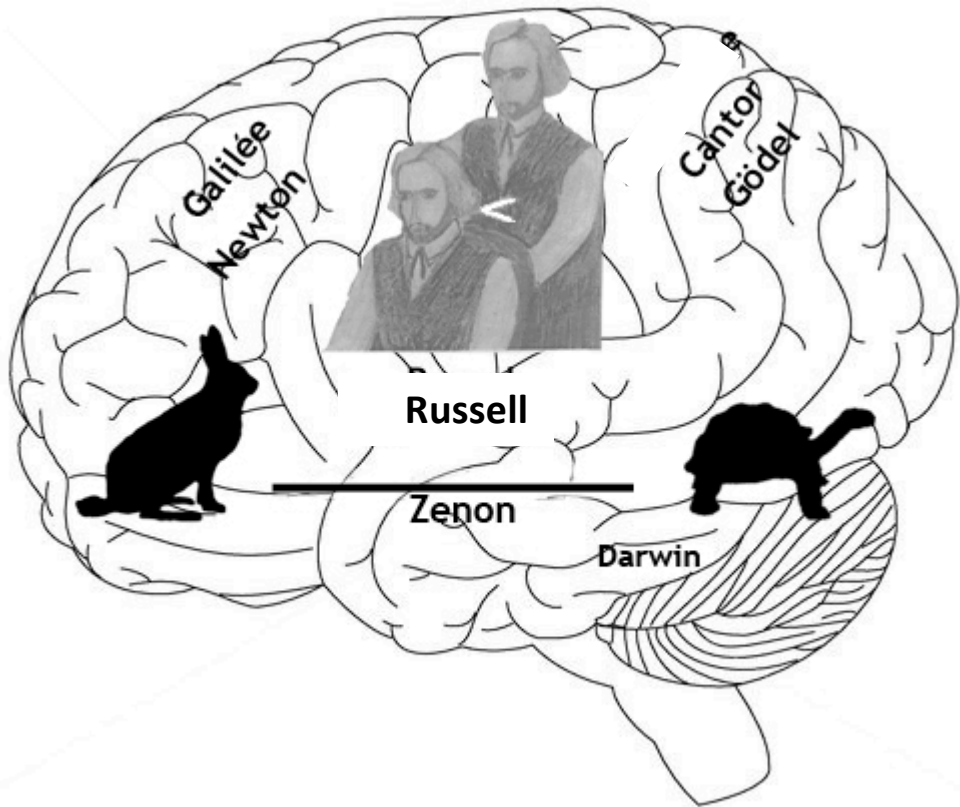


BIO SEMANTIQUE



KALED AIT HAMOU

L'objectif de la bio sémantique est de montrer quelles relations il y a entre certaines structures anatomiques du cerveau et ses productions sémantiques. On s'intéressera à deux étapes du développement du cortex de l'Homo sapiens, qui sont le stade pré pubère et le stade post pubère. Ces étapes sont cruciales pour comprendre quels modes de communication le cortex utilise pour les productions de sens. Lors de la première étape du développement, ce seront les modes de communication du cerveau neural qui seront à l'œuvre. Dans la seconde étape, d'autres modes de communication interviennent, ceux du cerveau hormonal. Pour appréhender ce qui se passe au niveau de l'émergence du sens il est nécessaire d'en savoir plus sur les liaisons entre les modes de communication intra corticale et les productions sémantiques. L'analyse des composants biosémantiques de la voix nous permet de comprendre par exemple l'émergence des notions de gradation exprimées au niveau langagier par les adverbes. On comprendra mieux pourquoi les primates par exemple, ne peuvent exprimer des notions comme « très fin, très large, très grand etc. » Cette impossibilité est liée à l'absence d'une structure corticale propre aux hominidés. Cette dernière est localisée dans le cerveau sensoriel, elle nous permet de mieux appréhender au niveau de la voix comment les gradations sont codées par les adverbes de la langue. Les notions sémantiques comme celles « d'infini, de limite, de loi naturelle ou des lois de la physique » dépendent des modes de communication hormonale.

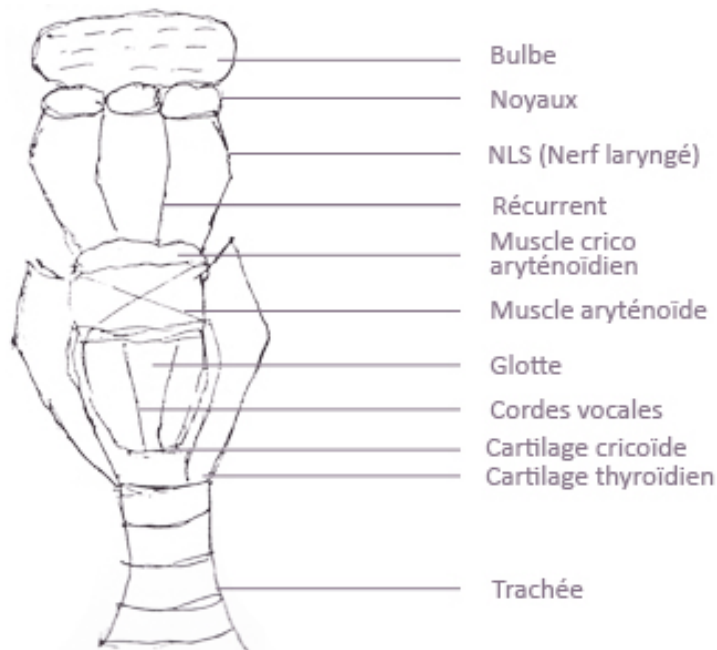
Ce sont les connexions entre les modes de communication neurale et hormonale qui permettent l'émergence, donc la compréhension de ces notions. L'analyse des réseaux vasculaires de différents hominidés dont l'existence est antérieure à celle de l'Homo sapiens va nous permettre de mieux comprendre comment la sémantique peut jouer un rôle capital dans la théorie de l'évolution. Pourquoi à une époque très récente de l'évolution, on ne décèle pas l'existence par exemple d'un hameçon, d'une aiguille à coudre, d'une roue, etc. ? Nous verrons que l'élaboration et la fabrication d'un outil relèvent de lois de la physique. Ces lois s'expriment au niveau langagier par des énoncés contrefactuels¹. En mathématiques élémentaires, ce sont les génériques-tés qui sont à la base du développement des opérations algorithmiques. Les généralités dépendent des modes de communication hormonale, les algorithmes, des modes de communication neurale. La notion de conscience (en sémantique) est dépendante des connexions entre ces modes de communication. Nous verrons via l'analyse des paradoxes rencontrés en logique et en mathématique, comment interagissent ces modes de communication pour favoriser l'émergence de la notion de contradiction.

Toutes ces données sont cruciales pour aborder le fonctionnement du cortex et l'émergence des différentes consciences qui lui sont propres.

¹ Comme le souligne fort bien le physicien B. D'Espagnat, les modes de raisonnement en physique dérivent d'énoncés contrefactuels.

Innervation du Larynx et du centre laryngé

Innervation motrice : les deux nerfs moteurs sont le nerf récurrent et le nerf laryngé supérieur.



