

Comment les Grecs mesureraient l'invisible

« *L'univers est plein de dieux.* »
Thalès de Milet, Fragment.

Pierre Beaudry

Si, à la surface de la planète Mars, apparaissait inopinément sur la pellicule d'un instrument scientifique la moindre évidence d'un monticule rocheux, comme une ombre fuyante, ressemblant à une tête d'homme, tous les aristotéliens et toute la gamme des empiristes à la clef revendiqueraient, au nom de la plus haute objectivité scientifique, l'honneur de scruter jusque dans ses plus insensibles détails cette sculpture fantasmée, tentant d'en découvrir les causes obscures en exigeant qu'il soit étudié sur le champ par des équipes de renom afin de déterminer sa valeur astronomique. Au contraire, si l'on introduisait au cœur même de la science astronomique une hypothèse, universelle mais subjective, affirmant que la courbure de l'espace-temps physique implique axiomatiquement la nécessité que « l'âme régisse le mouvement des astres », une pareille assertion serait rejetée sans aucune hésitation par l'ensemble des scientifiques biens pensants. C'est pourtant cette question même que posait l'Athénien dans le dialogue des *Lois* où Platon affirmait son allégeance à la tradition de Thalès et au monisme hylozoïque pour lesquels l'âme est le principe générateur des astres.

« *L'Athénien.* - Quant à tous les astres et à la Lune, quant aux années, aux mois, à toute les saisons, que ferons-nous, sinon répéter cette même assertion ? Puisqu'une âme ou des âmes sont manifestement causes de tous ces mou-

vements et douées de toutes vertus, nous affirmerons qu'elles sont des divinités ; soit que, logées en des corps comme des vivants qu'elles sont, elles ordonnent ainsi tout le ciel, soit qu'elles agissent de quelque façon qu'on voudra. Se trouvera-t-il quelqu'un pour avouer cette causalité et cependant soutenir que l'univers n'est pas plein de dieux. » (Platon, *Les Lois*, X, 899 b.)

La question centrale que je voudrais soulever ici est de savoir comment on peut éduquer son imagination visuelle de manière à ce que nous puissions comprendre qu'une soi-disant connaissance objective basée sur des données sensibles ne peut aucunement être considérée comme scientifique.

Les sens peuvent et doivent être éduqués pour servir à la découverte des caractères axiomatiques du processus créateur, c'est-à-dire que seul l'esprit humain, *Imago Dei* (à l'image de Dieu), peut décider ce qu'il faut garder des données sensibles et ce qu'il faut rejeter dans les poubelles de l'idéologie aristotélienne. Il est essentiel de commencer par reconnaître que les sens n'amènent, en tant que tels, aucune contribution valable au savoir humain et qu'ils ne peuvent aider la connaissance qu'à condition d'être guidés par la raison, sans avoir droit en aucune manière au noble titre de connaissance scientifique. En effet, comme nous allons le voir, la méthode de mesure de la circonférence de la Terre découverte par Eratosthène (voir encadré) ne dépendait en rien de la perception de la courbure terrestre.

Ceci nous conduit d'emblée, dans la perspective du champ épistémologique (quantique) de Kepler dont l'espace-temps exige une connexion intelligible entre l'Un et le Multiple, entre la vérité et l'idéologie, bref, entre l'intelligible et le perceptible.

Si nous supposons qu'il existe des proportions perceptibles pour les sens de l'ouïe et de la vision, et qu'il existe aussi des proportions intelligibles pour l'entendement humain, quelle serait alors la moyenne proportionnelle qui pourrait nous faire passer du niveau perceptible au niveau intelligible ?

Cette question est fondamentale parce qu'elle touche à la différence cruciale séparant les relations biunivoques des sens et les relations créatrices de l'esprit humain. Ceci est au cœur même du champ quantique keplérien. En effet, si l'on considère que les proportions qui sont saisies par la perception sensible de la vision ou de l'ouïe sont également intelligibles pour l'entendement humain, mais de façon différente, quelle est la mesure qui les fait passer du niveau perceptuel au niveau intellectuel ? Quelle est la raison proportionnelle entre la perception harmonique des rapports entre les rayons des étoiles ou entre les notes d'une composition musicale, et les proportions harmoniques correspondantes dans l'état mental créateur de l'entendement humain ? Par exemple, si le poète récite : « *Tous éblouis par le brillant des étoiles,*

