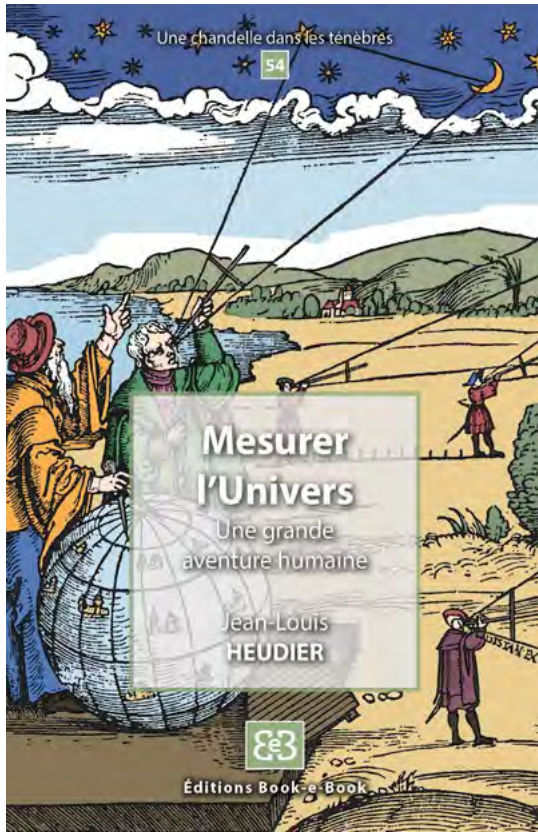


LIVRE

Mesurer l'Univers

Une grande aventure humaine

par Jean-Louis Heudier



Comprendre et mesurer l'environnement terrestre et au-delà.

L'histoire commence lorsque l'homme a levé la tête pour observer le ciel, réfléchir et émettre des théories sur la forme de la terre, sa dimension, sa taille, son mouvement, puis sur l'éloignement de la lune, du soleil, des étoiles... L'homme qui a cherché à mesurer ces distances sans les parcourir (ou avant de les parcourir). Il a commencé par l'invention du premier cadran solaire au VII^e siècle avant notre ère pour aboutir aux grands télescopes du XX^e siècle et aux techniques spatiales du XXI^e siècle. C'est donc aussi l'histoire d'une succession de calculs, d'unités de mesures et d'instruments de plus en plus précis pour connaître les planètes, les étoiles, découvrir les objets extragalactiques et la possibilité de lire l'histoire de l'Univers...

Pour qui : pour les lecteurs curieux de savoir comment, à partir «d'une terre

plate surmontée d'un ciel divin», l'homme a vu évoluer son Univers.

À propos de l'auteur : Jean-Louis Heudier est astronome et se consacre depuis longtemps à la vulgarisation de la science astronomique. Il a exercé à l'Observatoire de la Côte d'Azur de 1967 à 2009. La communauté astronomique internationale l'a distingué en donnant son nom à l'astéroïde (4602) Heudier, découvert en 1986.

Données techniques : livre paru le 10 octobre 2022 / 72 pages / format 140 x 210 mm / 11 € / ISBN 9782372460583 / éditeur : Book-e-Book

