

Séquence de classe

Cycle 4 (SVT)

La démarche scientifique en recherche médicale

Cette ressource peut s'inscrire dans le projet Aux origines des maladies (séquence 6/6).

Certaines maladies sont déclenchées par une combinaison de facteurs qui interagissent (certains sont liés à notre génotype, d'autres à nos comportements, à notre microbiote...). Pour démêler tout cela, les scientifiques doivent s'appuyer sur de très nombreuses données médicales et sur des connaissances biologiques, mais aussi sociologiques, historiques...

Le projet s'est focalisé jusqu'ici sur un contexte précis : les caries et l'alimentation sucrée. Dans cette séquence, nous abordons d'autres maladies. Multiplier les exemples permet à l'élève de détourner son attention de l'exemple présenté (les caries) pour accéder à la compréhension du concept sous-jacent (la démarche scientifique et les savoirs permettant de déterminer les multiples facteurs qui façonnent le phénotype).

Les élèves vont découvrir des interviews de scientifiques de l'Institut Pasteur. Tous travaillent sur des maladies différentes, avec des méthodes qui leur sont propres. Ce qu'ils ont en commun, c'est d'employer une méthodologie rigoureuse pour chercher à décrypter la complexité des facteurs en cause dans une maladie donnée. Pour l'enseignant, c'est l'occasion de montrer aux élèves la science en train de se faire, et de découvrir des femmes et des hommes qui œuvrent à la production de savoirs dont notre société bénéficie. La connaissance scientifique tire sa légitimité du processus à partir duquel elle est construite et c'est ce qui la distingue des opinions personnelles.

Les objectifs résumés de la séquence 6 :

- Viser le transfert du concept enseigné (les facteurs qui façonnent le phénotype).
- Présenter les acteurs de la science d'aujourd'hui, les questions qu'ils se posent, les outils qu'ils mobilisent.
- Évoquer le processus de production des savoirs et la distinction entre opinion et connaissance.

Note : Dans les cinq premières séquences du projet, nous avons évité d'évoquer des maladies graves. Dans les activités suivantes, nous parlons de maladies pulmonaires, neurodégénératives... Ces exemples servent notre propos et illustrent l'importance pour nos sociétés de s'appuyer, quand l'enjeu est important, sur des savoirs fiables issus de méthodes rigoureuses. Cependant, l'enseignant veillera à parler de ces sujets avec tact. Il peut tout aussi bien changer d'exemples ou conserver un discours plus abstrait pour éviter de heurter certains élèves.

Activité 1 : Une révolution scientifique

Résumé	
Discipline	SVT
Déroulé et modalités	Les élèves visionnent la première interview d'un scientifique et répondent à un questionnaire.
Durée	30 minutes (moins si la vidéo a été découverte en amont du cours)
Matériel	Par élève : <ul style="list-style-type: none">• la vidéo d'un scientifique ;• ordinateurs ou tablettes avec casques audio ;• un questionnaire (fiche 1).
Message à emporter	
<p>Connaissance (SVT) : Pour étudier les maladies, les scientifiques mettent en place des protocoles d'observation rigoureux : ils comparent un grand nombre de données médicales provenant de nombreux individus (certains sains et d'autres malades). Ils découvrent ainsi progressivement les facteurs environnementaux et génétiques responsables de la maladie étudiée, puis recherchent des traitements adaptés.</p> <p>Compétence (SVT) : Un savoir scientifique est le résultat d'une démarche rigoureuse et collective.</p>	

L'enseignant peut demander aux élèves de visionner la [vidéo](#) avant la séance. Sinon, il montre la vidéo une première fois, distribue le questionnaire, puis offre la possibilité aux élèves de la revoir.

Dans cette vidéo, le scientifique présente un message clé : la recherche médicale a récemment changé d'approche. Conscients d'être face à des systèmes complexes, les scientifiques mobilisent désormais de grands jeux de données (beaucoup de patients, beaucoup d'informations médicales) pour décrypter les facteurs à l'origine des maladies. Ils tentent aussi d'apporter des solutions personnalisées aux patients. C'est en réalisant cette complexité que chaque citoyen percevra l'importance de ne pas véhiculer des idées reçues ou des opinions personnelles sur ces sujets délicats et accordera une confiance éclairée aux experts de santé.

