

FESTIVAL  
EN LIGNE

16<sup>E</sup> ÉDITION | FESTIVAL INTERNATIONAL DU FILM SCIENTIFIQUE

# PARIS SCIENCE

En partenariat  
avec l'Institut  
de physique  
du globe de Paris

-- Fiche d'accompagnement --

MATIÈRE GRISE : COMMENT  
TOMBONS-NOUS AMOUREUX ?

© Tournez S'il Vous Plaît

PROGRAMMATION SCOLAIRE : DU 30 SEPTEMBRE AU 16 OCTOBRE 2020



## Sommaire

Matière grise : Comment tombons-nous amoureux ? .....	1
Sélection de ressources .....	2
Proposition d'activité préparatoire .....	5
Extraits du film .....	6
Notions et infos clés .....	7

## Matière grise : Comment tombons-nous amoureux ?

Réalisé par **Mikaël Lefrançois**

Écrit par **Mikaël Lefrançois, Élise Benroubi et Mathieu Busson**

71 min - France - 2019

© Tournez S'il Vous Plaît / Avec la participation de Planète +

Diffusion française : Planète +



© Tournez S'il Vous Plaît

Pourquoi et comment tombons-nous amoureux ? D'où nous vient notre formidable capacité à aimer ? De tous nos sentiments, l'amour nous semble le plus impénétrable. Un mystère qui semblait indéchiffrable par la science. Et pourtant, grâce aux progrès récents des neurosciences et de l'imagerie cérébrale, les scientifiques commencent à lever le voile sur ce qu'il se passe dans la tête des amoureux. Grâce à un format original, ce film, ponctué de saynètes où des acteurs personnifient les différentes fonctions de notre cerveau, nous rappelle que l'amour n'est pas une histoire de cœur, comme on le dit, mais bien le produit de notre matière grise.



© Tournez S'il Vous Plaît



© Tournez S'il Vous Plaît

## Sélection de ressources

### FRANCE CULTURE

- **Portrait chimique de votre cerveau amoureux**, Hélène Combis  
<https://www.franceculture.fr/sciences/portrait-chimique-de-votre-cerveau-amoureux>

-----

### SCIENCES ET AVENIR

- **En amour, tout est-il joué d'avance ? / 2020**  
[https://www.sciencesetavenir.fr/sante/cerveau-et-psy/en-amour-tout-est-il-joue-d-avance\\_140925](https://www.sciencesetavenir.fr/sante/cerveau-et-psy/en-amour-tout-est-il-joue-d-avance_140925)

- **Saint-Valentin : l'amour une affaire d'hormones, de chiffres et de sentiments / 2020**  
[https://www.sciencesetavenir.fr/sante/cerveau-et-psy/saint-valentin-l-amour-entre-chiffres-hormones-et-sentiments\\_140934](https://www.sciencesetavenir.fr/sante/cerveau-et-psy/saint-valentin-l-amour-entre-chiffres-hormones-et-sentiments_140934)

-----

### THE CONVERSATION

- **La chimie de l'amour / 2019**  
<https://theconversation.com/la-chimie-de-lamour-111649>

-----

### INSERM

- **Exposition et livret pédagogique « La Chimie de l'amour » :**  
<http://www.paca.inserm.fr/rubriques/la-recherche-pour-tous/ressources/pages-individuelles-expositions/la-chimie-de-l-amour>

-----

ICM – Institut du cerveau et de la moëlle épinière  
- **Que se passe-t-il dans le cerveau quand on tombe amoureux ? / 2019**  
<https://institutducerveau-icm.org/fr/actualite/se-passe-t-cerveau-on-tombe-amoureux/>

-----

### LE MONDE

- **«Comment tombons-nous amoureux » : une démystification cérébrale**, article de Mouna El Mokhtari, décembre 2019  
[https://www.lemonde.fr/culture/article/2019/12/11/comment-tombons-nous-amoureux-une-demystification-cerebrale\\_6022534\\_3246.html](https://www.lemonde.fr/culture/article/2019/12/11/comment-tombons-nous-amoureux-une-demystification-cerebrale_6022534_3246.html)

-----

### BIBLIOGRAPHIE

- **Un cerveau nommé désir**, Serge Stoléru, Odile Jacob, 2016

**EDUC'ARTE**



Educ'Arte est une plateforme pédagogique en ligne regroupant une variété de ressources (films, séries, courts métrages...) et d'outils au service des enseignants et de leurs élèves. À la suite du festival, chaque enseignant.e se verra attribuer un code qui lui permettra de découvrir son contenu gratuitement et ce pendant un mois et demi. Vous trouverez ci-après plusieurs liens vers une sélection de ressources liées à la programmation 2020 de Pariscience :

