

La Revue scientifique de la France et de l'étranger : revue des cours scientifiques

La Revue scientifique de la France et de l'étranger : revue des cours scientifiques. 1882/01-1882/07.

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :

- La réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source.

- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

[CLIQUER ICI POUR ACCÉDER AUX TARIFS ET À LA LICENCE](#)

2/ Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

3/ Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

- des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

- des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

4/ Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

5/ Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

6/ L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur, notamment en matière de propriété intellectuelle. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

7/ Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter reutilisationcommerciale@bnf.fr.

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (3^E SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHTER

3^E SÉRIE — 2^E ANNÉE (PREMIER SEMESTRE).

NUMÉRO 23

10 JUIN 1882

ASTRONOMIE

UNIVERSITÉ DE LIÈGE

CONFÉRENCE DE M. E. CATALAN.

Les dimensions de l'univers visible.

Toutes les personnes qui ont quelques notions de géométrie ou qui ont rencontré un géomètre-arpenteur savent comment l'on s'y prend pour trouver la distance d'un point donné, A, à un point inaccessible, B.

Supposons, pour prendre un exemple simple, que l'observateur A soit séparé du signal B par une rivière. Au moyen d'une chaîne d'arpenteur, il mesure une base reculée AC; puis, avec un graphomètre, transporté successivement en A

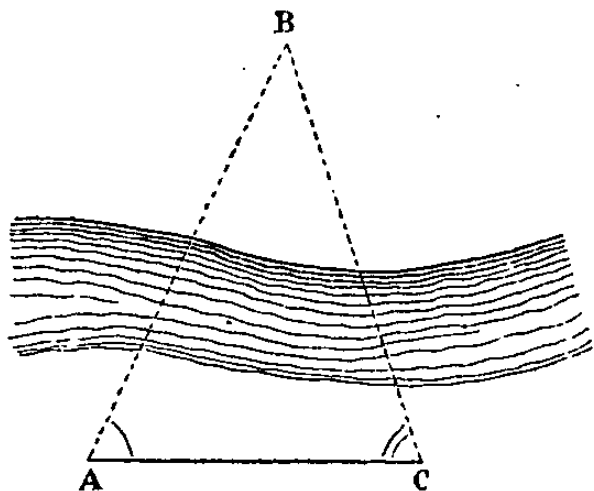


Fig. 39.

et en C, il mesure aussi les angles A, C; après quoi, une construction graphique, ou un calcul très simple, fait connaître les deux derniers côtés du triangle ABC. La distance AB est donc déterminée, au moins aussi approximativement que si l'on avait pu tendre un cordeau, de A en B.

Ce procédé, bien rudimentaire, peut servir à calculer les distances de la terre aux autres planètes, à la lune, au soleil,

aux étoiles. Seulement, pour qu'il soit efficace, la base AC doit être *suffisamment grande* : si elle est trop petite, on trouve que les rayons visuels AB, BC, au lieu de se couper, sont parallèles. Autrement dit, l'angle B semble nul; et l'astre B se comporte, pour nous, comme s'il était à l'infini.

Avant de chercher à quelle distance de la terre se trouve le soleil, par exemple, il a donc fallu mesurer celle-ci, afin de pouvoir y établir une base.

Je n'ai pas besoin de vous dire, messieurs, que la terre est une boule, un sphéroïde isolé dans l'espace. Les preuves de la rondeur de notre planète sont bien connues; je rappellerai seulement la plus célèbre de toutes : le voyage de *Magalhaens* ou *Magellan*.

Parti du petit port de San-Lucar de Barrameda, situé à l'embouchure du Guadalquivir, le 21 septembre 1519, l'illustre navigateur se dirigea vers le sud-ouest et aborda successivement à Ténériffe, à Rio-de-Janeiro et au port de Saint-Julien, dans la Patagonie. Le 21 octobre 1520, il découvrit, à la pointe de l'Amérique méridionale, le détroit qui porte son nom; puis, remontant vers le nord-ouest, il traversa le grand Océan et arriva aux îles Philippines, ensuite aux îles Mariannes, d'où il revint aux Philippines. C'est à Zébu, l'une de ces dernières, qu'il périt dans un combat, le 26 avril 1521. Un seul vaisseau et dix-huit hommes d'équipage, commandés par Sébastien del Cano, continuèrent leur route vers l'ouest et rentrèrent à San-Lucar, le 6 septembre 1523, comme s'ils fussent venus de l'Orient.

Je viens de dire que la terre est isolée dans l'espace. Je rappelle encore qu'elle tourne sur elle-même, à peu près comme une toupie, et que l'on appelle *axe du monde* la droite autour de laquelle s'effectue la rotation. Les pôles sont les points où la surface terrestre est rencontrée par cette droite idéale. Figurez-vous une orange traversée par une aiguille à tricoter! Quand on s'en tient aux apparences, le ciel tourne, tout d'une pièce, autour de l'axe du monde : ce mouvement diurne

s'effectue d'orient en occident, tandis que, réellement, la terre tourne d'occident en orient.

Sur le mouvement diurne apparent, je ferai trois remarques :

1° L'axe du monde semble toujours passer par le lieu de l'observation;

2° Les positions relatives des étoiles situées sur un même horizon, ou, ce qui est équivalent, leurs *distances angulaires*, sont complètement indépendantes de ce lieu;

3° Les étoiles n'ont pas de diamètre apparent : vue à la lunette, une étoile quelconque se réduit toujours à un *point brillant* (1).

