



FICHE D'ACCOMPAGNEMENT

ADN : L'HUMANITÉ SUR MESURE

Un film de Etienne Blanchon
et Caroline Hocquard

LYCÉÉS

PARISCIENCE

FESTIVAL INTERNATIONAL
DU FILM SCIENTIFIQUE

14^e édition du festival Pariscience - 15 au 19 octobre 2018

Institut de physique du globe de Paris - 5^e

Réservation obligatoire par en ligne pour le public scolaire

PARISCIENCE

FESTIVAL INTERNATIONAL DU FILM SCIENTIFIQUE

Le festival Pariscience est organisé chaque année par l'Association Science et Télévision, regroupement de producteurs indépendants qui contribue à promouvoir le documentaire scientifique à la télévision.

Le festival scolaire de la 14^{ème} édition du festival international du film scientifique Pariscience aura lieu du 15 au 19 octobre 2018 à l'Institut de Physique du Globe de Paris (IPGP). Cette année, il sera indépendant du festival Grand public, qui aura lieu du 26 au 31 octobre à l'IPGP et au Muséum national d'Histoire naturelle.

En 2018, 16 séances sont de nouveau dédiées aux élèves franciliens, du CP au lycée.

Chaque projection de film est suivie d'un débat de 30 à 40 minutes avec des scientifiques et/ou les équipes des films.

Voir, comprendre, découvrir et questionner !

L'équipe du festival Pariscience propose aux professeurs une fiche d'accompagnement du film. Ces fiches ne prétendent pas proposer un contenu exhaustif du contenu pédagogique de chaque film mais servir d'outils pour mieux préparer la venue des élèves au festival. Chaque enseignant.e est libre de l'utiliser comme bon lui semble : dans son intégralité ou en ne prenant qu'une ou plusieurs parties, en fonction de ses élèves.

Les enseignants y trouveront les grands concepts abordés et les informations essentielles développées dans le film.

Le cas échéant, des suggestions de sujets à aborder en classe avant ou après la venue de la classe au festival peuvent être proposées.

Des jeux peuvent également être fournis pour permettre aux élèves d'appréhender le documentaire et son sujet de manière plus ludique.

Comment inscrire ces élèves au festival ?

L'inscription d'une classe au festival est gratuite mais obligatoire par formulaire en ligne sur notre site.

OUVERTURE DES INSCRIPTIONS

- pour les cycles 2 et 3 : le lundi 10 septembre à partir de 18h00 jusqu'au mardi 11 septembre à 13h00

De nouveaux créneaux d'inscription pourront être ouverts ultérieurement en fonction des places restantes aux séances réservées aux cycles 2 et 3.

- pour le cycle 4 et le lycée : le mercredi 12 septembre à partir de 14h00.

Pour tout renseignement, n'hésitez pas à nous contacter par téléphone ou par mail :

Téléphone : 06 82 58 01 96 / 07 81 90 37 41

Hélène Bodi, chargée de mission scolaire : helene.bodi@science-television.com

Tibka Fichot, assistante mission scolaire : scolaire@science-television.com

Plus d'infos sur : www.pariscience.fr



ADN : l'humanité sur mesure

© Altomedia

Écrit et réalisé par : Etienne Blanchon et
Caroline Hocquard
Durée : 52 min
Pays de production : France
Année de production : 2018

Date et lieu de projection :
Mardi 16 octobre à 15h45
Institut de physique du globe de Paris

Intervenants présents :

- Caroline Hocquard, co-réalisatrice
- Etienne Blanchon, co-réalisateur
- Hervé Chneiweiss, directeur de recherche au CNRS, directeur du laboratoire Neurosciences Paris Seine (Cnrs/Inserm/Sorbonne Université) et Président du comité d'éthique de l'Inserm. Fondateur de ARRIGE, Association (internationale, plus de 40 pays représentés) for a Responsible Research and Innovation in Genome Editing



Deux chercheuses, la Française Emmanuelle Charpentier et l'Américaine Jennifer Doudna, ont mis au point, en 2012, les ciseaux moléculaires CRISPR-Cas9 : une invention qui révolutionne la génétique.

Cet outil permet de couper, corriger et remplacer, avec une facilité inédite, des morceaux d'ADN de n'importe quel être vivant. Sera-t-il bientôt possible d'en finir avec les grandes causes de mortalité de nos sociétés modernes comme les maladies génétiques, le cancer ou le sida ?

À la fois plus excitant et plus effrayant : les ciseaux moléculaires pourront-ils modifier à loisir un individu, voire toute sa descendance, efficacement, rapidement et pour un coût modéré ?