### **Intelligence & conscience**

- **(1/2) Les pouvoirs du cerveau - Notre intelligence dévoilée**, un film de Cécile Denjean, 2015, 57 minutes

<https://educ.arte.tv/program/les-pouvoirs-du-cerveau-dechiffrer-la-conscience>

- **(2/2) Les pouvoirs du cerveau - Déchiffrer la conscience**, un film de Amine Mestari, 2015, 53 minutes

<https://educ.arte.tv/program/les-pouvoirs-du-cerveau-notre-intelligence-devoilee>

- **Xenius - Comment se forment nos souvenirs ?**, un film de Caro Matzko et Gunnar Mergner, 2012, 26 minutes

<https://educ.arte.tv/program/xenius-comment-se-forment-nos-souvenirs->

- **Génération Quoi ? - Moi et l'amour**, un film de Simon Bouisson, 2016, 52 minutes

<https://educ.arte.tv/program/generation-quoi-episode-1>

- **Sciencible - La Science comme vous ne l'avez jamais vue ! - Matière grise ?**, Un film de Laurent OrLuc, 2016, 2 minutes

<https://educ.arte.tv/program/sciencible-episode-10>

- **Data Science vs Fake - On n'utilise que 10% de notre cerveau**, un film de Pascal Goblot, 2018, 2 minutes

<https://educ.arte.tv/program/data-science-versus-fake-7>

-----

**CANAL-U**



En source documentaire complémentaire pour les enseignants (accessibles pour des lycéens confirmés), vous trouverez ci-dessous plusieurs liens vers une sélection de ressources abordant des thématiques autour du cerveau et des émotions :

- **Le cerveau des affects et des émotions**

<https://www.canal->

[u.tv/video/universite de tous les savoirs/le cerveau des affects et des emotions.861](https://www.canal-u.tv/video/universite_de_tous_les_savoirs/le_cerveau_des_affects_et_des_emotions.861)

**- Cartographie cérébrale du désir sexuel masculin**

<https://www.canal->

[u.tv/video/universite de tous les savoirs/cartographie cerebrale du desir sexuel masculin.862](https://www.canal-u.tv/video/universite_de_tous_les_savoirs/cartographie_cerebrale_du_desir_sexuel_masculin.862)

**- Comprendre les origines de la pensée : du big data sur des images cérébrales**

<https://www.canal->

[u.tv/video/inria/comprendre les origines de la pensee du big data sur des images cerebrales.34007](https://www.canal-u.tv/video/inria/comprendre_les_origines_de_la_pensee_du_big_data_sur_des_images_cerebrales.34007)

## Proposition d'activité préparatoire

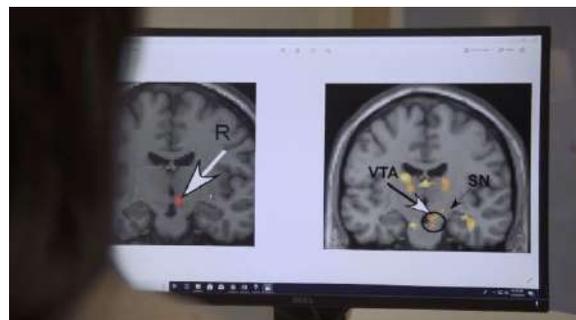
**Ressources :** des extraits sonores et des captures d'images issues des films sont disponibles en téléchargement via ce lien : *Lien disponible pour enseignant.e participant*

**Objectif :** introduire le film que les élèves vont découvrir en développant leurs capacités d'imagination, d'observation et d'analyse.

*Proposer aux élèves, par étape, d'émettre des hypothèses sur le contenu des documentaires qu'ils vont être amenés à voir. Pour chaque film :*

1. Commencer par faire écouter des extraits sonores du film.
2. Présenter aux élèves quatre captures d'images.
3. Enfin, soumettre le titre du documentaire aux élèves.

Captures d'images (elles sont disponibles, en grand format, via le lien de téléchargement au-dessus).



© Tournez S'il Vous Plaît

Légende des images :

1. Saynète illustrant un couple se rencontrant. D'autres saynètes ponctuent le documentaire.
2. Expérience sur un jeune homme pour enregistrer son activité cérébrale quand il voit la photo de sa petite amie.
3. Visuels illustrant les résultats d'une expérience cherchant à comprendre le rôle de l'ocytocine sur l'attachement.
4. Visualisation par ordinateur des aires du cerveau mobilisées chez des personnes en couple depuis longtemps et voyant une photo de leur partenaire.

