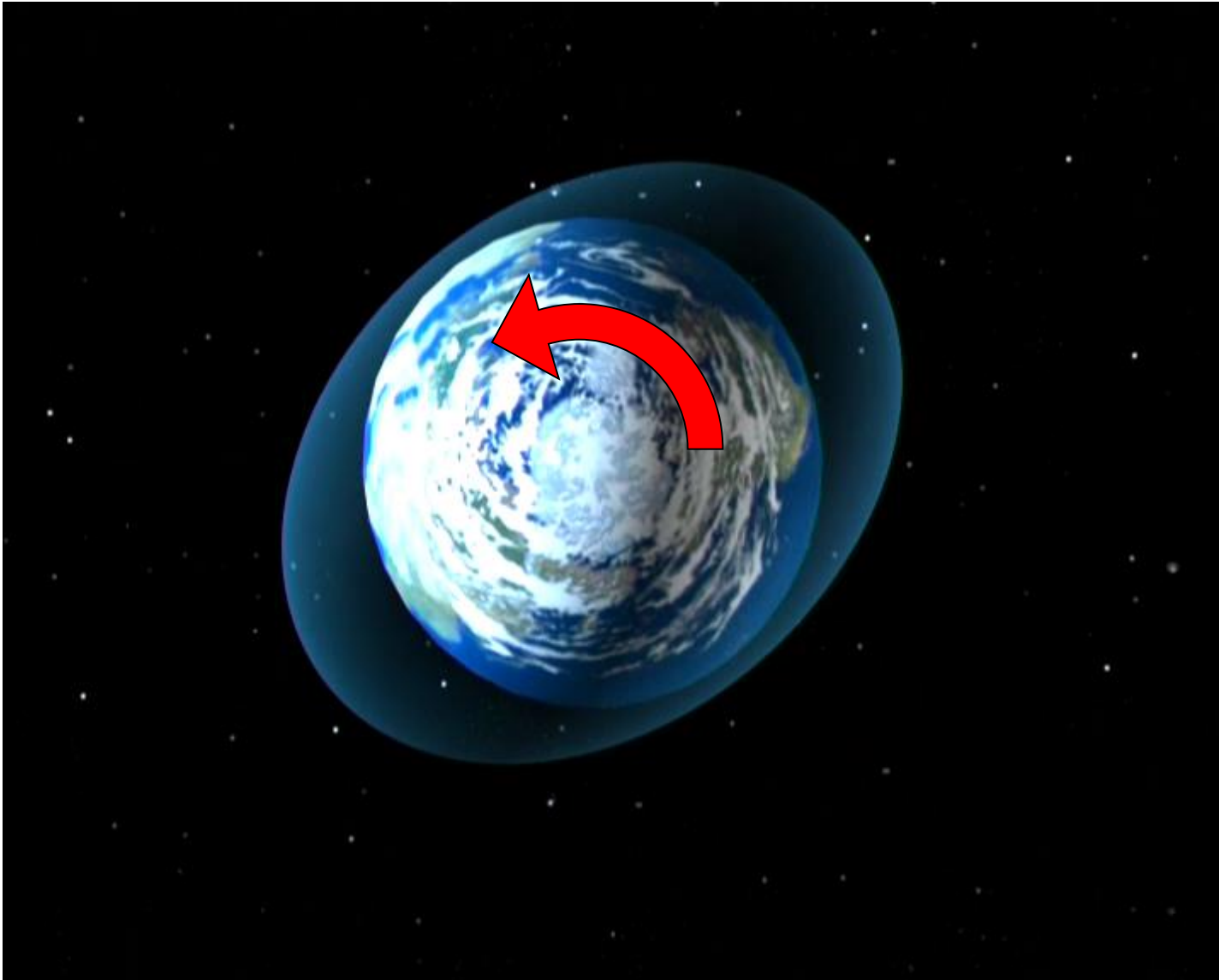
Et de la Lune

Les marées



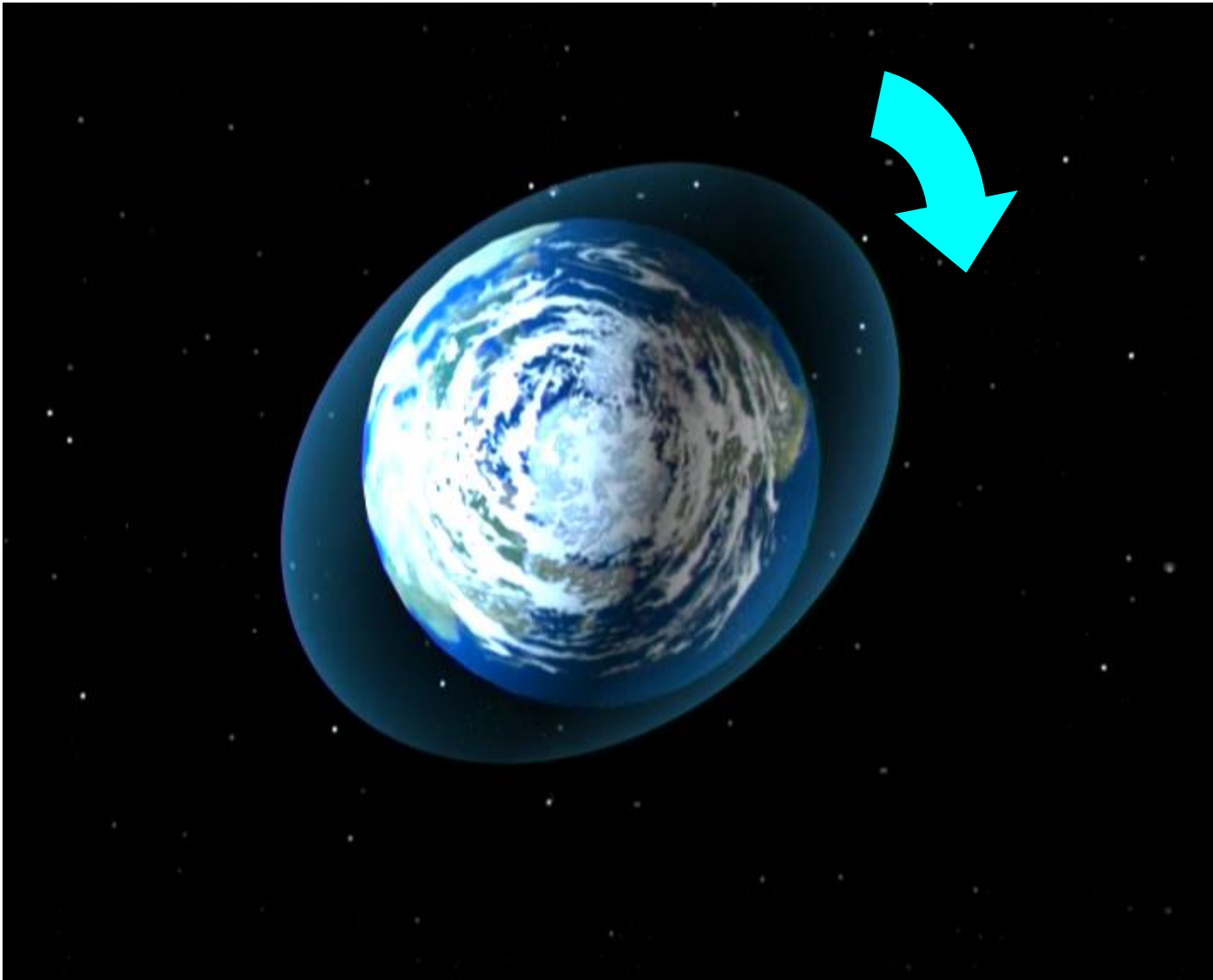
1 tour en $27 \frac{1}{3}$ jours

Les marées



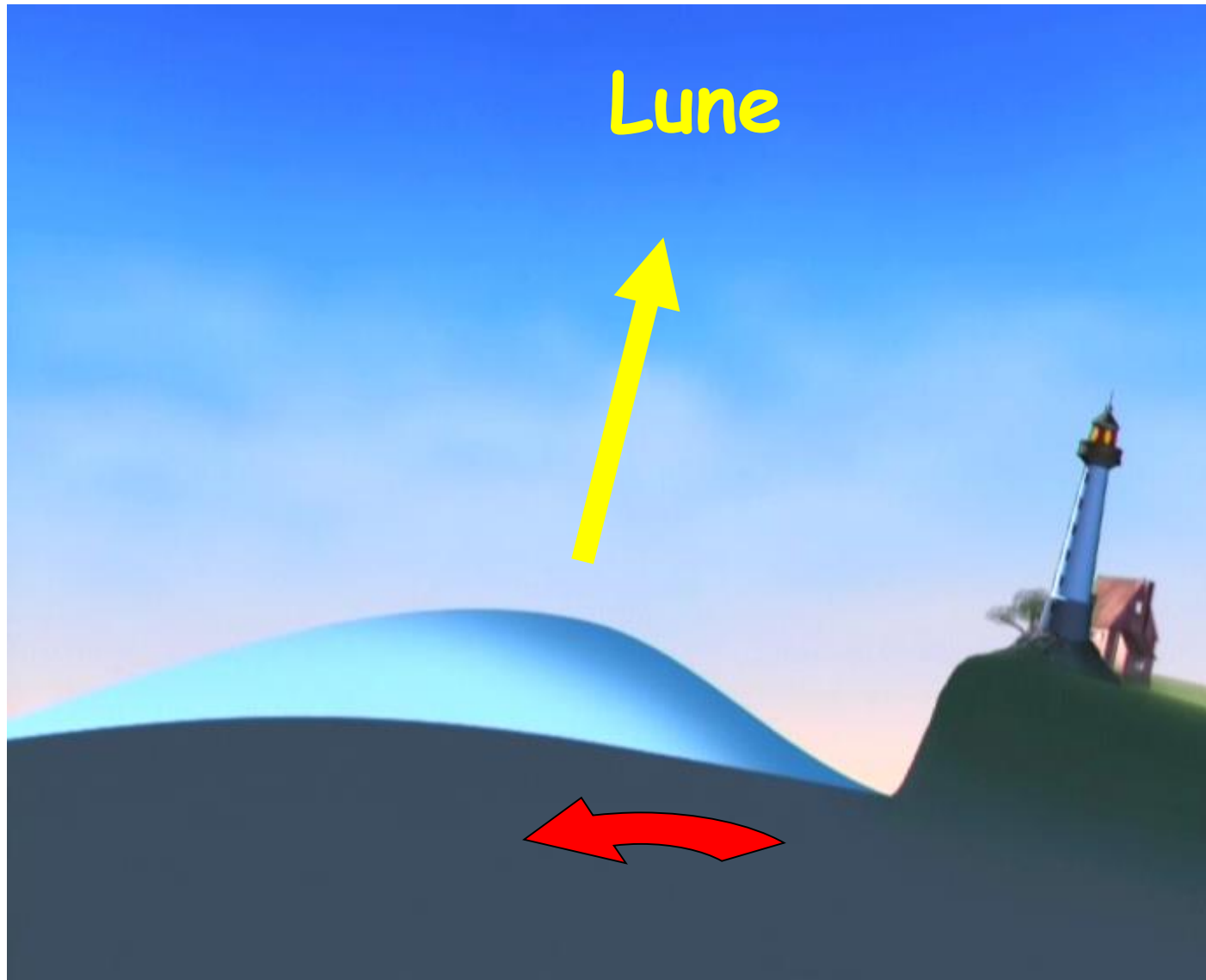
1 tour en 23 h 56 mn

Les marées



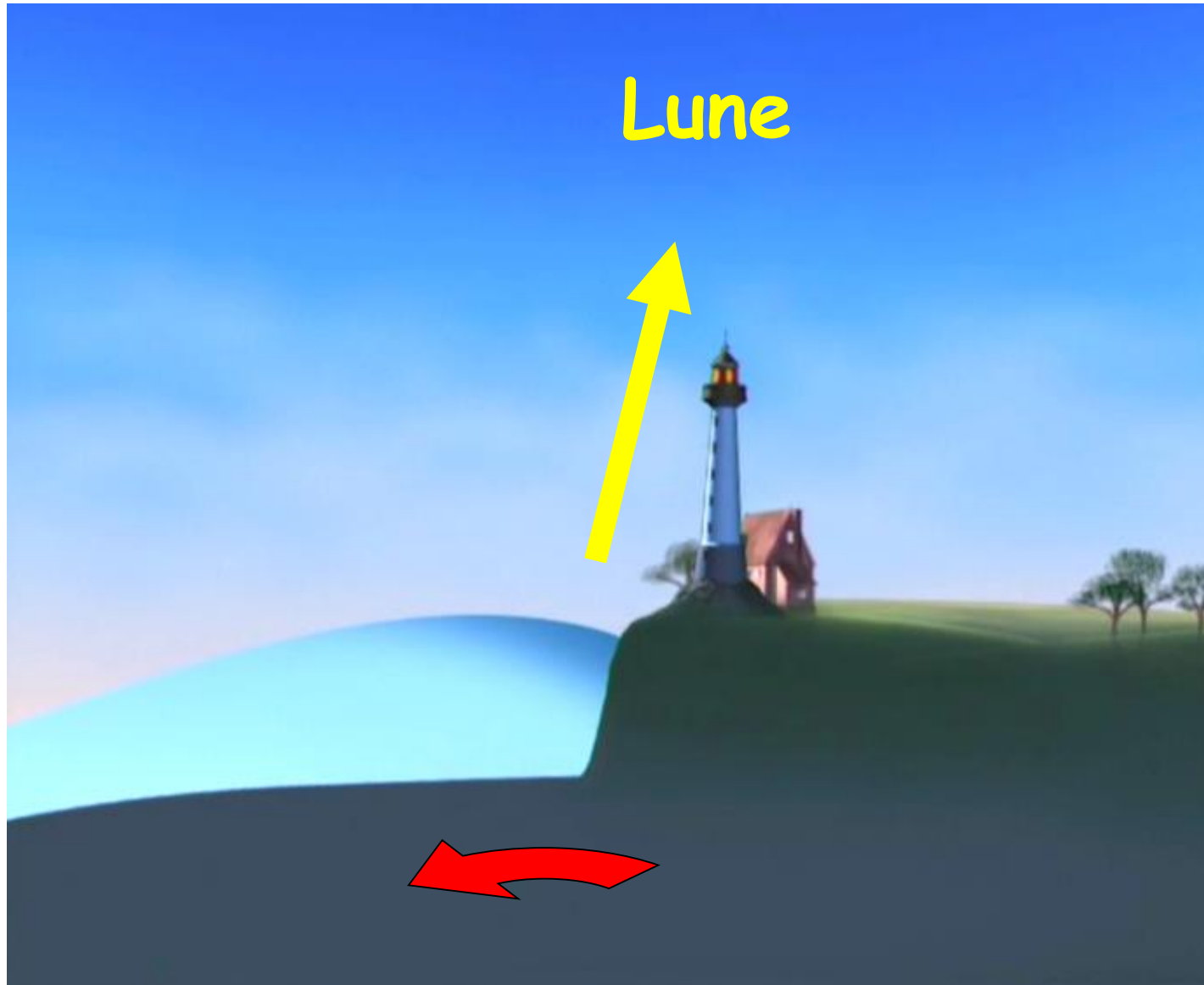
Déplacement apparent
de l'onde de marée

Les marées



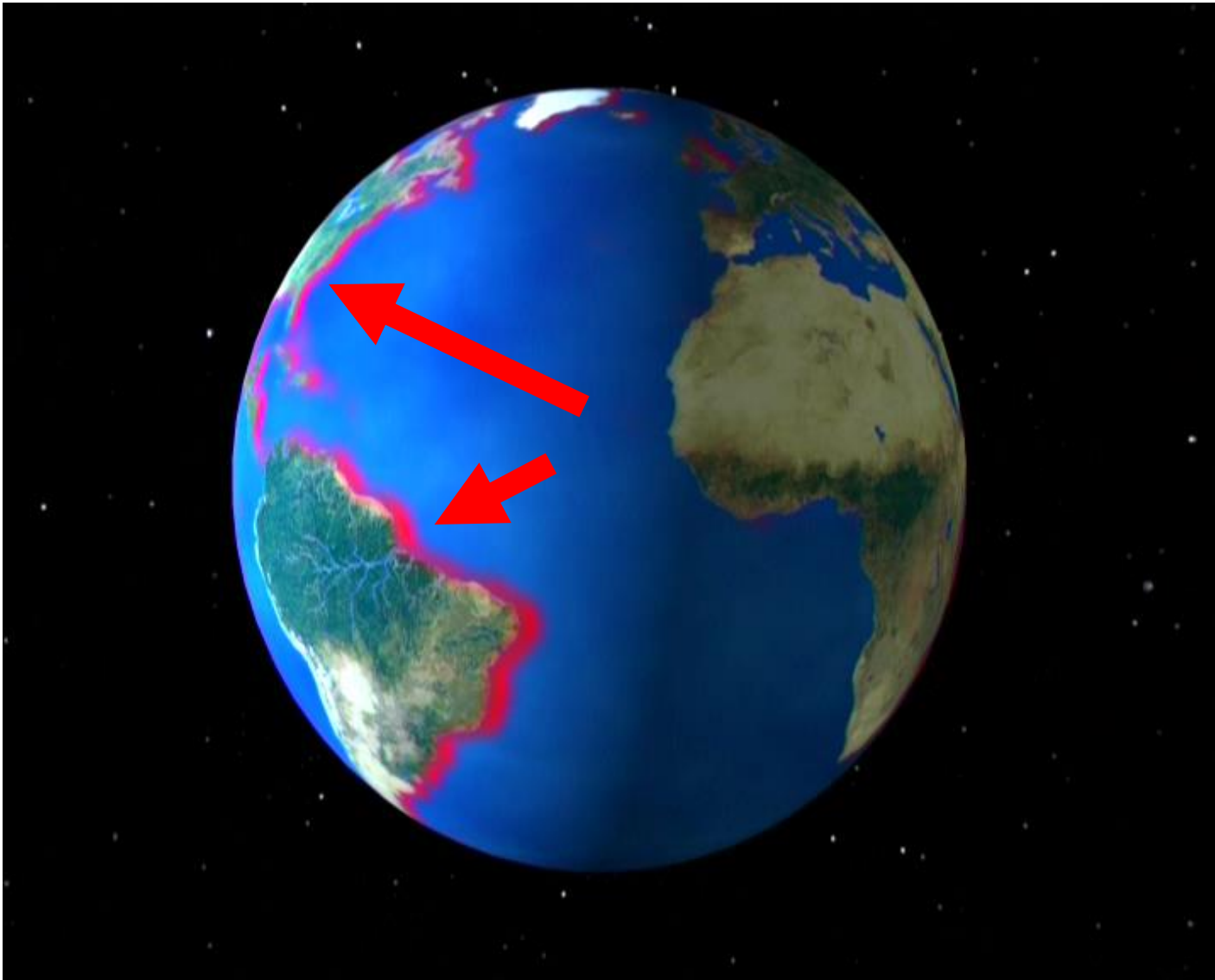
Mouvement de la Terre
vers l'onde de marée

Les marées



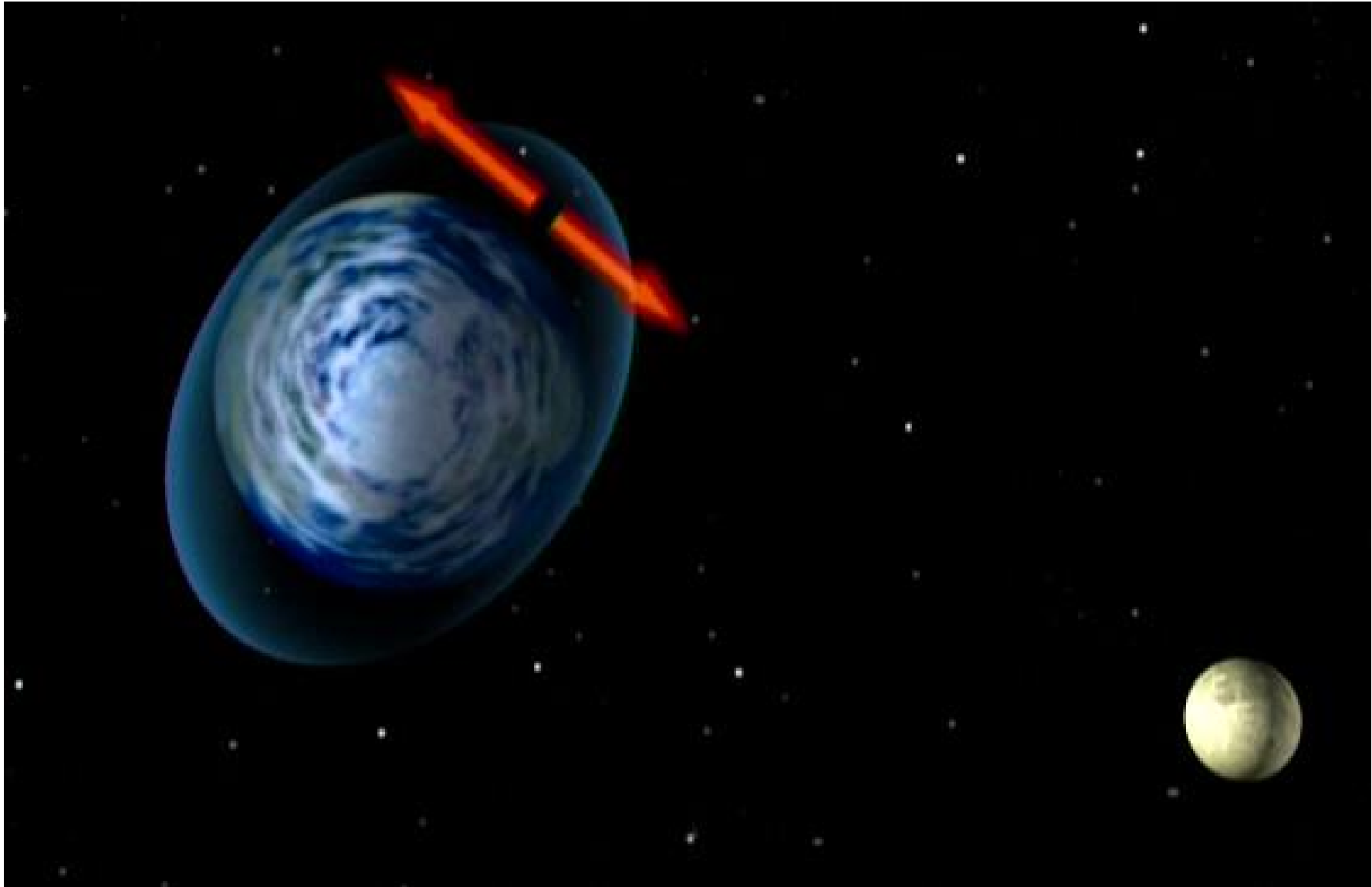
Mouvement de la Terre
vers l'onde de marée

Onde de marée



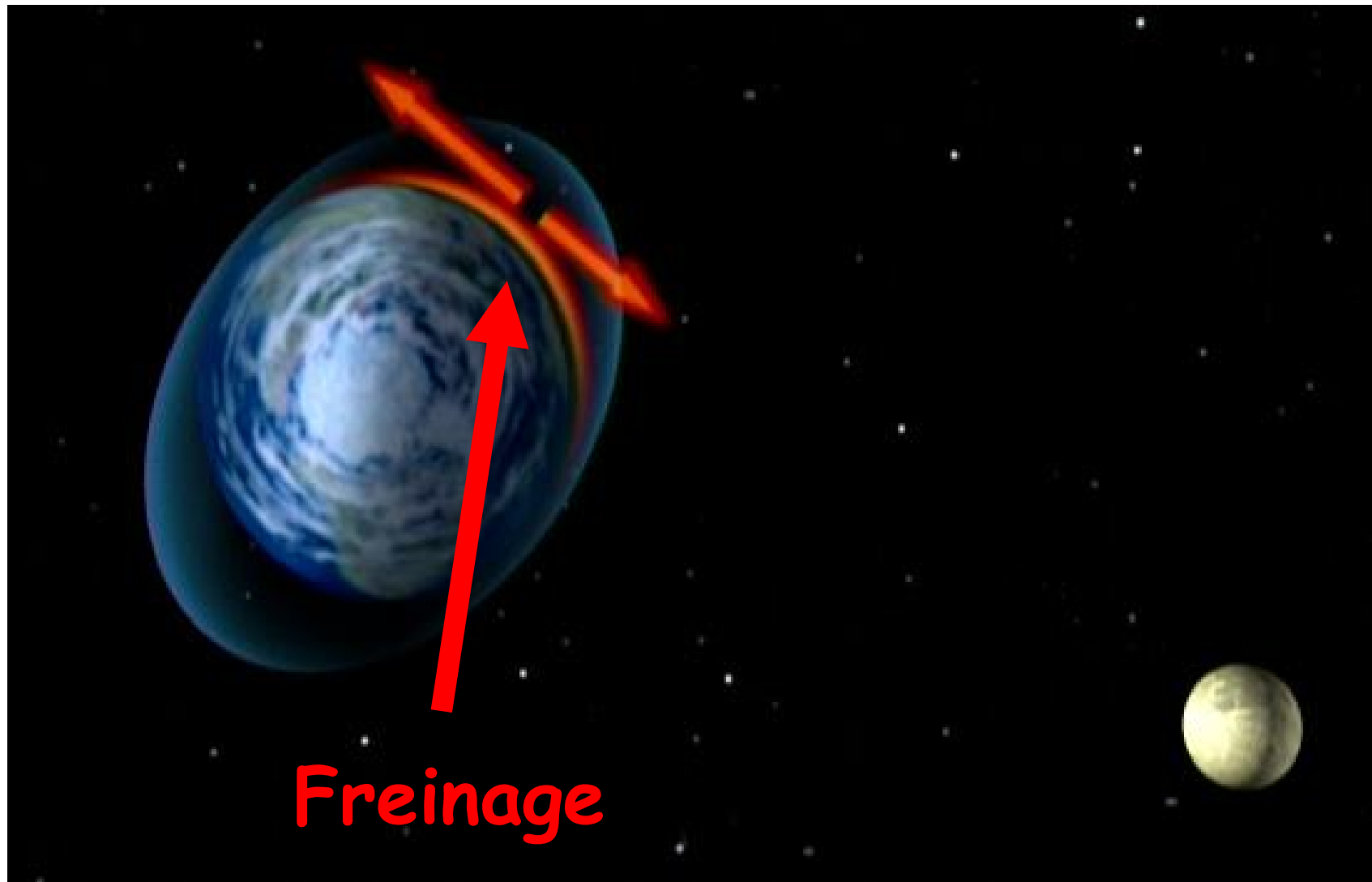
Périodicité et amplitude locales
liées à la géométrie des côtes

