

## Fiche pédagogique

Cinq nouvelles du  
cerveau

Sortie en salles : courant 2021 (à préciser)

Film documentaire  
long métrage, Suisse 2020Réalisation :  
Jean-Stéphane BronImage :  
Eponine MomenceauMontage :  
Julie LenaMusique :  
Christian Garica-GaucherProduction :  
Lionel Baier et Frédéric  
Mermoud (Bande à part  
Films, Suisse), Philippe  
Martin et David Thion (Les  
Films Pelléas, France)Langue : version originale  
français, anglais, italien, alle-  
mand, sous-titré français

Durée : 103 minutes

Public concerné :  
Age légal : 10 ans  
Age suggéré : 14 ans[www.filmages.ch](http://www.filmages.ch)  
[www.filmrating.ch](http://www.filmrating.ch)

## Résumé

Algorithmes, *datas* (données), intelligence artificielle (IA), *machine learning*, remplacement des travailleurs par des robots, humanisation de ceux-ci (cyborgs), homme augmenté, transhumanisme, origine de la conscience, voire recherche de l'âme... Voici des thématiques des neurosciences dont on entend de plus en plus parler, et dont notre intellect ne saisit que quelques aspects. Ces domaines attirent cependant des investissements colossaux de la part des GAFAM<sup>1</sup>, et les Etats suivent attentivement les avancées de ces expériences neuroscientifiques (nos caisses de pension les financent indirectement).

Pourquoi tant de recherches autour des intelligences humaine et artificielle ? Pour quelles raisons ? Pour le bien de l'humanité ? Pour des applications médicales bienfaitrices ou par intérêt économique ? A des fins militaires ou politiques de contrôle généralisé ? Ou, simplement, par peur d'affronter la mort ?

Même s'il n'est jamais explicitement nommé dans le film, le projet scientifique européen de comprendre intégralement le fonctionnement du cerveau humain (*Human Brain Project*) à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne pose de nombreuses questions, et non des moindres. Après le défi scientifique et technologique, les questions tournent autour des applications pratiques qu'on fera de ces découvertes, ainsi que des problèmes éthiques qui commencent à se poser. En ceci, les questions, passionnantes autant qu'essentiels, que pose le dernier documentaire de l'auteur du *Génie helvétique* se situent entre technologie et foi, entre la réalité contemporaine et la science-fiction.

Sous forme de reportage, dont la trame suivrait les rapports père-fils, le documentaire interroge cinq scientifiques, chacun à la pointe de son domaine, dont les stimulantes recherches incarnent bien les enjeux contemporains sur ces sujets.

<sup>1</sup> GAFAM = acronyme formé des noms des multinationales privées qui se partagent le marché

des nouvelles technologies à des fins commerciales : Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft.

## Disciplines et thèmes concernés :

### Education numérique (Science informatique), Informatique, mathématiques :

Algorithmes, pensée computationnelle, robotique, *machine learning*

### Biologie, physique :

Neurosciences, intelligence artificielle...

### Philosophie :

Ethique et morale des applications neuroscientifiques et robotiques, IA, conscience...

## Commentaire

Le documentaire de Jean-Stéphane Bron est surprenant, passionnant, profond et tellement essentiel. Cependant, même s'il semble assez vulgarisé pour les profanes (nombreux sont les documentaires sur ces sujets technologiques qui s'avèrent beaucoup plus indigestes), il est conseillé d'accompagner les élèves, de dernière année du gymnase de préférence, et de préciser certaines notions préalablement à la vision du film ou en cours de celui-ci. Si *Cinq nouvelles du cerveau* soulève une multitude de questions (débats, sujets d'écriture, analyses, réflexions...), la relative complexité des défis abordés restreint le nombre d'activités strictement pratiques à faire avec les élèves.

Pour faciliter la compréhension du film, ainsi que de ses enjeux, nous avons structuré cette fiche en trois parties :

- une section portrait, qui présente chacun des intervenants, avec la position qu'il/elle incarne dans le débat scientifique. Chacun des portraits comprend le regard porté par le/la professeur·e sur les enjeux de la recherche en AI.
- La deuxième section propose des pistes d'activités à effectuer en classe, adaptables par l'enseignant·e selon le niveau de sa classe. Transdisciplinaires, les sujets ont pourtant été classés, par souci de lisibilité, en sections "Physique et biologie", "Mathématiques et informatique", "Philo/Psycho et Sciences humaines" et "A propos du film lui-même".
- Enfin, la partie biblio/sito/filmographique commentée (cf. "Pour aller

plus loin" infra), non exhaustive, précise la pertinence de chacune des sources. Elle permet elle aussi divers points de départ vers d'autres activités, que l'enseignant·e adaptera en fonction de ses élèves.

A noter enfin que, la durée du film étant de 103' – soit, légèrement plus que les deux périodes de 45' de cours dans la majorité des écoles –, trois extraits ont été retenus, qui peuvent être étudiés en classe indépendamment du tout :

- une séquence du professeur Birbaumer avec son patient Felix, atteint du syndrome d'enfermement, puis seul, lorsqu'il met en garde contre l'utilisation de ses recherches sur le cerveau à des fins politiques ou commerciales
- un dialogue entre le professeur Rudrauf et le professeur Tisseron, dans lequel celui-ci demande pourquoi il faudrait inculquer la souffrance à des machines
- une séquence du professeur Billard, qui montre les difficultés d'apprendre à apprendre à une IA, principalement à cause de la complexité de notre intelligence humaine.