## Extraits du film

Les extraits peuvent être utiles pour les enseignant.e.s en amont du visionnage. Nous conseillons cependant de ne pas montrer les extraits du film aux élèves en introduction du documentaire (nous vous conseillons d'utiliser les captures d'image et les extraits sonores). Nous conseillons en effet de les exploiter plutôt après visionnage, pour remémorer le film aux élèves si nécessaire, à la suite de la projection, avant la participation au RDV en ligne, par exemple.

Les extraits sont visionnables ici : *Lien disponible pour enseignant.e participant*

# Notions et infos clés

## Vocabulaire / concepts clés :

- Neurosciences
- Aires cérébrales : de la récompense, amygdale...
- Dopamine, ocytocine, hormone...
- Scanner, imagerie cérébrale

## Intervenant.e.s :

- **Julien Renoult**, biologiste, CNRS – ISEM (Institut des sciences de l'évolution de Montpellier)
- **Arthur Aron**, psychologie, Université Stony Brook (père de la science de l'amour)
- **Bianca Acevedo**, neuroscientifique, Université de Santa Barbara, Californie
- **Andreas Bartels**, neuroscientifique de l'Université de Tübingen, Institut Max Planck de Cybernétique Biologique
- **Dirk Scheele**, psychologue, Université de Bonn
- **Zoe Donaldson**, neuroscientifique, Université de Boulder Colorado
- **Ann-Katrine Kreuder**, psychologue, Université de Bonn

## GRANDS POINTS

-----

Film documentaire ponctué de saynètes. Principe des saynètes : personnifier les 5 principales fonctions du cerveau et illustrer certains mécanismes amoureux. Les 5 fonctions personnifiées sont : Mémoire, Émotion, Sens, Moteur et Contrôle.

### Attirance et beauté : que se passe-t-il au premier regard ?

La plupart des études ont cherché dans le visage des propriétés objectives : la symétrie par exemple...

Julien Renoult, biologiste à l'Institut des sciences de l'évolution de Montpellier, a mené une étude sur la relation entre visage et cerveau en cherchant des critères de beauté ancrés dans le traitement du visage par le cerveau.

Le cerveau analyse un visage tout d'abord sans analyser les couleurs. La région qui analyse un visage en premier lieu observe tout d'abord les contrastes et les changements de lumière. Les scientifiques ont tenté de reproduire cette première analyse des contrastes sur un ordinateur. Un logiciel d'intelligence artificielle donne à voir ainsi une mosaïque de carrés qui représentent chacun un neurone mobilisé pour traiter le visage. Chaque carré représente un neurone particulier, spécialisé dans le traitement d'un contraste particulier (l'analyse du contraste avec une orientation particulière par exemple).

Un visage va ainsi activer un nombre précis de neurones, selon sa morphologie. Les visages jugés les plus beaux activent moins de neurones que les visages qui en activent davantage. Les visages les plus beaux sont ceux qui sont les plus faciles à traiter par le cerveau. Traiter une information coûte de l'énergie au cerveau et une information qui va coûter peu en énergie va alors générer plus de plaisir.

### **La rencontre et l'erreur d'attribution :**

Arthur Aron est un des pionniers de la science de l'amour, qu'il a développée depuis 40 ans.

**Expérience menée par Arthur Aron : sur deux ponts différents, une femme séduisante devait arrêter le même nombre d'hommes, leur donner son numéro de téléphone et leur faire remplir un questionnaire.** Le premier pont était dangereux, suspendu au dessus d'un grand ravin, tandis que le second pont était tout à fait classique, sans danger.

Résultat : les hommes arrêtés sur le pont dangereux ont été plus nombreux à rappeler la femme que ceux arrêtés sur le pont classique et les réponses qu'ils avaient soumis étaient explicitement plus romantiques ou sexuelles.

Lorsque le cerveau est en émoi, ressent de la peur ou de l'anxiété, il a besoin d'interpréter la réaction et de comprendre l'origine de ces sensations. Il est possible que la raison de cet « émoi » soit liée au contexte mais si cette raison n'est pas claire, le cerveau peut faire une erreur d'interprétation et nous faire penser que la personne rencontrée est à l'origine de cet émoi.

### **Le questionnaire aux 36 questions :**

Arthur Aaron a élaboré un questionnaire pour devenir intime en 36 questions. Ce questionnaire permet de créer de l'intimité entre deux personnes car il a été observé que devenir proche de quelqu'un peut créer de l'attachement. On ne décide pas de tomber amoureux mais pour que cela arrive, un lâcher prise est nécessaire : il faut apprendre à se dévoiler.