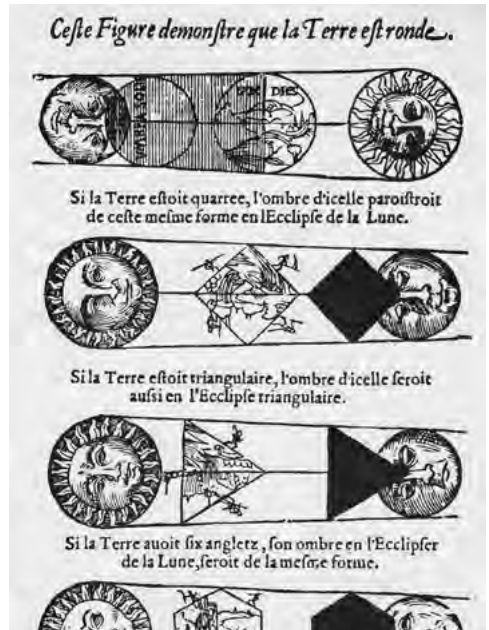
Éditeur : Book-e-Book

Contact Book-e-Book :
communication@book-e-book.com

LIVRE

Mesurer l'Univers*Une grande aventure humaine***Résumé du livre :**

Dès l'antiquité et en levant la tête, des hommes commencent à mesurer leur environnement. Ils s'interrogent sur la forme de la terre (chapitre 1), sur sa dimension (chap. 2), sur l'éloignement de la lune (chap. 3) et l'éloignement du soleil (chap. 4)... Ils cherchent à établir la configuration du ciel avant d'en comprendre le fonctionnement. Au fil des siècles les observations s'accumulent. Ces scientifiques mettent aux points des étalons de mesures. L'utilisation des lunettes (dès le début du XVII^e siècle) et de la photographie (XIX^e siècle) feront progresser l'astronomie vers les étoiles et les planètes (chap 5) : mouvement propre, caractéristiques spectrales, vitesse d'éloignement et années lumières. Grâce aux grands télescopes (XX^e siècle), l'homme prend le chemin de l'univers lointain. Il part « au-delà des étoiles » (chap. 6), étudiant des objets extragalactiques, dans des longueurs d'onde nouvelles (infrarouge et ultraviolet). La mise en orbite d'instruments d'observation lui permet désormais de s'affranchir des défauts de mesures induits par l'atmosphère terrestre. En ce XXI^e siècle, la distance des astres, la connaissance précise de « l'environnement proche » s'améliore, et l'auteur de conclure : « Nous ne connaissons relativement bien qu'une petite partie du soleil parmi les quelques 300 milliards de membres stellaires de la voie lactée ».



Vu page 16 : Peter Apian, *Forme de la Terre obtenue par les éclipses de Lune*, *Cosmographicus Liber*, 1524.

Sommaire :

- Introduction
- chapitre 1 : La forme de la Terre
- chapitre 2 : La taille de la Terre
- chapitre 3 : L'éloignement de la Lune
- chapitre 4 : L'éloignement du Soleil
- chapitre 5 : Où sont les étoiles
- chapitre 6 : Au-delà des étoiles

Trouver le livre : site de vente en ligne Book-e-Book, commande en librairies, plateformes marketplace...

LIVRE

Mesurer l'Univers

Une grande aventure humaine

Entretien avec Jean-Louis Heudier



Mesurer l'Univers est votre cinquième ouvrage dans notre collection « Une Chandelle dans les ténèbres ». Qu'est ce qui a motivé l'écriture de celui-ci ?

– **Jean-Louis Heudier** : C'est une très vieille idée ! Il faut savoir que je pratique la vulgarisation scientifique depuis très longtemps, sous forme notamment de « conférences-spectacles » baptisés Les spectacles aux étoiles. Je suis un peu comédien et j'adore raconter la science astronomique à tous ceux qui veulent écouter ! Ce livre, les précédents et ceux à venir, sont en quelque sorte des transcriptions de mes « shows » de l'époque...

Au début de l'ouvrage, vous expliquez qu'en 350 avant l'ère commune, Aristote a déjà la conviction que la Terre est ronde et qu'un siècle plus tard environ, Eratosthène en calcule la circonférence tandis qu'Aristarque de Samos s'aventure déjà à mesurer la Lune... Cela semble incroyable vu les outils de l'époque ?

– **J.-L. H.** : En fait, Aristote s'est posé des questions que tout le monde formule un jour, par exemple, « pourquoi le ciel est-il bleu ? »... et trouvé des réponses. Ses explications étaient très pertinentes mais

aussi parfois très farfelues ! De même pour Eratosthène qui a mesuré la circonférence de la Terre avec une très grande précision ! Ils avaient un don aigu de l'observation, le refus des réponses toutes faites et le doute permanent sur ce que « les autres » racontent. Pour cela, il n'y a pas besoin d'instruments sophistiqués...

page 33, vous écrivez « c'est l'utilisation en astronomie de la lunette qui va permettre aux mesures de faire un progrès remarquable ». Lesquels par exemple ?

– **J.-L. H.** : Jusqu'au début du XVII^e siècle on ne savait voir qu'avec nos yeux, en réalité une vision bien limitée... Mais si on agrandit la pupille, plus de lumière entre dedans, donc plus de détails : la lunette grossissait tout ce qu'on voyait ! Ça fonctionnait drôlement bien ! Puis Galilée a eu l'idée de tourner la lunette vers la Lune. Il découvrit son relief, observa que Jupiter était accompagné de 4 lunes, se servit de ces repères extraterrestres pour mesurer des distances, etc.