Le nerf récurrent innerve l'ensemble des muscles du larynx sauf le muscle cricothyroïdien. Il innerve également le pharynx et l'œsophage. Il possède des fibres innervant des muscles ayant des propriétés antagonistes (fermeture et ouverture de la glotte). Le nerf laryngé supérieur innerve essentiellement le muscle cricothyroïdien. Il permet l'élongation des cordes vocales.. Selon les physiologistes de la phonation le rôle sensitif du nerf laryngé supérieur [NLS] est le plus important aussi bien au niveau extéroceptif que proprioceptif. *frontale et à la partie inférieure de la frontale ascendante du "côté apposé ».*²

² D'après A. Bouchet Cuilleret, Lecou, une vue d'ensemble de l'innervation laryngée

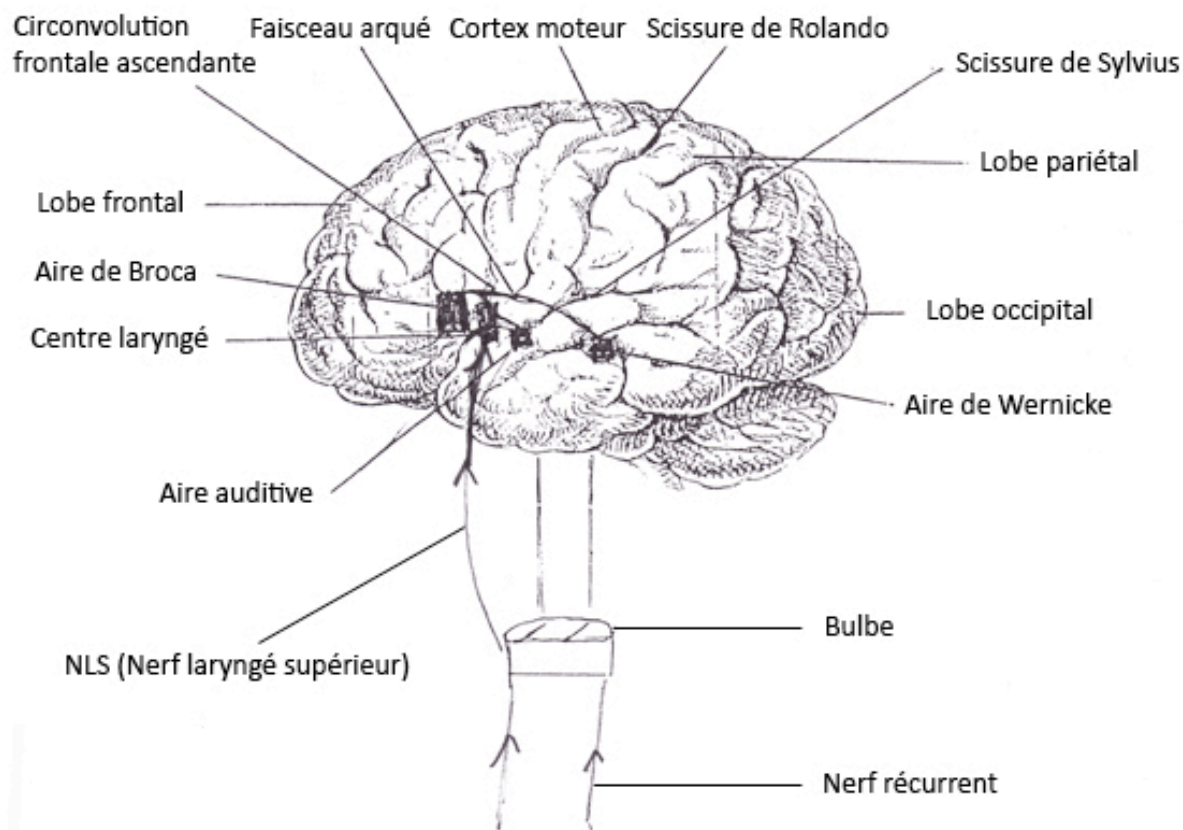


Figure 1 : NLS et CENTRE LARYNGE

Il est très important de noter que le noyau laryngé du bulbe est en liaison avec le centre laryngé du cortex préfrontal

Il s'agit des nerfs crâniens. C'est ce centre laryngé qui est relié par le faisceau géniculé (voie cortico bulbaire) au centre laryngé (ou centre de la phonation) que l'on retrouve au pied de la troisième frontale (cf. croquis).

En fait la pression sous glottique est nécessaire mais n'est pas suffisante pour l'expression de l'intensité. Un autre facteur d'origine sous corticale intervient, c'est la tension des cordes vocales gérée par le cricoïde (dont le muscle est innervé par le NLS) qui détermine la résistance de la valve glottique. C'est l'articulation crico thyroïdienne qui détermine la tension de la corde vocale. (Selon certains physiologistes le NLS participerait aussi à l'innervation des muscles aryténoïdiens.) Pour l'ensemble des neurophoniatres, la fonction vocale du larynx est d'origine corticale.

Nous allons à présent essayer de comprendre comment les productions de sens sont associées à l'organisation neuroanatomique du complexe cortico laryngé. Concernant l'homologie fondée en anatomie comparée, sur l'innervation d'un organe, Paul Pirlot³ écrit : « *Il est généralement admis que, si la même fibre déterminée*

³ Morphologie évolutive des chordés

innervent certaines structures appartenant à deux espèces différentes, ces structures sont homologues. Dans leur développement embryonnaire, certains nerfs majeurs atteignent toujours des zones anatomiques manifestement équivalentes (fonctionnellement et morphologiquement). On peut attribuer à l'innervation une signification « homologuante » généralisée qui s'accorde avec l'idée de l'importance primordiale du contrôle nerveux, un contrôle qui ne souffre que peu de variation ; chaque innervation ayant un sens physiologique et morphologique relativement constant. "...Lorsqu'on parle de connexions on ne réduit pas nécessairement l'homologie à une simple identité de localisation. »

L'absence d'émission vocale chez des primates dont on excite les zones corticales nous informe également de l'absence du centre laryngé et d'une innervation par le NLS. Les fibres motrices du larynx proviennent du noyau bulbaire (noyau ambigu pour certains) et du centre laryngé. Un primate cérébro lésé (lésions du cortex au delà du gyrus limbique) conserve ses capacités vocaliques, ce qui ne serait pas le cas pour l'homo sapiens. Les structures limbico bulbaires seraient donc le siège unique de la vocalisation chez le primate. Par contre une destruction du centre laryngé ou bien une section du NLS affecteraient considérablement les capacités vocales de l'homo sapiens.

