

19^e FESTIVAL INTERNATIONAL

PARISCIENCE

LE FESTIVAL QUI RAMÈNE SA SCIENCE



SCOLAIRE

**FICHE
D'ACCOMPAGNEMENT**

**Deep Time, 40 jours
au-delà du temps**

de Mélusine Mallender et Christian Clot

Présentation du film	2
Ressources diverses autour du film	3
Notions et informations clés du film	4
Le film dans les grandes lignes	5

Deep Time, 40 jours au-delà du temps

Présentation du film



14 mars 2021, l'explorateur-chercheur Christian Clot s'enferme avec 14 volontaires, 7 femmes et 7 hommes, pour 40 jours dans la grotte de Lombrives en Ariège française. Privés d'accès à la lumière du soleil, sans information temporelle et sans aucun contact avec l'extérieur, ils débutent la première exploration collective sans accès au temps. Isolés dans cet environnement inconnu, ils vont mener des études scientifiques uniques sur la capacité humaine d'adaptation et la façon dont le cerveau comprend le temps et parvient à recréer une nouvelle synchronisation, permettant au groupe d'agir en commun dans ce contexte particulier. Mais peut-on vivre sans aucune connaissance de l'heure, sans idée des durées de ses nuits ou activités ? Comment créer une coopération alors que chacun.e vit selon ses propres rythmes ? Et comment appréhender un espace naturel fermé mais aux multiples possibilités d'exploration ?

Deep Time, 40 jours au-delà du temps
Écrit et réalisé par Mélusine Mallender, Christian Clot
59 min - France - 2022
© Darwin Production
Inédit

Deep Time, 40 jours au-delà du temps

Ressources diverses autour du film

Mission Deep Time, méthodologie et résultats scientifiques préliminaires

Les ressources du projet Deep Time

Le site officiel : <https://deeptime.fr/>

Un des axes de recherche du Human Adaptation Institute, qui porte de projet Deep Time

<https://adaptation-institute.com/changements-extremes/>

Témoignages de Deeptimers dans la presse

- <https://www.francebleu.fr/infos/faits-divers-justice/expedition-deep-time-les-15-equipiers-sont-sortis-sans-encombre-apres-40-jours-sous-terre-1619276970>
- <https://www.francebleu.fr/infos/sante-sciences/expedition-deep-time-en-ariege-les-premieres-impressions-du-stephanois-a-la-sortie-de-la-grotte-1619286770>
- <https://www.leprogres.fr/science-et-technologie/2021/04/27/40-jours-dans-une-grotte-un-ligerien-raconte-son-experience>

Cairn / Expérience « hors du temps » sur l'adaptation du cycle de sommeil de l'individu

<https://www.cairn.info/revue-defense-nationale-2022-HS1-page-107.html>

ScienceDirect / Désynchronisation interne des rythmes circadiens chez 14 personnes en « libre cours » vivant dans une grotte

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1769449323001760?via%3Dihub>

Le rythme circadien

Cairn / Courte introduction sur les rythmes biologiques et leurs troubles chez l'humain

<https://www.cairn.info/revue-les-tribunes-de-la-sante1-2006-4-page-39.htm>

Le journal du CNRS / Les effets de la lumière sur l'alternance veille/sommeil chez les humains

<https://lejournald.cnrs.fr/articles/comment-la-lumiere-regit-notre-sommeil>

Le journal du CNRS / Interview de deux chercheurs à l'occasion de l'attribution en octobre 2017 du prix Nobel de médecine à trois chercheurs qui ont réussi à isoler un gène contrôlant le cycle circadien de la mouche. L'occasion pour eux de parler des rythmes biologiques en général.

<https://lejournald.cnrs.fr/nos-blogs/aux-frontieres-du-cerveau/le-tic-tac-de-lhorloge-biologique-a-lhonneur>

Ressources académiques :

Conférence donnée par Andre Klarsfeld en 2012 sur le rythme biologique chez l'humain

<http://savoirs.ens.fr//expose.php?id=964>

Commentaires de ce même chercheur à propos d'un article historique de Jean-Jacques Dortous de Mairan, considéré comme le premier article scientifique sur la chronobiologie

<https://journals.openedition.org/bibnum/511>

D'autres expériences « hors du temps »

Radio France / Emission autour d'une expérience « hors du temps » qui date déjà de plusieurs décennies, conçue par Jürgen Aschoff

