

ASSOCIATION « CHERCHEURS-TOUJOURS » ASSOCIATION FRANCAISE DES CHERCHEURS SENIORS

**CONFERENCE-DEBAT « TEMPS ET CAUSALITE 9 Octobre 2014
Amphi Marie CURIE (INSTITUT CURIE) Paris**

INTRODUCTION GENERALE par Jean-François Houssais

Bonjour,

Merci d'être venu très nombreux participer à la Conférence-Débats de l'Association « Chercheurs-Toujours » dont la thématique portera sur les Concepts de TEMPS et de CAUSALITE. Nous voudrions remercier dès l'abord, l'Institut Curie de nous avoir permis, pour en débattre, d'être en ce lieu prestigieux lié à la mémoire de Marie Curie. L'objectif de cette Conférence est de présenter des repères propres à induire une réflexion personnelle et scientifique sur les diverses facettes du concept de TEMPS, sans exclusive, allant même aux frontières de nos connaissances scientifiques là où les progrès du savoir trouvent leur chemin.

La Conférence dans sa structure sera tripartite, constituée par les exposés de nos deux conférenciers physiciens invités les Dr François MARTIN et Philippe GUILLEMANT, et précédés sur environ une demi-heure par une intervention thématique sur Le Temps et La Biologie, que j'exposerai à la demande de l'Association « Chercheurs-Toujours ».

J'ai demandé à nos conférenciers de bien définir les idées parfois théoriques et les concepts de la physique des Quanta qu'ils feront intervenir dans leurs raisonnements. Nous ne sommes pas tous en effet spécialisés dans ces domaines dont l'expression rigoureuse est mathématique. Il n'y aura donc pas (ou presque pas) d'équations. Ce qui nous intéresse en effet ce sont les idées qui véhiculent et valident ces symboles d'écriture.

Il y aura à la fin des deux conférences (chacune de 45 min) une discussion générale durant 30 min. Je suggère que vous notiez au fil des conférences, les questions que vous souhaiteriez poser.

(Selon le programme qui vient d'être défini, et étant à la fois modérateur et conférencier, ce qui est très pratique, je me donne donc la parole pour parler en ouverture, du Temps en Biologie)

LE TEMPS ET LA BIOLOGIE (par Jean-François Houssais)

INTRODUCTION

A- Diapositive 1

LE TEMPS ET LA BIOLOGIE



« ON NE PEUT PAS DESCENDRE DEUX FOIS DANS LE MEME TORRENT, CAR DE NOUVELLES EAUX COULENT TOUJOURS »

Adapté d'HERACLITE environ 544-480 avant JC

J'ai choisi en introduction cette 1ère diapositive pour 3 raisons :

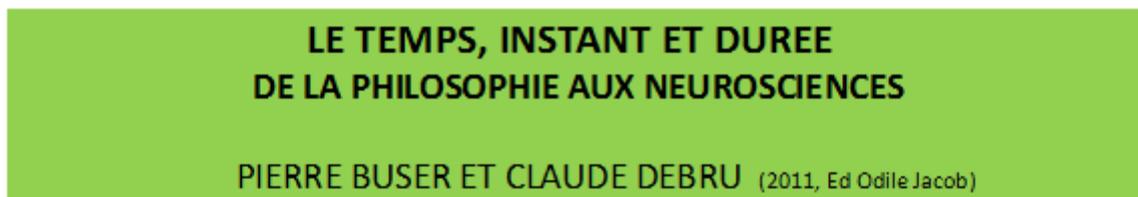
- Nous y trouvons d'abord l'intitulé de la présentation « Le Temps et la Biologie »
- Nous y trouvons aussi rappelé la symbolique de l'écoulement du Temps et la pensée d'Héraclite, selon lequel on ne peut descendre deux fois le même torrent, car de nouvelles eaux coulent toujours.
- Mais nous avons aussi dans cette image, une représentation du monde végétal, qui constitue un écrin de verdure tout alentours du cours suivi par l'écoulement de l'eau. L'importance du Temps en Biologie végétale est considérable et il convenait de le mentionner, d'autant que la présentation qui va suivre portera essentiellement sur la Biologie Animale et surtout sur les fonctionnalités cognitives du cerveau de l'Homme en relation avec le Temps.

- Cela fait plus de 2700 ans que l'Homme moderne s'interroge sur le concept vécu du Temps, un concept qui demeure toujours aussi éluif, même en Biologie. Ce constat fait d'ailleurs écho à la réflexion de Augustin l'évêque d'Hippone, au quatrième siècle de notre ère, dans ses Confessions XI. Il écrit « Qu'est ce que le Temps ? Quand personne ne me le demande, je le sais. Dès qu'il s'agit de l'expliquer, je ne sais plus ». Ce même philosophe écrivait aussi « Le présent qui ne se perdrait

plus dans le passé, ne serait plus le Temps, il serait l'éternité ». Il insistait aussi sur le rôle de la mémoire qui est le « présent des choses passées ». Il écrivait aussi « Que mesure-t-on dans le Temps ? Nous mesurons en fait les changements de nos impressions mentales ». Il abordait ainsi de grandes problématiques liées au Temps sur lesquelles nous reviendrons.

B- Diapositive 2

Mais dès l'abord, je souhaite citer et recommander un excellent ouvrage décrivant à la fois l'évolution des idées et des recherches liées à la problématique TEMPS, sur lequel je me suis appuyé, pour partie, sur bien des points : « Le Temps, Instant et Durée. De la Philosophie aux Neurosciences. » 2011. Par Pierre BUSER et Claude DEBRU, tous deux de l'Académie des Sciences. Je dédie cette présentation, à la Mémoire de Pierre BUSER



C- Diapositive 3

J'aborderai 4 thèmes pour illustrer en Biologie, les approches cognitives de l'expression du Temps :

- 1- Le Temps Mesuré :- Les intervalles de Temps pour la Mesure -Le Contrôle Circadien du Temps
- 2- Le Flux du temps dans l'Instant présent
- 3- La Perception et l'Estimation du Temps - La Perception psychologique du Temps
La Perception Sensorielle et Volitionnelle (Les mécanismes Cérébraux Temporels)
- 4- Je proposerai enfin un Modèle de la Conscience/Temps, qualitatif et phénoménologique fondé sur des données d'observation en Biologie - Les trois niveaux de Conscience – Les relations temporelles

