

## - Peut-on retarder le vieillissement ou l'inverser ?



Vera Gorbunova, chercheuse en biologie

« Notre corps, comme celui de tous les organismes vivants, est soumis aux années et subit cet implacable processus d'altération. Comme le temps qui passe, le vieillissement semble irréversible. Chaque jour, notre corps et nos cellules vieillissent. Quels sont les procédés physiologiques entrant en jeu et comment les contrer ?

L'explication la plus simple serait que les dégâts s'accumulent avec l'âge.

Au sein de nos cellules, il y a de nombreuses molécules comme l'ADN et les protéines. Elles s'abîment toutes. Certains de ces dommages peuvent être réparés car les cellules peuvent remplacer les mauvaises protéines, réparer l'ADN mais au fil des années, de plus en plus de dégâts non réparés s'accumulent et perturbent le fonctionnement des cellules. Dans un vieil organisme, les cellules ont juste plus de mal à fonctionner ensemble, de concert, et c'est pourquoi nous nous affaiblissons, nous perdons les fonctions de nos tissus et de nos organes. C'est un processus dégénératif. Une cellule fait une chose, une autre cellule fait autre chose et par conséquent, cela ne fonctionne plus très bien. Comme dans une voiture, tout s'abîme, tout s'use avec le temps. Bien sûr, les organismes vivants sont différents, parce qu'ils peuvent s'auto-réparer, et la plupart des dégâts sont réparés chaque jour, mais il en reste peut-être 1 % qui s'accumule au fil des années.

Certains êtres et organismes vieillissent plus vite que d'autres. Leur taille en est peut-être la cause. En général, les grands animaux vivent plus longtemps, cela pourrait être pour des raisons d'évolution car les grands animaux ont moins de prédateurs et ils courent donc moins de dangers. Ils développent alors de meilleurs mécanismes pour se protéger.

Imaginez une souris, il y a tant d'animaux qui peuvent la manger. Elle doit se reproduire aussi vite que possible avant d'être tuée. Elle n'a tout simplement pas besoin d'investir beaucoup de ressources pour se maintenir en vie parce que cela ne sert à rien.

Mais un éléphant, une fois adulte, presque qu'aucun animal, à part l'homme, ne peut lui nuire, il peut vivre très longtemps. Donc pour un éléphant, il est logique d'avoir de bien meilleurs mécanismes de maintenance. L'évolution détermine, en quelque sorte, la durée de vie.

Cependant il y a des exceptions, de très petits oiseaux vivent très longtemps. Pourtant ils ont un rythme cardiaque et un métabolisme, très rapides. Donc ces deux choses ne sont pas toujours liées.

Lorsque l'on étudie ces organismes qui vivent longtemps, les scientifiques recherchent leurs mécanismes de longévité, ce qu'ils sont exactement. Nous en connaissons certains qui rendent cela possible, par exemple, au niveau moléculaire. Mais il y a tellement de choses que nous ignorons encore.

Les humains pourraient évoluer et vivre plus longtemps qu'actuellement puisque nous n'avons pas de prédateurs. Et l'on peut dire que c'est déjà le cas, de grandes évolutions se sont produites, les humains vivent de plus en plus vieux, du moins dans les pays développés.

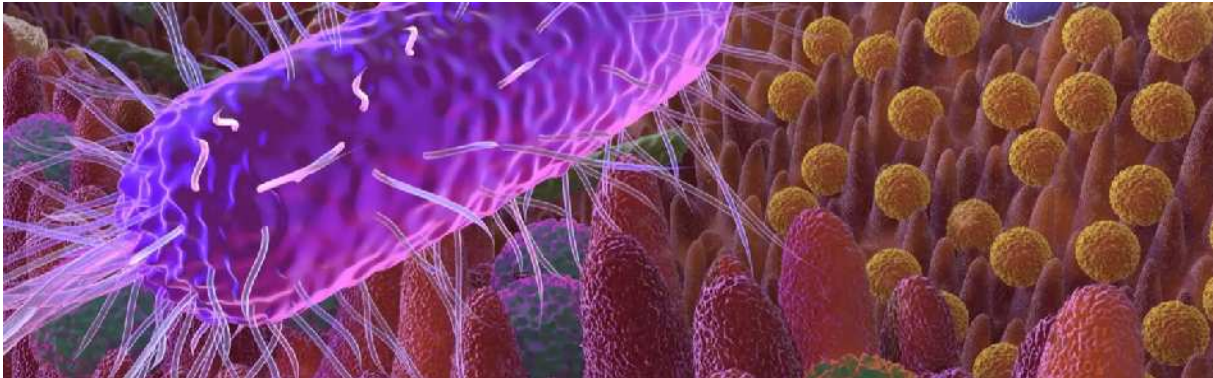
On le remarque par cette tendance qu'ont les gens à avoir des enfants de plus en plus tard.

Mais il faudra encore peut-être un million d'années de cheminement naturel pour avoir une durée de vie beaucoup plus longue, si on ne compte que sur le processus d'évolution.

Ce que nous essayons de faire, c'est que cela arrive plus vite. »

Voici quelques pistes :

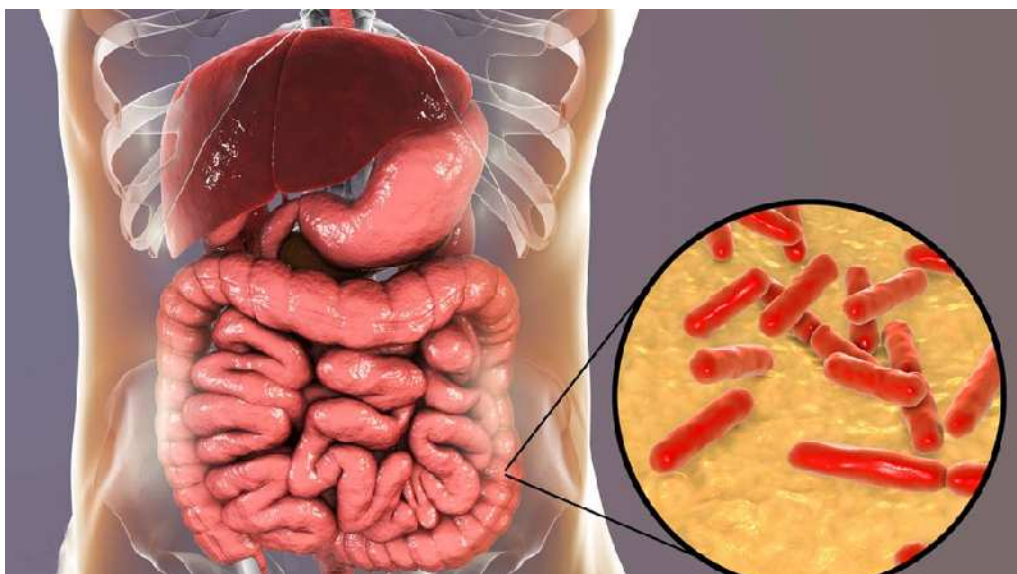
**- Freiner le vieillissement de l'intestin pour vivre plus longtemps**



Depuis 25 ans, les scientifiques tentent de trouver des facteurs qui nous permettent non seulement de vivre plus longtemps, mais aussi d'augmenter la durée de vie **en bonne santé**. Des chercheurs ont découvert qu'en modifiant l'expression d'un **gène dans les cellules intestinales**, ils peuvent ralentir le vieillissement de cet organe et augmenter l'espérance de vie... du poisson-zèbre ! C'est une piste prometteuse pour lutter contre le vieillissement humain.

