

TEXTE	VOIX OFF
<p>Ramachandran I can hold it in the palm of my hand. And this mass of jelly, which I can hold in the palm of my hand, can contemplate the vastness of space, interstellar space, it can contemplate the meaning of infinity, it can contemplate angels, or God, it can even contemplate itself.</p> <p>Naccache Est-ce qu'un cerveau est suffisamment complexe, en tout cas dans la pensée qu'il produit, pour arriver à décoder et à comprendre les mécanismes qui réellement président à son fonctionnement ou pas ?</p> <p>W. Freeman How can we construct a theory of brain which will fit our current needs? And that is the most important question that you can ask.</p>	<p>10.00.04 - COM Depuis des millénaires, l'être humain est fasciné par la voûte céleste, il a toujours voulu percer ses mystères et voyager dans les étoiles. Il a atteint la lune et rêve déjà de Mars. Mais notre cosmos intérieur, la science commence à peine à le sonder. Que savons-nous de cet organe, aussi complexe que l'univers, censé abriter l'essence de l'être humain, sa conscience ? Que savons-nous de notre cerveau ?</p> <p>10.00.46 Je peux tenir dans le creux de ma main cette masse gélatineuse, qui peut contempler l'immensité de l'espace interstellaire. Elle peut réfléchir sur l'infini, les anges ou Dieu, et peut même s'observer elle-même.</p> <p>10.01.00 Est-ce qu'un cerveau est suffisamment complexe, en tout cas dans la pensée qu'il produit, pour arriver à décoder et à comprendre les mécanismes qui réellement président à son fonctionnement ou pas ?</p> <p>10.01.15 Comment élaborer une théorie sur le cerveau qui réponde à nos besoins d'aujourd'hui ? C'est la question la plus importante pour les neurosciences contemporaines.</p>
<p>GENERIQUE DEBUT</p> <p>B.Van Swinderen There have been a few instances in humanity that have been, you know, driving points in humanity in terms of the history of, of ideas.</p>	<p>10.01.58 - COM Aidés par les percées fulgurantes de l'imagerie médicale, les neuroscientifiques découvrent des aspects du fonctionnement cérébral qui révolutionnent notre compréhension de l'humain et de sa vie en société. Il s'agit d'un tournant dans l'histoire des sciences.</p> <p>10.02.15 Au cours de l'histoire humaine, il y a eu des moments charnière sur le plan des idées.</p>

And one of them has been the Earth rotates around the Sun. That was a big blow. People said no, the Sun rotates around the Earth now. The Earth rotates around the Sun. People didn't like that, that was the first blow.

The second one was, was Darwinism, was that we come from monkeys, you know. People hated that. And, and that was another big blow, and it was a big fight.

And I really think the third fight, in a way, if you, if you want to call it a fight, is, is consciousness. That there's nothing special about our consciousness, it's really our attention mechanism like everybody, every other animals attention mechanism, coupled to our memories. And there's some kind of interaction there, which is interesting, which is unique, everybody's different, it's special, but it's no more special than a fly or a, or a dog or a cat.

Ramachandran

If you look at the history of ideas about how the brain works, there have been two different points of view at opposite ends of the spectrum.

One view is different mental capacities like seeing, judgment, foresight, memory, emotions are mirrored by different parts of the brain, the so called modular approach to brain function.

At the other end of the spectrum, the brain functions in a holistic manner. Of course, there is modularity, there are specialized regions, but there's a tremendous amount of back and forth interaction between these specialized regions.

And this is a radically different picture of the brain from what people used to believe until 15, 20 years ago. The connections are constantly changing in response to the changing environment, changing sensory demands. We should really think of a system that is in constant dynamic equilibrium with the external world.

W. Freeman

We animals live in a sea of chemicals, that's where our food comes from, this is the source of our knowledge about each other, about our predators, and our prey, how to find shelter, how to find a mate, all of this is done primarily with the nose.

D'abord « La Terre tourne autour du soleil ». Ça a été un grand choc. Certains ont refusé « Non, c'est le soleil qui tourne autour de la Terre ». Les gens n'aimaient pas l'idée, ça a été le premier choc.

Le deuxième a été le darwinisme. Les gens ont détesté l'idée que nous descendrions des singes, ça a été un autre choc et un grand combat.

Et je crois que le troisième combat sera autour de la conscience, le fait que notre conscience n'a rien de spécial. En fait c'est notre mécanisme d'attention, qui se combine à nos souvenirs. Il y a là une interaction intéressante, unique, chacun est différent, mais pas plus qu'une mouche, un chien ou un chat.

10.03.13 - COM

Cette conscience, le propre de l'être humain, ne serait qu'une combinaison d'attention et de mémoire ?

Pour comprendre les avancées de la science, il faut oublier le passé, ses préjugés, ses théories.

10.03.27

Dans l'évolution des idées sur le fonctionnement du cerveau, on trouve deux approches diamétralement opposées.

Selon la première, les capacités mentales comme la vision, le jugement, la mémoire et les émotions sont gérées par différentes parties du cerveau. On l'appelle l'approche modulaire.

A l'opposé, il y a une approche globale. Le cerveau fonctionnerait comme un tout, avec, bien sûr, des zones spécialisées, mais il existe une quantité incroyable d'interactions entre ces zones spécialisées. C'est un portrait radicalement différent du cerveau tel qu'on l'imaginait il y a 15 à 20 ans. Les connexions changent constamment pour répondre aux changements du milieu et aux exigences sensorielles. Il faut donc se représenter un système en équilibre dynamique constant avec le monde extérieur.

10.04.28 - COM

Notre cerveau, le siège de la connaissance apprend non pas en stockant, mais en adaptant en permanence son réseau de connexions.

10.04.36

Nous, les animaux, vivons dans un océan de substances chimiques. C'est de là que nous vient notre alimentation, c'est la source de notre connaissance d'autrui, de nos

And, in fact, looking back over the phylogenic history of the emergence of brains, the nose has been the key to the development of the neural mechanisms of intentionality, the capacity that animals have for reaching out into the environment, sampling it, and taking action is imposed by the infinite complexity of the chemical world that we live in.

We can never possibly encompass all the chemical species that we are immersed in, only those few which are important, which we learn with the classic chemical transmitters, they enable us now, selectively, to identify what's important to us.

M. Ptito

Le cerveau, ce qui le rend extrêmement compliqué, ce sont ses circuits. C'est un système qui construit au fur et à mesure de l'apprentissage des circuits nouveaux. Et c'est quelque chose de changeant, de continuellement en mouvance. Et je pense que c'est sa mouvance perpétuelle qui le rend aussi fascinant.

Ramachandran

The different brain regions interact to a considerable extent. There's a lot of plasticity in the brain. And this is important from a theoretical standpoint, but it's also extremely important from a practical standpoint. If you want to accelerate recovery from pain, you want to accelerate recovery from stroke, and, in fact, any neurological ailment, because people used to think when the connections are damaged in the adult brain, you can't do anything about it. But what our work has shown, and the work of some of my colleagues is, in fact, these connections can change even in the adult brain. Sometimes different parts of the brain the equilibrium point shifts, and all you need to, is, is to hit a reset button, and this seems to change the organization of the brain.

prédateurs et de nos proies. C'est ce qui nous permet de trouver un abri ou un partenaire... Pour tout cela nous nous servons principalement du nez.

Et en fait, quand on étudie l'émergence du cerveau dans l'histoire des espèces, on voit que le nez a joué un rôle primordial. L'odorat est la clé du développement des mécanismes neuronaux de l'intentionnalité. Pour agir dans l'infinie complexité du monde chimique qui nous entoure, les animaux ont dû apprendre à le sentir, l'explorer, le cataloguer.

Nous n'arriverons jamais à identifier l'ensemble des substances chimiques dans lesquelles nous sommes immergés, seulement les plus importantes, que nos sens apprennent à reconnaître par l'intermédiaire des neurotransmetteurs noradrénaline, acétylcholine, dopamine, sérotonine. Ces intermédiaires chimiques classiques nous permettent d'identifier, de façon sélective, ce qui est important pour nous.

10.06.11 - COM

Face à un monde du vivant d'une richesse et d'une variété extrême, le cerveau répond par une complexité non moins importante.