QUATRE THEMES DE L'EXPRESSION DU TEMPS EN BIOLOGIE

I- LE TEMPS MESURE

- LES INTERVALLES DE TEMPS (POUR SA MESURE)
- LE CONTRÔLE CIRCADIEEN DU TEMPS (EN BIOLOGIE)

II- LE FLUX DU TEMPS DANS L'INSTANT PRESENT

- LE PASSE
- LE FUTUR

III- LA PERCEPTION ET L'ESTIMATION DU TEMPS

- LA PERCEPTION PSYCHOLOGIQUE DU TEMPS
- LA PERCEPTION SENSORIELLE ET VOLITIONNELLE (LES MECANISMES CEREBRAUX TEMPOREL)

IV- UN MODELE DE LA CONSCIENCE/TEMPS (Proposition)

- LES TROIS NIVEAUX DE CONSCIENCE

I- LE TEMPS MESURE



I- LE TEMPS MESURE

- LES INTERVALLES DE TEMPS (POUR SA MESURE)
- LE CONTRÔLE CIRCADIEN DU TEMPS (EN BIOLOGIE)

Les questions fondamentales pourraient donc être : quel Temps mesure-t-on ? En quoi intervient la mesure du Temps dans l'expression du Temps ; s'agit-il de simples repères dans l'écoulement du Temps. En écho à ces questionnements philosophiques, quel éclairage peut nous apporter la description objective des mécanismes de la mesure du Temps..

1- La Mesure du Temps par l'Homme dans son environnement physique est mentionné brièvement ici, comme référence.

Depuis les origines, l'Homme s'est ingénié à intégrer l'organisation de sa vie sociale, religieuse, économique, dans l'écoulement du Temps. Des repères temporels externes lui étaient nécessaires. Il a d'abord utilisé les grands événements cycliques affectant son environnement Puis, dans une démarche plus active il a entrepris, en s'appuyant sur des phénomènes physiques récurrents, de découper le temps en intervalles périodiques de même durée afin de lui permettre de définir arbitrairement une unité de Temps et de conduire ainsi à ce qu'il considère comme la mesure du Temps. La précision actuellement obtenue avec les transitions atomique de l'ytterbium est d'une variation de moins de 1 seconde sur 100 millions d'années. On rappellera aussi que c'est un problème de concordance entre horloges qui a conduit Einstein à élaborer la Théorie de la Relativité Restreinte liant l'espace et le temps relatif en différents systèmes, puis les états gravitationnels dans la Relativité Générale.

2- La Mesure du Temps dans les organismes vivants

Mais la Nature n'a pas attendu l'Homme conscient pour mesurer le Temps en établissant les rythmes et les cycles biologiques. Ce processus s'est sans doute mis en place il y a plus de 2 milliards d'années dans les cellules primitives. Il s'est ensuite complexifié et affiné durant les 700 millions d'années de l'évolution des espèces. Plusieurs facteurs ont rendu la mesure du temps biologique, une nécessité pour chaque organisme vivant: - le déroulement séquentiel donc temporel des événements moléculaires en jeu dans les diverses fonctions biologiques – l'organisation périodique et cyclique des grandes fonctions métaboliques – l'adéquation avec les modifications périodiques de

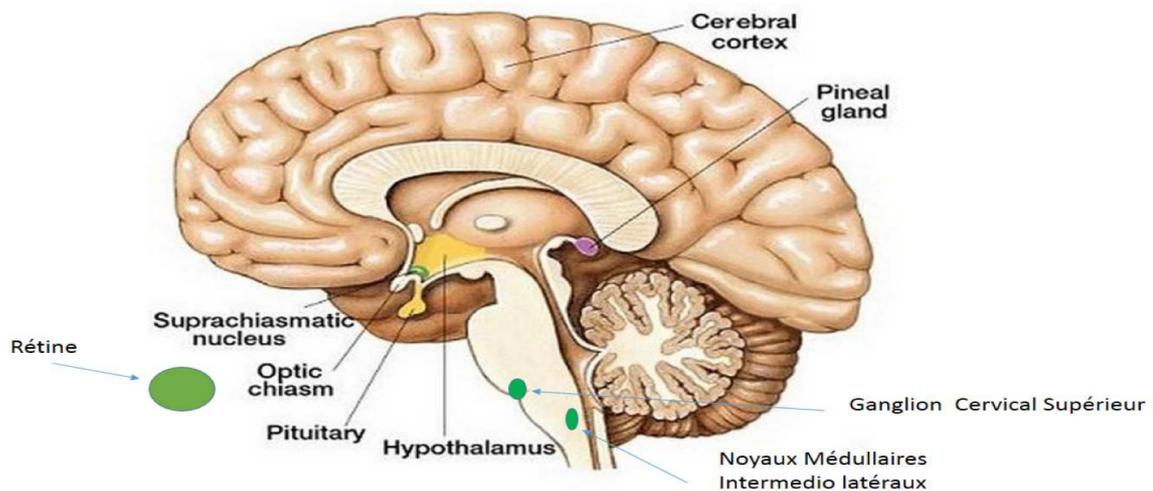
l'environnement.

Les organismes vivants ne mesurent pas le temps au sens strict, ils s'organisent pour gérer le temps dans ses diverses modalités : les instants, les moments, les durées, les intervalles et les rythmes, coordonnant ainsi les processus métaboliques, physiologiques et comportementaux.

En biologie, dans le cours de l'évolution des derniers 200 millions d'années, avec les poissons, reptiles, oiseaux, mammifères et primates, des centres neuronaux sophistiqués se sont mués en de véritables horloges biologiques. Leur analyse est cependant méthodologiquement difficile, puisqu'il convient de discriminer entre les véritables structures causales d'un compteur cérébral du temps, et les structures corrélées étroitement activées lors d'une opération neuronale impliquant la chronologie d'un processus.

L'horloge circadienne, qui contrôle la temporalité cyclique du fonctionnement de l'organisme, est la mieux étudiée chez l'Homme, les rongeurs et la mouche drosophile. On connaît bien par exemple le décalage horaire des voyages trans-méridiens, l'organisme continuant à exprimer comme une montre, l'heure locale de son point de départ. On sait aussi que l'horloge biologique de l'Homme, placée dans des conditions de privations d'information temporelle, se cale cycliquement sur une durée d'environ 24 h 15, et les différentes rythmicités et périodicités des fonctions physiologiques, l'alternance veille-sommeil, la température du corps, s'intègrent automatiquement dans cette durée.