LIVRE

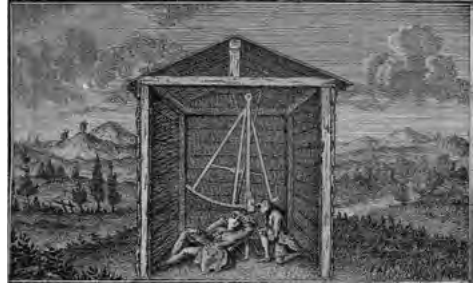
Mesurer l'Univers*Une grande aventure humaine*

► Parlez-nous de ce vaste programme lancé en 1887 par l'Observatoire de Paris : la **Carte du Ciel**. Nous sommes seulement en 1887 ?

– J.-L. H. : Extraordinaire ! Car c'était le premier programme de coordination internationale pour une recherche publique ! L'idée fut d'impliquer 18 observatoires de latitudes différentes pour réaliser des clichés avec des instruments identiques et couvrir la totalité du ciel. En effet, à partir des années 1880, l'utilisation de la photographie ouvrait de nouvelles possibilités. Malheureusement le programme était trop compliqué et ambitieux pour les moyens de l'époque. Il y avait beaucoup de disparités dans les observations. Néanmoins, il permit de déterminer de nombreux mouvements propres stellaires et servit de base à la géométrie spatiale.

Vous écrivez p.56, « à partir de la fin du xx^e siècle la mise en orbite d'instruments d'observation permet d'obtenir des résultats inespérés » et, p.60, « en ce xxi^e siècle d'énormes progrès sont réalisés dans l'étude de l'univers »... Cette grande aventure humaine de la découverte de notre environnement n'en finira jamais évidemment ?

– J.-L. H. : Au xx^e siècle, les résultats ont été extraordinaires grâce à la mise en commun d'énormes outils de calculs. Via les ordinateurs et un travail collectif, nous avons réussi à traiter d'incroyables quantités de



Vu page 35 : *Mesure de la distance zénithale de Jupiter à l'aide d'un octant. L'assistant lit la mesure au moment de l'observation faite par l'astronome (gravure de Moreau, extraite de La Méridienne de l'Observatoire royal de Paris, Cassini de Thury, Paris, 1744).*

données. Chaque fois on avance un peu plus et on n'arrêtera jamais de progresser dans notre connaissance... ou notre ignorance ! Car découvrir c'est aussi ouvrir une porte sur de nouvelles choses à comprendre. C'était le cas de Galilée que je citais précédemment. C'est toujours vrai aujourd'hui.

Expliquez-nous ce concept « Regarder loin, c'est regarder dans le passé » et « la possibilité de lire l'histoire de l'Univers » que vous évoquez à la fin de votre ouvrage ?

– J.-L. H. : On a découvert que la lumière avait une vitesse, apparemment très grande. Ainsi, l'image de la Lune met 1,25 seconde pour nous parvenir, celle du Soleil, 500 secondes, pour les étoiles les plus proches cela se compte en années... Notre esprit comprend donc qu'il faut remettre en cause ce que l'on voit. Comme écrit Jean de La Fontaine vers 1676 dans sa fable *Animal dans la Lune* :

*« Quand l'eau courbe un bâton ma raison le redresse,
La raison décide en maîtresse. »*



LIVRE

Mesurer l'Univers*Une grande aventure humaine*

► *Mes yeux, moyennant ce secours,
Ne me trompent jamais en me mentant
toujours. »*

C'est très beau non ? Ainsi, par exemple, la galaxie d'Andromède, bien visible à l'œil nu, nous apparaît en fait telle qu'elle était il y a 2,54 millions d'années plus tôt ! Voilà pourquoi, regarder loin signifie regarder dans le passé et offre la possibilité de reconstituer l'histoire de l'Univers.

Book-e-Book est une maison d'édition axée sur la science, la philosophie du doute et l'esprit critique. Avez-vous été souvent confronté à cela au cours de votre carrière d'astronome ?