<https://www.radiofrance.fr/franceculture/vivre-hors-du-temps-l-experience-de-juergen-aschoff-pere-de-la-chronobiologie-8613182>

Description des résultats d'une expérience « hors du temps » de Jürgen Aschoff en 1967

https://web.archive.org/web/20181030190253id_/https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjphysiol1950/17/4/17_4_450/_pdf

Deep Time, 40 jours au-delà du temps

Notions et informations clés du film

Intervenant.e.s

Les 15 deep timers :

- **Arnaud Burel**, biologiste qui semble tout le temps avoir froid ?
- **Christian Clot**, explorateur-chercheur, concepteur-directeur de Deep Time
- **Johan François**, moniteur de voile
- **Nicole Hubert**, opératrice de recherche
- **Damien Jemelgo**, cordiste
- **Emilie Kim-Foo**, infirmière
- **Marie-Caroline Lagache**, créatrice de bijoux
- **Marina Lancon**, guide de voyage nature
- **François Mattens**, VP, affaires publiques
- **Alexis Monseigny**, agent de sécurité
- **Jérôme Normand**, anesthésiste-réanimateur
- **Margaux Romand Monnier**, neurobiologiste
- **Kora Saccharin**, responsable en cyber-sécurité
- **Martin Saumet**, médiateur scientifique
- **Tiphaine Vuarier**, psychomotricienne

En dehors de la grotte :

- **Mélusine Mallender**, co-responsable Deep Time, seulement dans la grotte pendant 7 cycles
- **Jérémy Roumian**, co-responsable Deep Time

Zones géographiques

- Grotte de Lombrives, dans la commune d'Ussat en **Ariège - France**

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.

- Physiologie
- Plasticité cérébrale
- Imagerie par résonance magnétique (IRM)
- Masse grise
- Spéléologie
- Glyphe

Concepts scientifiques sous-jacents :

- Chronobiologie
- Cycle circadien

Deep Time, 40 jours au-delà du temps

Le film dans les grandes lignes

La première expérience collective hors du temps

Le 21 mars 2021 à 20h, Christian Clot, explorateur-chercheur, s'enferme avec 14 autres personnes dans la grotte de Lombrives en Ariège, avec l'intention d'y rester pendant 40 jours sans aucune indication du temps qui passe. C'est le début de la mission Deep Time. Christian a déjà mené des expéditions hors du commun dans le monde entier, avec l'objectif de mieux comprendre la faculté humaine de s'adapter à de nouveaux milieux. Alors, qu'est-ce qui fait la spécificité de la mission Deep Time ?

Pour limiter la propagation du virus Covid-19 en 2020 et 2021, 5 milliards d'êtres humains se sont retrouvés confinés au même moment. Plus de la moitié de la population mondiale a donc été contrainte de remettre en question son rythme quotidien et son rapport au temps. C'était véritablement « une situation complètement folle qui a amené [...] des pertes de notion du temps, des pertes de compréhension de l'organisation d'une journée, des pertes de capacité à se projeter dans le futur... Bref, les gens ont commencé à se désorienter ». Ce contexte exceptionnel a exigé que nous adaptions notre routine et notre mode de vie. Christian a alors décidé de concevoir une expérience scientifique à la fois sociale et biologique pour étudier l'adaptation à l'absence de contraintes temporelles.

De nombreuses expériences de chronobiologie, soit l'étude des rythmes biologiques, ont déjà été réalisées dans des conditions « hors du temps », dans des grottes ou des bunkers par exemple. Mais Christian explique que la mission Deep Time est la première expérience de ce type menée en collectivité. Il s'agit donc non seulement d'évaluer les effets de la perte de la notion du temps, mais aussi ceux du groupe social, sur le rythme biologique de chaque individu. Dans le contexte d'un groupe mixte de 15 personnes exerçant des métiers extrêmement divers,

soit une petite société semi-autonome, on cherche à comprendre « comment des humains, qui sont confrontés à de nouveaux systèmes de vie, parviennent à retrouver une vie stabilisée, presque normale, malgré des conditions qui, elles, sont devenues anormales ».

