

## La naissance de la vie : de l'évolution prébiotique à l'évolution biologique

### Introduction générale

- La question des origines : entre science et philosophie
- Définir la vie : propriétés, organisation et émergence
- Les conditions primordiales sur la Terre primitive

### Partie I – L'évolution prébiotique : la chimie avant la biologie

#### 1. La Terre primitive et ses environnements

- Formation du système solaire et de la Terre
- Atmosphère primitive et océans précoces
- Sources d'énergie : foudre, volcanisme, rayonnement ultraviolet

#### 2. La chimie prébiotique

- Synthèse des molécules organiques simples (expérience de Miller-Urey)
- Rôles des minéraux, argiles et surfaces catalytiques
- Concentration et polymérisation des biomolécules

#### 3. Des molécules à la complexité biologique

- Les acides aminés, sucres et bases azotées
- Formation des peptides, ARN et lipides
- Les premières structures auto-assemblées (coacervats, protocellules)

### Partie II – L'apparition des premiers systèmes vivants

#### 4. L'hypothèse du monde à ARN

- L'ARN comme molécule à double fonction : catalyse et stockage de l'information
- Les ribozymes et les premières réactions auto-répliquatives
- Passage au monde à ADN et protéines

#### 5. Les premières cellules

- Formation des membranes et compartimentation
- Métabolismes primitifs : chimiosynthèse et fermentation
- Adaptations aux conditions extrêmes (thermophiles, halophiles, etc.)

#### 6. Les archives fossiles et les traces de la vie ancienne

- Stromatolithes et microfossiles
- Signatures isotopiques du carbone et du soufre
- Datation des premières formes de vie (3,5 à 3,8 milliards d'années)

### Partie III – De l'évolution chimique à l'évolution biologique

#### 7. L'évolution des premiers génomes

- Mutation, sélection et diversification
- Coopération entre molécules et émergence de la complexité
- Apparition des premiers réseaux métaboliques

#### 8. La diversification du vivant primitif

- Domaines du vivant : Archées, Bactéries, Eucaryotes
- Endosymbiose et origine des mitochondries et chloroplastes
- Les grandes innovations biologiques

#### 9. La continuité entre prébiotique et biologique

- Les frontières floues entre chimie et biologie
- Modèles contemporains de l'origine de la vie
- Perspectives astrobiologiques : la vie ailleurs

### Conclusion générale

- L'origine de la vie : un continuum de complexification
- Ce que la recherche actuelle nous apprend
- Implications philosophiques et scientifiques sur la place de la vie dans l'univers