



X-Recherche Groupe affilié à l'amicale
des anciens élèves et diplômés de
l'Ecole polytechnique [https://x-
recherche.polytechnique.org/](https://x-recherche.polytechnique.org/)

Emetteur : Sandra Duharcourt, Daniel-Philippe de Sudres, Julien Hering, Marc Stéfanon

A l'attention de X-Recherche

Objet Compte rendu de la conférence « La réalité augmentée par les biotechnologies : effets, conséquences et résultats sur notre conscience et sur notre liberté. »

Judi 30 janvier, amphithéâtre Pierre Faure, Ecole polytechnique

Conférenciers : Daniel-Philippe de Sudres, Sandra Duharcourt, Julien Hering

Marc Stéfanon, trésorier du groupe, a présenté X-Recherche et rappelé ses objectifs d'animation et de diffusion de la culture scientifique à l'Ecole polytechnique. Daniel-Philippe de Sudres a introduit la conférence et les interventions des différents orateurs. La conférence abordera la question de l'influence de l'environnement technologique sur l'être humain.

Revisiter la question de l'inné et de l'acquis – Sandra Duharcourt

La génétique est l'étude de la transmission des caractères observables d'un organisme - le phénotype- d'une génération à l'autre (lois de Mendel). Depuis les années 50 et la découverte de l'ADN par Watson et Crick, le dogme s'est installé que l'accès au génotype d'un individu était équivalent à avoir accès à l'intégralité de son phénotype. Pourtant, bien que chaque cellule du corps humain possède le même ADN, elles sont clairement différenciées (neurone, cellule de l'intestin ou de la peau). Partant de ce constat, le phénotype est donc la somme du génétique et de l'environnement. Le domaine scientifique associé, l'épigénétique, est l'étude de la relation causale entre génotype et phénotype durant le développement (Conrad Waddington).

Suite au séquençage de l'ADN humain, 30000 gènes répartis sur 3 milliards de paires de base ont été recensés, comptant pour la moitié de la masse de notre génome. Le génome n'est ainsi pas que constitué d'ADN, mais cette seconde moitié –l'épigénome- a été longtemps considérée comme inutile et ne servant pas à exprimer le phénotype. Il représente un niveau de régulation surimposé à la séquence de l'ADN. Cependant il en existe d'autres, comme la conformation ou organisation 3D de l'ADN, qui peut varier d'une cellule à l'autre. Ainsi un caractère / phénotype peut être hérité sans qu'il y ait une altération des séquences de l'ADN.

Des expériences menées sur des rats exposés à des composés chimiques toxiques (insecticides, carburant) ont montré que cette hérédité peut être également transgénérationnelle. Lorsque les cellules sexuelles sont altérées, le caractère est transmis d'un individu à son descendant. Ainsi l'exposition à des composés chimiques (médicaments, pesticides) présents couramment dans notre environnement peuvent modifier l'épigénome sur plusieurs générations. La conséquence de telles altérations sur le long terme nous est encore inconnue.



Le numérique : du simple changement d'usages au bouleversement cognitif – Julien Hering

Le premier réseau de communication informatique à distance fut créé à la fin des années 60 ARPANET (*ARPA network*). Il permit une communication plus rapide de données entre les chercheurs d'universités de la côté Ouest des Etats-Unis. Etendu à d'autres universités de la côté Est, ce réseau est devenu l'internet autour des années 80. Puis avec l'essor de l'internet commercial (avec les géants Yahoo, AOL, ...) et des protocoles TCP puis IP, le réseau n'a cessé de grandir. De nos jours, le World Wide Web (www) permet une multitude de pratiques professionnelles et grand public : des rencontres et échanges sociaux virtuels, le travail collaboratif à distance, la création de communautés, la communication personnelle (blogging...) et de masse (médias sociaux et journaux en lignes) et la création d'une prolifique banque d'information en perpétuelle évolution dans laquelle puiser des informations et données.

L'impact de l'usage d'internet sur la conscience et la cognition.

L'augmentation des potentialités d'internet entraîna vite une hausse de l'intensité de son utilisation. Une des grandes questions s'est vite imposée aux experts de l'internet et à la communauté scientifique : un usage intensif ou l'utilisation d'applications en ligne en masse peut-il avoir une répercussion sur la cognition des usagers voire leur conscience ? Différentes disciplines scientifiques ont apporté leur point de vue. Selon Joshua Green (Harvard, USA), il n'y a « pas de changement de la façon dont nous réfléchissons ». L'accès à l'information change mais pas la manière de ce que nous (nos cerveaux) faisons avec elle. Le cognitiviste psychologue Steven Pinker (Harvard, USA) pense également qu'il n'y a pas de remaniement des mécanismes du cerveau pour traiter les informations. Les blogueurs, les surfeurs de l'internet et les twittos (utilisateur de Twitter) n'ont pas subis un entraînement cognitif particulier afin d'être capable de suivre plusieurs canaux de flux d'information en parallèle. Pour Tim O'Reilly, inventeur du concept de « web 2.0 », ce sont les idées qui sont elles même le logiciel social ultime pas les outils numériques.