10.06.28

Le cerveau, ce qui le rend extrêmement compliqué, ce sont ses circuits. C'est un système qui construit au fur et à mesure de l'apprentissage des circuits nouveaux. Et c'est quelque chose de changeant, de continuellement en mouvance. Et je pense que c'est sa mouvance perpétuelle qui le rend aussi fascinant.

10.06.54

Les zones du cerveau coopèrent entre elles dans une grande mesure. Le cerveau a une très grande plasticité. C'est essentiel, du point de vue théorique mais surtout sur le plan pratique, pour améliorer le contrôle de la douleur ou la récupération après une attaque cérébrale. En fait, pour tout trouble neurologique...

Avant, on pensait qu'un cerveau adulte ne pouvait pas refaire ses connexions. Or, notre travail montre que les connexions peuvent évoluer même chez l'adulte.

Parfois, le poids de l'équilibre des différentes parties du cerveau change, c'est comme s'il suffisait d'actionner une touche pour réorganiser le cerveau.

10.07.35 - COM

Les êtres vivants apprennent à cataloguer le monde, à trier les sensations, à faire des cartes mentales, et leurs neurones construisent des réseaux de connexions.

Cette dynamique parfois imprévisible du cerveau, Walter Freeman la découvrait il y a

W. Freeman

I discovered that there was the outward thrust under the control of the deep structures in the brain, the limbic system to search for input, to search for packets of energy impacting, and these now fell on single cells simply shattering the structure of whatever is there, converting them into these action potentials to come in, and now there has to be a construction, the brain has to make its understanding, its knowledge of reality.

And it doesn't do this from any one input, It has to be multiple presentations of the input, over and over again, with sniffing, sniffing, sniffing to build the knowledge of what's there. So, now when the next sniff comes, only a few neurons, a few molecules is sufficient to create a pattern of activity.

And this same process underlies hearing, the auditory cortex, it underlies vision, the visual cortex, underlies touch, somatic cortex.

M. Ptito

On s'est rendu compte avec l'avènement des scanners, parce que c'est ce qui a été vraiment le coup d'envoi de la compréhension du cerveau humain in vivo que si on prend une radiographie cérébrale prise par un scanner d'un cerveau d'un aveugle, on se rend compte que c'est un cerveau qui a l'air totalement normal à l'oeil. Et par la suite, on a décidé de mettre un sujet aveugle dans un scanner et on a demandé simplement à l'aveugle de lire un texte en braille dans le scanner pendant qu'on prenait des images. Ça, ça été fait par des collègues de Harvard et ces sujets-là activaient des zones visuelles

40 ans, par hasard, dans le bulbe olfactif du chat, la source principale de l'expérience sensorielle et de la connaissance de cet animal.

Il se trouve alors face à un processus étonnant, chaotique et en mouvement permanent.

Son apport fondamental est d'avoir mis en évidence que le cerveau n'importe pas directement les informations de l'extérieur.

10.08.19

J'ai découvert que le cerveau pousse l'animal à agir, à identifier les stimulations de l'extérieur, perçues comme des paquets d'énergie. Ces paquets d'énergie déclenchent la réaction de quelques neurones isolés et font éclater la structure existante. L'activité des neurones se reconstruit alors. Et le cerveau fabrique sa compréhension et sa connaissance de la réalité.

Mais pour construire cette connaissance il ne lui suffit pas d'un seul indice, mais d'indices multiples, répétés. Il faut renifler, flairer et flairer encore pour construire la connaissance de ce qui nous entoure. Jusqu'à ce que, avec une dernière respiration, quelques neurones seulement suffisent à déclencher un modèle d'activité.

Et on retrouve le même processus pour l'audition et le cortex auditif, pour la vision et le cortex visuel, et pour le toucher et le cortex somatosensoriel.

10.09.49 - COM

Les recherches de Walter Freeman ont ouvert la voie à un nouveau regard sur le fonctionnement du cerveau.

10.10.20 - COM

A Copenhague l'équipe de Maurice Ptito travaille avec des aveugles de naissance pour comprendre la capacité des neurones à construire des réseaux de connections.

10.10.33

On s'est rendu compte avec l'avènement des scanners, parce que c'est ce qui a été vraiment le coup d'envoi de la compréhension du cerveau humain in vivo que si on prend une radiographie cérébrale prise par un scanner d'un cerveau d'un aveugle, on se rend compte que c'est un cerveau qui a l'air totalement normal à l'oeil. Et par la suite, on a décidé de mettre un sujet aveugle dans un scanner et on a demandé simplement à l'aveugle de lire un texte en braille dans le scanner pendant qu'on prenait des images. Ça,

de la lecture d'un sujet voyant.

Ça été une surprise monumentale parce que quand moi, j'étais étudiant, on insistait beaucoup sur le fait qu'un cortex qui n'est pas nourri par son intrant finissait par s'atrophier et jusqu'à un certain point, disparaître. Alors qu'en fait, c'est pas du tout vrai. Si on fait des mesures de l'activation du cerveau d'un aveugle au repos, on se rend compte que la perfusion du cerveau, donc au niveau de son métabolisme, est tout à fait normale, même à l'arrière du cerveau où se trouvent des zones visuelles. Alors on s'est dit : ah, ils ont un cortex visuel, donc c'est incroyable. Et ce cortex visuel, il faudrait trouver la façon d'aller le chercher. Au lieu de passer par l'œil, puisqu'on ne l'a pas, bien on va passer par le toucher ou on va passer par l'audition.

Assistant

Okay, Ollie, whenever you're ready. We've complicated the obstacle course for you a little bit since you're so good. And whenever you're ready I'd like to once again point towards the obstacles and navigate your way around them. Okay? So, whenever you're ready. Okay.

M. Ptito

Quand on a commencé nos expériences, on s'est rendu compte qu'en début d'apprentissage, ils n'avaient aucune activation de leur lobe postérieur dans les régions visuelles du voyant. Mais au moment où l'apprentissage prenait place et qu'ils amélioraient leurs performances dans les différentes tâches, ils commençaient à recruter. Donc on voyait des activations qui apparaissaient dans la partie postérieure de leur cerveau. Cette plasticité ou ce qu'on pense être un réveil de connexions dormantes entre ces régions-là était dépendante de l'apprentissage.

ça été fait par des collègues de Harvard et ces sujets-là activaient des zones visuelles de la lecture d'un sujet voyant.

Ça été une surprise monumentale parce que quand moi, j'étais étudiant, on insistait beaucoup sur le fait qu'un cortex qui n'est pas nourri par son intrant finissait par s'atrophier et jusqu'à un certain point, disparaître. Alors qu'en fait, c'est pas du tout vrai. Si on fait des mesures de l'activation du cerveau d'un aveugle au repos, on se rend compte que la perfusion du cerveau, donc au niveau de son métabolisme, est tout à fait normale, même à l'arrière du cerveau où se trouvent des zones visuelles. Alors on s'est dit : ah, ils ont un cortex visuel, donc c'est incroyable. Et ce cortex visuel, il faudrait trouver la façon d'aller le chercher. Au lieu de passer par l'œil, puisqu'on ne l'a pas, bien on va passer par le toucher ou on va passer par l'audition.

10.12.14 - COM

En fait, Maurice Ptito est passé par une forme du toucher... par la langue.

Son expérimentation est simple : puisque le cortex visuel d'un aveugle peut-être activé par la lecture en braille, il doit pouvoir l'être également par un autre de ses sens ?

Une caméra vidéo portée sur le front envoie une image grossière transmise sous forme de petits influx électriques, grâce à une grille de pixels placée sur la langue. Ils sont perçus comme un pétilllement qui se dessine et se déplace.

10.12.53

OK Ollie, vous êtes prêt ? Nous avons compliqué un peu le parcours, puisque vous êtes si doué! Dès que vous êtes prêt, montrez-nous les obstacles et contournez-les. OK ? Vous-êtes prêt ?