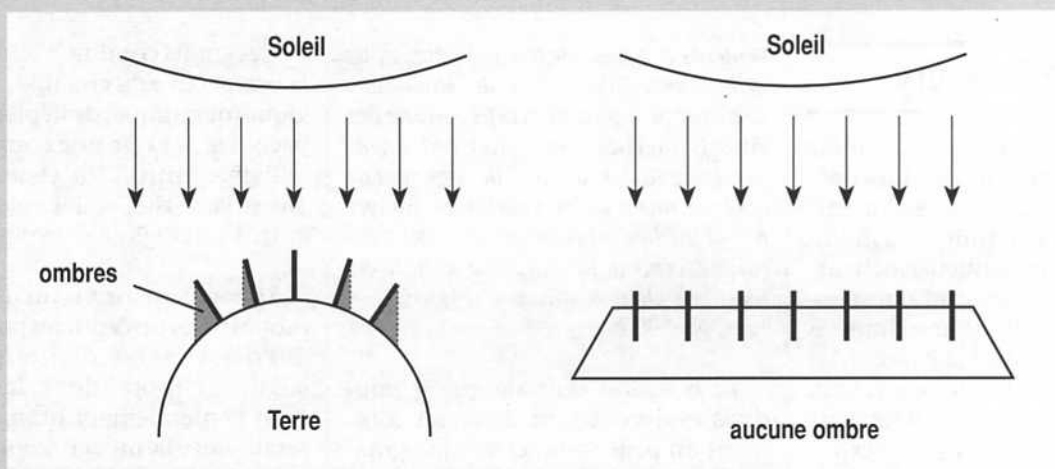
« *Ces éclats célestes que sans cesse nous admirons.* »

Eratosthène de Cyrène calcule le diamètre de la Terre

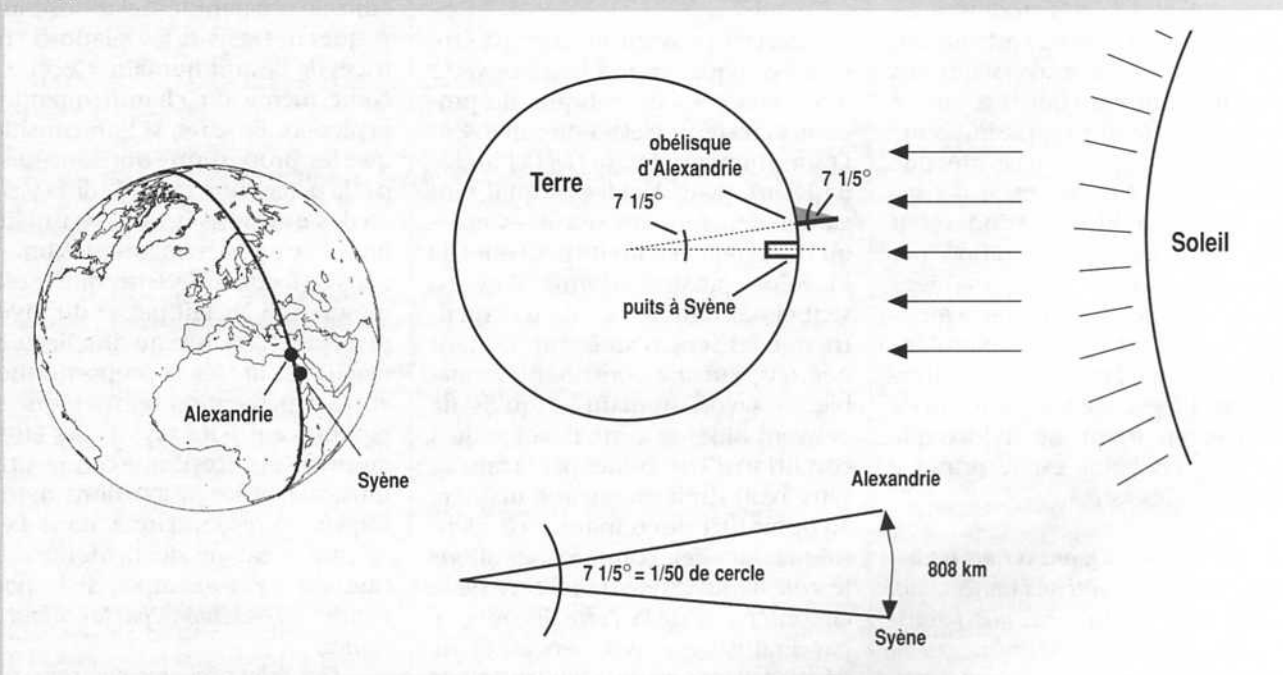
Il y a plus de 2000 ans, un savant grec d'Alexandrie, Eratosthène, a découvert et calculé que le diamètre de la Terre était d'environ 12.750 km.