En classe, l'enseignant distribue à chaque élève le questionnaire de la [fiche 1](#). Celui-ci est organisé en deux parties : la première ne porte pas sur le discours du scientifique, mais sur une affirmation simpliste (un témoignage personnel). Les élèves doivent reconnaître une erreur déjà rencontrée dans la [séquence 2](#) (généralisation abusive), puis émettre l'idée que plusieurs facteurs (dont le tabac) pourraient être nécessaires pour que la maladie se déclenche (deux individus fument, mais l'un des deux seulement

possède d'autres facteurs de vulnérabilité), comme cela a été vu dans la [séquence 3](#). Comprendre les causes d'une maladie grave ne peut pas se faire sur la base de quelques témoignages personnels ; il faut étudier de grands jeux de données.

La deuxième partie du questionnaire porte sur l'interview du scientifique. Celui-ci présente les protocoles mis en place pour déterminer les facteurs à l'origine d'une maladie (ce que les élèves ont déjà vu lors de la [séquence 2](#)). Ces protocoles impliquent de constituer des groupes composés d'un grand nombre d'individus malades, d'une part, et sains (les témoins), d'autre part. C'est en comparant ces deux groupes que l'on peut identifier des facteurs de risque. Comme les maladies étudiées sont complexes et multifactorielles, il faut observer un grand nombre de patients. Dans la question 3, on réalise que, si l'on ne s'appuie que sur deux patients, on ratera au moins une des causes de la maladie.

Le scientifique explique qu'il faut aussi étudier un grand nombre de données médicales. Ainsi, fumer peut ne pas suffire à déclencher une maladie pulmonaire ; celle-ci n'apparaîtra que si le patient a, par ailleurs, certains gènes qui le rendent vulnérable. C'est pourquoi il arrive que, parmi différents individus ayant adopté les mêmes comportements risqués, une partie seulement tombe malade. Pour progresser, la recherche médicale a donc besoin de nombreuses données (habitudes de vie des individus, données génétiques, données biologiques...).



Activité 2 : Au cœur des laboratoires scientifiques

Résumé	
Discipline	SVT
Déroulé et modalités	Les élèves visionnent des interviews de scientifiques qui présentent la manière dont ils/elles mènent leurs investigations. Les maladies étudiées et les méthodes diffèrent. Ensuite, les élèves mettent en commun les informations collectées et discutent de la recherche médicale.
Durée	Une séance d'une heure
Matériel	Par élève : <ul style="list-style-type: none">• les autres interviews de scientifiques ;• ordinateurs ou tablettes avec casques audio ;• des documents pour l'analyse (fiche 2).
Message à emporter	
Compétence (SVT) : Un savoir scientifique est le résultat d'une démarche rigoureuse et collective.	

Dans chacune des autres vidéos de la série, un scientifique explique sa manière de résoudre des problématiques de santé humaine. Nous pourrions résumer leurs investigations scientifiques ainsi :

- Camille Berthelot, chercheuse à l'Institut Pasteur, compare les génomes des humains et ceux d'autres grands singes pour identifier les gènes impliqués dans les menstruations, afin de traquer les mutations à l'origine d'une maladie appelée endométriose.
- Christophe Zimmer, professeur à l'Institut Pasteur, travaille sur des algorithmes d'intelligence artificielle. En médecine, l'IA peut aider au diagnostic de maladies, mais aussi à la compréhension des facteurs à l'origine de pathologies.
- Tamara Giles-Vernick, chercheuse à l'Institut Pasteur, étudie, dans les forêts africaines, la manière dont les humains interagissent avec la faune locale, notamment les grands singes, afin de mieux comprendre l'émergence de maladies appelées zoonoses.
- Nicolas Rascovan, chercheur à l'Institut Pasteur, collecte l'ADN piégé dans le tartre d'humains ayant vécu il y a des centaines, voire des milliers d'années. Il reconstitue ainsi l'évolution de notre microbiote oral et la manière dont des facteurs environnementaux le façonnent.