10.13.18

Quand on a commencé nos expériences, on s'est rendu compte qu'en début d'apprentissage, ils n'avaient aucune activation de leur lobe postérieur dans les régions visuelles du voyant. Mais au moment où l'apprentissage prenait place et qu'ils amélioraient leurs performances dans les différentes tâches, ils commençaient à recruter. Donc on voyait des activations qui apparaissaient dans la partie postérieure de leur cerveau. Cette plasticité ou ce qu'on pense être un réveil de connexions dormantes entre ces régions-là était dépendante de l'apprentissage.

10.14.08 - COM

Ollie

It's very amazing that you could step over the bars, and, and you could walk around the boxes without touching them.

Assistant

How were you able to locate that box in space to know where it was to go around it?

Ollie

I could see if there was some space left or right to it where I could, where I could walk, then I could use the, the angle from how, how much I have to go, or, in my head. I could see, okay, it must be, it must be far away, far away, maybe two meters or something like that. But right now, far away, it's not more than the length of my arm, it used to be.

Assistant

You see. Okay, stop. Very good. Very good, fantastic.

W. Freeman

We have a name for the large population of neurons, it's called neuropil. The neurons which form a mass of interlocking threads, these are the axons and dendrites, with the cell bodies and the capillaries that provide the nutrients for the whole system to operate, that's neuropil.

The original neuropil of the salamander, and then of the land-dwelling forms, the reptiles, and later the birds is a three-layered cortex, and that sufficed all through the age of the dinosaurs. With the appearance of mammals something new happened.

Les résultats sur le scanner sont stupéfiants. Le cortex visuel de ces aveugles de naissance a donc réussi à intégrer des informations provenant du toucher au travers de la langue. La zone activée par les informations transmises à la langue, ici en couleur, est celle de la vision.

10.14.30

C'est vraiment incroyable... de pouvoir enjamber les barres et contourner les cubes sans les toucher.

10.14.40

Comment avez-vous réussi à repérer le cube pour le contourner ?

10.14.45

Je voyais un espace à droite ou à gauche du cube qui me permettait de passer. Et selon l'angle d'inclinaison de ma tête, je pouvais évaluer la distance, je voyais que ça devait être loin. Loin, c'est-à-dire environ 2 mètres. Mais ici ce n'est pas plus loin que la longueur de mon bras.

10.15.18

Arrêtez, c'est très bien, fantastique.

10.15.27 - COM

Notre cerveau est plastique et adaptable.

Nous réagissons en permanence à notre environnement. Toute perception, toute action, toute adaptation, a un impact sur l'organisation de notre cerveau.

En permanence des cellules nerveuses sont activées ou désactivées, des réseaux se font et se défont, des milliards de neurones collaborent.

10.15.56

Nous avons un nom pour ces grandes populations de neurones, c'est la neuropile. Les neurones forment un tissu de fibres interconnectées, avec les axones et les dendrites, les noyaux cellulaires et les capillaires qui acheminent les substances nutritives pour que tout le système fonctionne. C'est ça la neuropile.

La première neuropile, celle de la salamandre et des autres créatures rampantes comme les reptiles, puis plus tard celle des oiseaux, c'est un cortex formé en trois couches, et ce cortex a suffi tout au long du temps des dinosaures. Mais avec l'apparition des

Instead of having now just three-layered cortex, paleo-cortex, archic-cortex, we have new cortex, six layers.
The remarkable thing is that brains now have a new dimension of growth, and an increase in size a hundred-fold

Whenever there is competition between a mammal, with neocortex, and a bird or a fish or a reptile, the mammal wins hands down every time. Mammals are different!

The most important aspect of neocortex is surface area. And the way in which the area is increased without an increase in volume is to wrinkle it, and that's how it is that the two hemispheres, now, instead of being flattened out, they are rigged into groove, and compressed into a solid mass, now, that's small enough to fit out through the birth canal.

Before birth the cortex is not yet turned on, tissues are all prepared, ready to begin operation, to work the basic limbs, the swallowing and so forth. It's only after birth that the brain is turned on.

B. Van Swinderen

Traffic is a huge demand on attention. And you can only pay attention to one thing at a time, that's why people can't talk in their cell phone when they, when they're driving, because you can't pay attention to two things at once. That's the bottom line of attention, that you only pay attention to one thing at a time.

Something that everybody has seen is the, the two profiles, where it's either, it looks like two faces, or between it looks like a vase, and then you switch, you either see the two faces or the vase, the two faces or the vase. And you can describe that alternation dynamic, and that's also, in a way, if you will, an attention alternation.

Using those as visual illusions is a way of taking everything else out, and there you're able to suddenly reduce all the percepts, just to two things, so that you can actually see the switches of attention, something that you don't notice in the everyday world where you have a hundred and one things going on.

mammifères, un changement est survenu.

Au lieu d'un cortex à seulement 3 couches, on voit apparaître un cortex à 6 couches.

Ce qui est remarquable, c'est que désormais les cerveaux ont une nouvelle possibilité de croissance et deviennent 100 fois plus gros.

Dès qu'il y a compétition entre un mammifère, doté d'un néo-cortex, et un oiseau, un poisson ou un reptile, le mammifère l'emporte haut la main. Les mammifères sont différents !

L'aspect le plus important du néo-cortex, c'est sa surface. La façon dont elle peut augmenter sans changer de volume, c'est de se plisser. C'est la raison pour laquelle les 2 hémisphères, au lieu d'être plats, sont parcourus de sillons et comprimés en une masse solide, qui est assez petite pour passer par l'utérus lors de l'accouchement.

Avant la naissance le cortex n'est pas encore en activité. Les tissus sont prêts à entrer en action, pour faire fonctionner les poumons, faire bouger les muscles, permettre d'avaler... Ce n'est qu'après la naissance que le cerveau s'active.

10.18.26 - COM

Dès la naissance le cerveau établit ses connexions nerveuses. La moitié des réseaux d'un adulte se mettent en place pendant l'enfance : c'est le début de l'apprentissage.

Notre cerveau cherche sans fin à répondre à nos besoins. Mais pour ne pas être submergé par la multitude des informations qui nous entourent, il lui faut faire un tri. Le mécanisme qui nous permet de sélectionner l'information utile, les scientifiques l'appellent l'attention.

10.18.57

La circulation exige énormément d'attention. Et on ne peut porter attention qu'à une chose à la fois. C'est pourquoi on ne peut pas téléphoner en conduisant : on ne peut pas faire deux choses à la fois. C'est la règle de base : on ne peut prêter attention qu'à une seule chose à la fois.

On a tous déjà vu cette image de deux profils, qui ressemblent à deux visages et entre les deux, on dirait un vase. Et en alternant, on voit les deux visages - ou le vase. Cette dynamique d'alternance est aussi, d'une certaine façon, une alternance d'attention.

Se servir de techniques comme les illusions d'optique est une façon d'exclure tout le reste, pour réduire ce qu'on perçoit à ces deux seules choses. Alors, on peut vraiment se rendre compte de changements d'attention, qu'on ne remarque pas dans le quotidien, quand il se passe mille et une choses à la fois.

So when I do these, these kinds of experiments with the flies, it's also a very reduced preparation, they're in the arena, they're tethered in there, I'm recording from their brains, and they're looking at two things, they're looking at the plus or the box, and that's it.

B. Van Swinderen

The fly can control the angular position of an object by modulating its left and right wing beats. And that's a way for the fly to tell us its choices, to tell us whether it wants to pay attention to an object, and then whether it wants to change its mind and look at another object.

The human brain has billions of neurons, and the fly has 100,000. If they can do the same thing like, for example, pay attention with completely different structures, then if you try to understand the phenomenon in the simpler brain that's different than the human, you'll be getting closer to the fundamentals of how something works, and not necessarily studying the specifics of how it works in a mammal.

You have to remember about what attention does for us. The purpose of attention is for us to learn. Being able to store your world in a little container, and say, how am I going to react this time, depending what happened in the past? and be able to anticipate, and also suppress, be able to ignore which is an important thing that the brain does.

Attention fascinates me beyond the flies obviously. I have three kids, and they all have their own attention dynamic. You can see people have different attention spans, you have some kids that are, that are shifting all the time, that have a, maybe an attention deficit disorder, and at the other extreme you have some kids, maybe autistic children, who are really focusing their attention on one thing for long periods of time.