Les méthodes cliniques et les stimulations électriques opérées par l'équipe munichoise de l'Institut Planck concourent à montrer que dans les cas de section du NLS (après thyroïdectomie par exemple) ou de lésion du centre laryngé, on aboutissait à une altération de l'émission vocale chez l'homo sapiens, ce qui n'est pas le cas pour les primates. Le NLS est considéré comme essentiel pour le chanteur puisqu'il innervent le muscle crico thyroïdien

Pour Aronson ⁴« Chez le singe la stimulation électrique des zones corticales bilatérales homologues à celle des humains ne provoque aucun son et les cris ne sont déclenchés que par l'excitation du système limbique du cerveau antérieur. Il est du reste intéressant de noter que les sujets aphasiques font preuve d'une facilitation passagère du langage sous le coup d'un énervement ou d'une excitation, ce qui pourrait évoquer un effet de résurgence des possibilités de leur système limbique primitif plutôt que l'action des zones lésées de leur néocortex cérébral. »

Tenue vocale

Nous allons à présent nous intéresser à d'autres aspects fonctionnels du centre laryngé, et du NLS. Pour cela nous allons explorer le champ sémantique correspondant aux unités linguistiques (émission sonores) qui le caractérisent. Une suite d'impulsions laryngées peut être associée à une durée. Il s'agit d'une **tenue vocalique**, (TV). Les prédicats (adjectifs, attributs, etc....) d'une langue

⁴ Les troubles cliniques de la voix (p 43)

peuvent être émis pour rendre compte ou simuler des états du monde physique environnant. Ces états peuvent être soumis à des processus de gradation tel que : **dilatation, agrandissement, rétrécissement, amenuisement, résistance, etc.** Dans les langues à tradition orale (qui consistent en la majorité des communications linguistiques), les tenues vocaliques expriment couramment ces propriétés de gradation correspondant à des états du monde physique. Convenons pour clarifier ce qui va suivre, de représenter la tenue vocalique par une mise en gras du segment vocalique désignant un état ou une propriété du monde physique.

Ex : loin → [loin] (le phonème *oi* en gras souligné dans (loin) caractérise la, TV).

Le segment sonore désigne une gradation d'éloignement qui est exprimée en français par l'unité linguistique [très]. A son tour l'unité [très] peut également être caractérisée par une tenue vocalique soit : [très] [très] (le phonème è, en gras souligné code pour la tenue vocale) On a : [très] [loin] équivalent à [loin] (ici, très est substitué à la TV (codée par oi en gras souligné).

Les phoniâtres désignent par l'expression « dysphonie hypokinétique », la perte complète du mécanisme léger de tête due à l'absence de tension des cordes vocales. **Dans ces exemples la tenue vocale est signalée en gras dans les colonnes de droite.**

Dans le cas de segments phoniques monosyllabiques ou considérés comme tels :

[dur] → [d <u>ur</u>]	[gros] → [gr <u>os</u>]
[mou] → [m <u>ou</u>]	[large] → [lar <u>ge</u>]
[fin] → [f <u>in</u>]	[doux] → [d <u>ou</u> x]
[court] → [c <u>ou</u> rt]	[long] → [l <u>on</u> g]
[grand] → [gr <u>an</u> d]	[mince] → [m <u>in</u> ce]
[près] → [pr <u>ès</u>]	[fort] → [f <u>or</u> t]

- On constate une tenue vocalique affectant le **segment vocalique** du mot. L'un des harmoniques du son laryngé est renforcé lors de son passage dans les cavités buccales ou pharyngées. Ce renforcement est appelé formant. C'est le formant aigu de la cavité buccale qui nous intéresse ici. Le formant buccal (entre 700 et 3000Hz) a un rôle vocalique plus tenu que le pharyngien. Le centre laryngé cortical est « informé » par le NLS sensitif de la périodicité des vibrations des cordes vocales, donc des fréquences des harmoniques du son laryngé. Ces dernières n'étant pas celles du formant buccal, le centre auditif doit pouvoir décoder le type d'émission sonore émise en tenant compte des variations d'amplitude et de fréquence des résonateurs du conduit buccal. Le formant du résonateur pharyngien étant le formant grave, il est clair que dans cette analyse,

les fréquences résonantes de ce conduit ne sont pas pertinentes pour l'analyse sémantique des tenues vocaliques ci-dessus.

Les conditions d'émission d'une [TV] (tenue vocale) semblent impliquer une notion empirique : celle de **durée**. On peut constater ce fait, en examinant le motif spectral d'une telle [ES].(émission sonore) Lorsqu'on étudie les parlés (émission et réception) d'un jeune homo sapiens, ce dernier utilise des [ES] avec une [TV]

La typologie des données sémantiques (plusieurs centaines de langues) nous permet d'aller au delà des codes syntaxiques ou grammaticaux caractérisant le discours. Les jeunes enfants français utilisent avant l'apprentissage de ces codes, la tenue vocale et la reduplication pour rendre compte des processus de gradation. C'est dans cette perspective que nous approuvons J. Searle, quand il affirme que **la syntaxe ne permet pas l'accès à la sémantique**

Procédé de reduplication [PR]

Pour rendre compte des gradations extra sensorielles et environnementales, le jeune enfant homo sapiens utilisera progressivement un processus que l'on nomme reduplication ; soit : [PR]

[loin] [loin] [loin] → [loin]	[gros] [gros] [gros] → [gros]
(La tenue vocale [TV] est codée en gras souligné (<u>oi</u>))	(La tenue vocale [TV] est codée en gras souligné (<u>o</u>))

Il utilisera plus tard un procédé syntaxique de substitution qui consistera à utiliser des [SS] (segments sonores) que l'on nomme « adverbes » Les [TV] et [PR] ne disparaissent pas pour autant dans l'oralité. Les [SS] dénommés adverbes, jouissent à leur tour d'une [TV] ou d'un [PR]. L'enfant, comme l'adulte, homo sapiens utiliseront ces procédés ainsi :

[tout] [petit] au lieu de [petit] ou (petit petit)	[très] [loin] au lieu de [loin] ou (loin loin)
--	--

Si vous prêtez une oreille attentive aux [ES] d'un reporter lors d'une compétition sportive ou à celle d'un chanteur vous constatez que ces procédés sont fréquemment utilisés.

Le lecteur, s'il s'intéresse à la typologie linguistique (ce qui est nécessaire si l'on s'intéresse au fonctionnement du cortex) pourra constater que **la plupart des**

langues à tradition orale utilisent systématiquement le procédé de reduplication [PR] ou la [TV].