L'information devient accessible quasiment instantanément avec les médias numériques de masse. Cela entraîne une pression sur l'information dans notre société « connectée ». La vitesse de transmission des données est décuplée mais avec le paradoxe d'une perte de temporalité puisque les informations restent accessibles après publication à n'importe quel moment. La performance de communication est rapidement devenue un point crucial dans l'utilisation de l'internet.

Bien que les scientifiques ont d'abord été réfractaires à suggérer la possibilité des changements cognitifs induits par l'utilisation de l'internet, certains professionnels du numérique connecté ont commencé à relever des observations intéressantes. En effet, les spécialistes de l'écriture du web et du e-marketing ou les journalistes spécialisés pour l'écriture sur des supports en ligne ont relevé des comportements des lecteurs d'informations écrites en ligne. Une adaptation de lecture a été vite caractérisée et nommée « zapping » en référence à la pratique des téléspectateurs. Il s'agit d'une pratique de lecture très rapide des



textes en ligne qui a vite imposé une structuration des textes publiés sur l'internet très différente et plus succinct que pour la presse écrite sur papier. L'éditeur de presse allemand Franck Schirmacker estime que les nouvelles technologies numériques de médias et sociales changent le comportement des personnes dans leur façon de parler, de réagir, de penser et même de mémoriser.

Internet et la pensée humaine

Pour envisager une modification fonctionnelle de la pensée par l'usage d'internet, il est intéressant de considérer cet aspect selon deux modalités: la cognition à l'échelle individuelle et d'un point de vue sociologique (groupes, communautés...).

L'individu - Une étude publiée dans le prestigieux Science et faite par l'équipe de Betsy Sparrow (Columbia University, USA) a fait grand bruit en 2011. En effet, les résultats de leurs travaux ont montré une modification de la mémorisation d'informations par l'utilisation régulière du moteur de recherche Google. La mémorisation d'information est « externalisée » par un stockage accessible sur internet via une recherche qui permet de retrouver les données plutôt que de les mémoriser en détails. Cette adaptation cognitive peut être considérée comme une détérioration intellectuelle. Cependant les enseignants universitaires constatent que les étudiants sont moins focalisés sur les détails qu'ils peuvent facilement retrouver sur le réseau. Au contraire, une vision plus globale est favorisée ce qui offre la possibilité d'une meilleure capacité d'apprentissage.

La cognition sociale – La cognition sociale est la capacité d'un groupe à se remémorer, à penser, à raisonner, à construire une structure, à établir un savoir collectif. Avec l'usage de l'internet, les réseaux et médias sociaux permettent un fort accroissement de ces capacités sociales : on parle de cognition sociale augmentée. Les individus deviennent des interacteurs car ils peuvent interagir sociale via différents intermédiaires technologiques (ordinateurs, tablettes, smartphones...). Les relations interpersonnelles sont alors immédiates et relayées massivement. Les individus se regroupent facilement en ligne autour de communautés d'intérêts. La situation sociale change à travers le réseau de l'internet puisque les codes culturels comportementaux vont vers une tendance globalisante.

Sommes-nous en face d'un changement social ou de schéma cognitif ? Pour l'instant, il est encore trop tôt pour avoir des certitudes scientifiques bien que de plus en plus d'études se penchent sur cette question. Des réponses ne manqueront pas de venir prochainement.

Neuroconnectique : se connecter à nos neurones pour rester libre face aux molécules d'augmentation cognitive – Daniel-Philippe de Sudres

Depuis la théorie du cerveau triunique, il s'avère que nos étages cérébraux sont connectés entre eux de manière aléatoire, accidentelle et hasardeuse. Nous pouvons observer trois neurosystèmes chez l'homme : le corporel, l'émotionnel et le conceptuel. L'observation des mécanismes d'entrées-sorties du cerveau a mis en évidence six neurosous-systèmes :

- Corporel entrant et donc sensoriel/perceptuel
- Corporel sortant et donc moteur.
- Emotionnel entrant et donc émotionnel
- Emotionnel sortant et donc moteur
- **Intellectuel, plus largement conceptuel entrant**



- **Intellectuel, plus largement conceptuel sortant**

Marsel Mesulam (1980) avait observé que nous disposons de réseaux de neurones se constituant, en se réactivant ensemble fréquemment, tels des « neurones préférentiels » grâce auxquels nous avons l'impression d'être « soi ».