They would both be poor learners, right, but for completely different reasons. One of them because they're shifting their attention too much maybe, and the other one, they're shifting their attention too little. And what that says is to really function ideally, optimally in a world, you need an attention alternation which is tuned to the world you live in.

Ramachandran

Alors quand je fais ces expériences avec les mouches, c'est aussi un milieu très réduit. Elles sont maintenues dans une arène et j'enregistre ce qui se passe dans leur cerveau : elles regardent deux choses, le plus ou le carré, c'est tout.

10.20.14 - COM

Lorsque l'attention de la mouche est attirée par l'une des deux formes, elle cherche à se diriger vers elle, ce que le système infrarouge de Bruno Van Swinderen détecte par l'observation du battement des ailes.

De la même façon, le système analysera quand la mouche se désintéresse de cet objet ou qu'elle se fixe sur un autre...

10.20.34

La mouche peut contrôler le positionnement d'un objet en modulant le battement de ses ailes, la droite ou la gauche. C'est sa façon de nous indiquer ses choix, de nous dire si elle veut fixer un objet, ou changer d'idée et regarder un autre objet.

Le cerveau humain contient des milliards de neurones, et celui de la mouche cent mille. Pourtant avec des structures très différentes, leur cerveau peut faire la même chose, comme prêter attention, par exemple. Alors si on essaie de comprendre ce phénomène dans le cerveau le plus simple des deux, cela aide à comprendre le fonctionnement de tout cerveau, qu'il soit ou non de mammifère.

Il ne faut pas oublier ce que l'attention fait pour nous. Elle a pour but de nous permettre d'apprendre : de mémoriser son monde dans un petit bocal, et de se demander : comment vais-je réagir cette fois-ci, d'après ce qui m'est arrivé par le passé? Ça nous permet d'anticiper ou de négliger une action. Pouvoir ignorer est une fonction importante du cerveau.

L'attention me fascine au-delà de celle des mouches. J'ai trois enfants et chacun a sa propre dynamique de l'attention. On voit que les gens ont des capacités d'attention différentes : il y a des enfants qui bougent tout le temps, qui souffrent d'un trouble dû à une attention désordonnée. Et à l'opposé, il y a des enfants autistes qui concentrent leur attention sur une seule chose pendant de longues périodes de temps.

Les deux auront des difficultés d'apprentissage, les uns parce qu'ils changent de pôle d'intérêt trop souvent, les autres pas assez souvent. En fait pour fonctionner de façon optimale, on a besoin d'une alternance de l'attention qui soit adaptée au monde dans lequel on vit.

10.22.40

If you start paying attention to everything in the world, you'll be overwhelmed, even though there's 100 billion nerve cells, there is a bottleneck of attention, you can only pay attention to certain things at a time, because you can't have overlapping patterns of activity in a given system, in a given nervous system, in a given neural network. And this is what makes you require attention, for paying attention to specific regions of the visual field, or specific objects, in order to avoid being overwhelmed by a sort of sensory overload.

Ramachandran

So you need to not think about images in the brain, you have to think about symbolic descriptions, economical descriptions of the world (??), of objects, of events coded in the form of nerve impulses in the brain.

So all you have here is billions of nerve cells firing away and the pattern of firing is different when I look at my finger, is different for a rose, different for a stone, and that spatiotemporal pattern is, as far as the brain is concerned, is the rose, is the rock, is my finger;

W. Freeman

And, of course, that's unique for each individual, there is no fixed representation, our knowledge is constantly evolving, and to new forms. And that gives us, then, a very different picture of brain dynamics. It's the formation of these wave patterns, which are triggered by a stimulus, and once the trigger has had its work, then stimulus-driven activity is washed away, it's no longer useful.

And this is what keeps us, then, from being drowned in information is the fact that we create, with each sniff, each touch, each glance, movement of the eyes, the ears, we create our own new understanding, our knowledge of the world.

Ramachandran

So, the brain is first and foremost, I don't want to say a machine, it's a poor analogy, but an organ made up of neural nerve cells to create internal simulations of the external world, which can, which it can use

Si on se met à faire attention à tout, on sera submergé. Même avec 100 milliards de neurones, il y a un goulot d'étranglement, on ne peut porter attention qu'à certaines choses à la fois. Deux schémas d'activité ne peuvent se superposer, que ce soit un système nerveux ou un réseau neuronal. On a donc besoin de l'attention pour sélectionner des endroits précis du champ de vision ou certains objets, pour éviter une sorte de surcharge sensorielle.

10.23.10 - COM

Notre cerveau fait donc le tri, afin que nous puissions évoluer dans notre milieu. Il n'est jamais passif, il tend à recréer à chaque instant ses propres modèles.

10.23.21

Il ne faut plus penser en terme d'images qui se forment dans le cerveau : il s'agit plutôt de descriptions symboliques du monde extérieur, des objets, d'événements codés sous forme d'impulsions nerveuses dans le cerveau.

On a des milliards de neurones qui s'activent et l'activation est différente si je regarde mon doigt, ou une rose, ou une pierre. Et ce modèle spatiotemporel dans mon cerveau, c'est la rose, la pierre ou mon doigt.

10.23.52

Et c'est différent et unique pour chaque individu. Il n'y a pas de représentation stable, notre connaissance évolue constamment vers de nouvelles formes. Ce qui donne un regard très différent sur la dynamique du cerveau : il se forme des vagues d'oscillations déclenchées par un stimulus, et une fois que le déclencheur a joué, l'activité qu'il a généré disparaît, elle n'a plus d'utilité.

C'est en fait ce qui nous empêche d'être noyés par l'information. A chaque inspiration, chaque toucher, chaque mouvement des yeux, des oreilles, nous créons à nouveau notre compréhension, notre connaissance du monde.

10.24.52 - COM

Composer, recomposer, associer, dissocier, c'est ce qui permet à notre cerveau de produire du sens.

10.25.00

Donc, le cerveau est, je ne dirais pas une machine, c'est une piètre comparaison, mais un organe fait de cellules neuronales capable de créer des simulations du monde externe, de

to make useful predictions about the external world, and generate appropriate action.

Naccache

L'image que nous avons aujourd'hui, c'est qu'en permanence, nous avons une pensée consciente qui occupe notre espace mental conscient. Et en parallèle, vous avez branché autour une multitude de représentations qui sont inconscientes, et par ce qu'on peut appeler une sorte de mécanisme de la course pour l'accès à la conscience, une compétition, seulement certaines de ces représentations vont pouvoir gagner le contenu conscient.

Ce que vous faites consciemment à un moment donné, ça détermine énormément les opérations mentales inconscientes qui sont à l'oeuvre. Et à cette richesse psychologique, on peut ajouter une autre splendeur, c'est le fait que cette vie inconsciente n'est pas cantonnée aux étages inférieurs du cerveau, mais qu'en réalité, les régions néocorticales, même les plus récentes, peuvent fonctionner inconsciemment et construire des représentations inconscientes très complexes.

Vous allez entendre des sons. À chaque fois, vous aurez cinq sons de suite. Et ce qu'on va vous demander de faire, c'est toute seule, de trouver la règle.

Naccache

Comme elle a compris que la règle globale est une règle dans laquelle les cinq sons ne sont pas identiques, lorsqu'elle entend cinq

faire des prévisions utiles et de générer l'action qui convient.

10.25.23 - COM

Nous ne sommes conscients que d'une fraction de ce travail phénoménal du cerveau.

Ce rapport entre ce qui est conscient et ce qui ne l'est pas fait partie des nouveaux terrains d'étude des neuroscientifiques.

10.25.45

L'image que nous avons aujourd'hui, c'est qu'en permanence, nous avons une pensée consciente qui occupe notre espace mental conscient. Et en parallèle, vous avez branché autour une multitude de représentations qui sont inconscientes, et par ce qu'on peut appeler une sorte de mécanisme de la course pour l'accès à la conscience, une compétition, seulement certaines de ces représentations vont pouvoir gagner le contenu conscient.

Ce que vous faites consciemment à un moment donné, ça détermine énormément les opérations mentales inconscientes qui sont à l'oeuvre. Et à cette richesse psychologique, on peut ajouter une autre splendeur, c'est le fait que cette vie inconsciente n'est pas cantonnée aux étages inférieurs du cerveau, mais qu'en réalité, les régions néocorticales, même les plus récentes, peuvent fonctionner inconsciemment et construire des représentations inconscientes très complexes.