Cette découverte est surtout étonnante parce qu'elle est issue d'une idée et non d'une perception, c'est-à-dire qu'elle dépend de l'hypothèse suivant laquelle la Terre est ronde alors que la perception sensible nous donne tout à fait l'apparence du contraire.

Eratosthène imagina donc que si la lumière du Soleil atteint la Terre par la projection de rayons parallèles, il y avait deux possibilités : soit la Terre est plane et les rayons du soleil de midi, au Zénith, ne produisent pas d'ombre, quelque soit l'endroit où l'on se trouve, soit la Terre est ronde et les mêmes rayons solaires projettent des ombres en des endroits différents de celui où l'on se trouve. (voir figure)



C'est ainsi qu'Eratosthène, observant le soleil tombant d'aplomb, sans former d'ombre, au fond d'un puits à Syène, fit remarquer que l'ombre de l'obélisque d'Alexandrie (voir figure) dessinait une ombre de $7 \frac{1}{5}$ degrés, c'est-à-dire $\frac{1}{50}$ de la circonférence de la Terre. La distance entre Syène et Alexandrie étant de 808 km, alors $808 \text{ km} \times 50 = 40.400 \text{ km}$, la circonférence de la Terre. Si vous divisez la circonférence de la Terre par π vous découvrirez que le diamètre de la Terre est approximativement de 12.750 km.



Le pouvoir qui perçoit et reconnaît l'harmonie de pareils phénomènes est un pouvoir qui appartient à la simple imagination visuelle, à un ordre de vie animale inférieure. En effet, c'est ce qu'a démontré et prouvé Kepler suivant l'esprit de Nicolas de Cuse :

« C'est ainsi qu'il arrive que les enfants, les gens non-éduqués, les paysans, les barbares, et bien sûr les bêtes sauvages, perçoivent bien les harmonies des voix, alors qu'ils ignorent tout de la science harmonique. Si vous me demandez d'où vient cet instinct en eux, je devrai soit répondre en prenant refuge auprès de Dieu, qui forme et perfectionne ces formes pour le besoin des corps, tous à l'image de Lui-même, selon la plus ou le moins, et mène les proportions harmoniques en rond sur Lui-même comme s'Il les saisissait dans son Esprit Éternel et tels qu'Il les eût exprimées au moment de la Création, comme nous l'avons dit plus haut. Soit, ce qui revient à dire la même chose, que je fasse appel à la relation dont nous avons parlé au Chapitre I, entre ces créatures vivantes, également les inférieures, avec le cercle, et en rapport auquel, semblable à l'effet d'une norme ou d'une loi, ils ont tous été composés et mis en formes, et par le moyen de l'action circulaire et de sa construction, ils sont devenus également l'ornement dépendant de l'idée de proportions harmoniques. » [Kepler, *Harmonia Mundi*.]

Mais, par ailleurs, si le poète récite : « Sur toute la Terre multiplie le bien commun

« Et le pouvoir de tes actions brillera sans fin. »

Le pouvoir qui perçoit et reconnaît cette noble proportion n'appartient pas à l'imagination visuelle et ne peut pas venir d'une espèce animale inférieure ; elle ne peut venir que d'une espèce supérieure, l'espèce humaine. Comme l'a si bien dit le poète Keats, « Les mélodies que l'on entend sont douces, mais celles que l'on n'entend pas sont plus douces encore. »

Les perceptions directes, immédiates et naïves, sont réduites à des relations par paires (biunivoques), c'est-à-dire qu'elles ont des rapports un à

un avec les choses et qu'elles sont donc embrouillées par l'évidence directe de la vue. En effet, lorsqu'on voit une chose, on n'est pas conscient de la voir. De pareilles circonstances sont tout à fait normales chez les adolescents ou chez les animaux car les objets de leurs amours, de leurs haines, de leurs plaisirs et de leurs douleurs sont réfléchis dans l'apparence de choses en soi, c'est-à-dire de choses avec lesquelles la perception vient s'unifier et devient avec elles l'évidence même. C'est pourquoi, lorsque les aristotéliens veulent une preuve de certitude sensible imparable, ils vous diront : « J'étais là en chair et en os, et je l'ai vu de mes propres yeux. »

Par ailleurs, les rapports humains créateurs ne peuvent pas se réduire à des rapports aussi simplistes et stupides : ils ne peuvent pas aller par paires (biunivoques). Au contraire, ils doivent être médiés par un principe harmonique supérieur et universel grâce auquel la proportion entre les harmonies perçues et les harmonies conçues est rendue intelligible par une disposition semblable à celle que Lazare Carnot avait identifiée comme le pouvoir de l'enthousiasme guidé par le sentiment.