## Pourquoi *Cinq nouvelles du cerveau* est un film à voir avec vos élèves

Pour vivre avec son temps et identifier les enjeux scientifiques, sociaux, économiques et politiques du monde contemporain !

Le film bénéficie de l'apport d'intervenants de haute volée. Présentations.

1. **Alexandre Pouget** est un professeur en neurosciences computationnelles à l'Université de Genève.



Il s'intéresse à traduire en langage mathématique les relations entre les neurones (à l'origine de nos comportements, de nos émotions ou de nos sensations). Ses recherches portent sur l'intelligence artificielle (amener les machines à apprendre par elles-mêmes) et sur la manière dont nos cerveaux prennent des décisions. Il trouve fascinant que les chiffres nous permettent de comprendre de nouvelles choses sur nous-mêmes. Il se dit persuadé que, dans un avenir très proche, les robots seront non seulement capables d'exprimer des émotions, mais qu'ils pourront, ensuite, agir selon ces émotions.

### Position face aux enjeux futurs :

La position d'Alexandre Pouget peut sembler paradoxale car, d'une part, il accorde beaucoup

d'importance à la notion de doute dans ses recherches ; d'autre part, à deux reprises dans le film, il utilise le mot "effrayant" en parlant de ce que ses recherches permettront.

A l'opposé de son fils Hadrien, étudiant en IA à Oxford, qui pense qu'il faut faire preuve de "loyauté" envers l'espèce humaine, le professeur Pouget estime que le recours aux machines pour développer l'humain fait partie de l'évolution de l'homme, appelé à devenir autre chose : "L'humanité est vouée à disparaître. Elle sera dépassée et remplacée par les machines. C'est inéluctable." Le professeur Pouget pense que rien n'empêchera une machine d'apprendre plus que les hommes et donc d'en savoir plus qu'eux, si elle a été programmée pour cela (IA). Mais que se passera-t-il lorsque, ayant trouvé les bonnes réponses, elle décidera par elle-même de dévier du script ?

2. **Christof Koch** est un neuroscientifique américain, chercheur à l'Allen Institute for Brain Science, un laboratoire privé du co-fondateur de Microsoft Paul Allen.



Atypique, humaniste, tintinophile et littéraire (il a même lu Gracq et Simenon), le professeur Koch se demande comment le cerveau, la

machine la plus complexe et perfectionnée du monde (connu), permet de faire l'expérience d'une conscience, et pourquoi nous aimons avec le cerveau, non avec le cœur ou le foie.

Ses recherches portent plus particulièrement sur le *claustrum*, une couche de matière grise du cerveau, qui coordonnerait toutes nos sensations et serait le centre de notre conscience.

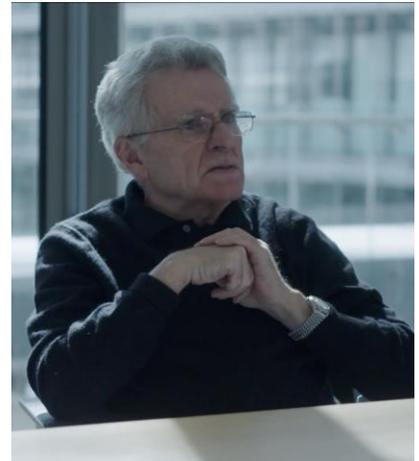
A en croire son dernier essai, le professeur Koch pense, au contraire de son collègue Pouget, que la conscience ne peut être modélisée mathématiquement (*The Feeling of Life Itself : Why Consciousness is Widespread but Can't Be Computed*). Il affirme d'ailleurs : "Nous devons résister à cette tendance à nous déshumaniser en croyant que nous ne sommes que des algorithmes."

#### Position face aux enjeux futurs :

Le professeur Koch ne pense pas que les GAFAM pourront externaliser notre conscience, du moins pas de notre vivant : "Cela supposerait qu'un ordinateur puisse non seulement simuler un être humain – ce qu'il peut tout à fait (cf. les assistants personnels de type Alexa dans une vingtaine d'années) -, mais qu'il puisse vraiment ressentir quelque chose, ce que je ne crois pas : il ne pourra que le prétendre."

Par leurs recherches sur le sujet, les GAFAM, ne voudraient, selon Koch, qu'échapper à la mort, qu'elles craignent, ce qui est humain. A l'opposé de ses recherches sur le cerveau, le professeur Koch, qui a rencontré le Dalaï Lama, reste fasciné par le bouddhisme, pour qui la conscience se trouve en dehors du corps, et qui serait une propriété de l'univers. Dans une interview à *Current Biology*, (19 février 2018, vol. 28, Issue 4, PR141-R142), le scientifique pose la question : "Pourquoi y a-t-il quelque chose plutôt que rien ?"

3. **Niels Birbaumer** est un neuroscientifique tchèque, communiste, mais qui aime les églises.