Il résulte de ces phénomènes que les dimensions de la terre sont négligeables par rapport à sa distance aux étoiles : provisoirement, nous pouvons regarder ces astres comme des *points lumineux situés à l'infini*.

Non seulement les anciens croyaient la terre immobile, mais ils avaient *solidifié* ce que nous appelons le ciel : cette sphère idéale, résultat d'une pure illusion de nos sens, devenait pour eux une véritable *voûte de cristal*, sur laquelle les étoiles étaient *attachées*. Voici, à ce sujet, une citation curieuse, empruntée à l'*Astronomie populaire* d'Arago :

« Le ciel est ce qui tourne incessamment autour de la terre et de la mer sur un essieu, dont les extrémités sont comme deux pivots qui le soutiennent; car en ces deux endroits, la puissance qui gouverne la nature a fabriqué et mis ces pivots comme deux centres, dont l'un va de la terre et de la mer se rendre au haut du monde, auprès des étoiles du septentrion, l'autre est à l'opposite, sous terre, vers le midi; et autour de ces pivots, comme autour de deux centres, elle a mis de petits moyeux pareils à ceux d'une roue ou d'un tour, sur lesquels le ciel tourne continuellement. » (Vitruve, traduction de Perrault.)

J'arrive à la question qui doit d'abord nous occuper : *Quelles sont les dimensions de la terre?*

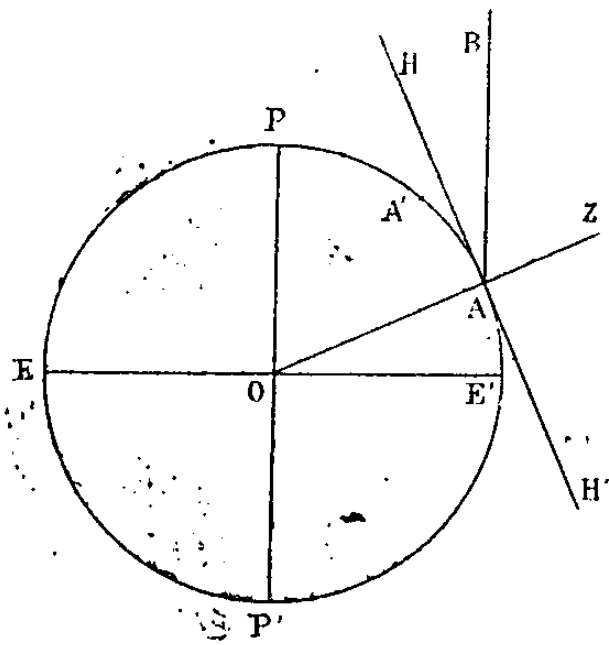


Fig. 40.

Soit PPE'E' le méridien d'un lieu quelconque A, de Liège, par exemple. Soient P, P' les pôles; EE' l'équateur; HH' l'ho-

rizon; AZ la *verticale* : si la terre est supposée sphérique, AZ est le prolongement du rayon OA (fig. 40).

Soit encore AB une parallèle à l'axe du monde, ou, à fort peu près, le rayon visuel passant par l'*étoile polaire*. L'angle BAH est ce que l'on appelle la *hauteur du pôle* : l'inspection de la figure montre qu'il est égal à l'angle AOE', *latitude* du lieu A.

Si l'observateur se transporte en A', de manière que la hauteur du pôle ait augmenté de 1°, l'arc AA' égale 1° du méridien. De même, quand la hauteur du pôle augmente de 2°, 3°, l'arc AA' égale 2°, 3°.

Connaissant la longueur de cet arc AA', on en conclura facilement la *distance PE' du pôle à l'équateur*, puis le rayon de la terre.

Tout se réduit donc à ce problème : *mesurer la longueur d'un arc de méridien, connaissant la différence entre les latitudes des extrémités de cet arc.*

L'une des plus anciennes mesures dont l'histoire fasse mention est attribuée à l'illustre *Ératosthène*, qui fut à la fois géomètre, astronome, géographe, philosophe, grammairien et poète. Sachant qu'à Syéné, dans la haute Égypte, le soleil s'élevait au zénith, le jour du *solstice* d'été, puisque les plus grands édifices ne projetaient aucune ombre à midi, Ératosthène eut l'idée de mesurer, ce même jour, la distance zénithale du soleil à Alexandrie (ou plutôt à Méroé, suivant l'opinion de Vincent), qui se trouve sensiblement sur le méridien de Syéné. Il trouva, pour cette mesure, 7° 1/5. D'ailleurs, on admettait que la distance entre les deux villes était égale à 5000 *stades*. Le résultat de cette remarquable tentative d'Ératosthène fut de fixer la circonférence de la terre à 252000 *stades*.

Pour savoir si cette détermination diffère beaucoup des résultats obtenus récemment, il faudrait connaître la valeur du stade employé par Ératosthène. D'après le savant que je viens de citer, cette valeur est, très probablement, 158^m,25; d'où l'on déduit, pour la *longueur du degré* terrestre, 110 775 mètres. Chose étonnante et peu croyable, ce nombre serait aussi approché que celui qu'ont donné les opérations les plus exactes!

Parmi les modernes, le premier qui ait essayé de mesurer un degré du méridien fut Fernel, médecin de Henri II. Partant de Paris, il se dirigea vers Amiens, en comptant le nombre de tours de roue de sa voiture. Il trouva ainsi, pour la longueur du degré, 57 070 toises. Par un heureux hasard, ce résultat diffère peu de la vérité.