Vous allez entendre des sons. À chaque fois, vous aurez cinq sons de suite. Et ce qu'on va vous demander de faire, c'est toute seule, de trouver la règle.

10.26.32 - COM

Et ce conscient et cet inconscient, les scientifiques peuvent maintenant les mettre en évidence.

10.26.53 - COM

Avec le temps, le cerveau assimile les éléments d'un milieu et les considère comme normaux. Si un incident, une nouveauté intervient, il nous le signale et prévient notre niveau conscient.

10.27.08

Comme elle a compris que la règle globale est une règle dans laquelle les cinq sons ne sont pas identiques, lorsqu'elle entend cinq sons identiques, là elle compte le son comme

sons identiques, là elle compte le son comme un son qui est une violation de la règle. Et il y a donc dans son esprit et dans son cerveau des processus qui vont lui permettre de détecter cette violation de règle.

Naccache

Il y a deux temps de la perception. Il y a toujours un premier temps qui est assez rapide en fait, qui est ce qu'on appelle un traitement montant de l'extérieur vers l'intérieur du cerveau, donc des aires perceptives primaires vers les aires associatives et ce premier temps de la perception, il est ou il n'est pas suivi par un deuxième temps. Donc la même région va fonctionner deux fois : une première fois de manière en réalité inconsciente et lorsqu'il y a un deuxième effet, un deuxième, donc un deuxième temps de la perception dans cette région-là.

Et bien là en général, vous avez un accès à la conscience de cette représentation. C'est un résultat assez général, c'est-à-dire que cette temporalité entre deux temps, entre deux étapes de la perception, elle vaut également pour les autres choses : pour le souvenir, pour l'action, pour les gestes, pour la motricité, pour les émotions.

W. Freeman

When neurons are being told to shut-up, that's knowledge, just as well as when they're being told to fire. You see, when a stimulus comes in, it's an event from the outside, and each of the senses breaks that down into fragments, molecular fragments, all of these action potentials, point processes coming in, triggering now the formation of percepts in the form of wave packets, which are specific to the local areas of the sensory cortexes, now passing into the hippocampus where they are labeled with time and place, when did this occur, and, where did it occur in the world outside?

un son qui est une violation de la règle. Et il y a donc dans son esprit et dans son cerveau des processus qui vont lui permettre de détecter cette violation de règle.

10.27.30 - COM

Ce que l'expérimentateur va observer, c'est le signal issu des électrodes. Il mesure alors que la perception d'un son par le cerveau apparaît (de façon inconsciente) 200ms après son émission. Par contre, pour cette même zone du cerveau, lorsqu'elle réagit à la violation de la règle, (donc consciemment) la réaction survient 400ms après l'émission de ce son. C'est un bon corrélat de la prise de conscience.

10.27.55

Il y a deux temps de la perception. Il y a toujours un premier temps qui est assez rapide en fait, qui est ce qu'on appelle un traitement montant de l'extérieur vers l'intérieur du cerveau, donc des aires perceptives primaires vers les aires associatives et ce premier temps de la perception, il est ou il n'est pas suivi par un deuxième temps. Donc la même région va fonctionner deux fois : une première fois de manière en réalité inconsciente et lorsqu'il y a un deuxième effet, un deuxième, donc un deuxième temps de la perception dans cette région-là.

Et bien là en général, vous avez un accès à la conscience de cette représentation. C'est un résultat assez général, c'est-à-dire que cette temporalité entre deux temps, entre deux étapes de la perception, elle vaut également pour les autres choses : pour le souvenir, pour l'action, pour les gestes, pour la motricité, pour les émotions.

10.28.49 - COM

Le passage de l'inconscient au conscient, le rôle de l'attention, la capacité de trier et de s'adapter permettent de mieux comprendre comment notre cerveau fonctionne. Mais comment la Connaissance se crée t-elle ? Et où se loge t-elle ?

10.29.08

Quand on demande aux neurones de cesser de fonctionner, c'est de la connaissance, comme quand on leur demande de s'activer. Quand un stimulus arrive c'est un événement extérieur. Chacun des sens le divise en fragments moléculaires. Tous ces processus ponctuels enclenchent la formation de ce qu'on appelle les percepts, des paquets d'ondes, spécifiques des cortex sensoriels correspondants. Ils passent ensuite par l'hippocampe où ils sont étiquetés dans le temps et dans l'espace. Quand cela s'est-il passé et où cela s'est-il passé dans le monde extérieur ?

When it comes back out now, it goes back to all of the cortexes, including the motor cortex, in anticipation of the outflow, so that when you ask, well, where is the knowledge? It's in the synaptic connections everywhere.

Its only been in the last five years that we have had the instrumentation that's necessary to see this happening, and to report on the global organization of oscillations which are jumping every one to two-tenths of a second from one state to another...that's thought.

That's the dynamics by which our conscious and unconscious images are going through our minds, the expression of knowledge constantly being newly created. This is self-organization.

These neurons, by the billions, are coming together to cooperate, and then doing it again, and again, and again. That poses an enormous problem, because it goes beyond all that we know in neuroscience of what neurons can do.

And we don't yet have the mathematician to come and give us the basic equations that we need to describe consciousness and intentionality.

Ramachandran

You can see how the water falling on the sandstone cliffs has made all these pathways, these rivulets, taking the path of least resistance in the initial instance, and then the furrow is becoming deeper and deeper. There's an analogy here between these furrows and the way memories are acquired in the brain, the way in which you learn new things, new skills, for example.

So, I think what's happening in, in the case of stroke, and phantom limb, the person's arm is actually paralyzed, say, for a few months, or a few years, because the nerve to the arm is cut, every time the brain sends a signal to the arm to say move, it's getting visual feedback saying no, it's not moving. Move, no. Move, no. And this gets wired into the circuitry in the brain, in the parietal lobe, maybe in parts of the frontal lobe, so that the brain gives up, and, and you have a form of a learned paralysis.

In the early days of stroke the swelling, or edema of the brain results in part of the paralysis, but even when the swelling subsides maybe

Quand l'information ressort, elle se rend vers tous les cortex, y compris le cortex moteur, en vue de la réaction à adopter.

Donc quand vous demandez, « où se trouve la connaissance ? », elle est dans les connexions synaptiques, partout.

Ce n'est que depuis cinq ans que nous possédons les instruments permettant d'observer ce phénomène et de rendre compte de l'organisation globale des oscillations, qui se font, se défont et se refont sans cesse, tous les dixièmes de secondes. C'est de la pensée !

Ce sont les dynamiques que suivent les images conscientes et inconscientes qui nous passent par la tête, c'est l'expression d'une connaissance qui se recrée sans cesse. C'est de l'auto-organisation.

Ces neurones, par milliards, coopèrent entre eux, sans jamais cesser. Ce qui nous pose un énorme problème, parce que ça dépasse toutes nos connaissances en neurosciences, à propos de ce que peuvent faire les neurones.

Et nous n'avons pas encore le mathématicien qui nous donnera les équations de base dont nous avons besoin pour décrire la conscience et l'intentionnalité.

10.31.49 - COM

En attendant le modèle mathématique qui nous permettra de décoder les mécanismes du cerveau, les scientifiques continuent d'explorer la relation fascinante entre le cerveau et le corps dont il fait partie.

Et parfois, en étudiant certaines pathologies, ils peuvent se demander qui contrôle qui.

10.32.09

Regardez comment l'eau tombant sur le grès des falaises a creusé ces rigoles : elle a suivi le chemin où elle rencontrait le moins de résistance et ainsi le sillon est devenue de plus en plus profond. Il y a une analogie entre ces sillons et le chemin qu'empruntent les souvenirs dans le cerveau, le chemin par lequel on apprend de nouvelles choses.

Selon moi, voici ce qui se passe dans les cas d'un accident cérébral ou d'un membre fantôme :

pour le membre fantôme, le bras est vraiment paralysé, parce que le nerf qui se rend au bras a été sectionné. Chaque fois que le cerveau envoie un signal au bras lui disant : « bouge », la réponse visuelle est : « non, il ne bouge pas ». Ce message s'inscrit dans les circuits du cerveau, dans le lobe pariétal, peut-être dans des parties du lobe frontal, alors le cerveau renonce à demander et vous avez une « paralysie apprise ».