Ralentir le vieillissement d'un seul organe suffit-il à préserver un organisme entier ? C'est la question que se sont posés des chercheurs du CNRS en ciblant l'intestin pour leur étude. Leur réponse est que le vieillissement découlerait d'une inflammation accrue de notre « deuxième cerveau ». Avec le temps, le tube digestif joue de moins en moins bien son rôle de barrière, laissant passer certaines particules indésirables qui provoquent un vieillissement plus rapide de l'organisme.

- Aujourd'hui, déjà, **la matière fécale est de plus en plus utilisée pour soigner les malades**. Le caca comme nouveau médicament ! C'est une pratique très sérieuse qui pourrait sauver des vies.



En France, la transplantation fécale est reconnue comme médicament depuis 2014. Le but est simple : un dérivé d'acide aminé. Lorsque le microbiote vient à se dérégler, il joue un rôle dans le développement de maladies.

"Des maladies métaboliques, comme l'obésité, le diabète, des maladies liées à l'immunité comme par exemple la maladie de Crohn et également dans des maladies neuropsychiatriques

comme la dépression, l'autisme et probablement d'autres maladies", explique Harry Sokol, gastro-entérologue à l'hôpital Saint-Antoine de Paris. Lors d'une transplantation fécale, les bactéries saines d'un donneur de selles peuvent aider à rétablir l'équilibre des bactéries dans l'intestin d'un receveur et à prévenir les réinfections.



Car il faut savoir que les antibiotiques détruisent souvent les bactéries saines de l'intestin aussi, ce qui rend ce dernier plus vulnérable aux futures infections. Après leur guérison, certains patients peuvent contracter à nouveau une infection et le risque de récurrences augmente à chaque infection. Ce qui n'est pas idéal !



La greffe fécale comme traitement contre le cancer du poumon



Des gélules d'excréments pour soigner la dépression | Radio-Canada.ca



Les médecins sont maintenant capables de jouer sur le microbiote, pour obtenir un effet thérapeutique sur le patient.

"Un des modes d'actions possible, c'est la transplantation fécale. C'est-à-dire l'utilisation de selles d'un sujet sain que l'on va administrer au patient atteint de la maladie en question pour corriger les anomalies dans son microbiote", ajoute Harry Sokol.

Comme le souligne le gastro-entérologue, la transplantation fécale peut s'effectuer par deux grandes voies. "Soit par le bas, et donc à ce moment-là on utilise le plus souvent soit un lavement tout simple ou alors une coloscopie, et c'est au cours de la coloscopie que l'on va administrer la solution fécale", précise-t-il.



Soit par la voie haute. Il est possible d'administrer la solution fécale, en introduisant un petit tuyau qui passe par le nez du patient, pour ensuite passer par l'estomac et finir au tout début de l'intestin.

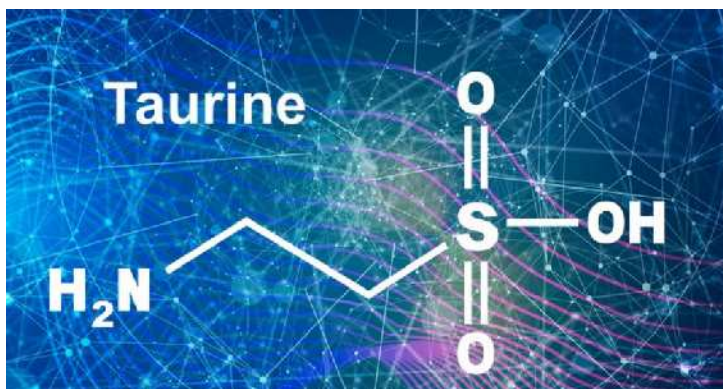
Aujourd'hui, il y a des recherches actives concernant des gélules remplies de matières fécales congelées ou lyophilisées. Ces dernières portent des noms équivoques : "crapsules" ou "cacapsules".

Ainsi les méthodes de transplantation sont diverses : par colonoscopie, par un tube passant par le nez ou aussi par gélules.

La première gellule de microbiote fécal, administrée par voie orale, vient d'être approuvée par l'agence américaine des médicaments.



- La **taurine** prolongerait notre durée de vie en bonne santé.



Il s'agit d'un dérivé d'acide aminé produit naturellement par notre organisme et que l'on trouve également dans l'alimentation (viandes, poissons, œufs, produits laitiers, algues). Présente dans des boissons énergisantes, elle a été suspectée de présenter un danger pour la santé mais cette plainte a ensuite été retirée.

Prendre de l'âge perturbe les taux de diverses molécules, parfois pour toujours. Ainsi, les concentrations de taurine diminuent avec le vieillissement chez les souris, les singes et les humains. Les niveaux de taurine chez les personnes âgées de 60 ans ne représenteraient qu'un tiers de ceux observés chez les enfants de cinq ans. La restauration de la taurine au même niveau que celui de la jeunesse, chez les personnes âgées, pourrait constituer une stratégie anti-âge prometteuse, estiment les chercheurs de Columbia. Leur étude publiée dans *Science* révèle qu'une carence en taurine entraîne le vieillissement et qu'une supplémentation de ce nutriment peut augmenter la durée de vie et améliorer la santé des animaux.

Deux cent cinquante souris femelles et mâles, âgées de 14 mois (environ 45 ans pour l'humain), ont participé à l'étude. Tous les jours, elles ont reçu soit de la taurine soit une solution de contrôle. Résultat : en moyenne, la taurine augmentait la durée de vie de 12 % chez les souris femelles et de 10 % chez les souris mâles, ce qui équivaut à trois à quatre mois supplémentaires pour ces animaux et sept à huit années pour nous.

En outre, les souris supplémentées en taurine pendant une année étaient en meilleure santé que les autres. Le nutriment supprimait notamment la prise de poids liée à l'âge chez les souris femelles, augmentait la masse osseuse, améliorait l'endurance et la force musculaire, réduisait les comportements dépressifs et anxieux et favorisait un système immunitaire d'apparence plus jeune.

Des effets similaires sur la santé ont été observés chez des singes rhésus d'âge moyen qui ont reçu des suppléments quotidiens de taurine pendant six mois. La taurine a empêché la prise de poids, réduit la glycémie à jeun et les marqueurs de lésions hépatiques, augmenté la densité osseuse de la colonne vertébrale et des jambes et amélioré la santé de leur système immunitaire.

On ne sait pas encore si de tels effets sont transposables à l'homme, mais deux études préliminaires ont révélé des associations positives, sans pouvoir établir de lien de causalité.

Par exemple, une expérience a examiné la relation entre les niveaux de taurine et environ 50 paramètres de santé chez 12 000 adultes européens âgés de 60 ans et plus.

« Dans l'ensemble, les personnes ayant des taux de taurine plus élevés étaient en meilleure santé, avec moins de cas de diabète de type 2, moins d'obésité, moins d'hypertension et des niveaux d'inflammation plus faibles », expliquent les chercheurs.

- **D'autres chercheurs parviennent à inverser le processus du vieillissement chez la souris encore d'une autre manière.**



Le vieillissement est un processus inexorable auquel nous sommes tous confrontés un jour ou l'autre. L'organisme décline progressivement avec le ralentissement du métabolisme, la perte de masse musculaire et de masse osseuse, ainsi qu'une diminution de la vue et de l'ouïe. La vieillesse peut aussi s'accompagner de problèmes de santé comme les problèmes cardiovasculaires, les maladies neurodégénératives et l'apparition de cancers. C'est pour contrer tous ces problèmes liés à l'âge que de nombreux scientifiques du monde entier tentent depuis des années de percer le secret du vieillissement afin de mettre au point des solutions.

