

# Les Cahiers Clairaut

Hiver 2015-2016

## Éditorial

Depuis la publication des *Principia* de Newton en 1687 le mouvement des planètes autour du Soleil semblait être parfaitement décrit par les lois de la gravitation universelle. Pendant plus de deux siècles ces lois permirent de faire des prévisions toujours vérifiées. Par exemple c'est en appliquant les lois de Newton que fut trouvée une nouvelle planète (Neptune). Arago présenta cette découverte à l'Académie des Sciences en disant « *M. Le Verrier vit le nouvel astre au bout de sa plume* ». Cette théorie marchait si bien que, pendant des décennies, la théorie d'Einstein paraîtra presque superflue. À l'époque le seul désaccord connu concernait un infime détail, celui de l'avance du périhélie de la planète Mercure. Celui-ci avait le mauvais goût de s'écarter de la théorie de Newton de... 43 secondes d'arc... par siècle, soit un degré au bout de 83 siècles.

En novembre 1915, il y a tout juste 100 ans, Einstein présente la théorie de la Relativité Générale, une théorie totalement différente de celle de la gravitation ; elle rendait parfaitement compte de cet écart. Dans cette nouvelle théorie, ce sont les masses elles-mêmes qui déforment l'espace (ou plutôt l'espace-temps) et modifient sa géométrie, obligeant les particules matérielles et la lumière à suivre des chemins particuliers appelés « géodésiques ». Cette interprétation est actuellement joliment résumée par le physicien américain John Wheeler : « *La matière dit à l'espace de se courber et l'espace dit à la matière comment se déplacer* ». On peut donner une sorte d'image de cette déformation de l'espace et de ses conséquences en évoquant une toile élastique sur laquelle on déposerait une lourde boule.

Pour fêter cet anniversaire ce numéro vous convie à une « *promenade dans l'espace-temps* » sans utiliser aucun développement mathématique. Il est accompagné d'un *TP découverte* sur les espaces courbes.

La partie thématique de ces Cahiers Clairaut approfondit le thème du précédent numéro sur les trajectoires des planètes allant jusqu'à une approche de la théorie du chaos.

Les observateurs attentifs aux phénomènes lumineux s'intéresseront aux *halos lunaires et parasélènes* un article vient compléter celui paru dans le numéro 150 intitulé *les parhélies, de faux Soleils dans le ciel*.

Bon ciel à tous

**Christian Larcher, pour l'équipe.**

### Article de fond

#### Promenons-nous dans l'espace-temps

Pacôme Delva, Marie-Christine Angonin p 2

### Avec nos élèves

#### TP à la découverte des espaces courbes

Pacôme Delva, Marie-Christine Angonin p 7

### Thème : LES TRAJECTOIRES

Comment représenter les orbites des planètes p 10

#### Pierre Causeret

p 11

### Jeux

#### Mots croisés en orbite

Pierre Causeret p 14

### Article de fond

#### Chaos dans le système solaire ?

Philippe Robutel p 15

### Avec nos élèves

#### Éléments d'une orbite

François Hurter p 20

### Histoire

#### Évolution des trajectoires des planètes (suite)

Véronique Hauguel, Pierre Causeret p 23

### Histoire

#### Textes anciens

p 28

### Observation

#### Halos lunaires et parasélènes

Anne-Marie Louis p 30

### Reportage

#### Visite au VLT le 10 janvier 2015

Christian Larcher p 34

### Ciel d'hiver

Pierre Causeret p 38

### Vie associative

#### En Particul ... ier

Daniel Paupart p 39

#### Solutions mots croisés

p 40