

PROSPECTIVES INEE – DECEMBRE 2021 (14-16 décembre 2021 à La Rochelle)

Atelier : « Qu'est-ce que le vivant ? » (14 décembre 15h30 – 18h30)

Organisateurs : Puri Lopez-Garcia, Jean-Michel Drezen

Contacts INEE : Philippe Jarne, Geneviève Prévost, Agnès Mignot

Contexte : Admettons que, pour le biologiste, une définition relativement consensuelle du vivant soit sa capacité à produire des copies (presque) conformes à l'original grâce à la carte-mémoire que constitue le code génétique de l'ADN. Est-ce que d'autres voies d'approches (complémentaires ?) de la même question « qu'est-ce que le vivant », peuvent être proposées, telles que :

- a) le vivant s'oppose à l'inerte : en puisant des éléments extérieurs dans l'environnement (ce qui génère de la compétition), le vivant maintient un certain ordre qui lui est propre et coûte de l'énergie (ce qui génère de la sélection) ;
- b) le vivant présente une certaine unicité via un langage commun que représente le code génétique, très majoritairement représenté par l'ADN (Quid des virus et viroïdes ?) ; jusqu'à certaines limites, liées aux modes de reproduction, cette information génétique peut circuler au sein du « vivant » ;
- c) le vivant génère de la variabilité dont les origines sont à la fois intrinsèques, liées aux erreurs lors de la transmission de l'information génétique, et extrinsèques liées aux influences de l'environnement (épigénétique) ;
- d) l'origine spatiale et temporelle de la biodiversité se confond avec l'origine du vivant.

Objectifs : Analyser les définitions et propriétés essentielles du vivant selon différents points de vue et établir une définition opérationnelle qui délimite quand un système chimique devient biologique. On pourra aborder toutes les méthodes et modèles qui permettent d'appréhender les origines du vivant comme transition évolutive majeure et retracer son (ses) histoire(s).

Format

Démi-journée, 3h

1.5 h – contexte et intervenants, 3 x 20 min (20 min + 5 min questions)

- Introduction générale
- Définir le vivant, l'avis du philosophe. [Christophe Malaterre](#)
- Origine, diversité, inévitabilité (?) des virus et d'autres parasites génétiques. [M. Krupovic](#)
- Transition non-vivant/vivant : [Philippe Nghe](#)

1.5 h – discussion cadrée

Animateur : [Denis Roze](#)

Questions orientées vers les éclairages qui peut apporter l'INEE sur la question, pistes :

- Théorie de l'évolution, dérive vs sélection, déterminisme vs chance
- Théorie de l'écologie, flux de matière, cycles biogéochimiques, entropie des systèmes bio/écologiques
- Quels outils et approches pour avancer ? : interdisciplinarité, modélisation, évolution expérimental, phylogénie moléculaire, (méta)génomique...

Eléments possibles de discussion – P. Lopez-Garcia, P. Jarne, JM Drezen, G. Prévost

1. Définir le vivant, quelle utilité ?

- Le grand paradoxe : La biologie boude se prononcer sur ce qui est la vie ou le vivant alors que c'est le cœur même de la discipline. Difficultés à la définir,
- Qu'est-ce qu'il y a dans une définition ? Listes de traits (peu utile), propriétés, propriétés essentielles. Philosophie et science. Les définitions scientifiques.
- Pourquoi définir la vie/le vivant ? La biologie doit s'intéresser à une définition **scientifique** et pragmatique, **opérationnelle** du vivant. Trois raisons importantes : éviter que des collectifs non-scientifiques définissent la vie aussi pour la science (barrière aux créationnismes divers), déterminer l'origine de la vie (quand est-ce qu'un système chimique devient biologique ?), identifier la vie ailleurs dans l'univers.
- Les propriétés essentielles du vivant : métabolisme et génétique, c'est-à-dire capacité à transformer de la matière et de l'énergie (système loin de l'équilibre thermodynamique) et porter d'information capable d'évoluer (réplication et reproduction soumises à la sélection naturelle)
- Définitions du vivant : des définitions extrêmes (métabolisme-centrées ou génétique-centrées) aux définitions consensuelles du vivant. NASA : système chimique capable de s'auto-entretenir et d'une évolution darwinienne.
- Cas conflits : virus et parasites moléculaires, cellules parasites