Les marées



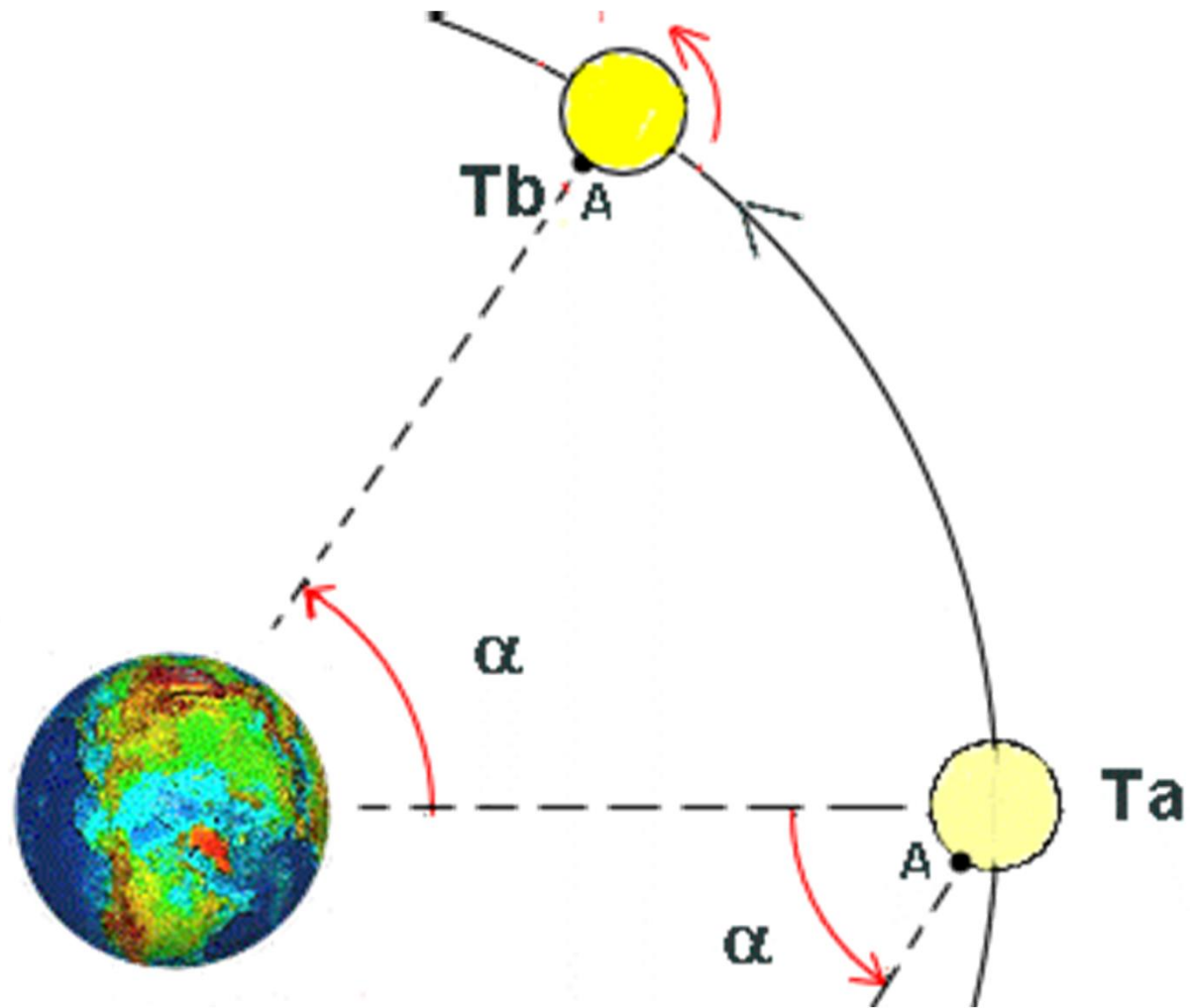
Actions antagonistes de la Lune et de la rotation de la Terre sur la masse d'eau

Les marées



Ralentissement de la rotation
de la Terre par effet de marée

Rotation de la Lune



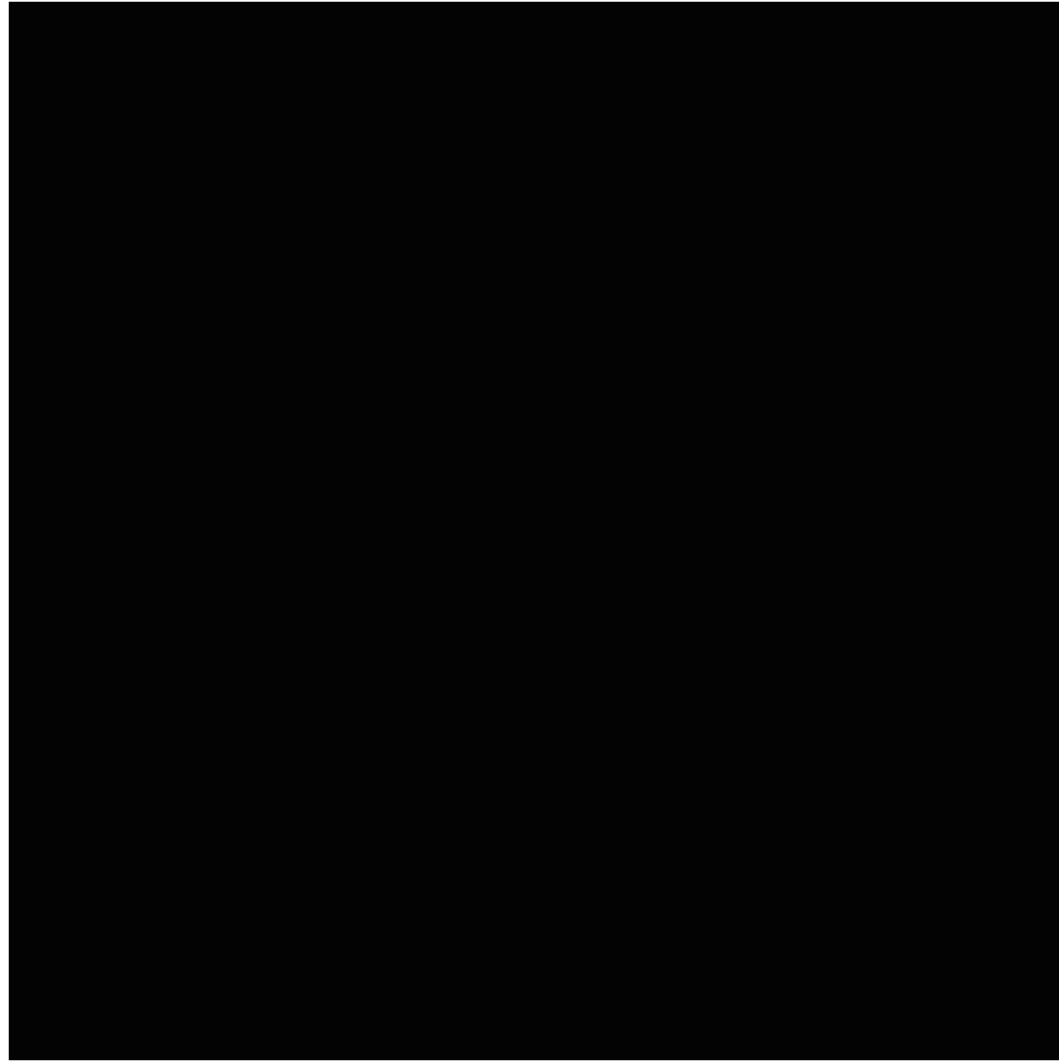
La Lune tourne sur elle-même

Rotation de la Lune



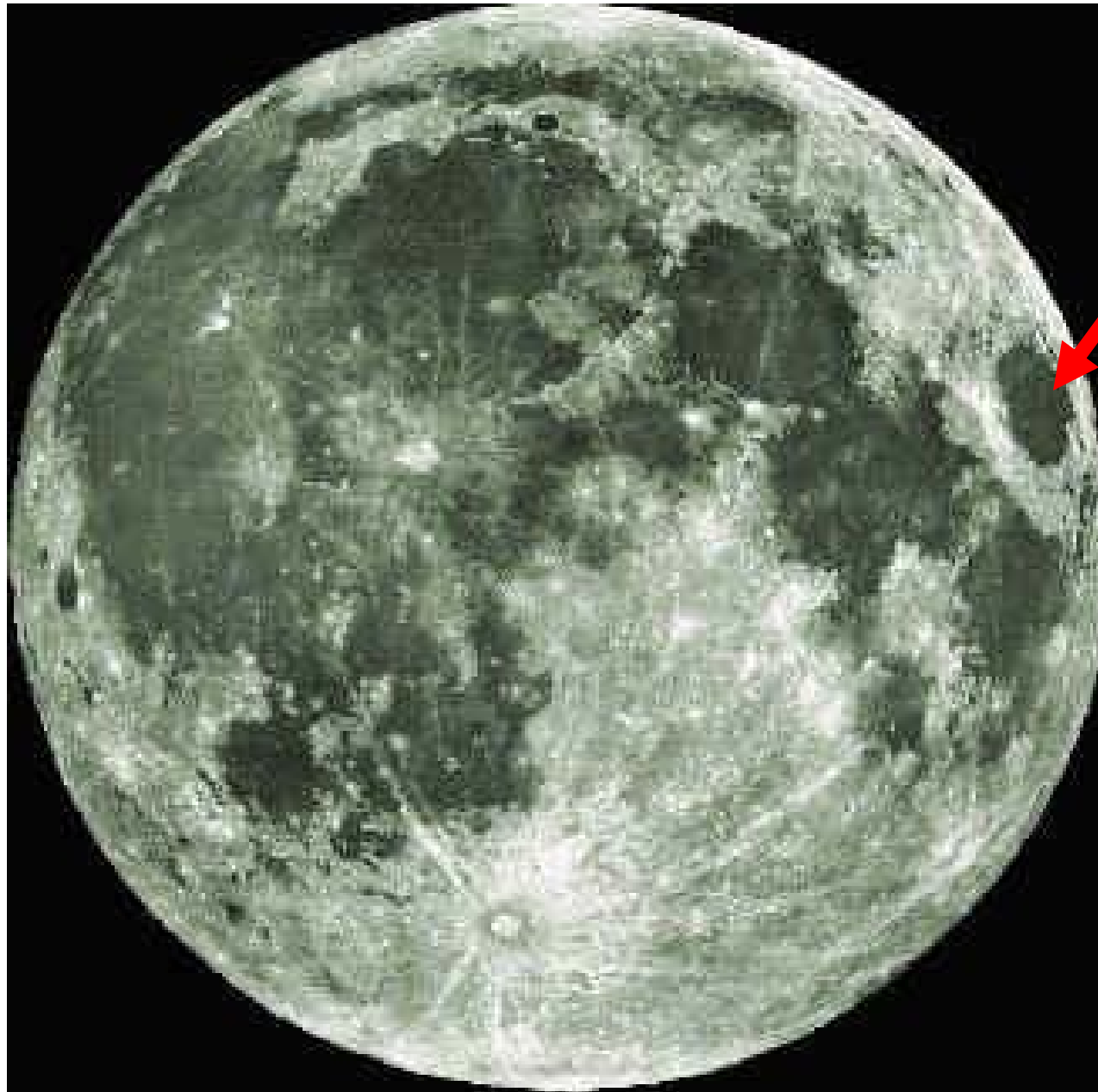
**Mais présente toujours la même face
à la Terre**

Rotation de la Lune



Avec des oscillations : les librations

Librations



**Mer des
Crises**



Librations



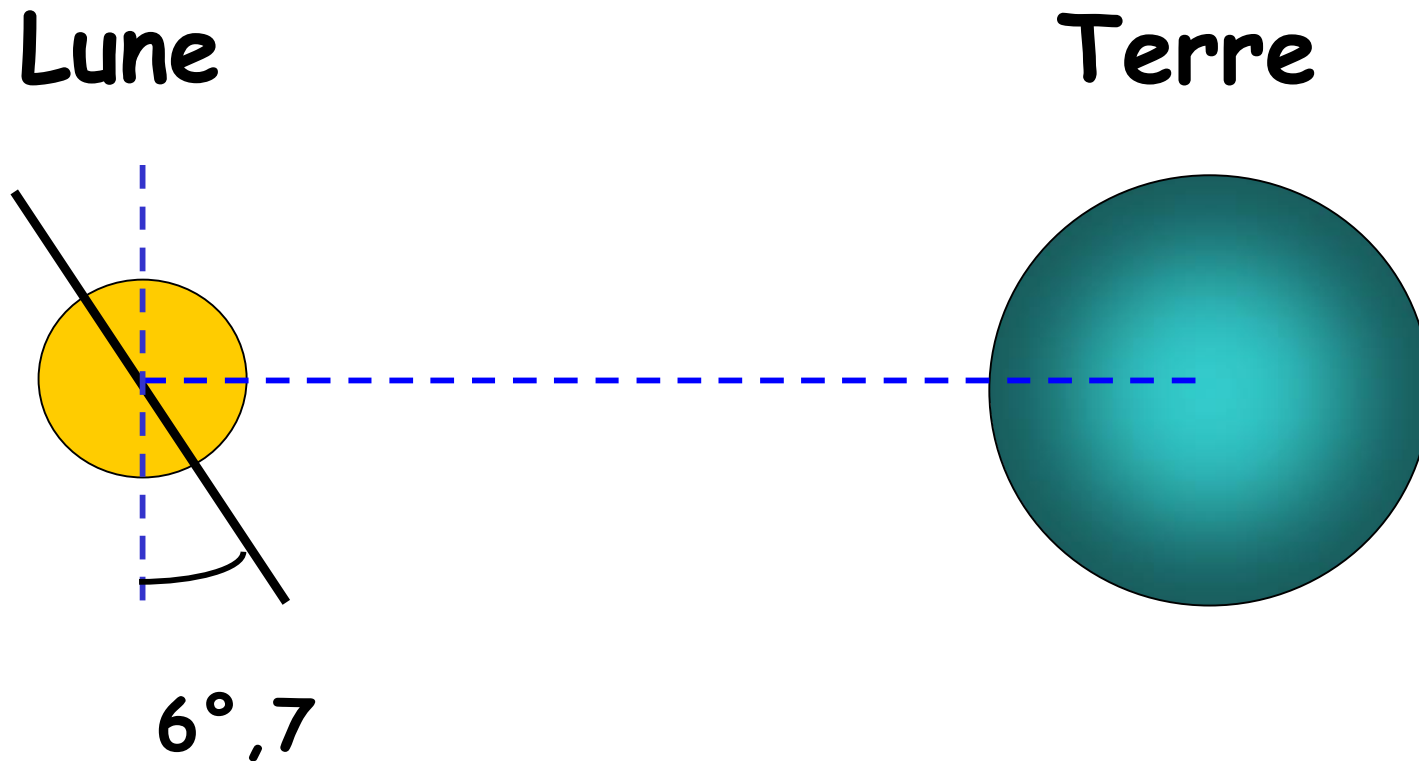
Mer des Crises

Librations

du Latin Libra = Balance

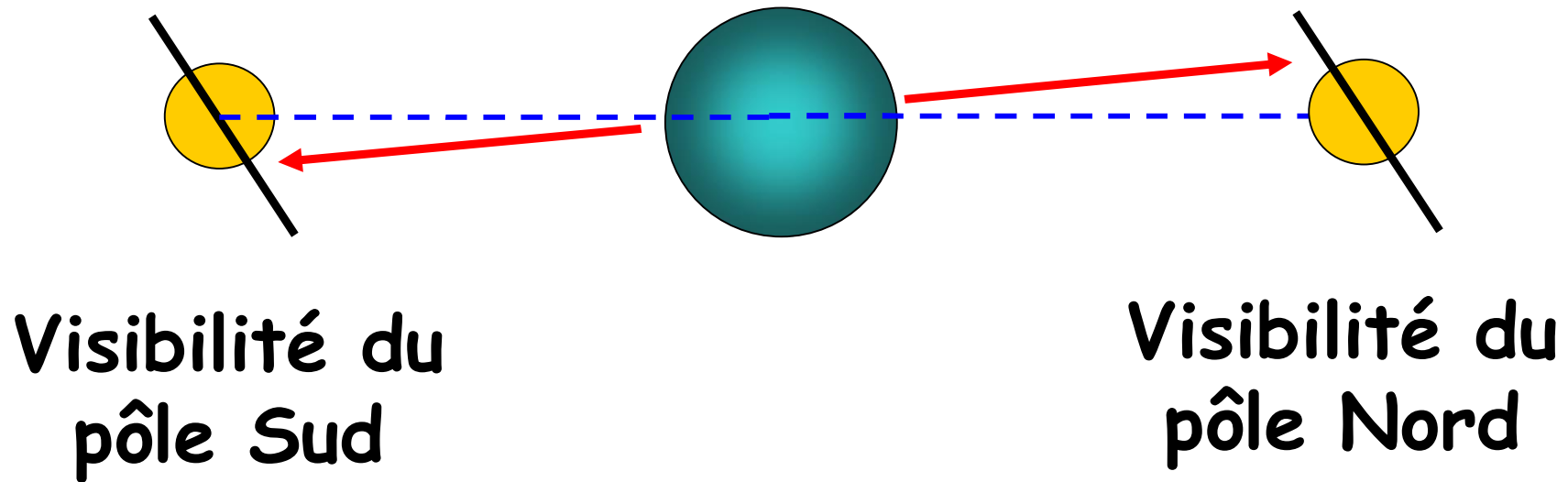
59% de la surface
de la Lune est visible

Librations géométriques



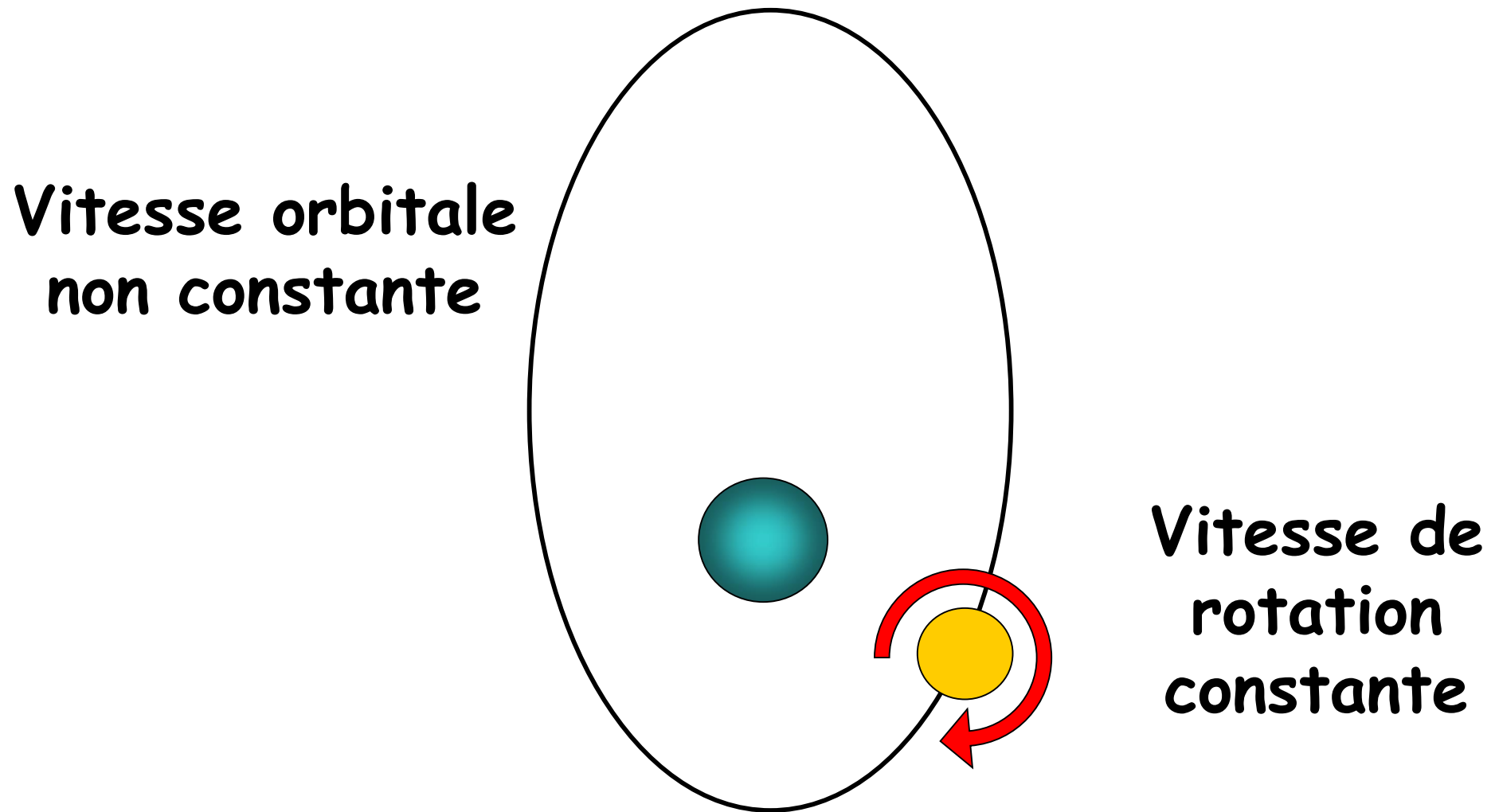
Inclinaison de l'axe
de rotation de la Lune

