

22^e FESTIVAL INTERNATIONAL

PARISCIENCE

LE FESTIVAL QUI RAMÈNE SA SCIENCE

SCOLAIRE

**FICHE
D'ACCOMPAGNEMENT**

The Endless Frontier
Réalisé par Marilyn Ness

Présentation	2
Ressources diverses	3
Notions et informations clés	4
Proposition d'activité avant séance	5
Proposition d'activité après séance	6
Le film dans les grandes lignes	7

The Endless Frontier

Présentation



En suivant trois scientifiques, le documentaire offre à voir le quotidien d'une science en marche : du travail en laboratoire à celui de terrain, de la neurorobotique à l'immunologie en passant par la biologie marine. Au delà de la vie professionnelle, ce sont aussi des pans de la vie personnelle des scientifiques que le film dévoile, démontrant comment les deux sont liées. Tout en illustrant à quel point la recherche vient façonner nos sociétés, le film aborde frontalement le cataclysme que l'élection de Donald Trump a provoqué dans le monde scientifique états-unien et la nécessité d'un soutien politique à la recherche pour une société désirable et un futur souhaitable.

The Endless Frontier
Réalisé par Marylin Ness
82 min - États-Unis - 2025
© Consequential

The Endless Frontier

Ressources diverses

L'article de l'université de Princeton à propos du film

<https://globalhealth.princeton.edu/news/2026/new-film-explores-human-cost-us-research-turmoil>

La présentation du Diversity Project, le programme de formation de Paul H. Barber à UCLA

<https://global.ucla.edu/impactstory/290383>

Un article de the Atlantic sur les coupes budgétaires de l'administration Trump et ses impacts sur les universités américaines

<https://www.theatlantic.com/health/archive/2025/02/nih-trump-university-crisis/681634/>

Articles académiques :

L'article d'Andrea Graham sur la naturalisation des souris et son importance pour les tests en médecine

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33495644/>

Le rapport de Vannevar Bush au président Roosevelt, *Science, The Endless Frontier* qui a inspiré le titre du documentaire et pose les bases de la politique scientifique aux États-Unis (soit la nécessité du gouvernement à financer les recherches scientifiques)

https://www.govinfo.gov/content/pkg/GOVPUB-PR32_400-e7966ee70a4f7b47f862431c9776f727/pdf/GOVPUB-PR32_400-e7966ee70a4f7b47f862431c9776f727.pdf

The Endless Frontier

Notions et informations clés

Intervenant·es

- **Andrea Graham** - Immunologue, écologiste spécialisée dans l'étude des maladies
- **Paul Barber** - Généticien de l'évolution et de la conservation
- **Alexandra Davis** - Biologiste marine et professeur
- **Jacob George** - Ingénieur en neurobiologique
- **Martha Iverson** - Ingénieure en biomédical
- **Mike Anghera** - Responsable de plongée et mentor
- **Jeannie Barber-Choi** - Communicatrice scientifique et mentor
- **Penny Fong** - Biologiste marine, algologue

Zones géographiques

- Mo'orea, situé en **Polynésie française**
- Washington D.C., capitale des **États-Unis**
- Princeton, situé dans le New Jersey aux **États-Unis**
- Salt Lake City situé dans l'Utah aux **États-Unis**

Vocabulaire spécifique

Il peut être utile d'aborder ces termes avec vos élèves avant la venue au festival afin qu'ils puissent profiter pleinement du film.

- Bilateral Amputee - Amputé bilatéral
- Immunology - Immunologie
- Tétraplégie - Quadriplégie
- Necropsy - Nécropsie
- Cecum - Caecum

The Endless Frontier

Proposition d'activité avant séance

Ressources

Des extraits sonores et captures d'images issus des films sont disponibles [en téléchargement via ce lien](#) pour vous permettre de réaliser l'activité.

Objectif

Introduire le film que les élèves vont découvrir en développant leurs capacités d'imagination, d'observation et d'analyse. Les indices et éléments découverts grâce à ce premier travail de découverte favoriseront la concentration et la curiosité des élèves.