A cette notion de « Moi » psychologique, la recherche en connectique neuronale préfère le « *qu'est-ce qui est « moi » ?* » neurofonctionnel : en effet, selon le troisième postulat de la neuropsychologie (et de la neuroconnectique) – celui *d'universalité* –, on observe que nous sommes tous semblables sur le plan neurofonctionnel, il n'y a donc pas séparation des individus mais universalité : l'Autre neurofonctionne comme moi.

Exemple d'un drame neurologique depuis un simple choc psychologique : en retournant à son bureau, une semaine après avoir été *mis en retraite*, un homme subit une dégradation progressive : son cerveau met des mots accidentellement les uns à la place des autres, les oublie, n'arrive plus à structurer ses pensées, ne peut plus parler, pleure silencieusement.

La cause de ce drame est qu'il n'y a pas « naturellement » de connexions entre les multiples modules neuronaux dans nos cerveaux : même le personnage socialement important, intellectuellement imposant, même le technoscientifique de haut niveau extrêmement rationnel et cohérent en est réduit à activer des neurones intellectuels ou des neurones relationnels qui ne sont pas interconnectés avec ses neurones émotionnels, motivationnels, corporels moteurs ou sensoriels. Il en résulte qu'en vieillissant, ou suite à certaines maladies ou accidents, les neurones qui se connectaient souvent ou de temps en temps – ou parfois – par hasard, - ne se connectent plus, de telle sorte que le drame arrive... Par conséquent ce qui reliait le tout humain en cet individu, ce qui assurait accidentellement la cohésion entre la réalité corporelle, intellectuelle, émotionnelle, motivationnelle, relationnelle *et caetera* de l'individu est perdue.

Concernant notre thématique, ce drame sera la norme dans dix ou quinze ans (vers 2025 ou 2030), puisque nous serons tous dans l'obligation « de fait » de prendre des molécules d'augmentation pour rester concurrentiels face à nos collaborateurs professionnels, familiaux, ou sentimentalo-sexuels :

- molécules d'augmentation motriperceptive (tonus),
- molécules d'augmentation cognitive (attention, mémoire),
- molécules d'augmentation affective (pour avoir moins de peurs et plus de joies),

Il en sera ainsi parce, tôt ou tard, l'un ou l'une d'entre nous viendra à manquer de ces molécules, qu'elles coûteront trop cher, que notre physiologie viendra soudain à ne plus pouvoir supporter telle ou telle d'entre elles, et qu'il nous faudra en consommer de plus en plus pour rester simplement concurrentiel.

Une prise de conscience est apte à contrer l'effet délétère des molécules d'augmentation. Elle implique d'activer volontairement un groupe de neurones. Ces neurones ne peuvent donc pas dépérir sans moi puisqu'ils s'activent avec moi : ainsi, la solution logique du « comment éviter ce drame » vient par un développement des capacités d'attention de notre cerveau. Ce développement passe par la connexion volontaire et intentionnelle de nos neurones afin de générer un « moi » nouveau qui émerge du mode de neurofonctionnement en double-tâche



qu'explore, en l'expérimentant, la neuroconnectique.

Grand Débat

A la question de l'interconnexion entre les différents exposés de la soirée.

Réponse de Sandra Duharcourt

Il y a pour moi une évidente connexion entre l'épigénétique et le développement neuronal.

Réponse de Julien Hering

Nos trois explications sont complémentaires. Sont apparues des actions cognitives et sociales à l'utilisation d'Internet : notre façon de nous comporter sur Internet est-elle semblable à celle qui a lieu *via* le téléphone ou la communication directe ? Dans mon métier, la formation de chercheurs à la communication, j'observe que le langage sur Internet est complètement différent de la communication pour aborder en direct des personnes, je leur demande par exemple : « *Dans la vraie vie, oseriez-vous aborder quelqu'un en lui demandant : « donnez moi un emploi », non, vous allez d'abord entrer avec cet interlocuteur en communication.* »