Avant la venue de la classe au festival, une diversité de sujets et problématiques peut être abordée avec les élèves :

- Génétique / ADN, génome, séquençage...
- CRISPR-CAS9
- Problématiques de bioéthique
- Révision de la loi de bioéthique prévue fin 2018
- OGM / Organisme génétiquement édité
- Xénotransplantation
- Humain génétiquement modifié / Eugénisme

SITOGRAPHIE

- Article Sciences et Avenir (22.03.2016) : Génétique : qu'est-ce que l'outil CRISPR/Cas9 capable de couper l'ADN à volonté ?
https://www.sciencesetavenir.fr/sante/genetique-qu-est-ce-que-l-outil-crispr-cas9-capable-de-couper-l-adn-a-volonte_30130
- Vidéo Sciences et Avenir - Intervention Emmanuelle Charpentier à l'ESOF2016 :
https://www.sciencesetavenir.fr/videos/emmanuelle-charpentier-parle-de-crispr-cas9_u5fqx3
- Inserm - courte vidéo d'explication - CRISPR/CAS9 : une méthode révolutionnaire
<https://www.youtube.com/watch?v=RplWR12npqM>
- CRISPR-CAS9, exemple d'application - Article Sciences et Avenir (15.08.2017) CRISPR/Cas 9: modifier des porcs pour en faire de meilleurs donneurs d'organes ?
https://www.sciencesetavenir.fr/sante/crispr-cas-9-modifier-des-porcs-pour-en-faire-de-meilleurs-donneurs-d-organes_115498
- Sciences et Avenir - Dossier rassemblant différents articles faisant référence à CRISPR-CAS9 :
https://www.sciencesetavenir.fr/tag_theme/crispr-cas9_15379/
- Sciences et Avenir, pour aller plus loin - Article (25.10.2017) - Après l'ADN par CRISPR-Cas9, on sait modifier l'ARN grâce à CRISPR-Cas13
https://www.sciencesetavenir.fr/sante/apres-l-adn-par-crispr-cas9-on-sait-modifier-l-arn-grace-a-crispr-cas13_117721
- Podcast France Inter - 3 min - Futur proche - Les ciseaux génétiques, premiers essais cliniques en 2018
<https://www.franceinter.fr/emissions/futur-proche/futur-proche-05-janvier-2018>

CRISPR-CAS9, bioéthique et déontologie

- Article Sciences et Avenir (26.07.2016) : CRISPR/Cas9 à l'épreuve de la démocratie
https://www.sciencesetavenir.fr/fondamental/biologie-cellulaire/crispr-cas9-a-l-epreuve-de-la-democratie_37947

- Inserm - Communiqué de presse (en anglais) - Ethical issues surrounding CRISPR-Cas9 technology
<https://presse.inserm.fr/en/ethical-issues-surrounding-crispr-cas9-technology/24366/>
- Inserm - Article - Édition du génome : des possibilités inouïes qui posent des questions éthiques
<https://www.inserm.fr/actualites-et-evenements/actualites/edition-genome-possibilites-inouies-qui-posent-questions-ethiques>
- Article du CNRS (26.06.2016) - Quelle éthique pour les ciseaux génétiques ?
<https://lejournel.cnrs.fr/articles/quelle-ethique-pour-les-ciseaux-genetiques>
- Vidéo intervention d'Hervé Chneiweiss, intervenant du film :
Les enjeux éthiques de CRISPR-CAS9 - Hervé Chneiweiss, président du comité d'éthique de l'Inserm - Association S30déon :
<https://www.youtube.com/watch?v=vITKzd-9y8Q>
- États généraux de la bioéthique :
<https://etatsgenerauxdelabioethique.fr/>
- Dossier Arte - PMA, GPA, manipulation génétique - Quel humain pour demain ?
<https://www.arte.tv/fr/videos/RC-015700/pma-gpa-manipulation-genetique/>

ADN : L'HUMANITÉ SUR MESURE

----- INFORMATIONS ESSENTIELLES

1) Qu'est-ce que CRISPR-Cas9 ?

Découverte rendue publique en 2012. A l'origine de cette découverte, Emmanuelle Charpentier, biologiste française et la chercheuse américaine Jenifer Doudna.

CRISPR : "Une petite machinerie qui peut être utilisée comme un outil génétique qui permet de modifier l'ADN de n'importe quelle cellule en utilisant un système de ciseaux moléculaires."
(Citation du film d'Emmanuelle Charpentier)

- CRISPR : un système qui permet de scanner l'ADN et d'identifier les séquences de gènes.
- CAS9 : une protéine qui permet de séparer et couper le brin d'ADN.