Les unités adverbiales comme « très, trop, peu, beaucoup » ne sont que des substituts syntaxiques des processus bio sémantiques caractérisant la [TV] ou le [PR]. Ainsi donc, chez les primates et chez l'homo sapiens, les aires corticales innervées par le récurrent et le (NLS), sont distinctes. Chez le primate, le cerveau antérieur (lobe limbique et bulbe) constitue le siège principal de la phonation. L'intensité et les procédés de reduplication des [SS] sont des [ES] à déterminisme sous cortical. Chez l'homo sapiens on constate l'existence d'un centre cortical (troisième préfrontale ascendante), siège moteur de la [TV]. Or les émissions sonores, déterminées par les activités des divers muscles laryngés, tenseurs, adducteurs ou abducteurs des plis vocaux parviennent aux cortex auditif. Une analyse contrastive des paramètres sonores d'un motif spectral relatant la présence d'une [TV] ou d'un [PR], exemple [loin] ou [loin] [loin] [loin], révèle une équivalence formelle pour les fréquences, les amplitudes et les attaques vocaliques. En fait le flux sonore d'une [TV] présente une configuration spectrale continue sans pause, celui d'un [PR], une configuration spectrale discontinue. A ce stade la TV et le PR sont BIO SEMANTIQUEMENT EQUIVALENTS. Le cortex auditif du récepteur, comme celui de l'émetteur considèrent comme sémantiquement équivalentes les émissions sonores suivantes : [loin], [très] [loin] et [loin] [loin] [loin]. Il est également possible que le cortex auditif (comme le suggèrent certains audio phonologues) ne perçoit pas des fréquences mais une énergie sonore. Ces divergences relatives à la nature physique de l'émission sonore ne contredisent pas les observations ci dessus. Cette analyse bio sémantique permettra (je l'espère) au lecteur de comprendre à présent comment les [TV] et les [PR] caractérisant les unités de disposition d'une langue relèvent de la même structure bio sémantique. Les unités lexicales dont la reduplication est attestée dans de nombreuses familles de langues et qui désignent des pluralités, des dénombrements et des groupes d'objets par exemple, relèvent d'une structure distincte. Aucune [TV] ne saurait caractériser les [SS] codant les objets du monde physique et (s'ils existent) ceux de l'univers platonicien. Nulle [TV] n'est associée à des [SS] comme : [morceau], [plomb], [ballon], [aiguille], [roseau], [triangle], [trou] etc. ... Toutefois chacun d'entre eux peut être associé à un prédicat de disposition. Les données sémantiques que nous avons analysées jusqu'ici vont nous permettre d'aborder l'analyse des notions telles que les généralités et les contrefactuels.

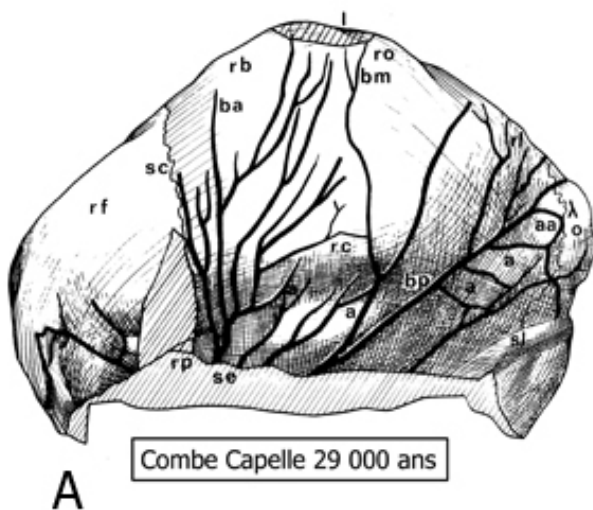
Bio sémantique et réseaux vasculaires des hominidés

Le système vasculaire du cortex est déterminant dans l'irrigation fonctionnelle des aires corticales. L'obstruction d'une voie artérielle ou veineuse peut être la cause d'une nécrose des tissus corticaux (non irrigués). L'augmentation du débit sanguin dans une aire corticale, active, autorise l'observation d'une fonction de cette aire. Outre le couplage des signaux hémodynamiques et des activités synaptiques, nous nous intéressons à l'information hormonale qui utilise la circulation sanguine comme voie de communication. Le lecteur peut se demander, à ce stade quel est l'intérêt d'une analyse contrastive des tracés (empreintes) vasculaires sur les cranes d'hominidés fossiles et actuels.

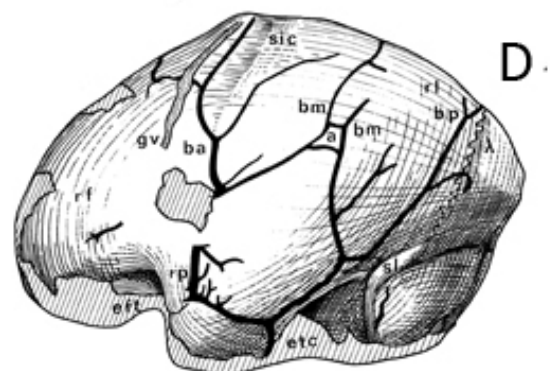
Le lecteur pourra observer les différents réseaux vasculaires (ci-dessous), concernant une grande variété d'hominidés et constater les diverses anastomoses les concernant.

Ces anastomoses configurent les connections entre le cerveau hormonal et le cerveau neural.

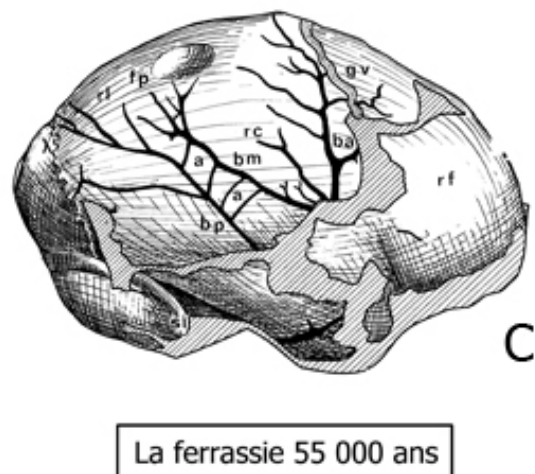
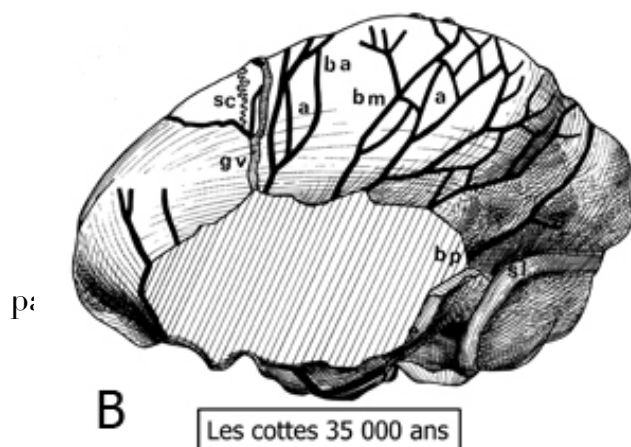
Presapiens



Néandertalien



Parasapiens



et les anastomoses multiples leur permettent des liaisons avec l'ensemble des aires corticales. Or la lignée archaïque des néandertaliens et des para sapiens ne possède aucun quadrillage vasculaire, (Comme l'a montré R. Saban) au niveau des gyrus frontal inférieur (Broca) et angulaire, (Wernicke). Cette absence de quadrillage vasculaire n'implique pas dans le cadre bio sémantique l'absence d'un langage articulé ou gestuel performant. En fait le cerveau neuronal, cerveau de la factualisation, de l'algorithmique, et du traitement des perceptions sensorielles ne permet pas aux hominidés dont la vascularisation est partielle, l'accès aux généralités, aux lois de la physique et à la contrefactualisation. Cet accès est dépendant de la circulation hormonale dont les voies de communication sont les réseaux vasculaires. Selon R.Saban « **Le réseau vasculaire d'un néandertalien est moins étendu que celui d'un enfant de 5 ans.** » Le réseau vasculaire d'un adulte sapiens est analogue à un Pré-P sapiens âgé de sept ans. A la puberté les connexions entre le cerveau antérieur, le lobe limbique et les aires néocorticales sont déterminantes pour l'émergence d'une sémantique discursive, celle des lois et généralités dont les applications factuelles, débouchent sur les techniques de transformation des objets de l'environnement physique. Les outils utilisés par les hominidés à vascularisation encéphalique partielle sont fabriqués pour leurs propriétés factuelles. Des objets technologiques aussi simples qu'une **aiguille à coudre ou à tricoter, un hameçon, un soc de charrue, un lasso avec un nœud coulant, une poulie, une pirogue, etc....** ne sont concevables (d'un point de vue opératoire) que par l'intermédiaire d'une contrefactualisation caractérisant les prédicats dispositionnels, propriétés de ces objets. En d'autres termes, le cri « d'Euréka » couronnant une découverte n'est guère possible pour des formes archaïques de la lignée des hominidés dont la vascularisation encéphalique est moindre que celle d'un pré sapiens.