Chez les vertébrés, l'horloge principale du contrôle temporel comporte 3 sites distincts : - les photorécepteurs de la rétine, les noyaux supra-chiasmatiques (NSC) et l'épiphyse ou glande pinéale (DIAPOSITIVE)



Ce système a subi des évolutions. Chez les vertébrés inférieurs (jusqu'aux reptiles), des photorécepteurs sont présents au niveau de la glande pinéale. Chez les oiseaux et mammifères, la pinéale a cessé d'être une horloge indépendante et se trouve placée sous le contrôle des noyaux supra-chiasmatiques (NSC) qui représentent le dispositif majeur de l'horloge.

Les Noyaux supra-chiasmatiques (DIAPOSITIVE) sont une petite structure paire située dans l'hypothalamus, au dessus du chiasma optique et de part et d'autre du troisième ventricule.

On les différencie en deux parties,

- 1) Une partie ventro-latérale qui reçoit les afférences photiques et non photiques. Elle contient 3 catégories de neurones qui synthétisent des peptides spécifiques :- arginine-vasopressine

(neurones AVP) - gastrine releasing peptide (neurones GRP) – et peptide vasoactif intestinal (neurones VIP)

- 2) Une partie dorso-médiane qui est à l'origine des efférences et de différentes projections des fibres neuronales, qui est constituée de neurones AVP à arginine vasopressine

LES NOYAUX SUPRA-OPTIQUE (NSC)

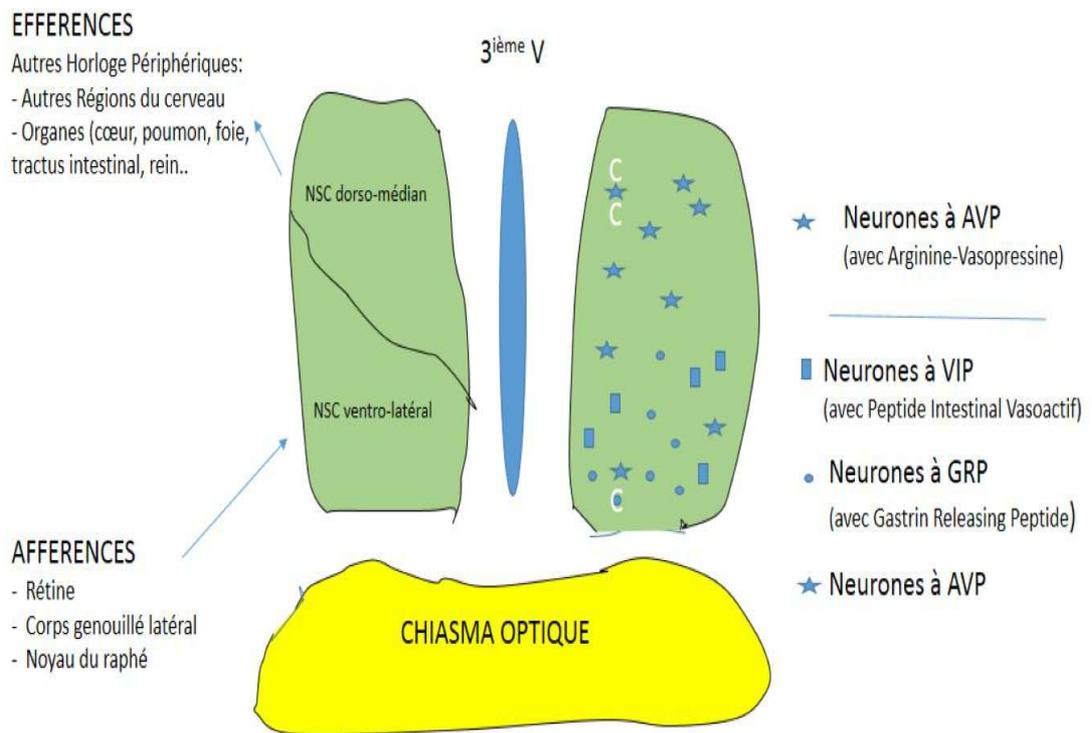


Schéma inspiré de « Le Temps, Instant et Durée » de Pierre BUSER et Claude DEBRU (2011) p.236

Les preuves fonctionnelles de l'importance de cette structure sont nombreuses, et l'organisation spécifique des NSC met en relation les neurones in situ qui constituent et stabilisent un réseau oscillateur dont il est possible d'enregistrer in vivo et in vitro les oscillations. Il est même possible d'observer au niveau de cellules neuronales isolées, une rythmicité de type circadien,

On ne détaillera pas plus avant la complexité (encore non totalement comprise) de cette horloge circadienne. On connaît 3 voies majeurs afférentes (la rétine, le corps genouillé latéral qui est un relai thalamique, et un noyau profond à la base du cerveau le raphé). Les signaux efférents du NSC peuvent atteindre d'autres horloges périphériques dans d'autres régions du cerveau, et des organes (cœur, poumons, tractus gastro-intestinal, foie, reins) imprimant un caractère circadien aux grandes fonctions physiologiques.

La glande pinéale constitue une autre pièce majeure de l'horloge.(DIAPOSITIVE). Comme on sait, elle intervient dans la régulation du cycle veille-sommeil, avec la synthèse de mélatonine à partir de la sérotonine durant la période d'obscurité du cycle jour-nuit. C'est une des voies efférentes du NSC, qui de l'hypothalamus antérieur sollicite rythmiquement la glande pinéale, via les noyaux intermédiolatéraux de la région médullaire et le ganglion cervical supérieur. La sécrétion de la mélatonine, agirait en feed-back sur l'oscillateur NSC pour moduler son fonctionnement. En effet chez les mammifères la majorité des récepteurs à la mélatonine sont situés dans les NSC et on décrit

deux récepteurs à haute affinité l'un inhibiteur des décharges des neurones, l'autre qui induit un glissement de phase, produisant un décalage temporel.

Il existe d'autres systèmes dans l'organisme qui contrôlent la temporalité des fonctions physiologiques. On citera sans plus amples détails :

- Le système cortico-surrénalien avec la corticotropine ACTH sécrétée par la partie antérieure de l'hypophyse, elle-même sous le contrôle d'une hormone de la partie profonde du cerveau la corticoréline (CRH). L'ACTH détermine la sécrétion de l'hormone cortico-surrénalienne importante dans le contrôle circadien de nombreux autres fonctions métaboliques.