Au Wyss Center for Bio and Neuroengineering (Campus Biotech de Genève ; sans but lucratif), le professeur Birbaumer développe les interfaces neuronales directes (ICM – Interface Cerveau-Machine ou Interface Cerveau-Ordinateur). Il travaille avec des patients atteints du syndrome d'enfermement, immobilisés suite à un accident cérébral, alors que leurs capacités cognitives et émotionnelles sont intactes. A l'aide d'électrodes placés sur le crâne et d'un programme de reconnaissance de lettres, Niels Birbaumer est parvenu à communiquer avec ces patients. Il travaille maintenant à perfectionner ces interfaces pour qu'elles permettent de communiquer plus rapidement.

#### Position face aux enjeux futurs :

Niels Birbaumer met en garde contre la mainmise des grandes entreprises ou des gouvernements sur les neurosciences : étant donné qu'elles peuvent désormais agir directement sur certaines parties du cerveau pour les stimuler, ces institutions pourraient s'en servir à des fins de surveillance et de contrôle. "Nous pouvons faire faire beaucoup de choses à un cerveau, et vous ne pouvez pas résister à une stimulation électrique ou magnétique, surtout sur la partie où se

trouve la volonté. Je peux manipuler votre volonté. Je peux, par exemple, vous stimuler pour que vous vous jetiez par la fenêtre. Devons-nous laisser aux grandes entreprises la décision de nous pousser à sauter par la fenêtre ? Ou à nos politiciens ? La stimulation du cerveau et les neurosciences auront des effets potentiellement plus dévastateurs que la bombe atomique."

4. **David Rudrauf** est professeur de psychologie à l'Université de Genève et docteur en neurosciences au Laboratoire de modélisation multimodale des émotions et des sentiments (Campus Biotech à Genève).



Son travail s'intéresse à la conscience, puisqu'il veut l'insuffler aux machines, non pour qu'elles servent les humains, mais plutôt dans le but qu'elles s'en affranchissent. Ainsi, ces machines intelligentes pourront partir explorer l'univers, ce que ne peuvent pas faire les êtres humains (exposés aux radiations, soumis aux pressions, sensibles aux températures et à la qualité de l'air...).

Partant du concept philosophique de la phénoménologie de l'esprit<sup>2</sup>, David Rudrauf s'attache à rendre le subjectif objectif, c'est-à-dire à formaliser notre subjectivité (par exemple, les points de vue) : ce qu'il appelle la géométrie projective. Il résume sa recherche par la

<sup>2</sup> La théorie de la phénoménologie de l'esprit, selon le philosophe allemand G. W. F. Hegel, postule, grosso modo, que le monde

question : "Qu'est-ce que cet environnement qu'on construit autour de nous par notre pensée ?"

A travers son expérience avec de petits robots façon Wall-E (lesquels ont démontré qu'ils étaient capables d'anxiété sociale, ou de préférer le plaisir partagé au plaisir solitaire), il démontre que la robotique devrait chercher, d'abord à comprendre les phénomènes humains (intentionnalité, collaboration, partage...), puis à les formaliser en langage mathématique, et ainsi travailler sur le ressenti des machines intelligentes, plutôt que seulement se borner à donner aux robots une apparence physique humaine.

Position face aux enjeux futurs :

Le professeur Rudrauf incarnerait une position transhumaniste, car il estime que la race humaine est de toute façon condamnée à disparaître. Par conséquent, il faut "semmer une graine", laisser quelque chose de cette humanité, pour qu'elle nous survive, soit sous forme de robots intelligents et indépendants de nous.



5. **Aude Billard** est une physicienne suisse, professeur de robotique au Laboratoire d'Algorithmes et Systèmes d'Apprentissage à l'EPFL.

n'existerait pas en dehors de nos perceptions subjectives.

Elle travaille sur les interactions hommes-robots et sur l'apprentissage des robots. Aude Billard part de cette question, qu'on ne comprend pas comment l'esprit humain apprend : comment notre cerveau est-il capable de distinguer aussi rapidement les solutions qui fonctionneront de celles qui ne marcheront pas, et cela même sans essayer ? Cette capacité prendrait beaucoup plus de temps pour un robot intelligent, une à deux minutes. Une partie de la réponse réside dans notre culture commune (*common knowledge*), dont la complexité est telle qu'il n'est pas possible de la traduire en formules mathématiques.

#### Position face aux enjeux futurs :

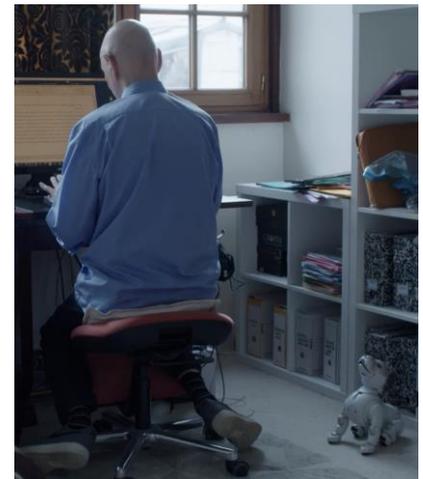
Humaniste et engagée politiquement, la professeure Billard refuse de céder aux sollicitations des grandes entreprises qui s'intéressent à ses travaux. Elle pense que, si les machines peuvent faire le travail des humains, "c'est principalement parce qu'on traite les gens comme des machines. On a donné à faire aux hommes un travail qui n'est pas digne d'un être humain", habilité à effectuer des tâches complexes et qui déteste la routine. "On n'utilise pas le cerveau humain pour ce à quoi il est bon."