Sémantique des contrefactuels

La nature bio sémantique des [SS] (segments sonores du langage) codant pour les « adverbes » n'est pas du tout celle que propose R.Thom dans son esquisse de la sémio physique, (p.197) : « l'adverbe est une prégnance définie parmi l'opérateur universel de la prédication ».

Les cognitivistes, les physiciens et les logiciens qui s'intéressent aux logiques modales utilisent la notion de propriété dispositionnelle et d'implication contrefactuelle pour rendre compte de la nature générique (ayant statut de loi) des propriétés des objets. Lorsqu'un cortex émetteur informe un cortex récepteur qu'un objet du monde physique possède une propriété donnée ; par exemple : que " ce caillou est dur" (c'est à dire qu'il ne s'effrite pas entre les doigts) nous avons affaire à une **propriété factuelle**. Les liaisons afférentes et efférentes du cortex sensoriel et les activités synaptiques engendrées par les canaux de communication du cortex récepteur déterminent l'état factuel de la **propriété** associée à l'objet.

L'objet est le référent de la propriété et non l'inverse. Si vous présentez une poignée de caramels dont certains sont durs d'autres mous à un H.sapiens âgé de 4 à 5 ans, et que vous lui demandez de vous en remettre un qui soit dur, il ne vous donnera pas une **propriété** mais bien un caramel. La propriété factuelle n'est pas dissociable de son référent. La représentation au niveau des aires corticales d'un objet du monde physique, sa référentiation au niveau sous cortical ou néocortical peut être indépendante de celle d'une propriété. Elle l'est en effet pour le très jeune H sapiens (1-2 ans) pour qui les référentiels corticaux des objets se situent au niveau des couches sous corticales. Ce qui est le cas pour les primates et les mammifères. Dans ce domaine je suis en accord avec la théorie kripkéenne de la rigidité qui dit que : « la référence du nom est donc fixée par rapport au monde réel avant que ne lui soit attribuée la propriété hypothétique ».

Il convient pour la clarté des propos qui vont suivre, d'introduire une notion bio sémantique fondamentale, celle de l'**isolation référentielle**. L'isolation référentielle caractérise les [Pdg] comme par exemple : la dilatation, la compression, la flottaison, la parité, la perméabilité, la continuité, la densité, etc.... L'énoncé suivant : **« Un objet flotte lorsque la poussée d'Archimède compense son poids »** ne caractérise pas un objet spécifique associé à « une représentation mentale » ou à un référent. Le syntagme verbal « flotte » est celui du **« présent général »**, la marque morpho-phonologique dénotant la généralité n'est plus attestée dans les groupes de langues romane et germanique, ce qui n'est pas le cas des nombreuses autres familles de langues. Les Philosophes des sciences, qualifient ces données « d'appréhension théorique de la réalité sensible ». Le caractère générique⁶ de l'énoncé est pour autant stable.

Lorsque j'énonce la proposition suivante : **« J'ai chauffé la barre de fer, elle s'est dilatée »**. Je peux identifier le [SS] codant pour le groupe d'unités linguistiques « barre de fer », suivre son parcours de l'organe de corti au centre auditif et sa localisation référentielle. Le [Pdf] « s'est dilatée » est associée à un ensemble de liaisons afférentes et efférentes entre sa représentation corticale et le siège référentiel de l'objet « la barre de fer ». La communication que nous venons de simuler est celle des activités électriques et synaptiques, celle du cerveau neuronal. Elle relève des structures bio sémantiques de l'homosapiens pré pubère. C'est à ce niveau que la dichotomie sémantique du couple [Pdf] et [Pdg] caractérise les substrats biologiques qui la déterminent. L' HS. Pré pubère n'assume pas les généralités des [Pdg] ; il ne peut de ce fait, produire ou concevoir les lois naturelles correspondant. Les structures bio sémantiques de son cortex en activité n'assument pas les contrefactuels, (celle par exemple de l'énoncé si une barre de fer avait été chauffée elle se serait dilatée), elles, constituent les modes de communication des activités synaptiques, accessibles à l'observation. Si on observe le réseau vasculaire du cortex d'un HS pré pubère et les anastomoses

⁶ Les langues foisonnent d'exemples ne se pliant pas aux règles de dérivation morphologique, en particulier les emprunts lexicaux.

consécutives à ce dernier, on ne distingue pas de différence notable, structurelle au niveau des connexions locales entre les aires corticales avec celui d'un HS. Post pubère. Le couplage des signaux hémodynamiques et des activités électriques et synaptiques demeure inchangé. Ce qui par contre est nouveau, c'est la communication hormonale qui génère de nouvelles liaisons entre les structures biosémantiques des généralités. Nous avons vu que l'une des liaisons de type hormonal, fondamentale pour la phase de reproduction était celle caractérisée par le G_n -RH. D'autres liaisons agissent utilisant la voie hormonale plutôt que la voie axosynaptique. C'est à ce stade que les connexions de type hormonal s'établissent et favorisent l'accès aux structures corticales des sapiens post pubère, de la sémantique des généralités et des implications contrefactuelles. Je partage à ce stade les assertions du philosophe J. Searle sur la nécessité d'appréhender la complexité du couplage biologie-sémantique pour une meilleure compréhension des conditions d'émergence du sens.

Le paradoxe de Bertrand Russell

Les paradoxes sont des cerles vertueux et créatifs. Derrière leur apparente étrangeté se dissimulent les clés de la compréhension des systèmes naturels de leur processus cognitifs et de leur grande diversité formelle. *Varela*

Historiquement c'est après l'examen des théories du logicien Gottlob Frege sur les fondements des mathématiques ensemblistes que Bertrand Russell communique à ce dernier le paradoxe qui porte son nom. Dans ce paradoxe on constate l'existence de deux sortes d'ensembles : **ceux qui se contiennent et ceux qui ne se contiennent pas** ou bien ceux qui sont éléments d'eux-mêmes et ceux qui ne le sont pas. Le lecteur peut s'interroger sur la pertinence d'une collection qui se contienne, mais si on utilise par exemple la notion « d'appartenance » il est courant dans la vie quotidienne d'entendre (dans le cadre d'une dispute ou d'une scène de film) l'expression « tu m'appartiens » prononcée par un homo sapiens. Le champ sémantique de cette notion, peut relever aussi bien d'un espace factuel (un objet faisant partie d'une collection finie) que d'un espace générique. Nous verrons dans le cours de l'analyse comment s'articule cette dichotomie.