De ce point de vue, le pouvoir d'action propre aux rapports linéaires et biunivoques réside dans l'objet lui-même, alors que le pouvoir d'action propre aux rapports créateurs provient de la volonté subjective humaine ; le cas d'une découverte en mathématiques est exemplaire. En effet, comme nous allons le voir, la nature de la proportionnalité mathématique par rapport aux choses perçues ne peut être saisie que par une disposition volontaire du sentiment de la proportion et de similitude.

Imago Dei et auto-similarité

Lorsque Dieu créa le blason des cieux, Il y déposa une inscription de principe, une auto-similarité qui peut se lire dans la Genèse (1, 16), où Il affirmait avoir créé l'homme à Sa propre image, et que ce qu'il venait

de créer était bon. C'est pour cette raison même que l'étude de l'âme humaine, *l'épistémologie de l'Imago Dei*, est la meilleure des sciences pour comprendre le mouvement des étoiles, et qu'en retour, la science de l'astronomie nous offre des reflets très utiles qui nous aident à découvrir les mouvements de l'âme humaine. Tel est bien l'argument utilisé par Platon dans la *République* avec la métaphore de la caverne.

Ne soyons pas surpris que l'astronomie soit la toute première science de l'âme, qu'elle soit une précondition pour l'étude de l'esprit, comme l'a montré l'Athénien au chapitre X des *Lois*. Ce qui implique que les péripatéticiens et les astrologues se sont rudement fourvoyés.

En effet, dites-moi par quel principe se meut l'âme et dans quelle direction vous poursuivez vous-même votre quête de vérité ? Si vous me répondez que c'est à partir de la nature même des principes élevés où se reflète le blason des cieux, alors parlez-moi de vos découvertes en astronomie et je vous dirai qui vous êtes.

Le théorème de Thalès

Je connais un homme qui a composé une idée si puissante et si contraignante qu'elle n'a pu être réfutée par aucun être humain ni par le cours des temps. Cet homme c'est Thalès de Milet qui vécut environ 600 ans avant J.C. et qui fut reconnu comme l'un des sept sages de la Grèce au temps de l'archonte Solon d'Athènes.

C'est Thalès qui prédit l'éclipse solaire du 28 mai 585 avant J.C., mettant ainsi fin à l'interminable guerre qui opposait les Lydiens aux Mèdes, en donnant la victoire finale aux Grecs contre les Perses. Imaginez l'état d'épouvante qu'ont dû éprouver ces derniers à l'annonce qu'ils allaient être anéantis après que l'armée grecque eût empêché le soleil de briller en plein midi. La déroute fut totale lorsque l'éclipse eut lieu à l'heure dite.

Non seulement Thalès savait quand une éclipse allait se produire, mais il savait aussi que la conjonction sur une même droite du Soleil, de la Terre et de la Lune, dans le plan de l'écliptique, en était la cause. Une telle connaissance représentait un événement extraordinaire pour l'époque puisque personne n'en connaissait ni la prévision ni la raison. De plus, Thalès avait créé le premier almanach qui donnait les solstices, les équinoxes, les phases de la Lune ainsi qu'un calendrier à grandes périodes comprenant des prédictions météorologiques et écliptiques. Il inventa des moyens pour diriger le cours de vaisseaux en haute mer, et pour déterminer leurs distances à partir d'observations de la Petite Ourse.

Toutefois, comble de la stupidité aristotélicienne, des auteurs comme John Burnet (*Early Greek Philosophers*, p.42) annoncent péremptoirement qu'il est impossible que Thalès ait pu avoir une telle connaissance à partir de quelques bribes recueillies en Egypte, « même en supposant qu'il ait pu connaître le cours des éclipses, les résidus de géométrie élémentaire qu'il a trouvés en Egypte n'auraient jamais pu lui permettre d'en calculer une. » Justement, nous allons démontrer que c'est exactement à partir de ces « résidus » qu'il a pu se faire une conception précise de leur nature même.

Même s'il n'existe aucune trace des écrits de Thalès, à l'exception de quelques fragments, il est toutefois possible de reconstruire sa méthode de découverte à partir de quelques commentaires faits par d'autres ainsi qu'à partir du théorème qui lui est attribué historiquement. En fait, c'est en reconstruisant dans notre propre esprit ce qu'a dû être le processus de ses découvertes que nous pourrions prouver le mieux comment Thalès fut véritablement le premier savant et philosophe grec dans la tradition de Socrate et de Platon, par opposition à Parménide, Zénon et Aristote.

