

# Table des matières

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Données importantes</b>                          | <b>15</b> |
| 1.1      | Les constantes fondamentales . . . . .              | 15        |
| 1.2      | Les principales unités en astronomie . . . . .      | 15        |
| 1.2.1    | L'unité astronomique de distance . . . . .          | 16        |
| 1.2.2    | L'unité astronomique de temps . . . . .             | 16        |
| 1.2.3    | L'unité astronomique de masse . . . . .             | 16        |
| 1.2.4    | L'année-lumière . . . . .                           | 17        |
| 1.2.5    | Les angles . . . . .                                | 17        |
| 1.3      | Données stellaires et planétaires . . . . .         | 18        |
| 1.4      | Les principaux symboles astronomiques . . . . .     | 20        |
| 1.5      | Remarques d'ordre général . . . . .                 | 20        |
| 1.6      | Exercices . . . . .                                 | 20        |
| <b>2</b> | <b>L'étoile Proxima</b>                             | <b>23</b> |
| 2.1      | Les notions essentielles . . . . .                  | 23        |
| 2.1.1    | Les coordonnées équatoriales d'une étoile . . . . . | 23        |
| 2.1.2    | Séparation angulaire stellaire . . . . .            | 25        |
| 2.1.3    | La taille apparente d'un corps céleste . . . . .    | 28        |
| 2.1.4    | La parallaxe d'une étoile . . . . .                 | 29        |
| 2.1.5    | Le parsec . . . . .                                 | 29        |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 2.1.6    | La magnitude d'une étoile . . . . .                                | 30        |
| 2.1.7    | La relation masse-luminosité des étoiles . . . . .                 | 33        |
| 2.1.8    | La température effective d'une étoile . . . . .                    | 34        |
| 2.1.9    | La loi de Planck . . . . .   | 35        |
| 2.1.10   | La composition des étoiles . . . . .                               | 36        |
| 2.1.11   | La gravité à la surface d'un corps céleste . . . . .               | 38        |
| 2.2      | Applications à Proxima . . . . .                                   | 39        |
| 2.2.1    | Proxima sur la sphère céleste . . . . .                            | 39        |
| 2.2.2    | La visibilité de Proxima depuis la Terre . . . . .                 | 40        |
| 2.2.3    | La distance de Proxima au Soleil . . . . .                         | 42        |
| 2.2.4    | La taille de Proxima . . . . .                                     | 42        |
| 2.2.5    | La magnitude de Proxima . . . . .                                  | 43        |
| 2.2.6    | La classe spectrale de Proxima . . . . .                           | 45        |
| 2.2.7    | La masse de Proxima . . . . .                                      | 46        |
| 2.2.8    | La métallicité de Proxima . . . . .                                | 47        |
| 2.3      | Exercices . . . . .  | 47        |
| <b>3</b> | <b>Le système stellaire <math>\alpha</math>-Centauri</b>           | <b>57</b> |
| 3.1      | Les notions essentielles . . . . .                                 | 57        |
| 3.1.1    | Les trois lois de Kepler . . . . .                                 | 57        |
| 3.1.2    | La forme newtonienne de la troisième loi de Kepler . . . . .       | 59        |
| 3.1.3    | Centre de masse d'un système binaire . . . . .                     | 60        |
| 3.1.4    | Troisième loi de Kepler généralisée à un système binaire . . . . . | 61        |
| 3.1.5    | Les éléments orbitaux . . . . .                                    | 61        |
| 3.1.6    | Vitesse de libération . . . . .                                    | 64        |
| 3.1.7    | Mouvement apparent des étoiles sur la sphère céleste . . . . .     | 65        |
| 3.1.8    | Vitesse radiale d'un système binaire . . . . .                     | 69        |
| 3.1.9    | Rotation des étoiles . . . . .                                     | 71        |

