

CHAPITRE V

NOTRE AMAS STELLAIRE

D'une manière générale, l'instruction *obligatoire* donnée dans nos écoles est si sommaire que j'ai rencontré souvent des hommes, passant pour instruits, mettre en doute la possibilité de mesurer les distances de la Terre au Soleil ou à la Lune.

Au cours de mes nombreuses conférences, que de fois n'ai-je pas eu l'occasion de voir un sourire d'incrédulité accueillir les nombres exprimant les résultats des calculs astronomiques ?

Il m'a donc paru opportun d'insister ici sur les méthodes que nous employons pour la mesure des distances célestes.

Si l'on vous donne une poutre à mesurer, vous vous servirez d'un *mètre*, et, le transportant de proche en proche, vous chercherez combien de fois il est contenu dans la longueur totale. De la même façon, un arpenteur, au moyen d'un décamètre, mesure l'étendue d'un champ ou la longueur d'une route.

Mais cette méthode serait bien longue et bien fastidieuse au cas où vous seriez appelé à dresser le plan d'une grande superficie, un plan cadastral, par exemple. Vous ignorez peut-être qu'elle vous conduirait au surplus à de graves erreurs, et la preuve, la voici :

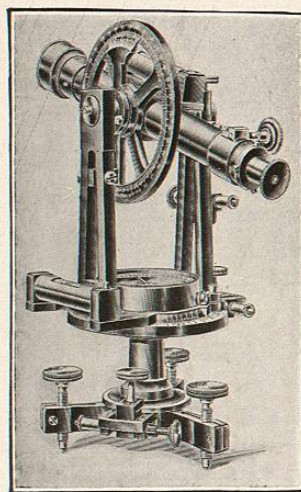
Essayez d'arpenter très soigneusement une propriété de grande étendue, et recommencez dix fois cette opération. Dix fois vous trouverez des résultats différents, car jamais vous ne serez assuré d'avoir mis votre décamètre bout à bout.

Si les géographes s'étaient simplement servis d'une chaîne d'arpenteur et d'une équerre, ils seraient bien empêchés de dresser une carte exacte de

la France, à plus forte raison de l'Europe et des cinq parties du monde. Heureusement qu'il existe des procédés plus expéditifs, quoique très simples.

Au lieu de les enseigner à nos élèves qui « font leurs classes », nous préférons leur faire apprendre de trop nombreuses dates d'histoire, qu'ils auront le bon esprit, d'ailleurs, d'oublier au plus tôt.

Les autres sciences ne sont pas mieux traitées; en Géométrie, combien d'élèves, apprenant leurs théorèmes par cœur, seraient totalement incapables, à la fin de leurs études, d'évaluer proprement le volume d'un remblai ou d'un simple tas de pierres.



THÉODOLITE, APPAREIL ANALOGUE AU GRAPHOMÈTRE, MAIS BEAUCOUP PLUS PRÉCIS ET SERVANT À MESURER LES ANGLES
(Modèle de la Maison Vion, à Paris.)

En Chimie, on enseignera la théorie peu connue d'ailleurs et même très discutée de la formation de l'acide sulfurique, et on négligera de décrire la fabrication du savon.

En Physique, on donnera des problèmes sur la masse de la vapeur d'eau liquéfiée dans un mètre cube d'air, lorsque la température de celui-ci est abaissée de vingt degrés, mais on oubliera d'apprendre la lecture correcte d'un baromètre. L'élève possèdera tous les secrets de la machine d'Atwood pour la vérification des lois de la pesanteur, mais quand il lui faudra, plus tard, calculer la puissance d'une chute d'eau sur une rivière coulant au bas de son jardin, il aura besoin d'un praticien pour l'évaluer.

Dans aucune école d'enseignement secondaire on n'apprend aux élèves la pratique même sommaire de l'arpentage.

A plus forte raison ceux qui sortent de ces établissements ne sauraient-ils utiliser un graphomètre ou un théodolite pour la mesure des angles!

