

Le cerveau et la plasticité

Professeur François Ansermet,
Service de Psychiatrie de l'enfant et de l'adolescent Pédopsychiatrie de liaison (SUPEA)
Professeur Pierre Magistretti
Neurobiologiste à l'Institut de Physiologie de Lausanne

Auteurs du livre « [à chacun son cerveau : plasticité neuronale et inconscient](#) »,
éditions Odile Jacob, décembre 2004, 265 p - ISBN 2-7381-1532-2



Présentation lors de la deuxième séance du séminaire du [groupe de travail Intelligence Collective](#) de la [Fondation Internet Nouvelle Génération](#) le 5 avril 2005. Compte rendu préparé par Jean-Michel Cornu.

Le cerveau et la plasticité

- Un sujet commun : l'émergence de l'individualité
- Le cerveau est modifié physiquement par l'expérience
- Comment l'expérience laisse une trace dans l'inconscient ?
- L'impact de l'état somatique
- L'importance de l'autre dans l'inscription de l'expérience
- Réponse à un stimulus ou à une réalité interne ?
- Actions conscientes et actions inconscientes
- Les réponses du cerveau sont imprévisibles
- Diachronie et synchronie : comment créer de l'imprévisible ?
- En résumé

Discussion

Un sujet commun : l'émergence de l'individualité

Les neurosciences et la psychanalyse sont deux domaines qui ne communiquent pas entre eux. Les associer peut même être perçu comme une trahison. Les deux auteurs ont cherché, par delà les clivages, les liens qui pouvaient unir les deux disciplines.

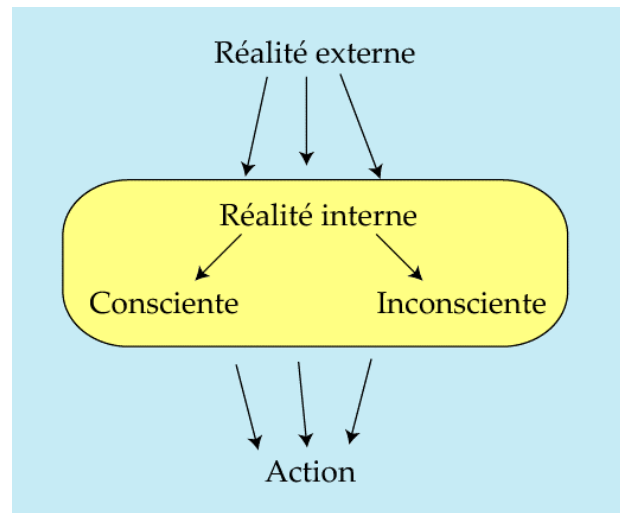
Se limiter à une superposition des deux domaines produirait une « machine à expliquer » peu convainquante et chercher une réunion des deux disciplines pourrait produire des associations hasardeuses (« le gène de l'intelligence »). Pierre Magistretti et François Ansermet ont préféré se limiter à l'intersection des neurosciences et de la psychanalyse et de rechercher ce qui était commun dans les deux types de recherche. Un domaine sur lequel travaillent les deux sciences est **l'émergence du sujet**.

Plutôt que de ne regarder que les succès de chaque discipline, ils se sont au contraire concentré sur ce qui pose problème dans chacune d'elle et sur la façon dont la question pouvait être éclairée par l'autre domaine.

Le point de départ de leurs travaux commun a été **la trace** - l'inscription de l'expérience. **La plasticité est la capacité du cerveau à être modifié par l'expérience**. Ainsi, l'action produite ne dépend pas seulement du stimulus externe. Chacune de nos expériences associant une réponse aux informations perçues de la réalité externe modifie la structure même de notre cerveau.

Le cerveau est modifié physiquement par l'expérience

Le sujet reçoit des informations de la réalité externe et réagit au travers d'une action. Mais il existe également une **réalité interne** du sujet. Celle-ci est composée d'une part consciente (formée de l'apprentissage et de nos souvenirs) et d'une part inconsciente. C'est **la part inconsciente qui est prépondérante**.



Les quelques cent milliards de neurones qui le composent sont chacun interconnectés aux autres au travers d'environ dix mille synapses. Les différentes dendrites acheminent les informations en provenance des synapses jusqu'au corps cellulaire où elles sont intégrées. Le signal est ensuite envoyé à travers l'axone pour être transmis à d'autres neurones au travers d'autres synapses. Le fait qu'un signal passe d'un neurone à l'autre fait pousser des épines dendritiques. **On peut ainsi passer d'une synapse entre deux neurones à deux synapses ou même plus**. Ainsi la trace laissée par un signal est très concrète et modifie la structure même du cerveau. Avec les moyens de visualisation adéquats, on peut même voir les épines dendritiques bouger !