- Plusieurs sites cérébraux seraient impliqués dans l'estimation du temps et de ses intervalles ; certains noyaux gris sous-corticaux , en particulier le striatum, et certaines aires corticales frontales inférieures et pariétale droite.

- Enfin, le cervelet serait impliqué dans la chronologie et l'action rythmique dans les temps courts.

Naturellement c'est l'intégration coordonnée de tous ces réseaux qui organisationnellement constituerait la véritable horloge biologique de l'organisme.

Les mécanismes moléculaires à l'origine de l'oscillation circadienne ont aussi été analysés. Ils seraient de nature génétique et le premier gène d'horloge a été découvert chez la drosophile. L'analyse fonctionnelle génétique de l'oscillation circadienne du noyau suprachiasmatique de la souris montre un système complexe de boucles de rétrocontrôles positifs et négatifs impliquant des systèmes gènes-protéines, qui en interaction règlent leur propres transcription à l'échelle de 24 heures et engendrent les rythmes au niveau des neurones. Des facteurs post-transcriptionnels impliquant la phosphorylation contrôlée des protéines incriminées, interviendraient aussi dans le processus de la temporalisation oscillatoire au sein des neurones .

Mais la mesure du Temps, qu'elle soit physique ou biologique, quelle que soit la complexité des mécanismes en jeu, ne nous dit pas ce qu'intrinsèquement est le Temps . D'autres aspects plus cognitifs et liés en partie aux fonctionnalités supérieures du cerveau doivent donc être abordés dans cette réflexion.

II- LE FLUX DU TEMPS



II- LE FLUX DU TEMPS DANS L'INSTANT PRESENT

- . LE PASSE
- LE FUTUR

Ce domaine de réflexion est parfaitement défini par la formulation séquentielle classique « Passé Présent Futur », qui s'applique à tout objet biologique et dont la signification est complexe.

A titre d'exercice de pensée, plaçons-nous dans une attitude de questionnement, à l'instar des prestigieux philosophes du passé, et interrogeons-nous :

- Le Passé en lui-même a-t-il une réalité en tant que tel. Le Passé reconnu a-t-il en lui-même une existence. Ne serait-il qu'une vaste zone d'archivage de ce qui a été, une sorte de répertoire « de ce qui a été présent », dans une bibliothèque que l'on peut consulter avec les limites de toutes consultations : archives existantes mais introuvables, données incomplètes, devenues illisibles ou non compréhensibles, ou bien reconstruction des données lors de la remémoration, si on suit certaines hypothèses avancées en neurosciences. Cet immense archivage est le plus souvent attribué au seul cerveau. Mais on n'a pas encore trouvé de centre de stockage des données mémorisées, ni de centre de perception du passé, et les mécanismes à la base de la mémorisation dans les différentes mémoires demeurent largement incompris. Comme l'écrit le philosophe Ludwig Wittgenstein « où va le présent quand il devient passé, et où est le passé ? »

- Poursuivons notre questionnement : Le Futur existe-t-il en tant que tel ? Ne serait-ce là aussi qu'une immense zone d'archivage de tout ce qui peut advenir. Il est difficile d'imaginer le contenu infini de tout ce qui peut être, et de tous les réseaux de causalités, leurs interactions, leur probabilité d'expression dans le présent. Et comment différencier ce qui est prédictible de ce qui est prévisible, d'autant que le futur advient aussi selon nos attentes, notre volonté et que s'il n'est pas observable, il est en partie modifiable.

-On peut encore s'interroger sur la force des flux « passé vers présent », « futur vers présent ». . Il serait assurément important de connaître les paramètres qui déterminent le sens de cette cinétique entre les contenus de deux catégories d'archives au sein de l'existant et du « devenir » selon le

concept philosophique. Du présent on ne peut voir le futur, on peut seulement l'imaginer. Le voir du présent c'est le transformer en « ce qui est ». Le futur lui « n'est pas encore » ; il deviendra réel dans le présent. Il rapporte la conscience « à ce qui n'est pas encore » à « autre chose » que ce qui est. On souligne ainsi la grande importance de la conscience. Un point qui sera abordé plus loin.

- Qu'en est-il donc du Présent . Le présent c'est la temporalité immédiate de la vie. Il correspond à l'intervalle de temps le plus petit, qui permet l'expression de la conscience en réflexion sur elle-même ou sur la réalité extérieure. Mais cet intervalle de temps où nous percevons ce que nous appelons le réel, est fonction des capacités inhérentes au cerveau qui est notre instrument de manifestation. Il dépend donc de la vitesse de propagation de l'influx nerveux, mais aussi au total du temps nécessaire pour qu'une stimulation sensorielle (visuelle par exemple) devienne consciente, i.e. soit perçu dans le présent. D'autres paramètres interviennent tels l'intensité du stimulus et la durée du stimulus. Ce « présent » contient des informations qui sont encore du futur et des informations qui sont déjà du passé. Dans le premier cas on parle de protension, dans le second cas de rétention. Il convient aussi d'y ajouter le décalage temporel lié au temps de l'intégration des influx sensoriels, relativement à l'évènement du présent. Ce présent est un intervalle de la durée et non pas un instant sans durée. Les valeurs de cet intervalle ont été évalués déjà par James en 1880 et Poppel en 1998, à environ 3 secondes. Les analyses en neurosciences cognitives élargissent un peu l'intervalle de quelques secondes à près d'une minute, sachant que « l'intervalle défini correspond pendant ce temps à des évènements qui « sont vécus comme au présent ». Cet intervalle est donc parfois qualifié de « trompeur » et « non objectif » en ce qu'il contient des évènements qui se suivent dans le plus petit intervalle de la conscience. Et on peut percevoir comme simultanés des évènements qui ne le sont pas, tel l'observation d'un objet mouvant, ou l'écoute d'une phrase parlée.