La première mesure méritant ce nom est celle qui fut exécutée, en 1669, par l'astronome français Picard. Il établit un réseau *géodésique* entre Paris et Amiens, et, opérant avec beaucoup de talent et de soin, il obtint, comme longueur du degré, 57 060 toises. Ce nombre, multiplié par 90, donne 5 136 300 toises, pour la distance du pôle à l'équateur.

Je passe sous silence les noms des académiciens français qui, en 1734, allèrent mesurer un degré du méridien, les uns en Laponie, les autres au Pérou, afin de vérifier si, comme la théorie de la gravitation l'avait fait deviner à Newton, la terre a la forme d'un *ellipsoïde de révolution*, aplati

(1) D'après Wollaston, le diamètre apparent de *Sirius*, la plus éclatante des étoiles, est inférieure à 1/50° de seconde.

vers les pôles. Je m'abstiens également de mentionner les travaux exécutés, à la fin du siècle dernier, par Méchain et Delambre, afin d'arriver à l'établissement du système métrique. Vous savez, messieurs, que, très probablement, la distance du pôle à l'équateur, mesurée sur le méridien de Paris, est de 5131180 toises du Pérou, et non 5130740, comme l'indiquaient les calculs primitifs : cette première distance, divisée par 40 000 000, donne 3^p 11' 296 pour la longueur du mètre-étalon.

Maintenant que nous savons à quoi nous en tenir relativement à notre globe, portons nos investigations sur le soleil, cet astre bienfaisant qui entretient la vie de toutes les planètes, et tâchons de calculer : 1° sa distance à la terre; 2° son rayon.

Le soleil semble doué d'un mouvement propre, dirigé en sens contraire du mouvement diurne du ciel, c'est-à-dire d'occident en orient. Ce retard du soleil est d'environ une minute de temps, ce qui correspond à un peu plus de 1°. Au bout de 365 jours 1/4 (jours sidéraux), le soleil occupe, dans le ciel, la position qu'il y occupait un an avant. Ce n'est pas tout : si l'on marque, chaque jour, sur une sphère céleste, la position occupée par le centre du soleil, lors du passage au méridien, on trouve que ce point ne sort pas d'un plan passant par le centre de la sphère, et incliné, sur l'équateur, de 23° 1/2. Ce plan est l'écliptique.

Le soleil semble donc décrire, en un an, une certaine courbe, une certaine trajectoire, située dans le plan de l'écliptique.

Pour déterminer la nature de cette trajectoire, on mesure, chaque jour, le diamètre apparent du soleil, c'est-à-dire l'angle formé par deux rayons visuels, allant aux extrémités d'un diamètre du disque. Ce diamètre, dont la valeur moyenne est 32', varie entre 31'31"01 et 32'35"58. On démontre aisément que cette variation a lieu, à fort peu près, en raison inverse de la distance du soleil à la terre.

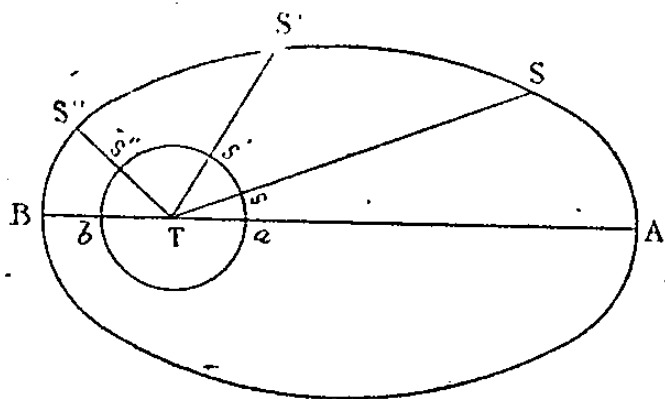


Fig. 41.

D'après cela, soit *ab* une circonférence représentant l'écliptique; soient *s, s', s''...*, les positions apparentes du soleil, pour chaque jour. Si, sur les rayons vecteurs *Ts, Ts', Ts''...*, on porte les distances *TS, TS', TS''...*, inversement proportionnelles aux valeurs correspondantes du diamètre apparent, la courbe *ASS'S''...B*, ainsi construite, figurera la trajectoire du soleil. Vous savez que cette trajectoire est une ellipse, dont la terre *T* occupe un foyer. Mais quelles sont les véritables dimensions de cette ellipse; ou, ce qui est équivalent, quelle est, en réalité, la distance représentée par le rayon vecteur *TS*?

Pour résoudre ce problème, les astronomes ont recours à la parallaxe du soleil : c'est la différence entre la distance

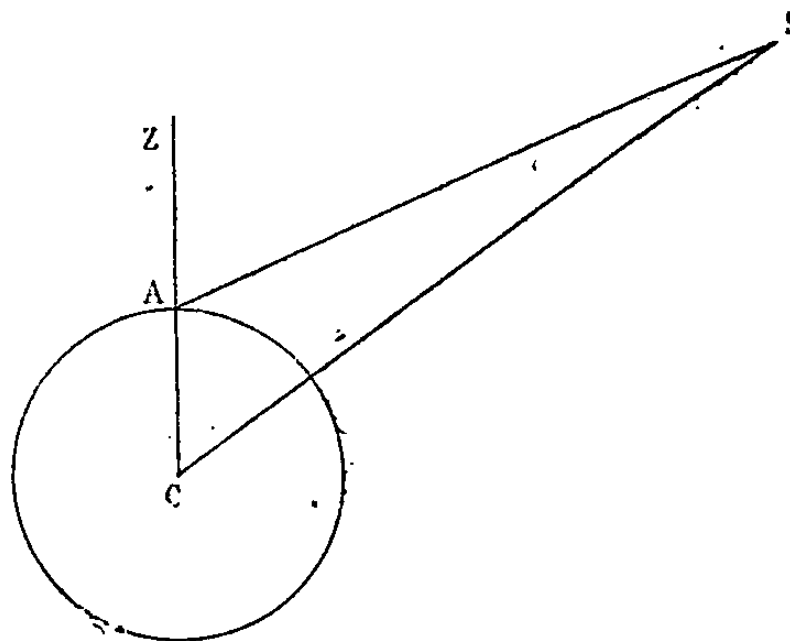


Fig. 42.