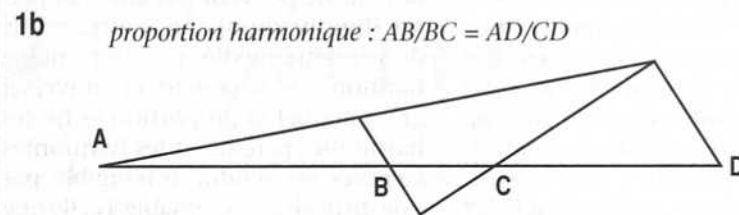
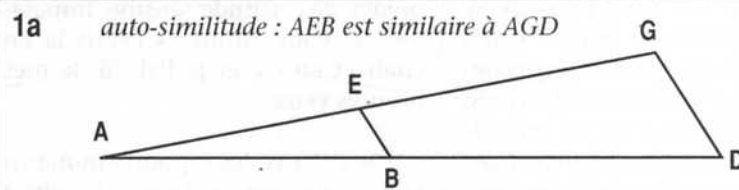
Thalès a développé un théorème très simple (Figure 1) qui s'avère être de la plus haute importance pour notre propos, 2600 ans après sa mort. Son théorème est si élémentaire et si

beau qu'il laisse dans l'aveuglement le plus total tous ceux qui ne prennent pas la peine d'en découvrir la raison d'être. L'idée que cet homme a composée ressemble, en effet, à une figure géométrique changeante qui n'est jamais la même, qui est quelque

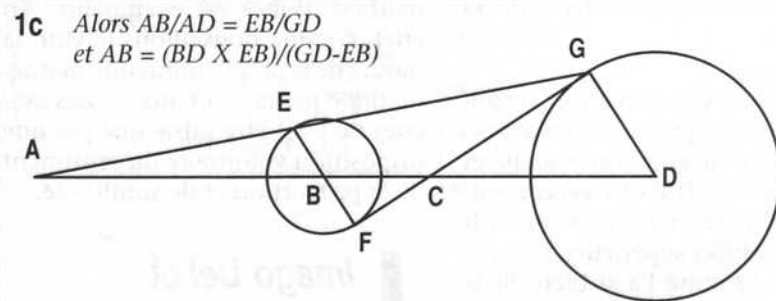
fois un triangle, parfois une ligne droite ponctuée harmoniquement, et quelquefois même un ensemble de sphères circonscrites par des cônes. Tout comme le principe de l'eau qu'il avait pris comme base de sa philosophie, son théorème a une capacité

Figure 1 - Le théorème de Thalès

Le théorème de Thalès : toute ligne parallèle à l'un des côtés d'un triangle divisera les deux autres côtés en segments proportionnels et déterminera un second triangle similaire au premier. Fig.1a

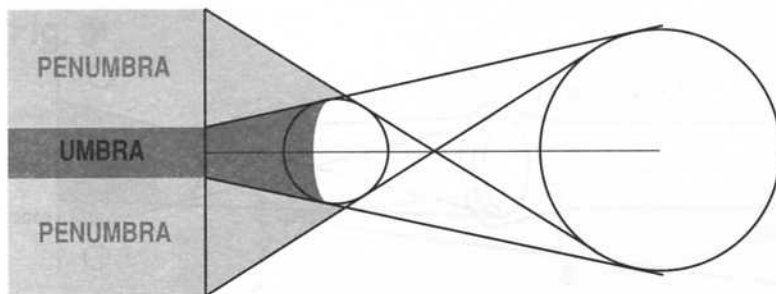


Etant donné que la similarité des triangles dérive de la similarité des cônes qui ont le même angle, le théorème de Thalès est en mesure de se transformer par extension en théorème des rapports harmoniques des cercles ou des sphères. Thalès avait donc compris, implicitement, le principe sous-tendant la portée harmonique (Fig.1b) ainsi que la forme homothétique des rayons parallèles de deux sphères (Fig.1c). Etant donné deux sphères sans intersection et de grandeur différente, si l'on trace deux rayons parallèles dans une même direction, la ligne EG qui les joint rencontrera la ligne de leurs centres en un point homothétique extérieur A.



Si les deux rayons parallèles sont en direction opposée, la ligne FG qui joint leurs extrémités passera par la ligne de leurs centres et définira un point homothétique interne, le point C. La découverte de ces deux points homothétiques A et C montre qu'ils sont deux points de similarité infinie intérieure et extérieure. Comme l'a montré Gaspar Monge, si l'on construit des cônes qui circonscrivent une de ces sphères, à partir de ces deux points, ces cônes seront également tangents à l'autre sphère.

Figure 2



extraordinaire de changer, bien que partout à la fois il demeure le même. Tout change sauf la capacité de changer.