Nous utilisons les exemples du logicien Raymond Smullyan⁷ dont les livres ont largement contribué à faire connaître tous les travaux gravitant autour de la notion de **contradiction**, « *Les ensembles qui ne sont pas éléments d'eux-mêmes sont appelés ensembles ordinaires, alors que ceux qui sont éléments d'eux-mêmes sont appelés ensembles extraordinaires. Savoir si les ensembles extraordinaires existent réellement est toute la question ! Les ensembles ordinaires, eux, existent certainement : tous les ensembles rencontrés jusqu'à présent l'étaient. Alors notons B l'ensemble de tous les ensembles ordinaires ; tous les ensembles ordinaires sont éléments de B et tous les éléments de B sont ordinaires. Il n'y a pas d'ensemble extraordinaire dans B . Est ce que B est élément de lui-même ou non ? Dans un cas comme dans l'autre nous arrivons à une contradiction. Supposons que B soit élément de lui-même. Alors, puisque seuls les ensembles ordinaires sont éléments de B , alors B est forcément un ensemble ordinaire. Mais cependant, puisque B est membre de lui-même, par définition B est extraordinaire, ce qui est contradictoire. Donc il est contradictoire de dire que B est extraordinaire. Supposons alors que B est ordinaire. Puisque tous les ensembles ordinaires sont éléments de B , alors B , qui est ordinaire, est élément de B , ce qui fait de B un ensemble extraordinaire puisque B est élément de lui-même. Il est donc tout aussi contradictoire de dire que B est ordinaire. .» (*Ça y est, je suis fou p. 240*)*

En 1919, Russell a vulgarisé son paradoxe en lui donnant la forme d'une histoire. Il s'agit d'un barbier dans un village qui rase tous les habitants de son village qui ne rasent pas eux-mêmes, et uniquement ceux-là. Autrement dit le barbier ne rasera aucun habitant qui se rase lui-même, mais tous les habitants de son village qui ne se rasent pas eux-mêmes seront rasés par lui. Est-ce que le

⁷ ça y est, je suis fou, Dunod 1993

barbier se rase lui-même ou non ? S'il se rase, alors en se rasant il rase quelqu'un qui se rase lui-même. Il viole donc la loi qui veut qu'il ne rase jamais quelqu'un qui se rase lui-même. Mais s'il ne rase pas lui-même, alors il fait partie des habitants qui ne se rasent pas eux-mêmes et il doit, comme ces habitants-là, aller se faire raser par le barbier, c'est-à-dire par lui-même. Nous avons encore une contradiction ». Quelle solution au paradoxe est il possible de fournir au lecteur ? Raymond Smullyan propose celle-ci ☺

« Quelle est la solution au paradoxe du barbier? La solution est si évidente que presque tout le monde la néglige! Pour vous aider, supposons que je vous dise qu'un homme fait plus de deux mètres de haut et moins de deux mètres de haut. Comment expliqueriez-vous cela? Votre explication serait que soit je me trompe, soit je mens! Il est évident qu'un tel homme ne peut exister. De même, il ne peut tout simplement exister un tel barbier. C'est aussi simple que cela! Cependant avec le paradoxe de Russell, le problème est plus sérieux, parce qu'il semble intuitivement qu'un ensemble des ensembles ordinaires puisse exister, ce qui, en réalité, est impossible puisque cela nous mènerait à une contradiction! »

A tous ceux qui comme Smullyan ont nié l'existence du barbier, Russell réplique avec sa note d'humour légendaire « on pourrait bien sûr en parlant à un homme avec un grand nez dire : quand je parle de nez, j'exclus ceux qui sont anormalement longs , cela constituerait un effort malheureux pour éviter un problème douloureux⁸ » (M.Kleene p.380). Son célèbre paradoxe, Russell l'énonça en ces termes :

« Soit W l'ensemble de tous les ensembles qui ne sont pas éléments d'eux-mêmes.

Que peut-on dire de W ? W appartient-il à lui-même ?

Si W appartient à l'ensemble des ensembles qui ne sont pas éléments d'eux-mêmes, il n'est pas élément de lui-même, donc il appartient à l'ensemble W, donc il est élément de lui-même. Et inversement, chaque réponse implique son contraire »

Analyse biosémantique du paradoxe de Russell

Pour bien saisir l'essence même de la contradiction le cortex du lecteur doit être pleinement conscient (ce qui lui est possible puisqu'il est à l'extérieur du discours émis) de la pertinence de la dichotomie inhérente aux structures biosemantiques de son cortex.

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• La structure générique (isolation référentielle) ;• La structure factuelle (ancrage référentiel). |
|--|

⁸ M.Kleene Mathématiques , la fin des certitudes

La première relevant des MCH, la seconde des MCN. Elles sont respectivement les composantes biosémantiques du cerveau hormonal et du cerveau neural.

Analysons la contradiction associée au paradoxe du barbier à l'aide d'un dialogue. La lettre E désignera le cortex émetteur et R le cortex récepteur. AB, l'analyseur biosemantique.

E: le barbier/ rase/ tous les habitants de son village qui ne se/ rasent/ pas eux-mêmes.

AB : ici le radical / rase /est associé au mode du présent général ce qui imprime un caractère générique à l'énoncé. Il a la forme d'un énoncé « loi ».

R: est ce que le barbier se/ rase/ lui-même ?

AB : ici / rase / décrit un fait factuel. L'intonation interrogative caractérise un énoncé factuel (pouvant se réaliser effectivement).

R: s'il se rase, alors en se rasant (factuel)

E: il rase quelqu'un qui se/rase/ lui-même (générique)

L'énonciation associe à la fois le factuel, celui de R, et le générique celui de E :

il viole donc la loi qui veut qu'il ne rase jamais quelqu'un qui se rase lui-même.

Ici il est clair que la nature sémantique de l'énonciation est une généricité.

On part de l'énoncé générique, on réalise un ancrage référentiel puis on exécute un retour à la forme générique. Qu'obtient-on en fait avec cette connexion généricité - factualisation ?

Nous avons un barbier associé à une généricité (celui dont la fonction est de raser ceux qui ne se rasent pas eux-mêmes) et un second barbier qui lui se rase effectivement, sans quoi il n'y a pas de paradoxe. L'ancrage référentiel du second barbier apparaît lorsqu'on énonce ce paradoxe dans une langue naturelle qui différencie l'aspect factuel de l'aspect générique propre aux « procès » (les verbes). **Le présent général dans les langues européennes a perdu les désinences qui le distinguent des modes factuels.** Peu importe, il est clair néanmoins que l'intonation interrogative caractérisant l'énoncé : est ce qu'il se rase ? autorise la factualisation de l'énoncé et par la même permet l'**ancrage référentiel du second barbier, celui qui rase effectivement**

L'isolation référentielle caractérise le premier barbier. C'est la même chose pour

« l'aimant attire la limaille de fer » « **attire** » comme « **rase** » renvoient à la **forme générique des énoncés**. Dans le cas d'une factualisation, le fait caractérisé par le (verbe) se réalise effectivement (communication neurale).

