

cité

sciences
et industrie

conférences

les récits

cycles thématiques,
tables rondes, projections

septembre 2021
— janvier 2022



© Gettyimages



accès gratuit
cite-sciences.fr
M > Porte de la Villette

en partenariat avec



avec le soutien de



Cycle *Les récits* : 30 rendez-vous, les mardis et jeudis, à l'auditorium de la Cité des sciences et de l'industrie, et sur YouTube. En novembre, ne manquez pas :

> Odyssée humaine : derniers rebondissements

les mardis de novembre à 19h

La découverte d'outils taillés, le génie bâtisseur des Néandertaliens, le rôle des femmes préhistoriques..., laissez-vous surprendre par vos ancêtres.

9 NOVEMBRE

Denisova, Naledi, Flores, la famille Homo s'agrandit
Sylvana Condemi, paléoanthropologue (CNRS-Université d'Aix-Marseille)

16 NOVEMBRE

Les premiers outils, façonnés par Lucy ?
Sandrine Prat, paléoanthropologue (CNRS-MNHN)

23 NOVEMBRE

Grotte de Bruniquel : Néandertal bâtisseur
Jacques Jaubert, préhistorien (CNRS-Université de Bordeaux)

30 NOVEMBRE

Le rôle des femmes préhistoriques : nouveau regard
Marylène Patou-Mathis, préhistorienne (CNRS-MNHN)

> Les plus légers que l'air s'envolent vers de nouveaux horizons

mardi 3 novembre à 14h30

Ballons et dirigeables, dont l'origine est ancienne, offrent des possibilités de développement dans différents domaines.

Séance publique de l'Académie de l'air et de l'espace

14H30

Les nouvelles perspectives pour les dirigeables
Pascal Taillandier, chef de projets Dirigeables de l'Onera

15H30

Des ballons stratosphériques pour la science et la technologie
Vincent Dubourg, sous-directeur Ballons au Cnes

SAMUEL ALIZON

est directeur de recherche
au CNRS au sein du laboratoire
Mivegec à Montpellier.
Il est membre de l'équipe
Évolution théorique et
expérimentale, qui travaille sur la
modélisation des maladies
infectieuses, notamment
l'épidémie de Covid-19 depuis
début mars 2020.



Avec le Covid-19, la modélisation des épidémies s'ouvre aux données massives

Depuis le début de la pandémie, les modélisateurs s'activent pour décrire son évolution. Cette mobilisation a eu plusieurs conséquences majeures sur leur discipline. Le point avec Samuel Alizon, un des acteurs clés du domaine en France.

Pourquoi étudier les maladies infectieuses quand on est un biologiste de l'évolution ?

Il existe beaucoup de liens entre l'écologie évolutive et l'épidémiologie. D'abord, il y a une grande similitude méthodologique et conceptuelle. Les outils utilisés en épidémiologie sont, au départ, des outils de la dynamique des populations servant à suivre des fluctuations dans les tailles de populations, qu'il s'agisse de mammifères ou de bactéries.

Il y a aussi des liens plus biologiques. Les maladies infectieuses sont principalement causées par des microbes – virus, bactéries, parasites – qui évoluent très vite. En vingt ans, on dénombre à peu près autant de générations du virus de l'immunodéficience humaine (VIH) au sein d'une personne porteuse que de générations d'*Homo sapiens* depuis son apparition. De plus, la vitesse d'évolution des microbes est plus élevée que dans d'autres circonstances, car ils affrontent des contraintes sélectives très fortes du fait des réponses immunitaires de leurs hôtes.

Cette évolution rapide peut modifier la manière dont les épidémies se propagent. On parle de « boucle de rétroaction ». La propagation des épidémies façonne des pressions de sélection sur les microbes et, en retour, leur évolution modifie la façon dont ils se propagent. Prenez l'antibiorésistance. La propagation d'une bactérie dans la population entraîne l'utilisation de traitements antibiotiques, lesquels engendrent une pression de sélection qui favorise la propagation de souches bactériennes antibiotiques. D'où l'importance d'étudier en même temps la propagation d'une épidémie et l'évolution du microbe qui en est responsable.