Thalès avait compris que son théorème qui contenait le principe même de la projection de ces cônes à partir de ces deux points homothétiques représentait des projections invisibles qui forment l'ombre et la pénombre des éclipses du Soleil et de la Lune. (Figure 2)

En effet, le cône d'ombre AEBF qui n'est aucunement perçu par les sens, s'obtient en considérant les triangles semblables AEB et AGD et où la proportion croisée de ces cônes et de ces sphères sous la forme $AB/AD = EB/GD$ n'est que le reflet conceptuel d'un ordonnancement harmonique plus élevé. Le rapport de la hauteur du cône au rayon de la sphère qu'il circonscrit est donc un concept que seul l'esprit, et non les sens, peut découvrir. C'est ce rapport d'auto-similarité, cette raison de similitude par l'*Imago Dei*, qui permet d'établir le principe homothétique sous-jacent à de telles découvertes.

La hauteur de Kéops

Mais avant d'aborder la question des éclipses, à proprement parler, il est significatif de noter que c'est avec cette même méthode, que Thalès put découvrir la hauteur de la pyramide de Kéops en Egypte. (Figure 3)

Thalès découvrit que s'il se tenait à côté de la pyramide au moment du jour où le Soleil projetait une ombre dont la longueur correspondait à sa hauteur, il pourrait utiliser cette mesure d'un « thalès » pour mesurer la hauteur de la pyramide. En effet, la hauteur sera déterminée en calculant le nombre de « thalès » qu'il y a dans la longueur de l'ombre de la pyramide. Simple, n'est-ce pas ? Ce que découvre ainsi Thalès c'est le principe même de la mesure, le principe de la règle. Il ne peut s'empêcher de réaliser également que sa découverte n'est pas due à la perception sensible mais à l'idée de proportion et d'auto-similarité. Etant donné que le Soleil brille pour tous de manière égale, il devient évident que si votre ombre vous ressemble, l'ombre de la pyramide lui

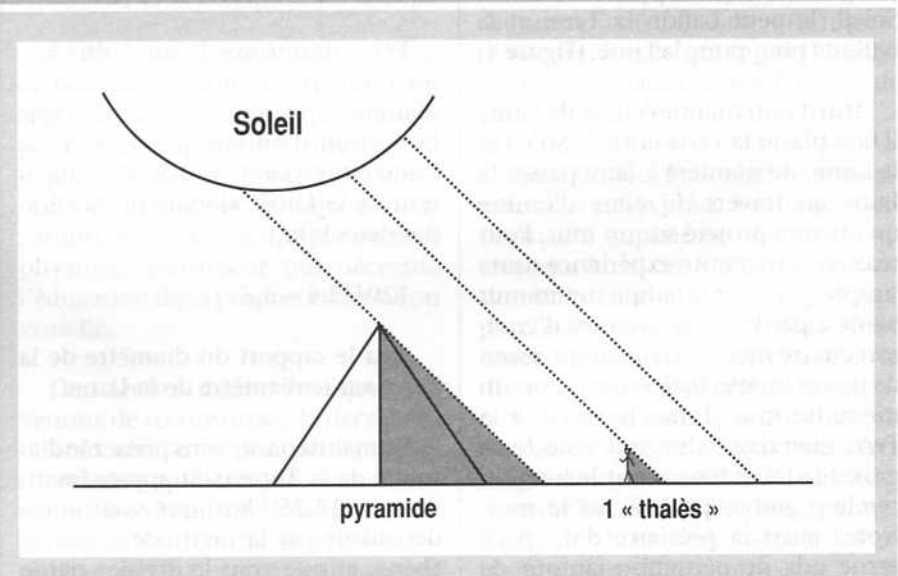
ressemblera dans la même mesure, en même temps et dans la même proportion.

Le diamètre de la Lune

Sans aucune source documentaire provenant des Anciens, et sans même faire usage de manuels scolaires, il est possible de reconstruire leurs découvertes par le seul pouvoir de votre esprit et avec une bonne éducation de votre imagination visuelle. C'est de cette manière que j'ai pu découvrir le diamètre de la Lune et la distance de la Terre à la Lune, uniquement à partir de la connaissance du diamètre de la Terre, découvert par Eratosthène, et des conceptions de Thalès. Afin de reconstruire ces découvertes, j'ai dû suivre les étapes suivantes.

Dès le départ, il m'était apparu évident que je pouvais très bien « voir » le disque de la pleine Lune se dégager sur le fond d'un ciel bien noir, mais que cette perception ne pouvait en rien m'informer de la grandeur exacte de son diamètre ni de la mesure réelle de sa circonférence. Je pouvais seulement percevoir une proportion très grande entre la petitesse de ce disque et la distance considérable qui m'en séparait mais sans pouvoir m'imaginer la distance réelle qu'il

Figure 3



me faudrait parcourir pour l'atteindre. Je pouvais donc percevoir une très grande proportion mais je ne pouvais rien savoir d'elle. Ainsi le monde extérieur nous apparaît-il toujours trop grand.