zénithale *ZAS* et l'angle *ZCS*, ou encore : l'angle sous lequel un observateur, placé au centre du soleil, verrait le rayon terrestre *CA*.

La considération du triangle *CAS* prouve que la parallaxe atteint son maximum quand le soleil est à l'horizon du lieu *A* : elle prend alors le nom de parallaxe horizontale. En outre, on reconnaît que la parallaxe horizontale est donnée, à fort peu près, par la formule

$$P = \frac{r}{d},$$

dans laquelle *r, d* sont, respectivement, le rayon *CA* et la distance *CS*. Par des méthodes très simples, mais dans le détail desquelles je ne puis entrer, faute de temps (1), on a trouvé

$$P = 8'', 86;$$

ou, en parties du rayon des tables trigonométriques,

$$P = \frac{1}{23\ 245},$$

Néanmoins, pour n'avoir pas l'air de commettre un cercle vicieux, je dirai que

$$P = \frac{Z + Z' - (\lambda - \lambda')}{\sin Z + \sin Z'};$$

Z, Z' étant les distances zénithales du soleil, en deux lieux situés sur un même méridien, et dont les latitudes sont λ, λ' .

Par conséquent,

$$d = 23\ 245r.$$

Ainsi, la distance du soleil à la terre égale environ 23245 fois le rayon de celle-ci, ou 148 250 000 kilomètres. Si un mobile, parti de la terre, parcourait uniformément 75 kilomètres par heure, ce qui est à peu près la plus grande

(1) La plus parfaite méthode résulte de l'observation du passage de Vénus sur le disque du soleil. Ce phénomène important, qui a eu lieu le 9 décembre 1874, va se représenter le 6 décembre prochain, après quoi il n'arrivera plus qu'en 2004. Ai-je besoin de dire que, dès à présent, tous les gouvernements civilisés préparent des expéditions scientifiques, ayant pour objet le grand événement?

vitesse des locomotives, il lui faudrait plus de *deux cents ans* pour arriver au soleil. Cependant la lumière du soleil nous parvient en 8'13", 3.

Soient encore T, S, la terre et le soleil. L'inspection de la figure montre que *les rayons BS, AT sont*, à fort peu près,

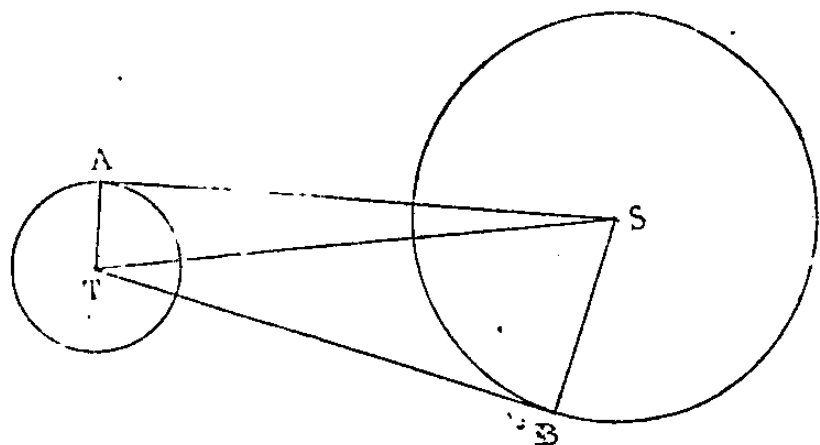


Fig. 43.

proportionnels aux angles STB, TSA (1). Le premier angle est le demi-diamètre apparent; le second est la parallaxe horizontale; donc, R étant le rayon du soleil,

$$\frac{R}{r} = \frac{16'}{8'',86} = \frac{960}{8,86} = 108.$$

Ainsi *le rayon du soleil égale 108 fois celui de la terre*. Par suite, les volumes de ces corps sont entre eux comme 108³ est à 1, c'est-à-dire que *le volume du soleil est environ 1 279 000 fois plus considérable que celui de la terre*. Si l'on se proposait d'exécuter un modèle en relief représentant ces deux astres, et dans lequel la terre serait figurée par une petite balle ayant un centimètre de rayon, le soleil deviendrait un globe, placé à 232 mètres de la balle, et dont le diamètre serait 2^m,16! Voici une curieuse comparaison, rapportée par l'illustre Arago :

« Un professeur d'Angers, voulant donner à ses élèves une idée sensible de la grandeur de la terre comparée à celle du soleil, imagina de compter le nombre de grains de blé contenus dans un litre : il en trouva 10 000. Conséquemment 14 décalitres en contiennent 1400 000 (2). Ayant alors rassemblé en un tas les 14 décalitres de blé, il prit un des grains et dit à ses auditeurs : « Voici la terre et voilà le soleil. »