Il convient enfin de mentionner une autre faculté active dans le flux du temps exprimée chez l'homme et l'animal évolués. Cette fonctionnalité semble résulter de l'adaptation du système sensoriel et cognitif à l'anticipation d'évènements à partir du proche futur. Il s'agit d'anticiper les évènements importants sur le plan comportemental, et non de réagir simplement à leur survenue. Sous l'effet d'un stimulus, ou d'un accès aux mémoires d'évènements passés, il y aurait ainsi une modulation attentionnelle des neurones sensoriels, et une opération cognitive de représentation d'une situation à venir ; certains postulent l'existence d'unités mnésiques, des scripts organisés hiérarchiquement et intégrés dans des mécanismes cérébraux liés au temps. Le problème demeure ouvert.

On voit que la séquence temporelle passé, présent, futur pose bien des interrogations fondamentales en Biologie. Le temps a -t-il un aspect réel hors le présent. Y-a-t-il des évènements a-temporels. Einstein écrit en 1955 : « des gens comme nous, qui *croyons* en la physique, savons que la distinction entre passé, présent et futur n'est seulement qu'une illusion obstinément persistante ».

« LE TEMPS EXISTE, LES CHOSES CHANGENT, MAIS LE TEMPS NE S'ÉCOULE PAS OBJECTIVEMENT, BIEN QU'IL AIT QUELQUES REPRÉSENTATIONS CÉRÉBRALES OBJECTIVES NOUS FAISANT CROIRE QUE NOUS ASSISTONS À UN PASSAGE DU TEMPS. MAIS CE FLUX EST PUREMENT SUBJECTIF »

In Pierre BUSER et Claude DEBRU, « LE TEMPS, INSTANT ET DURÉE . DE LA PHILOSOPHIE AUX NEUROSCENCES »
p.145, 2011

Un question fondamentale qui sera développée dans les conférences qui vont suivre.

Dans cette réflexion complexe sur le flux du temps (DIAPOSITIVE) je citerais une phrase extraite du livre de Pierre Buser et Claude Debru, précédemment cités :

Ceci nous conduit à aborder la 3 ième séquence de cet exposé : la grande question de la perception du Temps.

III- LA PERCEPTION ET L'ESTIMATION DU TEMPS (« Le Temps Psychologique »



III- LA PERCEPTION ET L'ESTIMATION DU TEMPS

- LA PERCEPTION PSYCHOLOGIQUE DU TEMPS
- LA PERCEPTION SENSORIELLE ET VOLITIONNELLE (LES MECANISMES CEREBRAUX TEMPORELS)

On rappelle que notre perception ne nous conduit via notre Conscience, qu'à des représentations phénoménologiques de la réalité qui nous entoure et dont nous sommes. En d'autres termes le réel nous est inaccessible, sauf dans son actualité, c'est à dire dans une composante relative variable selon nos connaissances et notre compréhension du monde phénoménal. Il en est de même dans notre perception du Temps.

Nous avons vu que la Nature dans son évolution n'a élaboré aucun récepteur sensoriel spécifique et unique du passage du Temps. On a rappelé aussi que les mécanismes neuronaux impliqués dans l'estimation des durées, sont plurilocalisés dans le cerveau. (face médiane du cortex frontal ou AMS (aire motrice supplémentaire), aire pariétale droite, les circuits cortico-striataux, le noyau caudé, le cingulum antérieur, le thalamus, les centres gris à la base du cerveau, le cervelet etc.) . Ceci souligne, au delà de la localisation des fonctions cérébrales, la grande importance de la dynamique fonctionnelle des connexions neuronales au sein de l'ensemble du cerveau.

L'activité scientifique dès l'aube des neurosciences a privilégié le pragmatisme en cherchant à décrire et analyser les mécanismes et les paramètres en jeu, dès lors qu'on avait abandonné l'hypothèse de l'instantanéité des actions mentales, depuis que Helmholtz, vers 1850, avait déterminé la valeur de la vitesse de conduction de l'influx nerveux, (environ 1 à 100 m/s). La chronométrie mentale était alors développée en s'appuyant sur nombre de protocoles expérimentaux . On pouvait étudier la vitesse de réponse du sujet et la précision de sa réponse, le temps de réaction globale et la durée de la succession de ses composantes. On pouvait étudier l'évaluation du stimulus avant la réponse. On pouvait mélanger des traitements parallèles.

Ces études chronométriques différencient ainsi la perception psychologique du temps en trois

catégories :

- la perception des durées
- la perception des rythmes
- la perception de l'ordre temporel et de la simultanéité

Trois domaines temporels distincts sont également définis, en fonctions de l'échelle d'évaluation du Temps : - le domaine des millisecondes et secondes qui se révèle de plus en plus important dans l'évaluation d'opérations mentales et motrice chez l'Homme, comme nous verrons - le domaine de la seconde, minute et heure dite des intervalles et qui implique les événements de la vie active – le phasage circadien que nous avons décrit. (aux environs de 24 heures) . Le point à souligner à nouveau est que chaque domaine temporel utilise des systèmes physiologiques distincts et des mécanismes neuronaux différents.

A titre illustratif on citera deux expériences pionnières de Libet (sur la période 1973-1990) qui ont été l'objet de discussions parfois vives. Elles établissent des corrélations entre les stimuli sensoriels et moteurs, et le temps de leur prise de conscience chez le sujet humain. Il est paradoxal de voir que ce qui pose problème dans ces expériences, ce ne sont pas tant les expériences elles-mêmes, la plupart étant apparemment validées, mais leurs interprétations.

Mentionnons brièvement deux expériences :

1- La Temporalité de la Perception Sensorielle (DIAPOSITIVE)

Une 1ère observation est effectuée lors d'une expérience sur cerveau ouvert (lors d'une intervention) : on effectue une stimulation faible continue dans la région du cerveau correspondant au doigt. Les stimuli corticaux entraînent la sensation consciente d'une piqûre au doigt après 500 ms.

La 2ème observation montre qu'après stimulation électrique directe au niveau du doigt, la perception de la piqûre intervient apparemment après seulement 25 ms. Or 25 ms est le temps mis par l'influx nerveux pour atteindre le cerveau, et celui-ci n'aurait pas encore développé suffisamment d'activité neuronale pour rendre possible la prise de conscience. Il faut en effet environ 500 ms pour être conscient de quelque chose. Combinant les deux stimuli dans une même expérience selon diverses modalités, Libet constate que la sensation à 25 ms est une perception subjective antidatée par la conscience qui retournerait la sensation dans le temps de 475 ms. C'est la notion de « référence rétrograde dans le temps ». Semblables observations sont aussi obtenues avec le changement de couleur d'un petit spot lumineux. Mais la grande complexité des interprétations données à ce phénomène illustre probablement notre ignorance des véritables mécanismes neuronaux en cause, le cerveau travaillant aux limites de sa résolution temporelle.