### **Système de la récompense, dopamine et perte de contrôle**

Bianca Acevedo, neuroscientifique à l'université de Santa Barbara en Californie, a réalisé une **expérience pour enregistrer l'activité cérébrale de personnes amoureuses lorsqu'on leur montre deux types de photos** : des photos de personnes connues et des photos de leur partenaire.

Résultats : la région de reconnaissance des visages s'active dans les deux cas mais une autre région s'active quand la personne voit une photo de son partenaire : une aire qui appartient au système de la récompense.

Le système de la récompense s'est développé à l'origine pour satisfaire nos besoins primaires. Pour cela, il associe un plaisir aux choses qui sont importantes (trouver à manger par exemple) et motive les individus à les mémoriser (lieux où se trouvent la nourriture...) et à chercher à les obtenir.

Ce système de récompense est une aire riche en dopamine. Elle libère cette molécule chimique, qui dans le processus amoureux, nous donne la motivation de chercher à être avec quelqu'un, à vouloir le rendre heureux... Cette aire s'active beaucoup chez les personnes qui sont amoureuses.

**L'amour, une addiction ?** Les addictions stimulent la production de dopamine : c'est ce qui nous pousse à agir de manière compulsive et qui peut nous rendre dépendant. Certaines personnes amoureuses perdent aussi le contrôle d'eux-mêmes et font des choses folles pour obtenir cette dopamine libérée lorsqu'ils sont avec la personne dont ils sont amoureux.

### **Système de récompense et séparation : la douleur de l'adaptation**

Expérience réalisée par Arthur Aron / Des **personnes très amoureuses, qui venaient d'être quittées, ont été interviewées et mises dans un scanner** pour observer leur activité cérébrale lorsqu'on leur montrait une photo de leur ex.

Observations : les mêmes aires cérébrales s'activent que l'on regarde son ex ou son partenaire amoureux.

La douleur de la séparation vient du fait que le système de la récompense met du temps à s'adapter. Le cerveau a pris l'habitude de recevoir sa récompense et continue de la désirer sans pouvoir satisfaire ce désir. Le sentiment de manque chez les drogués est très similaire à la peine amoureuse.

Qui se sort le mieux d'une rupture amoureuse ? Les personnes dont le cerveau mobilise le mieux les aires spécialisées dans le contrôle de soi et l'apprentissage : celles qui retirent des choses sur elles-mêmes de la rupture et réalisent que leur relation était vouée à se finir.

### **L'Amour aveugle**

Un processus est en marche derrière l'expression « l'amour rend aveugle ». Andreas Bastels, neuroscientifique de l'Université de Tübingen, a réalisé des expériences sur plusieurs couples et observé que des zones cérébrales se désactivent quand une personne amoureuse voit son partenaire : ces zones sont l'amygdale (une région impliquée dans la peur, l'anxiété...) et le réseau du jugement moral (associé au jugement critique que l'on peut porter sur une personne).

Cette désactivation du jugement critique peut expliquer pourquoi certaines personnes restent en couple avec quelqu'un qui ne leur convient pas du tout.

Mais ce processus a un aspect utile, lié à la survie : son but permettrait de nous faire rester longtemps avec notre partenaire sans le juger à chaque seconde. L'amour est un sentiment que l'être humain a développé au fur et à mesure de son évolution pour pouvoir survivre. Le bébé humain naît avec un cerveau qui n'est pas suffisamment développé pour survivre seul. Il a besoin de ses parents. L'attachement au bébé permet la survie des petits de l'espèce humaine.

Certains soulèvent l'hypothèse que « l'amour dure 3 ans » : la passion amoureuse serait éphémère et ne durerait que 3 ans car il s'agit du temps qu'un enfant a besoin pour se débrouiller sans ses deux parents.

### **L'être humain, adapté aux relations à long terme ?**

Chez certaines espèces, les individus trouvent un partenaire avec lequel ils s'accouplent et restent toute leur vie. Ce comportement est assez rare dans la nature : seulement 3 à 5 % des mammifères l'ont. Et les humains font partie de cette minorité.

Zoe Donaldson, neuroscientifique de l'Université de Boulder dans le Colorado étudie ce comportement particulier en observant des campagnols de prairie. Pourquoi ces animaux ?

- car ils partagent la même capacité que nous à rester avec un partenaire.