Proposer aux élèves, par étape, d'émettre des hypothèses sur le contenu du documentaire qu'ils vont être amenés à voir :

1. Commencer par faire écouter des extraits sonores du film, recueillir les hypothèses des élèves, créer un corpus d'idées.
2. Présenter aux élèves quatre captures d'images, les observer, émettre des hypothèses et nourrir le corpus d'idées.
3. Enfin, soumettre le titre du documentaire aux élèves.

The Endless Frontier

Proposition d'activité après séance

Ressources

Des extraits vidéos issus des films sont disponibles [en téléchargement via ce lien](#) pour vous permettre de réaliser l'activité.

Objectif

Revenir sur le film vu à l'occasion du festival. Développer la capacité des élèves à mobiliser leurs souvenirs, à poursuivre leurs réflexions, exprimer leurs opinions et argumenter leurs idées.

1. Plusieurs jours après le visionnage du film, questionner les élèves sur ce qu'ils ou elles ont retenu du film.

2. Proposer aux élèves de revoir certains extraits qui représentent des moments forts du documentaire et les principaux enjeux abordés.

3. Inviter les élèves à réagir oralement aux différentes scènes et à partager ce qu'ils et elles ont compris et ce qu'ils et elles en pensent. Pour accompagner leur réflexion, vous pouvez vous appuyer sur des questions comme :

- Qu'avez-vous pensé/ressenti en regardant cette scène ?
- Que comprenez-vous de cet extrait ?
- Êtes-vous d'accord ou en désaccord avec ce qui est dit ?

4. *Bonus : À partir d'un extrait, poser une question permettant de faire émerger des points de vue différents. Diviser ensuite la classe en plusieurs groupes et demander à chacun de préparer des arguments « pour » ou « contre ». Les groupes présentent ensuite leurs arguments à l'ensemble de la classe et peuvent répondre aux arguments des autres groupes.*

The Endless Frontier

Le film dans les grandes lignes

Prenant place aux États-Unis, le documentaire se penche sur trois domaines de la recherche scientifique : le génie biomédical, à savoir la conception de nouvelles technologies au service de la santé, l'écologie, à savoir la compréhension des règles de la nature, des interactions des espèces entre elles ainsi que la biologie marine, soit le fait d'étudier et de comprendre les impacts de l'humain sur la nature, comme l'acidification des océans.

Les scientifiques de ces disciplines plongent dans ces domaines souvent à l'aveugle, sans vraiment savoir si les recherches qu'ils entreprennent conduiront à une avancée majeure dans la science ou non, mais ces recherches restent primordiales et nécessitent un financement provenant du gouvernement.

La science aux États-Unis

Au cours du XXe siècle, les États-Unis ont compris l'importance stratégique de la science et ont massivement investi dans la recherche. Ces investissements ont permis de soutenir des projets aussi ambitieux que l'exploration spatiale et la conquête de la Lune, de contribuer à faire du pays un leader industriel ou encore de chercher des traitements contre des maladies comme le cancer. La position de leader des États-Unis dans le monde dépend ainsi en grande partie de leur capacité à produire des innovations scientifiques. Mais le contexte actuel de crise politique (élections présidentielle de Trump VS Biden en 2023), crée un futur incertain pour les scientifiques américains.

Des souris de laboratoire réensauvagées

À l'université de Princeton, Andrea Graham et son équipe mènent une expérience sur des souris de laboratoire. Ces souris, issues de lignées consanguines, qui ont grandi dans des environnements stériles et restreints, à l'abri des microbes et des nombreux organismes auxquels les animaux sont normalement exposés, vivent dans des environnements très éloignés des conditions dans lesquelles les êtres humains vivent réellement. Les chercheurs souhaitent donc observer ce qui se produit lorsque ces souris, habituées à un environnement stérile, sont confrontées à la nature. Comment leur système immunitaire réagit-il aux microbes, aux bactéries ou aux parasites auxquels elles n'ont jamais été exposées ? L'équipe étudie notamment les infections microbiennes, les vers parasites et la sensibilité au cancer. Selon les résultats obtenus, ces recherches pourraient ouvrir la voie à de nouveaux traitements pour les êtres humains.