Dans les premiers jours d'un accident cérébral, l'œdème dans le cerveau est ce qui cause

the brain has learned that the arm is fixed and paralyzed, and therefore you're stuck with an arm that's much more paralyzed than it should be.

And it raises the question, can you unlearn the learned paralysis, whether in phantom limbs or in stroke?

So, one way we thought of doing this was simply putting a mirror in the center of the table in a box, you put the right arm here, and look at the reflections of the right arm in the mirror.

Now, what happens is it's gonna look like your phantom limb has come back, has been resurrected, because you get the visual illusion that the arm is there. And the amazing thing is many people respond to this saying that the phantom has suddenly been animated, suddenly it starts moving, even though there is no arm there,

and even though until then that the phantom has been frozen and immobilized, as soon as he gets the visual signal, he feels like it's moving again, it often relieves the pain in the phantom, in some cases the arm disappears completely, and along with it the pain disappears.

Malade

J'avais trop de douleur au début... quand tu t'côte un 8 sur 10... a 8 sur 10... t'es pas à l'hôpital mais t'es pas loin.

Puis moi ça a marché dès la première fois que j'ai essayé la boite à miroir... j'pouvais baisser à 1 sur 10.

J'étais vraiment étonné, parce que au bout d'un an... un an et demi... j'avais arrêté d'prendre mes pilules pour le mal fantôme...

Puis aujourd'hui, ça fait... j'peux dire ben 3 ans que j'ai pas repris de c'tes pilules là.

Ramachandran

Now, since we discovered this, about 10 years ago, there have been many other experiments done on large scale clinical trials showing substantial recovery of arm function with a stroke. Even if this helps only 10% of the patients, we don't know which patients it helps, which patients it doesn't help, you're talking about 1000s of millions of people in the world.

en partie la paralysie. Mais même une fois que le gonflement disparaît, le cerveau a peut-être appris que le bras est immobilisé, car vous vous retrouvez avec un bras beaucoup plus paralysé qu'il ne devrait l'être.

Alors peut-on désapprendre la « paralysie apprise ».

On a eu l'idée de mettre un miroir au centre d'une table, dans une boîte. Et vous mettez le bras droit ici, et vous regardez la réflexion du bras droit dans le miroir.

Vous avez donc l'impression que votre membre fantôme est revenu, réssuscité, car vous avez l'illusion visuelle que le bras est là. Le plus étonnant, c'est que beaucoup de gens sentant que le bras fantôme s'anime tout d'un coup et commence à bouger, même s'il n'y a pas de bras.

Dès que le bras fantôme reçoit le signal visuel, il a la sensation de bouger à nouveau. Ça soulage souvent la douleur ressentie dans le bras fantôme. Parfois, celui-ci disparaît même, et la douleur aussi.

10.34.07 :

J'avais trop de douleur au début... quand tu t'côtes un 8 sur 10... à 8 sur 10... t'es pas à l'hôpital mais t'es pas loin.

Puis moi ça a marché dès la première fois que j'ai essayé la boite à miroir... j'pouvais baisser à 1 sur 10.

J'étais vraiment étonné, parce que au bout d'un an... un an et demi... j'avais arrêté d'prendre mes pilules pour le mal fantôme...

Puis aujourd'hui, ça fait... j'peux dire ben 3 ans que j'ai pas repris de c'tes pilules là.

***Sous titrés :** Au début j'avais très mal. Quand tu arrives à 8 sur 10 sur une échelle de la douleur, tu n'es pas hospitalisé, mais presque. La première fois que j'ai essayé la boite à miroir, je suis descendu à 1 sur 10. J'étais très étonné car au bout d'un an et demi, j'avais arrêté de prendre mes médicaments pour le mal fantôme. Aujourd'hui, ça fait 3 ans que je n'ai pas repris de médicaments.*

10.34.41

Depuis cette découverte il y a environ dix ans, beaucoup d'autres expériences, dans le cadre d'essais cliniques à grande échelle, ont montré un rétablissement significatif du bras dans le cas d'un accident cérébral.

Et même si ça n'aide que 10% des patients et qu'on ne sait pas lesquels, 10% ça représente des millions de personnes dans le monde.

10.35.03 - COM

De son côté, Lionel Naccache s'est confronté à une pathologie étrange, avec un de

Naccache

Dès lors que nous sommes conscients de quelque chose, nous cherchons à produire du sens malgré nous. Pour prendre l'exemple du patient négligent qui ne reconnaît plus partie gauche de son corps comme étant la sienne. Il peut avoir donc un symptôme de main étrangère. Alors vous lui dites : combien sommes-nous dans la pièce? Il vous dit : bien écoutez, docteur, on est deux, il y a vous et moi, on est deux. Très bien. Vous lui dites : d'après vous, il y a combien de mains dans cette pièce? Alors il vous dit : bien on est deux, chacun a deux mains, donc il y a bien quatre mains. À ce moment-là, vous lui montrez sa main gauche. Vous dites : à qui est cette main? Ce n'est pas à moi, ce n'est pas ma main gauche. Mais on est deux, ça doit être votre main, c'est votre main.

Alors vous lui montrez vos deux mains, vous dites : regardez, voilà mes deux mains et je vous montre cette troisième main.

À qui est-elle ? Et là, on tombe dans cette fiction. C'est tellement fort pour lui que ce n'est pas sa main qu'il peut parfois aller jusqu'à élaborer un discours totalement fictif mais auquel il croit. Il va vous dire : écoutez, peut-être que vous avez trois mains, peut-être que c'est à quelqu'un d'autre, peut-être que c'est une main qu'on a coupée et qu'on a mise dans la chambre mais en tout cas, ce n'est pas à moi. Un exemple pareil nous met sous les yeux que des données immédiates de la conscience incluent systématiquement cette couche de croyance et d'interprétation. Alors c'est plus facile de voir que c'est une fiction quand c'est faux. Mais la plupart du temps, nos fictions sont en surface vraies, sont correctes. Si je vous interroge sur vos convictions politiques, sur vos croyances, même sur les sentiments interpersonnels ou sur votre rapport aux extraterrestres, là quand on fait ça, on voit apparaître une diversité d'opinions et quand on discute avec nos semblables, on voit que ce sont des choses qui sont souvent ancrées dans une conviction, dans une croyance très forte.

ses patients atteints du syndrome de négligence.

C'est une personne qui a perdu conscience d'un côté de son corps.

10.35.19

Dès lors que nous sommes conscients de quelque chose, nous cherchons à produire du sens malgré nous. Pour prendre l'exemple du patient négligent qui ne reconnaît plus partie gauche de son corps comme étant la sienne. Il peut avoir donc un symptôme de main étrangère. Alors vous lui dites : combien sommes-nous dans la pièce? Il vous dit : bien écoutez, docteur, on est deux, il y a vous et moi, on est deux. Très bien. Vous lui dites : d'après vous, il y a combien de mains dans cette pièce? Alors il vous dit : bien on est deux, chacun a deux mains, donc il y a bien quatre mains. À ce moment-là, vous lui montrez sa main gauche. Vous dites : à qui est cette main? Ce n'est pas à moi, ce n'est pas ma main gauche. Mais on est deux, ça doit être votre main, c'est votre main. Alors vous lui montrez vos deux mains, vous dites : regardez, voilà mes deux mains et je vous montre cette troisième main.

À qui est-elle ? Et là, on tombe dans cette fiction. C'est tellement fort pour lui que ce n'est pas sa main qu'il peut parfois aller jusqu'à élaborer un discours totalement fictif mais auquel il croit. Il va vous dire : écoutez, peut-être que vous avez trois mains, peut-être que c'est à quelqu'un d'autre, peut-être que c'est une main qu'on a coupée et qu'on a mise dans la chambre mais en tout cas, ce n'est pas à moi. Un exemple pareil nous met sous les yeux que des données immédiates de la conscience incluent systématiquement cette couche de croyance et d'interprétation. Alors c'est plus facile de voir que c'est une fiction quand c'est faux. Mais la plupart du temps, nos fictions sont en surface vraies, sont correctes. Si je vous interroge sur vos convictions politiques, sur vos croyances, même sur les sentiments interpersonnels ou sur votre rapport aux extraterrestres, là quand on fait ça, on voit apparaître une diversité d'opinions et quand on discute avec nos semblables, on voit que ce sont des choses qui sont souvent ancrées dans une conviction, dans une croyance très forte.