– J.-L. H. : La science c'est d'abord du doute. Aujourd'hui, nous avons compris que nous sommes les pieds sur terre suspendus au-dessus de vide... l'Univers lui... c'est

autre chose. On ne peut le percevoir parce que nos yeux nous trompent. Il n'est pas la continuité de notre environnement. Nos sens seuls ne permettent pas de comprendre l'univers, il est indispensable de faire appel à notre intelligence commune pour, petit à petit, avancer dans la connaissance.



Vu page 61 : *Le satellite Planck installé au point de Lagrange L₂, télescope de 1,5 m de diamètre (© ESA /D. Ducros).*

Jean-Louis Heudier se consacre depuis longtemps à la vulgarisation de la science astronomique. Il est l'auteur chez Book-e-Book de plusieurs ouvrages, parus dans cette même collection : *Par Toutatis ! Le ciel va-t-il nous tomber sur la tête ?* *Météorites et astéroïdes* (n°47), *Ces horribles et épouvantables comètes : Petite histoire des grandes peurs* (n°26), *Notre calendrier : une sacrée histoire !* (n°23), *Notre Terre qui êtes aux cieux* (théâtre) coécrit avec Maurice Galland (n°10).

Contacter l'auteur :

jean-louis@heudier.eu

LIVRE

Mesurer l'Univers

Une grande aventure humaine

Extraits :

Chapitre 1 / La forme de la Terre, p.9

[.. L'être humain découvre rapidement qu'il possède une ombre qui lui indique dans quelle direction se trouve le Soleil. C'est même le seul moyen permettant de déterminer la direction du Soleil impossible à repérer parmi les étoiles, contrairement à la Lune. L'évolution de son ombre dit à l'homme comment se déplace le Soleil : le matin, très longue, elle indique un Soleil bas sur l'horizon. Puis elle raccourcit, le Soleil s'élève dans le ciel, enfin elle s'allonge, annonçant son coucher. Il suffit de substituer un poteau vertical à l'être humain et d'évaluer l'évolution de son ombre. C'est ainsi qu'est né le premier instrument de mesure, le *gnomon*, cadran solaire primitif, vraisemblablement inventé à Babylone vers le VII^e siècle AEC. Hérodote, vers -450, en mentionne l'usage chez les Grecs :

« *Les Grecs ont appris des Babyloniens le polos¹ et le gnomon, ainsi que les douze parties du jour.* »

L'usage du gnomon a permis de faire une découverte fondamentale : l'ombre du bâton planté change de direction et de dimension tout au long de la journée. Cependant, de jour en jour, l'ombre la plus courte se trouve toujours dans la même direction. Cette direction particulière, qui partage en deux l'espace et le temps, c'est la direction du milieu du jour, la direction du midi, **le méridien**.

Il devient donc naturel de caractériser un lieu par sa verticale (concrétisée par son gnomon) et son méridien (la direction de l'ombre la plus courte). C'est un système d'axes « naturels » facile à utiliser pour enregistrer l'évolution de

1. Polos : gnomon placé dans une cavité hémisphérique permettant d'enregistrer la trajectoire apparente du Soleil.

l'environnement. Très rapidement, il s'avère utile d'évaluer l'écart entre une direction quelconque de l'ombre et le méridien. Il faut suivre la variation de l'angle séparant l'ombre et le méridien. La méthode la plus simple consiste à diviser un cercle centré sur le gnomon en parties égales. La division du cercle en douze est la plus facile à réaliser : il suffit de tracer judicieusement six cercles du rayon du cercle initial. La division par douze s'est donc imposée comme la division « naturelle » du cercle [..].

Ce premier instrument, le gnomon, permet de constater le retour du Soleil et les variations de sa hauteur au-dessus de l'horizon. Le cycle de l'alternance jour-nuit, ombre et lumière, s'impose. On peut aisément mesurer l'évolution de la longueur de l'ombre. Le retour du Soleil au méridien, facile à constater, marque le début d'un nouveau cycle. Le jour se partage tout naturellement en deux entités bien distinctes : avant midi (*ante meridiem*, a.m.), après midi (*post meridiem*, p.m.). Il est ainsi tout naturel de changer de jour à midi. ..]