6. On ajoutera aux cinq intervenants une sixième autorité, **Serge Tisseron**, qui apparaît dans le film

lors d'un repas organisé chez l'avocat genevois Nicolas Capt (spécialiste dans le droit des médias et des nouvelles technologies<sup>3</sup>). Psychiatre et psychologue français, Serge Tisseron s'est fait plus particulièrement connaître dans les années 90 par ses études sur les secrets de famille, puis sur l'influence des médias (de la télévision) sur le développement psychologique des enfants. Aujourd'hui, il étudie la manière dont se nouent et se développent les relations affectives entre hommes et robots.

#### Position par rapport aux nouvelles technologies :

"On finit toujours par accoucher de nos rêves les plus fous", conclut-il, parce qu'il pense que tout ce que l'homme invente se trouve déjà à l'intérieur de lui.



## **Pistes pédagogiques**

### **Découpage du film**

D'une durée totale de 103 minutes, le documentaire se compose de huit parties, que nous résumons comme suit :

#### **1. 0-2:10 : introduction**

- enjeu du film et question principale
- titre du film

**2. 2:10-23:23 :** le cerveau est une machine comme une autre (approche scientifique du professeur Pouget).

**3. 23:24-45:05 :** la conscience ne se trouve peut-être pas dans notre cerveau (approche prudente du professeur Koch).

<sup>3</sup> M<sup>e</sup> Capt a, par exemple, lancé, en 2018, le débat sur les droits des robots.

4. 45:06-1:08:13 : on peut manipuler directement le cerveau (approche relationnelle du professeur Birbaumer).

5. 1:08:14-1:25:13 : l'homme cèdera sa place à la machine intelligente (approche transhumaniste du professeur Rudrauf).

6. 1:25:14-1:34:01 : les robots ne remplaceront pas les humains (approche humaniste du professeur Billard).

7. 1:34:02-1:40:04 : épilogue :  
- Alexandre Pouget et son père  
- dessins de la Grotte de Lascaux

8. Générique de fin

NB : la séquence avec le professeur Tisseron se trouve enchâssée dans la séquence avec le professeur Rudrauf : 1:19:54-1:24:20.

## Avant la séance

1. Il serait bon que l'enseignant-e demande aux élèves de **préciser quelques notions**, voire les précise lui/elle-même, avant de voir le film :

- **algorithmes** : suite d'opérations écrites en langage mathématique (voir cette [vidéo RTS](#)).

- **intelligence artificielle (IA)** : machine capable d'apprendre à se développer elle-même. Par la répétition d'actions, la machine intelligente va élaborer ses propres solutions et développer un comportement autonome pour ne pas répéter ses erreurs (voir [cette vidéo](#) de la série *1 jour 1 question*).

- **transhumanisme** : pensée selon laquelle l'homme contemporain n'a pas atteint le stade final de son développement, mais l'atteindra si tout ce qui est mortel chez lui est complété par la technologie (implants, prothèses,

voire transplantation de son cerveau dans une machine).

- **homme augmenté** : toutes les aides technologiques que l'homme contemporain reçoit pour pallier ses déficiences (prothèses auditives, stimulateurs cardiaques...) ou pour améliorer ses capacités.

- le mot "**conscience**" devrait donner lieu à des débats assez nourris...

2. Un débat (état des lieux sur l'intelligence artificielle) permettra de mesurer l'apport du documentaire : l'homme est-il en mesure d'accéder à l'immortalité, grâce aux technologies actuelles ?

## Après la séance

### A. Physique et biologie

1. **Regarder** l'intervention TED "Comment nous apprenons aux ordinateurs à comprendre des images" de Fei-Fei Li, professeur en IA à Stanford et intervenante au Forum économique de Davos : [https://www.ted.com/talks/fei\\_fei\\_li\\_how\\_we\\_re\\_teaching\\_computers\\_to\\_understand\\_pictures/transcript?referrer=playlist-talks\\_on\\_artificial\\_intelligen](https://www.ted.com/talks/fei_fei_li_how_we_re_teaching_computers_to_understand_pictures/transcript?referrer=playlist-talks_on_artificial_intelligen) (17:50 ; sous-titres et transcription intégrale du discours en français).

2. **Chercher** quels objectifs s'est fixé le projet scientifique européen *Human Brain Project* à l'EPFL (<https://www.humanbrain-project.eu>).

D'abord **expliquer** les difficultés à reconstituer ou à simuler un cerveau humain.

(On mettra l'accent sur le besoin de milliards de données nécessaires, ne serait-ce que pour reproduire toutes les connexions synaptiques.)

Ensuite, **discuter** des enjeux : que permettra de faire cette simulation complète ? Quelles applications concrètes permettra-t-elle ? (Par exemple, dans le domaine médical, connaître le fonctionnement du cerveau permettra de comprendre de nombreuses pathologies et trouver des moyens de les traiter.)

3. Les machines apprennent donc beaucoup plus vite que les hommes. Un des principaux problèmes auxquels sont confrontés les chercheurs est que notre compréhension du cerveau progresse beaucoup plus lentement que les progrès effectués par les IA dans leurs apprentissages. **Expliquer.** (Cela signifierait que l'homme pourrait créer des IA sans qu'il comprenne réellement ce qui y est à l'œuvre.)

