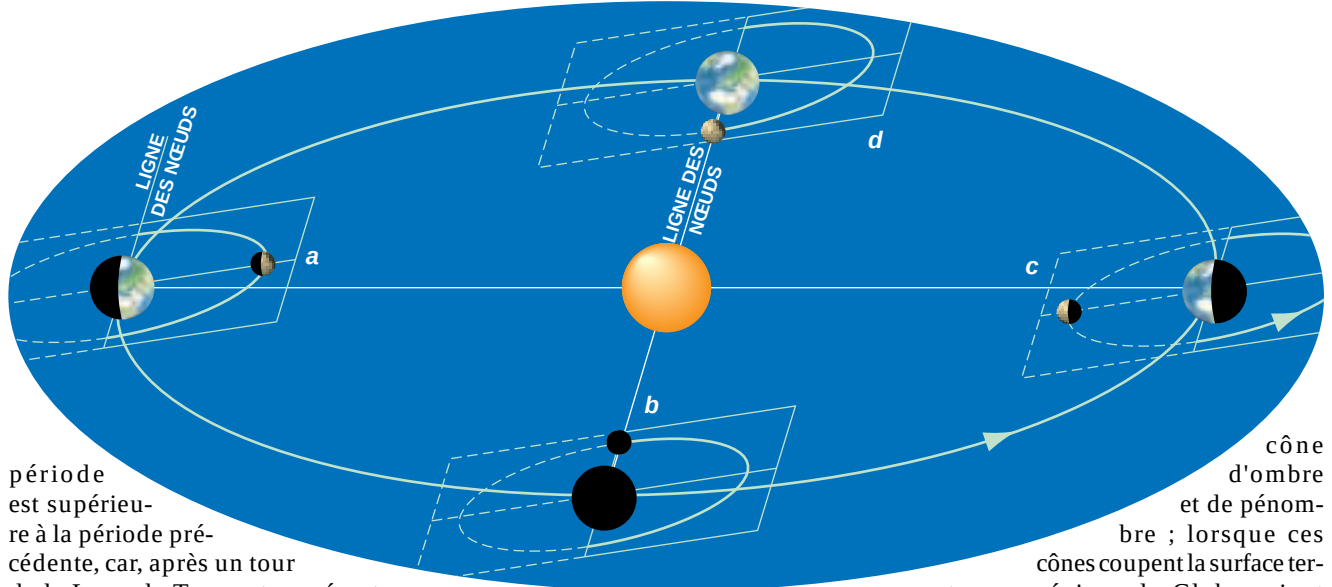




période est supérieure à la période précédente, car, après un tour de la Lune, la Terre a tourné autour du Soleil, de sorte qu'environ deux jours supplémentaires sont nécessaires pour que la Lune retrouve sa position par rapport au Soleil. Le retour des mêmes conditions favorables à une éclipse se fera pour un multiple commun à ces périodes : c'est 223 lunaisons, soit 18 ans 10 jours (ou 11 jours si cette période s'étend sur cinq années bissextiles) et 8 heures. Cette période n'est pas un nombre exact de jours, et, la fraction de jour étant d'environ un tiers de jour (8 heures), les mêmes éclipses se reproduisent 18 ans et 10 jours après, mais avec un décalage en longitude d'environ 120 degrés.

Au cours de ce cycle, nommé Saros, on observe en moyenne le même nombre d'éclipses. Toutefois, en raison des irrégularités du mouvement de l'orbite lunaire, la succession du type des éclipses n'est pas conservée. Durant un Saros, il y a en moyenne 84 éclipses (42 de Soleil et 42 de Lune), qui se répartissent, pour les éclipses de Soleil, de la façon suivante : 14 éclipses partielles et 28 éclipses totales. On distingue des Saros pauvres, avec un petit nombre d'éclipses (78 éclipses), et des Saros riches, avec un grand nombre d'éclipses (94 éclipses).