Librations géométriques



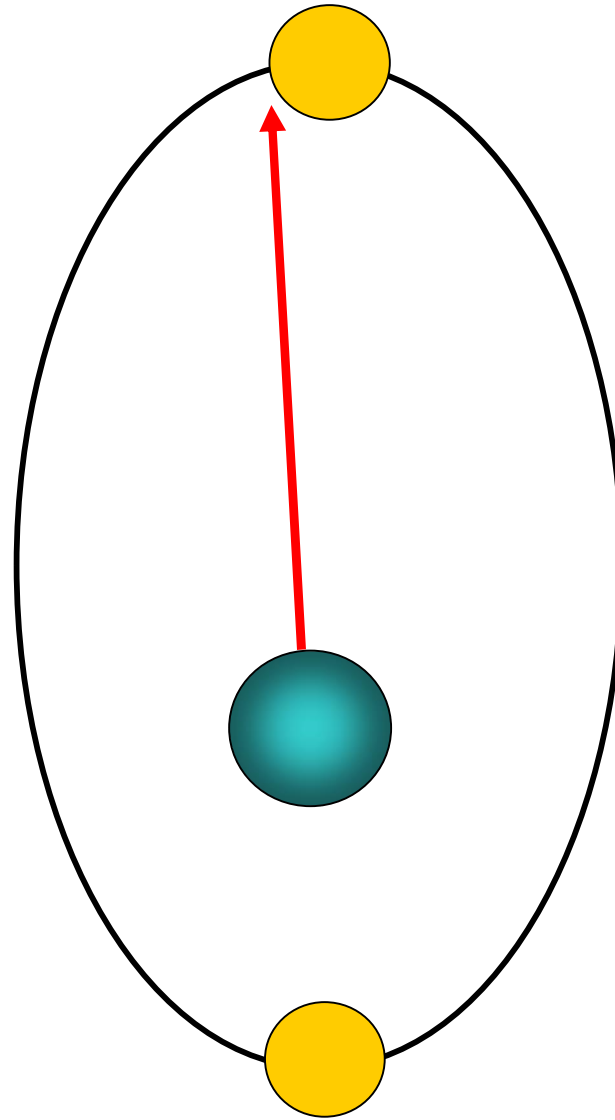
Libration en latitude

Librations géométriques



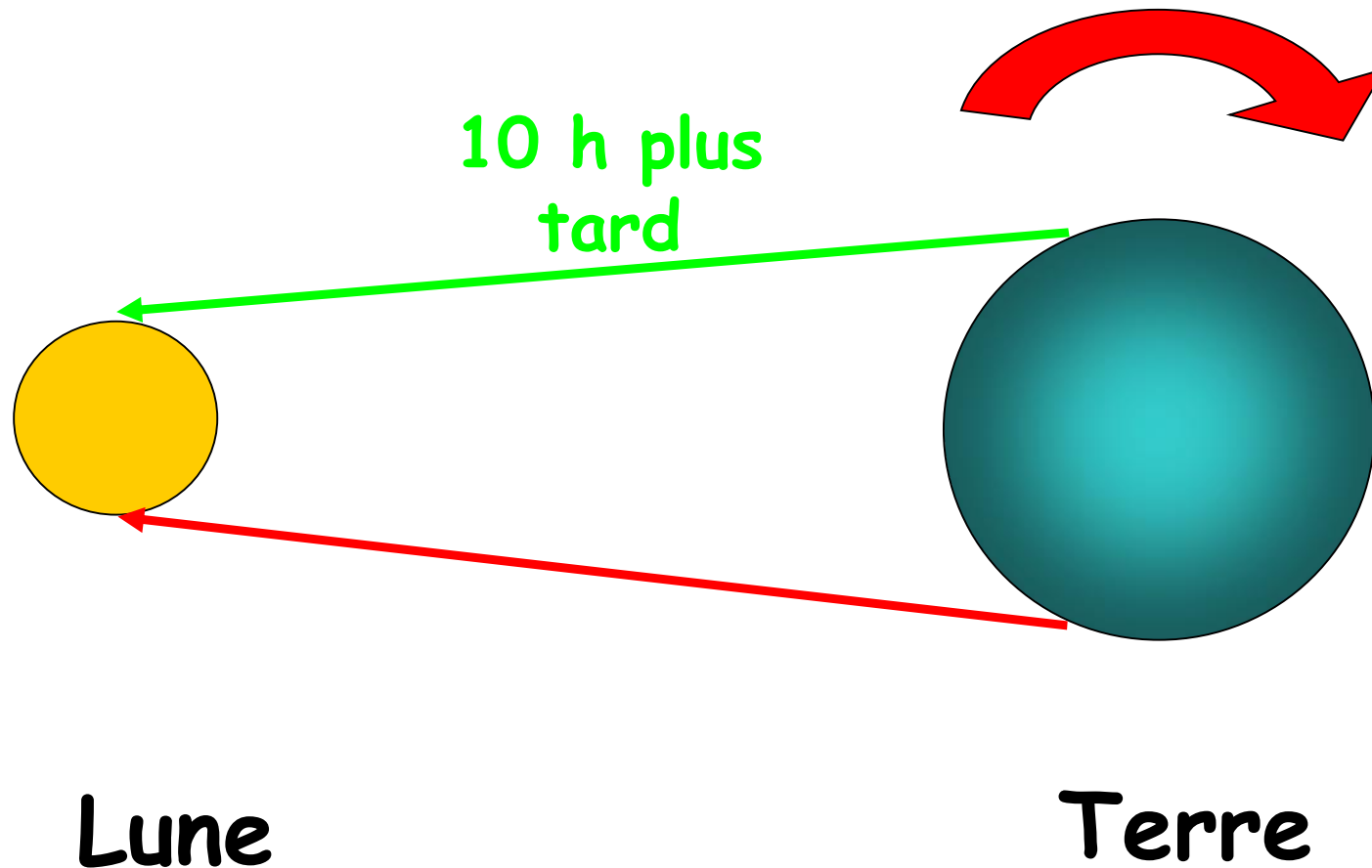
Excentricité de l'orbite

Librations géométriques



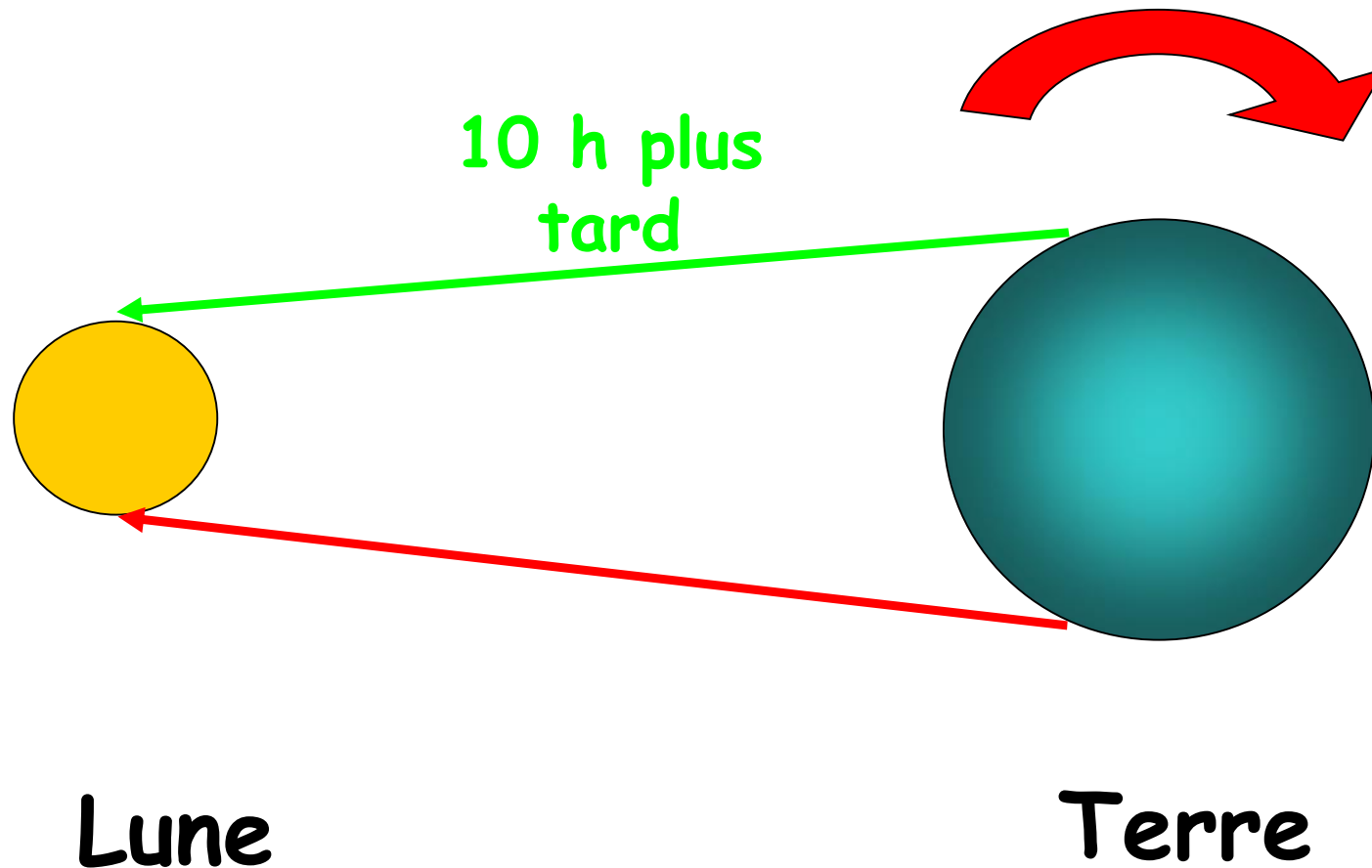
Libration en longitude

Librations géométriques



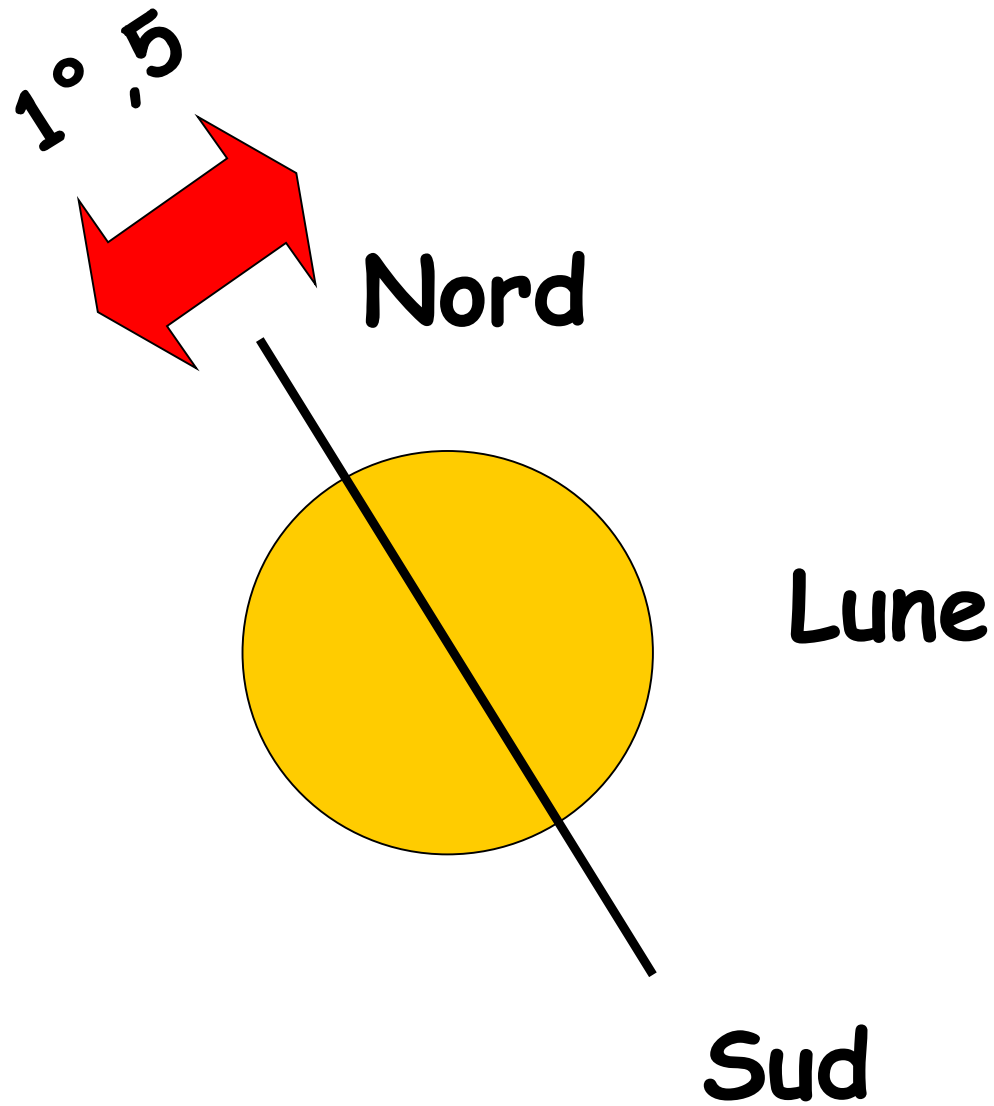
Taille et rotation de la Terre

Librations géométriques



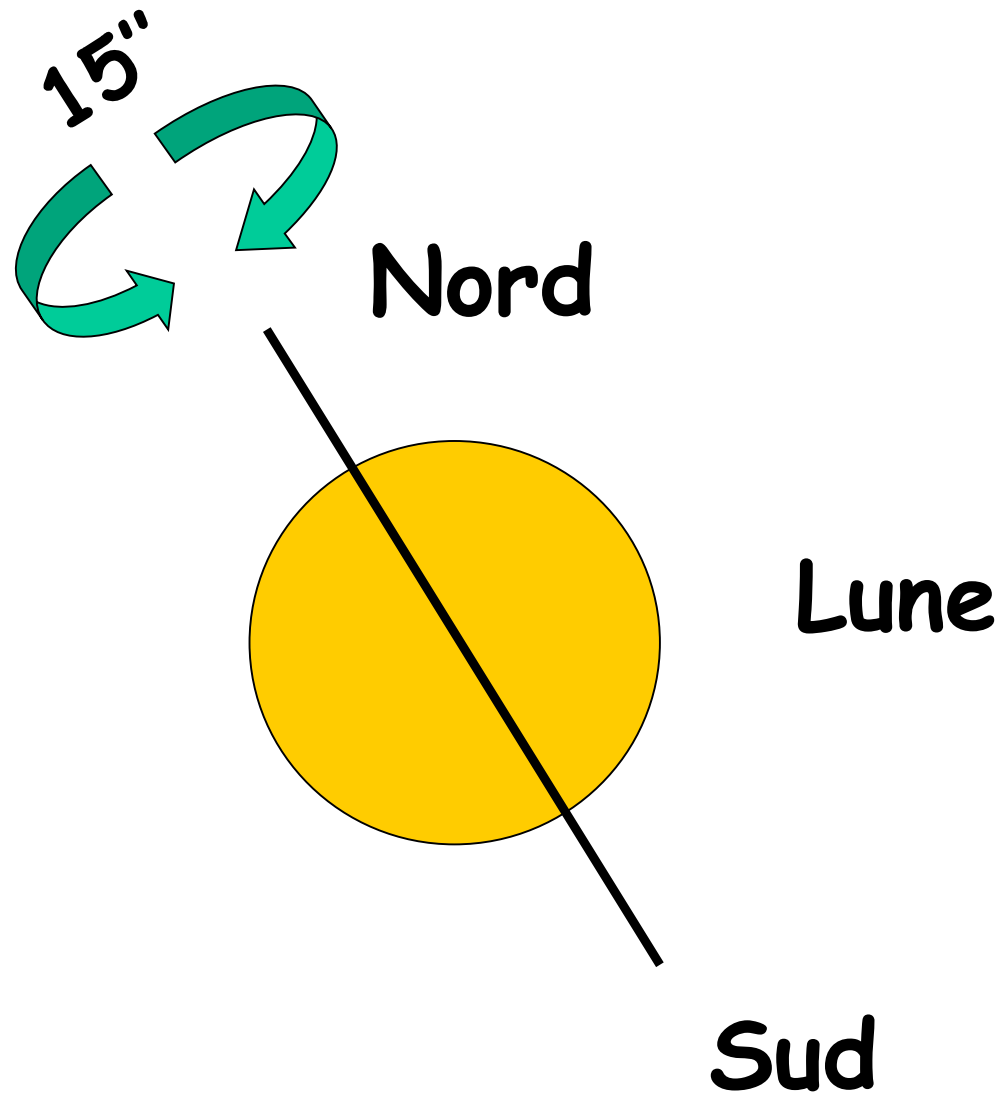
Libration en longitude

Librations physiques



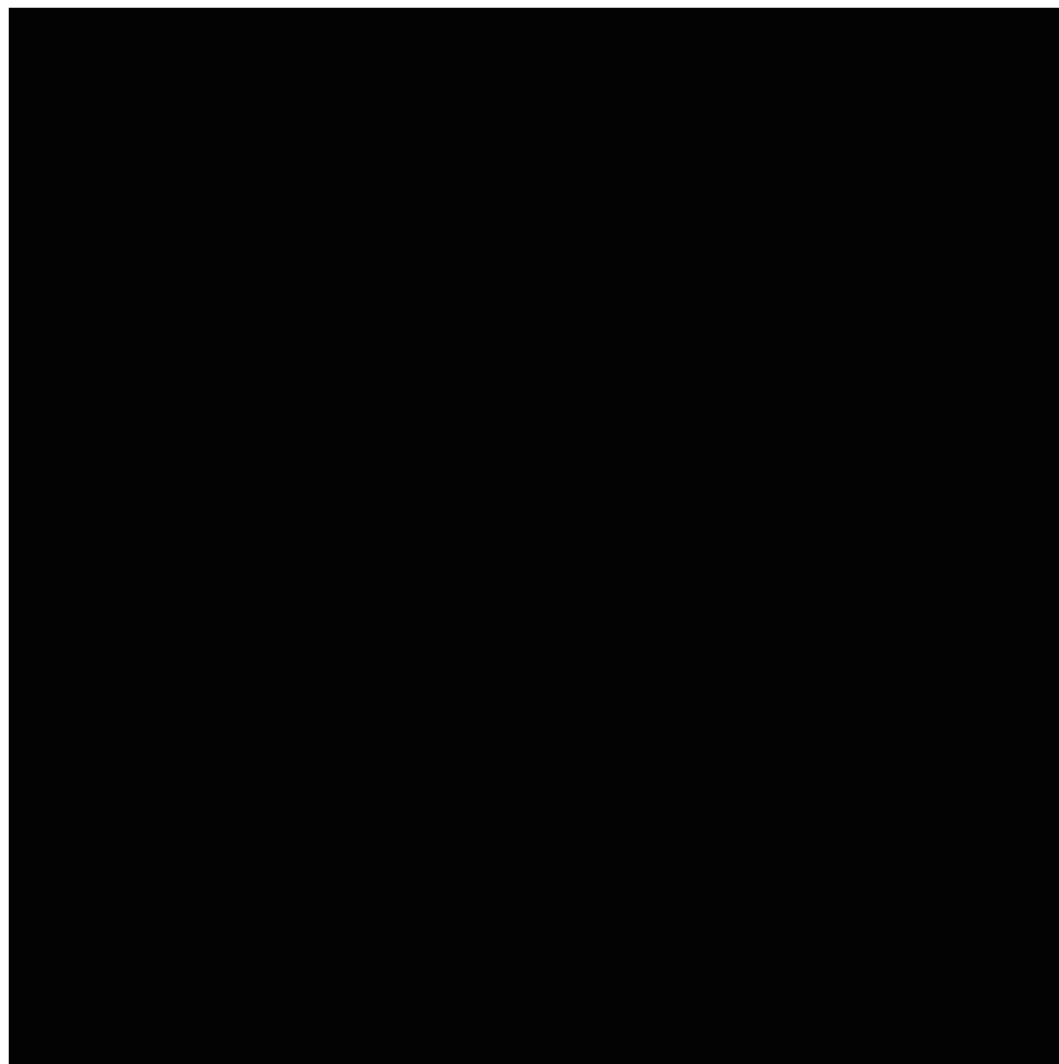
Librations pôles-pôles

Librations physiques



Librations bord à bord

Librations



Somme des librations

La Lune

Inclinaison équateur / orbite : $6^{\circ},7$



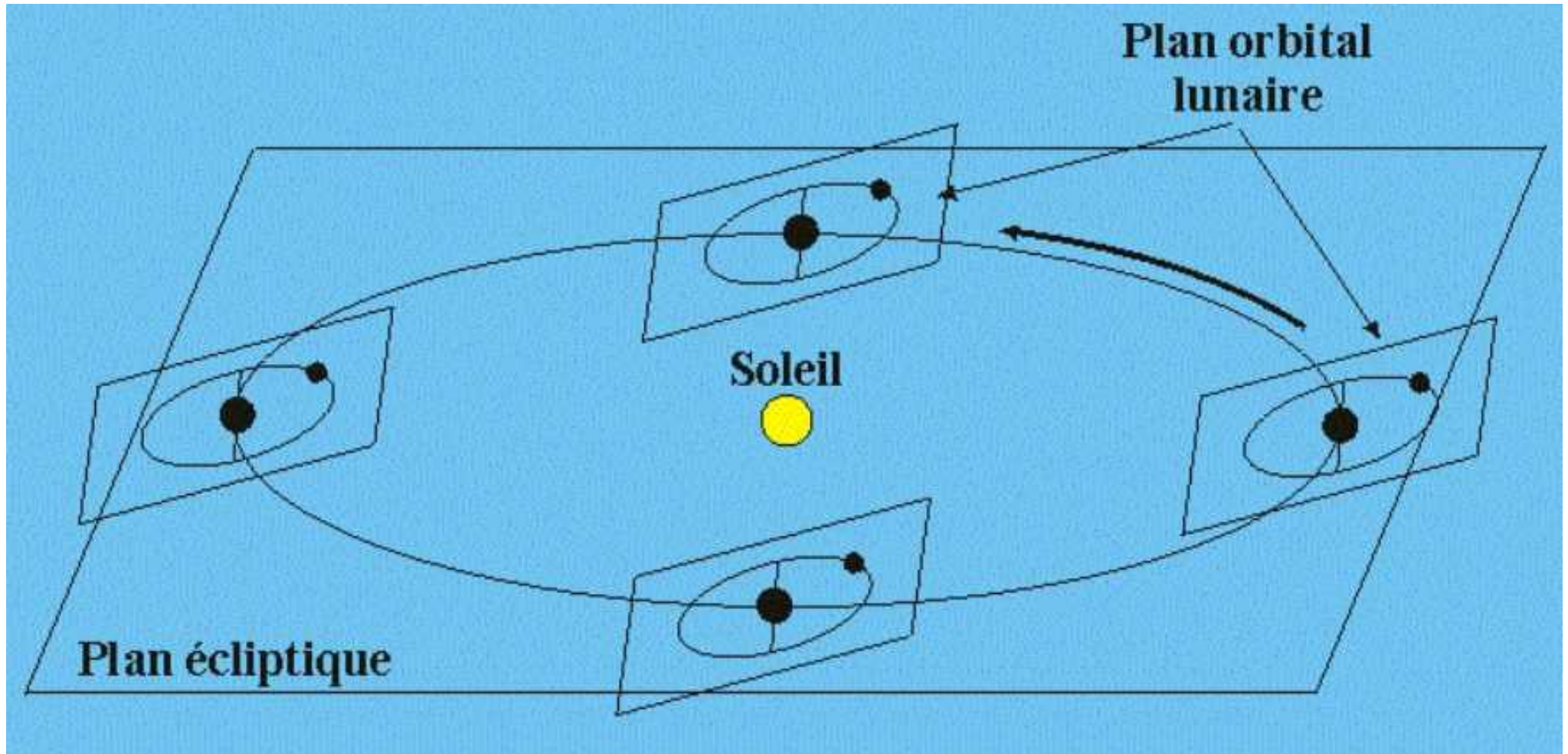
Libration géométrique

Inclinaison orbite / écliptique : $5,1^{\circ}$



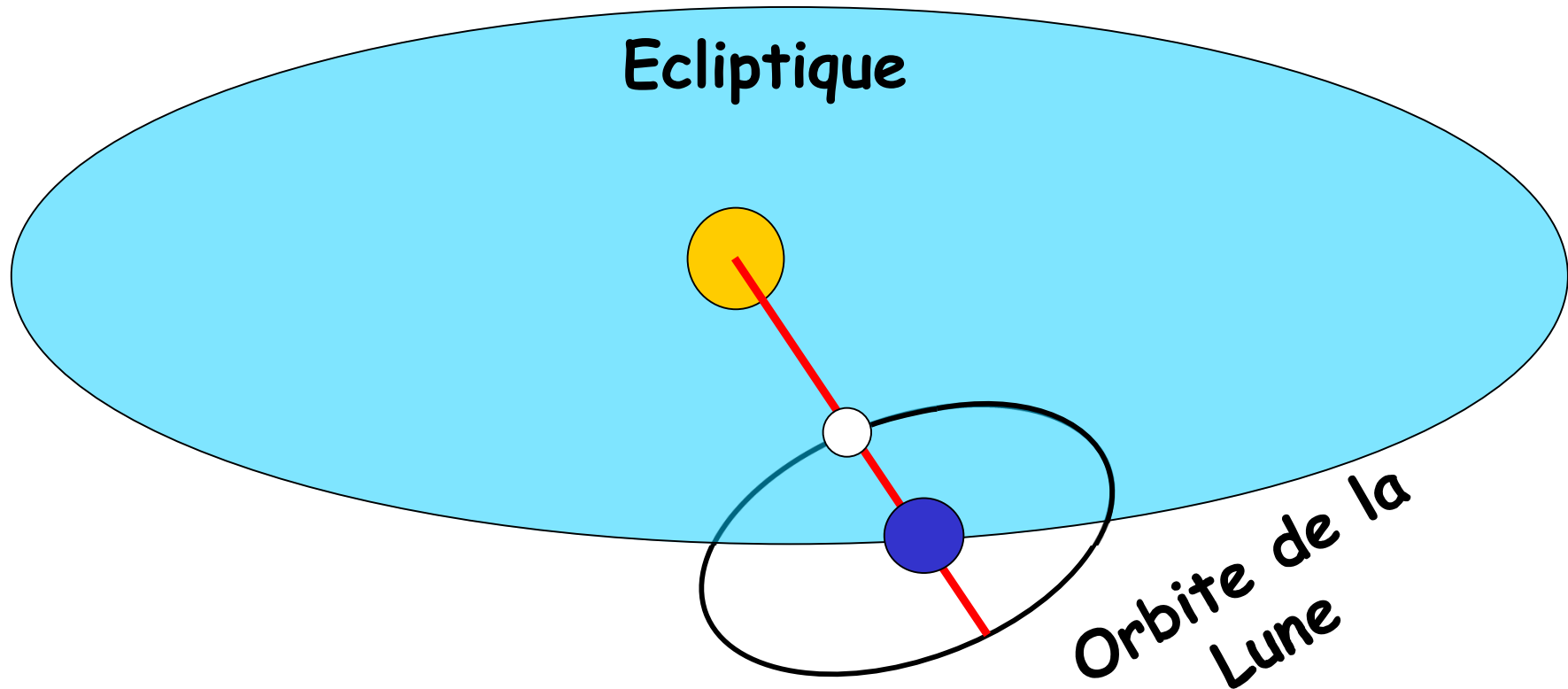
Périodicité des éclipses

Inclinaison orbite/écliptique



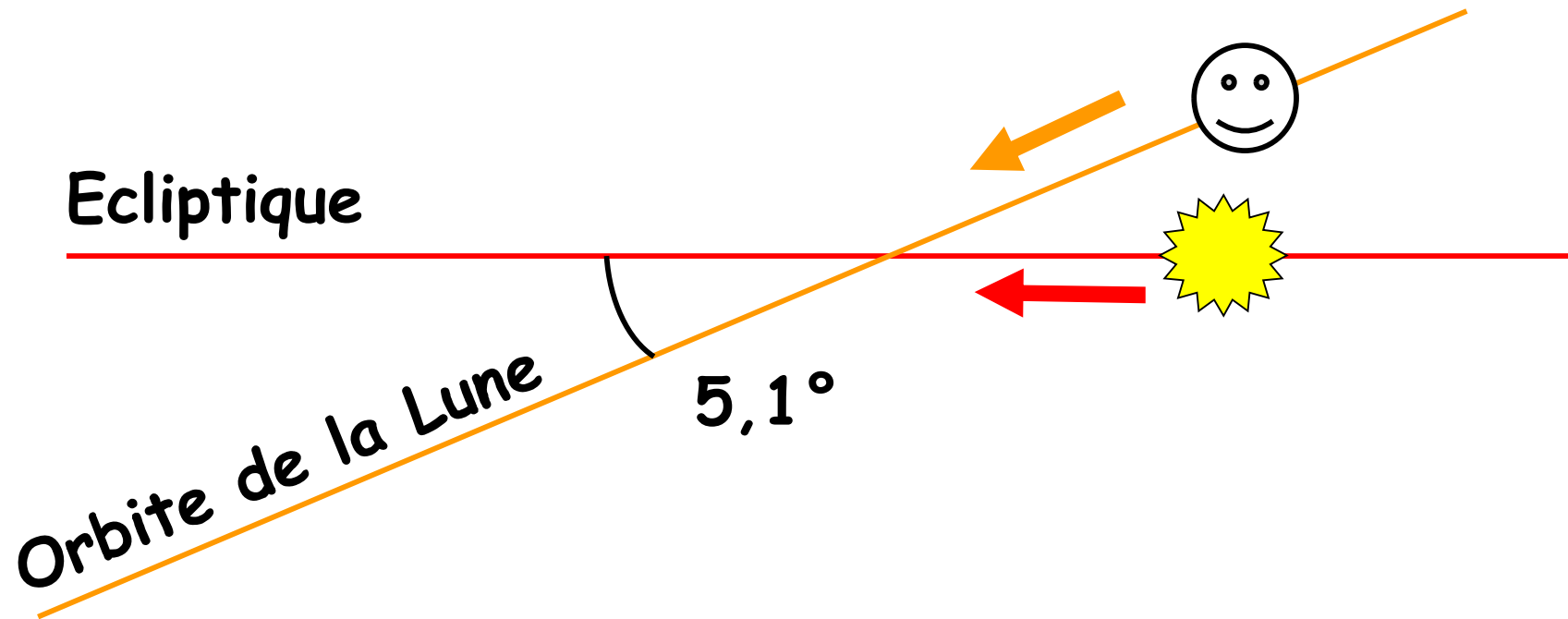
Angle de $5,1^\circ$

Eclipse de Soleil



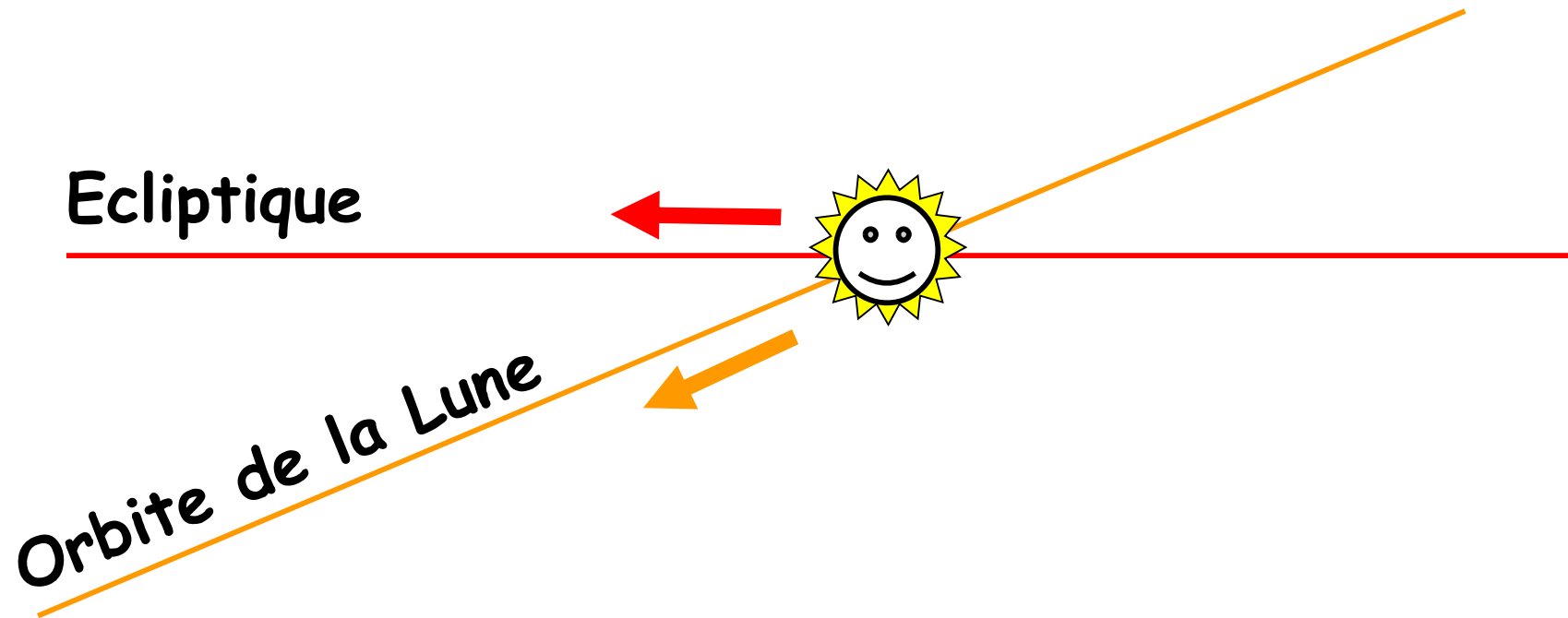
Si nouvelle Lune au moment où la
ligne des nœuds coïncide avec la
direction Terre-Soleil