L'enseignant organise la classe en groupes : dans un premier temps, chaque groupe étudie une vidéo ; dans un second temps, les élèves présentent au reste de la classe ce qu'ils ont découvert. Pour préparer

cette phase, le professeur distribue à chaque groupe quelques documents ([fiche 2](#)). Les élèves s'appuieront sur ces derniers pour faire leur bref exposé.

Les vidéos mettent chacune l'accent sur une technique en particulier : l'approche évolutive, l'intelligence artificielle, l'étude des comportements humains, l'analyse de l'ADN microbien ancien. Les élèves doivent expliquer, documents à l'appui, la démarche présentée par le scientifique. Les vidéos ne sont pas simples à comprendre. L'enseignant devra circuler dans les rangs pour répondre aux questions des élèves, et les aider à s'appropriier les documents et le message du chercheur. Certaines vidéos peuvent être mises de côté.

Lors du bilan, l'enseignant aura l'occasion d'illustrer de manière concrète et vivante ce que l'on appelle « démarche scientifique ». Les chercheurs se posent une question (qu'est-ce qui déclenche l'endométriose ? certaines maladies neurodégénératives ? certaines pandémies liées à des zoonoses ? certaines maladies métaboliques actuelles ?). Ensuite, avec leurs outils et leurs méthodes propres, ils mènent des investigations pour collecter des indices. Nous découvrons là une image de la science assez éloignée de la vision caricaturale que l'on trouve parfois (le scientifique qui, en solitaire, réalise l'expérience décisive qui démontre un savoir). Au contraire, nous rencontrons des chercheurs travaillant en équipe pour apporter une petite brique de connaissance, laquelle, un jour peut-être, contribuera à une découverte importante. Nous voyons aussi que les expérimentations ne sont pas les seuls outils à la disposition du scientifique : observer, décrire, comparer différents objets (les gènes des humains et ceux d'autres grands singes, la conformation de protéines d'individus sains ou malades, les interactions entre humains et gorilles ou entre humains et chimpanzés, le microbiote présent ou ancien...) par différentes techniques (phylogénétique, informatique, questionnaires et observation, génétique...) permet de faire progresser (pas à pas) notre connaissance.



Fiche 1 : Questionnaire pour la vidéo introductive

- > Avant de regarder (ou de redécouvrir) l'interview de Thomas Bourgeron, chercheur à l'Institut Pasteur, lis l'affirmation suivante : « Je connais quelqu'un qui a beaucoup fumé toute sa vie, mais se porte bien. Fumer n'est donc pas dangereux. »

Question 1 : À laquelle de ces deux cartes peut-on associer cette affirmation ?

Généralisation abusive

C'est une conclusion générale que l'on tire à partir d'un nombre trop petit d'observations. Une conclusion n'est fiable que lorsqu'elle s'appuie sur des observations suffisamment nombreuses pour qu'on soit sûr qu'il ne s'agisse pas d'un simple hasard.

Exemple: je connais deux Anglais sympas. Tous les anglais sont sympas.

Idée reçue

C'est une opinion répandue que l'on considère comme allant de soi: elle est tellement évidente qu'elle n'aurait plus besoin d'être démontrée. Sans preuve, une opinion populaire ne peut pas être considérée comme fiable au seul prétexte que « tout le monde le dit » ou « tout le monde le sait ».

Exemple: tout le monde dit que les cheveux repoussent plus vite quand la Lune est montante, mais c'est faux.

Question 2 : Explique pourquoi cette seule observation ne permet pas de conclure que le tabac n'a aucun rôle dans le déclenchement de maladies.

- > Visionne maintenant l'interview de Thomas Bourgeron et réponds aux questions suivantes.
- Thomas dit que pour comprendre une maladie, il faut « beaucoup de patients et beaucoup de témoins ».