Coïncidence cosmique

Lors d'une éclipse totale, le Soleil, caché derrière la Lune, disparaît. Ce phénomène est dû à une coïncidence : la Lune est 400 fois plus petite que le Soleil, mais elle est également 400 fois plus proche, de sorte que, vu de la Terre, leur diamètre apparent sont voisins. Les variations de diamètre apparent de ces deux astres résultent des variations de distance entre la Terre et le Soleil, ainsi qu'entre la Terre et la Lune (le diamètre apparent du Soleil est compris entre

2. LA LIGNE DES NŒUDS est l'intersection du plan de l'orbite terrestre autour du Soleil et du plan de l'orbite lunaire. Une éclipse ne peut se produire que lorsque la ligne des nœuds est orientée vers le Soleil. Si, vue de la Terre, la Lune passe au-dessus du Soleil (a), il faut attendre trois mois pour qu'elle puisse passer devant le Soleil (b). Trois mois plus tard, la Lune passe au-dessous du Soleil (c) et, trois mois plus tard encore, elle peut de nouveau passer devant le Soleil (d). Ainsi, il faut attendre environ six mois entre deux éclipses.

31' 31" et 32' 35", tandis que celui de la Lune est compris entre 29' 22" et 33' 31").

Dans son mouvement autour de la Terre, la Lune peut donc occulter totalement le Soleil un bref instant. L'éclipse est alors totale. Lorsque le diamètre apparent de la Lune est légèrement inférieur à celui du Soleil, il subsiste un anneau de lumière solaire autour du disque noir de la Lune : l'éclipse est annulaire. Lorsque le disque solaire n'est que partiellement masqué, l'éclipse est partielle.

Cette coïncidence est d'autant plus extraordinaire qu'elle est unique dans l'espace et dans le temps. Unicité spatiale, car la Terre est la seule planète du Système solaire sur laquelle les éclipses totales de Soleil existent. Unicité temporelle, car, en raison de l'éloignement progressif de la Lune dû à la dissipation par les marées, nous vivons les quelques millions d'années de l'histoire de la Terre où la distance Terre-Lune est exactement celle nécessaire au recouvrement total de l'astre du jour par la Lune. Il y a des millions d'années, la Lune, trop proche, cachait la couronne et, dans des millions d'années, trop éloignée, notre satellite ne cachera plus la totalité du disque solaire.

Les éclipses résultent ainsi d'un singulier jeu d'ombre et de lumière. La Lune, éclairée par le Soleil, projette un

cône d'ombre et de pénombre ; lorsque ces cônes coupent la surface terrestre, ces régions du Globe voient une éclipse de Soleil, totale là où passe le cône d'ombre, partielle là où passe la pénombre (voir la figure 3).

Combien de temps une éclipse dure-t-elle ? Cela dépend de l'alignement des astres, de leur distances et de la vitesse de la Lune sur son orbite, laquelle est minimale à l'apogée (lorsque la Lune est au plus loin de la Terre) et maximale au périgée (lorsque la Lune est au plus près). La durée maximale d'une éclipse de Soleil, c'est-à-dire la durée maximale pendant laquelle une partie de la Terre intercepte l'ombre ou la pénombre de la Lune est comprise entre 5h 15 pour une éclipse au périgée et 6h 15 pour une éclipse à l'apogée.

En un lieu donné de la Terre, la durée d'une éclipse totale, c'est-à-dire la durée pendant laquelle le Soleil est complètement masqué, varie selon les positions relatives des astres. Cette durée est longue lorsque la Terre est le plus loin du Soleil (le diamètre apparent du Soleil est alors le plus petit) et que la Lune est au plus près de la Terre (son diamètre apparent est alors le plus grand). Dans ce cas, l'ombre formée est maximale, et la phase de totalité dure 7 minutes et 30 secondes.

La trajectoire de l'ombre et celle de la pénombre lunaire sont des courbes de plusieurs milliers de kilomètres de longueur. La tache d'ombre a, au plus, un diamètre de 262 kilomètres et se déplace à la vitesse de 3 380 kilomètres par heure près des pôles et à la vitesse minimale de 1 706 kilomètres par heure à l'équateur. Le déplacement d'Ouest en Est de la tache résulte du fait que la vitesse de la Lune sur son orbite (3 600 kilomètres par heure), d'Ouest en Est, est bien supérieure à la vitesse de rotation de la Terre sur elle-même, d'Est en Ouest (un point à l'équateur faisant un tour, soit

40 000 kilomètres, en 24 heures, sa vitesse est d'environ 1 600 kilomètres par heure). Ainsi, la tache d'ombre décrit sur le Globe terrestre, une bande dont la ligne médiane est la ligne de centralité. De part et d'autre de la bande d'ombre, la pénombre touche une zone d'environ 3 000 kilomètres de largeur.