Les logiciens W.Quine et Smullyan réfutent l'existence du barbier mais point celle de l'ensemble de tous les ensembles qui ne se contiennent pas eux-mêmes. Dans son paradoxe, Russell désigne par **W** l'ensemble des tous les ensembles qui ne sont pas éléments d'eux-mêmes. L'auteur demande ensuite : **W** appartient-il à lui-même ou non ? L'intonation interrogative confère à cet énoncé un caractère factuel .Il s'agit de savoir si l'ensemble **W** appartient à lui-même. Il s'agit de savoir si **W** factuel, appartient à **W** générique

Ensuite l'auteur enchaîne avec une généralité :

Si **W** appartient à l'ensemble des ensembles qui ne sont pas éléments d'eux-mêmes, il n'est pas élément de lui-même. On a bien une isolation référentielle pour **W**, ensemble de tous les ensembles qui ne sont pas éléments d'eux-mêmes.

On est dans une situation identique si j'énonce le fait suivant :

Si, x n'est divisible que par lui-même et 1 , alors x , est un nombre premier (énoncé générique) et si j'ajoute : « **A** propos est ce que x est divisible par lui-même ? Je me trouve, cela va de soi, face à un énoncé factuel (il s'agit d'un entier donné).l'auteur poursuit : **il appartient donc** à l'ensemble et **il est élément** de lui-même.

On est bien sûr dans un cadre factuel. Il s'agit bien du **W** dont on voulait savoir « s'il appartient ou non à lui-même ». A ce stade il faut souligner que le verbe « **appartient** » comme l'a fort bien souligné le logicien Ladrière⁹ dans son étude sur le théorème d'incomplétude de Gödel relève de deux champs sémantiques distincts. En fait il parle de niveaux de langue. C'est ce que B.Russell a tenté de réaliser dans sa théorie des types en distinguant les niveaux de langue associés aux énoncés du discours mathématique.Reprenons l'exemple proposé par le logicien Smullyan. « **B** est l'ensemble de tous les ensembles ordinaires. Ainsi tout membre de **B** est un ensemble ordinaire et tout ensemble ordinaire est membre de **B**. Un ensemble est donc ordinaire si et seulement si, il appartient à **B** ». Nous sommes en présence d'un énoncé générique, ce qui est conforme en mathématiques au mode « Si et seulement si » Ensuite on a l'énoncé :

mais **B** est -il ordinaire ou non ?

Il est évident que cet énoncé est factuel, comme on l'a vu précédemment. En fait dans l'analyse des raisonnements par l'absurde on avait fait la distinction

⁹ Ouvrage la pléiade, logique

entre **P** (plus grand nombre) et **P+1**, (**entier**) . Si l'énoncé est isolé référentiellement l'occurrence **P** l'est également. Dans **P+1**, la même occurrence devient un entier factuel, l'addition (+), relevant de la communication neurale. L'auteur poursuit en réintroduisant une généralité (ce qui modifie le statut du symbole **B** qui passe de factuel à générique). Le radical / **appartient**/ est utilisé pour l'expression de la contradiction comme factuel ou générique. Une réflexion sur ce qui à été dit ci-dessus s'impose. Le cortex du logicien utilise les **MCH** et **MCN** (respectivement : mode de communication hormonal et mode de communication neurale) pour aboutir à l'expression du paradoxe. L'homonymie caractérisant les expressions telles que **W**, **ORDINAIRE**, **APPARTIENT** en constitue un autre facteur. Chacune de ces unités ne peut posséder simultanément les propriétés factuelle et générique, mais ces dernières peuvent coexister au sein d'un même énoncé. L'unité factuelle **W** peut appartenir à l'espace générique des **W**, l'unité factuelle « ordinaire » peut appartenir à l'espace générique des « ensembles ordinaires », l'unité « appartient » est soit synonyme d'inclusion, soit possède la propriété générique du présent général d'appartenance.

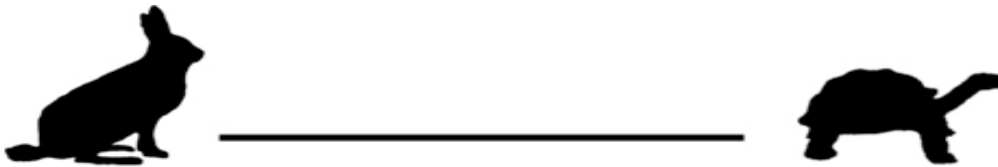
Tous les prédicats utilisés dans les langues naturelles, tels que « dur, mou, fin, large flexible, léger etc. » sont associés soit à des propriétés factuelles dans le cadre des **MCN** soit à des propriétés génériques dans celui des **MCH**. Dans ce dernier cas, comme l'a souligné le physicien D'Espagnat, ces prédicats se retrouvent dans les énoncés contrefactuels correspondant aux lois de la physique. Le parcours transdisciplinaire de cette analyse bio sémantique peut s'avérer douloureux , mais c'est le prix à payer pour comprendre le fonctionnement du cerveau. En d'autres termes les productions sémantiques des cortex émetteur ou récepteur sont à « l'intérieur » du discours caractérisant le paradoxe. L'analyseur biosémantique, se situe lui, à l'extérieur du déroulement des étapes construisant le paradoxe et la contradiction. La notion de contradiction est une opération essentiellement corticale. A ce stade je pense que les intuitionnistes comme Heyting, Weyl et Brouwer ont raison d'affirmer que ces notions sont des créations corticales. Brouwer comme Poincaré ont par contre, tort de croire que c'est la logique qui est responsable de l'apparition des antinomies et qu'il faut s'en méfier.

C'est le cortex et non la logique (dont le discours est une production corticale) qui produit des antinomies. D'autres formalistes ont pensé (avec Tarski et Hilbert) que si l'on ne distingue pas les propositions métamathématiques des propositions mathématiques, l'apparition des paradoxes est inévitable. Le problème c'est que la métalangue est dans la langue. Le cortex neural à lui seul (celui qui simule les règles et les algorithmes) ne peut parvenir à l'énonciation de lois ou de théorèmes, Le cerveau hormonal est dans ce domaine le véritable chef d'orchestre

C'est le cortex qui produit les paradoxes. C'est ce que laissait entendre Poincaré en affirmant que l'on se préoccupait des symptômes et non de la cause . En sciences, la contrefactualisation et l'espace générique relèvent des modes de communication hormonale de l'homo sapiens pré pubère . Sans ces modes de communication, point de sciences théorique ou appliquée. Les hominidés

précédant ou cohabitant (para sapiens et néanderthalis) avec les homo sapiens ne possédaient pas de réseau vasculaire suffisamment dense, leur permettant d'établir certaines connexions¹⁰ entre le cerveau hormonal et neural. De ce fait seule la troisième préfrontale ascendante abritant le centre laryngé autorisait par exemple la possibilité d'affiner des outils pour les besoins quotidiens. L'espace des contrefactuels du cerveau hormonal n'étant pas connecté avec l'ensemble des réseaux neuronaux des hominidés précédant l'homo sapiens, la factualisation des lois (en particulier celles de la physique) ne pouvait être opératoire. Ce n'est, qu'après que la dynamique des connexions entre le cerveau neural et hormonal se soit établie que le cortex émetteur a pu assumer la liaison entre très très grand et aussi grand que l'on veut. Cette liaison est déterminante pour les mathématiques.