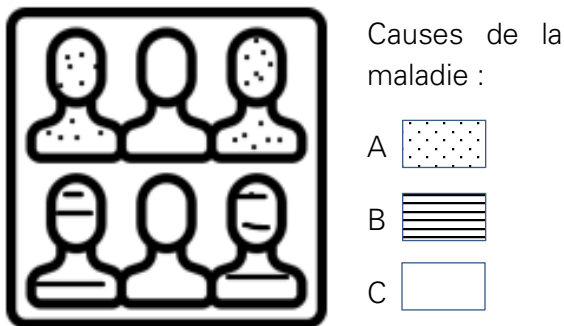
Question 1 : Qu'est-ce qu'un « témoin » ?

- A. Un individu qui est très malade.
- B. Un individu qui n'est pas malade.

Question 2 : Pourquoi a-t-on besoin de témoins ?

- A. On doit comparer les malades aux témoins pour déterminer les causes de la maladie.
- B. On essaie d'étudier le plus de monde possible pour mieux comprendre la maladie.

Question 3 : On veut comprendre pourquoi on a besoin de *beaucoup* de patients et de *beaucoup* de témoins. Voici six patients touchés par la même maladie. En réalité, cette maladie a trois causes différentes (c'est ce que représentent les figurés). **Que se passe-t-il si on étudie seulement deux patients au lieu de six ?**

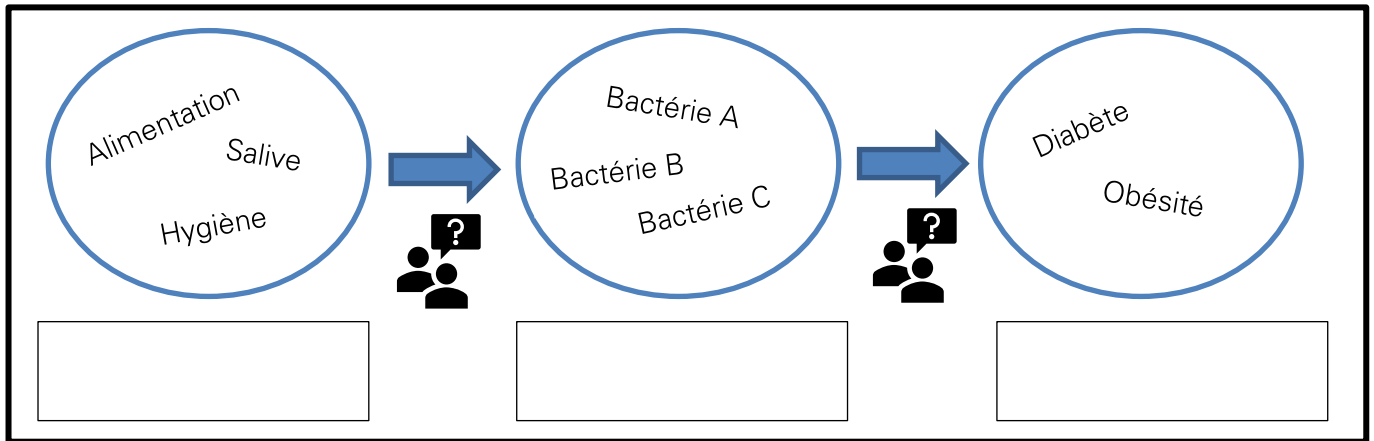


- A. Ça ne change rien pour déterminer les causes de la maladie.
 - B. Ça va permettre de détecter plus de causes de la maladie.
 - C. Ça va empêcher de détecter toutes les causes de la maladie.
- Thomas dit aussi que l'on a besoin de *beaucoup de données* sur les patients et les témoins.