Aujourd'hui, la prédiction des éclipses est faite à l'aide de modèles qui décrivent bien les mouvements de la Terre et de la Lune. On prédit très précisément les dates et les lieux des prochaines éclipses (voir la figure 4). Toutefois, de petites irrégularités du mouvement de la Terre empêchent les prédictions des lieux au-delà de plusieurs siècles (voir *Éclipses et chronologie*, par Denis Savoie, page 78).

Le scénario de l'éclipse

Une éclipse totale est marquée par trois périodes. Durant la première période, la Lune masque partiellement le Soleil, puis, durant quelques minutes, c'est la totalité. Enfin, durant la dernière période, la Lune rend au Soleil son aspect circulaire.

Le premier contact, qui marque le début de l'éclipse, est l'instant où l'on distingue une infime fraction de la Lune devant le Soleil. En pratique, à l'aide d'un filtre solaire, on observe une fine échancrure noire sur la bordure du Soleil. Durant une heure environ, la Lune masque de plus en plus le disque

solaire. Ce changement est essentiellement dû au déplacement orbital de la Lune autour de la Terre. Après que 50 pour cent du Soleil a été masqué, la baisse de luminosité devient sensible, mais lente. Avec la diminution de la surface solaire non masquée, les ombres apparaissent plus contrastées, et les reflets du Soleil sur l'eau sont plus étincelants qu'à l'habitude. La baisse de luminosité fait apparaître le ciel d'un bleu intense et profond.

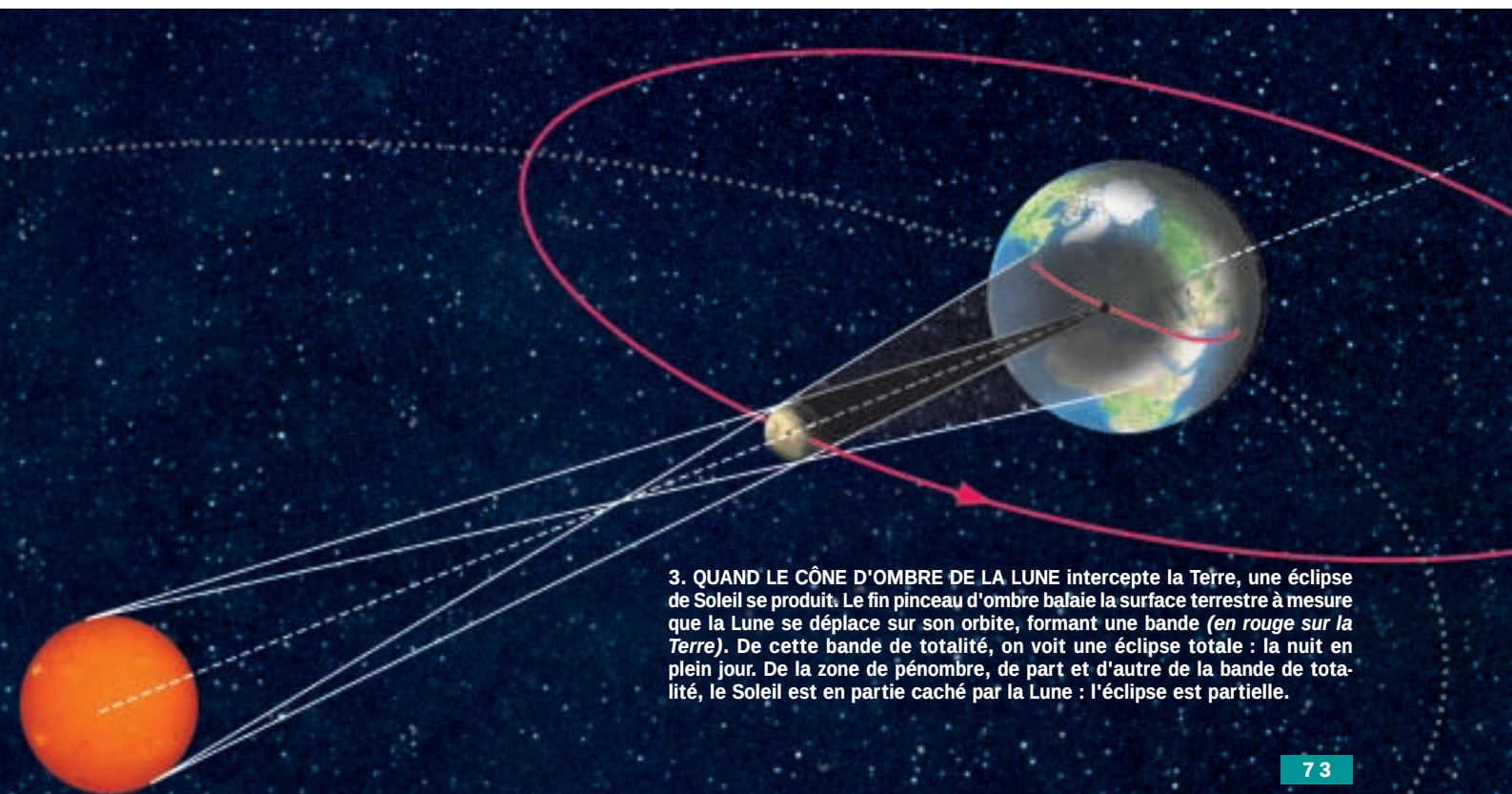
Une à deux minutes avant la totalité, les ombres volantes apparaissent : ce sont des stries sombres et claires qui courent sur le sol (on les distingue mieux sur une grande surface lisse, tel un mur). Ces ombres résultent de la turbulence de la haute atmosphère : lorsque seul un point de Soleil nous éclaire, sa lumière parvient d'une direction bien définie. La direction des rayons lumineux est alors très sensible à la turbulence atmosphérique : le paysage se couvre de moires furtives, analogues aux reflets que l'on perçoit sur le fond d'une piscine agitée par le vent.