Eclipse de Soleil



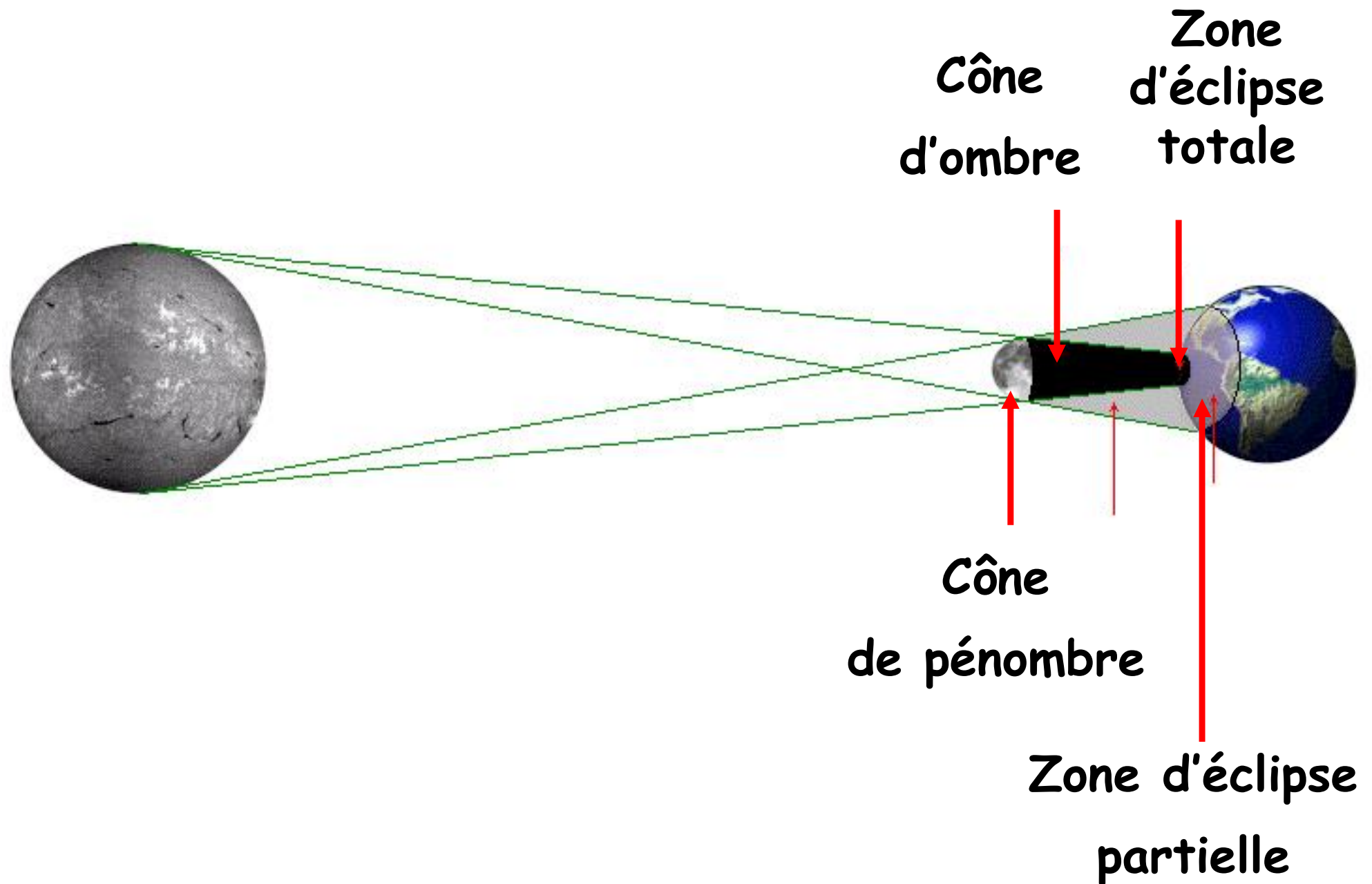
Vu de la Terre

Eclipse de Soleil



Vu de la Terre

Eclipse totale de Soleil

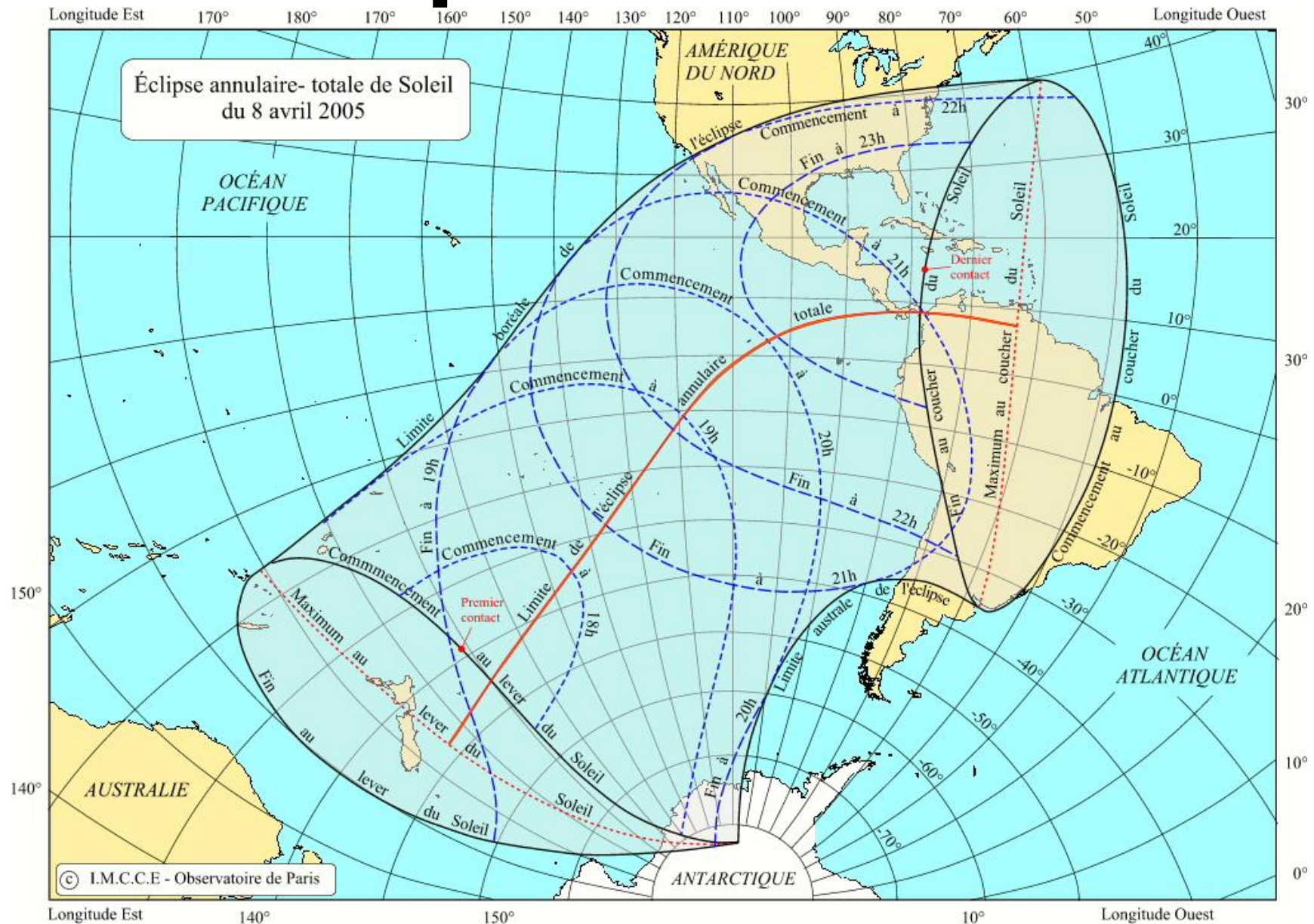


Eclipse totale de Soleil



Dans la zone de totalité

Eclipse de Soleil



Zone de totalité très étroite

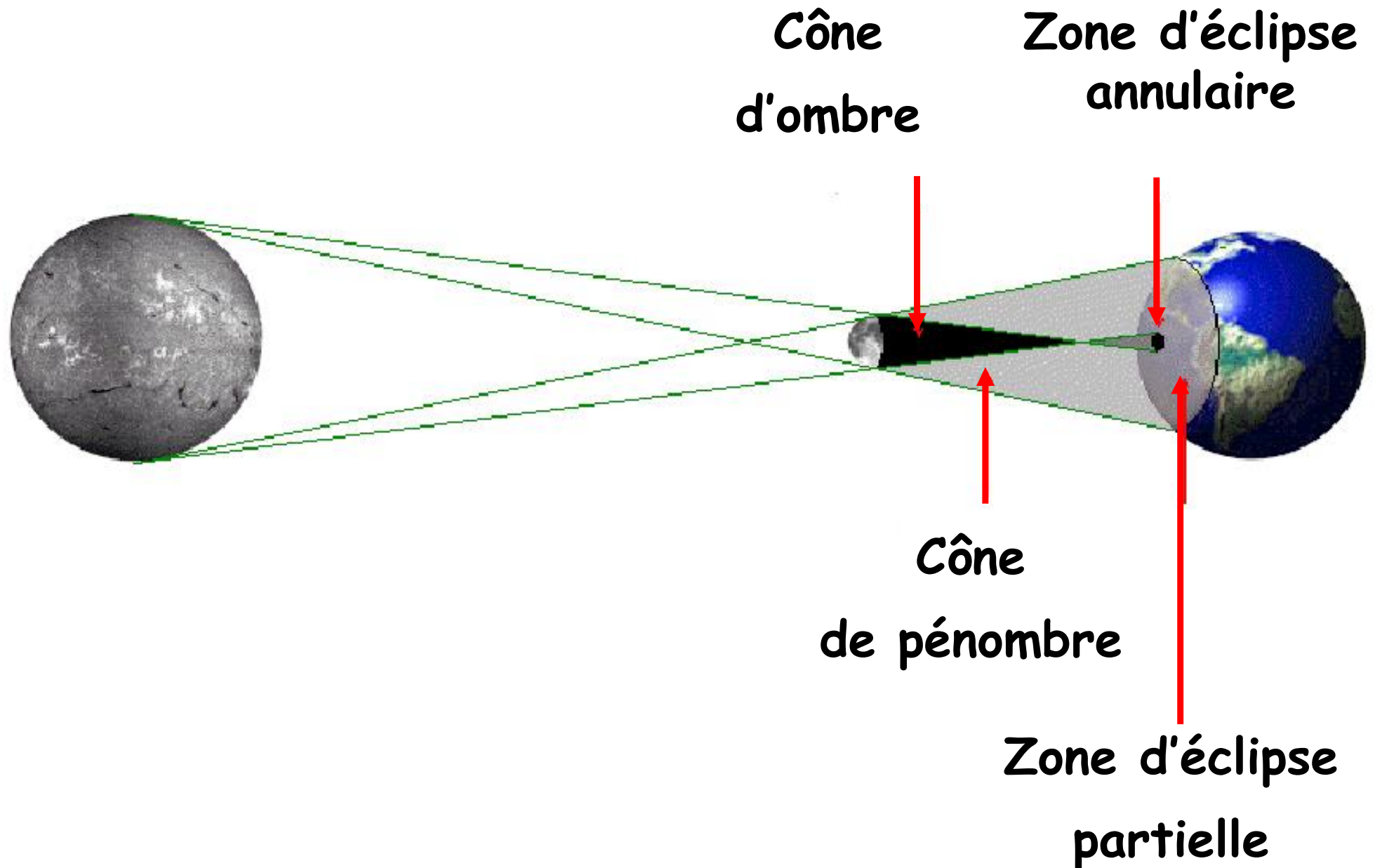
Eclipse de Soleil



Dans la zone de l'éclipse partielle

Zone d'éclipse partielle très étendue

Eclipse annulaire de Soleil

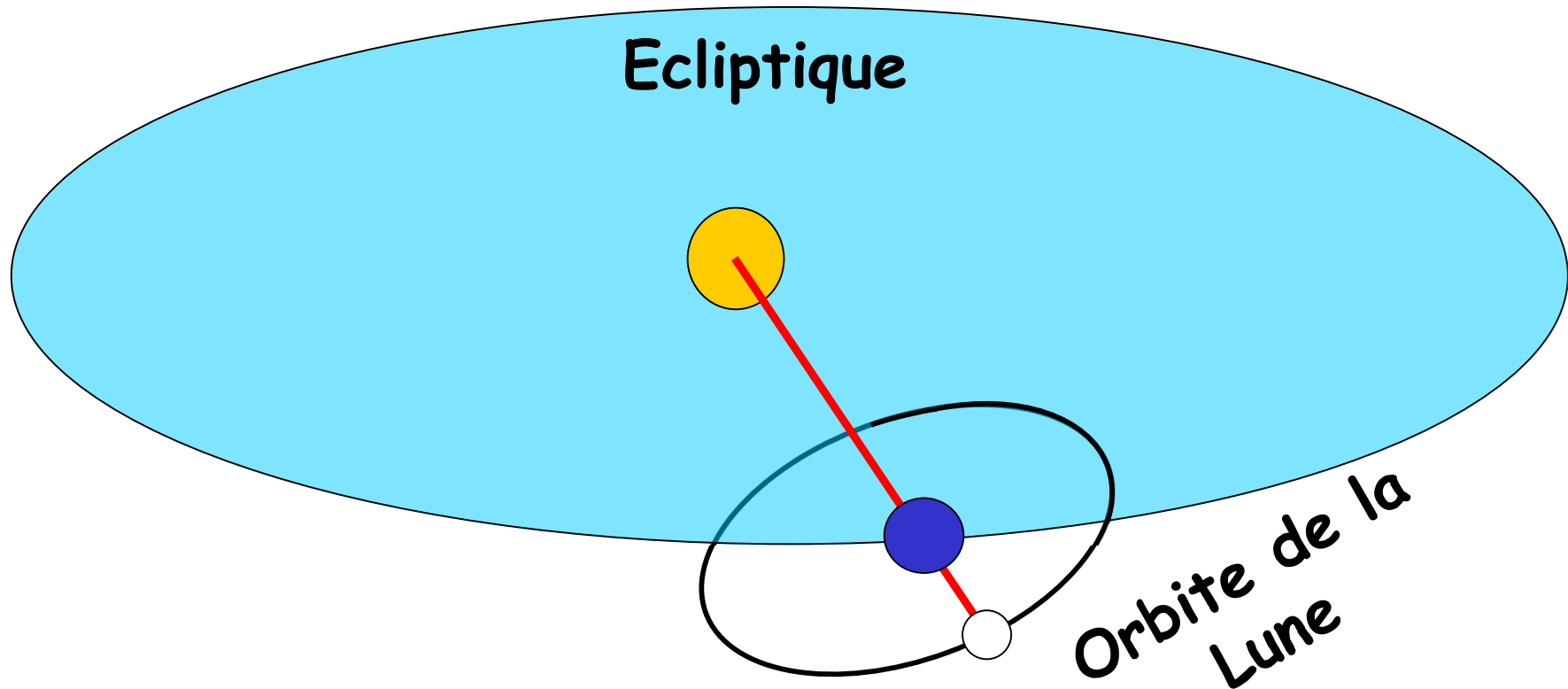


Eclipse annulaire de Soleil



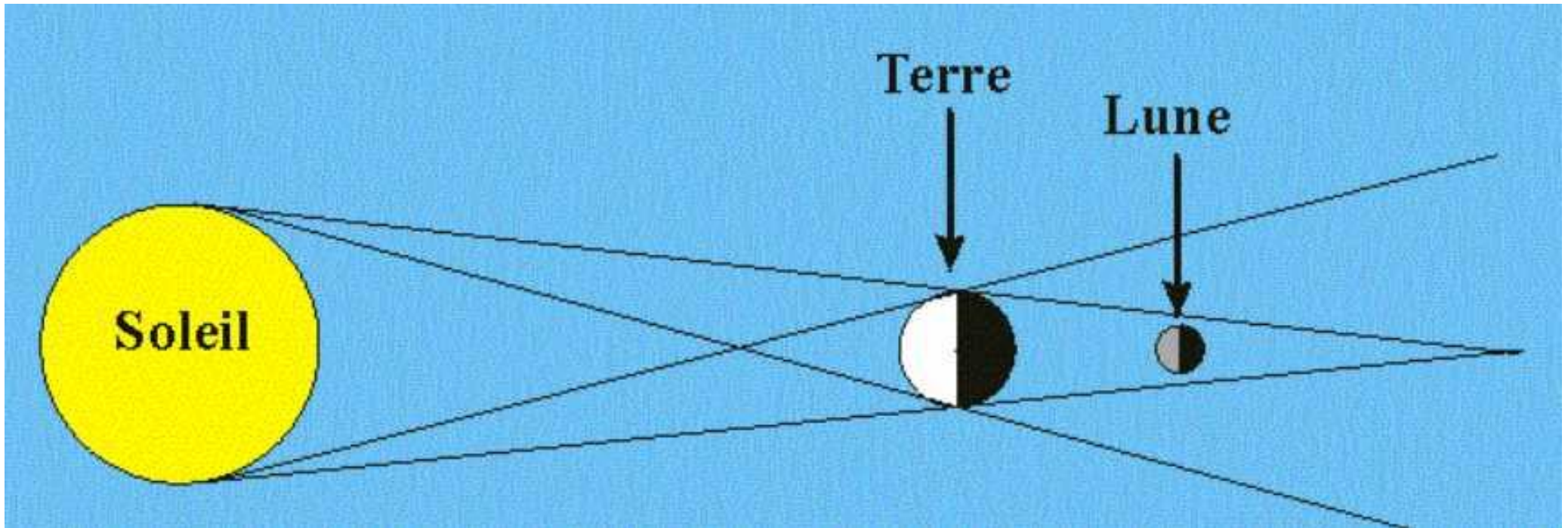
16 février 1999, Australie

Eclipse de Lune



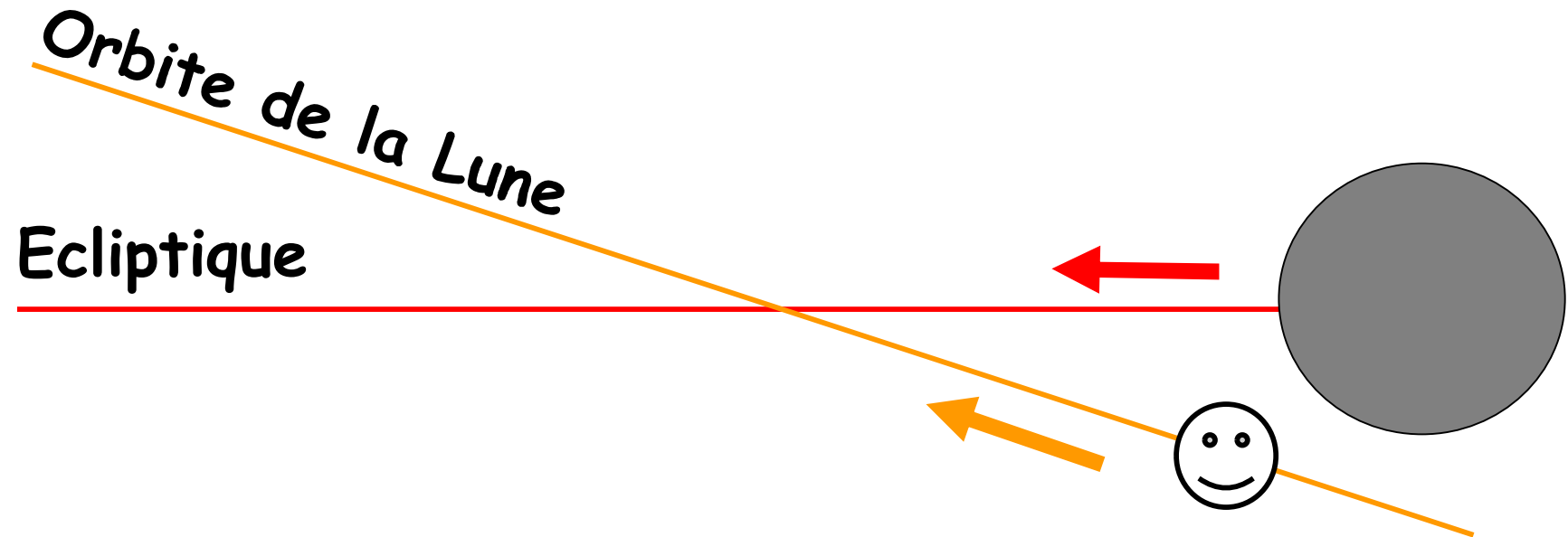
Si pleine Lune au moment où la ligne
des nœuds coïncide avec la direction
Terre-Soleil

Eclipse de Lune



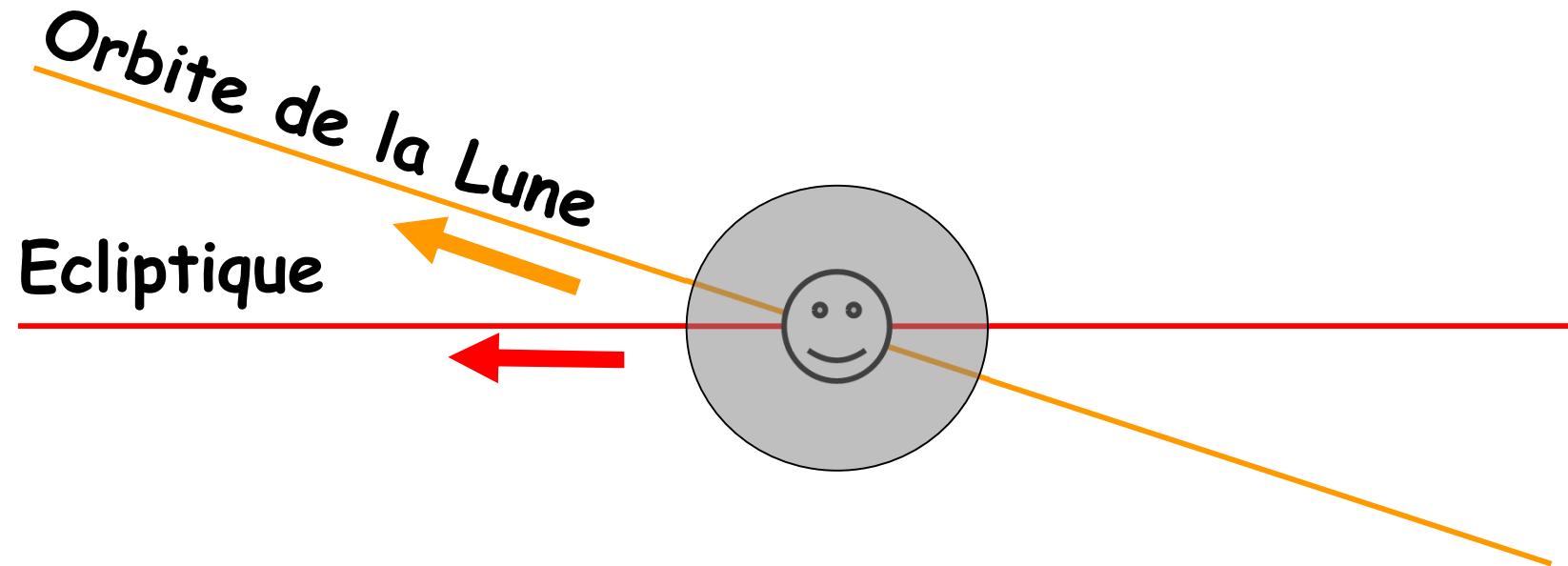
Conditions moins drastiques
Taille de la Terre >> Taille de la Lune