Temporalité de la Perception Sensorielle (Exp.de Libet)

Expérience 1

Fort stimuli dans la région du cerveau correspondant au doigt durant 500 ms

Sensation de la piqûre au doigt



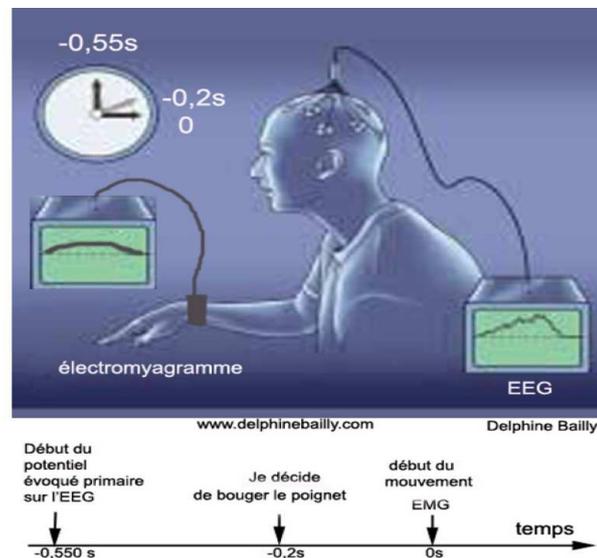
Expérience 2

Stimulation électrique sur le doigt

Perception de la piqûre après environ 25 ms



2- La Temporalité de la décision volontaire (DIAPOSITIVE)



Cette diapositive résume le contexte expérimental de base : un chronomètre, un électro-encéphalogramme, et un électromyogramme.

Le sujet doit prendre la décision de soulever le poignet, en mentionnant le moment de sa prise de décision

On obtient alors la chronométrie des 3 phases de l'expérience :

- le début du potentiel évoqué primaire sur l'EEG (dite aussi PPM, potentiel de préparation motrice), qui traduit le début de l'activité neuronale, à -550 ms
- la décision de bouger le poignet à -200 ms
- le début du mouvement (électromyogramme) à 0 s

Tout semblerait donc suggérer que le temps de la décision volontaire consciente (à -200 ms), ne correspond pas au temps de la véritable décision qui aurait eu lieu (sur la base objective de l'activité neuronale) 350 ms plus tôt, sans que le sujet en ait conscience.

De très nombreuses discussions s'en sont suivies :

En particulier, que devient le libre arbitre auquel nous tenons tant

Convient-il d'envisager une volition inconsciente à l'origine de nos décisions. C'est paradoxalement l'interprétation qui est le plus souvent retenue

Mais on pourrait aussi, à notre sens, parler éventuellement de non-mémorisation d'un phénomène conscient ultra rapide, la décision perçue consciemment n'étant alors que la décision de la mise en oeuvre.

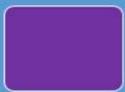
Certains s'appuyant sur des expériences de transmission d'information lors de stimulations visuelles très brèves (20 ms), ne parlent plus tant dans leurs interprétations de perception inconsciente, mais de « perception très rapide implicite ».

L'intérêt de telles expériences est qu'elles permettent d'approcher les mécanismes de l'interaction entre le cerveau et l'expression de la conscience, en explorant les actions cognitives dans les courtes durées.

Il se pourrait aussi que les difficultés d'interprétation temporelle de ces expériences, résultent de la limitation du cadre conceptuel utilisé, que nous allons tenter d'élargir, dans notre dernière séquence de présentation.

IV- Le MODELE « CONSCIENCE/TEMPS

IV- LE MODELE DE LA CONSCIENCE/TEMPS (Proposition)



. LES RACINES METAPHYSIQUES DU MODELE

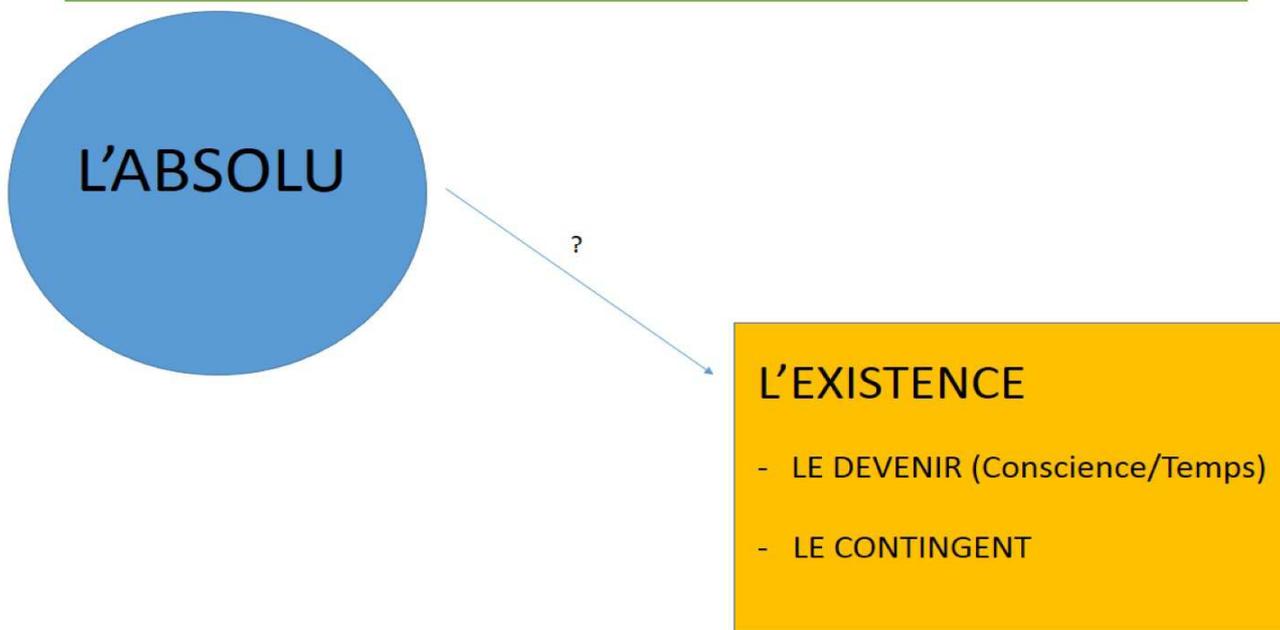
- LES TROIS NIVEAUX DE CONSCIENCE OBSERVABLES EN BIOLOGIE
- LEUR RELATION RESPECTIVE AVEC LE TEMPS

Le lien entre le Temps et la Conscience est un domaine de réflexion philosophique de plus de deux millénaires et demi . A notre époque, c'est toujours l'une des grandes questions fondamentales. L'élaboration de Modèles du concept Conscience/Temps en Biologie, fondés sur des faits observables, pourraient aider à entrevoir des lignes de recherche nouvelles. Dans ce qui suit, la description d'un tel modèle est aussi un exercice de créativité.