Une équipe de scientifiques du Salk Institute à San Diego en Californie associé avec des chercheurs de Genentech viennent de trouver un moyen **d'inverser le vieillissement...** chez la souris !

Les chercheurs ont utilisé non pas un cocktail de jeunesse éternel, mais un **complexe de quatre molécules organiques** découvertes par Shinya Yamanaka, un médecin japonais spécialiste des cellules souches. Ces quatre molécules portent depuis le nom de facteurs de Yamanaka.

Les facteurs de Yamanaka sont un mélange de 4 protéines appelées facteurs de transcription. En biologie moléculaire, un facteur de transcription est une protéine qui est nécessaire à la transcription d'un gène, c'est-à-dire l'étape où un segment d'ADN est transcrit en ARN par l'intermédiaire d'une enzyme appelée ARN polymérase. La transcription d'un gène constitue la première étape de l'expression génétique.



Ces quatre facteurs de transcription utilisés existent à l'état naturel dans les cellules souches. Dans une précédente recherche, les scientifiques ont démontré que ces facteurs de transcription étaient capables de bloquer les effets du vieillissement, mais aussi de régénérer les muscles et les tissus cellulaires.

Dans leur nouvelle étude, les scientifiques souhaitent mettre au point ce nouvel outil qui permettrait aux chercheurs de restaurer le fonctionnement et la santé des cellules vieillissantes. Ils ont des résultats encourageants pour de nombreux tissus de l'organisme. Lors du vieillissement, il n'y a pas que l'aspect physique et la santé qui changent. En réalité, toutes les

cellules de l'organisme contiennent au niveau de leur ADN des caractéristiques chimiques qui évoluent avec l'âge.

Au cœur de chacun des noyaux de chacune des cellules de l'organisme, l'ADN subit de nombreuses modifications. La méthylation de l'ADN, qui fait partie de ces modifications, se déroule durant toute l'existence. Il s'agit d'une réaction durant laquelle des groupements sont ajoutés sur certains gènes par l'intermédiaire de certaines enzymes.

La méthylation est étudiée depuis un certain temps pour son rôle dans le vieillissement et dans l'apparition du cancer et est considérée comme un marqueur épigénétique qui évolue au cours de l'existence.

Depuis quelque temps déjà, les chercheurs savent que les facteurs de Yamanaka peuvent être utilisés à court terme pour améliorer le fonctionnement de certains organes ou encore de certaines fonctions organiques. Par exemple, des scientifiques sont déjà parvenus à inverser la perte de la vue chez une souris âgée, atteinte de glaucome.

Dans leurs travaux, les scientifiques cherchent à utiliser ces facteurs sur le long terme. Ils souhaitent déterminer si ces molécules peuvent être utilisées sur des souris moyennement âgées et âgées et qui ne présentent aucune pathologie, c'est-à-dire des souris vieillissant de manière normale. Ils ont donc testé ces molécules sur différents groupes de souris d'âges de vieillesse différents.

Les résultats de ces expériences sont assez spectaculaires, car aucune souris traitée n'a connu d'effets secondaires comme des changements neurologiques ou l'apparition de cancers. Au contraire, les souris ressemblaient à de jeunes animaux.

Les scientifiques ont constaté que les marqueurs épigénétiques des souris traitées ressemblaient aux marques épigénétiques de souris jeunes. Ils ont même remarqué que des blessures apparues lors du traitement, en raison de bagarres entre congénères, se sont soignées plus rapidement grâce à une prolifération accrue des cellules cutanées. Les cicatrices formées étaient d'ailleurs moins visibles que sur des individus âgés.

Ce phénomène de rajeunissement, après un traitement de plusieurs mois, a inversé l'horloge du vieillissement de ces animaux. L'expression de gènes liés à l'inflammation et à la dégradation cellulaire a été fortement diminuée.

Cette équipe a cependant remarqué que la durée du traitement influence l'ampleur des effets. En effet, seules les souris ayant reçu les facteurs de Yamanaka durant plusieurs mois ont présenté des signes évidents de rajeunissement. Chez les animaux traités uniquement durant un mois, rien n'a été observé.

Les chercheurs ont démontré que les facteurs permettaient de réaliser des traitements sur le long terme de manière sûre et efficace. Ils vont maintenant continuer leurs travaux afin de mieux comprendre le fonctionnement de ce « cocktail ». Le but, d'après eux, n'est pas de faire rajeunir les gens, mais plutôt de trouver et de mettre au point des traitements qui permettront de vivre plus longtemps en bonne santé, de retarder le déclin.

### - Une IA (Intelligence Artificielle) a découvert trois nouvelles molécules anti-âge naturelles.

Une étude basée sur les résultats de l'intelligence artificielle a permis de découvrir trois médicaments potentiels afin de lutter contre les effets du vieillissement.

Des chercheurs ont utilisé un modèle d'apprentissage automatique pour identifier **trois composés susceptibles de lutter contre le vieillissement**. Les résultats de l'étude, publiée dans Nature Communications, suggèrent que ces molécules sont **capables d'éliminer, en toute sécurité, les cellules sénescentes de l'organisme** (cellules qui entraînent une lente dégradation de l'activité vitale chez les individus âgés). Il s'agit de cellules qui cessent de se diviser et entraînent un vieillissement général du corps.

Les scientifiques ont entraîné l'IA à reconnaître les principales caractéristiques de composés ayant des propriétés sénolytiques, c'est-à-dire capables de détruire les cellules défectueuses. Les données, de sources multiples, contenaient plus de 2 500 composés aux propriétés sénolytiques



ou non sénolytiques. L'algorithme a ensuite été utilisé pour passer au crible plus de 4 000 produits chimiques, pour ne retenir que 21 candidats potentiellement intéressants.

Finalement, les chercheurs ont découvert que la **ginkgétine, la périplocine et l'oléandrine** éliminaient les cellules sénescents sans nuire aux cellules saines.

Ces trois substances sont des produits naturels que l'on trouve dans les **plantes médicinales traditionnelles**, l'oléandrine étant la plus efficace. Extraite du laurier-rose, elle posséderait des propriétés antioxydantes, anticancéreuses, anti-inflammatoires, et antimicrobiennes.

Toutefois, elle est hautement toxique au-dessus des niveaux thérapeutiques.

Les auteurs affirment que leurs résultats montrent que ces composés ont une puissance comparable ou supérieure à celle d'autres sénolytiques, lesquels sont très souvent toxiques pour les cellules saines de l'organisme. L'utilisation de l'IA est beaucoup plus rentable, au niveau de la rapidité de temps pour obtenir des réponses, que les méthodes standard de dépistage des médicaments comme les essais cliniques.

Un extrait du laurier-rose, l'oléandrine, comme anti-âge !

Ou l'écorce de l'arbuste *Periploca Sepium*, utilisée en médecine traditionnelle chinoise.

Ou encore un extrait de l'arbre *Ginkgo Biloba* ! Cet arbre est le dernier représentant d'une lignée apparue, il y a près de 270 millions d'années, bien avant l'apparition des plantes à fleurs et des conifères. Il a toujours fait partie de la Médecine Traditionnelle Chinoise et son emploi est signalé dans des écrits datant de 2800 ans avant J-C.

L'Intelligence Artificielle préconise des plantes contre le vieillissement. Qui l'eut cru !

Les anciens avec leur médecine traditionnelle avaient donc déjà vu juste !

## - Il existe des bactéries pour créer des matériaux vivants auto-régénérants.

Le potentiel qu'offre le monde bactérien semble inépuisable.