On peut mettre en évidence que le cerveau ne réagit pas seulement en fonction de la stimulation mais également en fonction de ce qui s'est passé avant avec une expérience simple :

1. On stimule un groupe de neurones et on observe la réponse apportée.
2. On conditionne alors ces neurones avec une stimulation à haute fréquence pendant un instant bref de quelques dizaines de millisecondes.
3. On stimule alors de nouveau le groupe de neurones de la même façon qu'au début. On se rend compte que la réponse a été amplifiée. On parle de « **Potentialisation à Long Terme** » (LPT) qui peut durer plusieurs heures.

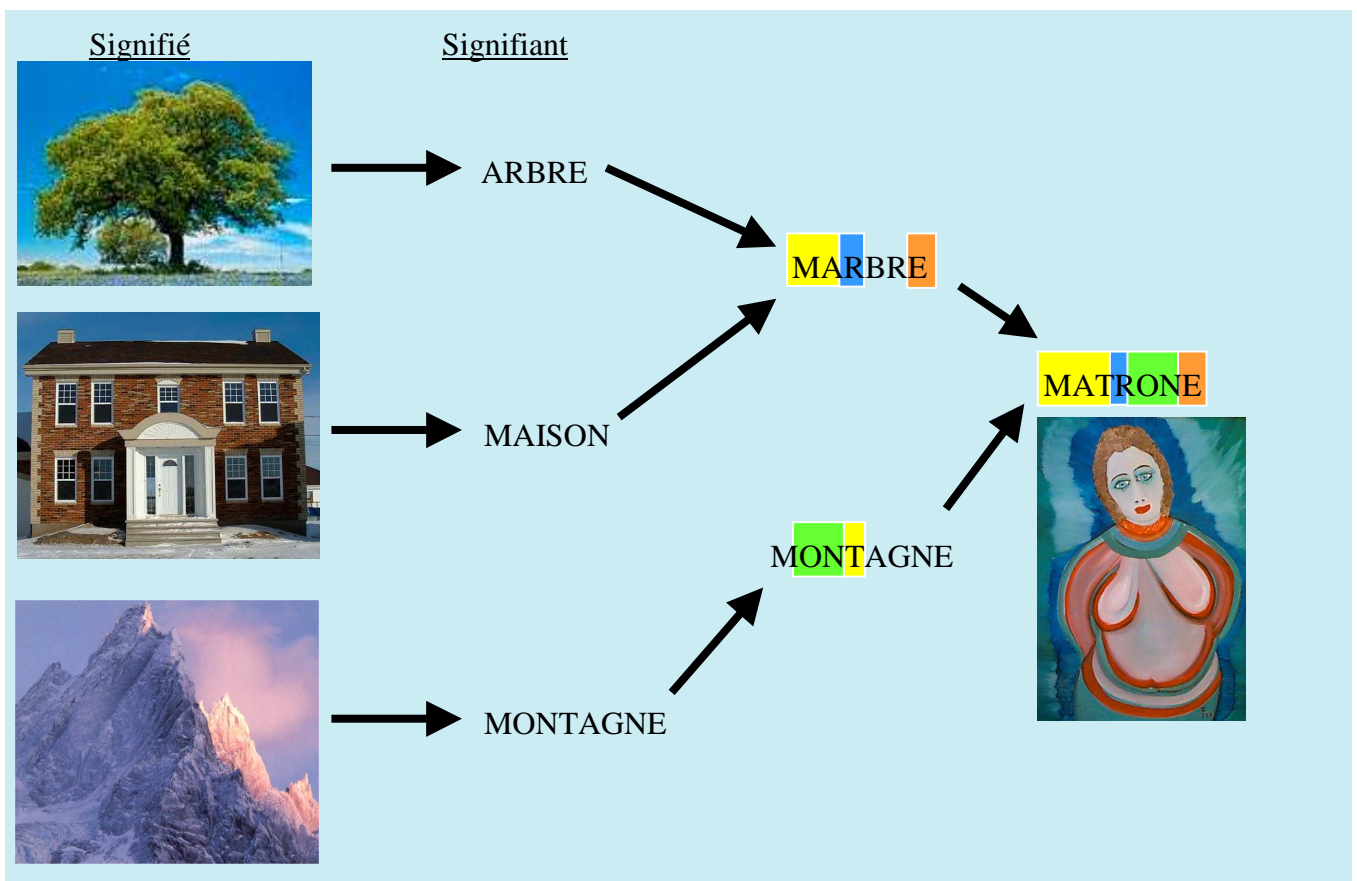
Les neurobiologistes pensent de plus en plus que la LPT est la base de la mémoire. Ils pensent même que la modification de synapses peut induire l'activation ou la désactivation de certains gènes dans notre ADN. Un souvenir est une organisation particulière (un patron) de l'activité cérébrale d'un groupe de neurones assemblés. Il réapparaît un peu à la façon dont des petites lumières qui s'allument dans un arbre dessinent peu à peu la forme de l'arbre. Une des questions qui se pose est de savoir s'il est possible d'activer un souvenir qui n'a jamais eu lieu en activant un patron de synapses.

