

DANS LA COLLECTION HISTOIRE DES SCIENCES

Christian Nitschelm, *Histoire de l'astronomie*, 2013
Philippe Varnoteaux, *L'aventure spatiale française*, 2015
Patrick Geistdoerfer, *Histoire de l'océanographie*, 2015
Guy Jacques, *François Arago, l'oublié*, 2017

DES MÊMES AUTEURS

Janet Borg

Avec M. Faivre d'Acier, J-F. Monard et R. Planel, *Des mains à la tête*, Magnard, 1996
Avec M. Faivre d'Acier, J-F. Monard et R. Planel, *Matière et vivant*, Magnard, 1996
Ciel et Étoiles, Mila Éditions, 1997 (1^{er} prix dans la section « documentaires » au Festival du livre d'enfants de Bologne 1998)
Avec M. Faivre d'Acier, J-F. Monard et R. Planel, *Découverte du monde*, Magnard, 1998
Avec M. Faivre d'Acier, J-F. Monard et R. Planel, *Science et technologie*, Magnard, 1999

Anny-Chantal Levasseur-Regourd

L'Atmosphère et ses phénomènes, De Vecchi, 1980 (prix Glaxo de vulgarisation scientifique)
Avec P. de La Cotardière, *Halley, le roman des comètes*, Denoël, 1985
Avec D. Davis, *Our Sun And The Inner Planets*, BLA Publishing, 1989
Avec P. de La Cotardière, *Comètes et astéroïdes*, Seuil, 1997
Avec S. Vauclair, F. Forget, T. Encrenaz, M. Ollivier et A. Brahic, *Système solaire et planètes*, Éditions, 2009

Édition : Cécile Majorel
Correction : Catherine Garnier
Conception graphique : Farida Jeannet

© Nouveau Monde éditions, 2018
170^{bis}, rue du Faubourg-Saint-Antoine, 75012 Paris
ISBN : 978-2-36942-524-3
Dépôt légal : janvier 2018
Imprimé en France par JPrint

Janet Borg
Anny-Chantal Levasseur-Regourd

L'EXPLORATION COMÉTAIRE DE L'ANTIQUITÉ À ROSETTA

Préface de Hubert Reeves

Collection Histoire des sciences
dirigée par Denis Guthleben

nouveau monde éditions

PRÉFACE

Il arrive que des découvertes scientifiques faites avec des instruments de recherches amènent à des résultats qui dépassent le cadre de la science pour avoir une portée philosophique considérable. Certains vont jusqu'à influencer toute la pensée humaine dans ses plus grandes préoccupations. L'exemple classique est l'observation par Galilée, en janvier 1610, des montagnes lunaires à partir de laquelle il put arriver à la conclusion que Terre n'est pas le centre du monde. Ce fut le début de ce que nous appelons la Révolution copernicienne.

Bien que d'une dimension de moindre envergure que l'apport de Galilée, les programmes de recherches sur les comètes racontés dans ce livre ont eu un impact important sur les rapports entre l'homme et le ciel étoilé. La voûte céleste était auparavant considérée comme un lieu où des signes et des présages s'affichaient pour les humains. L'arrivée spectaculaire d'une comète nouvelle a souvent provoqué des réactions de stupeur et d'effroi. Les images des comètes étaient parfois dessinées en forme de poignards menaçants...

Les observations astronomiques des comètes et les explications scientifiques de leurs mouvements et de leurs comportements ont suffi à éradiquer les interprétations traditionnelles et à libérer les hommes de leurs terreurs anciennes devant les divers spectacles affichés sur la voûte céleste.

C'est l'histoire de ce beau chapitre de l'astronomie contemporaine que nous offrent Janet Borg et Anny-Chantal Levasseur-Regourd. Le livre comporte en particulier une présentation d'un sujet nouveau et peu connu, celui des récoltes des poussières cométaires retombées sur la Terre et souvent accumulées dans des régions difficiles d'accès comme les glaces polaires.

La pièce de résistance du livre est le récit palpitant de la mission *Rosetta* qui fait partie du programme de l'Esa (Agence Spatiale Européenne),

étalée sur plus de dix ans, depuis son départ de la Terre en 2004 jusqu'à son arrivée près de la comète Churyumov-Gerasimenko, dite Tchouri, en 2014. Et ensuite nous est donné à revivre l'atterrissage, riche en péripéties, de la sonde Philae. Puis la présentation des résultats scientifiques récoltés par cette sonde spatiale permet de faire le point de nos connaissances sur les comètes.

Le livre se lit agréablement comme celui d'une épopée digne des grands moments de l'exploration du cosmos.