Les conditions de l'expérience Deep Time

La grotte de Lombrives constituait un lieu d'étude idéal pour ce projet au-delà du temps. Elle est immense, 4 kilomètres de longueur, répartis sur deux niveaux séparés par un gouffre profond de 80 mètres. La température est d'environ 10°C et l'humidité de 100%. A 800 mètres de l'entrée, dans la « galerie du cimetière », là où les « Deeptimers » ont décidé d'établir leur base de vie, l'obscurité est totale. Mais le but de l'expérience n'est pas de s'imposer des conditions de vie trop rudes, puisqu'il s'agit d'étudier l'adaptation au long-terme à un nouveau milieu, et donc la faculté de construire un mode de vie durable. La grotte est aménagée (on installe un plancher ainsi qu'une grande gazinière pour constituer la cuisine) et équipée d'installations électriques, dont une grande lampe sphérique appelée « la cathédrale » (qui rappelle le rôle du soleil, suspendu à la voûte de la caverne). L'espace dédié au sommeil, en revanche, est plongé dans l'obscurité et le silence absolu, dans le but de conserver le rythme biologique de chacun.e.

Afin de ne pas accumuler leurs déchets dans la grotte, et en cas de besoin urgent, les Deeptimers « communiquent » avec un groupe de bénévoles à l'extérieur de la grotte, tout au long de l'expérience. Toutefois, pour ne pas recevoir d'indices temporels, il faut absolument éviter de croiser toute personne extérieure. A cet effet, un petit groupe de bénévoles assure la surveillance de l'entrée de la grotte 24 heures sur 24, pour empêcher les passant.e.s de s'y introduire. Les échanges de bidons de déchets s'effectuent exclusivement via un sas entre l'entrée de la grotte et le portail qui renferme les Deeptimers. Ainsi, les Deeptimers ne bénéficient d'aucun marqueur temporel. D'ailleurs, leur rythme se décale du cycle classique des 24 heures au bout de quelques jours seulement, comme l'apprend Mélusine Mallender, une des responsables du projet, quand elle sort de la grotte au bout de six cycles de veille et de sommeil.

L'étude de la grotte de Lombrives

En plus de l'absence d'indicateurs temporels et de la présence du groupe solidaire que constituent ces 15 Deeptimers, le troisième pilier de cette expérience est la grotte de Lombrives elle-même. En effet, pour comprendre l'adaptation d'un groupe d'humains à un nouvel environnement, il faut caractériser scientifiquement tous les paramètres de cet environnement. C'est pourquoi les Deeptimers mesurent régulièrement la température, l'hygrométrie et la typologie des gaz de l'air à l'intérieur de la grotte. Une équipe s'occupe également d'établir une topographie intégrale de la grotte, afin d'en construire un modèle numérique exhaustif. En outre, les Deeptimers profitent de leurs 40 jours d'enfermement pour réaliser des projets annexes comme le ramassage et l'élimination des déchets, et la capture d'images des glyphes, laissés par des humains dans la grotte depuis des siècles. A la fin de la mission, l'ensemble des Deeptimers avait inventorié 1560 glyphes, topographié 4,6 kilomètres de galeries, et évacué 900 kilos de détritiques anciens.

Au-delà de ces tâches et des protocoles de recherche sur l'environnement de la grotte de Lombrives, sa beauté et sa complexité structurale sont également des moteurs de l'adaptation humaine. En effet, l'ensemble des Deeptimers semble éprouver un fort désir d'explorer les moindres recoins de la grotte, malgré les difficultés techniques associées à cette activité (rappel de plus de 80 mètres). Au milieu des galeries souterraines étroites, c'est l'émerveillement : Tiphaine, à sa grande surprise, se sent sereine et libre ; Jérôme pourrait passer la journée entière à explorer dans l'obscurité ; Damien est tombé amoureux de la grotte. Christian explique que ces émotions sont nécessaires pour que les humains s'habituent et apprennent à apprécier un nouvel environnement : « c'est un facteur clé de l'adaptation, l'émerveillement, qui permet de croire en l'avenir ».

Le groupe humain comme objet d'étude

Pendant leurs 40 jours dans la grotte de Lombrives, les 15 Deeptimers ont mis en œuvre 52 protocoles de recherche dans 9 domaines différents, et ont généré l'équivalent de 2100 heures de données scientifiques en tout. La question principale qui anime ce projet est la suivante : quand on enlève toute notion du temps, quel est l'effet sur la physiologie des membres du groupe, et notamment sur leur cycle circadien (axé sur 24 heures) ? Pour y répondre, la température interne, les variations hormonales et l'activité physiologique et cérébrale de chaque Deeptimer sont mesurées au quotidien. On impose aussi des tests scientifiques réguliers pour évaluer leur cognition (notamment par le biais de questionnaires) et leur perception sensorielle (faculté auditive, olfactive, etc.) Enfin, avant et après la mission, tout le monde subit un IRM, pour que les scientifiques puissent mesurer l'évolution de la taille des différentes zones du cerveau entraînée par l'expérience. Les données montrent que 8,7% de masse grise en moyenne a changé de taille au cours de la mission, ce qui montre que l'expérience a provoqué une forme de plasticité cérébrale, et suggère que cette plasticité pourrait jouer un rôle dans l'adaptation.