10.36.53 - COM

Les fictions sont mises en évidence plus aisément dans les cas pathologiques, mais chaque individu a les siennes. Pour donner du sens au monde dans lequel nous vivons, nous inventons nos propres histoires, nos fictions. Chaque individu a les siennes mais certaines deviennent des fictions collectives auxquelles nous adhérons. Pour comprendre comment nous les construisons, commençons par l'observation de l'autre.

Ramachandran

There are cells there which fire every time the monkey performs a specific action. Now, this has been known for 20 or 30 years, but what Giacomo Rizzolatti, in Italy, found was some of these neurons, which we call a mirror neuron, will also fire when the monkey watches another monkey pulling a lever.

Well, the same thing happens in humans. You can do experiments on humans using functional imaging, so some part of the brain lights up when the person does something, the same part lights up when the person watches another person doing the same thing.

And this is astonishing, because it's as though you are feeling another human being's pain. And on the basis of this, I like to call them empathy neurons, or Dali Lama neurons,

Because this neuron is dissolving the barrier between you and another person. And this is the basis of a lot of Western and Eastern, especially Eastern esoteric philosophical traditions, and mystical traditions, saying there is no essential difference between your mind and somebody else's mind.

Now, they used to speak metaphorically, but what we are saying is studying these neurons, you can actually show that this neuron is, in a sense, dissolving the barrier between you and other people.

This ability to imitate or emulate is the basis of human culture, transmission of culture. Instead of the laborious process of Darwinian natural selection, which takes hundreds of thousands, almost millions of years, you can transmit information in one generation.

Ramachandran

I've often been interested in metaphor, both in language and in art. I'll give you an example from Indian art.

That is Lord Shiva with his consort Parvati sitting on his lap. They're both looking at each other and at the same time looking at the world, conveying the idea that love is not just narcissistic gazing at each other's eyes, but looking in the same direction at the universe and the world.

And there are some very interesting things, he's putting his hand in her chin and sort of drawing her chin to kiss her. And this must be activating the mirror neurons in the brain. But the artist has exaggerated it so it must be hyperactivating these neurons, to convey

10.37.58

Il y a des cellules qui s'activent chaque fois qu'un singe fait un geste précis. C'est connu depuis vingt ou trente ans. Mais ce que (Giacomo) Rizzolatti en Italie a découvert, c'est que certains de ces neurones, qu'on appelle « neurones miroirs », s'activent aussi chez un singe qui observe un autre singe tirer un levier.

La même chose se produit chez les humains. On peut observer, au moyen d'images fonctionnelles, qu'une zone du cerveau réagit quand une personne fait un geste, et la même zone réagit quand elle observe une autre personne faire la même chose.

C'est très étonnant, c'est comme si vous ressentiez la douleur d'une autre personne. C'est pourquoi j'aime les appeler les neurones de l'empathie ou les neurones « Dalaï Lama ».

Ce neurone en fait, estompe la barrière entre vous et une autre personne. C'est la base de bien des traditions philosophiques et mystiques, surtout orientales, selon lesquelles il n'existe aucune différence essentielle entre votre esprit et celui d'un autre.

Ces traditions s'exprimaient en métaphores, mais en étudiant ces neurones, nous pouvons démontrer qu'en effet, ces neurones estompent à leur manière la barrière entre vous et d'autres personnes.

Cette capacité d'imiter est le fondement même de la culture humaine, la transmission de la culture. Au lieu du long processus de sélection naturelle darwinien qui prend des centaines de milliers, presque des millions d'années, vous pouvez transmettre de l'information en une seule génération.

10.39.44 - COM

Les neurones miroirs seraient-ils à la base des mécanismes de transmission des connaissances ? Interviendraient-ils aussi dans nos références culturelles, comme la représentation artistique, ou la symbolique.

10.40.00

Je me suis souvent intéressé à la métaphore, dans le langage et dans l'art. Voilà un exemple tiré de l'art indien.

C'est le Dieu Shiva et sa compagne Parvati assise sur ses genoux. Ils se regardent tous les deux, tout en regardant le monde. L'idée transmise est que s'aimer n'est pas juste se regarder dans les yeux de manière narcissique, mais regarder ensemble l'univers, le monde.

C'est qui est très intéressant, c'est qu'il a la main posée ici comme pour l'attirer par le menton pour l'embrasser. Ce geste doit activer les neurones miroirs dans le cerveau. Mais

a very vivid sense of amorous delight.

And also there's more there, you know, keep looking at it, it becomes a sort of metaphor of all the duality of existence, the polar opposites, such as night and day, evil and good, black and white, happiness and sorrow, man and woman, all the dualities and antagonisms that characterize the phenomenal world, disappear, and that's what shown here, their intimacy dissolving the barrier between two opposites.

W. Freeman

If you think about the brain as an organ of adaptation, of getting by, of more than survival, of reaching out to change things to the brain's liking, it's not just the brain, obviously, it's the whole body which is involved in this process.

Now, one of the critical features about the process of adaptation is not just the strengthening of connections for learning something new, it's also the weakening of connections with habituation to get rid of unwanted things. But this is a cumulative process, which now makes a person more and more knowledgeable, but more and more different from everybody else. And everything we know about learning involves this process of the increasing separation of each of us from every other.

Now, the most important lesson of paleo-anthropology, the history of the human race over the last half million years, three million perhaps, is the importance of socialization, that we are first and foremost a social species, and furthermore the brain is not simply controlling, it is, in fact, the organ of socialization.

Now, how is this possible that we can overcome the divisions that separate us? The mechanism which makes that possible is cooperation. We not only act, but we act in concert.

Get ready for a night of punk rock!

It's only just coming into view, there's a class of neural hormones which are not so active in learning but highly active in what I call unlearning: the adaptation to each other which masquerades as what's called brainwashing.

l'artiste a exagéré le geste, et ces neurones doivent être hyperactivés, pour qu'on perçoive de façon si vivante les délices de l'amour.

Si vous regardez bien, ça devient une sorte de métaphore de toutes les dualités de l'existence, de pôles opposés comme la nuit et le jour, le mal et le bien, le noir et le blanc, le bonheur et la tristesse, l'homme et la femme : toutes les dualités et les antagonismes qui caractérisent le monde s'effondrent. Et c'est ce qu'on voit ici, leur intimité fait tomber le mur entre deux opposés.

10.41.18 - COM

Ces dualités sont désormais les préoccupations des neuroscientifiques. Pour Walter Freeman, le cerveau, organe de l'individualisation, est aussi l'organe de la socialisation et désapprendre est aussi crucial qu'apprendre.

10.41.36

On considère le cerveau comme un organe d'adaptation, qui nous assure plus que la survie, qui nous permet d'agir pour changer les choses. Bien entendu il ne fait pas ça tout seul. Le corps dans sa totalité est impliqué.

Dans ce processus d'adaptation, désapprendre est aussi crucial qu'apprendre. L'apprentissage c'est le renforcement des connexions synaptiques. Pour désapprendre, se défaire des habitudes, les connexions synaptiques devront être affaiblies.

Mais c'est un processus cumulatif par lequel une personne apprend de plus en plus tout en se différenciant de plus en plus des autres. Et tout ce que nous connaissons de l'apprentissage implique ce processus qui nous sépare toujours plus les uns des autres.

Or la leçon la plus importante qui nous vient de la paléo-anthropologie, de l'histoire de la race humaine au cours des derniers 500 000 ans, peut-être 3 millions d'années, c'est l'importance de la socialisation. Nous sommes avant tout une espèce sociale. Et le cerveau ne fait pas que contrôler, c'est en fait l'organe de la socialisation.

Maintenant comment parvenons-nous à dépasser les barrières qui nous séparent? Le mécanisme qui rend cela possible c'est la coopération. Nous ne faisons pas qu'agir, nous agissons de concert.