Comment l'expérience laisse une trace dans l'inconscient ?

Le signe de la perception de Freud est la trace psychique. Comment peut-elle être mis en relation avec la trace synaptique ? Est-ce le signifiant, la lettre ou autre chose ? Nous ne le savons pas exactement

Nous percevons des objets qui ont un signifié. Si la trace dans l'inconscient est un signifiant, à l'arrivée la combinaison des divers signifiants permet d'obtenir un nouveau signifié. Mais celui-ci peut être très différent de ce qui a été perçu. Ainsi, **il y a un paradoxe central : la capacité du cerveau à prendre de l'expérience le sépare de l'expérience.**

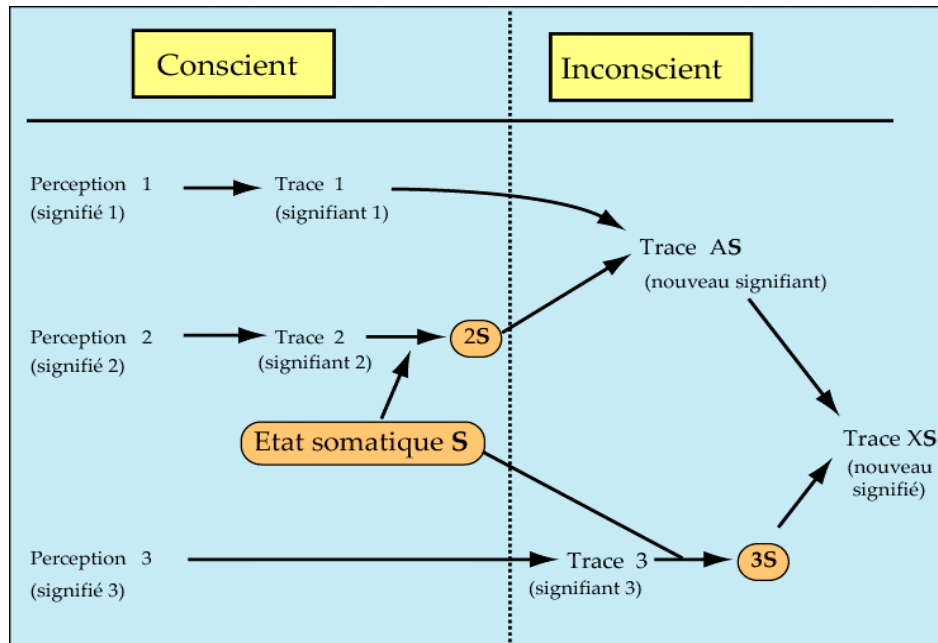
Imaginons par exemple que trois objets sont perçus : un arbre, une maison et une montagne. L'inconscient gardera une trace des signifiants de ces objets, ici les mots qui y sont associés. La combinaison de ces signifiants créera un nouveau signifiant, par exemple ici le mot matrone. Le signifié associé à ce mot qui atteindra la conscience sera très différent des perceptions de départ tout en étant pourtant reliés par une chaîne de signifiants inconscients.



L'impact de l'état somatique

William James, repris par Antonio Damasio, a montré que l'état somatique (qui ne comporte que les aspects organiques), influence la perception, l'état interne inconscient et l'état interne conscient. Contrairement à Cannon et Bard qui considèrent que la peur par exemple provoque une accélération du rythme cardiaque, cette nouvelle vision considère que c'est l'accélération du rythme cardiaque qui provoque la sensation de peur. Bien que ce point fasse actuellement

encore débat, certains travaux cherchent à montrer qu'en supprimant l'état somatique associé, on peut faire disparaître une émotion ou une peur.



Il semble donc nécessaire de **prendre en compte l'état somatique dans l'inscription des traces de l'expérience.**

L'importance de l'autre dans l'inscription de l'expérience

Un autre facteur influence l'inscription de l'expérience dans le cerveau. Freud considère que le petit d'homme est « chargé de détresse » et ne peut pas fonctionner seul.