Première expérience pour s'assurer de l'attachement porté par un individu à sa partenaire : trois campagnols des prairies sont installés dans trois compartiments isolés d'une boîte. Le campagnol du milieu est partenaire de l'une des deux femelles, attachées chacune dans un des deux compartiments aux extrémités de la boîte. Des trappes rendent possible la circulation du campagnol mâle du milieu. Si le campagnol est bien attaché à sa partenaire, il restera plus de temps auprès d'elle alors qu'il peut circuler librement dans chaque compartiment.

- car il est possible de comparer cette espèce à une espèce très proche, le campagnol des champs, qui contrairement au campagnol des prairies, est volage.

Les campagnols des prairies et des champs semblent semblables mais leur cerveau est différent : le cerveau des campagnols des prairies a beaucoup plus de récepteurs à l'ocytocine et à la vasopressine que celui du campagnol des champs.

Ces deux hormones sont produites par le cerveau et agissent sur le système de la récompense, comme le fait la dopamine. Ces hormones joueraient un rôle important dans le processus d'attachement à un partenaire : les hormones rappelleraient aux individus avec qui ils sont partenaires et associent leur partenaire au plaisir de l'accouplement. La présence même du partenaire devient, en fin de compte, elle-même source de plaisir.

Expérience pour valider le rôle joué par les deux hormones : grâce à un produit chimique, les récepteurs à l'ocytocine et la vasopressine ont été bloqués dans le cerveau d'un campagnol des prairies. Initialement fidèle, le campagnol a changé son comportement en ne montrant plus aucun signe d'attachement à sa partenaire... A l'inverse, on peut modifier le comportement des campagnols des champs, volages, en modifiant génétiquement leurs récepteurs.

### Et chez les humains ?

Dirk Scheele, psychologue à l'Université de Bonn, utilise, chez des volontaires, un spray nasal d'ocytocine pour augmenter le taux de l'hormone chez les individus et étudier ses effets.

Expérience : **observation de l'activité cérébrale, par IRM, d'un jeune homme, avec prise d'ocytocine par spray et sans prise, dans deux situations** : quand il pense qu'une personne étrangère lui caresse le mollet et quand il pense recevoir une caresse sur le mollet de sa petite amie (dans les deux cas, une même personne lui caresse le mollet, pour s'assurer de l'absence de variables dans l'expérience – on lui spécifie cependant que la seconde caresse est bien réalisée par sa petite amie).

Résultats : l'individu, dans les deux cas (avec ou sans prise d'ocytocine) préfère les caresses attribuées à sa petite amie. Mais l'ocytocine semble intensifier ce plaisir. L'individu ressent un plaisir plus important quand il a inhalé de l'ocytocine.

L'ocytocine renforcerait donc son attachement et ainsi le comportement de monogamie en faisant du partenaire une personne au dessus des autres.

### **L'ocytocine nous aiderait-elle également à rester fidèle ?**

Expérience : demander à un même nombre d'hommes, célibataires et en couple, de choisir la distance avec laquelle ils permettraient à une femme séduisante de les approcher. Pour les hommes célibataires, qu'ils aient inhalé ou non de l'ocytocine, la distance choisie ne change pas. Pour les hommes en couple, cependant, la distance choisie est plus grande chez les hommes ayant inhalé de l'ocytocine : ils choisissent de se tenir plus à distance de la femme. Sans ocytocine, les hommes en couple laissaient la femme s'approcher à 50 cm. Avec ocytocine, à seulement 70 cm. Elle aiderait ainsi à « rester à distance » des tentations.

Attention, l'hormone pourrait avoir des effets négatifs. L'intuition de Dirk Scheele serait que l'ocytocine aide un individu à rester avec son partenaire mais possiblement pas toute sa vie. L'effet d'une augmentation d'ocytocine dans l'organisme d'une personne en couple mais insatisfaite, pourrait renforcer le sentiment de tristesse par exemple...

### **Pour le cerveau, l'amour à long terme est-il le même que celui à court terme ?**

Expérience / Arthur Aron s'est associé à Bianca Acevedo pour **observer l'activité cérébrale chez des personnes en couple depuis plus de 20 ans** et qui disaient être encore amoureux de leur partenaire.

A la vue du visage de leur partenaire, le système de la récompense s'active encore plus chez des personnes amoureuses à long terme que chez des personnes qui sont jeunes amoureux. Le désir d'être avec cette personne est toujours intense mais aussi plus élaboré et plus profond (souvenir, signification, vécu partagé...).

Les zones mobilisées chez ces amoureux de longue date ne sont pas seulement celles produisant la dopamine mais aussi d'autres zones du cerveau, riches en ocytocine et qui sont liées au sentiment d'apaisement et de calme. Le partenaire de longue date ne rend pas seulement euphorique mais apporte aussi une quiétude.