Arrêtons-nous un instant sur ces résultats qui doivent nous donner à réfléchir, en nous montrant combien nous sommes peu de chose et quelle petite place nous occupons, non seulement dans *l'univers visible*, mais même dans le *système solaire*. Cependant la vanité et la sottise humaines sont telles que, pendant longtemps, on a fait de notre chétive planète le centre de l'univers et le but de la Création..., s'il y a une

(1) Rigoureusement,

$$BS = TS \sin STB, AS = TS \sin TSA;$$

puis,

$$\frac{BS}{AS} = \frac{\sin STB}{\sin TSA}.$$

(2) Il y a trente ans, le rapport des volumes du soleil et de la terre était supposé égal à 1 405 000.

création! On a supposé que le soleil, la lune, les étoiles étaient faits pour l'homme! Autant vaudrait dire que les éléphants sont faits pour réjouir la vue des fourmis! Aussi les philosophes qui ont voulu remplacer la légende par la science ont-ils été fort mal récompensés de leurs glorieuses tentatives : on dit qu'Anaxagore faillit être mis à mort par les Athéniens, parce qu'il croyait *le soleil plus grand que le Péloponèse!* Vous connaissez tous l'histoire de Galilée; vous savez que ce grand homme, pour avoir enseigné et propagé le *système de Copernic*, fut poursuivi par l'Inquisition, enfermé dans une prison, à l'âge de soixante-dix ans, puis contraint d'abjurer solennellement, étant à genoux, l'hérésie du mouvement de la terre!

Dans les derniers temps, on a contesté ces faits; on a prétendu que Galilée a été simplement *réduit au silence*. Quand cette allégation serait appuyée de preuves, elle ne justifierait pas le tribunal de Rome: n'est-ce donc pas un horrible moyen de torture, que l'interdiction de dire la vérité?

On a été plus loin : j'ai lu dans un journal pieux que l'Inquisition avait eu raison contre Galilée, attendu que le soleil, au lieu d'être *immobile*, se transporte vers la constellation d'Hercule.

Je serais fâché d'ajouter un mot à cette citation et je passe à un autre sujet.

Puisque le soleil est le centre de notre monde, que la terre est une planète comme les autres, celles-ci ont-elles des habitants? Voilà une question toute naturelle, que, depuis plus de deux cents ans, se sont posée les philosophes et les rêveurs: c'est souvent tout un.

Après Pierre Borel, Cyrano de Bergerac, le P. Kircher, Gassendi, on doit citer, tout particulièrement, le spirituel et savant Fontenelle. Vous savez que l'illustre secrétaire de l'Académie des sciences a vécu *cent ans moins un mois* (1657-1757); qu'il a composé des comédies, des opéras, des éloges académiques, des lettres galantes, un petit mémoire d'arithmétique, et enfin le charmant ouvrage intitulé *Entretiens sur la pluralité des mondes*, ouvrage toujours réimprimé et toujours lu.

Fontenelle aimait, peut-être un peu trop, la tranquillité. On peut lui reprocher d'avoir dit: « Si j'avais la main pleine de vérités, je me garderais bien de l'ouvrir. » Quand on croit être en possession de la vérité, on doit la faire connaître, en dépit de tout. Mais on a exagéré *l'égoïsme* de Fontenelle, par exemple dans l'anecdote suivante, à laquelle je n'attache point foi, d'abord parce que le savant épicurien ne dînait jamais chez lui (1).

Un matin, il jouait aux échecs, avec l'abbé de Brage-longne (?). Les deux partenaires devaient, à dîner, manger des asperges; mais l'un les voulait à la sauce, et l'autre, à l'huile. A force de combiner des coups, le pauvre abbé tombe mort ou mourant, frappé d'une congestion cérébrale. Au lieu de lui porter secours, Fontenelle ouvre la porte de la

(1) Comme on allait l'enterrer, Piron s'écria, dit-on : « Voici la première fois que M. de Fontenelle sort de chez lui sans aller dîner en ville. »

cuisine et crie : « Françoise! mettez toutes les asperges à la sauce! »

Nous avons vu, précédemment, que deux rayons visuels, dirigés, de deux observateurs A, B, vers une étoile e, semblent parallèles entre eux. En réalité, ils ne le sont pas; mais la base AB est trop petite. Afin de rendre appréciable

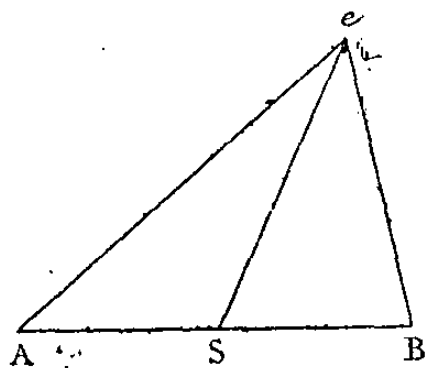


Fig. 41.

l'angle AeB (du moins pour quelques étoiles), on prend pour base le grand axe de l'orbite terrestre, égal à 46490 r, ou 196 millions de kilomètres. A six mois d'intervalle, on mesure les distances angulaires eAS, eBS, entre une étoile e et le soleil S. Le complément de la demi-somme de ces angles est, à fort peu près, l'angle AeS, sous lequel un observateur, placé à la surface de l'étoile, verrait le rayon de l'orbite terrestre; ce dernier angle est la parallaxe annuelle de l'étoile. Les travaux de W. Herschel, J. Herschel, Bessel, Struve et autres astronomes permettent d'affirmer que la parallaxe annuelle d'une étoile quelconque est inférieure à 1"; d'où l'on conclut, a représentant le demi-axe de l'écliptique :

$$d > 206265 a.$$

Ainsi l'étoile la plus voisine de la terre en est au moins deux cent six mille deux cent soixante-cinq fois aussi loin que le soleil.