Dans les classes de Lettres-mathématiques, on enseigne toutefois la Trigonométrie, mais l'élève serait incapable par cette même méthode de mesurer pratiquement la distance d'un endroit à un point inaccessible. Dès son baccalauréat, le jeune homme qui n'aura rien retenu de la théorie sera prêt à nier les résultats de la pratique.

Nous voici ramenés au problème qui nous intéresse : la mesure des distances de la Terre aux astres voisins.

La Géométrie enseigne que pour déterminer les éléments d'un triangle,

il suffit de posséder la valeur de sa base et de sa hauteur, c'est-à-dire la distance de cette base au sommet opposé. Or, la Trigonométrie, pour résoudre ce même problème, peut se passer de la hauteur; il lui suffira de connaître la base du triangle et de mesurer, à l'aide d'un graphomètre ou d'un théodolite, les deux angles à ses extrémités.

Sans sortir de votre propriété, en traçant une base exactement mesurée, vous pouvez donc déterminer le nombre de kilomètres qui vous séparent d'un clocher placé tout là-bas, à la limite de l'horizon. Et le résultat sera d'autant plus précis que vos mesures de base et d'angles seront plus soigneusement effectuées.

Si votre base a 150 mètres et vos angles 88 et 89 degrés respectivement, le calcul vous dira que votre clocher est à une distance de 2 860 mètres, à quelques centimètres près.

Il est facile de remarquer que l'angle au sommet du triangle sera d'autant mieux évalué que votre base sera plus grande.

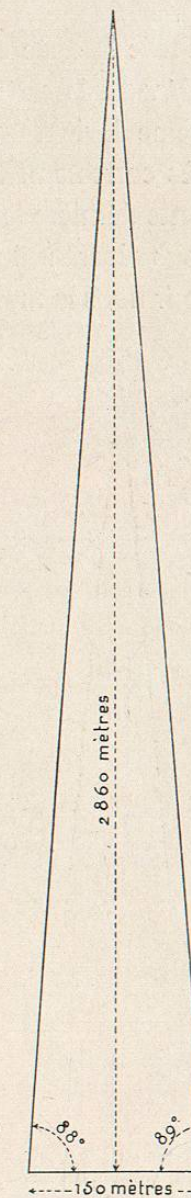
L'astronome n'emploie pas une méthode différente lorsqu'il veut calculer la distance du Soleil, mais cette fois il est limité dans ses opérations. Sa base ne saurait dépasser les dimensions du globe terrestre, et c'est peu en comparaison de la grande distance à évaluer.

Et puis, notez que pour chercher la distance d'un astre, il faut que celui-ci soit visible en même temps pour les deux observateurs placés à l'extrémité de la base.

Pour ces considérations et quelques autres plus compliquées, on s'est décidé à prendre comme base le rayon de la Terre. Le problème augmente ainsi de difficulté, mais par d'ingénieux artifices, les astronomes sont parvenus à les vaincre, à perfectionner ces méthodes et à déterminer la distance exacte de la Terre au Soleil.

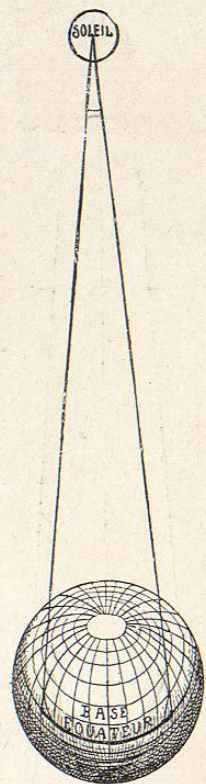
Au reste, c'était leur seule ambition pour arriver à évaluer toutes les distances de la Terre aux planètes et par conséquent les dimensions réelles du système solaire.

Lorsque vous avez sous les yeux la carte d'une région inconnue, il vous est impossible d'évaluer la distance de deux villes si vous ignorez à quelle



LORSQU'UN TRIANGLE MESURE 150 MÈTRES DE BASE AVEC DES ANGLES DE 88 ET 89°, NOUS POUVONS EN DÉDUIRE LA DISTANCE DU SOMMET À LA BASE (HAUTEUR), QUI EST DE 2 860 M.