CRISPR-CAS9 : structure simple qui peut être introduite dans les cellules et qui permet, de manière beaucoup plus simple et efficace que les précédentes techniques connues, d'identifier les gènes, de les étudier, de les couper et potentiellement des les modifier. Technique qui peut s'appliquer à tout être vivant, végétal, animal ou humain.

2) Une véritable révolution

Cette technologie révolutionne le milieu de la science, de la génétique et de la médecine.

Les scientifiques utilisaient, auparavant déjà, des techniques de modification de l'ADN mais beaucoup plus complexes que ce que CRISPR permet.

Date clé : 1974 : création de la première souris transgénique pour l'étude de maladies humaines par Rudolph Jaenisch.

Intervenant clé du film : Rudolph Jaenisch / MIT Biology, Cambridge
<https://biology.mit.edu/profile/rudolf-jaenisch/>

Rudolph Jaenisch : "Avant CRISPR, ce qui nécessitait 2 ans et beaucoup de talent et de travail prend aujourd'hui 3 semaines et requiert peu de compétences."

Cette nouvelle technique permet :

- de mieux étudier certains gènes en laboratoires et chercher des remèdes à certaines maladies (Cancer, Alzheimer, Myopathie de Duchenne...) (ex : provoquer des mutations de certains gènes en laboratoire et les étudier pour trouver potentiellement des solutions à des problématiques médicales),
- de mieux comprendre le vivant de manière générale,
- de travailler directement sur le génome humain et d'éviter ainsi de passer par des opérations lourdes chirurgicales.

Alta Charo, de l'université du Winsconsi : "C'est Star Trek, le rêve d'un monde sans chirurgie, où il n'y a plus de morts à cause d'une chimiothérapie, mais à la place, quand le docteur dans Star Trek fait juste une petite injection, quelque chose dans votre corps se reconstruit tout seul."

3) Problématiques liées à la médecine

Question à aborder : la question du test et des essais cliniques sur les êtres humains. Les recherches médicales sont, en premier lieu, faites sur des souris de laboratoire et un temps est nécessaire à prendre avant de pratiquer des essais cliniques sur des patients humains.

4) Georges Church, généticien d'Harvard

Georges Church est particulièrement réputé pour ces études sur le vieillissement.

Exemple : étude sur les régulateurs de gènes des cellules pour identifier ceux qui sont pertinents pour contrôler le vieillissement.

En savoir plus sur Georges Church (En anglais) : <http://arep.med.harvard.edu/gmc/>

5) Un monde sans pénurie d'organes

Tentative, grâce à CRISPR-CAS9, de concevoir un monde dans lequel il n'y aurait plus de pénuries d'organes. La xénotransplantation serait la solution. "Le principe : utiliser des organes d'animaux comme ressources alternatives pour faire face au manque de dons d'organes." (Citation du film)

- Start-up : Egenesis
<https://www.egenesisbio.com/>

But : créer une lignée de porcs génétiquement modifiés.
A la tête de cette start-up : une jeune chercheuse, Luan Yang.

Problématiques qui ne permettaient pas d'envisager la xénotransplantation et que la technologie CRISPR-CAS9 pourraient potentiellement résoudre :

- problèmes immunologiques
- problèmes de rejet

Le porc est porteur de nombreux virus qui pourraient nous affecter. CRISPR-CAS9 permet d'enlever et d'éliminer ces virus.

Challenge et défi à relever grâce à CRISPR : humaniser le cochon, le modifier génétiquement pour s'assurer que la transplantation d'organes du cochon à l'homme soit sûre.

La start-up Egenesis n'est pas la seule structure à travailler sur le sujet. Des chercheurs chinois s'y attellent également.

6) Banque de gènes :

China National Gene Bank - création en 2016
Plateforme d'édition génétique

Banque qui conserve les gènes et les étudie.

Elle contient aujourd'hui le plus grand nombre de patrimoines génétiques de végétaux et d'animaux (détient 70% du patrimoine génétique mondial des plantes agricoles).

7) Polémique, éthique et modification de l'embryon

Moins de 3 ans après la découverte de CRISPR-CAS9, une équipe de chercheurs à Canton modifièrent un embryon humain. En 2016, un article fut publié et dévoila qu'un scientifique tenta de modifier un embryon humain fécondé. Ces nouvelles eurent l'effet d'un véritable électro-choc pour la communauté scientifique.