Il ne servirait à rien d'exprimer en kilomètres, ou même en rayons terrestres, une pareille distance. Pour essayer de vous en faire une idée, cherchons le temps que la lumière emploierait à la parcourir. Comme la lumière du soleil nous parvient, en 8" 13" 3, le temps cherché surpasse

$$8'' 13'' 3 \times 206265 = 3 \text{ ans } 82 \text{ jours.}$$

Voici, du reste, quelques nombres.

NOM DE L'ÉTOILE.	PARALLAXE.	DISTANCE à la TERRE.	DURÉE du trajet LUMINEUX.
α du Centaure	0'',91	226 400 a	3,6
61° du Cygne	0'',35	589 300 a	9,4
α de la Lyre	0'',26	785 600 a	12,5
Sirius	0'',15	1 373 000 a	21
Arcturus	0'',127	1 624 000 a	26
La Polaire	0'',106	1 946 000 a	31
La Chèvre (α du Cocher).	0'',046	4 484 000 a	72

Le mobile dont j'ai parlé, qui parcourrait, en deux cents ans, la distance de la terre au soleil, emploierait près de

neuf millions de siècles pour aller du soleil à l'étoile α du Cocher! Ces résultats gigantesques sont pourtant mesquins en comparaison de ceux dont il me reste à vous dire quelques mots.

Les nébuleuses sont des taches diffuses, que l'on aperçoit dans les profondeurs du ciel, soit à la vue simple (1), soit avec des lunettes : ces taches sont des amas d'étoiles (2). Aujourd'hui on en compte près de six mille. Et ces mondes sont, au moins, aussi riches que le nôtre : telle nébuleuse, dont le diamètre est d'environ 10" (1/6 de degré), renferme vingt mille étoiles, tandis que notre firmament, comme l'on disait jadis, n'en présente que six mille visibles à l'œil nu.

La nébuleuse qui nous intéresse le plus, parce que, très probablement nous en faisons partie, est la zone lumineuse, blanchâtre et régulière, connue sous le nom de Voie lactée. Cette zone divise la sphère céleste en deux parties presque égales. Elle y trace à peu près un grand cercle, après avoir éprouvé une bifurcation aiguë, d'où résulte l'arc secondaire qui, après être resté séparé de l'arc principal dans l'étendue d'environ 120 degrés, se confond de nouveau avec lui. La largeur de cette zone varie entre 5 et 16 degrés. Ses deux branches embrassent plus de 22 degrés sur la sphère.

Les Grecs, qui expliquaient tout par des fables, disaient que Junon, ayant consenti à donner le sein au petit Hercule, l'enfant avait laissé tomber un peu du lait divin. Voici, à ce sujet, la traduction de quelques vers latins du P. Commire (3), traduction faite par Fontenelle.

Voyez ces astres dont à peine
Il parvient jusqu'à nous une faible lueur;
C'est là ce même lait qui tomba, par malheur,
De la bouche du fils d'Alcmène.
Et comme il eût été perdu,
Jupiter ménagea ces précieuses gouttes;
En astres il les changea toutes;
Et, du chemin de lait, voilà ce qu'on a su.

Le P. Commire, né en 1625, mort en 1702, doit avoir été un galant homme, peut-être même un homme galant. Il appartient à ce groupe d'aimables abbés, si nombreux aux deux derniers siècles, et dont l'espèce semble perdue. Indépendamment de ses poésies latines, dont je ne dirai rien (pour cause), il a laissé le rondeau suivant, qui justifie mon appréciation.

SUR LA MORT D'UN CHAT.

Griset est mort. Une noire furie,
Des jeux, des ris, des amours ennemie,
En trahison a pris ce chat si beau.

(1) Comme la nébuleuse d'Andromède observée, en 1612, par Simon Marius.

(2) Cette définition s'applique surtout aux nébuleuses résolubles. Les nébuleuses proprement dites sont, d'après plusieurs astronomes, des matières phosphorescentes répandues dans l'univers, et qui, étant condensées, produisent les étoiles. Arago, dont l'opinion doit avoir un si grand poids, a été conduit à conclure que nous assistons à la formation de véritables étoiles.

(3) Son vrai nom était Commère,

Pleurez, mes yeux, et fondez-vous en eau (1) :
 Vous n'avez plus rien à voir dans la vie !
 Malgré cent tours d'une aimable folie,
 Malgré sa peau tavelée et polie,
 Sa longue queue et son petit museau.
 Griset est mort !

De chats mignons une troupe choisie,
 Pour faire honneur à son ombre chérie,
 Toutes les nuits s'en vient, sur son tombeau,
 Verser le sang d'un rat ou d'un moineau ;
 Puis, miaulant d'un air triste, elle crie :
 « Griset est mort ! »

Cette pièce n'a, je le confesse, aucun rapport avec *les dimensions de l'univers* ; mais comme elle est jolie et peu connue, j'ai pensé que vous accepteriez ce petit hors-d'œuvre.

