



Eclipse et sensation visuelle

Jean-Noël Terry

Ayant fait partie des anonymes discrets qui ont fait le voyage du 11 août 1999... pour vivre l'éclipse sous les parapluies, j'ai eu le temps de contempler, avec mes compagnons d'infortune, le paysage.

Nous avons tous fait la même constatation : l'arrivée brutale de la nuit, et, ensuite, un retour encore plus rapide de la lumière.

Comment expliquer cette sensation et, surtout, cette dissymétrie ?

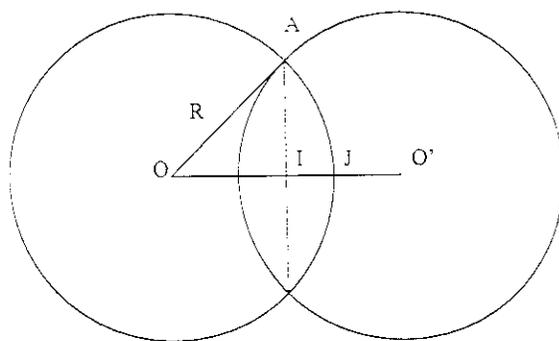
Comme il n'y a pas de raison que l'ombre aille plus vite à l'arrière qu'à l'avant, il faut chercher ce qui se passe pour la variation de luminosité moyennant quelques considérations géométriques.

Variation de la luminosité pendant l'éclipse totale.

Nous ne considérons dans la suite que la luminosité du disque solaire, donc sans sa couronne.

Le Soleil et la Lune sont supposés avoir le même diamètre apparent R .

La situation se résume donc sur la figure suivante :



En posant $OO' = 2d$, donc $OI = d$, nous allons faire varier d de R , premier contact, à 0 , éclipse totale. Il suffit d'exprimer l'aire apparente du Soleil : A .

$A = \pi R^2 - 4 \times (\text{aire du secteur } OAJ - \text{aire du triangle } OIA)$

L'aire du triangle est simplement donnée par :

$$\frac{d}{2} \sqrt{(R^2 - d^2)}$$

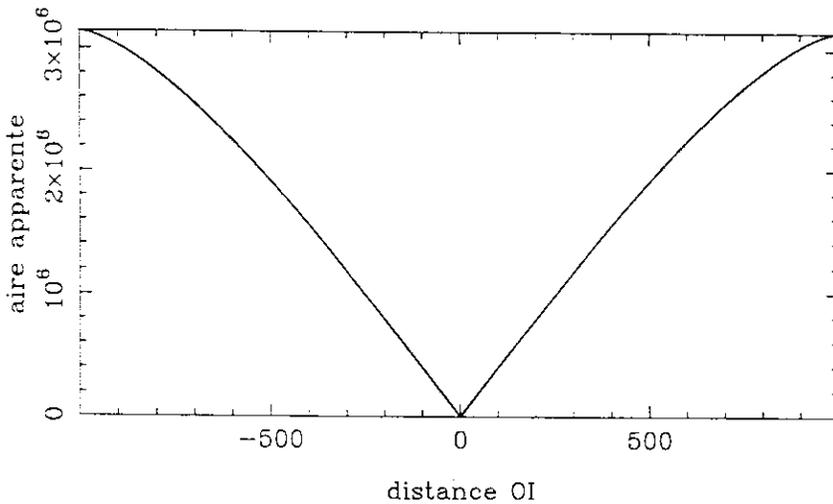
L'aire du secteur de disque vaut :

$\frac{1}{2} R^2 \theta$ où θ est la mesure de l'angle $AOI = \text{Arccos}(d / R)$

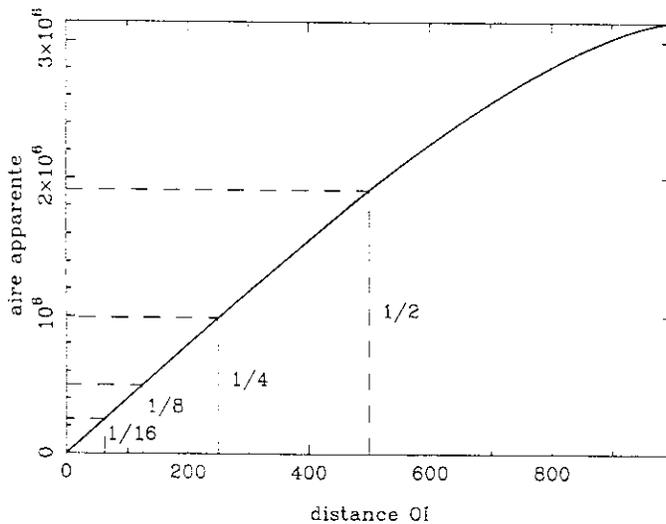
Soit enfin,

$$A = \pi \cdot R^2 - 2R^2 \cdot \text{Arccos}(d / R) + 2d \sqrt{R^2 - d^2}$$

Eclipse complète



Demi-éclipse totale



Les outils informatiques permettent de visualiser cette courbe facilement.

Les figures proposées le sont pour un choix arbitraire d'unités donnant $R=1000$. Pour l'éclipse entière, la courbe est symétrique par rapport à l'axe des ordonnées.

Intéressons-nous à la première partie de l'éclipse ; une surprise nous attend : la courbe est quasi linéaire, surtout dans la partie où la baisse de luminosité est la plus sensible. Ce n'était pas criant de vérité en imaginant un disque passant devant l'autre !