4. Dans la partie I, le professeur Pouget énonce un gros avantage du cerveau humain sur un cerveau artificiel : lequel ? (indice : énergie).

("Notre cerveau n'a besoin que de 20 Watts pour fonctionner, soit l'énergie qui sert à alimenter une ampoule pendant toute une vie. Et cette énergie est prise dans la nourriture.")

## **B. Mathématiques et informatique**

1. Le monde ou son fonctionnement peut-il se résumer à un ensemble de formules mathématiques ? La pensée computationnelle semble en effet animer les milieux scientifiques. Le professeur Pouget en incarne un versant.

(La pensée computationnelle est une théorie fonctionnaliste en philosophie de l'esprit qui, pour des raisons méthodologiques, conçoit l'esprit comme un système de traitement de l'information et compare la pensée à un calcul (en an-

glais *computation*), et, plus précisément, à l'application d'un système de règles.

Le philosophe Eric Sadin s'insurge contre une telle "mathématisation de la vie". Mais, pour certains, la formulation mathématique du monde ne serait qu'une question de temps.

Dans quelle mesure l'interprétation du monde devrait-elle être soumise à la technique ?

2. Le mathématicien Alan Turing passe pour l'inventeur de l'intelligence artificielle. **Dresser** son portrait atypique et **trouver** dans quelle mesure il a contribué à l'avancée de nos connaissances sur ce sujet.

(On s'intéressera forcément au rôle que son équipe a joué lors de la Seconde Guerre mondiale en parvenant à décoder le programme Enigma de l'armée allemande, et les crève-cœurs qu'elle a provoqués. Voir à ce sujet le film [The Imitation Game](#) (2014) de Morten Tyldum.)

3. **Expliquer** comment fonctionne un test de Turing, qui permettrait de faire la différence entre un homme et une machine.

(Regarder la courte vidéo de Denis Van Waerebeke "Le test de Turing : les débuts de l'intelligence artificielle", 2014, durée 10' <https://www.youtube.com/watch?v=k0vmuYQAKW4> )

4. **Énoncer** les trois lois de la robotique selon Asimov et Campbell.

(Voir le dossier <https://www.futura-sciences.com/tech/dossiers/robotique-trois-lois-robotique-1836/page/2/> )



### C. Philo/psycho et Sciences humaines

1. Faut-il accepter que des machines pensent à notre place ? Et qu'elles puissent prendre des décisions à notre place ?

(Cette problématique touche, entre autres, au pouvoir de décision des drones autonomes ou autres armes de combat intelligentes, qui pourraient elles-mêmes prendre la décision de tirer et de tuer. Voir à ce sujet la lettre ouverte de Noam Chomsky, Stephen Hawking, Elon Musk... aux Nations Unies demandant de fixer des limites à l'utilisation de telles armes de guerre dans les conflits : <https://theconversation.com/open-letter-we-must-stop-killer-robots-before-they-are-built-44577> .)

2. Faut-il accorder des droits aux robots ? L'avocat Nicolas Capt, spécialisé dans le droit numérique, répond dans une interview fort instructive (*Le Temps* du 23 mars 2018 : <https://www.letemps.ch/societe/nicolas-capt-une-charte-droits-robots-me-semble-irrealiste> .)

(Suivre l'intégralité de la controverse dans <https://www.letemps.ch/opinions/faut-il-reconnaître-droits-aux-robots> pour repérer les arguments des uns et des autres.)

3. Un autre avocat et professeur d'université, Xavier Oberson, propose dans un essai de taxer les robots, sous prétexte qu'ils prennent la place d'ouvriers. Est-ce une bonne idée et est-elle réalisable ?

(Regarder le sujet du magazine TTC de la RTS du 20 février 2017 pour bien comprendre ses arguments : <https://www.rts.ch/play/tv/t-t-c--toutes-taxes-comprises/video/taxer-les-robots-?urn=urn:rts:video:8403887>, séquence de 0:55 à 13:10.)

4. A propos de la conscience des patients atteints du syndrome d'enfermement (*locked-in syndrome*) dont s'occupe le professeur Birbaumer, **réagir** aux témoignages de personnels soignants et de proches dans l'émission "Esprit, es-tu là ?" (RTS, La Première, 9 nov. 2020 ;

<https://www.rts.ch/play/radio/vacarme/audio/coma-15-esprit-es-tu-la?id=11704014> ; en particulier la séquence entre 3:18 et 5:30.)

5. Sur les enjeux éthiques du coma (par exemple, que valent les décisions d'un comateux qui communique ?), **écouter** et **discuter** la séquence entre 5:01 et 7:02 de l'émission "Les échos de Vacarme" (RTS, La Première, 15 nov. 2020

<https://www.rts.ch/play/radio/vacarme/audio/les-echos-de-vacarme-le-coma-est-ce-une-vie?id=11718893> ).

6. **Débattre** sur le thème de la transmission et celui de la pérennisation (que quelqu'un ou quelque chose survive à son soi-même).