Les capacités de ces micro-organismes trouvent des applications dans de nombreux domaines, dont celui des matériaux ! Une étude publiée récemment dans *Nature Communications* dévoile le champ prometteur qu'offre la cellulose bactérienne pour la création de matériaux vivants capables de s'auto-régénérer en cas de dommage. Un matériau capable de détecter de potentiels dommages et de s'auto-régénérer, sans besoin d'intervention extérieure.



Une équipe de chercheurs de l'Imperial College de Londres s'est penchée sur cette fabrication. De plus, ces **biomatériaux ont la particularité de pouvoir être programmés avec certaines fonctionnalités codées génétiquement.**

De là, tout semble possible, comme l'encodage d'information ou l'auto-régénérescence.

La cellulose bactérienne est un composant organique produit par certains types de bactéries. Elle est caractérisée par son extrême pureté, sa haute résistance et sa forte capacité à retenir l'eau. Ces propriétés intéressantes font que ce biomatériau est déjà utilisé dans de nombreux domaines, comme celui du textile, des cosmétiques, de l'architecture, de l'audio-visuel ou encore dans le domaine médical. Cette espèce bactérienne permet notamment d'obtenir rapidement et de façon peu onéreuse des pellicules épaisses de cellulose bactérienne. Des études ont déjà prouvé l'intérêt de ce biomatériau, en particulier dans le domaine médical.

**Des pansements faits à partir de cellulose bactérienne à laquelle ont été incorporées des bactéries spécifiques, ont montré leur efficacité pour empêcher l'infection des plaies.**



Étant d'origine biologique, la cellulose bactérienne a la capacité de croître rapidement et de combler des trous dans un autre matériau. La cellulose bactérienne, génétiquement reprogrammées, a été utilisée pour combler des trous ou pour assembler des pièces indépendantes de divers matériaux : pellicules de cellulose bactérienne bien sûr, mais également des morceaux d'éponge synthétique ou naturelle, de bois ou de coton.

En plaçant la cellulose bactérienne dans la zone endommagée et en incubant le tout pendant plusieurs jours, les chercheurs ont remarqué que la cellulose était capable de détecter l'endommagement et de repousser rapidement, pour réparer le matériau. À l'issue de la restauration, le matériau a été testé pour observer sa résistance. Les chercheurs ont observé le maintien d'une bonne stabilité structurale, la régénérescence restaurant également la consistance et l'apparence initiale de l'échantillon.

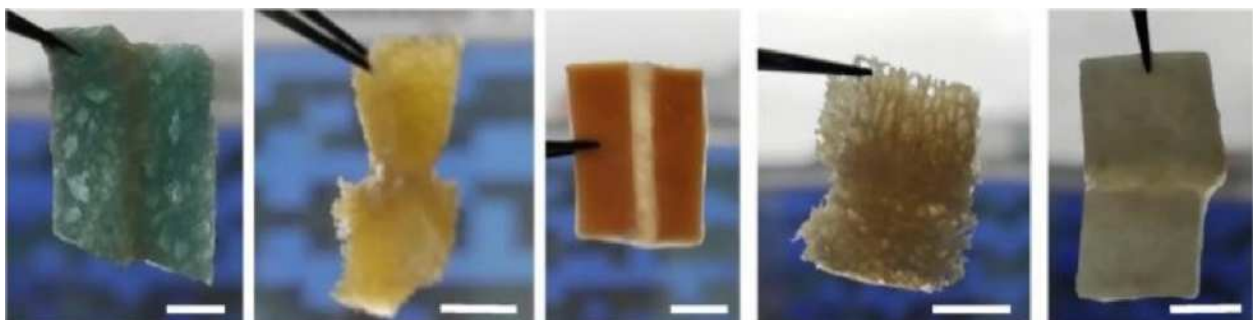
Matériaux régénérés par fusion avec de la cellulose bactérienne en 5 jours :

Éponges synthétiques

bois

éponge naturelle

coton



L'intérêt de ces résultats est qu'il apparait possible d'intégrer des matériaux vivants à l'intérieur d'autres matériaux poreux, qu'ils soient naturels ou synthétiques, augmentant ainsi les possibilités de combiner et de mixer les propriétés des différents matériaux avec l'ingénierie génétique.

« Nous réparerons les bétons fissurés grâce à des bactéries ! Ce travail pourrait mener dans le futur au développement de nouveaux matériaux capables de détecter des dommages et de s'auto-régénérer, par exemple dans le cas d'un impact dans un pare-brise, une déchirure dans le fuselage d'un avion ou encore un nid-de-poule dans une route, qui sait ?

Cette technologie permettrait ainsi de réduire significativement la maintenance de certains équipements et d'étendre la durée de vie des matériaux, humains y compris. »

### - L'immunothérapie est un traitement révolutionnaire.



Qu'est-ce que l'immunothérapie et pourquoi représente-t-elle une révolution dans la prise en charge des cancers ?

Son principe ? Réveiller et éduquer notre système immunitaire pour mieux lutter contre le cancer. Jusqu'à présent, on ciblait les cellules cancéreuses.

La grande nouveauté, c'est de viser les cellules immunitaires autour de la tumeur pour la détruire. Quand le cancer se développe, notre système immunitaire est dépassé, les cellules cancéreuses mettent un genre de "masque" et le cancer passe inaperçu.

L'immunothérapie fait tomber ce "masque". Et à nouveau, **le système immunitaire va reconnaître et lutter contre ces cellules cancéreuses. Non seulement il les détruit, mais surtout il mémorise ces informations.**

On prévient ainsi la rechute, c'est pourquoi on parle d'un "effet vaccinal". À la place d'injecter un produit qui détruit les cellules cancéreuses, mais également celles qui sont saines, on va donc s'appuyer sur un mécanisme physiologique habituel, pour réussir à éliminer ce qui dysfonctionne. Concrètement, on va prélever des lymphocytes dans le sang du patient, les cultiver en laboratoire, puis les réinjecter en grande quantité dans le corps pour qu'elles détruisent les cellules cancéreuses.

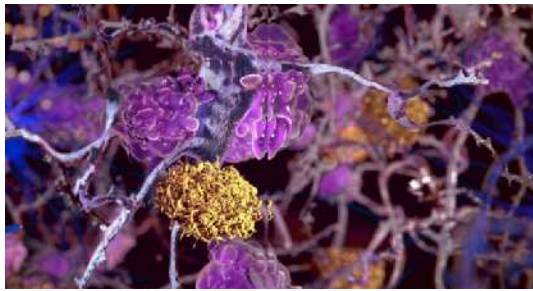
On traite en même temps par la chimio et l'immunothérapie. De cette manière, on multiplie par 3 la probabilité de faire diminuer la taille de la tumeur ou même de la faire disparaître !

Aujourd'hui, certains reçoivent de l'immunothérapie juste après une opération ou même avant, sans passer par d'autres traitements. Elle est de plus en plus utilisée en stade précoce pour "vacciner" le patient contre les rechutes.

### - Le déclin cognitif du cerveau serait réversible !

L'une des causes du déclin cérébral concerne les cellules de la microglie (ci-dessous en violet), qui assurent la fonction immunitaire dans le cerveau. Lorsqu'elles sont âgées, ces cellules ne

remplissent plus leur rôle de protection des neurones (en gris et bleu) et de nettoyage du milieu cérébral. Mais un simple composé permet de retarder cette échéance...



Des chercheurs américains de l'université de Stanford ont réussi, encore une fois chez la souris, à réactiver certaines cellules dans le cerveau et ainsi ont restauré des fonctions cognitives que l'on croyait perdues, à tout jamais, avec le vieillissement. Ils ont contrecarré certains effets du vieillissement qui sont responsables du déclin cérébral.