Eclipse de Lune



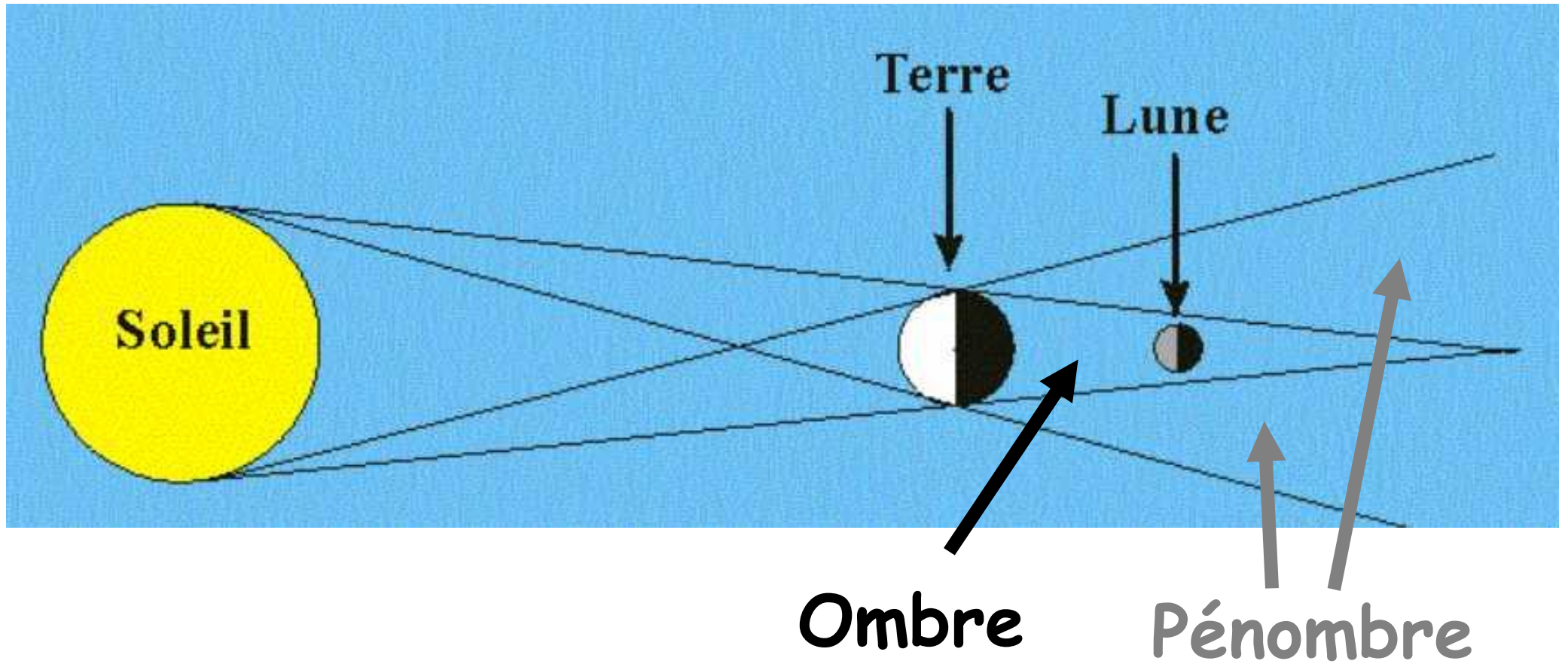
Vu de la Terre

Eclipse de Lune

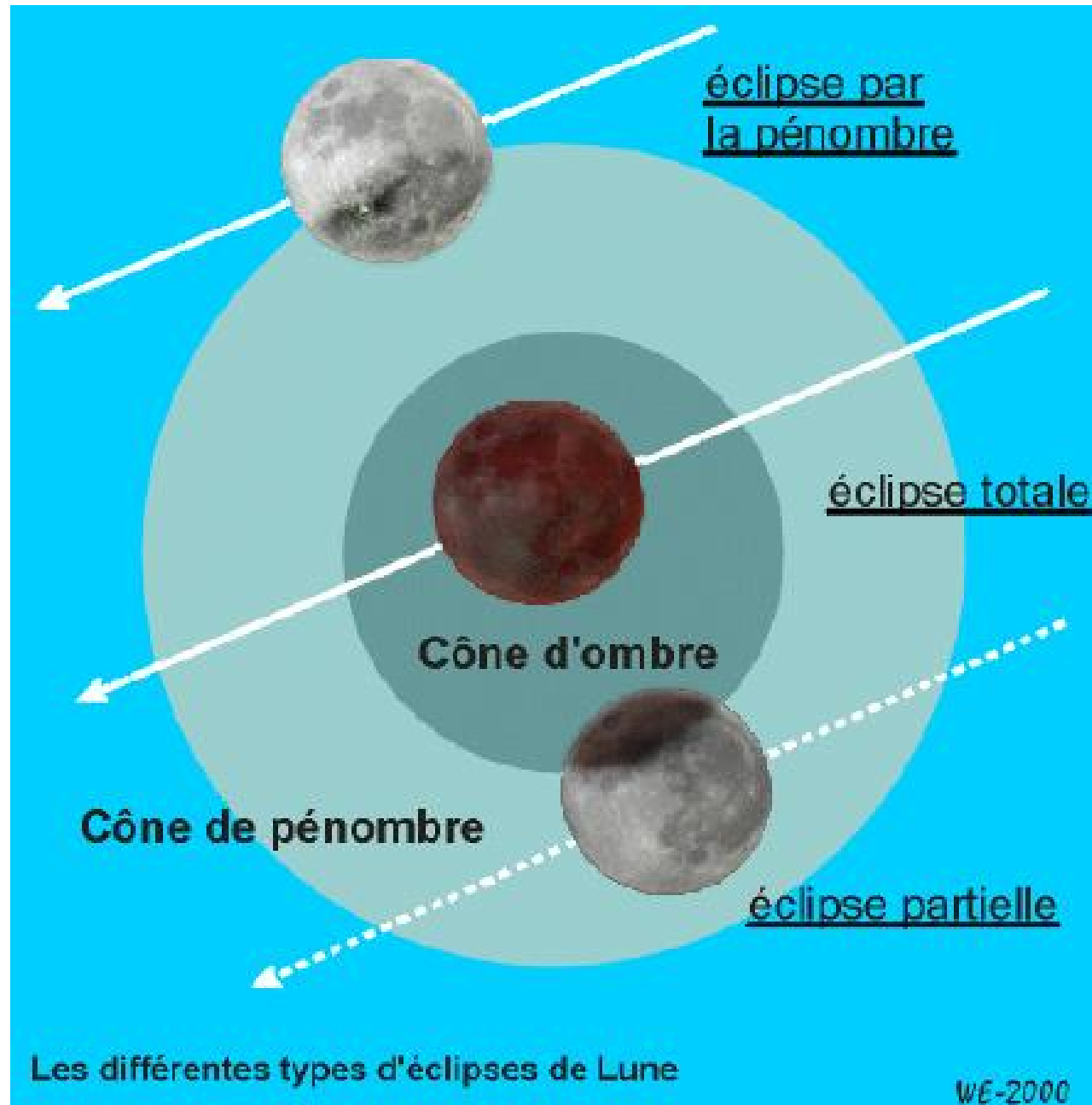


Vu de la Terre

Eclipse de Lune



Eclipse de Lune

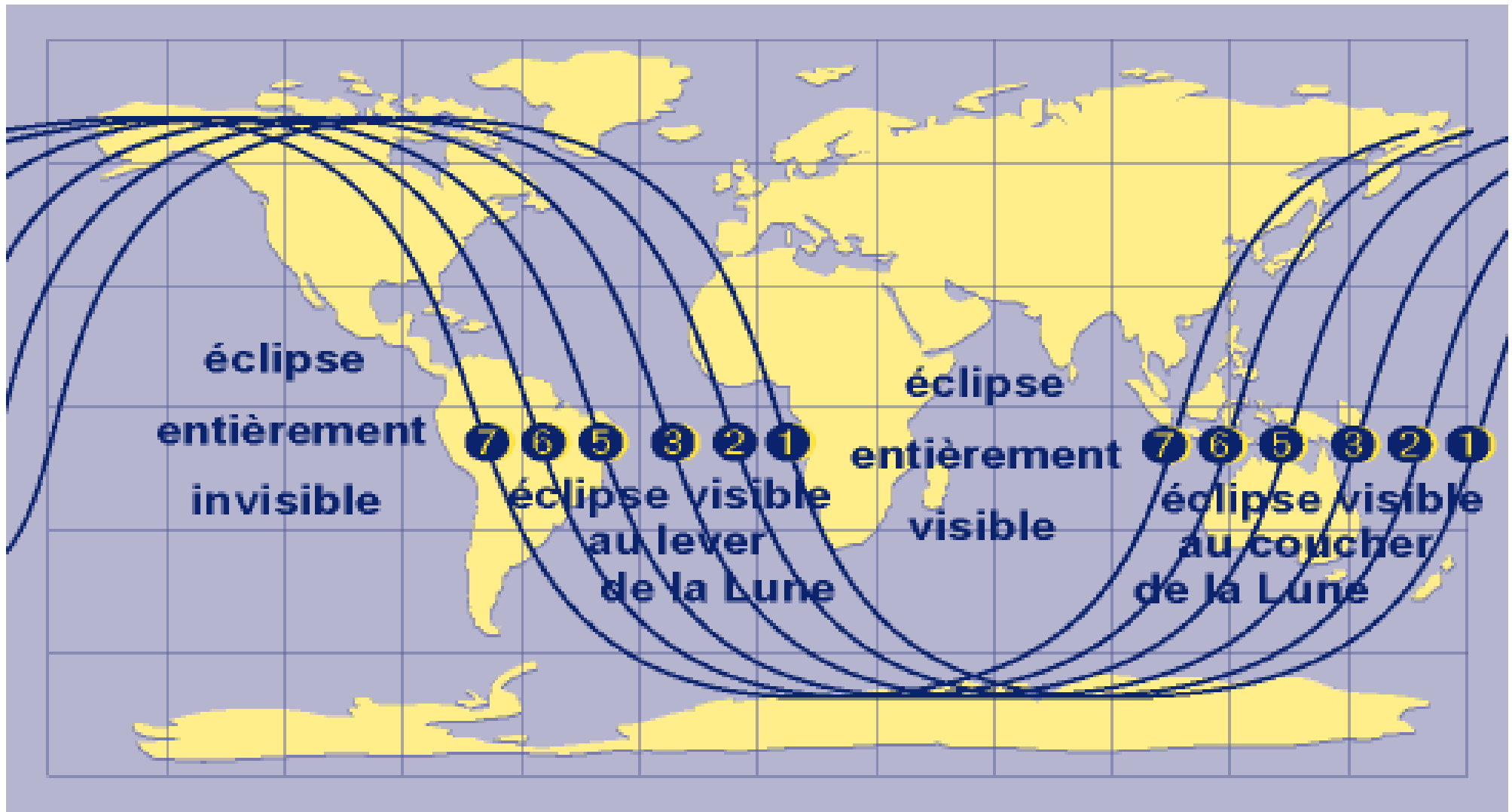


Eclipse de Lune



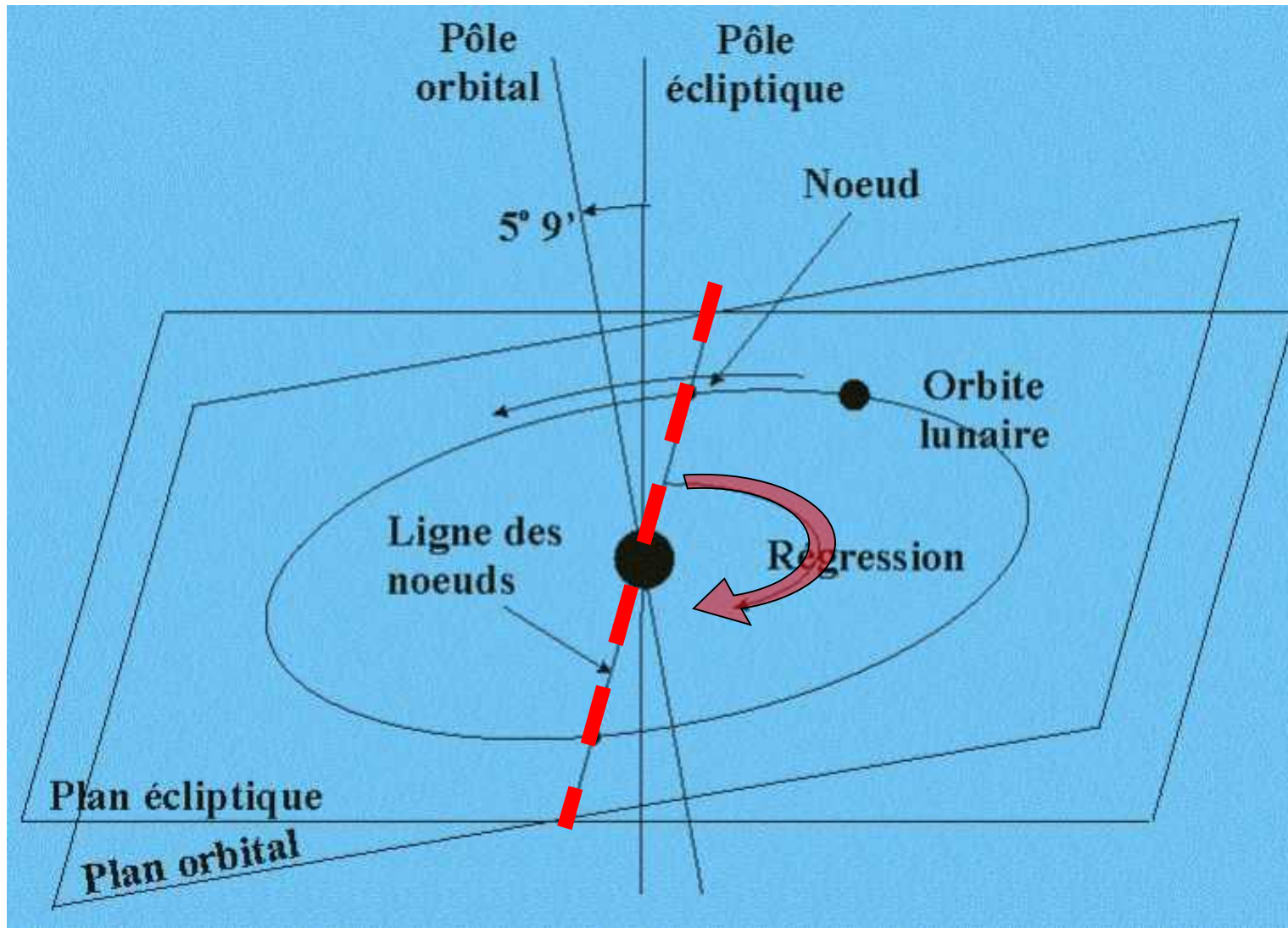
Les rayons du Soleil sont réfractés
par l'atmosphère terrestre

Eclipse de Lune



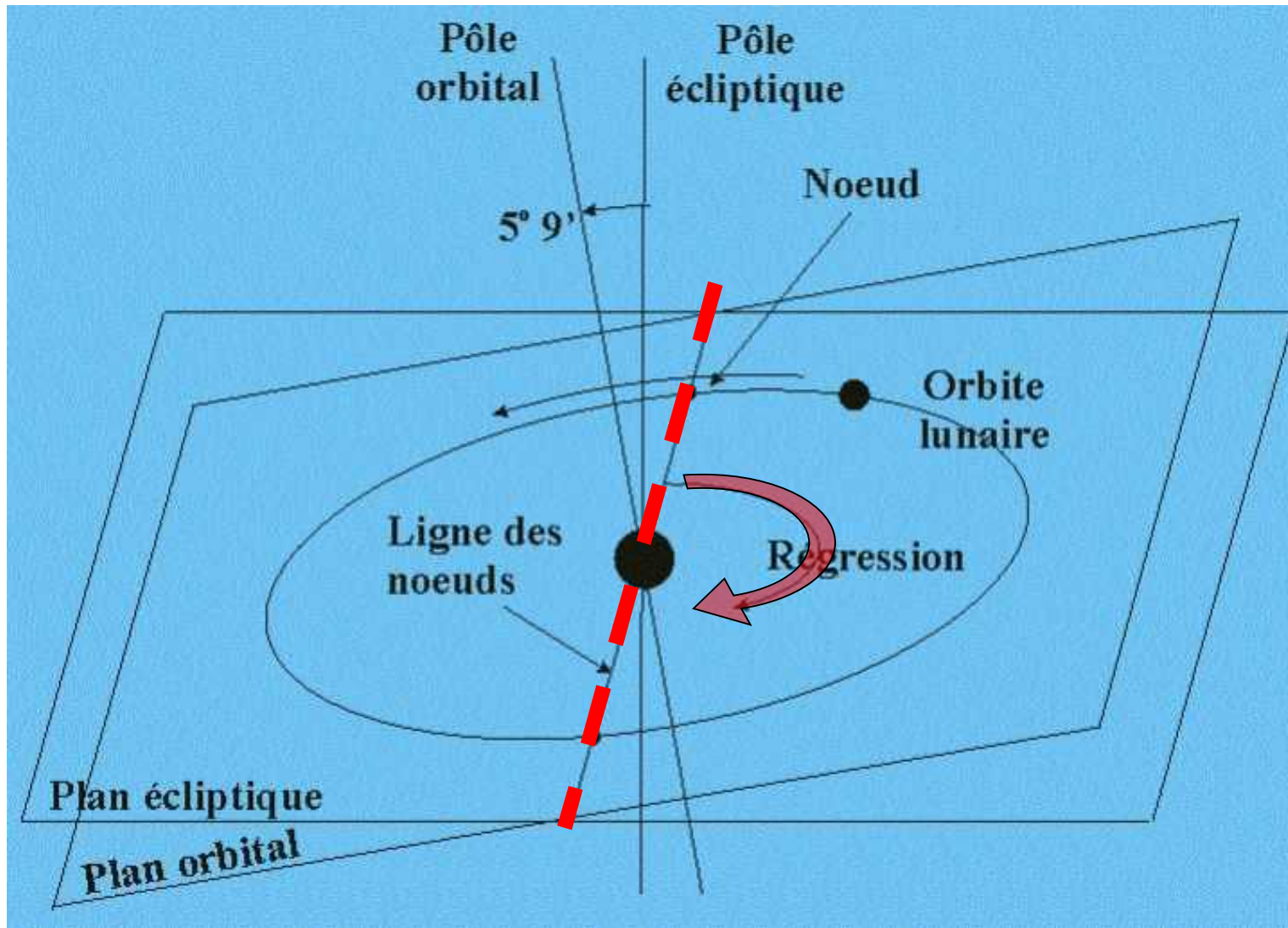
Zone de visibilité très étendue

Régression de la ligne des noeuds



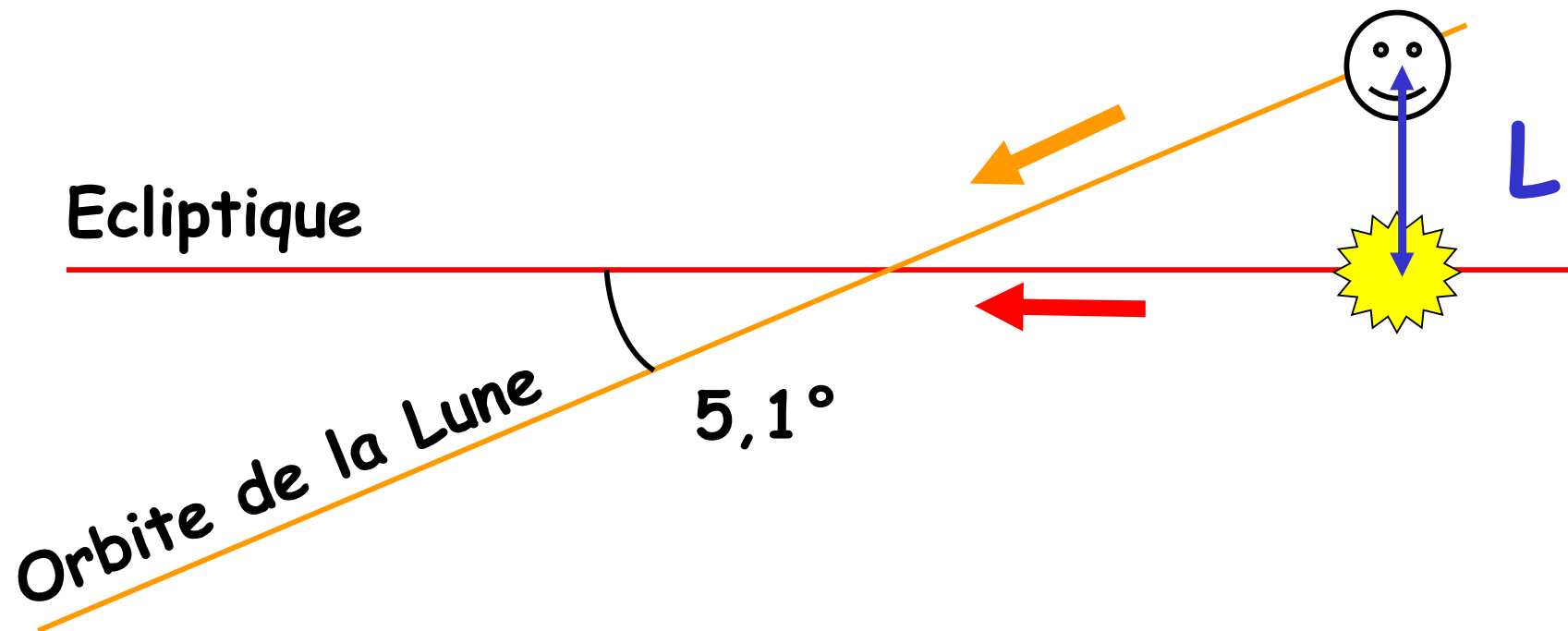
Intersection des 2 plans

Régression de la ligne des noeuds



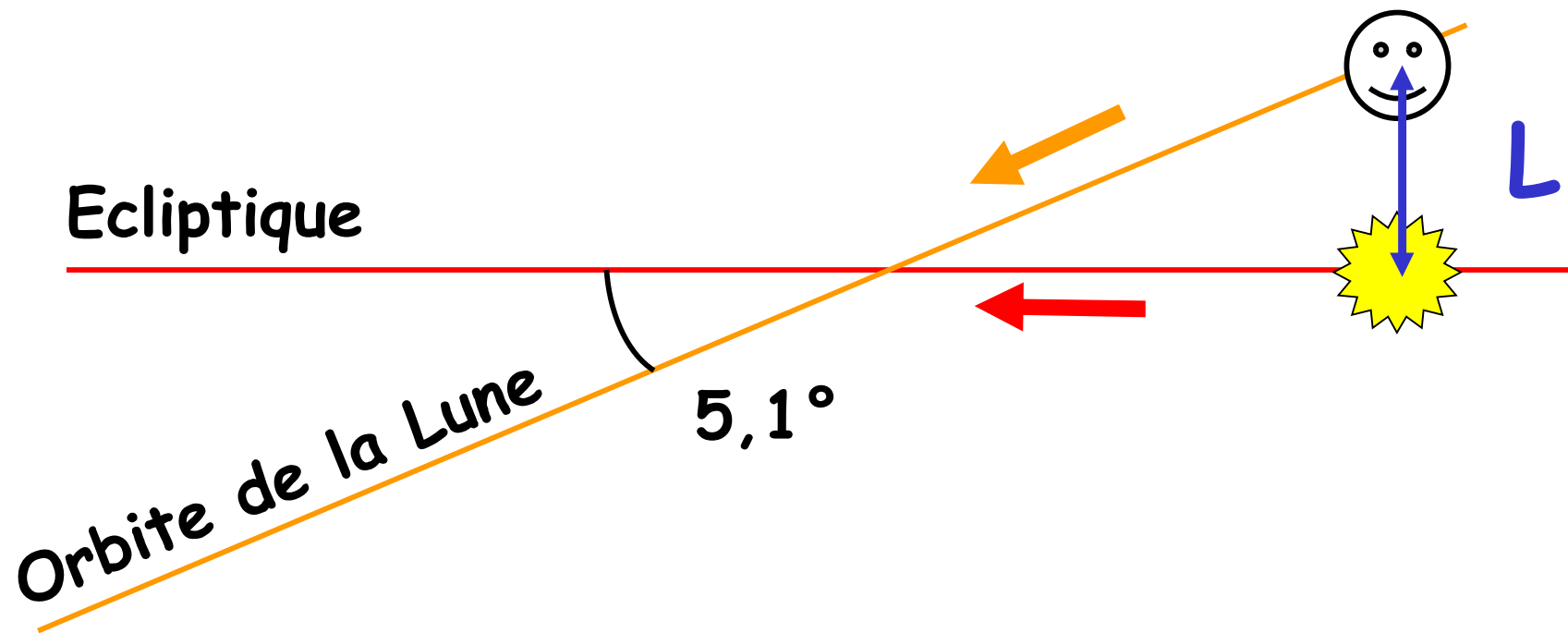
Période de 18,6 ans

Calcul des éclipses



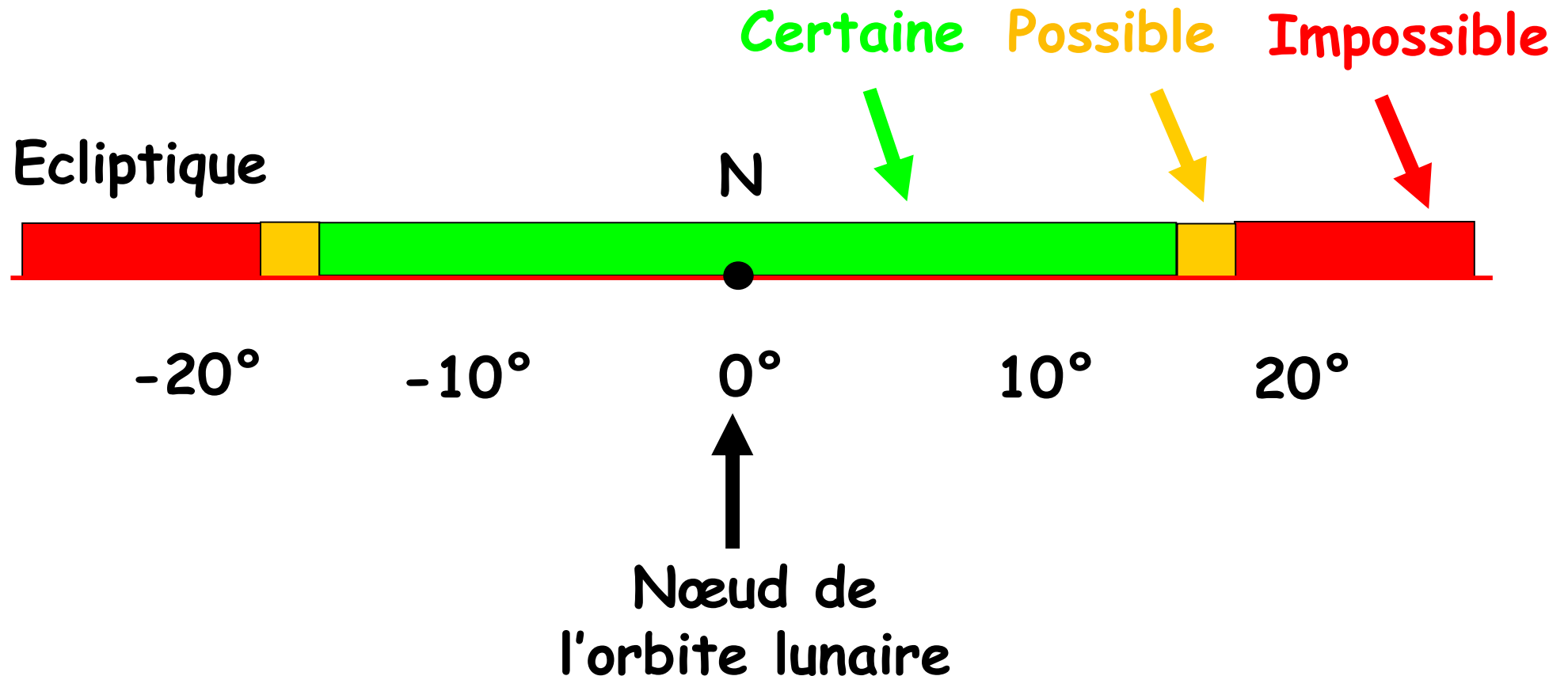
Critère de latitude
de la nouvelle Lune

Calcul des éclipses



$|L| < 1,42^\circ$: éclipse certaine
 $|L| > 1,58^\circ$: pas d'éclipse
 $1,42^\circ < |L| < 1,58^\circ$: éclipse possible