Donner accès aux sciences marines

Paul Barber a grandi en Arizona et n'a pas bénéficié d'un accès privilégié à l'enseignement supérieur. Il a fréquenté des établissements scolaires sous-financés, où les recruteurs de l'armée étaient parfois plus présents que ceux des universités. Il considère donc lui-même comme surprenant d'être finalement devenu scientifique marin. Il a réalisé une étude sur les crevettes-mantes, qui pourraient servir d'indicateurs de l'impact des activités humaines sur les récifs coralliens via leurs déplacements, et ainsi permettre de comprendre la manière dont les différents écosystèmes sont connectés. C'est cette recherche qui lui a permis de devenir biologiste marin aujourd'hui.

Paul Barber a créé un programme de formation intensive destiné aux étudiants qui souhaitent devenir scientifiques marins mais qui n'ont pas nécessairement eu accès aux formations ou aux ressources permettant de se lancer dans cette voie. Les étudiants apprennent, par exemple, à faire de la plongée sous-marine. Pour certains d'entre eux, cette expérience représente une véritable première : certains étudiants expliquent être les premières personnes de leur génération à aller à l'université et découvrent ainsi des choses que leur parents n'ont jamais eu l'occasion de leur transmettre, contrairement à des étudiants issus de milieux plus privilégiés.

Pour Paul Barber, la diversité des parcours est essentielle au fonctionnement de la science. La recherche a besoin d'une diversité de points de vue : des personnes qui viennent d'horizons différents peuvent regarder le monde différemment et donc aborder les problèmes de manière différente, favorisant donc le progrès scientifique.

Des prothèses pour l'avenir

À l'université de l'Utah, Jacob George travaille dans le domaine du génie biomédical, vers lequel il s'est tourné en premier lieu grâce à son intérêt pour les récits de science-fiction. Aujourd'hui, il travaille à la conception de prothèses destinées aux personnes amputées. L'un de ses patients, Samoana Matagi, a perdu ses deux bras suite à un accident du travail après avoir été brûlé par l'électricité. La recherche sur les prothèses bioniques reste encore relativement peu développée et certaines technologies actuellement utilisées sont très anciennes. Certaines remontent même à des dispositifs conçus à l'époque de la guerre de Sécession. Jacob George cherche donc à développer des prothèses capables de réagir aux signaux envoyés par le cerveau, car même lorsqu'une personne perd un membre, les voies nerveuses qui permettaient auparavant de le contrôler existent toujours, et pourraient contrôler un bras bionique. Les recherches permettent déjà de faire bouger une main artificielle grâce aux signaux cérébraux, mais Jacob George aimerait aller plus loin et s'attaquer à des problèmes encore plus complexes, comme les lésions de la moelle épinière, la paralysie ou les conséquences des accidents vasculaires cérébraux.

Le recours aux financements publics

Afin de développer leurs recherches, les scientifiques dépendent largement des financements publics et gouvernementaux. En particulier du National Institutes of Health (NIH), créé sous la présidence de Roosevelt ainsi que la National Science Foundation (NSF), créée sous la présidence de Truman en 1950. Toutes deux sont des instances majeures chargées de subventionner l'innovation scientifique (universités, programmes de recherche). Après la Seconde Guerre mondiale, la science américaine connaît un essor majeur : découverte de la pénicilline, invention du radar, vaccin contre la polio, fécondation in vitro ou encore de nouvelles méthodes de lutte contre le cancer. Si ces avancées ont été rendues possibles, c'est en partie grâce au soutien du gouvernement et aux investissements publics dans la recherche. Aujourd'hui, la montée du climatoscepticisme et de la défiance envers la science constitue une menace pour l'avancée scientifique.