Chapitre 4 / L'éloignement du soleil, p.25

[.. On peut remarquer que, depuis l'Antiquité, l'unité de distance utilisée pour les évaluations et mesures des astres est le rayon terrestre. La distance Terre-Lune, évaluée depuis Aristarque, sert de base à l'ensemble de l'édifice, au prix de quelques contorsions indispensables dues à l'hypothèse de la contiguïté des sphères emboîtées. La distance Terre-Lune varie pratiquement du simple au double dans les modèles proposés !

Pendant tout le Moyen Âge, les monastères sont les seuls centres d'activité intellectuelle. Les mutations sociales et religieuses entraînent la création des universités. À partir du XII^e siècle, l'activité intellectuelle sort de son isolement et ►►

Mesurer l'Univers

Une grande aventure humaine

Extraits (suite) :

entre dans les centres urbains. Plusieurs adaptations de l'*Almageste* sont publiées, dont, au XIII^e siècle, le traité de *la Sphère* de Joannes de Sacrobosco (v. 1190-v. 1256) qui sera très largement diffusé [...]. Leur objectif est essentiellement de permettre d'établir les tables donnant la configuration du ciel : positions des astres mobiles (Soleil, Lune et les cinq planètes), élaboration des calendriers. Il ne s'agit pas d'établir un modèle, au sens moderne du terme, du fonctionnement du Cosmos.

Vers 1440, Nicolas de Cues (1401-1464), dans *De la docte ignorance*, envisage l'infinité de l'Univers sans avancer sur le problème des distances.

La configuration du ciel est essentiellement utilisée en astrologie qui, à cette époque, a pour objectif d'aider à la prise de décision de la part des édiles, des médecins et des juges. Elle devient aussi un outil indispensable pour la navigation. L'objectif est donc de pouvoir anticiper les configurations du ciel, pas de tenter de comprendre le fonctionnement du système.

À la fin du Moyen Âge, le développement des échanges commerciaux entraîne la recherche de nouvelles voies d'acheminement de denrées exotiques, en particulier des épices. Christophe Colomb (1451-1506) tentait de rejoindre les Indes en naviguant vers l'ouest. Fernand de Magellan (1480-1521) espérait atteindre les Moluques (riches en épices) en passant par l'ouest, ce qui aurait rattaché l'archipel à la couronne d'Espagne selon le traité de Tordesillas (1494) qui partageait le « Nouveau Monde » entre les couronnes d'Espagne et du Portugal, la ligne de partage étant le méridien situé à 370 lieues à l'ouest des îles du Cap-Vert. La lieue est l'unité de distance humaine

par excellence puisqu'elle correspond à la distance parcourue à pied en une heure !

Il devient indispensable de déterminer avec précision la dimension de la Terre... mais les outils manquent. Depuis l'Antiquité, on ne sait mesurer correctement que la latitude d'un lieu : inclinaison du ciel, hauteur angulaire du pôle céleste. Il est difficile d'estimer précisément les longitudes faute de moyen précis de chronométrage.

..]

Chapitre 6 / Au-delà des étoiles, p.54

[.. La mise en service de grands télescopes a permis de modifier considérablement la connaissance de l'Univers lointain. Dès la mise en route du télescope de 2,5 m du mont Wilson, en Californie, il est devenu possible de photographier des étoiles individuelles de la galaxie d'Andromède. Parmi elles, Edwin Hubble (1889-1953) put détecter des céphéides [...] Grâce aux enregistrements de leurs variations, il déduisit une première estimation de la distance de la seule galaxie assez facilement visible à l'œil nu depuis l'hémisphère nord : environ 900 000 années-lumière. Ceci place la nébuleuse largement à l'extérieur de la Voie lactée. Actuellement, la distance admise est 2,54 millions d'années-lumière. Mais la célèbre galaxie d'Andromède s'approche de la Voie lactée, à la vitesse de 120 kilomètres par seconde. La collision se produira dans environ 4 milliards d'années. Les deux galaxies fusionneront alors en une énorme galaxie elliptique. Le système solaire se retrouvera alors plus éloigné du centre de la galaxie résultante pour le dernier milliard d'années de son évolution.