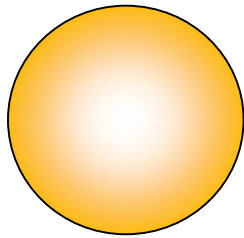
Calcul des éclipses



Critère de longitude du Soleil au moment de la nouvelle Lune

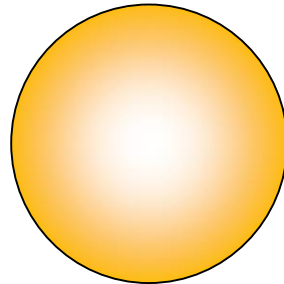
Calcul des éclipses

Terre à
l'aphélie



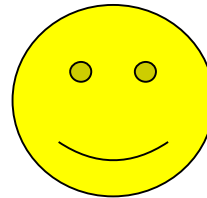
31',5

Terre au
périphélie



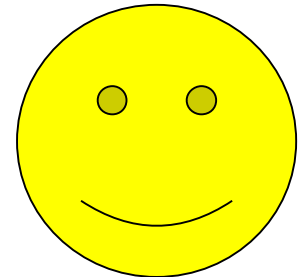
32',5

Lune à
l'apogée



29',3

Lune au
périgée



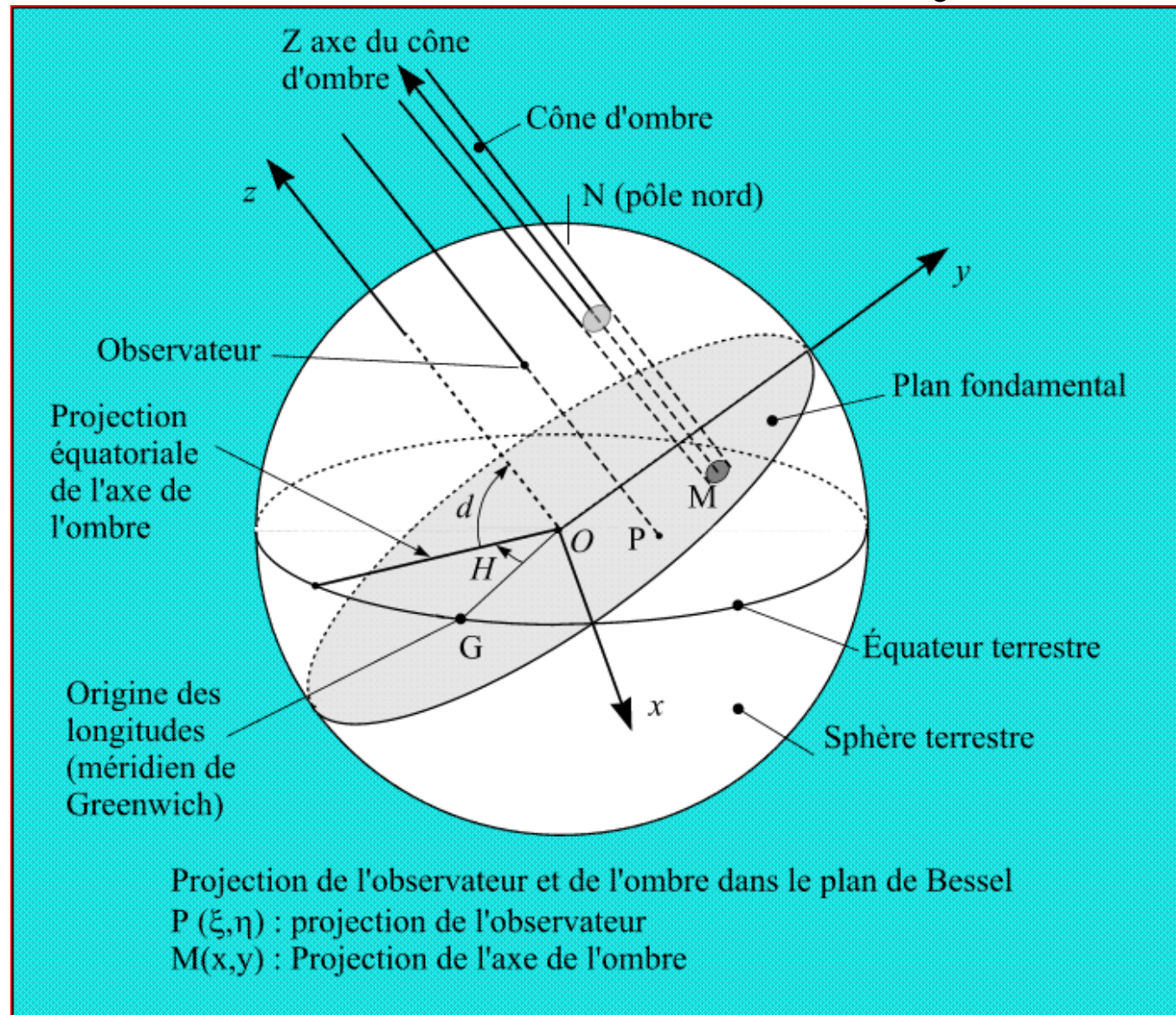
33',5

Soleil

Lune

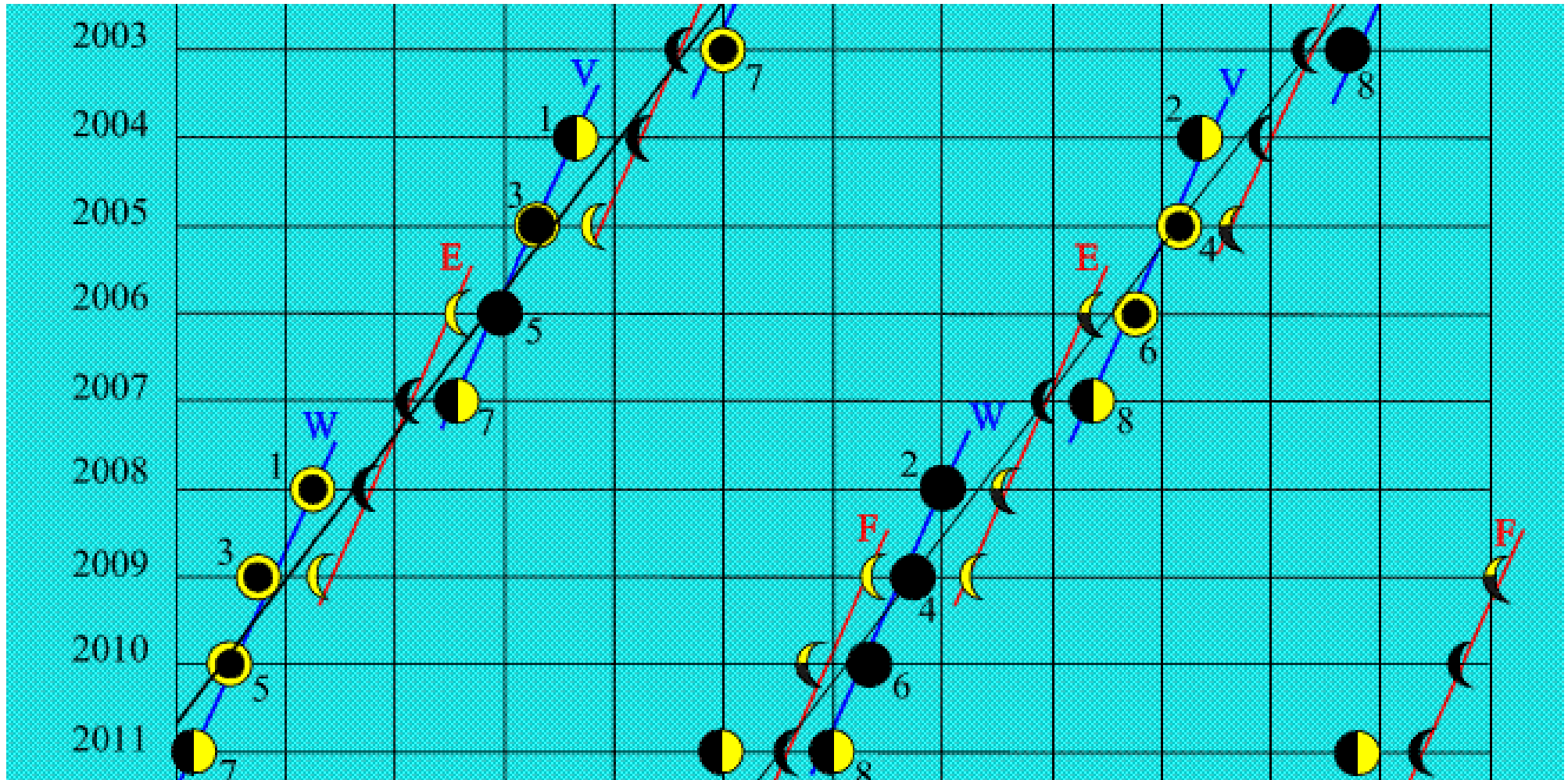
Critère du diamètre apparent
du Soleil et de la Lune

Calcul des éclipses



Éléments de Bessel

Calcul des éclipses



Périodicité

Les théories du mouvement de la Lune

Astron. Astrophys. 190, 342–352 (1988)

ASTRONOMY
AND
ASTROPHYSICS

ELP 2000-85: a semi-analytical lunar ephemeris adequate for historical times

M. Chapront-Touzé and J. Chapront

Service des Calculs et de Mécanique Céleste du Bureau des Longitudes, UA 707, 77, avenue Denfert Rochereau, F-75014 Paris, France

Received March 30, accepted June 22, 1987

Summary. New expressions for mean lunar arguments are obtained. With respect to ELP 2000-82, the main improvement consists in computing secular terms proportional to powers 3 and 4 of time. Such terms arise from secular variations of solar eccentricity and longitude of perigee, Earth figure effects and tidal effects.

longer periods. For ancient observations, the internal precision of the Truncated Tables issued from ELP 2000 (Chapront and Chapront-Touzé, 1982) would be sufficient if it were almost constant over a long time span. The truncation level of the Tables is $0''.01$, leading to maximum error of $0''.5$ over one century with a total amount of about one thousand terms for the three coordi-

La Lune physique

Masse : 0,012 (Terre : 1)
: 1/81
: $7,35 \cdot 10^{19}$ tonnes

Pesanteur : 0,16 (Terre : 1)