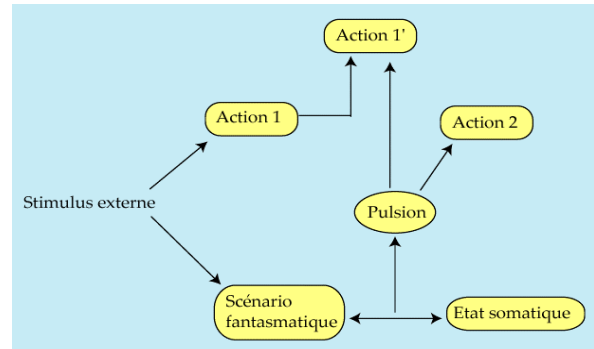
Contrairement à ce que l'on pourrait croire intuitivement, le jugement d'attribution (le jugement de valeur) précède le jugement d'existence. Nous pouvons nier l'existence d'un fait qui a d'abord provoqué chez nous un déplaisir. La psychanalyse va d'abord travailler sur le jugement d'attribution pour permettre d'accepter ensuite l'existence (les thérapies cognitives, à l'inverse considèrent que l'on perçoit d'abord l'existence et qu'ensuite on lui attribue une valeur). Hors, la tension du besoin crée un déplaisir (par exemple chez l'enfant). Il faut l'action de l'autre (par exemple la mère) pour transformer ce déplaisir en plaisir en déchargeant l'excitation causée par le besoin.

C'est la valeur associée à la perception (le plaisir) qui va provoquer le jugement d'existence et donc permettre l'inscription comme expérience. **C'est par l'autre, qui transforme notre déplaisir en plaisir, que se crée notre expérience.**

Réponse à un stimulus ou à une réalité interne ?

Le noyau amygdalien sur la face interne du lobe temporal reçoit les stimulations sensorielles. Il transmet ces informations vers deux destinations : le système neuro-endocrinien et le système neuro-végétatif. Ces deux systèmes créent un état somatique qui en retour va influencer la perception et la réalité interne du sujet.

Ainsi, si le stimulus externe peut provoquer une action par réponse directe, il crée aussi un scénario fantasmagorique (à partir également d'une réalité interne inconsciente). Ce scénario est associé à l'état somatique et crée une pulsion. **Cette pulsion peut venir modifier l'action qui aurait du résulter directement du stimulus ou même provoquer une action totalement différente** dont la personne n'est pas maître consciemment.