échelle la carte est construite; si, au contraire, on vous assure qu'un *centimètre* sur la carte représente, je suppose, un *kilomètre* sur le terrain, le problème devient un jeu. Or, il y a beau temps que les astronomes avaient dressé très correctement le plan du système solaire; restait à en donner l'échelle. Cette dernière leur a été fournie le jour où ils sont arrivés à fixer l'intervalle nous séparant du Soleil. On comprend maintenant de quelle importance était pour nous la mesure de la grande unité de longueur, le rayon du globe terrestre.



MESURE DE LA DISTANCE DE LA TERRE AU SOLEIL

Que d'expéditions n'a-t-il pas fallu pour arriver à déterminer sur le globe la valeur de un *degré* du méridien en différents endroits! Et tout cela ne devenait possible qu'à la condition de posséder des instruments très précis, des appareils demandant une grande pratique. Que de calculs à opérer, longs, fastidieux, et dont l'utilité fût devenue tout à fait contestable s'ils n'avaient été appuyés sur des instruments de mesure qu'une technique savante a mis deux siècles à perfectionner!

Qui pouvait se douter autrefois que la science a besoin pour ses découvertes de cette technique habile, et que notre connaissance exacte de l'Univers serait due surtout aux progrès réalisés dans la Mécanique pratique?

C'est ainsi que tout se tient dans les acquisitions de l'esprit, et qu'une recherche opérée dans un des domaines de la science peut avoir quelque jour, sur d'autres points, les retentissements les plus imprévus.

Voilà comment de proche en proche, après avoir mesuré le rayon de la Terre, l'astronome en a déduit une première unité de longueur, notre *mètre*, la dix-millionième partie environ du quart d'un méridien terrestre; comment il a acquis, par cette connaissance, une unité plus grande qui lui servira pour des mesures autrement considérables.

Cette dernière unité — distance de la Terre au Soleil, — employée couramment en Astronomie, non seulement nous a fourni la grandeur du système solaire dont nous faisons partie, mais elle nous a permis de concevoir, sinon d'imaginer, l'emplacement que ce système occupe au sein d'un Univers dont les dimensions surpassent tout ce que nos ancêtres auraient pu rêver. Et maintenant, lorsque l'Astronomie moderne nous déclare simplement que la lumière marchant à la vitesse de 300 000 kilomètres à la seconde emploie

8 heures 18 minutes pour traverser l'empire du Soleil limité à l'orbite de Neptune, la dernière planète connue, comprenez-vous ce que semblable résultat représente de progrès dans l'industrie, dans le perfectionnement des appareils et des méthodes; de découvertes, de calculs, de veilles, de travaux et d'ingéniosité? Comprenez-vous aussi que l'Astronomie, pour se développer, a besoin du concours de toutes les sciences; que, sous peine de voir son travail stérile, l'astronome digne de ce nom doit se tenir au courant des plus récentes acquisitions dans les domaines les plus divers: Mathématiques, Mécanique, Physique, Chimie, Géographie, Géodésie, etc., et que les différentes branches explorées par l'esprit humain sont à peine suffisantes pour lui aider à résoudre une partie du problème qui nous occupe: *Où sommes-nous? Où est la Terre? Où se trouve le Système Solaire* dans l'ensemble des mondes que la Toute-Puissance du Créateur a semés dans l'immensité pour réaliser notre Univers.

La question de l'emplacement du système solaire dans l'espace ne saurait être abordée si nous ne pouvons déterminer la distance des étoiles.