Question 4 : Reprenons l'exemple du tabac. Pour qu'une maladie pulmonaire se déclenche, il faut que deux éléments se combinent : des facteurs environnementaux (comme la fumée de cigarette) et des facteurs génétiques (la présence de certaines mutations). **Comment expliquer qu'une personne qui fume puisse ne jamais tomber malade si le tabac est réellement un facteur de risque ?**

Fiche 2 : Des documents pour présenter les vidéos

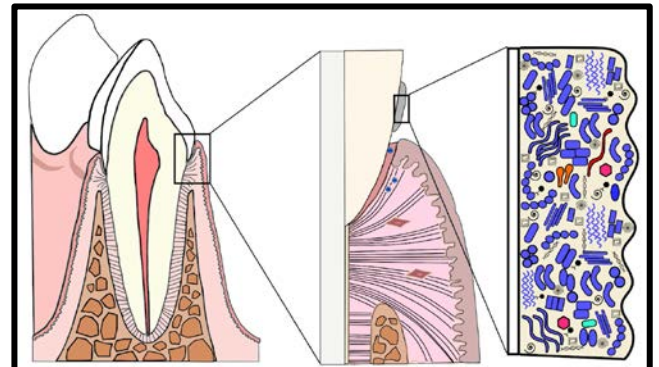
Vidéo : L'apport des génomes anciens



**Troubles
physiologiques**

**Facteurs
environnementaux**

**Composition du
microbiote**



Techniques d'étude



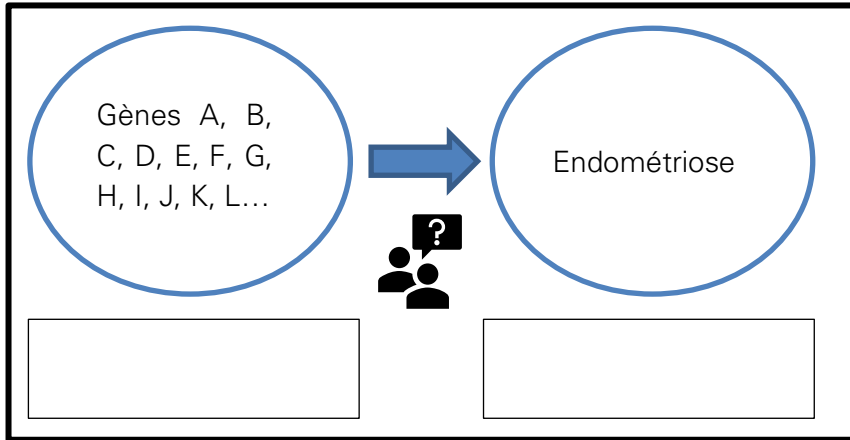
Fouilles archéologiques



Détermination du microbiote
passé grâce à l'ADN retrouvé

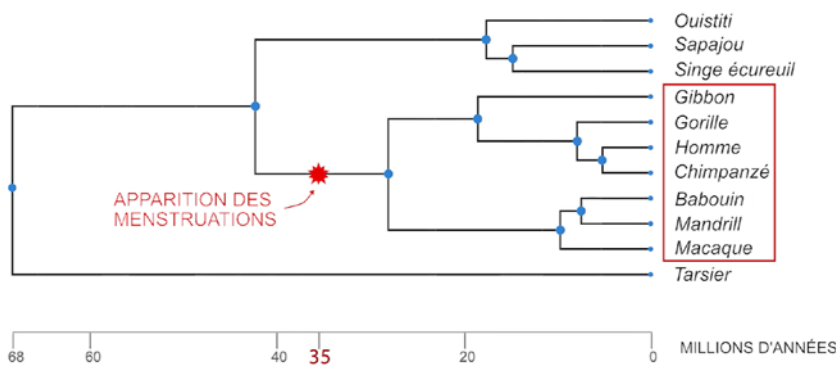
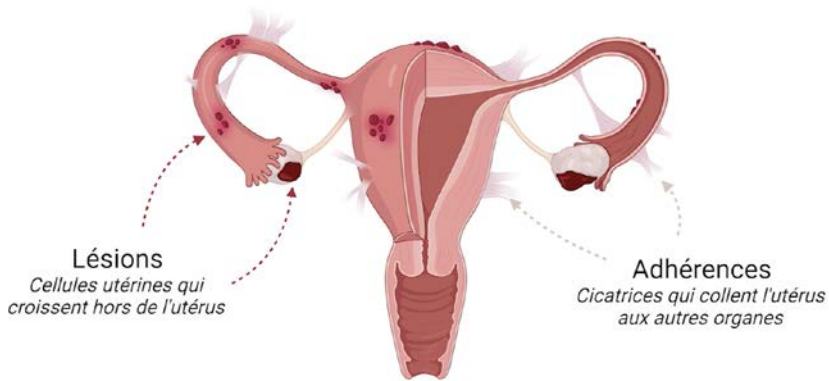
Source des documents : Velsko, I. M. 2019.
*Ancient dental calculus offers new
perspectives in evolutionary medicine.*
Microbiologycommunitynature.com