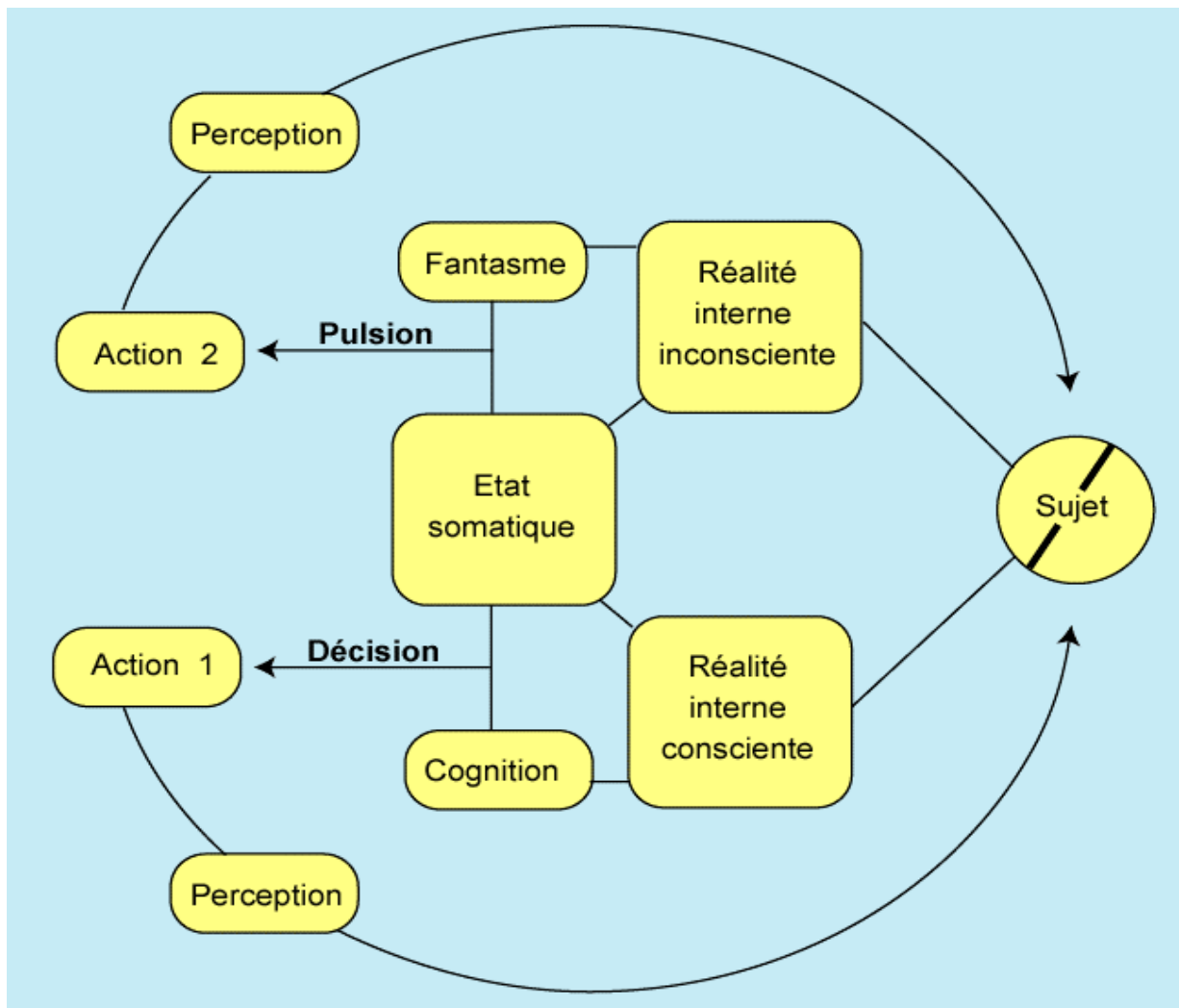


Le sujet se crée à partir des stimuli venant du monde extérieur et de ceux venant du monde intérieur (basés sur la sensation de plaisir et de déplaisir). Toutes ces perceptions s'inscrivent.

Mais part-on d'un cerveau vierge, une « tabula rasa » comme le dit John Locke ou bien y a-t-il un sujet qui préexiste à l'inscription ?

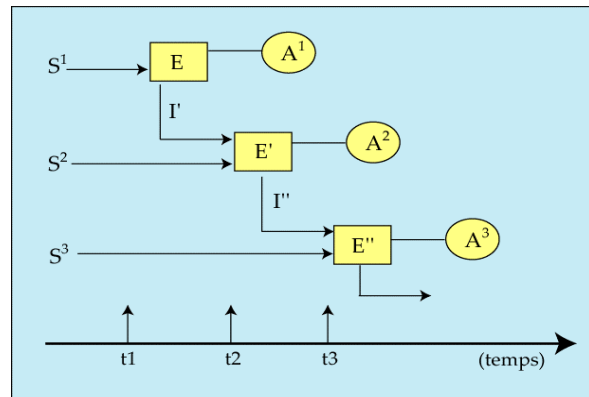
Actions conscientes et actions inconscientes

De ce qui suit nous pouvons dresser une carte présentant nos actions conscientes et inconscientes à partir de notre réalité interne, de notre état somatique et de notre perception.



Les réponses du cerveau sont imprévisibles

Ainsi, nos différents stimuli ne produisent pas seulement des actions mais également des états internes qui sont inscrits dans notre cerveau. Ainsi, **si le même stimulus est appliqué une nouvelle fois par la suite, il produira une réponse différente** car l'état interne a été transformé. Chaque expérience transforme notre état interne qui lui-même influence la façon dont nous réagissons à un stimulus. Si nos états internes sont à chaque fois différents, nous pouvons nous poser la question de savoir comment garder une certaine identité ? Notre cerveau est à la fois différent de tous les autres cerveaux mais également différent de ce qu'il était l'état d'avant.



Cela signifie qu'il est impossible de prévoir à l'avance la réponse du cerveau à un stimulus, car celle-ci dépend également de l'état interne qui est le fruit de toutes les expériences passées. **Nous sommes biologiquement déterminés pour être imprévisibles.** C'est tout le paradoxe de la plasticité du cerveau de permettre une détermination de l'imprévisible.

Diachronie et synchronie : comment créer de l'imprévisible ?

Comment créer de l'imprévisible avec un réseau de neurones déterminé ? L'imprévisibilité arrive lorsque l'information se reboucle, est réinjectée à l'entrée. Dans ce cas la synchronie et la diachronie donnent des résultats différents.