Le grand astronome Képler, le philosophe Kant et le géomètre Lambert pensaient que la voie lactée pourrait bien être une nébuleuse, à l'intérieur de laquelle nous serions placés. Guidé par cette sorte de divination, W. Herschel entreprit vers 1780 le *jaugeage* de la voie lactée. Cet immense travail fut accompli en quelques années. Dirigeant son télescope vers toutes les parties de la zone qu'il voulait étudier, Herschel reconnut qu'elles sont très inégalement riches en étoiles : dans telle partie, le télescope ne montrait qu'une étoile en un quart d'heure ; dans telle autre, il en faisait découvrir, non seulement plusieurs centaines, mais jusqu'à 416 000 ! Ce n'est pas tout : Herschel conclut, de ses observations, que la voie lactée renferme au moins *cinquante millions* d'étoiles, *cinquante millions* de soleils, analogues au nôtre ! « Ces résultats numériques, dit Arago, sont vraiment *prodigieux*. » Mais allons plus loin.

Une considération géométrique bien simple prouve que, très probablement, la distance de la terre aux limites de la nébuleuse lactée, dans une direction donnée, est proportionnelle à la racine cubique du nombre d'étoiles aperçues dans cette direction. Cette distance varie donc au moins dans le rapport de 1 à 50 ; d'autres observations donnent le rapport de 1 à 100.

En résumé, d'après le travail d'Herschel, la voie lactée se compose de deux couches très minces, presque parallèles, ayant la forme d'une paire de meules, s'étendant à des lointains incalculables, et dont notre soleil occupe à peu près le centre ; les distances de cet astre, aux limites de la voie lactée, varient entre 58 fois et 500 fois sa distance à α du *Centauré*. La lumière de cette étoile employant environ trois ans à nous parvenir, il faut près de *trois mille ans* pour qu'un rayon lumineux, parti d'une limite extrême de notre nébuleuse, arrive à la limite opposée.

Si l'on admet, ce qui semble assez naturel, que les dimensions *absolues* des diverses nébuleuses ne soient pas très différentes les unes des autres, on peut se demander à quelle distance de notre soleil est placée une nébuleuse ayant un diamètre apparent donné, par exemple 10". Pour qu'un objet sous-tende un angle visuel de 10", il faut qu'on en soit éloigné

de 334 fois sa largeur. Si la voie lactée était transportée à une distance de la terre égale à 334 fois sa plus grande dimension, sa lumière ne nous parviendrait qu'en 334 fois 3000 ans, c'est-à-dire en *plus d'un million d'années*. Ce résultat, qui effraye l'imagination, est probablement au-dessous de la vérité.

Ici se présente un dilemme assez piquant.

L'un des premiers versets de la Genèse est ainsi conçu :

Dieu dit : *Que la lumière soit ; et la lumière fut.*

Si les gigantesques *becs de gaz*, appelés étoiles, ont été allumés instantanément, l'être pour qui ces becs brûlaient les a vus, non à la fois, mais les uns après les autres. Que dis-je ? Des millions d'étoiles, peut-être, sont encore invisibles aujourd'hui, parce que leur lumière *n'a pas eu le temps* d'arriver jusqu'à nous.

Si, au contraire, Adam, armé d'une bonne lunette, a pu contempler, le jour même de sa naissance, toutes les étoiles visibles aujourd'hui ; c'est que, pendant des milliers et des millions d'années, Jéhovah les avait successivement allumées !

Je ne me charge pas de conclure et je renvoie la question aux théologiens : vous savez qu'ils expliquent tout, ... à la façon des anciens.

Tels sont, messieurs, les objets dont je voulais vous entretenir dans cette conférence amicale. Malgré mon infériorité sur un sujet qui ne rentre pas dans mes études habituelles, le but que j'avais en vue sera atteint, si j'ai pu vous intéresser, si j'ai pu vous inspirer le goût d'une science grandiose, à la fois poétique et philosophique, d'une science que Laplace, dans son admirable langage, caractérise ainsi :

« L'astronomie, par la dignité de son objet et par la perfection de ses théories, est le plus beau monument de l'esprit humain, le titre le plus noble de son intelligence. Séduit par les illusions des sens et de l'amour-propre, l'homme s'est regardé longtemps comme le centre du mouvement des astres, et son vain orgueil a été puni par les frayeurs qu'ils lui ont inspirées. Enfin, plusieurs siècles de travaux ont fait tomber le voile qui cachait à ses yeux le système du monde. Alors il s'est vu sur une planète presque imperceptible dans le système solaire dont la vaste étendue n'est elle-même qu'un point insensible dans l'immensité de l'espace... Les résultats sublimes auxquels cette découverte l'a conduit sont bien propres à le consoler du rang qu'elle assigne à la terre, en lui montrant sa propre grandeur, dans l'extrême petitesse de la base qui lui a servi pour mesurer les cieux (1). Conservons avec soin, augmentons le dépôt de ces hautes connaissances, les délices des êtres pensants. Elles ont rendu d'importants services à la navigation et à la géographie ; mais leur plus grand bienfait est d'avoir dissipé les craintes produites par les phénomènes célestes et détruit les erreurs nées de l'ignorance de nos vrais rapports avec la nature ; erreurs et craintes qui renaîtraient promptement, si le flambeau des sciences venait à s'éteindre. »

(1) Vers du *Cid*,

(1) Pascal a dit : « Quand l'univers l'écraserait, l'homme serait encore plus noble que celui qui le tue, parce qu'il sait qu'il meurt. »

Je viens de nommer Pascal. Permettez-moi de finir par le plus beau mot, peut-être, que cet immortel génie ait jamais écrit :

« Travaillons à bien penser : voilà le principe de la morale. »

EUGÈNE CATALAN.