A- Les Racines Métaphysiques Du Modèle (ici proposé)

1 - Elles situent la source du Modèle dans une très large perspective, qui est résumé dans la DIAPOSITIVE suivante :

LES RACINES METAPHYSIQUES DE LA CONSCIENCE/TEMPS

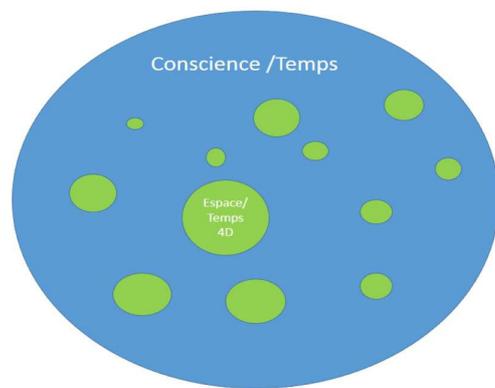


Le grand problème logique de la Métaphysique, est celui de l'origine de l'Existence à partir de Le

Le grand problème logique de la Métaphysique, est celui de l'origine de l'Existence à partir de l'Absolu, ce moment où la Conscience primordiale devient consciente d'elle-même et plonge dans le « Devenir » (donc dans la Conscience/Temps) et le Contingent.

2- Mentionnons dans la DIAPOSITIVE suivante, tout aussi brièvement, une représentation du champ de la Conscience/Temps qui pourrait être représenté dans ce modèle, avec en son sein les Espaces/Temps de diverses dimensions. On y trouve notre Espace Temps à 4D dont une dimension temps, dans lequel se trouve parmi d'autres, notre Univers observable, qui est siège d'au moins un phénomène remarquable (à notre connaissance), celui qui, dans le cours de l'évolution biologique conduit à un Etre vivant doué de conscience réflexive, Homo sapiens que nous connaissons

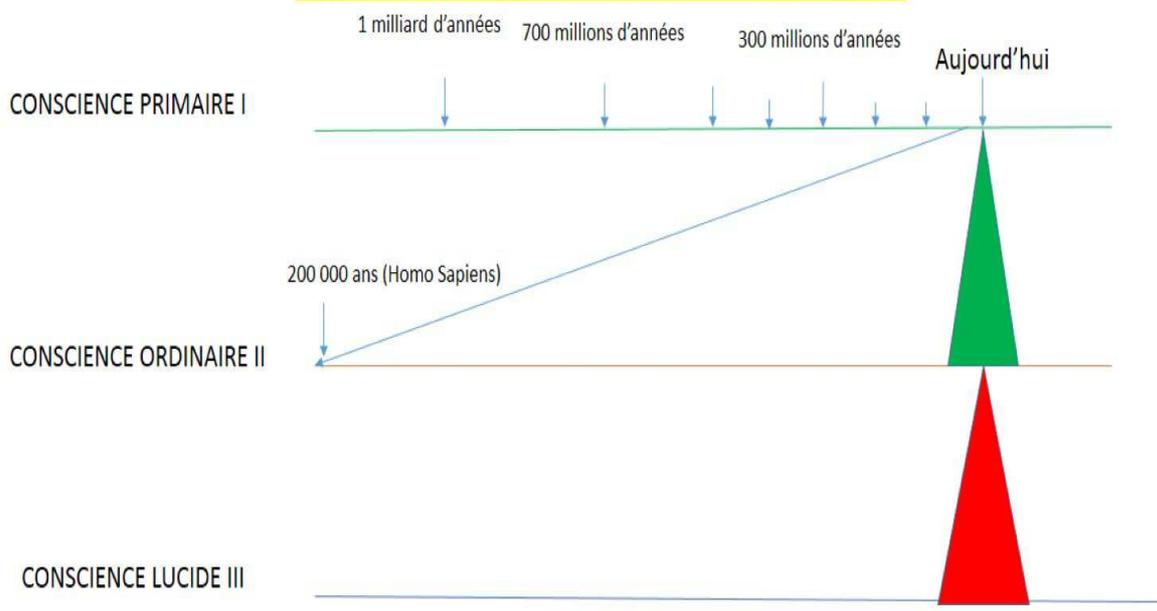
CONCEPT DE LA CONSCIENCE/TEMPS



B - Le Modèle Conscience/Temps

Descendons de ces hautes sphères. Observons phénoménologiquement les modes de Conscience exprimée selon le modèle et examinons ses relations avec le Temps.

**TEMPORALITE ENTRE LES NIVEAUX DE CONSCIENCE
(Hypothèse de l'Elargissement de l'Écoulement du Temps)**



B1- Le Modèle différencie 3 type (ou niveaux) de Conscience (DIAPOSITIVE)

1- La Conscience primaire (type I).

C'est la conscience basique, biologique. Elle est non réflexive, impersonnelle, sans finalité dans son action, autre que celle d'exprimer son propre niveau d'être, ce qui n'est pas une finalité. Elle s'appuie sur une mémoire procédurale infinie lui permettant d'élaborer au niveau de la matière des méta-structures douées de fonctionnalités et de les coordonner dans des ensembles fonctionnels intégrés. Le crible à son action multidirectionnelle qui explore tout ce qui peut être, est l'environnement physique qui élimine ou favorise les ensembles fonctionnels coordonnés qu'elle construit. Cette conscience primaire peut être considéré comme une sorte d'hyper-intelligence naturelle combinant ses programmes et laissant à l'environnement le soin d'en faire la sélection, un processus dont elle n'est pas consciente. On a naturellement reconnu le processus d'évolution des espèces biologiques dans le Temps, avec leur multiples embranchements et sous embranchements aux destins divers. L'espèce humaine sapiens (et toutes les autres espèces) n'ont fait l'objet d'aucune attention particulière dans ce processus. Elles résultent de la double pression de la fonctionnalité et de la sélection. En ce contexte la complexification de certaines structures biologiques (tel le cerveau) conduit alors, si le milieu le permet, et pour le temps qu'il le permettra, à l'expression de formes de conscience plus évoluées que la conscience primaire, qui deviennent alors elles-mêmes des agents moteurs transitoires de l'évolution. Quant à la Conscience primaire, elle continue à participer à l'évolution des espèces. Elle est aussi en chacun de nous et contrôle automatiquement tous les grands équilibres métaboliques de notre organisme.