- Modification de l'embryon : l'ADN est contenu dans une seule cellule d'où l'intérêt de cette modification.
- Conséquences : la modification génétique de l'être humain dès l'embryon implique que ces modifications seront présentes chez l'individu jusque dans ses cellules reproductives et donc transmissibles aux générations futures.

Fin 2015, les académies des sciences chinoise et américaine convoquent un grand sommet afin de questionner les limites à s'imposer dans l'utilisation et l'application de la technologie CRISPR. Comment harmoniser ce qui est possible d'être fait, ce que l'on doit faire, ce que l'on peut étudier et ce qui doit être interdit ? Quelle législation adopter ? Comment harmoniser les législations des différents pays ?

En conclusion de ce sommet, les scientifiques se mettent d'accord sur le principe que les recherches sur l'embryon devraient continuer et que chaque pays doit être en mesure de choisir une législation qui lui est propre à ce sujet.

En ressort : la nécessité d'un dialogue science-société : d'informer et d'éclairer la société civile, les législateurs et les décideurs sur le sujet. La société, et non les chercheurs, doit décider de l'orientation à donner à cette technologie.

8) Des applications diverses

Les modifications génétiques permises grâce à CRISPR-CAS9 ne concernent pas que l'être humain mais également le végétal et l'animal.

Exemple : Moustiques génétiquement modifiés pour réduire la transmission de maladies à l'Homme.

L'agriculture / Nouvelle problématique :

La révolution CRISPR provoque un bouleversement sur la réglementation en place sur les OGM. Les OGM sont des végétaux auxquels nous avons intégré un gène étranger pour leur conférer de nouvelles capacités : les rendre plus résistants, par exemple. Aujourd'hui, grâce à la technologie CRISPR, il est possible d'avoir des végétaux plus résistants, mais sans avoir besoin d'apporter ce gène étranger : il s'agit alors d'organismes modifiés par ingénierie du génome.

ADN : L'HUMANITÉ SUR MESURE

CITER POUR DISCUTER

Une sélection de citations du film comme points de départ de discussions.

"L'humanisation des organes animaux peut être généralisée comme on lancerait une ligne de produits sur le marché. Les organes d'un même porc génétiquement modifié pourraient ainsi être attribués à différents patients. En Chine actuellement, nos recherches s'orientent surtout vers la production de quelque chose d'utile. Cela correspond à l'exigence de l'opinion publique."

Dr Liangxue Lai, Institut de biomédecine de Canton

"Il faut voir qu'aujourd'hui, la Chine investit en recherche R&D autant que l'Europe. Donc ils ont décidé d'être concurrentiels par rapport aux américains sur les questions de sciences de la vie. Le marché de la santé, c'est quand même, à l'horizon 2025, 20% du PIB des pays développés. Ce n'est pas en vendant des voitures que les Chinois pensent passer le cap de 2025, c'est en vendant des médicaments ou des produits de santé comme les Américains".

Hervé Chneiweiss, président du comité d'éthique de l'Inserm

"Devons-nous faire cela ? Devons-nous ne serait-ce qu'envisager de changer le génome humain des générations futures ?"

Pr. Rudolph Jaenisch, directeur du Whitehead Institute

"Les scientifiques ont l'obligation d'expliquer ce qu'ils font au public : quels sont les débouchés et quels sont les risques de ce que nous faisons. Et il y a beaucoup de malentendus sur ces sujets. Nous devons donc expliquer la recherche scientifique aux législateurs mais aussi au grand public pour que les gens soient vraiment informés."

Pr. Rudolph Jaenisch, directeur du Whitehead Institute

"En Europe, il y a un débat pour savoir si un organisme génétiquement édité avec CRISPR, c'est la même chose qu'un organisme transgénique en matière d'alimentation. Et il est possible que l'Europe autorise bientôt ces aliments édités même si elle interdit la vente d'organismes transgéniques."

Alta Charo, professeure en droit et bioéthique à l'Université du Wisconsin

ADN : L'HUMANITÉ SUR MESURE

SCIENCES ET IMAGES - PROPOSITIONS

Mise en images du génome. Mise en image de la science.

Voici quelques images tirées du film, lors d'un passage qui explique le fonctionnement de CRISPR-CAS9.

Proposition : En présentant ces images aux élèves ou sans leur proposer, les questionner sur la manière dont ils auraient mis en images, les gènes, l'ADN, le fonctionnement de CRISPR-CAS9 ou des problématiques citées plus haut et abordées dans le film.