Pour les galaxies plus éloignées, il est impossible de distinguer des étoiles individuelles. Il est

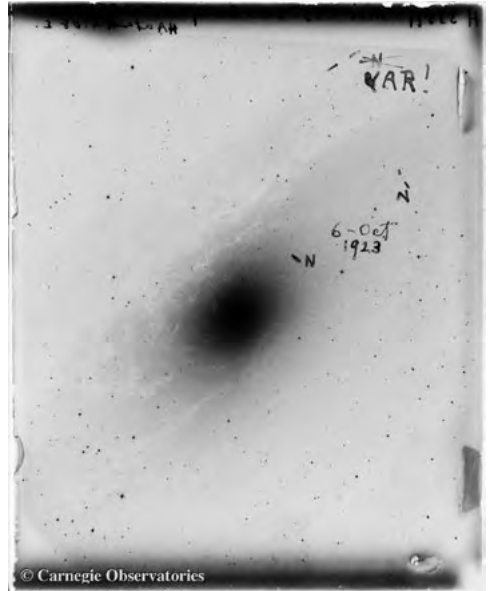
LIVRE

Mesurer l'Univers*Une grande aventure humaine***Extraits (suite) :**

► nécessaire d'avoir recours à des méthodes nouvelles. En comparant les spectres de nombreuses galaxies, Edwin Hubble découvrit, en 1929, une relation entre spectre et éloignement [...]. Le spectre d'une galaxie est l'accumulation des spectres de très nombreuses étoiles. Deux raies spectrales se distinguaient relativement aisément dans les enregistrements utilisés par Hubble : les raies H et K du calcium. Hubble remarqua que ces raies étaient d'autant plus décalées vers le rouge que les galaxies considérées paraissaient plus petites. Estimant, en première approximation, que la taille de la galaxie sur son image directe était inversement proportionnelle à son éloignement, il conclut que les galaxies s'éloignaient d'autant plus vite qu'elles étaient plus distantes. L'Univers semblait donc en expansion! [...] La deuxième moitié du XX^e siècle verra, avec la mise en service des grands télescopes de Schmidt, la possibilité d'obtenir une couverture complète du ciel observable depuis la Terre. La puissance de ces instruments, qui permettent l'acquisition simultanée de plusieurs dizaines de milliers d'étoiles, provoque la découverte, et l'étude, d'objets extragalactiques qui vont pouvoir être observés dans des longueurs d'onde nouvelles : vers l'infrarouge et la radio depuis la Terre, puis vers l'ultraviolet et la radio depuis l'espace.

En 1968, la découverte d'objets quasi stellaires, extrêmement lumineux et lointains, modifie la donne. Il semble que les astronomes aient à leur disposition de nouvelles sources fixes, très lointaines, qui vont permettre de localiser précisément, non seulement les étoiles de notre propre galaxie, dont celles qu'on avait nommées *fixes* dans l'Antiquité, mais de très nombreuses galaxies peuplant cet Univers jusqu'alors inaccessible.

Pour corriger les défauts provoqués par l'atmosphère terrestre, des techniques de reconstitution d'images sont inventées et la mise en orbite d'instruments d'observation permet, à partir de la fin du XX^e siècle, d'obtenir des résultats inespérés. ..]



Vu page 54 : Photographie de la galaxie d'Andromède (M31) prise en 1923 au mont Wilson où Edwin Hubble a distingué des étoiles variables, ce qui permit d'en évaluer la distance (© Carnegie Observatories).



Dans les années 1980, constatant le développement et la popularité des pseudo-sciences, le physicien Henri Broch décide d'éditer des livres faisant la promotion de la science, de la libre pensée et de l'esprit critique. Il crée la collection Zététique aux éditions Horizon Chimérique. En 2002, il fonde les éditions Book-e-Book (avec son épouse Nadine et le couple Nicole et Paul Lebrun) et y intègre sa collection.

La collection Une chandelle dans les ténèbres paraît en 2008, pour accueillir des livres plus courts sur des thématiques variées avec, toujours, l'ambition de promouvoir la science et la philosophie du doute.

En 2018, Henri Broch cède les éditions Book-e-Book à l'Association française pour l'information scientifique (Afis) qui diffuse aussi la revue trimestrielle Science & pseudo-sciences.

En 2021, l'Afis lance une nouvelle collection : À la lumière de la science. Les ouvrages édités dans cette collection analysent des sujets qui agitent la société, font l'objet de désinformation ou donnent matière à des dérives pseudo-scientifiques.

Éditions Book-e-Book – 16, bd Saint-Germain – 75005 Paris

Le site de vente en ligne Book-e-Book :

Contact Presse : communication@book-e-book.com