La Lune physique

Atmosphère : Néant

Température à la surface

En moyenne

Jour : + 105°C

Nuit: - 153 °C

Extrêmes

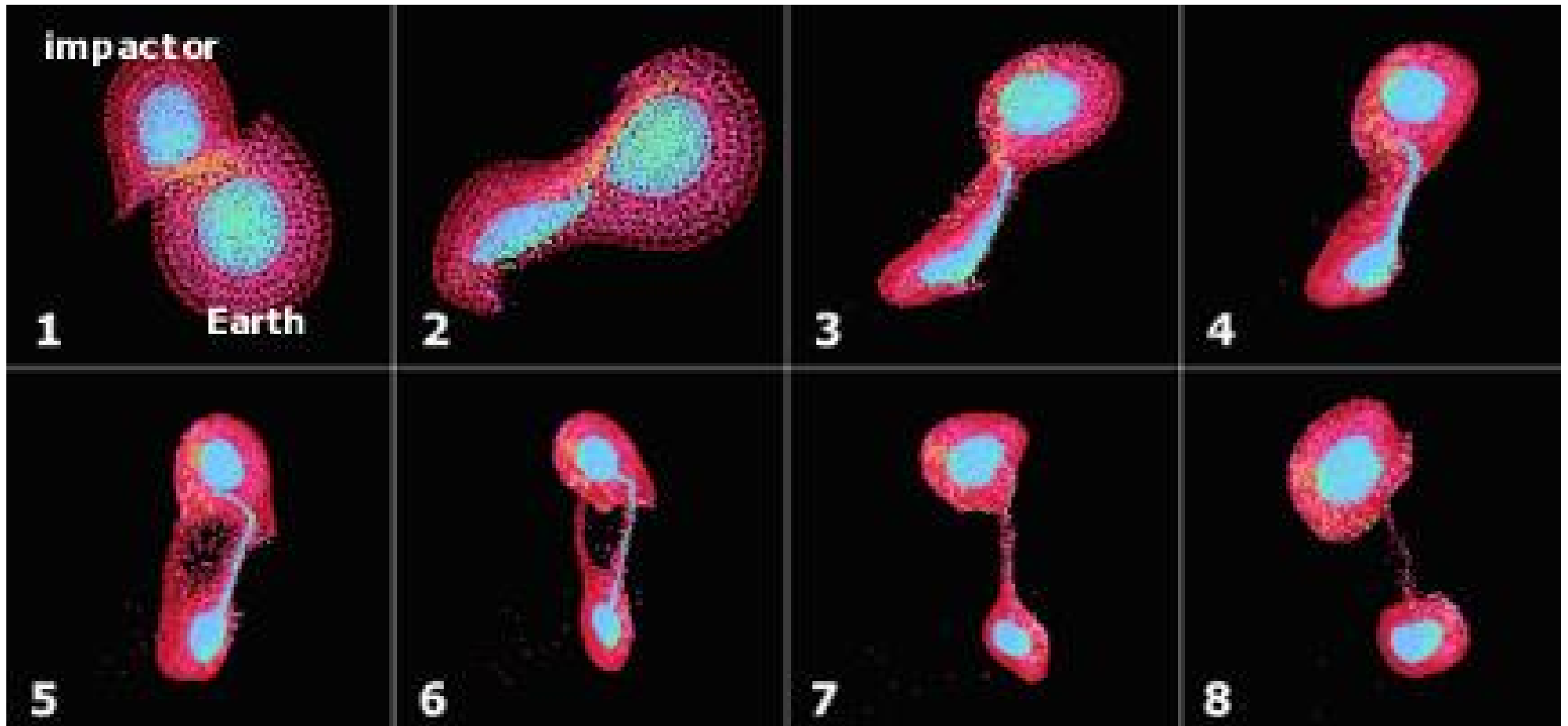
Max : + 123°C

Min : - 233 °C

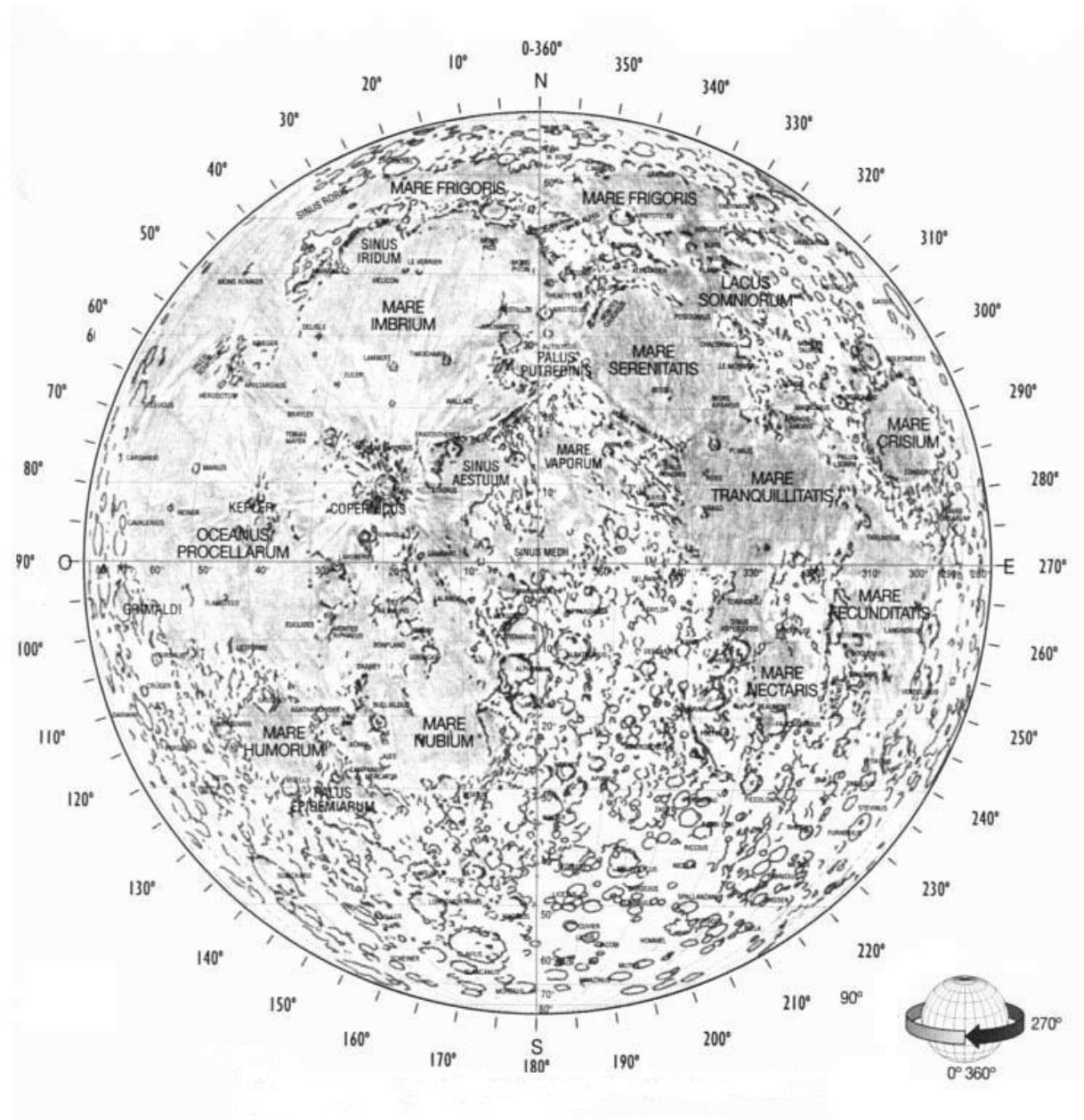
La formation de la Lune



La formation de la Lune



La topographie de la Lune



Face visible

La topographie de la Lune

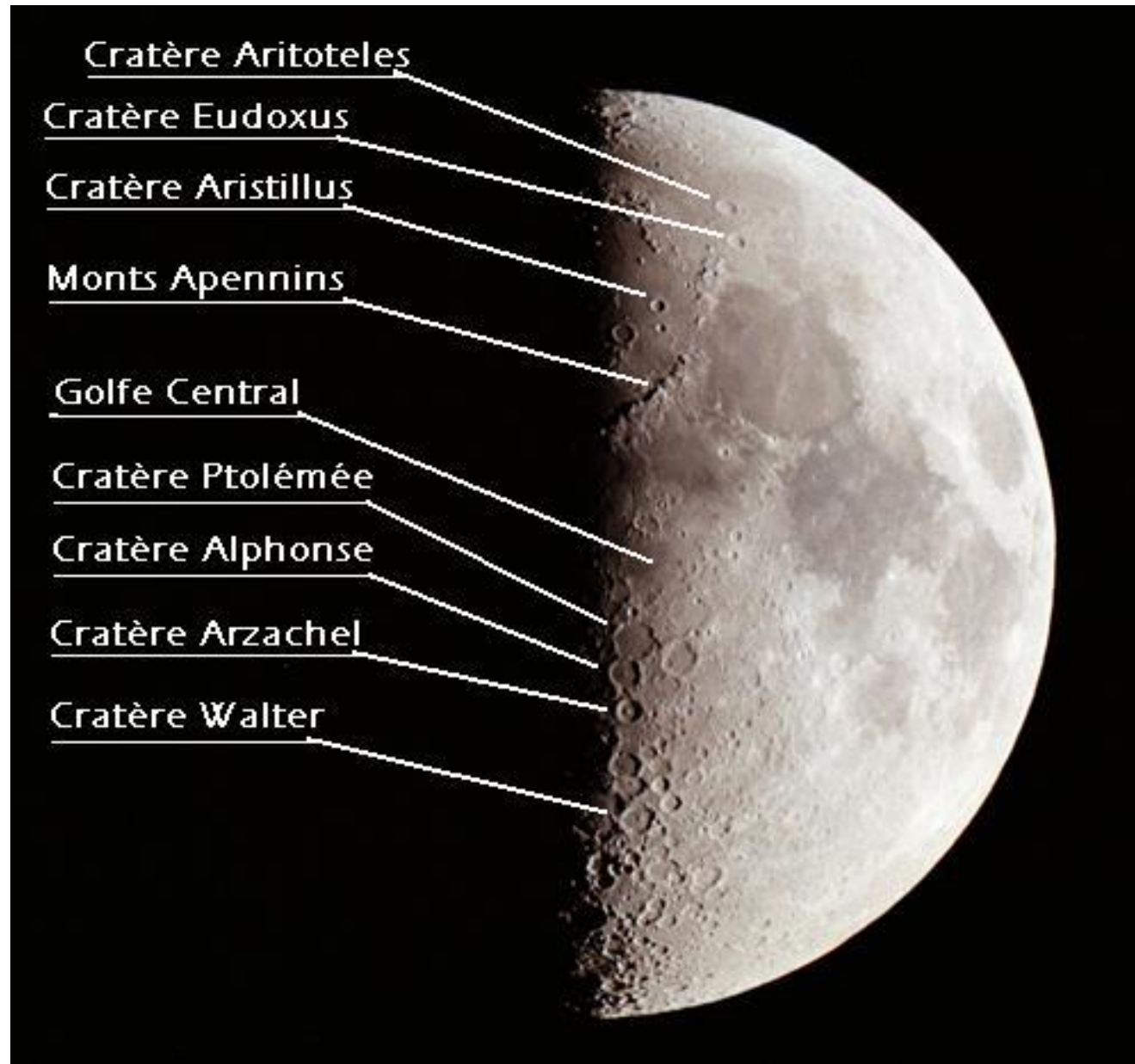


Toutes les formations
topographiques sont nommées

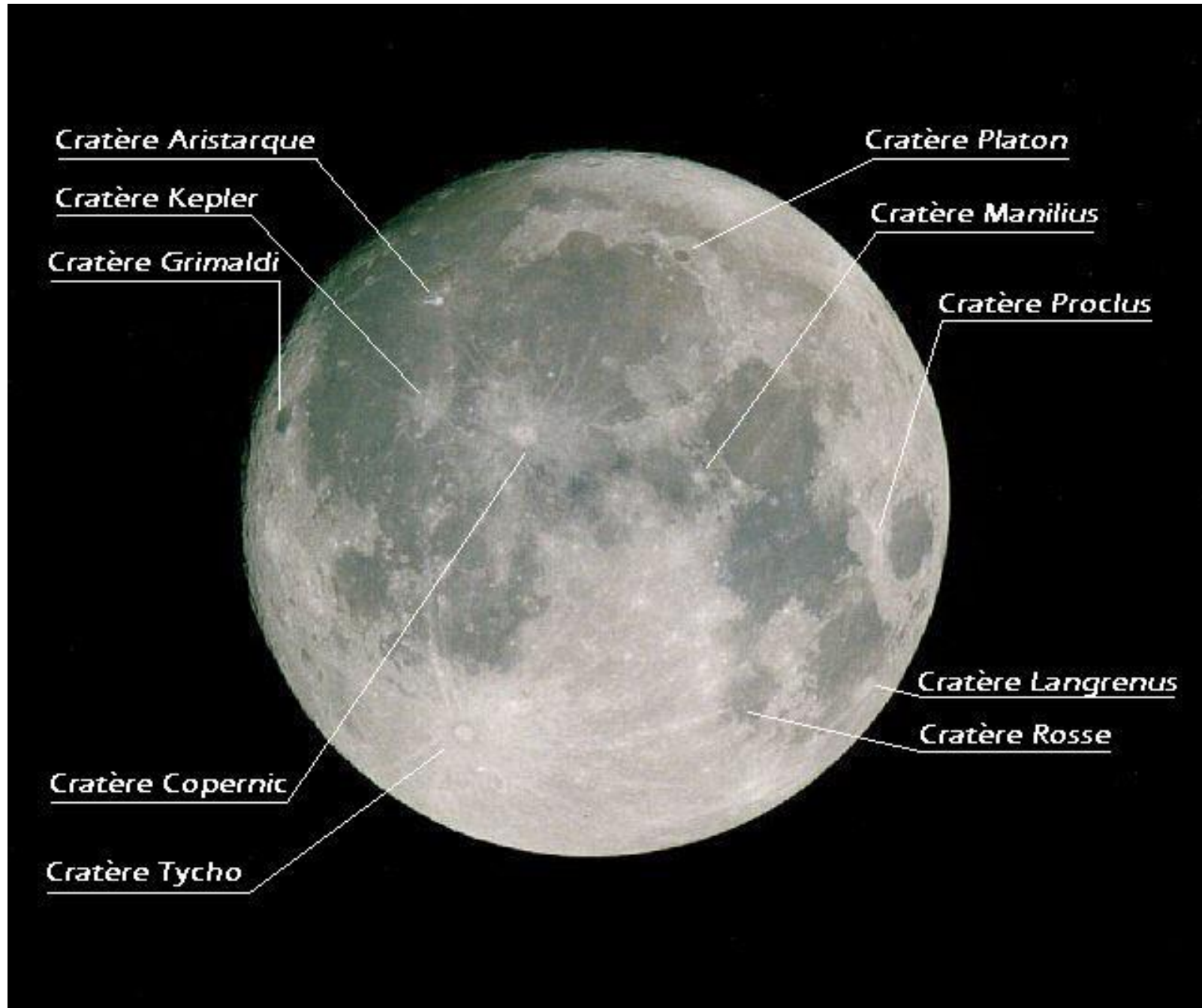
Premier quartier



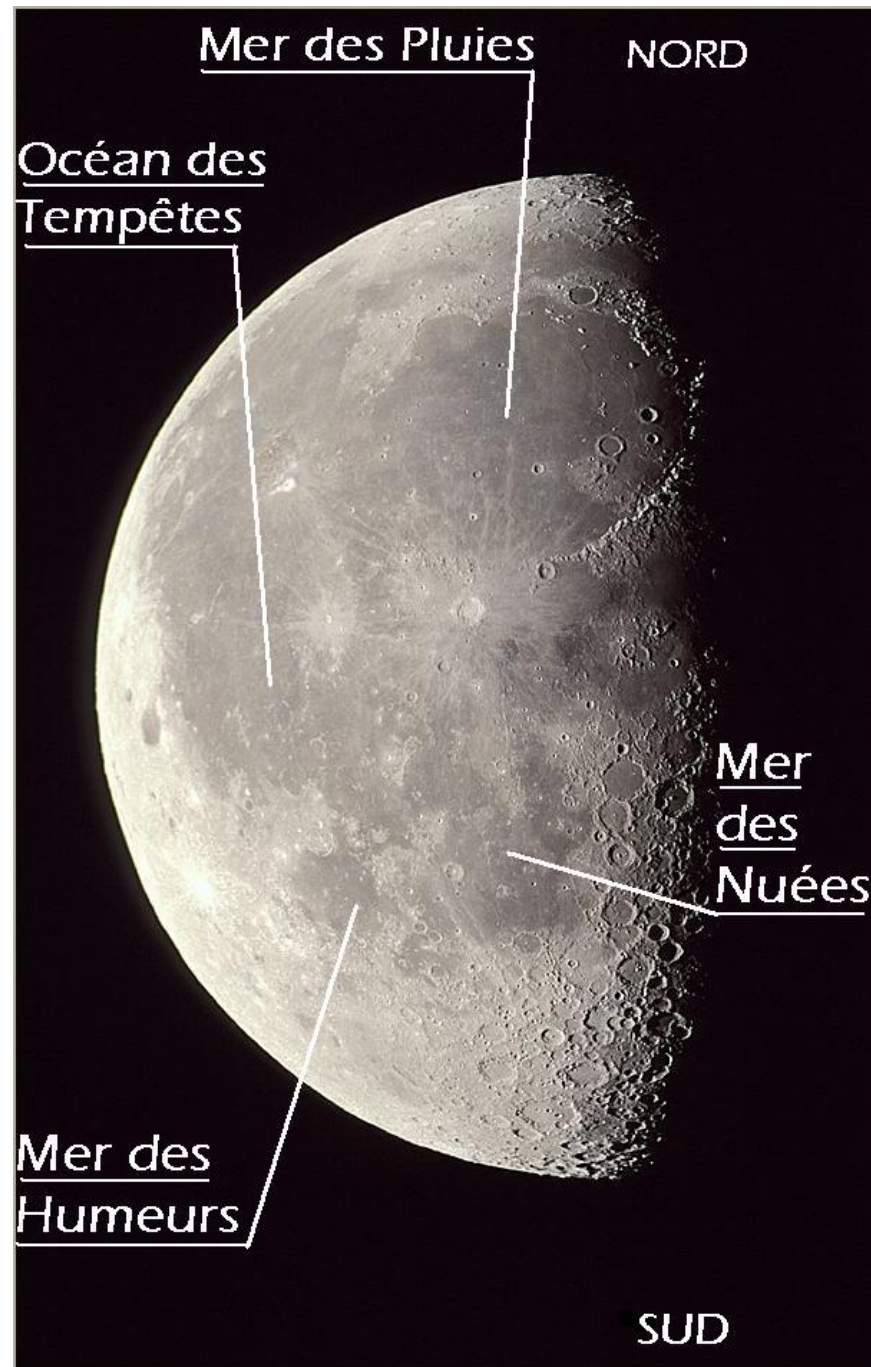
Premier quartier



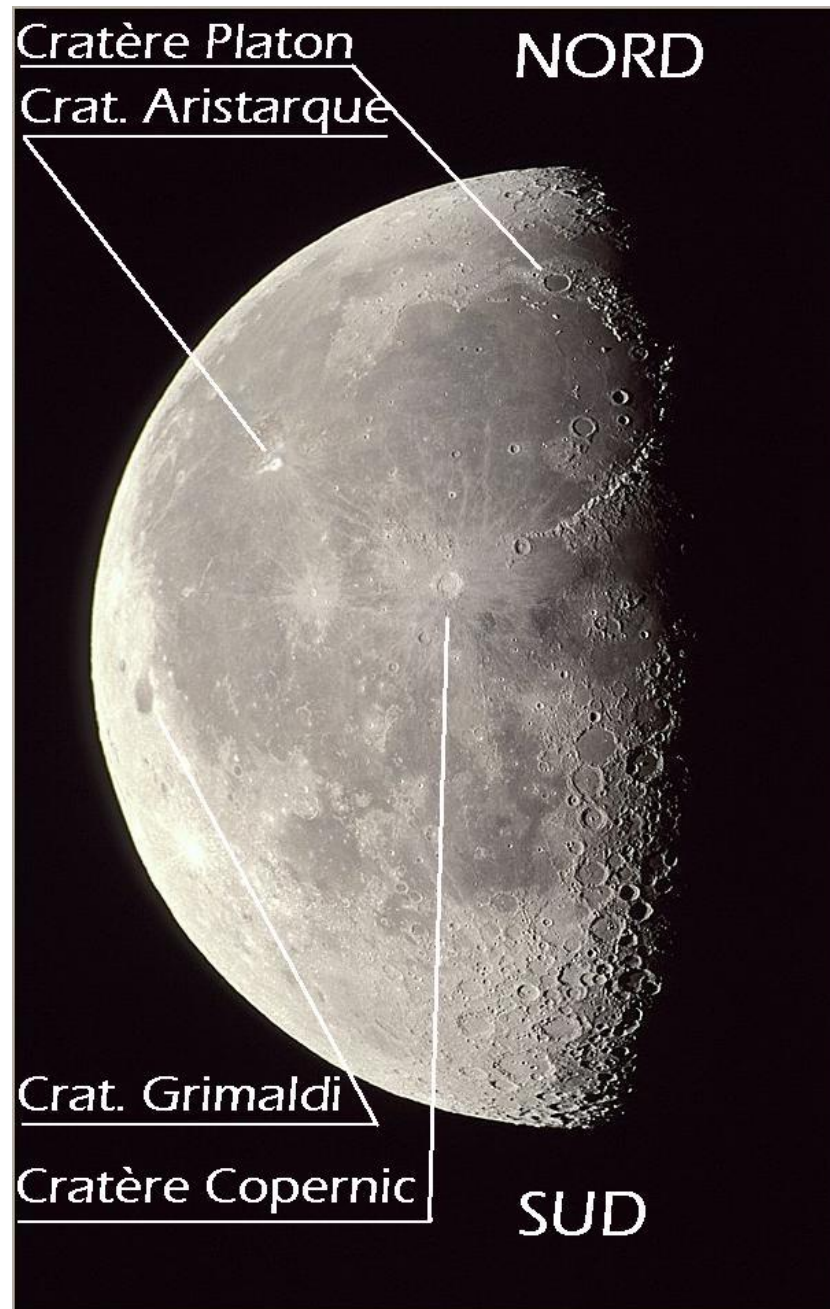
Pleine Lune



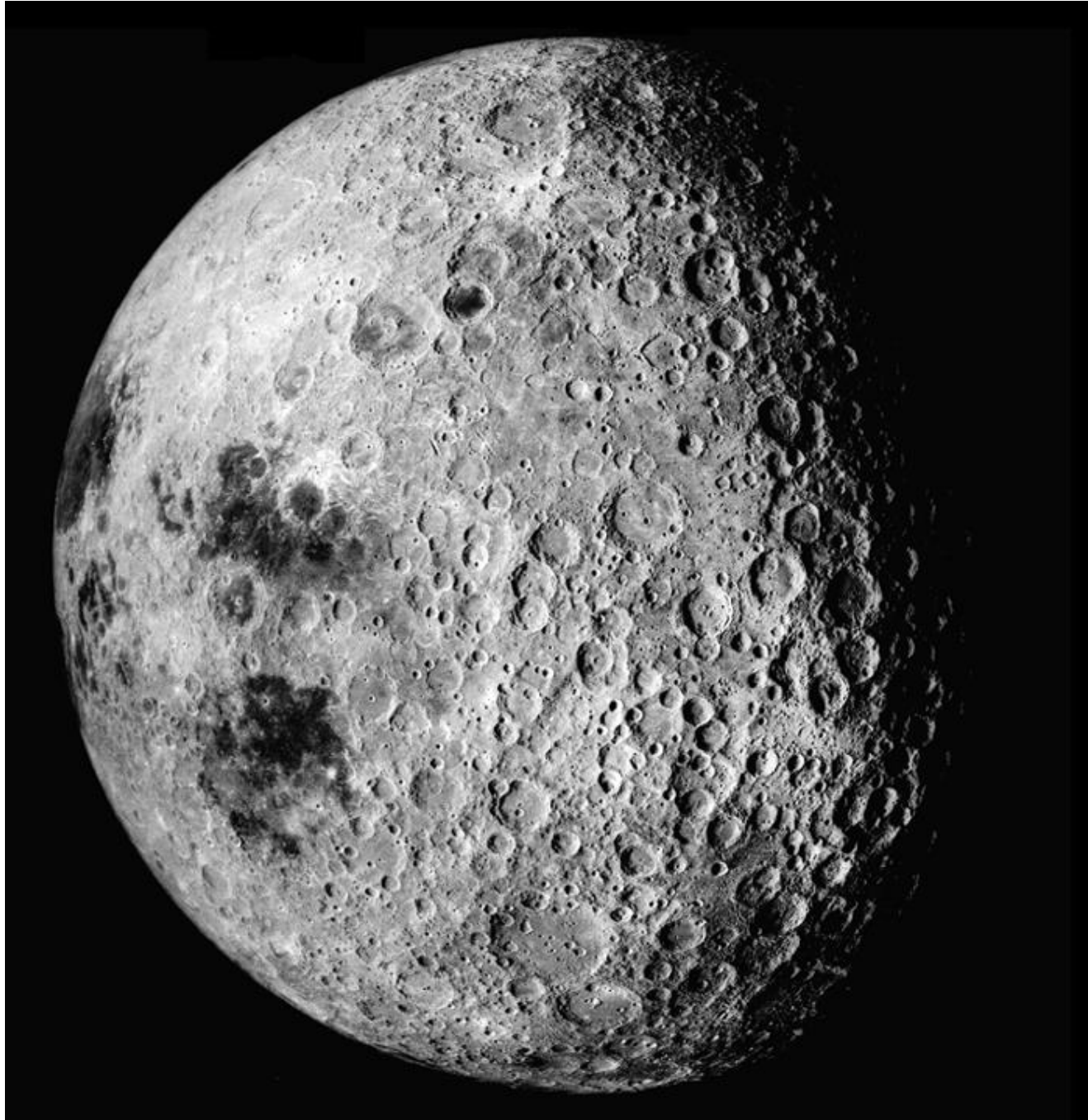
Dernier quartier



Dernier quartier



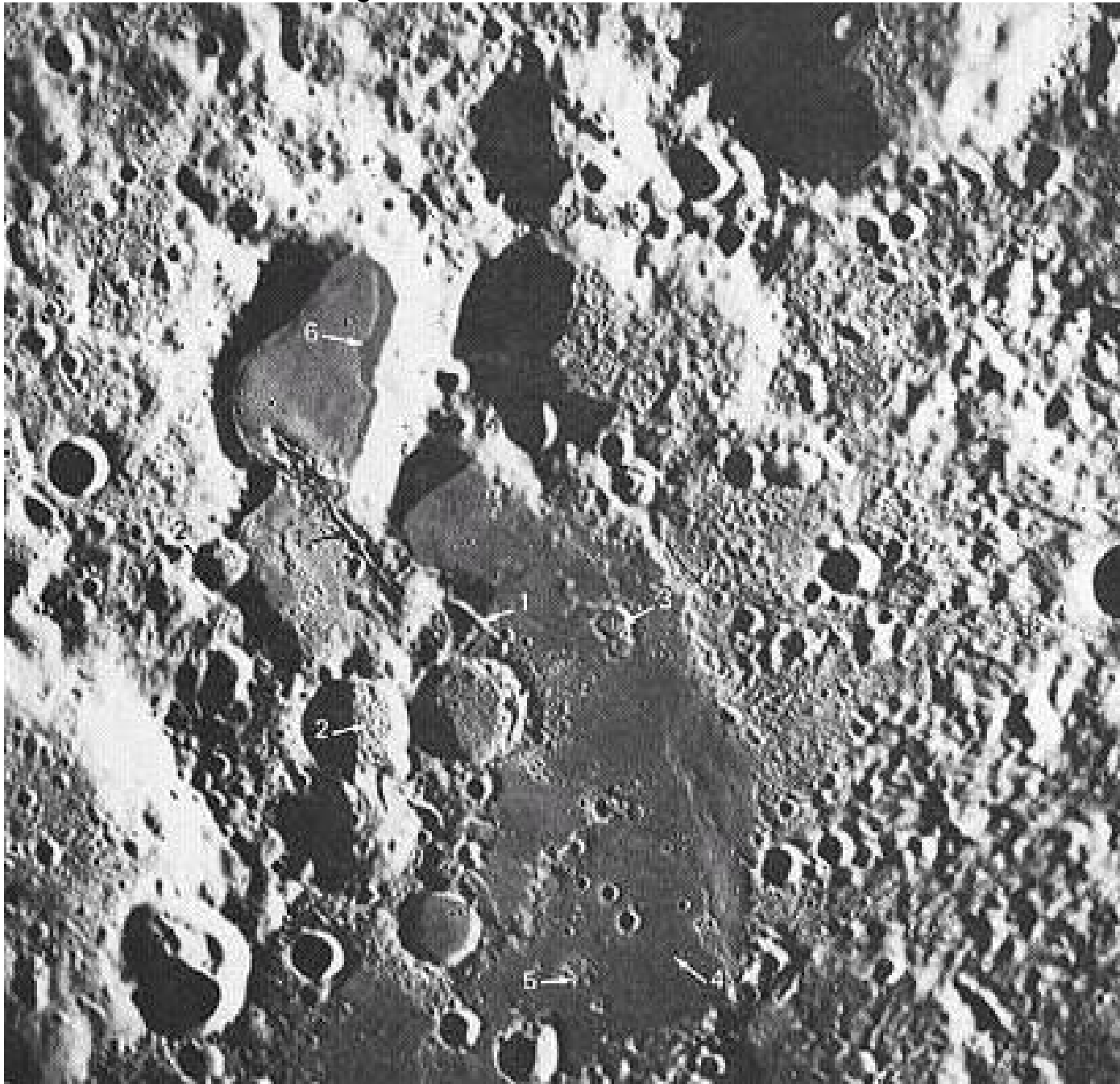
La face cachée



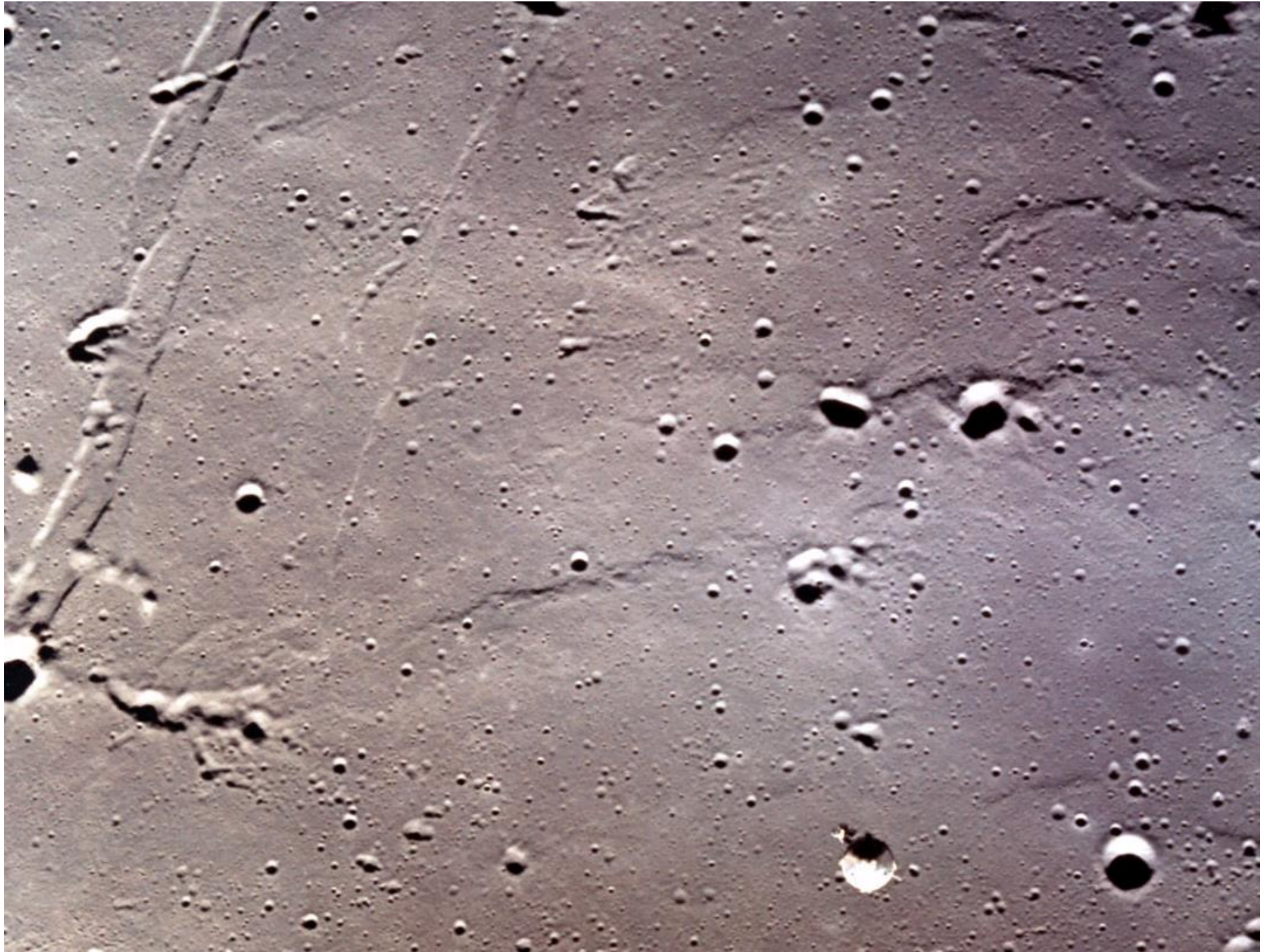
La face cachée



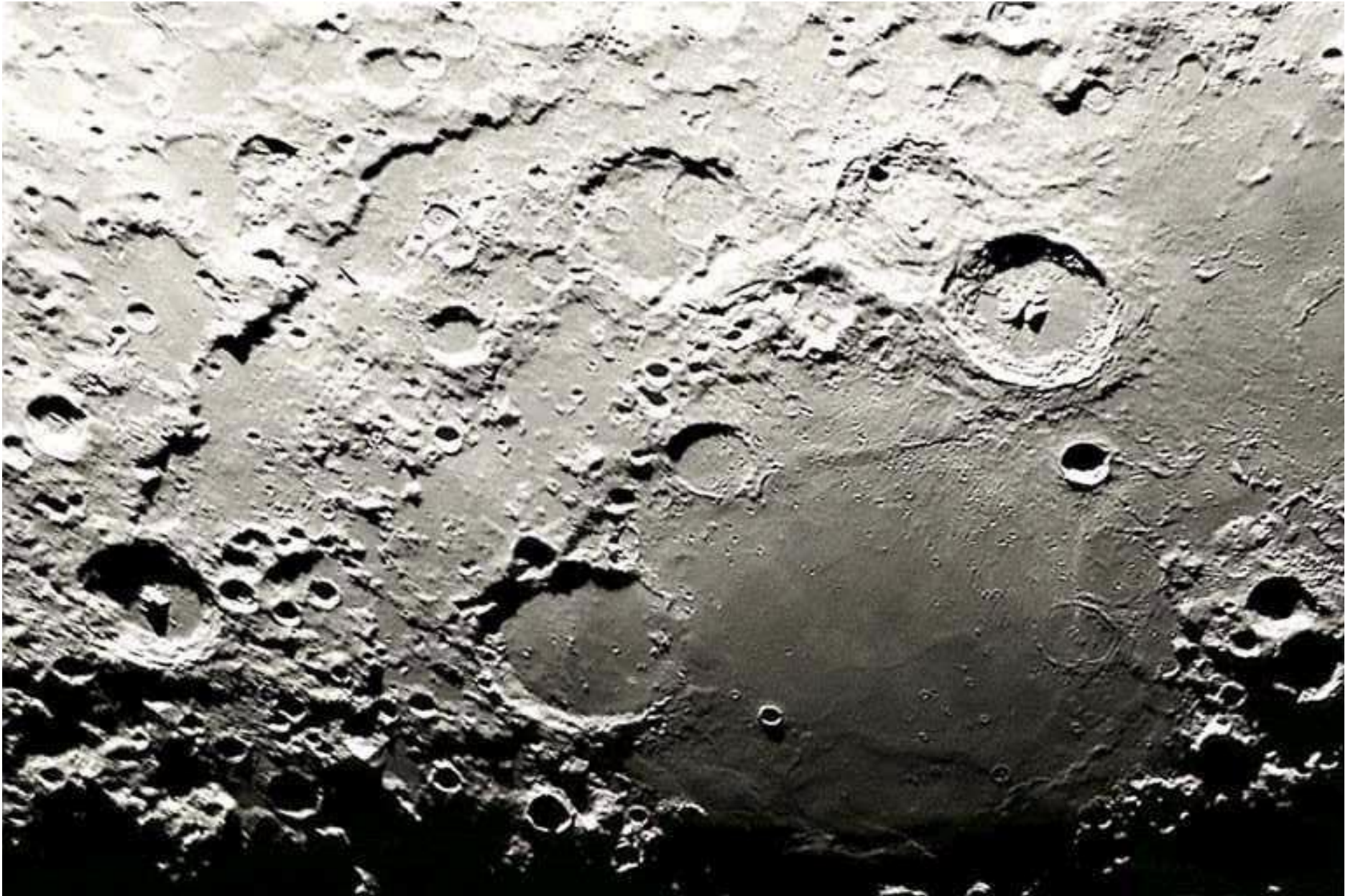
La face cachée



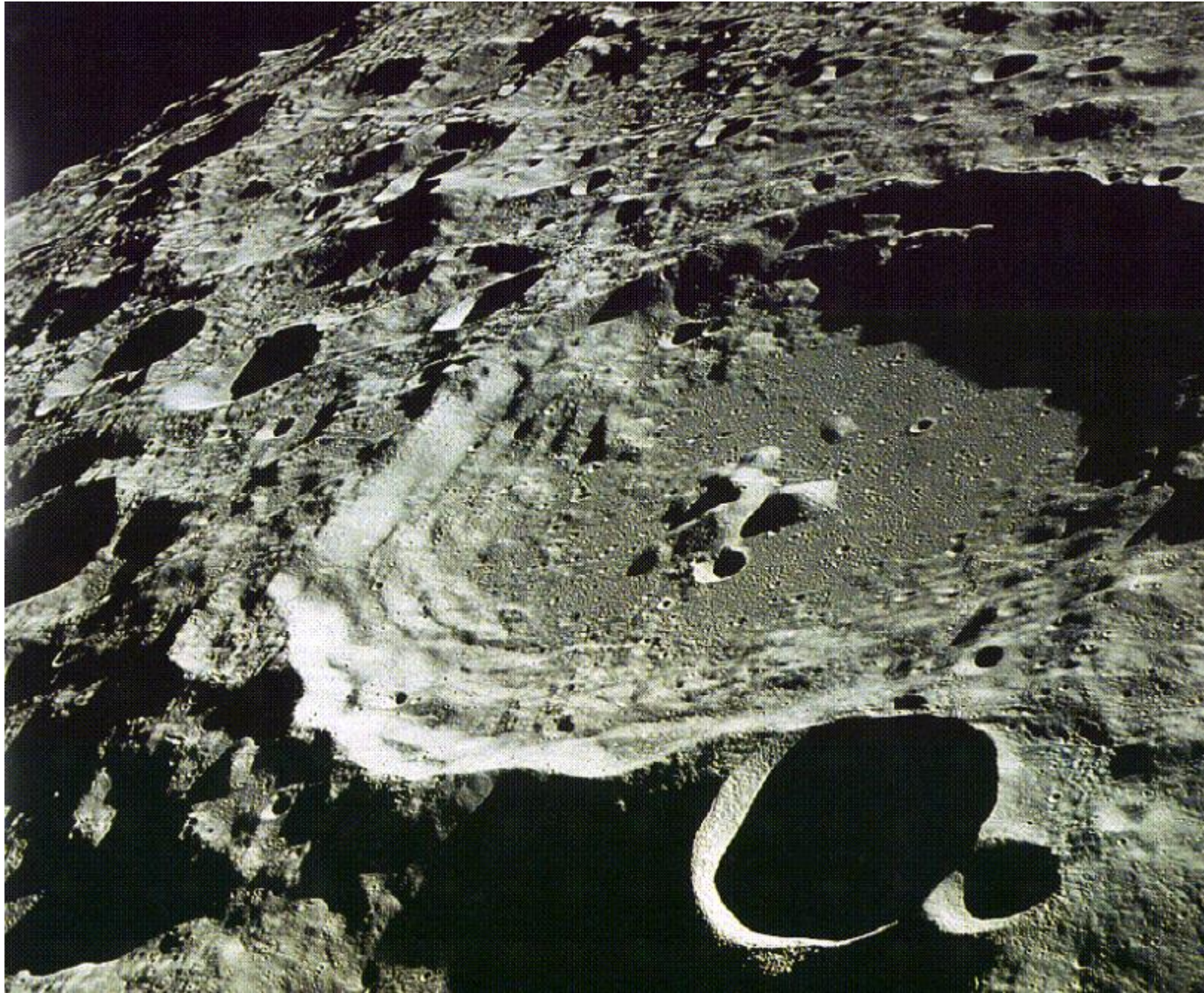
Les mers



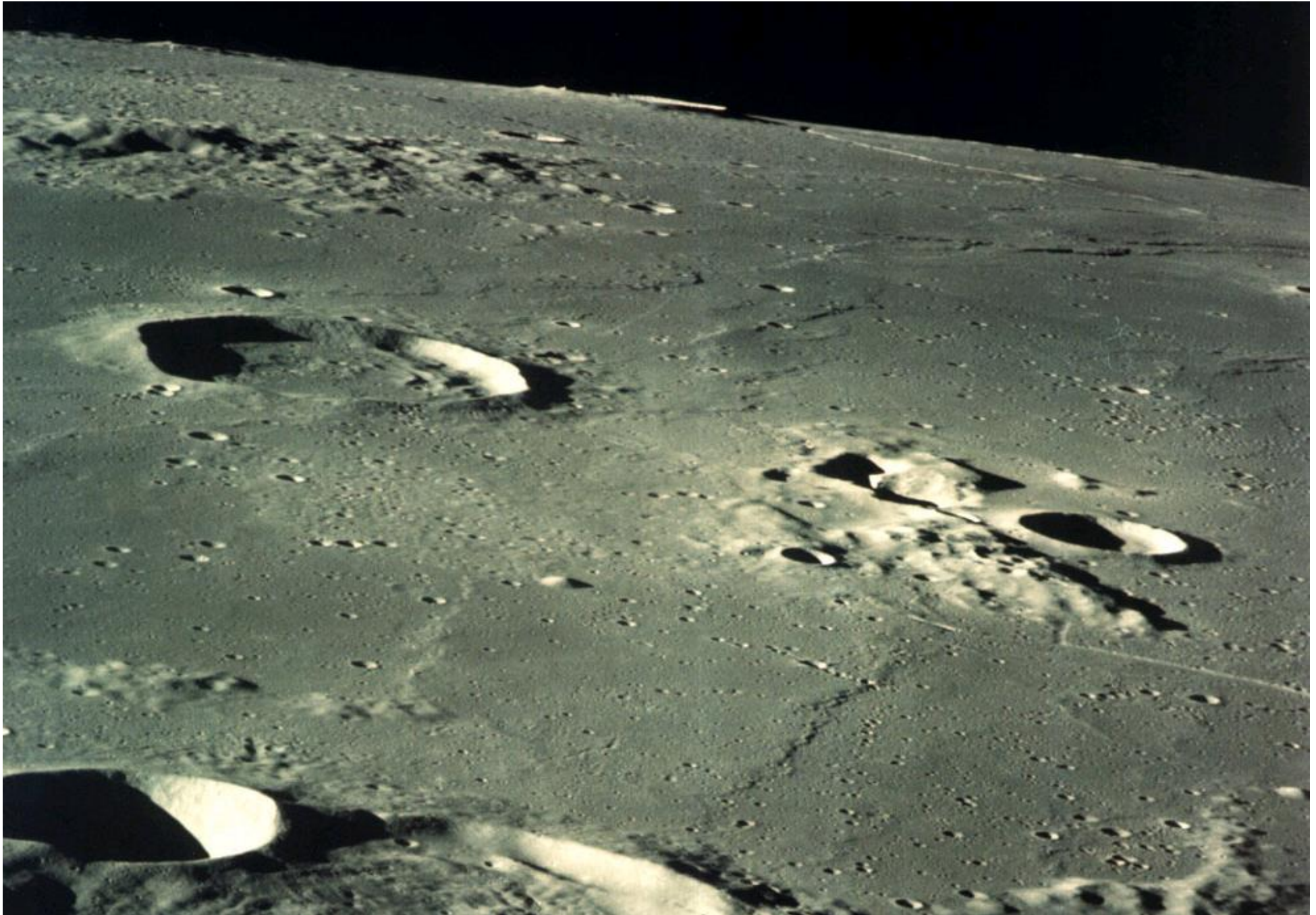
Les montagnes



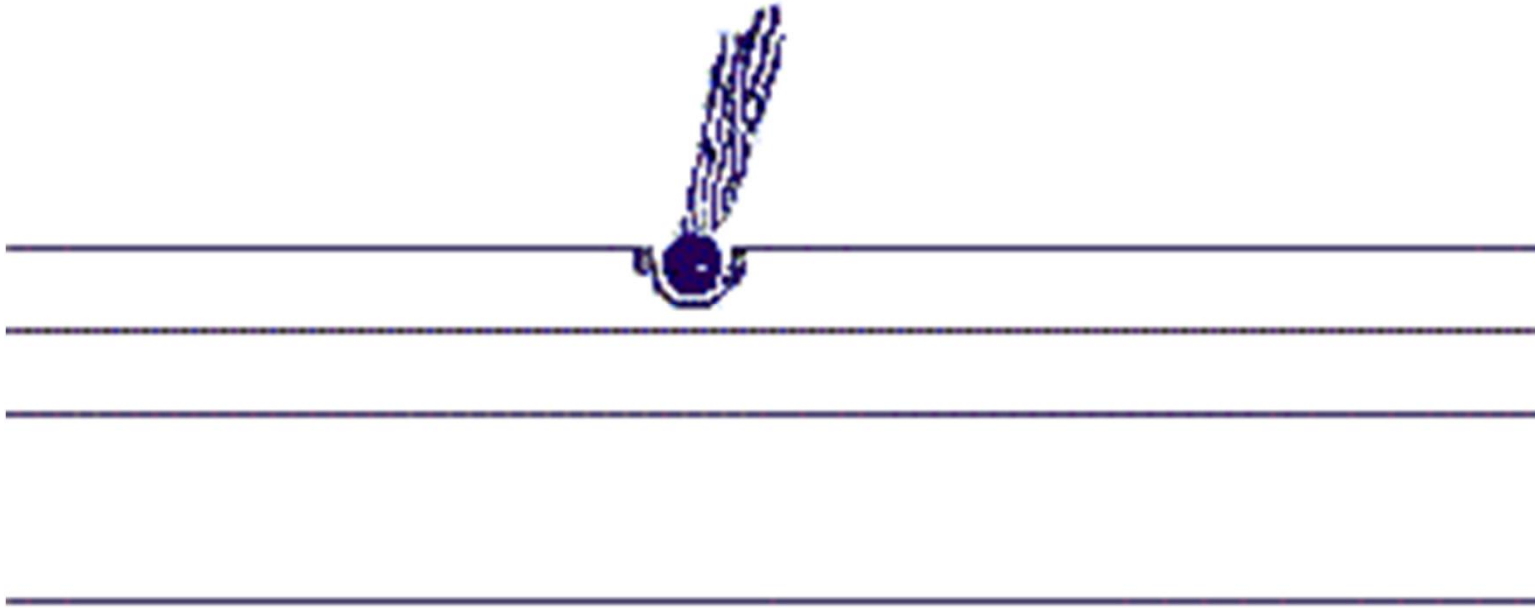
Les cratères



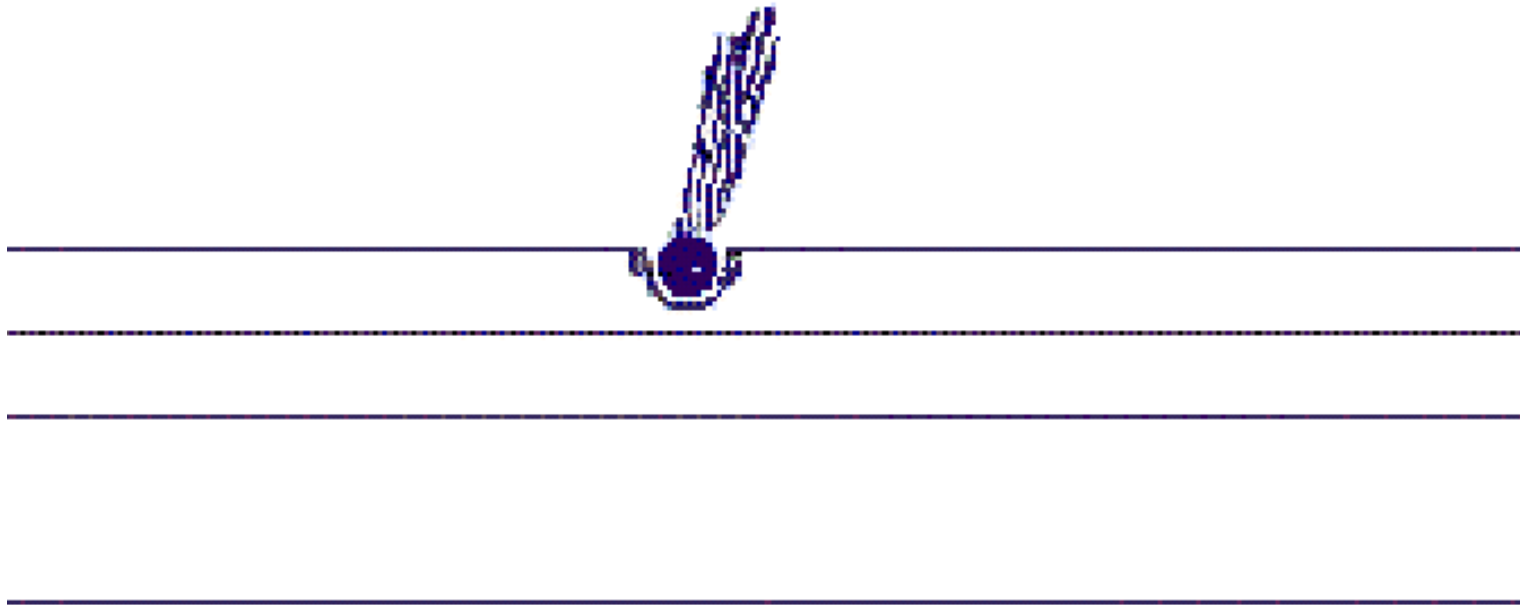
Formation des cratères