Vidéo : L'approche évolutive



Trouble physiologique

Mutations de certains gènes



Techniques d'étude

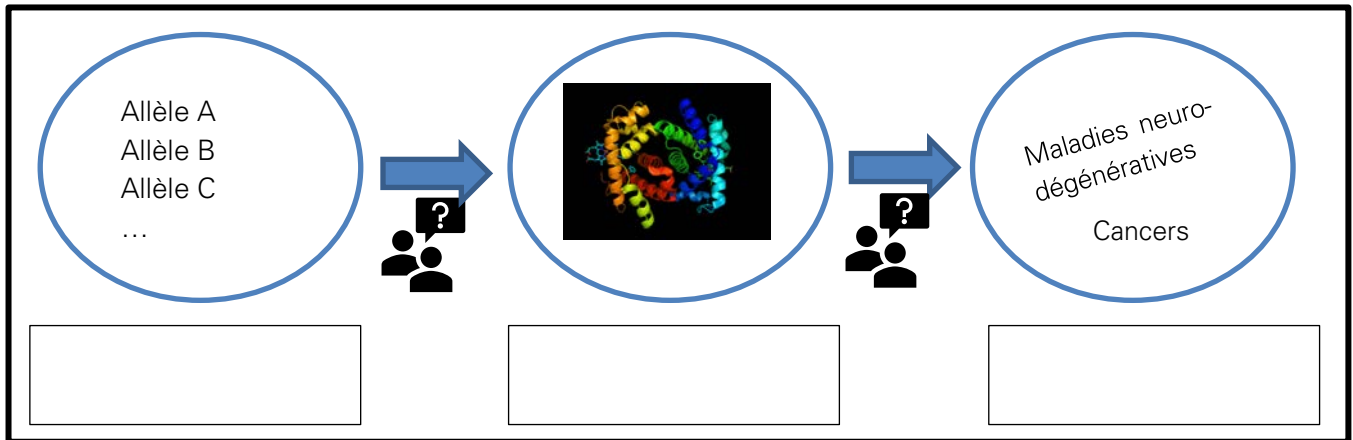


Comparaison de l'expression de gènes chez la femme et d'autres femelles de singe pour identifier les « gènes candidats »



Comparaison des « gènes candidats » chez les femmes saines et malades pour identifier ceux responsables de la maladie