Je me demandai alors comment faire usage d'une perception sensible de manière à ce qu'elle puisse être mise au service de ce qu'on ne peut découvrir que par le moyen de l'esprit.

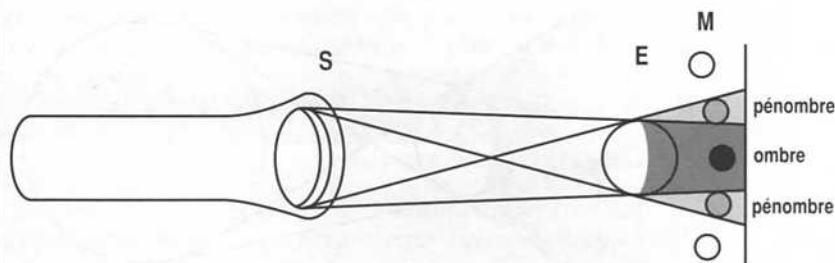
La réponse à cette question ne peut se trouver que parmi les ombres que des cônes invisibles projettent sur le mur de la caverne de Platon. Il faudra donc découvrir une « idée » qui apparaisse à l'esprit seul et qui émanât de la composition des ombres dont les reflets obscurs ne seraient, en quelque sorte, que des déformations illusives, non réelles et purement imaginaires, de la lumière de vérité qui se trouve à l'extérieur de la caverne, à l'extérieur du domaine éphémère des perceptions sensibles en tant que telles.

C'est alors que je décidai d'utiliser la méthode de Platon plutôt que celle d'Aristote et d'éduquer mon imagination visuelle dans l'art de sélectionner dans le domaine du visible les traits saillants qui pourraient être axiomatiquement utiles au processus de découverte.

Prenez une lampe de poche, un petit ballon et une balle de ping-pong. La lampe de poche c'est le Soleil, le petit ballon la Terre et la balle de ping-pong la Lune. (Figure 4)

Afin d'obtenir une éclipse de Lune, il faut placer la Terre entre le Soleil et la Lune, de manière à faire passer la Lune au travers du cône d'ombre qu'on aura projeté sur un mur. Pour réaliser cette petite expérience toute simple, projetez la lampe sur un mur blanc à partir d'une distance d'environ quatre mètres, en ayant pris soin de placer le petit ballon à environ un mètre du mur. Tenez le Soleil et la Terre bien fixes, alors que vous ferez passer la Lune lentement le long du cercle d'ombre projeté sur le mur. Notez aussi la présence d'un petit cerne gris de pénombre autour de

Figure 4



l'ombre. En effet, cette ombre et cette pénombre sont le résultat de la projection de deux cônes invisibles mais bien réels.

Maintenant voici comment réaliser la découverte cruciale. Imaginez que vous soyez en train de reproduire l'événement d'une véritable éclipse de Lune.

Mesurez d'abord le temps que la Lune prend pour traverser le cône d'ombre, à partir du moment où elle commence à pénétrer l'ombre jusqu'au moment où elle commence à en sortir ; ça fera au maximum deux heures.

Mesurez ensuite le temps qu'il faudra à la Lune pour se retirer entièrement de l'ombre ; ce qui fera 32,4 minutes.

Etant donné que l'ombre du cône qu'a traversé la Lune correspond au diamètre apparent de la Terre, et que la portion d'ombre qui recouvre la Lune correspond au diamètre apparent de la Lune, alors la proportion des deux temps,

$$120/32,4 = 3,7$$

sera le rapport du diamètre de la Terre sur le diamètre de la Lune.

Si, maintenant, vous prenez le diamètre de la Terre (soit approximativement 12.750 km) que vous aurez découvert par la méthode d'Eratosthène, et que vous le divisez par le

rapport 3,7, cela vous donnera le diamètre de la Lune, c'est-à-dire 3446 km.

$$12.750/3,7 = 3446$$

Le diamètre réel est 3476 km

La distance de la Terre à la Lune

Une fois que l'on a découvert le diamètre de la Lune, soit approximativement 3446 km, la découverte de la distance de la Lune à la Terre requiert une nouvelle expérience qui est encore relativement simple. Elle implique également une projection conique qui représente une importante découverte pour la géométrie projective : l'auto similarité.