(Par exemple, le professeur Ruedrauf avoue, à un moment, que sa position, qu'on peut qualifier de transhumaniste, par rapport à la fécondation de l'univers (sa mission de la petite graine à semer, ses robots intelligents colonisant d'autres planètes) pourrait changer suite à l'arrivée de son fils : séquence du documentaire de 1:11:36 à 1:12:54.)

7. **S'intéresser** aux travaux du futurologue transhumaniste controversé Ray Kurzweil, professeur au MIT et directeur de l'ingénierie chez Google. Regarder son intervention TED pour **comprendre** ses idées et les **commenter** :

[https://www.ted.com/talks/ray\\_kurzweil\\_get\\_ready\\_for\\_hybrid\\_thinking/transcript?referer=playlist-talks\\_on\\_artificial\\_intelligen](https://www.ted.com/talks/ray_kurzweil_get_ready_for_hybrid_thinking/transcript?referer=playlist-talks_on_artificial_intelligen) (9:41 ; sous-titres et transcription intégrale du discours en français).

## D. A propos du documentaire lui-même

1. De quelles manières le professeur Koch et le professeur Tisseron se comportent avec leurs chiens, respectivement un animal et un engin robotisé ? Notez-vous des différences ? **Imaginer** quelles pourraient-elles être au quotidien ?

(Avant de lire le dernier essai du professeur Tisseron, on pourra se demander si l'empathie se développe de la même manière, selon qu'on doit sortir plusieurs fois par jour son chien pour faire ses besoins, ou pas.

On fera peut-être aussi référence aux expériences avec les Tamagotchis, voire à la différence entre chats et robots de compagnie dans les EMS : <https://www.rts.ch/audio-podcast/2017/audio/vieillir-jamais-sans-mon-robot-25466061.html>)

2. Au final, le plus étonnant dans ce documentaire est qu'il nous présente des positions de scientifiques, qui font autorité dans leur domaine, mais qui sont très différentes sur un même sujet : peut-on doter des machines d'une intelligence ou d'une conscience ? Auquel de ces six scientifiques vous identifiez-vous le plus ? Et pour quelles raisons ?

3. Comment **expliquer** la séquence finale du documentaire sur les dessins de la Grotte de Lascaux ?

(Voir ci-contre, image du haut : dans le film, on distingue le dessin d'une main primitive, dont les doigts semblent manipuler un clou. Ce qui ne correspond pas au dessin d'origine, puisqu'il s'agit en fait d'une lézarde sur la pierre (image du bas). Ce choix n'est pas anodin de la part d'un cinéaste.

D'abord il semble paradoxal qu'un documentaire sur l'IA et les robots s'achève sur un dessin primitif d'il y a 18'000 ans. Bron prendrait le

contrepied de la plus célèbre suture du montage cinématographique, celle de 2001, *l'Odyssée de l'espace*, qui passe de la préhistoire au vaisseau spatial (le documentaire emprunte d'ailleurs à Kubrick certains plans, aspects (tube à travers lequel marche une personne) et même une référence à l'ordinateur Hal) : au lieu de passer d'un os de Cro-Magnon à un vaisseau, *Cinq nouvelles du cerveau* passe des robots apprenant à tenir un tournevis d'horloger à une main qui semble traversée par un tel outil.

La scène épilogue rappelle aussi le projet idéalisé par le professeur Rudrauf d'envoyer des machines intelligentes coloniser le cosmos en y semant des graines. Renvoyant ainsi au début de l'histoire humaine, le dessin rupestre pose l'hypothèse – assez répandue chez les scientifiques – que notre civilisation proviendrait d'une telle graine et que l'homme a évolué en s'adaptant : la technologie était donc présente sur Terre avant l'homme.)

4. Le documentaire ne consiste pas seulement en une succession d'entretiens. Ils sont liés par des transitions (souvent en mouvement) et, surtout, chaque partie prend habilement soin de montrer l'intervenant dans des situations intimes, voire en interaction avec son milieu quotidien (avec ses enfants, son chien, des patients, lors d'un repas chez des amis, en découvrant une échographie). **Réfléchir** à ce choix de mise en scène : que nous disent ces mises en contexte de chacun des scientifiques avec leur entourage ?

(Le documentaire les présente comme des scientifiques, mais sait qu'ils n'en sont pas moins homme ou femme, avec leurs doutes, leurs peurs irrationnelles, leurs rêves et leurs points de vue subjectifs.)

5. Dans son interview (voir [dossier de presse](#)), le réalisateur



Bron dit avoir suivi comme fil rouge celui de la relation filiale. **Illustrer** ce choix pour chacun des cinq protagonistes.

(Le professeur Pouget et son fils, Koch et Tisseron avec leurs chiens, le professeur Birbaumer et ses patients, David Rudrauf, ses robots et son fils à naître, la professeure Billard et un apprenti.)