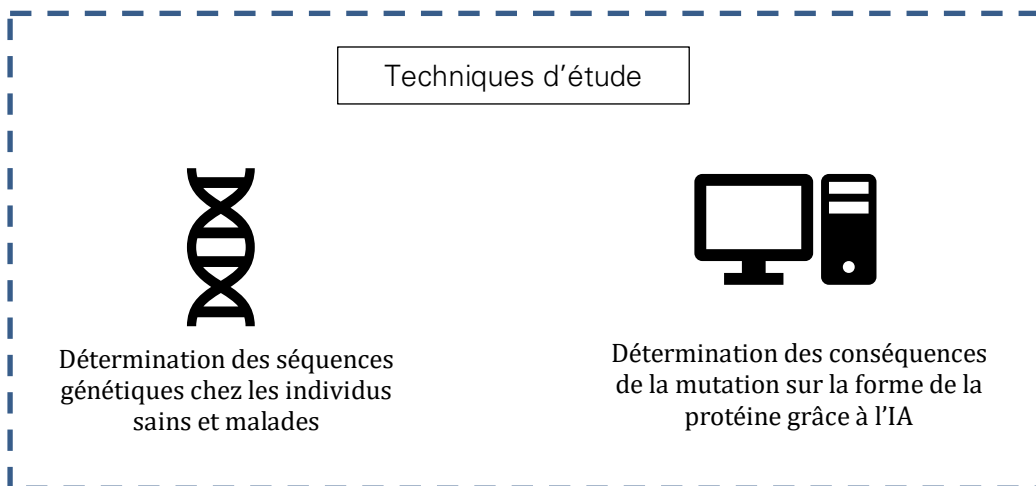
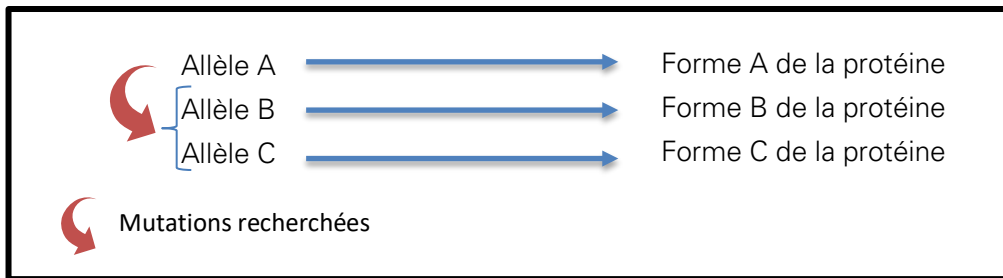
Vidéo : L'intelligence artificielle