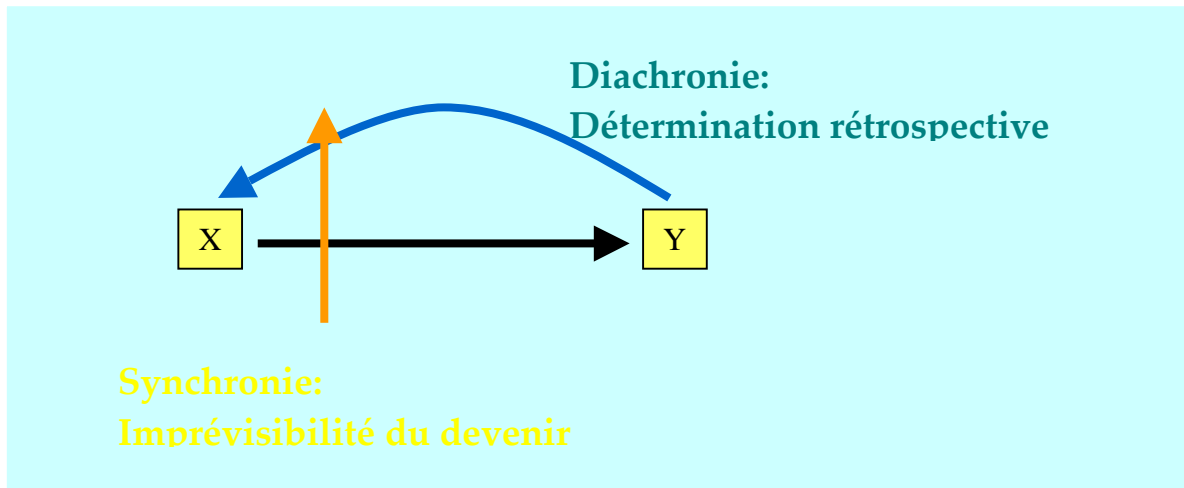
Ces deux notions, **diachronie et synchronie**, proposent deux points de vue différents et complémentaires :

- L'approche diachronique s'intéresse à l'histoire et étudie les évolutions. L'étymologie du mot signifie « à travers le temps »
- L'approche synchronique s'intéresse à un moment précis de l'histoire et signifie « avec le temps »

Cette distinction a été introduite par le linguiste Ferdinand de Saussure et reprise en philosophie en particulier par Barthes et par Sartre.

Appliquée à la capacité du cerveau à créer de l'imprévisible, cette distinction peut nous éclairer. En général lorsque nous avons une succession de causalité, nous avons tendance à déterminer si l'une est bien la cause de l'autre a posteriori. Nous déterminons de façon rétrospective qu'un premier phénomène peut bien être une cause pour le deuxième. Du coup, nous pouvons nous poser la question si ce n'est pas le deuxième phénomène qui provoque cette détermination rétrospective du premier phénomène. En cherchant à remonter à la cause, nous parcourons le chemin en sens inverse, nous ajoutons une rétroaction.

De la même façon, dans un influx propagé de neurones en neurones, nous avons des boucles de rétroaction. Est-ce le signal du premier neurone qui provoque l'activation du deuxième ou est-ce que c'est parce que le deuxième est activé qu'il transmet cette excitation par rétroaction au premier. **Une approche diachronique nous oblige à « tourner en rond ».**



Si nous adoptons une approche synchronique, nous voyons à un instant donné ces deux mouvements en même temps. Ce sont ces deux mouvements contraires qui créent de l'imprévisibilité. Plutôt que de parler de cause et d'effet qui oblige à une vision linéaire des choses, il vaut mieux parler de cause et de réponse. Cette réponse est imprévisible et globale.

En résumé

Toute expérience laisse une trace dans notre cerveau. Une trace aussi bien physique (l'apparition de d'épines dendritiques) que psychique (cette trace peut être dans l'inconscient qui est prépondérant). Ainsi, deux stimuli identiques introduits à deux moments différents pourront produire des réponses différentes. Par exemple, si entre les deux stimuli les neurones sont conditionnés pendant un temps court avec une stimulation à haute fréquence, alors le deuxième stimulus donnera une réponse amplifiée. C'est ce que l'on appelle la « potentialisation à long terme ».

Un des paradoxes est que les différentes traces peuvent se combiner dans l'inconscient pour fabriquer de nouveaux signifiants. Ainsi à l'arrivée, le signifié obtenu pourra n'avoir apparemment aucune relation directe avec les signifiés obtenus lors des perceptions. **Le mécanisme même qui nous permet d'acquérir de l'expérience produit une réponse très différente de l'expérience de départ.**

La réponse obtenue dépend non seulement de ce que nous avons vécu avant (les traces laissées par nos anciennes expériences) mais également de notre état somatique et aussi de l'autre qui, en transformant notre déplaisir en plaisir nous permet d'inscrire l'existence d'une expérience.