Ceci soulève quelques questionnements. Comment notre cerveau supporte-t-il un balayage à cinquante ou soixante hertz ? Depuis l'épigénétique et la neuroconnectique, pour reprendre l'approche complémentaire de nos trois réflexions de ce soir, comment les états de consciences – chez les ados notamment – apparaissent-ils ? Le cerveau humain fonctionne-t-il différemment d'avant l'ère du numérique ? Allons nous utiliser différemment les neurones du cerveau ? Comment allons nous, dans le futur, réagir à des comportements nouveaux tel celui de quelqu'un qu'on ne connaît pas, venant vers nous et nous disant « *Bonjour Monsieur le Directeur* » en nous entendant lui répondre : « *Mais d'où le savez -vous, d'où me connaissez vous ?* » et de nous entendre répondre par celui-là : « *Je vous ai découvert depuis mes lunettes Google... qui viennent de me dire tout sur vous* » ou bien : « *Ah, sur tes dernières photos tu es horrible !* » « *Mais comment le sais-tu ?* », « *Je viens de te voir sur Facebook* ». Le neuromarketing peut manipuler les gens, ou leur apporter ce dont ils ont besoin.

Question à Daniel-Philippe de Sudres

Si j'ai bien compris, notre identité est avant tout inscrite dans nos schémas neuronaux ?

Réponse

Oui, vous avez parfaitement compris !

Question à Daniel-Philippe de Sudres

Je pense que l'identité dont vous parlez, se fonde sur un certain nombre d'expériences qui construisent notre cerveau. L'équilibre qui fonde ceci, dont vous parlez, peut, il me semble, être remis en cause par un déséquilibre selon le principe de « causalité circulaire » en cybernétique, cependant, pour vous suivre, que l'on peut rétablir l'équilibre à partir du moment où l'on recrée du vivant différemment pour revenir à notre équilibre. Suis-je clair dans ma question ?

Réponse

Oui ! Votre propos nous invite à évoquer la neurogenèse, procédé qui nous convie à réfléchir à comment générer des voies neurales nouvelles nous permettant de réactiver une



neurofonctionnalité lorsque celle-ci se met à dysfonctionner, ce qui rejoint le propos de Sandra sur l'épigénétique...

Question à Sandra Duharcourt

Est-ce qu'on peut supposer que, dans un avenir proche, on puisse contrôler les utilisations de l'épigénome ?

Réponse

Nous savons nous adapter à nos environnements. C'est la sélection naturelle. On peut, par des molécules, contrer des produits que nous avons ingérés (...). Les cancers ne sont pas des maladies uniquement génétiques, mais aussi des maladies épigénétiques : certains cancers sont liés à des anomalies de l'épigénome.

Question à Sandra Duharcourt

Il a été évoqué le dogme central de la biologie expliquant que l'information va toujours dans le sens gène --> protéine, jamais l'inverse. Quelle organisation explique le dogme dépassé ?

Réponse

Revisiter l'idée de l'ADN comme seul support de l'information génétique et considérer que notre génome – comme celui de tous les organismes eucaryotes – n'est pas uniquement constitué de gènes (nos trente mille gènes ne sont qu'une infime partie de notre ADN), les gènes dits « non codants » ; notre génome est le fruit d'une histoire où un fragment de notre actuel génome est un morceau d'un génome dont nous avons hérité qui va servir à se défendre contre l'invasion d'autres génomes ; une partie du génome apparemment inutile code pour un rôle d'immunité génétique, par exemple ceux des bactéries qui nous constituent. Une partie du génome ne code donc pas pour produire des protéines, ce qui remet en cause une partie du dogme central de la biologie.

Question à Julien Hering

Les grands utilisateurs d'Internet travaillent avec beaucoup d'informations mais n'activent plus leur mémoire puisqu'ils savent pouvoir retrouver l'information sur le Net. Quand l'ordinateur sera implanté dans notre cerveau, l'information sera-t-elle mémorisée, nos hippocampes trembleront-elles de peur ?

Réponse

Il y a cinquante ans, on pouvait se présenter comme « biologiste ». Aujourd'hui, on doit préciser « microbiologiste » ou « neurobiologiste », etc. car l'information est croissante et nécessite de plus en plus de précisions. En mi année 2013, pour la première fois, un robot a été commandé par la pensée (d'un tétraplégique) depuis un mouvement moteur commandant un bras de robot. Mémoire de travail ou à long terme, les implants intracrâniens peuvent désactiver ou au contraire stimuler des neurones (parkinson par exemple). Pour l'hippocampe, dresser le pont pour la mémoire à court terme, oui. Si je veux me rappeler dans dix ans de ce qui s'est passé ce soir, je dois oublier le poids du micro et me concentrer sur la lumière et les gens. »