2- La Conscience ordinaire (type II)

C'est la Conscience dans laquelle nous sommes en ce moment. C'est une conscience réflexive, c'est à dire consciente d'elle-même, et interactive avec les autres expression de cette conscience. Elle couvre tout le spectre d'expression consciente et subconsciente des états émotionnels aux états cognitif supérieur analytique et capable d'abstraction. Son expression est constitutive dans l'espèce humaine. Par ailleurs, pratiquement tout le corpus scientifique est construit à partir de l'expression de cette conscience.

3- La Conscience Lucide (type III)

C'est une conscience apparemment non constitutive dans l'espèce humaine. Son expression survient souvent de manière non contrôlée lors des rêves dits « lucides » (le rêveur est conscient de son rêve et peut en modifier volontairement le cours) et dans les états modifiés de conscience (Etats de Mort imminente (EMI) et Expériences Hors Corps physique (OBE) et en Méditation profonde). Ces états de conscience lucide ne sont pas exceptionnels, puisqu'on considère actuellement qu'ils peuvent s'exprimer sous ces formes, dans plus de 10 % des populations humaines.

B-2 - Abordons selon le Modèle, la Temporalité relative entre ces niveaux de conscience.

Ceci conduit comme nous verrons à la notion « d'élargissement de l'écoulement du Temps » . Il s'agit d'une notion subjective, sachant cependant que ce terme est relatif, puisqu'à chaque niveau, sa perception semble objective.

Examinons donc à partir de notre Conscience ordinaire (type II) les deux autres niveaux de conscience :

a) L'écoulement du Temps biologique dans le domaine de la Conscience primaire, semble long, du point de vue de la Conscience ordinaire, et nous n'en sommes qu'une infime partie . Il s'étend sur

plus de 3,5 milliards d'année pour les premières forme de vie sur Terre et 700 millions d'années pour l'évolution constatées des espèces vivantes. Homo sapiens dans ce diaporama temporel, n'en occupe qu'une infime partie avec ses 200 000 ans d'existence. Si on considère, dans notre Conscience ordinaire, nos derniers 15000 ans d'évolution culturelle ce nous semble une fraction temporelle très large, en contraste avec le temps biologique de la conscience primaire. Et nous pourrions poursuivre pour notre temps présent. Le modèle postule qu'il ne s'agit pas simplement d'un changement quantitatif d'échelle, Mais au niveau de la perception, d'un écoulement du Temps différent illustrant le phénomène subjectif d'élargissement de l'écoulement du Temps d'un état de conscience inférieur à un état de conscience supérieur. En d'autre termes, le niveau de Conscience créerait la réalité temporelle.

b) Si nous examinons maintenant, de notre conscience ordinaire, l'écoulement temporel au niveau de la Conscience lucide, nous observons le même phénomène, et ceci selon des données issues de l'observation (durée des rêves lucides, et des OBE) : Les Temps mesurés en Conscience ordinaire des rêves lucides et des OBE sont de courtes durées (peut-être de la seconde à la minute), alors que la perception du Temps en Conscience lucide semble s'écouler sans précipitation dans une temporalité élargie lui permettant l'expression de très nombreux contenus doués de durée.

On souligne aussi une autre observation concernant la conscience des flux d'information entre niveaux de conscience, largement illustrée dans les témoignage EMI et OBE : le niveau de conscience supérieur (conscience lucide) peut recevoir des informations concernant le niveau de conscience inférieure ; en revanche les informations venant de la conscience supérieure ne sont pas reçues consciemment par la conscience inférieure (conscience ordinaire), elles lui sont donc « inconscientes ».

c- Il peut être intéressant d'appliquer ce Modèle, à l'expérience de Libet concernant la décision dite inconsciente, que nous avons évoqué. On comprend mal en effet du point de vue de la Conscience II (ordinaire) comment nos décisions peuvent être prise inconsciemment et en quelques millisecondes.

Le modèle Conscience/Temps pourrait suggérer une explication paradoxalement plus logique. En effet la véritable décision pourrait être prise non pas dans l'état de la Conscience ordinaire, mais dans l'état de la Conscience lucide, ce qui accorderait en cet état conscient lucide, relativement plus de Temps pour évaluer le choix de la décision, selon l'effet de l'élargissement de l'écoulement du Temps.

Des recherches expérimentales fondées sur ce modèle pourrait peut-être attribuer un rôle important à la Conscience lucide au niveau du cerveau, dans les prises de décision lors d'états cognitifs de très courtes durée et non conscients en Conscience ordinaire. On pourrait être amener à réexaminer la nature de l'inconscient, en y définissant une part dite « subconscient » qui correspondrait à la Conscience lucide qui est « non-consciente » pour la Conscience ordinaire. On pourrait aussi avoir un regard neuf sur les mécanismes de l'hypnose qui sont inconnus. Les « ordres » communiqués au sujet seraient reçus directement par la Conscience lucide qui prendrait alors les décisions, que le sujet complètement éveillé dans sa Conscience ordinaire, exécuterait de manière inconsciente. Le modèle permettrait aussi peut-être d'ouvrir de nouvelles voies dans la compréhension de la détermination des comportements.

Mais le Temps passe.....

En conclusion, on ne saurait trop souligner que les progrès véritables des connaissances de la temporalité en Biologie, seront obtenus par la recherche expérimentale avec le développement des Neuro et Cognisciences, à condition de s'appuyer sur des modèles novateurs et créatifs, qui, de manière raisonnable, intègrent de grands Concepts . Notre monde est plus large que nous le pensons, puisque comme pour le Temps, il semble bien fonction aussi du niveau de conscience avec

lequel nous l'examinons.