La vitesse de passage d'un disque devant l'autre étant constante, nous pouvons représenter les temps $1/2$, $1/4$, $1/8$, $1/16$ de la durée d'une demi-éclipse.

La luminosité est elle aussi à peu près divisée par 2, 4, 8, 16.

La cause du phénomène observé n'est donc pas géométrique.

Cherchons du côté du capteur... humain !

Où il faut se méfier des apparences.

En fait, nous mettons en évidence un phénomène bien connu pour le son, quand nous parlons décibels, et bien connus des astronomes, quand nous parlons magnitudes.

L'œil ne réagit pas de façon linéaire, ce qui nous a valu notre échelle logarithmique des magnitudes.

En cas de baisse de lumière, l'iris se contracte assez vite (1 seconde environ), et la pupille se dilate. Les bâtonnets prennent le relais des cônes quand la luminosité devient faible ; outre leur faible sensibilité à la couleur, on peut, en simplifiant, considérer que leur réponse est logarithmique.

Ainsi, la même sensation de baisse de luminosité sera ressentie quand cette dernière sera divisée par deux...mais les intervalles de temps sont eux aussi divisés par deux à chaque fois. Des sensation identiques sont donc ressenties à des intervalles de temps de plus en plus courts.

Mais aurions-nous une perception linéaire du temps ? C'est là un autre débat !

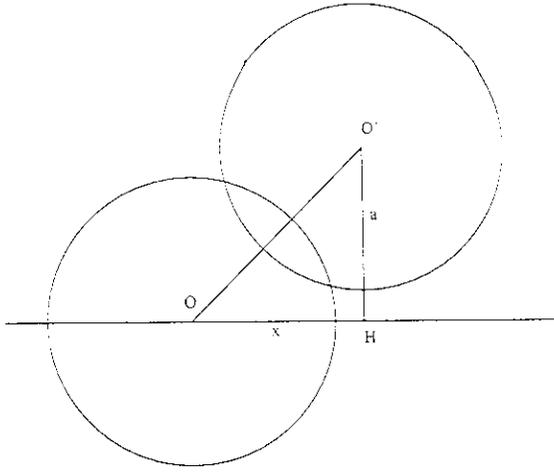
L'effet est bien entendu inversé au retour de la lumière.

En cas d'éclipse partielle.

Le cas est différent, car la baisse de luminosité n'est sans doute pas suffisante pour que les bâtonnets entrent en jeu. On ne doit pas constater le même phénomène. Une telle éclipse peut parfaitement passer inaperçue au non initié si elle est de faible pourcentage ;

On peut encore, pour le plaisir tracer la courbe. Il suffit de considérer : $OH = x$, $OO' = 2d$.

Il faut introduire "a" qui caractérise l'aspect plus ou moins partiel de l'éclipse.



Et, cette fois,

$$OO' = \sqrt{a^2 + x^2}$$

donc x varie maintenant de 0 à

$$\sqrt{4R^2 - a^2}$$

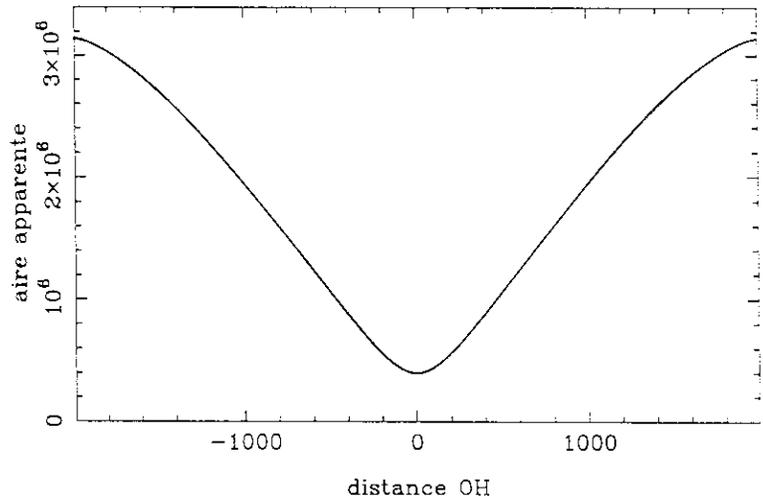
($a < R$ sinon il n'y a pas d'éclipse du tout !).

La courbe tracée représente une éclipse partielle à 87%.

On dit qu'à quelque chose malheur est bon...

Mais j'aurais préféré vous montrer de belles photos d'une totale...les calculs, eux, se moquent de la météo !

Eclipse partielle



Remue-méninges : solution du n°88

Le mouvement apparent du ciel provient de la rotation de la Terre sur elle-même. L'Étoile Polaire est au centre de ce mouvement apparent car elle est située dans le prolongement de l'axe de la Terre (à un peu moins d'un degré près).

L'angle de 15° tracé sur la figure peut être mesuré en utilisant la trace laissée par n'importe quelle étoile.

Comme la Terre effectue un tour sur elle-même en 24 heures (ou plus précisément 23 h 56 min 4 s) : 360° correspond à 24 h et 15° à 1 h.

La pose photo a donc duré 1 heure.

On pouvait aussi repérer sur la photo la Grande Ourse en haut à droite et la Petite Ourse qui part de la Polaire.