Les origines de l'expérience d'Andrea Graham

Andrea Graham a toujours été intéressée par les parasites. C'est cette passion qui l'a conduite à étudier ce domaine à l'université d'Édimbourg. Elle devient ensuite professeure et a la possibilité de travailler dans différents laboratoires. Mais elle est gênée par la méthodologie : elle étudie le fonctionnement du système immunitaire face aux agents pathogènes dans des environnements de laboratoire extrêmement propres, alors que les organismes vivent normalement dans des environnements beaucoup plus complexes. À proximité de la station de recherche où elle travaille, elle remarque des espaces inutilisés et les réutilise pour mener une expérience

permettant de replacer les souris de laboratoire dans un environnement plus proche de la nature. Bien que le projet rencontre au début des difficultés de financement, l'expérience finit par voir le jour. Aujourd'hui, entre 40 à 50 personnes travaillent sur le projet, que ce soit dans le travail de terrain (nourrir les souris), la maintenance ou la collecte d'échantillons (excréments, sang...).

Co-imaginer de nouvelles technologies d'assistance

Martha Iverson, l'épouse de Jacob George, explique qu'ils se sont rencontrés dans le milieu universitaire, alors qu'ils suivaient le même cursus. Ils ont ensuite travaillé dans le même laboratoire, après que Martha ait quitté l'enseignement. Elle explique qu'une part importante du travail d'un chercheur consiste à chercher des financements et à déposer des demandes de subventions afin d'entreprendre ses travaux de recherche.

Martha accompagne notamment une patiente devenue tétraplégique après un accident alors qu'elle travaillait comme instructrice de parachutisme. Elle cherche avec elle des technologies capables de lui permettre de retrouver une certaine autonomie dans son quotidien. La patiente explique qu'elle utilise Alexa ainsi qu'une technologie qui lui permet de contrôler son téléphone avec ses yeux. Pour d'autres enjeux, cependant, sa famille ne peut qu'utiliser des gadgets qui ne sont pas toujours adaptés. La nuit, par exemple, sa famille utilise un babyphone pour permettre à son entourage de surveiller sa respiration. Ils attendent des chercheurs qu'ils développent des dispositifs plus sûrs et plus adaptés.

Ces technologies doivent parfois être payées directement par les patients, car les compagnies d'assurance peuvent refuser de les prendre en charge. Martha doit donc réfléchir à une manière de concevoir des technologies qui puissent répondre aux critères imposés par les assurances.

Se familiariser avec l'océan

À Mo'orea, en Polynésie française, les étudiants du programme de formation en biologie marine commencent à mettre en pratique leurs connaissances et plongent dans l'océan. Jeannie Barber-Choi, l'une des enseignantes du programme, participe à la formation des étudiants à la compréhension du monde marin et aux enjeux de conservation. En plus des plongées, Penny Fong leur enseigne l'étude des algues. Ils se rendent dans différents endroits et observent les différences entre les sites, à différents moments de la journée, le matin ou l'après-midi par exemple.

L'objectif est de leur donner une vision à 360° de la recherche scientifique afin que les étudiants puissent explorer différents domaines et ainsi trouver le sujet sur lequel ils souhaiteront finalement travailler. Après plusieurs semaines passées en Polynésie française, les étudiants sont davantage entraînés et plus autonomes. Ils savent désormais mieux ce qu'ils font et commencent à développer leurs propres idées de recherche. Certains installent par exemple une caméra à proximité des terriers de gobies et de crevettes afin de comprendre comment ces terriers sont construits. D'autres expérimentent différentes méthodes pour collecter des données sur les phénomènes de sédimentation ou sur l'impact de certaines espèces de poissons. Penny Fong constate cependant que les étudiants ont encore tendance à se concentrer sur l'observation des endroits les plus beaux et les encourage à réfléchir davantage à de potentielles solutions environnementales et durables qu'ils pourraient offrir.