Nos organes sont un peu comme les pièces d'une voiture. Ils vieillissent tous mais, suivant leur nature et leur fonction, pas au même rythme. Nos intestins, par exemple, s'usent si vite qu'ils se renouvellent tous les trois jours en moyenne.

Autre facteur d'obsolescence : le nombre de cellules souches contenues dans un organe. Plus il en possède, plus il peut se réparer et se renouveler. Cela explique pourquoi le cerveau, peu doté en cellules souches, serait particulièrement sensible aux effets du temps.

« Présents dès la naissance, la plupart des neurones nous accompagnent tout au long de notre vie. En cas de lésion, il n'y a pas de réparation possible : un neurone mort n'est pas remplacé. Certes, le cerveau compense les éventuelles pertes par sa plasticité phénoménale qui lui permet de réorganiser des réseaux neuronaux lésés pour restaurer leurs fonctions. Mais il reste particulièrement fragile face aux dommages du temps ».

Le cerveau s'emploie à **ralentir les lésions, en usant de son système immunitaire personnel : la microglie**. Présentes uniquement dans le système nerveux central, les cellules microgliales jouent un rôle qui dépasse la simple fonction immunitaire, comme nous l'avons déjà vu plus tôt dans ce livre.

Les cellules microgliales sont donc indispensables pour de nombreuses fonctions, et chez les personnes jeunes et saines, elles représentent jusqu'à 5 à 10 % des cellules du cerveau, réparties de manière homogène. Aussi, elles ont une certaine capacité à se renouveler : « Par conséquent, dans la population de cellules microgliales, certaines sont plus âgées que d'autres. Cela sous-entend que les plus âgées seraient plus sujettes au vieillissement cellulaire, et donc à l'accumulation de dommages causés par l'environnement ».

Ainsi, les vieilles cellules microgliales sont considérées comme le talon d'Achille du cerveau vieillissant.

Mais depuis février 2021, elles sont aussi devenues les meilleures armes pour contrecarrer le vieillissement cérébral.

L'équipe de l'université de Stanford vient d'identifier, chez les cellules microgliales, une cascade de réactions chimiques impliquée dans leur vieillissement. Et en jouant sur l'activation de cette suite, elle a montré qu'il était possible de restaurer certaines de leurs fonctions perdues, notamment immunitaire. Dans le contexte inflammatoire propre au vieillissement, un médiateur se fixe à la surface des cellules microgliales et active un de ses récepteurs. Cette activation conduit alors la cellule à stocker le glucose dont elle dispose, au lieu de consommer cette indispensable source d'énergie. Privée de son combustible, la cellule ne peut alors plus assurer ses fonctions immunitaires et ne protège plus le cerveau du vieillissement.

Fort de ce constat, l'équipe a donc procédé, un mois durant, à l'injection d'un inhibiteur dans le cerveau de rongeurs. Et l'analyse de leur hippocampe, une région du cerveau essentielle à la mémoire et à l'apprentissage, a mis en lumière un véritable exploit : les fonctions phagocytaires et l'activité mitochondriale des cellules microgliales étaient tout bonnement restaurées ! Celles-ci jouaient à nouveau leur rôle immunitaire et produisaient leur propre énergie à partir du glucose

redevénu disponible. Mieux encore, l'équipe a constaté chez certaines souris un regain des capacités cognitives liées à la mémoire ! L'inhibiteur aurait ainsi inversé le déficit de la mémoire spatiale associé à l'âge.

Avec ces quelques exemples, l'on voit que les problèmes du vieillissement sont en voie de se résoudre. Les humains décryptent, petit à petit, tous les mécanismes de la vie.

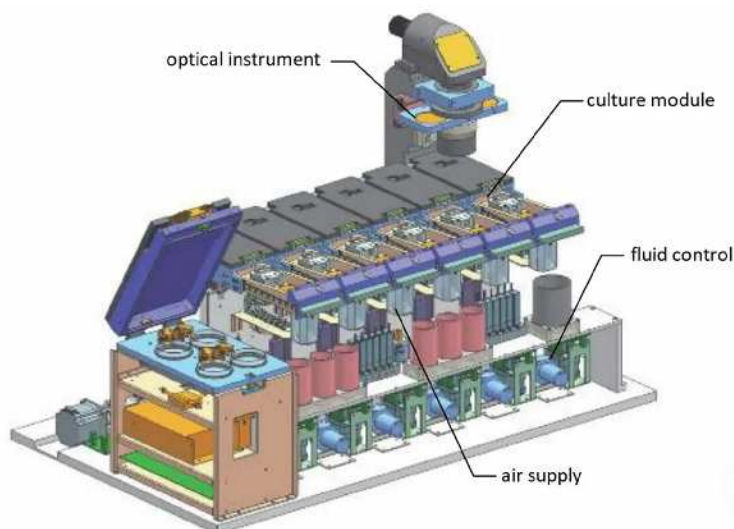
Voyons maintenant les découvertes concernant l'autre bout de la chaîne : la naissance.

L'univers décrit par Aldous Huxley dans son roman « Le meilleur des mondes » semble devenir réel. Son récit évoque une société futuriste et eugéniste, très hiérarchisée, divisée en différentes castes dont les individus sont conçus artificiellement.

Des **chercheurs chinois** travaillent actuellement sur une nounou robotique capable de gérer les besoins de fœtus placés dans un utérus artificiel. Leurs travaux relatifs à cette « nounou robotique », publiés dans la revue *Journal of Biomedical Engineering*, font couler beaucoup d'encre.

### **Des utérus artificiels autonomes surveillés par une I.A. !**

L'utérus artificiel ou « appareil de culture d'embryon à long terme » entièrement automatisé, est décrit comme un système contenant des fluides nutritifs dans lequel sont placés des embryons de souris. L'appareil est surveillé par une intelligence artificielle qui peut ajuster les flux de dioxyde de carbone et d'éléments nutritifs et intervenir sur certains facteurs environnementaux. L'appareil utilise trois modules optiques pour surveiller le développement des embryons sans les manipuler, et ainsi optimiser le fonctionnement du système. La nounou artificielle peut également classifier les embryons selon leur état de santé et leur potentiel pour leur développement futur, détecter les anomalies et signaler tout problème majeur à un technicien.



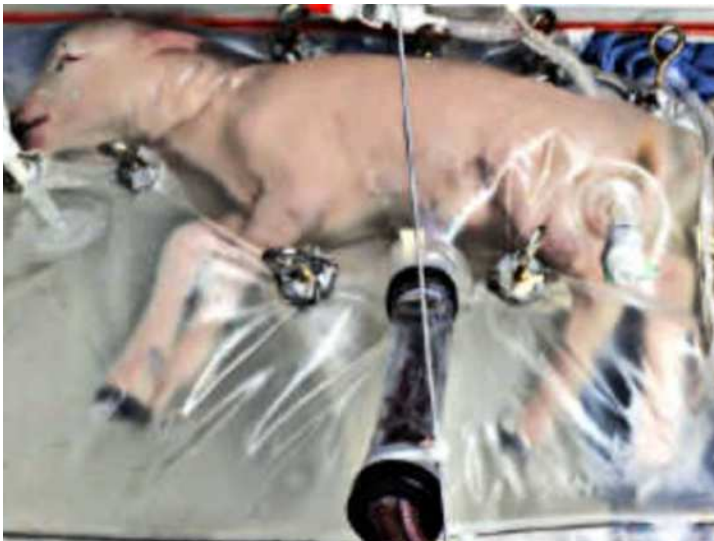
UN SCHÉMA DE L'UTÉRUS ARTIFICIEL AVEC LA NOUNOU ROBOTIQUE. © SUZHOU INSTITUTE OF BIOMEDICAL ENGINEERING AND TECHNOLOGY



**En Israël** aussi, il existe déjà un utérus artificiel qui, à partir de 250 cellules, crée un fœtus de souris.



**Des chercheurs de Philadelphie** ont reconstitué le milieu dans lequel un fœtus évolue avant la naissance. Ils ont obtenu des résultats encourageants... chez l'agneau.