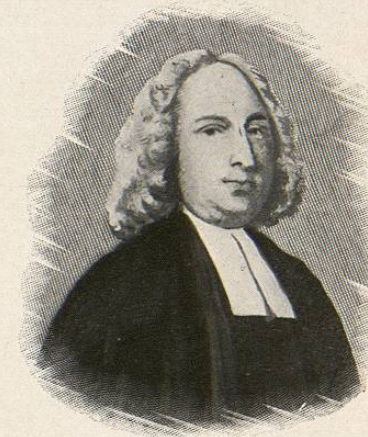
Fidèles à la méthode que nous avons si longuement exposée, les astronomes ont essayé tout d'abord de chercher à déterminer la longueur d'un triangle qui aurait pour base le rayon terrestre et pour sommet opposé l'étoile

la plus voisine. Ils se sont vite aperçus que la tâche était impossible: dans le cas de la distance des étoiles, le procédé ne réussit plus.

La Géométrie et la Trigonométrie seraient-elles différentes dans l'un et l'autre cas? Pas du tout; il ne faut nous en prendre qu'à l'impuissance de nos instruments.

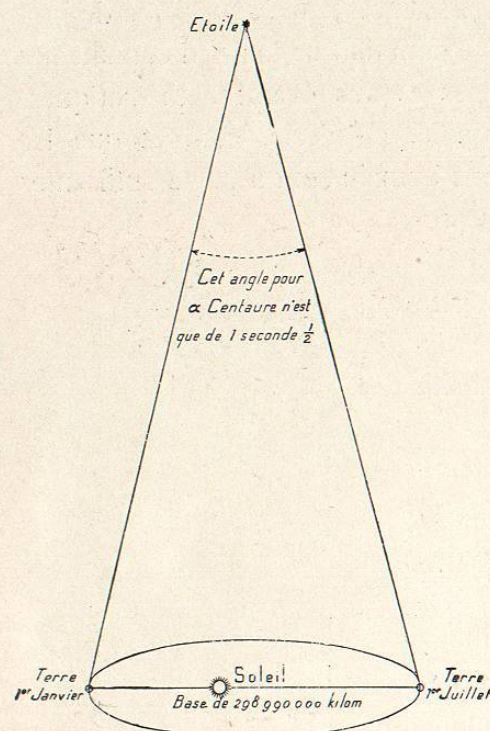
On se rappelle que la valeur exacte de la distance du Soleil à la Terre dépend simplement de l'appréciation, dans notre triangle — dont les côtés partent des extrémités de la base pour aboutir au Soleil, — de l'angle au sommet.

Or, vous savez qu'un angle de un *degré* est contenu 90 fois dans un angle droit, que le degré se divise en 60 parties dont chacune est un angle de une *minute*, que la minute elle-même est encore partagée en 60 *secondes*.



LE RÉV. BRADLEY, ASTRONOME ANGLAIS (1692-1762)

Eh bien! pour un observateur placé sur le Soleil, l'angle qui embrasserait un rayon de la Terre, vu de là-bas, n'aurait même pas la valeur de *un degré*, pas même celle de *une minute*, mais équivaldrait à 9 secondes à peine! Ces chiffres, avouez-le, ne vous disent presque rien, parce que vous n'êtes pas habitués à mesurer des angles. Je vais donc avoir encore recours à une



POUR MESURER LA DISTANCE DES ÉTOILES, LES ASTRONOMES CONSTRUISSENT UN IMMENSE TRIANGLE DONT LA BASE EST LE DIAMÈTRE DE L'ORBITE TERRESTRE

comparaison.

Imaginez que nous sommes à la surface du Soleil et que nous contemplons la Terre : son diamètre, vu du Soleil, sera le double de 9 secondes, chiffre donné par le rayon terrestre : notre globe sera si petit qu'il ne nous paraîtra pas plus large qu'un cheveu placé à la distance de 2^m,30 environ de notre œil. Il est déjà inouï que notre science actuelle nous ait fourni le moyen d'évaluer un angle aussi faible. Or, l'étoile la plus proche étant près de 280000 fois plus loin que le Soleil, on peut en déduire que la grosseur de la Terre, aperçue d'un point aussi éloigné, serait égale à l'épaisseur d'un cheveu vu à plus de 5 millions de kilomètres.