Hubert Reeves

INTRODUCTION

Au moment où nous finissons la rédaction de cet ouvrage, cela fait pratiquement un an que *Rosetta* s'est posée sur la surface de la comète Churyumov-Gerasimenko, au nom si difficile à prononcer et à la forme si étrange. Se termine ainsi une exploration cométaire de très longue durée, et d'une richesse scientifique et humaine d'une rare intensité. Actrices et témoins des trente dernières années de recherches sur les comètes et autres petits corps, il est naturel que nous partageons notre émotion et notre enthousiasme devant les exploits toujours plus remarquables de leur exploration.

L'approche des comètes a en quelque sorte débuté avec le regard qu'ont porté sur elles les premiers êtres humains. Ces astres peuvent être impressionnants quand ils déploient, nuit après nuit, leurs panaches lumineux sur la voûte céleste ; c'est seulement avec le développement de l'écriture que de rares et précieuses traces de ces observations ont été préservées. Très progressivement, l'exploration des comètes devient scientifique, avec la recherche de leur distance, de leur mouvement et de leur composition. À partir du ^{xvi}^e siècle, de grandes avancées voient le jour en Europe, quand les progrès de l'optique permettent la construction d'instruments ; ces avancées sont dues non seulement à de célèbres astronomes et physiciens, mais aussi à d'autres, parfois laissés dans l'ombre, et dont les vies étonnantes et exemplaires méritent d'être évoquées. Les comètes sont de mieux en mieux comprises grâce aux calculs de leurs orbites* et aux spéculations sur leur origine et leur nature, que permettent les développements de la mécanique céleste, de l'astrophysique et de techniques comme la photographie. Leurs caractéristiques sont de mieux en mieux appréhendées, ce qui n'empêche toutefois pas les craintes et

* Les mots ou expressions définis dans le glossaire en fin d'ouvrage sont, lors de leur première occurrence, indiqués par un astérisque.

les rumeurs d'alimenter les gazettes au début du xx^e siècle. Vient le temps des hypothèses savantes et pertinentes ; des concepts de noyau cométaire*, de vent solaire* et de réservoirs de comètes aux confins du Système solaire, sont introduits vers 1950. (Chapitre 1, Aux origines de l'astronomie cométaire)

L'exploration des comètes débute concrètement avec leurs premiers survols par des véhicules spatiaux*. L'élan qui a toujours poussé les humains à partir pour des explorations de plus en plus lointaines s'étend en effet, dans les années 1960, à la découverte du Système solaire. Au temps de la rivalité entre les agences spatiales de l'Union soviétique et des États-Unis, il est question de conquête, notion peu à peu détrônée par celle d'exploration, grâce à laquelle, par robots interposés, la découverte de nouveaux mondes s'étend bien au-delà de notre planète. L'Agence spatiale européenne (Esa), qui voit le jour en 1975, est bientôt à la pointe de l'exploration cométaire, grâce à son suivi des projets scientifiques engagés et au soutien d'agences nationales, comme le Cnes en France. En 1986, une armada de sondes, rassemblées suite à une initiative européenne autour de la sonde *Giotto*, se lance vers la comète la plus fidèle dans ses rendez-vous depuis des centaines d'années avant notre ère, la comète de Halley ; les premiers résultats nous apprennent que le noyau de la comète est irrégulier et particulièrement sombre et que ses poussières sont riches en composés carbonés. Dans le même temps, on assiste à un essor des observations à distance de comètes brillantes et du nuage zodiacal ; des collectes de poussières d'origine potentiellement cométaire se poursuivent dans l'environnement terrestre et sur Terre. (Chapitre 2, Les débuts de l'exploration spatiale des comètes)

Après ce premier âge d'or des sciences cométaires, de nouveaux survols de comètes sont entrepris. En 2011, pas moins de sept comètes ont déjà été survolées, cependant que les progrès de l'instrumentation astronomique ont permis le suivi d'un plus grand nombre encore, depuis les grands télescopes* terrestres ou orbitaux. Toutes ces observations, ainsi que des modèles théoriques et des mesures en laboratoire, conduisent à se poser une question majeure : les molécules présentes dans les comètes ont-elles contribué à l'apparition de la chimie du vivant, telle qu'elle existe sur Terre ? Les noyaux cométaires, d'une taille de quelques dizaines de kilomètres tout au plus, ont été longuement stockés dans des réservoirs glacés aux confins du Système solaire, où ils sont restés