L'utérus artificiel existe déjà chez les humains, pour les grands prématurés, mais nous ne faisons que les aider à grandir.



Arriverons-nous bientôt au stade de pouvoir tout gérer dès le départ, à partir de l'éprouvette ? Il existe déjà, aux États Unis, des laboratoires permettant aux futurs parents de choisir les qualités de leur bébé : la couleur des yeux, garçon ou fille, vérifier les maladies potentielles qu'il pourrait avoir...



Avec cette nouvelle approche de conception totalement indépendante de la mère, de nombreuses questions éthiques se posent. Tout d'abord, le lien maternel sera complètement rompu. Quel en sera l'impact sur l'enfant et sur la mère ?

Peut-être même, qu'il n'aura pas du tout ni mère, ni père !

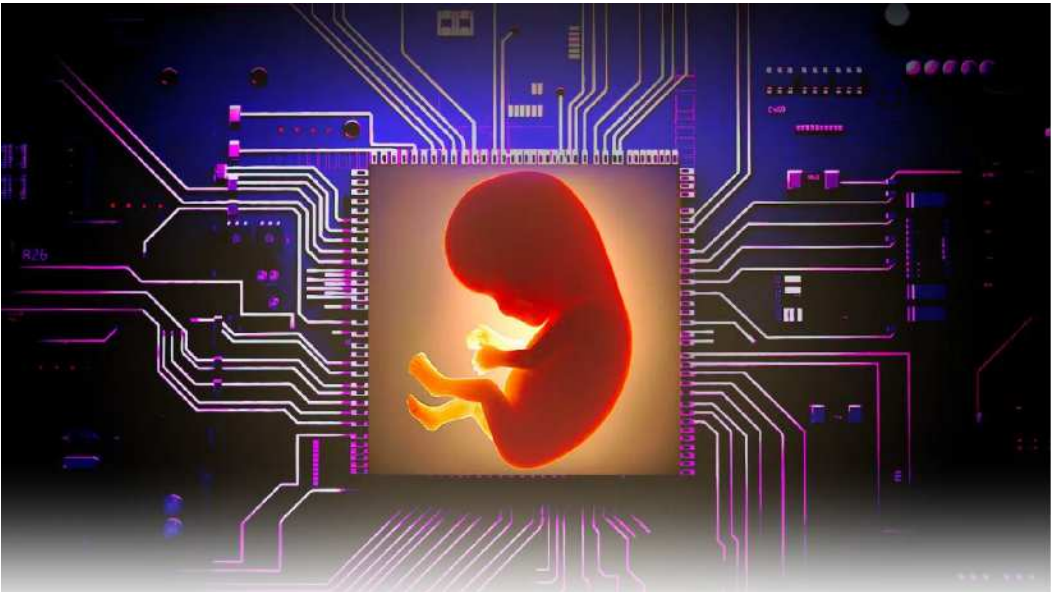
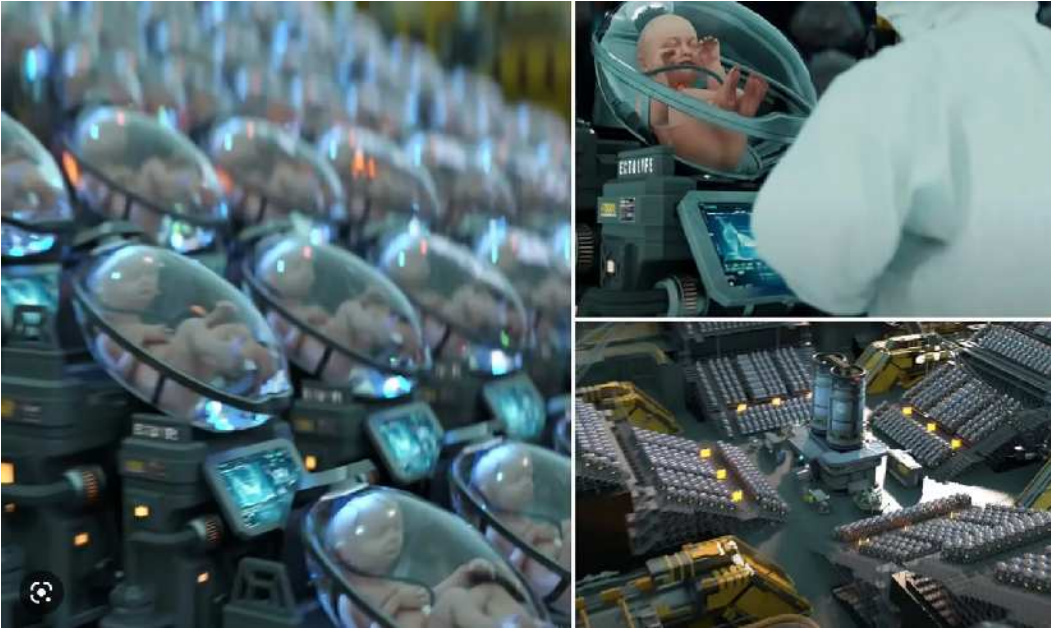
Le recours à des utérus artificiels compenserait le problème de natalité, déjà existant en Chine, au Japon et en Europe. Pour un gouvernement, la faible natalité est un gros problème car une baisse du nombre de contribuables pèse lourdement sur les finances publiques. Qui financera les missions sociales de l'État et les caisses de retraite. Et qui remplira les écoles demain, la future élite ? Où trouver les futurs ouvriers ou soldats ?

Le risque serait de créer une société comme celle imaginée dans le film « Bienvenue à Gattaca », où l'on ne conserve que les embryons les plus parfaits pour chaque besoin.

Cela risquerait de diviser la population en deux classes, ceux nés d'un utérus artificiel et ceux qui proviennent des voies naturelles qui deviendraient des êtres imparfaits, sous-humains... esclaves des autres ! Ou alors l'inverse, les humains créés artificiellement pourraient être d'une intelligence exceptionnelle. Et là, les rôles seraient renversés.

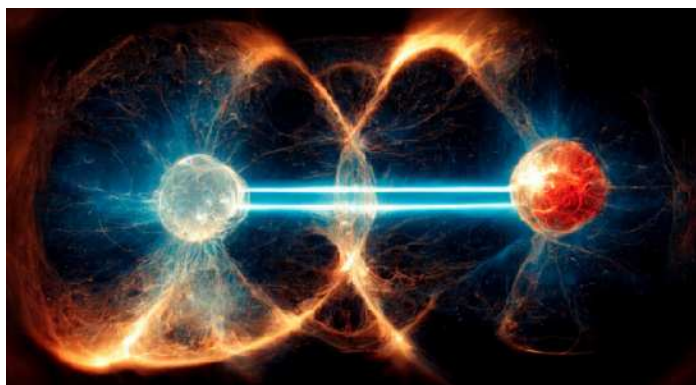
On pourrait facilement tomber dans l'eugénisme\*.

\*Eugénisme : L'eugénisme est « l'ensemble des méthodes visant à sélectionner le patrimoine génétique des générations futures d'une population, en fonction d'un cadre de sélection prédéfini ». Il peut résulter d'une politique étatique mais aussi d'une somme de décisions individuelles prises par les futurs parents, dans une société où primerait la recherche de l'« enfant parfait ».