Préparez-vous à une nuit de punk rock!

On vient tout juste de découvrir un groupe d'hormones qui ne sert pas vraiment à l'apprentissage, mais qui est très actif pour ce que j'appelle le désapprentissage, l'adaptation des uns aux autres, un processus qui s'apparente au lavage de cerveau.

We find the actions which are necessary for socialization in all forms of indoctrination like religious conversion, political conversion, the form of training when young people go into the military, and essentially are brain-washed, the forms of adaptation which are necessary for corporations, for sports teams. All of these activities which involve the fusion of individuals into a functional organization are carried out by unlearning, which is precipitated by a peptide, a chemical substance known as oxytosin, it's also known as ecstasy in the street, and is essentially an agent for the dissolving of pre-existing structure, selectively, so as to enable new structure to form.

W. Freeman

Archetype of cooperative action is dance. All primitive tribes have dancing as a simple feature of the socialization process. It's the rhythm which is important to jive together in the formation of a cooperative group, that's specifically human, and it's a mechanism whereby oxytosin release can be engendered. This is not forgetting, people can remember very clearly what they were before and how they are now, but it's central to the process of the formation of a social bond.

Now, we know very little about that process, it's, and, in fact, only become apparent in the last decade that this is of major importance for the future of neuroscience to study this process of socialization. And the fact that we have so much conflict in the world, and right in our own area, each one of our cities we have the formation of teenage gangs, of kids who have no sense of future, who are drifting, they are prime targets for the formation of bonding through this process, which we don't understand, and attempt to suppress by sending them to jail. It's a failure of neuroscience to come to terms with that aspect of brain dynamics, with the reality of the failure of learning as a model for the development of a stable society.

Les gestes nécessaires à la socialisation se retrouvent dans toutes les formes d'endoctrinement, la religion, la politique, l'embrigadement des jeunes par l'armée qui subissent un lavage de cerveau, ou les formes d'intégration requises par les entreprises ou les équipes sportives. Toutes ces activités qui impliquent une fusion des individus dans un fonctionnement organisé exigent un désapprentissage : et cela est facilité par une peptide, une substance chimique appelée oxytocine. On la trouve dans la rue sous le nom d'Extasy : elle aide à dissoudre les structures synaptiques préexistantes, de façon sélective, et permet l'émergence d'une nouvelle structure.

10.45.11 - COM

Apprendre, désapprendre, c'est l'activité incessante de notre cerveau.

Et les neuroscientifiques rêvent désormais de comprendre les secrets d'une société de cerveaux qui coopèrent plutôt que de s'isoler dans des fondamentalismes et s'entredéchirer.

10.45.29

L'archétype de la coopération c'est la danse. Dans toutes les tribus primitives elle est un élément central du processus de socialisation. C'est le rythme qui aide à rassembler les gens pour former un groupe qui coopère et c'est spécifiquement humain. C'est un mécanisme qui engendre la sécrétion d'oxytocine. Il n'entraîne pas l'amnésie, les gens se souviennent très bien de ce qu'ils étaient avant et savent ce qu'ils sont maintenant, mais il est essentiel pour la formation du lien social.

On sait très peu de choses de ce processus. En fait ce n'est qu'au cours de la dernière décennie qu'il est devenu primordial pour l'avenir des neurosciences d'étudier le processus de la socialisation. Le fait qu'il y ait tant de conflits dans le monde, dans nos quartiers... dans chacune de nos villes nous avons des gangs de rue, des jeunes qui ne croient pas dans l'avenir, qui dérivent... ces jeunes sont des proies faciles pour la formation de liens sociaux par ce processus. Comme nous ne comprenons pas, nous cherchons à lutter contre en les emprisonnant. C'est un échec des neurosciences de n'avoir pas encore réussi à comprendre cet aspect de la dynamique du cerveau, et c'est l'échec de notre modèle d'apprentissage comme outil pour développer une société stable.

10.47.34 - COM

Ce mécanisme du cerveau rapproche les neurosciences du concept des anthropologues : l'humain est humain justement parce qu'il a développé son rôle social. Et si cet homme social n'était finalement qu'un cerveau social ?

Ramachandran

I do have doubts about where all this is gonna lead to from an ethical standpoint, from a humanistic standpoint, because I think a time will come when you have a very thorough understanding of the brain, just like your understanding of the liver, and then you could start to be able to control it. Of course, even now you can do it to some extent like with drugs like cocaine or heroine, but supposing you get to the point when you can design drugs which don't, are non-addictive, and can give you these highs, and also give you a holistic high, not just a limited high, make you actually genuinely happy. Or supposing I could take your brain and put it in a vat, I mean, this is old philosopher's question, and then put electrodes and make you think, make you extremely happy, fulfilled, make you see God.

If I could do this to you, you have an ethical choice. Would you say, I pick this, or I pick me, right? Now, many people say no, no, I don't want to be all that, I want to be me, because this is the real me, but your real brain, what you're calling your real, is a brain in a vat, the vat is called a cranium, that is sitting in the vat, and is being stimulated by photons, so what's the difference, on what basis do you say I want the real me, and I don't want that artificial brain? It's my own brain but artificially stimulated. Where do you draw the line? This is gonna be the greatest ethical dilemma that mankind will ever face.

GENERIQUE FIN - Deb

B. Van Swinderen

Everybody can relate to, to swatting a fly, right, you, you swat a fly, you have the fly swatter, but the best way of, of swatting a fly, of killing a fly, and I am okay with killing flies, even though I study them, is, is actually to consider their selective attention. So, when you come with just one fly swatter, the fly's looking at that and will go away, but if you approach the fly with, with your three fingers, very carefully, then the fly will be looking at one finger, the other finger, the third finger, its attention will be divided, that limited resource will be divided between the three fingers, and then you will catch it unawares because at one moment it'll be looking at the wrong finger, and, and then you, and then you get it.

DEROULANT FIN

10.47.51

Je me demande où tout cela va nous mener, d'un point de vue éthique et humaniste. Parce que je crois qu'un temps viendra où nous aurons une compréhension approfondie du cerveau, comme on comprend le foie. Et alors, on sera en mesure de le contrôler. C'est déjà possible, avec des drogues comme la cocaïne ou l'héroïne. Mais supposez qu'on arrive à créer des drogues non addictives, qui vous apportent la même euphorie et même une extase absolue et sans limites, qui vous rende réellement heureux. Imaginez que je puisse prendre votre cerveau, le mettre dans un bocal, puis mettre des électrodes et vous faire penser, vous rendre vraiment heureux, vous faire voir Dieu.

Si je peux vous faire ça, vous êtes devant un choix éthique. Vous dites je choisis ça, ou je me choisis moi? Beaucoup de gens diront : « Non, je ne veux pas être ça, je veux être moi, parce que c'est ce que je suis vraiment. » Mais votre vrai cerveau, c'est un cerveau dans un bocal et ce bocal s'appelle le crâne. Il est dans un bocal, stimulé par des photons. Où est la différence ? Sur quelle base dites-vous : « Je veux être le vrai moi et pas ce cerveau artificiel. » C'est votre propre cerveau mais stimulé de façon artificielle. Où situez-vous la frontière ? C'est le plus grand dilemme moral auquel l'humanité va devoir faire face.

10.49.15 - COM

Avec Galilée il a fallu admettre que la terre n'était pas le centre de l'univers. Aujourd'hui, sommes-nous prêts à accepter l'idée que la supériorité de l'Homme sur le monde du vivant, sa Conscience, ne soit qu'une fiction collective...?

10.49.45

Tout le monde sait comment on écrase une mouche! On l'écrase avec un tue-mouches. Mais la meilleure façon de tuer une mouche... Et je suis d'accord pour les tuer, même si je les étudie, c'est de se servir de leur attention sélective. Quand vous arrivez avec un seul tue-mouches, la mouche le regarde et s'en va. Mais si vous approchez la mouche avec trois de vos doigts, très doucement, la mouche va fixer l'un des doigts, ensuite l'autre, puis le troisième. Son attention limitée sera répartie entre les trois doigts. Alors vous pourrez la surprendre, car à un moment donné, elle fixera le mauvais doigt... Et alors... Vous l'aurez !