La recherche face aux incertitudes politiques et économiques

Alors que la période électorale se poursuit et que Trump est en train de remporter l'élection présidentielle, Jacob et Martha poursuivent leurs recherches sur les prothèses afin de les rendre plus performantes, plus intuitives et plus précises dans leurs mouvements. Ils travaillent sur la rééducation de Courtney Johnson, victime d'un accident vasculaire cérébral qui a entraîné une

paralysie de la main. De nombreux gestes et activités qu'elle réalisait auparavant lui sont désormais impossibles, comme jouer de la guitare ou faire de la randonnée. Développer de nouvelles prothèses peut prendre plusieurs décennies, voire plus sans l'aide financière appropriée. De ce fait, les deux scientifiques continuent en parallèle à déposer des demandes de subventions. Ces dossiers sont longs et complexes et demandent beaucoup de temps.

La patiente tétraplégique revient rencontrer Martha et Jacob. Ensemble, ils cherchent à comprendre comment utiliser les muscles de son visage pour lui permettre de développer davantage de technologies d'assistance. Les chercheurs testent notamment la réaction de différents muscles afin de déterminer lesquels pourraient être utilisés pour transmettre des commandes fiables. Mais une inquiétude demeure : que se passera-t-il si les financements disparaissent ? Pour les chercheurs, cette possibilité est bien réelle.

Les résultats des expériences

L'expérience menée par Andrea Graham arrive à son terme. Les chercheurs installent des pièges à l'extérieur, en utilisant notamment du beurre de cacahuète et de la nourriture pour souris comme appâts. Une fois les souris capturées, elles sont euthanasiées afin que les chercheurs puissent étudier précisément les effets de leur environnement sur leur organisme. Ils réalisent des nécropsies et examinent différents organes, dont le cæcum dans lequel ils y observent de petits vers parasites. Résultat : la réensauvagement des souris a eu un effet sur leur organisme et il serait pertinent d'étudier davantage des souris qui ne vivent pas dans les environnements stériles habituellement utilisés dans les laboratoires. Les résultats sont présentés et discutés par d'autres chercheurs. Certains estiment que ces souris « réensauvagées » pourraient constituer une étape intermédiaire intéressante entre les souris de laboratoire classiques et les êtres humains pour tester certains médicaments. Un chercheur observe des ressemblances entre le système immunitaire de ces souris et celui de certains patients atteints de cancer. Les informations issues de ces recherches sont ensuite transmises au National Institutes of Health.

Dans le même temps, les étudiants du programme de biologie marine présentent les résultats de leurs recherches. Le programme a eu un impact important sur leur parcours : environ 70 % des étudiants ayant participé à ce programme poursuivraient leurs études jusqu'à l'obtention d'un diplôme, contre environ 20 % des étudiants suivant un parcours universitaire classique.

L'avenir de la recherche en péril

L'administration de Donald Trump, maintenant président des États-Unis, prévoit des réductions importantes dans le financement de la science et de la recherche médicale. Les conséquences potentielles concernent de nombreux domaines : la santé, la lutte contre le changement climatique, la sécurité alimentaire et, plus largement, la capacité des États-Unis à continuer d'innover scientifiquement. L'administration affirme pourtant vouloir rester du côté de la science, par exemple via la conquête spatiale.

Jacob George contacte son représentant au Congrès pour lui faire part de ses inquiétudes face aux réductions de financement alors que les scientifiques se rendent à Washington pour protester contre ces décisions. Des sénateurs républicains affirment que réduire le budget ne signifie pas forcément vouloir mettre fin au progrès scientifique, mais il est question ici d'une réduction de quatre milliards de dollars du financement du National Institute of Health, vécue par de nombreux scientifiques comme un abandon.

D'anciens patients et des personnes directement concernées par les maladies viennent témoigner de leur expérience. La mère d'une fille de quatre ans ayant été atteinte d'un cancer explique qu'on lui avait annoncé que les progrès scientifiques permettraient bientôt de mieux détecter les rechutes, mais que de telles avancées seraient peut-être impossible à atteindre à cause de ces

coupes budgétaires. En plus de permettre le développement de nouvelles technologies, ce financement permet également de former les scientifiques de demain et de créer de nouveaux emplois. Sans ces financements, les trois projets de recherche dont le documentaire traite sont en péril.