## - Peut-on inverser le temps grâce à la physique quantique ?



Des chercheurs de l'Université de Vienne auraient réussi à **forcer un photon de lumière à revenir à son état précédent** avant qu'il passe au travers d'un cristal.

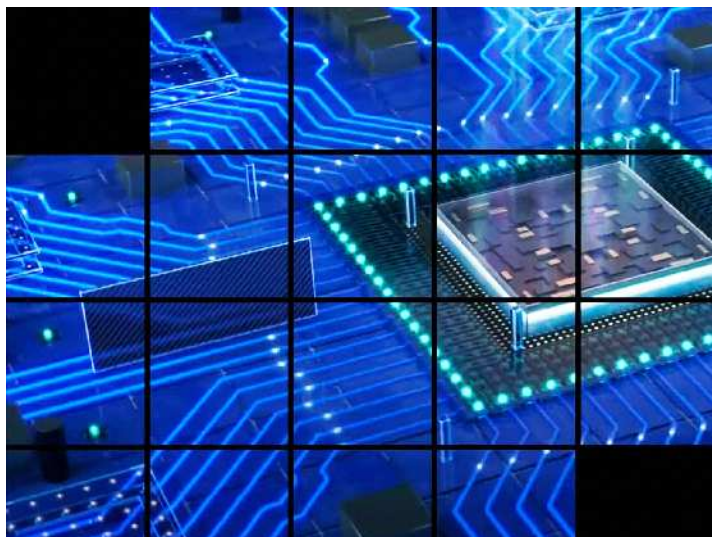
Les scientifiques se sont appuyés sur un **principe fondamental du monde subatomique : la superposition. À cette échelle, une particule serait capable d'exister dans deux états simultanément.** À l'aide d'un interrupteur quantique, les scientifiques ont réussi à ramener un électron et un photon à leur état antérieur et aussi à faire des bonds dans le temps futur de l'ordre de la nanoseconde. Pour mieux comprendre la situation, faisons cette comparaison :

Dans une salle de cinéma, un film (la physique classique) est projeté du début à la fin.

Mais à la maison (la physique quantique), nous avons une télécommande. Nous pouvons revenir à une scène précédente ou sauter plusieurs scènes à venir.

La possibilité de réaliser cette expérience, à une plus grande échelle, semble dépasser les moyens techniques d'aujourd'hui. Nous savons le faire avec un photon mais il faudrait actuellement des millions d'années pour arriver à rajeunir une personne d'une seconde, car **un être humain est un système physique complexe contenant une énorme quantité d'informations.**

Pour le moment, cette découverte pourrait permettre aux chercheurs d'annuler les erreurs au cours d'un développement, en inversant les états « qbit »\* d'un processeur quantique, et ainsi d'aider à améliorer la précision des ordinateurs quantiques à l'avenir :



Mais, pourquoi pas, dans bien longtemps, nous ferons de même avec les êtres vivants... quand nous aurons tout compris de **notre système de fonctionnement qui semble de plus en plus comparable à un ordinateur !**

\* Qbit : En informatique quantique, un qubit ou qbit, est un système quantique à deux niveaux, qui représente la plus petite unité de stockage d'information quantique.



Denis Le Bihan : médecin, physicien, membre de l'Académie des sciences, membre de l'Académie des technologies, de l'Académie Nationale de Médecine, membre associé de l'Académie nationale de pharmacie et directeur-fondateur de NeuroSpin (2007), une institution du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives à Saclay consacrée à l'étude du cerveau par imagerie à résonance magnétique (IRM) à très haut champ magnétique. Il a obtenu de nombreux prix internationaux pour ses travaux exceptionnels, introduisant de nouvelles méthodes d'imagerie destinées en particulier à l'étude du cerveau humain.



Il a une nouvelle lecture aux frontières de la physique d'Einstein et des neuro sciences modernes. D'après lui, le connectome cérébral a son propre espace-temps, il fait un parallèle entre notre cerveau et l'univers, dans lequel espace et temps, selon le principe de la relativité restreinte, deviennent relatifs et fusionnent au sein d'un espace-temps.

« Il y a un point commun saillant entre ces deux milieux : l'existence en leur sein d'une vitesse limitée. Dans l'Univers, c'est la vitesse de la lumière.

Et, bien que beaucoup moins importante, la vitesse de propagation de nos influx nerveux est, elle aussi, limitée. »

La lumière du soleil met huit minutes à arriver sur Terre.

Ainsi, une **lumière émise** par une étoile, résidant très loin de nous dans l'univers, mettra tellement de temps pour arriver jusqu'à notre planète, à cause de **sa vitesse de déplacement**, que son image, reçue par nous, ne correspondra plus à sa réalité, elle pourrait être éteinte depuis longtemps.

De la même façon, nos influx nerveux ont un cheminement temporel à parcourir dans l'enchevêtrement spatial de nos connexions cérébrales.

C'est bien connu en neurosciences : il y a un décalage entre notre perception sensorielle du monde extérieur, la conscience que l'on en a, et notre action en retour.

Par exemple :



De quelle couleur voyez-vous cette photo ?

Avant de répondre, cliquez sur ce lien : [https://www.youtube.com/shorts/z\\_1WMIObpcw](https://www.youtube.com/shorts/z_1WMIObpcw)  
après avoir lu la marche à suivre qui suit :

L'image que vous allez voir, **sur ce lien internet**, arbore des couleurs criardes : violet, orange bleu.

Fixez le point noir, situé au centre de l'image, en restant concentré.

Cela dure pendant au moins six secondes. Ne faites rien d'autre. L'image va changer mais continuez de fixer le point noir central. L'image vous apparaît en couleurs. Déplacez légèrement votre regard dans l'image, et tout à coup, elle repasse en noir et blanc – sa vraie nature. Rapidement, vos yeux se sont adaptés et vous montrent, de nouveau, le noir et le blanc de cette photo.

Cette illusion d'optique a trompé votre cerveau et vous fait voir en couleur une photo qui ne l'est pas. Le phénomène, décrit par le chercheur britannique Andrew Steele, est appelé "adaptation chromatique".

Comment notre cerveau peut-il être piégé ?

C'est le mécanisme par lequel vos yeux et votre cerveau fonctionnent ensemble pour que lorsque vous regardez un objet, il apparaisse toujours de la même couleur, peu importe le type de lumière qui l'éclaire.

Autrement dit, le cerveau compense les couleurs manquantes d'un objet dont il connaît la couleur, en attendant que nos influx nerveux aient parcouru tout un cheminement temporel dans nos connexions cérébrales pour donner la bonne réponse.

Le concept de présent, du fait de la vitesse limitée de nos influx nerveux, est donc relatif.

Le connectome cérébral – le réseau de connexions neuronales – a son propre espace-temps !

Les allers-retours de Le Bihan entre physique et neurosciences font émerger encore bien d'autres concepts originaux, comme les univers multiples ou la conscience holographique qu'il explore dans son dernier ouvrage.

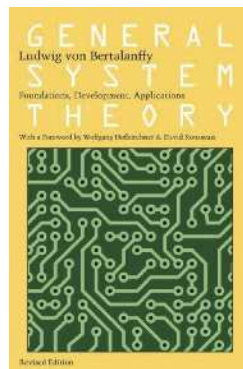
« Tout comme les corps massifs modifient la trajectoire des corps voisins en courbant l'espace-temps, l'activité des aires cérébrales induit une "courbure" dans le connectome et influence la trajectoire de l'influx nerveux en son sein. L'espace-temps relatif de notre cerveau est un espace courbé comme l'est l'univers. Pour notre cerveau, le temps n'est pas une variable linéaire et continue : au niveau neurologique, le temps de nos actions s'inscrit à la fois dans le présent, le passé et le futur. »

Toutes les nouvelles idées scientifiques obligent à remettre nos croyances en question.