PARADOXE DE ZENON



Zénon d'Elée était un philosophe, disciple d'un autre philosophe nommé Parménide .il a vécu vers la moitié du V^e siècle avant J.C C'est grâce à Aristote que ses fameux paradoxes nous sont parvenus

Pour Bertrand Russell, « les arguments de Zénon ont fourni la base à presque toutes les théories de l'espace, du temps et de l'infini qui ont été proposées depuis son époque » Russell pense que le concept de limite dérive en fait de l'ensemble des tentatives des géomètres et philosophes qui ont tenté de résoudre les problèmes issus du paradoxe de Zénon. C'est aussi l'opinion du mathématicien R.Thom qui écrit : « Il y a eu dans l'aporie d'Achille et la tortue, une sorte de collusion entre le constructivisme d'origine pragmatique consistant à mesurer les longueurs, à les mettre bout à bout et cet imaginaire fondamental qu'est l'infini, le continu géométrique. Pour la première fois à l'époque de Zénon d'Elée, on est parvenu à maîtriser cet imaginaire fondamental, le continu géométrique, par une construction formalisée : la somme d'une série, disons ;

$1 = 1/2 + 1/4 + 1/8 + \dots$ Je crois que cela a été une découverte absolument fondamentale pour l'esprit, pour les structures mentales et que c'est à partir de là, que la géométrie a pu réellement se développer. Historiquement donc, l'origine de la science est à trouver dans un point d'arrêt qui a marqué une sorte de fusion du courant pragmatique et du courant imaginaire dans le paradoxe, l'aporie

¹⁰ les travaux de R .Saban ont établi clairement ces absences de connexion

d'Achille et la tortue, à partir de là s'est développée la géométrie ... puis les autres sciences. » (Apologie du Logos p. 493-94) Le concept de fusion utilisé par R.Thom a un référent bio sémantique celui, de **connectivité** entre les **modes de communication neurale** correspondant chez R.Thom au courant pragmatique et celui, de **l'isolation référentielle** correspondant à l'imaginaire fondamental qu'est l'infini. Nous développerons ci-dessous comment s'articulent les données sémantiques relatives aux « courants pragmatiques et imaginaires », données attestées en philosophie des sciences¹¹

En fait la contradiction qui émerge de ces paradoxes a une base sémantique identique pour les trois exemples précédents ! Selon Delahaye « *les paradoxes de Zénon sont aujourd'hui encore l'objet de discussions et d'approfondissements. Certains philosophes considèrent qu'on ne dispose pas de solutions définitives aux questions profondes qu'ils soulèvent* ».

En fait on a affaire à la négation du mouvement et à une itération indéfinie ou infinie ! **Il est clair que nulle réponse satisfaisante ne peut découler des corpus tels qu'ils sont présentés.** Ainsi qu'on l'a vu pour les paradoxes précédents, deux structures corticales sont émettrices et réceptrices dans les énoncés. Celle du cerveau neural et celle du cerveau hormonal. Pour bien saisir comment la connectivité entre les modes de communication hormonale « MCH » et les modes de communication neurale « MCN » est à la base du paradoxe, nous allons utiliser le second paradoxe, celui de la dichotomie. Dans un premier temps, on s'adressera à un H. Sapiens prépubère, dont les modes de communication intra corticale sont des MCN. On lui remet une balle et on lui demande d'atteindre le mur qui est situé à quelques mètres de lui. Il exécute le lancer et la balle atteint le mur ! Ensuite on lui tient le discours relatif à la dichotomie. Soit : avant d'atteindre le mur la balle doit parcourir la moitié de la distance le séparant du mur puis la moitié de cette moitié et ainsi de suite ... La balle n'atteindra jamais le mur !

L'homo sapiens pré pubère réfutera cette argumentation par l'énoncé : « mais la balle est bien arrivée, elle a atteint le mur » nous sommes bien dans le cadre des MCN. La divisibilité « à l'infini », si elle existe, n'est pas assumée bio sémantiquement parlant, par le cortex d'un homo sapiens pré pubère. Si le paradoxe de la dichotomie est présenté à un H.Sapiens post pubère, il réagira probablement, comme l'on fait de nombreux philosophes, à savoir qu'il y a deux analyses possibles face à ce paradoxe. Celle du réalisme physique ; mon cortex visuel « **imprime** » une situation externe au cortex, une balle qui s'échappe d'une main, décrit un arc de parabole et vient s'écraser sur le mur. En physique classique ce type de situation ne soulève aucun problème parce que sa formalisation est celle du cerveau neural. Celle de l'algorithmique. La seconde analyse, (qui est, ne l'oublions pas, une production corticale) est un peu plus complexe. La situation est d'abord celle du MCN. (cf. fig2). La distance est divisée par 2 puis la moitié restante par 2, on continue les subdivisions et à un stade

¹¹ Voir l'ouvrage de Szabo les débuts des mathématiques grecques Vrin Paris 1977

donné, le cortex émetteur produit ce type d'énoncés : « on peut aller aussi loin que l'on veut dans les subdivisions ; la balle (ou Achille) n'atteindra jamais la cible (ou la tortue). ». Quelle que soit la subdivision proposée on peut en trouver une autre plus petite, l'expression utilisée dans le discours mathématique est : « **moindre que toute quantité donnée** ».

Ces expressions sont qualifiées de contrefactuels. Comme les généralités, les contrefactuels jouissent de **l'isolation référentielle**. Ils ne réfèrent à aucune donnée effective comme c'est le cas des énoncés factuels du cerveau neural. Penrose¹² définit la contrefactualité ainsi : « *comment la simple possibilité contrefactuelle - comment un événement qui ne se produit pas réellement - peut elle avoir une influence sur les événements qui se produisent effectivement ?* » Cet énoncé caractérise des processus de la physique quantique, il est aisé de l'appliquer à ceux de la physique classique. Dans l'exemple de D'espagnat relatif au magnétisme, « l'aimant attire la limaille de fer », l'événement se réalise, « quand bien même la limaille de fer serait absente » au moment de l'énonciation. L'antécédent dans la simulation linguistique de l'énoncé désigne une donnée virtuelle, voire une représentation isolée référentiellement. Dans l'exemple de la fig. 2, on peut avoir : « **quand bien même les divisions vont aussi loin que l'on veut, la balle atteindra le mur** ». L'événement, 'celui de la subdivision' tel que Penrose le présuppose ne se réalise pas effectivement mais la balle atteint bien le mur ! Le mathématicien, lui, résume la situation en écrivant : $1+1/2+1/4+1/8+\dots+1/2^n +\dots= 2$, en d'autres termes, la série converge vers 2. La partie à gauche du signe = symbolise la donnée virtuelle « **aussi loin que l'on veut** », la donnée à droite, la donnée factuelle que les mathématiciens appellent **la limite** ! La neutralisation du contrefactuel (ou de la généralité) permet à la balle d'atteindre le mur et, à **la limite** de symboliser cette effectivité. Sans la neutralisation on se trouvera dans l'exemple de la fig. 3, pas de mouvement possible ! Certains mathématiciens penseront que cette approche manque de rigueur formelle, cela n'est pas l'objectif de l'analyse bio sémantique.

¹² Les ombres de l'esprit, p 407