

# La gravitation

Elle est la plus faible et la plus mystérieuse des forces. De Galilée et la chute des corps à Einstein et les rides de l'espace-temps, les découvertes pour comprendre la gravitation ont révolutionné notre conception de l'Univers.

Stéphanie Ruphy, maître de conférences en philosophie des sciences à l'université de Provence-I, avec la collaboration de Jean-Marc Lévy-Leblond, physicien et épistémologue, professeur émérite de l'université de Nice.

\* L'inertie est la propriété d'un corps de résister à une modification de son état de mouvement.

## ■ Pourquoi les corps tombent-ils ?

Parce qu'ils sont attirés par la Terre. C'est la manifestation la plus familière de la force de gravitation, l'une des forces fondamentales à l'œuvre dans l'Univers. Quand elle est exercée par la Terre, cette force attractive est souvent appelée gravité ou pesanteur. On doit à Galilée la première théorie physique de la chute des corps. Auparavant, l'explication aristotélicienne prévalait depuis près de deux mille ans. Elle s'inscrivait dans la conception d'un monde hiérarchisé, formé de lieux différenciés. Dans le monde sublunaire, ce qu'on nommait « gravité » était une qualité des corps lourds qui tendaient à rejoindre leur « lieu naturel » au centre de la Terre, identifié à celui de l'Univers. Les corps légers, comme le feu, se mouvaient, eux, naturellement vers le haut. Galilée montra que si l'on fait abstraction de la résistance de l'air, tous les corps, lourds et légers, tombent vers le sol avec une même accélération (on sait aujourd'hui que cette accélération vaut environ 9,8 mètres par seconde carrée). Galilée aurait vérifié expérimentalement cette loi à plusieurs reprises, en lâchant du haut d'un édifice des poids inégaux : les poids venaient heurter le sol pratiquement au même instant. Il réalisa également de nombreuses expériences en faisant rouler des boules le long de plans inclinés. Et toutes ces expériences lui permirent de saisir correctement la relation entre force et mouvement : seule l'application d'une force peut modifier l'état de mouvement d'un corps. En l'absence de force, cet état reste inchangé et le corps garde un mouvement

rectiligne uniforme ou reste au repos (c'est le principe d'inertie\*). Mais la relation entre force et mouvement demeurait qualitative chez Galilée. C'est Newton qui en donnera une version quantitative dans ses *Principes mathématiques de philosophie naturelle* parus en 1687, sous la forme de sa seconde loi du mouvement : l'accélération d'un corps est proportionnelle à la force imprimée et s'effectue dans la direction de la droite d'action de cette force. Cette loi est inséparable de deux autres lois énoncées par Newton (la première reprend le principe d'inertie galiléen, la troisième stipule l'égalité de l'action et de la réaction) et l'ensemble de ces trois lois du mouvement ouvrira la route vers la loi de la gravitation universelle.

## ■ Que dit la loi de la gravitation universelle ?

Newton formule l'hypothèse audacieuse selon laquelle la Lune « tombe » sur la Terre de la même manière qu'un objet (une pomme, par exemple) tombe sur le sol. Mais en raison de sa vitesse initiale, la Lune décrit une trajectoire curviligne. Chute verticale et mouvement orbital sont donc des mouvements de même nature. Puis Newton étend cette hypothèse à tout corps céleste en orbite et aboutit à la loi suivante : « Deux corps quelconques s'attirent selon une force proportionnelle au produit de leur masse et inversement proportionnelle au carré de la distance qui les sépare. » En combinant cette loi et ses lois du mouvement, il peut alors retrouver par le calcul les trois lois de Kepler\* régissant le mouvement des planètes

# La gravitation

Elle est la plus faible et la plus mystérieuse des forces. De Galilée et la chute des corps à Einstein et les rides de l'espace-temps, les découvertes pour comprendre la gravitation ont révolutionné notre conception de l'Univers.

Stéphanie Ruphy, maître de conférences en philosophie des sciences à l'université de Provence-I, avec la collaboration de Jean-Marc Lévy-Leblond, physicien et épistémologue, professeur émérite de l'université de Nice.

\* L'inertie est la propriété d'un corps de résister à une modification de son état de mouvement.

## ■ Pourquoi les corps tombent-ils ?

Parce qu'ils sont attirés par la Terre. C'est la manifestation la plus familière de la force de gravitation, l'une des forces fondamentales à l'œuvre dans l'Univers. Quand elle est exercée par la Terre, cette force attractive est souvent appelée gravité ou pesanteur. On doit à Galilée la première théorie physique de la chute des corps. Auparavant, l'explication aristotélicienne prévalait depuis près de deux mille ans. Elle s'inscrivait dans la conception d'un monde hiérarchisé, formé de lieux différenciés. Dans le monde sublunaire, ce qu'on nommait « gravité » était une qualité des corps lourds qui tendaient à rejoindre leur « lieu naturel » au centre de la Terre, identifié à celui de l'Univers. Les corps légers, comme le feu, se mouvaient, eux, naturellement vers le haut. Galilée montra que si l'on fait abstraction de la résistance de l'air, tous les corps, lourds et légers, tombent vers le sol avec une même accélération (on sait aujourd'hui que cette accélération vaut environ 9,8 mètres par seconde carrée). Galilée aurait vérifié expérimentalement cette loi à plusieurs reprises, en lâchant du haut d'un édifice des poids inégaux : les poids venaient heurter le sol pratiquement au même instant. Il réalisa également de nombreuses expériences en faisant rouler des boules le long de plans inclinés. Et toutes ces expériences lui permirent de saisir correctement la relation entre force et mouvement : seule l'application d'une force peut modifier l'état de mouvement d'un corps. En l'absence de force, cet état reste inchangé et le corps garde un mouvement

rectiligne uniforme ou reste au repos (c'est le principe d'inertie\*). Mais la relation entre force et mouvement demeurait qualitative chez Galilée. C'est Newton qui en donnera une version quantitative dans ses *Principes mathématiques de philosophie naturelle* parus en 1687, sous la forme de sa seconde loi du mouvement : l'accélération d'un corps est proportionnelle à la force imprimée et s'effectue dans la direction de la droite d'action de cette force. Cette loi est inséparable de deux autres lois énoncées par Newton (la première reprend le principe d'inertie galiléen, la troisième stipule l'égalité de l'action et de la réaction) et l'ensemble de ces trois lois du mouvement ouvrira la route vers la loi de la gravitation universelle.

## ■ Que dit la loi de la gravitation universelle ?

Newton formule l'hypothèse audacieuse selon laquelle la Lune « tombe » sur la Terre de la même manière qu'un objet (une pomme, par exemple) tombe sur le sol. Mais en raison de sa vitesse initiale, la Lune décrit une trajectoire curviligne. Chute verticale et mouvement orbital sont donc des mouvements de même nature. Puis Newton étend cette hypothèse à tout corps céleste en orbite et aboutit à la loi suivante : « Deux corps quelconques s'attirent selon une force proportionnelle au produit de leur masse et inversement proportionnelle au carré de la distance qui les sépare. » En combinant cette loi et ses lois du mouvement, il peut alors retrouver par le calcul les trois lois de Kepler\* régissant le mouvement des planètes