6. Des informations radiophoniques concernant des découvertes en relation avec l'IA peuvent s'entendre durant le documentaire :

- la victoire d'Alphago (dans la partie avec le professeur Pouget)

- Neurolinks d'Elon Musk serait capable de booster les capacités cognitives du cerveau grâce à des implants connectés à un ordinateur (idem)

- Facebook acquiert CTRL-lab capable de commander des machines par la seule pensée (partie II)

**Effectuer des recherches** pour en savoir plus sur ces avancées technologiques.

7. Retrouver à quel-le interlocuteur-trice attribuer les affirmations suivantes :

a) "Il ne s'agit pas de rendre les machines intelligentes, mais de la faire agir de manière intelligente" (Le professeur Pouget).

b) "Ce qui nous distingue des chiens, c'est la conscience de nous-mêmes et de notre finitude. Nous sommes les seules créatures à nous poser des questions sur nous-mêmes et sur le monde qui nous entoure. Les machines seraient-elles aussi capables de le faire ?" (Le professeur Koch).

c) "Jusqu'à aujourd'hui, nous avons un avantage sur les autres espèces parce que nous sommes

intelligents. Mais nous construisons des machines qui vont devenir beaucoup plus intelligentes que nous. C'est un risque pour l'humanité." (Koch).

d) "Quand un tennisman fait un revers ou qu'il rêve qu'il en fait un, son cerveau fait pratiquement la même chose." (Le professeur Birbaumer).

e) "Nous sommes désormais capables de "hacker" n'importe quel cerveau. On peut aussi, en agissant sur un endroit du cerveau, transformer quelqu'un de gentil en une brute criminelle. Je connais l'endroit qu'il faut stimuler pour le faire." (Birbaumer)

f) "Je ne veux pas faire des machines qui me servent comme des esclaves, mais qui seraient libres, et libres de vivre sans nous." (Le professeur Rudrauf)

g) "Quel est l'intérêt de fabriquer des robots qui souffriraient comme des humains ?" (Serge Tisseron)

h) "Si les machines peuvent faire le travail des humains, c'est principalement parce qu'on traite les gens comme des machines. On a donné à faire aux hommes un travail qui n'est pas digne d'un être humain." (La professeure Billard)

## E. Analyser les extraits suivants :

1. De 1:01:21 à 1:08:12 :

- Que nous dit le Prof Birbaumer de la stimulation du cerveau ?

- Qu'est-ce qui paraît surprenant dans les réponses que donne patient Felix, atteint du syndrome d'enfermement, au scientifique ?

- Comment réagit le fils de Felix lorsqu'il lui pose une question via la machine ?
  - Quelle mise en garde formule finalement le professeur Birbaumer ?
2. De 1:16:38 à 1:19:21 : dialogue entre le professeur Rudrauf et Serge Tisseron à table.
- Noter précisément les arguments et positions échangés : lesquels sont les plus défendables ? Et à qui donner l'avantage finalement ?
3. De 1:25:17-1:1:34:00 :
- De quel constat part Aude Bilard, qui donne un net avantage à l'esprit humain sur la machine ?  
(La rapidité avec laquelle le cerveau humain parvient à distinguer
  - Comment interpréter le long plan sur le bras artificiel qui tente de saisir le berlingot ?  
(La machine ne parvient toujours pas à saisir le berlingot.)
- ce qui fonctionnera de ce qui ne marchera pas dépasse la capacité des machines.)
- Que dit-elle de la culture commune (*common knowledge*) ?  
(Il est impossible de la formuler en langage mathématique.)
- Quelle leçon sur la main donne-t-elle à l'apprenti-horloger ?  
(Complexité de la main.)
- Quel est l'enjeu de ses recherches sur les mouvements manuels des horlogers ?  
(Enjeu économique de taille : des machines pourraient-elle remplacer le travail des horlogers de précision ?)

---

## Pour en savoir plus

Présentation, bande-annonce et [dossier de presse](https://www.bandeapartfilms.com/the-brain/) du film sur le site de Bande à part Productions  
<http://www.bandeapartfilms.com/the-brain/>

## Bibliographie

### Essais

**Dominique Cardon**, qui fait autorité sur ces questions, consacre un chapitre de *Culture numérique* (SciencesPo/Les Presses, 2019) à l'IA et au *deep learning*.

**Nicholas Carr**, *Remplacer l'humain. Critique de l'automatisation de la société* (L'Echappée, 2017).

**Axel Cypel**, *Au cœur de l'intelligence artificielle : des algorithmes à l'IA forte* (De Boeck Supérieur, 2020).

**Jean-Gabriel Ganascia**, physicien et philosophe, a publié *Intelligence artificielle : vers une domination programmée*, Le Cavalier bleu, 2017. Découpé en chapitres qui abordent chacun une idée reçue à propos de l'IA. Lire aussi son *Mythe de la singularité. Faut-il craindre l'intelligence artificielle ?* (Seuil, 2017).

**Yuval Noah Harari**, *Homo Deus : une brève histoire du futur* (Albin Michel, 2017).

**Vincent Held**, *Une civilisation en crise : l'Occident à l'épreuve de l'intelligence artificielle* (Réorganisation du monde, 2020).

**Aurélie Jean**, *De l'autre côté de la machine : voyage d'une scientifique au pays des algorithmes* (Livre de Poche, 2019).

**Eric Sadin**, adopte une posture philosophico-polémiste, mais sourcée et argumentée, lorsqu'il aborde les aspects de l'IA : *L'intelligence artificielle ou l'enjeu du siècle : anatomie d'un antihumanisme radical* (2018), *La vie algorithmique : critique de la raison numérique* (2015), *L'humanité augmentée : l'administration numérique du monde* (2013), tous publiés à L'Echappée.