Entre 40 et 20 secondes avant la totalité, la lumière émanant du fin croissant solaire est arrêtée par les hauts cratères lunaires, mais de la lumière passe encore à travers les vallées lunaires. Le bord de la Lune ressemble alors à un collier de diamants solaires, nommés grains de Baily, du nom de l'astronome anglais qui décrit le premier ce phénomène, en 1836.

Entre 20 et 10 secondes avant la totalité, venant de l'horizon Ouest, un mur d'obscurité qui s'élève jusqu'au ciel se précipite sur le site d'observation à une vitesse supersonique. L'ombre de la Lune vous enveloppe, c'est l'un des instants les plus spectaculaires d'une éclipse. Cinq à trois secondes avant la totalité, le dernier rayon de lumière fait apparaître un anneau de lumière fantomatique. La chromosphère rose et surtout les protubérances commencent à apparaître. Enfin, la Lune recouvre complètement le disque solaire : c'est le début de la totalité (ou le deuxième contact).

C'est seulement lors de cette phase de totalité qu'il est possible (et même recommandé) de regarder l'éclipse à l'œil nu en toute sécurité, et c'est pendant ces précieux instants que l'on étudie la couronne solaire. Les protubérances, condensations de gaz en mouvement, portées par le champ magnétique solaire, sont alors observables, avec des jumelles par exemple. Ces langues rouges sont souvent visibles juste avant le début et juste après la fin de la totalité, car, au milieu de la totalité, pour des éclipses longues (totalité de plus de cinq minutes), le disque lunaire apparent peut être suffisamment vaste pour masquer la plupart des protubérances.

Dès que la vision est adaptée à la semi-obscurité de la totalité, la couronne apparaît, ressemblant à une fleur aux pétales blancs avec un capitule noir. La couronne est un gaz très chaud



3. QUAND LE CÔNE D'OMBRE DE LA LUNE intercepte la Terre, une éclipse de Soleil se produit. Le fin pinceau d'ombre balaie la surface terrestre à mesure que la Lune se déplace sur son orbite, formant une bande (en rouge sur la Terre). De cette bande de totalité, on voit une éclipse totale : la nuit en plein jour. De la zone de pénombre, de part et d'autre de la bande de totalité, le Soleil est en partie caché par la Lune : l'éclipse est partielle.