Tous ces phénomènes créent une réalité interne consciente qui nous permet de prendre des décisions et une réalité interne inconsciente qui crée nos pulsions. Notre réponse aux stimuli de départ peut être influencée par l'une et/ou l'autre de nos réalités internes mais dans tous les cas, il ne nous est pas possible de la prévoir. Une vision synchronique du cerveau permet de comprendre que **nous sommes biologiquement déterminés pour produire de l'imprévisible** : par l'influence des traces anciennes et par les diverses rétroactions qui ont lieu dans le cerveau. Notre cerveau est différent de celui de tous les autres. **Ces états internes qui nous sont propres créent notre « je »** et permettent l'émergence du sujet. Une question reste : Comment pouvons nous garder notre identité puisque notre cerveau n'est pas seulement différent de tous les autres mais aussi différent de ce qu'il était l'instant d'avant ?

Discussion

Quel niveau de plasticité pour l'homme ?

L'humain est l'animal le plus néoténique¹, le plus inachevé à la naissance. Il est donc aussi le plus réceptif à l'inscription. Il y a une baisse de la plasticité avec l'âge (l'apprentissage de choses nouvelles devient plus dur) même si elle ne disparaît pas et s'exprime tout au long de l'existence.

Inscription de l'influence culturelle à des moments cruciaux de la vie

Il est probablement biologiquement déterminé pour recevoir l'influence culturelle de l'autre (c'est en particulier la thèse de la mémétique qui considère que l'évolution n'est plus conditionnée seulement par les gènes mais également par les mêmes, des éléments culturels échangés dans un groupe comme des idées, des modes, des mythes...). Finalement cela voudrait-il dire qu'un enfant sauvage pourrait rattraper son retard s'il revenait à la civilisation ? Outre la plasticité du cerveau qui permet d'acquérir des expériences, il y a sans doute des « moments cruciaux » dans la vie. Si l'expérience n'est pas faite à ce moment là, elle ne s'inscrit plus de la même manière.

Nous ne sommes pas pleinement conscients de nos états somatiques

Il y a une « surdité » de nos états somatiques. Nous ne percevons pas directement le fonctionnement de nos intestins par exemple. On le voit lors d'un infarctus où on ressent une douleur dans le bras gauche car nous ne pouvons pas faire la distinction dans notre cerveau entre une perception venant du cœur et une autre venant du bras. Peut-être, les exercices par exemple des Yogis permettent-ils de créer les connexions nécessaires grâce à la plasticité du cerveau pour percevoir des points du corps qui ne nous étaient pas accessibles avant directement ?

Les patterns dans le cerveau sont-ils des signifiants ?

Une organisation spécifique de l'activité des synapses est en fait un code synaptique. Elle ressemble à un ensemble de lettres qui constituent un mot qui est lui-même relié à une signification. L'organisation spécifique de l'activité d'un ensemble de synapse ressemble à un signifiant qui correspond à un signifié.

Le système éducatif et l'inscription de l'expérience

Le système éducatif est basé sur la diachronie car il est plus simple de transmettre un récit séquentiel. Peut-on transmettre une information synchronique ? C'est tout l'art de la pédagogie d'aller les deux points de vue. Le scénario pédagogique permet de créer de la synchronie.

Ainsi, l'approche diachronique par le récit nous enferme dans une illusion. L'ajout de l'approche synchronique permet l'invention (basée sur un instant à partir de multiples sources).

¹ La **néoténie** décrit en biologie la conservation de caractéristiques juvéniles chez les adultes d'une espèce. Par exemple les mammifères marins qui n'ont par exemple pas acquis de pilosité. Cette « régression » de l'évolution est observée lorsque l'espèce revient en arrière pour prendre une nouvelle direction (l'adaptation au milieu marin de mammifères terrestres par exemple). Il y a un débat pour savoir si l'homme est un être néoténique, ce qui expliquerait qu'il a pris une autre direction que les mammifères pour s'adapter et survivre. Voir par exemple Elaine Morgan, les cicatrices de l'évolution, éditions 10/18, Paris février 1999

Foule et individualités

La foule aligne les « moi » et va à l'encontre de la notion d'individu. Mais il faut distinguer le concept d'individualisme qui est destructeur pour le groupe, la foule qui est destructrice pour l'individu et l'intelligence collective qui cherche un développement mutuel de l'individu et du groupe (même si, comme nous l'avons vu le lien entre l'individuel et le collectif est ... complexe).

Pourquoi l'imprévisibilité nous inquiète-elle tant ?

L'imprévisibilité est mal supportée dans notre civilisation. Elle permet pourtant des phénomènes émergents. Mais nous préférons tout contrôler sans doute pour nous rassurer.