ANTHROPOLOGIE

L'âge du bronze en Angleterre et en France, d'après MM. Evans et de Mortillet.

I. — L'existence dans les temps préhistoriques d'un âge industriel du bronze, un instant contestée, s'affirme chaque jour davantage. Et cet âge, prenant plus de consistance et d'étendue à mesure qu'on l'étudie, n'apparaît plus tel que le présentaient naguère et le présentent encore quelques archéologues, comme une phase transitoire, éphémère et presque accidentelle du développement industriel de nos sociétés dans quelques régions privilégiées, mais comme le témoin et pour ainsi dire le symbole d'une civilisation assez bien assise et assez durable dans ses formes particulières pour que quelques-uns de ses éléments essentiels aient pu être répandus chez presque tous les peuples de l'ancien monde. Et nous ne voulons pas parler seulement ici des outils, des armes, des ornements décelant leur commune origine première par la matière dont ils sont faits, et leurs formes spéciales, mais même encore de certains traits de mœurs qui apparaissent en même temps que ceux-ci presque partout et se manifestent à nous par un mode de sépulture entièrement nouveau, l'incinération, et des indices presque irrécusables d'un culte du soleil, du feu ou de la puissance fécondante. Cette résurrection est un des résultats les plus admirables qui aient récemment été obtenus par les recherches patientes et souvent si ingrates des archéologues.

Il y a déjà quelques années que M. Chantre a publié sur l'âge du bronze, en France et en Suisse, un des ouvrages les plus luxueux qui aient été édités. On s'est presque moqué du soin minutieux qu'il a mis à classer, à décrire et à reproduire même le moindre morceau de bronze découvert. Eh bien, c'est par l'étude et la comparaison de détails presque infimes que les grands faits de ce passé sans histoire nous ont été révélés. Le nombre et la variété des objets est la preuve de la durée de l'âge auquel ils se rapportent; l'usure extrême de certaines pièces témoigne de la vulgarité de l'emploi du bronze.

Un seul ornement a fait d'abord soupçonner l'origine asiatique du bronze; la forme d'une seule épingle a rendu certaines les relations de centres chinois avec l'Europe à ce moment.

Lorsqu'avec quelques os brisés on veut reconstruire les espèces animales disparues de la surface de la terre, aucune particularité de ces os ne peut être regardée comme indifférente,

Les outils, les armes, les ornements des temps préhistoriques sont les débris paléontologiques des civilisations humaines éteintes.

II. — M. John Evans vient de consacrer à l'âge du bronze, un ouvrage bien plus modeste que celui de M. Chantre, mais qui renferme sur cet âge étudié dans la Grande-Bretagne tout ce que le collectionneur à la fois prudent et passionné, que nous a déjà surtout fait connaître en France l'Age de la pierre, peut en dire. C'est aussi un musée, et un musée qui a l'avantage d'être portatif. Et certes il faut avoir présents à l'esprit les résultats que nous venons de rappeler et les conditions dans lesquelles ils ont été obtenus, pour en suivre l'auteur dans ses descriptions minutieuses.

M. Evans ne se préoccupe pas beaucoup des questions générales. Dans une introduction assez étendue, il traite toutefois, et cela était nécessaire pour déterminer la signification et l'importance de son ouvrage, de la question de l'universalité et de l'antériorité sur celui du fer d'un âge industriel du bronze. Pour la traiter à fond, et elle mérite bien de l'être, il faudrait passer en revue les documents les plus anciens des différents pays et les comparer. M. Evans ne passe en revue que ceux concernant les Juifs, les Égyptiens, les Grecs et les Romains. Il ne dit rien de la Chine sur laquelle le peu que nous savons offre un intérêt si général. Les livres sacrés des Juifs, fort peu anciens relativement, ne peuvent pas nous apprendre grand'chose. Le bronze, le fer, comme l'or et même l'argent étaient également connus lorsqu'ils ont été écrits (quatorze cents ans avant J.-C.).

L'ancienneté du fer et l'antériorité du bronze en Égypte ont été l'objet d'un long débat qui n'est point épuisé. M. Evans, après avoir rapporté les opinions opposées de M. Mariette et de M. Chabas, semble favorable à l'opinion du premier d'après lequel le fer n'était pas connu sous l'ancien empire. Il reconnaît d'ailleurs que la question est encore obscure. Mais, dit-il, si nous considérons les restes que nous a légués le passé, nous y trouverons une foule d'armes et d'instruments en bronze, tandis que ceux en fer sont très peu nombreux et ont, en outre, une date récente ou tout au moins incertaine. « Chez les Assyriens le fer paraît avoir été très répandu de bonne heure, et c'est sans doute de l'Assyrie qu'il a été porté en Égypte. »

Ce ne sont pas précisément là les idées qui ont le plus de cours en France où l'on croit avoir des preuves de la grande ancienneté du fer en Égypte et même de son origine africaine. Nous avons bien des fois exposé et défendu ces idées à la suite de M. de Mortillet (1). M. Evans, sans les adopter, ne les réfute pas, car il ne les fait même pas complètement connaître.

Après son introduction et une très neuve et très utile revue des opinions anciennes et modernes sur l'usage et l'origine des instruments en bronze, des haches (opinions parmi lesquelles il faut surtout citer et réfuter celle qui les attribue aux Romains et qui, partagée encore par bon nombre d'ar-

(1) Voy. notamment *Revue d'anthropologie*, 1880, p. 105, et 1881, p. 699, et notre *Homme préhistorique*.