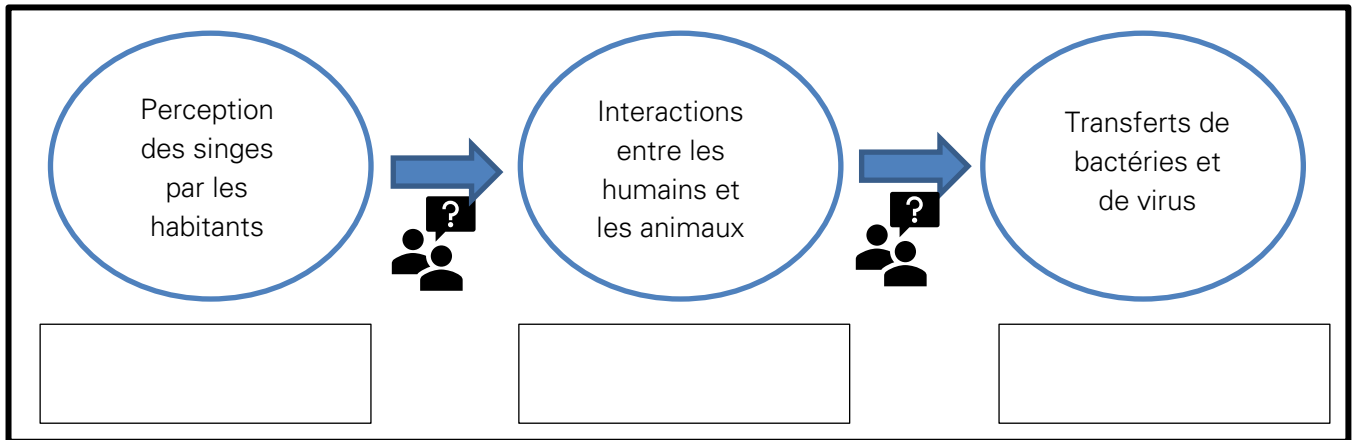
Troubles physiologiques

Mutations génétiques

Protéines modifiées



Vidéo : L'étude des comportements humains



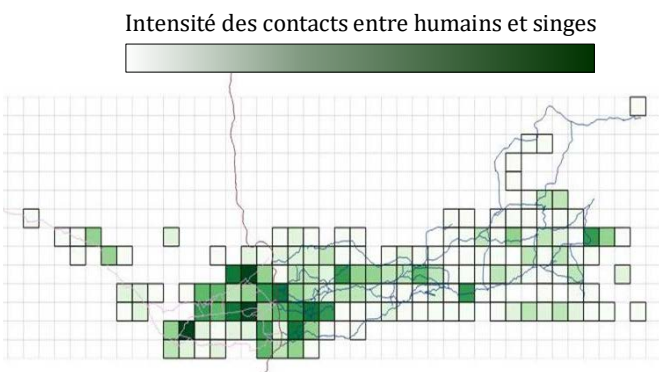
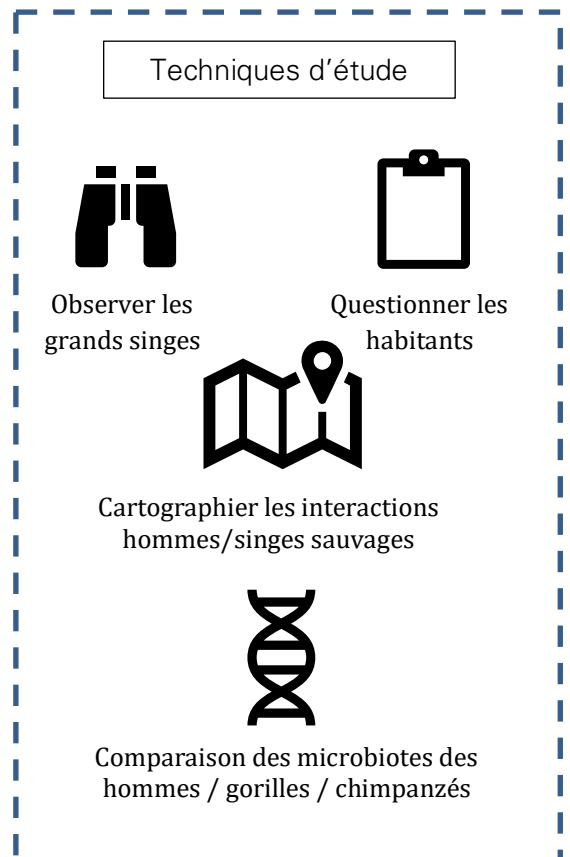
Émergence de maladies

Comportements

Représentations culturelles



Zone d'étude



Coordination

Mathieu FARINA pour la Fondation *La main à la pâte*

Contribution

Mathieu FARINA

Crédits illustrations

Cartes p. 6 : Marjorie GARRY ; pictogrammes p. 7 et 10 : Flaticon ; documents p. 8 : Irina VELSKO et le site : microbiologycommunity.nature.com ; documents p. 9 : Camille BERTHELOT, réalisés avec TimeTree.org et BioRender ; documents p. 11 : Tamara GILES-VERNICK

Remerciements

Tests et relecture pédagogique : Julien BOQUET, Anne LEVERT, Léa SCHABO, Charlotte SOUSTRE
Consultation et relecture scientifique : Camille BERTHELOT, Thomas BOURGERON, Tamara GILES-VERNICK, Nicolas RASCOVAN, Christophe ZIMMER, Anne BERNARD-DELORME

Cette ressource a été produite avec le soutien de :



Date de publication

Mars 2024

Licence

Ce document a été publié par la Fondation *La main à la pâte* sous la licence Creative Commons suivante : Attribution + Pas d'utilisation commerciale + Partage dans les mêmes conditions.



Le titulaire des droits autorise l'exploitation de l'œuvre originale à des fins non commerciales, ainsi que la création d'œuvres dérivées, à condition qu'elles soient distribuées sous une licence identique à celle qui régit l'œuvre originale.

Fondation *La main à la pâte*

43 rue de Rennes

75006 Paris

01 85 08 71 79

contact@fondation-lamap.org

www.fondation-lamap.org