**Serge Tisseron**, *Petit traité de cyber-psychologie pour ne pas prendre les robots pour des messies et l'IA pour une lanterne* (Le Pommier, 2018) et *Le jour où mon robot m'aimera : vers l'empathie artificielle* (Albin Michel, 2015).

### Autobiographie

*Le scaphandre et le papillon* (1997) de **Jean-Dominique Bauby**. L'ancien rédacteur en chef de la revue *Elle* parle de son syndrome d'enfermement, le dictant seulement en recourant au clignement de l'œil gauche. Adapté au cinéma en 2007 par Julian Schnabel.

### Romans

- Ceux de SF de **Philip K. Dick**, bien sûr. Plusieurs de ses œuvres ont été adaptées au cinéma *Minority Report*, *A quoi rêvent les moutons électriques ?*, *Blade Runner*...

- "Le Cycle des robots" d'**Isaac Asimov** a marqué le professeur Koch et certains autres chercheurs qui ne l'avouent pas.

- Mention spéciale à l'auteur de SF intelligente **Alain Damasio**, connu pour sa *Horde du contrevent*, mais pertinent ici surtout pour ses réflexions sur l'IA dans son recueil de nouvelles *Aucun souvenir assez solide* (Folio SF, 2014) ou pour son dernier roman, *Les furtifs* (La Volte, 2019), qui condense ses marottes thématiques et qui donne des réponses pour contrer l'invasion des machines intelligentes dans notre quotidien (et notre futur proche !).

### Articles

- Parmi les innombrables publications (en ligne et sur papier), retons le numéro 133 de *Philosophie Magazine*, "Bienvenue dans la société de contrôle", sept. 2019.

- **Jean-Michel Besnier**, "Transhumanisme : doit-on avoir peur de l'avenir ?", *Philosophie Magazine*, 2 mai 2013 (l'article part de la série *Real Humans*) :

<https://www.philomag.com/articles/transhumanisme-doit-avoir-peur-de-lavenir>

### Sitographie

- Le site **TED.com** offre un vivier d'interventions facilement exploitables en classe (traduction et textes transcrits en français, de toutes durées). On peut par exemple y entendre le champion d'échec Gary Kasparov soutenir qu'il ne faut pas avoir peur des machines intelligentes, lui qui a pourtant été vaincu par l'ordinateur Deep(er) Blue en 1997 :

[https://www.ted.com/talks/garry\\_kasparov\\_don\\_t\\_fear\\_intelligent\\_machines\\_work\\_with\\_them](https://www.ted.com/talks/garry_kasparov_don_t_fear_intelligent_machines_work_with_them) .

- Le dossier thématique de **RTS Découverte** consacré aux nouvelles technologies, permet de retrouver, entre autres, une interview de Serge Tisseron, des débats sur l'intelligence artificielle, ainsi que de nombreuses capsules sur différents sujets exploitables en classe (notamment "Qu'est-ce qu'un algorithme ?").

<https://www.rts.ch/decouverte/sciences-et-environnement/technologies/dataland/>

- Le site **e-media.ch** propose des ressources pédagogiques à l'attention des enseignant-es sur des thématiques en lien avec le numérique et les nouvelles technologies.

- Le site **Cairn.info** permet la lecture gratuite de certains excellents articles de chercheurs sur des sujets contemporains (Dominique Cardon).

## Filmographie

### Documentaires

**Lo and Behold : Reveries of a Connected World** (2016) de Werner Herzog. Le documentaire brasse large sur les questions des nouvelles technologies, mais un des chapitres de ce documentaire traite de l'IA, et voit défiler les entretiens du réalisateur allemand avec Elon Musk (patron de Tesla et Space X) et d'autres chercheurs originaux.

**Intelligence artificielle, notre meilleure amie ?** (2018 ; 59:53) de Blaise Piguet et Damien Orange. Au menu : les différents usages de l'IA, le *facial coding*, le centre de recherche sur l'IA de Google et le *machine learning*, Dublin : smart city, le futur de l'IA, la médecine digitale en Finlande, le big data et le profilage en Chine. Ce documentaire est visible sur <https://laplattform.ch/fr/dataland-soiree-nationale-thematique-consecree-lintelligence-artificielle-et-aux-donnees-numeriques>

### Fictions

**2001, a Space Odyssey** (1968) de Stanley Kubrick. Ce réalisateur passionné d'avancées scientifiques offre ici le premier film réaliste dans l'espace (images de la NASA). Que se passe-t-il lorsqu'un ordinateur, Hal, prend les commandes à bord ? Et pourquoi donc revenir, dans l'épilogue, à cet embryon originaire ?

**Her** (2013) de Spike Jonze, où comment un homme tombe amoureux de la voix d'une machine intelligente.

**Ex Machina** (2014) d'Alex Garland. Lorsque qu'une robote joue un tour à son amoureux.

**EXistenZ** (1999) de David Cronenberg. Pour les connexions entre l'homme et la machine.

**A.I. Artificial Intelligence** (2001) de Steven Spielberg, pour l'empathie suscitée par un enfant robot.

### Séries

**Black Mirror** (<https://www.juliedesk.com/blog/artificial-intelligence-black-mirror-scenario/>), **Real Humans** ou **Westworld** paraissent incontournables.

---

Frank Dayen, Gymnase de Morges, décembre 2020.