---

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 3.2      | Applications à $\alpha$ -Centauri . . . . .   | 71        |
| 3.2.1    | Le système binaire $\alpha$ -Centauri AB . . . . .  | 72        |
| 3.2.2    | L'orbite de Proxima autour de $\alpha$ -Centauri AB . . . . .                             | 75        |
| 3.2.3    | La visibilité de $\alpha$ -Centauri A et $\alpha$ -Centauri B depuis<br>Proxima . . . . . | 79        |
| 3.2.4    | Le mouvement apparent de $\alpha$ -Centauri sur la sphère céleste                         | 80        |
| 3.2.5    | Le mouvement propre de $\alpha$ -Centauri AB en coordonnées<br>horizontales . . . . .     | 82        |
| 3.3      | Exercices . . . . .   | 83        |
| <b>4</b> | <b>L'exoplanète Proxima b</b>   | <b>99</b> |
| 4.1      | Les notions essentielles . . . . .  | 100       |
| 4.1.1    | Vitesse orbitale d'une planète . . . . .  | 100       |
| 4.1.2    | Détection d'une exoplanète . . . . .  | 100       |
| 4.1.3    | Résonance spin-orbite . . . . .   | 106       |
| 4.1.4    | La longueur du jour . . . . .   | 106       |
| 4.1.5    | La limite de roche autour d'une étoile . . . . .  | 108       |
| 4.1.6    | La température d'équilibre d'une planète . . . . .  | 109       |
| 4.1.7    | La zone habitable dans un système planétaire . . . . .                                    | 112       |
| 4.1.8    | Moment cinétique d'un système planétaire . . . . .  | 114       |
| 4.2      | Applications à Proxima b . . . . .  | 116       |
| 4.2.1    | La vitesse orbitale de Proxima b . . . . .  | 116       |
| 4.2.2    | La masse de Proxima b . . . . .   | 117       |
| 4.2.3    | La durée du jour sur Proxima b . . . . .  | 118       |
| 4.2.4    | Le diamètre apparent de Proxima . . . . .   | 118       |
| 4.2.5    | Quelle est la brillance de $\alpha$ -Centauri AB depuis Proxima<br>b? . . . . .           | 119       |
| 4.2.6    | La température à la surface de Proxima b . . . . .  | 120       |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 4.2.7    | L'éclairement énergétique au niveau de la planète . . . . .   | 124        |
| 4.2.8    | La gravité à la surface de Proxima b . . . . .                | 125        |
| 4.2.9    | Moment cinétique du système planétaire de Proxima . . . . .   | 125        |
| 4.2.10   | Autres informations sur Proxima b . . . . .                   | 126        |
| 4.3      | Exercices . . . . .   | 129        |
| <b>5</b> | <b>Le système planétaire de Proxima</b>                       | <b>135</b> |
| 5.1      | Une seconde planète autour de Proxima? . . . . .              | 135        |
| 5.1.1    | L'exoplanète Proxima b . . . . .                              | 136        |
| 5.1.2    | L'exoplanète candidate Proxima c . . . . .                    | 137        |
| 5.2      | Les configurations planétaires . . . . .                      | 138        |
| 5.2.1    | Conjonction et opposition . . . . .                           | 138        |
| 5.2.2    | Elongation . . . . .  | 140        |
| 5.2.3    | Application au système planétaire de Proxima . . . . .        | 142        |
| 5.3      | Les éclipses stellaires . . . . .                             | 142        |
| 5.3.1    | Conditions d'éclipse totale . . . . .                         | 142        |
| 5.3.2    | Application au système planétaire de Proxima . . . . .        | 143        |
| 5.4      | Période synodique d'une planète . . . . .                     | 145        |
| 5.4.1    | Définition . . . . .  | 145        |
| 5.4.2    | Application au système planétaire de Proxima . . . . .        | 147        |
| 5.5      | Angle de phase d'une planète . . . . .                        | 148        |
| <b>6</b> | <b>Exercices supplémentaires</b>                              | <b>151</b> |
| 6.1      | Les raies d'absorption solaire du spectre visible . . . . .   | 151        |
| 6.2      | Analyse d'une courbe de vitesse radiale . . . . .             | 152        |
| 6.3      | Masse des exoplanètes détectées par vitesse radiale . . . . . | 155        |
| 6.4      | Impact météoritique sur Proxima b . . . . .                   | 156        |
| 6.5      | Structure interne de Proxima b . . . . .                      | 158        |

---

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 6.5.1  | Généralités . . . . .  | 158 |
| 6.5.2  | Hypothèse 1 : planète tellurique . . . . .                                       | 159 |
| 6.5.3  | Hypothèse 2 : planète océan . . . . .  | 160 |
| 6.6    | Des volcans sur Proxima b? . . . . .   | 163 |
| 6.7    | La durée du jour sur Proxima b . . . . .   | 166 |
| 6.7.1  | La période de révolution est plus grande que la période<br>de rotation . . . . . | 167 |
| 6.7.2  | La période de révolution est plus courte que la période<br>de rotation . . . . . | 168 |
| 6.7.3  | Application à Proxima b . . . . .  | 168 |
| 6.8    | Définition bifocale d'une ellipse . . . . .                                      | 169 |
| 6.9    | Proxima dans la Galaxie . . . . .  | 172 |
| 6.9.1  | Les coordonnées galactiques de Proxima . . . . .                                 | 172 |
| 6.9.2  | L'orbite galactique de Proxima . . . . .   | 174 |
| 6.10   | La durée de vie de l'étoile Proxima . . . . .                                    | 175 |
| 6.10.1 | D'où vient l'énergie des étoiles? . . . . .                                      | 176 |
| 6.10.2 | Application au Soleil et à Proxima . . . . .                                     | 177 |
| 6.11   | La parallaxe de $\alpha$ -Centauri AB . . . . .                                  | 179 |
| 6.12   | Bilan . . . . .  | 182 |