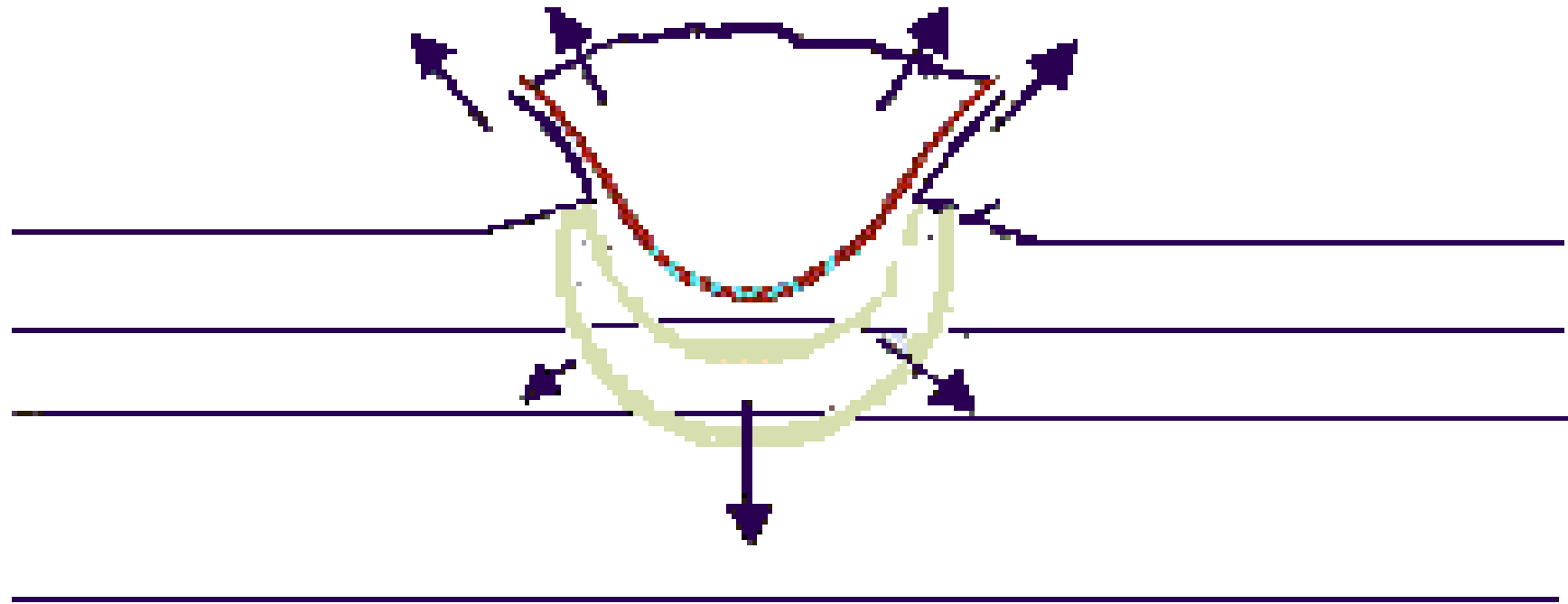
La formation des cratères lunaires



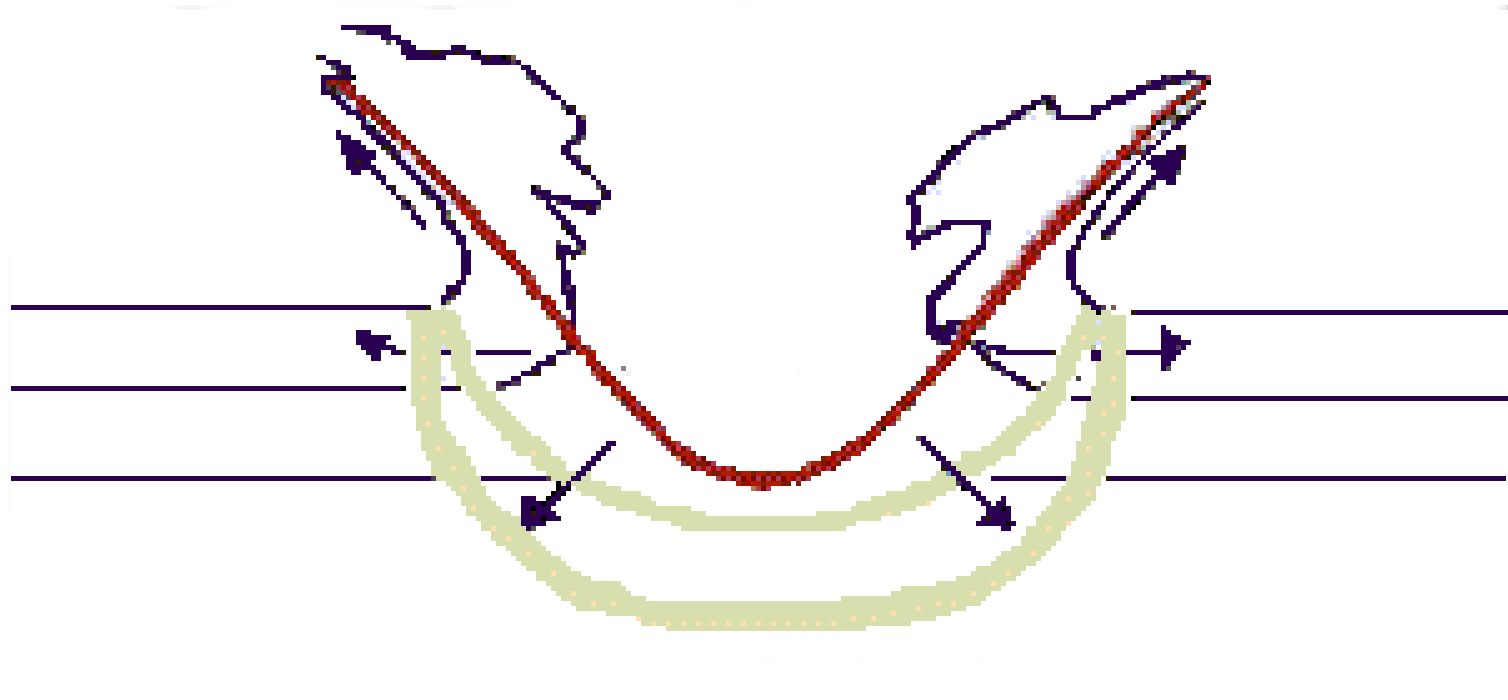
La formation des cratères lunaires



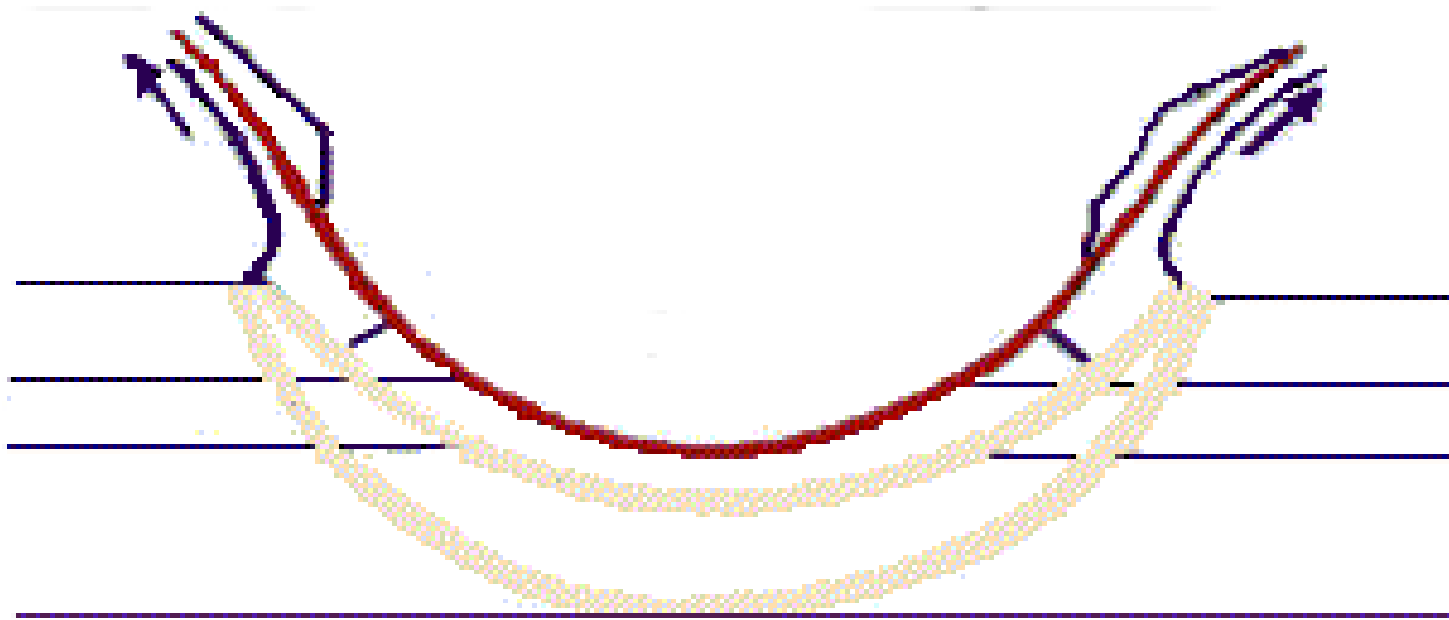
La formation des cratères lunaires



La formation des cratères lunaires



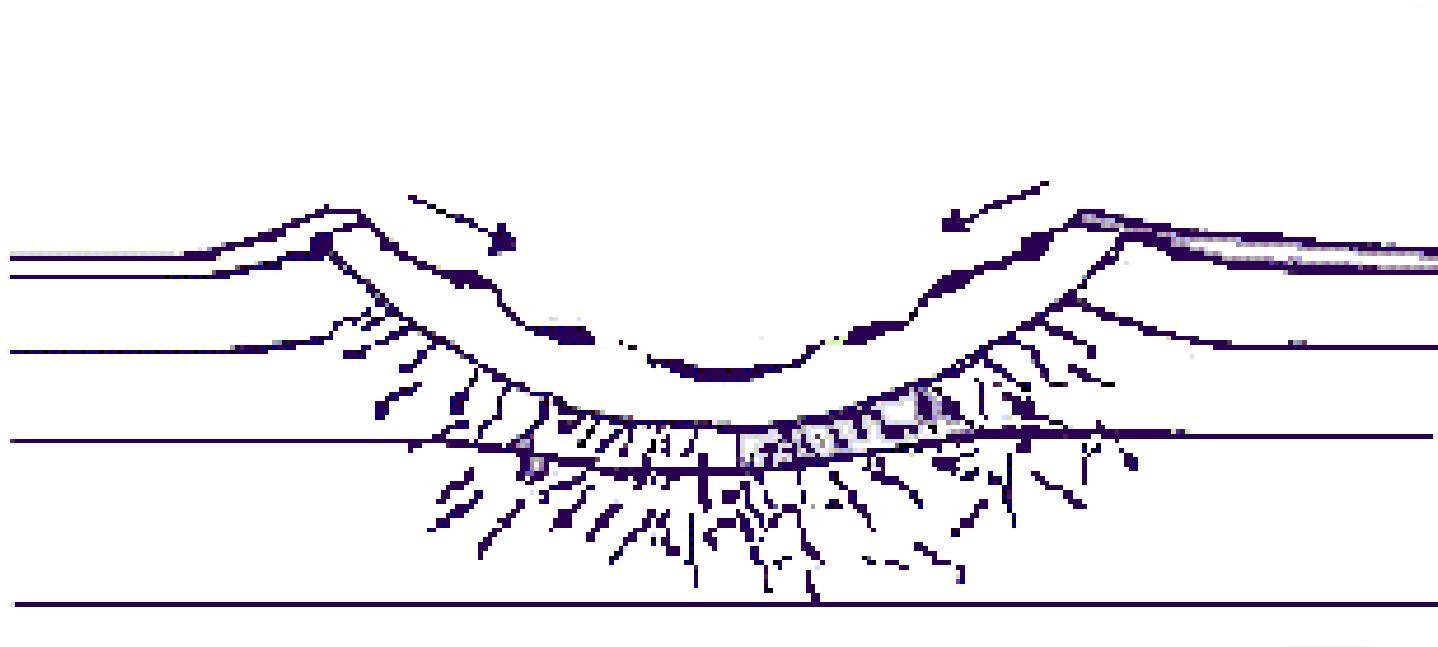
La formation des cratères lunaires



La formation des cratères lunaires



La formation des cratères lunaires



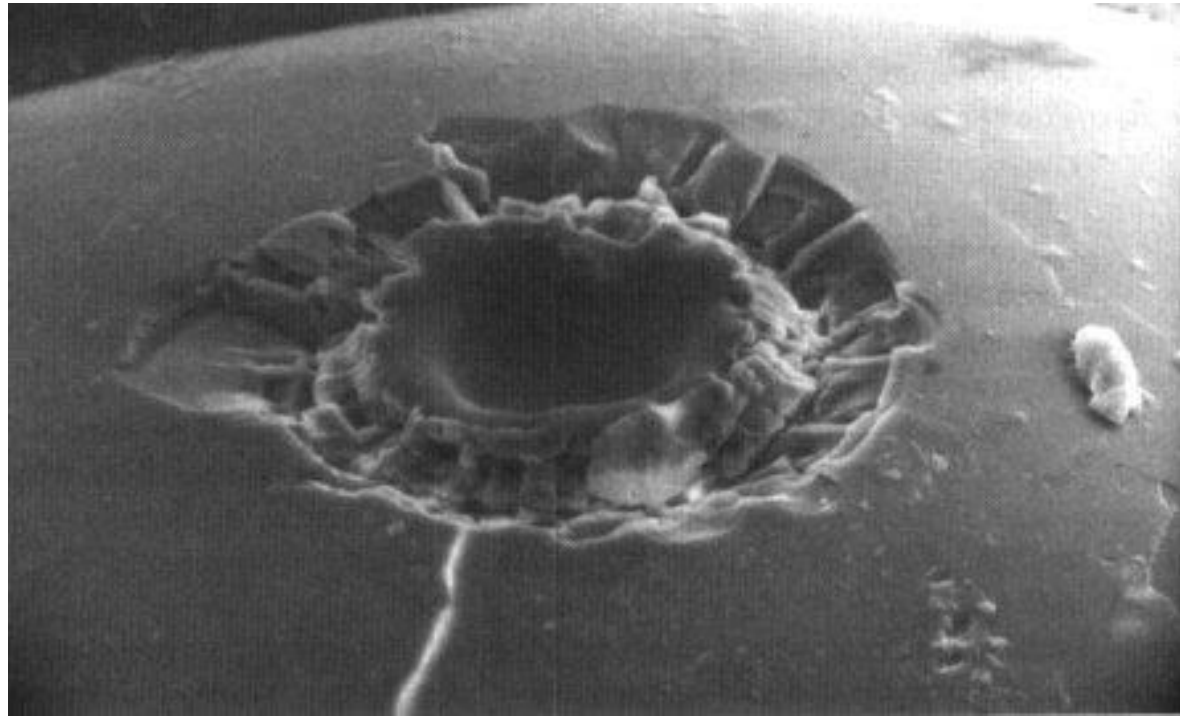
La formation des cratères lunaires



La formation des cratères lunaires



La formation des cratères lunaires



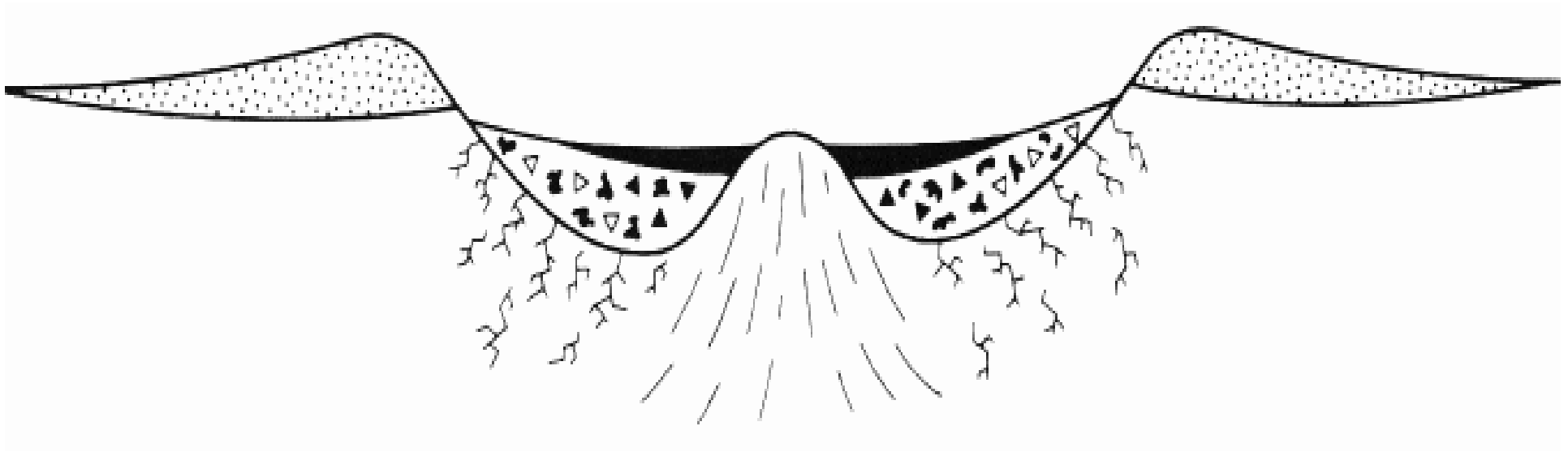
**Micro-cratère à la surface d'une
roche lunaire**

La formation des cratères lunaires



Cratère d'impact sur la Terre

La formation des cratères lunaires



Cratère avec piton central

La formation des cratères lunaires



Cratère avec piton central

L'exploration de la Lune

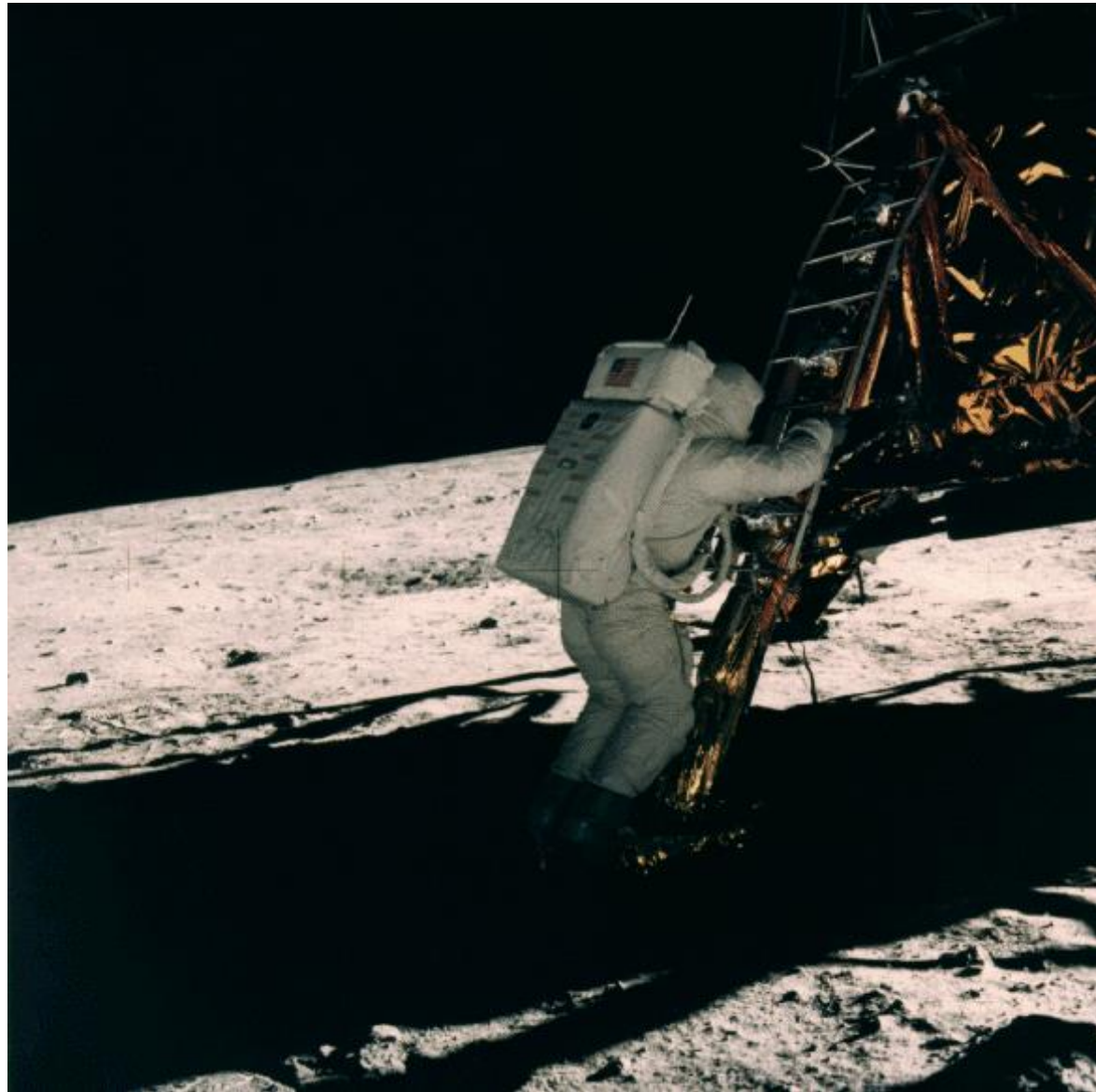


Programme Apollo



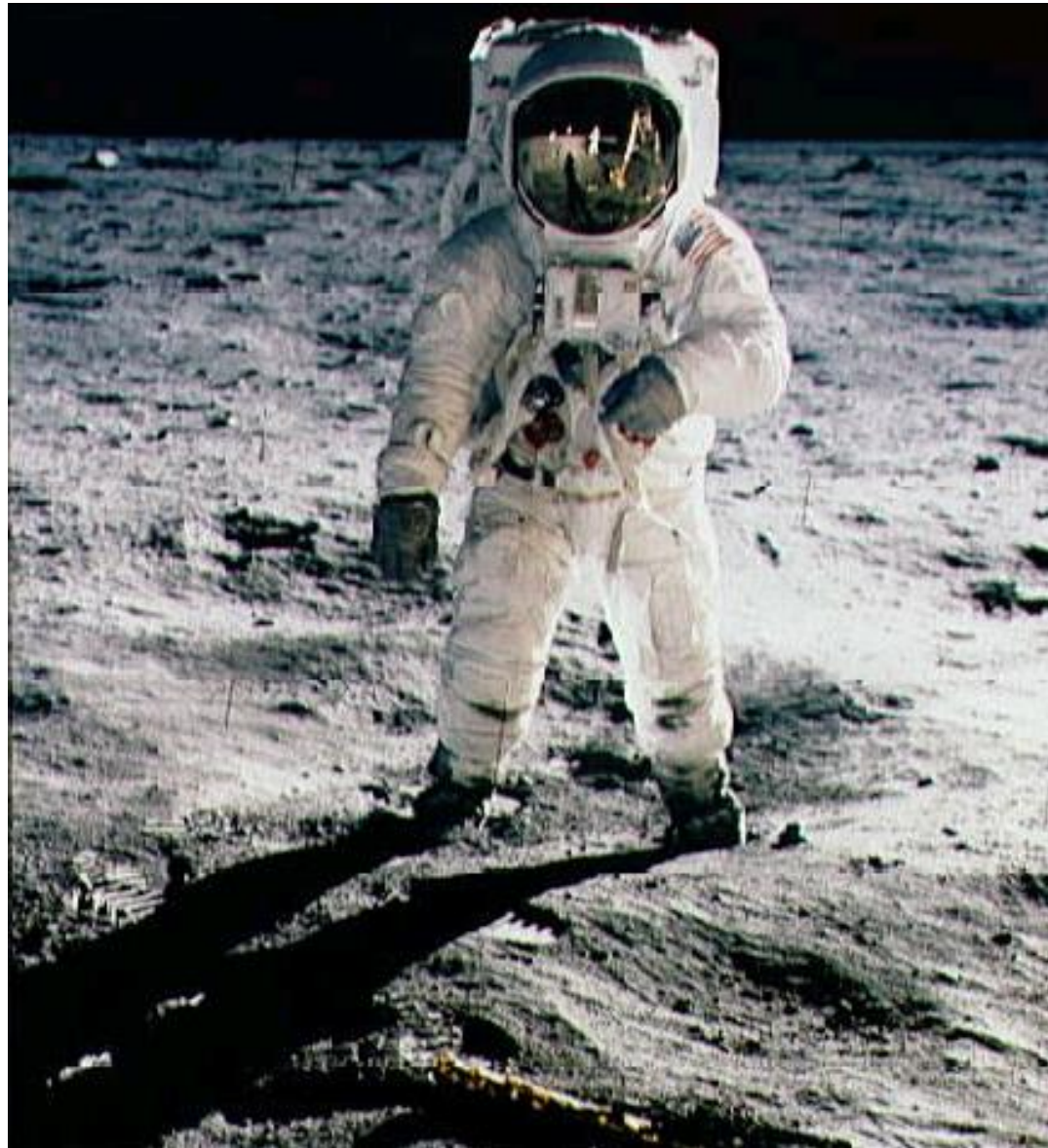
25 mai 1961 John F. Kennedy
Discours devant le Congrès

Programme Apollo



16 juillet 1969

Programme Apollo



16 juillet 1969