L'état émotionnel de chaque individu doit régulièrement être indiqué par le biais d'un questionnaire rempli sur leur appareil personnel (qui ne comporte ni réseau ni indication d'heure). La cohésion du groupe est évaluée en enregistrant toutes les interactions sociales ayant lieu au sein du groupe (qui était filmé en permanence). Alors que les 40 jours sont à moitié écoulés, on observe une baisse très nette du moral des Deeptimers, ainsi que du nombre de leurs interactions. Plusieurs disent ressentir un manque de concentration et de motivation, de la fatigue mentale et une perte de mémoire à court-terme. Dans ces conditions, un état d'apathie s'installe et c'est encore plus difficile de se coordonner et de collaborer pour réaliser des travaux d'équipe qu'au début de l'expérience. D'après Christian : « chaque fois qu'on doit changer nos vies, cette phase existe. Ce moment où on réalise qu'on doit générer une nouvelle normalité parce que la norme d'avant n'existe plus. » Cependant, il semble que ce sont justement les interactions sociales et les petites tâches du quotidien effectuées par et pour la collectivité qui motivent les Deeptimers à se synchroniser pour créer une nouvelle norme.

Le rythme biologique en dehors du temps

Deux tendances générales semblent se dessiner dans le rythme du groupe. D'une part, plusieurs personnes ressentent énormément de liberté suite à l'affranchissement de la pression du cycle solaire. Margaux « [s'écoute] beaucoup plus » et fait des siestes quand elle veut ; Kora prend le temps de faire plusieurs activités de détente avant de démarrer sa matinée productive ; Emilie dort presque deux fois plus que tous les autres dès la première période de sommeil, puis pédale à toute vitesse sur un vélo elliptique alors que tout le monde dort depuis longtemps. D'autre part, beaucoup de Deeptimers font l'effort de se calquer sur le rythme qu'adopte la majorité, et mettent par exemple leur propre désir de sommeil de côté pour pouvoir passer du temps avec les autres. Ces deux comportements ne sont pas nécessairement incompatibles. Mais la conclusion de l'étude est sans appel : « la synchronicité d'un groupe est bien plus sociale que biologique ». Ainsi, si les membres de cette équipe se lèvent et se couchent sensiblement aux mêmes heures, c'est pour cultiver leurs liens sociaux et pouvoir travailler efficacement ensemble, plutôt qu'en raison d'une horloge biologique commune entre humains.

Un aspect important de la mission Deep Time est la comparaison entre des données objectives sur le rythme physiologique des individus, et leur conscience de ce rythme. Ainsi, tous les Deeptimers portent un actimètre en permanence, qui enregistre leur activité cardiaque et autres processus physiologiques en permanence. Ils doivent aussi mettre des électrodes sur leur tête en se couchant pour enregistrer leurs cycles du sommeil. En parallèle, leurs questionnaires quotidiens leur demandent d'estimer leur temps de veille quand ils se couchent et leur temps de sommeil lorsqu'ils se réveillent. Et ils sont souvent très loin du compte ! François est dubitatif, dans une séquence du film, quand Emilie lui dit qu'elle pense faire des cycles de 32 heures (ce qui signifie qu'entre un réveil et le réveil suivant, 32 heures se sont écoulées). Il pense que c'est un

peu long. Mais en réalité les Deeptimers font régulièrement des cycles de plus de 45 heures, et le cycle le plus long enregistré pendant la mission était de 71 heures. En revanche le cycle le plus court a duré moins de 12 heures. De fait, à l'échelle individuelle, la longueur des cycles varie énormément d'un cycle à l'autre. En somme, quand on l'affranchit de tout repère temporel, le corps humain ne semble pas du tout conserver un cycle circadien de 24 heures. L'analyse des résultats de l'expérience Deep Time est encore en cours. Il faudra ensuite comparer ces résultats à ceux des expériences de chronobiologie précédentes pour établir des conclusions solides.