La modélisation des épidémies s'est-elle toujours appuyée sur cette approche évolutive ?

Non, il y a eu un va-et-vient des outils théoriques entre la dynamique des populations et l'épidémiologie. Une personne qui a beaucoup contribué à renforcer ce lien est Robert May. Ce physicien théoricien britannique d'origine australienne s'est pris de passion pour l'écologie théorique dans les années 1970. Il a apporté des contributions majeures à la dynamique des populations animales avant de contribuer à l'essor de l'épidémiologie mathématique moderne. Dans son étude sur le virus de la myxomatose en 1982, il a aussi été parmi les premiers à inclure l'évolution biologique en épidémiologie. Mais cela est vraiment rentré dans les mœurs dix à vingt ans plus tard.

En quoi consiste la modélisation des épidémies ?

Il y a principalement trois grandes raisons de modéliser. Souvent, le modélisateur se focalise sur l'une des trois, ce qui influe sur la démarche et les outils utilisés. La première raison est la description. À partir du moment où

l'on suit une épidémie, où l'on représente, par exemple, une carte de France avec le nombre de cas, un modèle est sous-jacent. Cette partie descriptive met en jeu principalement des outils de la modélisation statistique. On essaye de décrire au mieux l'épidémie au vu des observations et en tenant compte du fait qu'une observation est toujours biaisée – on n'observe jamais le virus en train de se transmettre, on ne voit que des manifestations de l'épidémie.

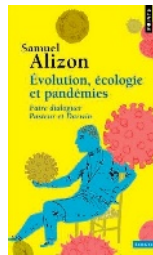
La deuxième raison de modéliser est la compréhension. Un modèle commence d'ailleurs toujours par présenter ses hypothèses. Cela permet de dialoguer, de confronter les idées et les interprétations. Pour ce type d'approches, on s'appuie en général sur une modélisation plus mathématique. En pratique, on utilise souvent les connaissances issues d'une approche descriptive (et de modèles statistiques) pour façonner les équations reflétant les hypothèses de base.

Cette partie est très utile pour s'affranchir des biais du cerveau. Par exemple, ce dernier a du mal à appréhender la croissance exponentielle, comme celle d'une épidémie qui doublerait en taille tous les trois jours. Le fait qu'il faille la même durée pour passer de 16 à 32 personnes infectées et de 160 000 à 320 000 est complètement contre-intuitif. Avec un modèle, cela devient trivial. De même, notre cerveau perçoit mal les interactions de phénomènes, comme la variation de la létalité de l'infection en fonction de l'âge, un ingrédient clé pour comprendre la dynamique hospitalière dans le cadre du Covid-19.

Ces modèles mathématiques aident à décorer les processus sous-jacents, à examiner sous quelles conditions on reproduit les tendances observées. Il y a donc toujours une question de recherche associée et, selon la question posée, on n'utilisera pas le même modèle. En fait, pour une même question on pourra élaborer des modèles différents, du fait de leurs hypothèses ou des techniques qu'ils mettent en jeu. C'est pourquoi il y a une vraie valeur ajoutée à avoir différentes équipes confrontant leurs approches. Si les analyses concordent, ce consensus donne plus de poids à l'interprétation. Si elles divergent, c'est une motivation pour mieux comprendre les processus.

On modélise aussi pour anticiper...

En effet, la prédiction est la troisième raison de modéliser même si on préfère parler de « scénarios », car personne ne peut prédire l'avenir. La propagation d'une épidémie dépend de trois composantes. La première est biologique. Elle inclut des paramètres classiques tels que la contagiosité ou la durée de l'infection, mais aussi des phénomènes plus variables tels que l'évolution du virus, de sa virulence, de son échappement au système immunitaire. Au



À LIRE

Samuel Alizon a récemment publié **Évolution, écologie et pandémies**, Seuil, 2020.