2. Origine de la vie : de la chimie à la biologie

- Passage d'une chimie organique complexe à la biochimie, c'est-à-dire, transition d'une « évolution » chimique à l'évolution biologique (darwinienne). Première grande transition évolutive.
- Question à la confluence des disciplines : astrophysique, astrochimie, géologie/planétologie, géochimie, chimie, qui apportent des approches « bottom-up » (formation d'atomes et molécules, contexte planétaire, conditions d'apparition de la vie sur Terre, chimie prébiotique) et biologie, qui apporte une approche « top-down » (identification des propriétés essentielles de la vie, mécanismes de l'évolution –e.g. balance sélection naturelle-dérive – mutation, transfert de gènes, adaptation).
- Modèles d'origines de la vie – vers une convergence nécessaire. Les approches de la biologie synthétique et de la chimie de systèmes. Métabolisme d'abord, génétique d'abord, ou les deux en même temps.
- L'origine (inévitable) des parasites moléculaires – virus et d'autres répliqueurs égoïstes. « Cheaters » en tout genre.
- Le nœud gordien : l'origine du code génétique – le lien entre un message codé (gènes) et la fonction exprimé (protéines)
- Hasard versus nécessité = chance vs déterminisme (\approx dérive vs sélection naturelle) à l'origine de la vie. Quel rôle relatif pour les deux ? Débat toujours actif illustré par les positions de Monod (origine improbable) vs de Duve (origine très probable, étant données certaines conditions initiales). La réponse conditionne l'espoir de retrouver la vie ailleurs dans l'univers.

- L'origine de la vie est l'origine de la biodiversité. Origine unique ou multiple ? Mécanismes de l'évolution. Remettre la biodiversité à la bonne échelle spatiale et temporelle : l'importance du monde microbien (archées, bactéries, eucaryotes unicellulaires)
- Grandes transitions évolutives (en individualité) : vie, cellule eucaryote, multicellularités complexes (tissus plus ou moins organisés). Rôle de la dérive et de la sélection, de la coopération et de la compétition.

3. Perspectives INEE dans ce contexte

- Contribuer à l'interdisciplinarité sur la question des origines. Raffiner les approches top-down – mieux comprendre l'histoire (phylogénie) de la vie sur Terre.
- Comprendre et contextualiser l'ampleur de la biodiversité – mieux intégrer la biodiversité microbienne connue et méconnue (nouvelles branches du vivant) et celle des animaux, plantes, champignons et autres espèces modèle. Reconstruire et comprendre « l'arbre de la vie ».
- Mécanismes de l'évolution – vers une théorie globale de l'évolution. Dérive et sélection naturelle, mutation et transfert horizontal de gènes à l'origine des adaptations. Différents mécanismes et processus prédominant en fonction des grands groupes structuraux (procaryotes vs eucaryotes) et phylogénétiques (domains, phyla, etc.)
- Mécanismes de l'écologie – vers une théorie écologique globale qui explique l'assemblage des communautés et des écosystèmes depuis l'origine de la vie à travers l'espace et le temps. Spéciation (diversification), migration (dispersion), extinction (sélection), dérive – ces processus se déclinent différemment pour les communautés procaryotes et eucaryotes. Intégrer l'écologie microbienne à la théorie écologique et vice-versa.
- Quand et comment apparaissent les processus à l'œuvre en évolution et en écologie ? A l'origine de la vie ? Avant ? Quelle importance pour l'origine de la vie ?
- Coopération et compétition dans l'histoire des grandes transitions évolutives
- Approches expérimentales sur l'origine de la vie. Biologie (phylogénétiquement informée ?) de systèmes, évolution in vitro et in silico
- Ouvrage de vulgarisation : clarifier le débat, aller à l'essentiel, traduire les concepts fondamentaux pour les étudiants et le grand public curieux