L'idée consiste à créer un cône imaginaire qui part de votre oeil et qui va jusqu'à la Lune en la circonscrivant. (Figure 5)

Il s'agit donc de découvrir, ici, que toute portion du cône, en partant de votre oeil, et coupant le cône n'importe où, sera semblable au cône lunaire en son entier, c'est-à-dire qu'il reflétera la proportion $OA/AB = OC/CD$. Ce concept est essentiel car cette proportion d'auto-similarité représente le principe de mesure de la découverte elle-même : Si vous pouvez construire une petite partie du cône, vous êtes capable de construire sa totalité. Il s'agit alors tout simple-

Figures 5-6

Fig. 5

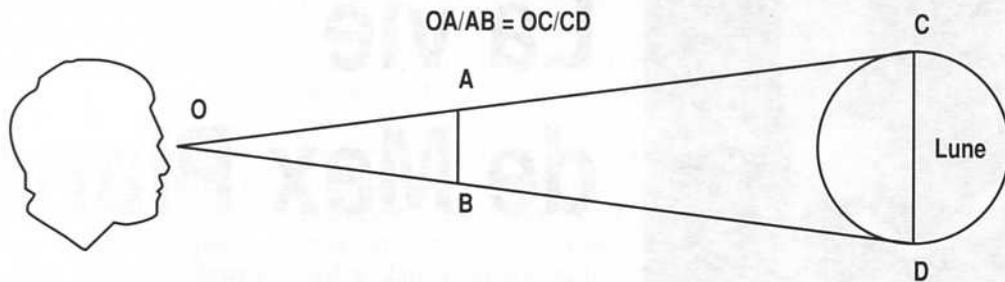
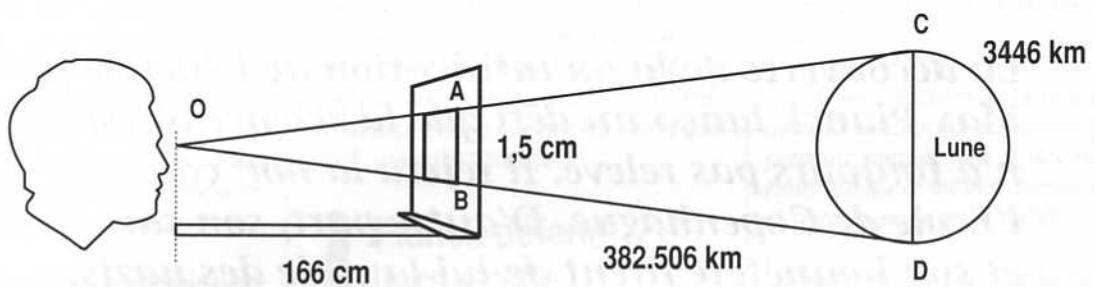


Fig. 6



ment d'attendre le moment d'une pleine Lune pour faire l'expérience suivante, en vous munissant d'une petite carte et d'une longue tige de bois. (Figure 6)

Découpez au centre d'un petit morceau de carton un carré dont le côté sera de 1,5 cm, et attachez-le au bout de la tige de bois. Faites glisser la tige près de votre œil jusqu'à ce que la Lune soit parfaitement circonscrite par le carré que vous avez découpé. Marquez alors sur la tige la distance de la carte à votre œil qui devrait correspondre à environ 166,5 cm.

Etant donné que le rapport entre l'image perçue de la Lune et la distance de la tige est $166,5/1,5 = 111$, alors, par auto-similarité, le diamètre de la Lune 3446 km multiplié par 111 est

382.506 km, approximativement la distance de la Terre à la Lune. La distance moyenne réelle est 384.400 km.

L'idée la plus importante est ici de réaliser que la connaissance ne peut tout simplement pas s'acquérir par la perception sensible. Elle ne s'acquière que par le truchement du sentiment de la proportionnalité et de la similitude idéale de l'espace-temps physique, sentiment qui nécessite l'éducation de sa propre imagination visuelle.

Dans les trois découvertes que nous venons de reconstituer, la découverte était idéale et non perceptuelle, c'est-à-dire que chaque événement était marqué par la raison qui rejetait la perception comme source de connaissance et maintenait les images de

proportionnalité et de similitude sensibles à une distance transfinie du modèle idéal qui les déterminait : distance tout à fait analogue, d'ailleurs, à celle qui sépare le polygone du cercle, d'après Nicolas de Cuse.

Ainsi donc, l'âme régit le mouvement des astres grâce à cette proportionnalité supérieure du processus créateur. Aussi cette distance proportionnelle est-elle transfinie par rapport à la perception et plus réelle encore que la mesure physique de la distance et la grandeur des astres eux-mêmes ; car c'est le concours historique de ce type de découvertes chez des créateurs comme Thalès qui, hier, aujourd'hui et demain, nous permet d'accroître le pouvoir d'action de l'espèce humaine dans l'univers. ■