pratiquement inchangés depuis leur formation. Ils sont par conséquent des témoins inestimables des processus qui ont permis, à partir d'un nuage de gaz et de particules solides de glaces et de poussières, la formation du Système solaire. La compréhension des comètes a largement progressé, grâce à un couplage entre progrès techniques et avancées scientifiques. L'idée d'une mission ambitieuse prend forme : plutôt que de survoler un noyau cométaire, pourquoi ne pas l'accompagner dans sa course autour du Soleil afin d'étudier en permanence son évolution ? Et même déposer un atterrisseur à sa surface ? Scientifiques et ingénieurs, enthousiastes et imaginatifs, conçoivent la mission qui deviendra *Rosetta*. Des questions budgétaires feront toutefois reculer des collaborations et à la fin du xx^e siècle, l'Esa sera pratiquement seule pour assurer la mission la plus ambitieuse jamais envisagée vers une comète. Partie en 2004, la sonde *Rosetta* avec à son bord l'atterrisseur *Philae* arrive dans l'environnement de sa comète en août 2014. Pendant les dix ans d'une croisière marquée par des rencontres de planètes et d'astéroïdes*, les équipes scientifiques et techniques ont maintes fois l'occasion de démontrer leur savoir-faire, comme par exemple à la sortie de la période d'hibernation*. (Chapitre 3, Approfondissements)

Les vingt-six mois du rendez-vous cométaire de *Rosetta* sont une succession d'angoisses, de surprises et de découvertes. La mise en orbite de la sonde autour de la comète est tout à fait particulière, et les ingénieurs de vol doivent inventer des solutions originales. Le champ gravitationnel d'une comète est en effet extrêmement faible, d'où des prouesses de navigation pour guider l'orbiteur. Le choix d'un site d'atterrissage pour *Philae* doit répondre à la fois à des impératifs de faisabilité technique et d'intérêt scientifique. Après son atterrissage sur le noyau, *Philae* fonctionne pendant soixante-trois heures, et fournit des données essentielles à la compréhension de ce qu'est un noyau. *Rosetta* remplit sa mission au-delà de la durée initialement prévue, en la terminant le 30 septembre 2016 par un atterrissage sur le noyau cométaire, après un quasi-sans-faute. Les instruments ont envoyé régulièrement leurs données et les personnels des différents laboratoires impliqués ont travaillé d'arrache-pied pour publier rapidement les premiers résultats de leurs recherches. On avait des indices, on a maintenant des preuves sur la nature d'un noyau cométaire, sa structure, sa composition, ses glaces, sa matière organique, ses poussières. (Chapitre 4, Point d'orgue, *Rosetta*, *Philae* et leur comète)

Comment en est-on passé des dessins de comètes sur des soieries de la Chine du premier millénaire avant J.-C. aux images fabuleuses qui nous révèlent les fantastiques paysages de 67P/Churyumov-Gerasimenko ? C'est cette progression dans l'exploration cométaire qui est racontée ici. Il ne s'agit pas seulement d'un voyage dans l'espace, mais aussi dans le temps, puisque ces études nous permettent de remonter à la formation du Système solaire et à son évolution primordiale.

1

AUX ORIGINES DE L'ASTRONOMIE COMÉTAIRE

■ Premières approches

« Pourquoi donc nous étonner que les comètes, dont le monde nous offre si rarement le spectacle, ne soient pas encore soumises à des lois fixes... Le temps viendra où une étude attentive et poursuivie pendant des siècles fera le jour sur ces phénomènes de la nature... Il naîtra un jour un homme qui expliquera dans quelles régions du ciel errent les comètes, pourquoi elles s'écartent autant des autres planètes, quelles sont leur grandeur et leur nature. »

Sénèque, *Quaestiones naturales, De cometis*, L. VII, c. 64 ap. J.-C.
(Les Belles Lettres, 1923, pour l'édition bilingue)

Préambule

Les comètes sont perçues très tôt comme des objets de fascination et de crainte. Les Anciens, en s'aidant seulement de leurs yeux, pouvaient observer les passages dans le ciel nocturne de ces astres pourvus de larges chevelures* brillantes et de longues queues impressionnantes. Ils ne confondaient probablement pas les étoiles filantes*, météores* ou bolides qui disparaissent très rapidement avec les comètes qui peuvent être visibles pendant plusieurs semaines, voire plusieurs mois, avant de disparaître pour longtemps. Bien avant notre ère, des observations soigneuses ont été faites ; c'est sur des supports divers, quelquefois retrouvés dans des tombes, que l'on accède aux précieux relevés de ces observations et de leurs commentaires.

L'observation du ciel diurne et nocturne est tout à la fois source de croyances et de lois régissant l'astronomie. La course du Soleil dans le ciel, jour après jour, année après année et le cycle de la Lune sont autant de