On voit mieux les problèmes que les choses qui vont bien

L'étude du cerveau par la cartographie s'est fait en cherchant d'abord les lésions. Notre connaissance est basée sur les dysfonctionnements car la situation normale de fonctionnement rend plus difficile l'observation de phénomènes particuliers.

Peut être, par analogie, il faudrait que nous nous penchions plus sur les dysfonctionnements des groupes. La « bêtise collective » suivant le terme de Marc Jeanson pourrait nous apprendre pas mal de choses sur l'intelligence collective...

Le cerveau fonctionne à plein... les membres d'un groupe aussi

Il n'y a pas de temps mort dans l'activité des neurones. Cependant, ils ne fonctionnent qu'une petite partie du temps seulement de façon synchronisée pour permettre une réponse globale. En faisant l'analogie avec un groupe, les membres ont également une activité régulière même si seule une petite partie de celle-ci est synchronisée entre eux pour produire un résultat du groupe. Les activités des membres en dehors du groupe les transforment cependant et peuvent influencer leurs apports au groupe. De ce point de vue, le groupe est en activité constante même si seulement une faible part est « synchronisée ».

La compréhension de la plasticité du cerveau nous permet-elle de mieux comprendre l'intelligence Collective ?

Ce qui a été dit semble s'appliquer également à un groupe. Les réponses d'un groupe à un stimulus sont souvent imprévisibles et l'expérience s'inscrit dans le groupe lui-même.

Par rapport aux travaux du groupe Intelligence Collective en particulier sur la [coordination des groupes](#), il est possible de faire plusieurs remarques :

- La synthèse sur la coordination des groupes souligne l'importance de l'environnement et la possibilité de jouer sur cet environnement pour faciliter la coopération. La présentation sur la plasticité montre qu'il faut distinguer l'environnement externe « perçu » par le groupe de l'environnement interne (nombre et qualité des échanges dans le groupe...). On pourrait faire par exemple un parallèle entre l'état somatique d'une personne et l'état somatique d'un groupe qui l'influence même inconsciemment
- Le fait que l'expérience s'inscrive et mette le cerveau ou le groupe dans un état à chaque fois différent montre que la réponse à un stimulus n'est pas prévisible. Cela est cohérent avec l'approche proposée. Il n'est pas possible d'établir des règles toutes faites qui permettrait d'obtenir la coopération et l'implication des personnes par exemple. L'approche doit être plus indirecte pour favoriser l'émergence d'un état de coopération.
- Prendre en compte l'histoire du groupe (approche diachronique) ne suffit pas. Il faut également une approche synchronique qui permet à un instant donné de prendre en compte les différentes influences contraires et faciliter l'invention d'une réponse nouvelle.

- La discussion prévue sur le temps pourrait également être enrichie par la présentation. Nous avons identifié le fait qu'un groupe suivait différentes phases de maturité même si le passage d'une phase à l'autre est imprévisible. Il s'agit donc plus de savoir observer l'étape de maturité où le groupe se situe et d'agir en conséquence plutôt que de forcer le groupe à passer dans un état particulier.
- Comment cependant favoriser une évolution vers des états de maturité plus grande alors même que nous sommes sourds à nos états somatiques et à une très grande partie de notre expérience inscrite et qui provoquent nos états internes ? Cette question peut se poser pour un groupe comme pour un individu. Peut-on imaginer un « yoga des groupes » pour permettre une plus grande perception par le groupe des mécanismes internes ?

Finalement, on pourrait distinguer :

- La partie visible par tous les membres du groupe (les mails échangés, les notes internes et les productions présentées à l'extérieur) qui constitueraient la partie « consciente » du groupe (ou la partie préconsciente lorsque que l'on a oublié certains aspects)
- Et une partie qui n'est visible que de certains membres du groupe (des échanges privés entre des membres, les influences pour chacun des membres de leurs activités extérieures au groupe, les inimitiés latentes...)
- On pourrait y ajouter l'état somatique que le groupe ne perçoit en général pas ou peu (qualité des mécanismes d'échanges entre les membres, des mécanismes d'estime au sein du groupe, etc.). De la même façon qu'un examen clinique permet de connaître l'état somatique d'une personne, il devrait être possible d'étudier différents facteurs somatiques du groupe et d'en déduire d'éventuelles « affections ».

Ces éléments permettent de constituer des réalités internes consciente et inconsciente du groupe qui permettent de construire une décision ou des créer une pulsion (voir par exemple les mécanismes de bouc émissaire).

Il faut sans doute mieux comprendre les limites du parallèle entre le cerveau et le groupe, mais l'analyse de la plasticité du cerveau présenté dans cette session peut ouvrir quelques pistes intéressantes.