Vous pensez bien qu'un tel objet serait invisible à l'œil nu, invisible même dans les plus gros instruments que nous possédons. Notre Soleil lui-même, pour monstrueux qu'il soit, nous apparaîtrait comme un faible point lumineux; vu de la plus proche étoile, il serait comparable à une étoile de septième grandeur.

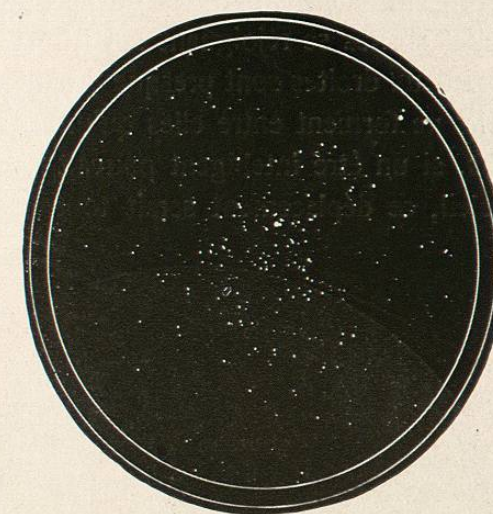
En face de ces constatations décevantes, les astronomes ne furent pas découragés, et nous allons voir comment ils ont su tourner la difficulté.

En somme, cette difficulté ne tient qu'à une seule circonstance : l'étroitesse de la base du triangle pour la grande distance à mesurer, et nous la ferions disparaître s'il nous était permis de transporter nos instruments en dehors de la Terre.

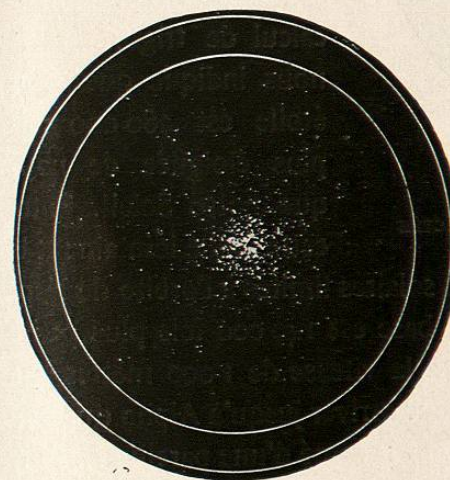
C'est la réflexion qui vint à l'esprit de Bradley au commencement du XVIII^e siècle; en creusant le problème, il découvrit que la Nature s'était elle-même chargée du soin de véhiculer nos observatoires dans l'espace et à peu de frais!

Dans quelles conditions? C'est ce que nous allons voir.

Considérons l'orbite quasi circulaire décrite par la Terre autour du Soleil en une année, et supposons notre globe à la position du 1^{er} janvier; six mois après, le 1^{er} juillet, la Terre aura parcouru la moitié de son tour, donc elle sera juste en face de la position qu'elle occupait six mois auparavant. La valeur de ce déplacement calculée en ligne droite est le double de sa distance au Soleil, c'est-à-dire deux fois 149 495 000 kilomètres, ou 298 990 000 kilomètres. Voilà, ce me semble, une jolie base d'opérations et commode au surplus, puisqu'elle est toute mesurée.



UN AMAS D'ÉTOILES À FAIBLE DENSITÉ STELLAIRE (MESSIER 11)



LE MÊME AMAS (MESSIER 13) PHOTOGRAPHIÉ AVEC UN INSTRUMENT PLUS PUISSANT

Cette longueur va désormais nous servir pour installer des triangles dont les sommets respectifs seront les étoiles; et il est de toute évidence que nos mesures seront d'autant plus précises que nous aurons déterminé cette base avec plus d'exactitude.

Vous saisissez maintenant les raisons qu'avaient les astronomes de connaître la vraie valeur de la distance du Soleil; cette évaluation a de tout temps été considérée à bon droit comme « le problème capital de toute l'astronomie moderne ».

En possession de cette unité astronomique, nous sommes prêts à calculer l'angle au sommet des triangles qui aboutissent aux étoiles.