Ce ne sont parfois encore que des hypothèses de recherche, des chemins de traverse, à peine défrichés, des propositions émergentes, déjà étayées par des faits mais pas encore totalement éprouvées. Mais elles démontrent, chacune à leur mesure, l'audace de la science qui, d'intuitions géniales en déclics, bouscule et réinvente, en permanence, nos visions que l'on pensait acquises, du monde, de la vie, de la nature, de la spiritualité.

## Propos de scientifiques :

- Ludwig Von Bertalanffy, **biologiste**



« Tout organisme vivant est un système ouvert. Il se maintient entre un flux entrant et un flux sortant continu. Tant qu'il est en vie, cet organisme ne connaît pas d'équilibre chimique et thermodynamique. Mais il est maintenu dans un état stable, c'est le processus chimique interne des cellules qui est l'essence-même de ce phénomène fondamental de la vie que l'on appelle le métabolisme. La définition de métabolisme, c'est la transformation. **Ce métabolisme est l'effet d'un processus continu où il y a, en permanence, destruction et génération de trois types d'éléments : de la matière, de l'énergie et de l'information.**

Avec l'information, le système vivant n'est pas seulement ouvert mais il est aussi culturel. Les neurosciences montrent que le cerveau se modifie. Il peut créer, défaire ou réorganiser des réseaux de neurones lors de maladies mais aussi, tout simplement, lors de nos interactions et de nos apprentissages. » (Théorie générale des systèmes)

- Etienne Klein, **physicien**, philosophe des sciences, Directeur du Laboratoire de recherche sur les sciences de la matière.



« La physique est la science qui essaie de comprendre, de modéliser et d'expliquer les phénomènes naturels de l'Univers. Elle correspond à l'étude du monde qui nous entoure, sous toutes ses formes : les lois, leurs variations, leur évolution. **Mais d'où vient que les lois de la physique s'expriment par des équations mathématiques ?**

Pour la biologie, il en devient de même.

Une nouvelle branche scientifique est née : la biomathématique dont le domaine d'études réunit la biologie et les mathématiques. Elle traduit la **biologie par une modélisation mathématique** : modélisation par les systèmes dynamiques, les équations différentielles ou les équations aux dérivées partielles. De façon précise, les biomathématiques sont constituées par l'ensemble des méthodes et techniques mathématiques, numériques et informatiques qui permettent d'étudier et de modéliser les phénomènes et processus biologiques !

**Est-ce que les concepts mathématiques sont immanents\* ou transcendants\* à l'univers dans sa totalité ? Ou, encore plus extraordinaire, l'univers est-il mathématique ?**

Pythagore et ses disciples pensaient que le secret du monde tenait en quelques mots : « Toute chose est nombre. »

Aujourd'hui, la science est parfois tentée de reprendre l'idée pythagoricienne en l'étendant sous la forme « Tout est mathématique ».

Ce que Galilée disait déjà : « Le livre de la nature est écrit en langage mathématique. »

Le sens et la portée de ces liens entre la science et les mathématiques sont un permanent sujet d'intérêt.

La question du temps, la question du vide, la question de l'espace sont des concepts que les philosophes utilisent, discutent ou transforment en système.

Que disent les équations de la physique sur ces concepts ? Elles apportent une sorte de messages qui pourraient intéresser les philosophes puisque cela pourrait modifier leur façon de traiter de ces questions, sans s'appuyer uniquement sur les textes des philosophes mais en tenant compte aussi des savoirs des sciences : la physique, la biologie, les mathématiques.

\*Immanent : Qui est contenu dans la nature d'un être, ne provient pas d'un principe extérieur.

\*Transcendant : Qui suppose un ordre de réalités supérieur, un principe extérieur et supérieur.

Il devrait y avoir des correspondances entre les questions philosophiques et la connaissance scientifique. Malheureusement, depuis bien longtemps, la philosophie est déconnectée de la science.

Par exemple, les philosophes parlent du temps, les physiciens parlent du temps. On peut donc poser une première question très naïve : est-ce qu'ils parlent de la même chose ?

Est-ce qu'ils en disent des choses identiques ? La réponse est non, dans beaucoup de cas.

A qui fait-on confiance ? Aux physiciens ou aux philosophes ? Parlent-ils de choses différentes : le temps des physiciens serait différent du temps des philosophes ! Pourquoi est-ce le même mot ? En la matière, la situation n'a guère évolué depuis des siècles !

Autre exemple, la mécanique quantique nous a montré un phénomène physique que personne n'avait jamais observé, qui s'appelle l'intrication\*, la non-séparabilité. Elle montre que les critères que l'on attribue à la réalité devraient être modifiés, si l'on tenait compte de ce que l'on sait maintenant, grâce aux expériences en physique.

La façon la plus efficace de solliciter l'émerveillement, ce qui est son déclencheur, est un paradoxe.

Quand on est devant un paradoxe, on se rend compte que nos routines, nos préjugés, nos croyances, même nos systèmes, sont pris en défaut et qu'il faut les revoir. On sort du cercle vicieux, de la circularité de la pensée.

L'intellect est quand même très formaté par notre expérience et on oublie que la physique est contre-intuitive. Les lois physiques énoncent des situations que nous ne voyons pas et, du coup, on est dans une sorte de dissonance cognitive en permanence.

La physique ne doit évidemment pas remplacer la philosophie, elle ne vient même pas la menacer, elle vient simplement, à propos de questions philosophiques très précises, apporter des éléments qui viennent éclairer ou contredire les réponses philosophiques que l'on peut apporter à ces questions philosophiques !

La physique va au-delà du maniement des équations, au-delà de « fais des calculs et tais-toi » mais porte des messages qui peuvent être des messages de nature philosophique.

On ne peut plus faire de philosophie sur certaines questions particulières sans tenir compte des acquis de la physique, de la biologie. »

- Bernard d'Espagnat, ancien directeur du Laboratoire de physique théorique et particules élémentaires de l'université d'Orsay, professeur de **philosophie des sciences** à la Sorbonne et fut le premier physicien théoricien en poste au CERN, à Genève.



\* L'intrication quantique est un phénomène dans lequel deux particules (ou groupes de particules) forment un système lié et dépendant l'un de l'autre, quelle que soit la distance qui les sépare.



« Par les impressionnantes **conséquences des découvertes de la physique quantique**, notre vision du monde s'en trouve transformée et avivée. Ce réel voilé et non séparable laisse entrevoir une profondeur et un mystère qui semblaient avoir disparu. La quête immémoriale d'un « être » qui soit plus que les matériaux qui le composent, retrouve ainsi une pertinence que la science avait un moment paru nier. »



- Débutant dans les années 70, un mouvement de contre-culture, le **New Age** soutenait que le moment était venu d'un changement radical des individus, de la société et du monde. Venu des États-Unis, celui-ci proposait une vision renouvelée de l'homme et de son rapport au monde. Il est né de l'influence croisée de la vague du développement personnel, de mouvements spirituels asiatiques et de la guerre du Vietnam. Il n'est plus tellement à la mode, mais cette pensée a infiltré, malgré tout, d'innombrables domaines de la vie courante et a conduit l'homme à des impasses sur sa vision du monde matérialiste. Les découvertes scientifiques ouvrent à nouveau cet horizon, confirmant que ce que nous percevons de la réalité n'est peut-être pas aussi simple que nous le croyons, qu'il est nécessaire de changer de paradigmes dans un grand nombre de domaines.

Les symboles du New Age :

